

## 添付書類

1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性
2. 添付計算書（耐震性を除く）
3. 耐震性に関する添付説明書
4. 制御棒の挿入性に関する説明書（制御棒駆動機構）
5. 申請に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書
6. JRR-3原子炉施設に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性説明の要否について
7. JRR-3の変更に係る設計及び工事の計画の分割申請の理由に関する説明書



1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性



1－1．原子炉制御棟避雷針の設置に係る「試験  
研究の用に供する原子炉等の技術基準に  
関する規則」への適合性

本申請のうち原子炉制御棟避雷針の設置に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項	別添-1に示すとおり
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

**第八条（外部からの衝撃による損傷の防止）**

試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。
- 4 試験研究用等原子炉施設は、航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

1. （落雷）  
落雷による火災の発生を防止するため、原子炉制御棟には避雷針が設けられている。
2. 人為事象は本申請の申請範囲外である。
3. JRR-3原子炉施設は、船舶に設置されるものではないため、本条項の適用を受けない。
4. JRR-3原子炉施設は、航空機の墜落により施設の安全性を損なうおそれはないため、本条項の適用を受けない。



1－2. 中央制御室外原子炉停止盤の設置に係る  
「試験研究の用に供する原子炉等の技術  
基準に関する規則」への適合性

本申請のうち中央制御室外原子炉停止盤の設置に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	有	第5項	別添-1に示すとおり
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

## 第三十四条（原子炉制御室等）

試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室が設けられていなければならない。

- 2 原子炉制御室は、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう設置されたものでなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が設計基準事故時に容易に避難できる構造でなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置が講じられたものでなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。

1. 中央制御室外原子炉停止盤は、原子炉制御室には該当しないため、第二十四条第1項～第4項の適用を受けない。
2. 火災その他の要因により中央制御室が使用できない場合に、中央制御室以外の場所から原子炉の運転を停止できるよう中央制御室外原子炉停止盤を施設する。また、原子炉の停止操作は、制御棒の挿入操作のみであり、その後の崩壊熱除去においては、原子炉の監視結果に基づく操作は必要なく、その後の停止状態の維持にも必要な動的機器はないため、原子炉プールの冠水が維持できていることが確認できればよい。このため、中央制御室外原子炉停止盤に原子炉プール水位計を施設する。

1－3. 中央制御室におけるばい煙対策設備の設置に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性

本申請のうち中央制御室におけるばい煙対策設備の設置に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項	別添-1に示すとおり
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

**第八条（外部からの衝撃による損傷の防止）**

試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じられたものでなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じられたものでなければならない。
- 3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。
- 4 試験研究用等原子炉施設は、航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置を講じられたものでなければならない。

## 1. （森林火災）

外部火災時のばい煙に対して、外部から中央制御室への進入を防止できるよう、換気空調設備にはダンパを設けている。

2. 人為事象は本申請の申請範囲外である。
3. JRR-3原子炉施設は、船舶に設置されるものではないため、本条項の適用を受けない。
4. JRR-3原子炉施設は、航空機の墜落により施設の安全性を損なうおそれはないため、本条項の適用を受けない。



1－4. 原子炉プール及び使用済燃料プール水位  
警報設備の設置に係る「試験研究の用に  
供する原子炉等の技術基準に関する規  
則」への適合性

本申請のうち原子炉プール及び使用済燃料プール水位警報設備の設置に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	有	第2項第4号ロ	別添-1に示すとおり
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	有	第1項第4号ロ	別添-1に示すとおり
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

第二十六条（核燃料物質貯蔵設備）

核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
  - 二 燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。
  - 三 次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。
    - イ 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。
    - ロ 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。
- 2 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより設置されていなければならない。
- 一 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食することを防止し得るものであること。
  - 二 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものであること。
  - 三 使用済燃料その他高放射性の燃料体の崩壊熱を安全に除去し得るものであること。
  - 四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。
    - イ 液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。
    - ロ 液位を測定でき、かつ、液体の漏えいその他の異常を適切に検知し得るものであること。

1. 本申請に係る使用済燃料燃料プール水位警報設備は、液位を計測する設備であり、燃料を貯蔵する設備ではないため、第2項第四号ロが該当し、第1項から第2項第四号イまでは申請範囲外である。第2項第四号ロについて、使用済燃料燃料プールの液位を測定し、異常を検知できるよう使用済燃料プールに水位計を設ける。

### 第三十条（計測設備）

試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもって代えることができる。

- 一 熱出力及び炉心における中性子束密度
  - 二 炉周期
  - 三 制御棒（固体の制御材をいう。以下同じ。）の位置
  - 四 一次冷却材に関する次の事項
    - イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
    - ロ 原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位
- 2 試験研究用等原子炉施設には、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し及び対策を講ずるために必要な試験研究用等原子炉の停止後の温度、液位その他の試験研究用等原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視し及び記録することができる設備が設けられていなければならない。

1. 本申請に係る原子炉プール水位警報設備は、液位を計測する設備であるため、第1項第四号ロが該当し、第1項のその他の条項及び第2項は申請範囲外である。第1項第四号ロについて、原子炉停止時に原子炉プールの液位を測定し、制御室外で異常を検知できるよう原子炉プールに水位計を設ける。なお、通常運転時の液位の監視及び設計基準事故時の状況把握並びに対策を講ずるために必要な原子炉停止後の液位の監視及び記録は安全保護系の原子炉プール水位計（昭和62年4月6日付け61安（原規）第218号をもって設計及び工事の方法の認可を受け、平成2年10月16日付け60安（原規）第173号をもって使用前検査に合格）を用いる。



1－5. 外部消火設備の設置に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性

本申請のうち外部消火設備の設置に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

なお、森林火災による影響評価において、外部消火設備の機能に期待しなくとも施設の安全性を損なわないことが確認できたため、外部消火設備が適合性を示すべき「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」の条文はない。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—



技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—



1－6．内部溢水影響評価に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性

本申請のうち内部溢水評価に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	有	第1項 第2項	別添-1に示すとおり
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

第十九条（溢（いつ）水による損傷の防止）

試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内における溢（いつ）水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。

1. 原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動、原子炉プール、カナル、使用済燃料プール又は使用済燃料貯槽のスロッシングにより溢水が発生したとしても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計となっている。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計となっている。
2. 発生が想定される溢水が放射性物質を含むものである場合については、管理区域からの漏えいを防止する設計となっている。

1－7. 内部火災影響評価に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性

本申請のうち内部火災影響評価に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準への適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	有	第1項 第2号	別添-1に示すとおり
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—



技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

## 第二十一条（安全設備）

安全設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共有し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。第三十二条第三号において同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものであること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合においては、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けられていること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置が講じられていること。

1.
  - 一 本申請の申請範囲外である。
  - 二 内部火災に対する防護対象設備に該当し、火災による影響を受けるおそれのある設備のうち、火災発生時においても原子炉の安全性を確保するのに必要な安全機能を有する設備については、火災発生時においても必要な安全機能が達成できるよう多重性または多様性を確保し、及び独立性を確保した設計となっている。
  - 三 本申請の申請範囲外である。
  - 四 本申請の申請範囲外である。
  - 五 本申請の申請範囲外である。
  - 六 本申請の申請範囲外である。

1－8. JRR－3原子炉施設の構造（外部事象影響）に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性

本申請のうち J R R - 3 原子炉施設の構造 (外部事象影響) に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準との適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項 第2項	別添-1に示すとおり
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢 (いつ) 水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

第八条（外部からの衝撃による損傷の防止）

試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 試験研究用等原子炉施設は、航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

1. 安全施設は、原子力科学研究所（以下「原科研」という。）敷地内又はその周辺において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組合せに遭遇した場合においても、安全機能を損なうおそれがない設計となっている。

特に本申請で評価を行った外部火災（森林火災、爆発、近隣工場等の火災及び航空機の落下による火災）及び竜巻について、以下のとおり「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準との適合性を示す。

原科研敷地外の森林火災が原子炉施設に迫った場合でも、施設の安全機能を損なうおそれがない設計となっている。なお、航空機の落下確率が $10^{-7}$ （回／炉・年）となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生するといった熱影響が最も厳しい条件となる重畳事象を想定した場合でも、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。（添付書類2-3-1参照）

原科研の敷地及びその周辺（施設から半径20kmの範囲）における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻（藤田スケールF1、最大風速49m/s）の発生を考慮しても、安全施設の安全機能を損なわない設計となっている。

また、当該竜巻で安全施設に損傷を与えるような飛来物の飛来防止対策を行う。

（添付書類2-3-2参照）

2. 安全施設は、原科研敷地内又はその周辺において想定される人為事象（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を損なうおそれがない設計となっている。  
原科研の敷地への航空機の落下により発生する火災を想定しても、原子炉施設の安全機能を損なわない設計となっている。（添付書類2-3-1参照）  
原科研の敷地周辺には、石油コンビナート等の大規模な爆発のおそれのある工場等はない。原科研の敷地内にLNGタンク等を設置する場合は、その爆発による原子炉施設への影響を考慮して設置する。  
原科研の敷地外の近隣工場等（半径10km以内）において火災による原子炉施設への影響を評価し、原子炉施設の安全機能を損なわない設計となっている。（添付書類2-3-1参照）  
原科研の敷地内に設置された重油タンク等の火災による原子炉施設への影響を評価し、原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なわない設計となっている。（添付書類2-3-1参照）
3. JRR-3は、船舶に設置する原子炉ではない。よって、本項の適用を受けない。
4. 航空機の落下確率については「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（平成14・07・29原院4号）」等に基づき評価した結果、防護設計の要否を判断する基準を超えないことから、航空機落下に対する考慮をする必要はない。よって、本項の適用を受けない。





1－9．設備機器の耐震性に関する申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性

本申請のうち設備機器の耐震性に関する申請に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準との適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	—	別添-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十八条	冷却設備等	無	—	—
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	無	—	—
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

**第六条（地震による損傷の防止）**

試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

- 2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 3 耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

1. 本申請に係る設備機器は、地震により発生するおそれのある公衆への影響を防止する観点から、耐震重要度に応じた耐震性を有する構造となっている。
2. 本申請に係る下部遮蔽体、サイフォンブレイク弁、中性子吸収体、制御棒駆動装置、前部水封用止板、使用済燃料貯蔵ラックは、原子炉設置変更許可申請書添付書類六「5. 地震」に示す基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計されている。
3. 本申請に係る下部遮蔽体、サイフォンブレイク弁、中性子吸収体、制御棒駆動装置、前部水封用止板、使用済燃料貯蔵ラックが設置されている原子炉建家周辺には、基準地震動による地震力に対して、耐震重要施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こす斜面がないため、上記設備機器の安全性が損なわれるおそれがない。

1－10．原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性

本申請のうち原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計に係る設計及び工事の方法と「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準との適合性は、以下に示すとおりである。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一章 総則				
第一条	適用範囲	—	—	—
第二条	定義	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	無	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	—
第十一条	機能の確認等	無	—	—
第十二条	材料及び構造	無	—	—
第十三条	安全弁等	無	—	—
第十四条	逆止め弁	無	—	—
第十五条	放射性物質による汚染の防止	—	—	—
第十六条	遮蔽等	無	—	—
第十七条	換気設備	無	—	—
第二章 試験研究用原子炉に係る試験研究用等原子炉施設				
第十八条	適用	無	—	—
第十九条	溢（いつ）水による損傷の防止	無	—	—
第二十条	安全避難通路等	無	—	—
第二十一条	安全設備	無	—	—
第二十二条	炉心等	無	—	—
第二十三条	熱遮蔽材	無	—	—
第二十四条	一次冷却材	無	—	—
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	—	—
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	—
第二十七条	一次冷却材処理装置	無	—	—
第二十八条	冷却設備等	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十九条	液位の保持等	無	—	—
第三十条	計測設備	無	—	—
第三十一条	放射線管理施設	無	—	—
第三十二条	安全保護回路	無	—	—
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	—
第三十四条	原子炉制御室等	無	—	—
第三十五条	廃棄物処理設備	無	—	—
第三十六条	保管廃棄設備	無	—	—
第三十七条	原子炉格納施設	有	第1項 第1号	別添-1に示すとおり
第三十八条	実験設備等	無	—	—
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	無	—	—
第四十条	保安電源設備	無	—	—
第四十一条	警報装置	無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	無	—	—
第四十三条 ～第五十二条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第五十三条～第五十九条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第六十条 ～第七十条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無し	—	—
第七十一条	第六章 雑則	無	—	—

第三十七条（原子炉格納施設）

試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉格納施設が設けられていなければならない。

- 一 通常運転時に、その内部を負圧状態に維持し得るものであり、かつ、所定の漏えい率を超えることがないものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあつては、この限りでない。
- 二 設計基準事故時において、公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、原子炉格納施設から放出される放射性物質を低減するものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあつては、この限りでない。

1. 通常運転時に原子炉建家内を適切な負圧に維持できるよう原子炉建家排気設備及び原子炉建家換気空調設備を設けている。また、原子炉建家、原子炉建家排気設備及び原子炉建家換気空調設備は、原子炉建家の漏えい率が10%/日以下となるよう設計されている。
2. 非常用排気設備については、「JRR-3の改造（その5）」（昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請し、昭和62年4月6日付け61安（原規）第218号をもって認可）にて認可を受け、平成2年10月16日付け60安（原規）第173号をもって使用前検査に合格しているため、本申請の申請範囲外である。



## 2. 添付計算書（耐震性を除く）



## 2－1．内部溢水影響評価に係る説明書



2-1-1. 基準地震動に伴うスロッシングによる原子炉プール等の溢水量に係る説明書

## 目次

1. 概要及び評価対象とする溢水源	添 2-1-1-1
1.1 概要	添 2-1-1-1
1.2 想定する溢水源	添 2-1-1-1
1.3 評価の方針	添 2-1-1-1
2. 評価	添 2-1-1-2
2.1 スロッシングによる溢水量の計算方法	添 2-1-1-2
2.2 スロッシングによる溢水量の計算結果	添 2-1-1-5
2.2.1 原子炉プールの溢水量の評価	添 2-1-1-5
2.2.2 溢水による原子炉プールの水位低下量	添 2-1-1-6
2.2.3 カナルの溢水量の評価	添 2-1-1-7
2.2.4 使用済燃料プールの溢水量の評価	添 2-1-1-7
2.2.5 溢水による使用済燃料プールの水位低下量	添 2-1-1-8
3. 参考文献	添 2-1-1-9

## 1. 概要及び評価対象とする溢水源

### 1.1 概要

基準地震動に伴うスロッシングによる原子炉プール、カナル及び使用済燃料プール（以下「原子炉プール等」という。）の溢水量を評価した。

### 1.2 想定する溢水源

想定する溢水源とそれらの配置図は以下のとおりである。

溢水源	設置場所
原子炉プール	原子炉建家1階
カナル	原子炉建家1階
使用済燃料プール	原子炉建家1階

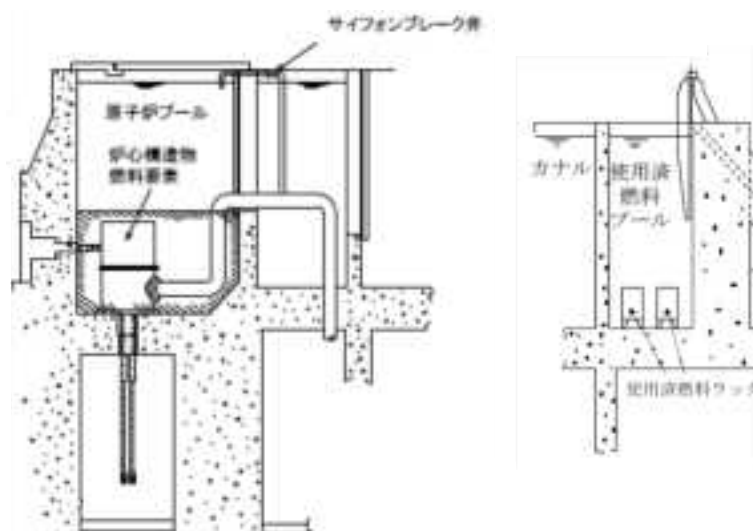


図-2-1-1.1 溢水源の配置図

### 1.3 評価の方針

評価は、以下の方針により行った。

- (1) スロッシングは、基準地震動に伴い発生するものとする。
- (2) 原子炉等プールの水面（以下「基準水位」または「W.L.」という。）は、オーバーフロー管の高さとする。

## 2. 評価

### 2.1 スロッシングによる溢水量の計算方法

ラプラス方程式を満たす速度ポテンシャル<sup>[1]</sup>を用いてスロッシングによる溢水量を評価する。

直方体容器内のスロッシングの固有周波数 $f$ 及び固有周期 $T$ は、以下の式<sup>[2]</sup>で算出する。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi}{2L_1} g \times \tanh\left(\frac{\pi H_1}{2L_1}\right)}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

固有周期 $T$ に対する地震による加速度 $\alpha$ を、評価用地震動の加速度応答スペクトルより特定し、NS方向及びEW方向それぞれスロッシングによる最大波高 $D_{\max}$ を以下の式<sup>[3]</sup>により算出する。最大波高 $D_{\max}$ がプールの縁を超える高さには、水面面積の1/2を乗じて溢水量 $V$ の評価をする。

$$D_{\max} = 0.811 \frac{L_1}{g} \alpha$$

$$V = L_1 L_2 (D_{\max} - H_2)$$

ただし、

$T$  : 固有周期 [s],

$f$  : 一次固有周波数 [Hz],

$L_1$  : 振動方向のプールの長さの1/2 [m],

$L_2$  : 振動方向に垂直のプールの長さ [m],

$g$  : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>],

$H_1$  : プール水深 [m],

$H_2$  : 基準水位からプールの縁までの高さ [m],

$D_{\max}$  : 最大波高 [m],

$\alpha$  : 地震による加速度 [m/s<sup>2</sup>]

$V$  : 溢水量 [m<sup>3</sup>]

である。図-2-1-1.2に評価の概略を、図-2-1-1.3に原子炉プール等の形状を示す。また、図-2-1-1.4に評価に用いた原子炉プール頂部の床応答スペクトルを示す。なお、評価には各基準地震動の床応答スペクトルを包絡し、周期 $T$ 方向に10%拡幅したものをを用いた。



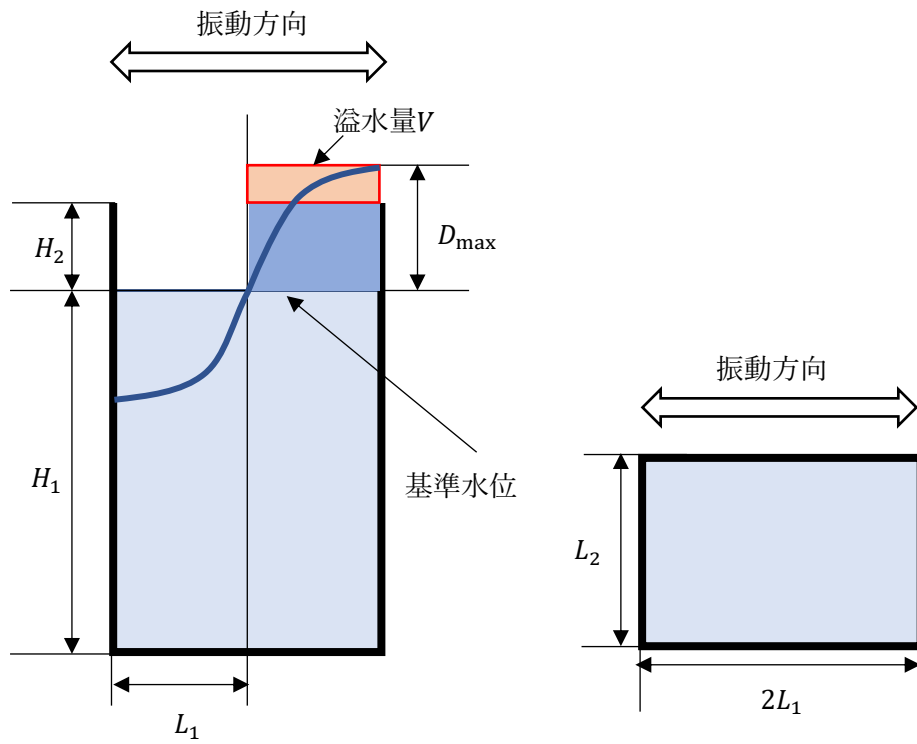


図-2-1-1.2 スロッシングによる溢水の概略

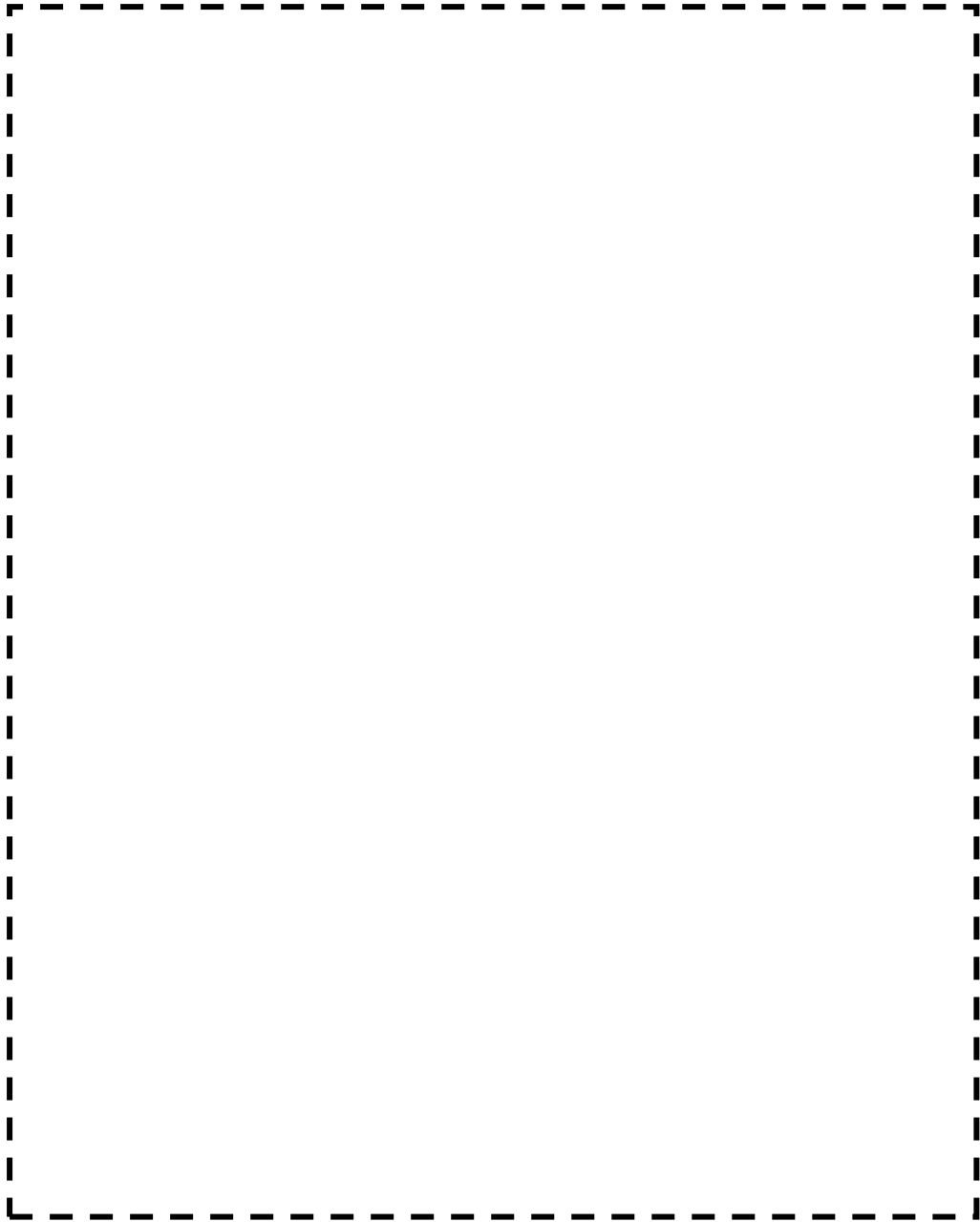


図-2-1-1.3 原子炉プール、カナル及び使用済燃料プールの構造

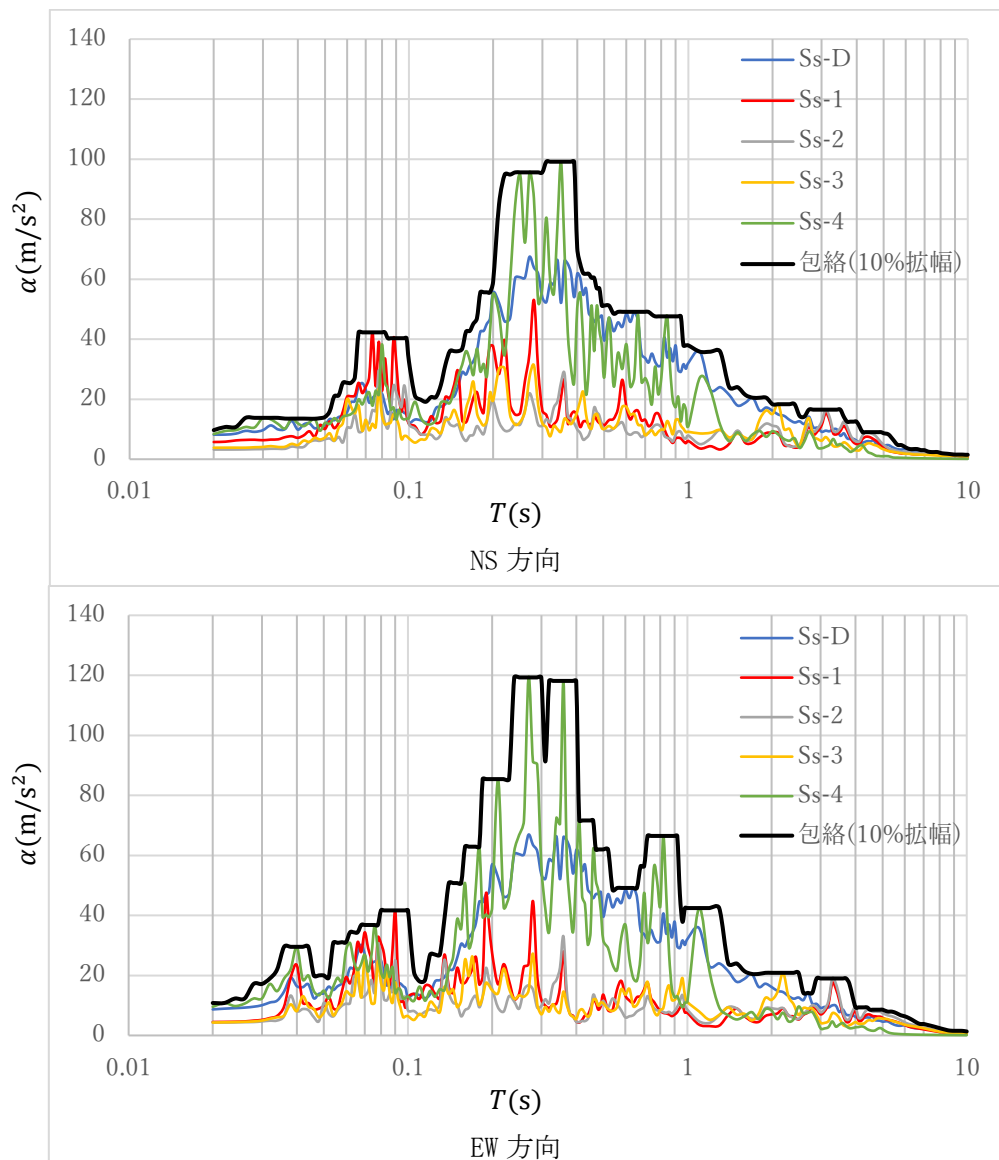


図-2-1-1.4 基準地震動の床応答スペクトル (減衰定数  $h=0.005$ )

## 2.2 スロッシングによる溢水量評価結果

### 2.2.1 原子炉プールの溢水量の評価

原子炉プールについては、図-2-1-1.5 に示すような二つの矩形(長方形  $6.25\text{m} \times 3.0\text{m}$ 、正方形  $4.5\text{m} \times 4.5\text{m}$ )に単純化し、溢水量 $V$ を求める。

原子炉プールの溢水量の計算結果を表-2-1-1.1 に示す。

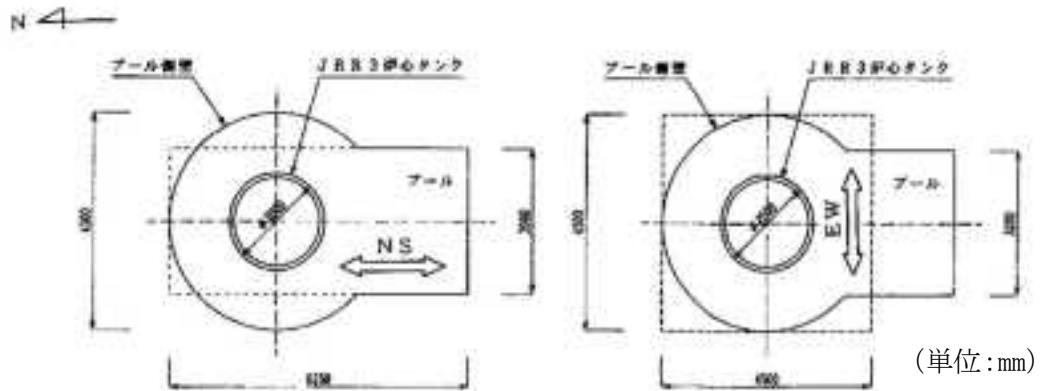


図-2-1-1.5 溢水量の算出に用いた原子炉プール形状

表-2-1-1.1 原子炉プールの溢水量

	長方形型モデル		正方形型モデル	
	NS 方向	EW 方向	NS 方向	EW 方向
振動方向のプール長 $2L_1$ [m]	6.25	3.00	4.5	4.5
振動方向に垂直のプール長 $L_2$ [m]	3.00	6.25	4.5	4.5
プール水深 $H_1$ [m]	8.06	8.06	8.06	8.06
基準水位からプール縁までの高さ $H_2$ [m]	0.44	0.44	0.44	0.44
一時固有周波数 $f$ [Hz]	0.35	0.51	0.42	0.42
固有周期 $T$ [s]	2.83	1.96	2.40	2.40
地震による加速度 $\alpha$ [m/s <sup>2</sup> ]	16.5	20.9	18.3	20.9
最大波高 $D_{\max}$ [m]	4.27	2.59	3.41	3.88
溢水量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	35.9	20.1	30.1	34.8

計算の結果、原子炉プールからの溢水量 $V$ は最大 35.9m<sup>3</sup>である。

### 2.2.2 溢水による原子炉プールの水位低下量

スロッシングによる溢水が全てプールの外へ漏えいした場合の原子炉プールの水位低下を表-2-1-1.2 に示す。

表-2-1-1.2 原子炉プールのスロッシングに伴う水位低下

溢水量 $V$ (m <sup>3</sup> )	原子炉プール面積 (m <sup>2</sup> )	低下する水位 (m)	基準水位から燃料要素上部までの高さ (m)
35.9	21.7	1.66	5.35

### 2.2.3 カナルの溢水量の評価

カナルの溢水量の計算結果を表-2-1-1.3 に示す。

表-2-1-1.3 カナルの溢水量

	カナル	
	NS 方向	EW 方向
振動方向のプール長 $2L_1$ [m]	3.30	3.00
振動方向に垂直のプール長 $L_2$ [m]	3.00	3.30
プール水深 $H_1$ [m]	6.99	6.99
基準水位からプール縁までの高さ $H_2$ [m]	0.51	0.51
一時固有周波数 $f$ [Hz]	0.49	0.51
固有周期 $T$ [s]	2.06	1.96
地震による加速度 $\alpha$ [m/s <sup>2</sup> ]	18.3	20.9
最大波高 $D_{\max}$ [m]	2.50	2.59
溢水量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	9.84	10.3

計算の結果、カナルのスロッシングによる最大波高 $D_{\max}$ は2.59mである。

### 2.2.4 使用済燃料プールの溢水量の評価

使用済燃料プールの溢水量の計算結果を表-2-1-1.4 に示す。

表-2-1-1.4 使用済燃料プールの溢水量

	使用済燃料プール	
	NS 方向	EW 方向
振動方向のプール長 $2L_1$ [m]	3.00	4.50
振動方向に垂直のプール長 $L_2$ [m]	4.50	3.00
プール水深 $H_1$ [m]	6.99	6.99
基準水位からプール縁までの高さ $H_2$ [m]	0.51	0.51
一時固有周波数 $f$ [Hz]	0.51	0.42
固有周期 $T$ [s]	1.96	2.41
地震による加速度 $\alpha$ [m/s <sup>2</sup> ]	20.5	20.9
最大波高 $D_{\max}$ [m]	2.54	3.88
溢水量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	13.7	22.7

計算の結果、使用済燃料プールからの溢水量 $V$ は最大22.7m<sup>3</sup>である。

## 2.2.5 溢水による使用済燃料プールの水位低下量

スロッシングによる溢水が全てプールの外へ漏えいした場合の使用済燃料プールの水位低下を表-2-1-1.5 に示す。

表-2-1-1.5 使用済燃料プールのスロッシングに伴う水位低下

溢水量 $V$ (m <sup>3</sup> )	使用済燃料プール面積 (m <sup>2</sup> )	低下する水位 (m)	基準水位から燃料要素上部までの高さ (m)
22.7	13.5	1.68	5.72

### 3. 参考文献

- [1] Lamb. H (今井功訳) , 流体力学 2, 1981, 東京図書
- [2] 日本機械学会, 機械工学便覧 a4 流体工学, 2006.
- [3] 耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊 2 (機器系) , 昭和 60 年 3 月, (財)原子力工学試験センター





2-1-2. 管理区域外への漏えい防止対策に係る説明書

## 目次

1. 評価対象とする溢水源及び評価の概要	添 2-1-2-1
2. 評価	添 2-1-2-2
2.1 1次冷却系配管の破損による原子炉プール水の溢水	添 2-1-2-2
2.2 原子炉プール溢流系の破損による原子炉プール水の溢水	添 2-1-2-3
2.3 使用済燃料プール水の溢水による影響	添 2-1-2-5
2.4 廃樹脂貯留タンクからのプール水の溢水	添 2-1-2-6

## 1. 評価対象とする溢水源及び評価の概要

放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの防止に関する評価を実施した。評価の対象とする溢水源は、JRR-3原子炉施設内で放射性物質を含んだ液体を内包する設備とし、それらが破損した場合に、生じた溢水が管理区域外に漏えいすることがないかを評価した。

評価は、以下の方針により行った。

- (1) 溢水は、放射性物質を含む液体を内包する機器・配管系が何らかの原因により破損し、破損個所から漏えいするものとする。
- (2) 建家1階床面よりも低く設置されている設備は、溢水が建家1階に到達しないことが明らかであるため評価対象外とする。
- (3) 破損が生じる個所は、溢水量が最も大きくなる個所1か所を想定する。
- (4) 溢水影響は、溢水量と溢水が滞留する区画の容積の比較により行う。
- (5) 溢水が滞留する区画の壁、床、堰等、建家の一部となっている構造体の破損は考慮しない。

以上の評価方針により、想定する溢水源及び破損を考慮する機器は以下の通りとなる。

建家名称	放射性物質を含む液体	破損を想定する機器	評価の内容
原子炉建家	原子炉プール水	1次冷却系	配管の破損による溢水を想定する。
		原子炉プール溢流系	配管の破損による溢水を想定する。
	使用済燃料プール水	使用済燃料プール水 浄化冷却系	配管の破損による溢水を想定する。
	1次冷却材	1次冷却系	原子炉プール水の溢水の結果に包含されるため評価不要である。
	重水	重水冷却系	系統は全て1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。
使用済燃料貯槽室	使用済燃料貯槽のプール水	オーバーフロー水受槽No. 1	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。

建家名称	放射性物質を含む液体	破損を想定する機器	評価の内容
	重水	重水保管タンク	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。
燃料管理施設	使用済燃料貯槽のプール水	オーバーフロー水受槽No. 2	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。
	原子炉プール水	軽水貯留タンクNo. 2	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。
実験利用棟	液体廃棄物	廃液貯槽	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。
	原子炉プール水、使用済燃料プール水	廃樹脂貯留設備	廃樹脂貯留タンクの破損による溢水を想定する。
使用済燃料貯蔵施設（北地区）	建家内で発生する各種排水	廃液貯槽タンク	1階床面よりも低く設置されているため評価不要である。

## 2. 評価

### 2.1 1次冷却系配管の破損による原子炉プール水の溢水

#### (1) 溢水源

原子炉プールに接続された1次冷却系が破損すると、原子炉プール水が漏れいする。ここでは、1次冷却系配管において、溢水量が最も多くなる個所として、配管の設置高さが最も低い部位である主ポンプ入口配管の破損を想定する。原子炉プール及び1次冷却系の系統図を図-2-1-2.1に示す。

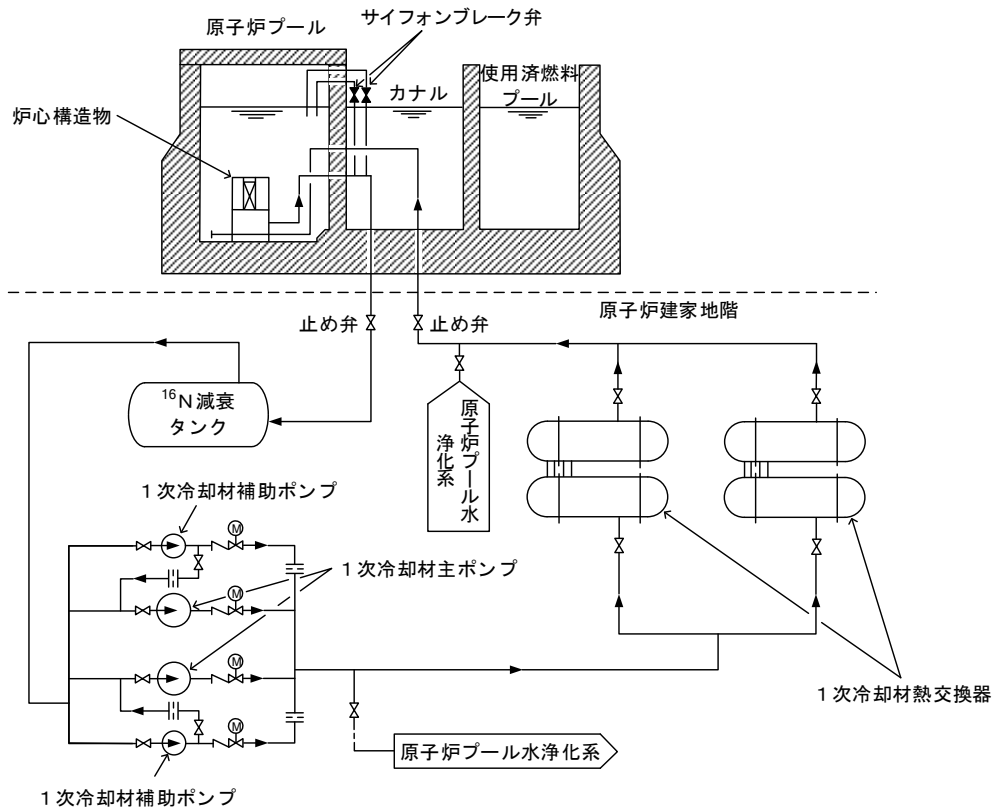


図-2-1-2.1 1次冷却系系統図

(2) 溢水量の評価

1次冷却系配管が破損した場合、原子炉プール水が漏えいし、プールの水位が低下するが、プール水位が通常水位から 4.1m 低下すると、サイフォンブレイク弁により漏えいが停止する。この時のプール水の溢水量は表-2-1-2.1 の通りである。

表-2-1-2.1 1次冷却系配管の破損による原子炉プール水の溢水量

原子炉プール面積 (m <sup>2</sup> )	低下する水位 (m)	溢水量 (m <sup>3</sup> )
21.7	4.1	89.0

(3) 評価結果

1次冷却系配管は、全て原子炉建家地階に設置されているため、破損により生じる溢水は全て原子炉建家地階に滞留し、その溢水量は 89.0m<sup>3</sup> である。これに対し、原子炉建家地階の容積は 3000m<sup>3</sup> 以上あり、原子炉建家地階は他の区域に通じる出入口等を有していないため、想定される溢水が原子炉建家外に漏えいすることはない。

2.2 原子炉プール溢流系の破損による原子炉プール水の溢水

(1) 溢水源

原子炉プールに接続された原子炉プール溢流系が破損すると、原子炉プール水が漏えいす

る。ここでは、原子炉プール溢流系において、溢水量が最も多くなる個所として、溢流タンクの破損を想定する。原子炉プール溢流系の概要図を図-2-1-2.2 に示す。

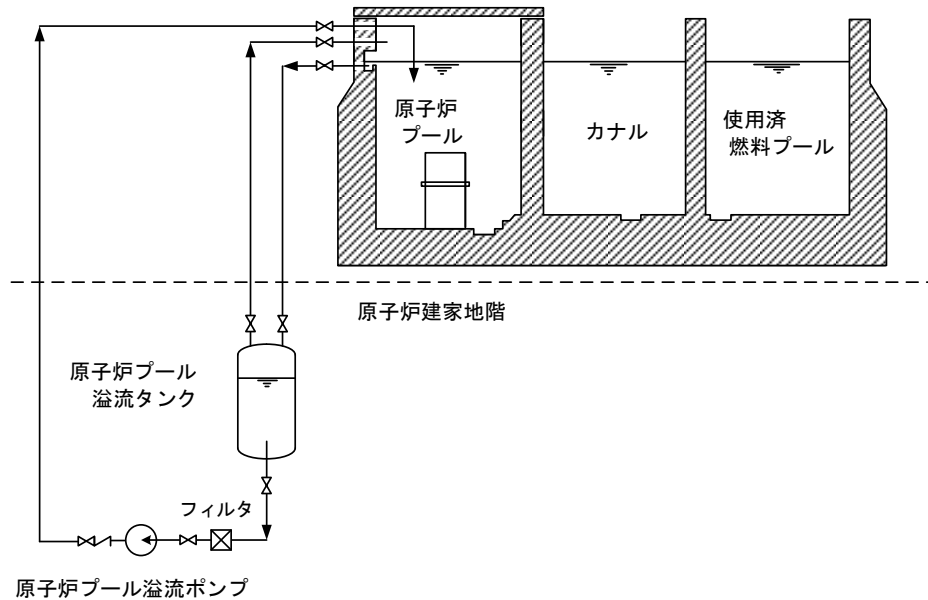


図-2-1-2.2 原子炉プール溢流系系統図

## (2) 溢水量の評価

溢流タンクが破損した場合、原子炉プール水が漏えいし、プールの水位が低下するが、原子炉プール溢流系の配管は、原子炉プールの水面下4mまで挿入されているため、水位が通常水位から4m低下すると、配管の端部が気中に露出しプール水の漏えいが停止する。また、溢流タンクが破損するため、漏えいするプール水に加え、溢流タンク内（容量3.3m<sup>3</sup>）の水も全て漏えいするものとする。

この時の溢水量は表-2-1-2.2の通りである。

表-2-1-2.2 原子炉プール溢流タンクの破損による溢水量

	プール面積 (m <sup>2</sup> )	低下する水位 (m)	溢水量 (m <sup>3</sup> )
原子炉プール	21.7	4.0	86.8
原子炉プール 溢流タンク	—	—	3.3

## (3) 評価結果

破損を想定した原子炉プール溢流タンクは原子炉建家地階に設置されているため、破損により生じる溢水は全て原子炉建家地階に滞留し、その溢水量は原子炉プール水と溢流タンク

内の水を合わせて 90.1m<sup>3</sup>である。これに対し、原子炉建家地階の容積は 3000m<sup>3</sup> 以上あり、原子炉建家地階は他の区域に通じる出入口等を有していないため、想定される溢水が原子炉建家外に漏えいすることはない。

## 2.3 使用済燃料プール水の溢水による影響

### (1) 溢水源

カナル及び使用済燃料プールは、使用済燃料プール水浄化冷却系の配管に接続されているため、使用済燃料プール水浄化冷却系が破損すると、使用済燃料プール水が漏えいする。ここでは、最も溢水量が多くなる個所として、浄化ポンプ入口配管の破損による漏えいを想定し、カナル及び使用済燃料プールの水が漏えいする場合について評価する。使用済燃料プール水浄化冷却系の系統図を図-2-1-2.3に示す。

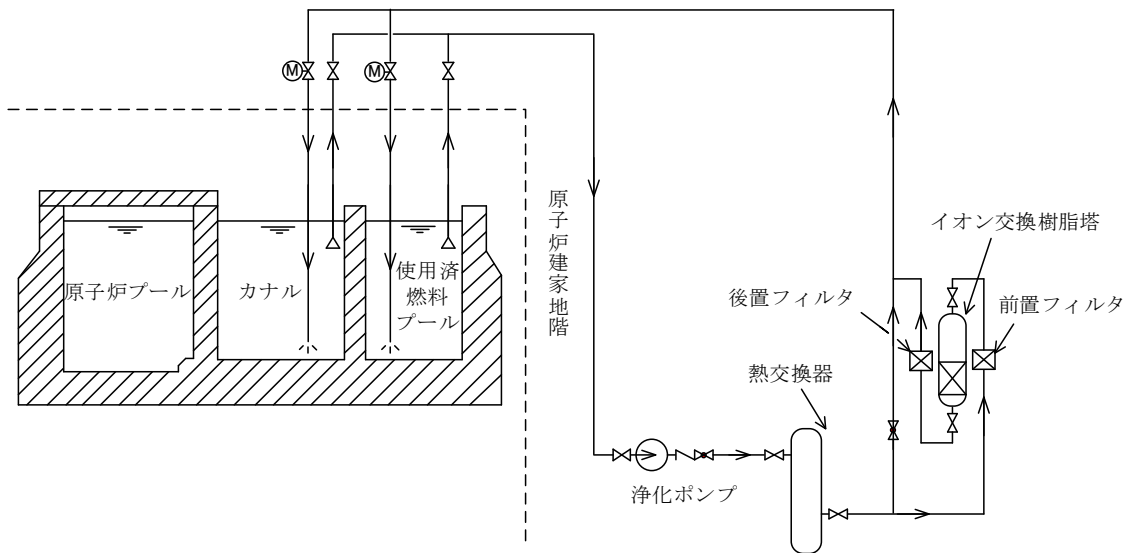


図-2-1-2.3 使用済燃料プール水浄化冷却系系統図

### (2) 溢水量の評価

使用済燃料プール水浄化冷却系の配管は、水面下約3.5mまで挿入されているため、漏えいによりカナル又は使用済燃料プールの水位が配管下端まで低下すると、配管の端部が気中に露出しプール水の漏えいが停止する。この時の溢水量は表-2-1-2.3の通りとなる。

表-2-1-2.3 使用済燃料プール水浄化冷却系配管の破損による溢水量

	プール面積 (m <sup>2</sup> )	低下する水位 (m)	溢水量 (m <sup>3</sup> )
カナル	9.9	3.5	34.7
使用済燃料プール	13.5	3.5	47.3

### (3) 評価結果

使用済燃料プール浄化冷却系の浄化ポンプは、原子炉建家地階に設置されているため、生じた溢水は全て原子炉建家地階に滞留し、その溢水量はカナル及び使用済燃料プールからの漏えい量を合わせて 82.0m<sup>3</sup> である。この結果は、「2.2 原子炉プール溢流系の破損による原子炉プール水の溢水」の評価結果に包含される。

## 2.4 廃樹脂貯留タンクからのプール水の溢水

### (1) 溢水源

廃樹脂貯留設備は原子炉プール水等の精製に使用した廃樹脂を貯留する設備であり、イオン交換樹脂とともにプール水も内包している。ここでは、廃樹脂貯留タンク1基の破損によって発生する溢水を想定する。廃樹脂貯留設備の室内配置図を図-2-1-2.4に示す。

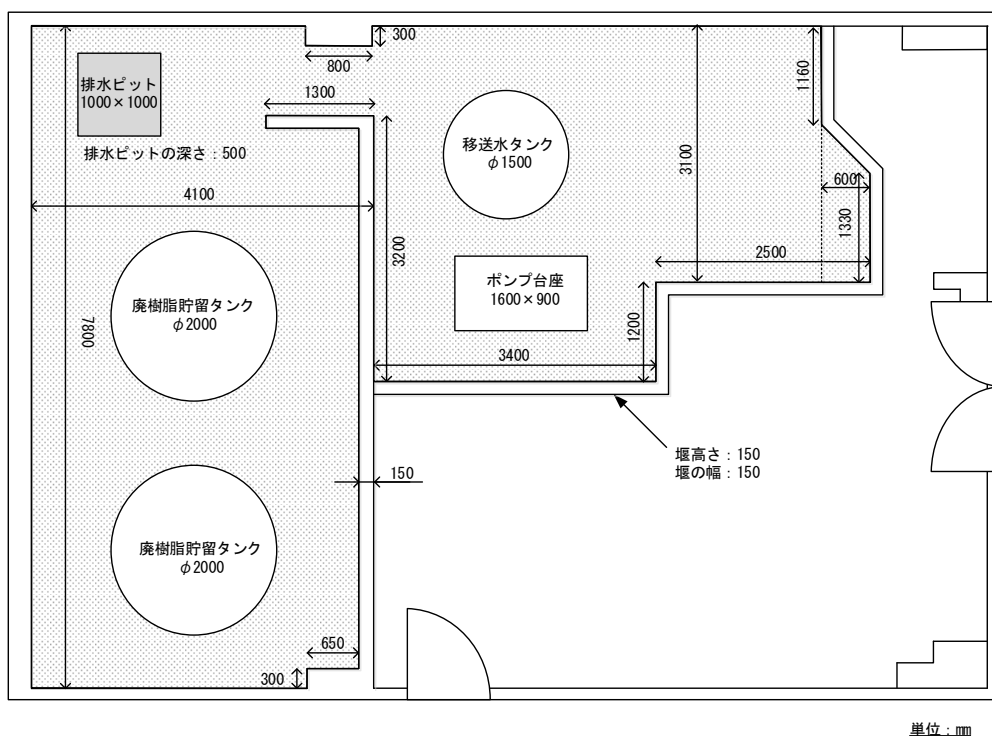


図-2-1-2.4 廃樹脂貯留設備の室内配置図

### (2) 溢水量の評価

廃樹脂貯留タンクが満水状態であるとし、その容量 (6m<sup>3</sup>) 全量を溢水量とする。

### (3) 評価結果

廃樹脂貯留設備の設置場所には、漏えいに備えて堰が設けられている。堰の高さは150mm、堰の内側の容積は6.8m<sup>3</sup>である。これは、想定される溢水量6m<sup>3</sup>よりも大きいため、漏えいした水が堰を超えて管理区域外に漏えいすることは無い。



2-2. 1次冷却材補助ポンプ潤滑油漏洩火災に対する崩  
壊熱除去運転継続に係る説明書

## 目次

1. 概要	添 2-2-1
2. 評価	添 2-2-2
2.1 評価手法	添 2-2-2
2.2 潤滑油漏洩量	添 2-2-3
2.3 燃焼面積	添 2-2-3
2.4 発熱速度 ( $HRR$ )	添 2-2-3
2.5 ターゲット位置における輻射熱流束	添 2-2-3
2.6 燃焼期間	添 2-2-4
2.7 表面温度上昇値	添 2-2-4
2.8 まとめ	添 2-2-5
3. 結論	添 2-2-5
4. 参考文献	添 2-2-6

## 1. 概要

JRR-3 原子炉施設（以下「JRR-3」という。）では、原子炉運転中に火災報知機により火災を検知した場合、運転員は直ちに発報場所の確認を行い、火災であることを確認した場合は、原子炉を手動により緊急停止させることとしている。このとき、燃料の健全性維持のため、原子炉停止後 30 秒間は崩壊熱除去設備により炉心を冷却する必要がある。JRR-3 では崩壊熱除去設備として、1 次冷却材主ポンプ（以下「主ポンプ」という。）No. 1、No. 2 及び 1 次冷却材補助ポンプ（以下「補助ポンプ」という。）No. 1、No. 2 の合計 4 基のポンプが設置されており、これらにより原子炉停止後の崩壊熱除去を行う。

本説明書では、原子炉運転中に一方の補助ポンプから潤滑油漏洩による火災が発生し、かつ何らかの原因で主ポンプ 2 基が運転停止し、原子炉が緊急停止した場合を想定する。当該条件下において、一方の補助ポンプで発生した火災による他方の補助ポンプへの影響を評価し、離隔距離の妥当性及びそのような状況でも崩壊熱除去運転を継続できることを示す。

本説明書においては、火災発生時に発生源である補助ポンプ 1 基と、主ポンプ 2 基の機能喪失を仮定するが、当該事象の選定理由は以下のとおりである。

図-2-2.1 に示すように、主ポンプ及び補助ポンプはそれぞれ分離独立し設置しており、4 基あるポンプのうちいずれかが焼損した場合は即座に「1 次冷却材主ポンプ停止」または「1 次冷却材補助ポンプ停止」により原子炉は自動停止する。原子炉の自動停止後は 4 基あるポンプのうちいずれか 1 基が 30 秒間運転継続できていれば十分に炉心の崩壊熱は除去される。ポンプ 1 基の機能喪失により原子炉が自動停止した場合でも、残りの 3 基は独立し設置しているため運転が継続されるが、安全側の評価を行うため 2 基が近接し設置されている補助ポンプのうち 1 基を発火源とし、冷却能力の高い主ポンプ 2 基の機能喪失を仮定している。

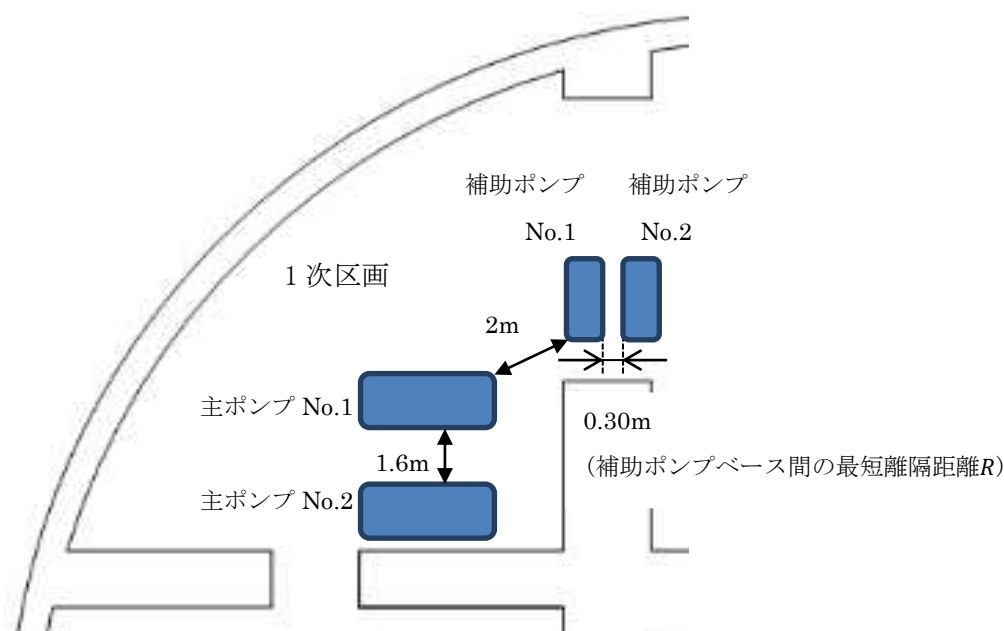


図-2-2.1 1 次冷却材ポンプの配置図

## 2. 評価

### 2.1 評価手法

原子炉運転中に一方の補助ポンプから潤滑油漏洩による火災が発生した場合を想定し、火災による他方の補助ポンプへの影響を「原子力規制委員会 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（平成 25 年 10 月）」<sup>[1]</sup>（以下「ガイド」という。）を参考に、FDT<sup>s</sup>（Fire Dynamics Tools）<sup>[2]</sup>のモデルを用いて評価する。

ここでポンプが正常に作動していることの評価方法として、周囲温度 40℃以下のポンプ連続運転中における軸受許容温度上昇値 $\Delta t_{max} \leq 45^\circ\text{C}$ 及び軸受許容最高温度 $t_{max} \leq 80^\circ\text{C}$ という 2 つの基準<sup>[3]</sup>がある。なお、原子炉運転中の軸受温度は約 50℃である。図-2-2.2 に示すように軸受はベアリングケース内に存在するため、火災によるベアリングケースの表面温度上昇値 $\Delta T [^\circ\text{C}]$ が、通常運転中の軸受温度 50℃と比較し、十分小さいことを示せば、当該事象が発生した場合でも他方の補助ポンプは正常に作動していると評価できる。

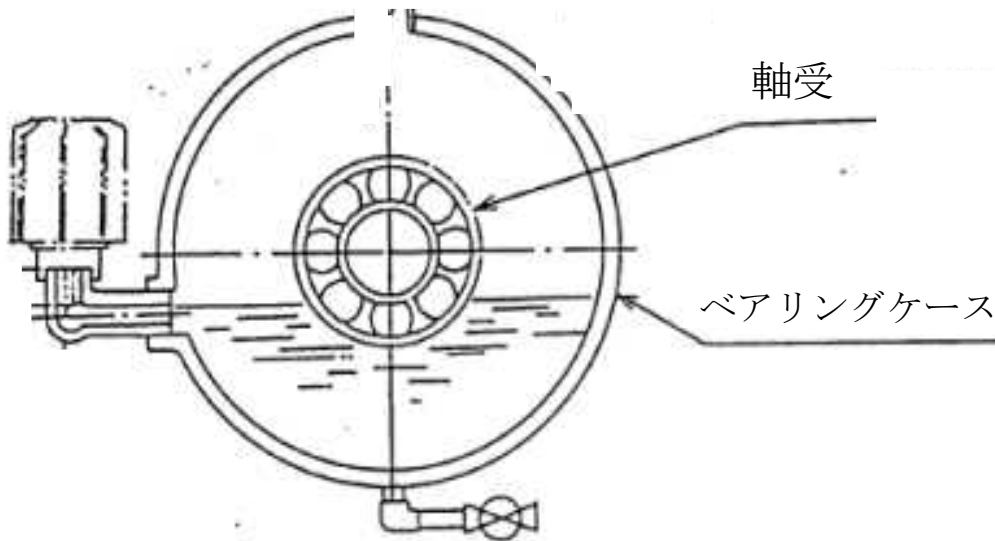


図-2-2.2 補助ポンプの軸受とベアリングケー

## 2.2 潤滑油漏洩量

補助ポンプは潤滑油としてタービン油を約 1.3L 内包している。ガイドでは潤滑油漏洩量を内包油量の 10% と仮定しているため、ガイドを参考に潤滑油漏洩量を保守的に 0.15L とする。

## 2.3 燃焼面積

漏洩した潤滑油は補助ポンプ機器ベースにある堰に流入するため、堰の面積である  $0.0725\text{m}^2$  ( $0.25\text{m} \times 0.29\text{m}$ ) が燃焼面積に該当する。

## 2.4 発熱速度 (以下、 $HRR$ : Heat Release Rate という。)

潤滑油漏洩量 0.15L に対する  $HRR$  [kW] を、ガイドを参考に FDT<sup>s</sup> の評価式より算出する。

$$HRR = \dot{m}'' \Delta H_{c,eff} \times (1 - e^{-k\beta D}) \cdot A_{dike}$$

ここで、

$\dot{m}''$	: 燃焼速度 0.039 [kg/m <sup>2</sup> ・s]
$\Delta H_{c,eff}$	: 燃焼熱 46,000 [kJ/kg]
$k\beta$	: 経験的乗数 0.7 [m <sup>-1</sup> ]
$D$	: プール火災の直径 [m]
$A_{dike}$	: 燃焼面積 0.0725 [m <sup>2</sup> ]

である。燃焼速度  $\dot{m}''$ 、燃焼熱  $\Delta H_{c,eff}$ 、経験的乗数  $k\beta$  はガイドの表 B.4 の潤滑油のデータを引用した。

また  $D$  に関して、

$$A_{dike} = \pi D^2 / 4$$

より、

$$D = \sqrt{4A_{dike} / \pi}$$

であるから、 $D=0.304\text{m}$  となる。

以上より、 $HRR=24.92\text{kW}$  を得る。

## 2.5 ターゲット位置における輻射熱流束

FDT<sup>s</sup> の評価式よりターゲット位置における輻射熱流束  $\dot{q}''$  [kW/m<sup>2</sup>] を算出する。

$$\dot{q}'' = HRR \cdot \chi_r / 4\pi R^2$$

ここで、

$\chi_r$	: 放射率 0.30 (FDT <sup>s</sup> の考え方に基づく。)
$R$	: プール火災の中心からターゲットまでの距離 [m]

である。

また  $R$  に関して、

$$R = L + D/2$$

であるが、 $R$  を図 2-2.1 で示した補助ポンプ No. 1 及び No. 2 ベース間の最短離隔距離である 0.30m にするために、 $L=0.148\text{m}$  とした。

以上より、 $\dot{q}''=6.61\text{kW/m}^2$  を得る。

## 2.6 燃焼期間

ガイドを参考に、FDT<sup>s</sup>の評価式より燃焼期間 $t_b$  [s]を算出する。

$$t_b = 4V/\pi D^2 v$$

ここで、

$$\begin{aligned} V & : \text{潤滑油の体積 } 1.5 \times 10^{-4} \text{ [m}^3\text{]} \\ v & : \text{燃焼速度 [m/s]} \end{aligned}$$

である。

また $v$ に関して、

$$v = \dot{m}''/\rho$$

ここで、

$$\rho : \text{潤滑油の密度 } 760 \text{ [kg/m}^3\text{]} \text{ (ガイドの表 B.4 より引用した。)}$$

より、 $v = 5.13 \times 10^{-5}$  m/s である。

以上より、 $t_b = 40.32$  s を得る。

## 2.7 表面温度上昇値

FDT<sup>s</sup>の評価式より得られた輻射熱流束 $\dot{q}''$  [kW/m<sup>2</sup>]及び燃焼期間 $t_b$  [s]を用いて、離隔距離 0.30m に位置する他方の補助ポンプのベアリングケース表面温度上昇値 $\Delta T$  [°C]を算出する。ここで、ベアリングケースの材質はFC20 (ねずみ鉄) である。

$\Delta T$ は1次元非定常熱伝導方程式の一般解の式<sup>[4]</sup>で与えられる。

$$\Delta T = \frac{2\dot{q}''\sqrt{a \cdot t_b}}{\lambda} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4a \cdot t_b}\right) - \frac{x}{2\sqrt{a \cdot t_b}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot t_b}}\right) \right]$$

ここで、

$$\begin{aligned} a & : \text{FC20 (ねずみ鉄) の熱拡散率 [m}^2\text{/s]} \\ \lambda & : \text{FC20 (ねずみ鉄) の熱伝導率 } 40 \text{ [W/m} \cdot \text{K]} \text{ [5]} \\ x & : \text{表面からの深さ } 0 \text{ [m]} \\ \operatorname{erfc}(x) & : \text{相補誤差関数} \end{aligned}$$

である。相補誤差関数 $\operatorname{erfc}(x)$ は誤差関数 $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-u^2} du$ を用いて、

$$\begin{aligned} \operatorname{erfc}(x) & = 1 - \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-u^2} du \\ \operatorname{erfc}(0) & = 1 \end{aligned}$$

で定義される。

また $a$ に関して、

$$a = \frac{\lambda}{\rho \times C_p}$$

ここで、

$$\rho : \text{FC20 (ねずみ鉄) の密度 } 7106 \text{ [kg/m}^3\text{]} \text{ [6]}$$

$C_p$  : FC20 (ねずみ鉄) の比熱 0.45 [kJ/kg・K]<sup>[5]</sup>  
 であるから、 $a=1.25 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$  となる。  
 以上より、 $\Delta T=4.2^\circ\text{C}$  を得る。

## 2.8 まとめ

2.2～2.7 までの結果をまとめたものを表-2-2.1 に示す。

表-2-2.1 評価のまとめ

潤滑油漏洩量	離隔距離	離隔位置における 輻射熱流束	燃焼期間	ベアリングケース 表面温度上昇値
0.15 L	0.30 m	6.61 kW/m <sup>2</sup>	40.32 s	4.2 °C

## 3. 結論

2. 評価の結果より、一方の補助ポンプからの潤滑油漏洩火災が起きた場合、他方の補助ポンプのベアリングケース表面温度上昇値 $\Delta T$ は4.2°C程度と通常運転中の軸受温度50°Cより十分小さいことから、他方の補助ポンプの運転継続に影響を与えず離隔距離は十分である。よって、当該事象が発生した場合でも崩壊熱除去を継続することができる。

#### 4. 参考文献

- [1] 「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」原子力規制委員会，平成 25 年 10 月
- [2] “Fire Dynamics Tools (FDT<sup>®</sup>), Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U. S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program (NUREG-1805), “December 2004
- [3] 「JIS B 8301 : 2018」日本産業規格，2018 年
- [4] 「伝熱工学資料 改訂第 5 版」日本機械学会，平成 21 年 5 月 20 日
- [5] 「金型鋳造した鋳鉄の熱的性質及び耐摩耗性」日本鋳造工学会，1993 年 3 月 15 日
- [6] 「鋳鉄の密度と音速に及ぼす空げきの影響」日本鋳造工学会，1986 年 2 月 25 日



## 2－3. 外部事象影響評価に係る説明書



2－3－1. 原子炉建家、使用済燃料貯槽室、燃料管理施設、使用済燃料貯蔵施設、実験利用棟、排気筒、原子炉制御棟の構造（外部事象影響（外部火災））に関する説明書

## 目次

1. 概要	添 2-3-1-1
2. 結果	添 2-3-1-2
3. 全ての火災種別において評価に用いた条件	添 2-3-1-6
4. 森林火災影響評価	添 2-3-1-7
4.1 評価方針	添 2-3-1-7
4.2 評価方法	添 2-3-1-7
4.3 判断基準	添 2-3-1-7
4.4 評価条件	添 2-3-1-7
4.5 森林火災による熱影響評価に用いるパラメータの計算	添 2-3-1-23
4.5.1 地表火の火線強度	添 2-3-1-23
4.5.2 樹冠火の計算	添 2-3-1-27
4.5.1 地表火と樹冠火の計算による評価結果	添 2-3-1-28
4.6 森林火災による熱影響評価	添 2-3-1-29
4.7 評価結果	添 2-3-1-31
5. 近隣の産業施設等の火災・爆発影響評価	添 2-3-1-32
5.1 評価方針	添 2-3-1-32
5.2 評価方法	添 2-3-1-32
5.3 判断基準	添 2-3-1-32
5.4 評価条件	添 2-3-1-32
5.5 火災影響評価	添 2-3-1-32
5.5.1 原科研内における火災影響評価	添 2-3-1-32
5.5.2 原科研内における火災影響評価	添 2-3-1-35
5.6 爆発影響評価	添 2-3-1-36
5.6.1 原科研敷地内におけるガス爆発影響評価	添 2-3-1-36
5.6.2 原科研敷地外におけるガス爆発影響評価	添 2-3-1-38
6. 航空機の落下による火災の影響評価	添 2-3-1-40
6.1 評価方針	添 2-3-1-40
6.2 評価方法	添 2-3-1-40
6.3 判断基準	添 2-3-1-40
6.4 評価条件	添 2-3-1-40
6.5 航空機の落下地点と施設との離隔距離の評価	添 2-3-1-41
6.5.1 航空機落下確率評価	添 2-3-1-41
6.5.2 離隔距離の算出	添 2-3-1-48
6.6 評価計算	添 2-3-1-49
6.7 評価結果	添 2-3-1-50
7. 重畳事象を想定した火災影響評価	添 2-3-1-52
7.1 評価方針	添 2-3-1-52
7.2 評価方法	添 2-3-1-52
7.3 判断基準	添 2-3-1-52
7.4 評価条件	添 2-3-1-52
7.5 重畳事象による火災影響評価結果	添 2-3-1-53
参考文献	添 2-3-1-54

## 1. 概要

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(原子力規制委員会, 平成 25 年 6 月 19 日)」<sup>[1]</sup> (以下「評価ガイド」という。)に基づき、森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発、航空機の落下により発生する火災及び重畳事象を想定した火災による影響について表-2-3-1.1 に示すとおり評価を実施した。

評価対象には、安全施設を内包する建家として原子炉建家、使用済燃料貯槽室、燃料管理施設、原子炉制御棟、実験利用棟、使用済燃料貯蔵施設並びに安全施設として評価対象である排気筒(以下「評価対象施設」という。)を選定した。評価対象施設のデータを表-2-3-1.3 に示す。

表-2-3-1.1 外部火災影響評価の概要

火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目
1. 森林火災	原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地* 外 10km 以内に発火点を設定した評価対象施設に迫る森林火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)<sup>[2]</sup>を基にした森林火災影響評価</li> <li>森林火災影響評価に基づく評価対象施設への影響評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱影響評価</li> </ul>
2. 近隣の産業施設等の火災・爆発	原科研敷地外 10km 以内の近隣の産業施設等の火災・爆発(原科研敷地内についても代表的な施設を対象に評価)	<ul style="list-style-type: none"> <li>近隣の産業施設等について評価対象施設との距離等を考慮した影響評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱影響評価</li> <li>爆発影響評価</li> </ul>
3. 航空機の落下による火災	評価対象施設への航空機の落下確率にして $10^{-7}$ (回/炉・年)に相当する面積への航空機の落下時の火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の落下により発生する火災による影響評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱影響評価</li> </ul>
4. 重畳事象を想定した火災	JRR-3 周辺への航空機の落下により発生する火災及びその火災に起因する森林火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>JRR-3 周辺への航空機の落下により発生する火災及びその火災に起因する森林火災による影響評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱影響評価</li> </ul>

\*敷地の範囲については図-2-3-1.1 及び図-2-3-1.2 に示す。

## 2. 結果

外部火災による影響評価の結果、いずれの火災においても表-2-3-1.2 に示すとおり評価対象施設の表面(コンクリート)温度が、許容温度(200℃)を下回り、近隣の産業施設等の爆発に関しても、原科研敷地外については評価対象施設と熱源との離隔距離が危険限界距離を上回ること、原科研敷地内については評価対象施設と熱源との離隔距離が保安距離を上回ることから、外部火災が評価対象施設の構造健全性に影響を及ぼさないことを確認した。なお、評価において、森林火災の際に屋外消火栓による消火活動を考慮せずとも、評価対象施設の構造健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

表-2-3-1.2 外部火災影響評価結果

火災種別	評価対象		判定基準	評価結果		離隔距離
1. 森林火災	原科研敷地外の森林を発火点とし、 JRR-3 原子炉施設周辺に延焼 する森林火災	ケース① 東側森林	200℃以下	実験利用棟	表面温度：94℃	45m
		ケース② 西側森林		原子炉 制御棟	表面温度：92℃	45m
	原科研敷地外の森林を発火点とし、 使用済燃料貯蔵施設周辺に延焼する 森林火災	ケース③ 東側森林		使用済燃料 貯蔵施設	表面温度：101℃	40m
		ケース④ 西側森林		表面温度：101℃	40m	
2. 近隣の産 業施設等の 火災・爆発	JRR-3 原子炉 施設	原科研敷地内	中央変電所 重油タンク	200℃以下	表面温度：51℃	470m
			第2 ボイラー液化 天然ガス (LNG) タンク	離隔距離が保安距離 以上であること	保安距離：33m	60m
	JRR-3 原子炉 施設	原科研敷地外	常陸那珂火力発電所 軽油タンク	200℃以下	表面温度：51℃	2500m
			核燃料サイクル 工学研究所 重油タンク		表面温度：51℃	2100m
			東海第二発電所 重油タンク		表面温度：51℃	1000m
			日立オイルターミナル 及び日立油槽所 重油タンク		表面温度：51℃	5000m
			日立 LNG 基地 LNG 及び LPG	離隔距離が危険限界 距離以上であること	危険限界距離：373m	3400m
	使用済 燃料貯 蔵施設	原科研敷地外	常陸那珂火力発電所 軽油タンク	200℃以下	表面温度：51℃	3500m
			核燃料サイクル 工学研究所 重油タンク		表面温度：51℃	3800m
			東海第二発電所 重油タンク		表面温度：54℃	400m
			日立オイルターミナル 及び日立油槽所 重油タンク		表面温度：51℃	3900m
日立 LNG 基地 LNG 及び LPG			離隔距離が危険限界 距離以上であること	危険限界距離：373m	1800m	

火災種別	評価対象		判定基準	評価結果		離隔距離
3. 航空機の落下による火災	民間機	計器飛行方式 飛行場での離着陸時及び航空路を巡航中 想定機種：B747-400	200℃以下	原子炉建家	表面温度：58℃	379m
				使用済燃料貯槽室	表面温度：57℃	389m
				燃料管理施設	表面温度：57℃	389m
				排気筒	表面温度：57℃	388m
				実験利用棟	表面温度：58℃	372m
				原子炉制御棟	表面温度：57℃	388m
				使用済燃料貯蔵施設	表面温度：58℃	377m
		有視界飛行方式 想定機種：AS332L1	200℃以下	原子炉建家	表面温度：71℃	42m
				使用済燃料貯槽室	表面温度：64℃	51m
				燃料管理施設	表面温度：64℃	51m
				排気筒	表面温度：61℃	59m
				実験利用棟	表面温度：79℃	35m
				原子炉制御棟	表面温度：65℃	49m
				使用済燃料貯蔵施設	表面温度：73℃	39m
	自衛隊機及び米軍機	訓練空域外を飛行中 空中給油機等 想定機種：KC-767	200℃以下	原子炉建家	表面温度：55℃	360m
				使用済燃料貯槽室	表面温度：55℃	370m
				燃料管理施設	表面温度：55℃	370m
				排気筒	表面温度：55℃	378m
				実験利用棟	表面温度：55℃	352m
				原子炉制御棟	表面温度：55℃	368m
				使用済燃料貯蔵施設	表面温度：55℃	357m
基地訓練空域間を往復時 想定機種：F-15		200℃以下	原子炉建家	表面温度：82℃	45m	
			使用済燃料貯槽室	表面温度：72℃	54m	
			燃料管理施設	表面温度：72℃	55m	
			排気筒	表面温度：67℃	62m	
			実験利用棟	表面温度：94℃	38m	
			原子炉制御棟	表面温度：74℃	52m	
			使用済燃料貯蔵施設	表面温度：87℃	42m	



火災種別	評価対象	判定基準	評価結果		離隔距離
4. 重畳事象を想定した火災影響評価	JRR-3周辺への航空機の落下により発生する火災及びその火災に起因する森林火災	200℃以下	原子炉建家	表面温度：105℃	—
			使用済燃料貯槽室	表面温度：95℃	—
			燃料管理施設	表面温度：97℃	—
			排気筒	表面温度：92℃	—
			実験利用棟	表面温度：138℃	—
			原子炉制御棟	表面温度：116℃	—
			使用済燃料貯蔵施設	表面温度：136℃	—

3. 全ての火災種別において評価に用いた条件

全ての火災種別において評価に用いた条件は以下のとおりである。

なお、各火災種別固有のパラメータについては、4節以降の各項目において示す。

(1) 評価対象施設のパラメータ

評価対象施設の材質、密度、熱伝導率、比熱及び温度伝導率を表-2-3-1.3に示す。

表-2-3-1.3 評価に用いた評価対象施設の材質、密度、熱伝導率、比熱及び温度伝導率

評価対象	材質	密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	熱伝導率 $\lambda$ (W/(m·k))	比熱 Cp (kJ/kgK)	温度伝導率 a (m <sup>2</sup> /s)
原子炉建家 使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 排気筒 原子炉制御棟 実験利用棟 使用済燃料貯蔵施設	コンクリート	$2.40 \times 10^3$ <sup>[3]</sup>	1.74 <sup>[4]</sup>	0.963 <sup>[4]</sup>	$7.53 \times 10^{-7}$

(2) コンクリートの許容温度

コンクリートの高温時の圧縮強度は 200℃以降徐々に低下する<sup>[5]</sup>ため、許容温度については、強度が維持できる保守的な温度(200℃)とした。

(3) 初期温度

評価対象施設の表面(コンクリート)の初期温度については、夏季の日照中における表面温度が高々40℃程度であることを考慮して、保守的に 50℃とした。

## 4. 森林火災影響評価

### 4.1 評価方針

原科研敷地外を発火点とした J R R - 3 原子炉施設周辺及び使用済燃料貯蔵施設周辺に迫る森林火災について、その火災が各評価対象施設に影響を及ぼさないことを評価ガイドに基づき評価する。

### 4.2 評価方法

評価ガイドにおいては、森林火災の原子力発電所への影響を評価するための解析コードとして、森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)の利用を推奨しているため、J R R - 3 の各評価対象施設の森林火災の影響評価においては、FARSITEで使用している評価式及び評価ガイドに示されている評価式及び参考文献を調査し、評価する。

### 4.3 判断基準

評価した各評価対象施設の表面温度が、3. (2)に示すコンクリートの許容温度(200℃)を下回ることを確認する。

### 4.4 評価条件

- (1) 風向は平成30年11月7日付で許可を受けた原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書添付書類六に記載の原科研近隣の卓越風である北西風及び北東風を考慮し、J R R - 3 原子炉施設及び使用済燃料貯蔵施設の風上に発火点を想定する。
- (2) 風速は、過去(2006年～2016年)の水戸気象台の観測データ<sup>[6]</sup>から、最大風速17.5m/s(2014年2月及び2016年1月)を採用した。ただし地表面での風速は樹木などの障害物の影響により遅くなることを考慮し、前述の17.5m/sに0.3を乗じた風速とした<sup>[7]</sup>。
- (3) J R R - 3 原子炉施設周辺に迫る森林火災の発火点は、まず人為的行為及び卓越風向を考慮し、白方霊園に設定した(ケース①)。次に可能性は低いものの、森林の概況から別の延焼ルートの起点となりうる発火点を国道245号線沿いに設定し(ケース②)、これについても検討を行った。J R R - 3 原子炉施設周辺の森林の概況及び想定発火点を図-2-3-1.1に示す。<sup>[8][9]</sup>
- (4) 使用済燃料貯蔵施設周辺に迫る森林火災の発火点は、人為的行為及び卓越風向を考慮し、使用済燃料貯蔵施設東側にある海岸周辺に設定した(ケース③)。次に可能性は低いものの、焚火等により延焼ルートの起点となりうる国道245号線を挟んだ水田を発火点として設定した(ケース④)。使用済燃料貯蔵施設周辺の森林の概況及び想定発火点を図-2-3-1.2に示す。<sup>[8][9]</sup>

- (5) (3)で設定した発火点から発生した森林火災が敷地境界を越え、原科研敷地内へ延焼すると仮定した。JRR-3原子炉施設周辺の延焼経路を図-2-3-1.3に示す。JRR-3原子炉施設周辺への延焼の場合、火炎最接近点としては施設東側及び西側の森林が考えられる(火災到達幅及び離隔距離について、JRR-3原子炉施設周辺は図-2-3-1.5及び表-2-3-1.4に示す。)ため、各側の森林への延焼を想定した。ケース①の延焼ルートは、東側森林が想定され、ケース②の延焼ルートは、西側の延焼が想定される。ケース①②において西側、東側による火災のうち、最も保守的なものを示す。
- (6) (4)で設定した発火点から発生した森林火災が敷地境界を越え、使用済燃料貯蔵施設周辺の森林へ延焼すると仮定した。使用済燃料貯蔵施設周辺の延焼経路を図-2-3-1.4に示す。使用済燃料貯蔵施設周辺への延焼の場合、火炎最接近点としては北側の森林が考えられる(火災到達幅及び離隔距離について、使用済燃料貯蔵施設周辺は図-2-3-1.6及び表-2-3-1.4に示す。)ため、東側森林及び西側森林から北側森林への延焼を想定した。ケース③の延焼ルートは、東側森林が想定され、ケース④の延焼ルートは、西側の延焼が想定される。ケース③④における火災の評価を示す。
- (7) 原科研敷地内の植生はクロマツ植林である<sup>[10]</sup>が、クロマツに対する各種パラメータ(可燃物の表面積-体積比、可燃物の真の密度、樹冠充填密度、可燃物の発熱量等)が存在しないため、文献<sup>[10][11]</sup>からクロマツと生物分類が等しいアカマツ(マツ綱マツ目)のパラメータを用いた。
- (8) 森林火災の計算に必要なパラメータのうち、樹高、樹冠までの高さについては、原科研の森林の状況を調査した結果(樹高:10m~16m、樹冠までの高さは5m~8m)に対し、FARSITEで用いている初期値(樹高:20m、樹冠までの高さは4m)<sup>[2]</sup>が保守的な評価となるため、これを一律に適用した。
- (9) 評価に用いる材質は、表-2-3-1.3に示すとおり、コンクリートとする。



図-2-3-1.1 J R R - 3 原子炉施設周辺の森林の概況及び想定発火点

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）



図-2-3-1.2 使用済燃料貯蔵施設周辺の森林の概況及び想定発火点

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）



図-2-3-1.3 JRR-3原子炉施設周辺の想定発火点及び延焼経路

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）



図-2-3-1.4 使用済燃料貯蔵施設周辺の想定発火点及び延焼経路

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）



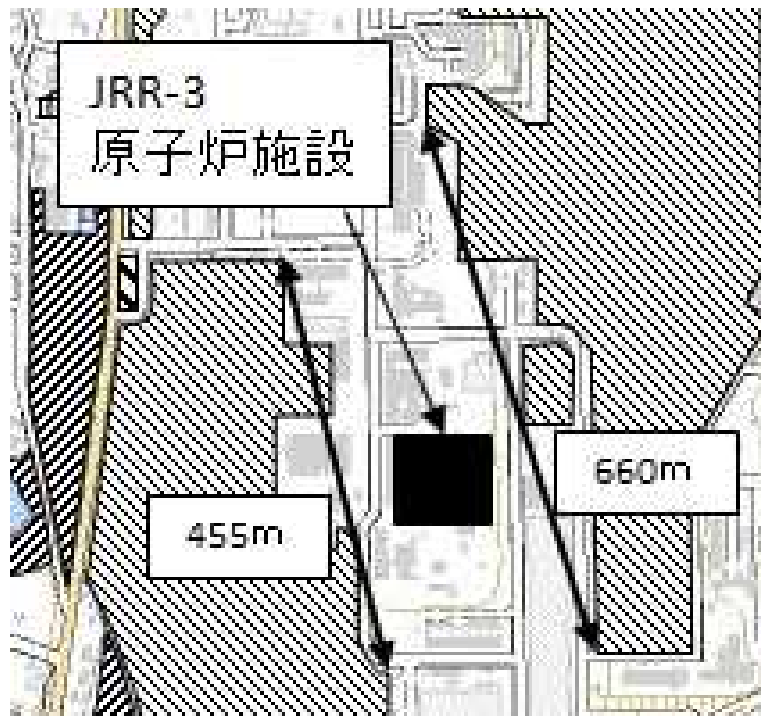
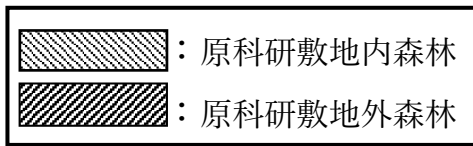


図-2-3-1.5 JRR-3原子炉施設の周辺森林における火災到達幅

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

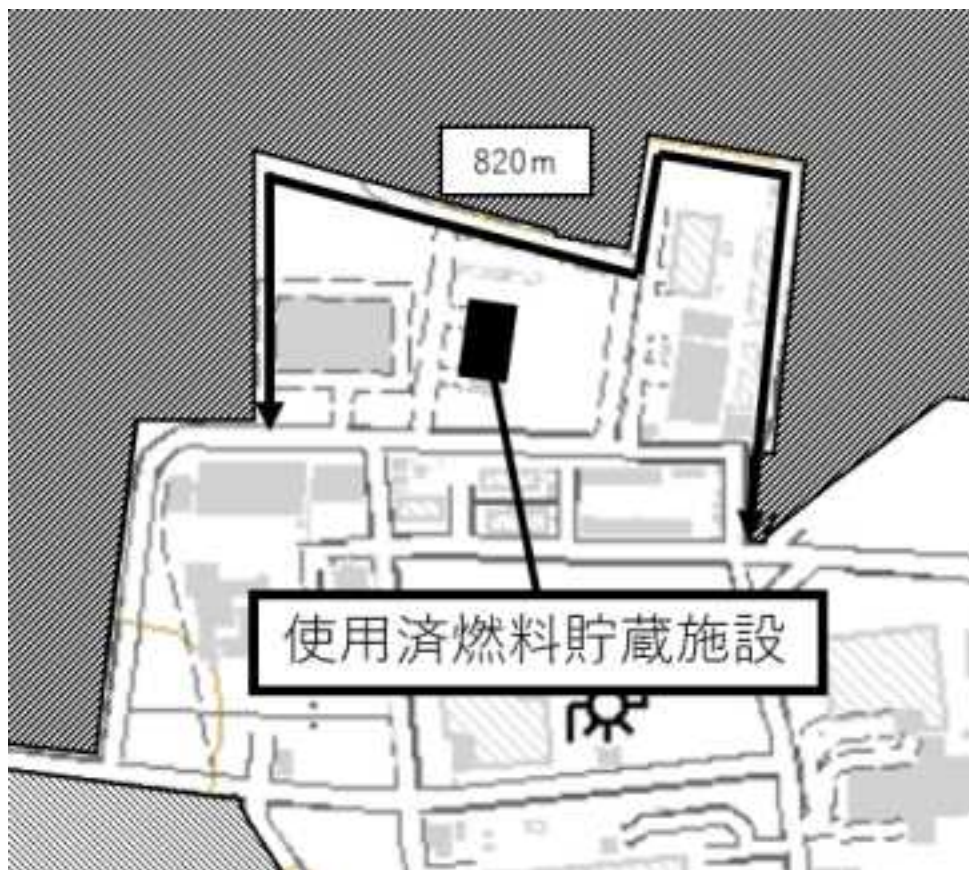
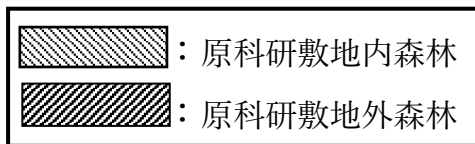


図-2-3-1.6 使用済燃料貯蔵施設の周辺森林における火災到達幅

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

表-2-3-1.4 森林と対象施設との離隔距離

対象施設	J R R - 3 原子炉施設		使用済燃料貯蔵施設
	東側森林との離隔距離(m)	西側森林との離隔距離(m)	北側森林との離隔距離(m)
原子炉建家	95	75	-
使用済燃料貯槽室	105	75	-
燃料管理施設	115	70	-
排気筒	75	125	-
実験利用棟	45	105	-
原子炉制御棟	140	45	-
使用済燃料貯蔵施設	-	-	40※

※使用済燃料貯蔵施設については、東側森林(ケース③)及び西側森林(ケース④)どちらから発火した場合でも、北側森林が最も離隔距離が短くなる。

上記の表で示している森林と対象施設との離隔距離の詳細を、原子炉建家については図-2-3-1.7、使用済燃料貯槽室については図-2-3-1.8、燃料管理施設については図-2-3-1.9、排気筒については図-2-3-1.10、実験利用棟については図-2-3-1.11、原子炉制御棟については図-2-3-1.12、使用済燃料貯蔵施設については図-2-3-1.13で示す。

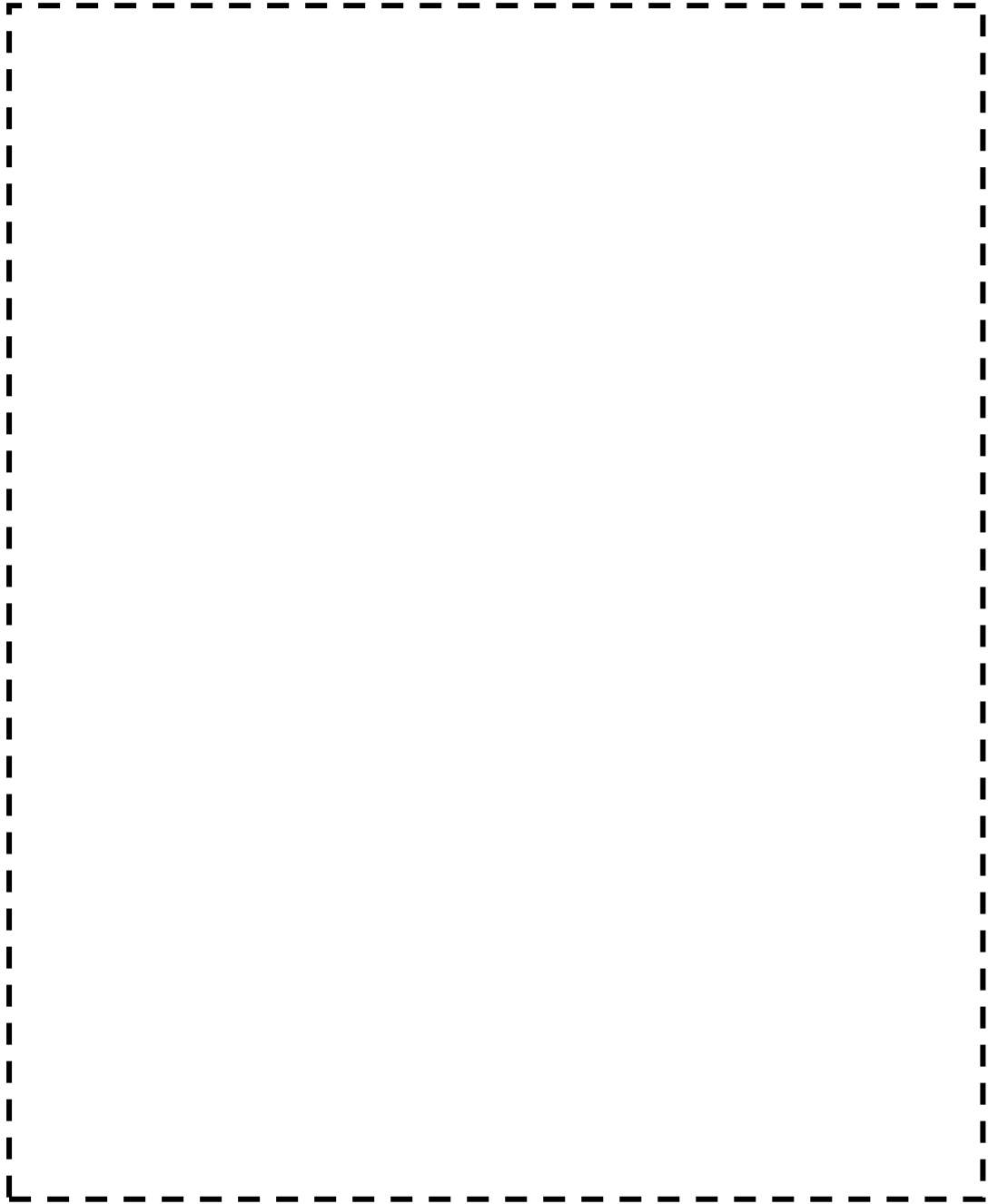


図-2-3-1.7 森林と対象施設との離隔距離（原子炉建家）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

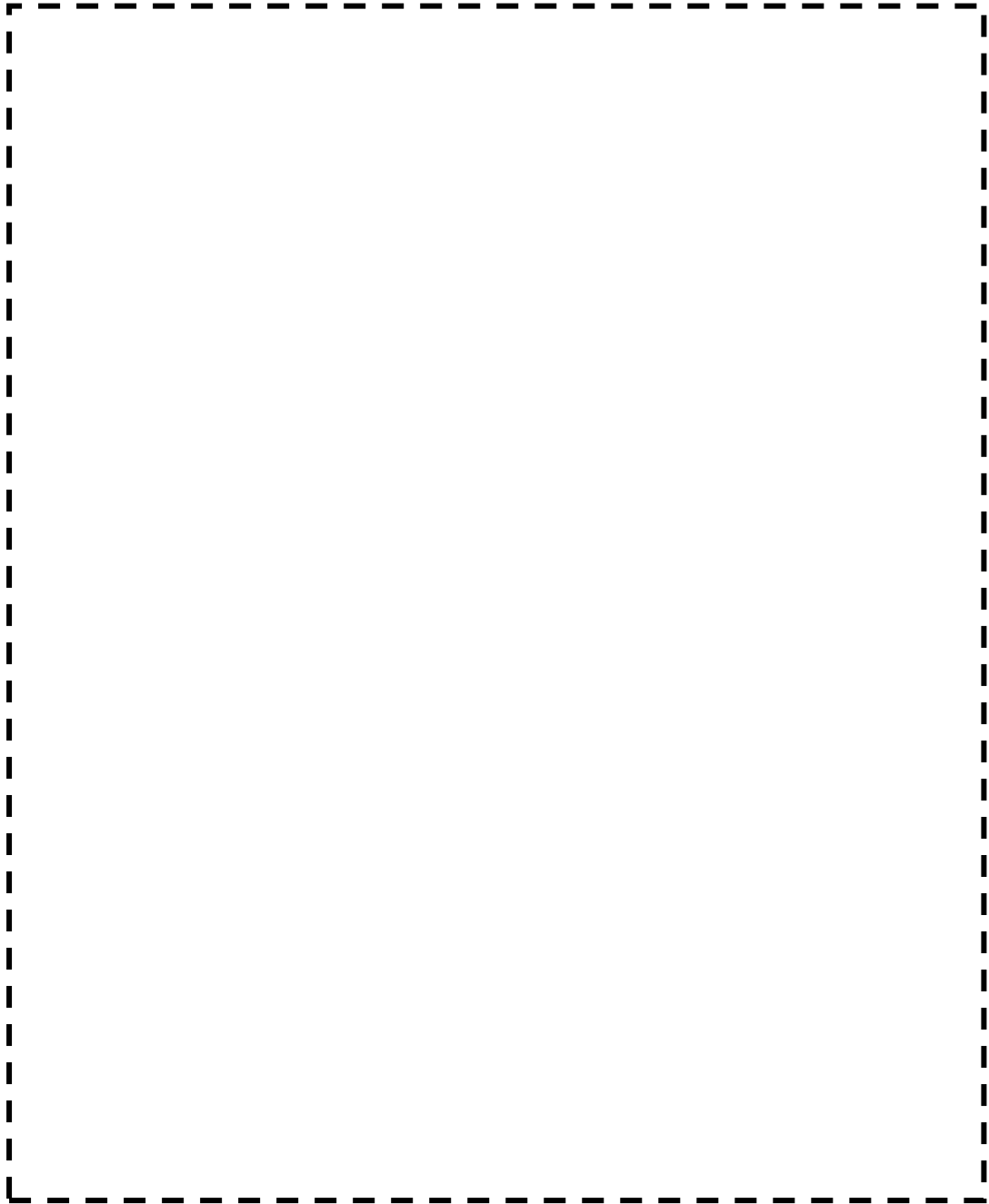


図-2-3-1.8 森林と対象施設との離隔距離（使用済燃料貯槽室）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

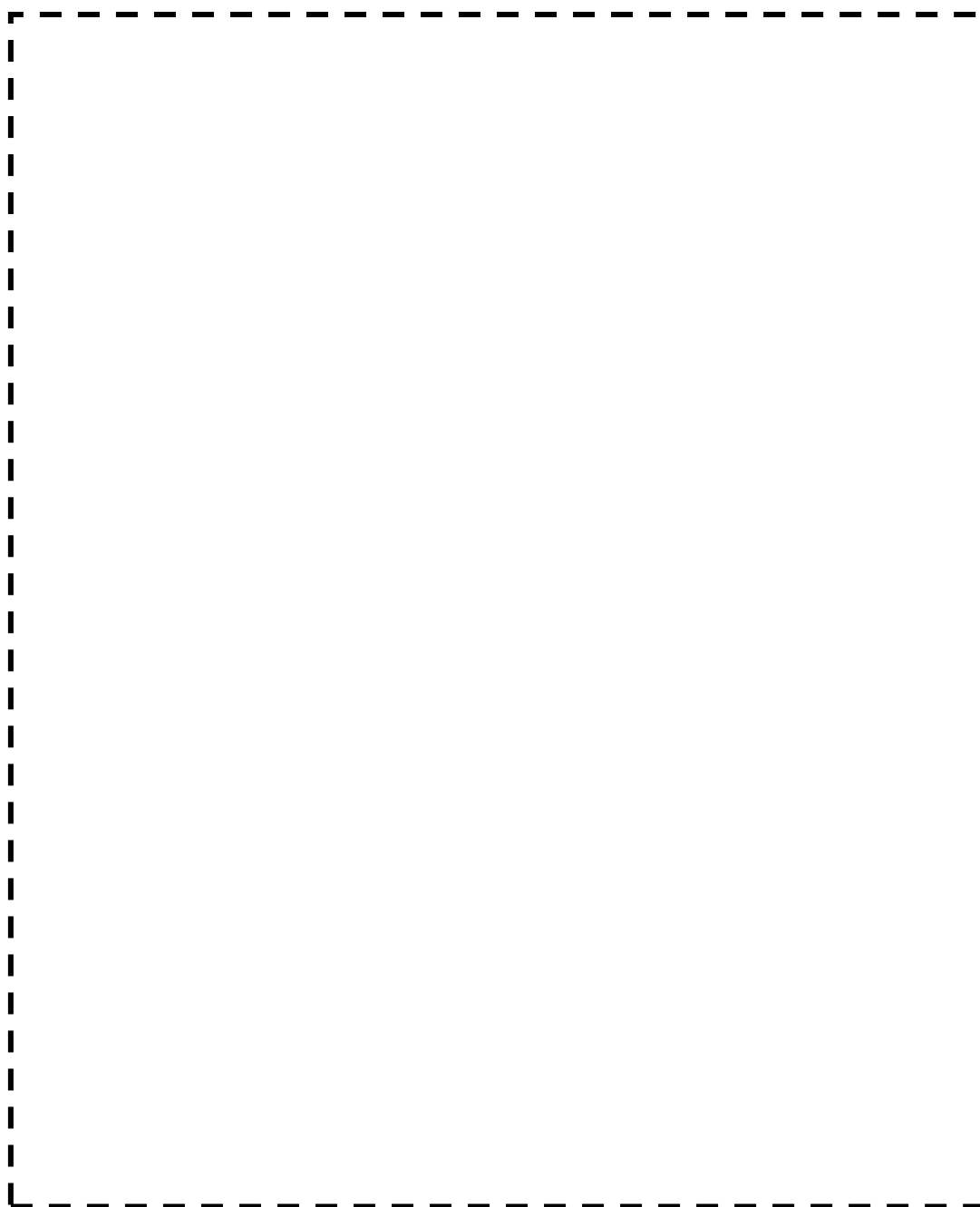


図-2-3-1.9 森林と対象施設との離隔距離（燃料管理施設）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

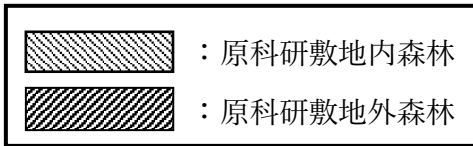


図-2-3-1.10 森林と対象施設との離隔距離（排気筒）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

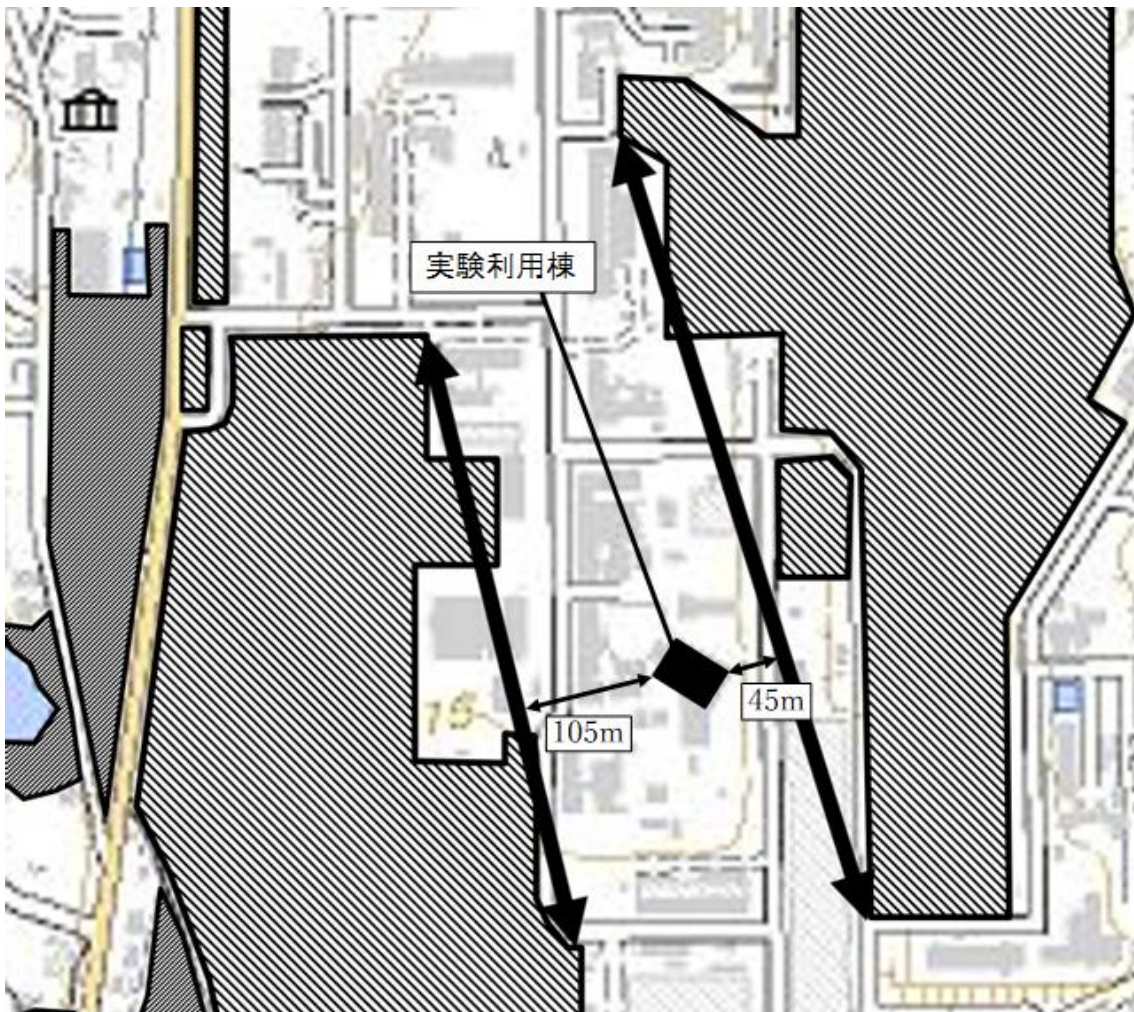


図-2-3-1.11 森林と対象施設との離隔距離（実験利用棟）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）



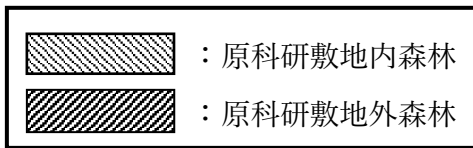


図-2-3-1.12 森林と対象施設との離隔距離（原子炉制御棟）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

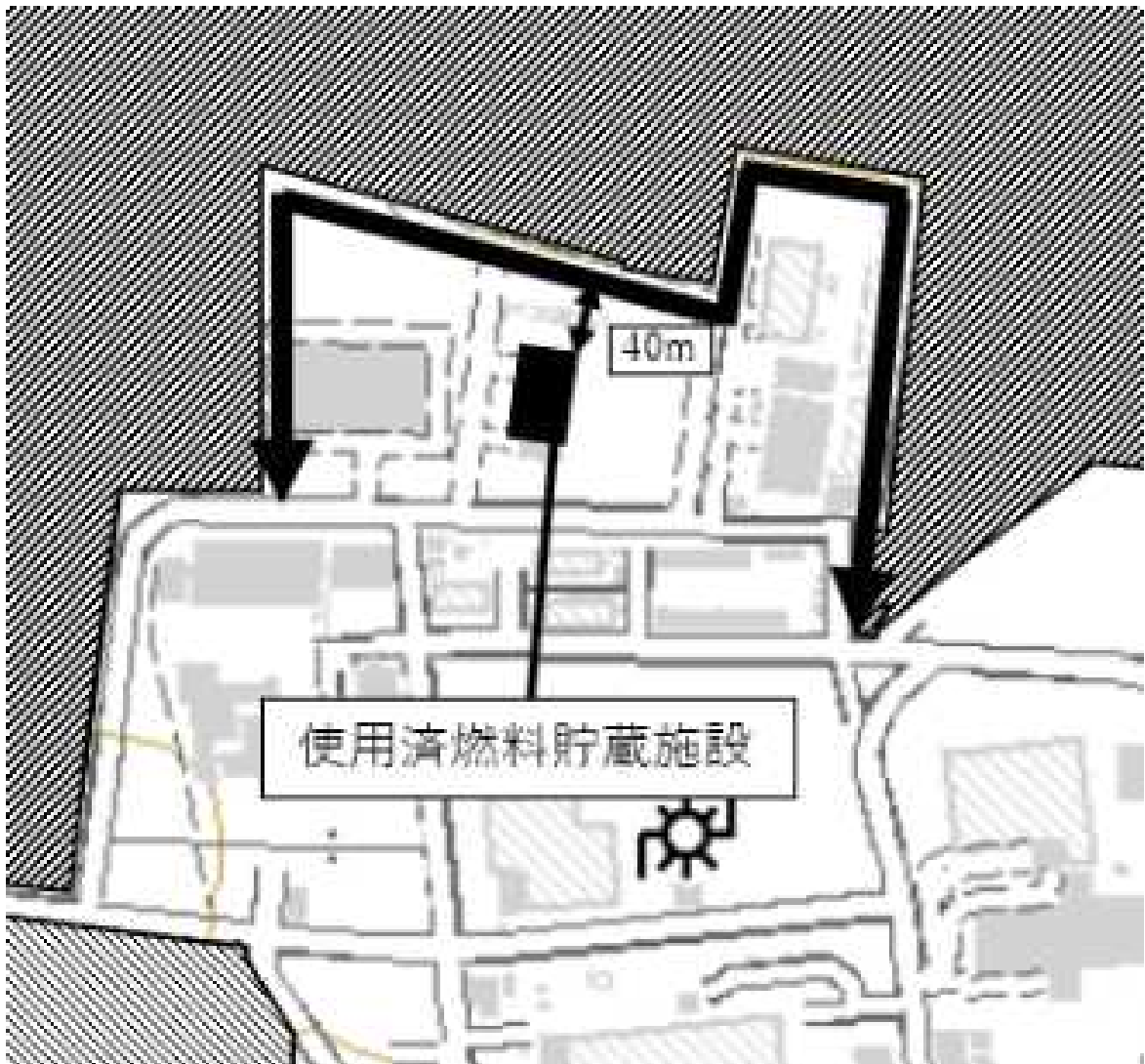
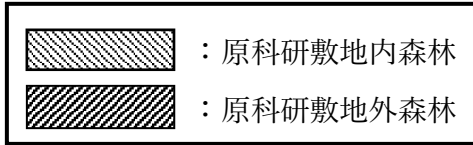


図-2-3-1.13 森林と対象施設との離隔距離（使用済燃料貯蔵施設）

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

#### 4.5 森林火災による熱影響評価に用いるパラメータの計算

##### 4.5.1 地表火の火線強度

地表火の火線強度は、FARSITE 内で使用されている評価式及び評価ガイドに記載されている評価式を用いて評価を行った。

###### (1) 評価計算

地表火の火線強度は、以下の式を用いて評価した。また、式中の記号の定義及び値を表-2-3-1.5、表-2-3-1.6 及び表-2-3-1.7 に示す。

延焼速度： $R$  [m/min]

$$R = \frac{I_r \xi (1 + \Phi_W + \Phi_S)}{\rho_b \varepsilon Q_{ig}} \quad (\text{式-2-3-1.1})$$

火線強度： $I_b$  [kW/m]

$$I_b = \frac{I_r}{60} \frac{12.6R}{\sigma} \quad (\text{式-2-3-1.2})$$

単位面積当たりの熱量： $H_A$  [kJ/m<sup>2</sup>]

$$H_A = I_b \frac{60}{R} \quad (\text{式-2-3-1.3})$$

燃焼による単位時間当たりの反応強度： $I_r$  [(kJ/min)/m<sup>2</sup>]

$$I_r = \Gamma' W_n h \eta_M \eta_S \quad (\text{式-2-3-1.4})$$

火炎長： $L_f$  [m]

$$L_f = 0.0775 I_b^{0.46} \quad (\text{式-2-3-1.5})$$

燃焼継続時間： $t$  [s]

$$t = H_A \frac{60}{I_r} \quad (\text{式-2-3-1.6})$$

表-2-3-1.5 地表火評価式中のパラメータ及び値

パラメータ		値	備考
$\sigma$	可燃物の表面積-体積比 [cm <sup>-1</sup> ]	70.44	資料[10]より引用
$\rho_p$	可燃物の真の密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	516.19	資料[10]より引用
$W_0$	単位面積当たりの可燃物量 [kg/m <sup>2</sup> ]	0.33	資料[10]より引用
$\delta$	可燃物の堆積深さ [m]	0.05	現地にて測定*
$M_f$	可燃物の含水率	0.01	資料[10]より引用
$M_x$	限界含水率	0.31	資料[10]より引用
$S_e$	可燃物中のシリカ以外の無機含有率	0.024	資料[10]より引用
$S_T$	可燃物中の無機含有率	0.031	資料[10]より引用
$h$	可燃物の発熱量 [kJ/kg]	19958	資料[10]より引用
$U$	炎の高さ中央部の風速 [m/min]	315.0	資料[6]、[7]を用いて算出

\*白方霊園周辺、東海第二発電所以北、国道原科研南門周辺、国道 245 号線沿い及び原科研敷地内森林のうち、地表の堆積物厚さが最も厚い白方霊園周辺の堆積物厚さを評価に用いた。

表-2-3-1.6 地表火評価式中の傾斜角度の値

対象建家	φ 傾斜角度 [°]		備考
	東側森林	西側森林	
原子炉建家	0.3	0.8	資料[8]より 保守的に算出
使用済燃料貯槽室	0.3	0.8	
燃料管理施設	0.3	0.8	
排気筒	0.3	0.8	
実験利用棟	0.3	0.8	
原子炉制御棟	0.3	0.8	
使用済燃料貯蔵施設	0.1	0.6	

表-2-3-1.7 地表火評価式中のパラメータ（途中式）

パラメータ		途中式 <sup>[10]</sup>
$W_n$	可燃物の有機物量 [kg/m <sup>2</sup> ]	$W_0(1 - S_T)$
$\rho_b$	可燃物の堆積密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	$W_0/\delta$
$\beta$	可燃物の堆積密度と比重の比	$\rho_b/\rho_p$
$\beta_{op}$	熱分解速度が最大となるときの $\beta$	$0.20395 \cdot \sigma^{-0.8189}$
$A$	定数（ $\Gamma'$ に使用）	$8.9033 \cdot \sigma^{-0.7913}$
$\Gamma'_{max}$	最大熱分解速度定数	$(0.0591 + 2.926\sigma^{-1.5})^{-1}$
$\Gamma'$	理想熱分解速度定数	$\Gamma'_{max} \left[ (\beta/\beta_{op}) e^{(1-\beta/\beta_{op})} \right]^A$
$\eta_M$	可燃物中の水分による熱分解速度減少係数	$1 - 2.59 \left( \frac{M_f}{M_x} \right) + 5.11 \left( \frac{M_f}{M_x} \right)^2 - 3.52 \left( \frac{M_f}{M_x} \right)^3$
$\eta_S$	可燃物中の無機物による熱分解速度減少係数	$0.174S_e^{-0.19}$
$\varepsilon$	炎によって加熱される可燃物の割合	$e^{-4.528/\sigma}$
$\xi$	可燃物の加熱に消費される放出熱量の割合	$(192 + 7.9095\sigma)^{-1} \cdot e^{(0.792+3.7597\sqrt{\sigma})(\beta+0.1)}$
$Q_{ig}$	単位重量当たりの可燃物が発火するまでに必要な熱量	$581 + 2594M_f$
$B$	定数（ $\phi_W$ に使用）	$0.15988\sigma^{0.54}$
$C$	定数（ $\phi_W$ に使用）	$7.47e^{-0.8711\sigma^{0.55}}$
$E$	定数（ $\phi_W$ に使用）	$0.715e^{-0.01094\sigma}$
$\phi_W$	風による割増し係数	$C(3.281U)^B(\beta/\beta_{op})^{-E}$
$\phi_S$	傾斜による割増し係数	$5.275\beta^{-0.3} \cdot (\tan(\phi/180\pi))^2$

(2) 評価結果

地表火の火線強度を評価した結果を表-2-3-1.8に示す。この結果は、評価対象施設の東側、西側及び北側の森林のうち、保守的な評価となる森林についての評価条件及び測定値を用いて計算したものである。

表-2-3-1.8 評価式を用いた各施設の計算結果(地表火)

計算パラメータ		計算値
		評価対象施設
$R$	延焼速度 [m/min]	17.8
$I_b$	火線強度 [kW/m]	$1.56 \times 10^3$
$H_A$	単位面積 当たりの熱量 [kJ/m <sup>2</sup> ]	$5.25 \times 10^3$
$I_R = \frac{I_r}{60}$	反応強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	489
$L_f$	火炎長 [m]	2.30
$t$	燃焼 継続時間 [s]	10.7

#### 4.5.2 樹冠火の計算

樹冠火の火線強度は FARSITE 内で使用されている評価式を用いて評価を行った。

##### (1) 評価計算

樹冠を伝播する火線強度は以下の式で評価し、火炎長に関しては地表を伝播する火災と同様の式を用いて評価した。また、式中の記号の定義及び値を表-2-3-1.9 及び表-2-3-1.10 に示す。今回の評価では、地表火及び樹冠火からの発熱が同時に作用するように、延焼速度及び燃焼継続時間は地表を伝播する火災と同じとして保守的な評価を行った。

火線強度： $I_C$  [kW/m]

$$I_C = 300 \left( \frac{I_B}{300R} + CFB \cdot CBD(H - CBH) \right) R \quad (\text{式-2-3-1.7})$$

単位面積当たり熱量： $H'_A$  [kJ/m<sup>2</sup>]

$$H'_A = w \cdot h' \quad (\text{式-2-3-1.8})$$

反応強度： $I'_R$  [kW/m<sup>2</sup>]

$$I'_R = \frac{H'_A}{t} \quad (\text{式-2-3-1.9})$$

火炎長： $L'_f$  [m]

$$L'_f = 0.0775 I_C^{0.46} \quad (\text{式-2-3-1.10})$$

表-2-3-1.9 樹冠火評価式中のパラメータ及び値

パラメータ		値	備考
$H$	樹木高さ[m]	20	文献[2]より引用
$CBH$	樹冠までの高さ[m]	4	文献[2]より引用
$CBD$	樹冠の充填密度[kg/m <sup>3</sup> ]	0.06	文献[12]より引用
$h'$	可燃物の発熱量[kJ/kg]	18,000	文献[2]より引用
$M$	葉の含水率[%]	85	文献[13]より引用
$R$	延焼速度[m/min]	17.8	地表火計算結果
$t$	燃焼継続時間[s]	10.7	地表火計算結果

表-2-3-1.10 樹冠火評価式中のパラメータ(途中式)

パラメータ		途中式
$I_0$	樹冠火発生閾値[kW/m]	$(0.010CBH(460 + 25.9M))^{3/2}$
$RAC$	有効樹冠延焼速度[m/min]	3/CBD
$R_0$	臨界表目燃焼速度[m/min]	$I_0 \cdot R / I_b$
$\alpha_c$	延焼速度とCFB間の係数	$-\ln(0.1)/0.9(RAC - R_0)$
$CFB$	樹冠燃焼率[%]	$1 - e^{-\alpha_c(R-R_0)}$
$w$	単位面積当たりの燃料量[kg/m <sup>2</sup> ]	$(H - CBH) CFB \cdot CBD$
$I_B$	火炎反応強度[kW/m]	$h'wR/60$

(2) 評価結果

樹冠火の火線強度を評価した結果を表-2-3-1.11 に示す。

表-2-3-1.11 評価式を用いた各施設の計算結果(樹冠火)

計算パラメータ		計算値
		評価対象施設
$I_C$	火線強度 [kW/m]	$3.09 \times 10^3$
$L'_f$	火炎長 [m]	3.12
$H'_A$	単位面積 当たりの熱量 [kJ/m <sup>2</sup> ]	$5.21 \times 10^3$
$I'_R$	反応強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	485

4.5.3 地表火と樹冠火の計算による評価結果

以上の結果より決定した、森林火災の影響評価に用いるパラメータを表-2-3-1.12 に示す。

なお、反応強度 $I''_R$ は地表火の反応強度 $I_R$ と樹冠火の反応強度 $I'_R$ の合計値を、火炎長は樹冠火の火炎長 $L'_f$ を用いている。



表-2-3-1.12 各施設の森林火災影響評価用パラメータ

パラメータ		計算値
$R$	延焼速度 [m/min]	17.8
$I''_R$	反応強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	974
$L'_f$	火炎長 [m]	3.12
$t$	燃焼継続時間 [s]	10.7

#### 4.6 森林火災による熱影響評価

##### (1) 受熱面輻射強度の計算

評価ガイドを参考に、JRR-3の森林火災による熱影響評価を実施した。まず前節で算出した火炎長から燃焼半径を計算し、円筒火炎モデル数を求めた。次に各円筒火炎モデルから熱影響評価を行う受熱面の各離隔距離から形態係数を計算した。次に、形態係数と火炎のエネルギーを示す火炎輻射発散度から受熱面における受熱面輻射強度を計算した。以下に使用した式及び火炎の円筒モデル評価の概要を図-2-3-1.14に示す。火炎輻射発散度は、地表火と樹冠火の合計の反応強度から求める。反応強度は、火炎から輻射として放出されるエネルギーと、煙等の対流として放出されるエネルギーの合計であることから、参考文献<sup>[11]</sup>より反応強度に対する輻射と対流の割合を求め、火炎輻射発散度を算出した。

燃焼半径 $r$  [m]

$$r = \frac{L'_f}{3} \quad (\text{式-2-3-1.11})$$

円筒火炎モデル数 $F$

$$F = \frac{W}{2r} \quad (\text{式-2-3-1.12})$$

形態係数 $\phi_i$

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式-2-3-1.13})$$

ただし、

$$i = 1, 2, 3, 4, \dots, m = \frac{L'_f}{r} \cong 3, n = \frac{L_i}{r}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2,$$

$W$  : 火炎到達幅 [m]

$L_i$  : 離隔距離 [m]

である。

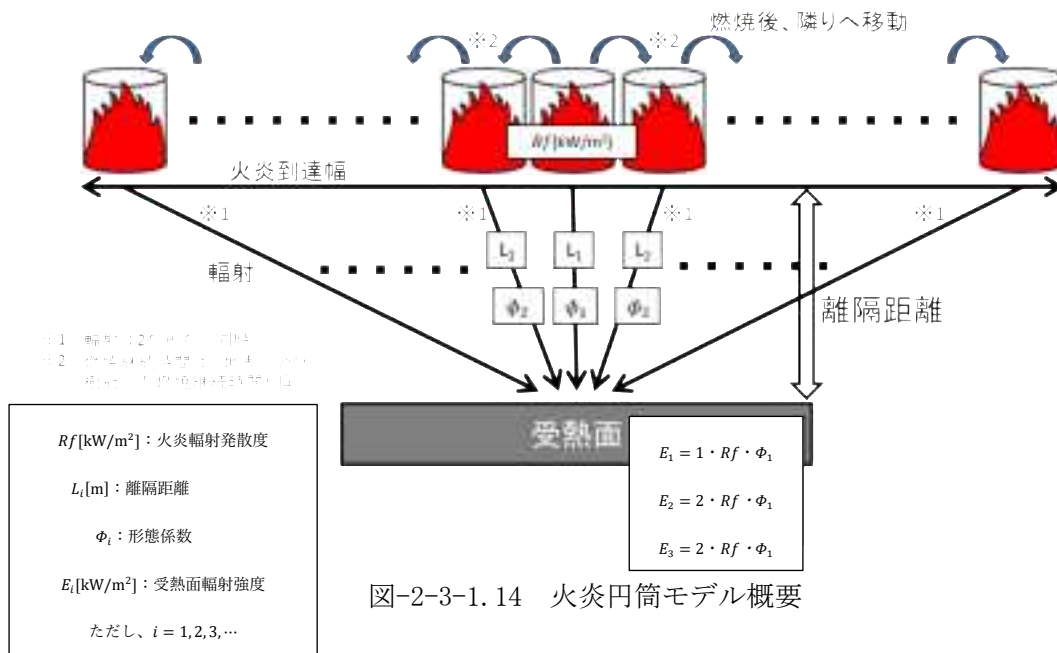
火炎輻射発散度  $Rf$  [kW/m<sup>2</sup>]

$$Rf = 0.377 \cdot I''_R \quad (\text{式-2-3-1.14})$$

受熱面輻射強度  $E_1, E_{2,3,4\dots}$  [kW/m<sup>2</sup>]

$$E_1 = Rf \cdot \phi_1 \quad (\text{式-2-3-1.15})$$

$$E_{2,3,4\dots} = 2 \cdot Rf \cdot \phi_{2,3,4\dots} \quad (\text{式-2-3-1.16})$$



## (2) 受熱面の温度評価

(1)で求めた受熱面輻射強度から、以下に示す1次元熱伝導方程式の一般解の式<sup>[14]</sup>を用いて受熱面における温度評価を実施した。

受熱面の温度  $T_i$  [°C]

$$T_i = T_0 + \frac{2 \times E_i \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

$$(\text{式-2-3-1.17})$$

ただし、

$i = 1, 2, 3, 4, \dots$ ,

$T_0$  : 初期温度 [°C]

$a$  : 温度伝導率 [ $\text{m}^2/\text{s}$ ] ( $a = \lambda / (\rho \times C_p)$ )

$C_p$  : 比熱 [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]

$\rho$  : 密度 [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$\lambda$  : 熱伝導率 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]

$x$  : 深さ [m]

$t$  : 燃焼継続時間 [s]

である。

#### 4.7 評価結果

森林火災による評価対象施設の表面温度評価の結果のうち、延焼ケース各の最も表面温度が高くなる結果を表-2-3-1.13に示す。以上の結果から、森林火災が発生しても、評価対象施設の表面温度が、3.(2)に示すコンクリートの許容温度を下回るため、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

表-2-3-1.13 森林火災による評価対象施設の表面温度評価

延焼ケース	対象施設	表面温度(°C)	許容温度(°C)
JRR-3原子炉施設 東側森林(ケース①)	実験利用棟	94	200
JRR-3原子炉施設 西側森林(ケース②)	原子炉制御棟	92	200
使用済燃料貯蔵施設 東側森林(ケース③)	使用済燃料 貯蔵施設	101	200
使用済燃料貯蔵施設 西側森林(ケース④)	使用済燃料 貯蔵施設	101	200

## 5. 近隣の産業施設等の火災・爆発影響評価

### 5.1 評価方針

原科研敷地外及び原科研敷地内に存在する産業施設等の火災・爆発源からの爆発に対して、その火災・爆発が、評価対象施設の構造健全性に影響を及ぼさないことを評価ガイドに基づき評価する。

### 5.2 評価方法

- (1) 原科研敷地外及び原科研敷地内に存在する産業施設等の火災について、火災発生から燃料が燃え尽きるまでの間、各評価対象施設の表面が加熱されるものとして、評価を行う。なお、離隔距離の算定については5.4(1)に示す。
- (2) 原科研敷地外及び原科研敷地内に存在する爆発源からの爆発による影響を評価する。

### 5.3 判断基準

- (1) 評価した各評価対象施設の表面温度が、3.(2)に示すコンクリートの許容温度(200℃)を下回ることを確認する。
- (2) 5.4(1)に示す離隔距離が原科研敷地外については危険限界距離を上回ること、原科研敷地内については高圧ガス保安法及び関係法令で定められている保安距離を上回ることを確認する。

### 5.4 評価条件

- (1) 産業施設等の火災及び爆発源からの各評価対象施設までの離隔距離のうち、最短の離隔距離を評価に用いる。
- (2) 評価に用いる材質は、表-2-3-1.3に示すとおりコンクリートとする。

### 5.5 火災影響評価

#### 5.5.1 原科研内における火災影響評価

中央変電所の重油タンクで火災が発生したとして評価対象施設の表面における温度の評価を行った。評価に用いた条件を表-2-3-1.14に示す。

表-2-3-1.14 原科研敷地内における火災影響評価対象データ

項目	中央変電所重油タンク
内容物	重油
容量 (燃料量) [m <sup>3</sup> ]	30
員数 [基]	1
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	2.3×10 <sup>4</sup>
燃焼速度 [m/s]	2.8×10 <sup>-5</sup>
燃料タンクの防油堤面積 [m <sup>2</sup> ]	49
燃焼継続時間 [hr]	6.1
離隔距離 [m]	470
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	3.12
形態係数	1.36×10 <sup>-4</sup>

(1) 評価計算

燃料の燃焼時間は、以下の式を用いて評価した<sup>[1]</sup>。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v} \quad (\text{式-2-3-1.18})$$

ただし、

- $t$  : 燃焼時間 [s]
- $V$  : 燃料量 [m<sup>3</sup>]
- $v$  : 燃焼速度 [m/s]
- $R$  : 燃焼半径 [m]

外壁の温度  $T$  (°C)は、以下の式を用いて評価した。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right] \quad (\text{式-2-3-1.19})$$

ただし、

- $T_0$  : 初期温度 [°C]
- $E$  : 輻射強度 [kW/m<sup>2</sup>]
- $a$  : 温度伝導率 [m<sup>2</sup>/s] ( $a = \lambda / (\rho \times C_p)$ )
- $C_p$  : 比熱 [kJ/(kg·K)]
- $\rho$  : 密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- $\lambda$  : 熱伝導率 [W/(m·K)]
- $x$  : 深さ [m]
- $t$  : 燃焼継続時間 [s]

輻射強度は、以下の式を用いて求めた。

$$E = R_f \cdot \varphi \quad (\text{式}-2-3-1. 20)$$

ただし、

$E$  : 輻射強度 [kW/m<sup>2</sup>]

$R_f$  : 輻射発散度 [kW/m<sup>2</sup>]

$\varphi$  : 形態係数 [-]

形態係数は、以下の式を用いて求めた。

$$\varphi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式}-2-3-1. 21)$$

ただし、

$$m = \frac{H}{R} \approx 3, n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

$L$  : 離隔距離 [m]

$H$  : 火炎長 [m]

$R$  : 燃焼半径 [m]

燃焼半径は燃焼面積が防油堤面積に等しいと考えて算出した。

## (2) 評価結果

中央変電所重油タンクにおける火災時の評価結果を表-2-3-1. 15 に示す。

表-2-3-1. 15 中央変電所熱影響評価結果

想定火災源	表面温度(°C)
中央変電所重油タンク	51

評価の結果、表面温度は、中央変電所重油タンクでの火災発生により51°Cまで上昇した。

よって、中央変電所重油タンクで火災が発生しても、各評価対象施設のうち最短の離隔距離となる施設の表面が、200°Cを下回るため、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

### 5.5.2 原科研外における火災影響評価

原科研外で、J R R - 3 から半径 10km 圏内の主な産業施設として、常陸那珂火力発電所、核燃料サイクル工学研究所、東海第二発電所、日立オイルターミナル及び日立油槽所が存在する。これらの影響評価に用いた条件を表-2-3-1.16 に示す。

表-2-3-1.16 原科研敷地外各危険物貯蔵所における火災影響評価対象データ  
( J R R - 3 原子炉施設及び使用済燃料貯蔵施設)

項目	常陸那珂 火力発電所 軽油タンク	核燃料サイク ル工学研究所 重油タンク	東海第二発 電所 重油タンク	日立オイルター ミナル及び 日立油槽所 重油タンク
内容物	軽油	重油	重油	重油
容量 (燃料量) [m <sup>3</sup> ]	7,000	588	500	10,885
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	4.2×10 <sup>4</sup>	2.3×10 <sup>4</sup>	2.3×10 <sup>4</sup>	2.3×10 <sup>4</sup>
燃焼速度 [m/s]	5.5×10 <sup>-5</sup>	2.8×10 <sup>-5</sup>	2.8×10 <sup>-5</sup>	2.8×10 <sup>-5</sup>
燃料タンクの 防油堤面積 [m <sup>2</sup> ]	800	400	225	6,000
燃焼継続時間 [hr]	44.2	14.6	22.1	18.0
離隔距離 [m] J R R - 3 原子炉施設	2500	2100	1000	5,000
離隔距離 [m] 使用済燃料貯蔵施設	3,500	3,800	400	3,900
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ] J R R - 3 原子炉施設	3.29	1.28	3.17	3.38
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ] 使用済燃料貯蔵施設	1.67	0.39	19.94	5.56
形態係数 J R R - 3 原子炉施設	7.82×10 <sup>-5</sup>	5.54×10 <sup>-5</sup>	1.38×10 <sup>-4</sup>	1.47×10 <sup>-4</sup>
形態係数 使用済燃料貯蔵施設	3.98×10 <sup>-5</sup>	1.69×10 <sup>-5</sup>	8.67×10 <sup>-4</sup>	2.42×10 <sup>-4</sup>

燃料の想定量は各施設に存在するタンクの合計値である。例えば常陸那珂火力発電所については、軽油が 3,500m<sup>3</sup> タンクで 2 基存在するため、これらを合計して 7,000 m<sup>3</sup> としている。

(1) 評価計算

計算方法は5.5.1(1)の原科研敷地内における火災影響評価と同様である。

(2) 評価結果

危険物貯蔵所における火災による影響を評価した結果を表-2-3-1.17に示す。

表-2-3-1.17 各危険物貯蔵所における評価結果

危険物貯蔵所	表面温度(°C)	
	J R R - 3 原子炉施設	使用済燃料貯蔵施設
常陸那珂火力発電所軽油タンク	51	51
核燃料サイクル工学研究所重油タンク	51	51
東海第二発電所重油タンク	51	54
日立オイルターミナル及び 日立油槽所重油タンク	51	51

評価の結果、表面温度は、最大で54°Cまで上昇した。

従って、各危険物貯蔵所で火災が発生しても、評価対象施設のうち最短の離隔距離となる施設の表面が、200°Cを下回るため、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

## 5.6 爆発影響評価

### 5.6.1 原科研敷地内におけるガス爆発影響評価

第2ボイラーの液化天然ガス(LNG)タンク2基について、高圧ガス漏えいによる爆発の評価を行った。ここで高圧ガス保安法及び関係法令に基づき算出した保安距離を、LNGタンクと評価対象施設の壁面の間に必要な距離とする。

評価に用いたデータを表-2-3-1.18に示す。

表-2-3-1.18 第2ボイラー液化天然ガス(LNG)タンクのデータ

データ集類	内容
LNGタンク最大貯蔵量(2基)	65.5トン(154m <sup>3</sup> )
離隔距離(m)	60



(1) 評価計算

高圧ガス保安法及び関係法令で定められている以下の式によって保安距離を計算した。

$$L = 0.12 \sqrt{X + 10000} \quad (\text{式} - 2 - 3 - 1. 22)$$

$L$  : 保安距離 [m],

$X$  : 貯蔵能力 (kg)

(2) 評価結果

第2ボイラー液化天然ガス(LNG)タンク2基における爆発による影響を評価した結果を表-2-3-1.19に示す。

表-2-3-1.19 第2ボイラー液化天然ガス(LNG)タンクの爆発影響評価結果

想定爆発源	保安距離(m)
第2ボイラー液化天然ガス(LNG)	33

評価の結果、保安距離は33mであり、LNGタンクと評価対象施設の離隔距離のうち、最短の離隔距離である60mを下回ることから、第2ボイラーで爆発が発生しても、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

### 5.6.2 原科研敷地外におけるガス爆発影響評価

JRR-3から10km圏内には、以下の高圧ガスを保有する日立LNG基地施設が存在するため、これらガスタンクによる爆発の影響評価を行った。評価に用いたデータを表-2-3-1.20に示す。

表-2-3-1.20 日立LNG基地LNG及びLPGのデータ

日立LNG基地LNGタンク	
LNGタンク貯蔵量	97,704トン(230,000m <sup>3</sup> )
離隔距離	1,800m
LNGのK値	7.14×10 <sup>5</sup>
貯蔵設備のW値	313
日立LNG基地LPGタンク	
LPGタンク貯蔵量	31,000トン(50,000m <sup>3</sup> )
離隔距離	1,800m
LPGのK値	8.88×10 <sup>5</sup>
貯蔵設備のW値	176

#### (1) 評価計算

評価ガイドに示された以下の式によって危険限界距離を算出した。

$$X = 0.04\lambda^3\sqrt{K \times W} \quad (\text{式-2-3-1.23})$$

- $X$  : 危険限界距離 [m]  
 $\lambda$  : 換算距離 [m/kg<sup>1/3</sup>] (14.4)  
 $K$  : 石油類のK値 [-]  
 $W$  : 設備定数 [-]

ただし、同施設には2つの独立したガスタンクが存在するため、評価ガイドに従い、式-2-3-1.23中の( $K \times W$ )相当量を式-2-3-1.24によって評価した。

なお、LNG及びLPGのK値についてはそれぞれガイド記載の最も保守的な値となる-80℃以上のメタンのK値7.14×10<sup>5</sup>、100℃以上のプロパンのK値8.88×10<sup>5</sup>を用いた。

$$(K \times W)_{LNG+LPG} = K_{LNG} \times \left( \sqrt{W_1+W_2} \times \frac{W_1}{W_1+W_2} \right) + K_{LPG} \times \left( \sqrt{W_1+W_2} \times \frac{W_2}{W_1+W_2} \right)$$

(式-2-3-1.24)

$W_1$  : 日立 LNG 基地における LNG 貯蔵設備の貯蔵定数 [-]

$W_2$  : 日立 LNG 基地における LPG 貯蔵設備の貯蔵定数 [-]

$K_{LNG}$  : LNG の石油類の  $K$  値 [-]

$K_{LPG}$  : LPG の石油類の  $K$  値 [-]

$(K \times W)_{LNG+LPG}$  : 日立 LNG 基地における  $(K \times W)$  値

(2) 評価結果

日立 LNG 基地 LNG 及び LPG における爆発による影響を評価した結果を表-2-3-1.21 に示す。

表-2-3-1.21 日立 LNG 基地 LNG 及び LPG の爆発影響評価結果

想定爆発源	危険限界距離(m)
日立 LNG 基地 LNG 及び LPG	373

評価した結果、危険限界距離は 373m であり、LNG タンク及び LPG タンクと評価対象施設の離隔距離のうち、最短の離隔距離である 1,800m を下回ることから、これらの施設で爆発が発生しても、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

## 6. 航空機の落下による火災の影響評価

### 6.1 評価方針

J R R - 3 原子炉施設周辺及び使用済燃料貯蔵施設周辺への航空機の落下により発生する火災に対して、その火災が評価対象施設の構造健全性に影響がないことを評価ガイドに基づき評価する。

### 6.2 評価方法

航空機の落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) に相当する面積を求め、その範囲の外周部に航空機が落下した場合の火災による影響を評価した。

航空機の落下事故については、民間機、自衛隊機又は米軍機では落下事故の発生状況が必ずしも同一ではなく、飛行方式又は飛行形態が同一ではないことから、表-2-3-1.22 に示すカテゴリに分類し、評価を実施した。

表-2-3-1.22 航空機の落下評価及び航空機の落下による外部火災影響評価

		外部火災評価	
民間機	計器飛行方式	飛行場での離着陸時	
		航空路を巡航中	
	有視界飛行方式		
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	
		その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	
	基地訓練空域間を往復時		

### 6.3 判断基準

評価対象施設の表面温度が、3. (2) に示すコンクリートの許容温度 (200°C) を下回ることを確認する。

### 6.4 評価条件

- (1) 許容温度については3. (2) に示すとおり、コンクリートで200°Cとする。
- (2) 火災発生から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で評価対象施設の表面(コンクリート)が加熱され続けるものとして評価する。
- (3) 落下を想定する航空機は、各カテゴリについて、燃料積載量が最大の機種とした。表-2-3-1.23に各カテゴリの対象航空機を示す。

- (4) 航空機落下確率を評価する際の各パラメータについては、原子炉設置変更許可申請時と同様、平成4年から平成23年までのデータを基に評価した。

表-2-3-1.23 評価対象航空機のパラメータ

	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地訓練 空域間を 往復時
	離着陸時	巡航中		空中 給油機等	その他	
想定機種	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
燃料種類	JET A-1		JET A-1	JP-4	JP-4	
燃料最大積載量 [m <sup>3</sup> ]	216.84 <sup>[15]</sup>		3.0 <sup>[16]</sup>	145.03 <sup>[17]</sup>	14.87 <sup>[18]</sup>	
輻射発散度 $Rf$ [W/m <sup>3</sup> ]	5.0×10 <sup>4</sup> <sup>[1]</sup>			5.8×10 <sup>4</sup> <sup>[1]</sup>		
質量低下速度 $M$ [kg/(m <sup>2</sup> ・s)]	0.039 <sup>[19]</sup>			0.051 <sup>[19]</sup>		
燃料密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	850 <sup>[20]</sup>			760 <sup>[19]</sup>		
燃焼速度 $v$ [m/s] ( $v = M/\rho$ )	4.59×10 <sup>-5</sup>			6.71×10 <sup>-5</sup>		

#### 6.5 航空機の落下地点と施設との離隔距離の評価

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（平成14・07・29原院4号）」<sup>[21]</sup>に基づき、落下確率が10<sup>-7</sup>(回/炉・年)に相当する面積を算出し、この面積を用いて、離隔距離を算出した。

なお、対象航空機が同一機種のカテゴリについては、各カテゴリ条件において飛行する同一機種の航空機が同一施設に落下することを考慮し、同一機種のカテゴリの落下確率を合算し、離隔距離を算出する。

##### 6.5.1 航空機落下確率評価

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（平成14・07・29原院4号）」<sup>[21]</sup>に基づき、落下確率を算出した(表-2-3-1.24～表-2-3-1.30に示す)。なお、同一機種のカテゴリの落下確率を合算する際に、計器飛行方式民間航空機においては、標的面積を単位面積として落下確率を算出し合算を行った。

(1) 計器飛行方式飛行方式民間航空機の落下事故

1) 飛行場での離着陸時における落下事故

$$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta) \quad (\text{式} - 2 - 3 - 1. 25)$$

表-2-3-1. 24 飛行場での離着陸時における落下事故 航空交通量のデータ

$f_{d,a} = D_{d,a}/E_{d,a}$	対象航空機の国内での離着陸時事故確率 (回/離着陸回)	$1.30 \times 10^{-7}$
$D_{d,a}$	国内での離着陸事故件数 (回)	4 <sup>[22]</sup>
$E_{d,a}$	国内での離着陸回数 (離着陸回数)	30,685,564 <sup>[22]</sup>
$N_{d,a}$	当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)	3,328 <sup>[23]</sup> ※1
$A$	原子炉施設の標的面積 (km <sup>2</sup> )	単位面積
$\Phi_{d,a}(r, \theta)$ ※2	離着陸時の事故における落下地点確率分布関数	正規分布 : $3.01 \times 10^{-4}$ ※2 一様分布 : $1.55 \times 10^{-4}$ ※2
$P_{d,a}$	対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)	表-2-3-1. 30に記載

※1 : 「暦年・年度別空港管理状況調書」(国土交通省航空局)<sup>[23]</sup>による着陸回数を2倍した値とする。

※2 : 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準に従い、正規分布又は一様分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いる。

2) 航空路を巡航中の落下事故

$$P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W} \quad (\text{式}-2-3-1.26)$$

表-2-3-1.25 航空路を巡航中の落下事故 航空交通量のデータ

対象航空路	直行経路：IXE-SWAMP、 直行経路：IXE-KZE、 RNAV経路：Y30	
$f_c = G_c/H_c$	単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率 (回/飛行回・km)	$5.26 \times 10^{-11}$
$G_c$	巡航中の事故件数 (回)	0.5 <sup>[22]</sup> ※1
$H_c$	延べ飛行距離 (飛行回・km)	9,499,283,168 <sup>[22]</sup>
$N_c$	評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)	直行経路 IXE-SWAMP : 182.5回 <sup>※2</sup> 直行経路 IXE-KZE : 182.5回 <sup>※2</sup> RNAV経路 Y30 : 22,630回 <sup>※2</sup>
$A$	原子炉施設の標的面積 (km <sup>2</sup> )	単位面積
$W$	航空路幅 (km)	直行経路 : 14.816km (8NM) <sup>※3</sup> RNAV経路 : 18.520km (10NM) <sup>※3</sup>
$P_c$	対象施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)	表-2-3-1.30に記載

※1：「JNES-RE-2013-9011航空機落下事故に関するデータの整備」(原子力安全基盤機構)<sup>[22]</sup>による。ただし、 $G_c$ については、平成4年から平成23年までの20年間の巡航中事故件数は0回であるため、保守的に0.5回とした。

※2：国土交通省航空局への問い合わせ結果(平成23年下期のピークデイ値)を365倍した。ただし、直行経路については0回であるため、1日の飛行回数を保守的に0.5回とした。

※3：直行経路については「航空路等設定基準」<sup>[24]</sup>を参照した。RNAV経路については、航法精度(10NM=18.52km)を航空路の幅とした。

(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha) \quad (\text{式} - 2 - 3 - 1. 27)$$

表-2-3-1. 26 有視界飛行方式民間航空機の落下事故 航空交通量のデータ

$f_v$	単位年あたりの落下事故確率 (回/年)	大型固定翼機 : 0.5/20=0.025 <sup>[22]</sup> 小型固定翼機 : 35.0/20=1.750 <sup>[22]</sup> 大型回転翼機 : 1.0/20=0.050 <sup>[22]</sup> 小型回転翼機 : 25.0/20=1.250 <sup>[22]</sup>
$S_v$	全国土面積 (km <sup>2</sup> )	372,907 <sup>[22]</sup>
$A$	原子炉施設の標的面積 (km <sup>2</sup> )	各建家の水平断面積 (表-2-3-1. 29より算出)
$\alpha$	対象航空機の機種による係数	大型固定翼機、大型回転翼機 : 1 <sup>*</sup> 小型固定翼機、小型回転翼機 : 1 <sup>*</sup>
$P_v$	対象施設への航空機落下確率 (回/年)	表-2-3-1. 30に記載

※：大型固定翼機、大型回転翼機は「評価基準」に従い1を用いるが、小型固定翼機、小型回転翼機については発電用原子炉に比べ堅固な建家ではないため0.1ではなく1を用いる。

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

1) 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故

$$P_{so} = \left( \frac{f_{so}}{S_o} \right) \cdot A \quad (\text{式} - 2 - 3 - 1. 28)$$

表-2-3-1. 27 自衛隊機又は米軍機の落下事故 航空交通量のデータ

$f_{so}$	単位年あたりの訓練空域外落下事故確率 (回/年)	自衛隊機 : 8/20=0.40 <sup>[22]</sup> 米軍機 : 5/20=0.25 <sup>[22]</sup>
$S_o$	全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km <sup>2</sup> )	自衛隊機 : 295,675 <sup>[22]</sup> 米軍機 : 372,410 <sup>[22]</sup>
$A$	原子炉施設の標的面積 (km <sup>2</sup> )	各建家の水平断面積 (表-2-3-1. 29より算出)
$P_{so}$	訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)	表-2-3-1. 30に記載



2) 基地-訓練空域間を往復時の落下事故

$$P_{se} = \left( \frac{f_{se}}{S_{se}} \right) \cdot A \quad (\text{式}-2-3-1.29)$$

表-2-3-1.28 基地-訓練空域間を往復時の落下事故 航空交通量のデータ

$f_{se}$	基地と訓練空域間を往復中の落下事故確率 (回/年)	自衛隊機 : 0.5/20=0.025 <sup>※1</sup>
$S_{se}$	想定飛行範囲の面積 (km <sup>2</sup> )	自衛隊機 : 4,541 <sup>※2</sup>
$A$	原子炉施設の標的面積 (km <sup>2</sup> )	各建家の水平断面積 (表-2-3-1.29より算出)
$P_{se}$	対象施設への航空機落下確率 (回/年)	表-2-3-1.30に記載

※1：平成4年～平成23年の20年間に当該想定飛行範囲内で自衛隊機の移動時の落下事故は発生していないことから、事故件数を保守的に0.5件として評価した。

※2：百里基地（飛行場）と自衛隊機の訓練空域（Area 1, Area E 「E-1, E-2, E-3, E-4」）の全域境界間を直線で結んだ想定飛行範囲の面積。なお、自衛隊訓練空域（E1, E2）については、AIP JAPANに“Excluding R-121”と記載のあることから、米軍の訓練空域（R-121）を除いている。

表-2-3-1.29 評価対象施設の寸法及び標的面積

評価対象施設	建家寸法			標的面積	
	縦(m)	横(m)	高さ(m)	投影断面積(m <sup>2</sup> )	水平断面積(m <sup>2</sup> )
原子炉建家	32.80m	32.80m	26.65m	1386.19m <sup>2</sup>	1075.84m <sup>2</sup>
使用済燃料貯槽室	24.00m	11.00m	14.00m	427.31m <sup>2</sup>	264.00m <sup>2</sup>
燃料管理施設	23.10m	11.00m	15.25m	434.36m <sup>2</sup>	254.10m <sup>2</sup>
排気筒	4.64m	4.64m	40.00m	186.85m <sup>2</sup>	21.53m <sup>2</sup>
実験利用棟	59.70m	30.75m	17.70m	2118.18m <sup>2</sup>	1835.78m <sup>2</sup>
原子炉制御棟	20.00m	21.50m	13.65m	520.61m <sup>2</sup>	430.00m <sup>2</sup>
使用済燃料貯蔵施設	53.00m	23.00m	14.00m	1427.07m <sup>2</sup>	1219.00m <sup>2</sup>

表-2-3-1.30 評価対象施設への航空機落下確率

評価対象施設	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地訓練 空域間を 往復時
	離着 陸時	巡航中		空中 給油機等	その他	
原子炉建家	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $7.21 \times 10^{-11}$ 小型固定翼機 $5.05 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $1.44 \times 10^{-10}$ 小型回転翼機 $3.61 \times 10^{-9}$ 合計 $8.88 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $9.10 \times 10^{-11}$ 米軍機 $1.44 \times 10^{-10}$ 合計 $2.35 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $1.46 \times 10^{-9}$ 米軍機 $5.78 \times 10^{-10}$ 合計 $2.04 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $5.92 \times 10^{-9}$	
使用済燃料貯槽室	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $1.77 \times 10^{-11}$ 小型固定翼機 $1.24 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $3.54 \times 10^{-11}$ 小型回転翼機 $8.85 \times 10^{-10}$ 合計 $2.18 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $2.23 \times 10^{-11}$ 米軍機 $3.54 \times 10^{-11}$ 合計 $5.77 \times 10^{-11}$	自衛隊機 $3.57 \times 10^{-10}$ 米軍機 $1.42 \times 10^{-10}$ 合計 $4.99 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $1.45 \times 10^{-9}$	
燃料管理施設	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $1.70 \times 10^{-11}$ 小型固定翼機 $1.19 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $3.41 \times 10^{-11}$ 小型回転翼機 $8.52 \times 10^{-10}$ 合計 $2.09 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $2.15 \times 10^{-11}$ 米軍機 $3.41 \times 10^{-11}$ 合計 $5.56 \times 10^{-11}$	自衛隊機 $3.44 \times 10^{-10}$ 米軍機 $1.37 \times 10^{-10}$ 合計 $4.81 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $1.40 \times 10^{-9}$	
排気筒	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $1.44 \times 10^{-12}$ 小型固定翼機 $1.01 \times 10^{-10}$ 大型回転翼機 $2.89 \times 10^{-12}$ 小型回転翼機 $7.22 \times 10^{-11}$ 合計 $1.78 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $1.82 \times 10^{-12}$ 米軍機 $2.89 \times 10^{-12}$ 合計 $4.71 \times 10^{-12}$	自衛隊機 $2.91 \times 10^{-11}$ 米軍機 $1.16 \times 10^{-11}$ 合計 $4.07 \times 10^{-11}$	自衛隊機 $1.19 \times 10^{-10}$	

評価対象施設	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地訓練 空域間を 往復時
	離着 陸時	巡航中		空中 給油機等	その他	
実験利用棟	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $1.23 \times 10^{-10}$ 小型固定翼機 $8.62 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $2.46 \times 10^{-10}$ 小型回転翼機 $6.15 \times 10^{-9}$ 合計 $1.51 \times 10^{-8}$	自衛隊機 $1.55 \times 10^{-10}$ 米軍機 $2.47 \times 10^{-10}$ 合計 $4.02 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $2.48 \times 10^{-9}$ 米軍機 $9.86 \times 10^{-10}$ 合計 $3.46 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $1.01 \times 10^{-8}$	
原子炉制御棟	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $2.88 \times 10^{-11}$ 小型固定翼機 $2.02 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $5.77 \times 10^{-11}$ 小型回転翼機 $1.44 \times 10^{-9}$ 合計 $3.55 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $3.64 \times 10^{-11}$ 米軍機 $5.77 \times 10^{-11}$ 合計 $9.41 \times 10^{-11}$	自衛隊機 $5.82 \times 10^{-10}$ 米軍機 $2.31 \times 10^{-10}$ 合計 $8.13 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $2.37 \times 10^{-9}$	
使用済燃料貯蔵施設	離着陸時 $1.30 \times 10^{-7}$ 巡航中 $6.56 \times 10^{-8}$ 合計 $1.96 \times 10^{-7}$	大型固定翼機 $8.17 \times 10^{-11}$ 小型固定翼機 $5.72 \times 10^{-9}$ 大型回転翼機 $1.63 \times 10^{-10}$ 小型回転翼機 $4.09 \times 10^{-9}$ 合計 $1.01 \times 10^{-8}$	自衛隊機 $1.03 \times 10^{-10}$ 米軍機 $1.64 \times 10^{-10}$ 合計 $2.67 \times 10^{-10}$	自衛隊機 $1.65 \times 10^{-9}$ 米軍機 $6.55 \times 10^{-10}$ 合計 $2.31 \times 10^{-9}$	自衛隊機 $6.71 \times 10^{-9}$	

### 6.5.2 離隔距離の算出

6.5.1で算出した落下確率から、落下確率が $10^{-7}$ に相当する面積を算出し、航空機落下地点と評価対象施設の離隔距離を算出した。

離隔距離については、以下の式を用いて算出する。

$$x = \frac{-2(A+B) \pm \sqrt{(2(A+B))^2 - 4\pi(AB-C)}}{2\pi} \quad (\text{式}-2-3-1.30)$$

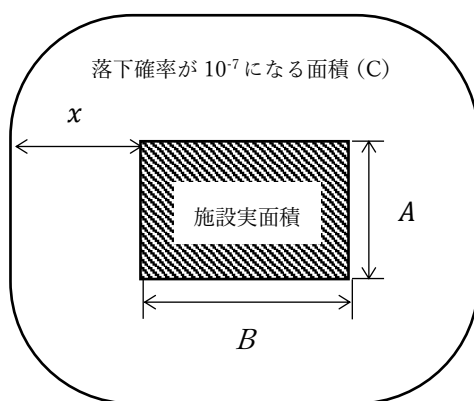


図-2-3-1.14 航空機落下地点の想定モデル

算出した離隔距離を表-2-3-1.31に示す。

表-2-3-1.31 航空機の落下地点と対象施設との離隔距離

対象施設	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地訓練 空域間を 往復時
	離着 陸時	巡航中		空中 給油機等	その他	
原子炉建家	379m		42m	360m	45m	
使用済燃料貯槽室	389m		51m	370m	54m	
燃料管理施設	389m		51m	370m	55m	
排気筒	388m		59m	378m	62m	
実験利用棟	372m		35m	352m	38m	
原子炉制御棟	388m		49m	368m	52m	
使用済燃料貯蔵施設	377m		39m	357m	42m	

## 6.6 評価計算

燃焼継続時間は、以下の式を用いて評価した<sup>[1]</sup>。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v} \quad (\text{式-2-3-1. 25})$$

ただし、

- $t$  : 燃焼継続時間 [s]
- $V$  : 燃料量 [m<sup>3</sup>]
- $v$  : 燃焼速度 [m/s] ( $v = M/\rho$ )
- $M$  : 質量低下速度 [kg/(m<sup>2</sup>·s)]
- $\rho$  : 燃料密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- $R$  : 燃焼半径 [m]

外壁の温度  $T$  (°C)は、以下の式を用いて評価した。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right] \quad (\text{式-2-3-1. 26})$$

ただし、

- $T_0$  : 初期温度 [°C]
- $E$  : 輻射強度 [kW/m<sup>2</sup>]
- $a$  : 温度伝導率 [m<sup>2</sup>/s] ( $a = \lambda/(\rho \times C_p)$ )
- $C_p$  : 比熱 [kJ/(kg·K)]
- $\rho$  : 密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- $\lambda$  : 熱伝導率 [W/(m·K)]
- $x$  : 深さ [m]
- $t$  : 燃焼継続時間 [s]

ここで、輻射強度は次式を使用して評価した。

$$E = R_f \cdot \varphi \quad (\text{式-2-3-1. 27})$$

- $R_f$  : 輻射発散度 [kW/m<sup>2</sup>]

また、形態係数は以下のとおりである。

$$\varphi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1}\left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}}\right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}}\right] - \frac{1}{n} \tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}}\right] \right\} \quad (\text{式-2-3-1. 28})$$

ただし、

$$m = \frac{H}{R} \approx 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

$\phi$  : 形態係数 [-]

$L$  : 離隔距離 [m]

$H$  : 火炎長 [m]

$R$  : 燃焼半径 [m]

燃焼半径は燃焼面積が航空機の面積（全長×胴体全幅）に等しいと考えて算出した。

## 6.7 評価結果

評価結果を表-2-3-1.32に示す。評価の結果、航空機の落下による火災影響によっても、評価対象施設の表面温度が、コンクリートの許容温度を下回るため評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

表-2-3-1. 32 各航空機の評価結果

	民間機		自衛隊機又は米軍機			
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地訓練 空域間を 往復時
	離着陸 時	巡航中		空中 給油機等	その他	
想定機種	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
原子炉建家	58℃		71℃	55℃	82℃	
使用済燃料貯槽室	57℃		64℃	55℃	72℃	
燃料管理施設	57℃		64℃	55℃	72℃	
排気筒	57℃		61℃	55℃	67℃	
実験利用棟	58℃		79℃	55℃	94℃	
原子炉制御棟	57℃		65℃	55℃	74℃	
使用済燃料貯蔵施設	58℃		73℃	55℃	87℃	

## 7. 重畳事象を想定した火災影響評価

### 7.1 評価方針

J R R - 3 原子炉施設周辺及び使用済燃料貯蔵施設周辺への航空機の落下により発生する火災及びその火災による森林火災が、評価対象施設の構造健全性に影響を及ぼさないことを評価ガイドに基づき評価する。

### 7.2 評価方法

- (1) 落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生する事象を想定する。
- (2) 落下する航空機の機種は、熱影響が最も大きい「F-15」とする。
- (3) 航空機の落下に伴い火災となる森林は、建家への熱影響が最も大きい森林とする。
- (4) その他の条件は、4. 森林火災影響評価及び6. 航空機の落下による火災の影響評価において設定した条件と同じものを用いる。

### 7.3 判断基準

評価した結果、評価対象施設の表面温度が、3. (2) に示すコンクリートの許容温度 (200°C) を下回ることを確認する。

### 7.4 評価条件

許容温度については3. (2) に示すとおり、コンクリートで 200°C とする。



## 7.5 重畳事象による火災影響評価結果

評価結果を表-2-3-1.33 に示す。航空機の落下による火災及びその火災による森林火災の重畳事象が起こっても、評価対象施設の表面温度が、コンクリートの許容温度を下回るため、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを確認した。

表-2-3-1.33 想定された外部火災の重畳事象の評価結果

対象施設	森林火災		航空機落下火災		重畳評価結果
	表面温度 (°C)	温度上昇分	表面温度 (°C)	温度上昇分	表面温度 (°C)
		$\Delta T(^{\circ}\text{C})$		$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	
原子炉建家	73	23	82	32	105 (=50+23+32)
使用済燃料貯槽室	73	23	72	22	95 (=50+23+22)
燃料管理施設	75	25	72	22	97 (=50+25+22)
排気筒	75	25	67	17	92 (=50+25+17)
実験利用棟	94	44	94	44	138 (=50+44+44)
原子炉制御棟	92	42	74	24	116 (=50+42+24)
使用済燃料貯蔵施設	101	51	87	37	138 (=50+51+37)

## 参考文献

- [1] 原子力規制委員会, 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」, 平成 25 年 6 月
- [2] Mark A. Finney, “ FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation”, Rocky Mountain Research Station, RMRS-RP-4 Revised, March 1998, revised February 2004
- [3] 日本建築学会, 「鉄筋コンクリート構造, 計算規準・同解説 2010」平成 22 年 3 月
- [4] 日本建築学会, 「原子炉建屋構造設計指針・同解説」昭和 63 年 10 月
- [5] 財団法人日本建築センター, 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」, 平成 19 年 12 月
- [6] 国土交通省-気象庁, 「水戸気象台データホームページ」  
<[http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually\\_s.php?prec\\_no=40&block\\_no=47629&year=&month=4&day=&view=a3](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually_s.php?prec_no=40&block_no=47629&year=&month=4&day=&view=a3)> (平成 29 年 6 月アクセス)
- [7] Richard C. Rothermel “How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires”, USDA Forest Service General Technical Report. INT-143, 1983
- [8] 国土交通省-国土地理院, 「地理院地図」, 平成 25 年 10 月
- [9] 環境省-自然環境局, 「1/25,000 植生図-常陸久慈 (ひたちくじ)」平成 20 年 2 月
- [10] 後藤義明 他 “日本で発生する山火事の強度の検討—Rothermel の延焼速度予測モデルを用いた Byram の火線強度の推定—”, 日林誌, 87(3)2005
- [11] Philip J Dinunno, Dougai, Ph.D. Drysdale, Craig L., Ph.D. Beyler, W. Douglas Walten “THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering FOURTH EDITION”, June 30, 2008
- [12] Joe H. Scott, Elizabeth D. Reinhardt, “Effects of Alternative Treatments on Canopy Fuel Characteristics in Five Conifer Stands”, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-203, 2007
- [13] Forestry Canada Fire Danger Group “Development and Structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System” Ottawa, 1992
- [14] 日本機械学会, 「伝熱工学資料 改訂第 5 版」, 平成 21 年 5 月
- [15] ボーイング社, 「ボーイング社ホームページ」  
<[http://www.boeing.com/boeing/commercial/747family/pf/pf\\_400\\_prod.page?](http://www.boeing.com/boeing/commercial/747family/pf/pf_400_prod.page?)> (平成 26 年 6 月アクセス)
- [16] EADS Company “EUROCOPTER AS332 L1 Technical Data 332 L1 07.101.02 E”
- [17] 酣燈社, 「航空情報 4 月号増刊 世界航空機年鑑 2012-2013」, 平成 25 年 4 月
- [18] 航空ジャーナル社, 「航空ジャーナル 2 月号臨時増刊 F-15 イーグル」, 昭和 55 年 2 月
- [19] U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Reactor Regulation Washington, DC, ” Fire Dynamics Tools (FDT<sup>S</sup>)”, December 2004

- [20] 昭和シェル石油, 「安全データシート (Jet A-1)」, 平成 25 年 1 月
- [21] 原子力安全・保安院, 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準  
について」, 平成 14 年 7 月
- [22] 「JNES-RE-2013-9011 航空機落下事故に関するデータの整備」(原子力安全基盤機構)  
平成 25 年 11 月
- [23] 「暦年・年度別空港管理状況調書」(国土交通省航空局)
- [24] 航空路等設定基準



2－3－2. 原子炉建家、使用済燃料貯槽室、燃料  
管理施設、使用済燃料貯蔵施設、実験利用  
棟、排気筒、原子炉制御棟の構造（外部事  
象影響（竜巻））に関する説明書

## 目次

1. 概要	添 2-3-2-1
2. 評価方針	添 2-3-2-1
3. 評価対象施設	添 2-3-2-1
4. 評価方法	添 2-3-2-1
5. 評価条件	添 2-3-2-1
6. 評価	添 2-3-2-1
7. 評価結果	添 2-3-2-11
参考文献	添 2-3-2-12

## 1. 概要

外部からの衝撃による損傷の防止に係る安全評価のうち、竜巻による J R R - 3 原子炉施設への影響について評価を実施した。評価の結果、竜巻により原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なうおそれはないことを確認した。

## 2. 評価方針

J R R - 3 は、大規模な竜巻事象に対する安全上重要な施設に該当する施設を有しないことから、「試験研究用等原子炉施設への新規規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について」(平成 28 年 6 月 15 日原子力規制庁)の「2. (3) 竜巻」に従い、敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻を考慮し、その影響を評価する。

## 3. 評価対象施設

J R R - 3 原子炉施設において、安全機能を有する施設の外殻となる原子炉建家、使用済燃料貯槽室、燃料管理施設、実験利用棟、使用済燃料貯蔵施設、原子炉制御棟並びに安全施設として評価対象である排気筒を評価対象施設に選定した。

## 4. 評価方法

竜巻による飛来物の衝突時におけるコンクリート貫通厚さ等を評価し、評価対象施設の壁厚と比較することにより、安全機能を有する施設への波及的影響(貫通及び裏面剥離)を生じる可能性を評価した。また「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」<sup>[1]</sup>に従い、想定する竜巻における風速及び気圧低下量に基づいて風圧及び気圧低下が評価対象施設に与える荷重を評価し、これらの複合荷重と建家の保有水平耐力を比較することにより、評価対象施設の構造健全性に影響が及ぶ可能性を評価した。

## 5. 評価条件

- (1) 気象庁の竜巻等の突風データベースによると、竜巻による被害が発生する長さは、最大でも約 20 km であること<sup>[2]</sup>から、施設から半径 20 km を「敷地及びその周辺」とする。
- (2) 敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえ、藤田スケール F1 の竜巻(最大風速 49m/s)(以下「F1 竜巻」という。)を、設計上考慮することとする。
- (3) 原子力科学研究所内における想定飛来物に係る現地調査結果と「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」を参考に設計飛来物を選定し、設計飛来物について各施設への影響を評価する。

## 6. 評価

### (1) 竜巻による飛来物の影響評価

想定飛来物について、竜巻による物体の浮上・飛来解析コード TONBOS<sup>[3]</sup>を用い、ランキン渦モデルに基づいて飛散距離、飛散高さ、最大水平速度、最大鉛直速度を算出し、運動エネルギーを評価し、運動エネルギーが最大となるものを設計飛来物とした。また、飛散高さが正の値となるものを浮上有と判断した。想定飛来物の選定結果を表-2-3-2.2 に示す。ここで敷地内において想定される各種飛来物を空力パラメータにより評価した<sup>[4]</sup>。 $C_D A$ については飛来物の各方向の抗力係数と見附面積の積の平均値を用いた。飛来物の抗力係数及び見附面積については、表-2-3-2.1 及び図-2-3-2.1 に示す。

空力パラメータは、以下の式を用いて計算した。

$$\frac{C_D A}{m} = \frac{0.33(C_{D1}A_1 + C_{D2}A_2 + C_{D3}A_3)}{m} \quad (\text{式}-2-3-2.1)$$

ここで、

$C_D A/m$  : 空力パラメータ [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ]

$C_D$  : 抗力係数(形状を考慮し、2.0、1.2、0.7 から適切な値を選定する<sup>[5]</sup>)

$A$  : 物体の見附面積 [ $\text{m}^2$ ]

$m$  : 質量 [ $\text{kg}$ ]

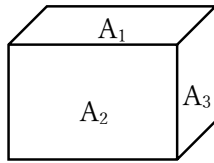
$C_{D1}$ 、 $C_{D2}$ 、 $C_{D3}$  : 各面の抗力係数

$A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  : 各面の見附面積 [ $\text{m}^2$ ] (表-2-3-2.2 の各想定飛来物の寸法より算出)

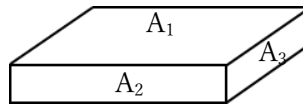
である。

表-2-3-2.1 飛来物の抗力係数

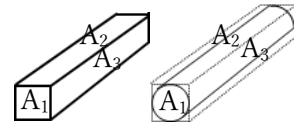
飛来物形状	$C_{D1}$	$C_{D2}$	$C_{D3}$
塊状物体	2.0	2.0	2.0
板状物体	2.0	1.2	1.2
棒状物体	2.0	0.7	0.7



塊状物体



板状物体



棒状物体

図-2-3-2.1 飛来物の見附面積



表-2-3-2.2 想定飛来物の選定結果

名称	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	質量 (kg)	空力パラメータ (m <sup>2</sup> /kg)	最大水平速度 (m/s)	運動エネルギー (kJ)	飛来物選定の考え方
カラーコーン	0.40	0.40	0.70	1.0	0.234960	45	2	配電盤に包絡される
スピーカー	0.60	0.60	0.60	3.6	0.198000	45	4	配電盤に包絡される
自転車	1.90	1.10	0.60	25	0.083688	41	21	配電盤に包絡される
看板	0.30	0.40	0.80	2.0	0.176880	44	2	配電盤に包絡される
消火器箱	0.20	0.30	0.70	28	0.009664	0	0	浮上しない
バリケード	1.20	0.05	0.40	20	0.006897	0	0	浮上しない
グレーチング	0.50	0.50	0.05	17	0.010871	0	0	浮上しない
マンホール蓋	0.60	0.60	0.05	78	0.003351	0	0	浮上しない
ベンチ	1.80	0.56	0.74	10	0.144239	44	10	配電盤に包絡される
空調室外機	0.30	0.25	0.80	60	0.005665	0	0	浮上しない
鋼製材	4.20	0.30	0.20	135	0.006453	0	0	浮上しない
コンクリート板	1.50	1.00	0.15	540	0.002108	0	0	浮上しない
配電盤	0.70	0.40	1.40	60	0.020020	33	32	設計飛来物に選定する
自動販売機	0.82	1.38	1.83	500	0.006808	0	0	浮上しない
トラック	5.00	1.90	1.30	4750	0.002566	0	0	浮上しない
クレーン車	12.00	6.30	4.99	102500	0.001075	0	0	浮上しない
乗用車 (ミニバン)	4.885	1.84	1.905	2110	0.006819	0	0	浮上しない

設計飛来物に選定した配電盤について、建家衝突時の影響を評価した結果を表-2-3-2.3 に示す。コンクリート構造物の水平方向の貫通限界厚さ及び水平方向の裏面剥離厚さはそれぞれ、修正 NDRC 式、Degen 式及び Chang 式を用いて計算した。また、鋼板部の貫通限界厚さは BRL 式を用いて計算した。なお、評価対象施設の中で最もコンクリート強度の値が小さい施設の値 (180 kg/cm<sup>2</sup>) を用いて、コンクリートの各種限界厚さを算出している (各評価対象施設のコンクリート強度を表-2-3-2.4 に示す)。

修正 NDRC 式 :  $x_c$  [m]

$$x_c = 0.23 \times \alpha_c \sqrt{4KWND \left( \frac{V}{1000D} \right)^{1.8}} \quad (\text{式}-2-3-2.2)$$

ここで、

- $x_c$  : 貫入深さ (m)
- $K$  :  $180/\sqrt{F_c}$
- $W$  : 重量 (kg)
- $F_c$  : コンクリート強度 (N/m<sup>2</sup>)
- $D$  : 飛来物直径 (m)
- $V$  : 衝突速度 (m/s)
- $N$  : 形状係数 0.72 (配電盤)
- $\alpha_c$  : 飛来物低減係数 1

である。

Degen 式 :  $t_p$  [m]

$$t_p = \alpha_p D \left\{ 2.2 \left( \frac{x_c}{\alpha_c D} \right) - 0.3 \left( \frac{x_c}{\alpha_c D} \right)^2 \right\} \quad (\text{式}-2-3-2.3)$$

ここで、

- $t_p$  : 貫通限界厚さ (m)
- $\alpha_p$  : 飛来物低減係数 1

である。

Chang 式 :  $t_s$  [m]

$$t_s = 4.44 \times 1.84 \times \alpha_s \times \left\{ \frac{V_0}{V} \right\}^{0.13} \frac{(MV^2)^{0.4}}{(D/12)^{0.2} (144fc)^{0.4}} \quad (\text{式}-2-3-2.4)$$

ここで、

- $t_s$  : 裏面剥離限界厚さ (m)
- $V_0$  : 基準速度 (=61) (m/s)
- $V$  : 衝突速度 (m/s)
- $M$  : 質量 (kg)
- $D$  : 飛来物直径 (m)
- $fc$  : コンクリート強度 (N/m<sup>2</sup>)
- $\alpha_s$  : 飛来物低減係数 1

である。

BRL 式 :  $T$  [m]

$$T^{3/2} = \frac{0.5MV^2}{1.4396 \times 10^9 K^2 D^{3/2}} \quad (\text{式}-2-3-2.5)$$

ここで、

$T$  : 鋼板部の貫通限界厚さ(m)

$M$  : 飛来物質量(kg)である。

表-2-3-2.3 設計飛来物の影響評価結果

	飛来距離*	飛散高さ*	最大水平速度*	コンクリート構造物の貫通限界厚さ(水平)**	コンクリート構造物の裏面剥離限界厚さ(水平)***	鋼板部の貫通限界厚さ(水平)****
	(m)	(m)	(m/s)	(mm)	(mm)	(mm)
配電盤	123	5	33	50	139	1.3

\* TONBOS コードによる

\*\* 修正 NDRC 式、Degen 式による

\*\*\* Chang 式による

\*\*\*\*BRL 式による

設計飛来物の飛散高さを評価した結果、評価対象施設（排気筒を除く）の屋根に到達することはない。また、設計飛来物が評価対象施設へ水平方向に衝突する場合について、各種限界厚さと評価対象施設の壁厚と比較した結果を表-2-3-2.4 に示す。評価の結果、各評価対象施設に貫通及び裏面剥離が生じないことを確認した。

表-2-3-2.4 設計飛来物による貫通及び裏面剥離評価結果

	評価対象	部材厚さ (mm)	コンクリート強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	貫通限界厚さ (mm)	裏面剥離限界厚さ (mm)	評価結果	
						貫通	裏面剥離
原子炉建家円筒壁	コンクリート壁	400	180	50	139	無	無
使用済燃料貯槽室	コンクリート壁	150	180	50	139	無	無
燃料管理施設	コンクリート壁	275	210	50	139	無	無
	金属扉	1.6	—	1.3	—	無	—
使用済燃料貯蔵施設	コンクリート壁	250	210	50	139	無	無
実験利用棟	コンクリート壁	200	210	50	139	無	無
原子炉制御棟	コンクリート壁	300	210	50	139	無	無
排気筒	コンクリート壁	295	180	50	139	無	無

以上より、設計飛来物による各評価対象施設への影響はない。

(2) 建家に作用する荷重の評価

建家に作用する風圧と気圧低下の複合荷重評価には、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に記載されている以下の評価式を用いた。

複合荷重 :  $W_{T1}$  [kN]

$$W_{T1} = W_p \quad (\text{式} - 2 - 3 - 2.6)$$

複合荷重 :  $W_{T2}$  [kN]

$$W_{T2} = W_W + 0.5W_p + W_M \quad (\text{式}-2-3-2.7)$$

排気筒に生じる n 層目の複合荷重 :  $W_{T2}^n$  [kN]

$W_{T2}^n$  (n=1, 2, ..., 9) とすると、

$$(\text{n 層目の曲げモーメント}) = \sum_{k=n}^9 \{W_{T2}^k \times 5(k-n+1)\} \text{ [kN} \cdot \text{m]} \quad (\text{式}-2-3-2.8)$$

気圧差による荷重 :  $W_p$  [kN]

$$W_p = \Delta p_{max} A \quad (\text{式}-2-3-2.9)$$

最大気圧低下量 :  $\Delta p_{max}$  [hPa]

(想定風速及び「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」式 3-4 による)

$$\Delta p_{max} = 22 \quad (\text{式}-2-3-2.10)$$

風圧力による荷重 :  $W_W$  [kN]

(「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」式 4-1 による)

$$W_W = qGC A \quad (\text{式}-2-3-2.11)$$

速度圧 :  $q$  [kPa]

(「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」式 4-2 による)

$$q = \frac{1}{2} \rho V_D^2 \quad (\text{式}-2-3-2.12)$$

空気密度 :  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]

(「建築物荷重指針・同解説 (2015)」<sup>[6]</sup> 式 A6.1 による)

$$\rho = 1.22 \quad (\text{式}-2-3-2.13)$$

最大風速 :  $V_D$  [m/s]

$$V_D = 49 \quad (\text{式}-2-3-2.14)$$

風力係数 :  $C$  [-] (JNES-RE-2013-9009<sup>[4]</sup>による)

$$C = 1.3 \quad (\text{式}-2-3-2.15)$$

飛来物による衝撃荷重 :  $W_M$  [kN]

$$W_M = mV_M^2 / L \quad (\text{式}-2-3-2.16)$$

ここで、

$A$  : 施設の受圧面積 (設工認<sup>[7][8][9][10]</sup>に記載されている各施設の短辺方向の長さ  
に各層の高さを乗じて算出)

$G$  : ガスト係数 1.0

$m$  : 想定飛来物の質量 [kg]

$V_M$  : 想定飛来物の衝突速度 [m/s]

$L$  : 想定飛来物の最も短い辺の長さ [m]

$n$  : 排気筒の層数

である。

想定される飛来物及びその衝突速度については、設計飛来物である配電盤 (衝撃荷重 155kN) を複合荷重の評価に用いた。

なお、衝撃荷重については、式-2-3-2.16 を用いて計算し、衝突による影響が大きくなる向きで衝突することを考慮した。設計飛来物である配電盤は飛散高さが 5m であるが、各施設における評価においては全ての階層に衝突するものとして評価した。また、複合荷重は施設の弱軸方向に作用させることとした。

式-2-3-2.6 及び式-2-3-2.7 により算出された複合荷重と評価対象施設（原子炉建家屋根及び排気筒を除く。）の保有水平耐力<sup>[7] [8] [9] [10]</sup>の比較を表-2-3-2.5 に示す。いずれの高さについても複合荷重は建家の保有水平耐力を大きく下回っている。

原子炉建家屋根については、解析モデルとして3次元FEM（有限要素法）モデルを使用し、応力解析には汎用構造解析コード「iGen(MIDAS Information Technology Co., Ltd)」を用いている。上式により算出された複合荷重によって屋根が破断しないことを確認するため、構成部材に発生する応力と許容応力の比（部材検定比）が1を超えないことを確認する。屋根を構成する部材のうち最も評価が厳しくなる評価結果を表-2-3-2.6 に示す。表-2-3-2.6 の結果より、部材検定比が1を超えないことを確認した。排気筒については、式-2-3-2.8 により算出された複合荷重により生じる曲げモーメントと排気筒の持つ終局曲げモーメント<sup>[8]</sup>の比較を表-2-3-2.7 に示す。いずれの高さについても複合荷重により生じる曲げモーメントは排気筒の終局曲げモーメントを大きく下回っている。

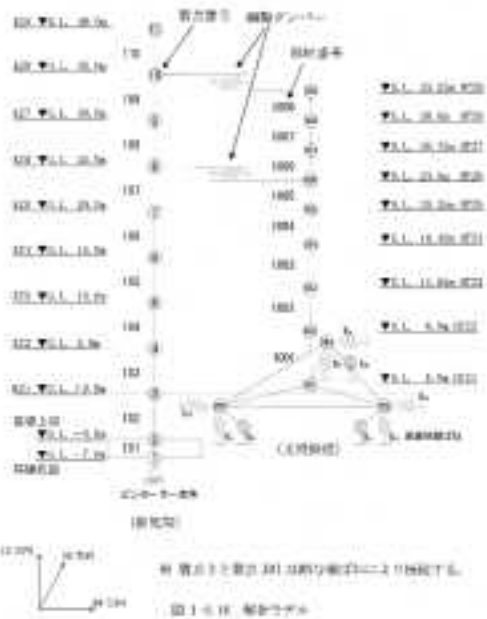
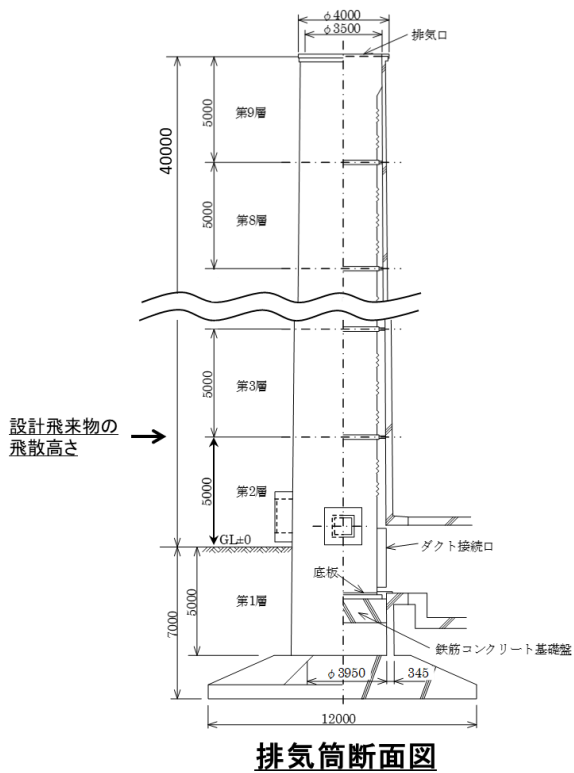
なお、終局曲げモーメントについては、「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の許可申請書(その3)」<sup>[8]</sup> 添 1-5-23 に記載されている表-1-5.12 排気筒曲げのスケルトンカーブ(M-φ関係)より引用している。

(参考) 排気筒 曲げのスケルトンカーブ (M-φ関係) <sup>[8]</sup>

部材番号*	M <sub>1</sub> (×10 <sup>3</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-3</sup> m <sup>-1</sup> )	M <sub>2</sub> (×10 <sup>3</sup> kN・m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-3</sup> m <sup>-1</sup> )	M <sub>3</sub> (×10 <sup>3</sup> kN・m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-3</sup> m <sup>-1</sup> )	備考
110	2.34	0.0428	2.92	0.400	4.17	16.21	地上
109	3.08	0.0451	3.46	0.392	4.78	15.40	
108	3.98	0.0458	5.43	0.393	7.49	13.59	
107	5.10	0.0468	6.62	0.385	8.90	13.24	
106	6.03	0.0471	9.38	0.386	12.87	11.60	
105	7.05	0.0474	11.98	0.384	16.58	8.43	
104	8.14	0.0476	14.32	0.380	19.82	7.67	
103	9.35	0.0478	16.71	0.375	23.09	7.10	
102	10.89	0.0484	20.55	0.373	28.43	6.36	地下

\* 部材番号 101 は線形とする。

上表において、M<sub>1</sub>は第一折点の曲げモーメント、M<sub>2</sub>は第二折点の曲げモーメント、M<sub>3</sub>は終局曲げモーメント、φ<sub>1</sub>は第一折点の曲率、φ<sub>2</sub>は第二折点の曲率、φ<sub>3</sub>は終局点の曲率を表す。



排気筒解析モデル図（設工認その3<sup>[8]</sup>より抜粋）

参考図 排気筒の各層と部材番号対応図

表-2-3-2.5 複合荷重と各施設の保有水平耐力の比較

	方向	層	壁高さ (m)	受圧面積 [7][8][9][10] (m <sup>2</sup> )	保有水平耐力 [7][8][9][10] (kN)	風圧力による荷重 (kN)	気圧差による荷重 (kN)	飛来物による衝撃荷重 (kN)	複合荷重 W <sub>T1</sub> (kN)	複合荷重 W <sub>T2</sub> (kN)
原子炉建家	NS*	5	4.0	130	63684	247	275	155	275	539
		4	4.0	130	82719	494	549	155	549	923
		3	4.5	146	74138	772	858	155	858	1355
		2	4.5	146	63027	1049	1166	155	1166	1787
		1	4.8	156	47288	1345	1495	155	1495	2248
使用済燃料貯槽室	NS*	3	3.8	91	4151.2	172	191	155	191	423
		2	4.9	117	7171.5	394	438	155	438	768
		1	5.0	120	9085.5	622	692	155	692	1123
燃料管理施設	NS*	3	4.0	90	6617.7	170	189	155	189	420
		2	5.3	119	10073.1	395	439	155	439	770
		1	5.0	112	13107.7	608	675	155	675	1100
使用済燃料貯蔵施設	EW*	2	7.0	242	16953.6	461	512	155	512	872
		1	6.9	239	24454.7	915	1017	155	1017	1578
実験利用棟	NS*	4	1.3	76	25893.6	145	161	155	161	380
		3	3.4	199	34901	522	580	155	580	967
		2	5.3	309	52443	1111	1234	155	1234	1882
		1	5.6	327	110938	1732	1925	155	1925	2850
原子炉制御棟	NS*	2	5.9	117	18119.5	223	248	155	248	502
		1	4.2	83	32424.7	381	424	155	424	748

\* 短辺方向が弱軸であるため。

表-2-3-2.6 原子炉建家屋根の部材検定比と複合荷重

	方向	層	風圧力による荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	気圧差による荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	飛来物による 衝撃荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	複合荷重 W <sub>T1</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	複合荷重 W <sub>T2</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	部材検定比
原子炉建家	NS・EW	屋根(上面)	-1.046~0.586	2.200	0	2.200	0.054~1.686	0.67
原子炉建家	NS・EW	屋根(側面)	1.904	2.200	0	2.200	3.004	0.71

表-2-3-2.7 排気筒の終局曲げモーメント<sup>[8]</sup>と複合荷重による曲げモーメントの比較

	方向	層	壁高さ (m)	受圧面積 *** <sup>[8]</sup> (m <sup>2</sup> )	終局曲げ モーメント <sup>[8]</sup> (kN・m)	風圧力による荷重 (kN)	気圧差による荷重 (kN)	飛来物による 衝撃荷重 (kN)	複合荷重 (kN)	複合荷重 (kN)	複合荷重による 曲げモーメント (kN・m)
排気筒**	NS・EW	9	5.0	23.2	4170	45	50	—	50	70	344
		8	5.0	23.2	4780	45	50	—	50	70	1031
		7	5.0	23.2	7490	45	50	—	50	70	2062
		6	5.0	23.2	8900	45	50	—	50	70	3437
		5	5.0	23.2	12870	45	50	—	50	70	5155
		4	5.0	23.2	16580	45	50	—	50	70	7216
		3	5.0	23.2	19820	45	50	155	50	225	10397
		2	5.0	23.2	23090	45	50	—	50	70	13921
		1	5.0	23.2	28430	45	50	—	50	70	17788

\*\* 風圧力による荷重、気圧差による荷重については各層への等分布荷重とし、設計飛来物による衝突は飛散高さ(5m)に相当する層にのみ作用させる。

\*\*\* 保守的に地上1層目(GL±0)の外径を全ての層に用いて算出している。



## 7. 評価結果

本評価で想定する最大風速 49m/s により生じる複合荷重によって各評価対象施設の構造健全性が損なわれないことから、藤田スケール F1 の竜巻は J R R - 3 原子炉施設の安全機能に有意な影響を及ぼすことが無いことを確認した。

#### 参考文献

- [1] 原子力規制委員会, 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」, 平成 26 年 9 月
- [2] 気象庁, 「竜巻等の突風データベースホームページ」  
<<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/list/40.html>>  
(平成 29 年 6 月アクセス)
- [3] 電力中央研究所報告, 「竜巻による物体の浮上・飛来解析コード TONBOS の開発 (N14002)」, 平成 26 年 6 月
- [4] 独立行政法人原子力安全基盤機構, 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (案) 及び解説」, 平成 25 年 10 月
- [5] 東京工芸大学, 「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」, 平成 23 年 2 月
- [6] 日本建築学会, 「建築物荷重指針・同解説 (2015)」, 平成 27 年 2 月
- [7] 「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 2)」(平成 31 年 4 月 24 日原規規発第 1904243 号をもって認可)
- [8] 「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 3)」(平成 31 年 3 月 14 日原規規発第 1903142 号をもって認可)
- [9] 「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 4)」(平成 31 年 4 月 5 日原規規発第 1904051 号をもって認可)
- [10] 「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 5)」(平成 31 年 3 月 14 日原規規発第 1903143 号をもって認可)

### 3. 耐震性に関する添付説明書

#### 3-1. 耐震性に関する説明書

#### 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針

#### 3-3. 配管及び容器の耐震強度評価の基本方針

##### 3-3-1. 配管の耐震強度評価の方針

##### 3-3-2. 容器の耐震強度評価の方針

##### 3-3-2-1. 四脚たて置円筒形容器

##### 3-3-2-2. 横置二胴円筒形容器

#### 3-4. 耐震性に関する添付計算書

##### 3-4-1. 原子炉容器等の耐震強度評価

##### 3-4-1-1. 上部遮蔽体の耐震強度評価

##### 3-4-1-2. 下部遮蔽体の耐震強度評価

##### 3-4-2. 原子炉冷却系統施設の耐震強度評価

##### 3-4-2-1. 1次冷却材熱交換器の耐震強度評価

##### 3-4-2-2. 1次冷却系設備主配管の耐震強度評価

##### 3-4-2-3. 2次冷却系設備主配管の耐震強度評価

##### 3-4-2-4. 重水溢流タンクの耐震強度評価

##### 3-4-2-5. 重水系設備主配管の耐震強度評価

##### 3-4-2-6. ヘリウム圧縮機の耐震強度評価

##### 3-4-2-7. ヘリウム系設備主配管の耐

## 震強度評価

- 3-4-2-8. サイフオンブレイク弁及び  
接続管の耐震強度評価
- 3-4-2-9. 原子炉プール溢流タンクの  
耐震強度評価
- 3-4-3. 計測制御系統施設の耐震強度評価
  - 3-4-3-1. 核計装案内管の耐震強度評  
価
  - 3-4-3-2. 制御棒駆動機構及び制御棒  
駆動機構案内管の地震応答  
解析
  - 3-4-3-3. 制御棒駆動機構及び制御棒  
駆動機構案内管の耐震強度  
評価
  - 3-4-3-4. 重水ダンプ弁の接続管の耐  
震強度評価
- 3-4-4. 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震強  
度評価
  - 3-4-4-1. 炉室排気系主ダクトの耐震  
強度評価
  - 3-4-4-2. 実験利用設備排気系主ダク  
トの耐震強度評価
- 3-4-5. ダクトの耐震強度評価
- 3-4-6. 核燃料物質の取扱設備及び貯蔵設  
備の耐震強度評価
  - 3-4-6-1. 燃料搬送装置の耐震強度評  
価
  - 3-4-6-2. 使用済燃料貯蔵ラック A 型

の耐震強度評価

3-4-6-3. 使用済燃料貯蔵ラックB型の耐震強度評価

3-4-7. その他試験研究用等原子炉の附属施設の耐震強度評価

3-4-7-1. ビームチューブ接続管の耐震強度評価

3-4-7-2. 前部水封用止板の耐震強度評価

3-4-7-3. 水力照射設備主配管の耐震強度評価

3-4-7-4. 気送照射設備主配管の耐震強度評価

3-4-7-5. 放射化分析用照射設備主配管の耐震強度評価

3-4-7-6. クライオスタットの耐震強度評価

3-4-7-7. 炉室給気系主ダクトの耐震

3-5. 添付図表



### 3－1．耐震性に関する説明書

## 目次

1. 耐震設計の基本方針	添 3-1-1
2. 耐震設計上の重要度分類	添 3-1-1
3. 地震力の算定法	添 3-1-2
4. 荷重の組合せと許容限界	添 3-1-3
4.1 耐震設計上考慮する状態	添 3-1-3
4.2 荷重の種類	添 3-1-4
4.3 荷重の組合せ	添 3-1-4
4.4 許容限界	添 3-1-5
5. 機能維持の検討	添 3-1-6
6. 耐震性評価	添 3-1-6
6.1 耐震性評価の考え方	添 3-1-6
6.2 水平 2 方向及び鉛直方向の組合せに関する評価手法	添 3-1-6
6.3 機器・配管系の耐震性評価	添 3-1-7
7. 減衰定数	添 3-1-7
8. 設計用床応答スペクトル	添 3-1-7
9. 波及的破損に対する考慮	添 3-1-8



## 1. 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本方針は原子炉設置変更許可申請書に従い、次のように定める。

原子炉施設の耐震設計は、試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及びその解釈の基本的考えを参考にして以下の項目に従って行い、基準地震動による地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう原子炉施設に十分な耐震性をもたせる。

- (1) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、原子炉プール水の喪失を防止し、炉心部が露出しない構造とする。
- (2) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、安全に核的停止ができる機能を有する。
- (3) 重要度分類及び地震によって安全機能が喪失した場合の放射線による周辺公衆への影響の程度に応じて、原子炉施設の耐震設計上の重要度を3つのクラスに分類する。
- (4) 原子炉施設の構造設計及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

## 2. 耐震設計上の重要度分類

### (1) 分類の原則

原子炉施設の耐震設計上の重要度を次のS、B、Cのクラスに分類する。

Sクラス：安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばく（安全機能の喪失による周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えることをいう。）を与えるおそれのある設備・機器等を有する施設。

Bクラス：安全施設のうち、その機能を喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設。

Cクラス：Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

### (2) 重要度によるクラス別施設

プール型炉であることの特徴を考慮し、耐震設計上の重要度分類に従った各クラスに属する施設を以下に示す。また、Sクラスの施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。その際、設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響、Sクラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響並びに下位クラス施設の損傷、転倒、落下等によるSクラス施設への影響を考慮する。

Sクラス：

- (a) 炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系
- (b) 炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設
- (c) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- (d) その他

Bクラス：

- (a) 1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設
- (b) 1次冷却系に直接つながっている施設
- (c) 十分冷却した使用済燃料を保管するための施設
- (d) 放射性廃棄物を内蔵している施設
- (e) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設
- (f) 放射性物質の放出を伴うような場合その外部放散を抑制するための施設
- (g) 放射線の監視をするための設備
- (h) 重水を内蔵している施設
- (i) 炉心を保護する施設
- (j) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- (k) その他

Cクラス：

- (a) Sクラス、Bクラスに属さない施設

### 3. 地震力の算定法

原子炉施設は、以下の方法で算定される静的地震力及び動的地震力に対して耐えるよう設計する。

(1) 静的地震力

a. 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数 $C_i$ に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに、当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 $C_i$ は、標準せん断力係数 $C_0$ を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

## b. 機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記 a. に示す地震層せん断力係数  $C_i$  に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

### (2) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。Sクラスの施設については、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。弾性設計用地震動は基準地震動の応答スペクトルとの比率を 0.5 倍として設定する。Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものに基づく地震力を適用する。基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。また、J R R - 3 原子炉施設の設計用地震動は原子炉設置変更許可申請書添付書類六「5. 地震」に示す基準地震動  $S_{s-1}$  から  $S_{s-4}$ 、 $S_{s-D}$  を用いる。基準地震動  $S_s$  の応答スペクトルを図-3-1.1 に、時刻歴波形を図-3-1.2 及び図-3-1.3 に示す。

## 4. 荷重の組合せと許容限界

### 4.1 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

#### (1) 建物・構築物

##### (i) 運転時の状態

原子炉施設が運転状態にあり、通常 of 自然条件下におかれている状態。

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

##### (ii) 設計基準事故時の状態

原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

#### (2) 機器・配管

##### (i) 通常運転時の状態

原子炉の起動、停止、出力運転及び燃料交換等が計画的に行われた場合、運転条件が所定の制限値内にある運転状態。

##### (ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態

原子炉の運転状態において、原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障若しくは誤動作又は運転員の単一誤操作によって外乱が加えられた状態及びこれらと類似の頻度で発生し、原子炉施設の運転状態が計画

されていない状態。

(iii) 設計基準事故時の状態

運転時の異常な過渡変化時を超える異常状態であって、発生する頻度は稀であるが、原子炉施設の安全性を評価する観点から想定される設計基準事象が発生した状態。

#### 4.2 荷重の種類

(1) 建物・構築物

(i) 原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常の気象条件による荷重。

(ii) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(iii) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

ただし、設計基準事故時に建物・構築物に加わる荷重は特にはない。

(iv) 地震力

地震力には、地震時土圧、機器・配管からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

(2) 機器・配管

(i) 通常運転時の状態で施設に作用する荷重

(ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重

(iii) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(iv) 地震力

#### 4.3 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

(1) 建物・構築物

(i) 地震力と常時作用している荷重、運転時（通常運転時、運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。

(2) 機器・配管

(i) 地震力と通常運転時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。

(ii) 地震力と運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重とを組み合わせる。

(iii) 地震によって引き起こされるおそれがなく、かつその事象によって作用する荷重が短時間で終結する場合には地震力とは組み合わせない。

(3) 荷重の組合せ上の留意事項

(i) Sクラスの施設においては、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向

に作用するものとする。

- (ii) 明らかに他の荷重の組合せ状態での評価が厳しいことが判明している場合には、その荷重の組合せ状態での評価は行わない場合がある。
- (iii) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。
- (iv) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物等の当該部分の支持機能を検討する場合においては、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

#### 4.4 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は以下のとおりとする。

##### (1) 建物・構築物

###### (i) Sクラスの建物・構築物

- (a) 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界  
建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。
- (b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  
建物・構築物が構造物全体として十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して安全余裕を持たせることとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形、又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とする。

###### (ii) B、Cクラスの建物・構築物

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

##### (2) 機器・配管

###### (i) Sクラスの機器・配管

- (a) 弾性設計用地震力又は静的震度による地震力との組合せに対する許容限界  
降伏応力はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。
- (b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  
構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない限度に応力を制限する。

###### (ii) B、Cクラスの機器・配管

降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

## 5. 機能維持の検討

### (1) 動的機器

地震時又は地震後に動作を要求される S クラスの動的機器については、解析又は実験等により動作機能が阻害されないことを確認する。

### (2) 制御棒挿入性に係る変形に対する配慮

制御棒駆動機構は、下部遮蔽体及び炉下室から支持構造物により固定し、地震時に過大な変位が生じないように考慮する。

## 6. 耐震性評価

### 6.1 耐震性評価の考え方

S クラスである機器・配管系については、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく入力地震動によって耐震性を確認する。B クラスである機器・配管系については、弾性設計用地震動  $S_d$  に 2 分の 1 を乗じたものに基づく入力地震力によって耐震性を確認する。

### 6.2 水平 2 方向及び鉛直方向の組合せに関する評価手法

施設の耐震設計では、施設の構造から地震力の方向に対して弱軸及び強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

本申請における機器・配管系の耐震性評価では、水平 2 方向及び鉛直方向の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことを受けて既往の設工認で採用していた設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向の組合せを考慮する。組合せ方法は米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、地震時に水平 2 方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である SRSS 法を適用する。ただし、従来の水平 1 方向及び鉛直方向の組合せによって算出した応力に水平 2 方向を考慮した場合の最大の応力増加率を乗じることで、簡易的に水平 2 方向及び鉛直方向の組合せによる応力を算定する。ここで、応力増加率は下式の関係から  $\sqrt{2} \cong 1.42$  とする。なお、組合せ方法は SRSS 法のほかに、絶対値和法、代数和法も適用し、構造的に水平 2 方向の地震力の組合せが不要な機器については、考慮不要とする。また、応答の同時性を各時刻歴で考慮できる 3 方向の時刻歴波を同時に入力する方法を適用する。

$$\sqrt{\text{水平}X^2 + \text{水平}Z^2 + \text{鉛直}Y^2} < \sqrt{2} \times \sqrt{\text{MAX}[\text{水平}X^2 + \text{鉛直}Y^2, \text{水平}Z^2 + \text{鉛直}Y^2]}$$

水平 2 方向及び鉛直方向の組合せ

水平 1 方向及び鉛直方向の組合せ

### 6.3 機器・配管系の耐震性評価

具体的に確認する内容を以下に示す。

#### (1) 機器・配管

(i) JRR-3 原子炉施設の基準地震動として、応答スペクトル法による地震動  $S_s-D$  (水平方向 1 成分と鉛直方向 1 成分) と断層モデルにより策定された地震動  $S_s-1$  から  $S_s-4$  (水平方向 2 成分 (NS、EW) と鉛直方向 1 成分) の 2 種類の手法によって策定された地震動がある。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価にあたっては、時刻歴波を 3 方向同時入力する方法または、水平 2 方向それぞれについて解析し、これらを SRS 法により組合せ、水平 2 方向を考慮した場合の最大の応力増加率 1.42 を乗じる方法によって検討する。

(ii) 機器・配管系の動的解析に用いる地震力は、建物・構築物の地震応答解析結果より得られる機器・配管系の設置床における設計用床応答スペクトル及び加速度時刻歴波形に基づき算定する。

機器・配管系の動的解析は、その形状を考慮して、分布質量系、1 質点系、多質点系モデル等に置換し、スペクトルモーダル解析法、時刻歴応答解析法等により応答を求める。

### 7. 減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は、JEAC4601 に規定される値とする。以下に使用する減衰定数を示す。なお、ヘリウム系設備主配管、非常用排気設備主ダクト、炉室排気系主ダクト、水力照射設備主配管、気送照射設備主配管、放射化分析用照射設備主配管では 1.0% より大きい減衰定数は使用せず、保守的に減衰定数 1.0% を使用する。

設備	減衰定数 (%)
溶接構造物	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0
配管系 <sup>(1)</sup>	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
液体スロッシング	0.5

注(1)：配管系の減衰定数は、支持具の種類及び数量、保温材の有無により決定される配管区分による。

### 8. 設計用床応答スペクトル

機器・配管系の動的解析には、建物・構築物の地震応答解析結果より得られる機器・配管系設置床における設計用床応答スペクトルを用いる。地震動は水平 2 方向 (NS、EW) と鉛直方向 (UD) の地震波を使用する。設計用床応答スペクトルの作成概念を図-3-1.4 に示す。

なお、今回使用する動的地震力は、 $S_{s-1}(S_{d-1})$ 、 $S_{s-2}(S_{d-2})$ 、 $S_{s-3}(S_{d-3})$ 、 $S_{s-4}(S_{d-4})$ 、 $S_{s-D}(S_{d-D})$ の5種類あるため、解析の際は、これらの設計用床応答スペクトルについて包絡したものをを用いる。今回申請する評価対象設備・機器において使用する水平2方向（NS、EW）と鉛直方向（UD）の設計用床応答スペクトルを図-3-1.5 から図-3-1.20 に示す。

#### 9. 波及的破損に対する考慮

高位に分類された建物・構築物及び機器・配管は、それ自身が属するクラスに応じた地震力に対して健全であるように設計するが、さらに低位に分類された関連施設又は近傍施設の破損、変位、変形などによって、高位の施設に波及的事故が起きないように考慮する。

また、各クラスの配管系が隣接する場合、低位クラスの配管系はその破損等により高位クラスの配管系に波及的影響を与えないように考慮する。



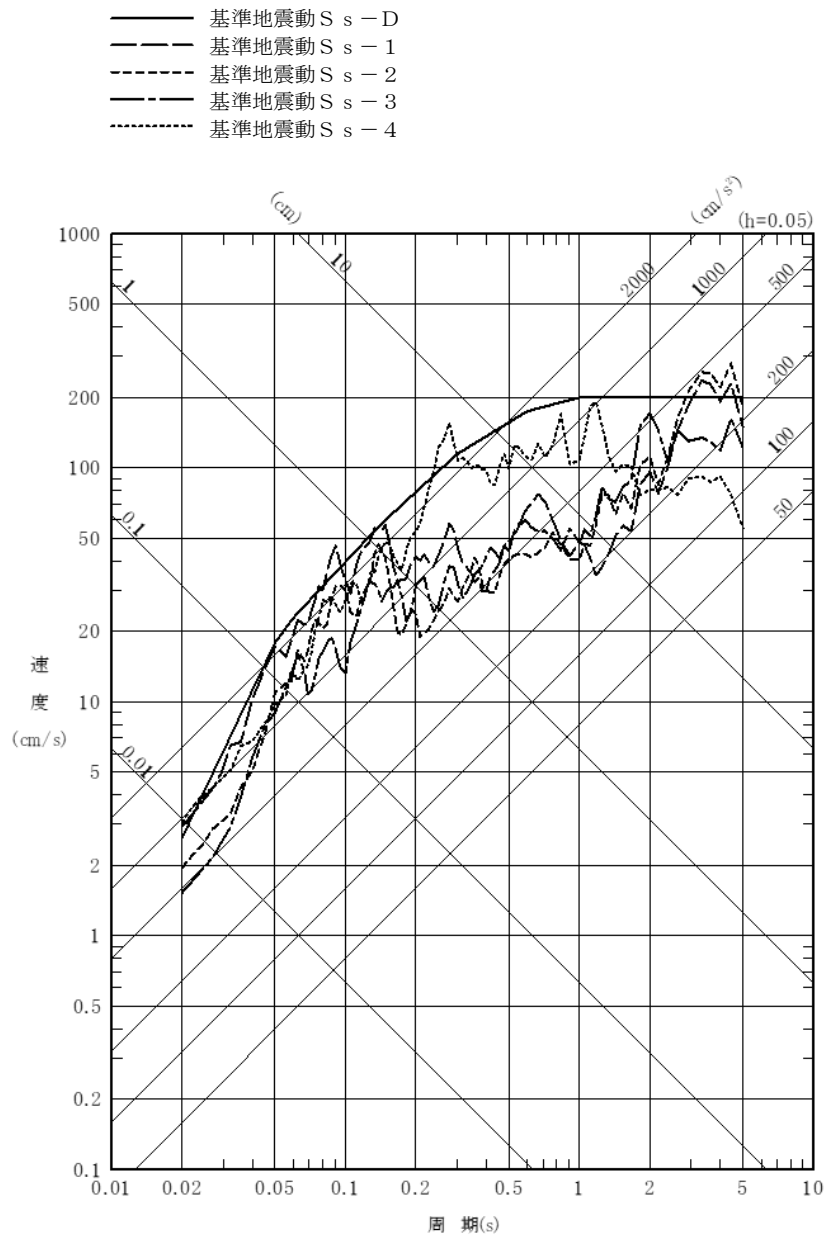


図-3-1.1(1) 基準地震動 Ss の応答スペクトル (水平方向 : NS成分)

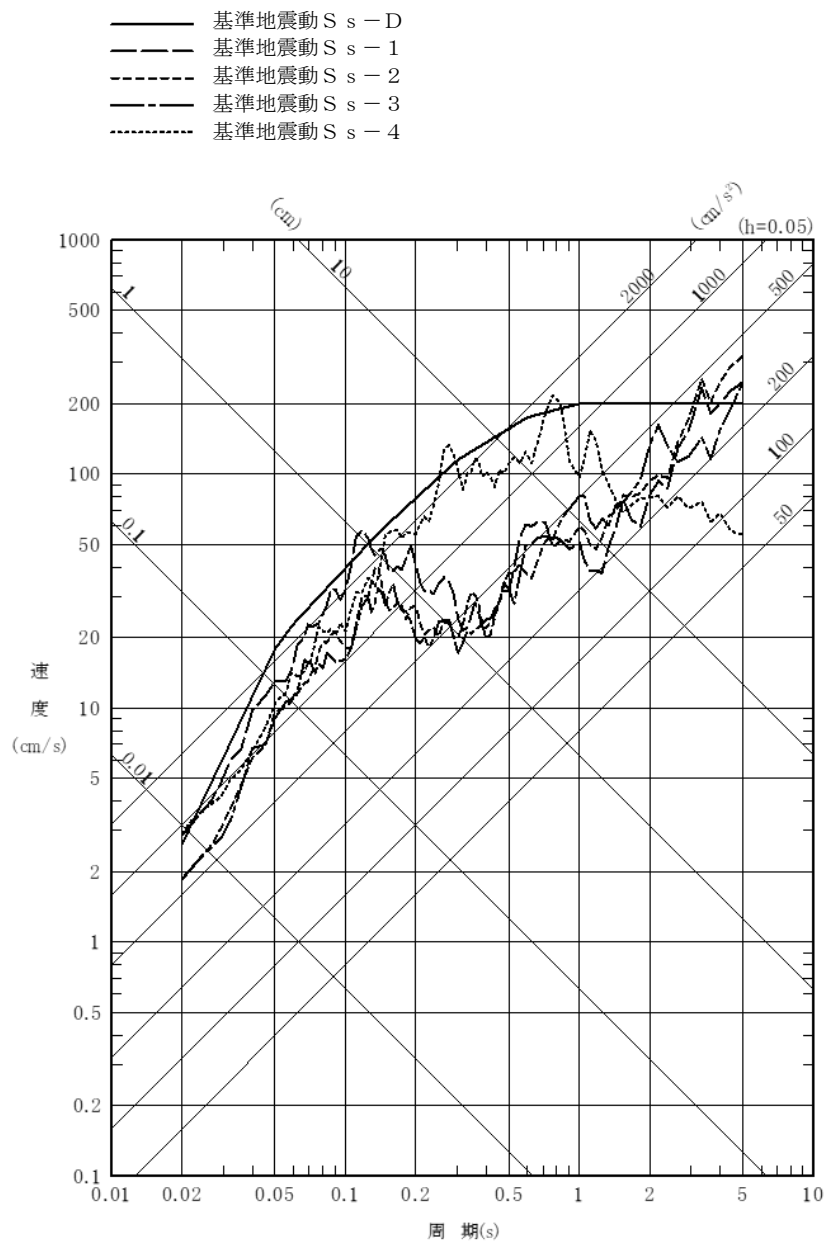


図-3-1.1(2) 基準地震動 S<sub>s</sub> の応答スペクトル (水平方向：EW成分)

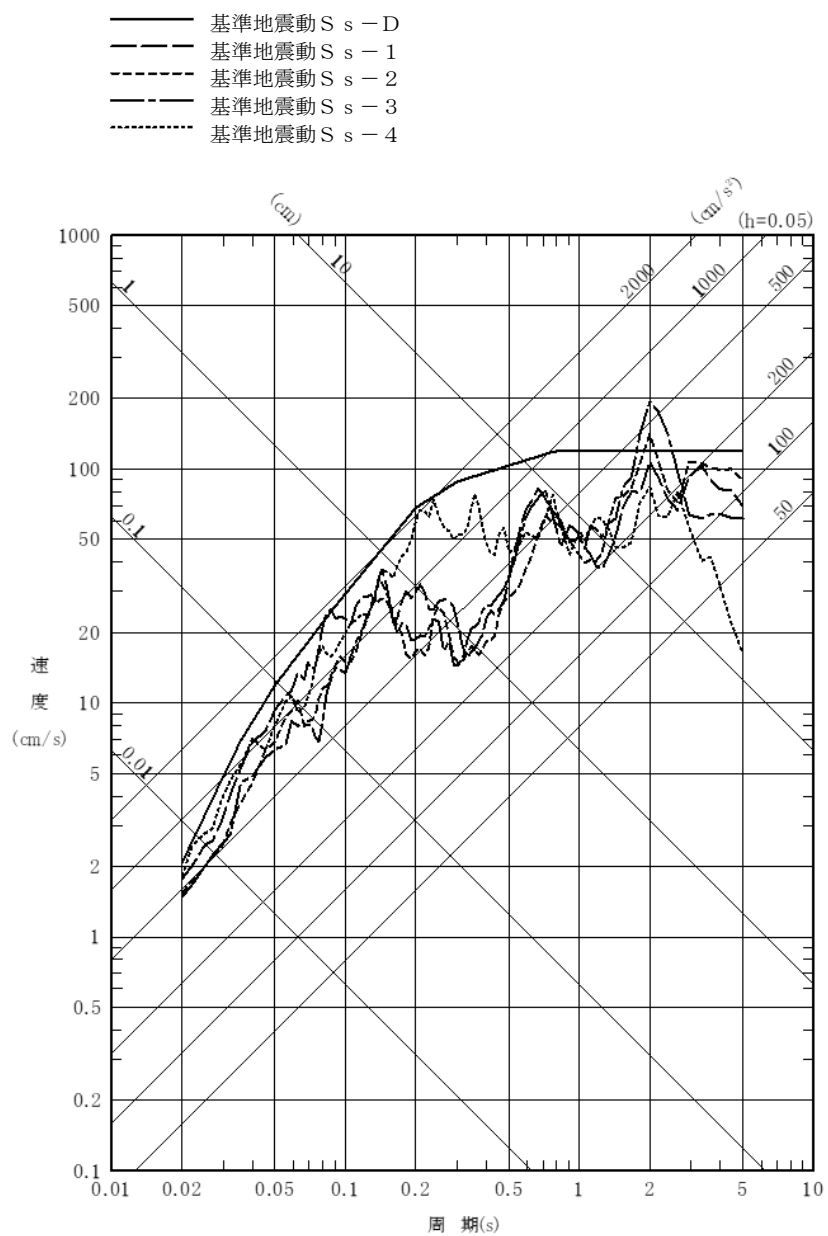
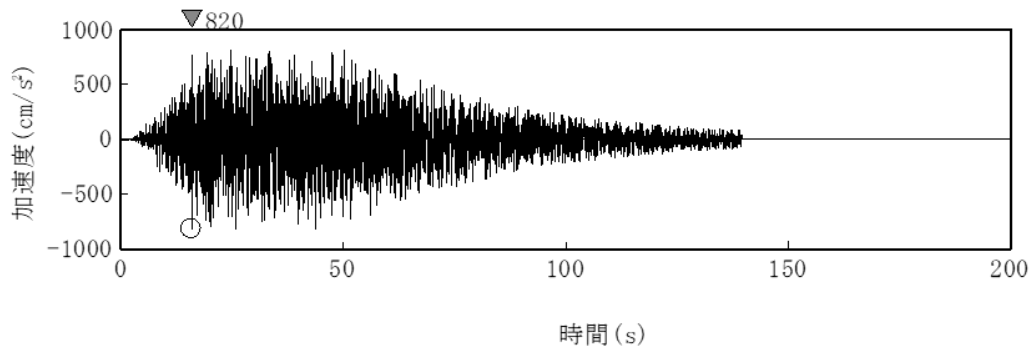
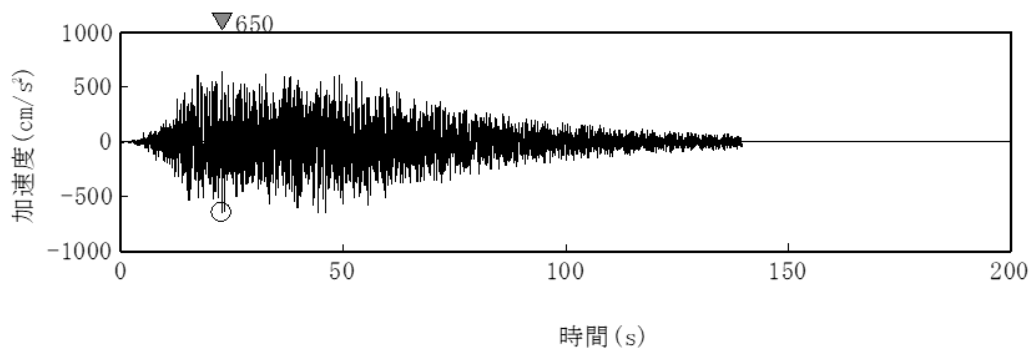


図-3-1.1(3) 基準地震動 S<sub>s</sub> の応答スペクトル (鉛直方向 : UD成分)

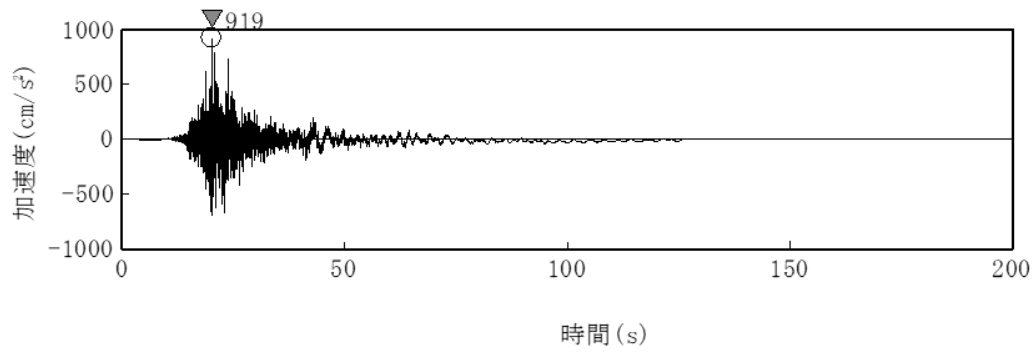


(水平成分)

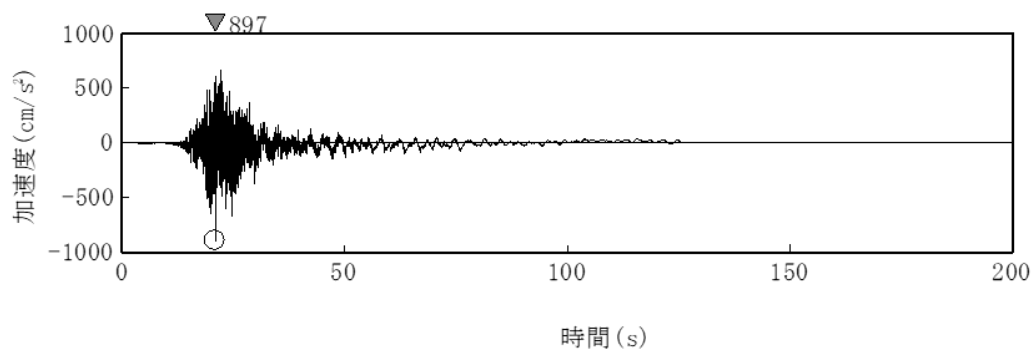


(鉛直成分)

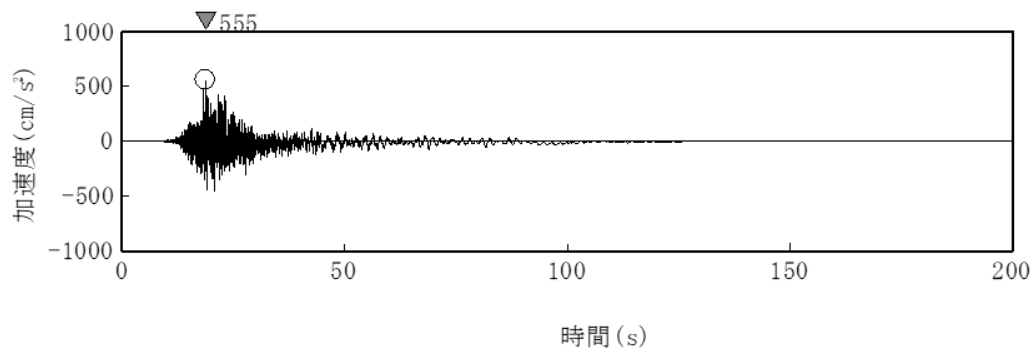
図-3-1.2 基準地震動 S<sub>s</sub>-D の時刻歴波形



(N S成分)

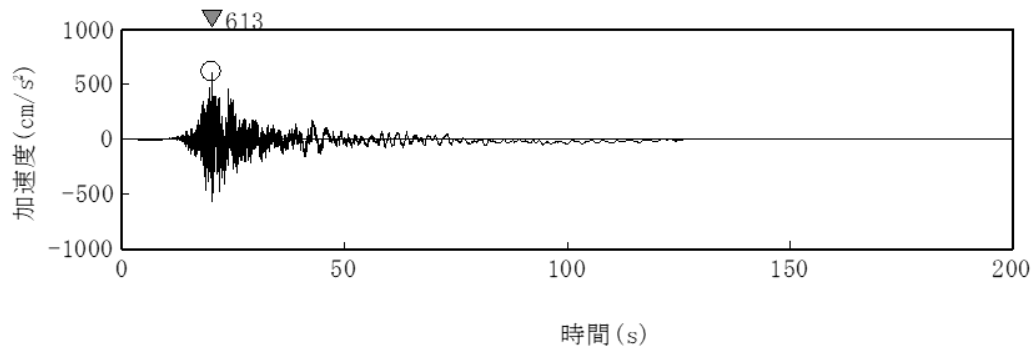


(E W成分)

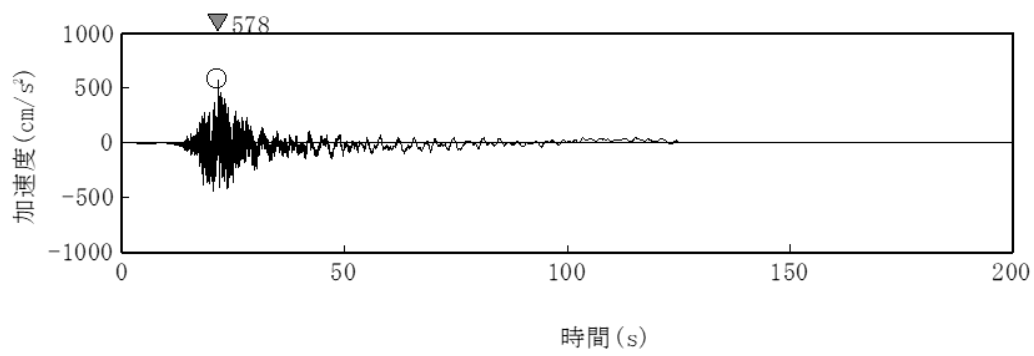


(U D成分)

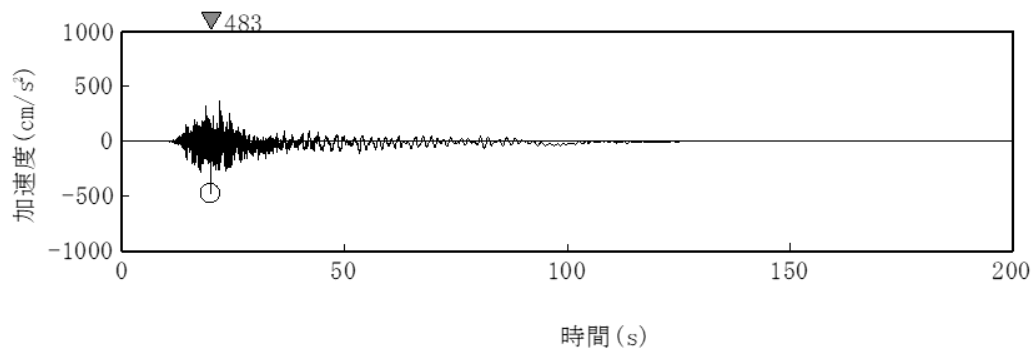
図-3-1.3(1) 基準地震動 S s - 1 の時刻歴波形



(N S成分)

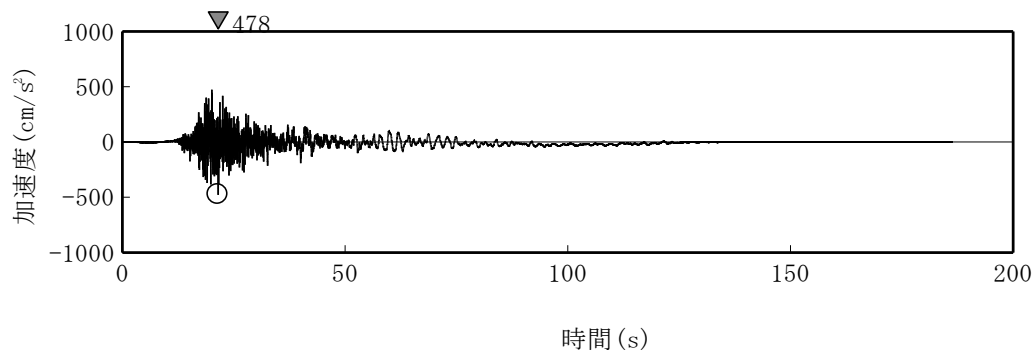


(E W成分)

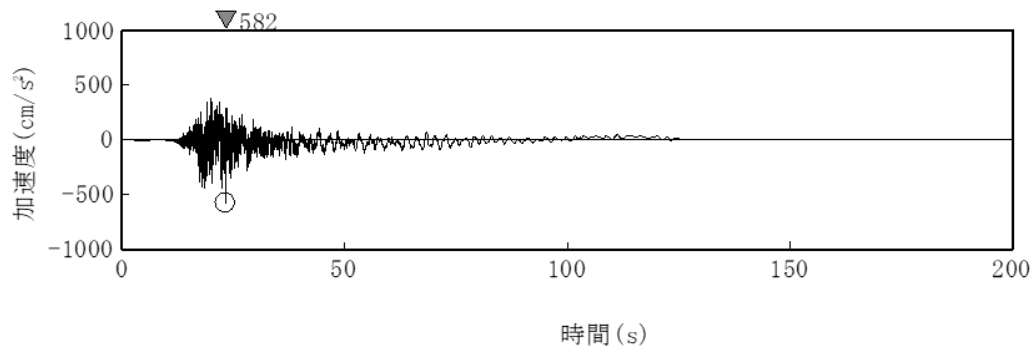


(U D成分)

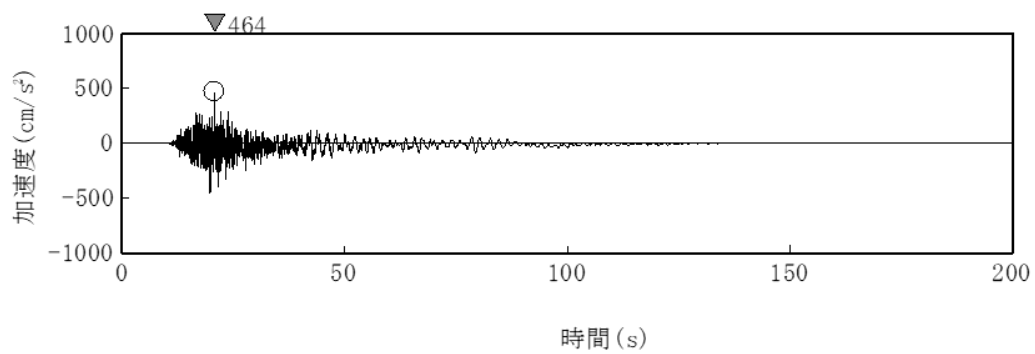
図-3-1.3(2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-2 の時刻歴波形



(NS成分)

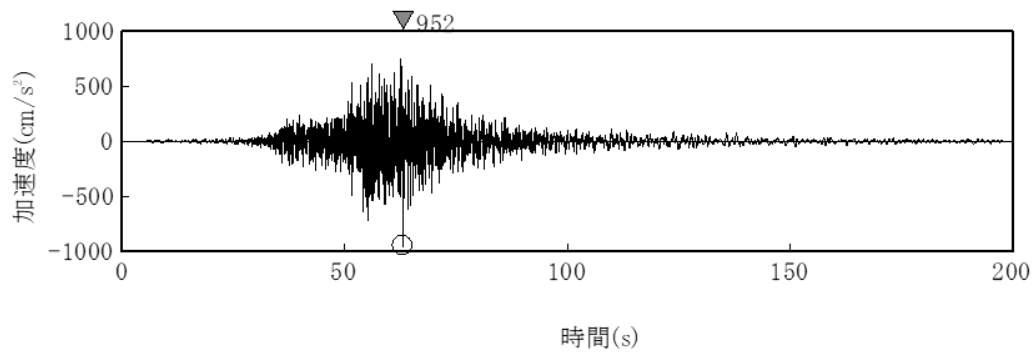


(EW成分)

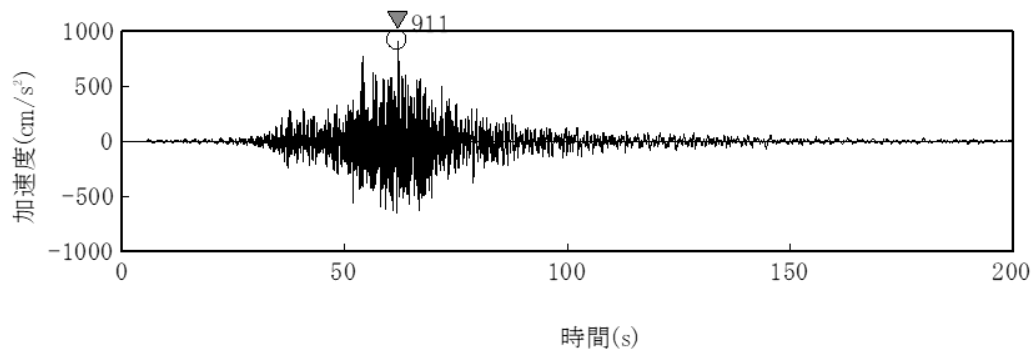


(UD成分)

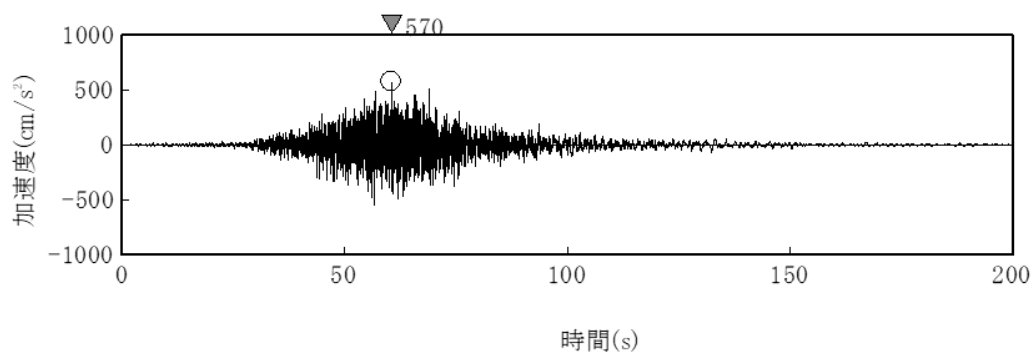
図-3-1.3(3) 基準地震動 S<sub>s</sub>-3 の時刻歴波形



(NS成分)



(EW成分)



(UD成分)

図-3-1.3(4) 基準地震動 S<sub>s</sub>-4 の時刻歴波形



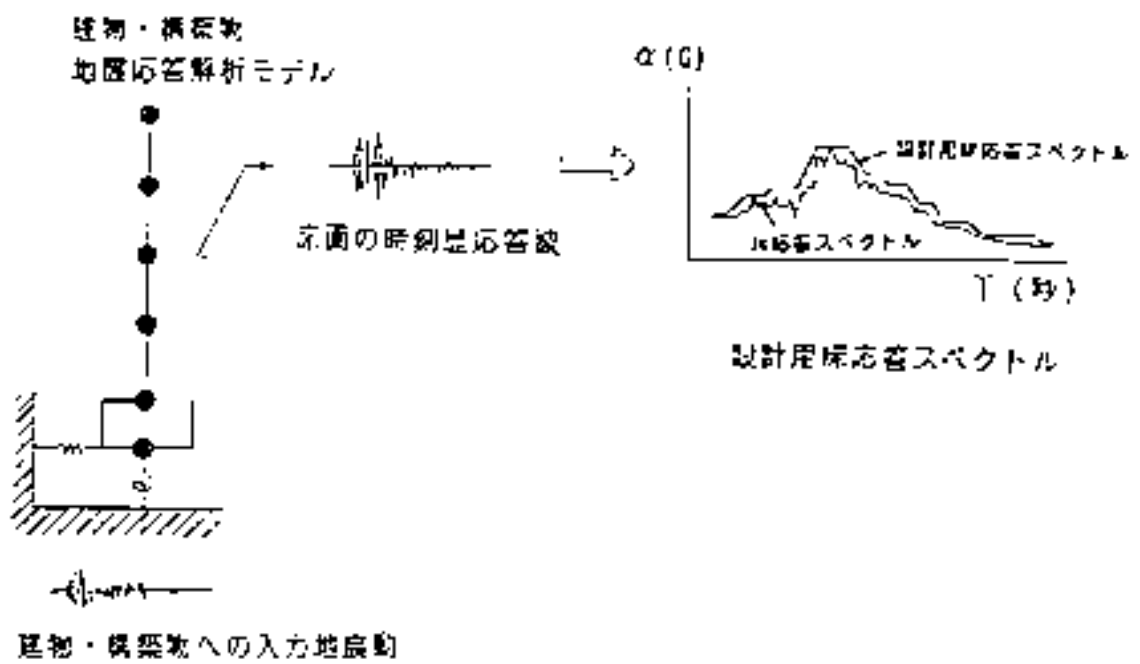


図-3-1.4 設計用床応答スペクトルの作成概念

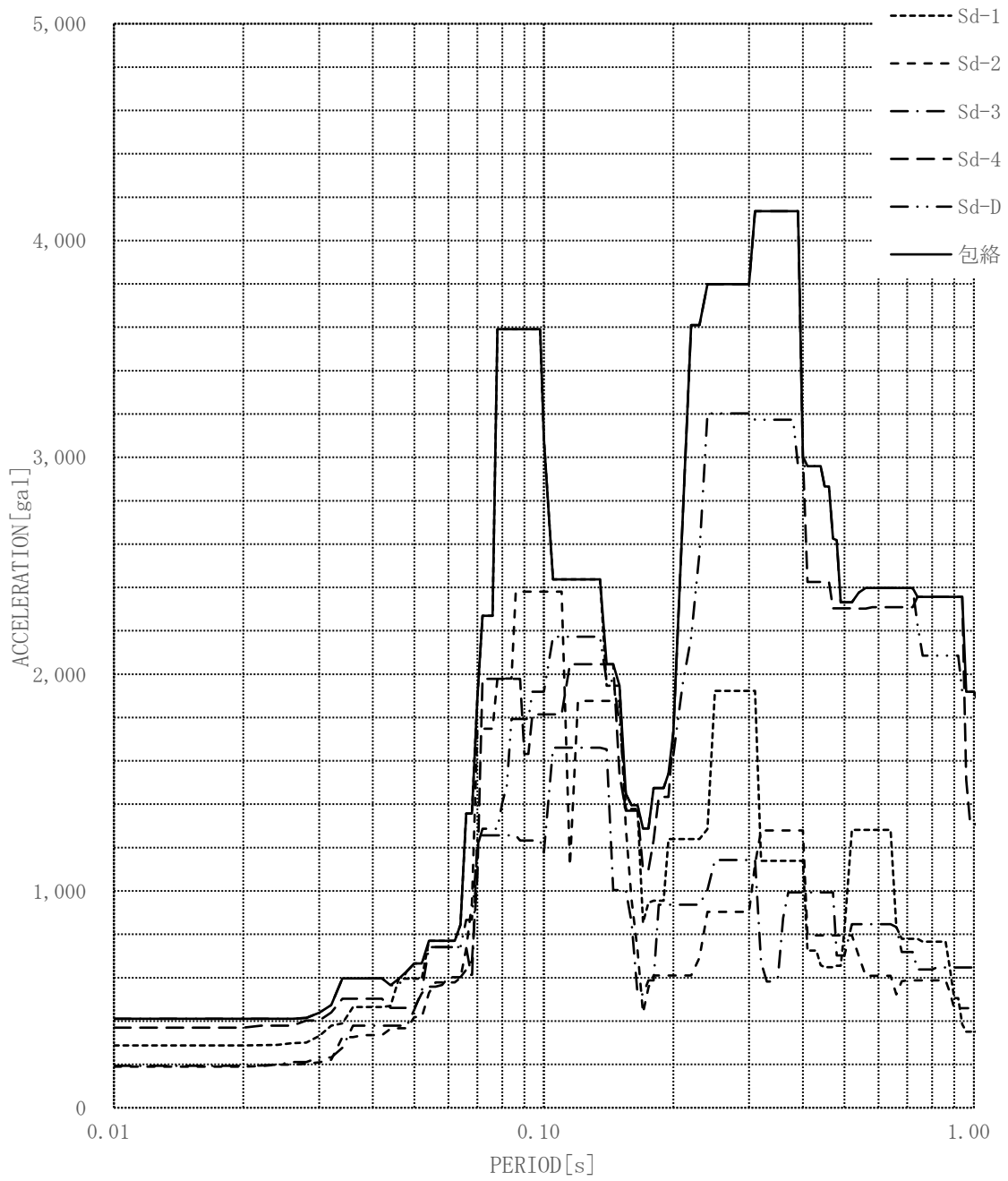


図-3-1.5 (1) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:NS, 減衰:0.5%)

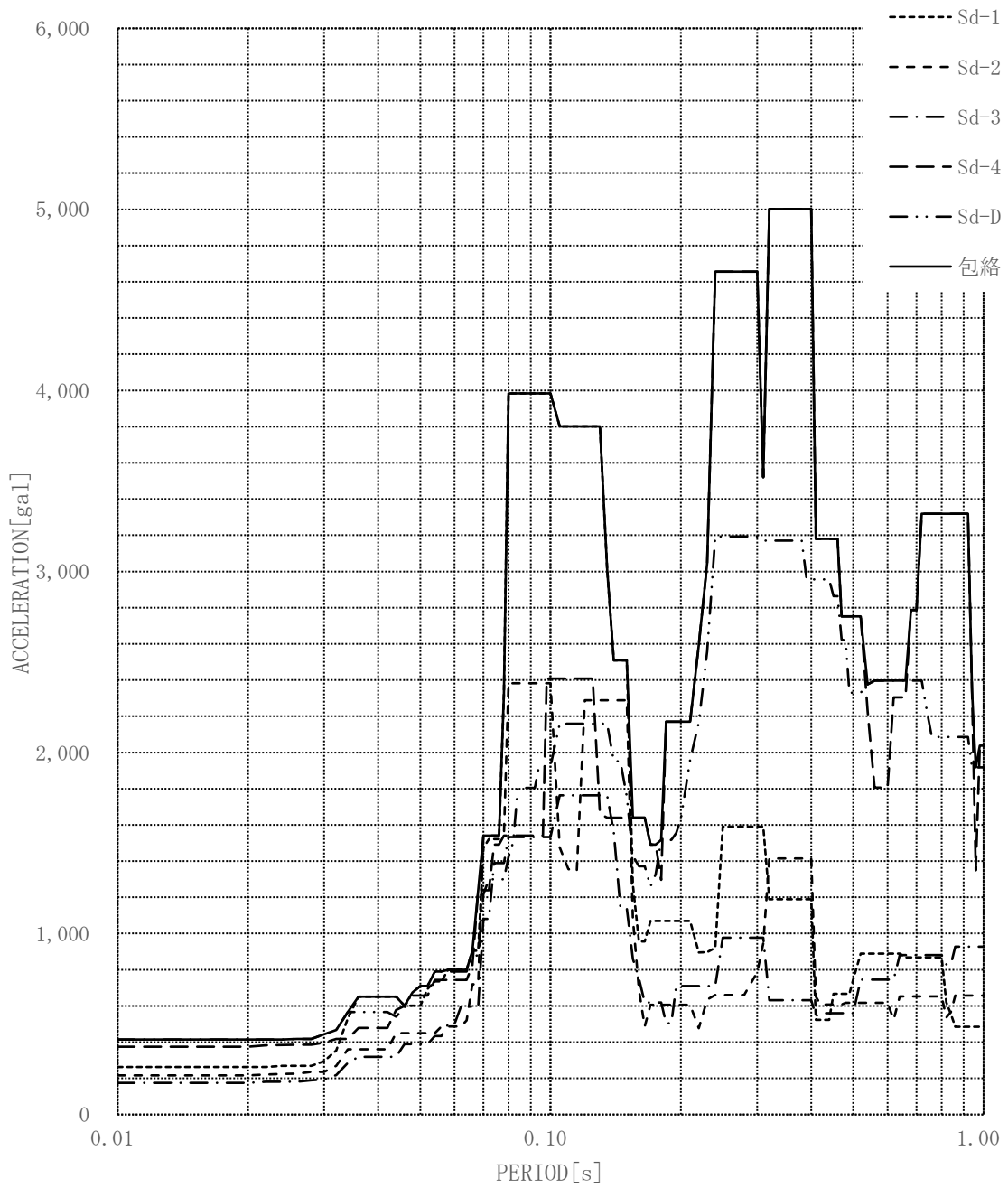


図-3-1.5 (2) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:EW, 減衰:0.5%)

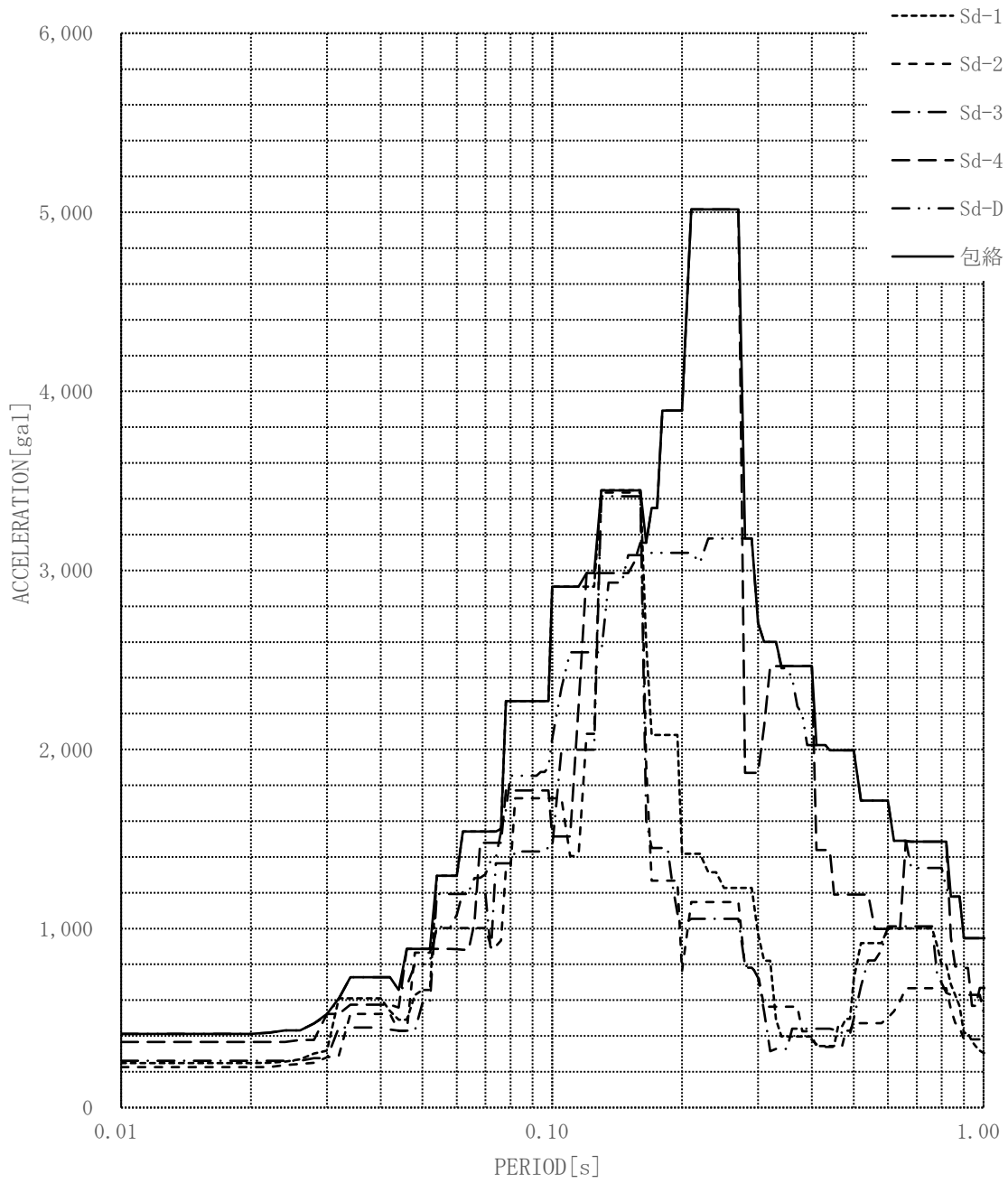


図-3-1.5 (3) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:UD, 減衰:0.5%)

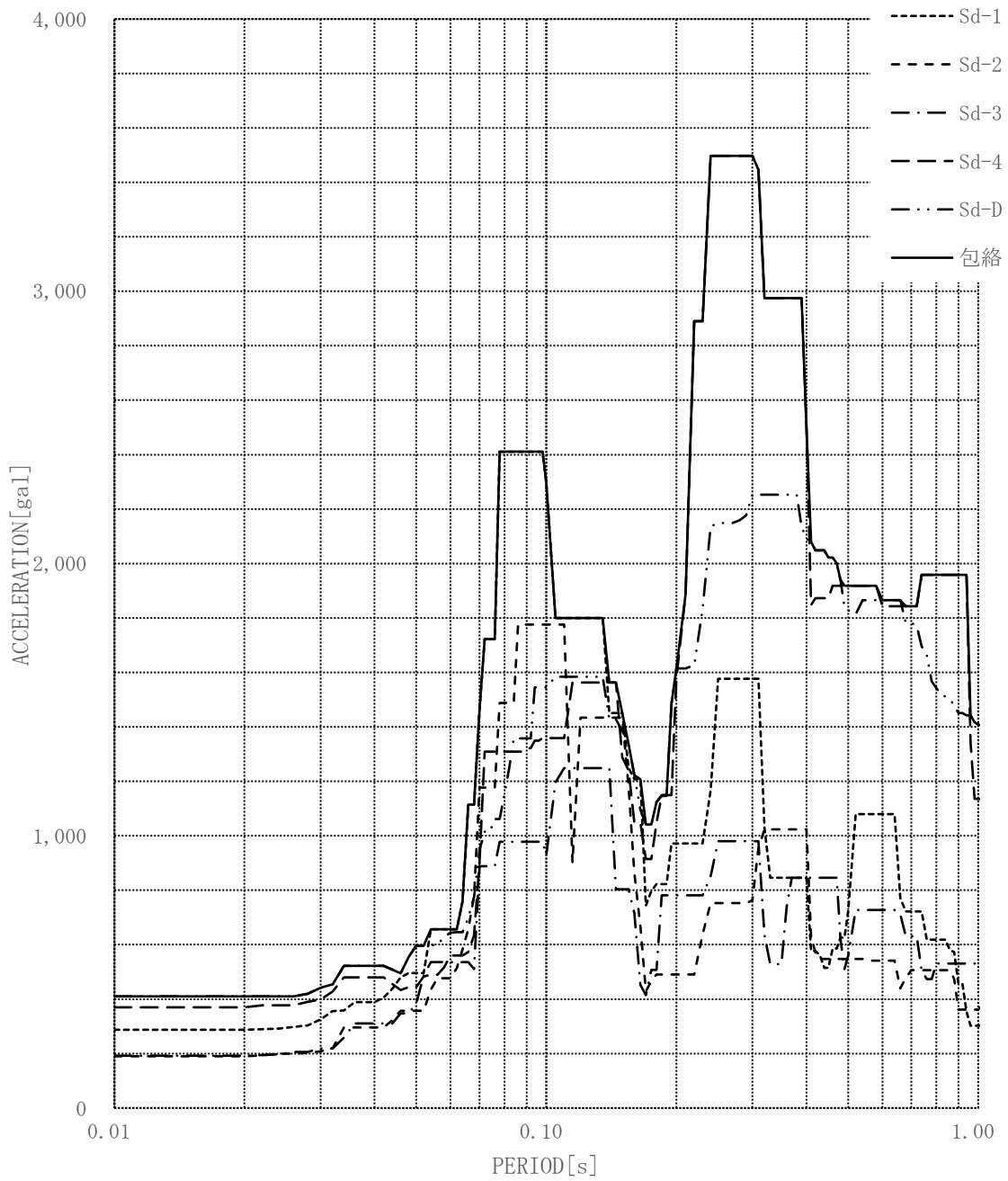


図-3-1.6 (1) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:NS, 減衰:1.0%)

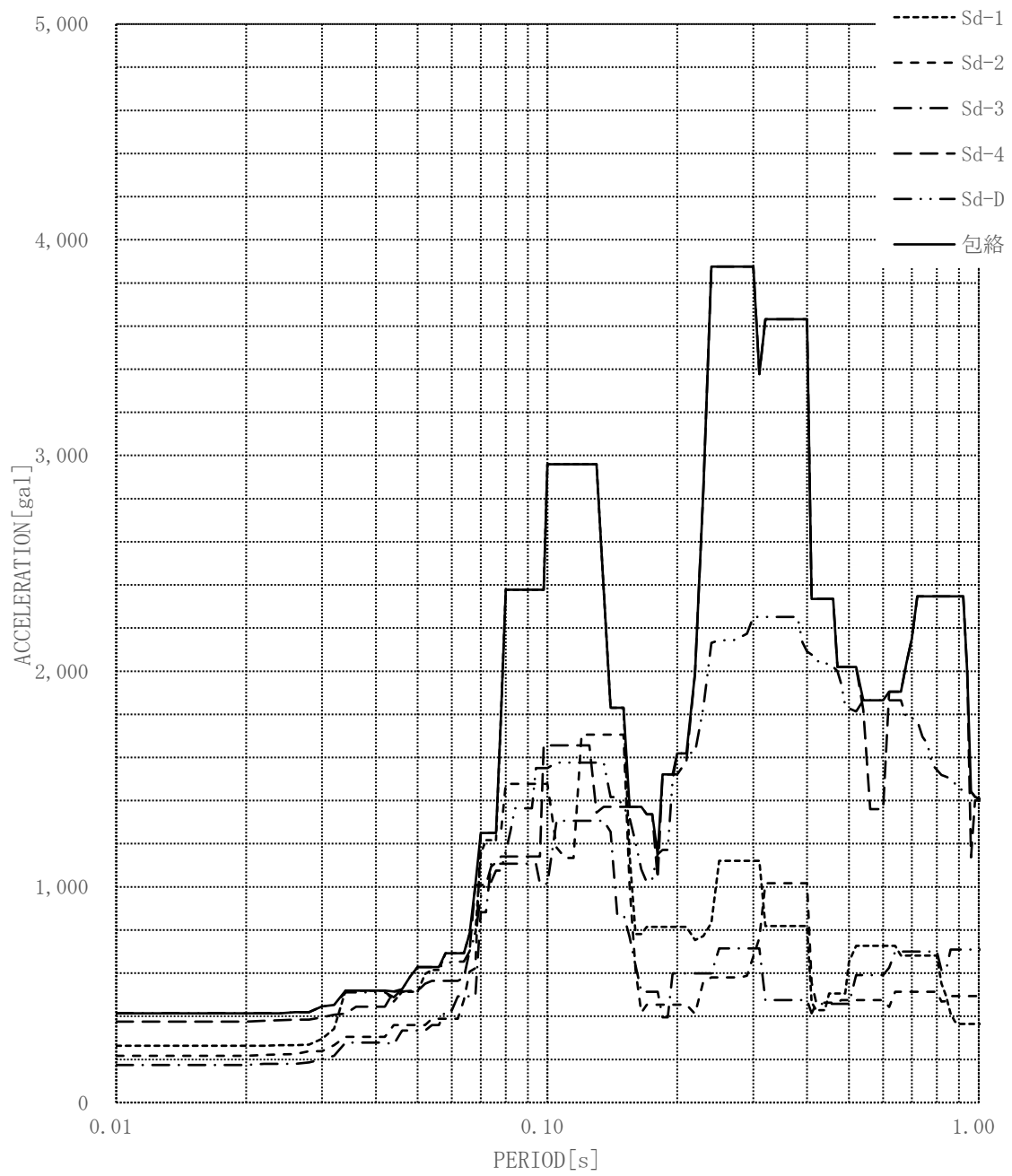


図-3-1.6 (2) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:EW, 減衰:1.0%)

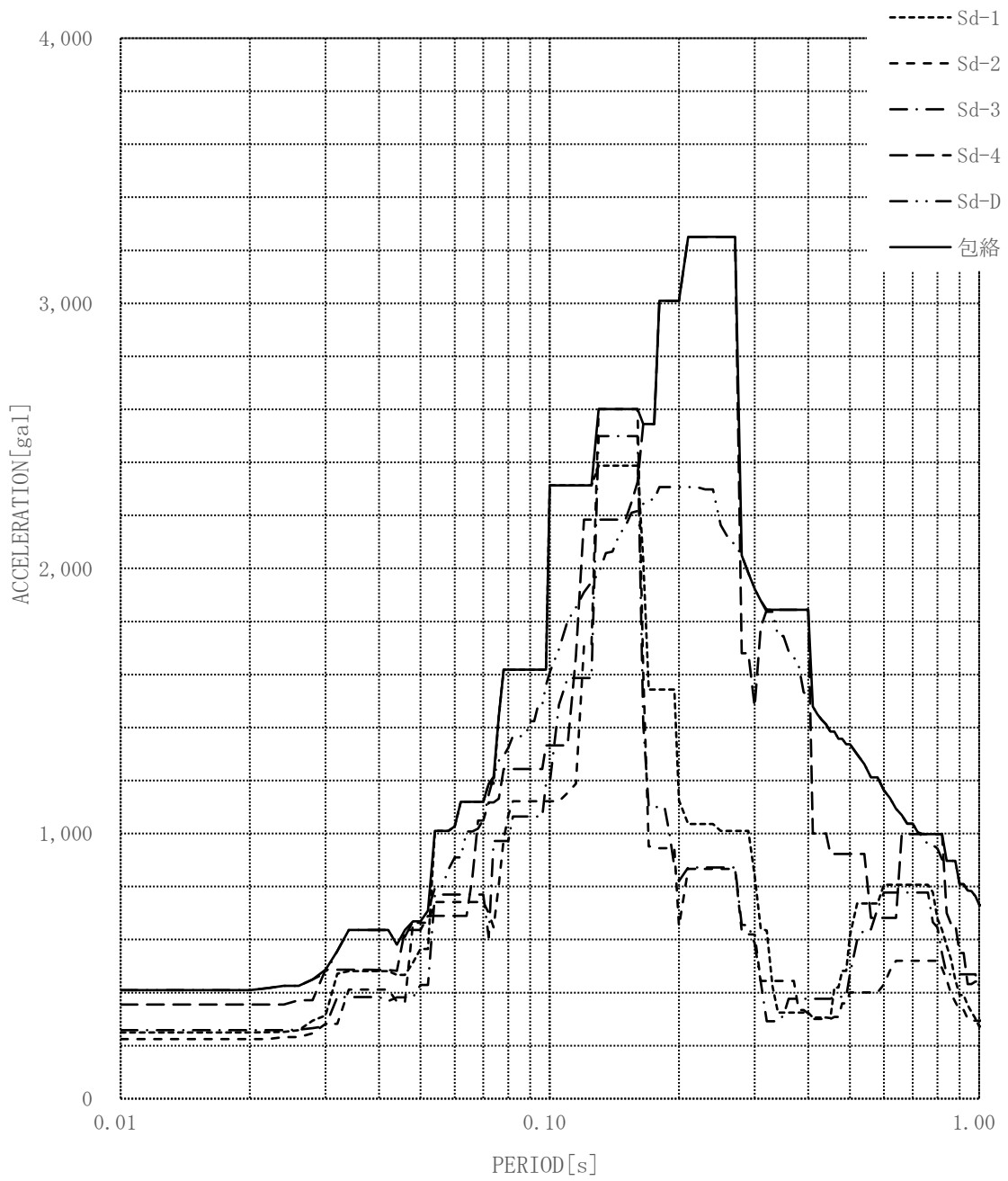


図-3-1.6 (3) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:2, 方向:UD, 減衰:1.0%)

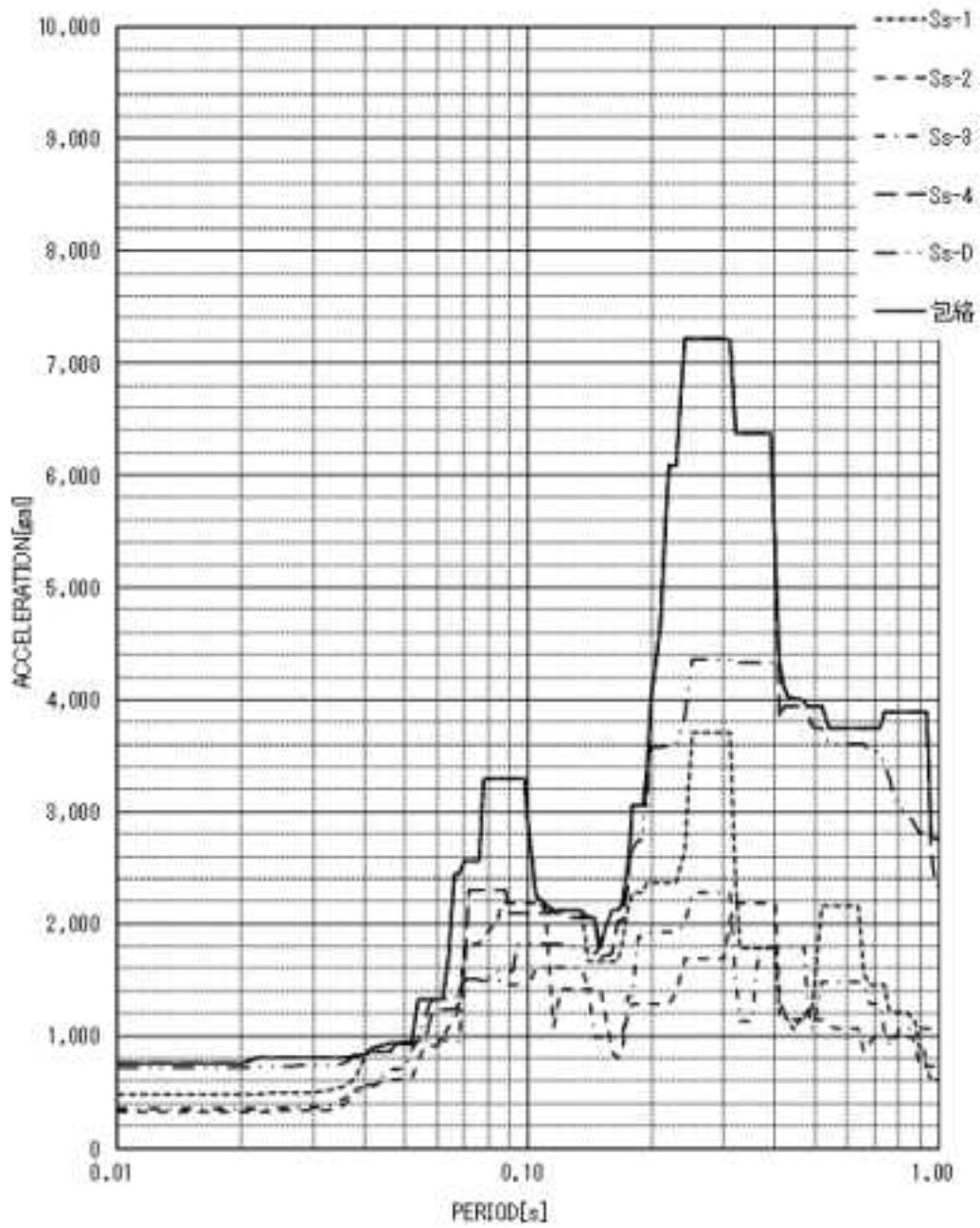


図-3-1.7 (1) 床応答スペクトル(地震動: S s , 原子炉建家質点:3, 方向:NS, 減衰:1.0%)



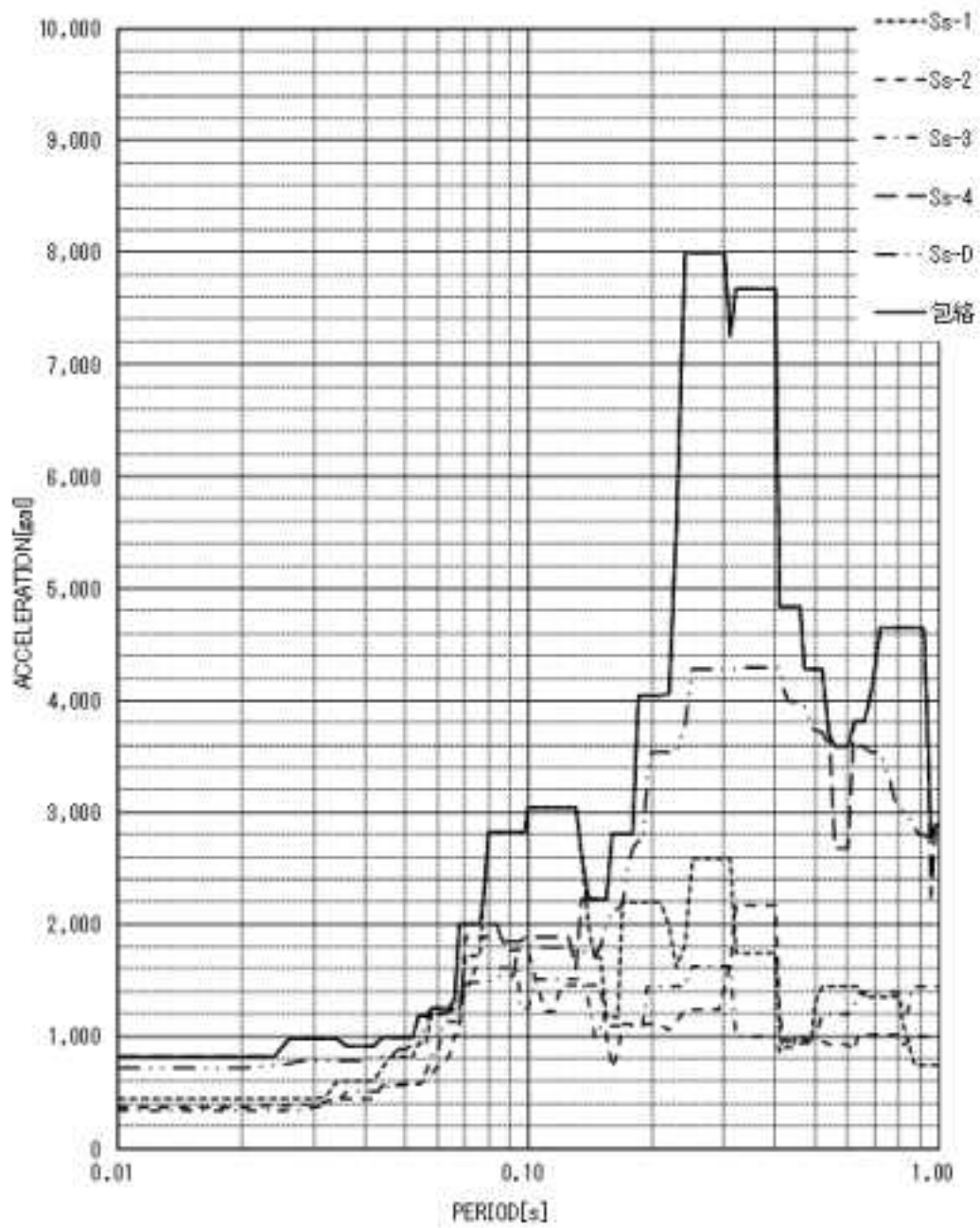


図-3-1.7 (2) 床応答スペクトル(地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:3, 方向:EW, 減衰:1.0%)

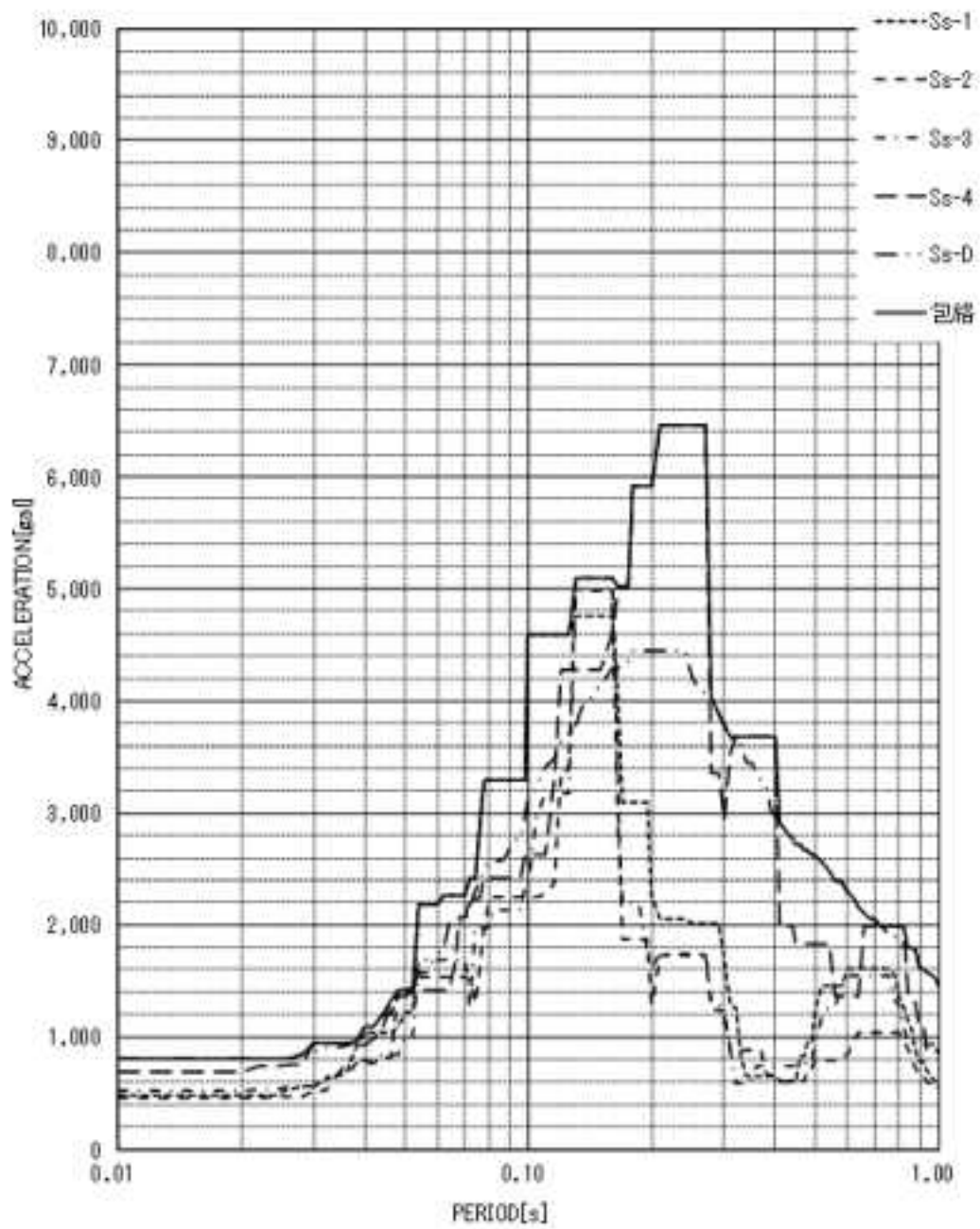


図-3-1.7 (3) 床応答スペクトル(地震動:  $S_s$ , 原子炉建家質点:3, 方向:UD, 減衰:1.0%)

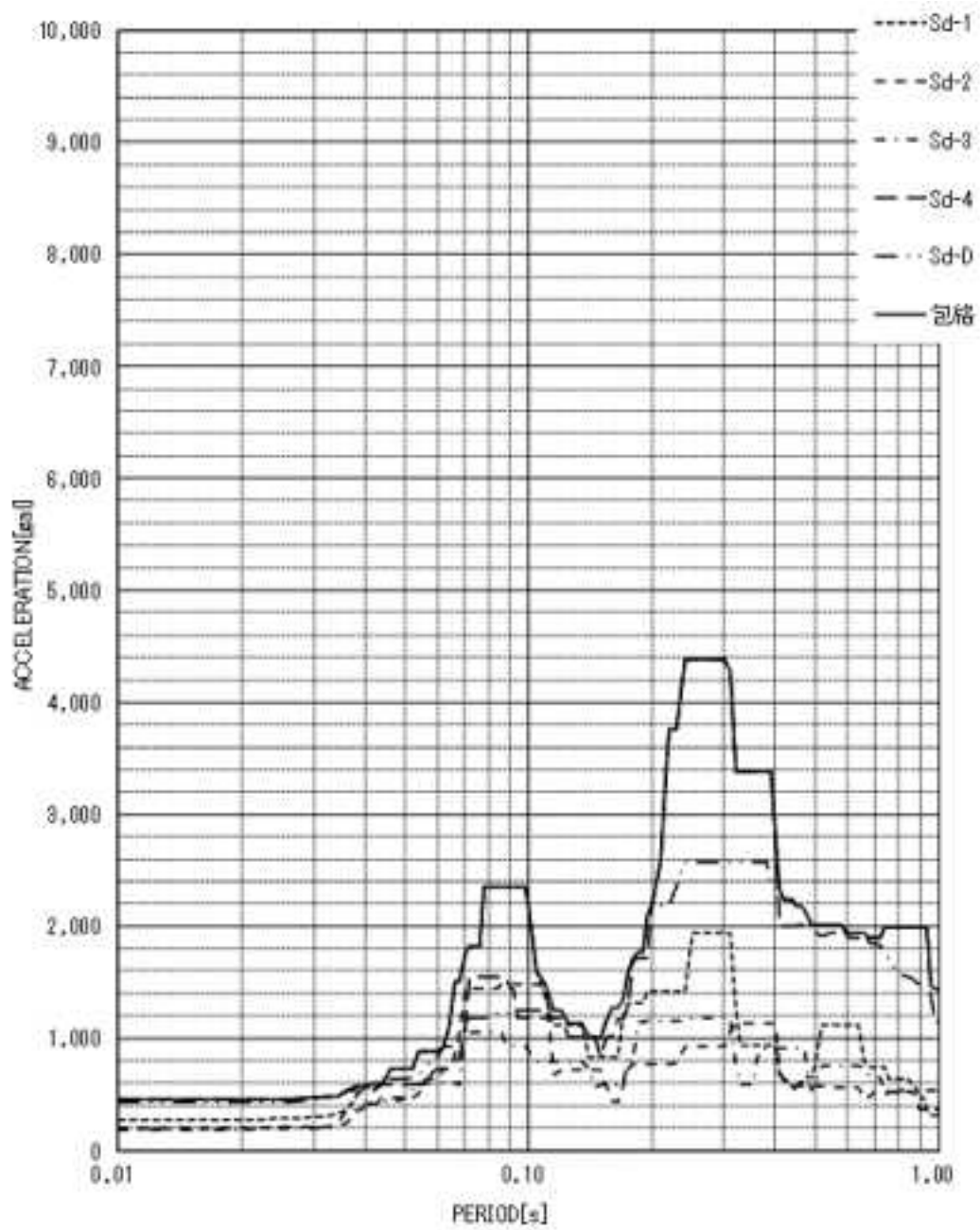


図-3-1.8 (1) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:NS, 減衰:1.0%)

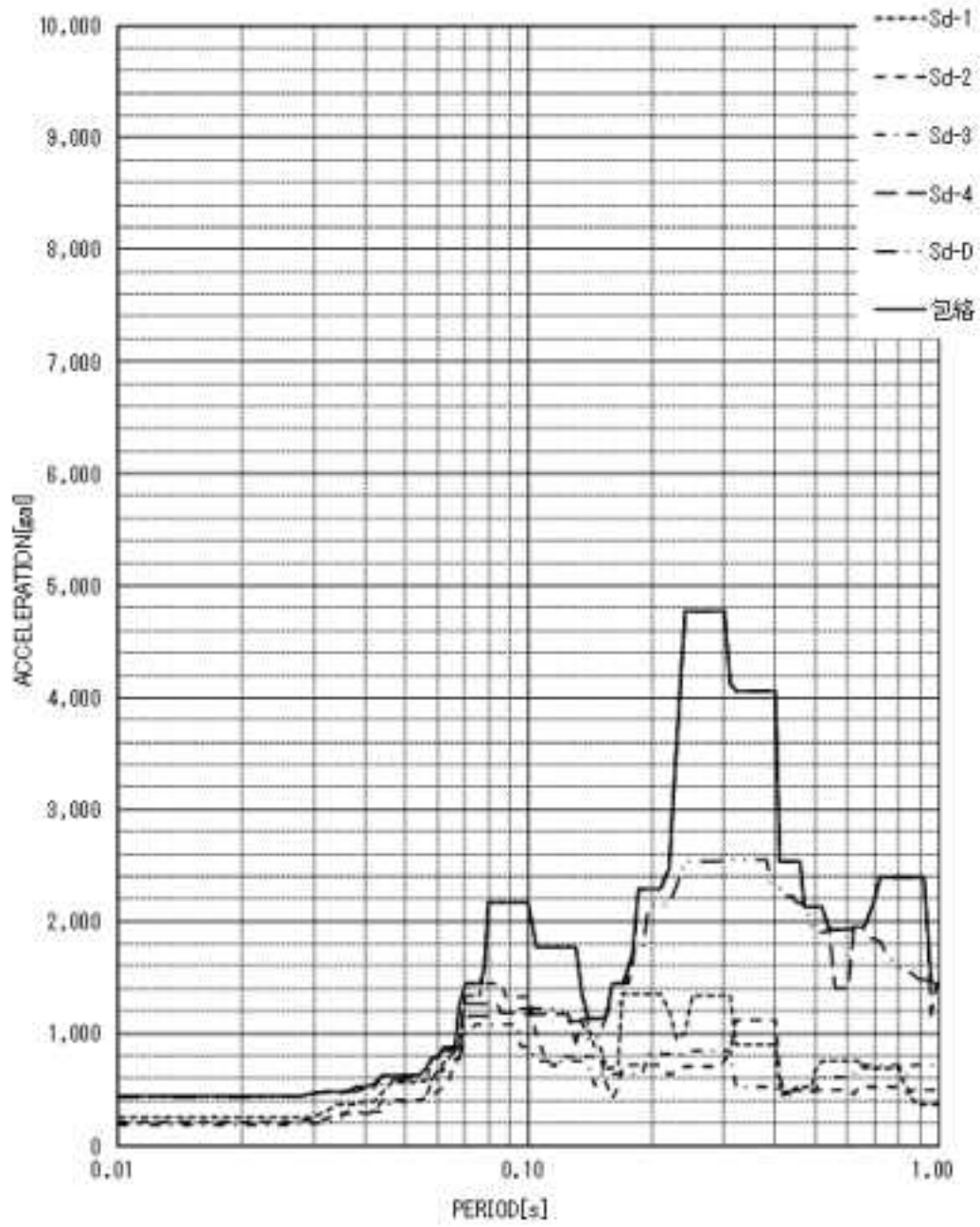


図-3-1.8 (2) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:EW, 減衰:1.0%)

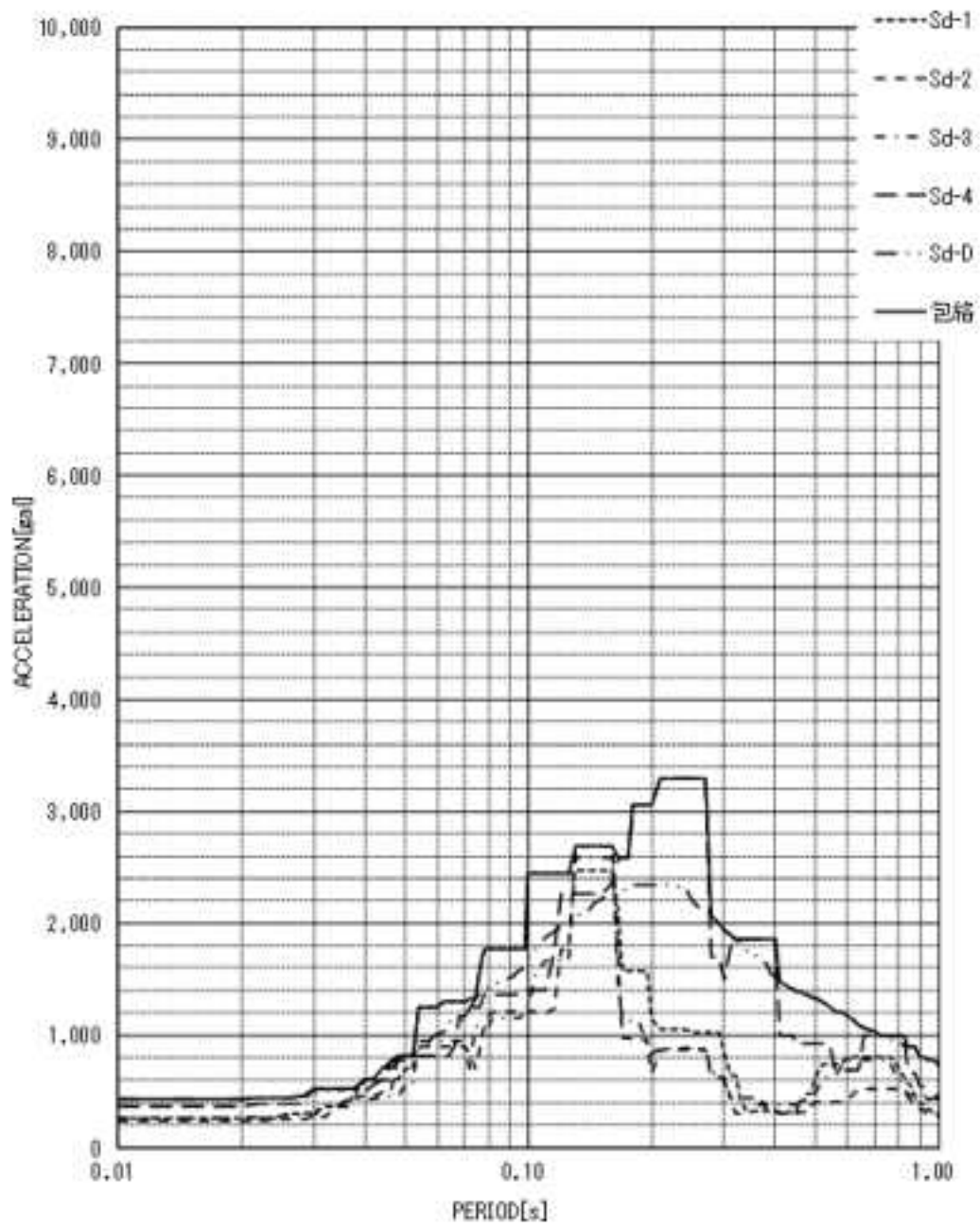


図-3-1.8 (3) 床応答スペクトル(地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:UD, 減衰:1.0%)

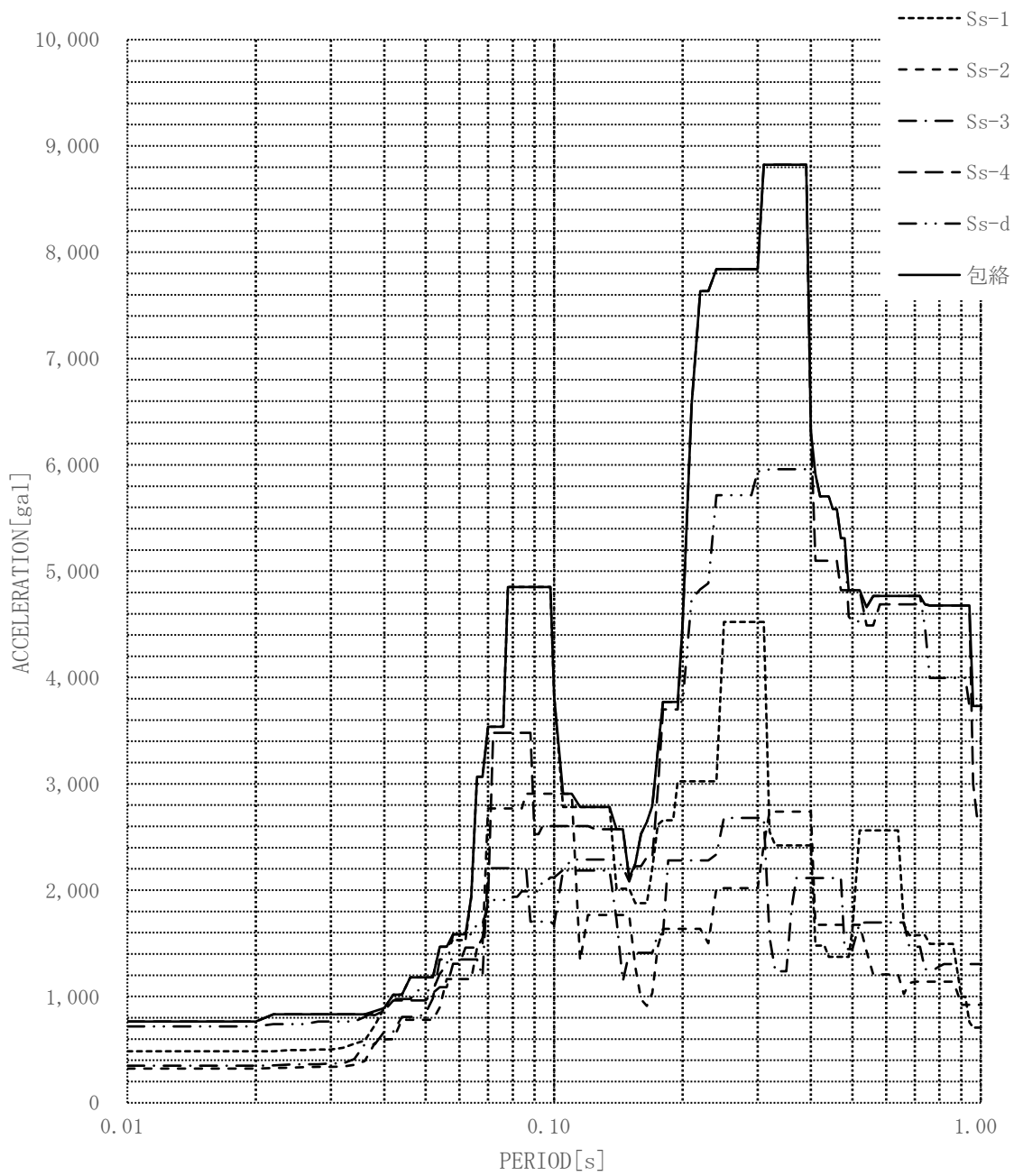


図-3-1.9 (1) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:3, 方向:NS, 減衰:0.5%)

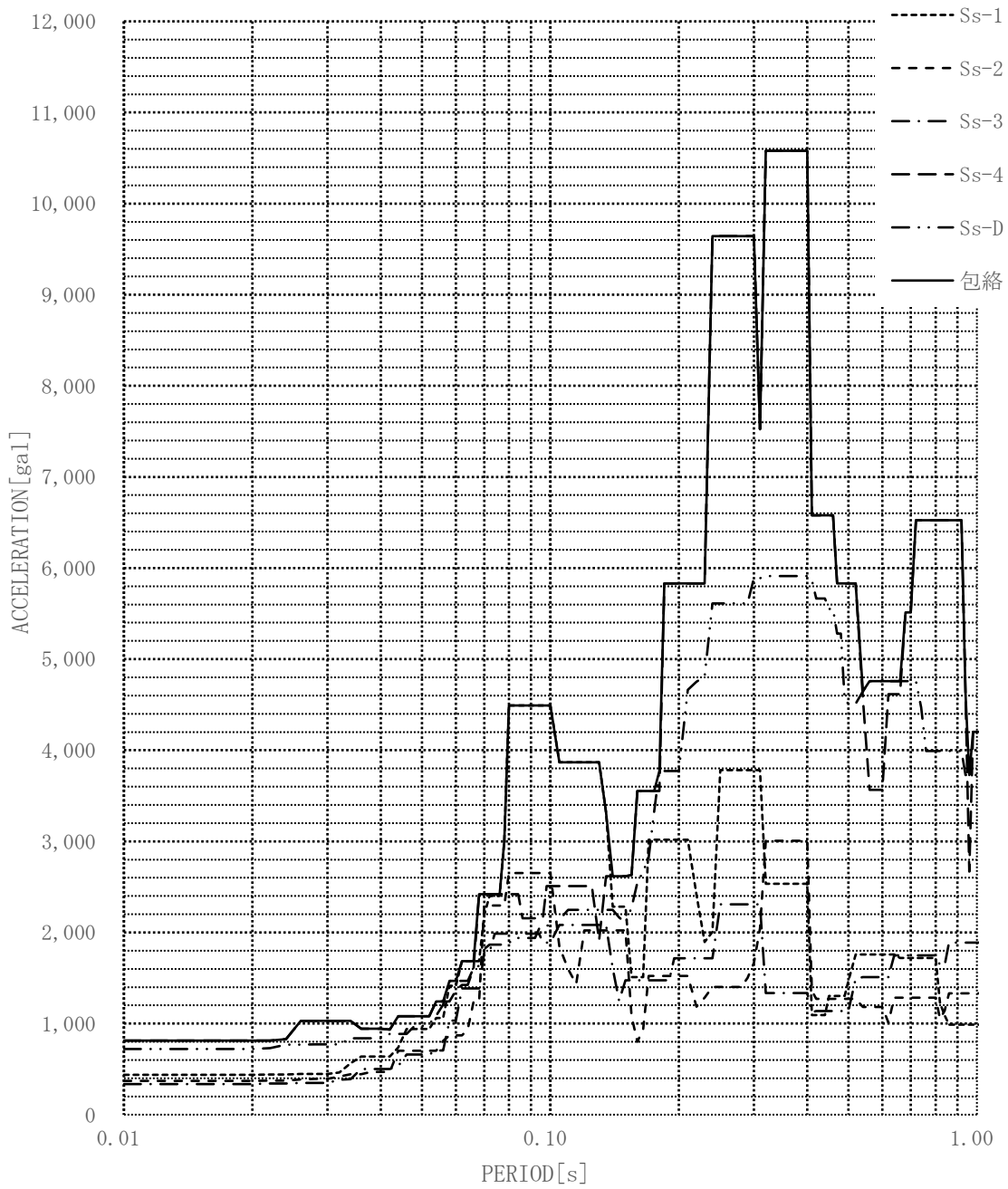


図-3-1.9 (2) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:3, 方向:EW, 減衰:0.5%)

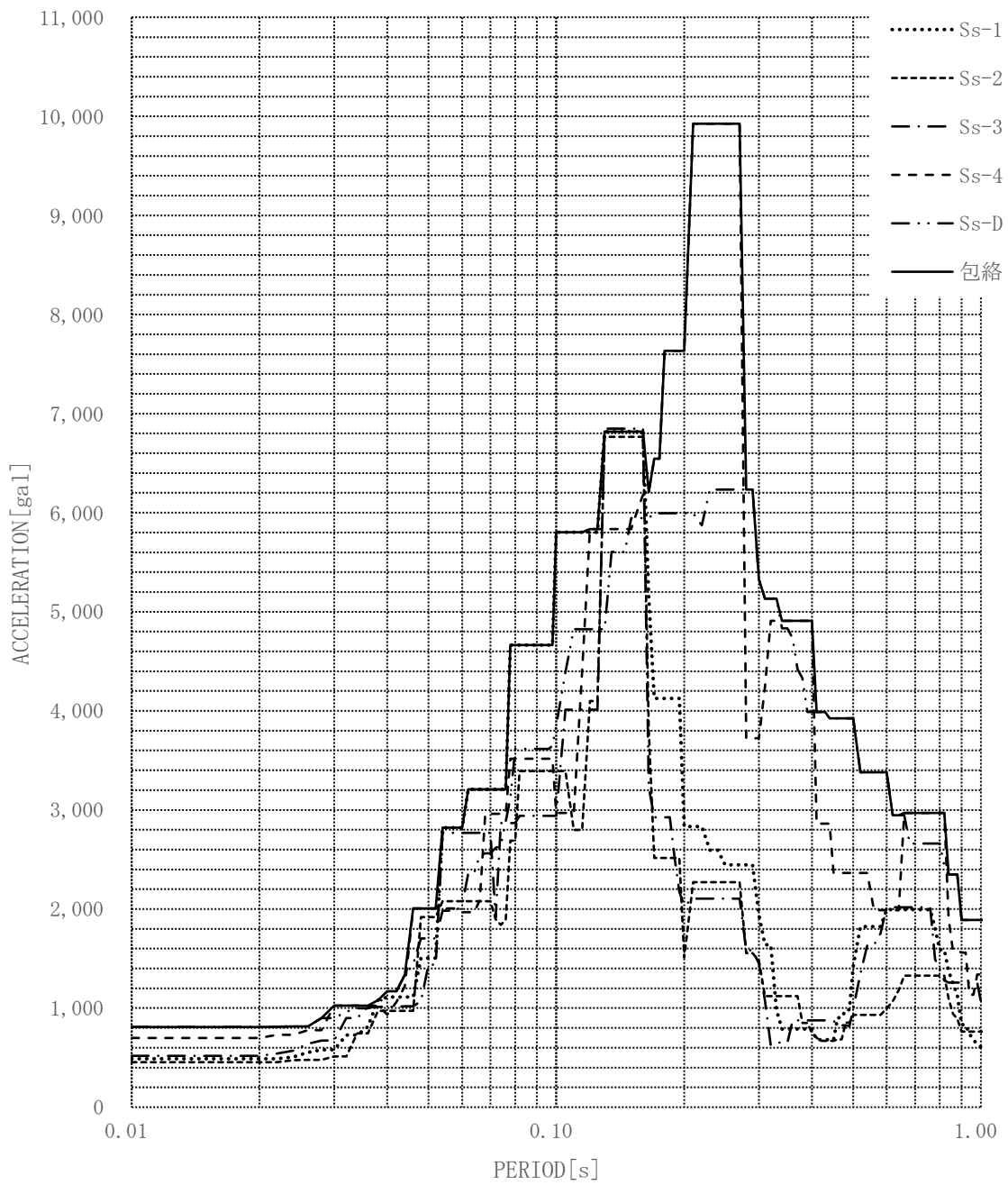


図-3-1.9 (3) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点: 3, 方向: UD, 減衰: 0.5%)



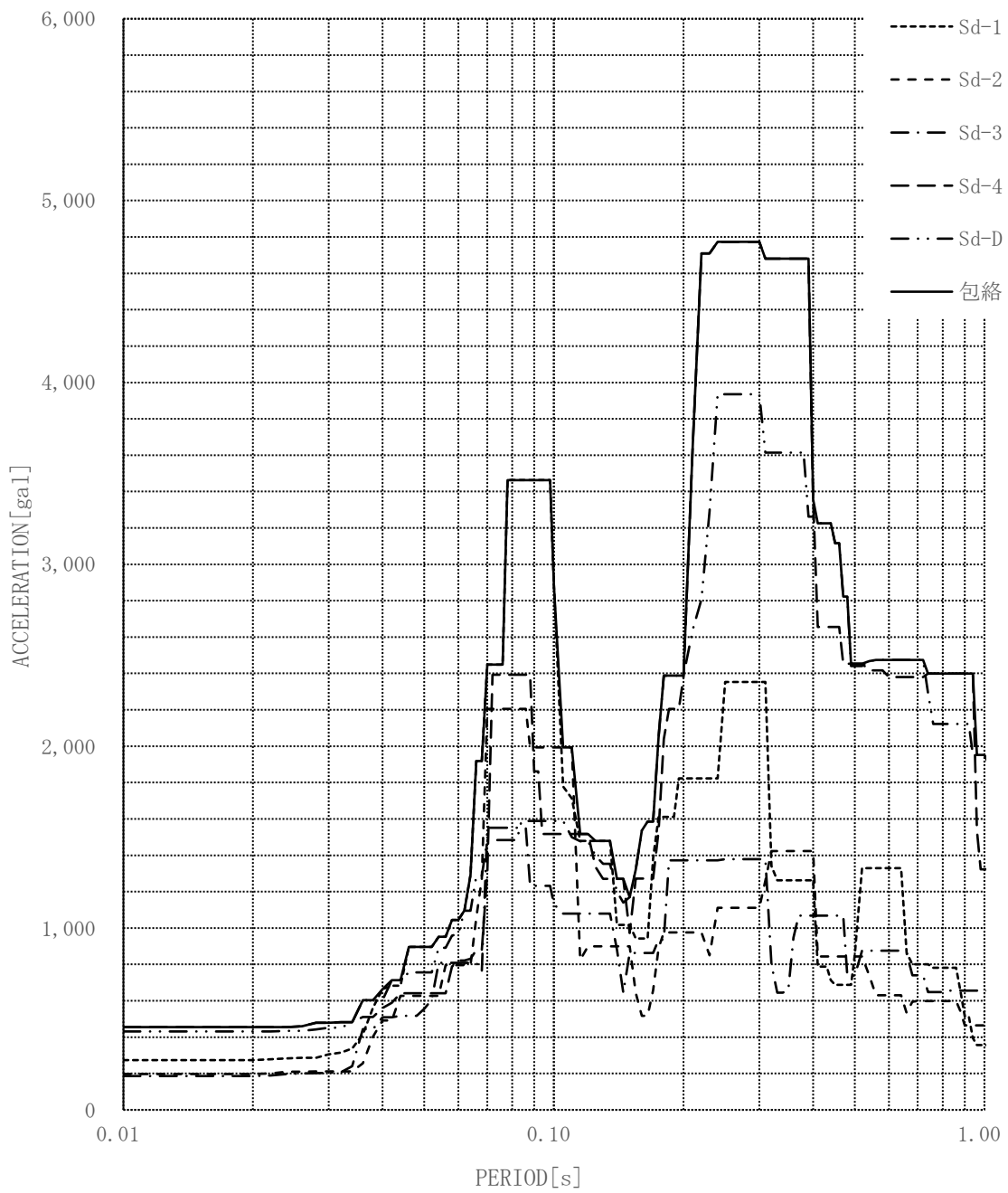


図-3-1.10 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:NS, 減衰:0.5%)

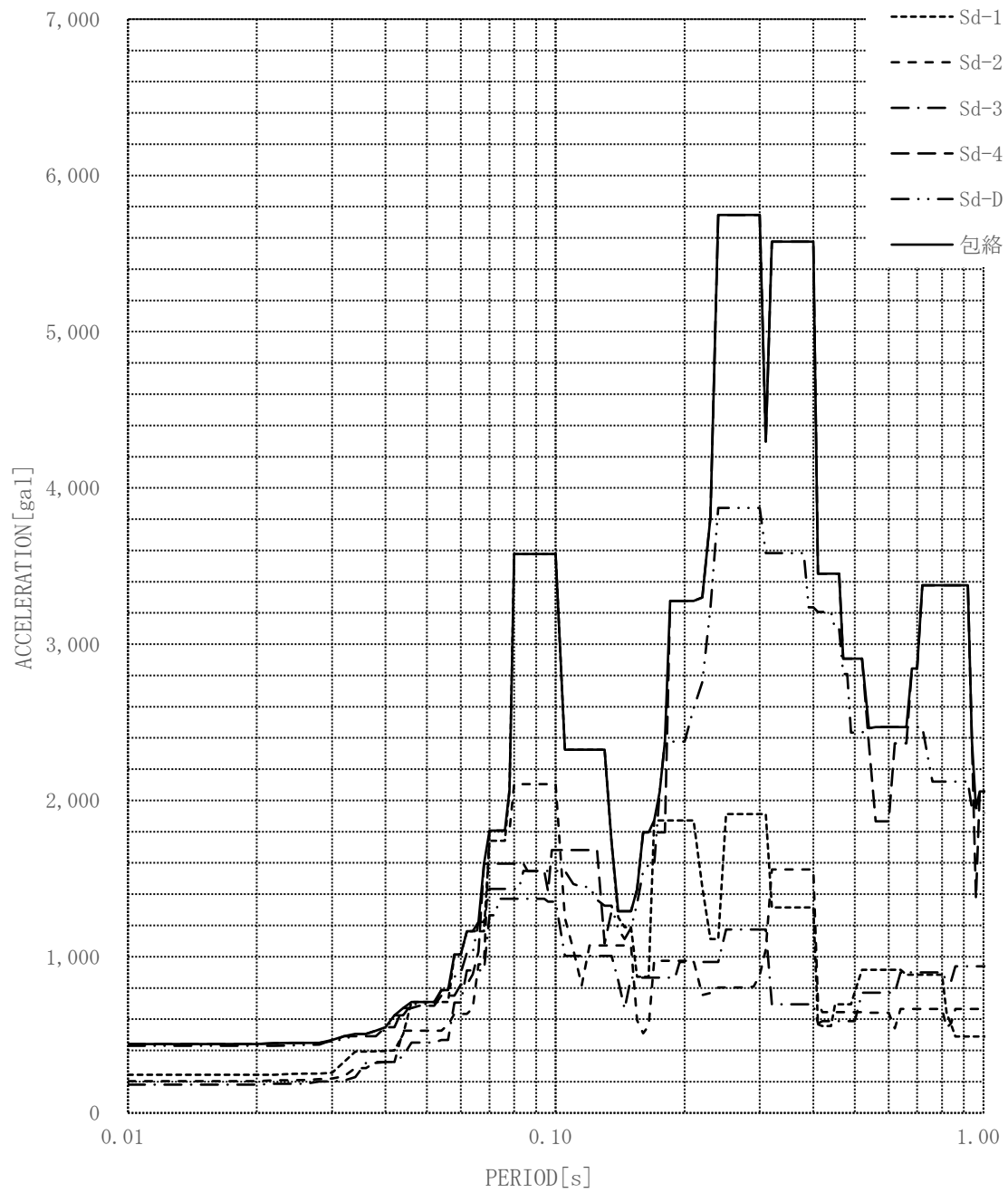


図-3-1.10 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:EW, 減衰:0.5%)

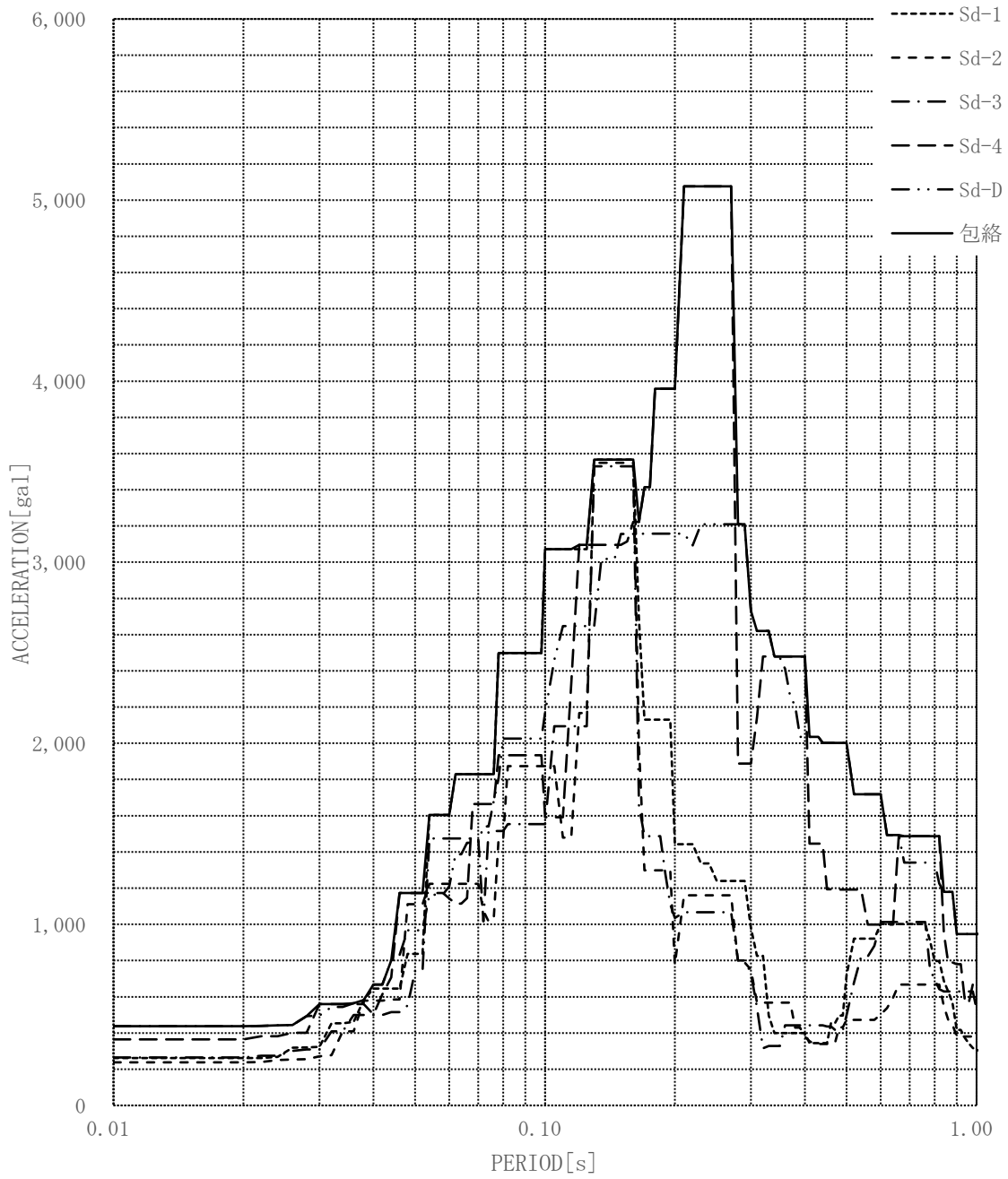


図-3-1.10 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:3, 方向:UD, 減衰:0.5%)

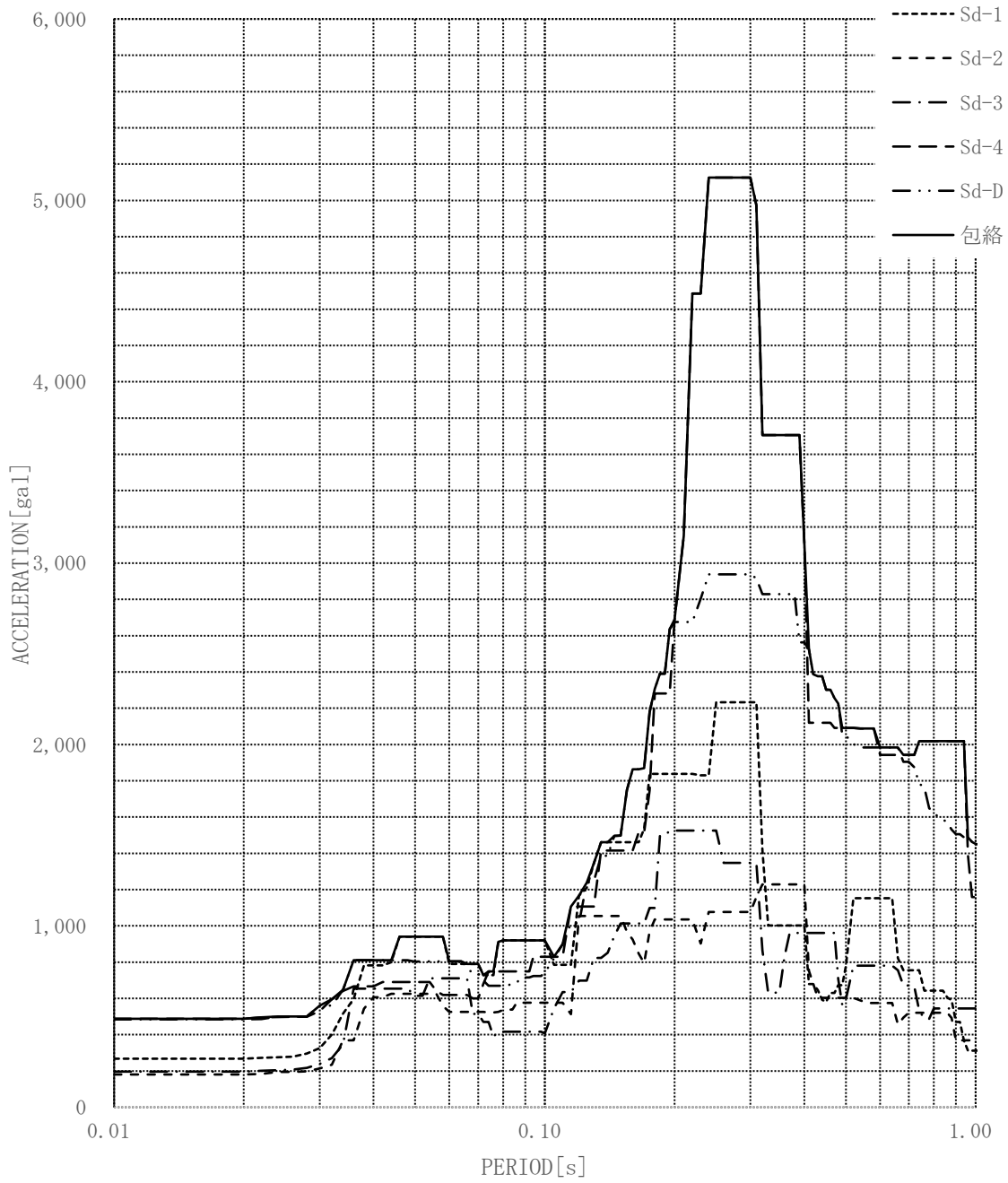


図-3-1.11 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:4, 方向:NS, 減衰:1.0%)

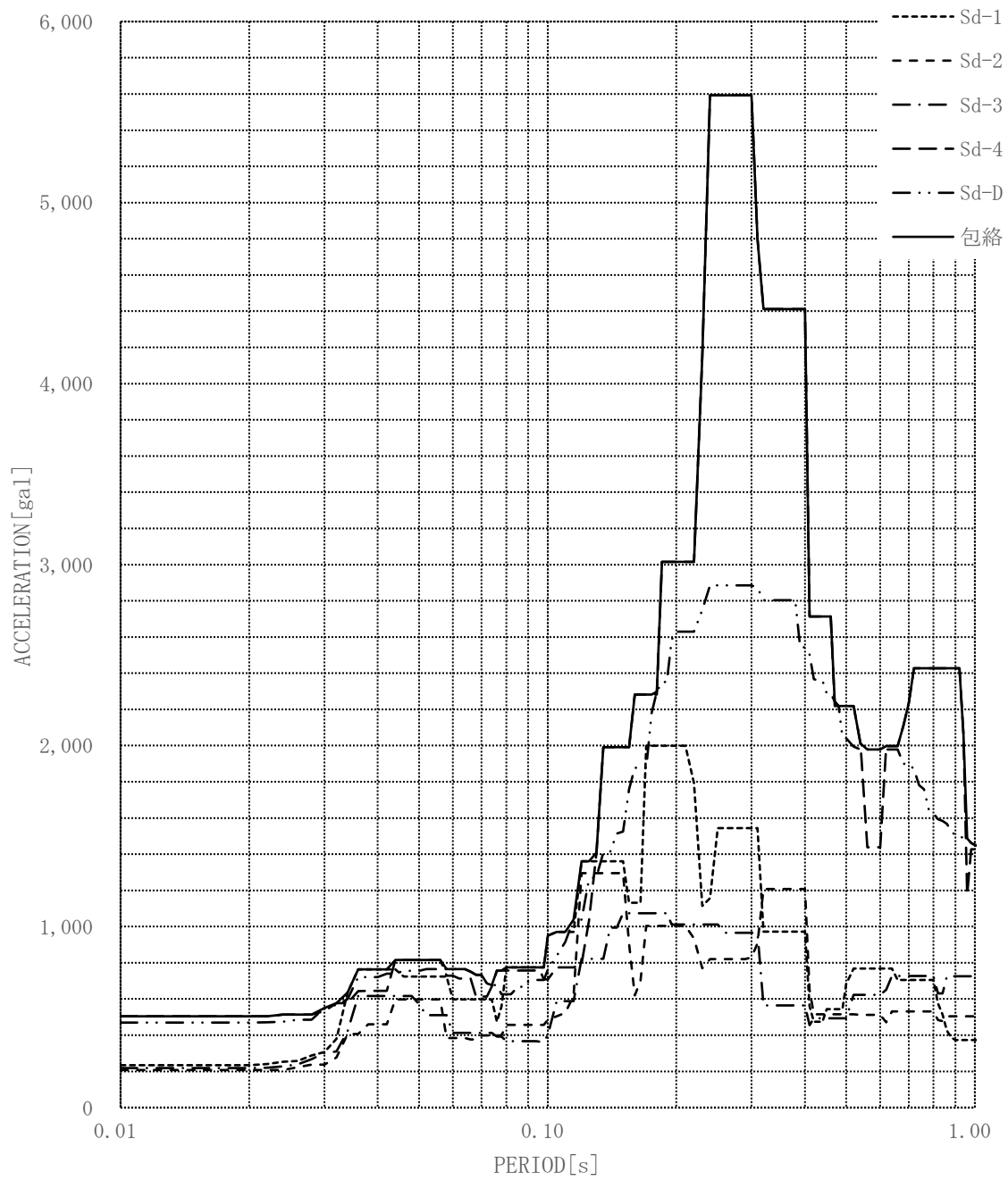


図-3-1.11 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:4, 方向:EW, 減衰:1.0%)

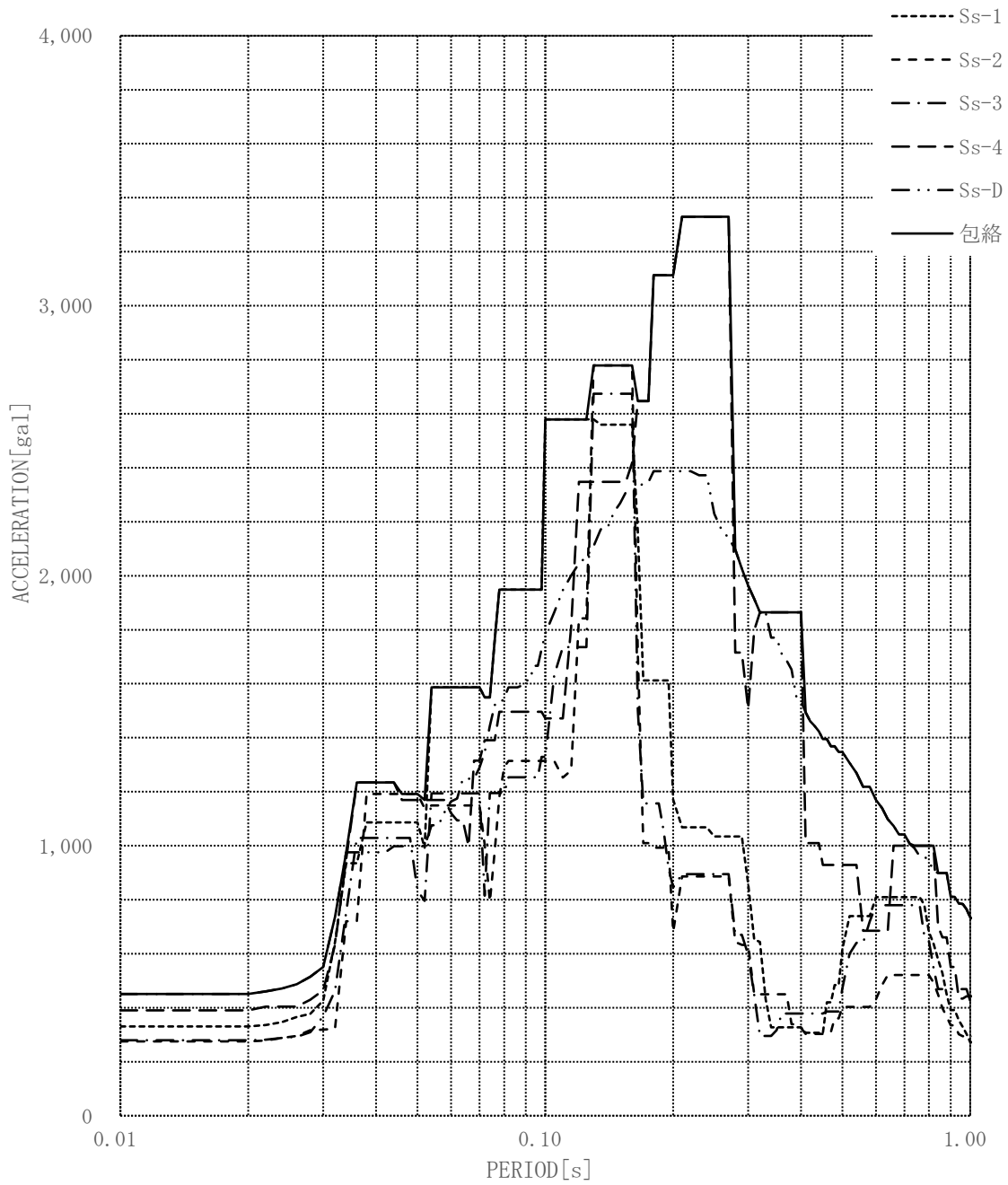


図-3-1.11 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:4, 方向:UD, 減衰:1.0%)

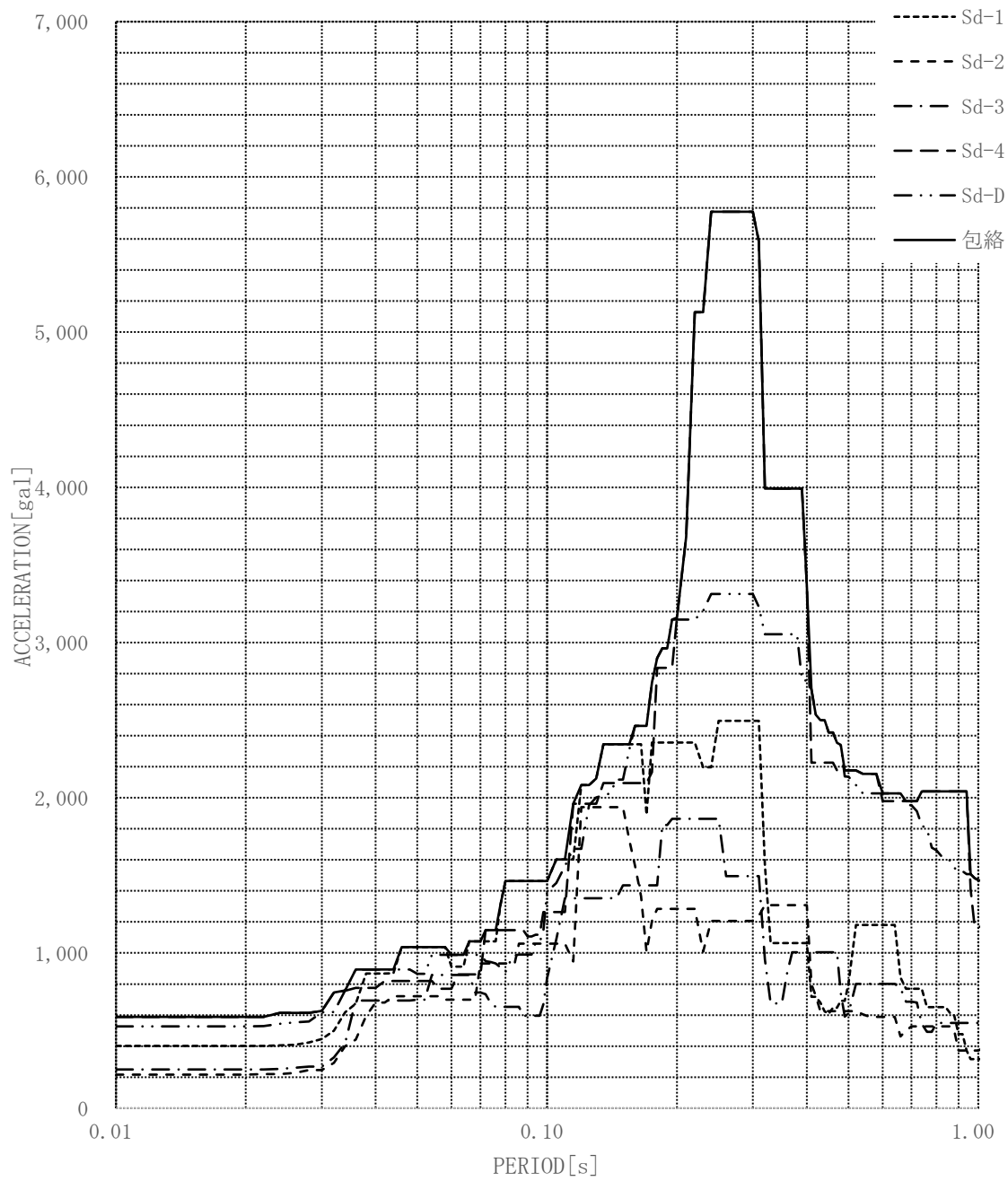


図-3-1.12 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:5, 方向:NS, 減衰:1.0%)

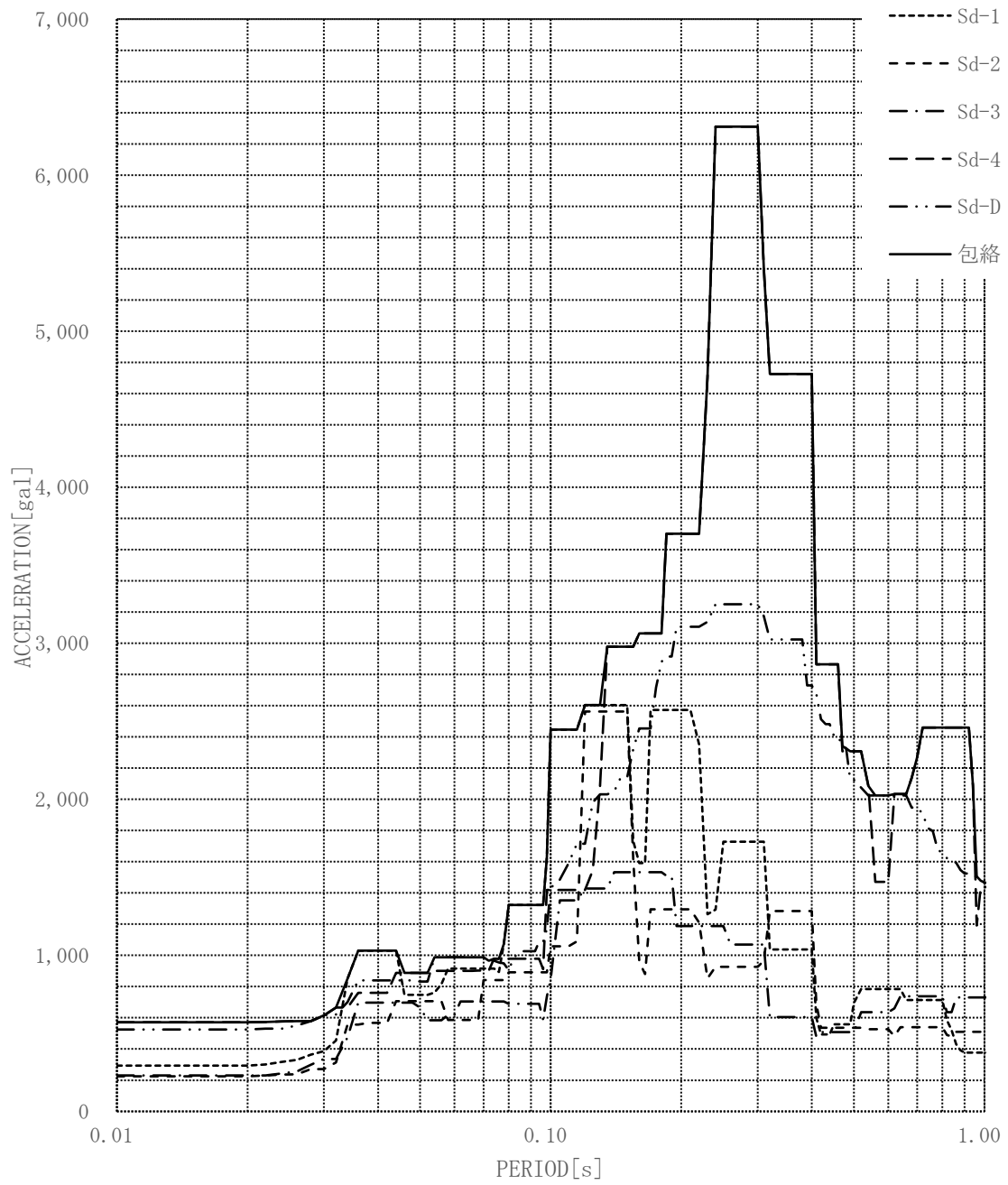


図-3-1.12 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:5, 方向:EW, 減衰:1.0%)



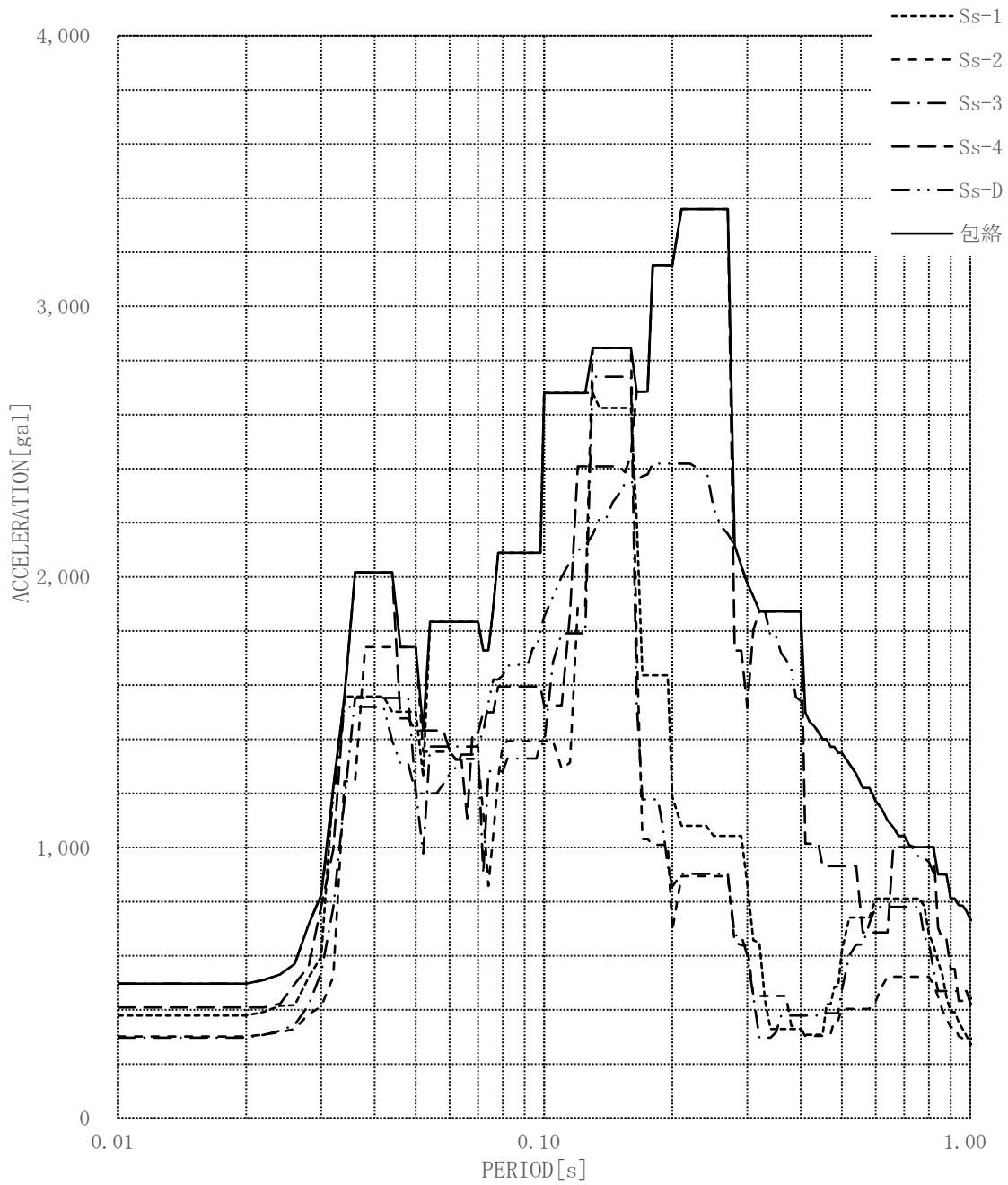


図-3-1.12 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:5, 方向:UD, 減衰:1.0%)

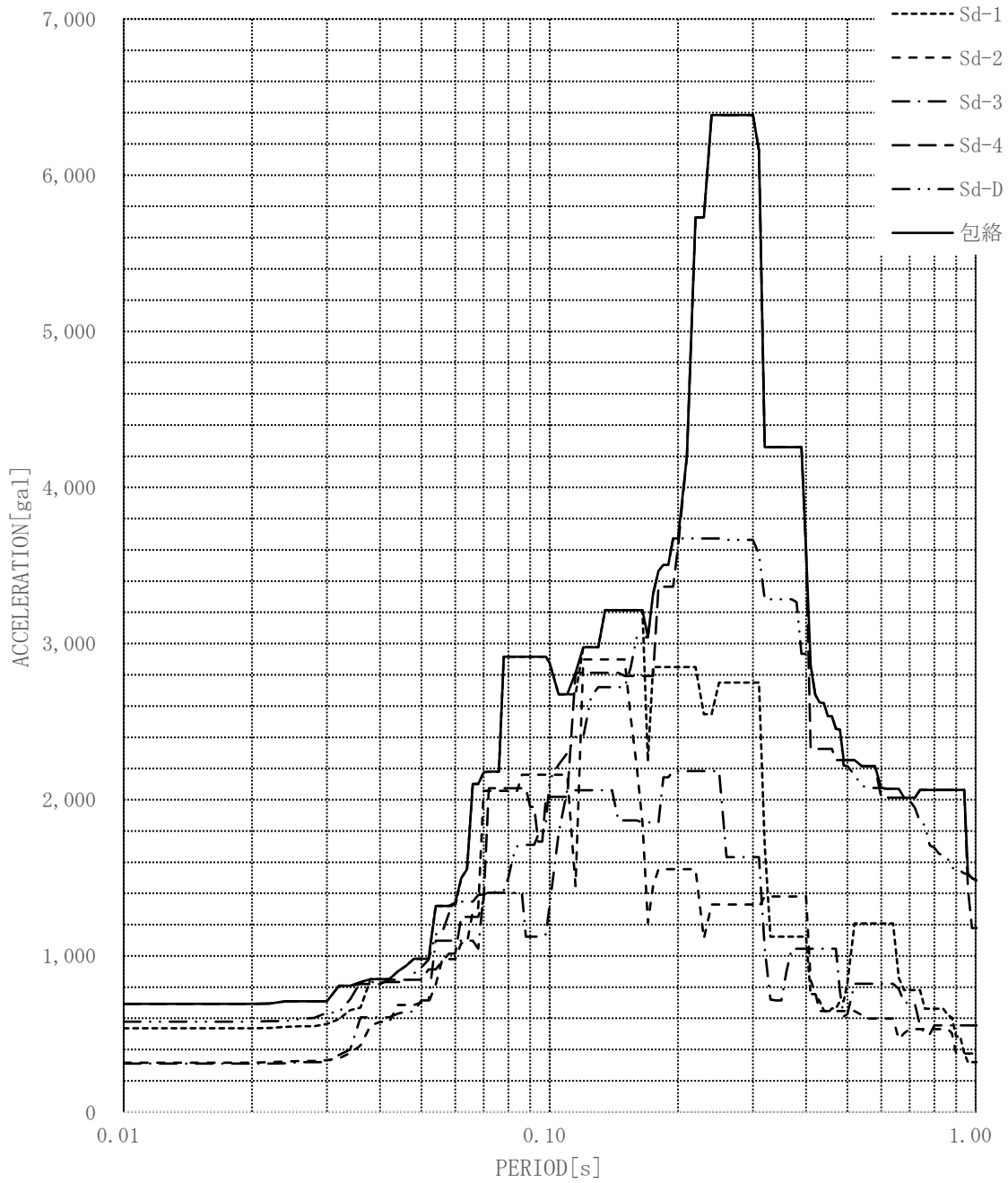


図-3-1.13 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:6, 方向:NS, 減衰:1.0%)

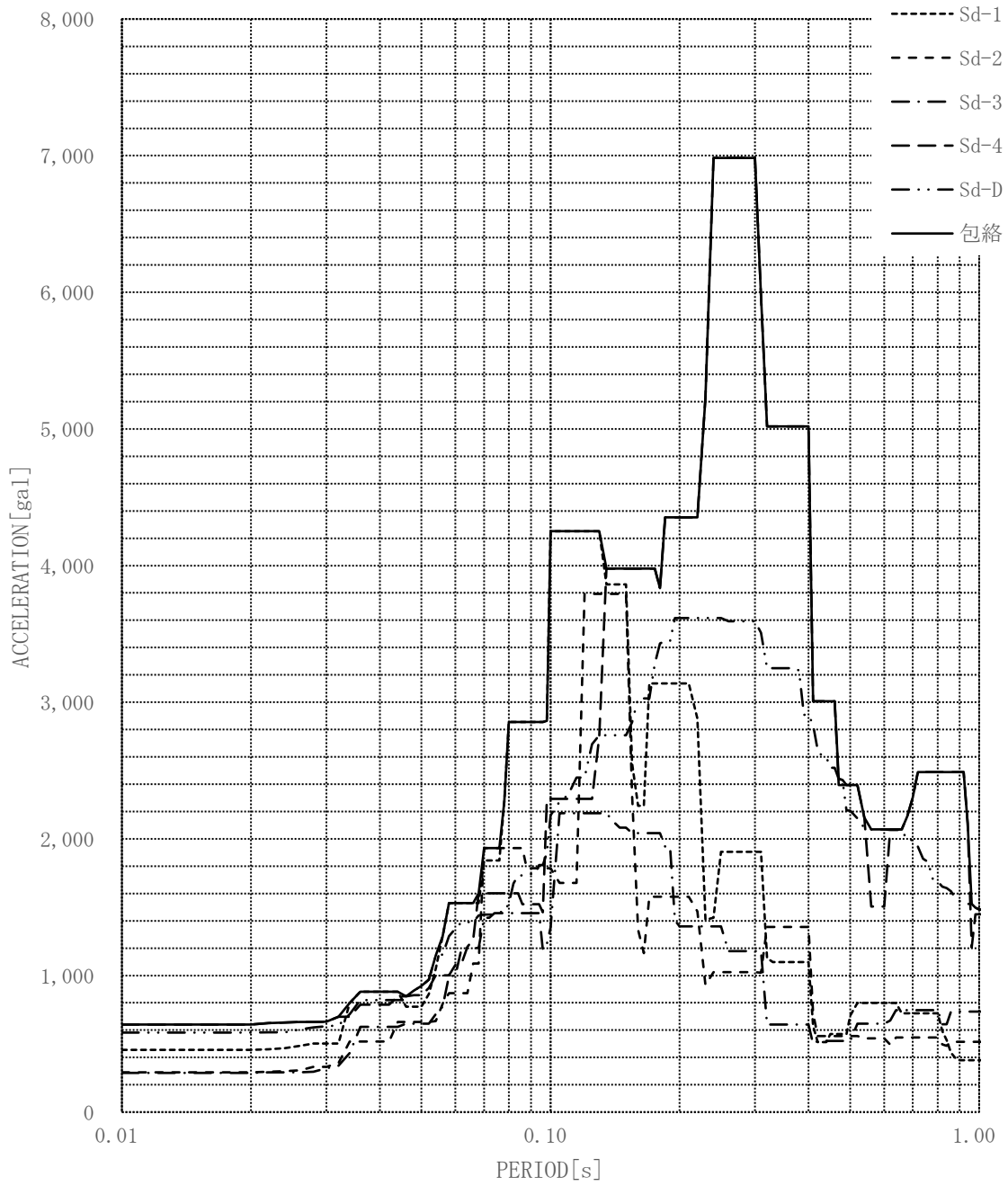


図-3-1.13 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:6, 方向:EW, 減衰:1.0%)

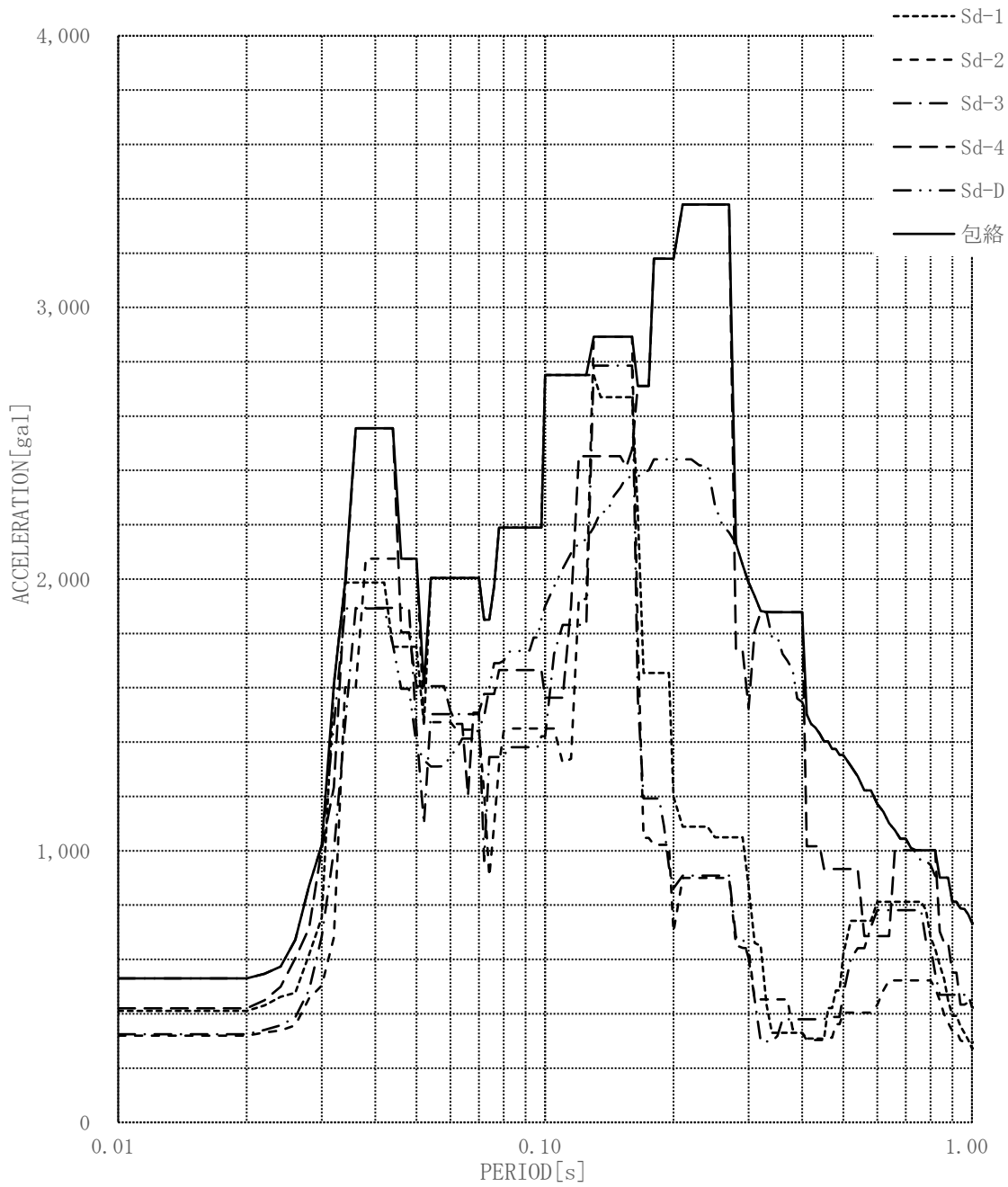


図-3-1.13 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:6, 方向:UD, 減衰:1.0%)

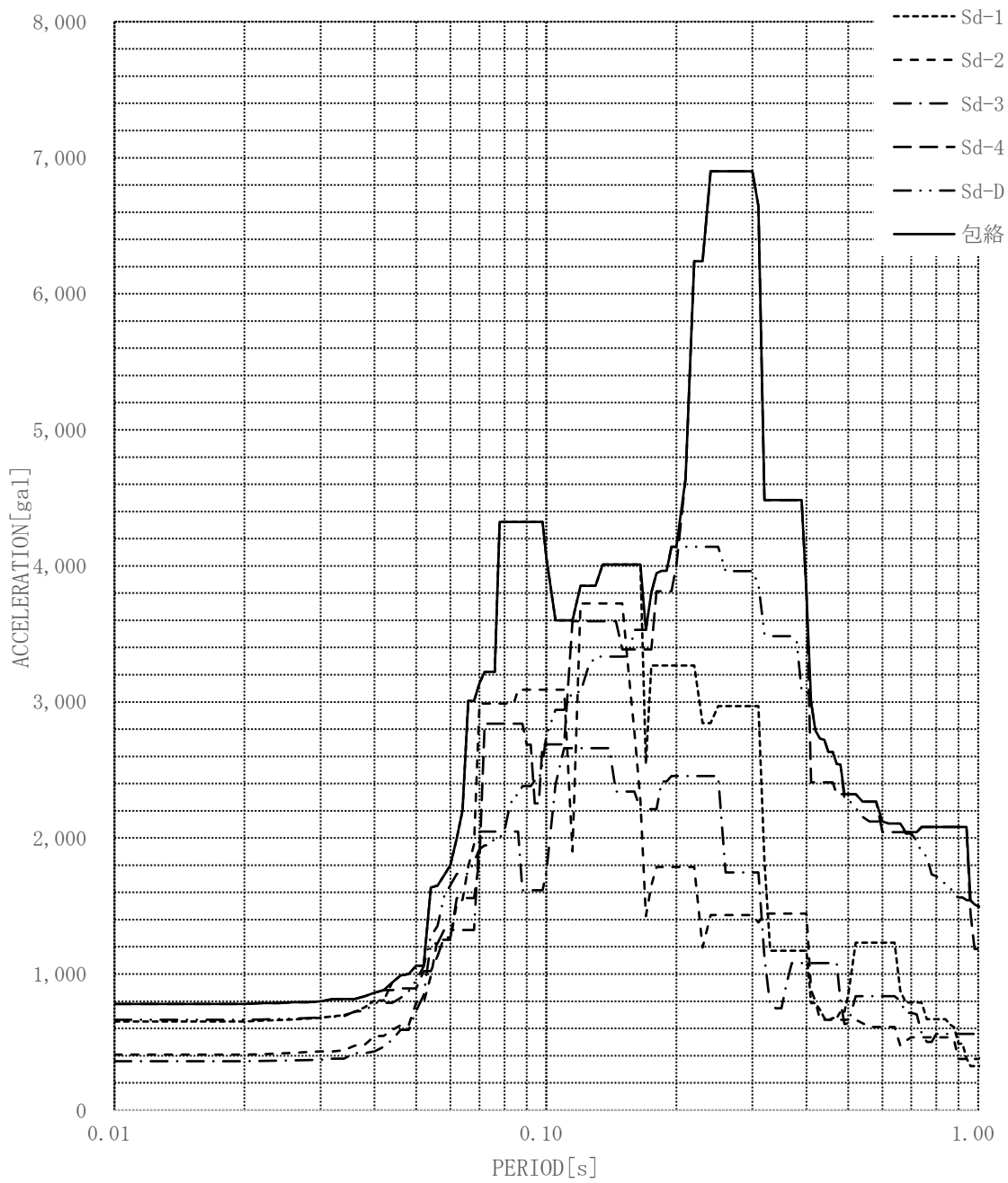


図-3-1.14 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:7, 方向:NS, 減衰:1.0%)

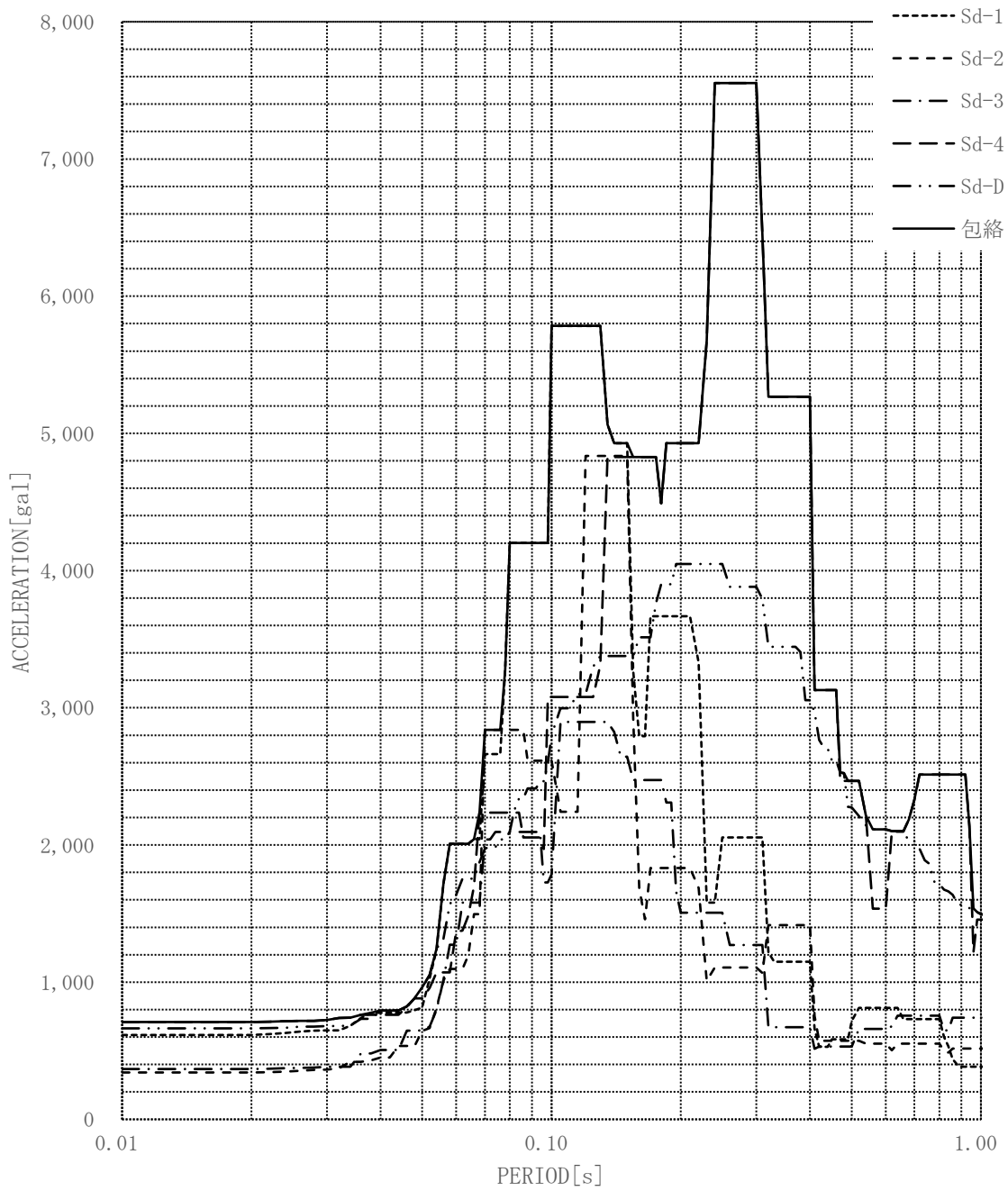


図-3-1.14 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:7, 方向:EW, 減衰:1.0%)

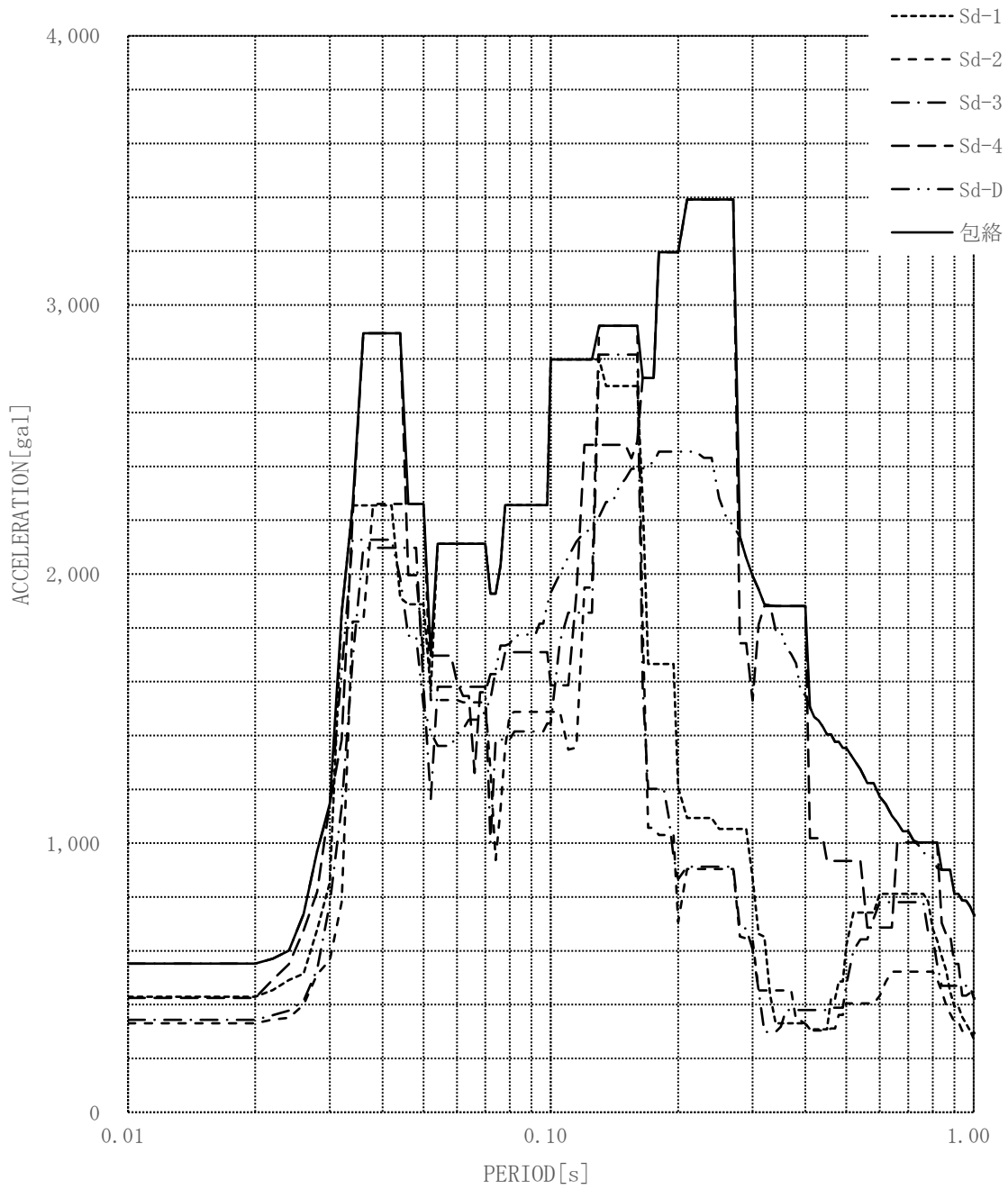


図-3-1.14 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:7, 方向:UD, 減衰:1.0%)

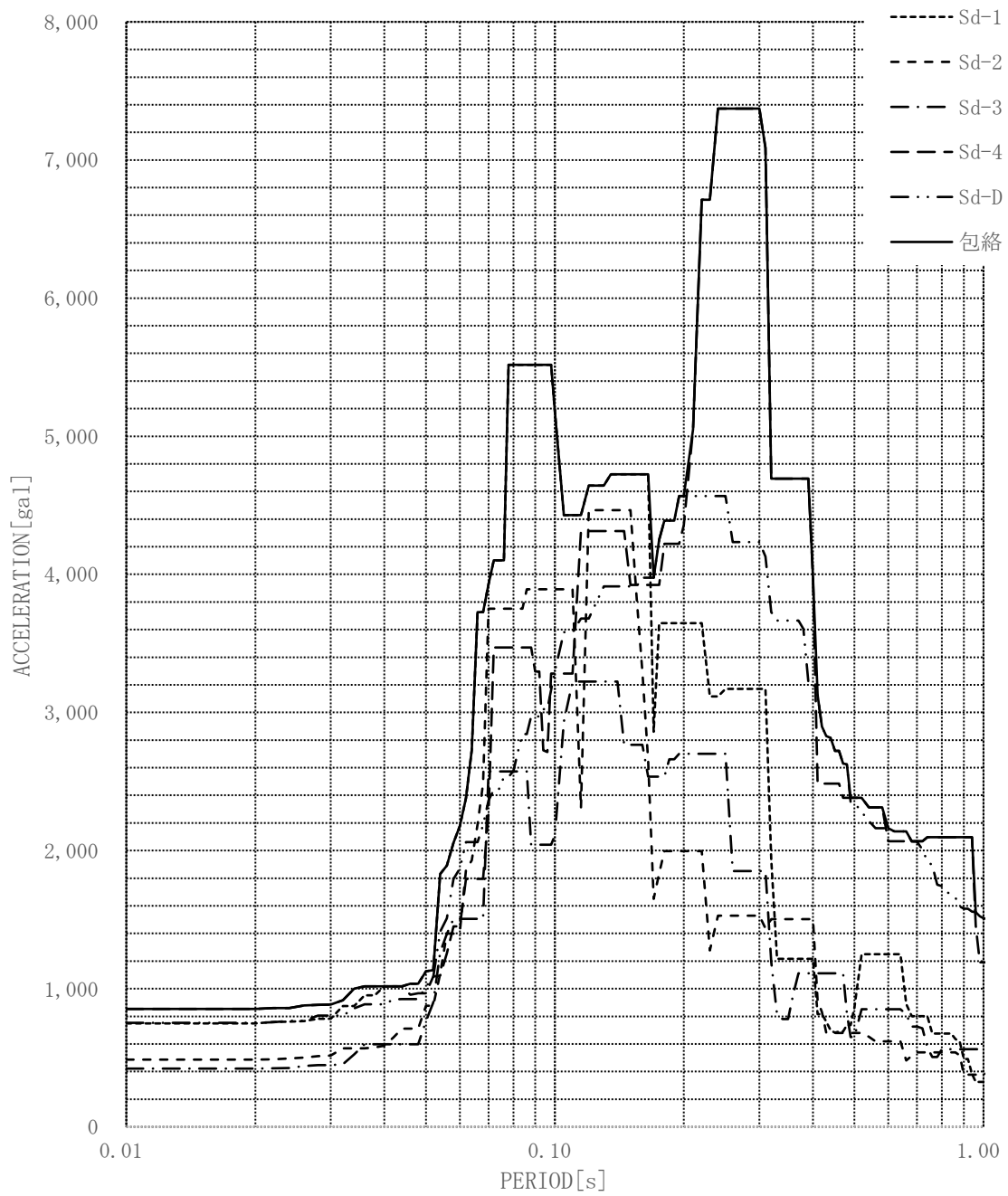


図-3-1.15 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:8, 方向:NS, 減衰:1.0%)



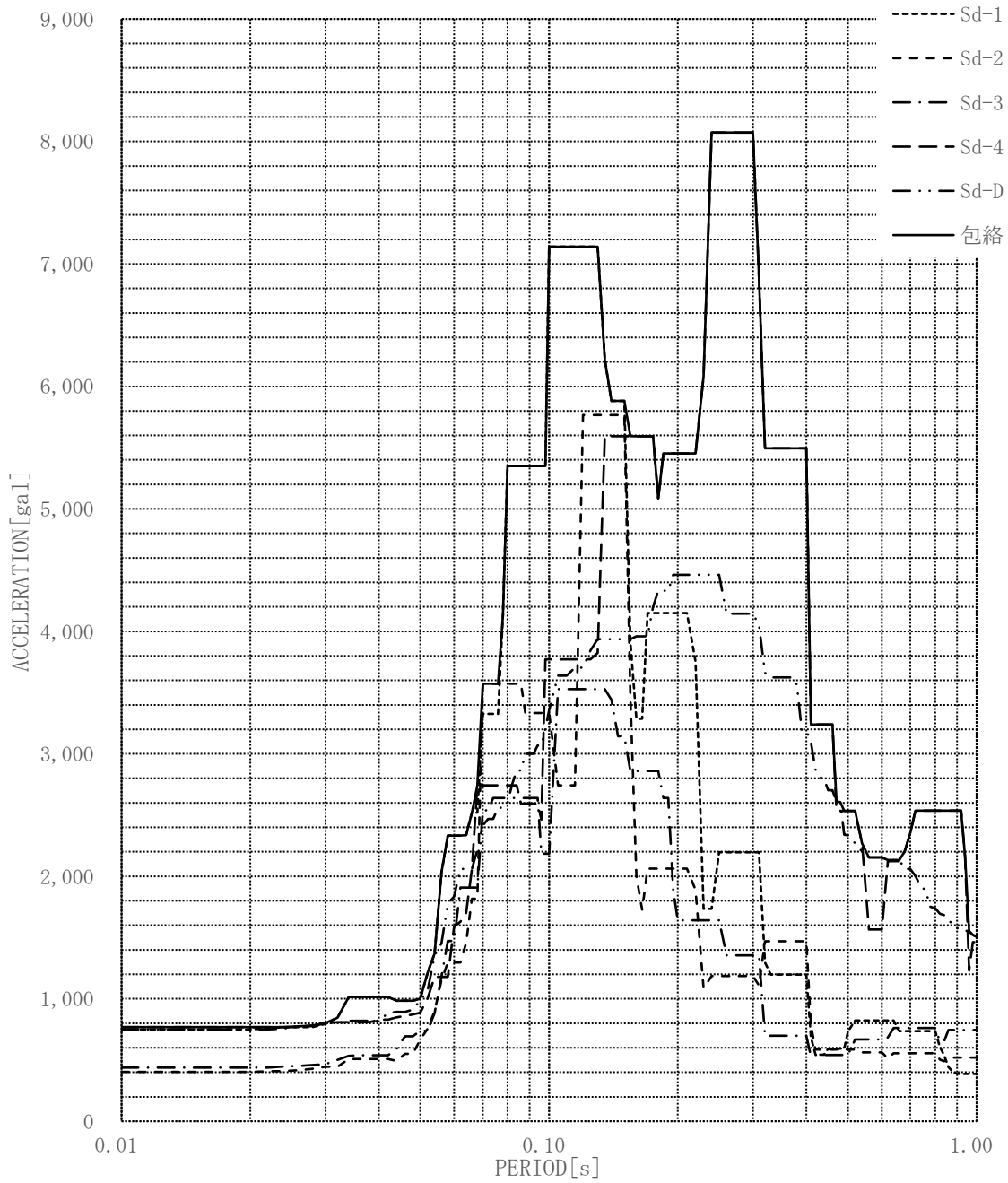


図-3-1.15 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:8, 方向:EW, 減衰:1.0%)

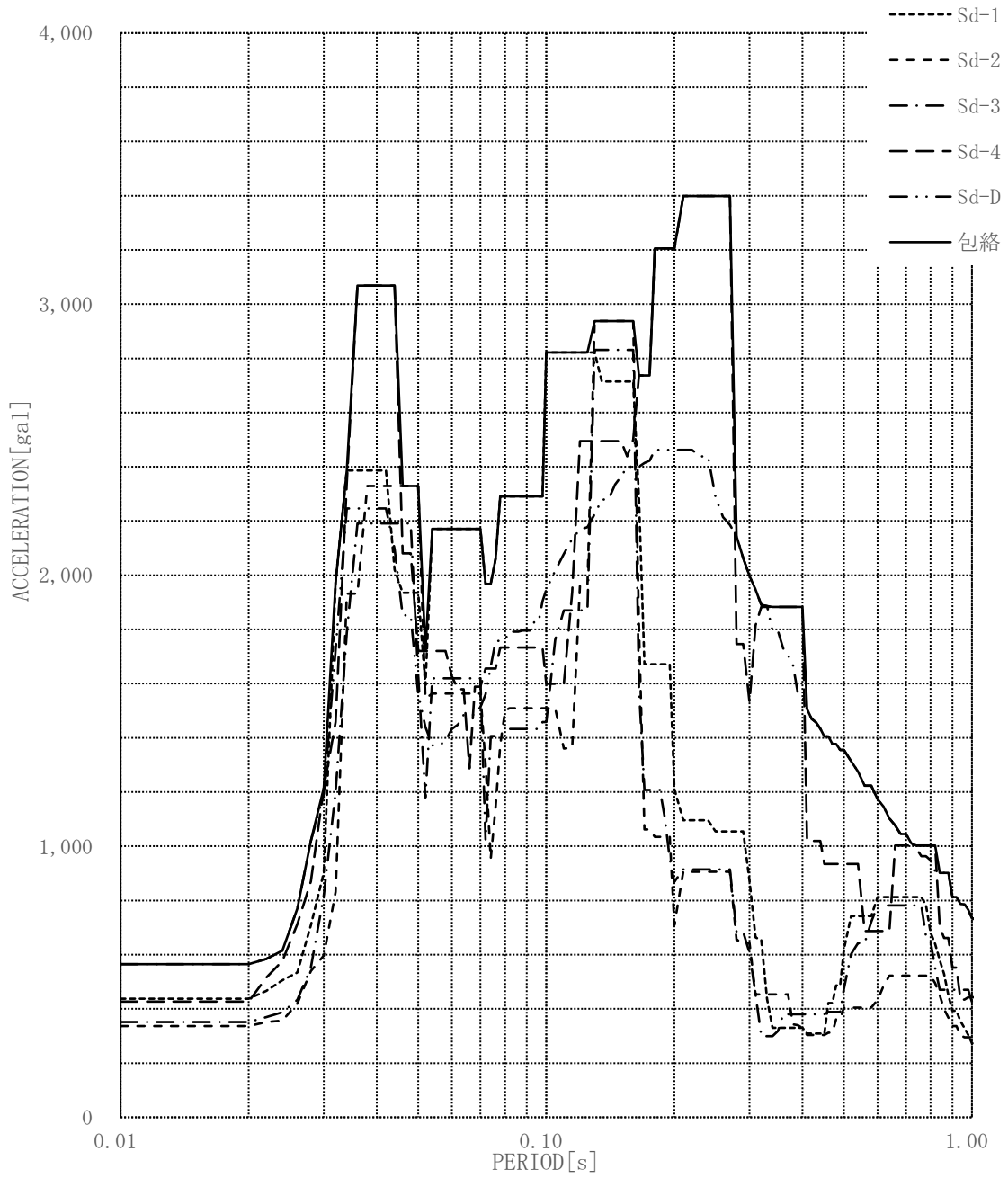


図-3-1.15 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:8, 方向:UD, 減衰:1.0%)

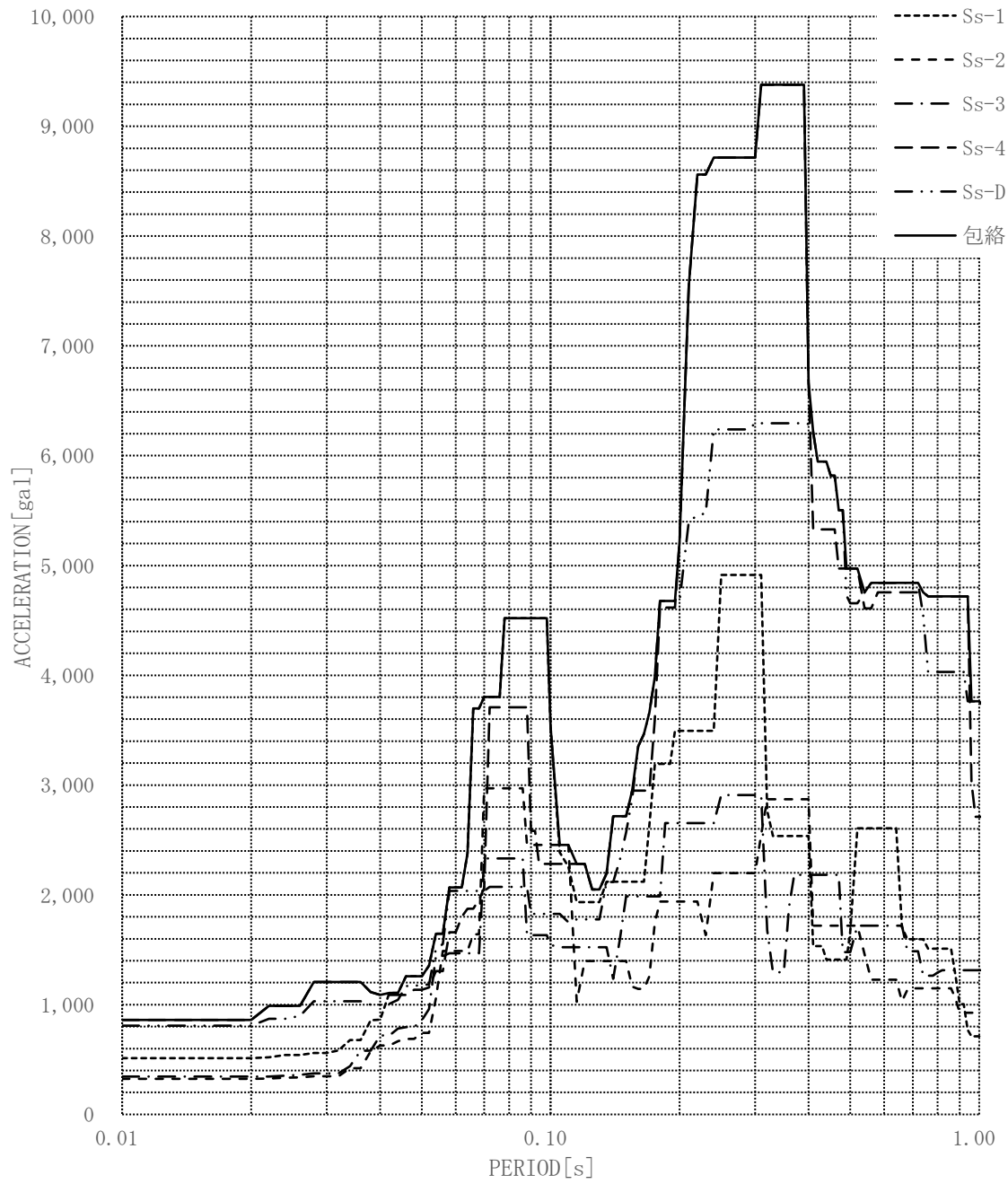


図-3-1.16 (1) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:9, 方向:NS, 減衰:0.5%)

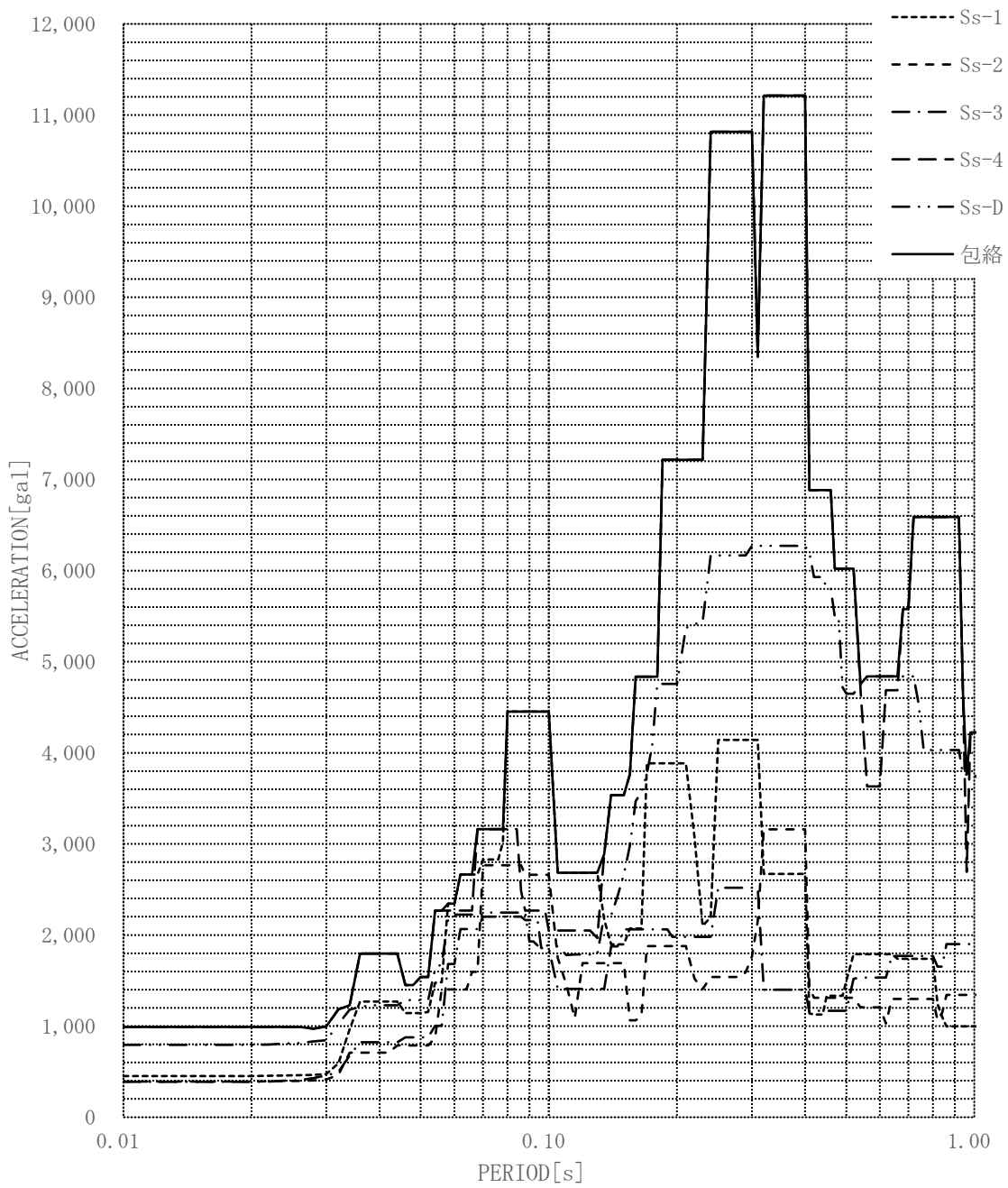


図-3-1.16 (2) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:9, 方向:EW, 減衰:0.5%)

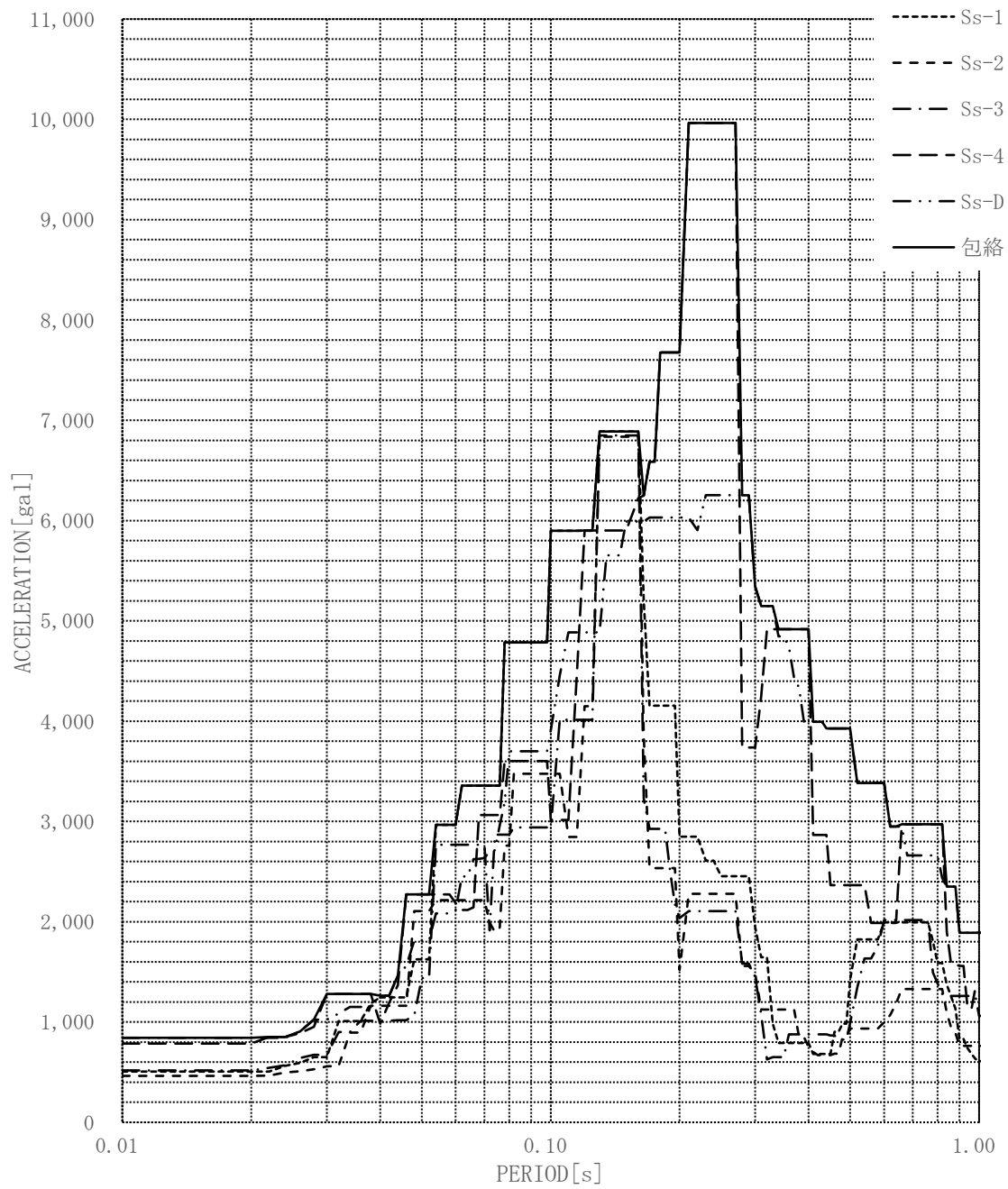


図-3-1.16 (3) 床応答スペクトル (地震動: S s , 原子炉建家質点:9, 方向:UD, 減衰:0.5%)

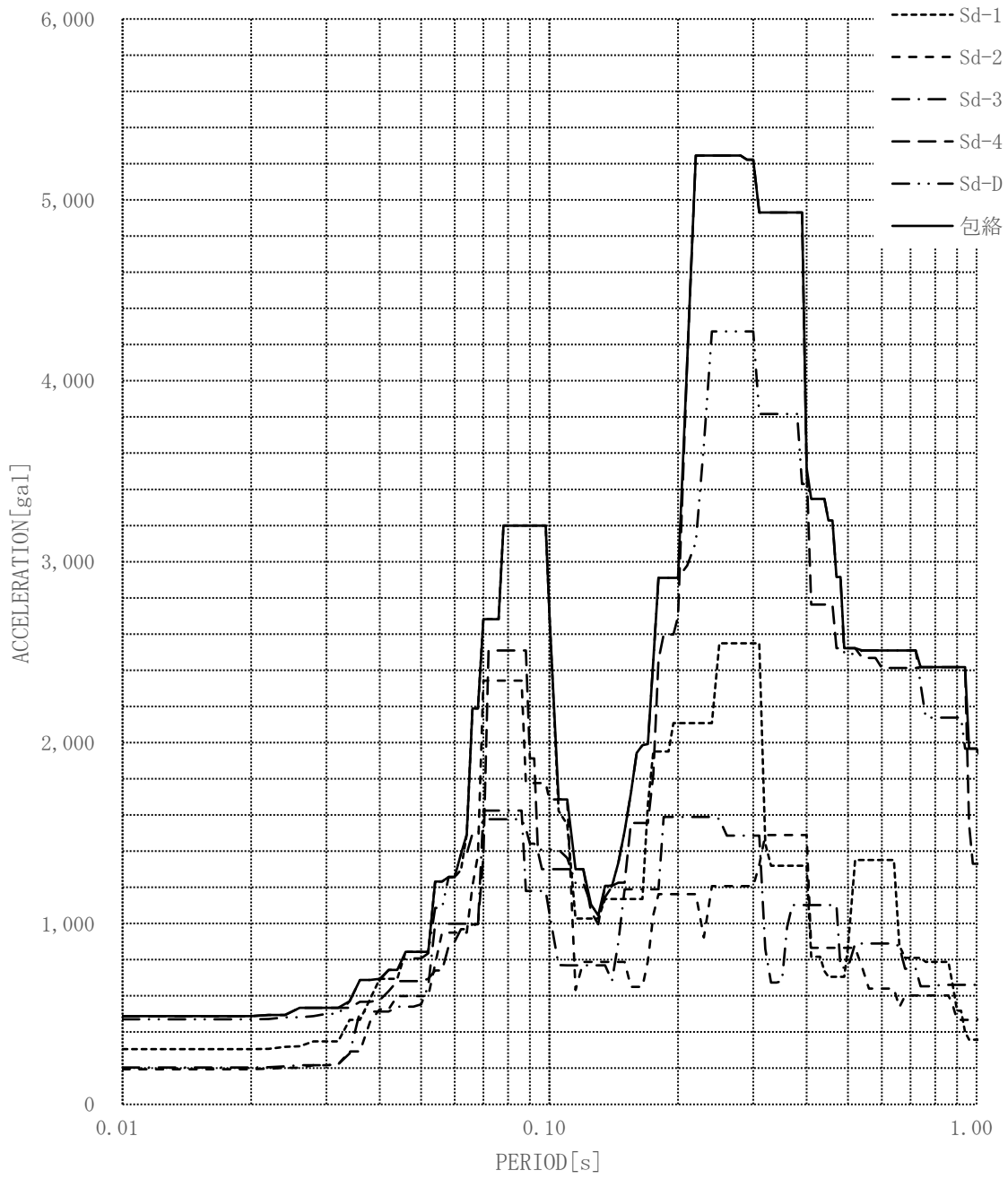


図-3-1.17 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:9, 方向:NS, 減衰:0.5%)

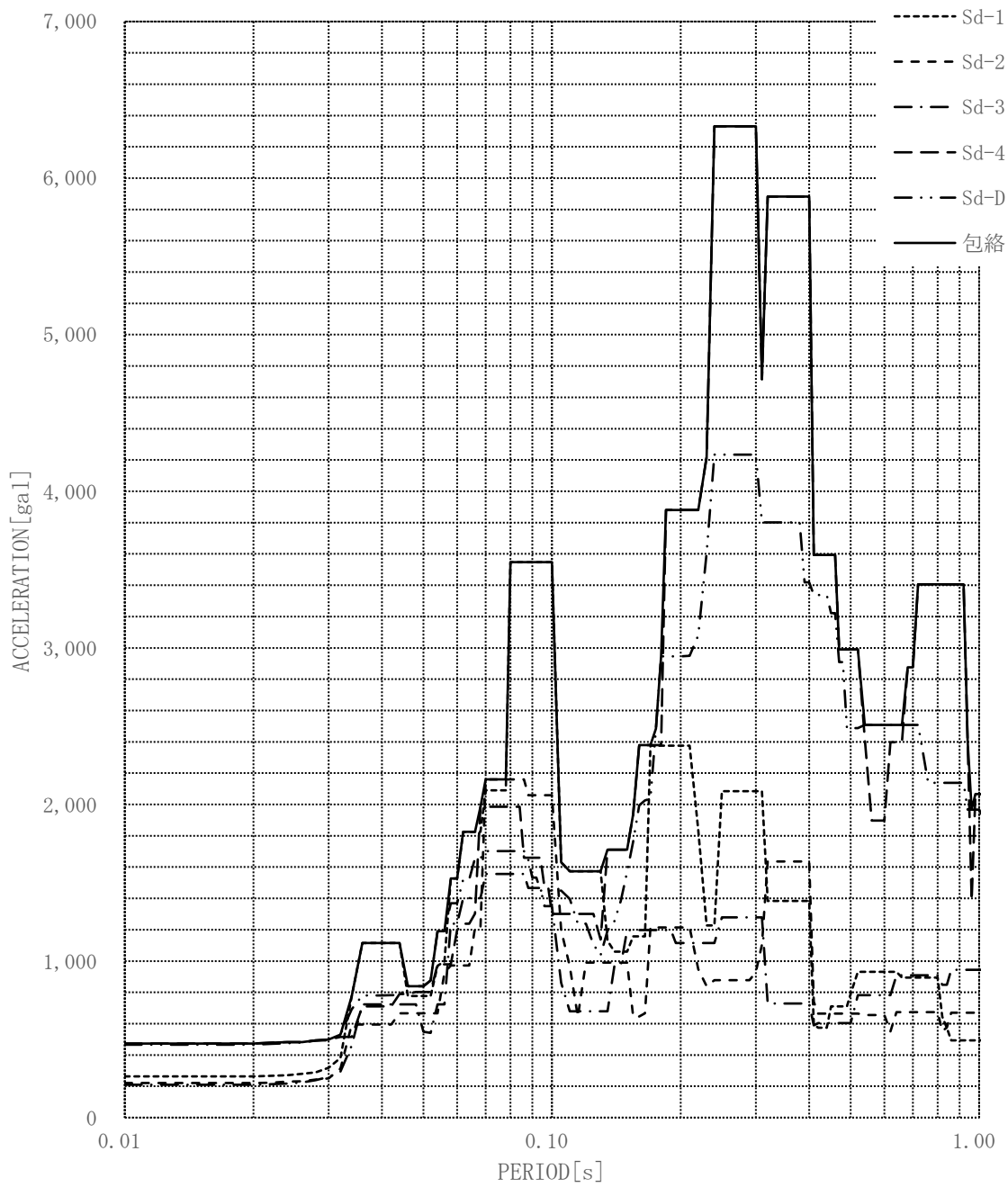


図-3-1.17 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:9, 方向:EW, 減衰:0.5%)

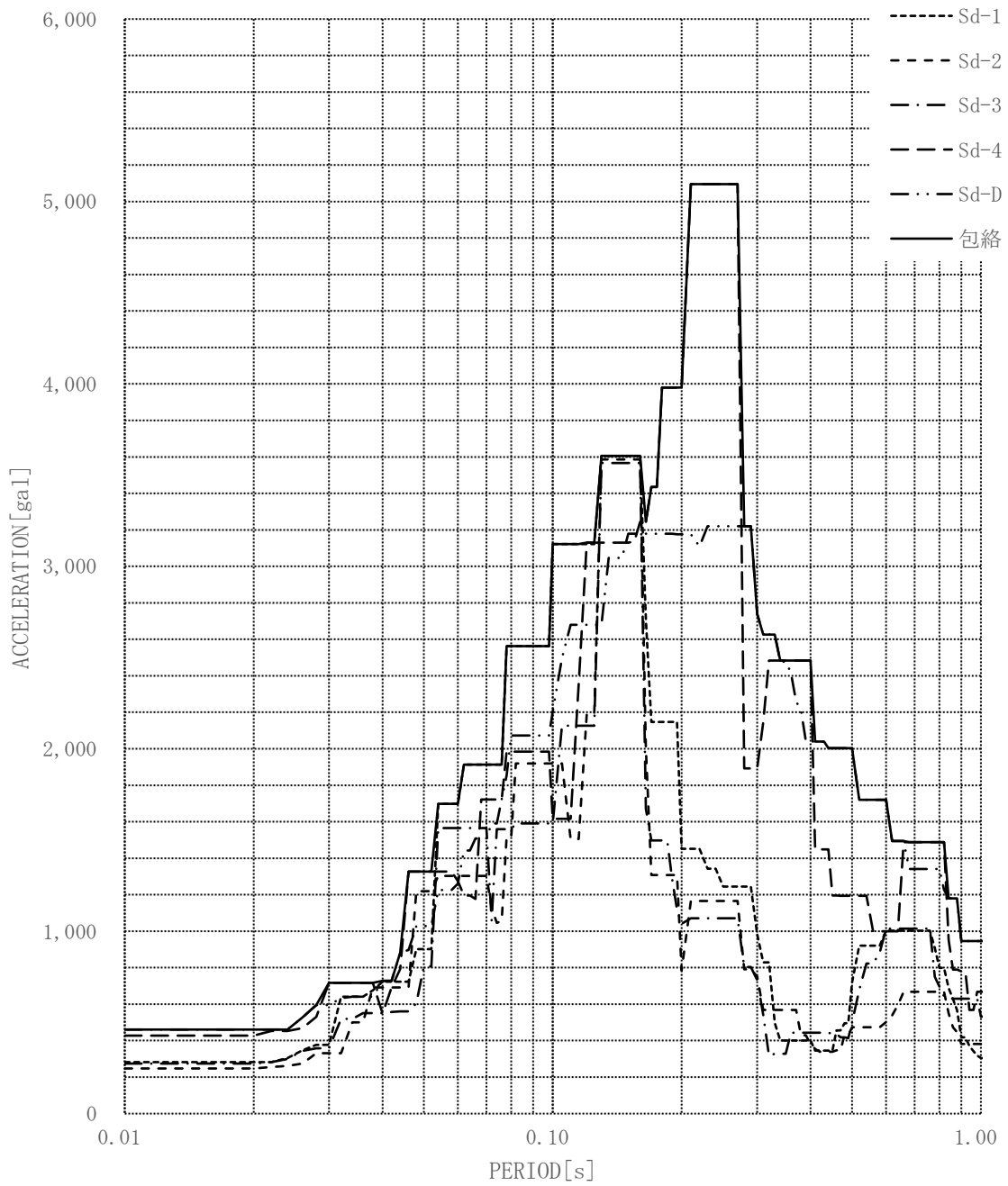


図-3-1.17 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:9, 方向:UD, 減衰:0.5%)



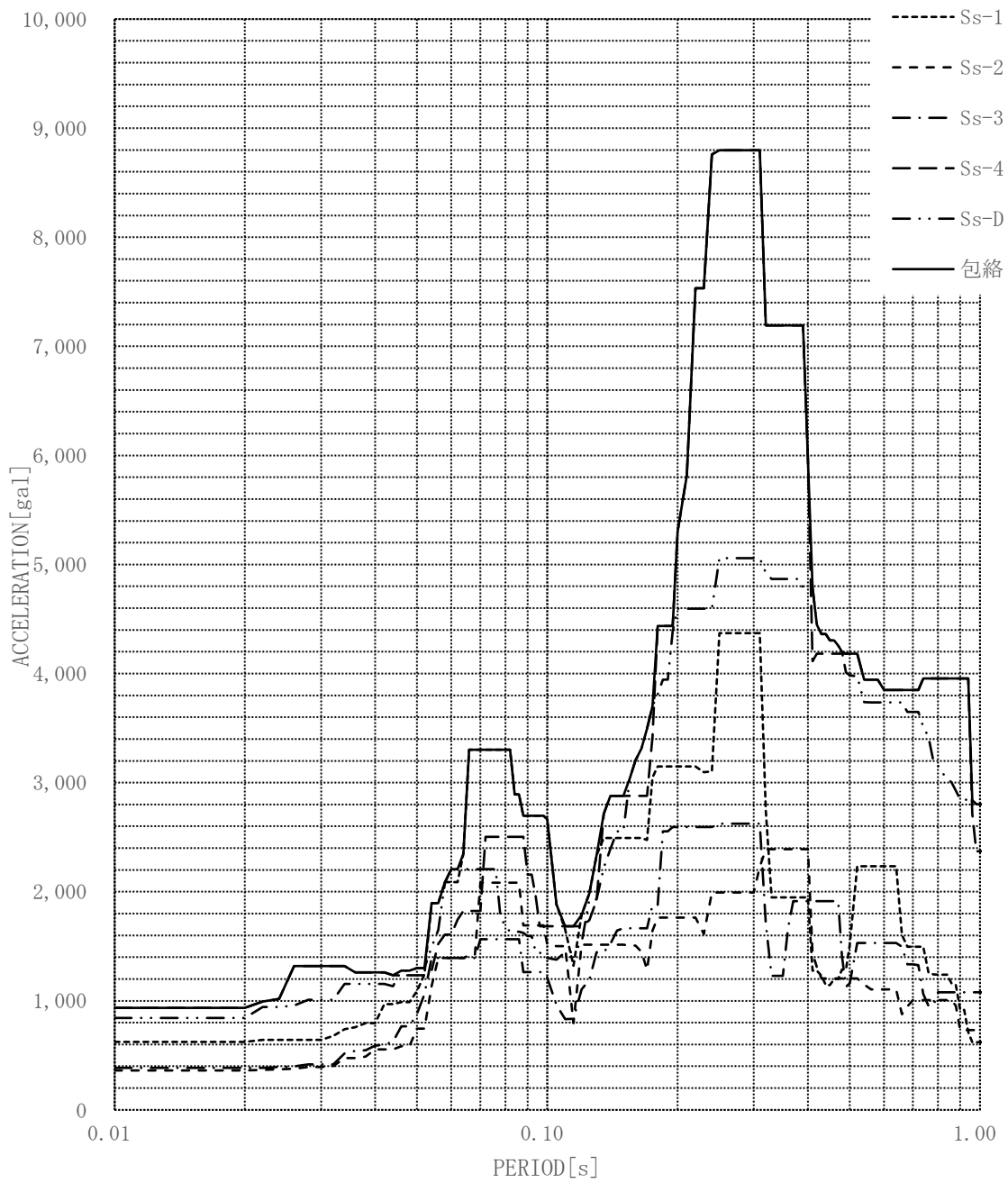


図-3-1.18 (1) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:NS, 減衰:1.0%)

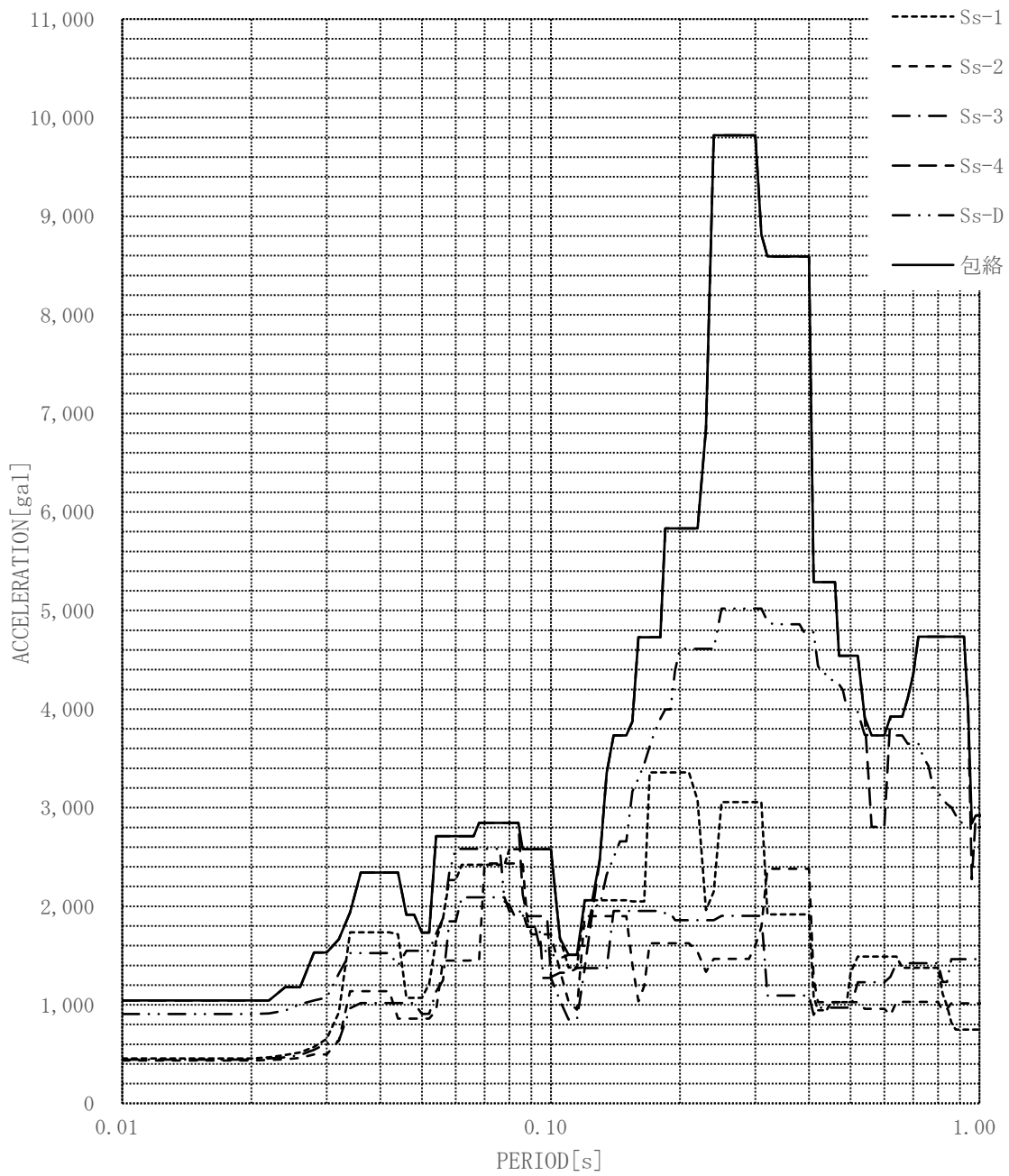


図-3-1.18 (2) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:EW, 減衰:1.0%)

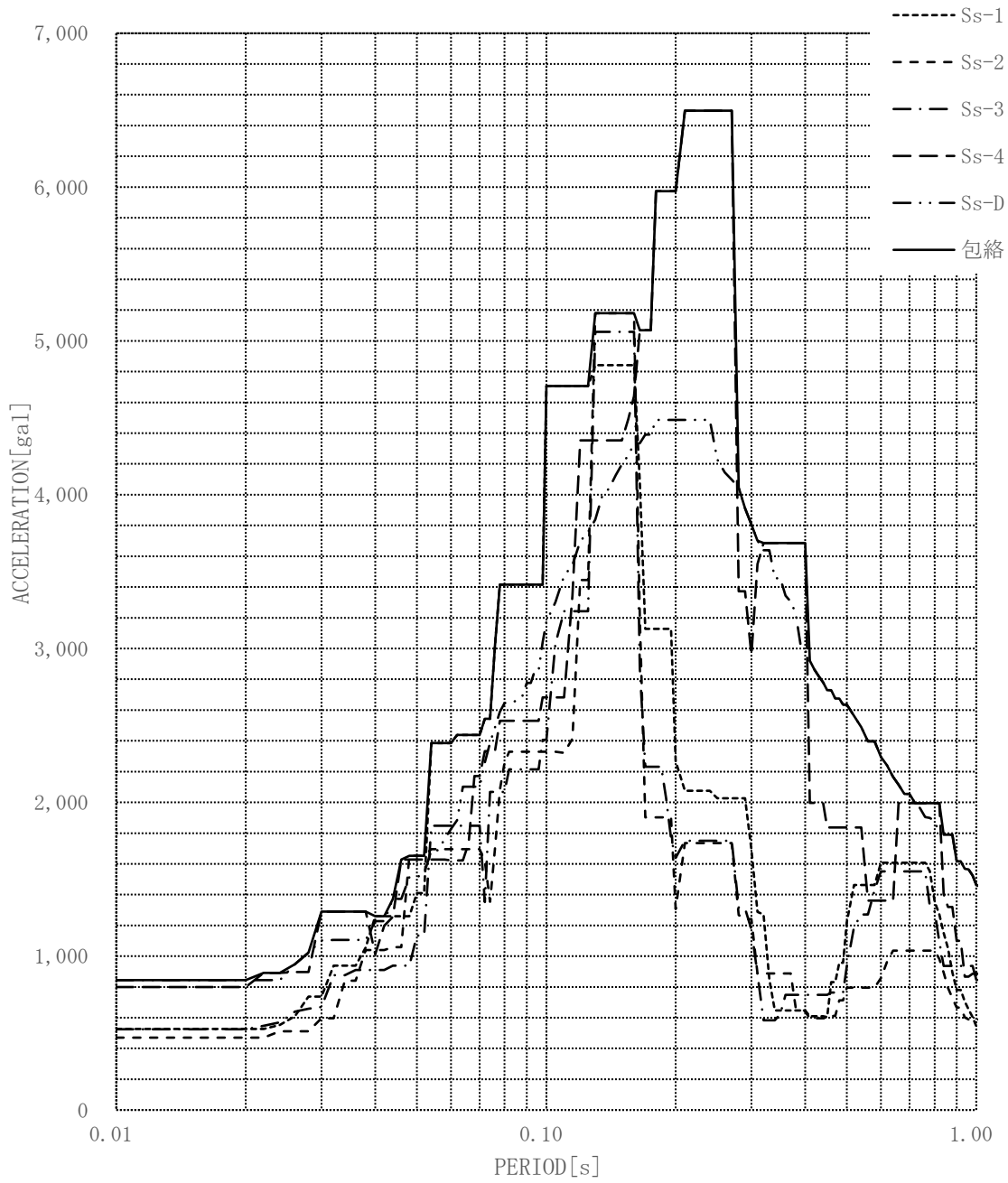


図-3-1.18 (3) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:UD, 減衰:1.0%)

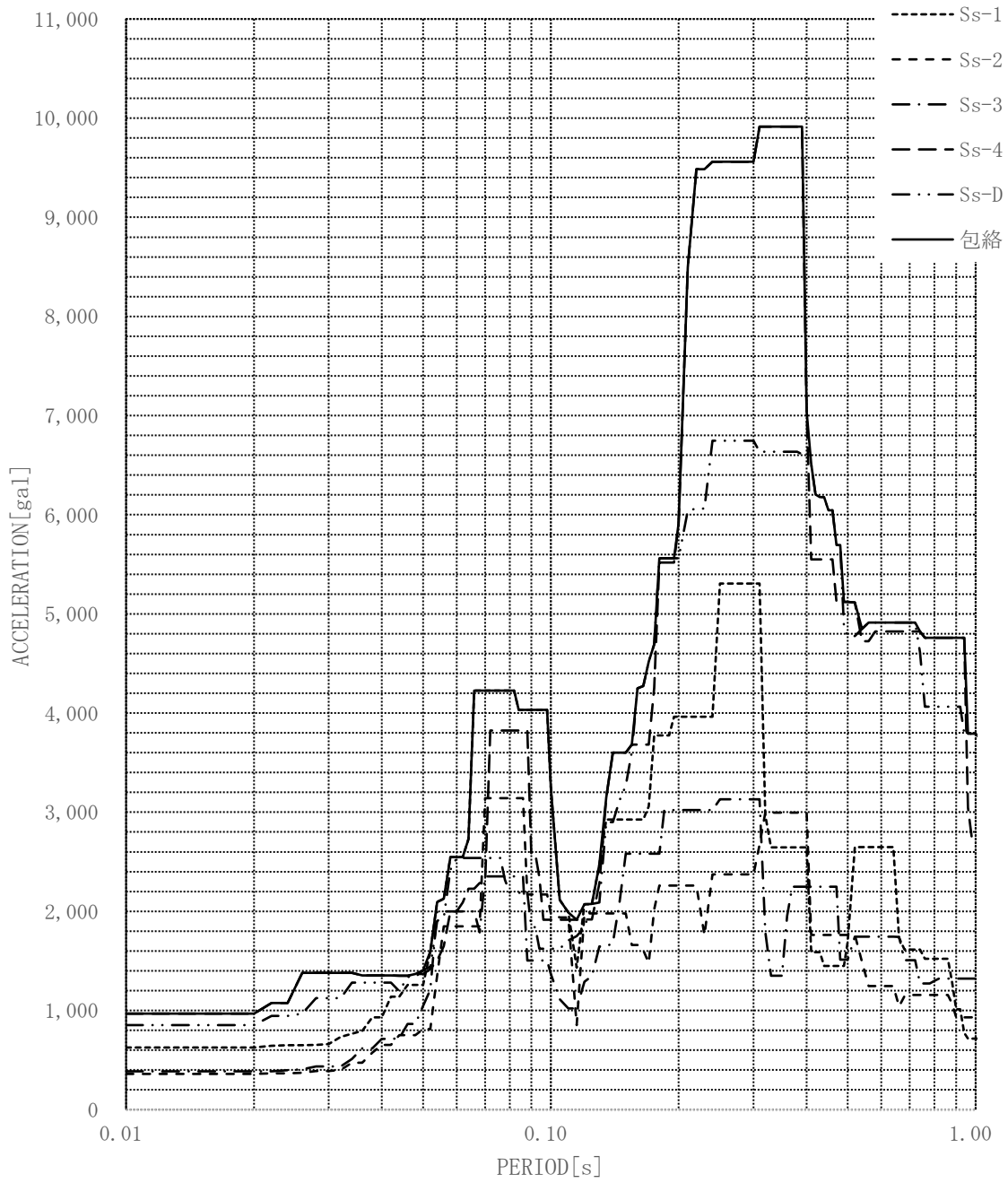


図-3-1.19 (1) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:NS, 減衰:0.5%)

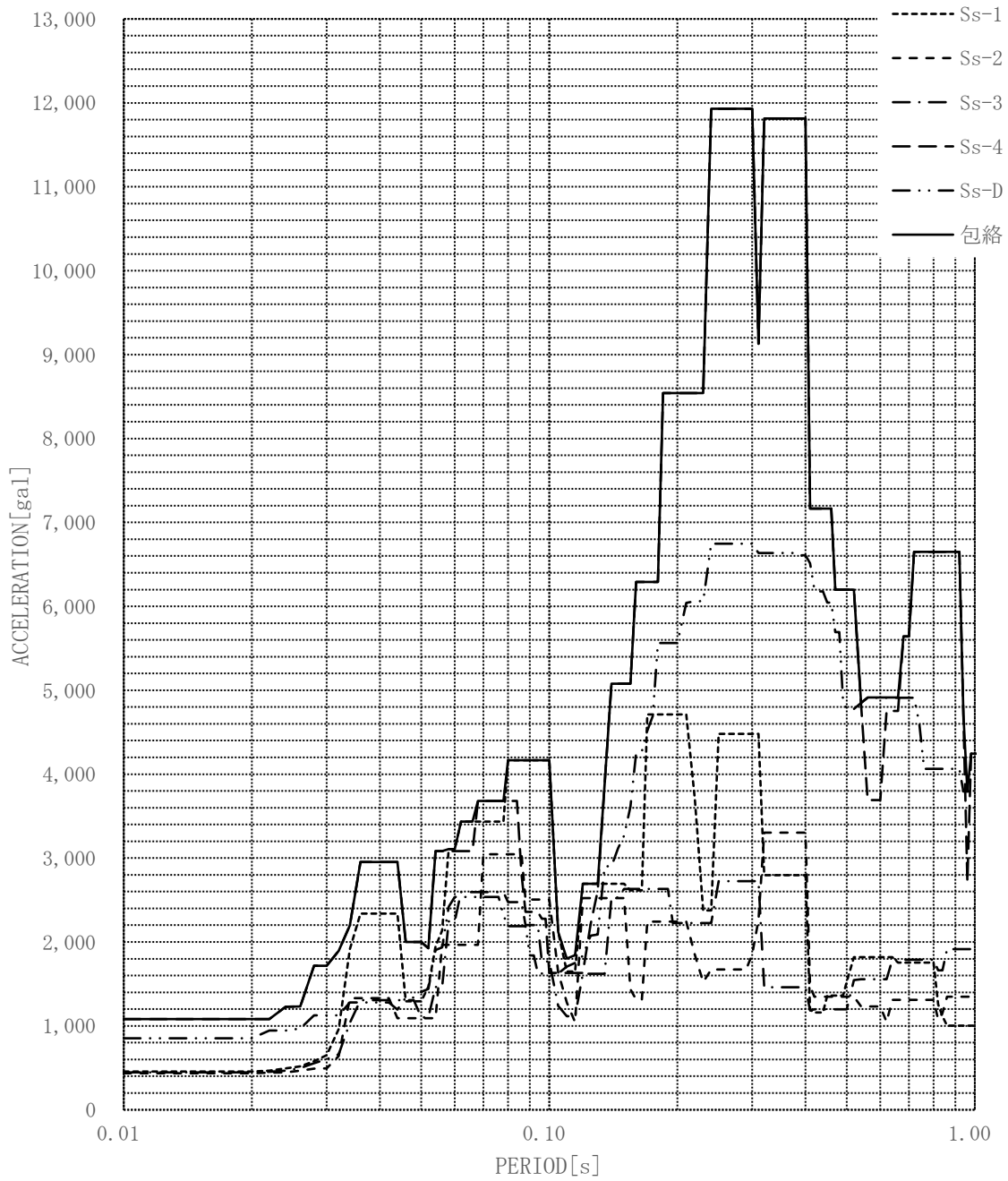


図-3-1.19 (2) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:EW, 減衰:0.5%)

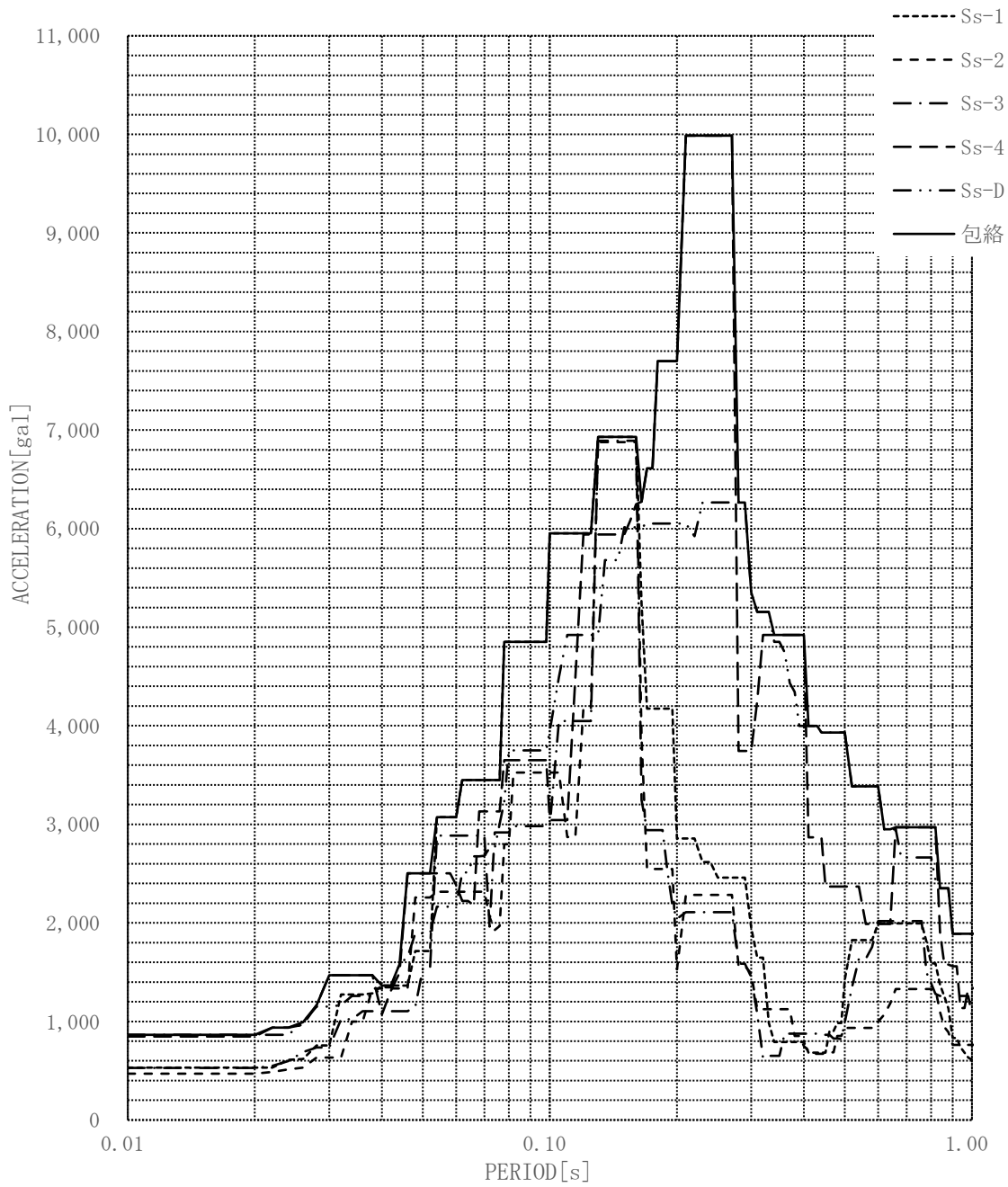


図-3-1.19 (3) 床応答スペクトル (地震動: S<sub>s</sub>, 原子炉建家質点:10, 方向:UD, 減衰:0.5%)

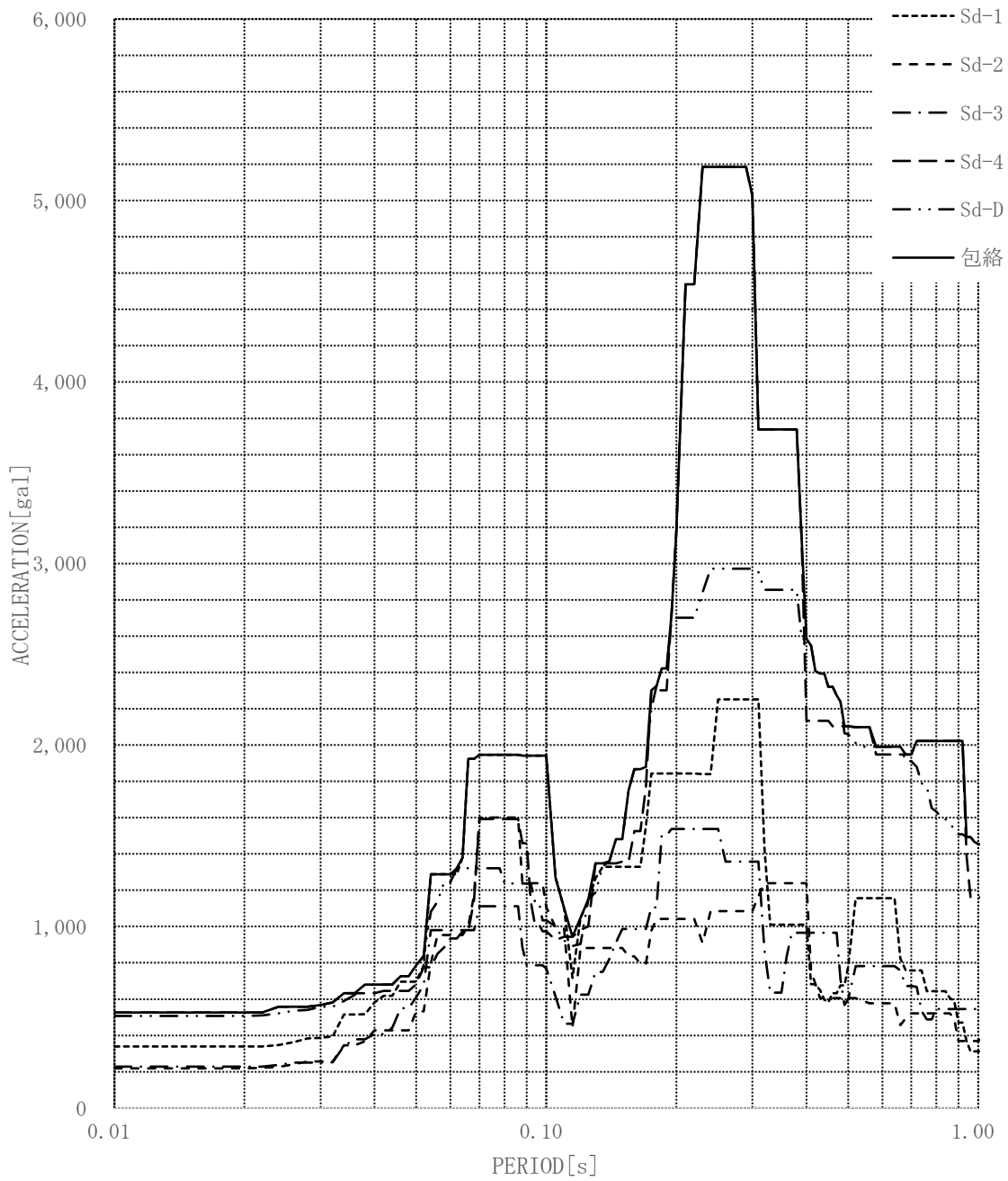


図-3-1.20 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:NS, 減衰:1.0%)

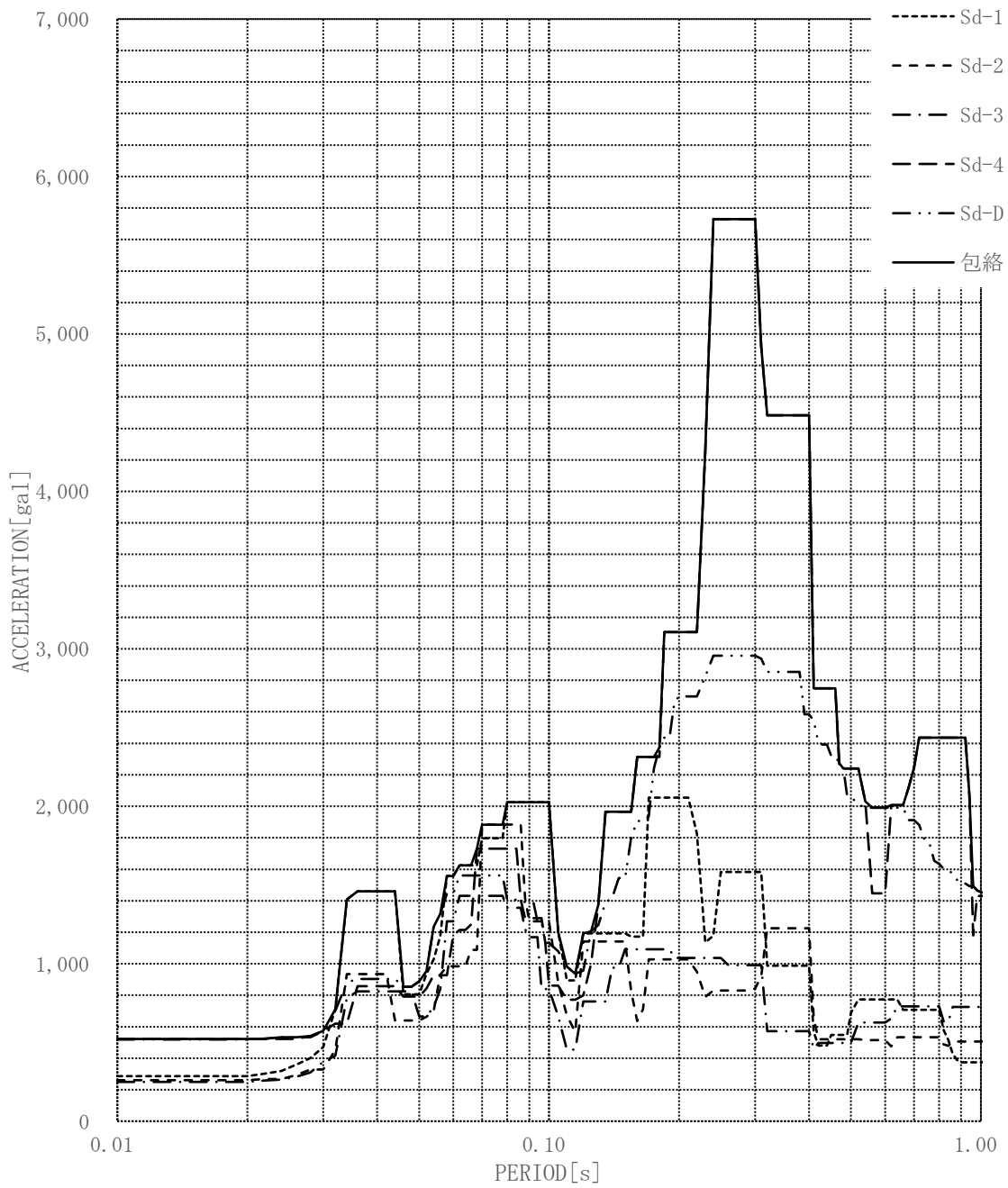


図-3-1.20 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:EW, 減衰:1.0%)



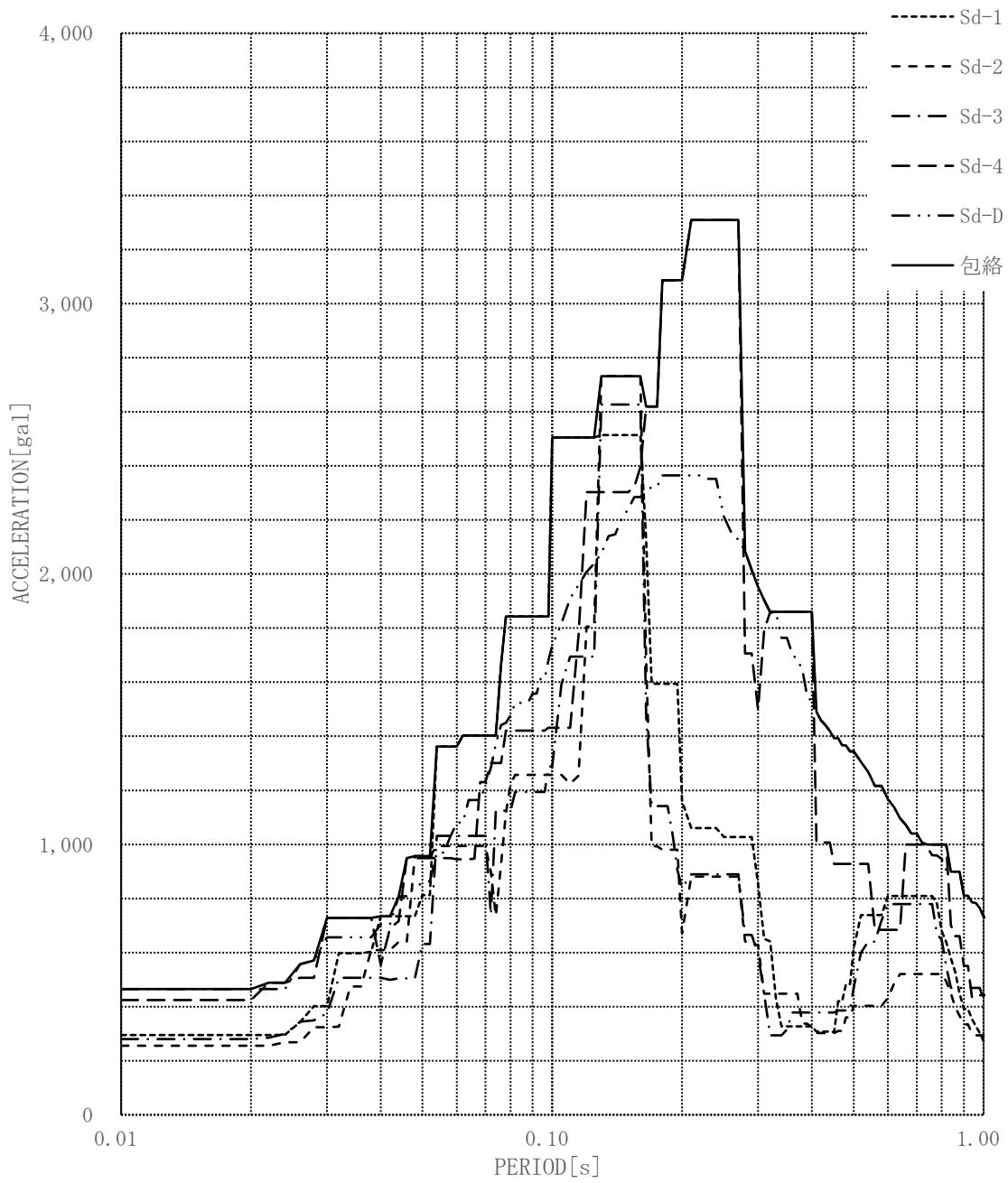


図-3-1.20 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:UD, 減衰:1.0%)

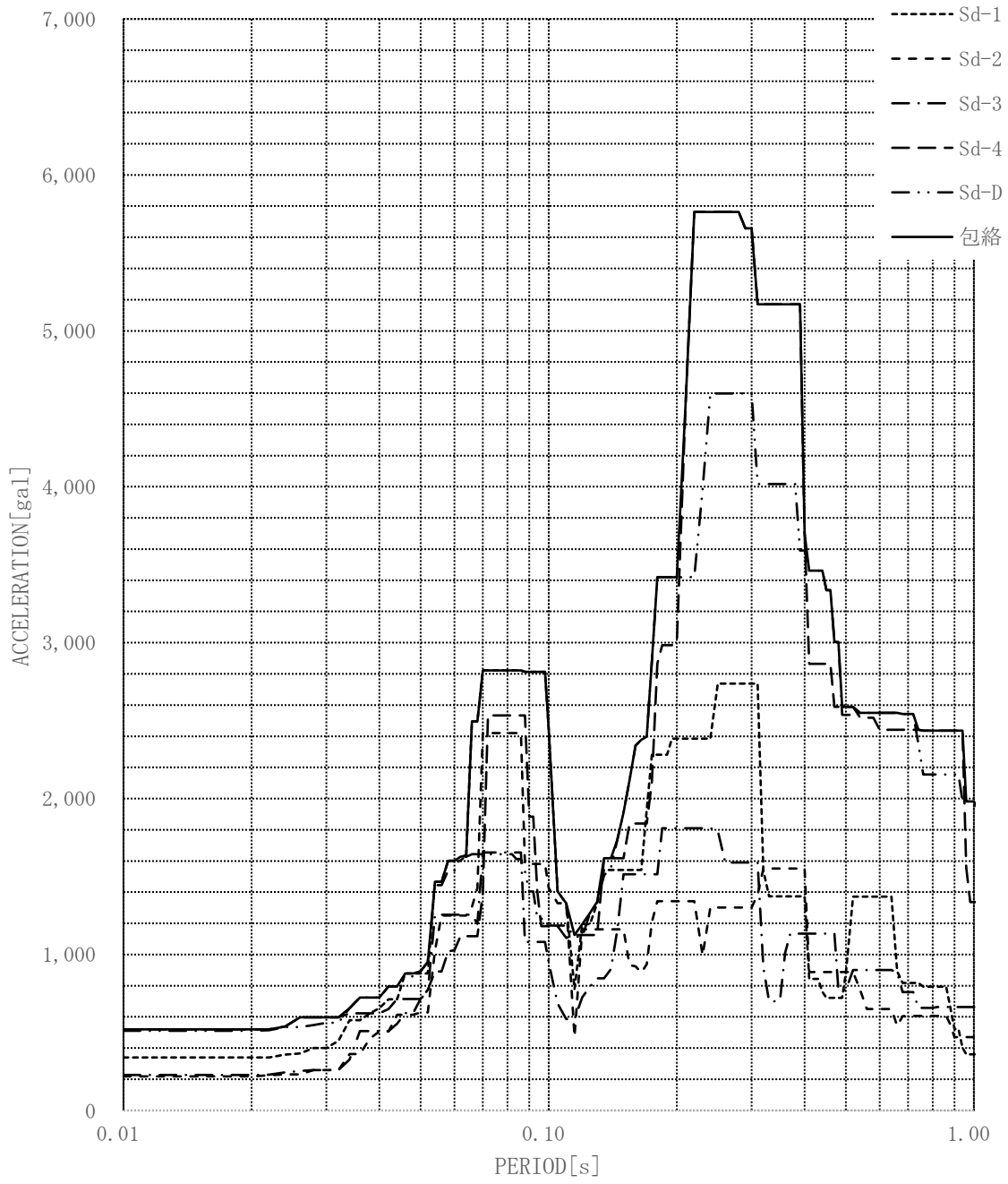


図-3-1.21 (1) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:NS, 減衰:0.5%)

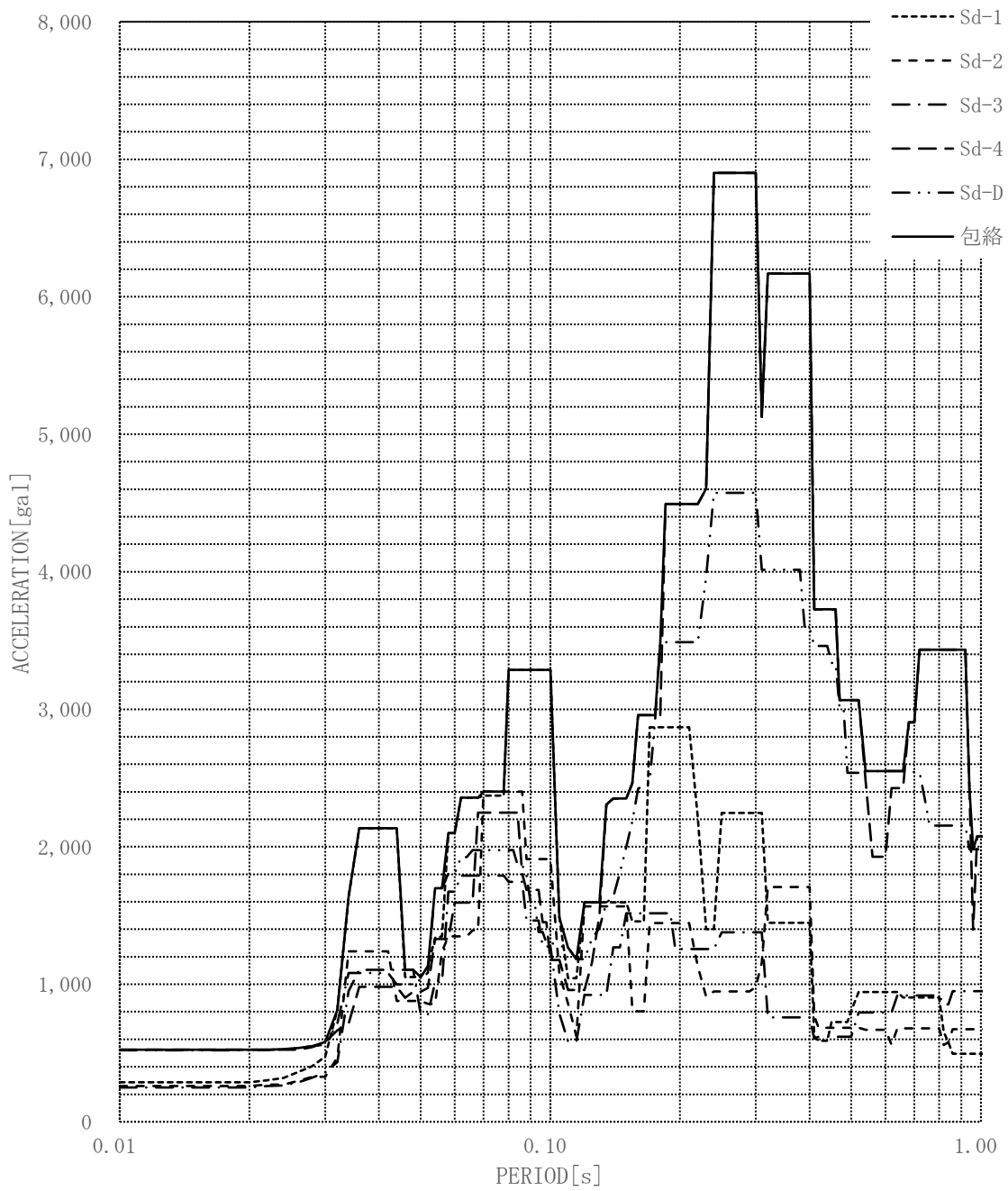


図-3-1.21 (2) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:EW, 減衰:0.5%)

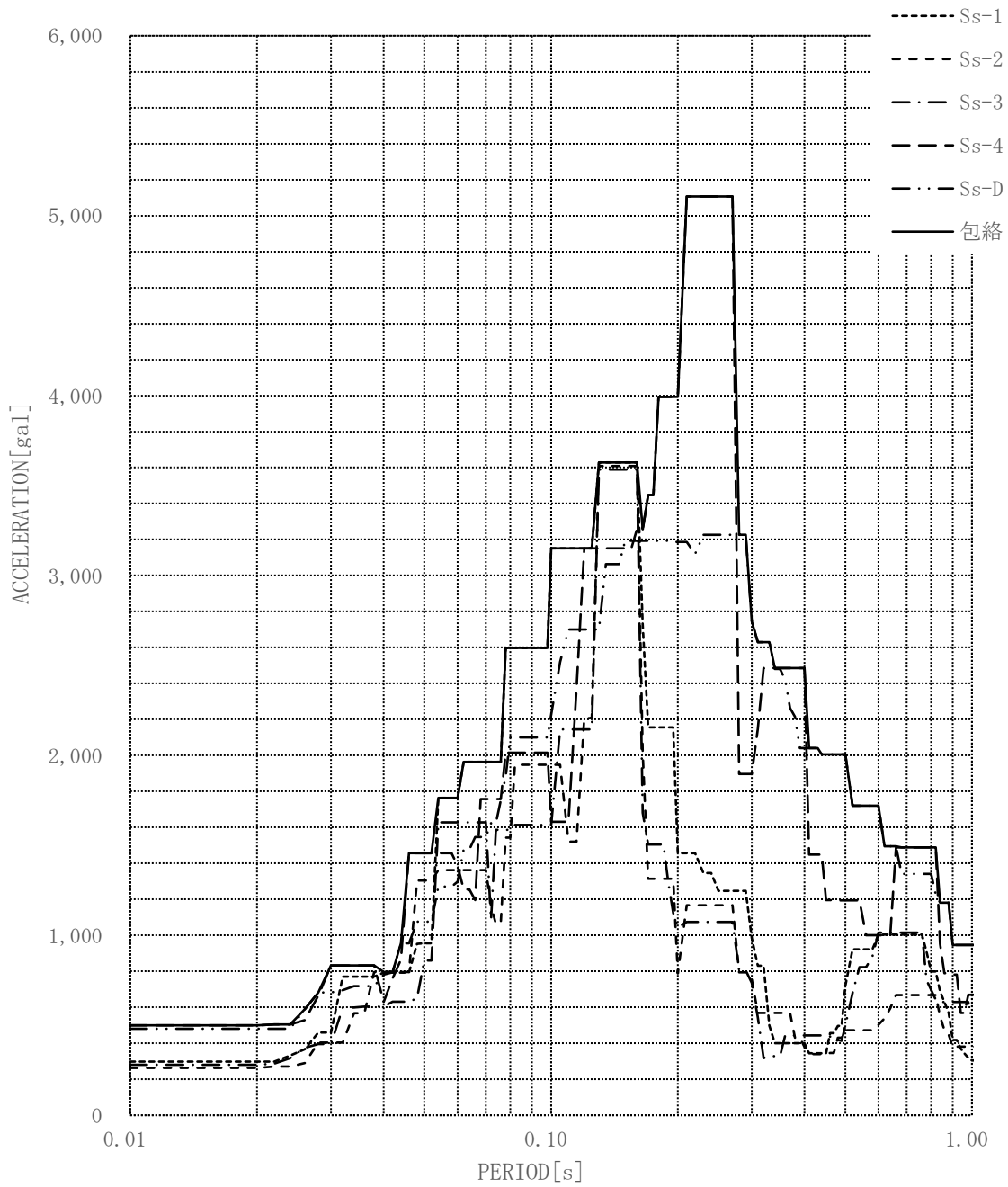


図-3-1.21 (3) 床応答スペクトル (地震動: S d, 原子炉建家質点:10, 方向:UD, 減衰:0.5%)

## 3－2．申請設備に係る耐震設計の基本方針

## 目次

1. 概要	添 3-2-1
2. 設備の重要度によるクラス別分類	添 3-2-1
3. 構造計画	添 3-2-4
3.1 耐震設計の原則	添 3-2-4
3.2 機器類及び配管	添 3-2-4
4. 設計用地震力	添 3-2-17
4.1 機器・配管	添 3-2-17
5. 地震荷重と他の荷重の組合せ	添 3-2-17
5.1 機器・配管の荷重の組合せ及び許容応力状態	添 3-2-17
6. 許容応力	添 3-2-18
6.1 機器・配管	添 3-2-18

1. 概要

今回の申請で改造する機器の耐震設計は、「原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書添付書類八別冊3」に従って、以下の基本方針に基づき行う。

2. 設備の重要度によるクラス別分類

表-3-2.1 耐震重要度分類

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss	
		冠水維持設備 原子炉プール躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブレイク弁（接続管を含む。） 制御棒駆動機構案内管 下部遮蔽体	原子炉プール 当該施設の支持構造物		
	炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プール 当該施設の支持構造物		
	その他	カナル	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス施設に適用される地震力	
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路			
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		
	1次冷却系に接続している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
		非常用排気設備	原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	放射線の監視するための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物		事故時用ガンマエリア モニタ



耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考
B	その他	サブ・プール、詰替セル（炉室内） 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス施設に適用される地震力	原子炉建家外を除く
		実験利用設備	当該施設の支持構造物		
		非常用電源系	原子炉制御棟		
		冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物		

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考
C	クラス S、B に属さない施設	2次冷却系設備のうち炉室外の設備	冷却塔及び付属建家	耐震 C クラス施設に適用される地震力	
		未使用燃料貯蔵庫 未使用燃料貯蔵ラック	燃料管理施設		
		その他の原子炉補助設備	原子炉建家 実験利用棟 コンプレッサ棟 燃料管理施設		
		排気筒			
		実験利用設備	実験利用棟 コンプレッサ棟 当該施設の支持構造物		

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

### 3. 構造計画

#### 3.1 耐震設計の原則

機器・配管系は、原則として剛構造となるよう設計する。

#### 3.2 機器類及び配管

##### 原子炉本体

- 1) 原子炉容器
  - ロ. プールゲート (No. 1 ゲート)
- 2) 放射線遮蔽体
  - イ. 上部遮蔽体
  - ロ. 下部遮蔽体

##### 原子炉冷却系統施設

- 1) 1次冷却設備
  - イ. 1次冷却系設備
    - (イ) 1次冷却材主ポンプ
    - (ロ) 1次冷却材補助ポンプ
    - (ハ) 1次冷却材熱交換器
    - (ニ)  $^{16}\text{N}$ 減衰タンク
    - (ホ) ディフューザ
    - (ヘ) 1次冷却材ストレーナ
    - (ト) 主配管
- 2) 2次冷却設備
  - イ. 2次冷却系設備
    - (イ) 主配管
- 3) その他の主要な事項
  - イ. 重水冷却設備
    - (イ) 重水系設備
      - a. 重水ポンプ
      - b. 重水ドレン汲上ポンプ
      - c. 重水熱交換器
      - d. 重水溢流タンク
      - e. 重水ドレンタンク
      - f. 重水イオン交換樹脂塔
      - g. 重水前置フィルタ
      - h. 重水後置フィルタ

- i. 主配管
- (ロ) ヘリウム系設備
  - a. ヘリウム圧縮機
  - b. 吸込タンク
  - c. 吐出タンク
  - d. ヘリウムタンク
  - e. 再結合器
  - f. ドレンセパレータ
  - g. 凝縮器
  - h. 主配管

- ロ. 冠水維持設備
  - (イ) サイフォンブレイク弁
    - a. 接続管
    - b. 弁

- ハ. 自然循環弁

- (イ) 接続管
- (ロ) 弁

- ニ. 軽水貯留設備

- (イ) 原子炉プール溢流系設備
  - a. 原子炉プール溢流タンク

## 計測制御系統施設

### 1) 計装

- イ. 核計装

- (イ) 対数出力炉周期系
- (ロ) 安全系

- ロ. その他の主要な計装

- (イ) プロセス計装設備
  - a. 1次冷却材流量
  - b. 1次冷却材炉心入口温度
  - c. 1次冷却材炉心出口温度
  - d. 重水流量
  - e. 重水温度
  - f. 重水溢流タンク水位
  - g. 原子炉プール水位 (安全保護系)
- (ロ) プロセス放射能監視設備

- a. 燃料事故モニタ
- ハ. 附帯設備
- 2) 安全保護回路
  - イ. 原子炉停止回路
  - ロ. 工学的安全施設作動回路
- 3) 制御設備
  - イ. 制御棒
  - ロ. 制御棒駆動装置
- 4) 非常用制御設備
  - イ. 重水ダンプ弁
    - (イ) 接続管
    - (ロ) 弁

#### 放射性廃棄物の廃棄施設

- 1) 気体廃棄物の廃棄施設
  - イ. 原子炉建家排気設備
    - (イ) 炉室排気系主ダクト
    - (ロ) 実験利用設備排気系主ダクト

#### 原子炉格納施設

- 1) その他の主要な事項
  - イ. 原子炉建家換気空調設備
    - (イ) 炉室給気系空調機
    - (ロ) 給気系主ダクト
    - (ハ) 主要弁
  - ロ. 非常用排気設備
    - (イ) 非常用排風機
    - (ロ) 空気浄化装置
    - (ハ) ダクト
    - (ニ) 主要弁

#### 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設

- 1) 核燃料物質取扱設備
  - イ. 燃料搬送装置
  - ロ. 使用済燃料取扱装置
    - (イ) 使用済燃料キャスク

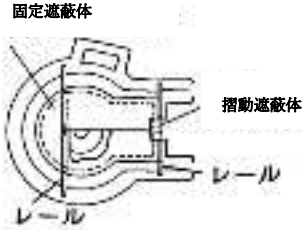
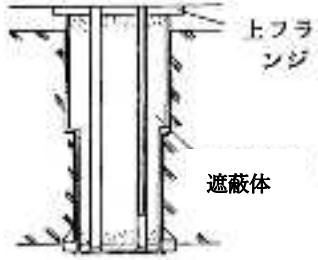
- 2) 核燃料物質貯蔵設備
- イ. 使用済燃料貯蔵設備
  - (イ) プールゲート (No.2 ゲート)
  - (ロ) 使用済燃料貯蔵ラック

その他試験研究用等原子炉の附属施設

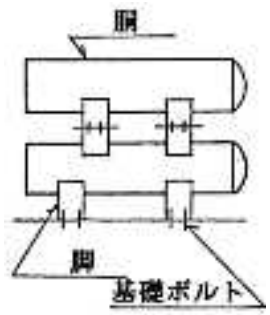
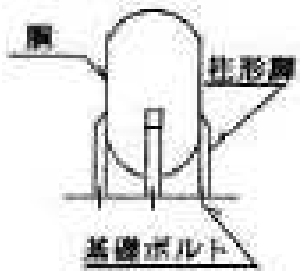
- 1) 非常用電源設備
  - イ. 蓄電池
  - ロ. 非常用発電機
- 2) 主要な実験利用設備
  - イ. 水平実験孔
    - (イ) ビームチューブ接続管
    - (ロ) 前部水封用止板
  - ロ. 照射利用設備
    - (イ) 水力照射設備
      - a. 照射筒
      - b. 減衰タンク
      - c. 照射系イオン交換塔
      - d. 通水タンク
      - e. 転送系イオン交換塔
      - f. 主配管
      - g. 循環ポンプ
      - h. 主要弁
      - i. 転送機 (HR)
    - (ロ) 気送照射設備
      - a. 照射筒 (PN)
      - b. 照射系緩衝タンク
      - c. 窒素ガスアキュムレータ
      - d. 空気貯留槽
      - e. 転送系緩衝タンク
      - f. 主配管
      - g. 主要弁
      - h. 転送機 (PN)
      - i. 循環ブロワ
    - (ハ) 放射化分析用照射設備
      - a. 照射筒 (PA)

- b. 緩衝タンク
- c. アキュムレータ
- d. 主配管
- e. 主要弁
- f. 挿入機
- g. 取出機
- (二) 均一照射設備
  - a. 装荷用キャスク
  - b. 駆動機構
  - c. 案内管
- (ホ) 回転照射設備
  - a. 回転駆動機構
  - b. 支持クランプ (DR)
- (へ) 垂直照射設備
  - a. 支持クランプ
  - b. キャスク架台
- ハ. 冷中性子源装置
  - (イ) CNS 本体設備
    - a. クライオスタット
- 二. その他の附属施設
  - (イ) 炉室詰替セル
    - a. 炉室詰替セルの躯体
  - (ロ) サブプール
- 3) その他の主要事項
  - ロ. 補助設備
    - (イ) 圧縮空気設備
      - a. 非常用排気設備アキュムレータ
      - b. 主配管

1) 原子炉本体


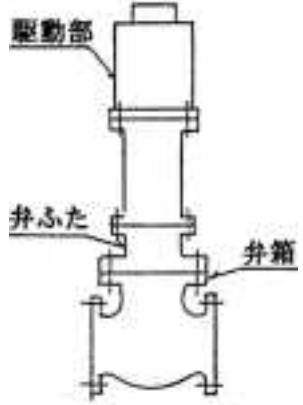
主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
上部遮蔽体	<p>上部遮蔽体は固定遮蔽体及び摺動遮蔽体によりなり、原子炉上面に設置し、燃料交換、照射キャプセルの交換等の作業時に一部開放できる構造とする。</p> <p>上部遮蔽体は最大幅約 5.6m、最大長さ約 7.2m、厚さ約 0.25m のステンレス鋼製である。</p>	<p>固定遮蔽体は原子炉プール躯体に固定し、摺動遮蔽体は固定遮蔽体と原子炉プール躯体に固定したレールにより支持する。</p>	 <p>固定遮蔽体 摺動遮蔽体 レール</p>
下部遮蔽体	<p>下部遮蔽体は原子炉プール中央底部に設置し、制御棒駆動機構案内管を有する。</p> <p>下部遮蔽体は上部外径約 0.6m、下部外径約 0.5m、高さ約 1.6m であり、重量コンクリート及びステンレス鋼よりなる。</p>	<p>下部遮蔽体は上フランジで原子炉プール底部に固定される。</p>	 <p>上フランジ 遮蔽体</p>

2) 原子炉冷却系統施設

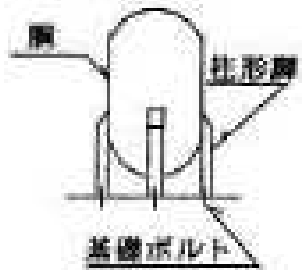
主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
1次冷却材熱交換器	横置二胴円筒形容器	2本の脚にて建物の床に基礎ボルトで固定する。	
1次冷却系設備の主配管（1次冷却材ストレーナを含む）	呼び径 65A、100A、200A、250A、300A、400A、450A、500A、550A の配管	鳥瞰図に示す。 （添付書類 3-4-2-2 1次冷却系設備主配管の耐震強度評価）	—
2次冷却系設備の主配管	呼び径 400A、550A、600A の配管	鳥瞰図に示す。 （添付書類 3-4-2-3 2次冷却系設備主配管の耐震強度評価）	—
重水溢流タンク	四脚たて置円筒形容器	4本の柱形脚にて建物の床に基礎ボルトで固定する。	



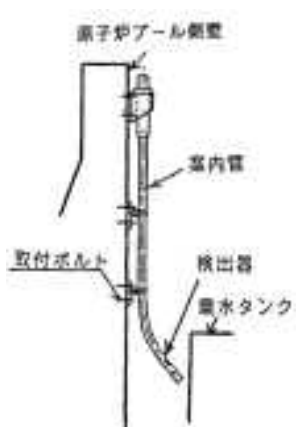
2) 原子炉冷却系統施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
重水系設備の主配管	呼び径 125A、150A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-2-5 重水系設備主配管の耐震強度評価)	—
ヘリウム系設備の主配管	呼び径 25A、50A、80A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-2-7 ヘリウム系設備主配管の耐震強度評価)	—
ヘリウム圧縮機	たて型圧縮機	建物床に基礎ボルトで固定する。	 <p>シリンダ 基礎ボルト</p>
サイフォンブレイク弁	弁箱、弁ふた及び駆動部よりなる電磁駆動弁	弁は接続管にフランジを介してボルトで固定する。	 <p>駆動部 弁ふた 弁箱</p>
サイフォンブレイク弁の接続管	呼び径 80A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-2-8 サイフォンブレイク弁及び接続管の耐震強度評価)	—

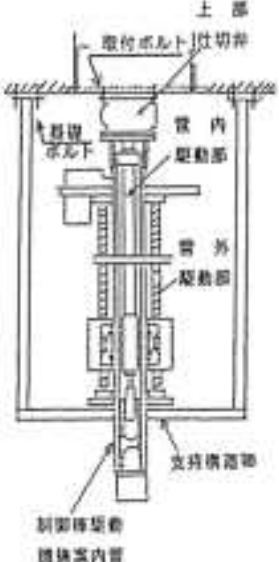
2) 原子炉冷却系統施設

主要 区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
原子炉 プール 溢流 タンク	四脚たて置円筒形容器	4本の柱形脚にて建物の床に基礎ボルトで固定する。	 <p>The diagram shows a cylindrical tank with a flat top. It is supported by four vertical columns. The columns are attached to a base plate, which is secured to the floor by four foundation bolts. Labels include '溢' (overflow) on the left side of the tank, '柱形脚' (columnar leg) pointing to one of the support columns, and '基礎ボルト' (foundation bolt) pointing to one of the bolts on the base.</p>

3) 計測制御系統施設

主要 区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
核計装 案内管	原子炉プール側壁に取付ける。検出器等の内部機構を持つ。	駆動機構に取付ボルトで固定する。	 <p>The diagram illustrates a vertical pipe assembly. At the top, it is labeled '原子炉プール側壁' (reactor pool side wall). Below this, a vertical pipe is shown with a '検出器' (detector) attached to its side. The pipe is supported by a '駆動機構' (drive mechanism) at the bottom, which is secured with '取付ボルト' (mounting bolts). At the very bottom of the pipe, there is a '蒸気タンク' (steam tank). The label '案内管' (guide pipe) is also present, indicating the overall structure.</p>

3) 計測制御系統施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	主体構造	
制御棒駆動装置	制御棒駆動機構案内管、管内駆動部及び管外駆動部で構成する。	<p>上部仕切弁は下部遮蔽体の底面に取付ける。</p> <p>制御棒駆動機構案内管下部は炉下室天井壁に基礎ボルトで取付けられた支持構造物で支持する。なお、吸収体、フォロー型燃料要素及び制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール内で水中に浮いた状態で吸収体のガイドローラ及びプランジャと可動コイルの磁気結合によって保持されているため、制御棒案内管及び制御棒駆動機構案内管と剛な支持点を持たない。このため、これらの機器については耐震評価の評価対象外とする。</p>	
重水ダンプ弁の接続管 (重水ダンプ弁を含む)	呼び径 100A の配管	<p>鳥瞰図に示す。</p> <p>(添付書類 3-4-3-4 重水ダンプ弁の接続管の耐震強度評価)</p>	—

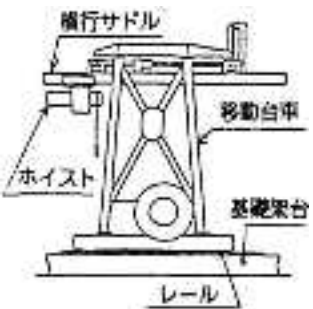
4) 放射性廃棄物の廃棄施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
炉室排気系主ダクト	呼び径 900A、600A のダクト	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-4-1 炉室排気系主ダクトの耐震強度評価)	—
実験利用設備排気系主ダクト	呼び径 500A のダクト	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-4-2 実験利用設備排気系主ダクトの耐震強度評価)	—

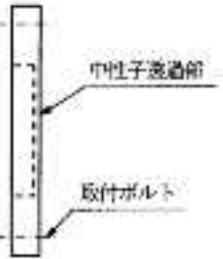
5) 原子炉格納施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
ダクト	呼び径 100A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-5 ダクトの耐震強度評価)	—
炉室給気系主ダクト	呼び径 1100A のダクト	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-7 炉室給気系主ダクトの耐震強度評価)	—

6) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
燃料搬送装置	走行レール上を移動する台車で横行台車により搬送を行う。	走行レール上に自立した構造で転倒に関しては移動台車転倒防止金具で支持される。	
使用済燃料貯蔵ラック	使用済燃料貯蔵ラックは使用済燃料プール床に自立しており、ステンレス鋼製の角管より構成されている。A型ラックは使用済み燃料を64体貯蔵し、B型ラックは使用済み燃料を68体貯蔵する。	使用済燃料プールの底部に基礎ボルトで固定される。	

7) その他試験研究用等原子炉の附属施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
接続管 ビームチューブ	呼び径 150A、200A、 $\phi$ 303、 $\phi$ 438 の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-1 ビームチューブ接続管の耐震強度評価)	—
前部水封用止板	円盤形状で1G～6G、7R、8T、9Cの4種類がある。	外側円周を多数のボルトで固定する。	

7) その他試験研究用等原子炉の附属施設

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
水力照射設備主配管	呼び径 40A、32A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-3 水力照射設備主配管 の耐震強度評価)	—
気送照射設備主配管	呼び径 50A、32A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-4 気送照射設備主配管 の耐震強度評価)	—
放射化分析用照射設備主配管	呼び径 25A、20A の配管	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-5 放射化分析用照射設 備主配管の耐震強度 評価)	—
クライオスタット	真空断熱管 I から IV 及 び外管、水プラグ用単管 にて構成	鳥瞰図に示す。 (添付書類 3-4-7-6 クライオスタットの 耐震強度評価)	—

#### 4. 設計用地震力

##### 4.1 機器・配管

設計用地震力は、表-3-2.2 のとおりとする。

表-3-2.2 機器・配管の設計用地震力

耐震クラス	許容応力 状態	静的地震力		動的地震力	
		水平	鉛直	水平	鉛直
S	IV <sub>A</sub> S	—	—	K <sub>h</sub> (S <sub>s</sub> )	K <sub>v</sub> (S <sub>s</sub> )
	III <sub>A</sub> S	K <sub>h</sub> (3.6C <sub>I</sub> )	K <sub>v</sub> (1.2C <sub>V</sub> )	K <sub>h</sub> (S <sub>d</sub> )	K <sub>v</sub> (S <sub>d</sub> )
B	B <sub>A</sub> S	K <sub>h</sub> (1.8C <sub>I</sub> )	—	K <sub>h</sub> (1/2S <sub>d</sub> )	K <sub>v</sub> (1/2S <sub>d</sub> )

##### 記号の説明

K<sub>h</sub>(3.6C<sub>I</sub>) : 3.6C<sub>I</sub>等より定まる機器・配管系の水平地震力

K<sub>v</sub>(1.2C<sub>V</sub>) : 1.2C<sub>V</sub>より定まる機器・配管系の鉛直地震力

K<sub>h</sub>(S<sub>s</sub>) : 水平方向の基準地震動 S<sub>s</sub> に基づく機器・配管系の水平地震力

K<sub>h</sub>(S<sub>d</sub>) : 水平方向の弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に基づく機器・配管系の水平地震力

K<sub>v</sub>(S<sub>s</sub>) : 鉛直方向の基準地震動 S<sub>s</sub> に基づく機器・配管系の鉛直地震力

K<sub>v</sub>(S<sub>d</sub>) : 鉛直方向の弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に基づく機器・配管系の鉛直地震力

K<sub>h</sub>(1/2S<sub>d</sub>) : 水平方向の弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に 2 分の 1 を乗じたものに基づく機器・配管系の水平地震力

K<sub>v</sub>(1/2S<sub>d</sub>) : 鉛直方向の弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に 2 分の 1 を乗じたものに基づく機器・配管系の鉛直地震力

#### 5. 地震荷重と他の荷重の組合せ

##### 5.1 機器・配管の荷重の組合せ及び許容応力状態

機器・配管の地震荷重と他の荷重の組合せ及び対応する許容応力状態は、表-3-2.3 のとおりとする。

表-3-2.3 地震荷重と他の荷重の組合せ及び対応する許容応力状態

耐震クラス	荷重の組合せ	第 3, 4, 5 種	第 3, 4 種
		容器、管	支持構造物
S	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	IV <sub>A</sub> S
	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S
B	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>B</sub>	B <sub>A</sub> S	B <sub>A</sub> S

記号の説明

D : 死荷重

$P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重 (死荷重、地震荷重は除く。)

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により求まる地震力

$S_d$  : 弾性設計地震動  $S_d$  により求まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力

$S_B$  : B クラス設備に適用される地震力

6. 許容応力

6.1 機器・配管

(1) 容器、配管の許容応力

1) 第 3、4 種容器の許容応力

第 3、4 種容器の許容応力は、表-3-2.4 のとおりとする。

表-3-2.4 第 3、4 種容器の許容応力

クラス別	許容 応力 状態	許 容 限 界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次 応力	一次+二次+ ピーク応力
S	IV <sub>AS</sub>	$0.6 S_u$	左欄の 1.5 倍の値	地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震時のみによる一次+二次応力の変動値が $2 S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
	III <sub>AS</sub>				
B	B <sub>AS</sub>	$\min[S_y, 0.6 S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $1.2 S$ とすることができる。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $1.2 S$ とすることができる。		—

2) 第 3、4、5 種配管の許容応力

第 3、4、5 種配管の許容応力は、表-3-2.5 のとおりとする。



表-3-2.5 第3、4、5種配管の許容応力

クラス別	許容応力状態	許容限界		
		一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
S	IV <sub>A</sub> S	0.9S <sub>u</sub>	地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。ただし、地震時のみによる一次+二次応力の変動値が2S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要。	
	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub>		
B	B <sub>A</sub> S	ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、1.2Sとすることができる。		

(2) その他の支持構造物等の許容応力

1) その他の支持構造物等（ボルト材以外）の許容応力

ボルト材以外の許容応力は、表-3-2.6のとおりとする。

表-3-2.6 ボルト材以外の許容応力

許容応力状態	許容限界						
	一次応力				一次+二次応力		
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張圧縮	せん断	曲げ
III <sub>A</sub> S, B <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	3f <sub>t</sub>	3f <sub>s</sub>	3f <sub>b</sub>
IV <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *	1.5f <sub>c</sub> *	1.5f <sub>b</sub> *			

2) ボルト材の許容応力

ボルト材の許容応力は、表-3-2.7のとおりとする。

表-3-2.7 ボルト材の許容応力

許容応力状態	許容限界	
	一次応力	
	引張	せん断
III <sub>A</sub> S, B <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>
IV <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *

記号の説明

S<sub>y</sub> : 設計降伏点

S<sub>u</sub> : 設計引張強さ

S<sub>h</sub> : 最高使用温度における許容引張力

S : 許容引張応力

$f_t$ : 許容引張応力 (N/mm<sup>2</sup>)

発電用原子力設備規格 設計・建設規格(日本機械学会)により規定される値。

$f_s$ : 許容せん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

同上

$f_c$ : 許容圧縮応力 (N/mm<sup>2</sup>)

その他の支持構造物等 (ボルト材以外) に対して発電用原子力設備規格 設計・建設規格(日本機械学会)により規定される値。

$f_b$ : 許容曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>)

同上

$f_t^*$ 、 $f_s^*$ 、 $f_c^*$ 、 $f_b^*$ : 許容応力状態IV<sub>A</sub>S に対する許容応力であって、上記の  $f_t$ 、 $f_s$ 、 $f_c$ 、 $f_b$  の値を算出する際に、JSME の SSB-3121.3 の規定に従い、SSB-3121.1(1)a. 本文中  $S_y$  及び  $S_y$ (RT) をそれぞれ 1.2  $S_y$  及び 1.2  $S_y$ (RT) に読み替えて算出した値。ただし、第4種支持構造物及びその他の支持構造物については上記の読み替えを行わない。ここで、 $f_t$ 、 $f_s$ 、 $f_c$ 、 $f_b$ 、 $f_t^*$ 、 $f_s^*$ 、 $f_c^*$ 、 $f_b^*$  における SSB-3121.1(1) の F 値は、次に定める値とする。 $S_y$ 、 $0.7S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が 40 度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては、 $1.35S_y$ 、 $0.7S_u$ 、 $S_y$ (RT) のいずれか小さい方の値。

### 3－3．配管及び容器の耐震強度評価の基本方針



### 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針

## 目次

1. 概要	添 3-3-1-1
2. 基本方針	添 3-3-1-1
3. 適用範囲	添 3-3-1-1
4. モデル化方針	添 3-3-1-1
5. 配管支持具の設置レベル	添 3-3-1-4
6. 評価項目	添 3-3-1-5
7. 応力の組合せ	添 3-3-1-5
8. 減衰定数	添 3-3-1-6
9. 応力計算	添 3-3-1-8
9.1. モーメントの合成	添 3-3-1-8
9.2. 応力算出	添 3-3-1-8
10. 許容応力	添 3-3-1-10
11. 応力係数	添 3-3-1-11
12. 拘束点反力の記載方法	添 3-3-1-15

## 1. 概要

本書は配管の耐震評価の方針についてまとめたものである。

## 2. 基本方針

配管の評価は、JEAG4601-1987、JEAG4601-1991 追補版、JSME S NC1-2005/2007 に準拠し、評価を実施する。

## 3. 適用範囲

本書はクラス 2、クラス 3、及びクラス 4 配管の耐震評価に適用する。

## 4. モデル化方針

配管のモデル化方針を以下に示す。

- (1) 多質点系モデルとし、曲げ、せん断、ねじり及び軸力に対する剛性を考慮したモデルとする。
- (2) 同一モデルに含める範囲は、原則としてアンカからアンカまでとする。
- (3) 分岐管がある場合、その影響を考慮できるモデル化を行う。ただし、分岐管の径が母管の 1/2 以下で、分岐管の振動が母管に与える影響が小さい場合にはこの限りでない。
- (4) 曲げ管及び突合せ溶接式エルボは、JSME PPB-3862 に規定されるフレキシビリティファクター（撓み係数）を設定する。以下に算出式を示す。

$$\kappa = \text{MAX} \left[ 1.0, \frac{1.65}{h} \left( \frac{1}{1 + \frac{Pr}{tE} X_{\kappa}} \right) \right]$$

ここで、

$$h = t \frac{R}{r^2}, \quad X_{\kappa} = 6 \left( \frac{r}{t} \right)^{\frac{4}{3}} \left( \frac{R}{r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

E : 縦弾性係数(N/mm<sup>2</sup>)

P : 内圧(N/mm<sup>2</sup>)

R : 曲げ半径(mm)

r : 管の平均半径(mm)

t : 管の公称肉厚(mm)

- (5) 質量として管自体の質量の他に、内部流体、保温材、付属機器等の質量を考慮する。なお、原則として付属機器は集中質量として定義し、その他は分布質量として定義する。また、外部流体が存在する場合は外部流体による付加質量を下式により算出し、分布質量として定義する。

$$\text{単位長さ当たりの外部流体による付加質量} = \rho\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \text{ (ton/mm)}$$

$\rho$  : 外部流体の密度 (ton/mm<sup>3</sup>)

$D$  : 管の外径(mm)

- (6) 材料特性は最高使用温度の値とする。

- (7) 評価点は以下の点に設定する。

- ・ 配管支持装置取付部
- ・ 荷重、外力が作用する点
- ・ 弁等の機器接続点
- ・ 曲管部
- ・ 配管口径変更点
- ・ 応力係数を設定する点

- (8) 弁は以下に示す方法によりモデル化する。

- a. 一般弁（配管からの偏心重量が小さい場合）

一般弁のモデル化は以下の通りとする。

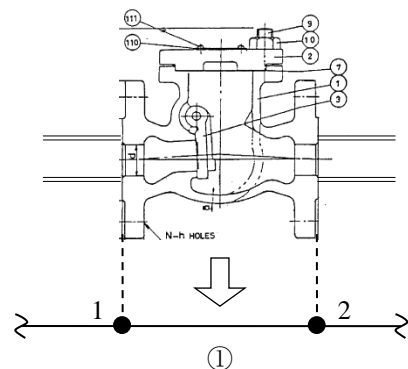
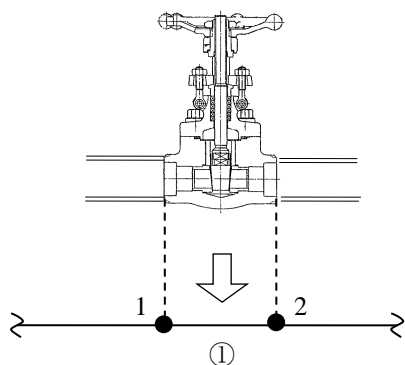


表-3-3-1.1 一般弁のモデル化方法

節点 No.	節点位置	重量配分	要素 No.	剛性の考え方
1	配管との接続端	弁重量の 1/2	①	接続配管と同じ剛性
2	配管との接続端	弁重量の 1/2		



- b. 電動弁（配管からの偏心重量が大きい場合）  
 電動弁のモデル化は以下の通りとする。

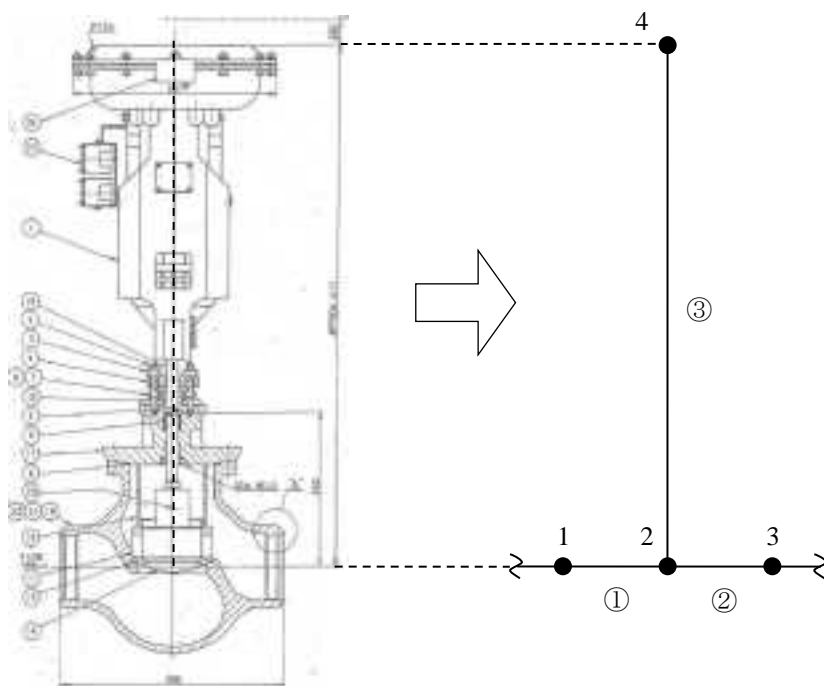


表-3-3-1.2 電動弁のモデル化方法

節点 No.	節点位置	重量配分	要素 No.	剛性の考え方
1	配管との接続端	弁箱重量の 1/4	①	接続管と同じ剛性
2	弁箱中心	弁箱重量の 1/2	②	接続管と同じ剛性
3	配管との接続端	弁箱重量の 1/4	③	ヨーク部の最弱部の剛性
4	駆動部重心	駆動部重量及び ヨーク部重量		

- (9) ベローズは両端の接続位置に節点を設け、両節点にそれぞれベローズ重量の 1/2 を与える。剛性についてはばね定数があるものはその値を使用し、それ以外については考慮しない。
- (10) レジューサは両端の接続位置及びそれらの中点に節点を設け、中点を境にそれぞれ接続する配管の特性を定義する。

(11) 配管支持装置は、以下の支持条件として扱う。

- ・レストレイント : 指定方向を拘束
- ・スナップ : 指定方向を拘束
- ・アンカ : 3方向の並進と回転を拘束
- ・ハンガ : 自重の鉛直方向を拘束(地震時の拘束機能なし)

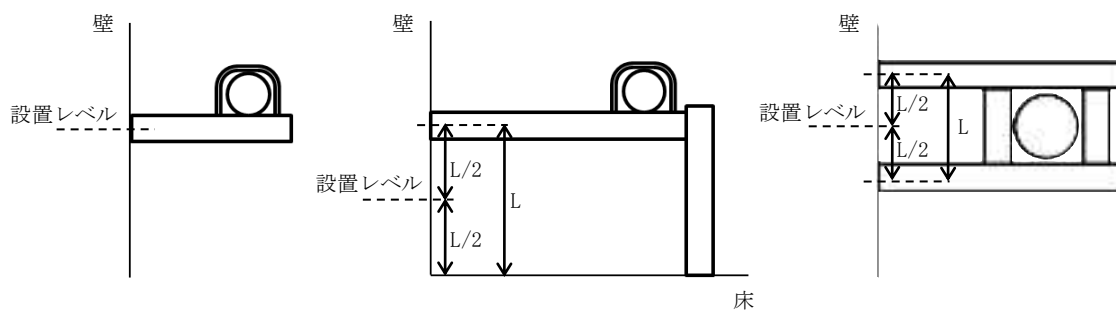
また、支持装置の剛性は、ばね定数があるものはその値を使用し、それ以外についてはばね定数を剛に設定する。

## 5. 配管支持具の設置レベル

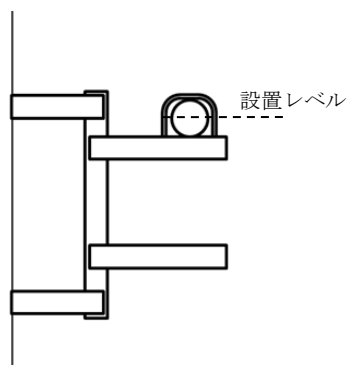
配管支持具の設置レベルの考え方は以下の通りとする。

(1) 支持具の図面がある場合

- ・据付け位置が一つ : 鋼材の中心の高さ
- ・据付け位置が複数 : 据付け位置の平均

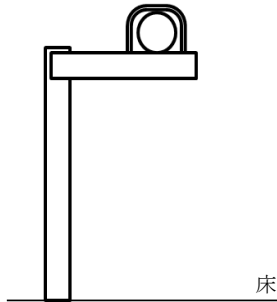


(2) 支持具の図面がない場合 : 配管中心の高さ

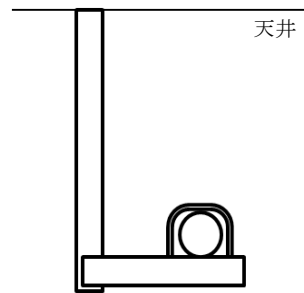


(3) 図面の有無を問わず、支持具が天井または床のみに取り付いている場合

- ・床に取り付いている場合 : 床に対応する建家質点の高さ
- ・天井に取り付いている場合 : 天井に対応する建家質点の高さ



設置レベル：床に対応する建家質点の高さ



設置レベル：天井に対応する建家質点の高さ

## 6. 評価項目

評価項目は以下の通りとする。

(1) Sクラス

- ・一次応力
- ・一次+二次応力<sup>(1)</sup>
- ・一次+二次+ピーク応力<sup>(1)(2)</sup>

(2) Bクラス

- ・一次応力

注(1)：地震動のみによる。

注(2)：一次+二次応力範囲が $2S_y$ 以下の場合には実施しない。

## 7. 応力の組合せ

動的地震力を用いる場合は、水平2方向及び鉛直方向の地震荷重(地震力、地震相対変位)による応力をSRSS法により組合せ、静的地震力を用いる場合は、水平2方向及び鉛直方向による応力を絶対値和法により組合せる。なお、自重、内圧と地震荷重による応力は代数和法により組合せる。具体的な算出式を以下に示す。

- ・一次応力(動的地震力)

$$\text{内圧} + \text{自重} + \sqrt{\text{水平X地震力}^2 + \text{水平Z地震力}^2 + \text{鉛直Y地震力}^2}$$

- ・一次応力(静的地震力)

$$\text{内圧} + \text{自重} + |\text{水平X地震力}| + |\text{水平Z地震力}| + |\text{鉛直Y地震力}|$$

- ・一次+二次応力、一次+二次+ピーク応力

$$2 \times \left( \sqrt{\text{水平X地震力}^2 + \text{水平Z地震力}^2 + \text{鉛直Y地震力}^2} + \sqrt{\text{水平X地震相対変位}^2 + \text{水平Z地震相対変位}^2 + \text{鉛直Y地震相対変位}^2} \right)^{(1)}$$

注(1)：一次+二次応力及び一次+二次+ピーク応力の評価では地震による応力振幅を用いるため、便宜的に応力を2倍する。

## 8. 減衰定数

配管の減衰定数は JEAC4601 に準拠し、表-3-3-1.3 の通りとする。なお、ヘリウム系設備主配管、非常用排気設備主ダクト、炉室排気系主ダクト、水力照射設備主配管、気送照射設備主配管、放射化分析用照射設備主配管では 1.0% より大きい減衰定数は使用せず、保守的に減衰定数 1.0% を使用する。

表-3-3-1.3 配管の減衰定数

配管区分 <sup>(1)(2)</sup>		設計用減衰定数 (%)	
		保温材有 <sup>(3)</sup>	保温材無
I	スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上のもの	3.0	2.0
II	スナッパ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系で、アンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの	2.0	1.0
III	Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの <sup>(4)</sup>	3.0	2.0
IV	配管区分I、II及びIIIに属さないもの	1.5	0.5

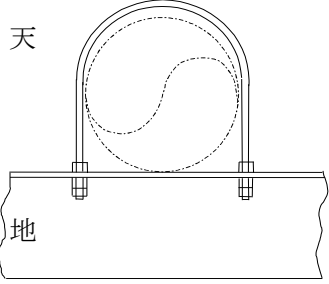
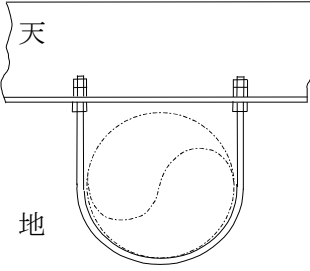
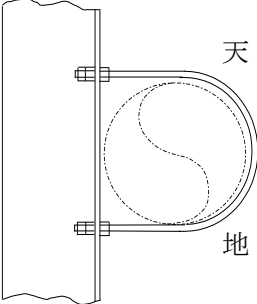
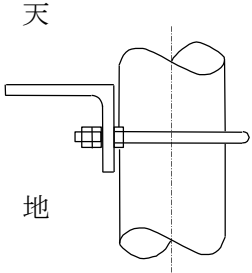
注(1)：配管区分の支持具の種類及び数は、アンカからアンカまでの独立した振動系について算定する。

注(2)：支持具数の算定において、当該支持点を同一方向に複数の支持具で分配して支持する場合は、支持具数を1個として算定し、同一支持点を2方向に複数の支持具で支持する場合は支持具数を2個として算定する。

注(3)：保温材有の設計用減衰定数は、無機多孔質保温材による付加減衰定数として1.0%を考慮したものである。金属保温材による付加減衰定数は、配管ブロック全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用してよいが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5%とする。

注(4)：架構で水平配管の自重を受けるUボルトの施工形態を表-3-3-1.4に示す。Uボルトは、運転時に配管とボルト頂部との間に隙間があるよう施工されていること。なお、ドレン配管のように穏やかな勾配を持つものは水平配管とみなす。また、UボルトにはUプレートを含む。

表-3-3-1.4 架構で水平配管の自重を受けるUボルトに該当する施工形態

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
施工形態				
該当／非該当	該当	非該当	非該当	非該当

## 9. 応力計算

### 9.1. モーメントの合成

各荷重により発生したモーメントは、以下のように組み合わせる。

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2}$$

- M : 合成モーメント(N・mm)  
M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> : 配管軸直角方向まわりのモーメント(N・mm)  
M<sub>3</sub> : 配管軸まわりのモーメント(N・mm)

### 9.2. 応力算出

#### (1) 一次応力

$$S = \frac{PD_0}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b)}{Z}$$

- S : 一次応力(N/mm<sup>2</sup>)  
P : 最高使用圧力(N/mm<sup>2</sup>)  
D<sub>0</sub> : 外径(mm)  
t : 肉厚(mm)  
M<sub>a</sub> : 管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重）により生じる合成モーメント(N・mm)  
M<sub>b</sub> : 管の機械的荷重（地震を含めた短期的荷重）により生じる合成モーメント(N・mm)  
Z : 管の断面係数(mm<sup>3</sup>)  
i<sub>1</sub> : JSME PPC-3530 及び PPC-3810 に定める値(-)

#### (2) 一次+二次応力

$$S_n = \frac{0.75i_1M_b^* + i_2M_c}{Z}$$

- S<sub>n</sub> : 一次+二次応力(N/mm<sup>2</sup>)  
M<sub>b</sub><sup>\*</sup> : 管の地震力により生じる合成モーメント（全振幅）(N・mm)  
M<sub>c</sub> : 管の地震相対変位により生じる合成モーメント（全振幅）(N・mm)  
Z : 管の断面係数(mm<sup>3</sup>)  
i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub> : JSME PPC-3530 及び PPC-3810 に定める値(-)

(3) 一次+二次+ピーク応力

疲れ解析に用いる繰り返しピーク応力強さは次式による。

$$S_{\ell} = \frac{K_e S_p}{2}$$

上記の $S_{\ell}$ 及び JSME 第 I 編 第 4 章 添付 4-2 表 添付 4-2-1, 4-2-2 より許容繰り返し回数 $N$ を求め、次式にて疲労累積係数を求める。

$$f_c = \frac{n^{(1)}}{N}$$

なお、 $S_p$ は以下による。

- a. 管台及び突合せ溶接式ティー

$$S_p = \frac{K_{2b} C_{2b} M_{bs}}{Z_b} + \frac{K_{2r} C_{2r} M_{rs}}{Z_r}$$

- b. 上記 a. 以外の管

$$S_p = \frac{K_2 C_2 M_{is}}{Z_i}$$

$S_p$  : ピーク応力(N/mm<sup>2</sup>)

$S_{\ell}$  : 繰り返しピーク応力強さ(N/mm<sup>2</sup>)

$M_{bs}$  : 管台又はティーに接続される分岐管の地震力と地震相対変位により生じる合成モーメント (全振幅) (N・mm)

$M_{rs}$  : 管台又はティーに接続される主管の地震力と地震相対変位により生じる合成モーメント (全振幅) (N・mm)

$M_{is}$  : 管の地震力と地震相対変位により生じる合成モーメント (全振幅) (N・mm)

$Z_b$  : 管台又はティーに接続される分岐管の断面係数(mm<sup>3</sup>)

$Z_r$  : 管台又はティーに接続される主管の断面係数(mm<sup>3</sup>)

$Z_i$  : 管の断面係数(mm<sup>3</sup>)

$K_{2b}, K_{2r}, K_2,$   
 $C_{2r}, C_{2b}, C_2$  : JSME PPB-3812~PPB-3817 に定める値(-)

$K_e$  : JSME PVB-3315 に定める値(-)

$f_c$  : 疲労累積係数(-)

$n$  : 設計用繰り返し回数(-)

$N$  : 許容繰り返し回数(-)

## 10. 許容応力

許容応力は表-3-3-1.5の通りとする。

表-3-3-1.5 許容応力<sup>(1)</sup>

耐震 クラス	許容応力 状態	一次応力	一次+二次応力	一次+二次 +ピーク応力 <sup>(2)</sup>
S	IV <sub>A</sub> S	0.9S <sub>u</sub>	2S <sub>y</sub>	f <sub>c</sub> ≤ 1.0
	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2Sとしてもよい。		
B	B <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2Sとしてもよい。	—	—

注(1)：JSMEの管の基準では一次一般膜応力について、内圧による周方向応力と外圧による座屈のみ規定している。地震時にこれらの条件が優位に変化することは考えにくいことから、許容応力表に一次一般膜応力の欄を設けていない。

注(2)：一次+二次応力範囲が2S<sub>y</sub>以下の場合は実施しない。

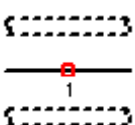
- S<sub>y</sub> : 最高使用温度での設計降伏点(N/mm<sup>2</sup>)
- S<sub>u</sub> : 最高使用温度での設計引張強さ(N/mm<sup>2</sup>)
- S : 最高使用温度での許容引張応力(N/mm<sup>2</sup>)



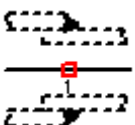
## 11. 応力係数

本評価に使用する応力係数を以下に示す。なお、 $i_1$ （内圧以外の一次応力に対する応力係数）については以下で計算した値または 1.33 のいずれか大きい方、 $i_2$ （二次応力に対する応力係数）については以下で計算した値または 1.0 のいずれか大きい方を使用することとする。

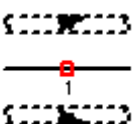
### (1) 直管部

形状図	評価点番号	応力係数 : $i$
直管部 	1	<JSME PPC-3810(1)> $i = 1.0$

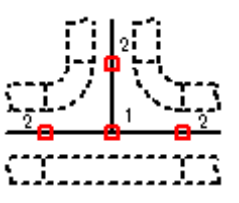
### (2) すみ肉溶接部

形状図	評価点番号	応力係数 : $i$
すみ肉溶接部 (ソケット溶接部) 	1	<JSME PPC-3810(3)> a. 表面が凹形に仕上げてある場合 $i = \text{MAX} \left[ 1.3, \frac{2.1}{(C_x/t)} \right]$ b. 表面が凸形に仕上げてある場合 $i = 2.1$ $C_x$ : 溶接脚長の最小値(mm) $t$ : 管の厚さ(mm)

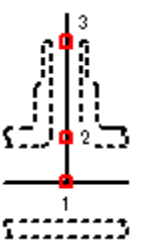
### (3) 突合せ溶接部

形状図	評価点番号	応力係数 : $i$
突合せ溶接部 	1	<JSME PPC-3810(2)(4)> ・テーパを有しない溶接部 a. 継手面の食違いが管の厚さの 0.1 倍以下のもの $i = 1.0$ b. a 以外のもの $i = 1.8$ ・テーパを有する溶接部 $i = \text{MIN} \left[ 1.9, 1.3 + \frac{0.0036D_0 + 3.6\delta}{t} \right]$ $D_0$ : 管の外径(mm) $\delta$ : 継手面の食違い(mm) $t$ : 管の厚さ(mm)

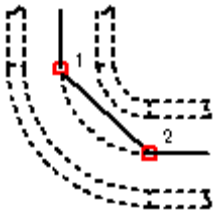
(4) 突合せ溶接式ティー

形状図	評価点番号	応力係数 : i
<p>突合せ溶接式ティー</p> 	1	<p>&lt;JSME PPC-3810(8)&gt;</p> <p>・分岐管及び主管</p> $i = \frac{0.9}{h^3}, h = 4.4 \times \frac{t}{r}, r = \frac{D_0 - t}{2}$ <p>t : 主管の厚さ(mm) D<sub>0</sub> : 主管の外径(mm)</p>
	2	突合せ溶接部の応力係数

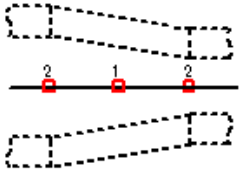
(5) 管台

形状図	評価点番号	応力係数 : i
<p>管台</p> 	1	<p>&lt;JSME PPC-3810(7)&gt;</p> <p>・分岐管及び主管</p> $i = 1.5 \left( \frac{R_m}{T_s} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{r_b}{R_m} \right)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{T_b}{T_s} \right) \left( \frac{r_b}{r_p} \right)$ <p>R<sub>m</sub> : 主管の平均半径(mm) T<sub>s</sub> : 主管の厚さ(mm)  r<sub>b</sub> : 分岐管の平均半径(mm)  T<sub>b</sub> : 分岐管の厚さ(mm) r<sub>p</sub> : 管台の外半径(mm)</p>
	2	すみ肉溶接部の応力係数
	3	突合せ溶接部の応力係数又はすみ肉溶接部の応力係数 (溶接種類による)

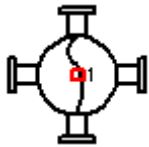
(6) 曲げ管及び突合せ溶接式エルボ

形状図	評価点番号	応力係数 : i
<p>曲げ管 突合せ溶接式エルボ</p> 	<p>1</p> <p>2</p>	<p>&lt;JSME PPC-3810(5)&gt;</p> <p>a. フランジが接続されていない場合</p> $i = \frac{0.9}{h^3}$ <p>b. 片側にフランジが接続されている場合</p> $i = \frac{0.9}{\sqrt{h}}$ <p>c. 両側にフランジが接続されている場合</p> $i = \frac{0.9}{\sqrt[3]{h}}$ <p>ここで</p> $h = \frac{t \cdot R}{r^2}, r = \frac{D_0 - t}{2}$ <p>t : 曲げ管またはエルボの厚さ(mm) R : 曲げ管またはエルボの中心線の曲率半径(mm) D<sub>0</sub> : 曲げ管またはエルボの外径(mm)</p>

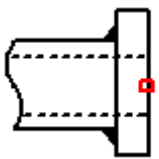
(7) 突合せ溶接式レジューサ

形状図	評価点番号	応力係数 : i
<p>突合せ溶接式 レジューサ</p> 	<p>1</p>	<p>&lt;JSME PPC-3810(6)&gt;</p> $i = \text{MIN} \left[ 2.0, 0.5 + 0.01\alpha \sqrt{\frac{D}{t}} \right]$ <p>α : レジューサの軸を含む断面の最大勾配(度) D : レジューサの小径端側の外径(mm) t : レジューサの小径端側の厚さ(mm)</p>
	<p>2</p>	<p>突合せ溶接部の応力係数</p>

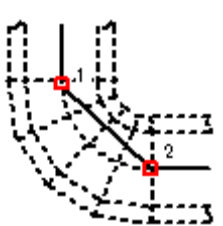
(8) サポート溶接部

形状図	評価点番号	応力係数 : i
<p>サポート溶接部</p> 	<p>1</p>	<p>直管部の応力係数</p>

(9) フランジ

形状図	評価点番号	応力係数 : i
フランジ溶接部 	1	すみ肉溶接部の応力係数及び突合せ溶接の応力係数を使用する。 ・ SO, SW はすみ肉溶接の応力係数(凹型) ・ 上記以外は突合せ溶接の応力係数

(10) えび管

形状図	評価点番号	応力係数 : i
えび管 	1 2	<JSME PPC-3810(9)> $i = \frac{0.9}{h^3}$ $h = \frac{t \cdot R}{r^2}, r = \frac{D_0 - t}{2}$ t : えび状の管の厚さ(mm) R : えび状の管の中心線の曲率半径(mm) D <sub>0</sub> : えび状の管の外径(mm)

12. 拘束点反力の記載方法

拘束点反力のうち、次図の例のように全体座標系に対して斜めに拘束するものは、拘束点反力表の中で「方向」として拘束方向成分を示す。

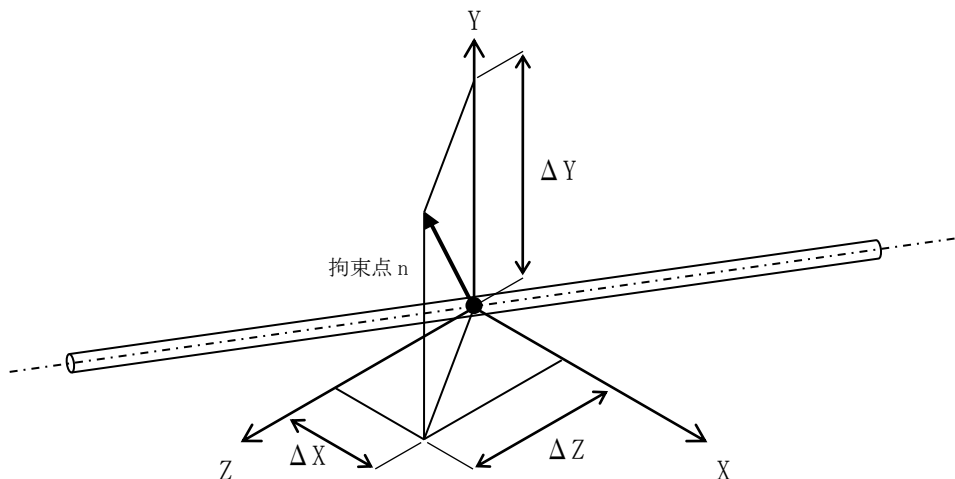


図-3-3-1.1 拘束点反力

記号の説明

X, Y, Z : 全体座標系

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  : 全体座標系における拘束方向成分

n : 拘束点番号

拘束点反力表中の記載方法は、次のような表現で示す。この場合、原則として X または MX の欄のみ反力値を表示する。

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
n	自重	○	—	—	○	—	—
	動的地震荷重		—	—		—	—
	静的地震荷重		—	—		—	—
	相対変位		—	—		—	—
	方向		$\Delta X$	$\Delta Y$		$\Delta Z$	—



### 3-3-2. 容器の耐震強度評価の基本方針

## 目次

1. 概要	添 3-3-2-1
2. 基本方針	添 3-3-2-1
3. 適用範囲	添 3-3-2-1
4. モデル化方針	添 3-3-2-1
5. 評価項目	添 3-3-2-1
5.1. 胴	添 3-3-2-1
5.2. 支持脚	添 3-3-2-2
5.3. 基礎ボルト	添 3-3-2-2
6. 荷重の組合せ	添 3-3-2-2
7. 減衰定数	添 3-3-2-2
8. 応力計算	添 3-3-2-2
9. 許容応力	添 3-3-2-3
9.1. 胴の許容応力	添 3-3-2-3
9.2. 脚及び基礎ボルトの許容応力	添 3-3-2-3



## 1. 概要

本書は容器の耐震評価の方針についてまとめたものである。

## 2. 基本方針

容器の評価は、JEAG4601-1987 に準拠し、評価を実施する。

## 3. 適用範囲

本書はクラス 2 及びクラス 3 容器の耐震評価に適用する。

## 4. モデル化方針

容器のモデル化方針を以下に示す。

- (1) 1 質点系もしくは多質点系モデルとし、曲げ、せん断、ねじり及び軸力に対する剛性を考慮したモデルとする。
- (2) 質量として容器自体の質量の他に保有流体、保温材及び付属機器の質量を考慮する。
- (3) 材料特性は最高使用温度の値とする。
- (4) 容器の支持構造物は、原則としてその剛性を考慮したばね又は部材としてモデル化する。

## 5. 評価項目

評価項目は次の通りとする。

### 5.1. 胴

- (1) S クラス
  - ・一次一般膜応力
  - ・一次応力
  - ・一次+二次応力<sup>(1)</sup>
- (2) B クラス
  - ・一次一般膜応力
  - ・一次応力

注(1)：地震動のみによる。

## 5.2. 支持脚

- ・一次応力
- ・座屈

## 5.3. 基礎ボルト

- ・一次応力

## 6. 荷重の組合せ

水平方向 1 方向及び鉛直方向の地震荷重による応力を絶対値和法により組合せる。なお、自重及び内圧と地震荷重による応力は代数和法により組合せる。また、水平 2 方向の組合せを考慮するため、組合せ後の応力を 1.42 倍する。具体的な算出式を以下に示す。

- ・一次一般膜応力、一次応力、座屈

$$1.42 \times \{ \text{自重} + \text{内圧} \pm (|\text{水平地震力}| + |\text{鉛直地震力}|) \}$$

- ・一次+二次応力

$$2 \times 1.42 \times (|\text{水平地震力}| + |\text{鉛直地震力}|)^{(1)}$$

注(1)：一次+二次応力の評価では地震による応力振幅を用いるため、便宜的に応力を 2 倍する。

ただし、縦置き円筒容器や地震力に対する応答軸が明確な容器については、構造的に水平 2 方向の地震力の組合せが不要となるため、考慮しないこととする。

## 7. 減衰定数

容器の減衰定数は 1.0% とする。

## 8. 応力計算

応力の算出式は各機器において説明を行う。ただし、下記の形状及び支持方法の容器については、下記項目にて応力算出方法を記載する。

添付書類 3-3-2-1：四脚たて置円筒形容器

添付書類 3-3-2-2：横置二胴円筒形容器

9. 許容応力

9.1. 胴の許容応力

胴の許容応力は表-3-3-2.1の通りとする。

表-3-3-2.1 胴の許容応力

耐震 クラス	許容応力 状態	一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力
S	IV <sub>A</sub> S	0.6S <sub>u</sub>	0.9S <sub>u</sub>	2S <sub>y</sub>
	III <sub>A</sub> S	MIN[S <sub>y</sub> , 0.6S <sub>u</sub> ] ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2Sとして もよい。	左欄の1.5倍	
B	B <sub>A</sub> S	MIN[S <sub>y</sub> , 0.6S <sub>u</sub> ] ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2Sとして もよい。	S <sub>y</sub> ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2Sとして もよい。	—

S<sub>y</sub> : 最高使用温度での設計降伏点(N/mm<sup>2</sup>)

S<sub>u</sub> : 最高使用温度での設計引張強さ(N/mm<sup>2</sup>)

S : 最高使用温度での許容引張応力(N/mm<sup>2</sup>)

9.2. 脚及び基礎ボルトの許容応力

支持構造物の許容応力に準じる。ただし、ボルト評価にて、締結による摩擦を考慮する場合は、全体の水平力(せん断力)が全体の摩擦抗力を超えないようにする。



3 - 3 - 2 - 1 . 四脚たて置円筒形容器

## 目次

1. 一般事項	添 3-3-2-1-1
1.1. 計算条件	添 3-3-2-1-1
1.2. 記号の説明	添 3-3-2-1-7
2. 計算方法	添 3-3-2-1-14
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-3-2-1-14
2.1.1. 水平方向	添 3-3-2-1-14
2.1.2. 鉛直方向	添 3-3-2-1-20
2.2. 設計震度の設定	添 3-3-2-1-21
2.3. 応力の計算	添 3-3-2-1-22
2.3.1. 胴の応力	添 3-3-2-1-22
2.3.2. 脚の応力（上端と下端にかかる荷重の大きい方）	添 3-3-2-1-38
2.3.3. 基礎ボルトの応力	添 3-3-2-1-42
2.4. 強度評価	添 3-3-2-1-57
2.4.1. 胴の応力	添 3-3-2-1-57
2.4.2. 脚の応力	添 3-3-2-1-57
2.4.3. 基礎ボルトの応力	添 3-3-2-1-61
3. 参考文献	添 3-3-2-1-62

## 1. 一般事項

本書は四脚たて置円筒形容器の耐震強度計算の方針を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 容器及び内容物の質量は、重心に集中したものとする。
- (2) 脚を基礎に固定する基礎ボルトが、脚の変形方向に直角方向より見て脚1本につき1列の場合は脚下端を単純支持とする。その他の場合は、固定とする。
- (3) 水平方向については、脚と胴の曲げ変形及びせん断変形を考慮する。
- (4) 胴板と脚との取付部で、胴の局部変形を考慮する。
- (5) 地震力は、容器に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、応力計算において組み合わせる。なお、水平方向については地震力の方向と4本の脚の取り付け方向との関係を考慮して、図-3-3-2-1.1 に示すX方向とZ方向について評価する。

計算モデルは4本の脚下端の支持条件を組み合わせた下記の4ケースとし、図-3-3-2-1.2 から図-3-3-2-1.5 に示す変形モードを考慮する。

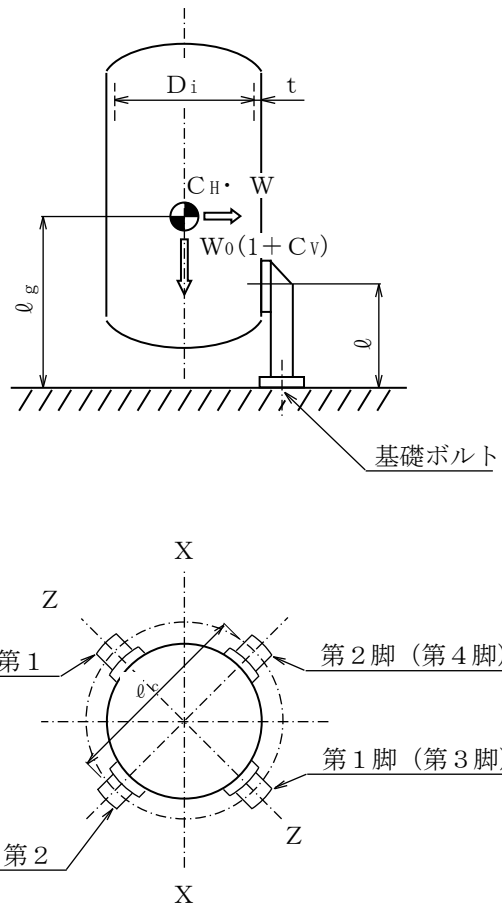
ケース1：脚下端が第1脚、第2脚ともが固定の場合

ケース2：脚下端が第1脚、第2脚とも単純支持の場合

ケース3：脚下端が第1脚は固定、第2脚は単純支持の場合

ケース4：脚下端が第1脚は単純支持、第2脚は固定の場合

四脚たて置円筒形容器



脚部材については胴の半径方向を  $r$  軸、その直角方向を  $t$  軸とする。

図-3-3-2-1.1 構造図



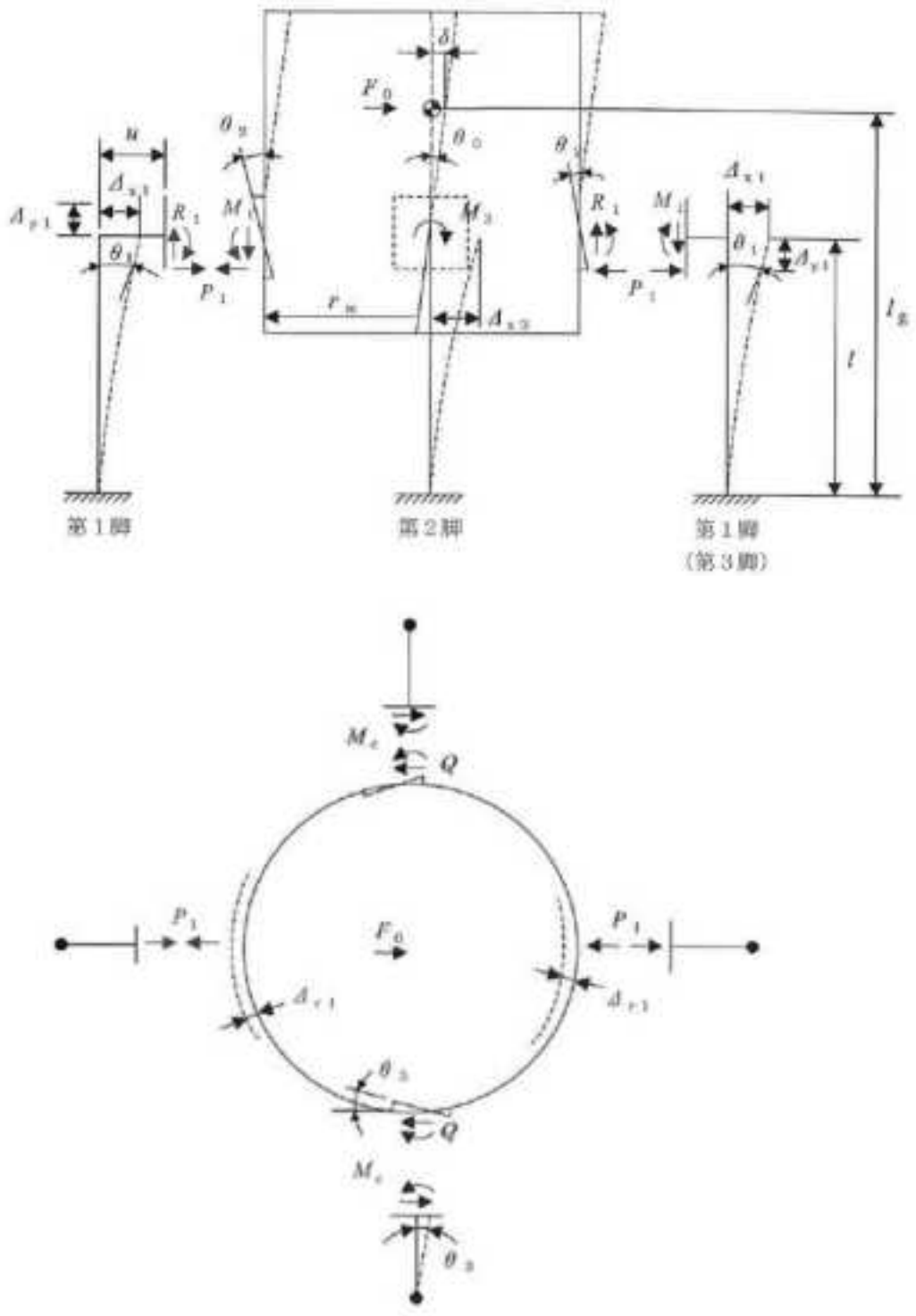


図-3-3-2-1.2 脚下端が第1脚、第2脚とも固定の場合（ケース1）の変形モード

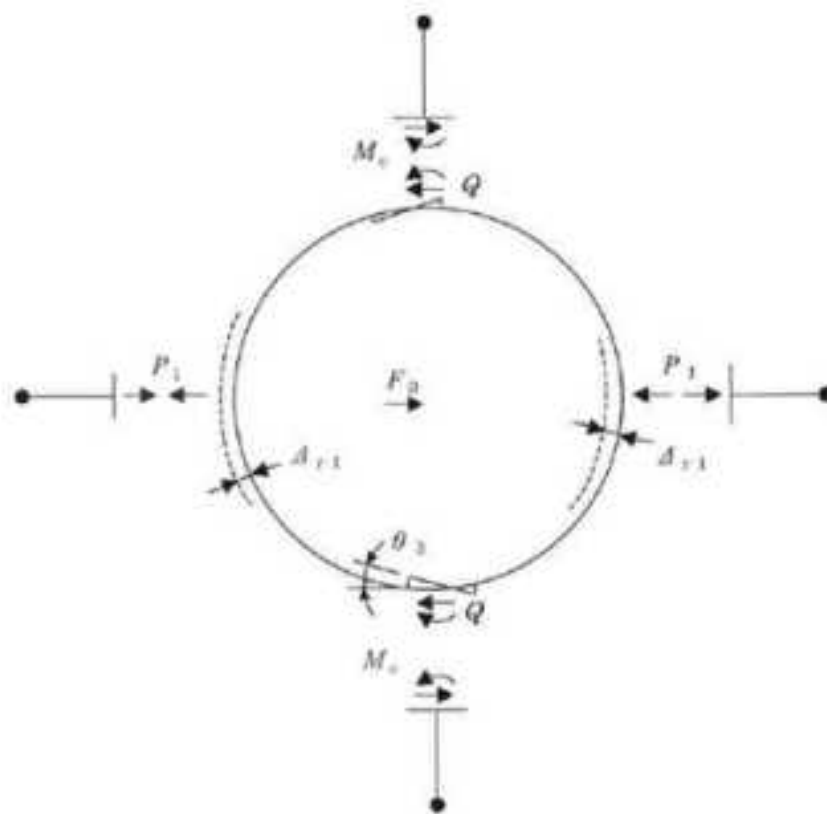
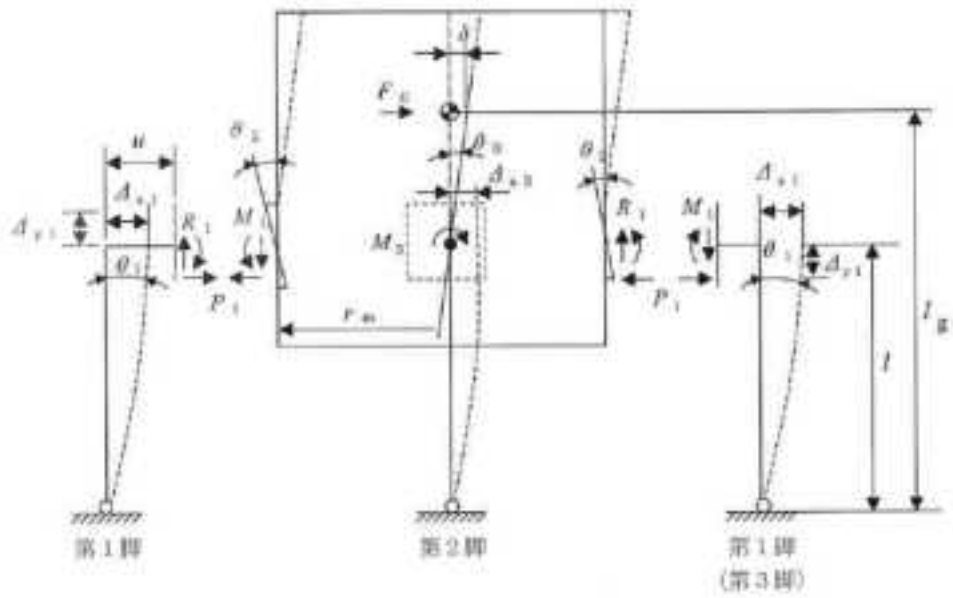


図-3-3-2-1.3 脚下端が第1脚、第2脚とも単純支持の場合（ケース2）の変形モード

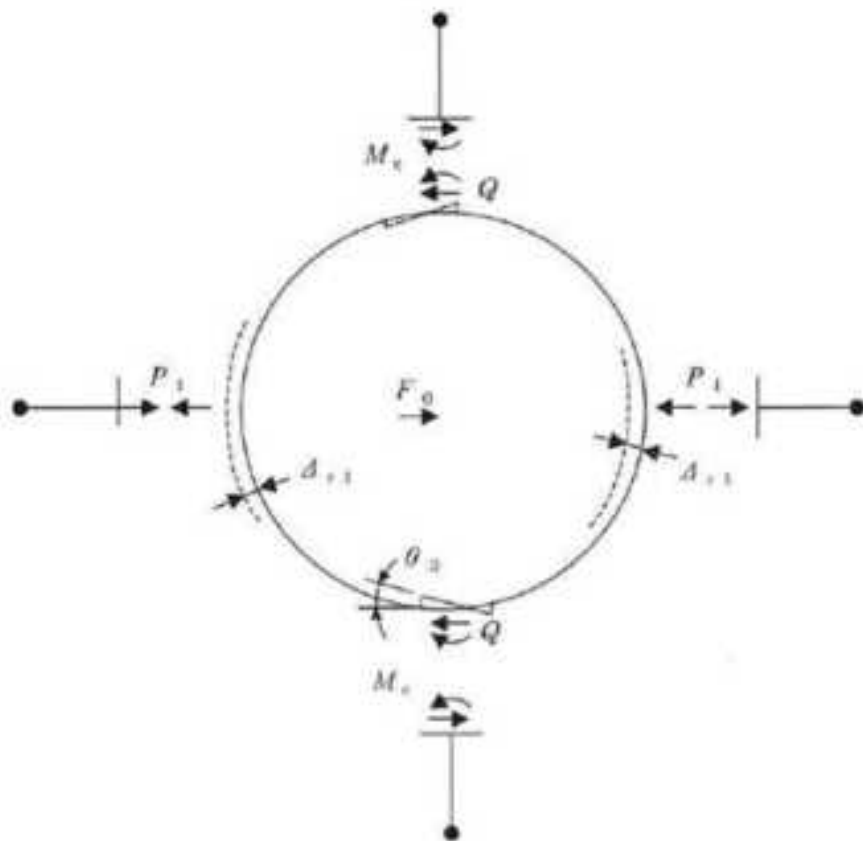
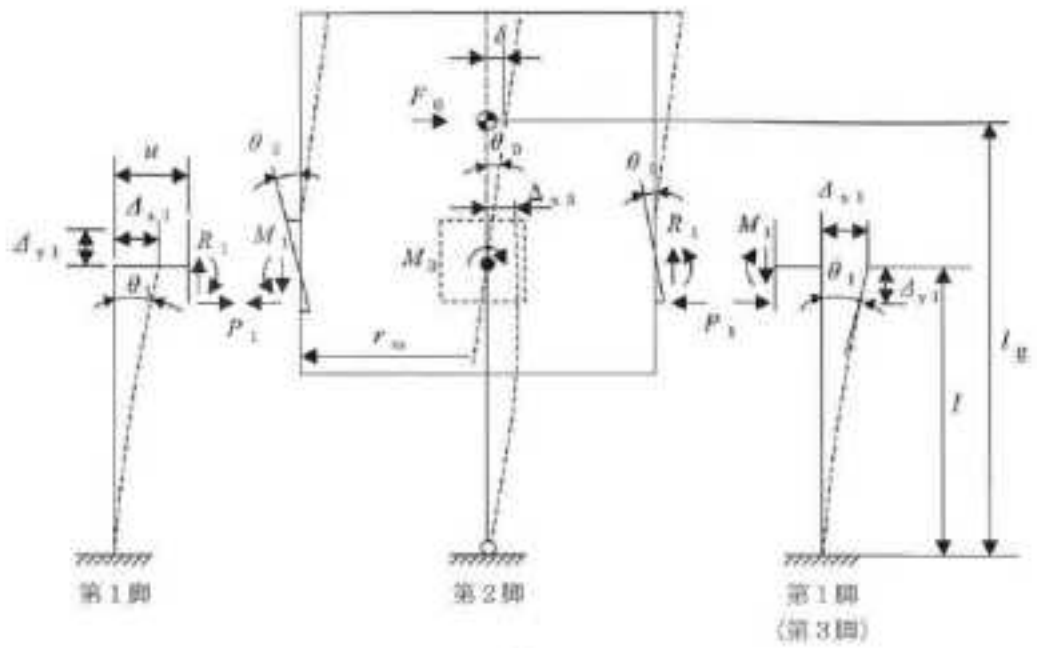


図-3-3-2-1.4 脚下端が第1脚は固定、第2脚は単純支持の場合(ケース3)の変形モード

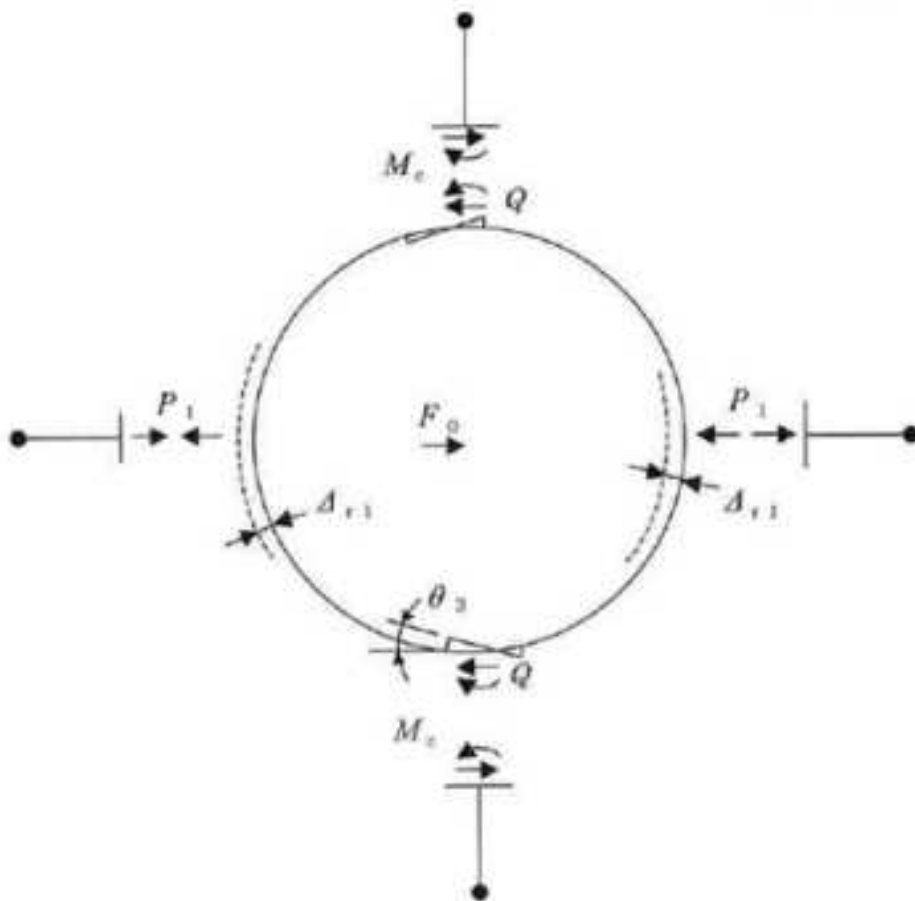
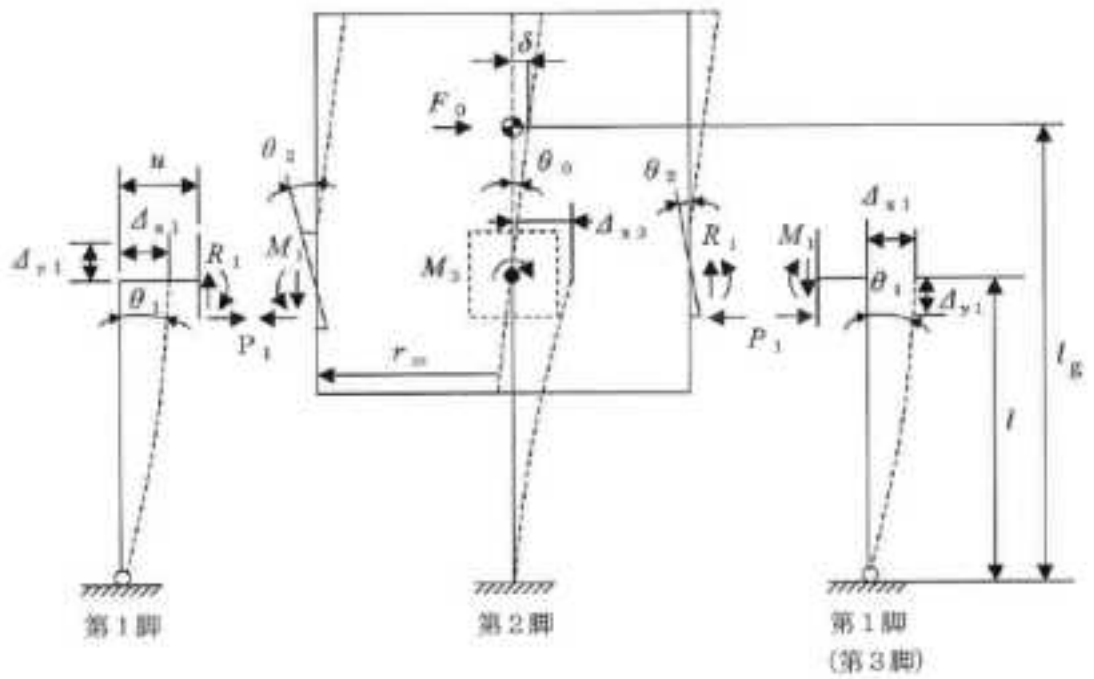


図-3-3-2-1.5 脚下端が第1脚は単純支持、第2脚は固定の場合（ケース4）の変形モード

1.2. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>e</sub>	胴の有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>f</sub>	脚の圧縮フランジの断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>sf</sub>	脚の圧縮フランジとせいの1/6からなるT形断面の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>sr</sub>	脚の半径方向軸に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>st</sub>	脚の周方向軸に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の半径方向軸に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の周方向軸に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
a	脚底板の半径方向幅	mm
b	脚底板の周方向幅	mm
C	脚の座屈曲げモーメントに対する修正係数	—
C <sub>1</sub>	アタッチメントである脚の胴への取付部の幅の1/2（胴の周方向）	mm
C <sub>2</sub>	アタッチメントである脚の胴への取付部の幅の1/2（胴の軸方向）	mm
C <sub>c</sub> <sup>*</sup>	応力の補正係数（参考文献[1]より得られる値）	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>θ</sub> <sup>*</sup>	応力の補正係数（参考文献[1]より得られる値）	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d <sub>1</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの半径方向の距離	mm
d <sub>2</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの周方向の距離	mm
d <sub>b</sub>	基礎ボルトの外径	mm
E	胴の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	「添付書類 3-2 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に定める値	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$F_0$	振動モデル系における水平力	N
$F_v$	振動モデル系における鉛直力	N
$F_b$	基礎ボルトに生じる引張力	N
$f_c$	脚の許容圧縮応力	N/mm <sup>2</sup>
$f_{br}$	脚の半径方向軸まわりの許容曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$f_{bt}$	脚の半径方向に直角な方向の軸まわりの許容曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$f_t$	脚の許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$G$	胴のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
$G_s$	脚のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$H$	静水頭	mm
$h$	脚断面のせい	mm
$I$	胴の断面 2 次モーメント	mm <sup>4</sup>
$i$	脚の弱軸についての断面 2 次半径	mm
$i_f$	脚の圧縮フランジとせいの 1/6 からなる T 形断面のウェブ軸まわりの断面 2 次半径	mm
$I_{sr}$	脚の半径方向軸に対する断面 2 次モーメント	mm <sup>4</sup>
$I_{st}$	脚の周方向軸に対する断面 2 次モーメント	mm <sup>4</sup>
$I_{sf}$	脚の圧縮フランジとせいの 1/6 からなる T 形断面のウェブ軸まわりの断面 2 次モーメント	mm <sup>4</sup>
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	mm <sup>4</sup>
$K_1^*, K_2^*$	参考文献[1]より得られる定数	—
$K_c$	胴の脚つけ根部における周方向曲げモーメントに対する局部ばね定数 (参考文献[2]より得られる値)	—
$k_c$	参考文献[1]によるアタッチメントパラメータの周方向の補正係数	—
$K_H$	ばね定数 (水平方向)	N/mm
$K_V$	ばね定数 (鉛直方向)	N/mm
$K_\ell$	胴の脚つけ根部における長手方向曲げモーメントに対する局部ばね定数 (参考文献[2]より得られる値)	—
$k_\ell$	参考文献[1]によるアタッチメントパラメータの長手方向の補正係数	—
$K_r$	胴の脚つけ根部における半径方向荷重に対する局部ばね定数 (参考文献[2]より得られる値)	—

記号	記号の説明	単位
$\ell$	脚の長さ	mm
$\ell_c$	脚の中立軸間の距離	mm
$\ell_g$	基礎から容器上部重心までの距離	mm
$\ell_k$	脚の有効座屈長さ	mm
$M_1$	水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント	N・mm
$M_3$	水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部のねじりモーメント	N・mm
$M_c$	水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部の周方向モーメント	N・mm
$M_\theta$	運転時質量による胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント	N・mm
$M_{\theta 2}$	鉛直地震力による胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント	N・mm
$M_{s1}, M_{s2}$	脚の上下両端に作用する曲げモーメント	N・mm
$M_{x1}$	水平方向地震力（X方向）により第1脚及び第4脚の底部に働く合成モーメント	N・mm
$M_{x2}$	水平方向地震力（X方向）により第2脚及び第3脚の底部に働く合成モーメント	N・mm
$M_{z1}$	水平方向地震力（Z方向）により第1脚の底部に働く合成モーメント	N・mm
$M_{z2}$	水平方向地震力（Z方向）により第2脚及び第4脚の底部に働く合成モーメント	N・mm
$M_{z3}$	水平方向地震力（Z方向）により第3脚の底部に働く合成モーメント	N・mm
$m_0$	運転時質量	$10^{-3} \times t$
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$n$	脚1個あたりの基礎ボルトの本数	—
$n_1, n_2$	引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	運転時質量による胴の脚つけ根部の半径方向荷重	N
$P_1$	水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部の半径方向荷重	N
$P_2$	鉛直方向地震力による胴の脚つけ根部の半径方向荷重	N
$P_r$	最高使用圧力	N/mm <sup>2</sup>
$Q$	水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部の周方向荷重	N
$R$	運転時質量による脚の軸力	N
$R_1$	水平方向地震力（Z方向）により脚に作用する軸力	N
$R_2$	鉛直方向地震力により脚に作用する軸力	N
$R_{s1}$	運転時質量（圧縮）により脚に作用する軸力	N
$R_{s2}$	運転時質量（引張）により脚に作用する軸力	N

記号	記号の説明	単位
$R_{x1}$	水平方向地震力（X方向）により第1脚及び第4脚に作用する軸力	N
$R_{x2}$	水平方向地震力（X方向）により第2脚及び第3脚に作用する軸力	N
$R_{z1}$	水平方向地震力（Z方向）により第1脚に作用する軸力	N
$R_{z2}$	水平方向地震力（Z方向）により第2脚及び第4脚に作用する軸力	N
$R_{z3}$	水平方向地震力（Z方向）により第3脚に作用する軸力	N
$r_m$	胴の平均半径	mm
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_H$	水平方向固有周期	s
$T_V$	鉛直方向固有周期	s
$t$	胴の板厚	mm
$u$	脚の中心軸から胴の板厚中心までの距離	mm
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
$Z_{sp}$	脚のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sr}$	脚の半径方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{st}$	脚の周方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2,$ $\beta_c, \beta_\varnothing$	} 参考文献[1]によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$		参考文献[1]によるシェルパラメータ
$\delta_H$	水平力 $F_0$ による胴重心の変位量	mm
$\delta_V$	鉛直力 $F_v$ による胴重心の変位量	mm
$\Delta_r$	運転時質量による胴の半径方向局部変位量	mm
$\Delta_{r1}$	水平力 $F_0$ による胴の半径方向局部変位量	mm
$\Delta_{x1}$	水平力 $F_0$ による第1脚上端の水平方向変位量	mm
$\Delta_{x3}$	水平力 $F_0$ による第2脚上端の水平方向変位量	mm
$\Delta_{y1}$	水平力 $F_0$ による第1脚の鉛直方向変位量	mm
$\Delta_{y2}$	鉛直力 $F_v$ による脚の圧縮変位量	mm
$\Delta_{y3}$	鉛直力 $F_v$ による胴の圧縮変位量	mm
$\Delta_{y4}$	運転時質量による胴のつけ根部における局部傾き角による鉛直方向変位量	mm
$\theta$	運転時質量による胴の脚つけ根部における局部傾き角	rad
$\theta_0$	水平力 $F_0$ による胴の中心軸の傾き角	rad
$\theta_1$	水平力 $F_0$ による第1脚の傾き角	rad



記号	記号の説明	単位
$\theta_2$	水平力 $F_0$ による胴の第1脚つけ根部における局部傾き角	rad
$\theta_3$	水平力 $F_0$ による第2脚の傾き角	rad
$\nu$	座屈に対する安全率	—
$\Lambda$	脚の限界細長比	—
$\lambda$	脚の有効細長比	—
$\pi$	円周率	—
$\rho$	液体の比重	—
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0x}$	胴の軸方向一次一般膜応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{11} \sim \sigma_{14}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の組合せ一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{15} \sim \sigma_{16}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の組合せ一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{21} \sim \sigma_{24}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の組合せ一次＋二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{25} \sim \sigma_{26}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の組合せ一次＋二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b1} \sim \sigma_{b3}$	水平方向地震力（Z方向）により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b4}, \sigma_{b5}$	水平方向地震力（X方向）により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s1}, \sigma_{s2}$	運転時質量による脚の圧縮応力、曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s3}, \sigma_{s4}$	鉛直方向地震力による脚の圧縮応力、曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s5} \sim \sigma_{s7}$	水平方向地震力（Z方向）による脚の圧縮応力、曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s8} \sim \sigma_{s10}$	水平方向地震力（X方向）による脚の圧縮応力、曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sc}$	脚の圧縮応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sr}$	脚の半径方向軸まわりの圧縮側曲げ応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{st}$	脚の半径方向に直角な軸まわりの圧縮側曲げ応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の脚の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sz1}, \sigma_{sz2}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の脚の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 1}, \sigma_{x1}$	静水頭又は内圧による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x2}$	運転時質量による胴の軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 3}, \sigma_{x3}$	運転時質量により生じる鉛直方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 4}, \sigma_{x4}$	運転時質量により生じる半径方向荷重による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{x5}$	地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 7}, \sigma_{x7}$	鉛直方向地震力による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 8}, \sigma_{x8}$	鉛直方向地震力により生じる鉛直方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 9}, \sigma_{x9}$	鉛直方向地震力により生じる半径方向荷重による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 10}, \sigma_{x10}$	鉛直方向地震力により生じる鉛直方向モーメントによる胴の局部応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 11}, \sigma_{x11}$	鉛直方向地震力により生じる半径方向荷重による胴の局部応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 61}, \sigma_{x61}$ $\sigma_{\phi 62}, \sigma_{x62}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の半径方向荷重による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{x71}$ $\sigma_{\phi 72}, \sigma_{x72}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の鉛直方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 81}, \sigma_{x81}$ $\sigma_{\phi 82}, \sigma_{x82}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の周方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 91}, \sigma_{x91}$ $\sigma_{\phi 92}, \sigma_{x92}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の半径方向荷重による胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 101}$ $\sigma_{x101}$ $\sigma_{\phi 102}$ $\sigma_{x102}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の鉛直方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 111}$ $\sigma_{x111}$ $\sigma_{\phi 112}$ $\sigma_{x112}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の周方向モーメントによる胴の周方向応力、軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{xx1}, \sigma_{xx2}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{xx3}, \sigma_{xx4}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{xz1} \sim \sigma_{xz4}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{xz5} \sim \sigma_{xz8}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi x1}, \sigma_{\phi x2}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi x3}, \sigma_{\phi x4}$	水平方向地震力（X方向）が作用した場合の胴の周方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi z1} \sim \sigma_{\phi z4}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi z5} \sim \sigma_{\phi z8}$	水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の胴の周方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_3$	水平方向地震力（Z方向）により胴の脚つけ根部に生じるねじりモーメントによるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_6$	水平方向地震力（X方向）により胴の脚つけ根部に生じるねじりモーメントによるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{b1} \sim \tau_{b3}$	水平方向地震力（Z方向）により基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{b4}, \tau_{b5}$	水平方向地震力（X方向）により基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{c1}$	水平方向地震力（Z方向）により胴の脚つけ根部に生じる周方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{c4}$	水平方向地震力（X方向）により胴の脚つけ根部に生じる周方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{\ell1}$	運転時質量により胴の脚つけ根部に生じる軸方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{\ell2}$	水平方向地震力（Z方向）により胴の脚つけ根部に生じる軸方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{\ell3}$	鉛直方向地震力により胴の脚つけ根部に生じる軸方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{\ell5}$	水平方向地震力（X方向）により胴の脚つけ根部に生じる軸方向せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s1}$	運転時質量による脚のせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s2}$	鉛直方向地震力による脚のせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s3}, \tau_{s4}$	水平方向地震力（Z方向）による脚のせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s5}$	水平方向地震力（X方向）による脚のせん断応力	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### 2.1.1. 水平方向

固有周期  $T_H$  は下式による。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K_H}}$$

ばね定数  $K_H$  は、胴重心に水平力  $F_0$  を加えたときの変位量  $\delta_H$  より求める。

$$K_H = \frac{F_0}{\delta_H}$$

$$\delta_H = \Delta_{x1} + \Delta_{r1} + (\ell_g - \ell) \theta_0 + \frac{(\ell_g - \ell)^3}{3EI} F_0 + \frac{(\ell_g - \ell)}{GA_e} F_0$$

ここで、胴の断面性能  $I$  と  $A_e$  は下式による。

$$I = \frac{\pi}{8} (D_i + t)^3 t$$

$$A_e = \frac{2}{3} \pi (D_i + t) t$$

脚上端の水平方向変位  $\Delta_{x1}$ 、胴の半径方向局部変位  $\Delta_{r1}$  及び胴の中心軸の傾き角  $\theta_0$  は、胴と脚との境界部における変位量及び傾き角を変数とした荷重及びモーメントの釣合方程式を立て、連立方程式として解くことで求める。

1.1 項において各脚の固定条件の組合せを考慮して設定した 4 ケースについて、下記 (1) から (4) に釣合方程式を示す。

(1) 脚下端が第 1 脚、第 2 脚とも固定の場合 (ケース 1 : 図-3-3-2-1.2 参照)

水平力の釣合より

$$2P_1 + 2Q = F_0 \dots\dots\dots (1) \text{ 転倒モーメントの釣合より}$$

$$2M_1 - 2M_3 + 2R_1 r_m = F_0 (\ell_g - \ell) \dots\dots\dots (2) \text{ ここで、}$$

$$r_m = (D_i + t) / 2$$

第1脚の水平方向変位量  $\Delta_{x1}$ 、傾き角  $\theta_1$ 、鉛直方向変位量  $\Delta_{y1}$  は次による。

$$\Delta_{x1} = \frac{P_1 \ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell}{G_s A_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1 u) \ell^2}{2E_s I_{st}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta_1 = \frac{(M_1 - R_1 u) \ell}{E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell^2}{2E_s I_{st}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta_{y1} = \frac{R_1 \ell}{A_s E_s} \dots\dots\dots (5)$$

ここで、

$$u = \frac{\ell_c}{2} - r_m$$

胴の半径方向局部変位量  $\Delta_{r1}$  と局部傾き角  $\theta_2$  は、次による。

$$\Delta_{r1} = \frac{K_r P_1}{r_m E} \dots\dots\dots (6)$$

$$\theta_2 = \frac{K_\ell M_1}{r_m^3 \beta_\ell^2 E} \dots\dots\dots (7)$$

ここで、

$$\beta_\ell = k_\ell^3 \sqrt{\beta_1 \beta_2^2}, \quad \beta_1 = \frac{C_1}{r_m}, \quad \beta_2 = \frac{C_2}{r_m}$$

第2脚の傾き角  $\theta_0$  と水平方向変位量  $\Delta_{x3}$  は、次による。

$$\theta_0 = -\frac{M_3 \ell}{E_s I_{sr}} + \frac{Q \cdot \ell^2}{2E_s I_{sr}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\Delta_{x3} = \frac{Q \ell^3}{3E_s I_{sr}} + \frac{Q \ell}{G_s A_{st}} - \frac{M_3 \ell^2}{2E_s I_{sr}} \dots\dots\dots (9)$$

第1脚と胴の傾き角の釣合より

$$\theta_1 + \theta_2 - \theta_0 = 0 \dots\dots\dots (10)$$

第2脚のねじり角と胴の局部傾き角は等しいことから

$$\theta_3 = \frac{(Q u - M_c) \ell}{G_s J_s} = \frac{K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E} \dots\dots\dots (11)$$

ここで、

$$\beta_c = k_c^3 \sqrt{\beta_1^2 \beta_2}, \quad \beta_1 = \frac{C_1}{r_m}, \quad \beta_2 = \frac{C_2}{r_m}$$

脚と胴の水平方向変位の釣合より

$$\Delta_{x1} + \Delta_{r1} = \Delta_{x3} + u\theta_3 \dots\dots\dots (12)$$

さらに、鉛直方向変位の釣合より

$$\Delta_{y1} - u\theta_1 - r_m\theta_0 = 0 \dots\dots\dots (13)$$

式(13)へ、式(4)、式(5)、式(8)を代入して

$$\frac{R_1\ell}{A_s E_s} - \frac{u(M_1 - R_1u)\ell}{E_s I_{st}} - \frac{uP_1\ell^2}{2E_s I_{st}} + \frac{r_m M_3\ell}{E_s I_{sr}} - \frac{r_m Q\ell^2}{2E_s I_{sr}} = 0 \dots\dots\dots (14)$$

式(10)へ、式(4)、式(7)、式(8)を代入して

$$\frac{M_3\ell}{E_s I_{sr}} - \frac{Q\ell^2}{2E_s I_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1u)\ell}{E_s I_{st}} + \frac{P_1\ell^2}{2E_s I_{st}} + \frac{K_\theta M_1}{r_m^3 \beta_\ell^2 E} = 0 \dots\dots\dots (15)$$

式(11)を変形して

$$\frac{u Q\ell}{G_s J_s} - \frac{M_c\ell}{G_s J_s} - \frac{K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E} = 0 \dots\dots\dots (16)$$

式(12)へ、式(3)、式(6)、式(9)、式(11)を代入して

$$\begin{aligned} & \frac{P_1\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{P_1\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1u)\ell^2}{2E_s I_{st}} + \frac{K_r P_1}{r_m E} \\ & - \frac{Q\ell^3}{3E_s I_{sr}} - \frac{Q\ell}{G_s A_{st}} + \frac{M_3\ell^2}{2E_s I_{sr}} - \frac{u K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E} = 0 \dots\dots\dots (17) \end{aligned}$$

式(1)、式(2)及び式(14)から式(17)の方程式から、水平力 $F_0$ を加えたときの脚上端の水平方向変位量 $\Delta_{x1}$ 、胴の半径方向局部変位量 $\Delta_{r1}$ 及び胴の中心軸の傾き角 $\theta_0$ を求める。

(2) 脚下端が第1脚、第2脚とも単純支持の場合（ケース2：図-3-3-2-1.3参照）

(1)の場合と同様に、

$$2P_1 + 2Q = F_0$$

$$2M_1 - 2M_3 + 2R_1 r_m = F_0(\ell_g - \ell)$$

$$\Delta_{x1} = \frac{P_1 \ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell}{G_s A_{sr}} + \ell \theta_1$$

$$P_1 \ell + M_1 = R_1 u$$

$$\Delta_{y1} = \frac{R_1 \ell}{A_s E_s}$$

$$\Delta_{r1} = \frac{K_r P_1}{r_m E}$$

$$\theta_2 = \frac{K_\ell M_1}{r_m^3 \beta_\ell^2 E}$$

$$M_3 = Q \ell$$

$$\Delta_{x3} = \frac{Q \ell^3}{3E_s I_{sr}} + \frac{Q \ell}{G_s A_{st}} + \ell \theta_0$$

$$\theta_1 + \theta_2 - \theta_0 = 0$$

$$\theta_3 = \frac{(Q u - M_c) \ell}{G_s J_s} = \frac{K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E}$$

$$\Delta_{x1} + \Delta_{r1} = \Delta_{x3} + u \theta_3$$

$$\Delta_{y1} - u \theta_1 - r_m \theta_0 = 0$$

以下(1)と同様にして連立方程式を立てる。

(3) 脚下端が第1脚は固定、第2脚は単純支持の場合（ケース3：図-3-3-2-1.4参照）

(1)の場合と同様に、

$$2P_1 + 2Q = F_0$$

$$2M_1 - 2M_3 + 2R_1 r_m = F_0(\ell_g - \ell)$$

$$\Delta_{x1} = \frac{P_1 \ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell}{G_s A_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1 u) \ell^2}{2E_s I_{st}}$$

$$\theta_1 = \frac{(M_1 - R_1 u) \ell}{E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell^2}{2E_s I_{st}}$$

$$\Delta_{y1} = \frac{R_1 \ell}{A_s E_s}$$

$$\Delta_{r1} = \frac{K_r P_1}{r_m E}$$



$$\theta_2 = \frac{K_\ell M_1}{r_m^3 \beta_\ell^2 E}$$

$$M_3 = Q\ell$$

$$\Delta_{x3} = \frac{Q\ell^3}{3E_s I_{sr}} + \frac{Q\ell}{G_s A_{st}} + \ell \theta_0$$

$$\theta_1 + \theta_2 - \theta_0 = 0$$

$$\theta_3 = \frac{(Q u - M_c)\ell}{G_s J_s} = \frac{K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E}$$

$$\Delta_{x1} + \Delta_{r1} = \Delta_{x3} + u \theta_3$$

$$\Delta_{y1} - u \theta_1 - r_m \theta_0 = 0$$

以下(1)と同様にして連立方程式を立てる。

(4) 脚下端が第1脚は単純支持、第2脚は固定の場合 (ケース4: 図-3-3-2-1.5 参照)

(1)の場合と同様に、

$$2P_1 + 2Q = F_0$$

$$2M_1 - 2M_3 + 2R_1 r_m = F_0(\ell_g - \ell)$$

$$\Delta_{x1} = \frac{P_1 \ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{P_1 \ell}{G_s A_{sr}} + \ell \theta_1$$

$$P_1 \ell + M_1 = R_1 u$$

$$\Delta_{y1} = \frac{R_1 \ell}{A_s E_s}$$

$$\Delta_{r1} = \frac{K_r P_1}{r_m E}$$

$$\theta_2 = \frac{K_\ell M_1}{r_m^3 \beta_\ell^2 E}$$

$$\theta_0 = -\frac{M_3 \ell}{E_s I_{sr}} + \frac{Q \ell^2}{2E_s I_{sr}}$$

$$\Delta_{x3} = \frac{Q \ell^3}{3E_s I_{sr}} + \frac{Q \ell}{G_s A_{st}} - \frac{M_3 \ell^2}{2E_s I_{sr}}$$

$$\theta_1 + \theta_2 - \theta_0 = 0$$

$$\theta_3 = \frac{(Q u - M_c)\ell}{G_s J_s} = \frac{K_c M_c}{r_m^3 \beta_c^2 E}$$

$$\Delta_{x1} + \Delta_{r1} = \Delta_{x3} + u \theta_3$$

$$\Delta_{y1} - u \theta_1 - r_m \theta_0 = 0$$

以下(1)と同様にして連立方程式を立てる。

### 2.1.2. 鉛直方向

鉛直方向に荷重  $F_v$  が作用した場合、  
支持脚の圧縮変位  $\Delta_{y2}$  は、

$$\Delta_{y2} = \frac{F_v \ell}{4A_s E_s}$$

胴の圧縮変位  $\Delta_{y3}$  は、

$$\Delta_{y3} = \frac{F_v (\ell_g - \ell)}{A E}$$

ここで、 $A = \pi (D_i + t)t$

運転時質量による胴の脚付け根部における局部傾き角  $\theta$  による鉛直方向変位  $\Delta_{y4}$  は、

$$\Delta_{y4} = \theta u$$

局部傾き角  $\theta$  は、脚下端の支持条件により、

(1) 脚下端が固定の場合

$$\theta = \frac{K_\ell M_\ell}{r_m^3 \beta \ell^2 E}$$

ここで、

$$M_\ell = \frac{\left( \frac{\ell^3}{12E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \frac{F_v u \ell}{4E_s I_{st}}}{\left\{ \left( \frac{\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \left( \frac{\ell}{E_s I_{st}} + \frac{K_\ell}{r_m^3 \beta \ell^2 E} \right) - \left( \frac{\ell^2}{2E_s I_{st}} \right) \right\}^2}$$

(2) 脚下端が単純支持の場合

$$\theta = \frac{K_\ell M_\ell}{r_m^3 \beta_\ell^2 E}$$

ここで、

$$M_\ell = \frac{F_v}{4} u - P \ell$$

$$P = \frac{\frac{F_v}{4} u \ell}{\ell^2 + \frac{r_m^3 \beta_\ell^2 E}{K_\ell} \left( \frac{\ell^3}{3 E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right)}$$

以上により、胴重心の鉛直方向変位量  $\delta_v$ 、ばね定数  $K_v$  及び固有周期  $T_v$  は、次のように求められる。

$$\delta_v = \Delta_{y2} + \Delta_{y3} + \Delta_{y4}$$

$$K_v = \frac{F_v}{\delta_v}$$

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K_v}}$$

## 2.2. 設計震度の設定

「2.1. 固有周期の計算方法」で得られた固有周期に対応した設計震度を設定する。

## 2.3. 応力の計算

### 2.3.1. 胴の応力

#### (1) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i}{2t}$$

$$\sigma_{\phi 7} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i C_v}{2t}$$

$$\sigma_{x1} = 0$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r (D_i + 1.2t)}{2t}$$

$$\sigma_{\phi 7} = 0$$

$$\sigma_{x1} = \frac{P_r (D_i + 1.2t)}{4t}$$

#### (2) 運転時質量及び鉛直方向地震力による応力

$$\sigma_{x2} = \frac{m_0 g}{\pi (D_i + t) t}$$

$$\sigma_{x7} = \frac{m_0 g C_v}{\pi (D_i + t) t}$$

(3) 運転時質量による胴の脚つけ根部の応力

脚下端が固定の場合は、

$$R = \frac{m_0 g}{4} \dots\dots\dots (18)$$

脚の半径方向変位量と胴の半径方向局部変位量は等しいことから

$$\Delta_r = \frac{-P\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{-P\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{(Ru - M_\theta)\ell^2}{2E_s I_{st}} = \frac{K_r P}{r_m E} \dots\dots\dots (19)$$

また、脚上端の傾き角と胴の局部傾き角は等しいことから

$$\theta = \frac{(Ru - M_\theta)\ell}{E_s I_{st}} - \frac{P\ell^2}{2E_s I_{st}} = \frac{K_\theta M_\theta}{r_m^3 \beta \ell^2 E} \dots\dots\dots (20)$$

式(18) から式(20) までを連立させることにより、運転時質量による胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント及び半径方向荷重を次式により求める。

$$M_\theta =$$

$$\frac{\left( \frac{\ell^3}{12E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \frac{m_0 g u \ell}{4E_s I_{st}}}{\left( \frac{\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \left( \frac{\ell}{E_s I_{st}} + \frac{K_\theta}{r_m^3 \beta \ell^2 E} \right) - \left( \frac{\ell^2}{2E_s I_{st}} \right)^2}$$

$$P = \frac{\frac{m_0 g}{4} u - M_\theta}{2E_s I_{st}} \ell^2}{\frac{\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E}}$$

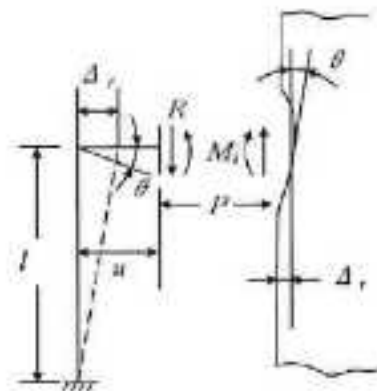


図-3-3-2-1.6 脚下端が固定されている場合の脚及び胴の変形

同様に、脚の下端を単純支持とする場合は、

$$\Delta_r = \frac{-P\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{-P\ell}{G_s A_{sr}} + \theta\ell = \frac{K_r P}{r_m E}$$

$$P\ell + M_\theta = R u$$

$$\theta = \frac{K_\theta M_\theta}{r_m^3 \beta \ell^2 E}$$

を連立させることにより、運転時質量による胴の脚つけ根部の半径方向荷重及び鉛直方向モーメントを次式により求める。

$$P = \frac{\frac{m_0 g}{4} u \ell}{\ell^2 + \frac{r_m^3 \beta \ell^2 E}{K_\theta} \left( \frac{\ell^3}{3E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right)}$$

$$M_\theta = \frac{m_0 g}{4} u - P\ell$$

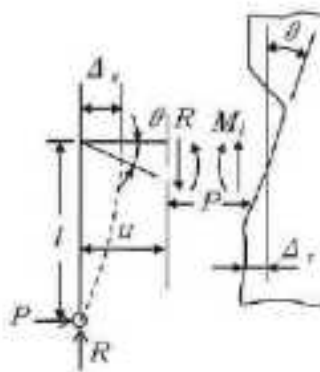


図-3-3-2-1.7 脚下端が単純支持されている場合の脚及び胴の変形

鉛直方向モーメント $M_\theta$ により生じる胴の局部応力は、シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ によって参考文献[1]の表より求めた値(以下\*を付記する)を用いて次式により算定する。

$$\sigma_{\phi 3} = \left[ \frac{N_\phi}{M_\theta / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left( \frac{M_\theta}{r_m^2 t \beta_\theta} \right) C_\theta^*$$

$$\sigma_{x 3} = \left[ \frac{N_x}{M_\theta / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left( \frac{M_\theta}{r_m^2 t \beta_\theta} \right) C_\theta^*$$

ここで、

$$r_m = (D_i + t) / 2$$

$$\gamma = r_m / t$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m$$

$$\beta_\theta = \sqrt[3]{\beta_1 \beta_2^2} \dots \dots \dots (21)$$

$\beta$ は次式による。

$\beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} (\beta_1 / \beta_2 - 1) (1 - K_1^*) \right\} \sqrt{\beta_1 \beta_2}$$

$\beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} (1 - \beta_1 / \beta_2) (1 - K_2^*) \right\} \sqrt{\beta_1 \beta_2}$$

半径方向荷重 $P$ により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 4} = \left[ \frac{N_\phi}{P / r_m} \right]^* \left( \frac{P}{r_m t} \right)$$

$$\sigma_{x 4} = \left[ \frac{N_x}{P / r_m} \right]^* \left( \frac{P}{r_m t} \right)$$

反力 $R$ によるせん断応力は、次による。

$$\tau_{\theta 1} = \frac{R}{4 C_2 t}$$

(4) 水平方向地震力による胴の曲げ応力

$$\sigma_{x5} = \frac{m_0 g C_H (\ell_g - \ell) (D_i + 2t)}{2 I}$$

(5) 水平方向地震力（Z方向）による胴の脚つけ根部の応力

2.1項の固有周期計算において単位荷重 $F_0$ を $m_0 g C_H$ に置き換えて得られる数値を使用して、胴の脚つけ根部の応力を次のように求める。

a. 一次応力

半径方向荷重 $P_1$ により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 61} = \left[ \frac{N_{\phi}}{P_1 / r_m} \right] * \left( \frac{P_1}{r_m t} \right)$$

$$\sigma_{x61} = \left[ \frac{N_x}{P_1 / r_m} \right] * \left( \frac{P_1}{r_m t} \right)$$

鉛直方向曲げモーメント $M_1$ により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 71} = \left[ \frac{N_{\phi}}{M_1 / (r_m^2 \beta)} \right] * \left( \frac{M_1}{r_m^2 t \beta_{\ell}} \right) C_{\ell}^*$$

$$\sigma_{x71} = \left[ \frac{N_x}{M_1 / (r_m^2 \beta)} \right] * \left( \frac{M_1}{r_m^2 t \beta_{\ell}} \right) C_{\ell}^*$$

周方向曲げモーメント $M_c$ により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 81} = \left[ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right] * \left( \frac{M_c}{r_m^2 t \beta_c} \right) C_c^*$$

$$\sigma_{x81} = \left[ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right] * \left( \frac{M_c}{r_m^2 t \beta_c} \right) C_c^*$$

ここで、 $\beta_c$ は次式による。

$$\beta_c = \sqrt[3]{\beta_1^2 \beta_2} \dots\dots\dots (22)$$



周方向せん断力Qによるせん断応力は、次による。

$$\tau_{c1} = \frac{Q}{4C_1t}$$

鉛直方向せん断力R<sub>1</sub>によるせん断応力は、次による。

$$\tau_{c2} = \frac{R_1}{4C_2t}$$

ねじりモーメントM<sub>3</sub>により生じる胴の局部せん断応力は、次による。

$$\tau_3 = \frac{M_3}{2\pi C_1^2t}$$

ここで、C<sub>1</sub>>C<sub>2</sub>のときはC<sub>1</sub>をC<sub>2</sub>に置き換える。

b. 二次応力

半径方向荷重P<sub>1</sub>により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 62} = \left[ \frac{M_\phi}{P_1} \right] * \left( \frac{6P_1}{t^2} \right)$$

$$\sigma_{x 62} = \left[ \frac{M_x}{P_1} \right] * \left( \frac{6P_1}{t^2} \right)$$

鉛直方向曲げモーメントM<sub>1</sub>により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。ただし、β<sub>φ</sub>は式(21)により求められたアタッチメントパラメータβ<sub>φ</sub>に更にk<sub>φ</sub>を乗じた値とする。

$$\sigma_{\phi 72} = \left[ \frac{M_\phi}{M_1 / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_1}{r_m t^2 \beta_\phi} \right)$$

$$\sigma_{x 72} = \left[ \frac{M_x}{M_1 / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_1}{r_m t^2 \beta_\phi} \right)$$

周方向曲げモーメントM<sub>c</sub>により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。ただし、β<sub>c</sub>は式(22)により求められたアタッチメントパラメータβ<sub>c</sub>に更にk<sub>c</sub>を乗じた値とする。

$$\sigma_{\phi 82} = \left[ \frac{M_\phi}{M_c / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_c}{r_m t^2 \beta_c} \right)$$

$$\sigma_{x 82} = \left[ \frac{M_x}{M_c / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_c}{r_m t^2 \beta_c} \right)$$

(6) 水平方向地震力（X方向）による胴の脚つけ根部の応力

a. 一次応力

半径方向荷重  $P_1$  により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 91} = \sigma_{\phi 61} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 91} = \sigma_{x 61} / \sqrt{2}$$

鉛直方向曲げモーメント  $M_1$  により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 101} = \sigma_{\phi 71} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 101} = \sigma_{x 71} / \sqrt{2}$$

周方向曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の局部応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 111} = \sigma_{\phi 81} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 111} = \sigma_{x 81} / \sqrt{2}$$

周方向せん断力  $Q$  によるせん断応力は、次による。

$$\tau_{c4} = \tau_{c1} / \sqrt{2}$$

鉛直方向せん断力  $R_1$  によるせん断応力は、次による。

$$\tau_{\ell 5} = \tau_{\ell 2} / \sqrt{2}$$

ねじりモーメント  $M_3$  により生じる胴の局部せん断応力は、次による。

$$\tau_6 = \tau_3 / \sqrt{2}$$

b. 二次応力

半径方向荷重  $P_1$  により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 92} = \sigma_{\phi 62} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 92} = \sigma_{x 62} / \sqrt{2}$$

鉛直方向曲げモーメント  $M_1$  により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 102} = \sigma_{\phi 72} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 102} = \sigma_{x 72} / \sqrt{2}$$

周方向曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の局部曲げ応力は、次による。

$$\sigma_{\phi 112} = \sigma_{\phi 82} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{x 112} = \sigma_{x 82} / \sqrt{2}$$

(7) 鉛直方向地震力による胴の脚つけ根部の応力

脚下端を固定する場合の軸力 $R_2$ 、胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント $M_{\theta 2}$ 及び半径方向荷重 $P_2$ は、次による。

$$R_2 = \frac{m_0 g C_V}{4}$$

$$M_{\theta 2} = \frac{\left( \frac{\ell^3}{12 E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \frac{R_2 u \ell}{E_s I_{st}}}{\left( \frac{\ell^3}{3 E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right) \left( \frac{\ell}{E_s I_{st}} + \frac{K_\ell}{r_m^3 \beta \ell^2 E} \right) - \left( \frac{\ell^2}{2 E_s I_{st}} \right)^2}$$

$$P_2 = \frac{\frac{(R_2 u - M_{\theta 2}) \ell^2}{2 E_s I_{st}}}{\frac{\ell^3}{3 E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E}}$$

脚下端を単純支持とする場合の軸力 $R_2$ 、胴の脚つけ根部の鉛直方向モーメント $M_{\theta 2}$ 及び半径方向荷重 $P_2$ は、次による。

$$R_2 = \frac{m_0 g C_V}{4}$$

$$M_{\theta 2} = R_2 u - P_2 \ell$$

$$P_2 = \frac{u R_2 \ell}{\ell^2 + \frac{r_m^3 \beta \ell^2 E}{K_\ell} \left( \frac{\ell^3}{3 E_s I_{st}} + \frac{\ell}{G_s A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m E} \right)}$$

a. 一次応力

鉛直方向曲げモーメント $M_{\theta 2}$ により生じる胴の局部応力は次による。

$$\sigma_{\phi 8} = \left[ \frac{N_\phi}{M_{\theta 2} / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left( \frac{M_{\theta 2}}{r_m^2 t \beta \ell} \right) C_\ell^*$$

$$\sigma_{x 8} = \left[ \frac{N_x}{M_{\theta 2} / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left( \frac{M_{\theta 2}}{r_m^2 t \beta \ell} \right) C_\ell^*$$

半径方向荷重 $P_2$ により生じる胴の局部応力は次による。

$$\sigma_{\phi 9} = \left[ \frac{N_\phi}{P_2 / r_m} \right]^* \left( \frac{P_2}{r_m t} \right)$$

$$\sigma_{x 9} = \left[ \frac{N_x}{P_2 / r_m} \right]^* \left( \frac{P_2}{r_m t} \right)$$

b. 二次応力

鉛直方向曲げモーメント $M_{\theta 2}$ により生じる胴の局部応力は次による。ただし、 $\beta_{\theta}$ は式(21)により求められたアタッチメントパラメータ $\beta_{\theta}$ に更に $k_{\theta}$ を乗じた値とする。

$$\sigma_{\phi 10} = \left[ \frac{M_{\phi}}{M_{\theta 2} / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_{\theta 2}}{r_m t^2 \beta_{\theta}} \right)$$

$$\sigma_{x 10} = \left[ \frac{M_x}{M_{\theta 2} / (r_m \beta)} \right] * \left( \frac{6M_{\theta 2}}{r_m t^2 \beta_{\theta}} \right)$$

半径方向荷重 $P_2$ により生じる胴の局部応力は次による。

$$\sigma_{\phi 11} = \left[ \frac{M_{\phi}}{P_2} \right] * \left( \frac{6P_2}{t^2} \right)$$

$$\sigma_{x 11} = \left[ \frac{M_x}{P_2} \right] * \left( \frac{6P_2}{t^2} \right)$$

せん断応力は次による。

$$\tau_{\theta 3} = \frac{R_2}{4C_2 t}$$

(8) 組合せ応力

(1)から(7)項によって算出される脚のつけ根部に生じる胴の応力は、次により組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

【絶対値和】

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7}$$

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

【SRSS 法】

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 5}^2 + \sigma_{x 7}^2}$$

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

b. 一次応力（膜+曲げ）

【絶対値和】

(a) 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(i) 第1脚つけ根部

第1評価点

$$\sigma_{\phi z1} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 71}$$

$$\sigma_{x z1} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 61} + \sigma_{x 71}$$

$$\sigma_{11} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z1} + \sigma_{x z1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z1} - \sigma_{x z1})^2} \right\}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi z2} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 61}$$

$$\sigma_{x z2} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 61}$$

$$\sigma_{12} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z2} + \sigma_{x z2}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z2} - \sigma_{x z2})^2 + 4(\tau_{\theta 1} + \tau_{\theta 2} + \tau_{\theta 3})^2} \right\}$$

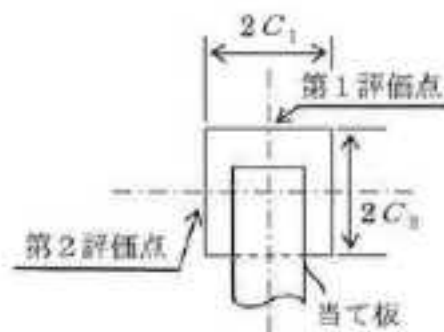


図-3-3-2-1.8 胴の評価点

(ii) 第2脚つけ根部

第1評価点

$$\sigma_{\phi z3} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9}$$

$$\sigma_{x z3} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9}$$

$$\sigma_{13} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z3} + \sigma_{x z3}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z3} - \sigma_{x z3})^2 + 4(\tau_{c1} + \tau_3)^2} \right\}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi z4} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 81}$$

$$\sigma_{x z4} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 81}$$

$$\sigma_{14} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z4} + \sigma_{x z4}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z4} - \sigma_{x z4})^2 + 4(\tau_{\theta 1} + \tau_3 + \tau_{\theta 3})^2} \right\}$$

(b) 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

第1評価点

$$\sigma_{\phi x1} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 101}$$

$$\sigma_{x x1} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 91} + \sigma_{x 101}$$

$$\sigma_{15} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi x1} + \sigma_{x x1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi x1} - \sigma_{x x1})^2 + 4(\tau_{c4} + \tau_6)^2} \right\}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi x2} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 111}$$

$$\sigma_{x x2} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 91} + \sigma_{x 111}$$

$$\sigma_{16} =$$

$$\frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi x2} + \sigma_{x x2}) + \sqrt{(\sigma_{\phi x2} - \sigma_{x x2})^2 + 4(\tau_{\theta 1} + \tau_{\theta 5} + \tau_6 + \tau_{\theta 3})^2} \right\}$$

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}]$$

【SRSS 法】

(a) 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(i) 第1脚つけ根部

第1評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z1} &= \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9})^2 + (\sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 71})^2} \\ \sigma_{xz1} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \\ &\quad + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x61} + \sigma_{x71})^2} \\ \sigma_{11} &= \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z1} + \sigma_{xz1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z1} - \sigma_{xz1})^2} \right\}\end{aligned}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z2} &= \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 4} + \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9})^2 + \sigma_{\phi 61}^2} \\ \sigma_{xz2} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4} + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x61})^2} \\ \sigma_{12} &= \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z2} + \sigma_{xz2}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z2} - \sigma_{xz2})^2 + 4(\tau_{\phi 1} + \sqrt{\tau_{\phi 2}^2 + \tau_{\phi 3}^2})^2} \right\}\end{aligned}$$

(ii) 第2脚つけ根部

第1評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z3} &= \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9})^2} \\ \sigma_{xz3} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9})^2} \\ \sigma_{13} &= \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z3} + \sigma_{xz3}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z3} - \sigma_{xz3})^2 + 4(\tau_{c1} + \tau_3)^2} \right\}\end{aligned}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z4} &= \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 4} + \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9})^2 + \sigma_{\phi 81}^2} \\ \sigma_{xz4} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4} + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9})^2 + \sigma_{x81}^2} \\ \sigma_{14} &= \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi z4} + \sigma_{xz4}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z4} - \sigma_{xz4})^2 + 4(\tau_{\phi 1} + \sqrt{\tau_3^2 + \tau_{\phi 3}^2})^2} \right\}\end{aligned}$$

(b) 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

第1評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi x1} &= \sigma_{\phi1} + \sigma_{\phi3} + \sigma_{\phi4} + \sqrt{(\sigma_{\phi7} + \sigma_{\phi8} + \sigma_{\phi9})^2 + (\sigma_{\phi91} + \sigma_{\phi101})^2} \\ \sigma_{xx1} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \\ &\quad + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x101})^2} \\ \sigma_{15} &= \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{\phi x1} + \sigma_{xx1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi x1} - \sigma_{xx1})^2 + 4(\tau_{c4} + \tau_6)^2} \right\}\end{aligned}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi x2} &= \sigma_{\phi1} + \sigma_{\phi4} + \sqrt{(\sigma_{\phi7} + \sigma_{\phi9})^2 + (\sigma_{\phi91} + \sigma_{\phi111})^2} \\ \sigma_{xx2} &= \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4} + \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x111})^2} \\ \sigma_1 &= \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}]\end{aligned}$$



c. 地震力のみによる一次+二次応力の変動値

【絶対値和】

(a) 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(i) 第1脚つけ根部

第1評価点

$$\sigma_{\phi z5} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72}$$

$$\sigma_{xz5} = \sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11} + \sigma_{x5} + \sigma_{x61} + \sigma_{x62} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72}$$

$$\sigma_{21} = \sigma_{\phi z5} + \sigma_{xz5} + \sqrt{(\sigma_{\phi z5} - \sigma_{xz5})^2}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi z6} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62}$$

$$\sigma_{xz6} = \sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11} + \sigma_{x5} + \sigma_{x61} + \sigma_{x62}$$

$$\sigma_{22} = \sigma_{\phi z6} + \sigma_{xz6} + \sqrt{(\sigma_{\phi z6} - \sigma_{xz6})^2 + 4(\tau_{\theta 2} + \tau_{\theta 3})^2}$$

(ii) 第2脚つけ根部

第1評価点

$$\sigma_{\phi z7} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11}$$

$$\sigma_{xz7} = \sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11}$$

$$\sigma_{23} = \sigma_{\phi z7} + \sigma_{xz7} + \sqrt{(\sigma_{\phi z7} - \sigma_{xz7})^2 + 4(\tau_{c1} + \tau_{c3})^2}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi z8} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 81} + \sigma_{\phi 82}$$

$$\sigma_{xz8} = \sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11} + \sigma_{x81} + \sigma_{x82}$$

$$\sigma_{24} = \sigma_{\phi z8} + \sigma_{xz8} + \sqrt{(\sigma_{\phi z8} - \sigma_{xz8})^2 + 4(\tau_{c3} + \tau_{\theta 3})^2}$$

(b) 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

第1評価点

$$\sigma_{\phi x3} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 101} + \sigma_{\phi 92} + \sigma_{\phi 102}$$

$$\sigma_{xx3} = \sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11} + \sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x101} + \sigma_{x92} + \sigma_{x102}$$

$$\sigma_{25} = \sigma_{\phi x3} + \sigma_{xx3} + \sqrt{(\sigma_{\phi x3} - \sigma_{xx3})^2 + 4(\tau_{c4} + \tau_{\theta 6})^2}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi x4} &= \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 92} + \sigma_{\phi 111} + \sigma_{\phi 112} \\ \sigma_{x x4} &= \sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11} + \sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x92} + \sigma_{x111} + \sigma_{x112} \\ \sigma_{26} &= \sigma_{\phi x4} + \sigma_{x x4} + \sqrt{(\sigma_{\phi x4} - \sigma_{x x4})^2 + 4(\tau_{\phi 5} + \tau_6 + \tau_{\phi 3})^2} \\ \sigma_2 &= \max[\sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23}, \sigma_{24}, \sigma_{25}, \sigma_{26}]\end{aligned}$$

【SRSS法】

(a) 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(i) 第1脚つけ根部

第1評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z5} &= \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11})^2 + (\sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2} \\ \sigma_{x z5} &= \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x61} + \sigma_{x62} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2} \\ \sigma_{21} &= \sigma_{\phi z5} + \sigma_{x z5} + \sqrt{(\sigma_{\phi z5} - \sigma_{x z5})^2}\end{aligned}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z6} &= \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11})^2 + (\sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62})^2} \\ \sigma_{x z6} &= \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x61} + \sigma_{x62})^2} \\ \sigma_{22} &= \sigma_{\phi z6} + \sigma_{x z6} + \sqrt{(\sigma_{\phi z6} - \sigma_{x z6})^2 + 4(\tau_{\phi 2}^2 + \tau_{\phi 3}^2)}\end{aligned}$$

(ii) 第2脚つけ根部

第1評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z7} &= \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11})^2} \\ \sigma_{x z7} &= \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11})^2} \\ \sigma_{23} &= \sigma_{\phi z7} + \sigma_{x z7} + \sqrt{(\sigma_{\phi z7} - \sigma_{x z7})^2 + 4(\tau_{\phi 1} + \tau_3)^2}\end{aligned}$$

第2評価点

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi z8} &= \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11})^2 + (\sigma_{\phi 81} + \sigma_{\phi 82})^2} \\ \sigma_{x z8} &= \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11})^2 + (\sigma_{x81} + \sigma_{x82})^2} \\ \sigma_{24} &= \sigma_{\phi z8} + \sigma_{x z8} + \sqrt{(\sigma_{\phi z8} - \sigma_{x z8})^2 + 4(\tau_3^2 + \tau_{\phi 3}^2)}\end{aligned}$$

(b) 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

第1評価点

$$\sigma_{\phi x3} = \sqrt{(\sigma_{\phi7} + \sigma_{\phi8} + \sigma_{\phi9} + \sigma_{\phi10} + \sigma_{\phi11})^2 + (\sigma_{\phi91} + \sigma_{\phi101} + \sigma_{\phi92} + \sigma_{\phi102})^2}$$

$$\sigma_{xx3} = \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x8} + \sigma_{x9} + \sigma_{x10} + \sigma_{x11})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x101} + \sigma_{x92} + \sigma_{x102})^2}$$

$$\sigma_{25} = \sigma_{\phi x3} + \sigma_{xx3} + \sqrt{(\sigma_{\phi x3} - \sigma_{xx3})^2 + 4(\tau_{c4} + \tau_6)^2}$$

第2評価点

$$\sigma_{\phi x4} = \sqrt{(\sigma_{\phi9} + \sigma_{\phi11})^2 + (\sigma_{\phi91} + \sigma_{\phi92} + \sigma_{\phi111} + \sigma_{\phi112})^2}$$

$$\sigma_{xx4} = \sqrt{(\sigma_{x7} + \sigma_{x9} + \sigma_{x11})^2 + (\sigma_{x5} + \sigma_{x91} + \sigma_{x92} + \sigma_{x111} + \sigma_{x112})^2}$$

$$\sigma_{26} = \sigma_{\phi x4} + \sigma_{xx4} + \sqrt{(\sigma_{\phi x4} - \sigma_{xx4})^2 + 4\{(\tau_{\ell5} + \tau_6)^2 + \tau_{\ell3}^2\}}$$

$$\sigma_2 = \max[\sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23}, \sigma_{24}, \sigma_{25}, \sigma_{26}]$$

### 2.3.2. 脚の応力（上端と下端にかかる荷重の大きい方）

#### (1) 運転時質量による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R}{A_s}$$
$$\sigma_{s2} = \frac{\max\left[ \left| R u - M_\ell - P \ell \right|, \left| R u - M_\ell \right| \right]}{Z_{st}}$$

ただし、脚下端が単純支持の場合は次による。

$$\sigma_{s2} = \frac{P \ell}{Z_{st}}$$
$$\tau_{s1} = \frac{P}{A_{s1}}$$

#### (2) 鉛直方向地震力による応力

$$\sigma_{s3} = \frac{R_2}{A_s}$$
$$\sigma_{s4} = \frac{\max\left[ \left| R_2 u - M_{\ell 2} - P_2 \ell \right|, \left| R_2 u - M_{\ell 2} \right| \right]}{Z_{st}}$$

ただし、脚下端が単純支持の場合は次による。

$$\sigma_{s4} = \frac{P_2 \ell}{Z_{st}}$$
$$\tau_{s2} = \frac{P_2}{A_{s1}}$$

(3) 水平方向地震力（Z方向）による応力

(a) 第1脚

$$\sigma_{s5} = \frac{R_1}{A_s}$$
$$\sigma_{s6} = \frac{\max\left[|R_1 u - M_1 - P_1 \ell|, |R_1 u - M_1|\right]}{Z_{st}}$$

ただし、脚下端が単純支持の場合は次による。

$$\sigma_{s6} = \frac{P_1 \ell}{Z_{st}}$$
$$\tau_{s3} = \frac{P_1}{A_{s1}}$$

(b) 第2脚

$$\sigma_{s7} = \frac{\max\left[|Q \ell - M_3|, |M_3|\right]}{Z_{sr}}$$

ただし、脚下端が単純支持の場合は次による。

$$\sigma_{s7} = \frac{Q \ell}{Z_{sr}}$$
$$\tau_{s4} = \frac{Q}{A_{s2}} + \frac{Q u - M_c}{Z_{sp}}$$

(4) 水平方向地震力（X方向）による応力

$$\sigma_{s8} = \frac{R_1}{\sqrt{2}A_s}$$

$$\sigma_{s9} = \frac{\max\left[|R_1u - M_1 - P_1\ell|, |R_1u - M_1|\right]}{\sqrt{2}Z_{st}}$$

$$\sigma_{s10} = \frac{\max\left[|Q\ell - M_3|, |M_3|\right]}{\sqrt{2}Z_{sr}}$$

ただし、脚下端が単純支持の場合は次による。

$$\sigma_{s9} = \frac{P_1\ell}{\sqrt{2}Z_{st}}$$

$$\sigma_{s10} = \frac{Q\ell}{\sqrt{2}Z_{sr}}$$

$$\tau_{s5} = \frac{P_1}{\sqrt{2}A_{s1}} + \frac{Q}{\sqrt{2}A_{s2}} + \frac{Qu - M_c}{\sqrt{2}Z_{sp}}$$

(5) 組合せ応力

脚の最大応力は、下記式による。

【絶対値和】

a. 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(a) 第1脚

$$\sigma_{sz1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s5} + \sigma_{s6})^2 + 3(\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s3})^2}$$

(b) 第2脚

$$\sigma_{sz2} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s7})^2 + 3(\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s4})^2}$$

b. 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{sx} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s8} + \sigma_{s9} + \sigma_{s10})^2 + 3(\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s5})^2}$$

$$\sigma_s = \max[\sigma_{sz1}, \sigma_{sz2}, \sigma_{sx}]$$

【SRSS 法】

a. 水平方向地震力（Z方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(a) 第1脚

$$\sigma_{sx1} = \sqrt{\left\{ \sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sqrt{(\sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + (\sigma_{s5} + \sigma_{s6})^2} \right\}^2 + 3(\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s2}^2 + \tau_{s3}^2})^2}$$

(b) 第2脚

$$\sigma_{sz2} = \sqrt{\left\{ \sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sqrt{(\sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + \sigma_{s7}^2} \right\}^2 + 3(\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s2}^2 + \tau_{s4}^2})^2}$$

b. 水平方向地震力（X方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{sx} = \sqrt{\left\{ \sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sqrt{(\sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + (\sigma_{s8} + \sigma_{s9} + \sigma_{s10})^2} \right\}^2 + 3(\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s2}^2 + \tau_{s5}^2})^2}$$

$$\sigma_s = \max[\sigma_{sz1}, \sigma_{sz2}, \sigma_{sx}]$$

2.3.3. 基礎ボルトの応力

基礎ボルトには鉛直荷重、水平方向のせん断力、鉛直軸まわりのねじりモーメント及び転倒モーメントを考慮する。

(1) 水平方向地震力（Z方向）が作用した場合

a. 引張応力

【絶対値和】

(a) 第1脚

(i) 脚下端が固定の場合、脚底部に働くモーメント及び鉛直荷重は次による。

$$M_{z1} = \left| P_1 \ell + M_1 - R_1 u - \{ (P - P_2) \ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2) u \} \right|$$

$$R_{z1} = R - R_2 - R_1$$

モーメントと圧縮荷重の比を

$$e = M_{z1} / R_{z1} \dots \dots \dots (23)$$

とすると、 $R_{z1}$ が負のとき、又は、

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \dots \dots \dots (24)$$

のとき、基礎ボルトに生じる引張力は次により求める。

中立軸の位置  $X_n$  を次式により求め、

$$X_n^3 + 3 \left( e - \frac{a}{2} \right) X_n^2 - \frac{6sA_b n_1}{b} \left( e + \frac{a}{2} - d_1 \right) (a - d_1 - X_n) = 0 \dots \dots \dots (25)$$

基礎ボルトに生じる引張力

$$F_b = \frac{R_{z1} \left( e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3} \right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \dots \dots \dots (26)$$

から、基礎ボルトに生じる引張応力を次式により求める。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 A_b} \dots \dots \dots (27)$$



(ii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{z1}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{z1}$$

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{nA_b}$$

(b) 第3脚

(i) 脚下端が固定の場合、脚底部に働くモーメント及び鉛直荷重は次による。

$$M_{z3} = \left| P_1 \ell + M_1 - R_1 u + \{ (P - P_2) \ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2) u \} \right|$$

$$R_{z3} = R - R_2 + R_1$$

を  $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$  と置き換え、式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルト応力を  $\sigma_{b3}$  とする。

(ii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{z3}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{z3}$$

$$\sigma_{b3} = \frac{F_b}{nA_b}$$

(c) 第2脚の基礎ボルト

(i) 脚下端が固定の場合は、

$$M_{z2} = \sqrt{(Q\ell - M_3)^2 + \{(P - P_2)\ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2)u\}^2}$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルト応力を $\sigma_{b2}$ とする。

ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換えた場合に得られる基礎ボルトの引張応力が $\sigma_{b2}$ より大きいときは、その値を $\sigma_{b2}$ とする。

(ii) 脚下端が半径方向に直角の方向について単純支持の場合は、

$$M_{z2} = \left| (P - P_2)\ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2)u \right|$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を $\sigma_{b2}$ とする。

(iii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、

$$M_{z2} = \left| Q\ell - M_3 \right|$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を $\sigma_{b2}$ とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換えるものとする。

(iv) 脚下端が半径方向及びその直角方向についても単純支持の場合は、圧縮荷重のみなので基礎ボルトに引張応力は評価しない。

【SRSS 法】

(a) 第 1 脚及び第 3 脚

(i) 脚下端が固定の場合、脚底部に働くモーメント及び鉛直荷重は次による。

$$M_{z1} = \sqrt{(P_1 \ell + M_1 - R_1 u)^2 + (P_2 \ell + M_{\ell 2} - R_2 u)^2} + |P \ell + M_\ell - R u|$$

$$R_{z1} = R - \sqrt{R_2^2 + R_1^2}$$

モーメントと圧縮荷重の比を

$$e = M_{z1} / R_{z1} \dots \dots \dots (28)$$

とすると、 $R_{z1}$  が負のとき、又は、

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \dots \dots \dots (29)$$

のとき、基礎ボルトに生じる引張力は次により求める。

中立軸の位置  $X_n$  を次式により求め、

$$X_n^3 + 3 \left( e - \frac{a}{2} \right) X_n^2 - \frac{6sA_b n_1}{b} \left( e + \frac{a}{2} - d_1 \right) (a - d_1 - X_n) = 0 \dots \dots \dots (30)$$

基礎ボルトに生じる引張力

$$F_b = \frac{R_{z1} \left( e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3} \right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \dots \dots \dots (31)$$

から、基礎ボルトに生じる引張応力を次式により求める。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 A_b} \dots \dots \dots (32)$$

(ii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{z1}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{z1}$$

$$\sigma_{bl} = \frac{F_b}{nA_b}$$

(b) 第2脚の基礎ボルト

(i) 脚下端が固定の場合は、

$$M_{z2} = \sqrt{(Q\ell - M_3)^2 + \{(P - P_2)\ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2)u\}^2}$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(28)から式(32)を使用して得られた基礎ボルト応力を $\sigma_{b2}$ とする。

ただし、 $a$ を $b$ 、 $b$ を $a$ 、 $d_1$ を $d_2$ 、 $n_1$ を $n_2$ に置き換えた場合に得られる基礎ボルトの引張応力が $\sigma_{b2}$ より大きいときは、その値を $\sigma_{b2}$ とする。

(ii) 脚下端が半径方向に直角の方向について単純支持の場合は、

$$M_{z2} = |(P - P_2)\ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2)u|$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(28)から式(32)を使用して得られた基礎ボルトの応力を $\sigma_{b2}$ とする。

(iii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、

$$M_{z2} = |Q\ell - M_3|$$

$$R_{z2} = R - R_2$$

を $M_{z1}$ 、 $R_{z1}$ と置き換え、式(28)から式(32)を使用して得られた基礎ボルトの応力を $\sigma_{b2}$ とする。ただし、 $a$ を $b$ 、 $b$ を $a$ 、 $d_1$ を $d_2$ 、 $n_1$ を $n_2$ に置き換えるものとする。

(iv) 脚下端が半径方向及びその直角方向についても単純支持の場合は、圧縮荷重のみなので基礎ボルトに引張応力は評価しない。

b. せん断応力

【絶対値和】

(a) 第1脚の基礎ボルト

$$\tau_{b1} = \frac{P_1 - P + P_2}{nA_b}$$

(b) 第2脚及び第4脚の基礎ボルト

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{nA_b} + \frac{Q u - M_c}{nA_b \sqrt{\left(\frac{a - 2d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2d_2}{2}\right)^2}}$$

ただし、 $n=2$  で、ボルトが半径方向に直角に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{2A_b} + \frac{Q u - M_c}{A_b (b - 2d_2)}$$

ボルトが半径方向に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{2A_b} + \frac{Q u - M_c}{A_b (a - 2d_1)}$$

また、 $n=1$  のときは次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{A_b} + \frac{16(Q u - M_c)}{\pi d_b^3}$$

(c) 第3脚の基礎ボルト

$$\tau_{b3} = \frac{P_1 + P + P_2}{nA_b}$$

【SRSS 法】

(a) 第 1 脚及び第 3 脚の基礎ボルト

$$\tau_{b1} = \frac{\sqrt{P_1^2 + P_2^2} + P}{n A_b}$$

(b) 第 2 脚及び第 4 脚の基礎ボルト

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{n A_b} + \frac{Q u - M_c}{n A_b \sqrt{\left(\frac{a - 2 d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 d_2}{2}\right)^2}}$$

ただし、 $n=2$  で、ボルトが半径方向に直角に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{2 A_b} + \frac{Q u - M_c}{A_b (b - 2 d_2)}$$

ボルトが半径方向に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{2 A_b} + \frac{Q u - M_c}{A_b (a - 2 d_1)}$$

また、 $n=1$  のときは次による。

$$\tau_{b2} = \frac{\sqrt{Q^2 + (P + P_2)^2}}{A_b} + \frac{16 (Q u - M_c)}{\pi d_b^3}$$

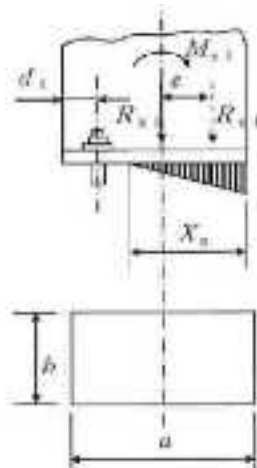


図-3-3-2-1.9 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係

(2) 水平方向地震力（X方向）が作用した場合

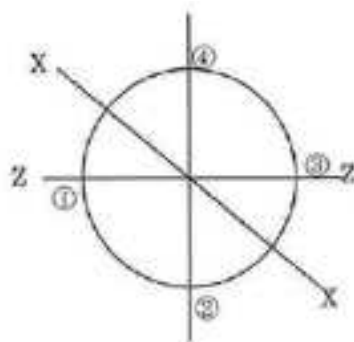


図-3-3-2-1.10 地震力の作用する方向

a. 引張応力

【絶対値和】

(a) 第1脚及び第4脚について

(i) 脚下端が固定の場合、脚底部に働くモーメント及び鉛直荷重は、次のようにして求める。

$$M_{x1} = \left[ \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (P_1 \ell + M_1 - R_1 u) - \left\{ (P - P_2) \ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2) u \right\} \right\}^2 + \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (Q \ell - M_3) \right\}^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{x1} = R - R_2 - \frac{R_1}{\sqrt{2}} \dots \dots \dots (33)$$

(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。ただし、a を b、b を a、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換えた場合に得られる基礎ボルトの引張応力が  $\sigma_{b4}$  より大きいときはその値を  $\sigma_{b4}$  とする。

(ii) 脚下端が半径方向に直角の方向について単純支持の場合は、

$$M_{x1} = \left| \frac{1}{\sqrt{2}} (P_1 \ell + M_1 - R_1 u) - \left\{ (P - P_2) \ell + (M_0 - M_{02}) - (R - R_2) u \right\} \right|$$

$R_{x1}$  は式(33) で表わされる。(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。



(iii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、

$$M_{x1} = \frac{1}{\sqrt{2}} |Q\ell - M_3|$$

$R_{x1}$  は式(33) で表わされる。(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換える。

(iv) 脚下端が半径方向及びその直角の方向についても単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{x1}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{x1}$$

$$\sigma_{b4} = \frac{F_b}{n A_b}$$

(b) 第2脚及び第3脚の基礎ボルトについて

(i) 脚下端が固定の場合

$$M_{x2} = \left[ \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (P_1\ell + M_1 - R_1 u) + \left( (P - P_2)\ell + (M_\theta - M_{\theta 2}) - (R - R_2) u \right) \right\}^2 + \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (Q\ell - M_3) \right\}^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{x2} = R - R_2 + \frac{R_1}{\sqrt{2}} \dots \dots \dots (34)$$

(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b5}$  とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換えた場合に得られる基礎ボルトの引張応力が  $\sigma_{b5}$  より大きいときはその値を  $\sigma_{b5}$  とする。

(ii) 脚下端が半径方向に直角の方向について単純支持の場合は、

$$M_{x2} = \left| \frac{1}{\sqrt{2}} (P_1\ell + M_1 - R_1 u) + \left\{ (P - P_2)\ell + (M_\theta - M_{\theta 2}) - (R - R_2) u \right\} \right|$$

$R_{x2}$  は式(34) で表わされる。(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b5}$  とする。

(iii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、

$$M_{x2} = \frac{1}{\sqrt{2}} |Q\ell - M_3|$$

$R_{x2}$  は式(34) で表わされる。(1)と同様に式(23) から式(27) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b5}$  とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換える。

(iv) 脚下端が半径方向及びその直角の方向についても単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{x2}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{x2}$$

$$\sigma_{b5} = \frac{F_b}{n A_b}$$

【SRSS 法】

(i) 脚下端が固定の場合、第1脚から第4脚の脚底部に働くモーメント及び鉛直荷重は、次による。

$$M_{x1} = \left[ \left\{ \sqrt{\frac{1}{2}(P_1\ell + M_1 - R_1u)^2 + (P_2\ell + M_{\ell 2} - R_2u)^2} + |P\ell + M_\ell - R \cdot u| \right\}^2 + \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}}(Q\ell - M_3) \right\}^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{x1} = R - \sqrt{\frac{R_1^2}{2} + R_2^2} \dots \dots \dots (35)$$

(1)と同様に式(28) から式(32) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換えた場合に得られる基礎ボルトの引張応力が  $\sigma_{b4}$  より大きいときはその値を  $\sigma_{b4}$  とする。

(ii) 脚下端が半径方向に直角の方向について単純支持の場合は、

$$M_{x1} = \sqrt{\frac{1}{2}(P_1\ell + M_1 - R_1u)^2 + (P_2\ell + M_{\ell 2} - R_2u)^2} + |P\ell + M_\ell - Ru|$$

$R_{x1}$  は式(35) で表わされる。(1)と同様に式(28) から式(32) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。

(iii) 脚下端が半径方向について単純支持の場合は、

$$M_{x1} = \frac{1}{\sqrt{2}} |Q\ell - M_3|$$

$R_{x1}$  は式(35) で表わされる。(1)と同様に式(28) から式(32) を使用して得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b4}$  とする。ただし、 $a$  を  $b$ 、 $b$  を  $a$ 、 $d_1$  を  $d_2$ 、 $n_1$  を  $n_2$  に置き換える。

(iv) 脚下端が半径方向及びその直角の方向についても単純支持の場合は、モーメントが生じないので、鉛直荷重  $R_{x1}$  が負のときの基礎ボルトの引張応力を求める。

$$F_b = -R_{x1}$$

$$\sigma_{b4} = \frac{F_b}{n A_b}$$

b. せん断応力

【絶対値和】

(a) 第1脚及び第4脚の基礎ボルトについて

$$\tau_{b4} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} - P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{nA_b} + \frac{Q_u - M_c}{\sqrt{2} n A_b \sqrt{\left(\frac{a - 2d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2d_2}{2}\right)^2}}$$

ただし、 $n=2$ で、ボルトが半径方向に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b4} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} - P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2A_b} + \frac{Q_u - M_c}{\sqrt{2} A_b (a - 2d_1)}$$

ボルトが半径方向に直角に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b4} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} - P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2A_b} + \frac{Q_u - M_c}{\sqrt{2} A_b (b - 2d_2)}$$

また、 $n=1$ のときは次による。

$$\tau_{b4} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} - P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{A_b} + \frac{16(Q_u - M_c)}{\sqrt{2} \pi d_b^3}$$

(b) 第2脚及び第3脚の基礎ボルトについて

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} + P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{nA_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} n A_b \sqrt{\left(\frac{a - 2d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2d_2}{2}\right)^2}}$$

ただし、 $n=2$  で、ボルトが半径方向に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} + P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2A_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} A_b (a - 2d_1)}$$

ボルトが半径方向に直角に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} + P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2A_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} A_b (b - 2d_2)}$$

また、 $n=1$  のときは次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}} + P + P_2\right)^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{A_b} + \frac{16(Q u - M_c)}{\sqrt{2} \pi d_b^3}$$

【SRSS 法】

(a) 第1脚から第4脚の基礎ボルトについて

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left\{ \sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}}\right)^2 + P_2^2} - P \right\}^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{n A_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} n A_b \sqrt{\left(\frac{a-2d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b-2d_2}{2}\right)^2}}$$

ただし、 $n=2$  で、ボルトが半径方向に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left\{ \sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}}\right)^2 + P_2^2} - P \right\}^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2 A_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} A_b (a - 2 d_1)}$$

ボルトが半径方向に直角に並んでいる場合は次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left\{ \sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}}\right)^2 + P_2^2} - P \right\}^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{2 A_b} + \frac{Q u - M_c}{\sqrt{2} A_b (b - 2 d_2)}$$

また、 $n=1$  のときは次による。

$$\tau_{b5} = \frac{\sqrt{\left\{ \sqrt{\left(\frac{P_1}{\sqrt{2}}\right)^2 + P_2^2} - P \right\}^2 + \left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)^2}}{A_b} + \frac{16 (Q u - M_c)}{\sqrt{2} \pi d_b^3}$$

2.4. 強度評価

2.4.1. 胴の応力

2.3.1(8)で求めた組合せ応力 $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2$ が胴の最高使用温度における表-3-3-2-1.1に示す許容応力 $S_a$ 以下であること。

表-3-3-2-1.1 胴の許容応力

許容 応力 状態	許容応力 $S_a$		
	一次一般膜応力	一次応力	一次+二次 応力範囲
$IV_{AS}$	$0.6S_u$	左欄の 1.5 倍	地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば疲労解析は不用とする。
$B_{AS}$	$\min[S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 $1.2S$ とすることができる。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 $1.2S$ とすることができる。	-

2.4.2. 脚の応力

(1) 2.3.2(5)で求めた脚の組合せ応力 $\sigma_s$ が表-3-3-2-1.2に示す許容応力 $f_t$ 以下であること。

表-3-3-2-1.2 脚の許容応力

許容応力状態	許容引張応力 $f_t$
$IV_{AS}$ $B_{AS}$	$1.5\left(\frac{F}{1.5}\right)$

(2) 圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せは下記を満足すること。

$$\frac{\sigma_{sf}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$$

a.  $f_c$  は次による。

$\lambda \leq \Lambda$  のとき

$$f_c = 1.5 \left\{ 1 - 0.4 \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{v}$$

$\lambda > \Lambda$  のとき

$$f_c = 1.5 (0.277F) \left( \frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2$$

ここで、

$$\lambda = \ell_k / i$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E_s}{0.6F}}$$

$$v = 1.5 + \frac{2}{3} \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$$i = \sqrt{\frac{\min [I_{st}, I_{sf}]}{A_s}}$$

$\ell_k$  は、有効座屈長さで脚下端を固定とする場合は 1.2 $\ell$ 、単純支持とする場合は 2.1 $\ell$  とする。



b.  $f_{br}$ ,  $f_{bt}$  は次による。

(a) 脚が鋼管の場合

$$f_{br} = f_{bt} = f_t$$

(b) 脚が型鋼の場合で弱軸が半径方向軸の場合

$$f_{br} = f_t$$

$f_{bt}$  は次の 2 つの計算式により計算した値のうちいずれか大きい値又は  $f_t$  のいずれか小さい方の値とする。

$$f_{bt} = \left( 1 - 0.4 \frac{\ell^2}{C \Lambda^2 i_f^2} \right) f_t$$

$$f_{bt} = \left( \frac{0.433 E_s A_f}{\ell h} \right) 1.5$$

ここで、 $i_f$  は脚の圧縮フランジと梁のせいの 1/6 とからなる T 形断面のウェブ軸まわりの断面 2 次半径で次式による。

$$i_f = \sqrt{\frac{I_{sf}}{A_{sf}}}$$

$C$  は次の計算式により計算した値又は 2.3 のいずれか小さい方。 $M_{s2}$  及び  $M_{s1}$  はそれぞれ脚の両端における強軸まわりの曲げモーメント。ただし、ここでは  $M_{s2}$  と  $M_{s1}$  の比を 1 とする。

$$C = 1.75 - 1.05 \left( \frac{M_{s2}}{M_{s1}} \right) + 0.3 \left( \frac{M_{s2}}{M_{s1}} \right)^2 \dots\dots\dots (36)$$

(c) 脚が型鋼の場合で強軸が半径方向軸の場合

(b) と同様にして求められた  $f_{br}$  を  $f_{bt}$  に、 $f_{bt}$  を  $f_{br}$  に置き換える。

c. 応力の区分は、次のようにする。

(a) 水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の第1脚

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s5}$$

$$\sigma_{st} = \sigma_{s2} + \sigma_{s4} + \sigma_{s6}$$

$$\sigma_{sr} = 0$$

(i) 脚の強軸が半径方向に直角で、脚下端がその軸まわりに固定の場合

式(36)において、 $M_{s2}$ と $M_{s1}$ の比を1と置いたときの計算結果から、Cは1とする。

(ii) 脚の強軸が半径方向に直角で、脚下端がその軸まわりに単純支持の場合

Cは1.75とする。

(b) 水平方向地震力（Z方向）が作用した場合の第2脚

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s3}$$

$$\sigma_{st} = \sigma_{s2} + \sigma_{s4}$$

$$\sigma_{sr} = \sigma_{s7}$$

(i) 脚下端の強軸まわりに固定の場合

式(36)において、 $M_{s2}$ と $M_{s1}$ の比を1と置いたときの計算結果から、Cは1とする。

(ii) 脚下端の強軸まわりに単純支持の場合

Cは1.75とする。

(c) 水平方向地震力（X方向）が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s8}$$

$$\sigma_{st} = \sigma_{s2} + \sigma_{s4} + \sigma_{s9}$$

$$\sigma_{sr} = \sigma_{s10}$$

(i) 脚下端の強軸まわりに固定の場合

式(36)において、 $M_{s2}$ と $M_{s1}$ の比を1と置いたときの計算結果から、Cは1とする。

(ii) 脚の強軸まわりに単純支持の場合

Cは1.75とする。

### 2.4.3. 基礎ボルトの応力

2.3.3項で求めた基礎ボルトの引張応力 $\sigma_b$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{t0}$ は表-3-3-2-1.3による。

$$f_{ts} = \min \left[ \left( 1.4 f_{t0} - 1.6 \tau_b \right), f_{t0} \right]$$

せん断応力 $\tau_b$ はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。なお、基礎部に作用する水平力を基礎ボルトの締付力によるコンクリート部との摩擦力で負担する場合には、せん断応力評価は行わない。ただし、 $f_{sb}$ は表-3-3-2-1.3による。

表-3-3-2-1.3 基礎ボルトの許容応力

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
IV <sub>A</sub> S B <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

### 3. 参考文献

- [1] Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings  
(WELING RESEARCH COUNCIL BULLETIN No107 AUG. 1967, REV. MAR. 1979)
- [2] Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports  
(WELING RESEARCH SUPPLEMENT SEP. 1951)

3 - 3 - 2 - 2 . 橫置二胴円筒形容器

## 目次

1. 一般事項	添 3-3-2-2-1
1.1. 計算条件	添 3-3-2-2-1
1.2. 記号の説明	添 3-3-2-2-2
2. 計算方法	添 3-3-2-2-8
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-3-2-2-8
2.2. 応力の計算方法	添 3-3-2-2-12
2.2.1. 胴の応力	添 3-3-2-2-12
2.2.2. 脚の応力	添 3-3-2-2-22
2.2.3. 基礎ボルトの応力	添 3-3-2-2-25
3. 評価方法	添 3-3-2-2-27
3.1. 固有周期の評価	添 3-3-2-2-27
3.2. 応力の評価	添 3-3-2-2-27
3.2.1. 胴の応力評価	添 3-3-2-2-27
3.2.2. 脚の応力評価	添 3-3-2-2-27
3.2.3. 基礎ボルトの応力評価	添 3-3-2-2-28
4. 参考文献	添 3-3-2-2-29

## 1. 一般事項

本書は、横置二胴円筒形容器の耐震強度計算の方針を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 容器及び内容物重量は胴の中心軸に集中荷重として考える。
- (2) 容器は胴を 2 個の脚で支持され、下胴の脚はそれぞれ基礎ボルトで固定されており、上胴の脚はそれぞれ取付ボルトで下胴に固定されるものとする。ただし、下胴・上胴とも 2 個の脚のうち 1 個の脚は胴の長手方向についてスライドできるものとする。
- (3) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (4) 動的地震力 ( $S_s, S_d$ ) 及び静的地震力に対して、評価を行う。

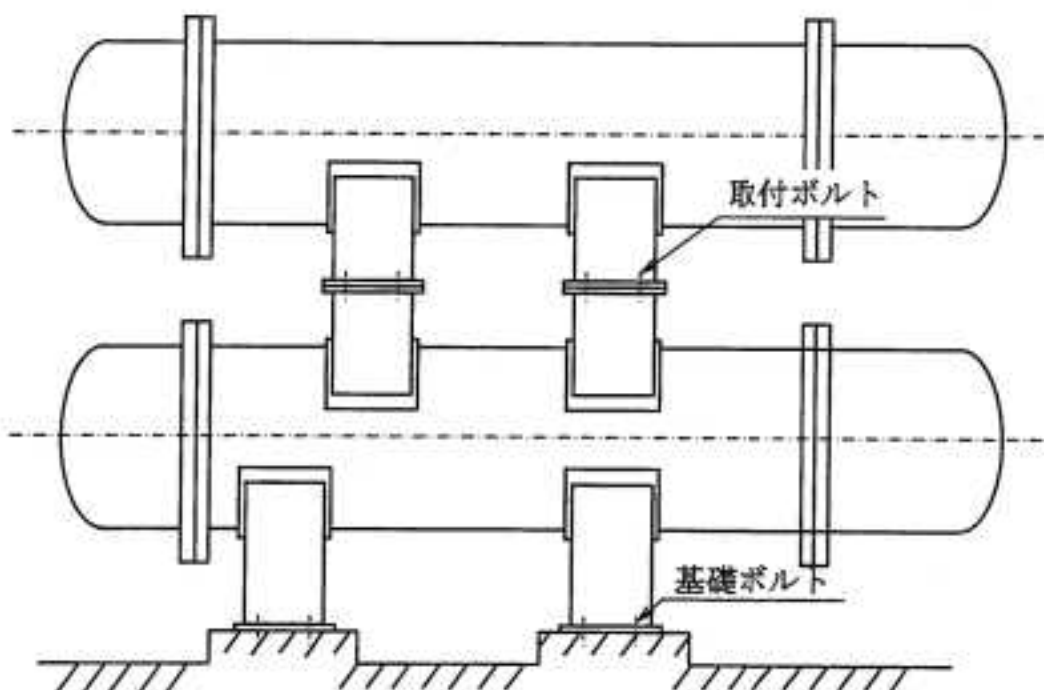


図-3-3-2-2.1 機器概略図

## 1.2. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	脚の横方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>x</sub>	胴の有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
a	脚底板の長手方向幅	mm
b	脚底板の横方向幅	mm
C <sub>1</sub>	脚の胴体つけ根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C <sub>2</sub>	脚の胴体つけ根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C <sub>c</sub>	参考文献[1]より得られる値	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>ℓ</sub>	参考文献[1]より得られる値	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d <sub>1</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d <sub>2</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの横方向の距離	mm
E	胴の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に定める値	N/mm <sup>2</sup>
F <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t</sub>	脚の許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t0</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
G	胴のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
G <sub>s</sub>	脚のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h <sub>1</sub>	基礎から下胴の脚つけ根部までの高さ	mm
h <sub>2</sub>	基礎から下胴の中心までの高さ	mm
h <sub>3</sub>	基礎から上胴の中心までの高さ	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>



記号	記号の説明	単位
$I_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$I_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$J$	胴のねじりモーメント係数	$\text{mm}^4$
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	$\text{mm}^4$
$j_1$	荷重分布で分けられた静荷重の数	—
$j_2$	第1脚より第2脚と反対の方向に作用する静荷重の数 (第1脚上の荷重は含まない)	—
$j_3$	第2脚より第1脚と反対の方向に作用する静荷重の数 (第2脚上の荷重は含まない)	—
$K_1, K_2$	参考文献[1]よりの定数	—
$K_c, K_\ell$	参考文献[1]より得られる値	—
$\ell_0$	脚中心間距離	mm
$\ell_i$	第1脚より各荷重までの距離 (ここで第2脚側の距離は正、その反対側は負とする。)	mm
$\ell_w$	当て板における脚の取り付けられない部分の長手方向長さ	mm
$M$	脚底板に作用するモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_1, M_2$	第1、第2脚部における胴の運転時重量によるモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_c$	横方向地震による胴の脚つけ根部のモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_{c1}$	横方向地震により脚底面に働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_\ell$	長手方向地震による下胴の脚つけ根部のモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_{\ell'}$	長手方向地震による上胴の脚つけ根部のモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_{\ell1}$	長手方向地震により脚底面に働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_x$	胴に生じる軸方向曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_\phi$	胴に生じる周方向曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	$\text{N}/\text{mm}$
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	$\text{N}/\text{mm}$
$n$	脚1個あたりの基礎ボルトの本数	—
$n_1$	鉛直方向地震及び長手方向地震により引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
$n_2$	鉛直方向地震及び横方向地震により引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	胴の脚つけ根部に作用する運転時重量による反力	N
$P_e$	胴の脚つけ根部に作用する鉛直方向地震による反力	N
$P_\ell$	長手方向地震により下胴の脚つけ根部に働く鉛直方向荷重	N
$P_{\ell'}$	長手方向地震により上胴の脚つけ根部に働く鉛直方向荷重	N
$P_r$	最高使用圧力	MPa
$P_s$	鉛直方向地震及び長手方向地震により脚底部に働く鉛直方向荷重	N
$P_{s1}$	鉛直方向地震及び横方向地震により脚底部に働く鉛直方向荷重	N

記号	記号の説明	単位
$R_1、R_2$	下胴第 1、第 2 脚の受ける重量	N
$R_1'、R_2'$	上胴第 1、第 2 脚の受ける重量	N
$r_m$	脚つけ根部における胴の平均半径	mm
$r_o$	脚つけ根部における胴の外半径	mm
$S$	許容引張応力	$N/mm^2$
$S_a$	胴の許容応力	$N/mm^2$
$S_u$	設計引張強さ	$N/mm^2$
$S_y$	設計降伏点	$N/mm^2$
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$t$	胴の板厚	mm
$t_e$	脚つけ根部における胴の有効板厚	mm
$W_0$	容器の有効運転重量	N
$W_{0\ell}$	下胴の有効運転重量(脚は含まず)	N
$W_{0u}$	上胴の有効運転重量(脚は含まず)	N
$W_i、W_i'$	静荷重	N
$W_{s\ell}$	下胴の脚の重量	N
$W_{su}$	上胴の脚の重量	N
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
$Z$	参考文献[2]による胴の断面係数	$mm^3$
$Z_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面係数	$mm^3$
$Z_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面係数	$mm^3$
$\beta、\beta_1、\beta_2$ $\beta_c、\beta_\ell$	参考文献[1]によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	参考文献[1]によるシェルパラメータ	—
$\theta$	参考文献[2]による胴の有効範囲角の 2 分の 1	rad
$\theta_0$	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
$\theta_w$	胴の脚端部より当て板端部までの角度	rad
$\sigma_0$	胴の一次一般膜応力の最大値	$N/mm^2$
$\sigma_{0c}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	$N/mm^2$
$\sigma_{0cx}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	$N/mm^2$
$\sigma_{0c\phi}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	$N/mm^2$
$\sigma_{0\ell}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	$N/mm^2$
$\sigma_{0\ell x}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	$N/mm^2$

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{0\ell\phi}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1$	胴の一次応力の最大値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1c}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1cx}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1c\phi}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1\ell}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1\ell x}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{1\ell\phi}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_2$	胴の地震動のみによる一次+二次応力の変動値の最大値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2c}$	水平方向地震力(横方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の組合せ一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2cx}$	水平方向地震力(横方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2c\phi}$	水平方向地震力(横方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の周方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\ell}$	水平方向地震力(長手方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の組合せ一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\ell x}$	水平方向地震力(長手方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\ell\phi}$	水平方向地震力(長手方向)及び鉛直方向地震力のみによる胴の周方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b1}$	長手方向地震及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b2}$	横方向地震及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sc}$	横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s\ell}$	長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s1}$	脚の運転時重量による圧縮応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s2}$	長手方向地震により脚に生じる圧縮及び曲げ応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s3}$	横方向地震により脚に生じる曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{s4}$	鉛直方向地震により脚に生じる圧縮応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{\phi 1}$	内圧により胴に生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x1}$	内圧により胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x2}$	胴の長手方向曲げモーメントにより胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 3}$	運転時重量により胴の脚つけ根部に生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x3}$	運転時重量により胴の脚つけ根部に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 4}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x4}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 41}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x41}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 42}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部の鉛直方向荷重により生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x42}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部の鉛直方向荷重により生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x43}$	長手方向地震による水平方向荷重により生じる胴の応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 5}$	横方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x5}$	横方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x6}$	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\phi 7}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{x7}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\phi 4}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2x4}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\phi 41}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2x41}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる軸方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\phi 42}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部の鉛直方向荷重により生じる周方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2x42}$	長手方向地震による胴の脚つけ根部の鉛直方向荷重により生じる軸方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2\phi 5}$	横方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2x5}$	横方向地震による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる軸方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{2\phi 7}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2x 7}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向二次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{b1}$	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{b2}$	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_c$	横方向地震により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_\ell$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s2}$	長手方向地震により脚に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{s3}$	横方向地震により脚に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- a. 下胴第2脚の基礎への取付部分及び上胴第2脚の下胴への取付部分は固定とする。
- b. 第1脚は長手方向にスライドできるので、その方向の力はすべて第2脚で受けるものとする。

#### (2) 計算モデル

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図-3-3-2-2.2～図-3-3-2-2.5 に示す。本容器は上記仮定(1)a.、(1)b. 項より図-3-3-2-2.6 のように下端固定の多質点系振動と考える。

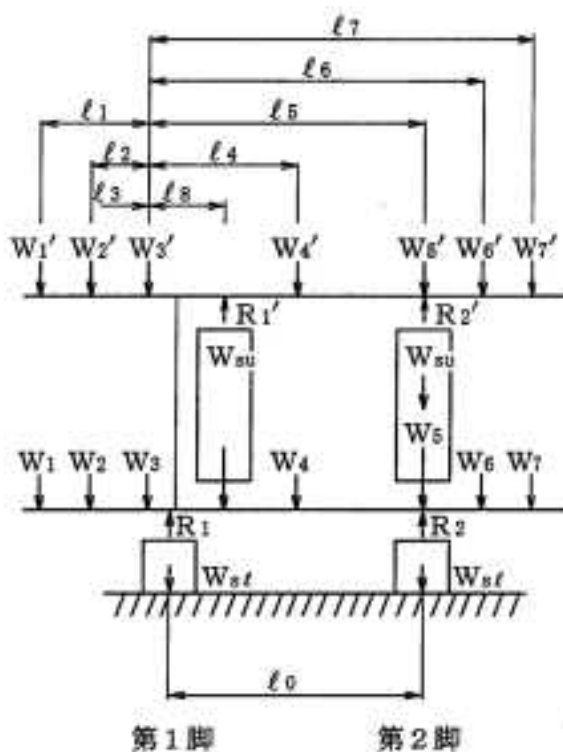


図-3-3-2-2.2 荷重状態

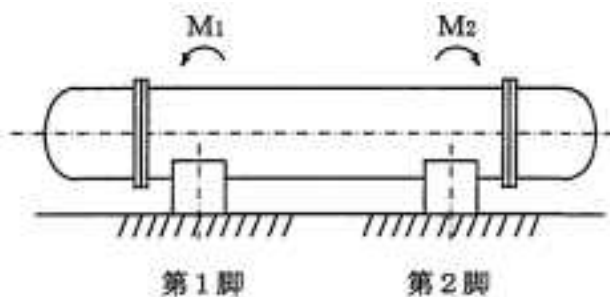


図-3-3-2-2.3 脚の位置での曲げモーメント

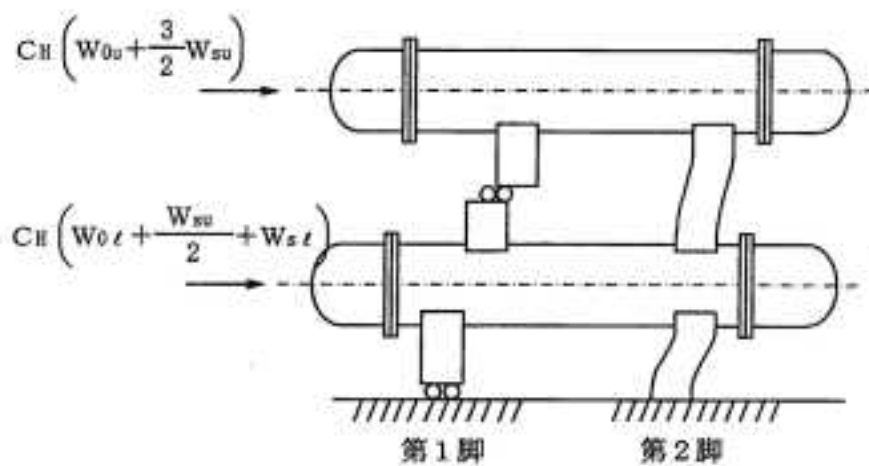


図-3-3-2-2.4 長手方向荷重により胴が受ける局部モーメント

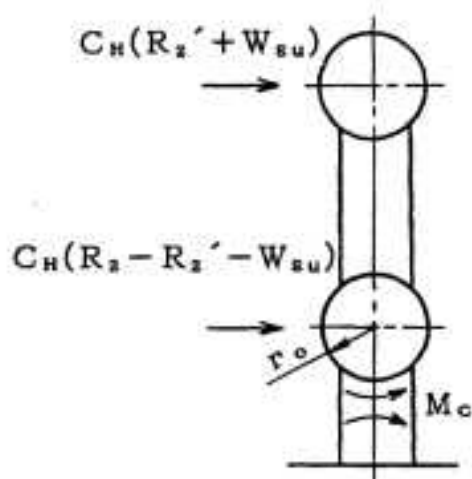


図-3-3-2-2.5 横方向荷重により胴が受ける局部モーメント

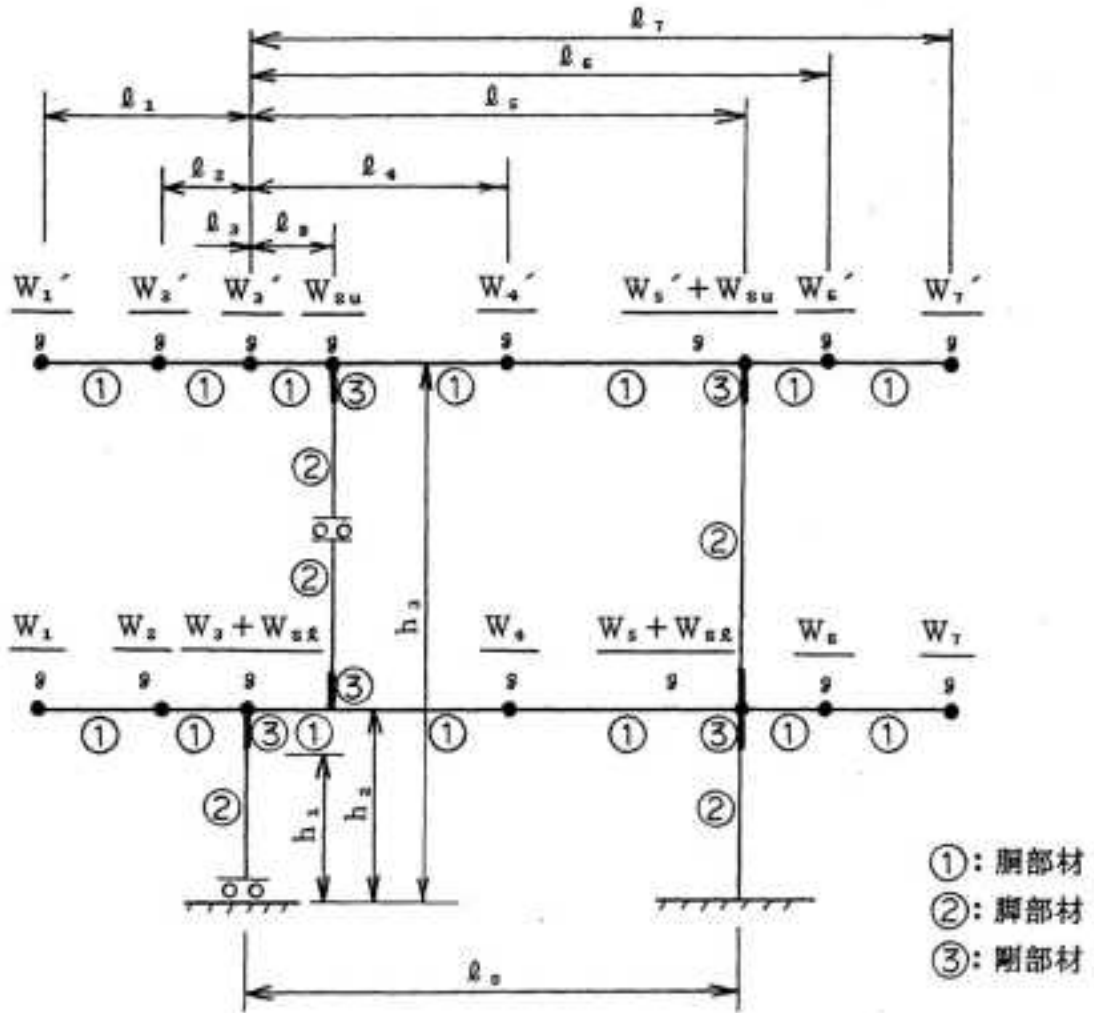


図-3-3-2-2.6 固有周期計算モデル



(3) 固有周期

図-3-3-2-2.6 に示されているように容器全体を各質点に区分し、胴及び脚からなる系全体についての振動解析を有限要素法(計算機コードは「MSC/NASTRAN 2005r2」)を用いて固有周期を求める。

なお、胴部材①及び脚部材②の断面性能としては、断面積・有効せん断断面積・断面二次モーメント及びねじりモーメント係数を考慮するものとする。

胴部材①については、次式で計算した断面性能を用いる。

$$A = \pi(D_i + t)t$$

$$A_x = \frac{1}{2}A$$

$$I = \frac{\pi}{64} \{(D_i + 2t)^4 - D_i^4\}$$

$$J = 2I$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 胴の応力

#### (1) 脚の受ける重量

脚にかかる荷重はモーメントの釣合より求める。図-3-3-2-2.2において第1脚まわりのモーメントの釣合より次式が与えられる。

$$\sum_{i=1}^{j_1} W_i'(\ell_i - \ell_8) - R_2'(\ell_0 - \ell_8) = 0$$

従って、脚の受ける重量は次式で表す。

$$R_2' = \sum_{i=1}^{j_1} W_i'(\ell_i - \ell_8) / (\ell_0 - \ell_8)$$

$$R_2 = \left\{ \sum_{i=1}^{j_1} W_i \cdot \ell_i + (R_1' + W_{su})\ell_8 \right\} / \ell_0 + R_2' + W_{su}$$

$$R_1' = \sum_{i=1}^{j_1} W_i' - R_2'$$

$$R_1 = \sum_{i=1}^{j_1} (W_i' + W_i) + 2W_{su} - R_2$$

#### (2) 曲げモーメント

図-3-3-2-2.2 に示すように、胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図-3-3-2-2.3において脚つけ根の部分における曲げモーメント $M_1, M_2$ は次式で表す。

$$M_1 = \sum_{i=1}^{j_2} W_i' |\ell_i - \ell_8|$$

$$M_2 = \sum_{i=j_1-j_3+1}^{j_1} W_i' |\ell_i - \ell_0|$$

(3) 内圧による応力

内圧による応力は次式で求まる。

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2t)}{2t}$$

$$\sigma_{x1} = \frac{P_r(D_i + 1.2t)}{4t}$$

(4) 運転時重量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力  
(第1脚つけ根部)

(2)で求めた長手方向曲げモーメントにより胴のつけ根に生じる応力は次のようにして求める。ここで、曲げモーメントは $M_1$ と $M_2$ の大きい方の値を応力計算に用いる。

長手方向曲げモーメントにより、胴の脚つけ根部には局部変形が生じ、胴の長手方向曲げモーメントに対しての有効断面積を減少させる。

参考文献[2]によると、長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は、図-3-3-2-2.7に $2\theta$ で示される円弧殻である。従って、応力は、次式で表す。

$$\sigma_{x2} = \frac{M_1}{Z}$$

また、鉛直方向地震荷重による応力は次式で求まる。

$$\sigma_{x6} = \frac{M_1}{Z} C_V$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2}$$

$$Z = r_m^2 t_e \left( \frac{\theta + \sin \theta \cos \theta - 2 \sin^2 \theta / \theta}{\sin \theta / \theta - \cos \theta} \right)$$

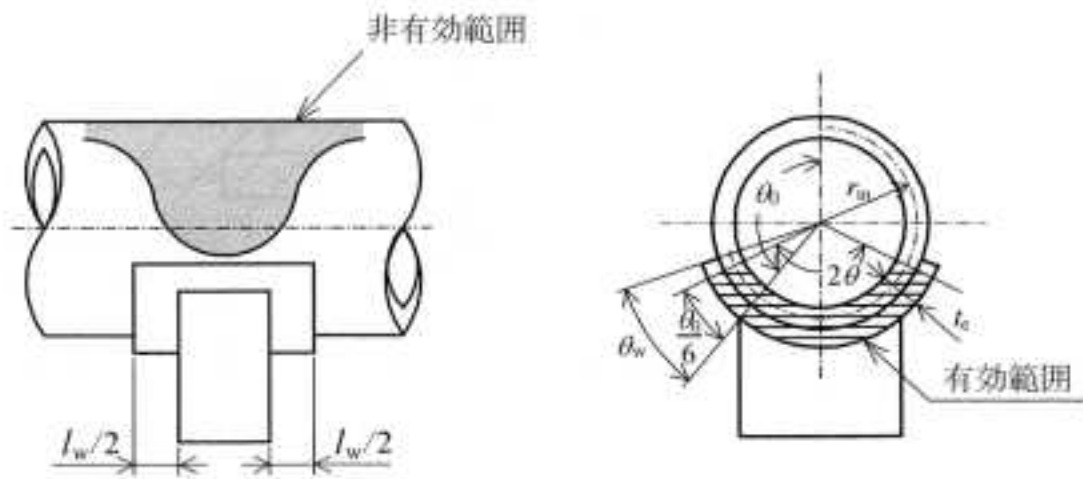


図-3-3-2-2.7 脚つけ根部の有効範囲

胴の脚つけ根部に取り付く当て板の大きさが、

$$\text{円周方向範囲 } \theta_w \geq \frac{\theta_0}{6}$$

$$\text{長手方向範囲 } l_w \geq 1.56 \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) t}$$

である場合、脚つけ根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当て板の厚さの合計とする。また、当て板が上記範囲を満たさない場合、 $t_e$  は胴板の厚さとする。

- (5) 運転時重量及び鉛直方向地震による脚つけ根部の応力  
 胴の脚つけ根部には脚反力による局部応力が生じる。  
 胴の第2脚つけ根部に作用する反力を次式で表す。

運転時重量による反力

$$P = R_2$$

鉛直方向地震による反力

$$P_e = R_2 \cdot C_V$$

この反力P、P<sub>e</sub>により生じる胴の局部応力は参考文献[1]によると次のようにして求める。

$$\gamma = r_m/t_e$$

$$\beta_1 = C_1/r_m$$

$$\beta_2 = C_2/r_m$$

$\beta_1/\beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left[ 1 - \frac{1}{3}(\beta_1/\beta_2 - 1)(1 - K_1^{**}) \right] \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2}$$

$\beta_1/\beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left[ 1 - \frac{4}{3}(1 - \beta_1/\beta_2)(1 - K_2^{**}) \right] \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2}$$

シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ によって、各容器の耐震強度計算の機器要目の表より値を求めることにより応力を下記式で表す。

反力Pによる応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left[ \frac{N_{\phi}}{P/r_m} \right]^{**} \left[ \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right]$$

$$\sigma_{x3} = \left[ \frac{N_x}{P/r_m} \right]^{**} \left[ \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right]$$

反力P<sub>e</sub>による応力

・一次応力

$$\sigma_{\phi 7} = \left[ \frac{N_{\phi}}{P_e/r_m} \right]^{**} \left[ \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right]$$

$$\sigma_{x7} = \left[ \frac{N_x}{P_e/r_m} \right]^{**} \left[ \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right]$$

・二次応力

$$\sigma_{2\phi 7} = \left[ \frac{M_{\phi}}{P_e} \right]^* \left[ \frac{6P_e}{t_e^2} \right]$$

$$\sigma_{2x7} = \left[ \frac{M_x}{P_e} \right]^* \left[ \frac{6P_e}{t_e^2} \right]$$

※:参考文献[1]より得られる値

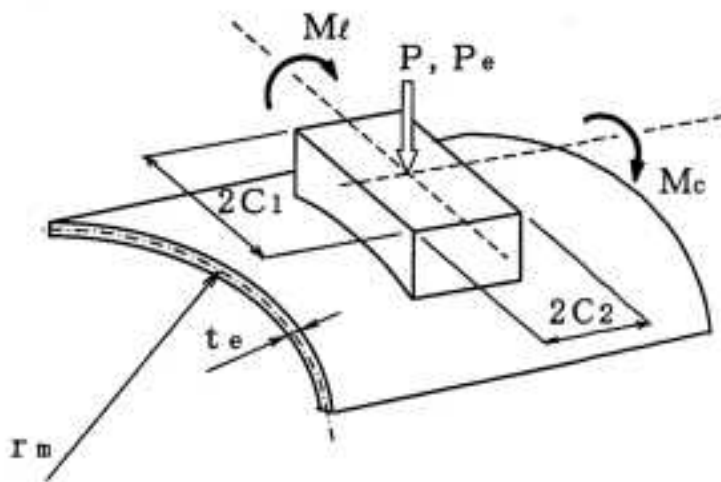


図-3-3-2-2.8 脚が胴に及ぼす力の関係

(6) 長手方向地震による脚つけ根部の応力

第1脚は長手方向に自由にスライドできるので第2脚は図-3-3-2-2.4のように変形し、脚つけ根部に生じる曲げモーメント及び鉛直方向荷重(偶力)は次式で表される。

ここで、曲げモーメントは  $M_{\ell}'$  と  $M_{\ell}$  の大きい方の値、鉛直方向荷重は  $P_{\ell}'$  と  $P_{\ell}$  の大きい方の値を応力計算に用いる。

$$M_{\ell}' = \frac{1}{2} C_H \left( W_{0u} + \frac{3}{2} W_{su} \right) [h_3 - h_2 - 2(h_2 - h_1)]$$

$$P_{\ell}' = C_H \left( W_{0u} + \frac{3}{2} W_{su} \right) \frac{h_3 - h_2}{2(\ell_0 - \ell_8)}$$

$$M_{\ell} = \frac{1}{2} C_H (W_0 - W_{s\ell}) h_1$$

$$P_{\ell} = C_H \left[ \left( W_{0u} + \frac{3}{2} W_{su} \right) \left( h_3 - \frac{h_1}{2} \right) + \left( W_{0\ell} + \frac{W_{su}}{2} + W_{s\ell} \right) \left( h_2 - \frac{h_1}{2} \right) \right] \frac{1}{\ell_0}$$

曲げモーメント  $M_0'$  と鉛直方向荷重  $P_0$  より生じる胴の局部応力は(5)と同様な方法で参考文献[1]より求める。

曲げモーメント  $M_0'$  により生じる応力は次式で表す。

・一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \left[ \frac{N_\phi}{M_\ell' / (r_m^2 \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{M_\ell'}{r_m^2 t_e \beta_\ell} \right] C_\ell^{\ast}$$

$$\sigma_{x 41} = \left[ \frac{N_x}{M_\ell' / (r_m^2 \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{M_\ell'}{r_m^2 t_e \beta_\ell} \right] C_\ell^{\ast}$$

・二次応力

$$\sigma_{2\phi 41} = \left[ \frac{M_\phi}{M_\ell' / (r_m \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{6M_\ell'}{r_m t_e^2 \beta_\ell} \right]$$

$$\sigma_{2x 41} = \left[ \frac{M_x}{M_\ell' / (r_m \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{6M_\ell'}{r_m t_e^2 \beta_\ell} \right]$$

ここで、アタッチメントパラメータ  $\beta_0$  は次式で表される。

ただし、二次応力を求める場合は、さらに  $K_0^{\ast}$  を乗じた値とする。

$$\beta_\ell = \sqrt[3]{\beta_1 \beta_2^2}$$

鉛直方向荷重  $P_0$  により生じる応力は、次式で表す。

・一次応力

$$\sigma_{\phi 42} = \left[ \frac{N_\phi}{P_\ell / r_m} \right]^{\ast} \left[ \frac{P_\ell}{r_m t_e} \right]$$

$$\sigma_{x 42} = \left[ \frac{N_x}{P_\ell / r_m} \right]^{\ast} \left[ \frac{P_\ell}{r_m t_e} \right]$$

・二次応力

$$\sigma_{2\phi 42} = \left[ \frac{M_\phi}{P_\ell} \right]^{\ast} \left[ \frac{6P_\ell}{t_e^2} \right]$$

$$\sigma_{2x 42} = \left[ \frac{M_x}{P_\ell} \right]^{\ast} \left[ \frac{6P_\ell}{t_e^2} \right]$$

※: 参考文献[1]より得られる値

また、水平方向荷重により胴には下記式で表される引張応力が生じる。

$$\sigma_{x 43} = \frac{C_H(W_0 - W_{sl})}{\pi(D_i + t)t}$$

従って、曲げモーメント  $M_0'$ 、鉛直方向荷重  $P_0$  及び水平方向荷重により生じる胴の応力は、次式で表す。

・一次応力

$$\sigma_{\phi 4} = \sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42}$$

$$\sigma_{x4} = \sigma_{x41} + \sigma_{x42} + \sigma_{x43}$$

・二次応力

$$\sigma_{2\phi 4} = \sigma_{2\phi 41} + \sigma_{2\phi 42}$$

$$\sigma_{2x4} = \sigma_{2x41} + \sigma_{2x42}$$

また、長手方向の地震が作用した場合、第2脚つけ根部に生じるせん断応力は、次式で表す。

$$\tau_{\ell} = \frac{C_H(W_0 - W_{s\ell})}{4C_2t}$$

(7) 横方向地震による脚つけ根部の応力

横方向の地震が作用した場合、第2脚のつけ根部に生じる曲げモーメント  $M_c$  は、次式で表す。

$$M_c = C_H[(R_2' + W_{su})(h_3 - h_2 + r_0) + (R_2 - R_2' - W_{su})r_0]$$

$$r_0 = \frac{D_i}{2} + t_e$$

この曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の局部応力は、(5)、(6)と同様な方法で参考文献[1]より求める。

シェルパラメータ  $\gamma$  は(5)と同じであるが、アタッチメントパラメータ  $\beta_c$  は次式にて表す。ただし、二次応力を求める場合は、さらに  $K_c^*$  を乗じた値とする。

$$\beta_c = \sqrt[3]{\beta_1^2 \beta_2}$$

従って、応力は次式で表す。

・一次応力

$$\sigma_{\phi 5} = \left[ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left[ \frac{M_c}{r_m^2 \beta_c t_e} \right] C_c^*$$

$$\sigma_{x5} = \left[ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left[ \frac{M_c}{r_m^2 \beta_c t_e} \right] C_c^*$$



・二次応力

$$\sigma_{2\phi 5} = \left[ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{6M_c}{r_m \beta_c t_e^2} \right]$$

$$\sigma_{2x 5} = \left[ \frac{M_x}{M_c / (r_m \beta)} \right]^{\ast} \left[ \frac{6M_c}{r_m \beta_c t_e^2} \right]$$

※:参考文献[1]より得られる値

また、横方向に地震が作用した場合第2脚つけ根部に生じるせん断応力を次式で表す。

$$\tau_c = \frac{C_H R_2}{4C_1 t}$$

(8) 組合せ応力

(3)～(7)によって算出される第2脚つけ根部に生じる胴の応力を以下により組合せる。

・一次一般膜応力

【絶対値和】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0\ell} = \max(\sigma_{0\ell\phi}, \sigma_{0\ell x})$$

ここで、

$$\sigma_{0\ell\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{0\ell x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} + \sigma_{x43}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0c} = \max(\sigma_{0c\phi}, \sigma_{0cx})$$

ここで、

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6}$$

### 【SRSS 法】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0\ell} = \max(\sigma_{0\ell\phi}, \sigma_{0\ell x})$$

ここで、

$$\sigma_{0\ell\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{0\ell x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x6}^2 + \sigma_{x43}^2}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0c} = \max(\sigma_{0c\phi}, \sigma_{0cx})$$

ここで、

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6}$$

従って、胴に生じる一時一般膜応力の最大値は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、次式で表す。

$$\sigma_0 = \max(\sigma_{0\ell}, \sigma_{0c})$$

・一次応力

### 【絶対値和】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4\tau_{\ell}^2} \right\}$$

ここで、

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\sigma_{1\ell x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4\tau_c^2} \right\}$$

ここで、

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 5} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x5} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7}$$

【SRSS 法】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4\tau_{\ell}^2} \right\}$$

ここで、

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 4}^2 + \sigma_{\phi 7}^2}$$

$$\sigma_{1\ell x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7})^2}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4\tau_c^2} \right\}$$

ここで、

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 5}^2 + \sigma_{\phi 7}^2}$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x5}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7})^2}$$

従って、胴に生じる一次応力の最大値は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、次式で表す。

$$\sigma_1 = \max(\sigma_{1\ell}, \sigma_{1c})$$

- ・地震力のみによる一次+二次応力の変動値

【絶対値和】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{2\ell} = (\sigma_{2\ell\phi} + \sigma_{2\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{2\ell\phi} - \sigma_{2\ell x})^2 + 4\tau_{\ell}^2}$$

ここで、

$$\sigma_{2\ell\phi} = \sigma_{\phi 4} + \sigma_{2\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7}$$

$$\sigma_{2\ell x} = \sigma_{x 4} + \sigma_{2x 4} + \sigma_{x 6} + \sigma_{x 7} + \sigma_{2x 7}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4\tau_c^2}$$

ここで、

$$\sigma_{2c\phi} = \sigma_{\phi 5} + \sigma_{2\phi 5} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7}$$

$$\sigma_{2cx} = \sigma_{x 5} + \sigma_{2x 5} + \sigma_{x 6} + \sigma_{x 7} + \sigma_{2x 7}$$

【SRSS 法】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{2\ell} = (\sigma_{2\ell\phi} + \sigma_{2\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{2\ell\phi} - \sigma_{2\ell x})^2 + 4\tau_{\ell}^2}$$

ここで、

$$\sigma_{2\ell\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7})^2 + (\sigma_{\phi 4} + \sigma_{2\phi 4})^2}$$

$$\sigma_{2\ell x} = \sqrt{(\sigma_{x 4} + \sigma_{2x 4})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 7} + \sigma_{2x 7})^2}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4\tau_c^2}$$

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7})^2 + (\sigma_{\phi 5} + \sigma_{2\phi 5})^2}$$

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x 5} + \sigma_{2x 5})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 7} + \sigma_{2x 7})^2}$$

従って、胴に生じる一次+二次応力の変動値の最大値は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、次式のようになる。

$$\sigma_2 = \max(\sigma_{2\ell}, \sigma_{2c})$$

### 2.2.2. 脚の応力

脚の受ける重量の大きい方について計算する。

- (1) 運転時重量による圧縮応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R_2 + W_{s\ell}}{A_s}$$

- (2) 鉛直方向地震荷重による圧縮応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R_2 + W_{s\ell}}{A_s} C_V$$

- (3) 長手方向地震による応力

曲げ、圧縮応力は

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_\ell}{A_s}$$

ここで、

$$M_{\ell 1} = \frac{1}{2} C_H W_0 h_1$$

また、鉛直方向荷重は  $P_\ell$  と  $P_\ell'$  の大きい方の値を応力計算に用いる。

せん断応力は

$$\tau_{s2} = \frac{C_H W_0}{A_{s3}}$$

- (4) 横方向地震による応力

曲げ応力は

$$\sigma_{s3} = \frac{M_{c1}}{Z_{sx}}$$

ここで、

$$M_{c1} = C_H \{(R_2' + W_{su})h_3 + (R_2 - R_2' - W_{su} + W_{s\ell})h_2\}$$

せん断応力は

$$\tau_{s3} = \frac{C_H (R_2 + W_{s\ell})}{A_{s4}}$$

(5) 組合せ応力

【絶対値和】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用する場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3\tau_{s2}^2}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用する場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + 3\tau_{s3}^2}$$

【SRSS 法】

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用する場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3\tau_{s2}^2}$$

横方向地震及び鉛直方向地震が作用する場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3\tau_{s3}^2}$$

従って、脚に生じる最大応力は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、次式のようになる。

$$\sigma_s = \max(\sigma_{s\ell}, \sigma_{sc})$$

### 2.2.3. 基礎ボルトの応力

(1) 長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

a. せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{C_H W_0}{n A_b}$$

b. 引張応力

長手方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に働くモーメントは次式で表す。

$$M = M_{\ell 1}$$

鉛直方向荷重は次式で表す。

【絶対値和】

$$P_s = (R_2 + W_{s\ell})(1 - C_V) - P_\ell$$

【SRSS 法】

$$P_s = R_2 + W_{s\ell} - \sqrt{\{C_V(R_2 + W_{s\ell})\}^2 + P_\ell^2}$$

ここで、鉛直方向荷重  $P_0$  には下胴の脚つけ根部に働く鉛直方向荷重を用いる。今モーメントと圧縮荷重の比を

$$e = M/P_s$$

とすると、 $e$  が負の場合及び

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3}$$

のとき、基礎ボルトに引張力が生じ、この引張力は次のようにして求める。

中立軸の位置  $X_n$  を

$$X_n^3 + 3\left(e - \frac{a}{2}\right)X_n^2 - \frac{6sA_b n_1}{b}\left(e + \frac{a}{2} - d_1\right)(a - d_1 - X_n) = 0$$

より求めると、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s\left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}}$$

となる。

従って、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 A_b}$$

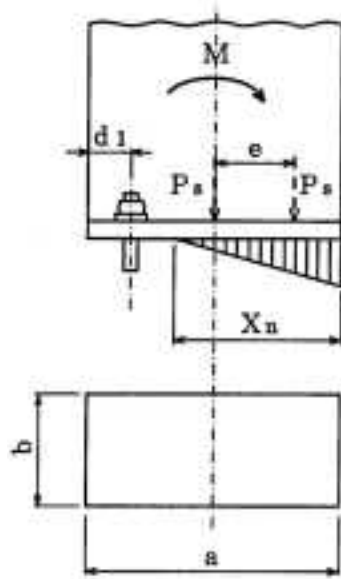


図-3-3-2-2.9 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係

(2) 横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

a. せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{C_H(R_2 + W_{s\ell})}{nA_b}$$

b. 引張応力

横方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に働くモーメントは、脚に生じる曲げモーメント  $M_{c1}$  と同じであり、

鉛直方向荷重は

$$P_{s1} = (R_2 + W_{s\ell})(1 - C_V)$$

で表す。

(1)と同様にして引張応力は求められるが、 $M_{c1}$ は  $M$  とし、 $P_{s1}$ は  $P_s$ 、 $d_2$ は  $d_1$ 、 $a$ は  $b$ 、 $b$ は  $a$ 、 $n_2$ は  $n_1$ と置き換え、得られた基礎ボルトの応力を  $\sigma_{b2}$ とする。



### 3. 評価方法

#### 3.1. 固有周期の評価

2.1 で求めた固有周期から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき、設計震度を確認する。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 胴の応力評価

2.2.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

許容応力状態	許容応力 $S_a$		
	一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力範囲
$IV_{AS}$	$0.6S_u$	左欄の 1.5 倍	$2S_y$
$B_{AS}$	$\min [S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 $1.2S$ とすることができる。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 $1.2S$ とすることができる。	-

##### 3.2.2. 脚の応力評価

2.2.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力  $f_t$  以下であること。

許容応力状態	許容引張応力 $f_t$
$B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

### 3.2.3. 基礎ボルトの応力評価

2.2.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

$$f_{ts} = \min(1.4f_{t0} - 1.6\tau_b, f_{t0})$$

せん断力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
$IV_{AS}$ $B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

#### 4. 参考文献

- [1] Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings  
(WELING RESEARCH COUNCIL BULLETIN No107 AUG. 1967, REV. MAR. 1979)
- [2] Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports  
(WELING RESEARCH SUPPLEMENT SEP. 1951)



### 3－4．耐震性に関する添付計算書



### 3-4-1. 原子炉容器等の耐震強度評価

#### 3-4-1-1. 上部遮蔽体の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-1-1-1
1.1. 設計条件	添 3-4-1-1-1
1.2. 記号の説明	添 3-4-1-1-2
1.3. 計算条件	添 3-4-1-1-4
1.3.1. 形状及び寸法	添 3-4-1-1-4
1.3.2. 評価方法	添 3-4-1-1-5
2. 耐震強度計算方法及び計算結果	添 3-4-1-1-8
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-1-1-8
2.1.1. 摺動遮蔽体の固有周期	添 3-4-1-1-8
2.1.2. 固定遮蔽体の固有周期	添 3-4-1-1-10
2.2. 応力の計算	添 3-4-1-1-12
2.2.1. 摺動遮蔽体の応力計算	添 3-4-1-1-12
2.2.2. 固定遮蔽体の応力計算	添 3-4-1-1-13
2.2.3. 固定遮蔽体レール座接続ボルトの応力計算	添 3-4-1-1-14
3. FEMによる耐震強度計算方法及び計算結果	添 3-4-1-1-17
3.1. ベアリング反力の算定	添 3-4-1-1-17
3.1.1. 解析条件	添 3-4-1-1-17
3.1.2. 解析結果	添 3-4-1-1-18
3.2. 固定遮蔽体レール座接続ボルト	添 3-4-1-1-18
3.2.1. 解析条件	添 3-4-1-1-18
3.2.2. 解析結果	添 3-4-1-1-21
3.2.3. レール座接続ボルトの応力計算	添 3-4-1-1-23
3.2.4. 固定遮蔽体取付ボルトの応力計算	添 3-4-1-1-24
4. 応力の評価	添 3-4-1-1-26



## 1. 一般事項

本報告書は、上部遮蔽体の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 設計条件

(1) 耐震クラス	B
(2) 据付場所及び床面高さ	原子炉建家（基準床レベルを示す） 1FL +7.5 (m)
(3) 弾性設計用地震動 $S_d$ の 1/2	<摺動遮蔽体> 水平方向設計震度 $C_H=0.32$ 鉛直方向設計震度 $C_V=0.72$ <固定遮蔽体> 水平方向設計震度 $C_H=0.32$ 鉛直方向設計震度 $C_V=0.70$
(4) 基準地震動 $S_s$	<摺動遮蔽体> 水平方向設計震度 $C_H=1.21$ 鉛直方向設計震度 $C_V=2.60$ <固定遮蔽体> 水平方向設計震度 $C_H=1.21$ 鉛直方向設計震度 $C_V=2.44$
(5) 弾性設計用地震動 $S_d$ の 1/2 (FEM)	<固定遮蔽体(FEMモデル)> 水平方向設計震度 $C_H=0.32$ 鉛直方向設計震度 $C_V=0.27$
(6) 基準地震動 $S_s$ (FEM)	<固定遮蔽体(FEMモデル)> 水平方向設計震度 $C_H=1.21$ 鉛直方向設計震度 $C_V=0.98$
(7) 最高使用温度	43°C

1.2. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_1$	摺動遮蔽体のせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{b1}$	取付ボルトの呼び径断面積(M42)	$\text{mm}^2$
$A_{b2}$	取付ボルトの呼び径断面積(M24)	$\text{mm}^2$
$C_H, C_V$	水平及び鉛直方向の設計震度	-
$d$	ばね要素長さ	mm
$E$	縦弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F$	第 1.3 項に示す F 値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F_i$	各条件設定時作用荷重	N
$f_t, f_{t0}$	許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_s, f_{sb}$	許容せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_b$	許容曲げ応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{ts}$	せん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$G$	横弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m}/\text{s}^2$
$I_{1H}, I_{1V}$	摺動遮蔽体の断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$I_{2H}, I_{2V}$	固定遮蔽体の断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$K_{1H}, K_{1V}$	摺動遮蔽体の水平及び鉛直方向のばね定数	$\text{N}/\text{mm}$
$K_{2H}, K_{2V}$	固定遮蔽体の水平及び鉛直方向のばね定数	$\text{N}/\text{mm}$
$L$	ベアリング幅	mm
$l_i$	各種設定寸法 (各種添字の説明を参照)	mm
$M_1$	摺動遮蔽体に作用する曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$M_2$	固定遮蔽体に作用する曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$n_i$	各条件設定時の計算範囲内にあるボルト本数	-
$P_1, P_3$	FEM 解析時の入力面圧	$\text{N}/\text{mm}^2$
$R_1$	摺動遮蔽体からのベアリング反力 (固定遮蔽体検討時)	kg
$R_2$	摺動遮蔽体からのベアリング反力 (レール座接続ボルト検討時)	kg
$R_3$	摺動遮蔽体自重、燃料搬送装置重力によるベアリング反力	kg
$R_{Vi}, R_{Hi}$	摺動遮蔽体の FEM 解析結果のベアリング反力	N
$S_s$	地震力	-
$S_u$	第 1.3 項に示す設計引張強さ	$\text{N}/\text{mm}^2$
$S_y$	第 1.3 項に示す設計降伏点	$\text{N}/\text{mm}^2$
$T_{1H}, T_{1V}$	摺動遮蔽体の水平及び鉛直方向固有周期	s
$T_{2H}, T_{2V}$	固定遮蔽体の水平及び鉛直方向固有周期	s
$W$	レール幅	mm
$W_1$	摺動遮蔽体自重	kg
$W_2$	固定遮蔽体自重	kg

記号	記号の説明	単位
$W_3$	燃料搬送装置重量	kg
$W_4$	キャスク重量	kg
$W_5$	摺動遮蔽体閉時レール座自重	kg
$W_6$	摺動遮蔽体開時レール座自重	kg
$Z_1$	摺動遮蔽体の断面係数	$\text{mm}^3$
$Z_2$	固定遮蔽体の断面係数	$\text{mm}^3$
$\sigma_1$	摺動遮蔽体の組合せ応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\sigma_{b1}$	摺動遮蔽体の曲げ応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\sigma_{b2}$	固定遮蔽体の曲げ応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\sigma_{t1}, \sigma_{t2}$	摺動遮蔽体閉時及び開時のボルトに生じる引張力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\sigma_{t3}, \sigma_{t4}$	摺動遮蔽体閉時及び開時のボルトに生じる引張力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\tau_b$	ボルトのせん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\tau_i$	各条件設定時せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$

1.3. 計算条件

計算は「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に従う。

1.3.1. 形状及び寸法

機器概略図を図-3-4-1-1.1、機器要目を表-3-4-1-1.1 に示す。

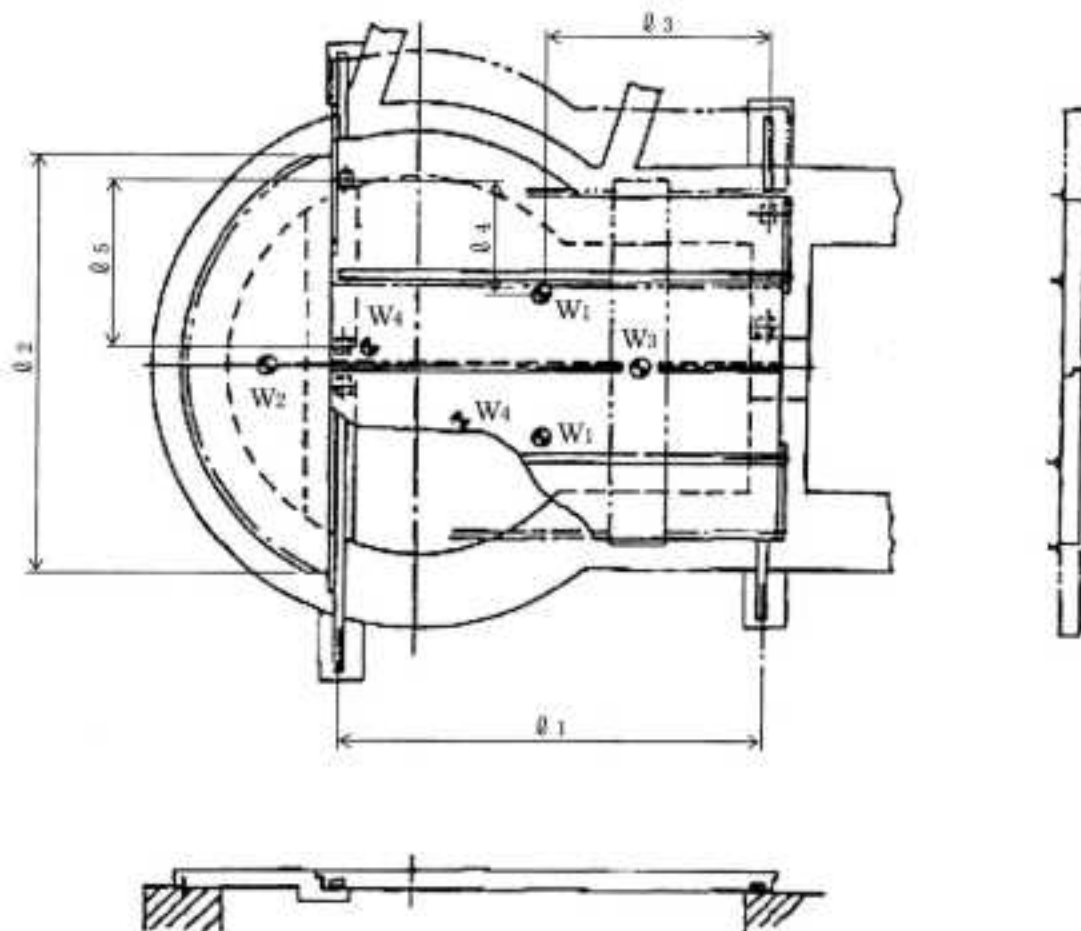


図-3-4-1-1.1 機器概略図

表-3-4-1-1.1 機器要目

$l_1$ (mm)	$l_2$ (mm)	$l_3$ (mm)	$l_4$ (mm)	$l_5$ (mm)
5050	5000	2630	950	1900

### 1.3.2. 評価方法

#### (1) 解析方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### (2) 応力の評価

##### a. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

材料		設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
SM400B	20℃	215	400
	43℃	213	398
S45C	20℃	345	570
	43℃	343	566
SUS304	20℃	205	520
	43℃	203	515
SUS304L	20℃	175	480
	43℃	173	475

##### b. F 値の算出

F 値は、1.3.2(2)a. に示す最高使用温度における  $S_y$  または  $S_u$  の 0.7 倍のうち、小さい方の値。ただし、最高使用温度が 40℃ を超えるオーステナイト系ステンレス鋼にあっては、最高使用温度における  $S_y$  の 1.35 倍、 $S_u$  の 0.7 倍又は室温における  $S_y$  のうち最も小さい値。なお許容応力状態が  $IV_{AS}$  の場合、最高使用温度における  $S_y$  を  $S_y$  の 1.2 倍に、室温における  $S_y$  を室温における  $S_y$  の 1.2 倍に読み替えた値を用いる。

許容応力状態 材料	F 値 (N/mm <sup>2</sup> )	
	$B_{AS}$	$IV_{AS}$
SM400B	213	256
S45C	343	396
SUS304	205	246
SUS304L	175	210

c. 支持構造物（ボルト等を除く）の応力評価

2. で求める各応力が最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

許容応力 $S_a$ 許容応力状態	一次応力			
	引張 $f_t$	せん断 $f_s$	曲げ $f_b$	組合せ
$IV_{AS}$ $B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

各許容応力を以下に示す。

(単位  $N/mm^2$ )

許容応力 $S_a$ 許容応力状態		一次応力			
		引張	せん断	曲げ	組合せ
SUS304L	$B_{AS}$	175	101	175	175
	$IV_{AS}$	210	121	210	210

d. ボルト等の応力

2 章で求める各ボルトの引張応力は下記 2 式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。せん断応力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

許容応力 $S_a$ 許容応力状態	一次応力	
	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
$IV_{AS}$ $B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

各許容応力を以下に示す。

(単位 N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 Sa		一次応力	
		許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
許容応力状態			
S45C (手計算) (摺動遮蔽体 閉時)	B <sub>AS</sub>	257	198
	IV <sub>AS</sub>	297	228
S45C (手計算) (摺動遮蔽体 開時)	B <sub>AS</sub>	257	198
	IV <sub>AS</sub>	297	228
SUS304 (手計算) (摺動遮蔽体 閉時)	B <sub>AS</sub>	128	118
	IV <sub>AS</sub>	0	142
SUS304 (手計算) (摺動遮蔽体 開時)	B <sub>AS</sub>	146	118
	IV <sub>AS</sub>	2	142
S45C (FEM) (摺動遮蔽体 閉時)	B <sub>AS</sub>	257	198
	IV <sub>AS</sub>	252	228
S45C (FEM) (摺動遮蔽体 開時)	B <sub>AS</sub>	257	198
	IV <sub>AS</sub>	297	228
SUS304 (FEM) (摺動遮蔽体 閉時)	B <sub>AS</sub>	153	118
	IV <sub>AS</sub>	104	142
SUS304 (FEM) (摺動遮蔽体 開時)	B <sub>AS</sub>	153	118
	IV <sub>AS</sub>	154	142

S45C : 固定遮蔽体レール座接続ボルト

SUS304 : 固定遮蔽体取付ボルト

## 2. 耐震強度計算方法及び計算結果

### 2.1. 固有周期の計算

#### 2.1.1. 摺動遮蔽体の固有周期

図-3-4-1-1.2 に示すように摺動遮蔽体レールで支持された梁モデルとして固有周期を算出する。なお、荷重は摺動遮蔽体自重  $W_1$  が梁に等分布し、キャスク重量  $W_4$  が梁中央に作用するものとする。

##### (1) 水平方向の固有周期

摺動遮蔽体の水平方向の固有周期  $T_{1H}$  は次式により求める。

$$T_{1H} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5W_1 + W_4}{1000K_{1H}}}$$

$$= 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{0.5 \times 25500 + 13000}{1000 \times 1.187 \times 10^7}} = 0.009 \text{ s}$$

ばね定数  $K_{1H}$  は次式により求める。

$$K_{1H} = \frac{48E \cdot I_{1H}}{(\ell_1)^3} = \frac{48 \times 193000 \times 1.65 \times 10^{11}}{5050^3} = 1.187 \times 10^7 \text{ N/mm}$$

$E$ : 縦弾性係数	$1.93 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
$I_{1H}$ : 梁断面の断面 2 次モーメント	$1.65 \times 10^{11} \text{ mm}^4$
$W_1$ : 摺動遮蔽体自重	25500 kg
$W_4$ : キャスク自重	13000 kg

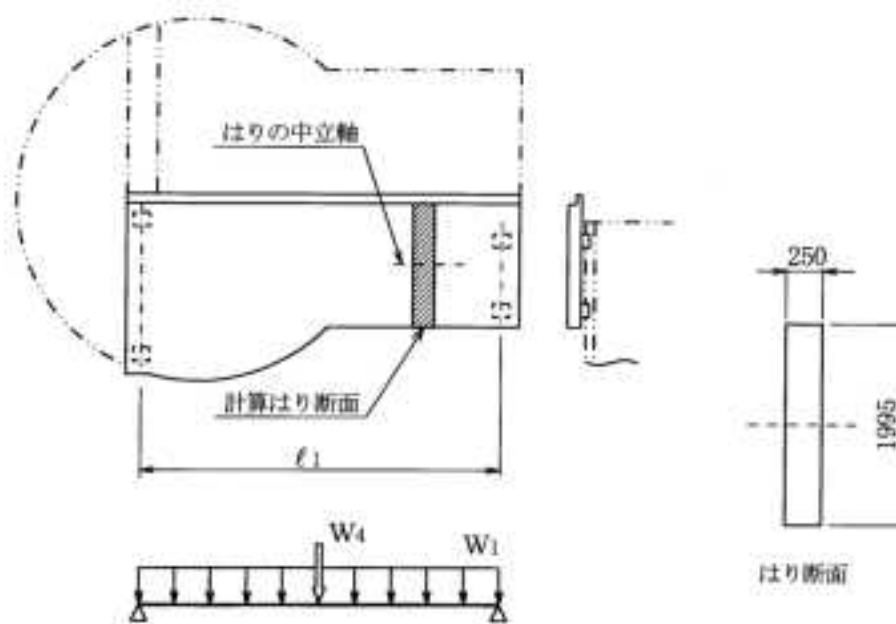


図-3-4-1-1.2 固有周期計算モデル



(2) 鉛直方向の固有周期

摺動遮蔽体の鉛直方向の固有周期  $T_{1V}$  は次式により求める。

$$T_{1V} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5W_1 + W_4}{1000K_{1V}}}$$
$$= 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{0.5 \times 25500 + 13000}{1000 \times 1.870 \times 10^5}} = 0.074 \text{ s}$$

ばね定数  $K_{1V}$  は次式により求める。

$$K_{1V} = \frac{48E \cdot I_{1V}}{(\ell_1)^3} = \frac{48 \times 193000 \times 2.60 \times 10^9}{5050^3} = 1.870 \times 10^5 \text{ N/mm}$$

$$I_{1V} : \text{梁断面の断面 2 次モーメント} \quad 2.60 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

### 2.1.2. 固定遮蔽体の固有周期

固定遮蔽体は円弧部がボルトにより固定されているが、図-3-4-1-1.3 に示すように弦端部を両端固定した梁と考え固有周期を算出する。

なお、荷重は固定遮蔽体自重  $W_2$ 、摺動遮蔽体のベアリングからの反力  $R_1$ 、 $R_1'$  が梁中央に集中荷重として作用するものとする。

#### (1) 水平方向の固有周期

固定遮蔽体の水平方向の固有周期  $T_{2H}$  は次式により求める。

$$T_{2H} = 2\pi \sqrt{\frac{W_2 + R_1 + R_1'}{1000K_{2H}}}$$

$$= 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{15900+19366+14563}{1000 \times 1.017 \times 10^6}} = 0.044 \text{ s}$$

ばね定数  $K_{2H}$  は次式により求める。

$$K_{2H} = \frac{192E \cdot I_{2H}}{(\ell_2)^3} = \frac{192 \times 193000 \times 3.43 \times 10^9}{5000^3} = 1.017 \times 10^6 \text{ N/mm}$$

$$I_{2H} : \text{梁断面の断面2次モーメント} \quad 3.43 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

ベアリングからの反力  $R_1$ 、 $R_1'$  は次式より求める。

$$R_1 = \frac{\ell_3 \cdot \ell_4}{\ell_1 \cdot \ell_5} W_1 + \frac{\ell_7 \cdot \ell_8}{\ell_1 \cdot \ell_5} W_4$$

$$= \frac{2630 \times 950}{5050 \times 1900} \times 25500 + \frac{4829 \times 1945}{5050 \times 1900} \times 13000 = 19366 \text{ kg}$$

$$R_1' = \frac{\ell_3 \cdot \ell_4}{\ell_1 \cdot \ell_5} W_1 + \frac{\ell_7' \cdot \ell_8'}{\ell_1 \cdot \ell_5} W_4$$

$$= \frac{2630 \times 950}{5050 \times 1900} \times 25500 + \frac{3909 \times 1496}{5050 \times 1900} \times 13000 = 14563 \text{ kg}$$

$$W_2 : \text{固定遮蔽体自重} \quad 15900 \text{ kg}$$

$$W_4 : \text{キャスク重量} \quad 13000 \text{ kg}$$

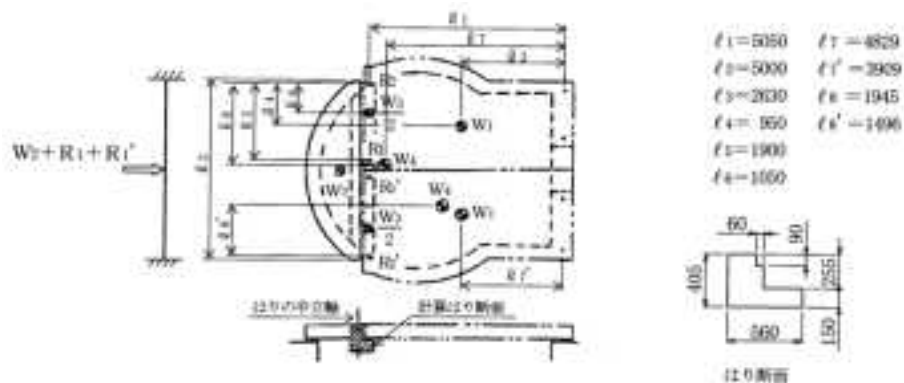


図-3-4-1-1.3 固有周期計算モデル

(2) 鉛直方向の固有周期

固定遮蔽体の鉛直方向の固有周期  $T_{2V}$  は次式により求める。

$$T_{2V} = 2\pi \sqrt{\frac{W_2 + R_1 + R'_1}{1000K_{2V}}}$$
$$= 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{15900+19366+14563}{1000 \times 5.959 \times 10^5}} = 0.057 \text{ s}$$

ばね定数  $K_{2V}$  は次式により求める。

$$K_{2V} = \frac{192E \cdot I_{2V}}{(\ell_2)^3} = \frac{192 \times 193000 \times 2.01 \times 10^9}{5000^3} = 5.959 \times 10^5 \text{ N/mm}$$

$$T_{2V} : \text{梁断面の断面 2 次モーメント} \quad 2.01 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

## 2.2. 応力の計算

B<sub>A</sub>S 評価の応力算出過程を示す。以下は水平 1 方向と鉛直方向による 2 方向組合せの評価結果であり、3 方向組合せを実施する場合は、2 方向の結果に対し 1.42 を乗じるものとした。算出方法は IV<sub>A</sub>S 評価についても同様とする。

### 2.2.1. 摺動遮蔽体の応力計算

摺動遮蔽体は 2.1.1 固有周期の計算と同様、両端レール位置で支持された梁とする。

#### (1) 曲げ応力

曲げ応力は右のモデルで計算する。

a. 曲げモーメント  $M_1$  は次式により求める。

$$M_1 = \frac{\ell_1(1 + C_V)g \cdot W_1}{8} + \frac{\ell_1(1 + C_V)g \cdot W_4}{4}$$

$$= \frac{5050 \times (1 + 0.72) \times 9.80665 \times 25500}{8} + \frac{5050 \times (1 + 0.72) \times 9.80665 \times 13000}{4}$$

$$= 5.480 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

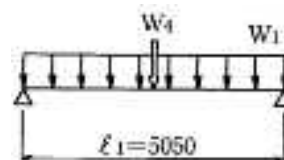


図-3-4-1-1.4 曲げ応力

b. 曲げ応力  $\sigma_{b1}$  は次式により求める。

$$\sigma_{b1} = \frac{M_1}{Z_1} = \frac{5.480 \times 10^8}{2.08 \times 10^7} = 27 \text{ N/mm}^2$$

$Z_1$  : 断面係数

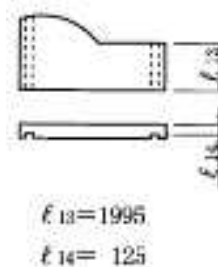
$2.08 \times 10^7 \text{ mm}^3$

#### (2) せん断応力

a. せん断力  $F_1$  は次式により求める。

$$F_1 = \frac{(1 + C_V)g(W_1 + W_4)}{2}$$

$$= \frac{(1 + 0.72) \times 9.80665 \times (25500 + 13000)}{2} = 324698 \text{ N}$$



b. せん断応力  $\tau_1$  は次式により求める。

$$\tau_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{324698}{166250} = 2 \text{ N/mm}^2$$

図-3-4-1-1.5 摺動遮蔽体の寸法

摺動遮蔽体のせん断断面積  $A_1$  は次式により求める。

$$A_1 = \frac{2}{3} \ell_{13} \cdot \ell_{14} = \frac{2}{3} \times 1995 \times 125 = 166250 \text{ mm}^2$$

(3) 組合せ応力  $\sigma_1$  は次式により求める。

$$\sigma_1 = \sqrt{(\sigma_{b1})^2 + 3(\tau_1)^2} = \sqrt{27^2 + 3 \times 2^2} = 28 \text{ N/mm}^2$$

### 2.2.2. 固定遮蔽体の応力計算

固定遮蔽体は2.1.2固有周期の計算と同様、弦端部で固定された梁とする。

#### (1) 曲げ応力

a. 曲げモーメント  $M_2$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{(1 + C_V)g(W_2 + R_1 + R'_1)\ell_2}{8} \\ &= \frac{(1 + 0.70) \times 9.80665 \times (15900 + 19366 + 14563) \times 5000}{8} \\ &= 5.192 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

b. 曲げ応力  $\sigma_{b2}$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \sigma_{b2} &= \frac{M_2}{Z_2} = \frac{5.192 \times 10^8}{8.37 \times 10^6} \\ &= 62 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$Z_2$  : 断面係数

$8.37 \times 10^6 \text{ mm}^3$

### 2.2.3. 固定遮蔽体レール座接続ボルトの応力計算

#### (1) 摺動遮蔽体閉時

固定遮蔽体レール中央にベアリング反力  $R_1$ 、 $R_1'$ 、レール座自重  $W_5$  及び地震力が集中荷重として作用する。

##### a. 水平地震力によるせん断応力

レール座自重  $W_5$  は、下図の計算範囲について求める。

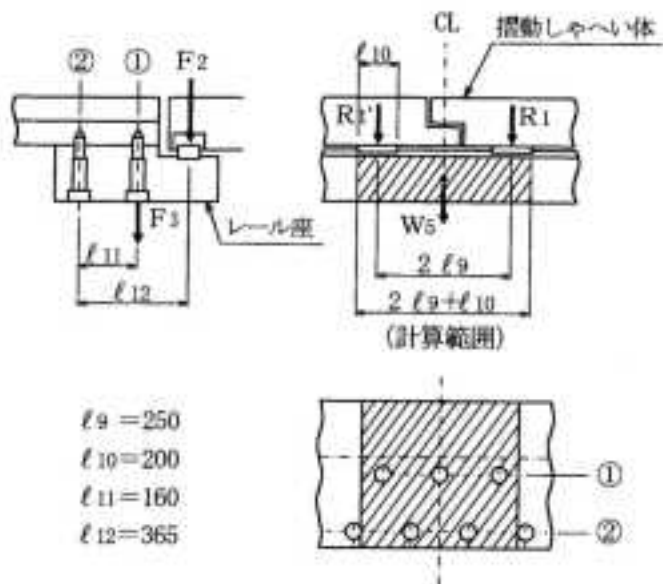


図-3-4-1-1.6 固定遮蔽体レール座接続ボルトの計算範囲(1)

$W_5$  : レール座の計算範囲重量 884 kg

$A_{b1}$  : 接続ボルト呼び径断面積(M42) 1385 mm<sup>2</sup>

(a) レール座に加わる水平方向荷重  $F_4$  は次式により求める。

$$\begin{aligned}
 F_4 &= C_{H(\text{摺})} \cdot g(R_1 + R_1') + C_{H(\text{固})} \cdot gW_5 \\
 &= 0.32 \times 9.80665 \times (19366 + 14563) + 0.32 \times 9.80665 \times 884 \\
 &= 109248 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(b) せん断応力  $\tau_3$  は次式により求める。

$$\begin{aligned}
 \tau_3 &= \frac{F_4}{A_{b1} \cdot n_2} \\
 &= \frac{109248}{1385 \times 5} \\
 &= 16 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$n_2$  : 計算範囲のボルト本数

5 本

(2) 摺動遮蔽体開時

図-3-4-1-1.7に示すように固定遮蔽体レール部にベアリング反力（燃料搬送装置を含む） $R_3$ 及びレール座自重 $W_6$ が作用する。

なお、計算範囲はベアリング幅 $l_{10} \times 2$ とする。

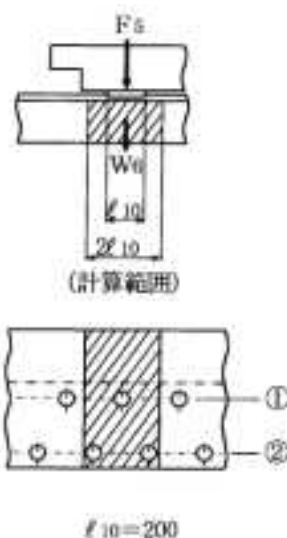


図-3-4-1-1.7 固定遮蔽体レール座接続ボルトの計

$W_6$  : レール座の計算範囲重量 506 kg

摺動遮蔽体自重、燃料搬送装置によるベアリング反力 $R_3$ は次式により求める。

$$\begin{aligned} R_3 &= R'_1 + \frac{l_6}{l_5} \cdot \frac{W_3}{2} \\ &= 6640 + \frac{1050}{1900} \times \frac{6000}{2} \\ &= 8298 \text{ kg} \end{aligned}$$

ここで

$$\begin{aligned} R'_1 &= \frac{l_3 \cdot l_4}{l_1 \cdot l_5} \times W_1 \\ &= \frac{2630 \times 950}{5050 \times 1900} \times 25500 \\ &= 6640 \text{ kg} \end{aligned}$$

a. 水平地震力によるせん断応力

(a) レール座に加わる水平方向荷重 $F_7$ は次式により求める。

$$\begin{aligned} F_7 &= C_{H(\text{摺})} g R_3 + C_{H(\text{固})} g W_6 \\ &= 0.32 \times 9.80665 \times 8298 + 0.32 \times 9.80665 \times 506 \\ &= 27628 \text{ N} \end{aligned}$$

(b) せん断応力  $\tau_5$  は次式により求める。

$$\begin{aligned}\tau_5 &= \frac{F_7}{A_{b1} \cdot n_4} \\ &= \frac{27628}{1385 \times 3} \\ &= 7 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$n_4$  : 計算範囲のボルト本数

3 本



### 3. FEMによる耐震強度計算方法及び計算結果

詳細なFEMモデルを用いてボルトの耐震評価を実施する。2章と同様に、以下は2方向組合せの評価結果であり、3方向組合せを実施する場合は、2方向の結果に対し1.42を乗じるものとした。

#### 3.1. ベアリング反力の算定

摺動遮蔽体に対して1Gを負荷した静解析を行い、鉛直及び水平方向のベアリング反力を算定する。図-3-4-1-1.8に摺動遮蔽体のFEMモデルを示す。

##### 3.1.1. 解析条件

###### (1) 寸法

寸法は図面通りとする。ただし幅は手計算にあわせて1995mmとする。

###### (2) 材料特性

縦弾性係数はライニング部の剛性を用いる。重量が26tonと等しくなるように等価密度を設定する。

表-3-4-1-1.2 材料特性

材質	温度 (°C)	縦弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 (-)	密度 (ton/mm <sup>3</sup> )
SUS304L	43	$1.93 \times 10^5$	0.3	$8.28 \times 10^{-9}$

###### (3) 拘束条件

リニアベアリング位置にてピン拘束とする。

###### (4) 集中質量

摺動遮蔽体閉時にはキャスクを、開時には燃料搬送装置をそれぞれ集中質量としてモデル化する。

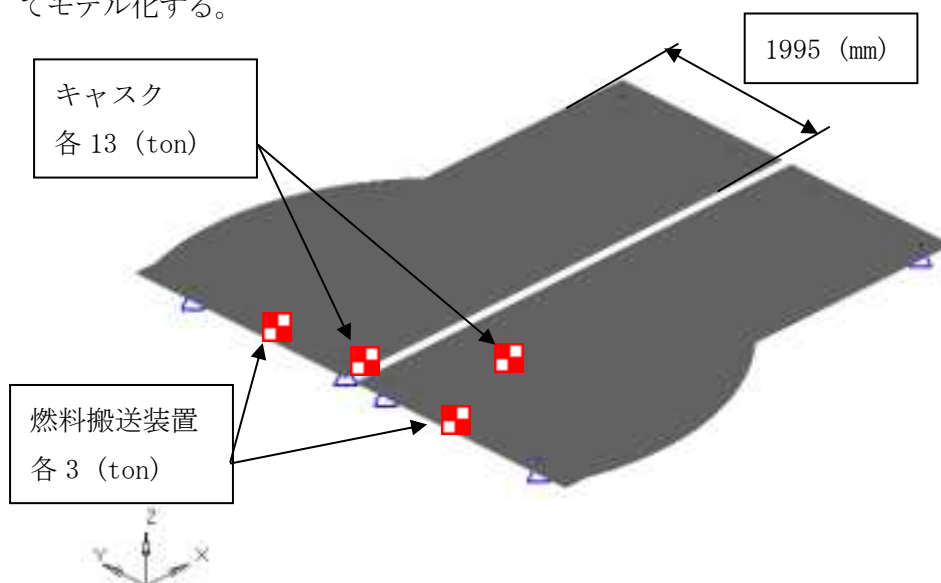


図-3-4-1-1.8 摺動遮蔽体 FEM モデル

### 3.1.2. 解析結果

1G 負荷時の各ベアリング反力を以下に示す。

表-3-4-1-1.3 1G 負荷時の各ベアリング反力

開閉	ベアリング 位置	ベアリング反力 (N)	
		鉛直	水平
閉時	R <sub>1</sub>	183310.30	158157.70
	R <sub>1</sub> '	136225.20	111993.40
開時	R <sub>3</sub>	74397.45	67561.23

### 3.2. 固定遮蔽体レール座接続ボルト

固定遮蔽体の FEM モデルを用いてレール座接続ボルトの耐震評価を実施する。固有値解析を行い、震度を算定する。前項で求めたベアリング反力と算定震度を荷重として、ボルトに発生する応力を求める。なお、摺動遮蔽体閉時における外側のベアリング位置は、躯体側にあるため反力を考慮しないこととする。

鉛直方向震度による応力のみ FEM モデルにて求め、水平方向震度による応力は手計算の結果を用いる。図-3-4-1-1.9 に固定遮蔽体の FEM モデルを示す。

#### 3.2.1. 解析条件

##### (1) 寸法

寸法は図面通りとする。ただしレール座切欠き及びプラグは考慮しない。

##### (2) 材料特性

縦弾性係数はライニング部の剛性を用いる。全体重量が 15.9ton と等しくなるように等価密度を設定する。レール座の密度は、計算範囲のレール座重量  $W_0$  と計算範囲の体積より算定する。遮蔽部の密度は、残りの重量を遮蔽部が持つように算定する。

表-3-4-1-1.4 材料特性

部位	材質	温度 (°C)	縦弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 (-)	密度 (ton/mm <sup>3</sup> )
レール座	SUS304L	43	$1.93 \times 10^5$	0.3	$1.510 \times 10^{-8}$
遮蔽部	SUS304L	43	$1.93 \times 10^5$	0.3	$6.284 \times 10^{-9}$

##### (3) 拘束条件

固定遮蔽体取付ボルト (17 本) の位置にてピン拘束する。

(4) ボルト

レール座と遮蔽部は接続ボルトを模擬するばね要素にて結合する。軸剛性  $k_1$  及びせん断剛性  $k_2$  は次式により求める。

$$k_1 = \frac{A_{b1}E}{d} = \frac{1385 \times 200000}{150}$$

$$= 1846667 \text{ N/mm}$$

$$k_2 = \frac{A_{b1}G}{d} = \frac{1385 \times 76923}{150}$$

$$= 710256 \text{ N/mm}$$

E : 接続ボルト (S45C) の縦弾性係数	$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
$A_{b1}$ : 接続ボルト (M42) の呼び径断面積	1385 $\text{mm}^2$
d : ばね要素長さ	150 mm

横弾性係数は次式により求める。

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{200000}{2 \times (1+0.3)}$$

$$= 76923 \text{ N/mm}^2$$

$\nu$ : ポアソン比	0.3
---------------	-----

(5) 荷重

a. 入力面圧

入力面圧  $P$  は反力  $R$  を用いて、次式により求める。

$$P = \left(1 + C_{V(\text{摺})}\right) \frac{R}{WL} = (1 + 0.72) \times \frac{183310.3}{100 \times 200}$$

$$= 15.7647 \text{ N/mm}^2$$

W : レール幅	100 mm
L : ベアリング幅	200 mm

下表に入力面圧の一覧を示す。

表-3-4-1-1.5 入力面圧一覧

開閉	ベアリング位置	反力 (N)	面圧 (N/mm <sup>2</sup> )
閉時	R <sub>1</sub>	183310.30	15.7647
	R <sub>1</sub> '	136225.20	11.7154
開時	R <sub>3</sub>	74397.45	6.3982

b. 設計震度

固定遮蔽体の設計震度  $C_v$  と自重を足しあわせた 1.27 を鉛直下向きに負荷する。

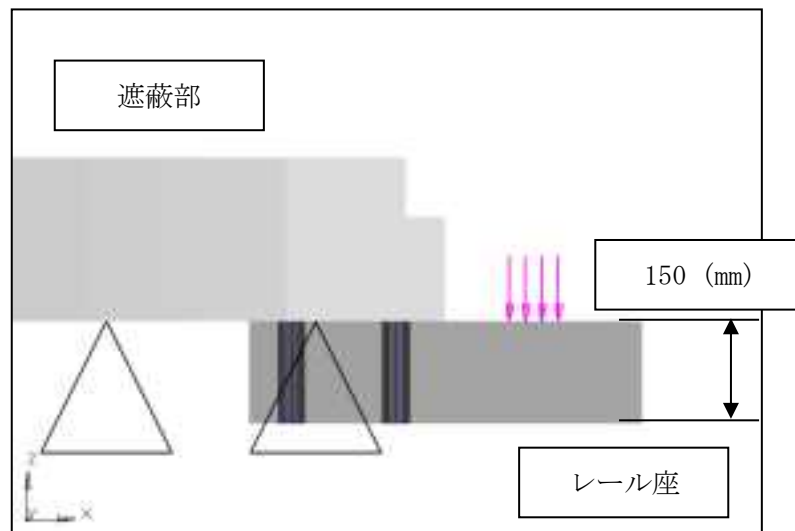
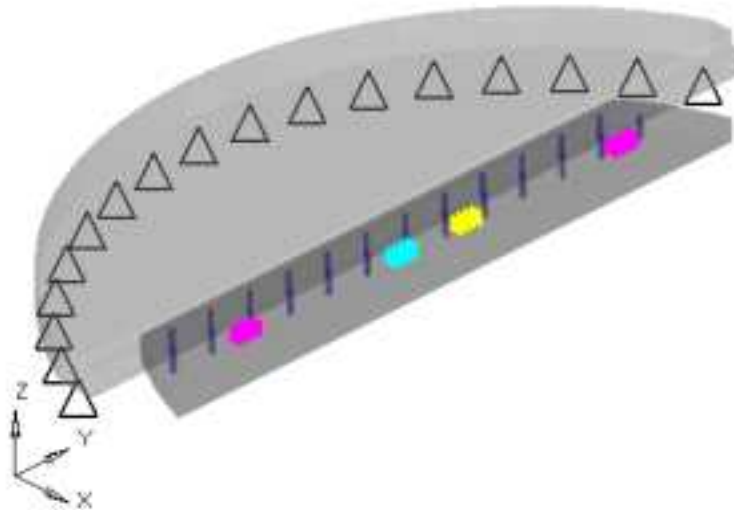
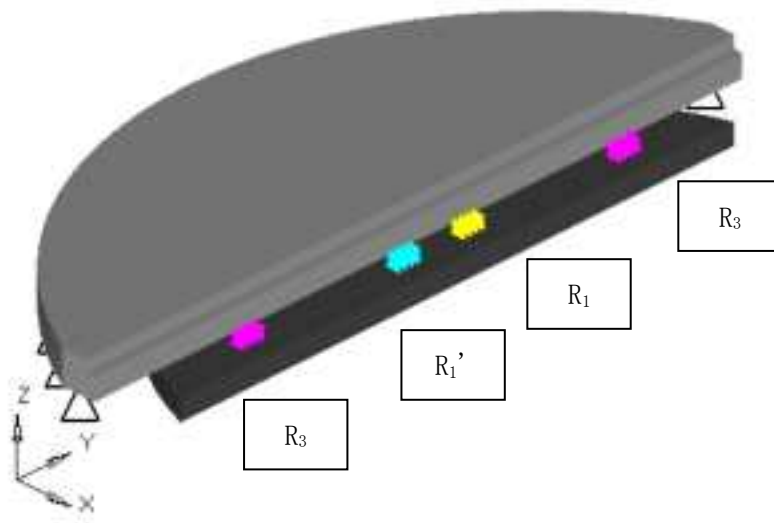


図-3-4-1-1.9 固定遮蔽体 FEM モデル

### 3.2.2. 解析結果

#### (1) 固有値解析

表-3-4-1-1.6 固有値解析結果

モード	水平方向 1 次	鉛直方向 1 次
固有振動数 (Hz)	205.7	32.1
固有周期 (s)	0.005	0.031

Mode#1 Frequency= 3.212e+001Hz

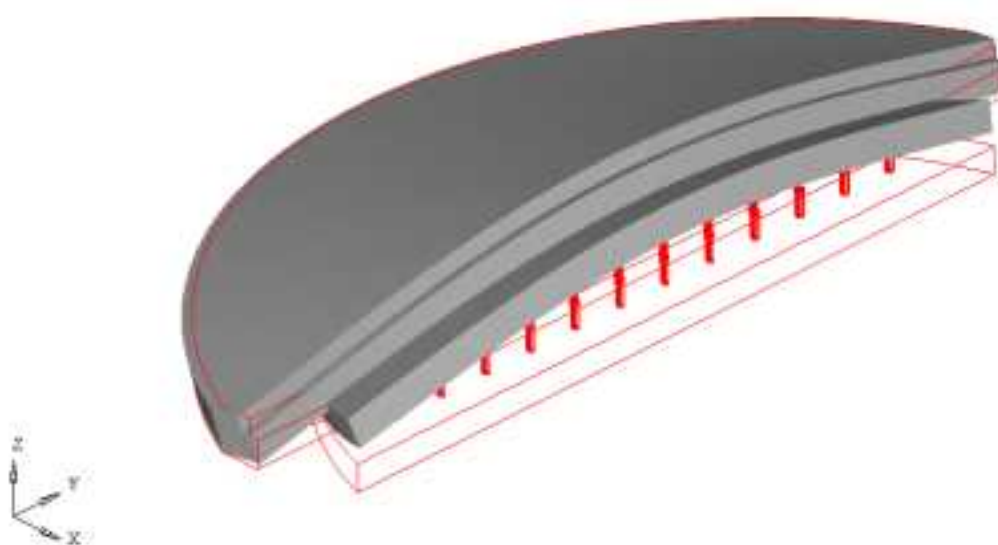


図-3-4-1-1.10 固定遮蔽体 FEM モデル結果

#### (2) 静的応力解析 (B<sub>A</sub>S)

ボルトを模擬したばね要素の部材力の最大値を表に示す。

表-3-4-1-1.7 静的応力解析結果 (B<sub>A</sub>S)

	Z 方向軸力 F <sub>Z</sub> (N)	X 方向せん断力 F <sub>X</sub> (N)	Y 方向せん断力 F <sub>Y</sub> (N)
摺動遮蔽体 閉時	163453.300	5628.850	9639.590
摺動遮蔽体 開時	84189.900	4400.167	3360.663

(3) 静的応力解析 (IV<sub>A</sub>S)

ボルトを模擬したばね要素の部材力の最大値を表に示す。

表-3-4-1-1.8 静的応力解析結果 (IV<sub>A</sub>S)

	Z 方向軸力 F <sub>Z</sub> (N)	X 方向せん断力 F <sub>X</sub> (N)	Y 方向せん断力 F <sub>Y</sub> (N)
摺動遮蔽体 閉時	339215.900	11361.060	19590.400
摺動遮蔽体 開時	168212.400	8778.844	6448.469

### 3.2.3. レール座接続ボルトの応力計算

各方向の最大値発生要素は異なるが、安全側の評価として最大値を組合せて評価を行う。ボルトの引張応力は次式により求める。

$$\sigma = \frac{F_z}{A_{b1}} = \frac{163453.3}{1385} = 118 \text{ N/mm}^2$$

ボルトのせん断応力は次式により求める。

$$\tau_b = \tau_v + \tau_H = 8.06 + 16 = 24 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_H$  : 水平震度によるせん断応力 (2.2.3 節) 16 N/mm<sup>2</sup>

鉛直震度によるせん断応力  $\tau_v$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \tau_v &= \sqrt{\left(\frac{F_x}{A_{b1}}\right)^2 + \left(\frac{F_y}{A_{b1}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{5628.85}{1385}\right)^2 + \left(\frac{9639.59}{1385}\right)^2} \\ &= 8.06 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

下表に算出した応力の一覧を示す。

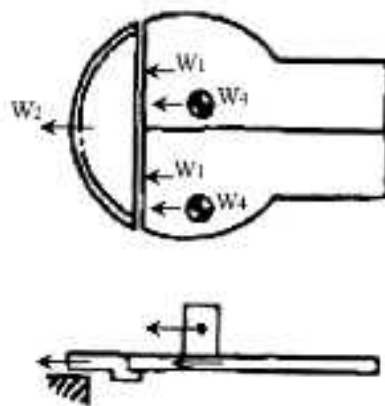
表-3-4-1-1.9 算出応力の一覧

	垂直応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鉛直震度による せん断応力 (N/mm <sup>2</sup> )	水平震度による せん断応力* (N/mm <sup>2</sup> )	せん断応力 (N/mm <sup>2</sup> )
摺動遮蔽体 閉時	118	8.06	16	24
			3 方向組合せ 23	3 方向組合せ 31
摺動遮蔽体 開時	61	4.00	7	11
			3 方向組合せ 10	3 方向組合せ 14

※2.2.3 節にて算出した値を用いる。

### 3.2.4. 固定遮蔽体取付ボルトの応力計算

固定遮蔽体の実構造においては鉛直時と同様にリニアベアリングの負担分の水平力が摺動遮蔽体からの荷重と考えられる。そのため摺動遮蔽体のベアリング反力を用いて取付ボルトの応力計算を行う。



#### (1) 摺動遮蔽体閉時

##### a. 引張応力

(a) 鉛直方向荷重  $F'_8$  は、次式により求める。

図-3-4-1-1.11 固定遮蔽体取付ボルトの荷重説明図

$$\begin{aligned} F'_8 &= (C_{V(\text{摺})} - 1)(R_{V1} + R_{V1}') + (C_{V(\text{固})} - 1)gW_2 \\ &= (0.72 - 1) \times (183310.3 + 136225.2) + (0.27 - 1) \times 9.80665 \times 15900 \\ &= -203296 \text{ N} \end{aligned}$$

(b) 引張応力  $\sigma_{t3}$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \sigma_{t3} &= \frac{F'_8}{A_{b2} \times n_5} = \frac{-203296}{452.4 \times 17} \\ &= 0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

##### b. 水平地震力によるせん断応力

(a) せん断力  $F'_9$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} F'_9 &= C_{H(\text{摺})} \cdot (R_{H1} + R_{H1}') + C_{H(\text{固})} \cdot gW_2 \\ &= 0.32 \times (158157.7 + 111993.4) + 0.32 \times 9.80665 \times 15900 \\ &= 136345 \text{ N} \end{aligned}$$

(b) せん断応力  $\tau_7$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \tau_7 &= \frac{F'_9}{A_{b2} \cdot n_5} = \frac{136345}{452.4 \times 17} \\ &= 18 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{3方向組合せを考慮した場合のせん断応力 } 26 \text{ N/mm}^2) \end{aligned}$$

$n_5$  : 取付ボルト本数

17 本

$A_{b2}$  : 取付ボルトの呼び径断面積(M24)

452.4 mm<sup>2</sup>



(2) 摺動遮蔽体開時

a. 引張応力

(a) 鉛直方向荷重  $F_{10}$  は、次式により求める。

$$\begin{aligned} F_{10} &= (C_{V(\text{摺})} - 1) \cdot 2R_{V3} + (C_{V(\text{固})} - 1) gW_2 \\ &= (0.72 - 1) \times 2 \times 74397.45 + (0.27 - 1) \times 9.80665 \times 15900 \\ &= -155488 \text{ N} \end{aligned}$$

(b) 引張応力  $\sigma_{t4}$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \sigma_{t4} &= \frac{F_{10}}{A_{b2} \times n_5} = \frac{-155488}{452.4 \times 17} \\ &= 0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

b. 水平地震力によるせん断応力

(a) せん断力  $F_{11}$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} F_{11} &= C_{H(\text{摺})} \cdot 2R_{H3} + C_{H(\text{固})} \cdot gW_2 \\ &= 0.32 \times 2 \times 67561.23 + 0.32 \times 9.80665 \times 15900 \\ &= 93135 \text{ N} \end{aligned}$$

(b) せん断応力  $\tau_7$  は次式により求める。

$$\begin{aligned} \tau_7 &= \frac{F_9}{A_{b2} \cdot n_5} = \frac{93135}{452.4 \times 17} \\ &= 13 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{3 方向組合せを考慮した場合のせん断応力} \quad 18 \text{ N/mm}^2) \end{aligned}$$

#### 4. 応力の評価

B<sub>AS</sub> 評価の結果を表-3-4-1-1.10 に、IV<sub>AS</sub> 評価の結果を表-3-4-1-1.11 に、FEM 解析による評価結果を表-3-4-1-1.12 に示す。

2 章にて行った手計算による応力計算に加えて、3 章にて FEM による詳細検討を実施した。全ての検討結果について、算出応力は許容応力を下回っている。以上より、上部遮蔽体の発生応力は全て許容応力以下であり、強度は十分である。

表-3-4-1-1.10 評価結果一覧 (Bクラス)

部材	材料	許容応力状態	一次応力 (単位: N/mm <sup>2</sup> )							
			引張		せん断		曲げ		組合せ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
摺動遮蔽体	SUS304L	B <sub>A</sub> S	-	-	2	101	27	175	28	175
固定遮蔽体	SUS304L	B <sub>A</sub> S	-	-	-	-	62	175	-	-
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体閉時)	S45C	B <sub>A</sub> S	-	-	23	198	-	-	-	-
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体開時)	S45C	B <sub>A</sub> S	-	-	10	198	-	-	-	-

表-3-4-1-1.11 評価結果一覧 (Sクラス)

部材	材料	許容応力状態	一次応力 (単位: N/mm <sup>2</sup> )							
			引張		せん断		曲げ		組合せ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
摺動遮蔽体	SUS304L	IV <sub>A</sub> S	-	-	4	121	56	210	57	210
固定遮蔽体	SUS304L	IV <sub>A</sub> S	-	-	-	-	126	210	-	-

表-3-4-1-1.12 評価結果一覧 (FEM)

部材	材料	許容応力状態	一次応力 (単位: N/mm <sup>2</sup> )							
			引張		せん断		曲げ		組合せ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体閉時) (FEM)	S45C	B <sub>A</sub> S	118	257	31	198	-	-	-	-
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体開時) (FEM)	S45C	B <sub>A</sub> S	61	257	14	198	-	-	-	-
固定遮蔽体取付ボルト (摺動遮蔽体閉時) (FEM)	SUS304L	B <sub>A</sub> S	0	153	26	118	-	-	-	-
固定遮蔽体取付ボルト (摺動遮蔽体開時) (FEM)	SUS304L	B <sub>A</sub> S	0	153	18	118	-	-	-	-
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体閉時) (FEM)	S45C	IV <sub>A</sub> S	245	252	102	228	-	-	-	-
固定遮蔽体レール座接続ボルト (摺動遮蔽体開時) (FEM)	S45C	IV <sub>A</sub> S	122	297	44	228	-	-	-	-
固定遮蔽体取付ボルト (摺動遮蔽体閉時) (FEM)	SUS304L	IV <sub>A</sub> S	66	104	96	142	-	-	-	-
固定遮蔽体取付ボルト (摺動遮蔽体開時) (FEM)	SUS304L	IV <sub>A</sub> S	31	154	65	142	-	-	-	-



### 3-4-1-2. 下部遮蔽体の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-1-2-1
1.1. 計算条件	添 3-4-1-2-1
1.2. 記号の説明	添 3-4-1-2-2
2. 計算方法	添 3-4-1-2-5
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-1-2-5
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-1-2-7
2.2.1. 上フランジの応力	添 3-4-1-2-7
2.2.2. 側板の応力	添 3-4-1-2-9
2.2.3. 取付ボルトの応力	添 3-4-1-2-10
3. 評価方法	添 3-4-1-2-12
3.1. 解析方法	添 3-4-1-2-12
3.2. 応力の評価	添 3-4-1-2-12
3.2.1. 上フランジの応力評価	添 3-4-1-2-12
3.2.2. 側板の応力評価	添 3-4-1-2-12
3.2.3. 取付ボルトの応力評価	添 3-4-1-2-13
4. 設計条件	添 3-4-1-2-14
5. 機器要目	添 3-4-1-2-15
6. 計算数値	添 3-4-1-2-16
6.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub>	添 3-4-1-2-16
6.1.1. 上フランジに生じる一次一般膜応力	添 3-4-1-2-16
6.1.2. 側板に生じる一次応力	添 3-4-1-2-16
6.1.3. 上フランジに生じる地震動のみによる一次+二次応力	添 3-4-1-2-16
6.1.4. 取付ボルトに生じる応力	添 3-4-1-2-16
6.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub>	添 3-4-1-2-17
6.2.1. 上フランジに生じる一次一般膜応力	添 3-4-1-2-17
6.2.2. 側板に生じる一次応力	添 3-4-1-2-17
6.2.3. 上フランジに生じる地震動のみによる一次+二次応力	添 3-4-1-2-17
6.2.4. 取付ボルトに生じる応力	添 3-4-1-2-17
7. 結論	添 3-4-1-2-18
8. 参考文献	添 3-4-1-2-19



## 1. 一般事項

本報告書は、下部遮蔽体の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 上フランジと原子炉プールライニングは、多数のボルトにより固定されているものとする。
- (2) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (3) 動的地震力( $S_s$ ,  $S_d$ )及び静的地震力の両方を用いて評価を行う。

1.2. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$A_e$	側板の有効せん断断面積	$\text{mm}^2$
$C_c, C_t$	取付ボルト計算における係数	-
$C_H$	水平方向設計震度	-
$C_V$	鉛直方向設計震度	-
$D_1$	下部遮蔽体スリーブの内径	mm
$D_c$	取付ボルトのピッチ円径	mm
$D_{b0}$	上フランジの外径	mm
$D_{b1}$	側板の外径	mm
$d_1$	側板の内径	mm
$d_2$	側板（下部）の内径	mm
$E$	縦弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$e$	取付ボルト計算における係数	-
$F$	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示す F 値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F_c$	原子炉プールライニングに作用する圧縮力	N
$F_t$	取付ボルトに作用する引張力	N
$F_s$	側板に作用するせん断力	N
$f_b$	許容曲げ応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_s$	許容せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_t$	許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{sb}$	取付ボルトの許容せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{to}$	取付ボルトの許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$G$	せん断弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$g$	重力加速度(9.80665)	$\text{m}/\text{s}^2$
$I$	側板の断面 2 次モーメント	$\text{mm}^4$
$K_H$	水平方向のばね定数	$\text{N}/\text{mm}$
$K_V$	鉛直方向のばね定数	$\text{N}/\text{mm}$
$k$	取付ボルト計算における中立軸の荷重係数	-

記号	記号の説明	単位
L	取付け長さ	mm
$l_1$	下端から重心までの長さ	mm
$l_2$	側板上端から重心までの長さ	mm
$l_3、l_4$	取付ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離	mm
$M_1$	側板に作用する曲げモーメント	N・mm
m	ポアソン定数(=ポアソン比の逆数)	-
n	取付ボルトの本数	-
P	静水頭による圧力	MPa
Q	重心に作用する任意の水平力	N
Q'	Qより下端の支持部に作用する反力	N
s	取付ボルトと原子炉プールライニングの縦弾性係数の比	-
$S_a$	上フランジの許容応力	N/mm <sup>2</sup>
$S_b$	側板の許容応力	N/mm <sup>2</sup>
$S_u$	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
$S_y$	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
Ss	地震力	-
$T_H$	水平方向の固有周期	s
$T_V$	鉛直方向の固有周期	s
$t_1$	上フランジの厚さ	mm
$t_2$	側板の厚さ	mm
$t_3$	側板(下部)の厚さ	mm
$t_4$	取付ボルト面積相当幅	mm
$t_5$	圧縮部材の相当幅	mm
$W_1$	下部遮蔽体重量	kg
$W_2$	制御棒駆動機重量	kg
$W_3$	制御棒スクラム時反力	kg
z	取付ボルト計算における係数	-
$\alpha$	取付ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
$\delta$	荷重Qによる容器の下端での変位量	mm
$\delta'$	荷重Q、Q'による容器の下端での変位量	mm
$\sigma$	側板の組合せ一次応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b1}$	側板に生じる曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bt}$	取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{rc}$	上フランジの半径方向一次一般膜応力の和(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{rt}$	上フランジの半径方向一次一般膜応力の和(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{r1}$	上フランジの圧力により生じる半径方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{r2}$	上フランジの死荷重により生じる半径方向応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{r3}$	上フランジの鉛直地震力による半径方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{r4}$	上フランジの制御棒スクラム時半力による半径方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$	側板に生じる軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{t1}$	側板の死荷重による引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{t2}$	側板の鉛直地震力による引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{t3}$	側板の制御棒スクラム時半力による引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0c}$	上フランジの組合せ一次一般膜応力（圧縮側）	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0t}$	上フランジの組合せ一次一般膜応力（引張側）	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2c}$	上フランジの一次＋二次応力の変動値（圧縮側）	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2t}$	上フランジの一次＋二次応力の変動値（引張側）	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2rc}$	上フランジの半径方向一次＋二次応力の和（圧縮側）	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2rt}$	上フランジの半径方向一次＋二次応力の和（引張側）	N/mm <sup>2</sup>
$\tau$	側板に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{b1}$	取付ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_1$	上フランジの圧力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_2$	上フランジの死荷重によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_3$	上フランジの鉛直地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_4$	上フランジの制御棒スクラム時反力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- 水平方向変形モードは下部遮蔽体を梁と考えた時の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- 下部遮蔽体上端は多数のボルトで固定されているため固定端とする。
- 下部遮蔽体下端は水平方向変位を拘束する構造物が設けられているため水平方向支持とする。
- 鉛直方向の変形モードは下部遮蔽体を梁と考えた時の軸変形を考慮する。

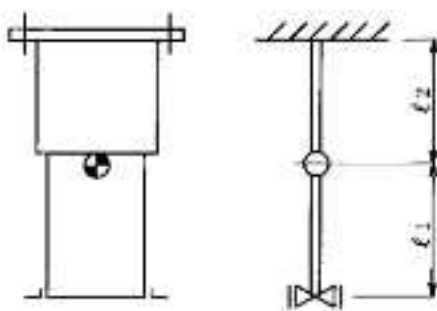


図-3-4-1-2.1 固有周期計算モデル

#### (2) 計算モデル

本機器は上記仮定により図-3-4-1-2.1に示すような上端固定、下端水平方向支持の一質点系振動モデルとする。

#### (3) 水平方向の固有周期

曲げ及びせん断変形による水平方向のばね定数  $K_H$  は次式により求める。

重心の位置に水平方向の荷重  $Q$  が作用した時に下端の支持部に生じる反力  $Q'$  は、図-3-4-1-2.2に示すような各々の荷重による下端の変位量が等しいとして求める。

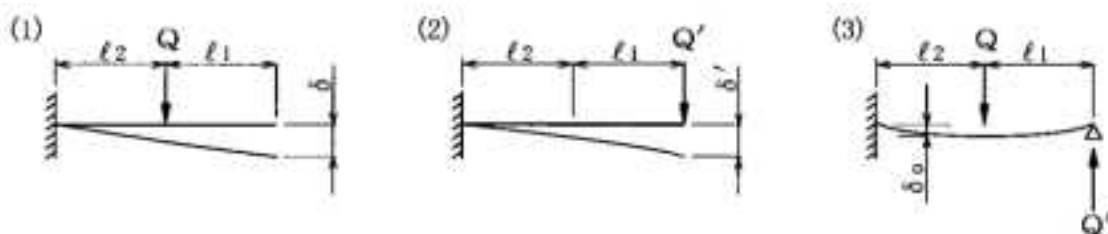


図-3-4-1-2.2 上端固定、下端支持の場合の変形モデル

図-3-4-1-2.2(1)の場合

$$\delta = \frac{Q \cdot \ell_2^2}{6E \cdot I} (2\ell_2 + 3\ell_1) + \frac{Q \cdot \ell_2}{G \cdot A_e}$$

図-3-4-1-2.2(2)の場合

$$\delta' = \frac{Q'(\ell_2 + \ell_1)^3}{3E \cdot I} + \frac{Q'(\ell_2 + \ell_1)}{G \cdot A_e}$$

$\delta$ と $\delta'$ が等しいと置くことにより

$$Q' = Q \frac{\frac{\ell_2^2}{6E \cdot I} (2\ell_2 + 3\ell_1) + \frac{\ell_2}{G \cdot A_e}}{\frac{(\ell_2 + \ell_1)^3}{3E \cdot I} + \frac{\ell_2 + \ell_1}{G \cdot A_e}}$$

したがって重心位置での変位量 $\delta_0$ は図-3-4-1-2.2(3)より求めることができ、定数Kは次式により求める。

$$K_H = \frac{Q}{\delta_0} = \frac{1}{\frac{\ell_2^3}{3E \cdot I} + \left(1 - \frac{Q'}{Q}\right) \frac{\ell_2}{G \cdot A_e} - \frac{Q'}{Q} \cdot \frac{2 \cdot \ell_2^3 + 3 \cdot \ell_2^2 \cdot \ell_1}{6E \cdot I}}$$

したがって水平方向の固有周期は次式により求める。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{W_1}{1000K_H}}$$

ここで、下部遮蔽体の断面性能は次式により求める。

$$I = \frac{\pi}{64} \{(d_2 + 2t_3)^4 - (d_2)^4\}$$

$$A_e = \frac{3}{4} \cdot \frac{2(d_2^2 + 2d_2 \cdot t_3 + 2 \cdot t_3^2)}{3 \cdot d_2^2 + 6d_2 \cdot t_3 + 4 \cdot t_3^2} \pi (d_2 + t_3) t_3$$

(4) 鉛直方向の固有周期

軸変形による鉛直方向のばね定数 $K_V$ は次式により求める。

$$K_V = \frac{E \cdot A_e}{\ell_2}$$

鉛直方向の固有周期は次式により求める。

$$T_V = 2\pi \sqrt{\frac{W_1}{1000K_V}}$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 上フランジの応力

上フランジを下部遮蔽体スリーブの内側で支持された均一な円板として応力を計算する。

- (1) 圧力による半径方向応力及びせん断応力は、次式により求める。

$$\sigma_{r1} = \frac{3P \cdot (D_1/2)^2}{8 \cdot m \cdot t_1^2} (3m + 1)$$

$$\tau_1 = \frac{P \times \frac{\pi}{4} D_1^2}{\pi \cdot D_1 \cdot t_1}$$

※：参考文献[1]より

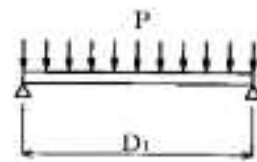


図-3-4-1-2.3 圧力による応力の計算モデル

- (2) 外荷重による応力

- a. 死荷重による半径方向応力及びせん断応力は、次式により求める。

$$\sigma_{r2} = \frac{3(W_1 + W_2)g}{2\pi \cdot m \cdot t_1^2} \cdot \left[ \frac{1}{2}(m - 1) + (m + 1) \ln \left( \frac{D_1}{d_1 + 2t_2} \right) - (m - 1) \frac{\{(d_1 + 2t_2)/2\}^2}{2(D_1/2)^2} \right]$$

$$\tau_2 = \frac{(W_1 + W_2)g}{\pi \cdot D_1 \cdot t_1}$$

※：参考文献[1]より

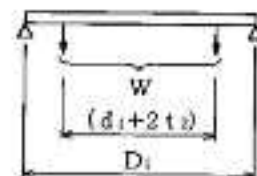


図-3-4-1-2.4 外荷重による応力の計算モデル

- b. 鉛直地震力による半径方向応力及びせん断応力は、次式により求める。

$$\sigma_{r3} = \frac{3(W_1 + W_2) \cdot g \cdot C_V}{2\pi \cdot m \cdot t_1^2} \cdot \left[ \frac{1}{2}(m - 1) + (m + 1) \ln \left( \frac{D_1}{d_1 + 2t_2} \right) - (m - 1) \frac{\{(d_1 + 2t_2)/2\}^2}{2(D_1/2)^2} \right]$$

$$\tau_3 = \frac{(W_1 + W_2)g \cdot C_V}{\pi \cdot D_1 \cdot t_1}$$

※：参考文献[1]より

c. 制御棒スクラム時反力による半径方向応力及びせん断応力は、次式により求める。

$$\sigma_{r4} = \frac{3W_3 \cdot g}{2\pi \cdot m \cdot t_1^2} \cdot \left[ \frac{1}{2}(m-1) + (m+1)\ln\left(\frac{D_1}{d_1 + 2t_2}\right) - (m-1)\frac{\{(d_1 + 2t_2)/2\}^2}{2(D_1/2)^2} \right]$$

$$\tau_4 = \frac{W_3 \cdot g}{\pi \cdot D_1 \cdot t_1}$$

※：参考文献[1]より

(3) 組合せ応力

(1)から(2)によって算出される上フランジの応力は以下により組合わされる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{rt} = \sigma_{r1} + \sigma_{r2} + \sigma_{r3} + \sigma_{r4}$$

$$\sigma_{ot} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{rt} + \sqrt{\sigma_{rt}^2 + 4(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4)^2} \right\}$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{rc} = \sigma_{r1} + \sigma_{r2} + \sigma_{r3} + \sigma_{r4}$$

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{rc} + \sqrt{\sigma_{rc}^2 + 4(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4)^2} \right\}$$

なお、一次膜応力+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じになるので省略することができる。

b. 地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2rt} = \sigma_{r3}$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2rt} + \sqrt{\sigma_{2rt}^2 + 4\tau_3^2}$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2rc} = \sigma_{r3}$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2rc} + \sqrt{\sigma_{2rc}^2 + 4\tau_3^2}$$



### 2.2.2. 側板の応力

水平地震力により側板は上フランジとの接合部で最大モーメントを受ける。

- (1) 死荷重による引張応力は、次式により求める。

$$\sigma_{t1} = \frac{(W_1 + W_2)g}{\frac{\pi}{4}\{(d_1 + 2t_2)^2 - d_1^2\}}$$

- (2) 鉛直地震力による引張応力は、次式により求める。

$$\sigma_{t2} = \frac{(W_1 + W_2)g \cdot C_V}{\frac{\pi}{4}\{(d_1 + 2t_2)^2 - d_1^2\}}$$

- (3) 制御棒スクラム時反力による引張応力は、次式により求める。

$$\sigma_{t3} = \frac{W_3 \cdot g}{\frac{\pi}{4}\{(d_1 + 2t_2)^2 - d_1^2\}}$$

- (4) 水平地震力による応力

- a. 曲げモーメント及び曲げ応力は、次式により求める。

$$M_1 = \frac{W_1 \cdot g \cdot C_H \cdot \ell_1 \cdot \ell_2}{2L^2} (2\ell_1 + \ell_2)$$

$$\sigma_{b1} = \frac{32(d_1 + 2t_2)M_1}{\pi\{(d_1 + 2t_2)^4 - d_1^4\}}$$

- b. せん断力及びせん断応力は、次式により求める。

$$F_s = \frac{W_1 \cdot g \cdot C_H \cdot \ell_1}{2L^3} (2\ell_1^2 + 6\ell_1 \cdot \ell_2 + 3\ell_2^2)$$

$$\tau = \frac{2F_s}{\frac{\pi}{4}\{(d_1 + 2t_2)^2 - d_1^2\}}$$

- (5) 組合せ応力

(1)から(4)によって算出される側板の応力は、以下により組合わされる。

- a. 一次応力

$$\sigma_s = (\sigma_{t1} + \sigma_{t3} + \sigma_{t2}) + \sigma_{b1}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_s^2 + 3\tau^2}$$

### 2.2.3. 取付ボルトの応力

(1) 水平地震力によるせん断応力は、次式により求める。

$$\tau_b = \frac{W_1 \cdot g \cdot C_H}{n \cdot A_b}$$

(2) 引張応力

上フランジにかかる死荷重及び曲げモーメントは $W_1 + W_2$ 、 $M_1$ を用いる。

転倒モーメントが作用した場合に生じる取付ボルトの引張荷重と原子炉プールライニングの圧縮荷重については、荷重と変形の釣合条件を考慮することにより求める。

以下にその手順を示す。(図-3-4-1-2.5 参照)

$$t_4 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c}$$

$$t_5 = \frac{1}{2}(D_{b0} - D_{b1}) - t_4$$

a.  $\sigma_b$ 、 $\sigma_c$ を仮定して係数 $k$ を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}}$$

b.  $\alpha$ を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - 2k)$$

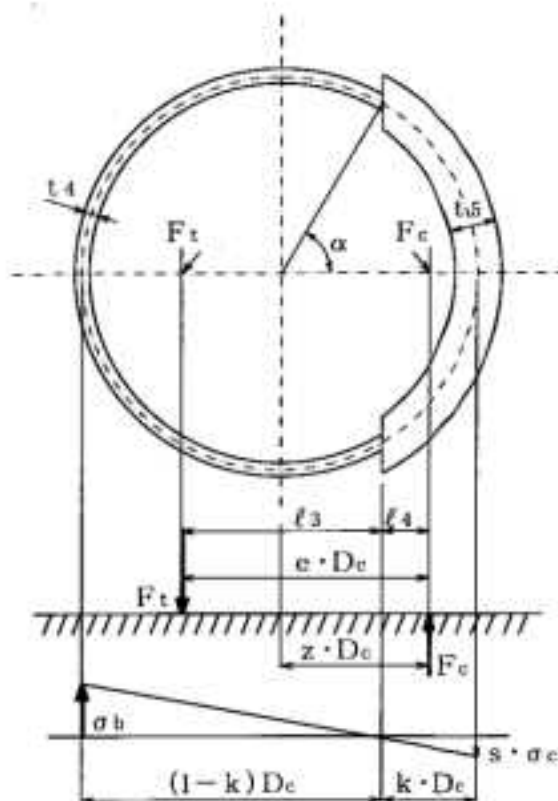


図-3-4-1-2.5 原子炉プールライニングとの取合部の荷重状態

c. 各定数 $e$ 、 $C_t$ 、 $C_c$ を計算する。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cos^2 \alpha + \frac{1}{2}(\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2}\alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\}$$

$$z = \frac{1}{2} \left\{ \cos \alpha + \left( \frac{\frac{1}{2}\alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \right\}$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha\}}{1 + \cos \alpha}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$

d. 各定数を用いて $F_t$ 、 $F_c$ を求める。

$$F_t = \frac{M_1 - (1 - C_V)(W_1 + W_2)g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c}$$

$$F_c = F_t + (1 - C_V)(W_1 + W_2)g$$

取付ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$ が $\pi$ に等しくなったときであるので、  
2.2.3.(2)c.項の式において $\alpha$ を $\pi$ に近づけた場合の値  $e = 0.75$ 、 $z = 0.25$ を  
2.2.3.(2)d.項の式に代入し、得られる $F_t$ の値によって引張力の有無を次のように  
判定できる。

$F_t \leq 0$  ならば、引張力は作用しない。

$F_t > 0$  ならば、引張力は作用しているので以降の計算を行う。

e.  $\sigma_b$ 、 $\sigma_c$ を求める。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_4 \cdot D_c \cdot C_t}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_5 + s \cdot t_4)D_c \cdot C_c}$$

$\sigma_b$ 、 $\sigma_c$ が、a.にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。  
この場合の $\sigma_b$ と $\sigma_c$ を取付ボルトと原子炉プールライニングに生じる応力とする。

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解析方法

2項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 上フランジの応力評価

2.2.1(3)項で求めた組合せ応力が最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

許容応力 $S_a$ 許容応力状態	一次一般膜応力	一次膜応力 + 一次曲げ応力	一次+二次応力
	Ⅲ <sub>AS</sub>	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍のうち、小さい方の値	算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので評価は省略する。
Ⅳ <sub>AS</sub>	設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍の値		

##### 3.2.2. 側板の応力評価

2.2.2 項で求めた各応力が最高使用温度における許容応力  $S_b$  以下であること。

許容応力 $S_b$ 許容応力状態	一次応力			
	引張 $f_t$	せん断 $f_s$	曲げ $f_b$	組合せ
Ⅲ <sub>AS</sub>	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$
Ⅳ <sub>AS</sub>				

### 3.2.3. 取付ボルトの応力評価

2.2.3項で求めた取付ボルトの引張応力 $\sigma_b$ は、下記2式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

許容応力 許容応力状態	一次応力	
	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

4. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 Ss		弾性設計用地震動 Sd		静的地震力	
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度
下部遮蔽体	S	原子炉建家 <sup>(注1)</sup> F.L. -1.0	125.3	180.6	C <sub>H</sub> =0.99	C <sub>V</sub> =0.96	C <sub>H</sub> =0.55	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29

注1：原子炉本体の基準床レベルを示す。

最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
静水頭(0.0785)	43

(1) 容器

材質		設計降伏点 Sy (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ Su (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304L	43°C	173	475

(2) 支持構造物

材質		設計降伏点 Sy (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ Su (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304	40°C	205	-
	43°C	203	515

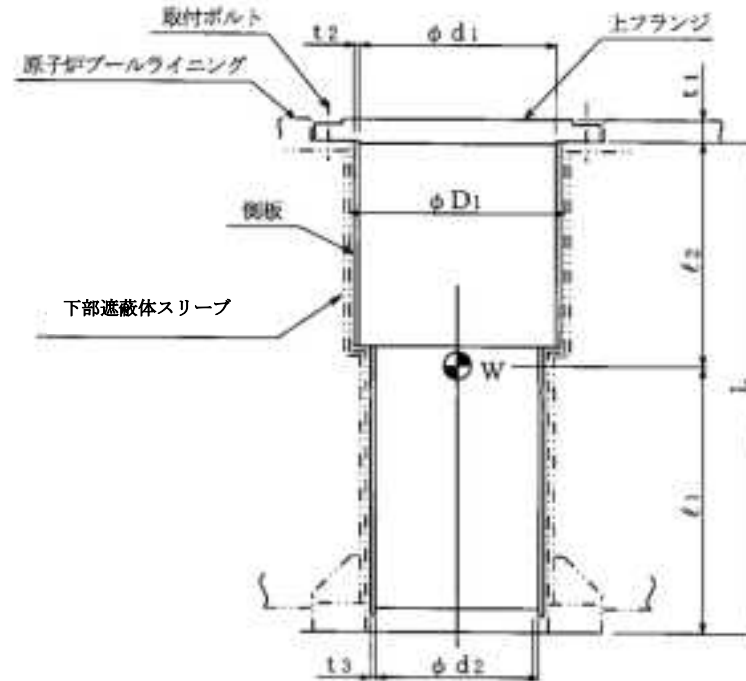


図-3-4-1-2.6 下部遮蔽体の外形図及びモデル図

5. 機器要目

$D_1$ (mm)	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$\ell_1$ (mm)	$\ell_2$ (mm)	$t_1$ (mm)	$t_2$ (mm)	$t_3$ (mm)	L (mm)
690	646	536	791	704	55	12	12	1495

$W_1$ (kg)	$W_2$ (kg)	$W_3$ (kg)	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	m (-)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M18)	n (-)	$D_c$ (mm)
2200	1070	17300	$1.93 \times 10^5$	$7.42 \times 10^4$	3.3	254.5	24	820

$D_{b0}$ (mm)	$D_{b1}$ (mm)	F (SUS304) (N/mm <sup>2</sup> )		s (-)
		IV <sub>AS</sub>	III <sub>AS</sub>	
900	690	246	205	1

6. 計算数値

6.1. 許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>

6.1.1. 上フランジに生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss	
応力の種類		半径方向	せん断
圧力による応力		4	1
死荷重による応力		1	1
鉛直地震力による応力		1	1
制御棒スクラム時反力による応力		2	2
応力の和	引張側	8	5
	圧縮側	8	5
組合せ応力	引張側	11	
	圧縮側	11	

6.1.2. 側板に生じる一次応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss		
応力の種類		半径方向	せん断	曲げ
死荷重による応力		2	-	-
鉛直地震力による応力		2	-	-
制御棒スクラム時反力による応力		7	-	-
水平地震力による応力		-	2	2
応力の和		11	2	2
組合せ応力		14		

6.1.3. 上フランジに生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss	
応力の種類		半径方向	せん断
鉛直地震力による応力		1	1
組合せ応力	引張側	4	
	圧縮側	4	

6.1.4. 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss	
応力の種類		引張	せん断
圧力による応力		4	4



6.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>

6.2.1. 上フランジに生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類		半径方向	せん断
圧力による応力		4	1
死荷重による応力		1	1
鉛直地震力による応力		1	1
制御棒スクラム時反力による応力		2	2
応力の和	引張側	8	5
	圧縮側	8	5
組合せ応力	引張側	11	
	圧縮側	11	

6.2.2. 側板に生じる一次応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方		
応力の種類		半径方向	せん断	曲げ
死荷重による応力		2	-	-
鉛直地震力による応力		1	-	-
制御棒スクラム時反力による応力		7	-	-
水平地震力による応力		-	1	1
応力の和		10	1	1
組合せ応力		12		

6.2.3. 上フランジに生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類		半径方向	せん断
鉛直地震力による応力		1	1
組合せ応力	引張側	4	
	圧縮側	4	

6.2.4. 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類		引張	せん断
圧力による応力		0	2

## 7. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、構造上、地震の方向によって発生応力が最大となる位置が異なることから考慮不要とした。ただし、ボルトのせん断は水平2方向の荷重を同時に受けるため、6項の値を1.42倍している。

### (1) 容器

表-3-4-1-2.1 容器の評価結果 (単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	評価場所	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>AS</sub>	上フランジ	SUS304L	一次一般膜	11	285
			一次+二次	4	346
III <sub>AS</sub>	上フランジ	SUS304L	一次一般膜	11	173
			一次+二次	4	346

### (2) 支持構造物

表-3-4-1-2.2 支持構造物の評価結果 (単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	評価場所	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>AS</sub>	側板	SUS304	引張	11	246
			せん断	2	142
			曲げ	2	246
			組合せ	14	246
	取付ボルト	SUS304	引張	4	184
			せん断	6	142
III <sub>AS</sub>	側板	SUS304	引張	10	205
			せん断	1	118
			曲げ	1	205
			組合せ	12	205
	取付ボルト	SUS304	引張	0	153
			せん断	3	118

8. 参考文献

- [1] 日本機械学会:機械工学便覧



## 3-4-2. 原子炉冷却系統施設の耐震強度評価

### 3-4-2-1. 1次冷却材熱交換器の耐震強度評価

## 目次

1. 設計条件	添 3-4-2-1-1
2. 機器要目	添 3-4-2-1-2
3. 計算数値	添 3-4-2-1-5
3.1. 許容応力状態 $B_{AS}$	添 3-4-2-1-5
3.1.1. 胴に生じる応力	添 3-4-2-1-5
3.1.2. 脚に生じる応力	添 3-4-2-1-6
3.1.3. 基礎ボルトに生じる応力	添 3-4-2-1-7
4. 結論	添 3-4-2-1-7

本計算書は「添付書類 3-3-2-2. 横置二胴円筒形容器」に基づいて計算を行う。

1. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	比重
一次冷却材 熱交換器	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL -7.95	0.7845	55	—

注:基準床レベルを示す。

固有振動数(Hz)	
水平方向	鉛直方向
15.3	33.6

B <sub>A</sub> S		
静的 地震力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	
水平方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
C <sub>H</sub> =0.18	C <sub>H</sub> =0.48	C <sub>V</sub> =0.25

部材	材料		設計降伏点	設計引張強さ	許容引張応力
			S <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	S <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	S (N/mm <sup>2</sup> )
胴板	SUS304L	55°C	166	459	109
脚	SM400A	40°C	215	400	—
基礎ボルト	SS400	40°C	235	400	—

2. 機器要目

$W_1$ (N)	$W_2$ (N)	$W_3$ (N)	$W_4$ (N)	$W_5$ (N)	$W_6$ (N)	$W_7$ (N)
54230	27560	20100	69230	19420	46970	35110

$W_1'$ (N)	$W_2'$ (N)	$W_3'$ (N)	$W_4'$ (N)	$W_5'$ (N)	$W_6'$ (N)	$W_7'$ (N)
54230	27560	20100	69230	19420	46970	35110

$W_0$ (N)	$W_{0\ell}$ (N)	$W_{0u}$ (N)	$W_{s\ell}$ (N)	$W_{su}$ (N)
583500	272600	272600	6374	12750

$\varrho_1$ (mm)	$\varrho_2$ (mm)	$\varrho_3$ (mm)	$\varrho_4$ (mm)	$\varrho_5$ (mm)	$\varrho_6$ (mm)	$\varrho_7$ (mm)	$\varrho_8$ (mm)
-1103	-393	0	1016	2038	2724	3357	648

$h_1$ (mm)	$h_2$ (mm)	$h_3$ (mm)	$\varrho_0$ (mm)
604	1100	3300	2038

$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$t_e$ (mm)	$C_1$ (mm)	$C_2$ (mm)
1650	14	33	700	200

$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\theta_0$ (rad)
1.93 $\times 10^5$	7.42 $\times 10^4$	2.02 $\times 10^5$	7.77 $\times 10^4$	2.187



$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
8.086 $\times 10^4$	3.953 $\times 10^4$	3.860 $\times 10^4$	3.226 $\times 10^4$	2.954 $\times 10^4$

$I_{sx}$ ( $\text{mm}^4$ )	$I_{sy}$ ( $\text{mm}^4$ )	$J_s$ ( $\text{mm}^4$ )	$Z_{sx}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{sy}$ ( $\text{mm}^3$ )
1.74 $\times 10^{10}$	1.29 $\times 10^9$	2.11 $\times 10^7$	2.48 $\times 10^7$	4.56 $\times 10^6$

s (-)	n (-)	$n_1$ (-)	$n_2$ (-)	a (mm)	b (mm)	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )
15	4	2	2	450	1450	125	150	1018 (M36)

F(脚) ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	F(基礎ボルト) ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
$B_{AS}$	$B_{AS}$
215	235

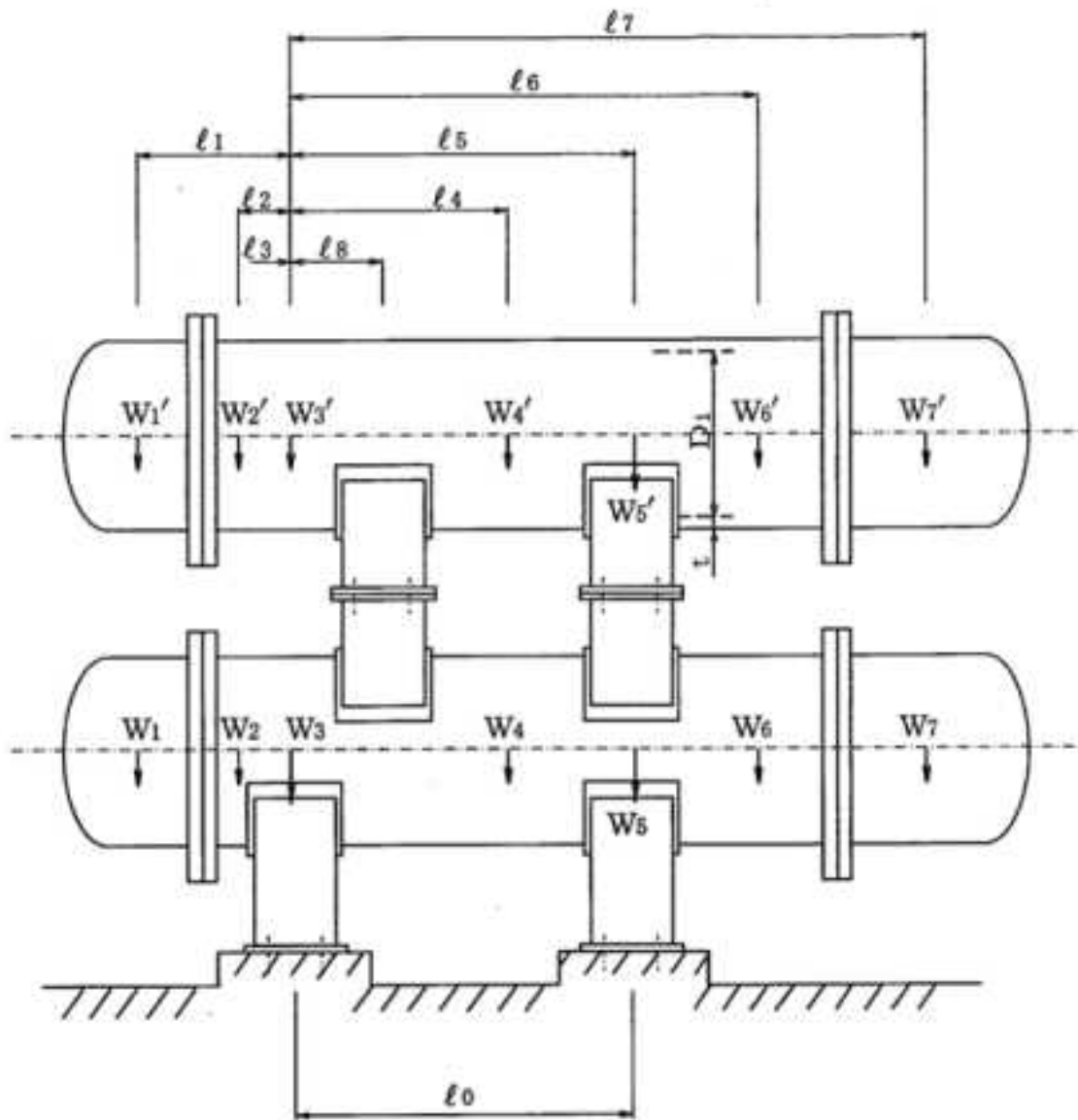


図-3-4-2-1.1 1次冷却材熱交換器の荷重説明図

### 3. 計算数値

本評価では水平地震動による応力と鉛直地震動による応力をS R S S法により組合せた。

#### 3.1. 許容応力状態 B<sub>A</sub>S

##### 3.1.1. 胴に生じる応力

###### (1) 胴に生じる一次一般膜応力

(単位: N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	1/2Sd と静的地震力の大きい方			
	長手方向		横方向	
地震の方向				
応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	$\sigma_{\phi 1}=47$	$\sigma_{x1}=24$	$\sigma_{\phi 1}=47$	$\sigma_{x1}=24$
運転時重量による長手方向 曲げモーメントによる応力	-	$\sigma_{x2}=21$	-	$\sigma_{x2}=21$
鉛直方向地震力による長手方向 曲げモーメントによる応力	-	$\sigma_{x6}=6$	-	$\sigma_{x6}=6$
水平方向地震力による応力	-	$\sigma_{x43}=4$	-	-
組合せ応力	$\sigma_{00}=53$		$\sigma_{0c}=51$	

## (2) 胴に生じる一次応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		1/2Sd と静的地震力の大きい方			
地震の方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=47$	$\sigma_{x1}=24$	$\sigma_{\phi 1}=47$	$\sigma_{x1}=24$
運転時重量による長手方向 曲げモーメントによる応力		-	$\sigma_{x2}=21$	-	$\sigma_{x2}=21$
鉛直方向地震力による長手方向 曲げモーメントによる応力		-	$\sigma_{x6}=6$	-	$\sigma_{x6}=6$
運転時重量による脚反力に よる応力		$\sigma_{\phi 3}=5$	$\sigma_{x3}=8$	$\sigma_{\phi 3}=5$	$\sigma_{x3}=8$
鉛直方向地震力による脚反力に よる応力		$\sigma_{\phi 7}=1$	$\sigma_{x7}=2$	$\sigma_{\phi 7}=1$	$\sigma_{x7}=2$
水平方向地震力に よる応力	引張	$\sigma_{\phi 4}=7$	$\sigma_{x4}=13$	$\sigma_{\phi 5}=16$	$\sigma_{x5}=12$
	せん断	$\tau_{\phi}=25$		$\tau_c=4$	
組合せ応力		$\sigma_{10}=90$		$\sigma_{1c}=72$	

## 3.1.2. 脚に生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		1/2Sd と静的地震力の大きい方	
地震の方向		長手方向	横方向
運転時重量による応力	圧縮	$\sigma_{s1}=4$	$\sigma_{s1}=4$
鉛直方向地震力による応力	圧縮	$\sigma_{s4}=1$	$\sigma_{s4}=1$
水平方向地震力による応力	曲げ、圧縮	$\sigma_{s2}=22$	-
	曲げ	-	$\sigma_{s3}=11$
	せん断	$\tau_{s2}=9$	$\tau_{s3}=5$
組合せ応力		$\sigma_{s0}=31$	$\sigma_{sc}=18$

### 3.1.3. 基礎ボルトに生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	1/2Sd と静的地震力の大きい方	
地震の方向	長手方向	横方向
引張応力	$\sigma_{b1}=133$	$\sigma_{b2}=59$
せん断応力	$\tau_{b1}=69$	$\tau_{b2}=36$

### 4. 結論

下表に示すように、許容応力状態 B<sub>A</sub>S における算出応力はすべて許容応力以下である。なお、水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、本機器は応答軸が明確な設備であり、厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力していることから、考慮不要とした。

表-3-4-2-1.1 評価結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	胴板	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0=53$	$S_a=166$
			一次膜+一次曲げ	$\sigma_1=90$	$S_a=166$
	脚	SM400A	組合せ	$\sigma_s=31$	$f_t=215$
	基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b=133$	$f_{ts}=136$
			せん断	$\tau_b=69$	$f_{sb}=135$



### 3-4-2-2. 1次冷却系設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-2-2-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-2-2-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-2-2-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-2-2-3
3. 設計条件	添 3-4-2-2-15
3.1. PCS-R-1	添 3-4-2-2-15
3.2. PCS-R-2	添 3-4-2-2-17
3.3. PCS-R-3	添 3-4-2-2-19
3.4. PCS-R-4	添 3-4-2-2-21
3.5. PCS-R-5	添 3-4-2-2-26
3.6. PCS-R-6	添 3-4-2-2-32
3.7. PCS-R-7	添 3-4-2-2-35
3.8. PCS-R-8	添 3-4-2-2-37
3.9. PCS-R-9	添 3-4-2-2-39
3.10. PCS-R-10	添 3-4-2-2-41
3.11. PCS-R-11	添 3-4-2-2-43
4. 解析結果及び評価	添 3-4-2-2-45
4.1. 固有周期	添 3-4-2-2-45
4.2. 結論	添 3-4-2-2-56
4.2.1. PCS-R-1	添 3-4-2-2-56
4.2.2. PCS-R-2	添 3-4-2-2-57
4.2.3. PCS-R-3	添 3-4-2-2-58
4.2.4. PCS-R-4	添 3-4-2-2-59
4.2.5. PCS-R-5	添 3-4-2-2-60
4.2.6. PCS-R-6	添 3-4-2-2-61
4.2.7. PCS-R-7	添 3-4-2-2-62
4.2.8. PCS-R-8	添 3-4-2-2-63
4.2.9. PCS-R-9	添 3-4-2-2-64
4.2.10. PCS-R-10	添 3-4-2-2-65
4.2.11. PCS-R-11	添 3-4-2-2-66
4.3. 拘束点反力	添 3-4-2-2-67
4.3.1. PCS-R-1	添 3-4-2-2-67
4.3.2. PCS-R-2	添 3-4-2-2-69
4.3.3. PCS-R-3	添 3-4-2-2-70
4.3.4. PCS-R-4	添 3-4-2-2-71
4.3.5. PCS-R-5	添 3-4-2-2-76
4.3.6. PCS-R-6	添 3-4-2-2-81
4.3.7. PCS-R-7	添 3-4-2-2-87



4.3.8.	PCS-R-8	添 3-4-2-2-88
4.3.9.	PCS-R-9	添 3-4-2-2-89
4.3.10.	PCS-R-10	添 3-4-2-2-90
4.3.11.	PCS-R-11	添 3-4-2-2-91

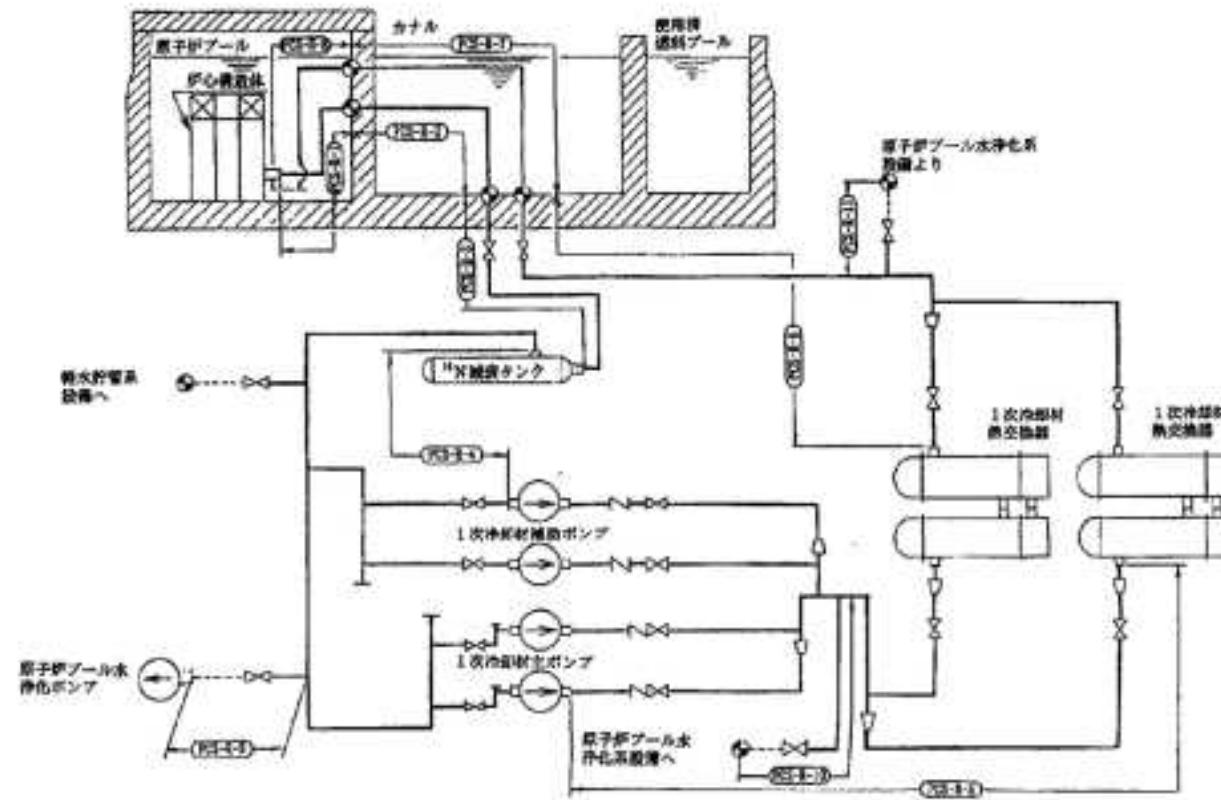
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
PCS-R-1	炉心構造体 から 原子炉プール貫通部アンカ まで	B
PCS-R-2	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
PCS-R-3	カナル貫通部アンカ から <sup>16</sup> N 減衰タンク まで	B
PCS-R-4	<sup>16</sup> N 減衰タンク から 1次冷却材主ポンプ、 1次冷却材補助ポンプ及び原子炉建家地階アンカ まで	B
PCS-R-5	1次冷却材主ポンプ及び1次冷却材補助ポンプ から 1次冷却材熱交換器 まで	B
PCS-R-6	1次冷却材熱交換器 から カナル貫通部アンカ まで	B
PCS-R-7	カナル貫通部アンカ から原子炉プール貫通部アンカ まで	B
PCS-R-8	原子炉プール貫通部アンカ から ディフューザ入口 まで	B
PCS-R-9	R-4 分岐部 から 原子炉プール水浄化ポンプ まで	B
PCS-R-10	R-5 分岐部 から 原子炉建家地階アンカ まで	B
PCS-R-11	R-6 分岐部 から 原子炉建家地階アンカ まで	B

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1. 概略系統図

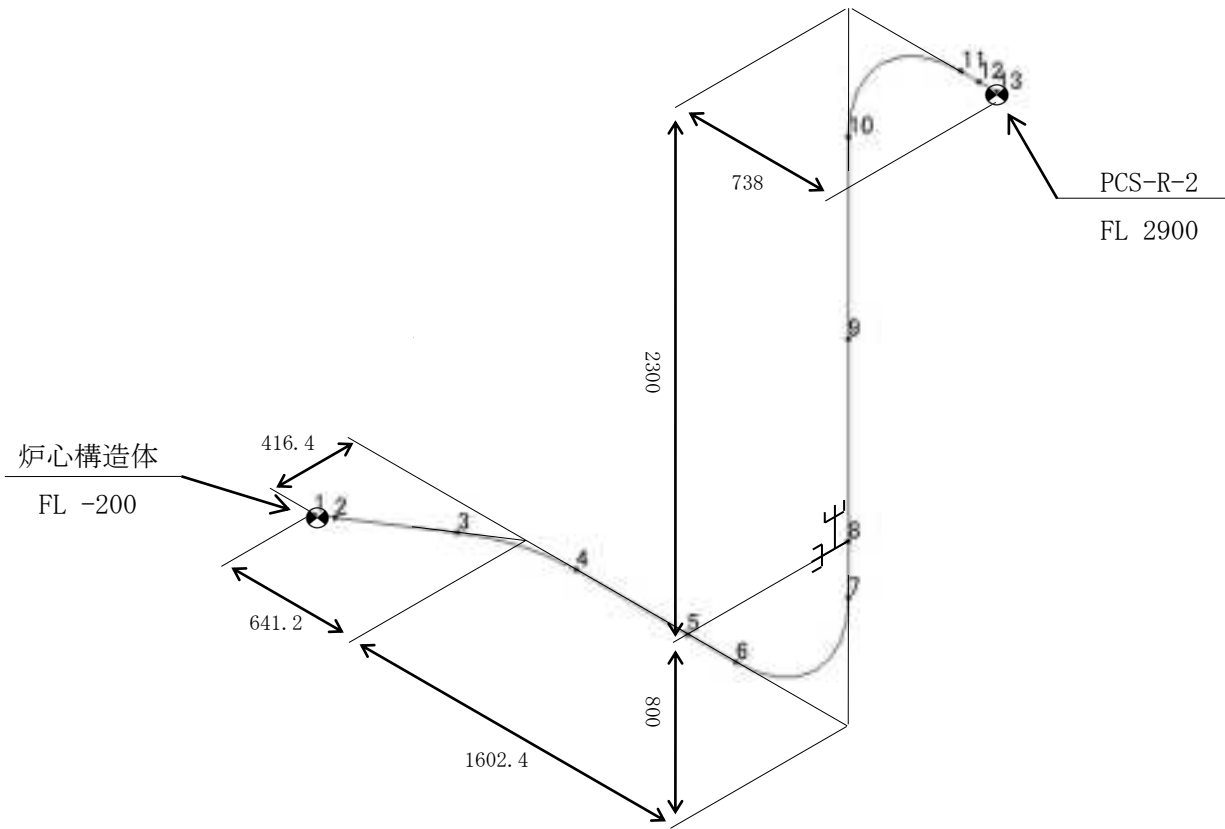


## 2.2. 鳥瞰図

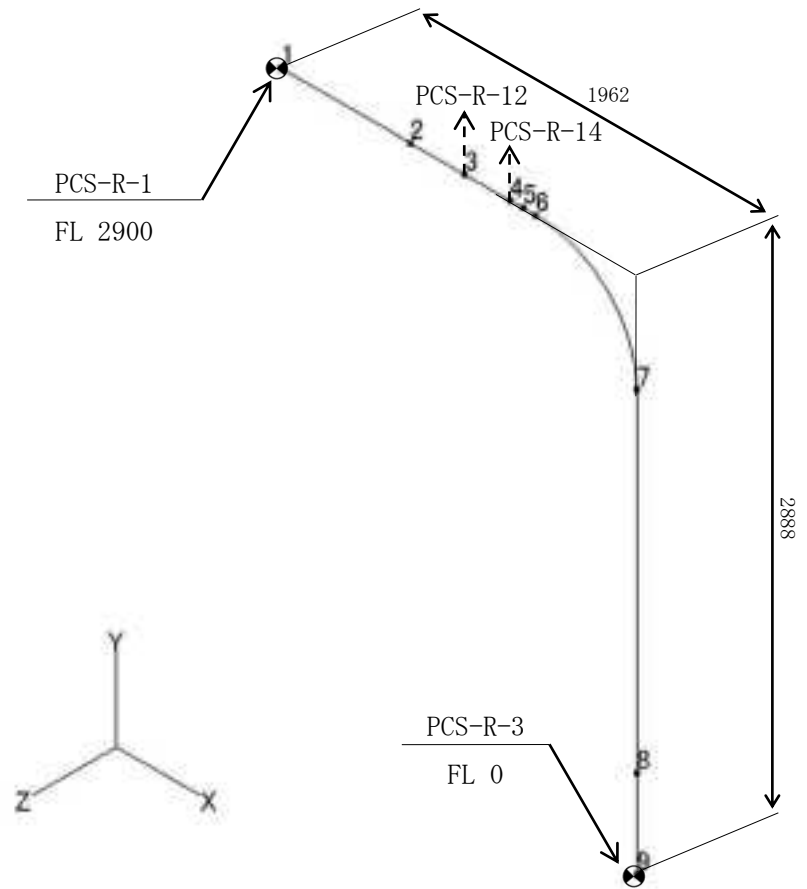
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	ハンガー
	スナッパ
	リジットハンガ
	流量計

(1) PCS-R-1

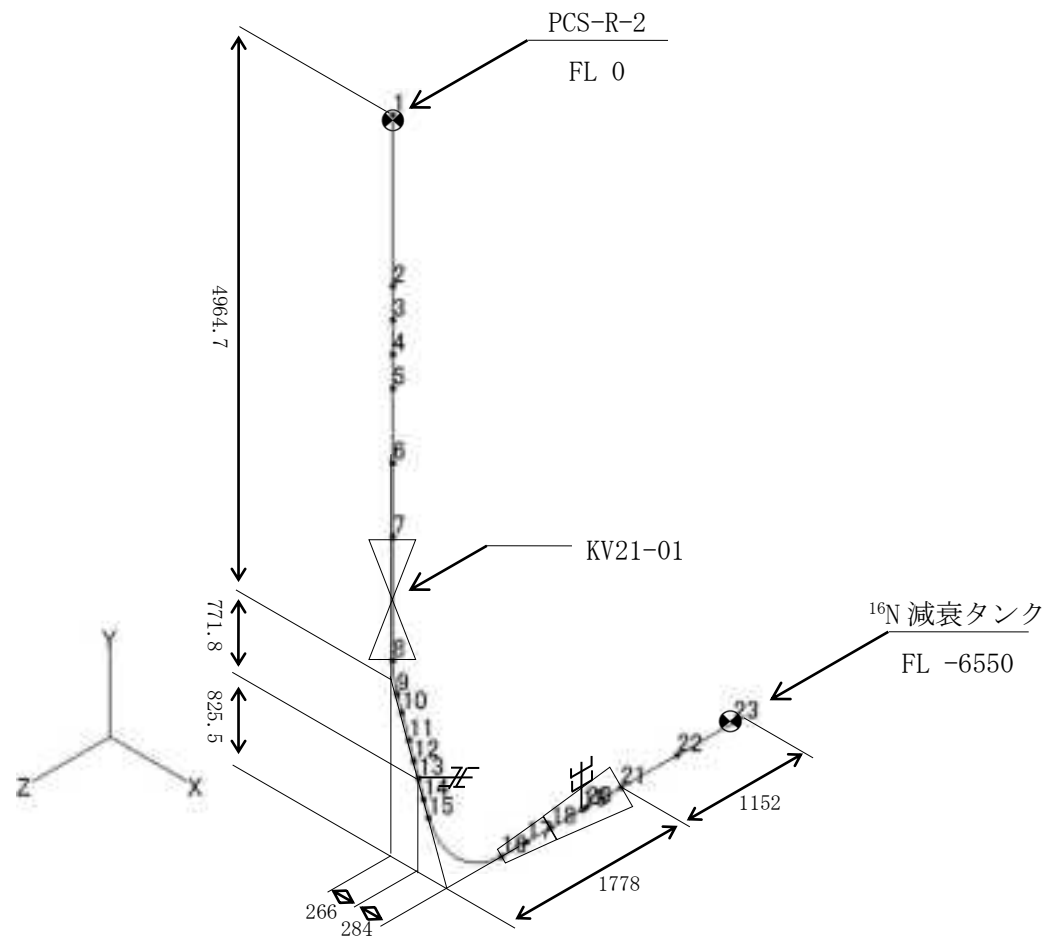


(2) PCS-R-2

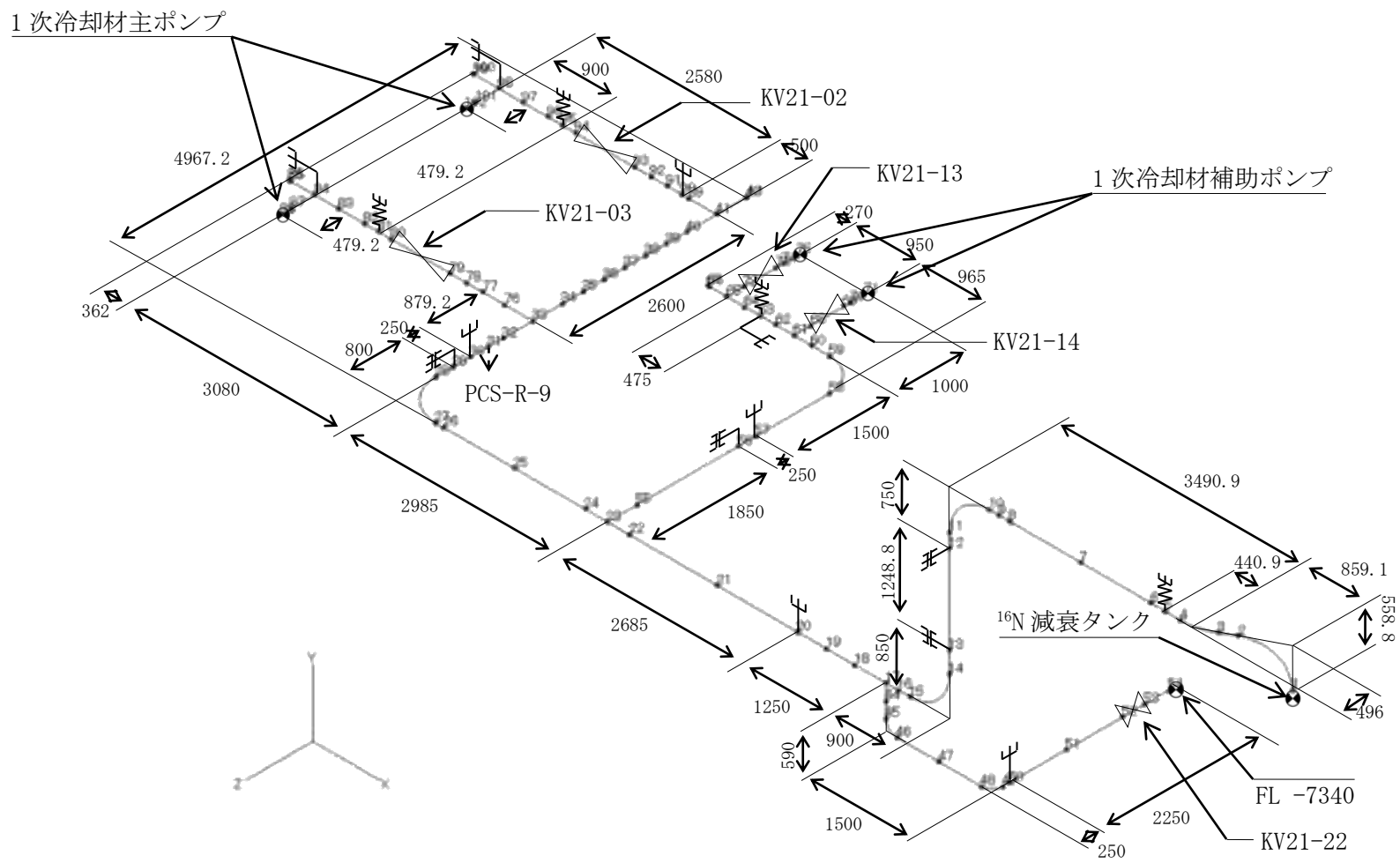


添 3-4-2-2-5

(3) PCS-R-3

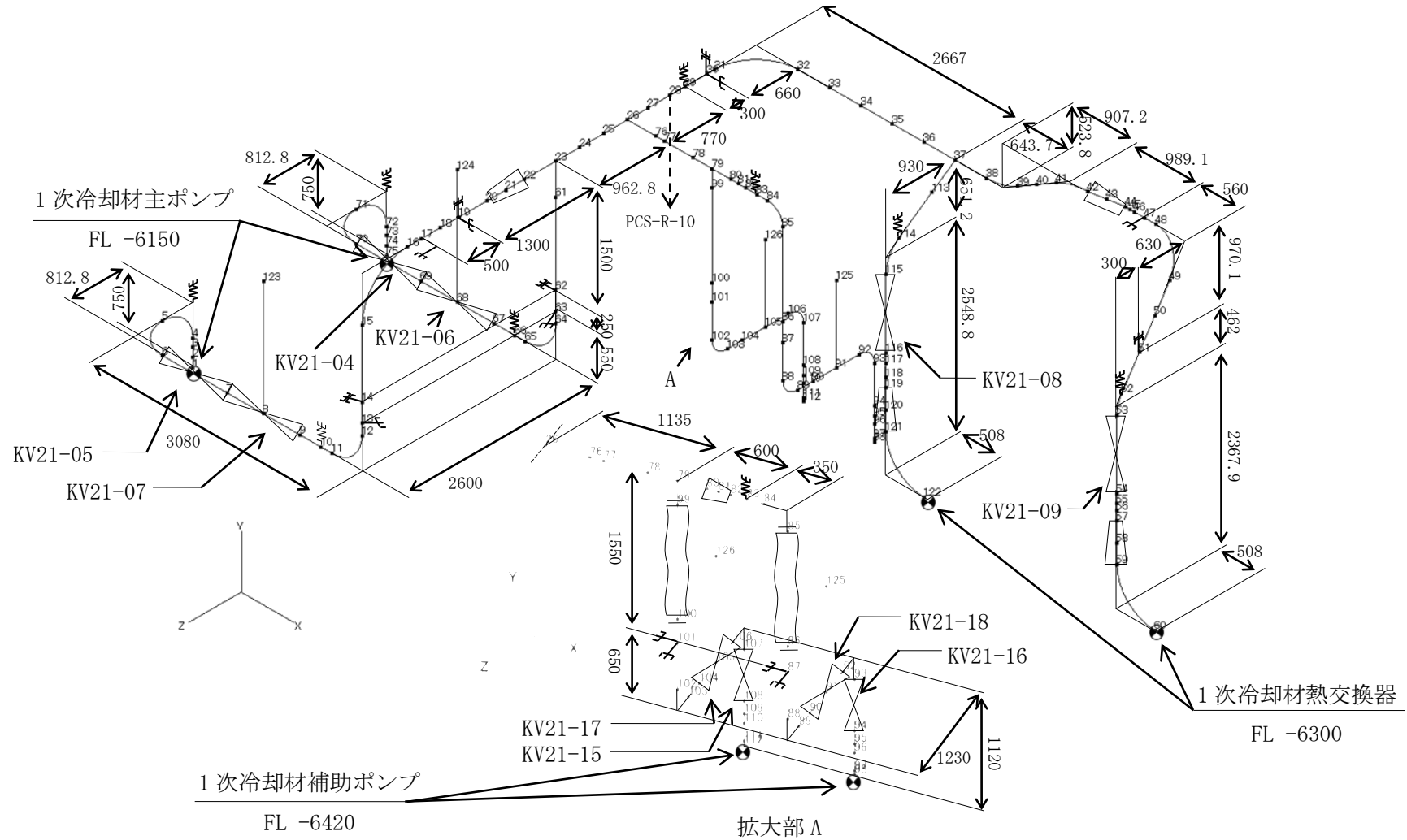


(4) PCS-R-4

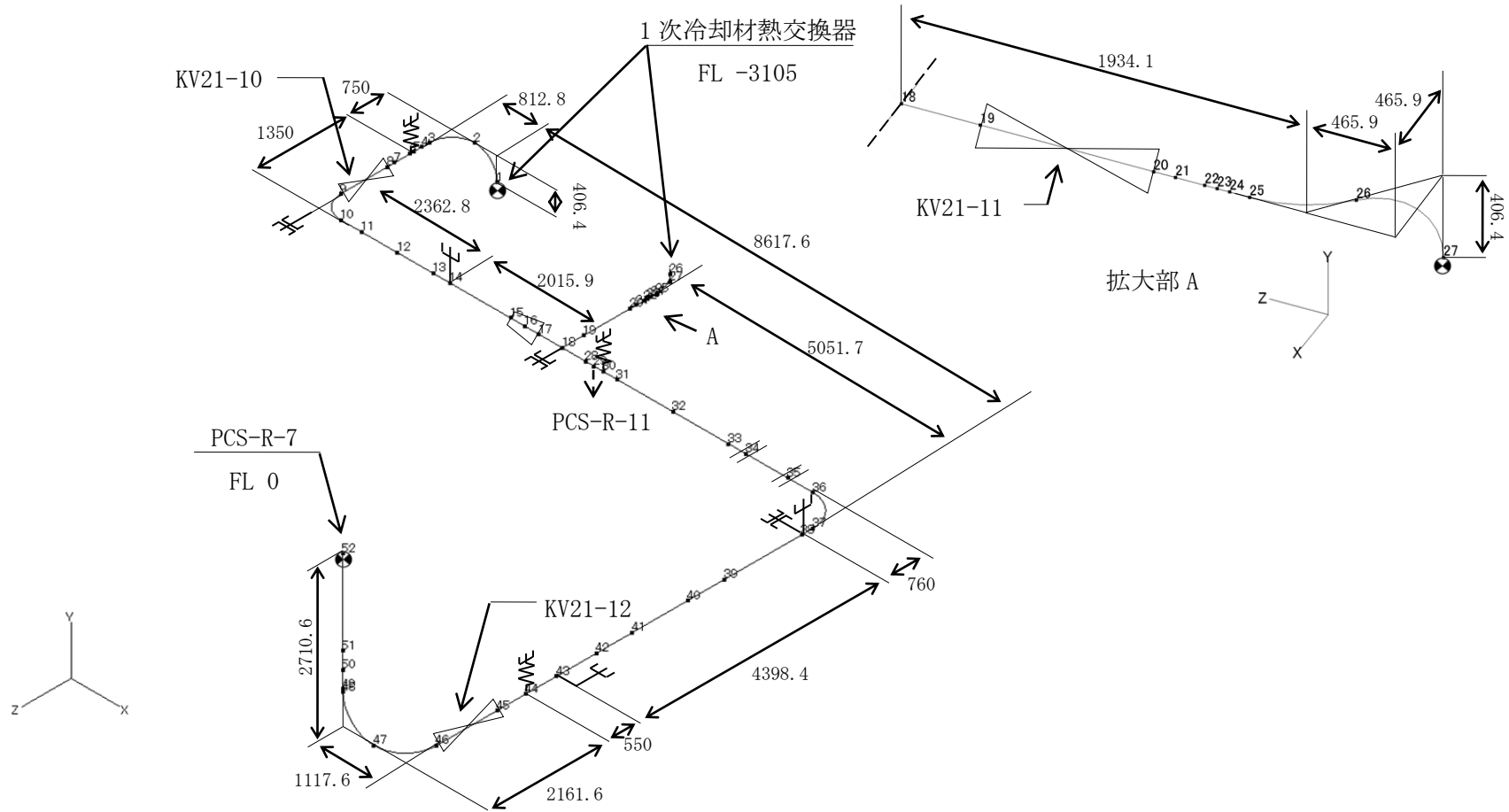




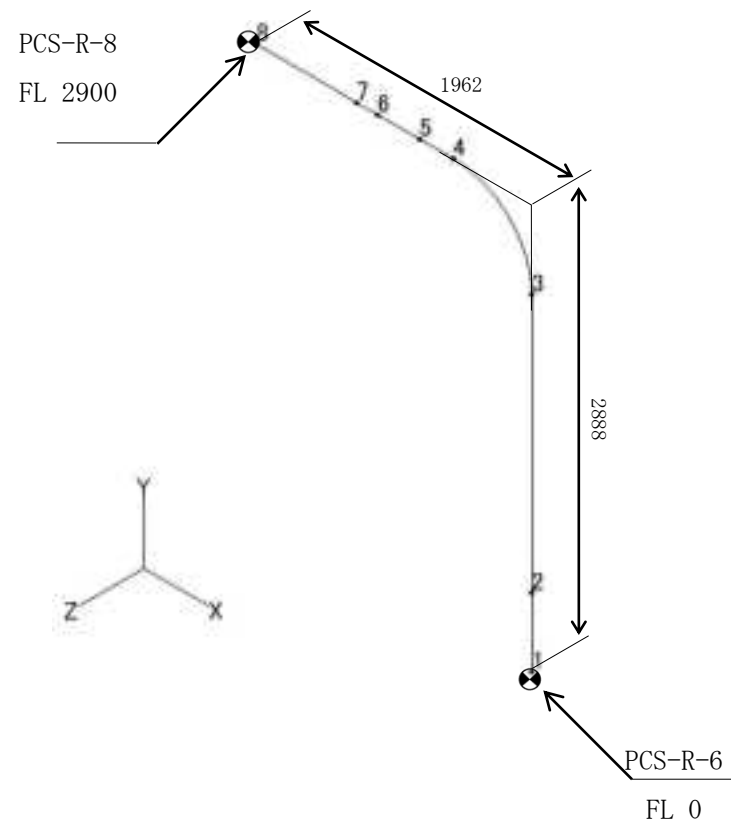
(5) PCS-R-5



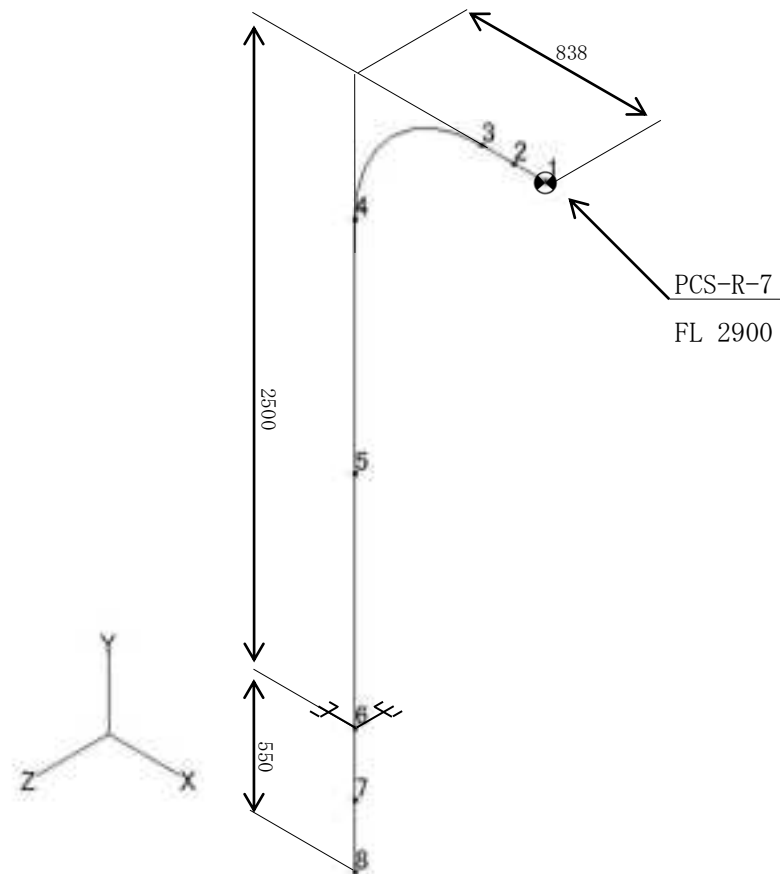
(6) PCS-R-6



(7) PCS-R-7

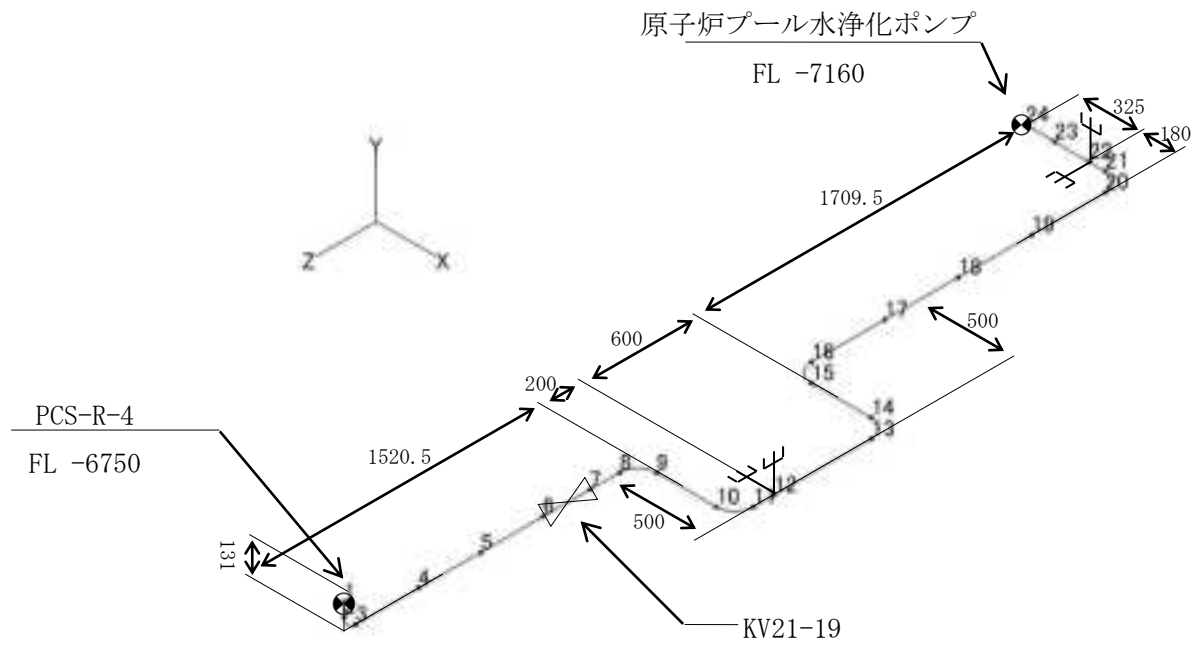


(8) PCS-R-8

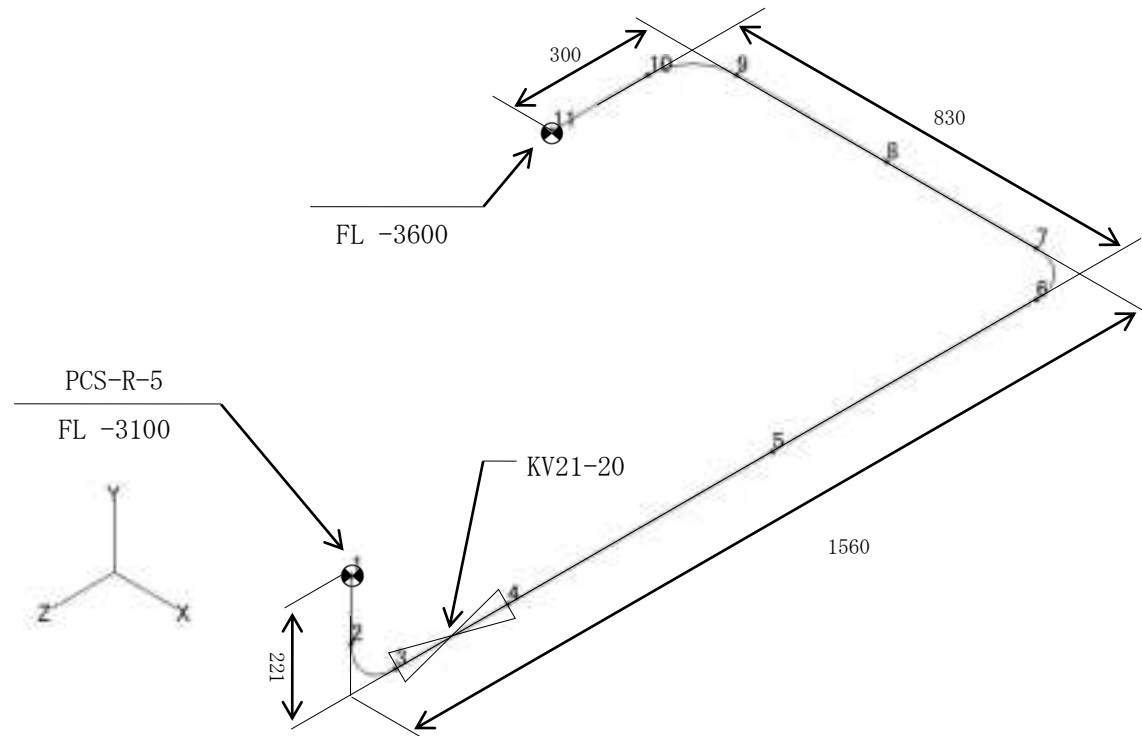


添 3-4-2-2-11

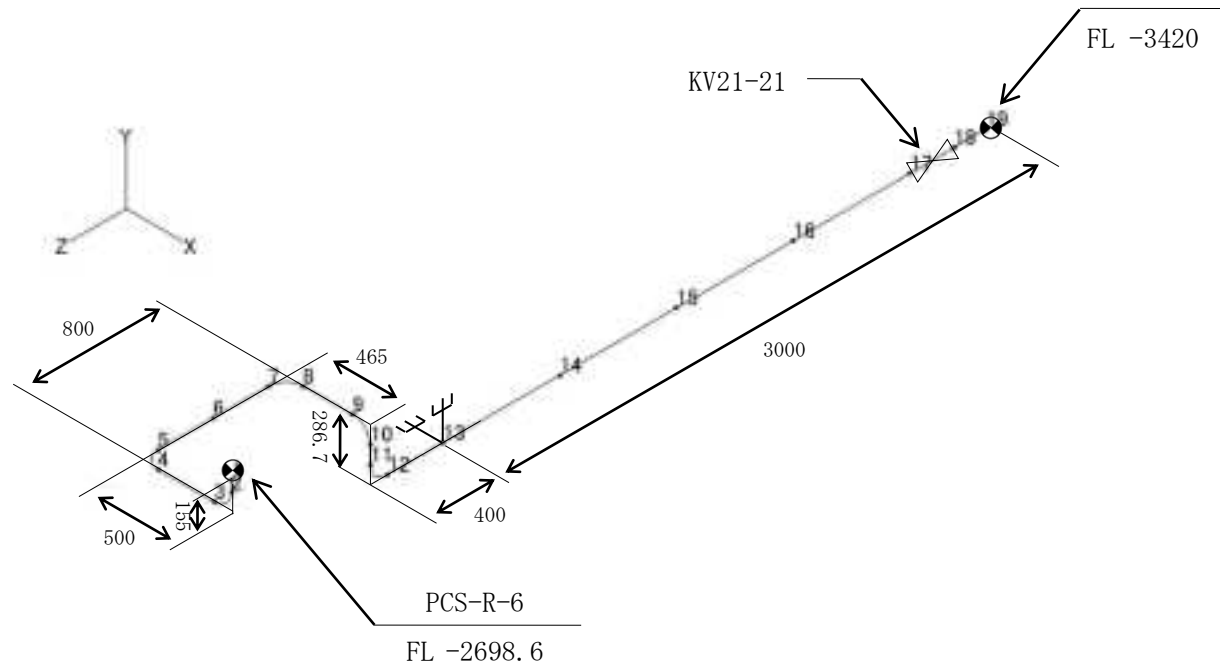
(9) PCS-R-9



(10) PCS-R-10



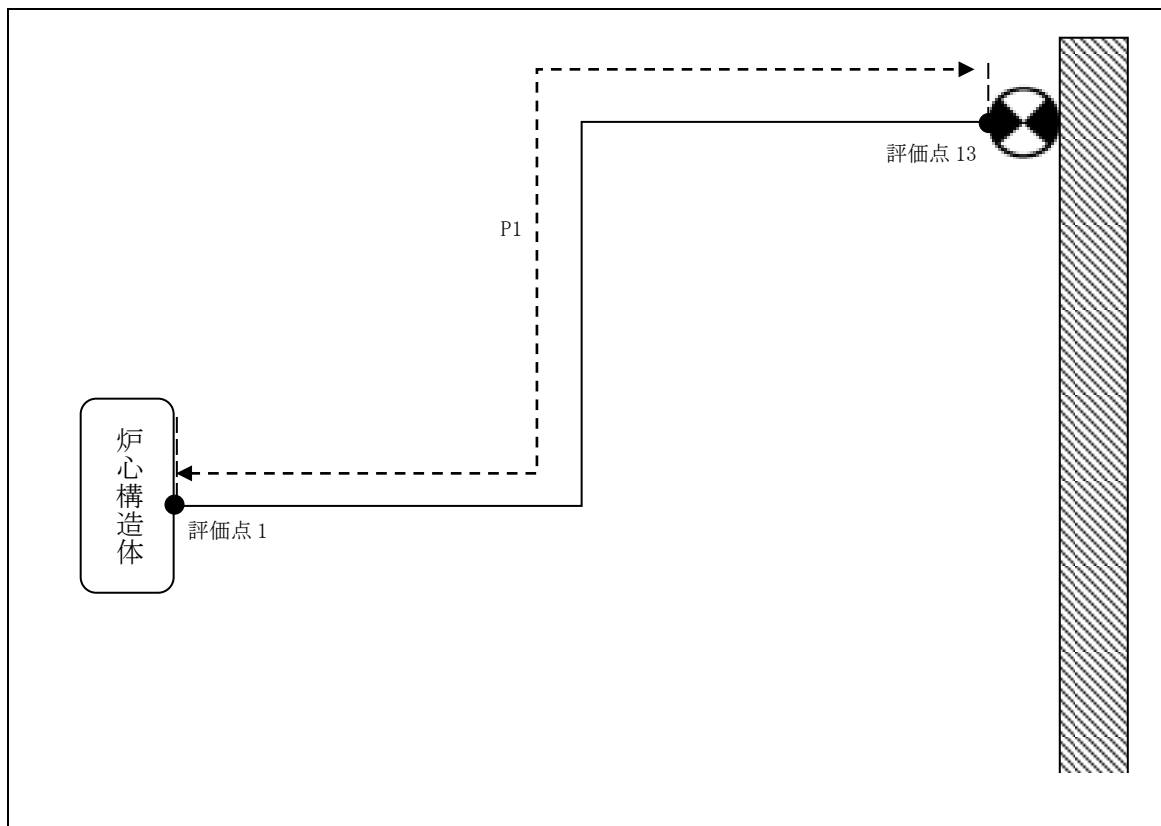
(11) PCS-R-11



### 3. 設計条件

#### 3.1. PCS-R-1

##### (1) 解析モデル



配管番号			P1		
外径(mm)			558.8		
板厚(mm)			9.5		
材質			SUS304LTPY		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$1.93 \times 10^5$		
ポアソン比(-)			0.3		
最高使用温度(°C)			55		
最高使用圧力(MPa)			0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$7.93 \times 10^{-9}$		
内部流体種類			水		
内部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$		
外部流体種類			水		
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$		
設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			133		
設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )			367		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	$IV_A S$	1次	330		
		1次+2次	266		
	$B_A S$	1次	133		



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(9)	2.10	—
3	(6)	4.03	—
4	(6)	4.03	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	5.28	—
7	(6)	5.28	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(6)	5.28	—
11	(6)	5.28	—
12	(1)	1.00	—
13	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	44.40	—

## (4) 入力地震波

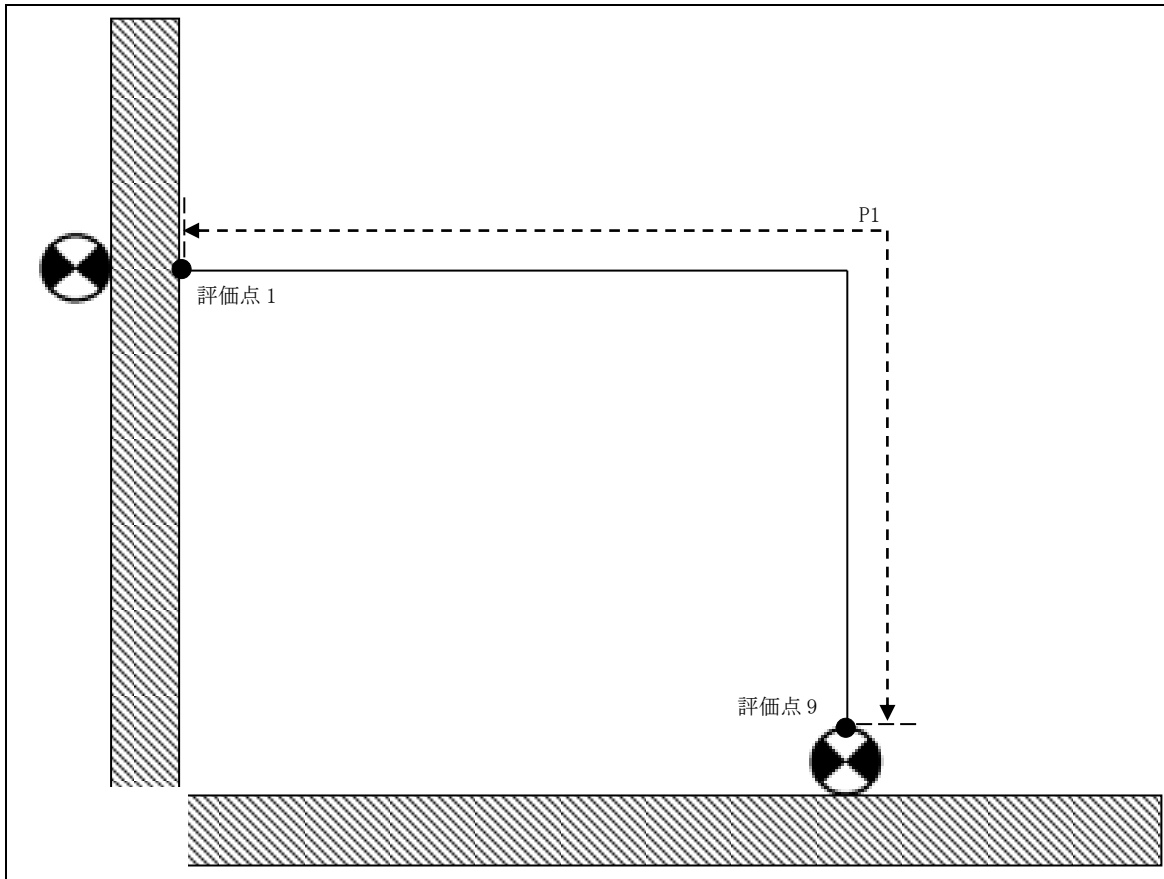
許容応力状態	地震波	種類	減衰定数	使用質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>A</sub> S	基準地震動 S <sub>s</sub>	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 9, 10, 22, 23	1.05	0.98
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	1.2ZPA	—		0.30	0.26
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

評価点	相対変位 (mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	4.31	0.15	4.31
8	—	0.16	4.87
13	6.18	0.18	6.18

3. 2. PCS-R-2

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	558.8			
板厚(mm)	9.5			
材質	SUS304LTPY			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.1961			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	133			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	133	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(5)	2.24	—
4	(5)	2.24	—
5	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
6	(6)	5.28	—
7	(6)	5.28	—
8	(3)	1.80	—
9	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

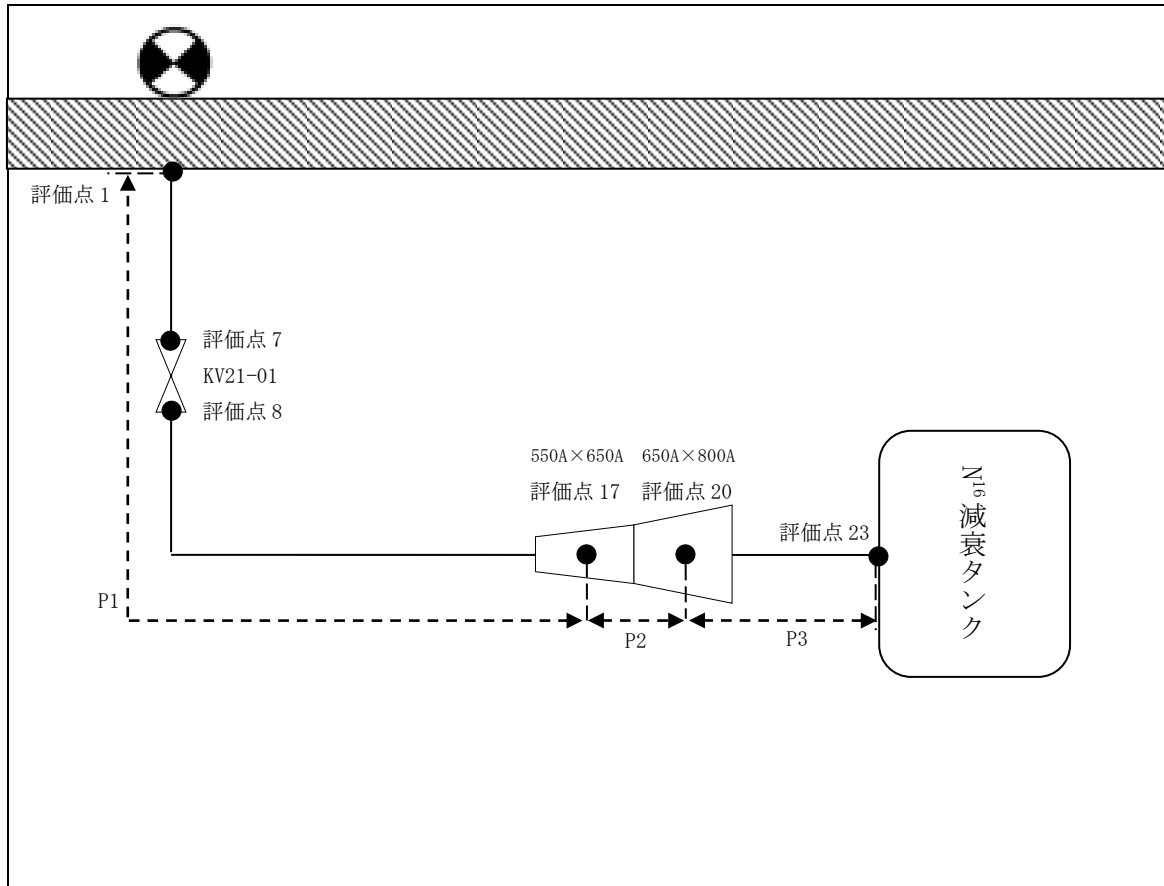
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9	0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—

### 3.3. PCS-R-3

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	558.8	660.4	812.8
板厚(mm)	9.5	12.7	12.7
材質	SUS304LTPY	SUS304LTPY	SUS304LTPY
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^6$	$1.93 \times 10^6$
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55	55	55
最高使用圧力(MPa)	0.1961	0.1961	0.1961
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—
設計降伏点 Sy	133	133	133
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 133	133	133

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(5)	2.10	—
4	(5)	2.10	—
5	(5)	2.10	—
6	(1)	1.00	—
7	(2)	2.10	—
8	(6)	4.03	—
9	(6)	4.03	—
10	(5)	2.10	—
11	(5)	2.10	—
12	(5)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(1)	1.00	—
14	(5)	2.10	—
15	(6)	5.28	—
16	(6)	5.28	—
17	(7)	2.00	—
18	(3)	1.80	—
19	(1)	1.00	—
20	(7)	2.00	—
21	(2)	2.10	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

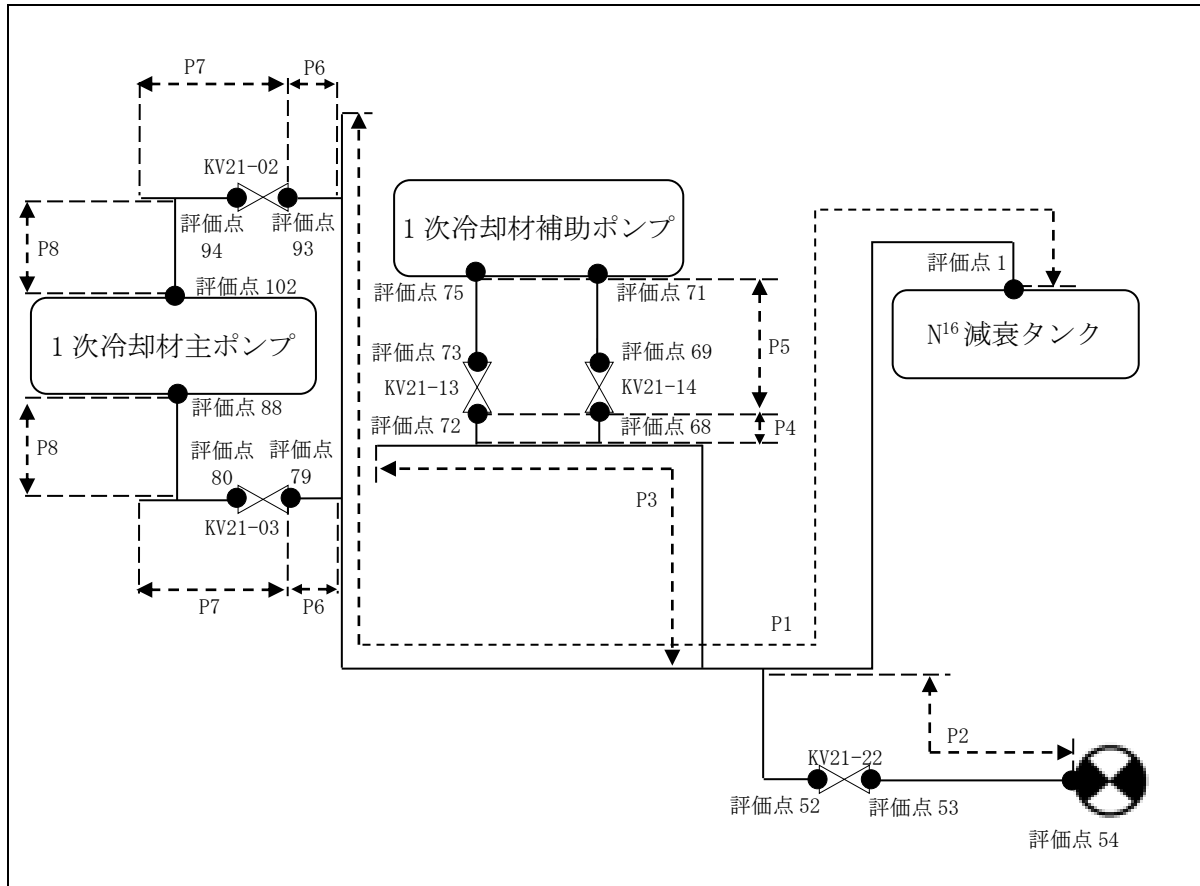
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	KV21-01	弁	760.00	—
8	KV21-01	弁	760.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.4. PCS-R-4

(1) 解析モデル



配管番号			P1	P2	P3	P4
外径(mm)			558.8	114.3	318.5	267.4
板厚(mm)			9.5	4.0	6.5	6.5
材質			SUS304LTPY	SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)			0.3	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)			55	55	55	55
最高使用圧力(MPa)			0.1961	0.1961	0.1961	0.1961
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			水	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類			—	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)			—	—	—	—
設計降伏点 Sy			133	166	166	166
設計引張強さ Su			—	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	133	166	166	166

配管番号			P5	P6	P7	P8
外径(mm)			267.4	457.2	457.2	406.4
板厚(mm)			6.5	8.0	8.0	8.0
材質			SUS304LTP	SUS304LTPY	SUS304LTPY	SUS304LTPY
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)			0.3	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)			55	55	55	55
最高使用圧力(MPa)			0.7845	0.1961	0.7845	0.7845
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			水	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類			—	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)			—	—	—	—
設計降伏点 Sy			166	133	133	133
設計引張強さ Su			—	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	133	133	133

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(6)	5.28	—
2	(6)	5.28	—
3	(6)	4.03	—
4	(6)	4.03	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(5)	2.10	—
10	(6)	5.28	—
11	(6)	5.28	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(6)	5.28	—
15	(6)	5.28	—
16	(1)	1.00	—
17	(5)	2.58	2.58
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(4)	3.16	3.16
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(6)	5.28	—
28	(6)	5.28	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(5)	2.10	—
32	(3)	1.80	—
33	(4)	3.16	3.16
34	(3)	1.80	—
35	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(1)	1.00	—
37	(1)	1.00	—
38	(1)	1.00	—
39	(1)	1.00	—
40	(3)	1.80	—
41	(4)	3.16	3.16
42	(3)	1.80	—
43	(2)	2.10	—
44	(1)	1.00	—
45	(6)	2.63	—
46	(6)	2.63	—
47	(1)	1.00	—
48	(6)	2.63	—
49	(6)	2.63	—
50	(1)	1.00	—
51	(1)	1.00	—
52	(2)	2.10	—
53	(2)	2.10	—
54	(2)	2.10	—
55	(1)	1.00	—
56	(1)	1.00	—
57	(1)	1.00	—
58	(6)	3.66	—
59	(6)	3.66	—
60	(3)	1.80	—
61	(4)	2.79	2.79
62	(3)	1.80	—
63	(1)	1.00	—
64	(3)	1.80	—
65	(4)	2.79	2.79
66	(3)	1.80	—
67	(2)	2.10	—
68	(2)	2.10	—
69	(2)	2.10	—
70	(1)	1.00	—



評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(2)	2.10	—
72	(2)	2.10	—
73	(2)	2.10	—
74	(1)	1.00	—
75	(2)	2.10	—
76	(3)	1.80	—
77	(5)	2.10	—
78	(1)	1.00	—
79	(2)	2.10	—
80	(2)	2.10	—
81	(1)	1.00	—
82	(5)	2.10	—
83	(3)	1.80	—
84	(4)	3.10	3.10
85	(3)	1.80	—
86	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
87	(3)	1.80	—
88	(2)	2.10	—
89	(3)	1.80	—
90	(1)	1.00	—
91	(5)	2.10	—
92	(1)	1.00	—
93	(2)	2.10	—
94	(2)	2.10	—
95	(1)	1.00	—
96	(5)	2.10	—
97	(3)	1.80	—
98	(4)	3.10	3.10
99	(3)	1.80	—
100	(1)	1.00	—
101	(3)	1.80	—
102	(2)	2.10	—

(3) 機器重量

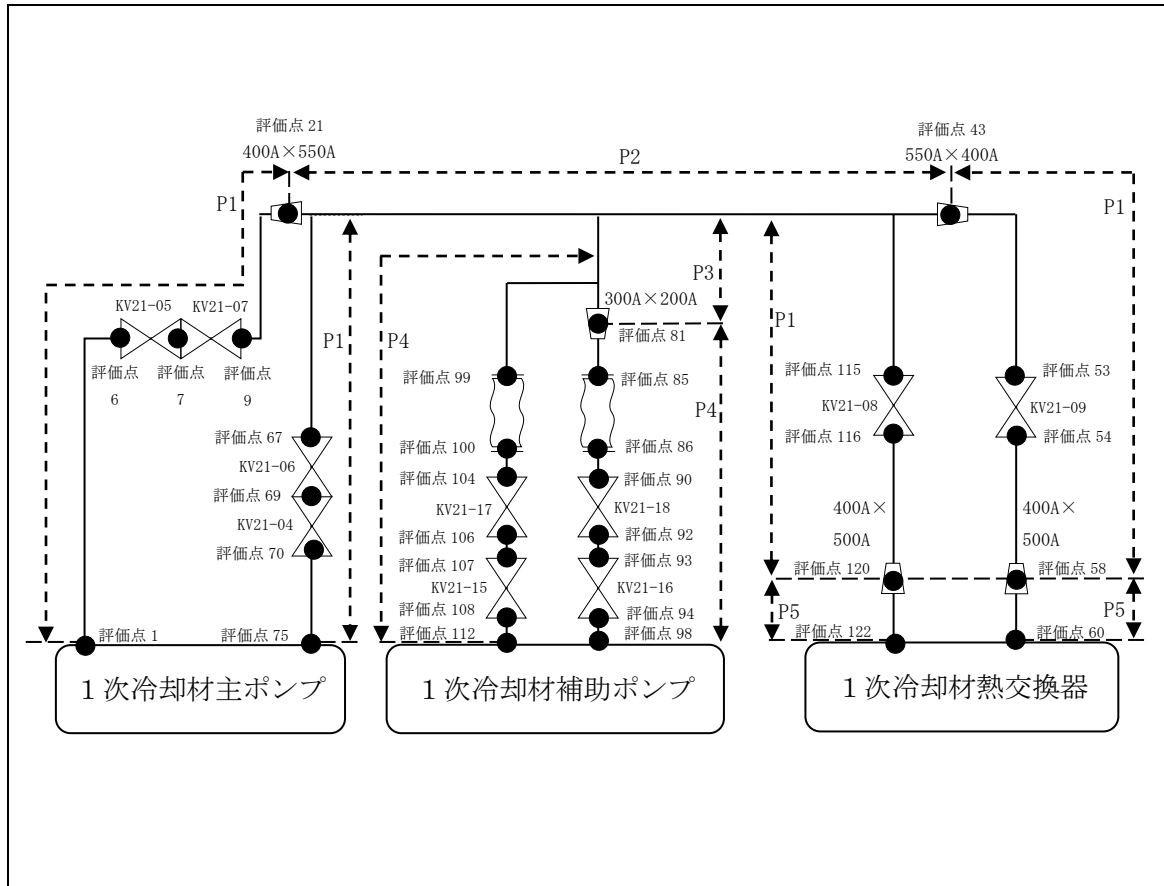
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
52	KV21-22	弁	25.00	—
53	KV21-22	弁	25.00	—
68	KV21-14	弁	120.00	—
69	KV21-14	弁	120.00	—
72	KV21-13	弁	120.00	—
73	KV21-13	弁	120.00	—
79	KV21-03	弁	355.00	—
80	KV21-03	弁	355.00	—
93	KV21-02	弁	355.00	—
94	KV21-02	弁	355.00	—

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

### 3.5. PCS-R-5

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	P3
外径(mm)	406.4		558.8	318.5
板厚(mm)	8.0		9.5	6.5
材質	SUS304LTPY		SUS304LTPY	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>	1.93×10 <sup>5</sup>
ポアソン比(-)	0.3		0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55		55	55
最高使用圧力(MPa)	0.7845		0.7845	0.7845
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>
内部流体種類	水		水	水
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	1.00×10 <sup>-9</sup>
外部流体種類	—		—	—
外部流体密度(ton/mm)	—		—	—
設計降伏点 Sy	133		133	166
設計引張強さ Su	—		—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	133	166

配管番号	P4	P5	
外径(mm)	216.3	508.0	
板厚(mm)	6.5	9.5	
材質	SUS304LTP	SUS304L	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	
ポアソン比(-)	0.3	0.3	
最高使用温度(°C)	55	55	
最高使用圧力(MPa)	0.7845	0.7845	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	水	水	
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	
外部流体種類	—	—	
外部流体密度(ton/mm)	—	—	
設計降伏点 Sy	166	133	
設計引張強さ Su	—	—	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 166	133	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(5)	2.10	—
4	(6)	4.77	—
5	(6)	4.77	—
6	(6)	4.77	—
9	(3)	1.80	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	4.77	—
12	(6)	4.77	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(6)	3.64	—
16	(6)	3.64	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(3)	1.80	—
21	(7)	2.00	—
22	(3)	1.80	—
23	(4)	3.16	3.16
24	(3)	1.80	—
25	(1)	1.00	—
26	(4)	3.16	3.16
27	(5)	2.10	—
28	(5)	2.10	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(6)	5.28	—
32	(6)	5.28	—
33	(1)	1.00	—
34	(1)	1.00	—
35	(1)	1.00	—
36	(3)	1.80	—
37	(4)	3.16	3.16

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
38	(6)	4.03	—
39	(6)	4.03	—
40	(1)	1.00	—
41	(6)	4.03	—
42	(6)	4.03	—
43	(7)	2.00	—
44	(3)	1.80	—
45	(3)	1.00	—
46	(5)	2.10	—
47	(1)	1.00	—
48	(6)	4.77	—
49	(6)	4.77	—
50	(5)	2.10	—
51	(1)	1.00	—
52	(6)	4.77	—
53	(6)	4.77	—
54	(2)	2.10	—
55	(5)	2.10	—
56	(5)	2.10	—
57	(3)	1.80	—
58	(7)	2.00	—
59	(6)	4.95	—
60	(6)	4.95	—
61	(3)	1.80	—
62	(1)	1.00	—
63	(1)	1.00	—
64	(6)	4.77	—
65	(6)	4.77	—
66	(1)	1.00	—
67	(3)	1.80	—
70	(6)	4.77	—
71	(6)	4.77	—
72	(6)	4.77	—
73	(5)	2.10	—
74	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
75	(2)	2.10	—
76	(3)	1.80	—
77	(3)	1.80	—
78	(3)	1.80	—
79	(4)	2.79	2.79
80	(3)	1.80	—
81	(7)	2.00	—
82	(3)	1.80	—
83	(1)	1.00	—
84	(6)	2.60	—
85	(6)	2.60	—
86	(9)	2.10	—
87	(1)	1.00	—
88	(6)	3.70	—
89	(6)	3.70	—
90	(3)	1.80	—
92	(6)	3.70	—
93	(6)	3.70	—
94	(2)	2.10	—
95	(5)	2.10	—
96	(5)	2.10	—
97	(1)	1.00	—
98	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
99	(9)	2.10	—
100	(9)	2.10	—
101	(1)	1.00	—
102	(6)	3.70	—
103	(6)	3.70	—
104	(3)	1.80	—
106	(6)	3.70	—
107	(6)	3.70	—
108	(2)	2.10	—
109	(5)	2.10	—
110	(5)	2.10	—
111	(1)	1.00	—
112	(2)	2.10	—
113	(3)	1.80	—
114	(6)	4.77	—
115	(6)	4.77	—
116	(9)	2.10	—
117	(9)	2.10	—
118	(9)	2.10	—
119	(3)	1.80	—
120	(7)	2.00	—
121	(6)	4.95	—
122	(6)	4.95	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	KV21-05	弁	225.00	—
7	KV21-05 KV21-07	弁	413.75	—
8	KV21-07	弁	377.50	—
9	KV21-07	弁	188.75	—
53	KV21-09	弁	450.00	—
54	KV21-09	弁	450.00	—
67	KV21-06	弁	188.75	—
68	KV21-06	弁	377.50	—
69	KV21-04 KV21-06	弁	413.75	—
70	KV21-04	弁	225.00	—
85	—	フランジ+ 流量計	55.50	—
86	—	フランジ+ 流量計	55.50	—
90	KV21-18	弁	50.00	—
91	KV21-18	弁	100.00	—
92	KV21-18	弁	50.00	—
93	KV21-16	弁	55.00	—
94	KV21-16	弁	55.00	—
99	—	フランジ+ 流量計	55.50	—
100	—	フランジ+ 流量計	55.50	—
104	KV21-17	弁	50.00	—
105	KV21-17	弁	100.00	—
106	KV21-17	弁	50.00	—
107	KV21-15	弁	55.00	—
108	KV21-15	弁	55.00	—
115	KV21-08	弁	450.00	—
116	KV21-08	弁	450.00	—
123	KV21-07	弁	445.00	—
124	KV21-06	弁	445.00	—
125	KV21-18	弁	160.00	—
126	KV21-17	弁	160.00	—

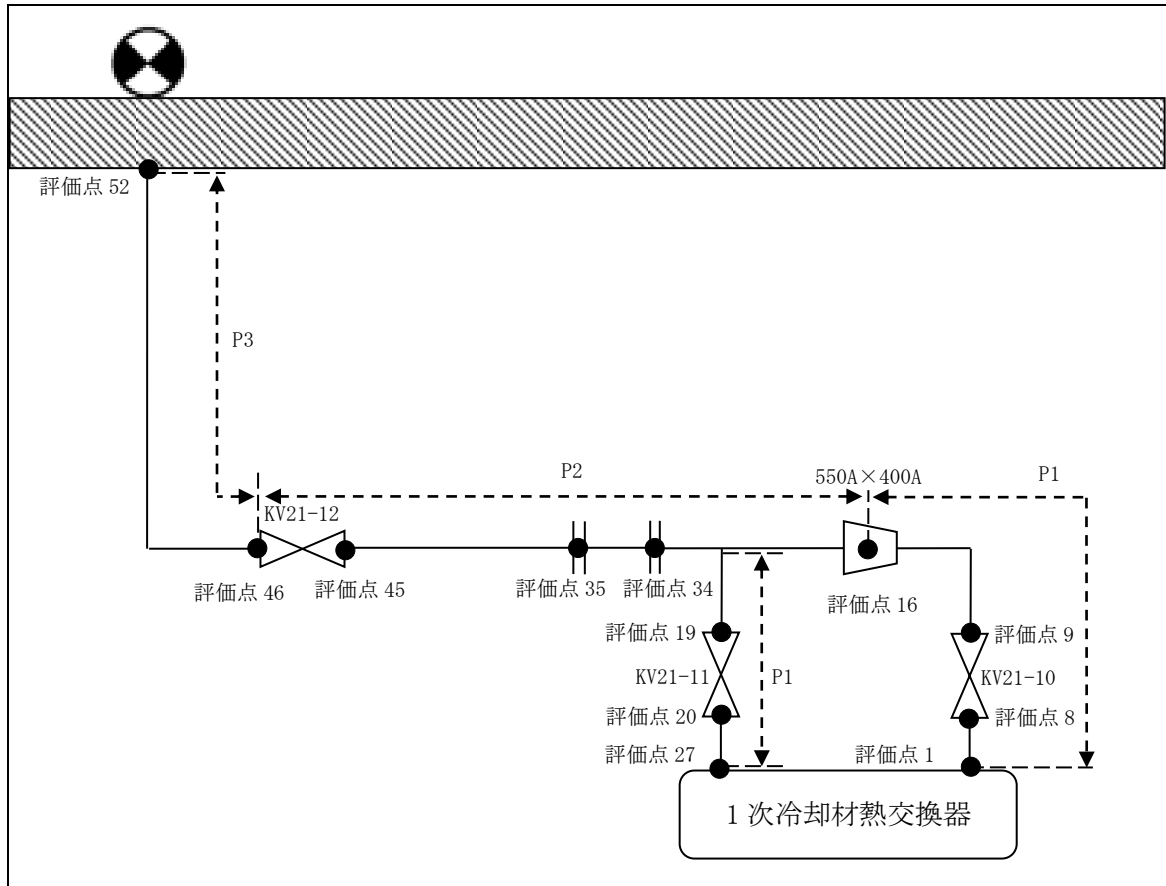
(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—



3.6. PCS-R-6

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	406.4	558.8	558.8
板厚(mm)	8.0	9.5	9.5
材質	SUS304LTPY	SUS304LTPY	SUS304LTPY
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55	55	55
最高使用圧力(MPa)	0.7845	0.7845	静水頭
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—
設計降伏点 Sy	133	133	133
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 133	133	133

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(6)	4.77	—
2	(6)	4.77	—
3	(6)	4.77	—
4	(5)	2.10	—
5	(5)	2.10	—
6	(1)	1.00	—
7	(5)	2.10	—
8	(2)	2.10	—
9	(6)	4.77	—
10	(6)	4.77	—
11	(5)	2.10	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(3)	1.80	—
16	(7)	2.00	—
17	(3)	1.80	—
18	(4)	3.16	3.16
19	(2)	2.10	—
20	(2)	2.10	—
21	(5)	2.10	—
22	(5)	2.10	—
23	(1)	1.00	—
24	(5)	2.10	—
25	(6)	3.64	—
26	(6)	4.77	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
27	(6)	4.77	—
28	(3)	1.80	—
29	(5)	2.10	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(1)	1.00	—
33	(1)	1.00	—
34	(9)	2.10	—
35	(9)	2.10	—
36	(6)	5.28	—
37	(6)	5.28	—
38	(1)	1.00	—
39	(1)	1.00	—
40	(1)	1.00	—
41	(1)	1.00	—
42	(1)	1.00	—
43	(1)	1.00	—
44	(1)	1.00	—
45	(2)	2.10	—
46	(6)	5.28	—
47	(6)	5.28	—
48	(6)	5.28	—
49	(5)	2.10	—
50	(5)	2.10	—
51	(1)	1.00	—
52	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

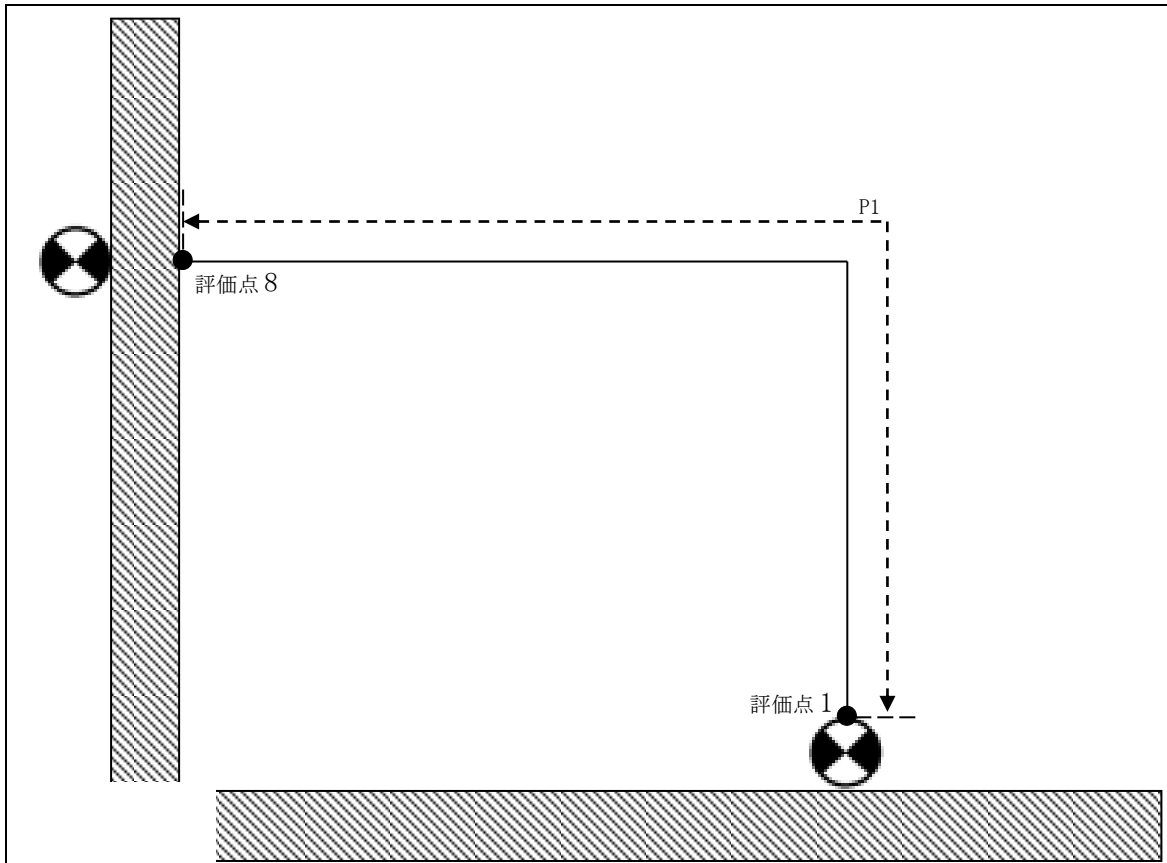
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	KV21-10	弁	355.00	—
9	KV21-10	弁	355.00	—
19	KV21-11	弁	355.00	—
20	KV21-11	弁	355.00	—
34	—	1次冷却材 ストレーナ+ フランジ	153.40	—
35	—	1次冷却材 ストレーナ+ フランジ	153.40	—
45	KV21-12	弁	760.00	—
46	KV21-12	弁	760.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	時刻歴	2.0%	原子炉建家質点 3	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3	0.18	—

3.7. PCS-R-7

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	558.8			
板厚(mm)	9.5			
材質	SUS304LTPY			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93 × 10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0686			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93 × 10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00 × 10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00 × 10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	133			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	133	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(3)	1.80	—
3	(6)	5.28	—
4	(6)	5.28	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
5	(1)	1.00	—
6	(5)	2.10	—
7	(1)	1.00	—
8	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

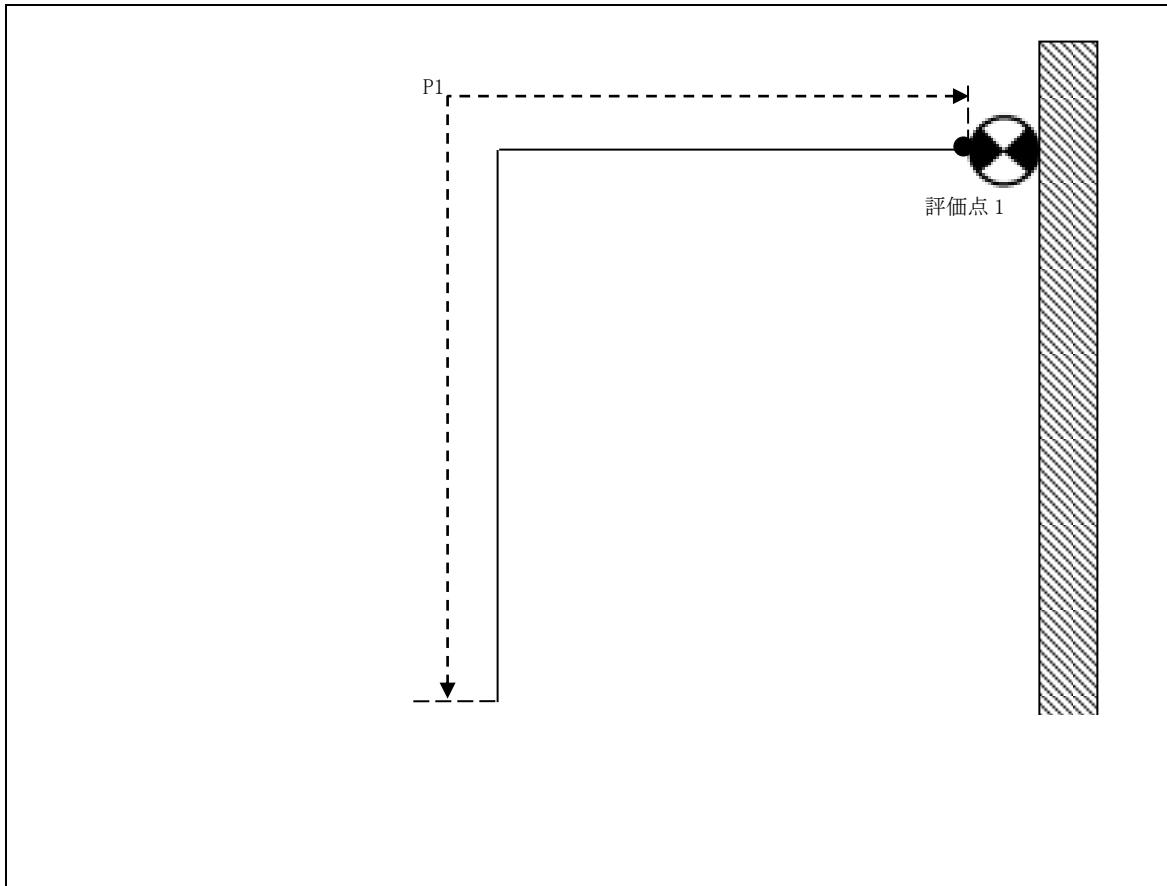
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3,9	0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—

3. 8. PCS-R-8

(1) 解析モデル



配管番号	P1				
外径(mm)	558.8				
板厚(mm)	9.5				
材質	SUS304LTPY				
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>				
ポアソン比(-)	0.3				
最高使用温度(°C)	55				
最高使用圧力(MPa)	0.0701				
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>				
内部流体種類	水				
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>				
外部流体種類	水				
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>				
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	133				
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	367				
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	IV <sub>A</sub> S	1次	330		
		1次+2次	266		
	B <sub>A</sub> S	1次	133		

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	5.28	—
4	(6)	5.28	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

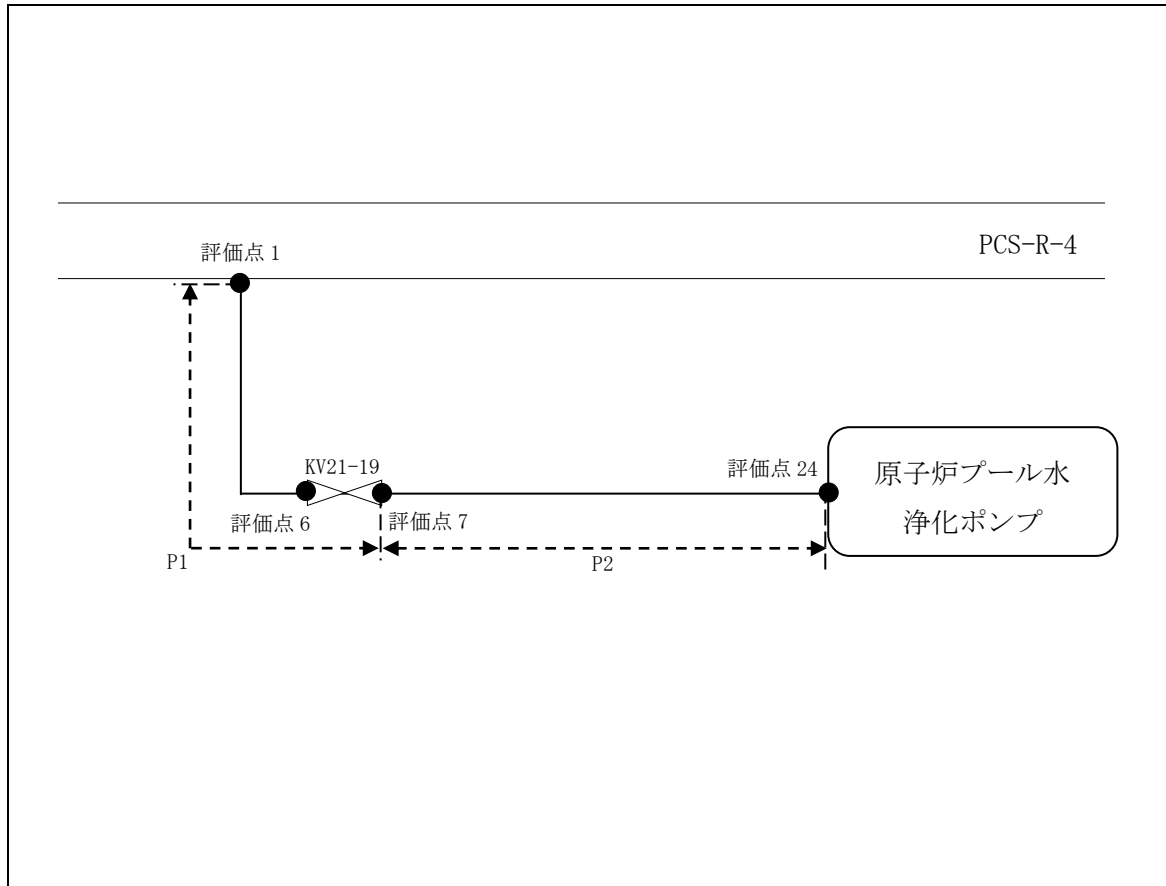
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>A</sub> S	基準地震動 S <sub>s</sub>	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9	1.05	0.98
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	1.2ZPA	—		0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—

(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

評価点	相対変位 (mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	6.18	0.18	6.18
8	4.76	—	4.76

3.9. PCS-R-9

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	76.3		76.3		
板厚(mm)	3.5		3.5		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.1961		0.7845		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	水		水		
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	—		—		
外部流体密度(ton/mm)	—		—		
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	166		166		
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—		—		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(5)	2.10	—
2	(6)	2.96	—
3	(6)	2.96	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(2)	2.10	—
7	(2)	2.10	—
8	(6)	2.26	—
9	(6)	2.26	—
10	(6)	2.26	—
11	(6)	2.26	—
12	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(6)	2.26	—
14	(6)	2.26	—
15	(6)	2.26	—
16	(6)	2.26	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(6)	2.26	—
21	(6)	2.26	—
22	(1)	1.00	—
23	(5)	2.10	—
24	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

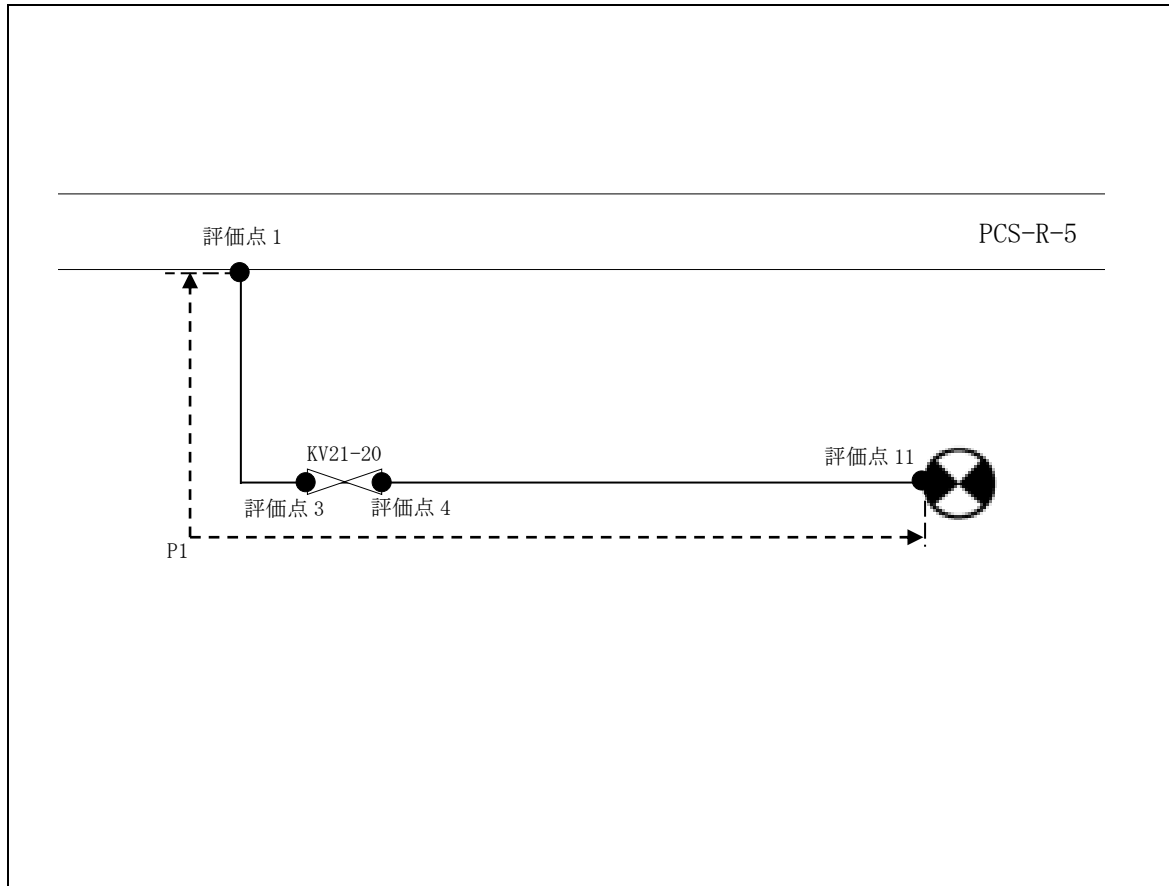
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	KV21-19	弁	16.00	—
7	KV21-19	弁	16.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3. 10. PCS-R-10

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	76.3			
板厚(mm)	3.5			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.7845			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm)	—			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	166			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(5)	2.10	—
2	(6)	2.26	—
3	(6)	2.26	—
4	(2)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
7	(6)	2.26	—
8	(1)	1.00	—
9	(6)	2.26	—
10	(6)	2.26	—
11	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

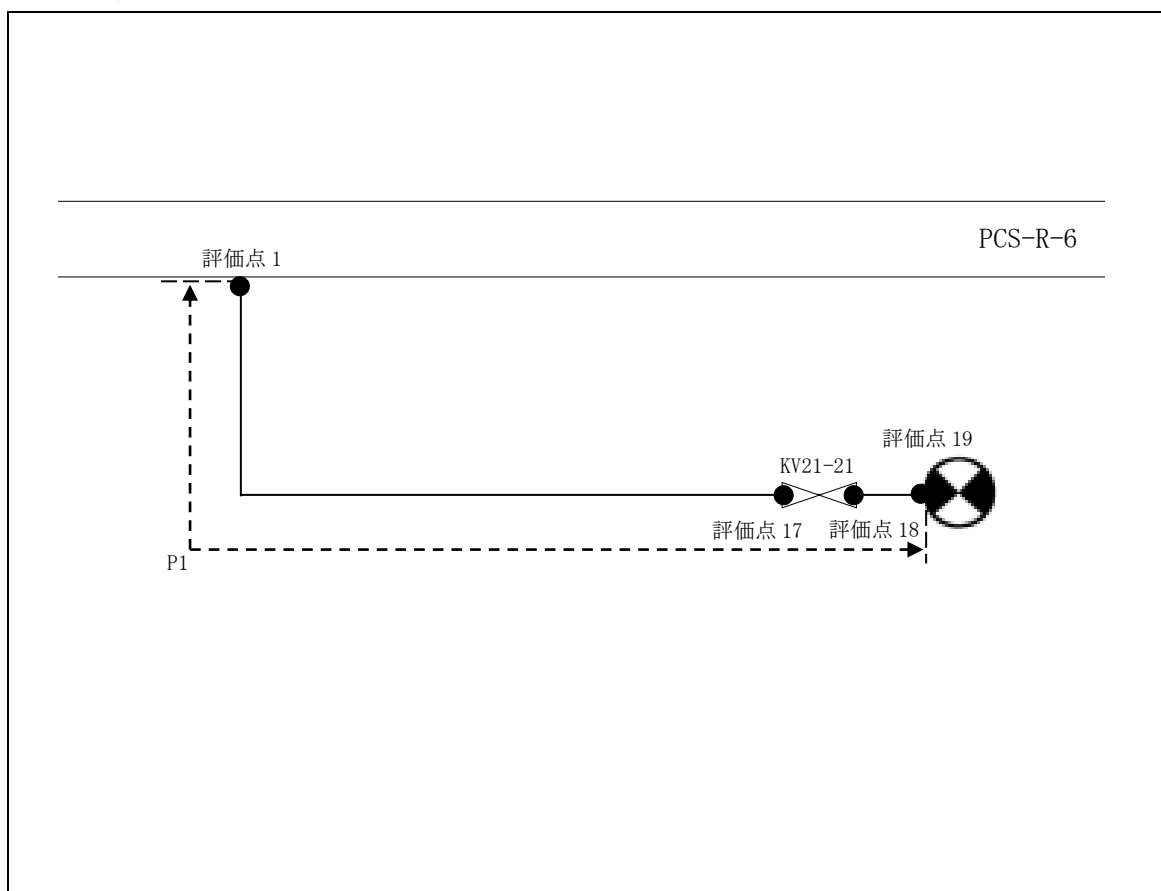
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
3	KV21-20	弁	16.00	—
4	KV21-20	弁	16.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2, 3	0.28	0.26
	静的地震力	—	—		0.18	—

3. 11. PCS-R-11

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	76.3			
板厚(mm)	3.5			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.7845			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm)	—			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	166			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(5)	2.10	—
2	(6)	2.26	—
3	(6)	2.26	—
4	(6)	2.26	—
5	(6)	2.26	—
6	(1)	1.00	—
7	(6)	2.26	—
8	(6)	2.26	—
9	(6)	2.26	—
10	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
11	(6)	2.26	—
12	(6)	2.26	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(2)	2.10	—
18	(2)	2.10	—
19	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
17	KV21-21	弁	16.00	—
18	KV21-21	弁	16.00	—

## (4) 入力地震波

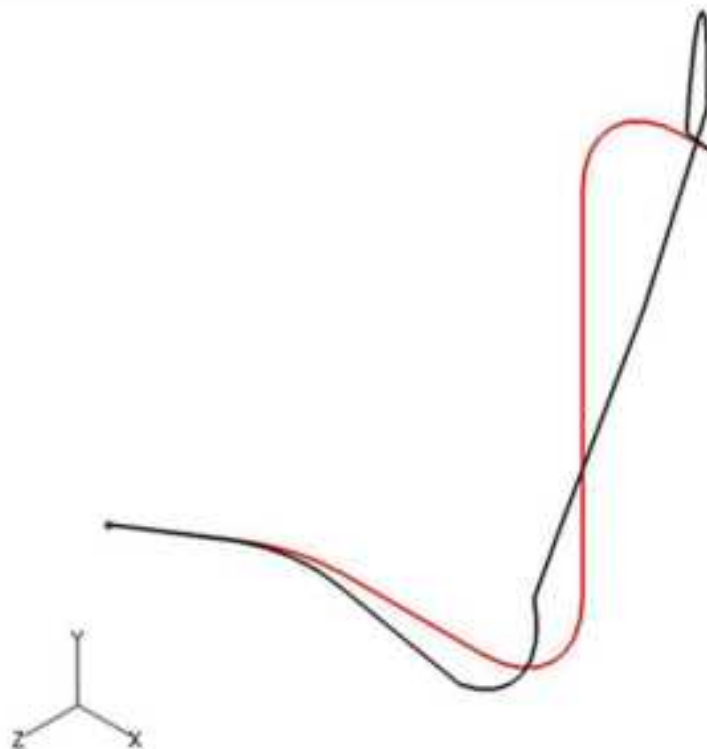
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2, 3	0.28	0.26
	静的地震力	—	—		0.18	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

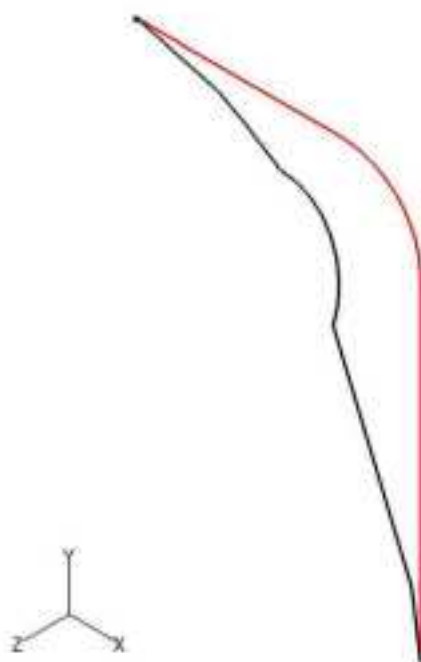
(1) PCS-R-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	66.0	121.0	63.1
固有周期 (s)	0.015	0.008	0.016



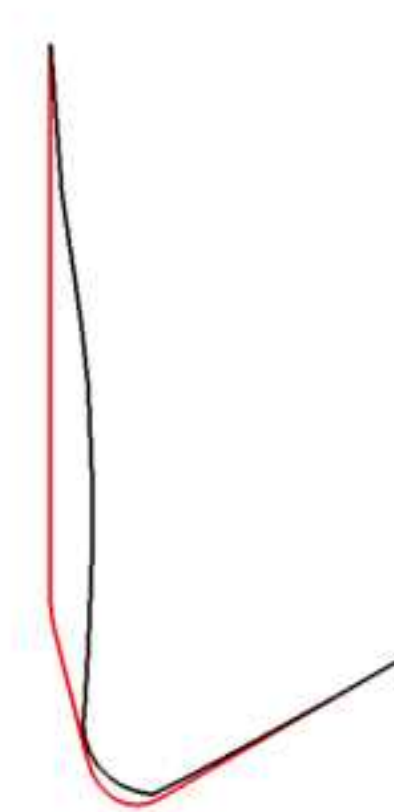
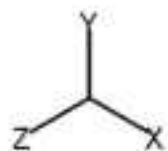
(2) PCS-R-2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	92.5	150.1	47.5
固有周期 (s)	0.011	0.007	0.021



(3) PCS-R-3

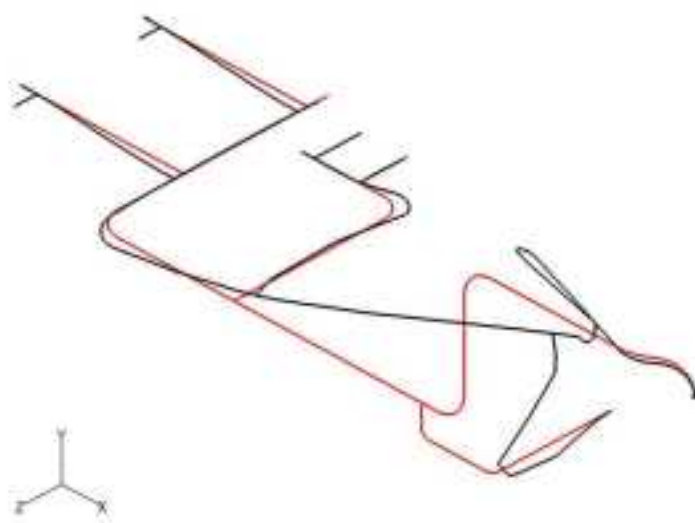
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	19.2	68.7	16.3
固有周期 (s)	0.052	0.015	0.061





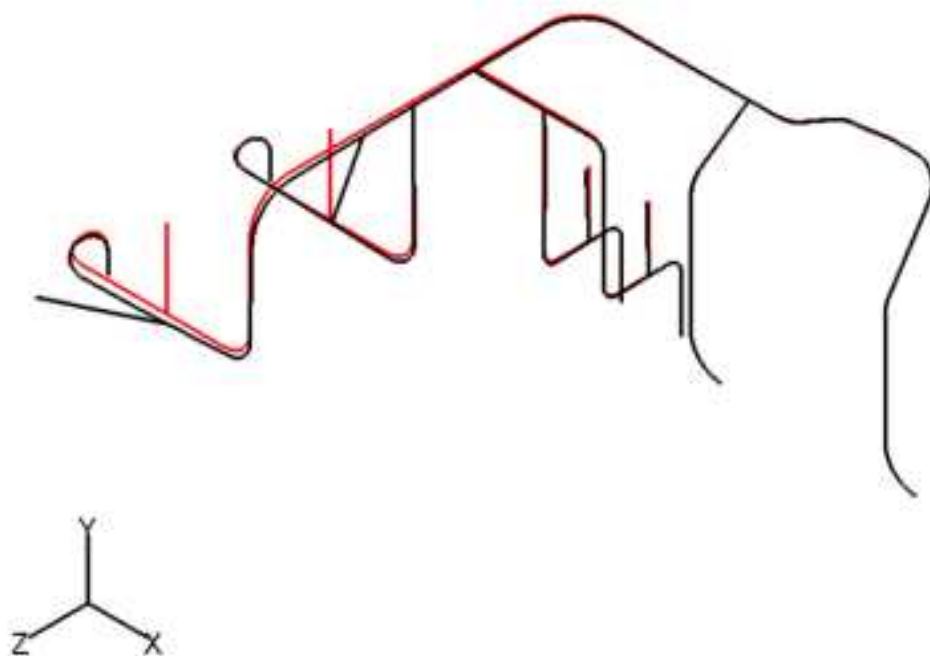
(4) PCS-R-4

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	16.3	31.1	10.2
固有周期 (s)	0.061	0.032	0.098



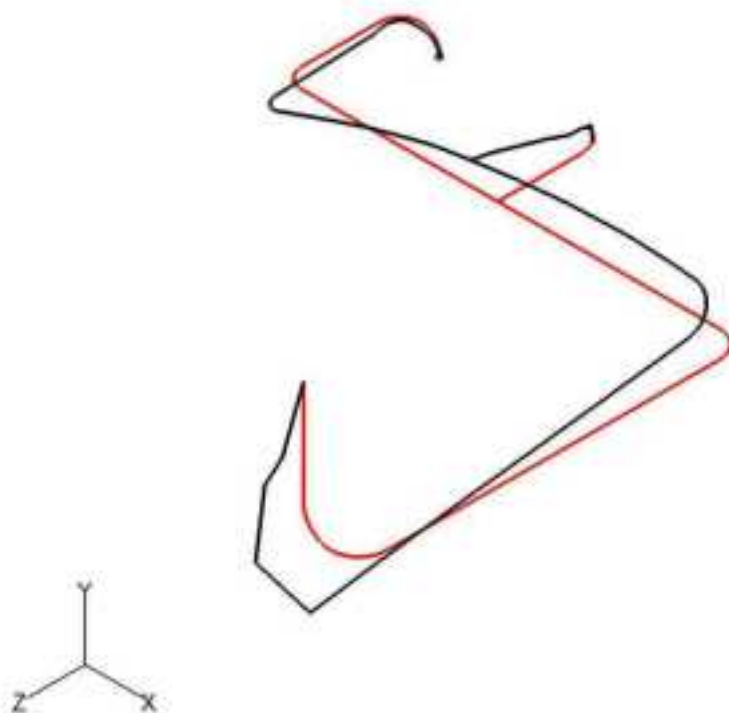
(5) PCS-R-5

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	20.1	9.0	6.8
固有周期 (s)	0.050	0.111	0.147



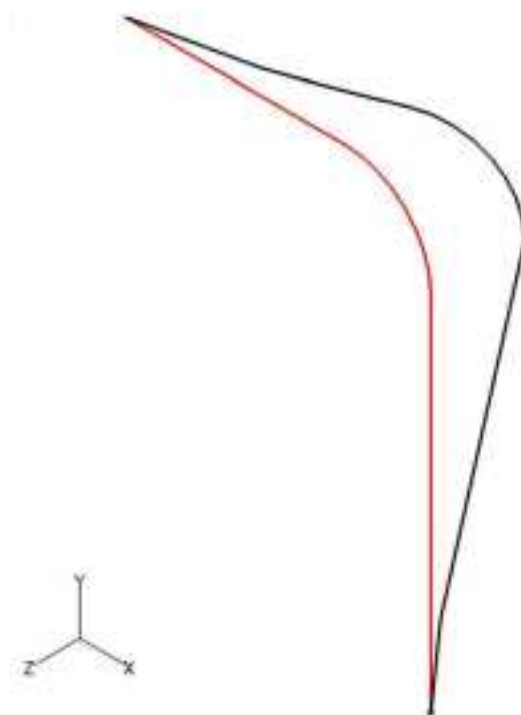
(6) PCS-R-6

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	8.6	8.6	23.9
固有周期 (s)	0.116	0.116	0.042



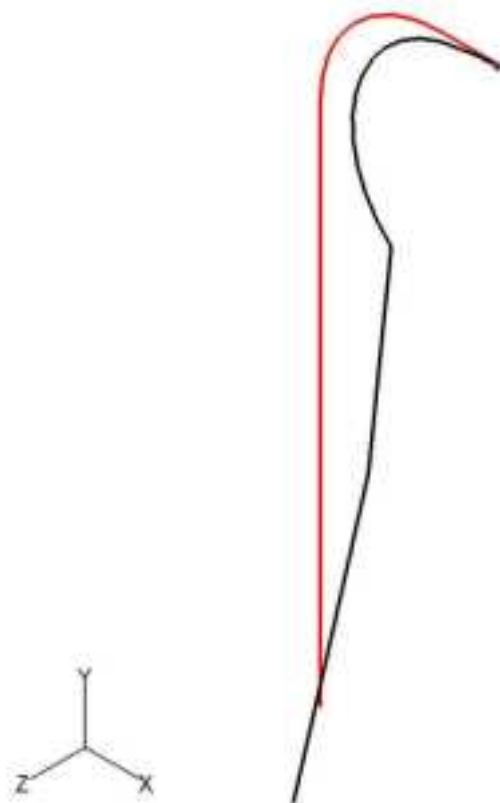
(7) PCS-R-7

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	92.2	150.0	47.5
固有周期 (s)	0.011	0.007	0.021



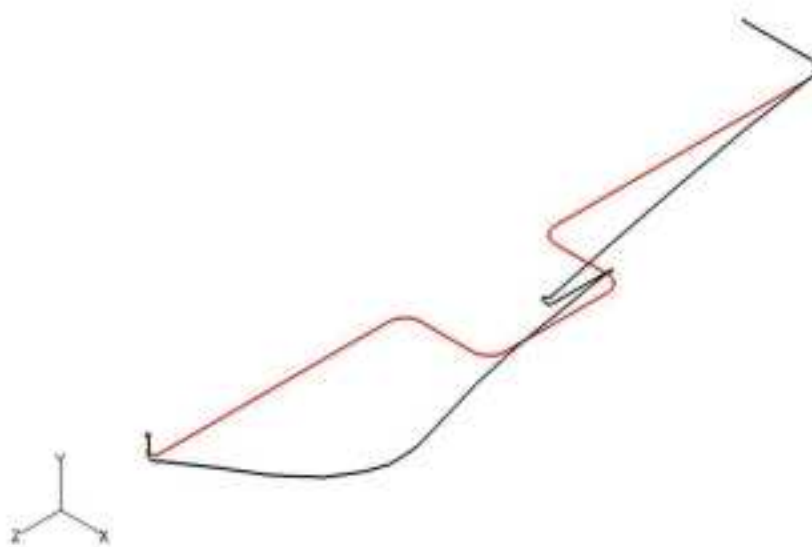
(8) PCS-R-8

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	114.8	44.4	48.9
固有周期 (s)	0.009	0.023	0.021



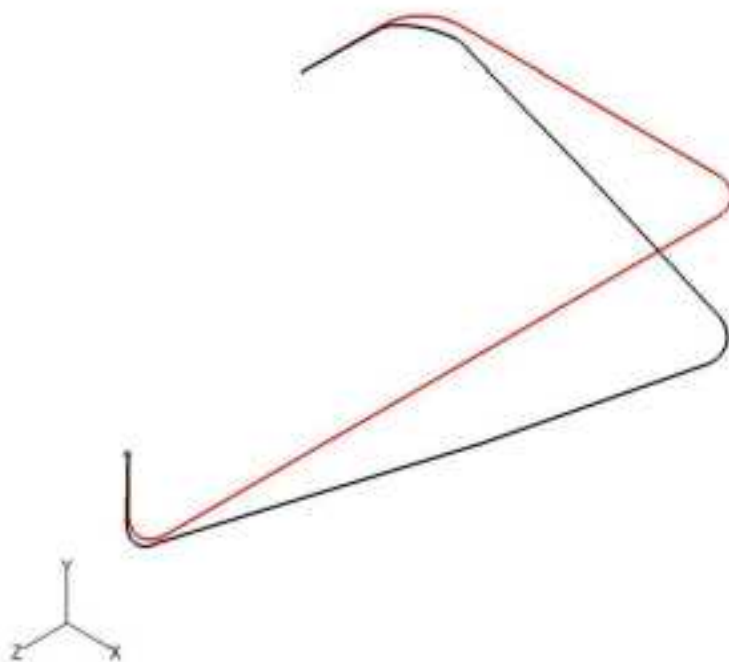
(9) PCS-R-9

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	50.9	15.8	75.8
固有周期 (s)	0.02	0.063	0.013



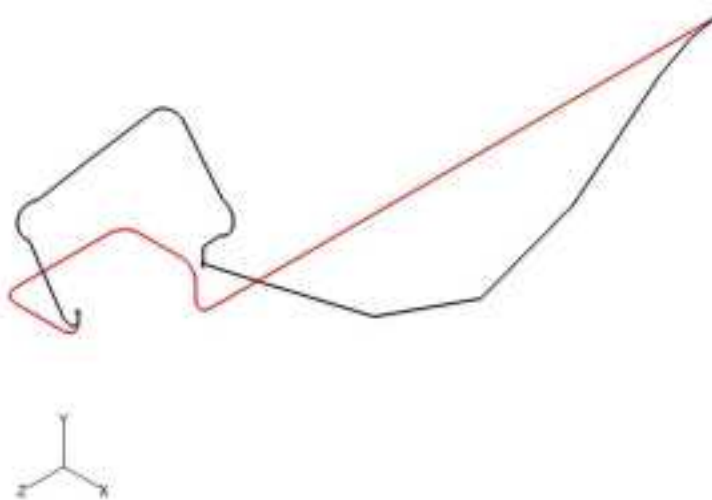
(10) PCS-R-10

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	58.8	27.3	70.5
固有周期 (s)	0.017	0.037	0.014



(11) PCS-R-11

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	29.1	27.8	68.0
固有周期 (s)	0.034	0.036	0.015





## 4.2. 結論

### 4.2.1. PCS-R-1

#### (1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	1	一次応力	3	4	7	8	14	330	30	266
IV <sub>A</sub> S	10	一次+二次応力	3	1	5	22	9	330	54	266

#### (2) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	3	4	3	—	10	133

4.2.2. PCS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	3	3	4	—	10	133

4.2.3. PCS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	3	1	17	—	21	133

4.2.4. PCS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	23	一次応力	3	5	48	-	56	133

4.2.5. PCS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	23	一次応力	12	6	49	-	67	133

4.2.6. PCS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	18	一次応力	12	3	54	-	69	133

4.2.7. PCS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	8	一次応力	1	3	4	—	8	133

4.2.8. PCS-R-8

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	3	一次応力	2	11	14	19	27	330	66	266
IV <sub>A</sub> S	3	一次+二次応力	2	11	14	19	27	330	66	266

(2) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	3	一次応力	2	11	4	—	17	133



4.2.9. PCS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	2	一次応力	2	22	21	—	45	166

4.2.10. PCS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	11	一次応力	5	11	4	—	20	166

4.2.11. PCS-R-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	19	一次応力	5	19	8	—	32	166

4.3. 拘束点反力

4.3.1. PCS-R-1

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	468	8931	31	2511458	215774	3913913
	動的地震荷重 X	22734	1581	966	277841	6475374	1374573
	動的地震荷重 Y	458	8753	30	2461228	211459	3835635
	動的地震荷重 Z	29	11	10625	241880	5305807	55436
	相対変位 X	5956	5518	437	1856067	1729296	4970530
	相対変位 Y	310	200	25	55356	87650	253219
	相対変位 Z	111	853	632	4566649	1935871	1666392
8	自重	—	20805	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	9412	1245	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	20389	2	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	152	16519	—	—	—
	相対変位 X	—	20709	466	—	—	—
	相対変位 Y	—	3105	26	—	—	—
	相対変位 Z	—	627	4589	—	—	—
13	自重	468	4533	32	26531	70971	1332562
	動的地震荷重 X	13249	7831	279	249932	105434	2030385
	動的地震荷重 Y	458	4443	32	26000	69552	1305911
	動的地震荷重 Z	29	141	8839	877224	4341610	44832
	相対変位 X	5956	26227	29	157244	209084	8303068
	相対変位 Y	310	3305	1	9335	13468	1671904
	相対変位 Z	111	226	5220	7588354	3286172	67780

## (2) BAS 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	468	8931	31	2511458	215774	3913913
	動的地震荷重 X	6496	452	276	79383	1850107	392736
	動的地震荷重 Y	122	2322	8	652979	56102	1017617
	動的地震荷重 Z	9	4	3036	69109	1515945	15839
	静的地震荷重 X	6279	437	267	76737	1788437	379644
	静的地震荷重 Z	8	3	2935	66805	1465413	15311
8	自重	—	20805	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	2689	356	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	5410	1	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	44	4720	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2600	344	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	42	4563	—	—	—
13	自重	468	4533	32	26531	70971	1332562
	動的地震荷重 X	3786	2238	80	71409	30124	580111
	動的地震荷重 Y	122	1179	9	6898	18453	346467
	動的地震荷重 Z	9	41	2526	250636	1240460	12809
	静的地震荷重 X	3660	2163	77	69029	29120	560773
	静的地震荷重 Z	8	39	2442	242281	1199111	12382

## 4.3.2. PCS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	461	7574	—	—	—	4135666
	動的地震荷重 X	5191	588	—	—	—	627876
	動的地震荷重 Y	120	1970	—	—	—	1075273
	動的地震荷重 Z	—	—	4397	245658	4676174	—
	静的地震荷重 X	5018	568	—	—	—	606946
	静的地震荷重 Z	—	—	4250	237469	4520302	—
9	自重	461	19735	—	—	—	654124
	動的地震荷重 X	3002	588	—	—	—	1783931
	動的地震荷重 Y	120	5132	—	—	—	170072
	動的地震荷重 Z	—	—	3797	3799047	529743	—
	静的地震荷重 X	2902	568	—	—	—	1724467
	静的地震荷重 Z	—	—	3670	3672412	512085	—

## 4. 3. 3. PCS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	53	35408	191	554640	155478	104674
	動的地震荷重 X	5193	4279	5225	11028720	1891340	10725840
	動的地震荷重 Y	828	7088	323	597650	104732	980183
	動的地震荷重 Z	4620	3593	6717	14617550	2847373	9965121
	静的地震荷重 X	3474	769	92	430072	765800	5822782
	静的地震荷重 Z	191	1700	3768	6488706	737527	563226
13	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	2433	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	151	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	2486	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1301	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	234	—	—	—	—	—
	方向	0.9457	0.3252	0.0000	—	—	—
19	自重	—	16151	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
23	自重	53	2855	191	1534151	101999	227268
	動的地震荷重 X	5491	4945	5401	11297790	13061980	2850031
	動的地震荷重 Y	1319	1318	673	2040365	2242753	241795
	動的地震荷重 Z	3812	3439	6984	6836861	10025030	2455475
	静的地震荷重 X	5092	1192	92	3320166	8986096	1279708
	静的地震荷重 Z	412	1624	6027	3189335	512901	43963

## 4.3.4. PCS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1472	1921	15	1938833	961422	807026
	動的地震荷重 X	2336	1888	2109	2439024	2106796	1409834
	動的地震荷重 Y	1805	2011	935	1182288	1126368	1366833
	動的地震荷重 Z	1693	1081	5982	7585240	8526012	3464193
	静的地震荷重 X	3593	25	137	121240	872621	1345720
	静的地震荷重 Z	102	123	2356	364432	1935142	434097
5	自重	—	16078	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
12	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	2485	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	641	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	11874	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	150	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	2353	—	—	—
13	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	3573	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	983	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1633	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1686	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	90	—	—	—	—	—
20	自重	—	33997	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	9346	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	9667	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	4644	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	92	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	113	—	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
29	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	1868	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	518	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	7121	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	100	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	2069	—	—	—
30	自重	—	19851	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	5106	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	5498	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	4227	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	155	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	41	—	—	—	—
50	自重	—	510	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	213	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	112	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	61	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	10	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	—	—	—	—
54	自重	30	686	19	254399	51688	39260
	動的地震荷重 X	164	131	115	40210	147825	31747
	動的地震荷重 Y	89	88	42	37813	88672	29187
	動的地震荷重 Z	372	58	946	40456	321985	24318
	静的地震荷重 X	164	1	16	796	106683	1645
	静的地震荷重 Z	41	9	301	6105	37498	2638
56	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	1933	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	713	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	8691	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	555	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	2335	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
57	自重	—	2812	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	1669	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	1656	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	2232	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	15	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	30	—	—	—	—
63	自重	146	4789	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	1661	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	641	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	2834	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1697	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1036	—	—	—	—	—
71	自重	103	2745	308	964704	24119	289267
	動的地震荷重 X	966	923	2889	681015	225115	227872
	動的地震荷重 Y	346	1374	1063	949353	80728	235092
	動的地震荷重 Z	6330	451	22236	332438	1529217	111287
	静的地震荷重 X	148	19	306	13986	30584	4860
	静的地震荷重 Z	1593	1	6299	94	382620	163
75	自重	5	1707	115	319067	1026	36597
	動的地震荷重 X	328	368	1050	204549	72447	134456
	動的地震荷重 Y	28	623	381	444931	6206	142362
	動的地震荷重 Z	174	159	6664	87402	41038	65258
	静的地震荷重 X	328	5	149	493	68904	2783
	静的地震荷重 Z	40	1	940	324	9442	64
81	自重	—	11478	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
84	自重	2288	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	17169	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7932	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	14660	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	12383	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1973	—	—	—	—	—
88	自重	265	337	296	278872	71785	33579
	動的地震荷重 X	2063	685	1876	429510	558926	477489
	動的地震荷重 Y	449	1882	786	981217	121672	938610
	動的地震荷重 Z	12135	332	7633	311629	3288712	320142
	静的地震荷重 X	806	10	1015	10482	248378	11217
	静的地震荷重 Z	3651	—	3052	2566	989360	2306
90	自重	—	14278	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	1085	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	2192	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	1611	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	46	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	20	—	—	—	—
95	自重	—	6859	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
98	自重	715	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	9085	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	3556	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	14517	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1375	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5101	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
102	自重	85	2046	69	389288	23077	106858
	動的地震荷重 X	3244	283	2080	198558	879093	84677
	動的地震荷重 Y	974	887	652	465752	263917	254669
	動的地震荷重 Z	10864	310	6253	311004	2944250	120206
	静的地震荷重 X	359	6	202	8127	67534	2117
	静的地震荷重 Z	3708	4	3103	3819	1005093	1498

## 4. 3. 5. PCS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	105	342	357	3784310	21748	743808
	動的地震荷重 X	5494	2481	1333	1540516	2626437	3482172
	動的地震荷重 Y	10012	15891	2130	4767316	6139406	4623232
	動的地震荷重 Z	1877	2806	2187	2602904	774371	1801265
	静的地震荷重 X	3595	377	428	176506	1559526	2007110
	静的地震荷重 Z	947	195	2480	1692322	254696	444719
4	自重	—	9975	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
10	自重	—	19715	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
13	自重	1196	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	1997	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	5844	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	3089	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	429	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2731	—	—	—	—	—
	方向	0.4226	0.0000	-0.9063	—	—	—
14	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	2205	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	4894	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1305	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1257	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	244	—	—	—	—	—
	方向	-0.9659	0.0000	0.2588	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
17	自重	—	—	1908	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	6826	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	15293	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	10056	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	130	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	5899	—	—	—
19	自重	1013	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	1735	4448	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	2460	21844	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	2036	2922	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	823	756	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	26	29	—	—	—	—
29	自重	—	13320	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
30	自重	210	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	6810	857	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	8264	4518	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	8594	769	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	9021	97	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	216	27	—	—	—	—
47	自重	—	—	2626	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	3147	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	1673	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	4618	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	16	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	3300	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
51	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	435	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	497	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	465	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	170	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	188	—	—	—	—
52	自重	—	18772	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
60	自重	446	3134	1557	1868624	212166	593191
	動的地震荷重 X	3203	1557	2473	2281899	1780765	2343483
	動的地震荷重 Y	1991	4758	2272	1973572	799525	1446420
	動的地震荷重 Z	4811	1367	1693	1967393	2827925	3540897
	静的地震荷重 X	2004	203	131	372766	445427	959654
	静的地震荷重 Z	46	215	2003	1011784	839655	225700
62	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	2407	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7401	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	2291	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1391	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	607	—	—	—	—	—
63	自重	390	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	4036	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12242	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	5400	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	147	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2724	—	—	—	—	—
	方向	0.4226	0.0000	0.9063	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
66	自重	—	24985	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
72	自重	—	9441	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
75	自重	940	341	619	3267856	332280	255247
	動的地震荷重 X	3744	2450	1594	2508745	1920232	2584034
	動的地震荷重 Y	4526	12222	2268	4876853	2376436	6137099
	動的地震荷重 Z	3931	2792	1857	2351749	2065254	2513860
	静的地震荷重 X	3618	446	359	191877	1700294	1883956
	静的地震荷重 Z	401	21	2229	1510946	432479	184890
83	自重	—	6848	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
87	自重	228	—	99	—	—	—
	動的地震荷重 X	1936	—	897	—	—	—
	動的地震荷重 Y	572	—	5028	—	—	—
	動的地震荷重 Z	268	—	2152	—	—	—
	静的地震荷重 X	669	—	6	—	—	—
	静的地震荷重 Z	40	—	919	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
98	自重	38	4360	29	217424	49002	2728
	動的地震荷重 X	1099	687	648	441309	783080	2386989
	動的地震荷重 Y	143	3485	3274	1306534	126157	79040
	動的地震荷重 Z	201	693	702	832311	94692	335558
	静的地震荷重 X	677	29	14	156	63285	668025
	静的地震荷重 Z	8	98	537	443653	10836	950
101	自重	8	—	130	—	—	—
	動的地震荷重 X	1346	—	1165	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1247	—	6551	—	—	—
	動的地震荷重 Z	416	—	1692	—	—	—
	静的地震荷重 X	733	—	20	—	—	—
	静的地震荷重 Z	79	—	900	—	—	—
112	自重	2	4279	5	213078	2376	4671
	動的地震荷重 X	800	1740	1575	1213505	517628	1581432
	動的地震荷重 Y	269	4672	4398	1909621	256855	108545
	動的地震荷重 Z	230	2245	2025	1701721	93456	275612
	静的地震荷重 X	663	60	48	18966	72923	661180
	静的地震荷重 Z	18	155	588	467015	16459	4671
114	自重	—	30831	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
122	自重	346	2017	1369	1794020	186030	684606
	動的地震荷重 X	1162	4415	2926	3457528	409997	1473981
	動的地震荷重 Y	4543	17283	2533	2581548	1190297	3643258
	動的地震荷重 Z	1043	4157	4233	5233833	346693	1168979
	静的地震荷重 X	1455	94	67	148312	73590	548445
	静的地震荷重 Z	118	398	2246	1962437	203313	117379

## 4. 3. 6. PCS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	30	2355	75	348912	32589	1426687
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	1987	2504	4066	1818817	3692327	1581122
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	1405	1516	3066	1062802	2246948	899003
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	1327	1447	2076	847652	1668303	1093249
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	2458	2020	4495	1314536	3533381	1600957
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	2591	2516	5248	1456661	4368595	1716404
	静的地震荷重 X	1662	156	512	136129	966103	574216
	静的地震荷重 Z	357	259	2754	497318	1276532	107318
6	自重	—	13756	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
9	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	169	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	118	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	74	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	190	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	206	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	49	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	40	—	—	—
14	自重	—	11373	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	5833	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	5132	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	4173	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	7002	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	7831	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	15	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	703	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
18	自重	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	2207	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	1605	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	1016	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	2491	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	2064	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	767	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	701	—	—	—
27	自重	32	5890	199	1043196	55505	1110896
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	11569	2970	4453	3083510	5514903	2709146
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	7348	1467	2953	1426279	3774839	1387302
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	6265	1638	2530	1490499	3097953	1360163
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	12295	2286	6365	2608055	6241024	2382220
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	13964	2670	7183	3357338	5400707	2860140
	静的地震荷重 X	5368	177	1366	1038234	2309476	1045071
	静的地震荷重 Z	390	434	4767	980693	1292209	424293

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
30	自重	—	18379	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
38	自重	—	17380	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	5876	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	5339	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	4401	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	7387	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	7039	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	6173	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	140	8	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
43	自重	—	—	332	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	4160	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	3401	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	2761	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	4588	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	4020	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	127	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	9970	—	—	—
44	自重	—	29252	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
52	自重	62	15738	209	455010	27753	2910831
	動的地震荷重 XYZ(Sd1)	14555	13040	3494	7616808	2452545	37924800
	動的地震荷重 XYZ(Sd2)	8754	7464	2643	4827282	1338953	24170760
	動的地震荷重 XYZ(Sd3)	9033	8473	2380	4132691	1698212	24427110
	動的地震荷重 XYZ(Sd4)	11209	10430	3231	6142664	1992380	27252150
	動的地震荷重 XYZ(SdD)	16473	15770	2901	5436721	3034292	47459840
	静的地震荷重 X	6493	9	1033	2653092	212869	14552900
	静的地震荷重 Z	108	18	1465	1650696	227818	272179

## 4. 3. 7. PCS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	462	19730	—	—	—	657943
	動的地震荷重 X	3003	590	—	—	—	1786567
	動的地震荷重 Y	120	5130	—	—	—	171066
	動的地震荷重 Z	—	—	3796	3800639	529978	—
	静的地震荷重 X	2903	570	—	—	—	1727014
	静的地震荷重 Z	—	—	3670	3673951	512312	—
8	自重	462	7580	—	—	—	4146475
	動的地震荷重 X	5190	590	—	—	—	631990
	動的地震荷重 Y	120	1971	—	—	—	1078083
	動的地震荷重 Z	—	—	4397	248453	4676757	—
	静的地震荷重 X	5017	570	—	—	—	610924
	静的地震荷重 Z	—	—	4251	240171	4520865	—



## 4.3.8. PCS-R-8

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1679	21611	—	—	—	11834470
	動的地震荷重 X	11692	—	—	—	—	1428608
	動的地震荷重 Y	1646	21179	—	—	—	11597780
	動的地震荷重 Z	—	—	11484	908392	7441132	—
	相対変位 X	1601	—	—	—	—	4002226
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	2638	6594114	2210347	—
6	自重	1679	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	11000	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1646	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	11208	—	—	—
	相対変位 X	1601	—	—	—	—	—
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	2638	—	—	—

(2) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1679	21611	—	—	—	11834470
	動的地震荷重 X	3341	—	—	—	—	408174
	動的地震荷重 Y	437	5619	—	—	—	3076963
	動的地震荷重 Z	—	—	3281	259541	2126038	—
	静的地震荷重 X	3229	—	—	—	—	394569
	静的地震荷重 Z	—	—	3172	250890	2055170	—
6	自重	1679	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	3143	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	437	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	3203	—	—	—
	静的地震荷重 X	3038	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	3096	—	—	—

## 4.3.9. PCS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	16	242	1	99329	23157	88348
	動的地震荷重 X	31	4	23	2890	7277	3446
	動的地震荷重 Y	5	200	15	96894	17505	79186
	動的地震荷重 Z	14	6	61	6620	3173	1786
	静的地震荷重 X	29	—	17	2137	5609	3289
	静的地震荷重 Z	4	1	99	11103	1300	13
12	自重	18	425	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	97	5	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	24	275	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	33	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	102	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	2	—	—	—	—
22	自重	—	15	7	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	3	65	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	153	11	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	6	64	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	38	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	73	—	—	—
24	自重	2	171	6	68346	530	14312
	動的地震荷重 X	12	3	31	674	2660	270
	動的地震荷重 Y	8	189	15	40148	1231	16442
	動的地震荷重 Z	12	4	26	657	2214	313
	静的地震荷重 X	23	1	22	176	1853	54
	静的地震荷重 Z	5	1	19	47	1697	66

## 4.3.10. PCS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	3	401	6	58885	5774	24606
	動的地震荷重 X	107	1	3	1111	10613	21195
	動的地震荷重 Y	1	104	2	15310	1502	6398
	動的地震荷重 Z	1	4	145	26806	227	657
	静的地震荷重 X	69	1	2	714	6823	13626
	静的地震荷重 Z	1	2	94	17233	146	422
11	自重	3	190	6	46436	2395	76895
	動的地震荷重 X	59	1	3	241	14053	1093
	動的地震荷重 Y	1	50	2	12074	623	19993
	動的地震荷重 Z	1	4	21	506	1324	1961
	静的地震荷重 X	38	1	2	155	9034	703
	静的地震荷重 Z	1	2	13	325	851	1261

## 4. 3. 11. PCS-R-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	17	95	3	2035	9516	38631
	動的地震荷重 X	28	3	1	1356	1151	154
	動的地震荷重 Y	5	25	1	529	2475	10044
	動的地震荷重 Z	8	4	33	4171	7305	2602
	静的地震荷重 X	18	2	1	872	740	99
	静的地震荷重 Z	5	2	21	2682	4697	1673
13	自重	22	287	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	79	4	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	6	75	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	8	3	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	51	3	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	2	—	—	—	—
19	自重	6	468	3	163575	5098	11445
	動的地震荷重 X	132	1	1	714	46287	3038
	動的地震荷重 Y	2	122	1	42530	1326	2976
	動的地震荷重 Z	—	1	205	667	65	857
	静的地震荷重 X	85	1	1	459	29756	1953
	静的地震荷重 Z	—	1	132	429	42	551

### 3-4-2-3. 2次冷却系設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-2-3-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-2-3-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-2-3-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-2-3-3
3. 設計条件	添 3-4-2-3-6
3.1. SCS-R-1	添 3-4-2-3-6
3.2. SCS-R-2	添 3-4-2-3-10
4. 解析結果及び評価	添 3-4-2-3-14
4.1. 固有周期	添 3-4-2-3-14
4.2. 結論	添 3-4-2-3-16
4.2.1. SCS-R-1	添 3-4-2-3-16
4.2.2. SCS-R-2	添 3-4-2-3-17
4.3. 拘束点反力	添 3-4-2-3-18
4.3.1. PCS-R-1	添 3-4-2-3-18
4.3.2. PCS-R-2	添 3-4-2-3-20

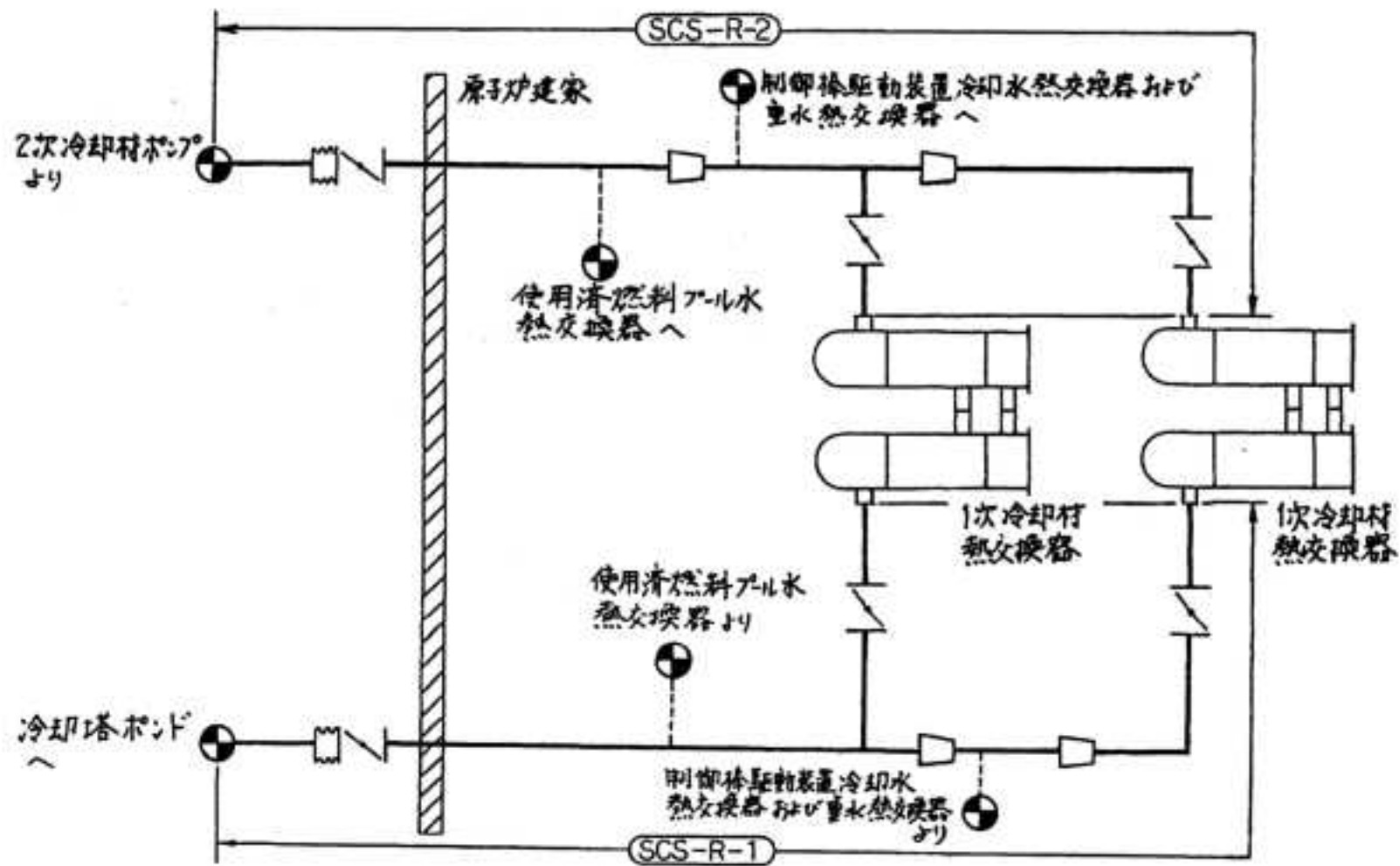
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
SCS-R-1	1次冷却材熱交換器 から 2次冷却系ダクトアンカ まで	B
SCS-R-2	2次冷却系ダクトアンカ から 1次冷却材熱交換器 まで	B

2. 概略系統図及び鳥瞰図





2.1. 概略系統図



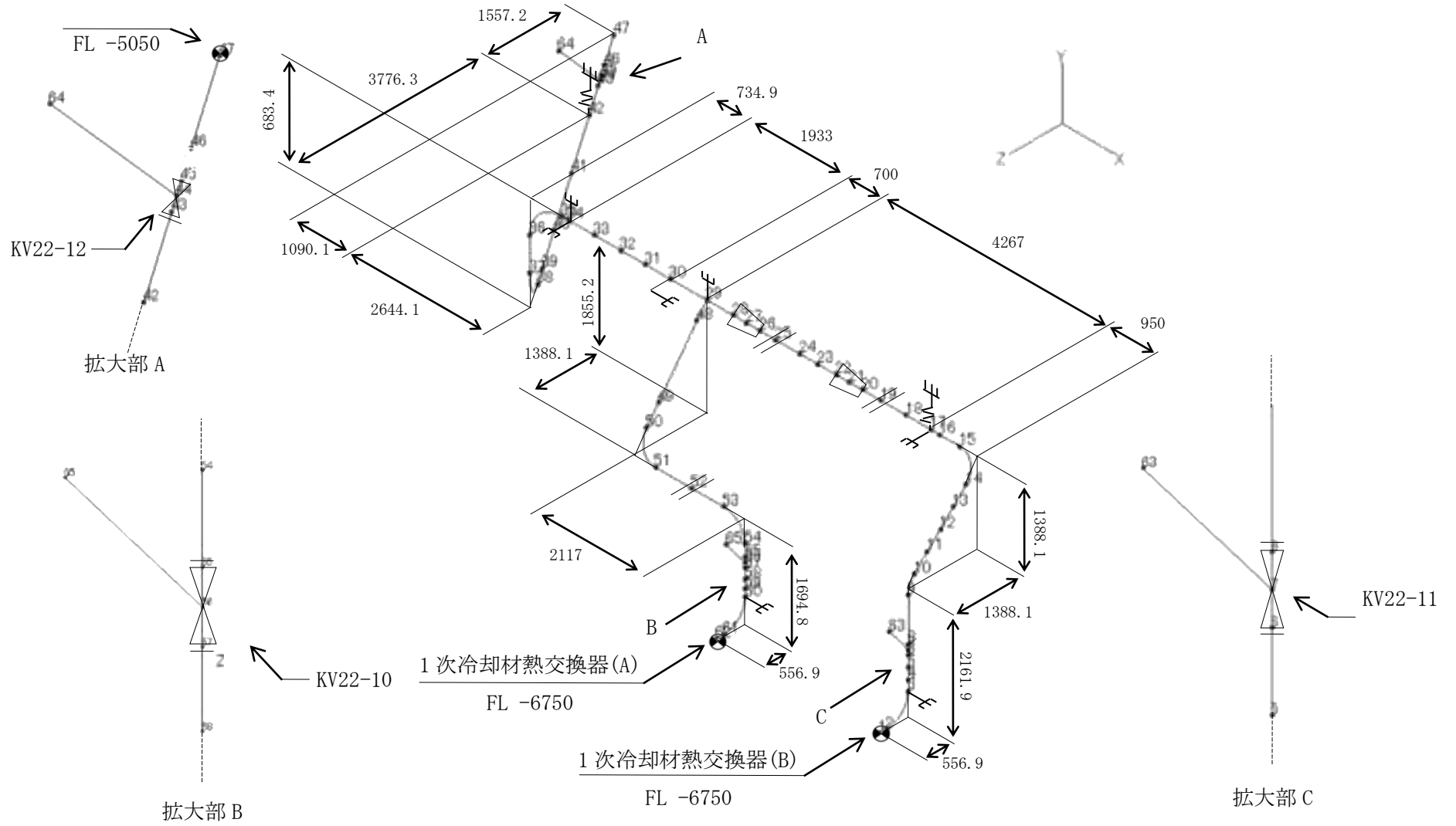


## 2.2. 鳥瞰図

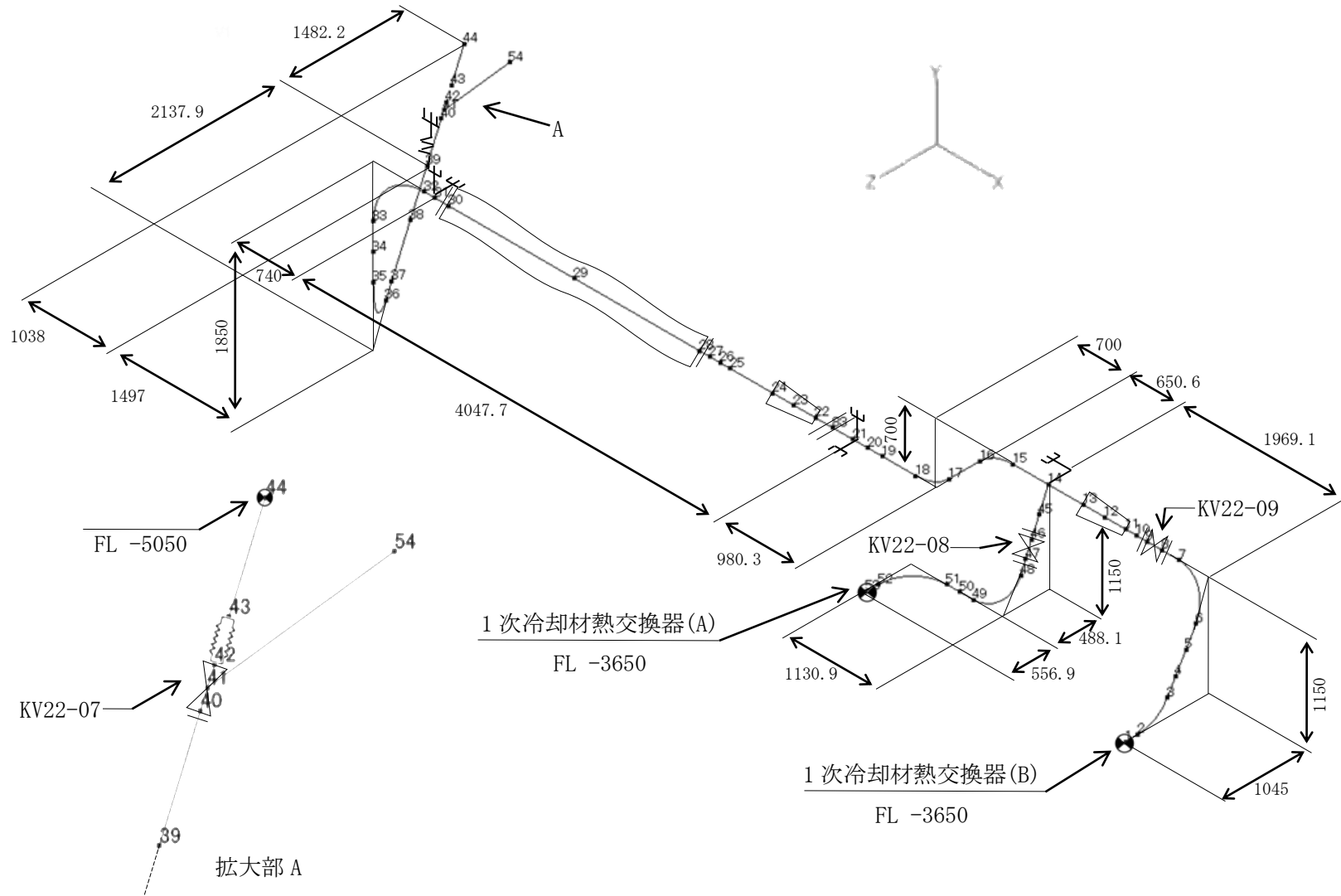
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	流量計
	伸縮継手

(1) SCS-R-1



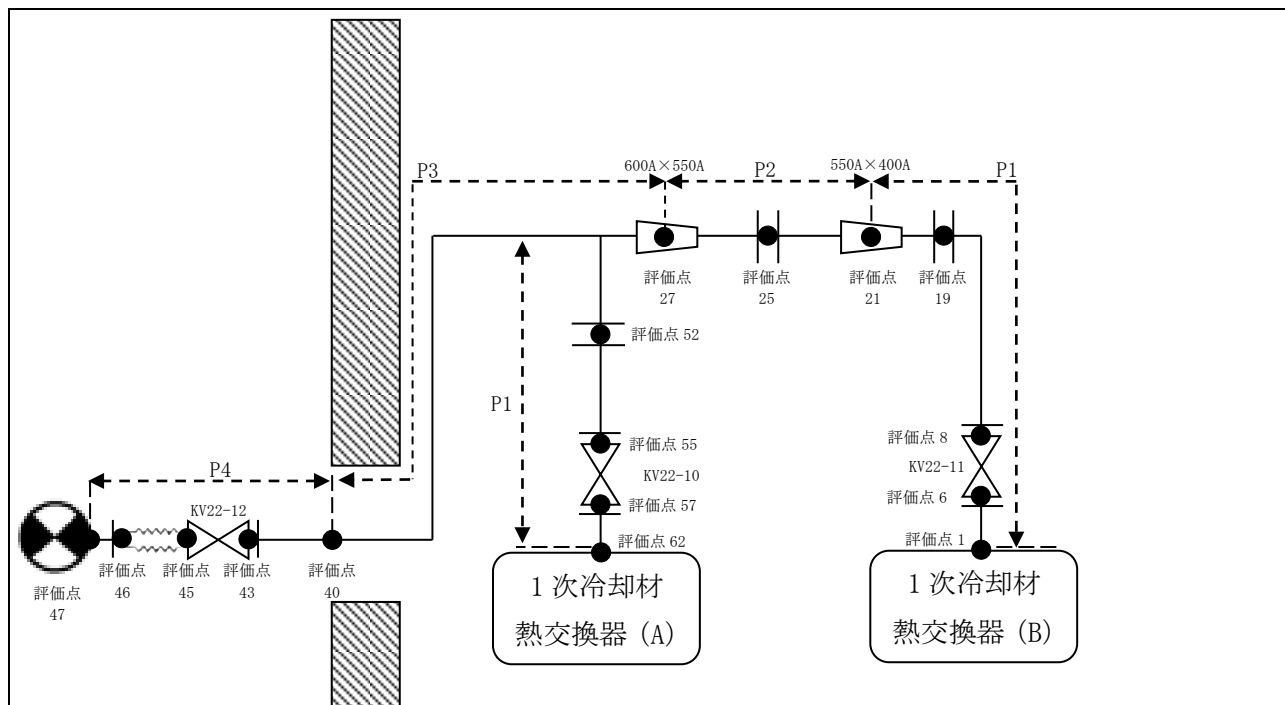
(2) SCS-R-2



### 3. 設計条件

#### 3.1. SCS-R-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径 (mm)	406.4	558.8	609.6
板厚 (mm)	7.9	9.5	9.5
材質	SGP	STPY400	STPY400
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	$2.01 \times 10^5$	$2.01 \times 10^5$	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比 (-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度 (°C)	55	55	55
最高使用圧力 (MPa)	0.7845	0.7845	0.7845
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	$7.85 \times 10^{-9}$	$7.85 \times 10^{-9}$	$7.85 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度 (ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度 (ton/mm)	—	—	—
保温材/外装材種類	グラスウール/ガルバリウム鋼	グラスウール/ガルバリウム鋼	グラスウール/ガルバリウム鋼
保温材/外装材密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$
保温材/外装材厚さ (mm)	50.0/2.0	50.0/2.0	50.0/2.0
設計降伏点 $S_y$ (MPa)	143	174	174
設計引張強さ $S_u$ (MPa)	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	$B_{AS}$ 1次 143	174	174

配管番号	P4			
外径 (mm)	609.6			
板厚 (mm)	9.5			
材質	STPY400			
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	2.01 × 10 <sup>5</sup>			
ポアソン比 (-)	0.3			
最高使用温度 (°C)	55			
最高使用圧力 (MPa)	0.7845			
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	7.85 × 10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	1.00 × 10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	—			
外部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	—			
保温剤/外装剤 材質	—			
保温剤/外装剤密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	—			
保温剤/外装剤厚さ (mm)	—			
設計降伏点 Sy	174			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1 次	174	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(6)	4.82	—
3	(6)	4.82	—
4	(5)	2.10	—
5	(5)	2.10	—
6	(9)	2.10	—
8	(9)	2.10	—
9	(6)	4.82	—
10	(6)	4.82	—
11	(1)	1.00	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(6)	4.82	—
15	(6)	4.82	—
16	(5)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(9)	2.10	—
20	(3)	1.80	—
21	(7)	2.00	—
22	(3)	1.80	—
23	(5)	3.90	3.90
24	(1)	1.00	—
25	(9)	2.10	—
26	(3)	1.80	—
27	(7)	2.00	—
28	(3)	1.80	—
29	(4)	3.35	3.35
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
32	(5)	3.96	3.96
33	(1)	1.00	—
34	(1)	1.00	—
35	(6)	5.61	—
36	(6)	5.61	—
37	(6)	5.61	—
38	(6)	5.61	—
39	(1)	1.00	—
40	(1)	1.00	—
41	(1)	1.00	—
42	(1)	1.00	—
43	(9)	2.10	—
45	(9)	2.10	—
46	(9)	2.10	—
47	(2)	2.10	—
48	(1)	1.00	—
49	(5)	2.10	—
50	(6)	4.82	—
51	(6)	4.82	—
52	(9)	2.10	—
53	(6)	4.82	—
54	(6)	4.82	—
55	(9)	2.10	—
57	(9)	2.10	—
58	(5)	2.10	—
59	(5)	2.10	—
60	(6)	4.82	—
61	(6)	4.82	—
62	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

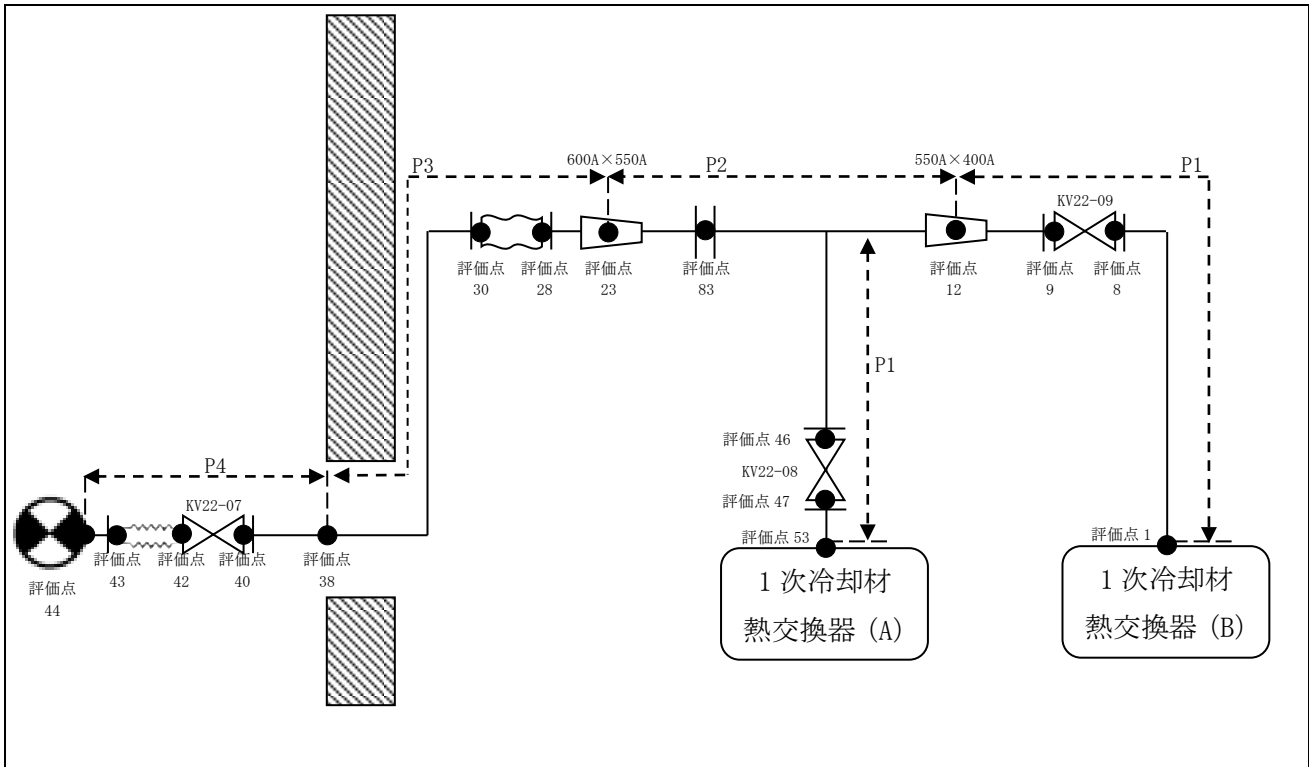
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	—	フランジ	29.90	—
8	—	フランジ	29.90	—
19	—	フランジ×2	59.80	—
25	—	フランジ×2	118.00	—
43	—	フランジ	64.00	—
45	—	伸縮継手	80.00	—
46	—	伸縮継手+ フランジ	144.00	—
52	—	フランジ×2	59.80	—
55	—	フランジ	29.90	—
57	—	フランジ	29.90	—
63	KV22-11	弁	460.00	—
64	KV22-12	弁	805.00	—
65	KV22-10	弁	460.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>s</sub> S	基準地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3 及び 2 次冷却系ダクト	0.18	—

### 3.2. SCS-R-2

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	406.4	558.8	609.6
板厚(mm)	7.9	9.5	9.5
材質	SGP	STPY400	STPY400
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$2.01 \times 10^5$	$2.01 \times 10^5$	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55	55	55
最高使用圧力(MPa)	0.7845	0.7845	0.7845
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.85 \times 10^{-9}$	$7.85 \times 10^{-9}$	$7.85 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—
保温材/外装材種類	グラスウール/ガルバリウム鋼	グラスウール/ガルバリウム鋼	グラスウール/ガルバリウム鋼
保温材/外装材密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$	$0.12 \times 10^{-9} / 7.85 \times 10^{-9}$
保温材/外装材厚さ(mm)	50.0/2.0	50.0/2.0	50.0/2.0
設計降伏点 Sy (MPa)	143	174	174
設計引張強さ Su (MPa)	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 143	174	174



配管番号	P4			
外径(mm)	609.6			
板厚(mm)	9.5			
材質	STPY400			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	2.01×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.7845			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.85×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	—			
保温剤/外装剤 材質	—			
保温剤/外装剤密度(ton/mm <sup>3</sup> )	—			
保温剤/外装剤厚さ(mm)	—			
設計降伏点 Sy	174			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	174	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(6)	4.82	—
3	(6)	4.82	—
4	(5)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	4.82	—
7	(6)	4.82	—
8	(9)	2.10	—
9	(9)	2.10	—
10	(1)	1.00	—
11	(3)	1.80	—
12	(7)	2.00	—
13	(3)	1.80	—
14	(4)	3.16	3.16
15	(6)	5.28	—
16	(6)	5.28	—
17	(6)	5.28	—
18	(6)	5.28	—
19	(5)	3.90	3.90
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(3)	1.80	—
23	(7)	2.00	—
24	(3)	1.80	—
25	(5)	3.96	3.96
26	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
27	(1)	1.00	—
28	(9)	2.10	—
30	(9)	2.10	—
31	(1)	1.00	—
32	(6)	5.61	—
33	(6)	5.61	—
34	(1)	1.00	—
35	(6)	5.61	—
36	(6)	5.61	—
37	(1)	1.00	—
38	(1)	1.00	—
39	(1)	1.00	—
40	(9)	2.10	—
42	(9)	2.10	—
43	(9)	2.10	—
44	(2)	2.10	—
45	(3)	1.80	—
46	(9)	2.10	—
47	(9)	2.10	—
48	(6)	4.82	—
49	(6)	4.82	—
50	(5)	2.10	—
51	(6)	4.82	—
52	(6)	4.82	—
53	(2)	2.10	—
83	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	KV22-09	弁+フランジ	192.00	—
9	KV22-09	弁+フランジ	192.00	—
28	—	流量計+ フランジ	754.00	—
30	—	流量計+ フランジ	754.00	—
40	—	フランジ	64.00	—
42	—	伸縮継手	80.00	—
43	—	伸縮継手+ フランジ	144.00	—
46	KV22-08	弁	192.00	—
47	KV22-08	弁	192.00	—
54	KV22-07	電動弁	805.00	—
83	—	フランジ	118.00	—

## (4) 入力地震波

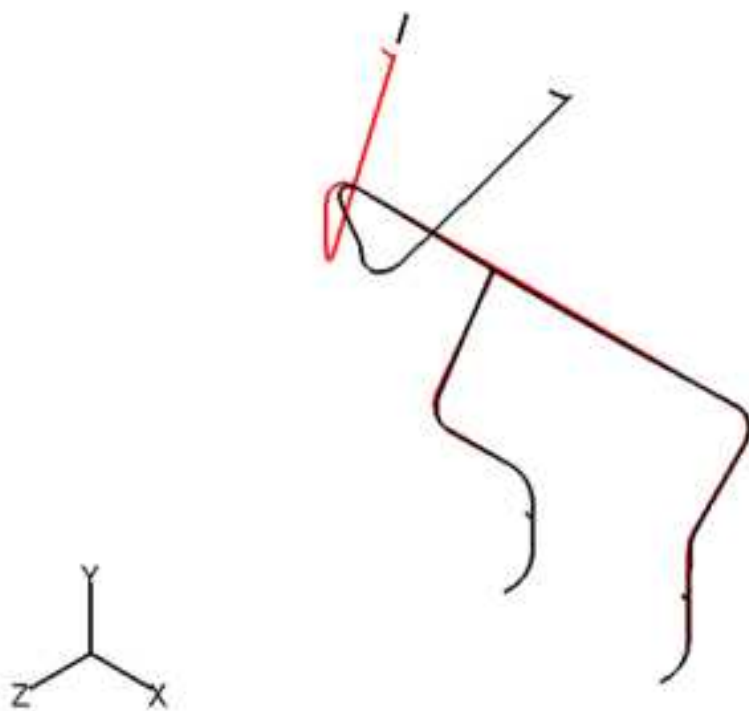
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	基準地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3 及び 2 次冷却系ダクト	0.18	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

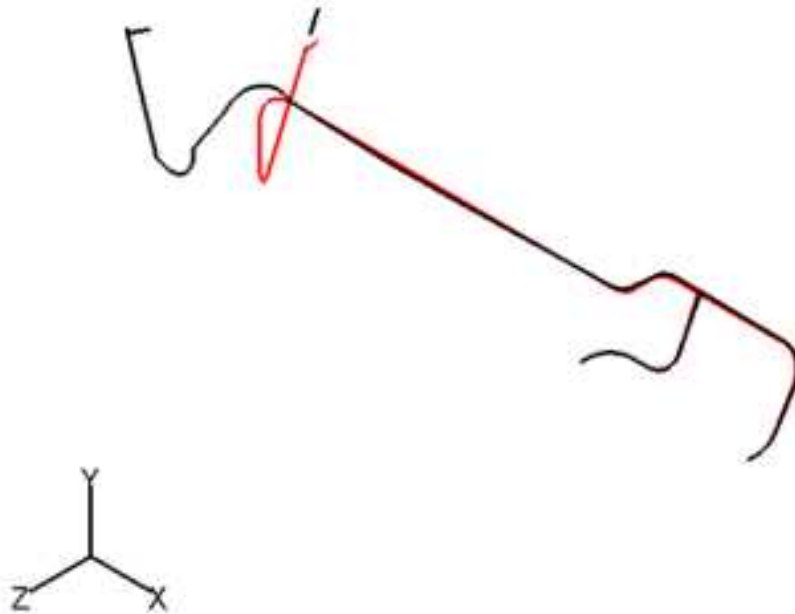
(1) SCS-R-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	4.15	4.40	4.15
固有周期 (s)	0.241	0.227	0.241



(2) SCS-R-2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	4.57	5.18	4.57
固有周期 (s)	0.219	0.193	0.219



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. SCS-R-1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	35	一次応力	13	18	122	—	153	174

4.2.2. SCS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	2	一次応力	11	25	51	—	87	143

4.3. 拘束点反力

4.3.1. SCS-R-1

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	650	14658	809	5905208	154136	560129
	動的地震荷重 X	1704	1550	1444	1554150	846150	842616
	動的地震荷重 Y	1334	2794	1817	1377169	198012	679226
	動的地震荷重 Z	4633	2695	2875	2468862	693521	2572168
	静的地震荷重 X	300	37	86	54591	458064	447140
	静的地震荷重 Z	1073	493	1765	734288	73702	458660
3	自重	1082	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	3308	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1633	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	5201	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	2219	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1209	—	—	—	—	—
17	自重	—	8660	608	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	7444	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	2832	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	8773	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	105	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	3585	—	—	—
29	自重	—	20651	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	21794	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	6433	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	21166	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2655	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2321	—	—	—	—
30	自重	1946	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	25404	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7546	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	20911	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	12467	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	694	—	—	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
34	自重	—	26165	505	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	22837	18157	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	18232	8249	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	22665	21268	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2281	482	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1589	7465	—	—	—
42	自重	—	24408	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
47	自重	464	4239	130	1629027	216973	1139816
	動的地震荷重 X	28672	6880	27751	4005098	26313650	2802331
	動的地震荷重 Y	8876	27075	19630	15766480	5697644	11031660
	動的地震荷重 Z	23477	11127	23465	6479238	20337780	4533464
	静的地震荷重 X	3740	299	416	173729	2195946	121556
	静的地震荷重 Z	218	394	4662	228994	1667078	160225
60	自重	3415	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	7073	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	6300	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	18877	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	3142	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3780	—	—	—	—	—
62	自重	2364	13046	836	6268830	443064	1871485
	動的地震荷重 X	5282	2618	1963	1731325	922207	2915452
	動的地震荷重 Y	4856	2301	2095	1851503	754773	2002243
	動的地震荷重 Z	15085	5502	9904	8019774	1730588	6300450
	静的地震荷重 X	1139	113	86	110240	594786	200913
	静的地震荷重 Z	3005	634	2654	1618920	379264	1039421

## 4.3.2. SCS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	845	11392	653	8135324	933680	590094
	動的地震荷重 X	753	3258	4871	6023284	1003567	1417073
	動的地震荷重 Y	449	3119	4055	5940690	433971	774948
	動的地震荷重 Z	934	6256	9608	11524410	1211263	2095407
	静的地震荷重 X	267	867	72	922550	32919	35274
	静的地震荷重 Z	384	5	2451	1184466	126505	437834
14	自重	3286	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	16862	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7844	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	14716	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	12377	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	532	—	—	—	—	—
21	自重	—	31238	864	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	13732	9920	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	3772	3865	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	10607	9888	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	70	688	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	503	4690	—	—	—
31	自重	—	21625	103	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	10501	15009	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	12687	9917	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	8240	13434	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	822	14	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	690	5083	—	—	—
39	自重	—	22800	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
44	自重	196	3932	337	1357270	20130	950946
	動的地震荷重 X	15595	2758	21855	1395466	13980580	977706
	動的地震荷重 Y	12799	17363	17663	8808579	873110	6171560
	動的地震荷重 Z	12917	3854	18141	1954092	10835540	1369097
	静的地震荷重 X	3080	318	339	161136	1568012	112897
	静的地震荷重 Z	327	328	4016	165977	1181365	116289
53	自重	4326	5286	1283	3027735	1773800	1962273
	動的地震荷重 X	6017	4008	3100	2508304	1832582	3749978
	動的地震荷重 Y	2260	1212	1310	3394496	1234020	1598563
	動的地震荷重 Z	5687	3532	2873	4664890	2639763	2806206
	静的地震荷重 X	1607	343	434	474770	489100	80434
	静的地震荷重 Z	180	145	1090	309965	351110	111747



#### 3-4-2-4. 重水溢流タンクの耐震強度評価

## 目次

1. 設計条件	添 3-4-2-4-1
2. 機器要目	添 3-4-2-4-2
3. 計算数値	添 3-4-2-4-4
3.1. 許容応力状態 B <sub>s</sub> S	添 3-4-2-4-4
3.1.1. 胴に生じる応力	添 3-4-2-4-4
3.1.2. 脚に生じる応力	添 3-4-2-4-7
4. FEM による固有値解析	添 3-4-2-4-7
4.1. 解析モデル	添 3-4-2-4-7
4.2. 固有値解析結果	添 3-4-2-4-8
4.3. 基礎ボルトに生じる応力	添 3-4-2-4-8
5. 結果	添 3-4-2-4-9

本計算書は「添付書類 3-3-2-1. 四脚たて置円筒形容器」に基づいて計算を行う。

1. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床 面高さ (m)	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	比重
重水溢流タンク	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1 FL -7.95	0.1961	55°C	—

注：基準床レベルを示す。

固有周期 (Hz)	
水平方向	鉛直方向
10.7	35.3

B <sub>A</sub> S	
静的 地震力	弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub> の 1/2
水平方向 設計震度	水平方向 設計震度
C <sub>H</sub> =0.18	C <sub>H</sub> =1.23

部材	材料		設計降伏点 S <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ S <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	許容引張応力 S (N/mm <sup>2</sup> )
胴板	SUS304L	55°C	166	459	121
脚	SS400	40°C	245	400	—
基礎ボルト	SS400	40°C	235	400	—

2. 機器要目

$m_0$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G_s$ (N/mm <sup>2</sup> )
10200	1800	9	$1.93 \times 10^5$	$2.02 \times 10^5$	$7.42 \times 10^4$	$7.77 \times 10^4$

$\ell$ (mm)	$\ell_c$ (mm)	$\ell_g$ (mm)	$H$ (mm)	$C_1$ (mm)	$C_2$ (mm)
1600	2072	2500	-	175	150

$K_c$ (-)	$K_\ell$ (-)	$K_r$ (-)	$I_{sf}$ (mm <sup>4</sup> )	$I_{sr}$ (mm <sup>4</sup> )	$I_{st}$ (mm <sup>4</sup> )	$A_f$ (mm <sup>2</sup> )
12798.1	2121.7	11573.0	$1.82 \times 10^7$	$1.08 \times 10^8$	$3.65 \times 10^7$	3500

$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{sf}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{sr}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )
9218	3749	6219	2330	4667	2075

$Z_{sp}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{sr}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{st}$ (mm <sup>3</sup> )	$J_s$ (mm <sup>4</sup> )	$h$ (mm)	$s$ (-)
$3.652 \times 10^4$	$8.670 \times 10^5$	$2.920 \times 10^5$	$5.11 \times 10^5$	250	15

$n$ (-)	$n_1$ (-)	$n_2$ (-)	$a$ (mm)	$b$ (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )
4	2	2	300	300	452.4 (M24)

$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	F (脚) (N/mm <sup>2</sup> )	
		$B_{AS}$	$B_{AS}$
42.5	75.0	245	235



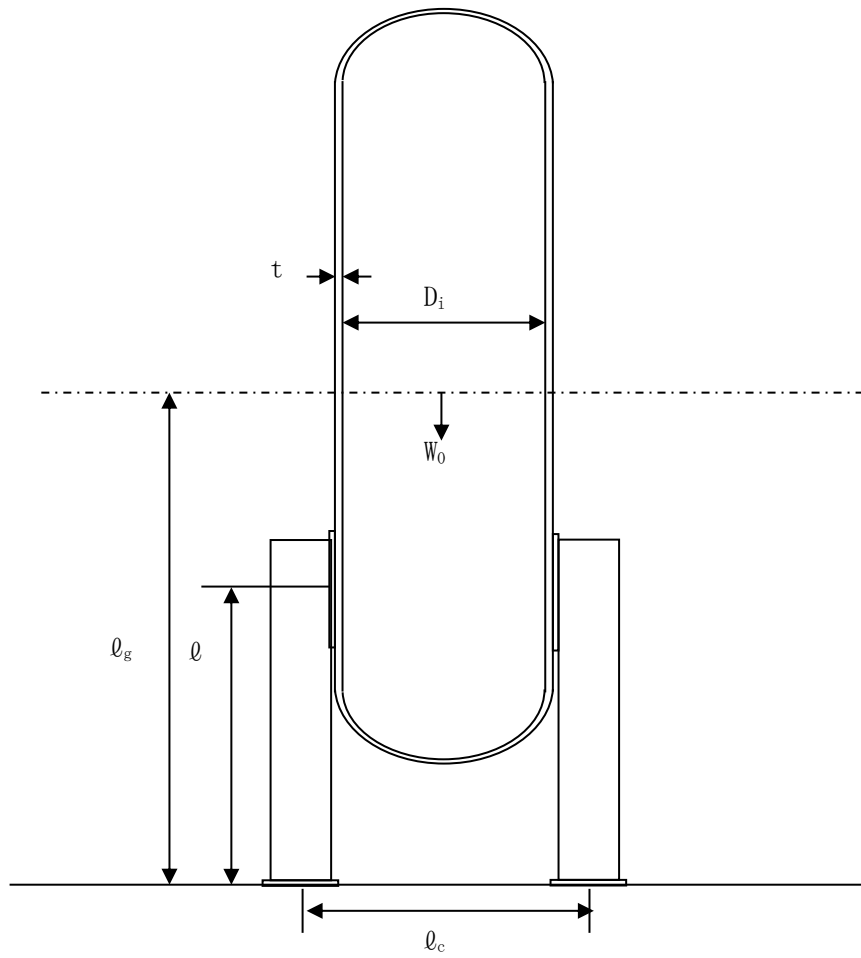


図-3-4-2-4.1 重水溢流タンクの荷重説明図

### 3. 計算数値

#### 3.1 許容応力状態BAS

##### 3.1.1 胴に生じる応力

###### (1) 胴に生じる一次一般膜応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

応力	静水頭又は 内圧による 応力	運転時質量 による応力	地震力によ る応力	組合せ一次 一般膜応力
		自重による 応力	転倒モーメ ントによる 応力	
周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	-	$\sigma_0 = 20$
軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x5} = 5$	
せん断	-	-	-	

## (2) 胴に生じる一次応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向	評価場所		応力	静水頭又は内圧による応力	運転時質量による応力		
					自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力
Z方向	第一脚側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	$\sigma_{\phi 3} = 4$	$\sigma_{\phi 4} = 3$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 2$	$\sigma_{x4} = 3$
			せん断	-	-		
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 3$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 3$
			せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 5$		
	第二脚側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	$\sigma_{\phi 3} = 4$	$\sigma_{\phi 4} = 3$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 2$	$\sigma_{x4} = 3$
			せん断	-	-		
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 3$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 3$
			せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 5$		
X方向	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	$\sigma_{\phi 3} = 4$	$\sigma_{\phi 4} = 3$	
		軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 2$	$\sigma_{x4} = 3$	
		せん断	-	-			
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 20$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 3$	
		軸方向	$\sigma_{x1} = 10$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 3$	
		せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 5$			

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向	評価場所		応力	水平地震力による応力				組合せ一次応力
				転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
Z方向	第一脚側	第一評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 61} = 36$	$\sigma_{\phi 71} = 51$	-	$\sigma_{11} = 114$
			軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x61} = 35$	$\sigma_{x71} = 19$	-	
			せん断	-				
		第二評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 61} = 36$	-	-	$\sigma_{12} = 81$
			軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x61} = 35$	-	-	
			せん断	$\tau_{\phi 2} = 19$				
	第二脚側	第一評価点	周方向	-	-	-	-	$\sigma_{13} = 51$
			軸方向	-	-	-	-	
			せん断	$\tau_{c1} = 6$		$\tau_3 = 22$		
		第二評価点	周方向	-	-	-	$\sigma_{\phi 81} = 12$	$\sigma_{14} = 67$
			軸方向	-	-	-	$\sigma_{x81} = 29$	
			せん断	$\tau_3 = 22$				
X方向	第一評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 91} = 26$	$\sigma_{\phi 101} = 36$	-	$\sigma_{15} = 101$	
		軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x91} = 25$	$\sigma_{x101} = 14$	-		
		せん断	$\tau_{c4} = 5$		$\tau_6 = 16$			
	第二評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 91} = 26$	-	$\sigma_{\phi 111} = 9$	$\sigma_{16} = 98$	
		軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x91} = 25$	-	$\sigma_{x111} = 21$		
		せん断	$\tau_{\phi 5} = 14$		$\tau_6 = 16$			

### 3.1.2 脚に生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		運転時質量による応力		
		圧縮	曲げ	せん断
Z 方向	第一脚側	$\sigma_{s1} = 3$	$\sigma_{s2} = 10$	$\tau_{s1} = 1$
	第二脚側	$\sigma_{s1} = 3$	$\sigma_{s2} = 10$	$\tau_{s1} = 1$
X 方向		$\sigma_{s1} = 3$	$\sigma_{s2} = 10$	$\tau_{s1} = 1$

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		水平地震力による応力			組合せ応力
		圧縮	曲げ	せん断	
Z 方向	第一脚側	$\sigma_{s5} = 11$	$\sigma_{s6} = 116$	$\tau_{s3} = 6$	$\sigma_{sz1} = 141$
	第二脚側	-	$\sigma_{s7} = 37$	$\tau_{s4} = 26$	$\sigma_{sz2} = 69$
X 方向		$\sigma_{s8} = 8$	$\sigma_{s9} = 82$	$\sigma_{s10} = 26$	$\tau_{s5} = 22$
					$\sigma_{sx} = 135$

## 4. FEMによる固有値解析

基礎ボルトの評価については、FEMにより重水溢流タンクをモデル化して固有値解析を行い、その固有振動数に対して水平震度を算定する。

### 4.1. 解析モデル

固有値算定用モデルのモデル図を以下に示す。

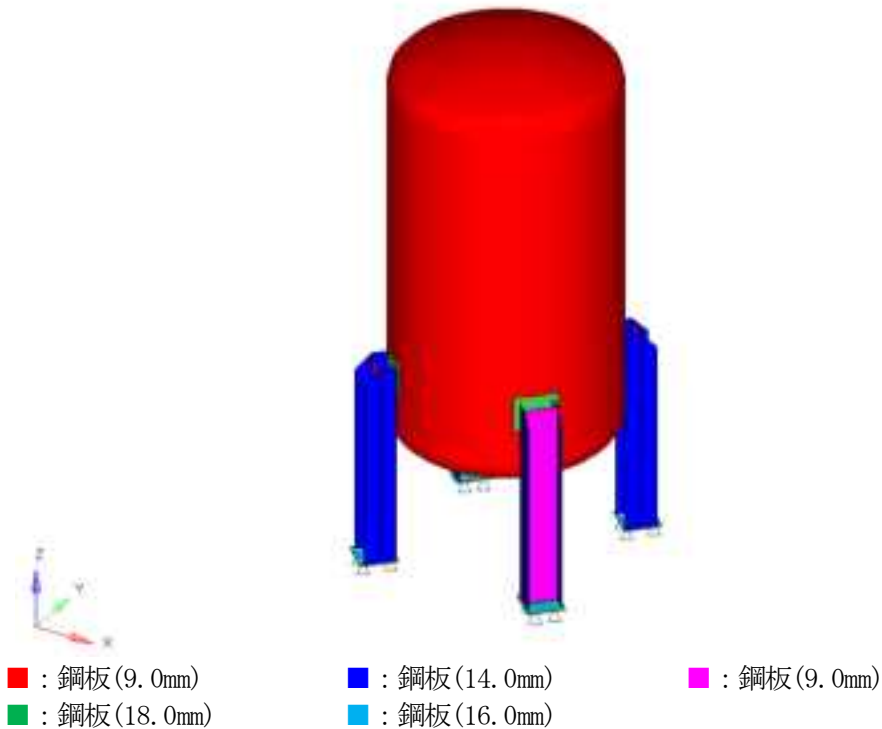


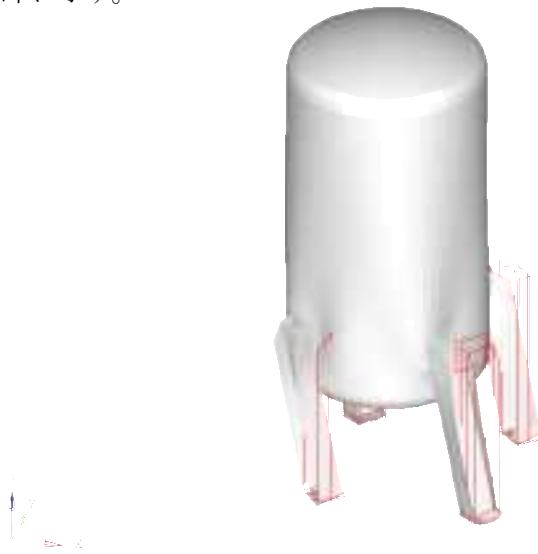
図-3-4-2-4.2 モデル図

#### 4.2. 固有値解析結果

固有値解析の結果と設計震度を以下に示す。

固有周期(Hz)
水平方向
6.7

弾性設計用地震動 Sd の 1/2
水平方向 設計震度
C <sub>H</sub> =0.94



#### 4.3. 基礎ボルトに生じる応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		引張応力	せん断応力
Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{b1} = 156$	$\tau_{b1} = 10$
	第 2 脚側	$\sigma_{b2} = 127$	$\tau_{b2} = 17$
	第 3 脚側	$\sigma_{b3} = 85$	$\tau_{b3} = 12$
	第 4 脚側	$\sigma_{b2} = 127$	$\tau_{b2} = 17$
X 方向	第 1 脚側	$\sigma_{b4} = 163$	$\tau_{b4} = 14$
	第 2 脚側	$\sigma_{b5} = 102$	$\tau_{b5} = 15$
	第 3 脚側	$\sigma_{b5} = 102$	$\tau_{b5} = 15$
	第 4 脚側	$\sigma_{b4} = 163$	$\tau_{b4} = 14$

図-3-4-2-4.3 解析結果

5. 結果

下表に示すように、許容応力状態B<sub>A</sub>Sにおける算出応力はすべて許容応力を満足している。なお、水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、本機器は応答軸が明確な設備であり、厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力していることから、考慮不要とした。

表-3-4-2-4.1 評価結果

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	胴	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0 = 20$	$S_a = 166$
			一次	$\sigma_1 = 114$	$S_a = 166$
	脚	SS400	組合せ	$\sigma_s = 141$	$f_t = 245$
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価) $\sigma_{sr}/f_{br}$ $+ \sigma_{st}/f_{bt}$ $+ \sigma_{sc}/f_c$	0.575	1.000
			基礎ボルト	SS400	引張
				せん断	$\tau_b = 17$





### 3-4-2-5. 重水系設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-2-5-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-2-5-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-2-5-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-2-5-3
3. 設計条件	添 3-4-2-5-12
3.1. HWS-R-1	添 3-4-2-5-12
3.2. HWS-R-2	添 3-4-2-5-14
3.3. HWS-R-3	添 3-4-2-5-16
3.4. HWS-R-4	添 3-4-2-5-18
3.5. HWS-R-5	添 3-4-2-5-20
3.6. HWS-R-6	添 3-4-2-5-23
3.7. HWS-R-7	添 3-4-2-5-26
3.8. HWS-R-8	添 3-4-2-5-28
4. 解析結果及び評価	添 3-4-2-5-30
4.1. 固有周期	添 3-4-2-5-30
4.2. 結論	添 3-4-2-5-38
4.2.1. HWS-R-1	添 3-4-2-5-38
4.2.2. HWS-R-2	添 3-4-2-5-39
4.2.3. HWS-R-3	添 3-4-2-5-40
4.2.4. HWS-R-4	添 3-4-2-5-41
4.2.5. HWS-R-5	添 3-4-2-5-42
4.2.6. HWS-R-6	添 3-4-2-5-43
4.2.7. HWS-R-7	添 3-4-2-5-44
4.2.8. HWS-R-8	添 3-4-2-5-45
4.3. 拘束点反力	添 3-4-2-5-46
4.3.1. HWS-R-1	添 3-4-2-5-46
4.3.2. HWS-R-2	添 3-4-2-5-47
4.3.3. HWS-R-3	添 3-4-2-5-48
4.3.4. HWS-R-4	添 3-4-2-5-50
4.3.5. HWS-R-5	添 3-4-2-5-51
4.3.6. HWS-R-6	添 3-4-2-5-52
4.3.7. HWS-R-7	添 3-4-2-5-53
4.3.8. HWS-R-8	添 3-4-2-5-54

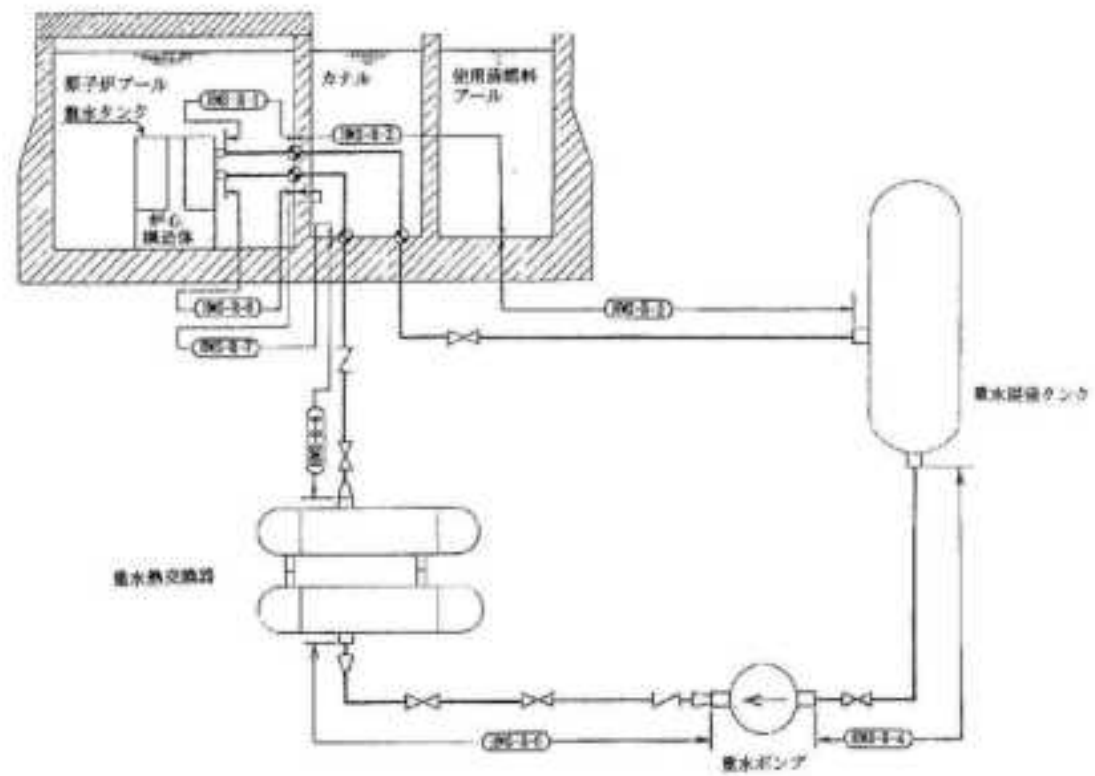
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
HWS-R-1	重水タンクから原子炉プール貫通部アンカまで	B
HWS-R-2	原子炉プール貫通部アンカからカナル貫通部アンカまで	B
HWS-R-3	カナル貫通部アンカから重水溢流タンクまで	B
HWS-R-4	重水溢流タンクから重水ポンプまで	B
HWS-R-5	重水ポンプから重水熱交換器まで	B
HWS-R-6	重水熱交換器からカナル貫通部アンカまで	B
HWS-R-7	カナル貫通部アンカから原子炉プール貫通部アンカまで	B
HWS-R-8	原子炉プール貫通部アンカから重水タンクまで	B




## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1. 概略系統図

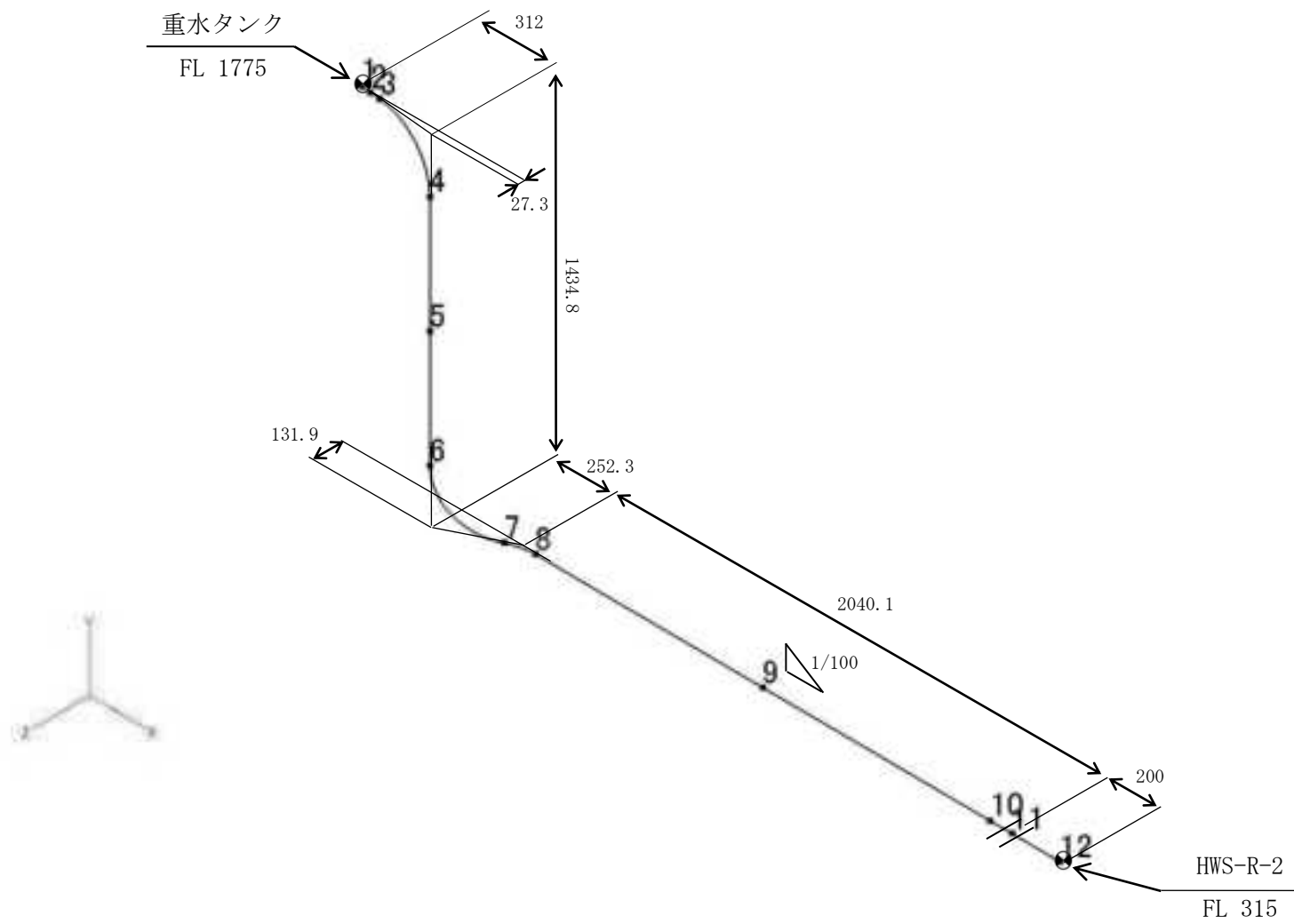


## 2.2. 鳥瞰図

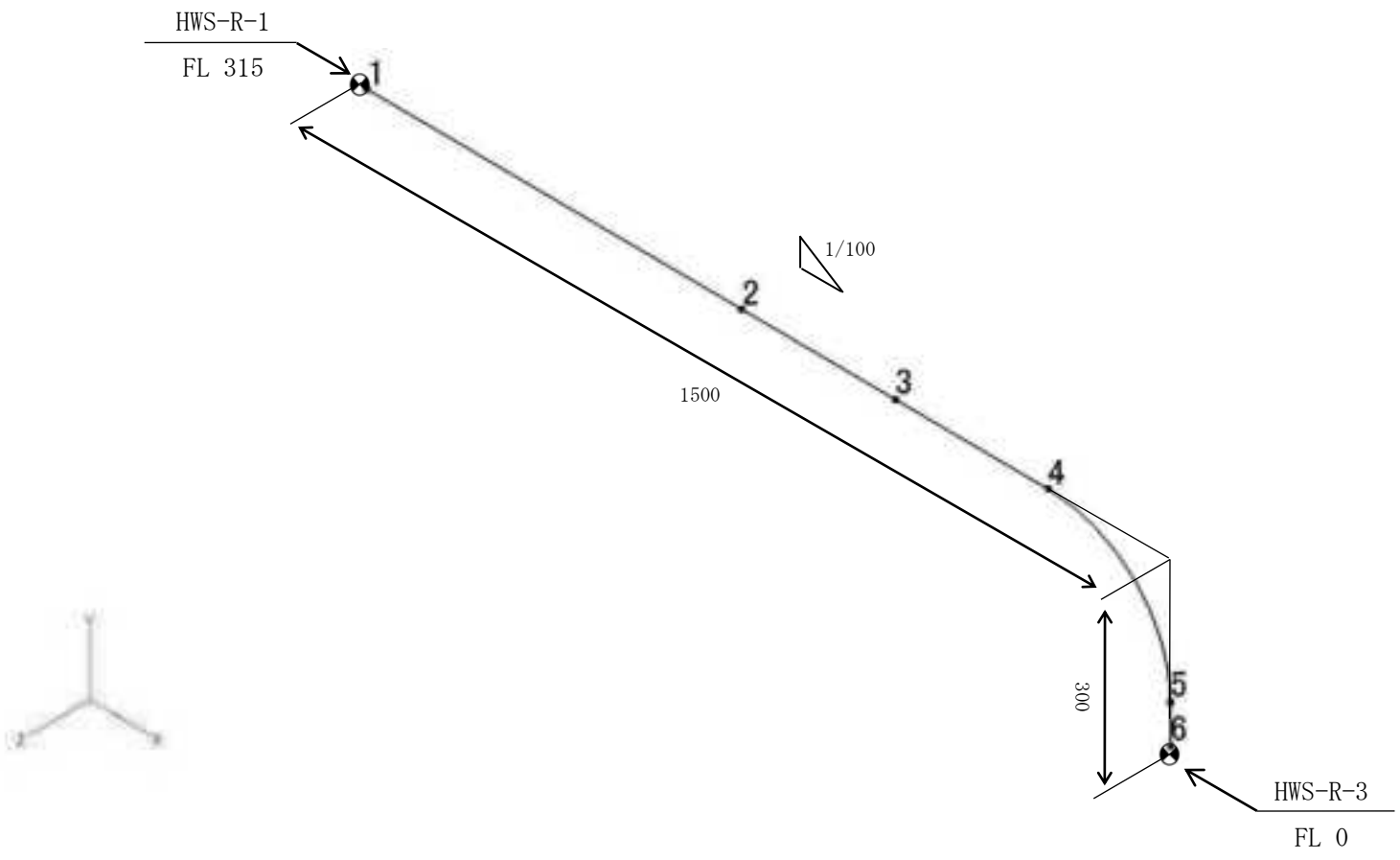
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	ハンガー

(1) HWS-R-1

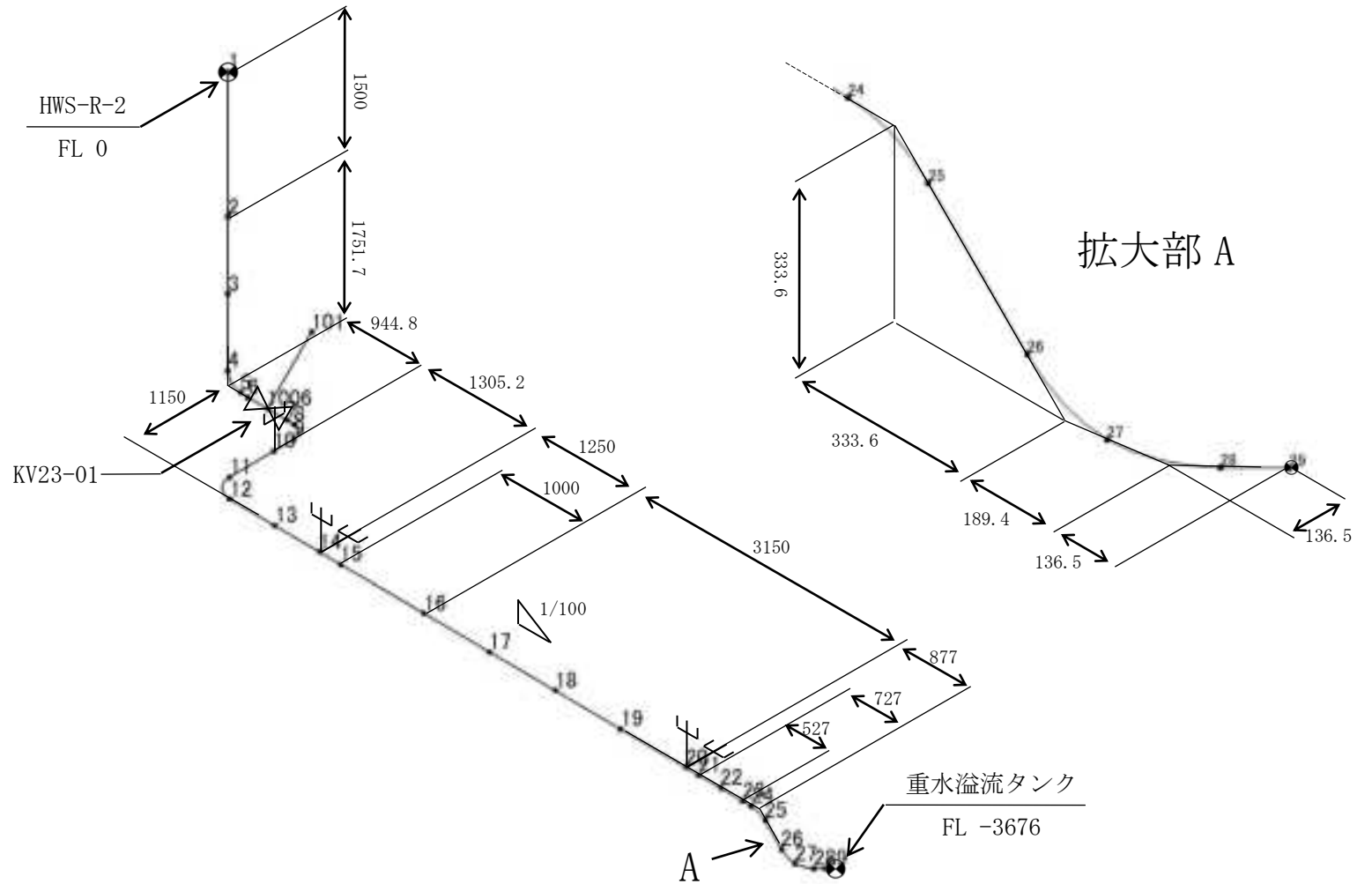


(2) HWS-R-2



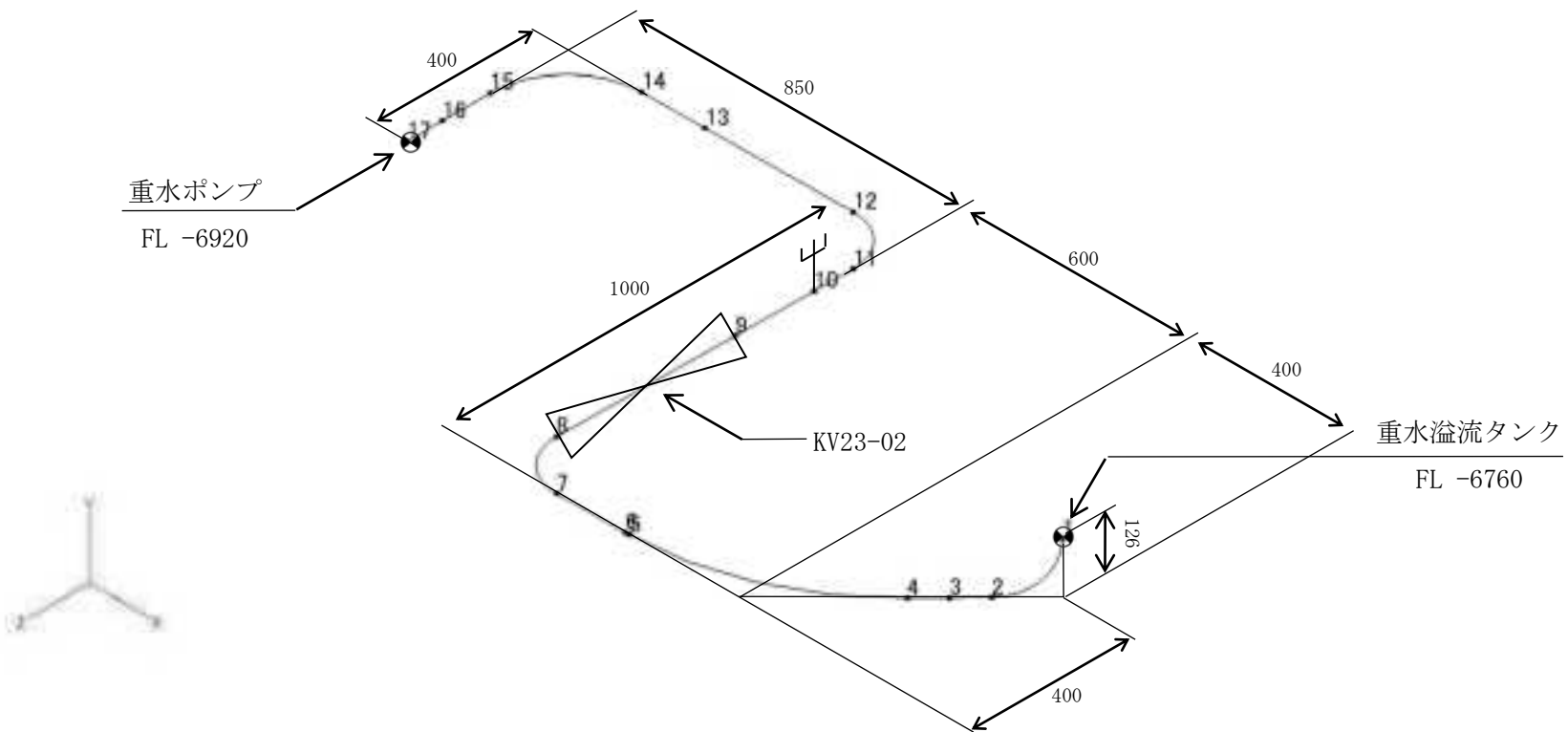
添 3-4-2-5-5

(3) HWS-R-3



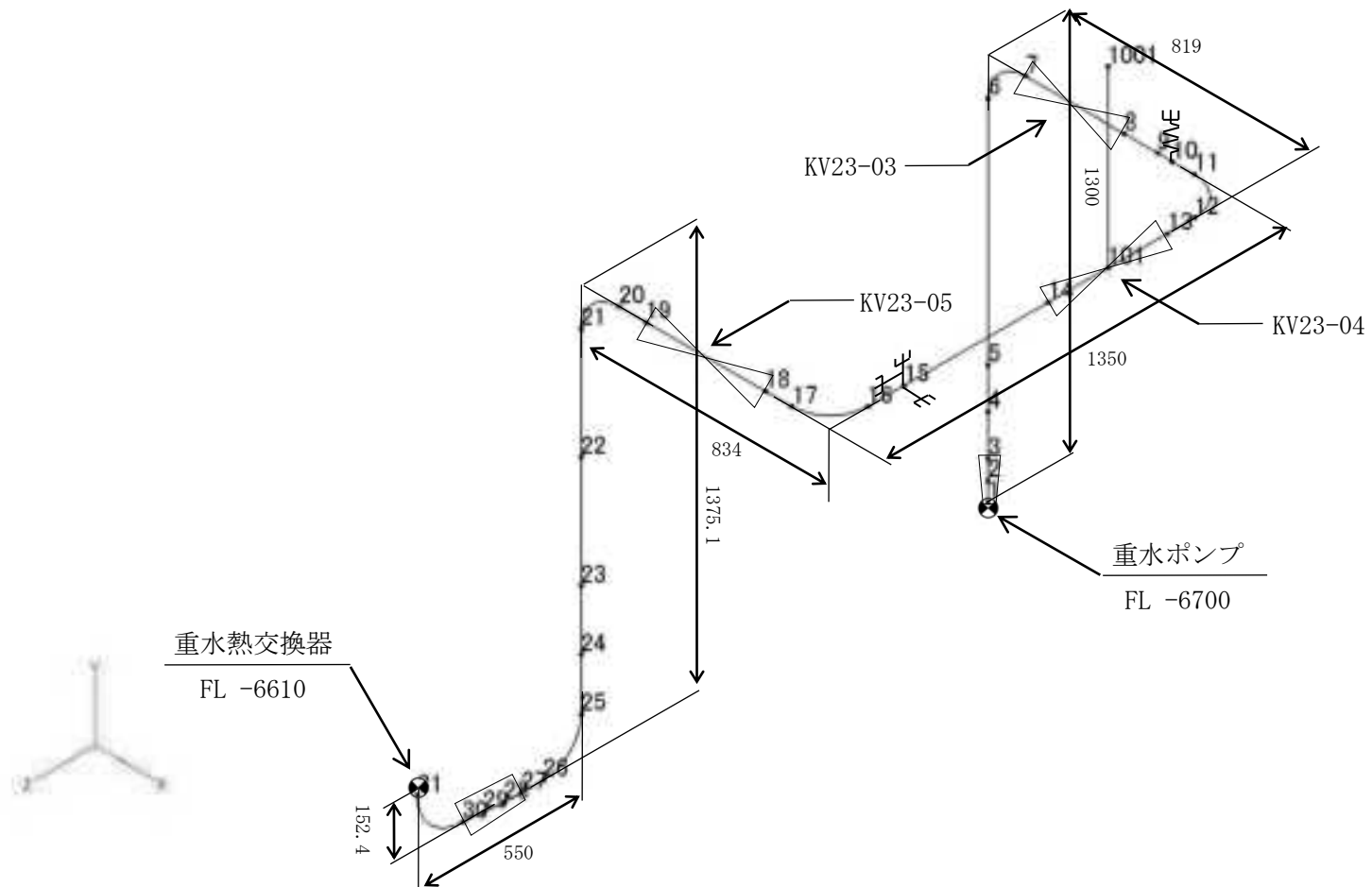


(4) HWS-R-4

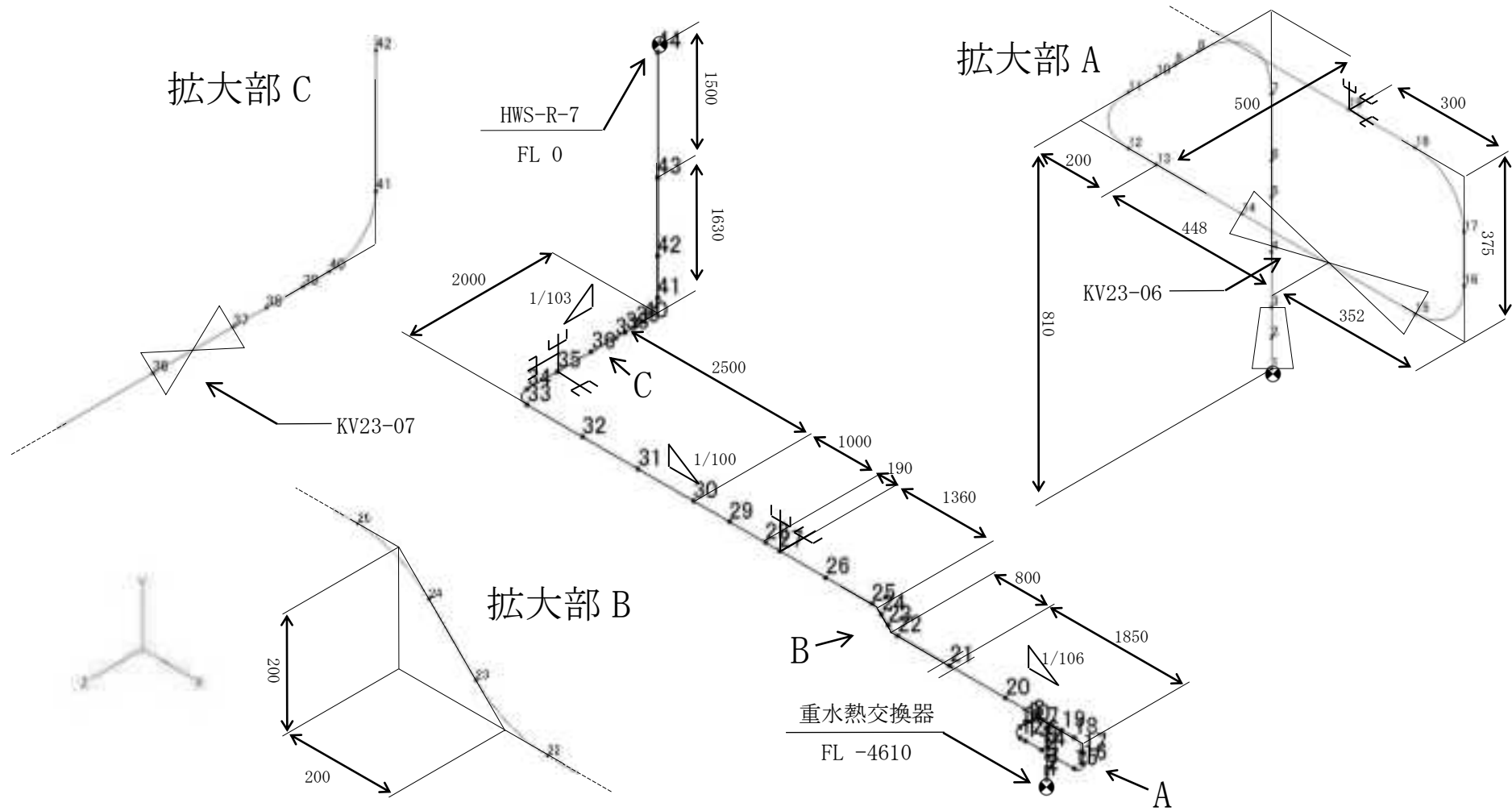


添 3-4-2-5-7

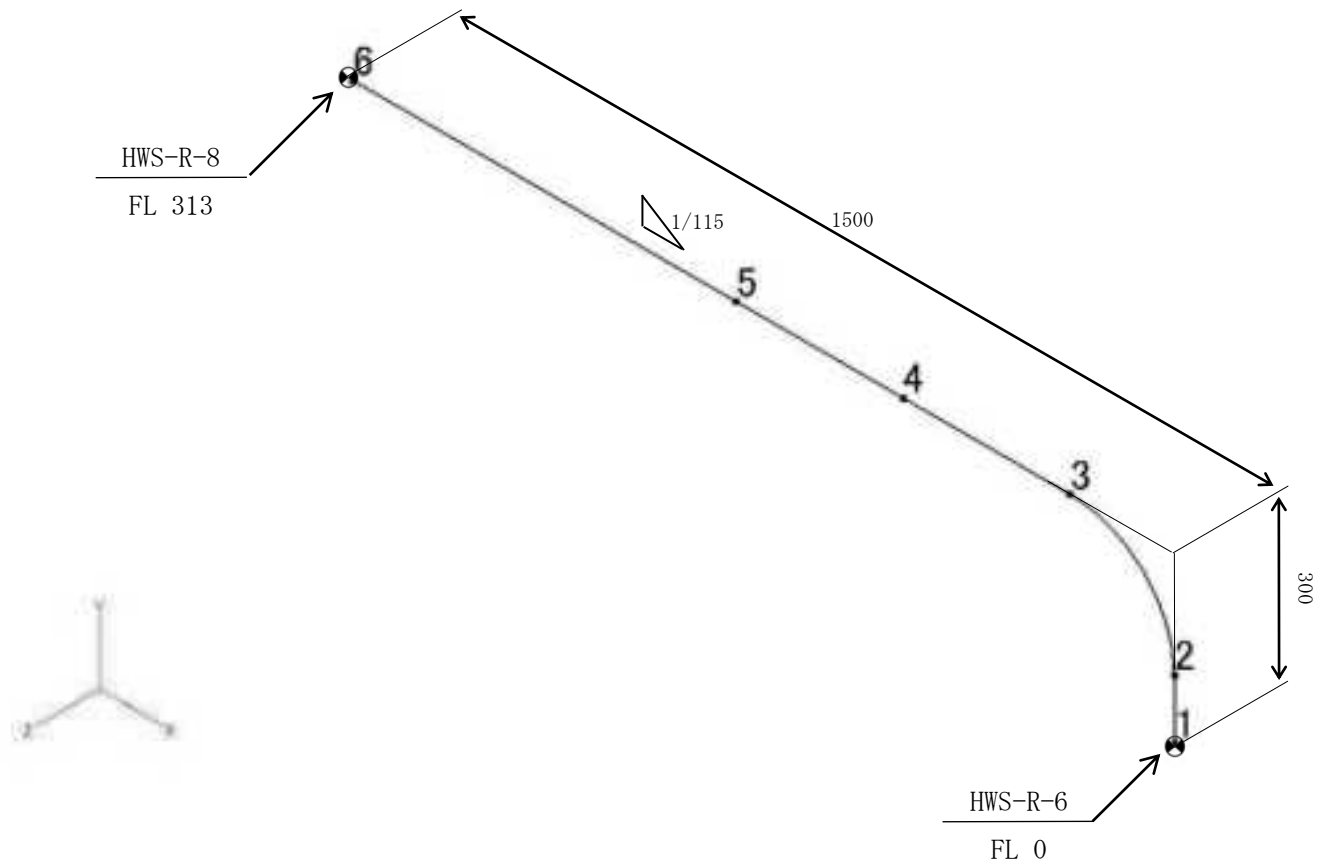
(5) HWS-R-5



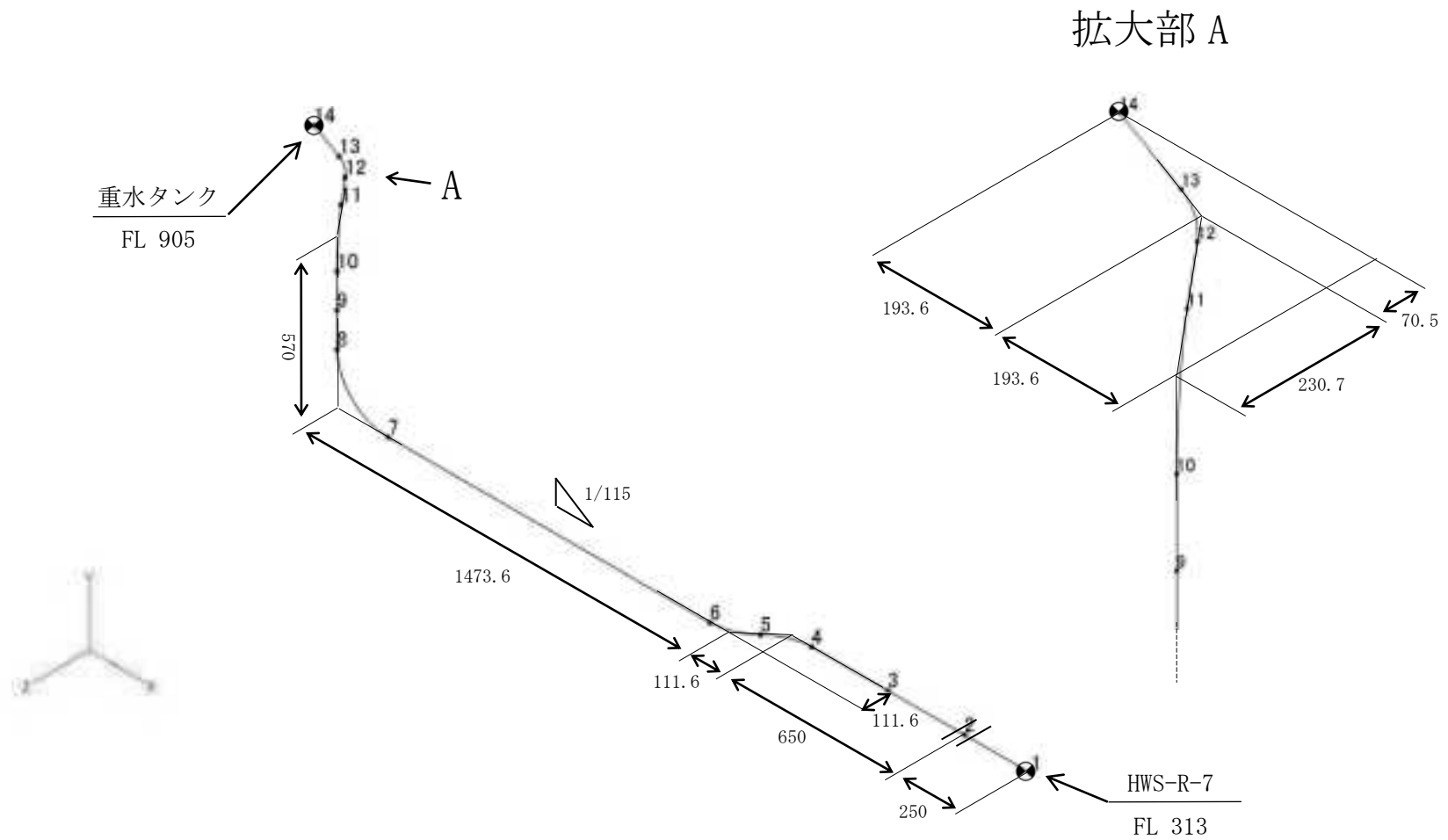
(6) HWS-R-6



(7) HWS-R-7



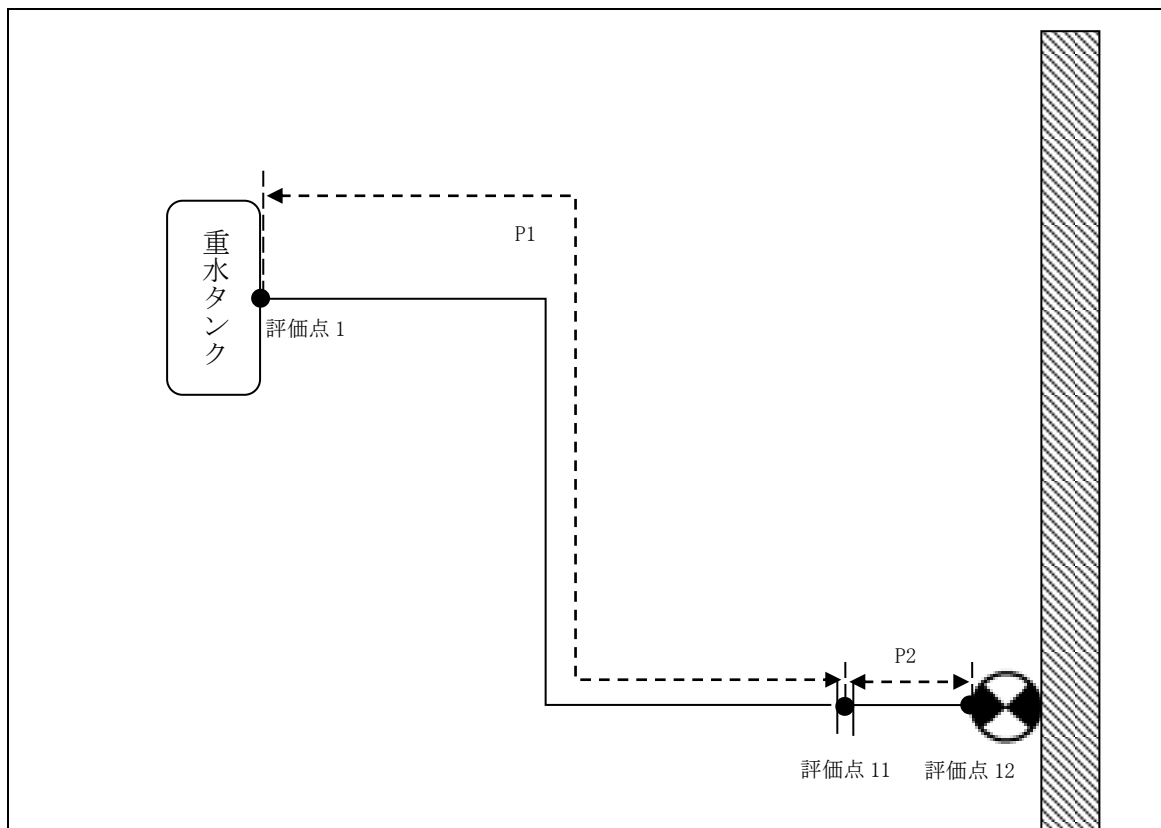
(8) HWS-R-8



### 3. 設計条件

#### 3.1. HWS-R-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	
外径(mm)	165.2		165.2	
板厚(mm)	5.0		5.0	
材質	A5052T-0		SUS304LTP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.88×10 <sup>4</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.33		0.3	
最高使用温度(°C)	55		55	
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.68×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	重水		重水	
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.11×10 <sup>-9</sup>		1.11×10 <sup>-9</sup>	
外部流体種類	水		水	
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	58		166	
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—		—	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	58	166

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	2.85	—
4	(6)	2.85	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	2.85	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
7	(6)	2.85	—
8	(6)	2.85	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(9)	2.10	—
12	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

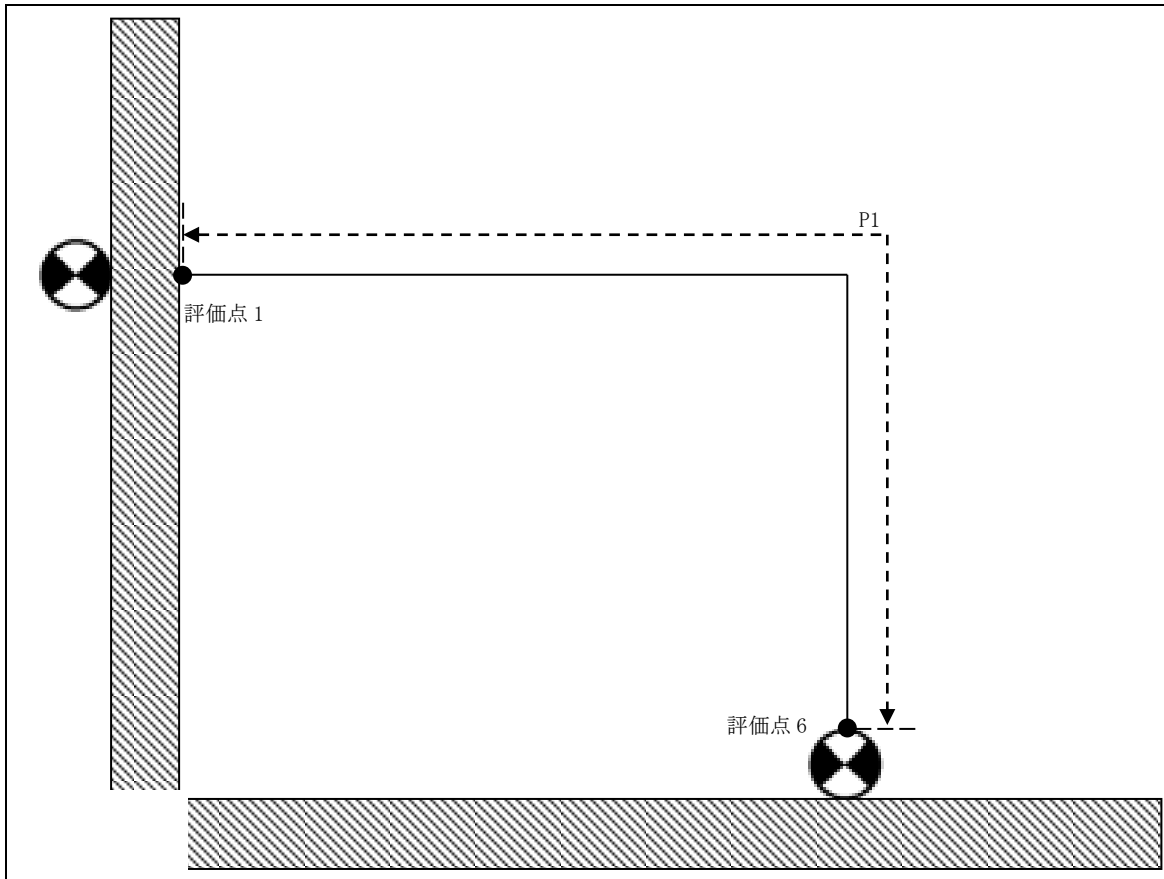
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
11	—	フランジ×2	14.00	150A S0

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 2, 3, 15, 16	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

3. 2. HWS-R-2

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	165.2			
板厚(mm)	5.0			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	重水			
内部流体密度(ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	166			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	166	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
4	(6)	2.85	—
5	(6)	2.85	—
6	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

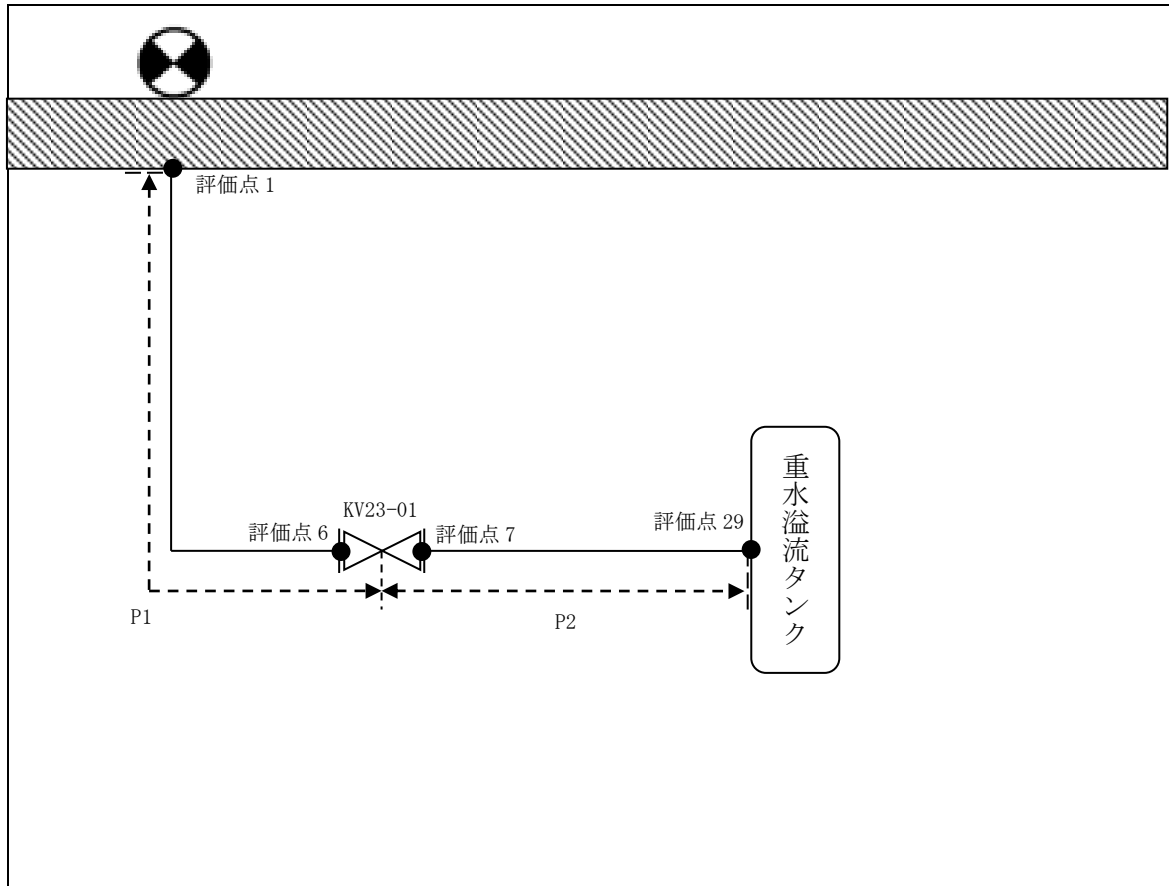
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9	0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—

3. 3. HWS-R-3

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	165.2		165.2		
板厚(mm)	5.0		5.0		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>6</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	重水		重水		
内部流体密度(ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>		1.11×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	-		-		
外部流体密度(ton/mm)	-		-		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	-		-		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	3.73	—
5	(6)	3.73	—
6	(9)	1.90	—
7	(9)	1.90	—
8	(6)	3.73	—
9	(6)	3.73	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	2.85	—
12	(6)	2.85	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
16	(1)	1.00	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(6)	2.85	—
25	(6)	2.85	—
26	(6)	2.85	—
27	(6)	2.85	—
28	(6)	2.85	—
29	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

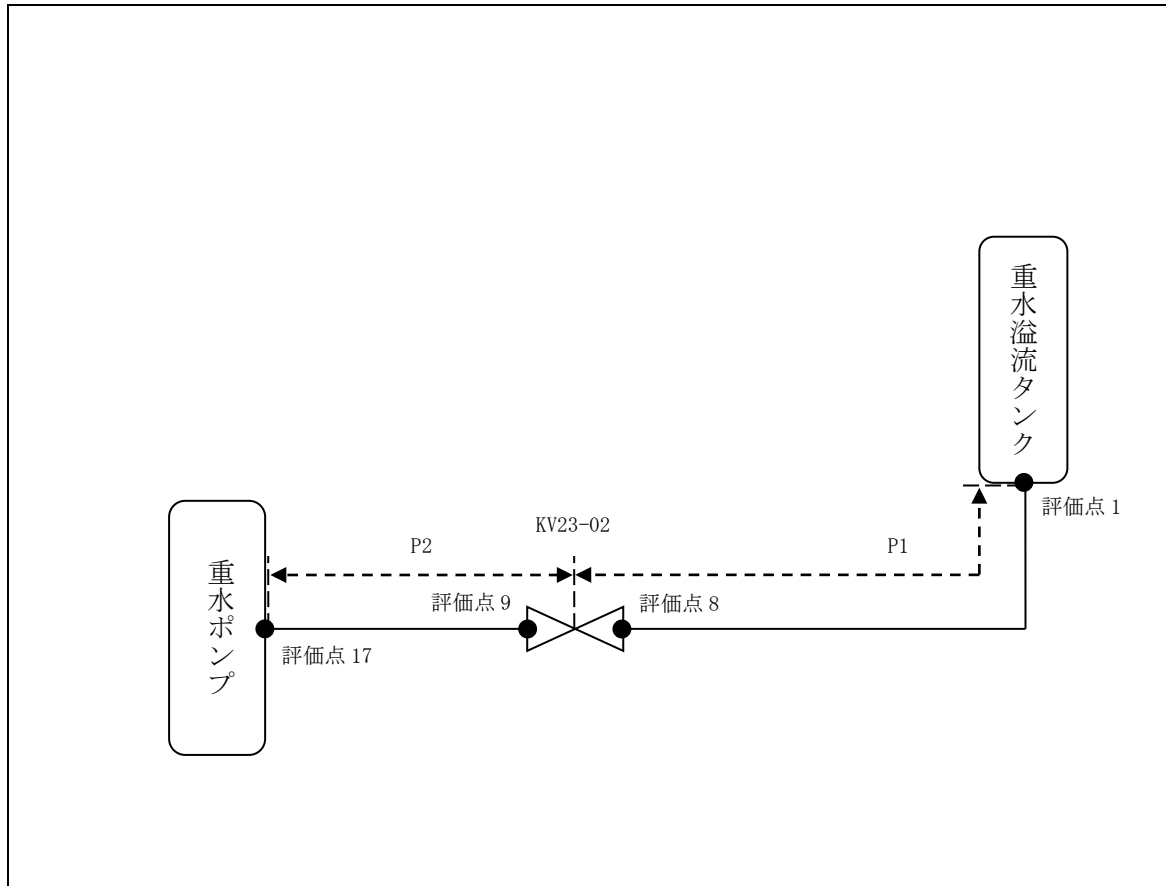
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	—	フランジ	11.00	150A WN
7	—	フランジ	11.00	150A WN
101	KV23-01	電動弁	149.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.4. HWS-R-4

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	139.8		139.8		
板厚(mm)	5.0		5.0		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.1961		0.3923		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	重水		重水		
内部流体密度(ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>		1.11×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	-		-		
外部流体密度(ton/mm)	-		-		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	-		-		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(6)	3.35	—
2	(6)	3.35	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	1.08	—
5	(6)	1.08	—
6	(1)	1.00	—
7	(6)	3.35	—
8	(6)	3.35	—
9	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
10	(1)	1.00	—
11	(6)	3.35	—
12	(6)	3.35	—
13	(1)	1.00	—
14	(6)	2.55	—
15	(6)	2.55	—
16	(1)	1.00	—
17	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

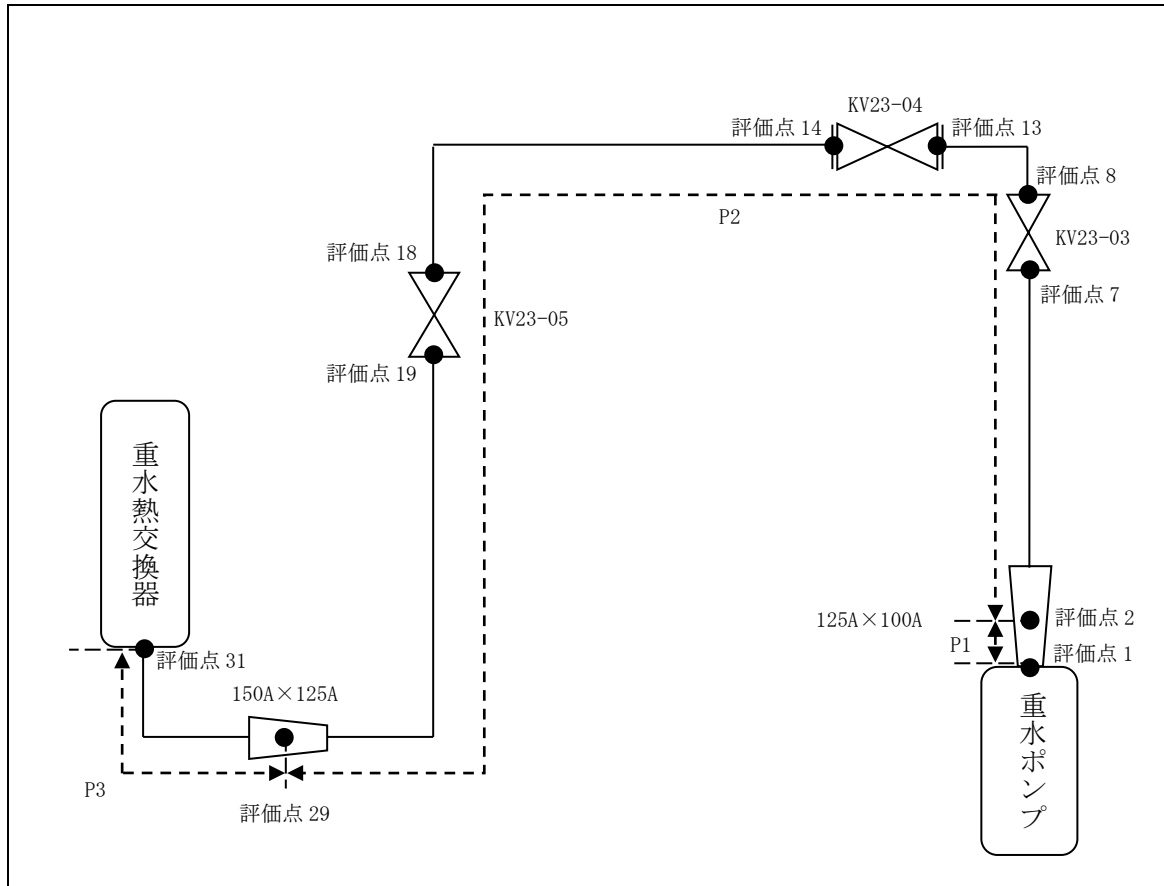
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	KV23-02	弁	31.00	—
9	KV23-02	弁	31.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2	0.25	0.25
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.5. HWS-R-5

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	114.3	139.8	165.2
板厚(mm)	5.0	5.0	5.0
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55	55	55
最高使用圧力(MPa)	0.3923	0.3923	0.3923
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	重水	重水	重水
内部流体密度(ton/mm)	$1.11 \times 10^{-9}$	$1.11 \times 10^{-9}$	$1.11 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—
設計降伏点 Sy	166	166	166
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S 1次 166	166	166

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(7)	2.00	—
3	(3)	1.80	—
4	(1)	1.00	—
5	(5)	2.10	—
6	(6)	3.35	—
7	(6)	3.35	—
8	(2)	2.10	—
9	(5)	2.10	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	2.41	—
12	(6)	2.41	—
13	(9)	1.90	—
14	(9)	1.90	—
15	(1)	1.00	—
16	(6)	3.35	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
17	(6)	3.35	—
18	(2)	2.10	—
19	(2)	2.10	—
20	(6)	3.35	—
21	(6)	3.35	—
22	(1)	1.00	—
23	(5)	2.10	—
24	(5)	2.10	—
25	(6)	3.35	—
26	(6)	3.35	—
27	(5)	2.10	—
28	(3)	1.80	—
29	(2)	2.00	—
30	(6)	3.73	—
31	(6)	3.73	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	KV23-03	弁	31.50	—
8	KV23-03	弁	31.50	—
13	—	フランジ	9.00	125A WN
14	—	フランジ	9.00	125A WN
18	KV23-05	弁+フランジ	40.00	
19	KV23-05	弁+フランジ	40.00	
1001	KV23-04	弁	108.00	—

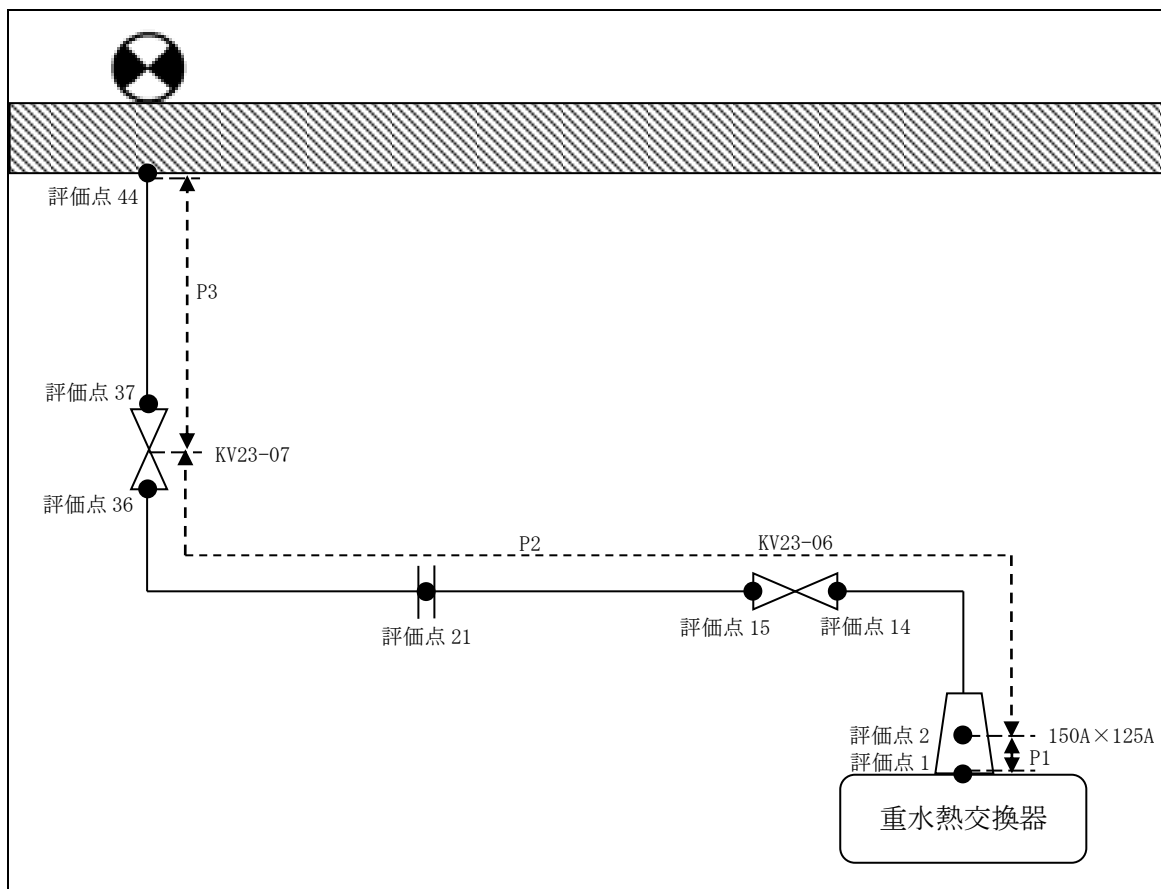
(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—



### 3.6. HWS-R-6

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	165.2	139.8	139.8
板厚(mm)	5.0	5.0	5.0
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)	55	55	55
最高使用圧力(MPa)	0.3923	0.3923	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	重水	重水	重水
内部流体密度(ton/mm)	$1.11 \times 10^{-9}$	$1.11 \times 10^{-9}$	$1.11 \times 10^{-9}$
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—
設計降伏点 Sy	166	166	166
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 166	166	166

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(7)	2.00	—
3	(3)	1.80	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(5)	2.10	—
7	(6)	2.55	—
8	(6)	2.55	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	3.35	—
12	(6)	3.35	—
13	(5)	2.10	—
14	(2)	2.10	—
15	(6)	3.35	—
16	(6)	3.35	—
17	(6)	3.35	—
18	(6)	3.35	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(9)	2.10	—
22	(6)	2.55	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
23	(6)	2.55	—
24	(6)	2.55	—
25	(6)	2.55	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(1)	1.00	—
33	(6)	2.55	—
34	(6)	2.55	—
35	(1)	1.00	—
36	(2)	2.10	—
37	(2)	2.10	—
38	(1)	1.00	—
39	(5)	2.10	—
40	(6)	2.55	—
41	(6)	2.55	—
42	(5)	2.10	—
43	(1)	1.00	—
44	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

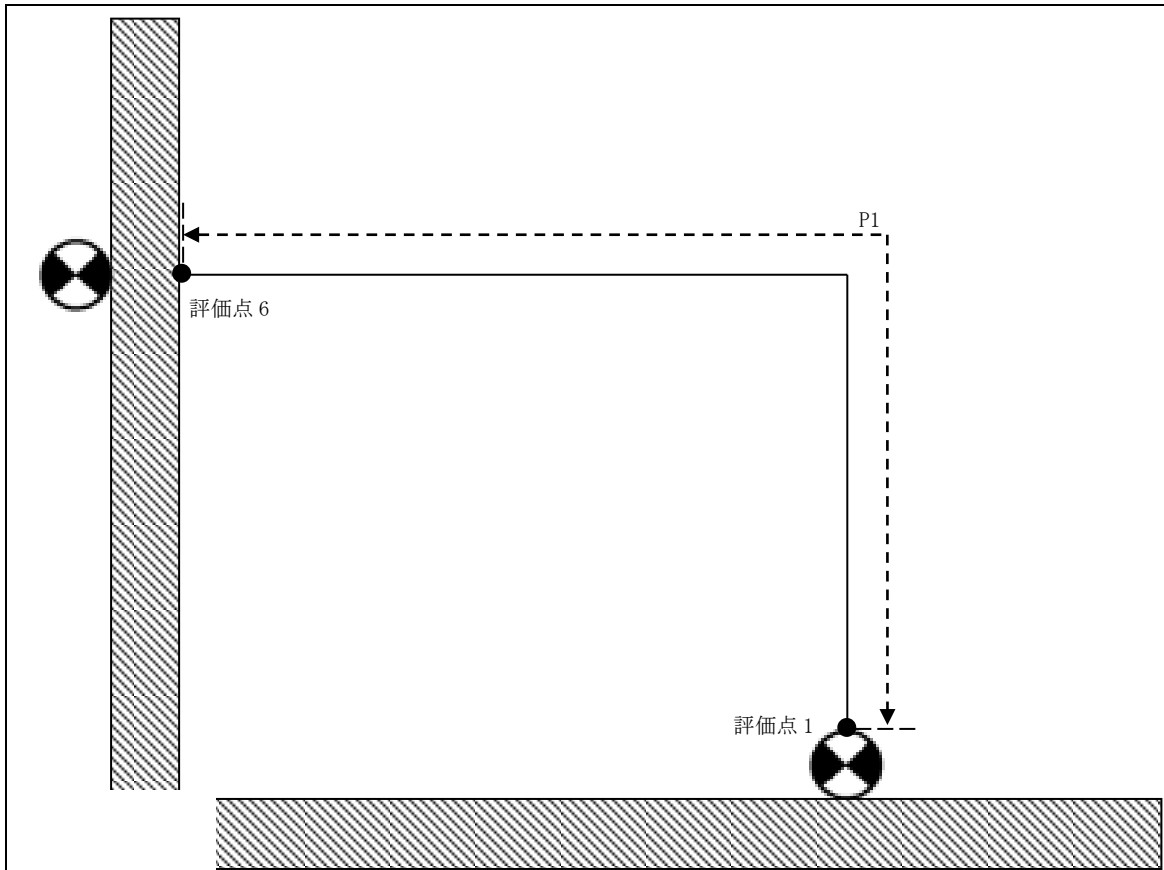
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
14	KV23-06	弁	31.00	—
15	KV23-06	弁	31.00	—
21	—	フランジ	35.00	—
36	KV23-07	弁	31.00	—
37	KV23-07	弁	31.00	—

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.7. HWS-R-7

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径 (mm)	139.8			
板厚 (mm)	5.0			
材質	SUS304LTP			
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比 (-)	0.3			
最高使用温度 (°C)	55			
最高使用圧力 (MPa)	0.0981			
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	重水			
内部流体密度 (ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度 (ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	166			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(6)	2.55	—
3	(6)	2.55	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

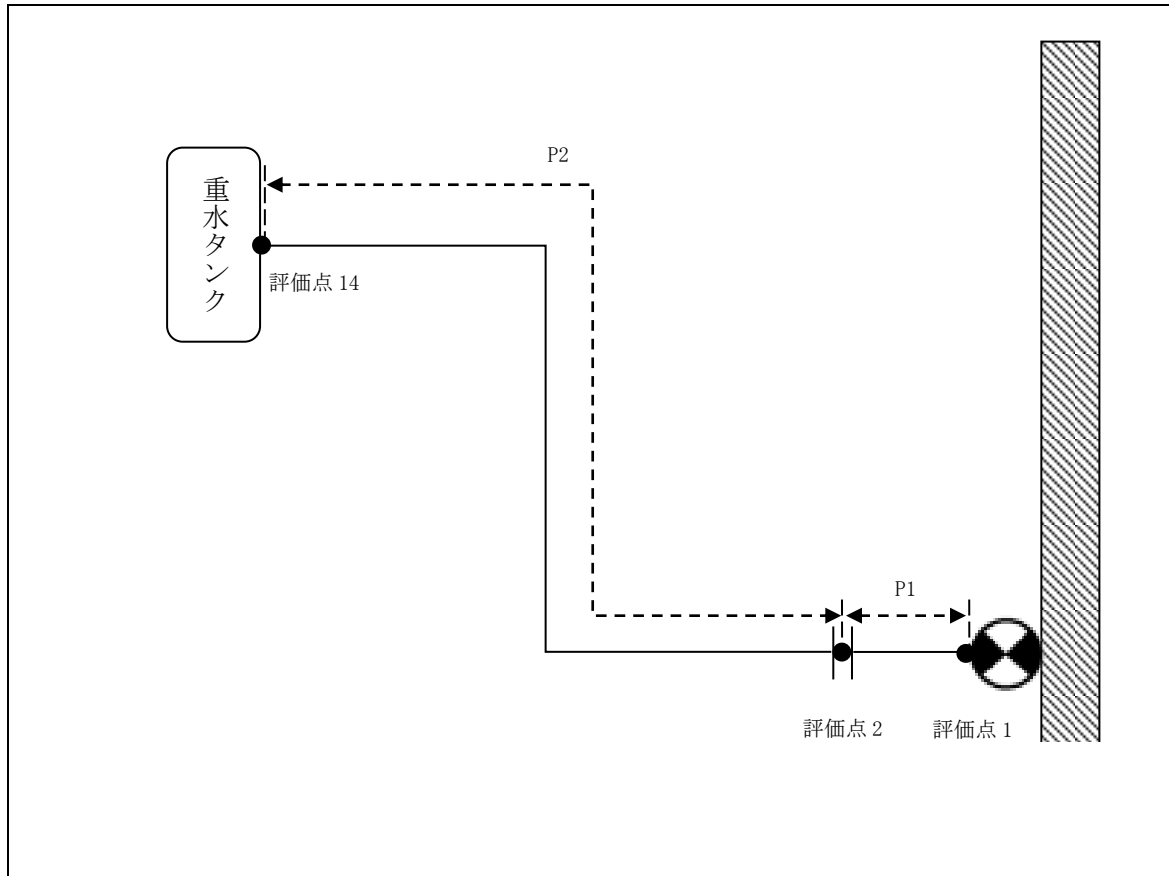
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9	0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—

3.8. HWS-R-8

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	139.8		139.8		
板厚(mm)	5.0		5.0		
材質	SUS304LTP		A5052T-0		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		6.88×10 <sup>4</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.33		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		2.68×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	重水		重水		
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.11×10 <sup>-9</sup>		1.11×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	水		水		
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	166		58		
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—		—		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	166	58	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(9)	2.10	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	2.55	—
5	(6)	2.55	—
6	(6)	2.55	—
7	(6)	2.55	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
8	(6)	2.55	—
9	(1)	1.00	—
10	(6)	3.35	—
11	(6)	3.35	—
12	(6)	2.55	—
13	(6)	2.55	—
14	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ×2	11.00	125A S0

## (4) 入力地震波

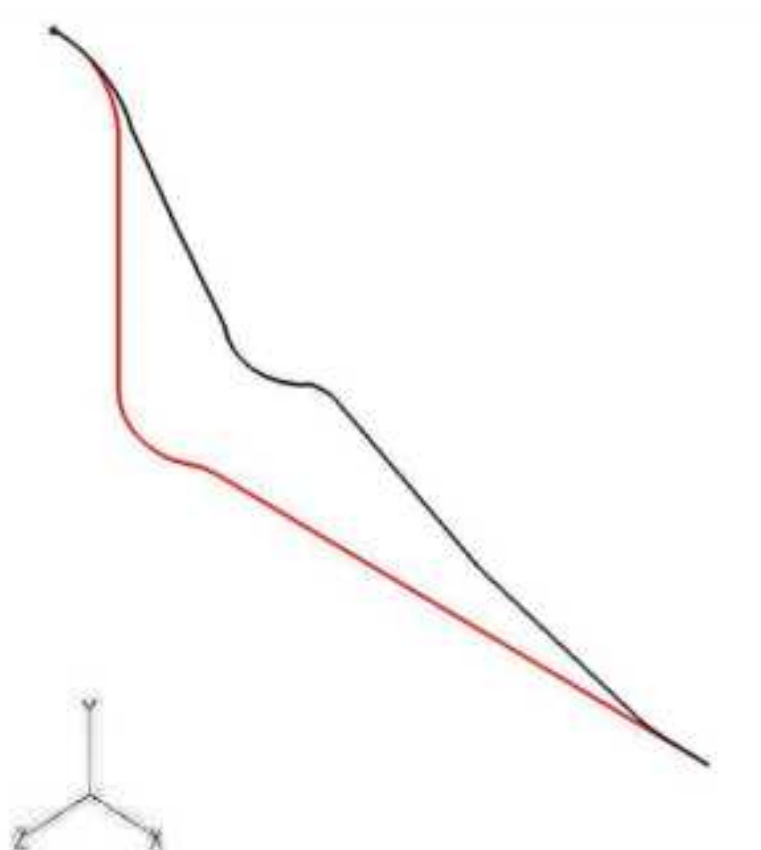
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 5, 6, 18, 19	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) HWS-R-1

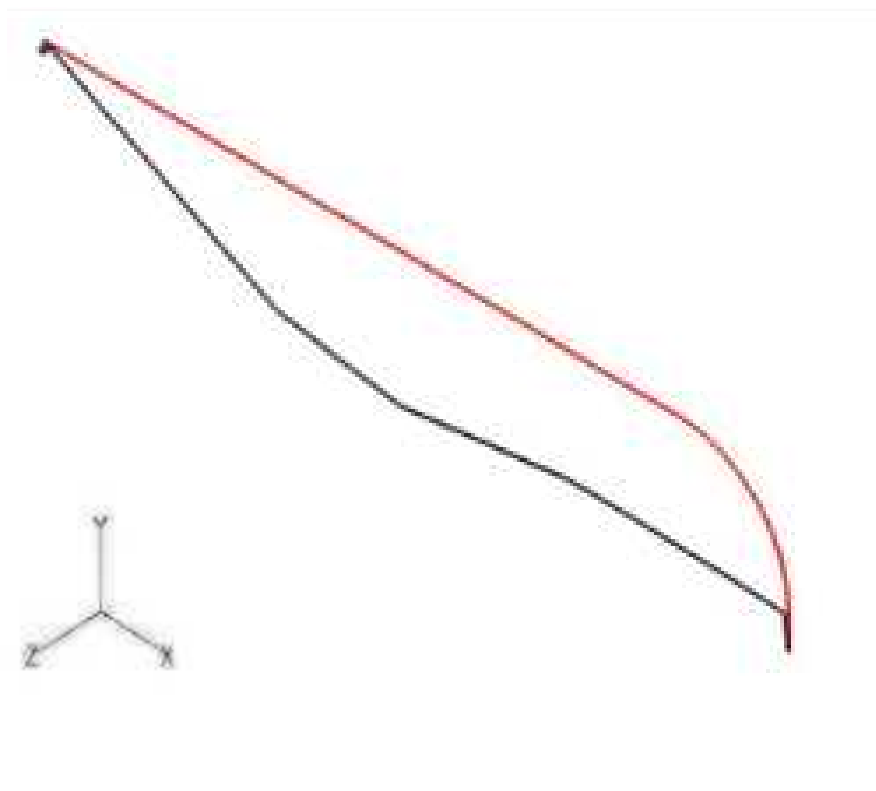
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	69.4	45.5	14.2
固有周期 (s)	0.014	0.022	0.071





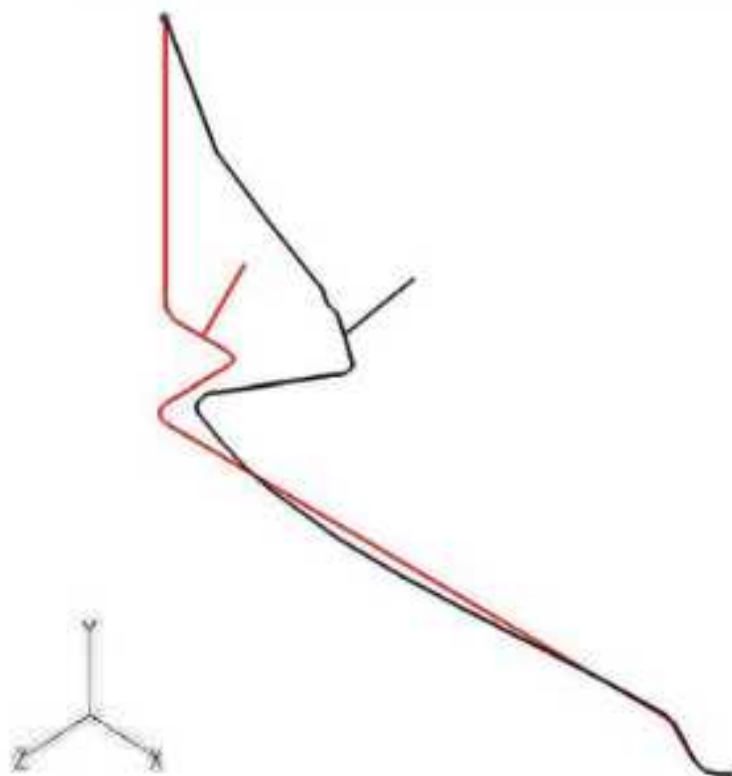
(2) HWS-R-2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	446.8	186.3	147.7
固有周期 (s)	0.002	0.005	0.007



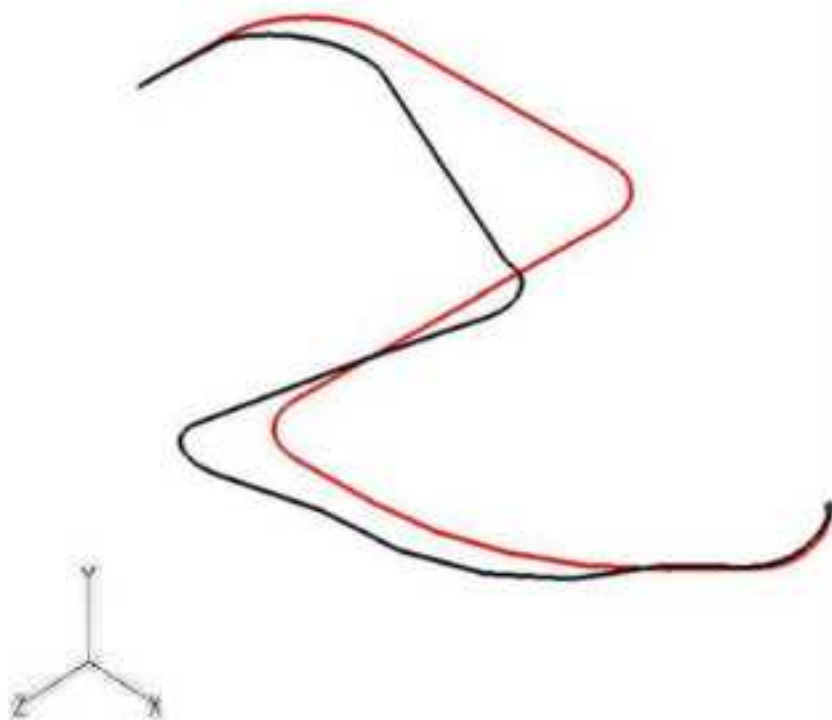
(3) HWS-R-3

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	6.3	20.4	6.3
固有周期 (s)	0.160	0.049	0.160



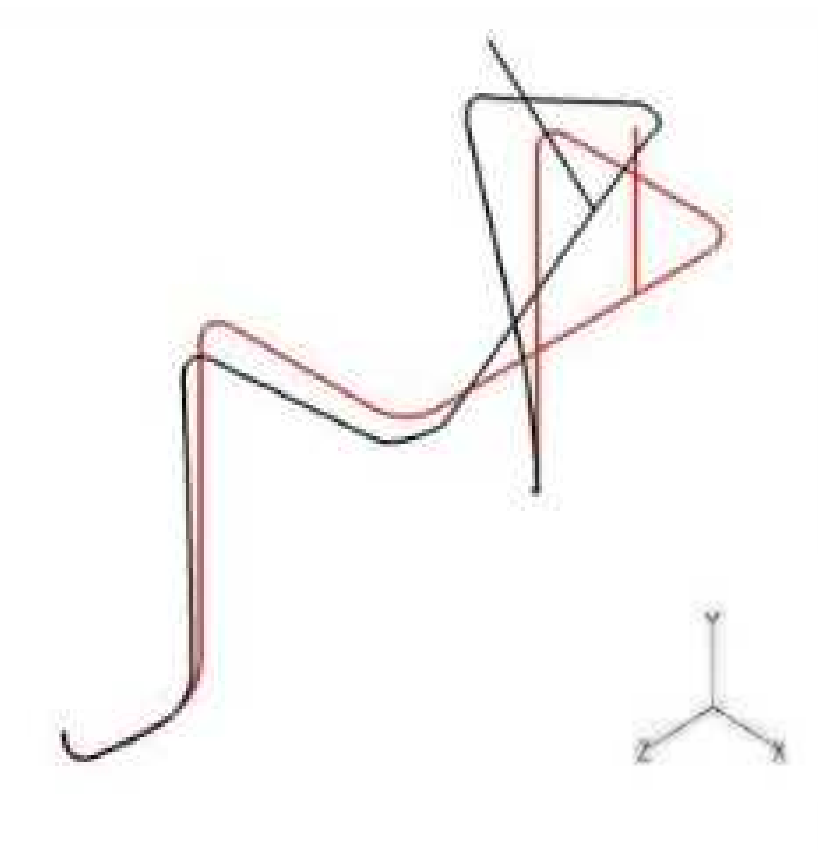
(4) HWS-R-4

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	92.4	24.7	23.1
固有周期 (s)	0.011	0.041	0.043



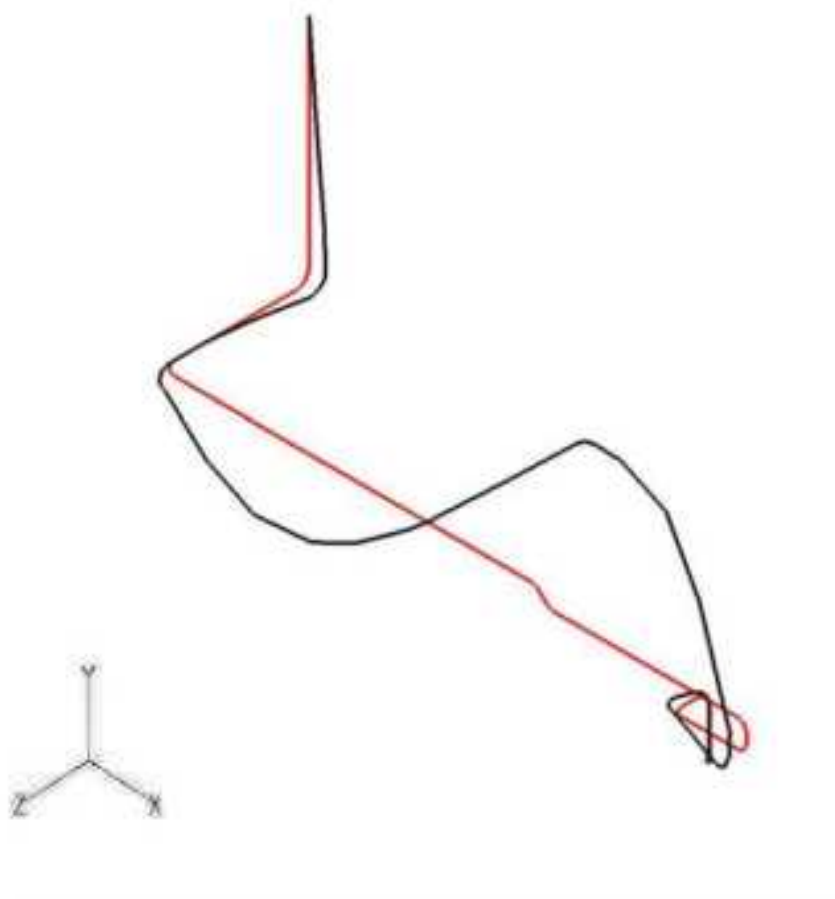
(5) HWS-R-5

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	11.3	22.6	22.6
固有周期 (s)	0.089	0.044	0.044



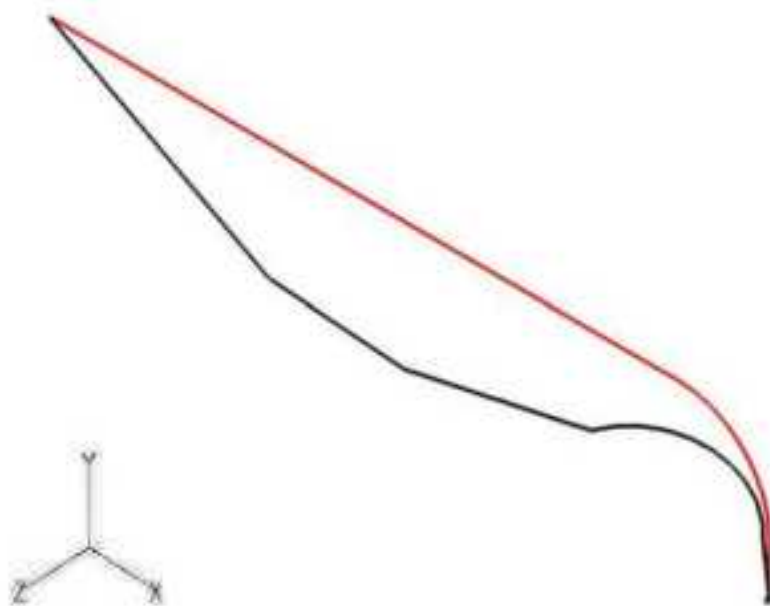
(6) HWS-R-6

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	20.7	14.3	14.8
固有周期 (s)	0.048	0.070	0.067



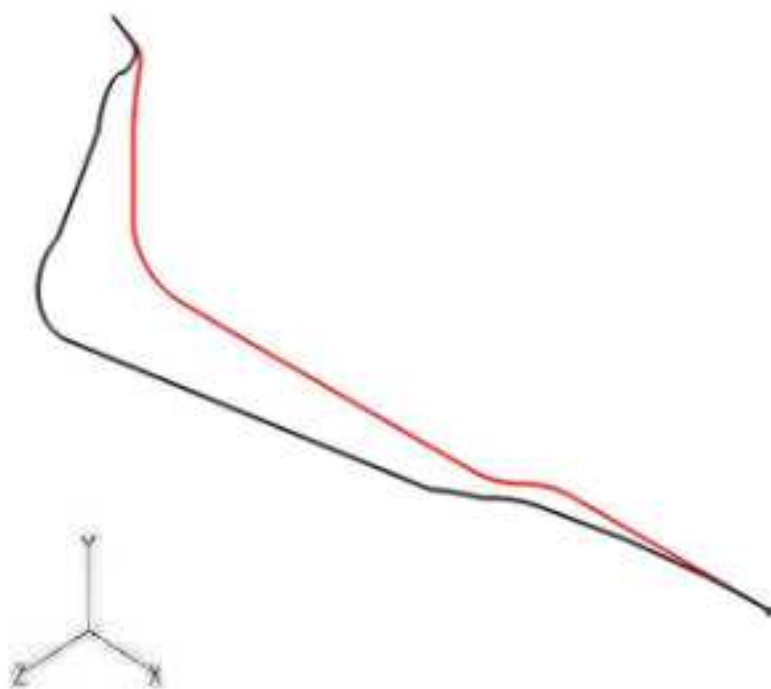
(7) HWS-R-7

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	458.4	170.3	143.7
固有周期 (s)	0.002	0.006	0.007



(8) HWS-R-8

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	113.1	41.4	24.4
固有周期 (s)	0.009	0.024	0.041



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. HWS-R-1

###### (1) BAS 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
BAS	11	一次応力	1	5	18	-	24	58



4.2.2. HWS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	2	1	-	4	166

4.2.3. HWS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	2	65	-	68	166

4.2.4. HWS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	10	5	-	17	166

4.2.5. HWS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	3	2	102	-	107	166

4.2.6. HWS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	21	一次応力	3	11	11	-	25	166

4.2.7. HWS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	5	一次応力	1	2	1	-	4	166

4.2.8. HWS-R-8

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	2	一次応力	1	5	4	-	10	58

4.3. 拘束点反力

4.3.1. HWS-R-1

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	136	1237	16	22746	4979	250136
	動的地震荷重 X	51	104	35	11062	7834	25664
	動的地震荷重 Y	44	153	31	13840	6579	32668
	動的地震荷重 Z	23	49	771	621047	41250	15026
	静的地震荷重 X	133	8	5	5117	6368	13145
	静的地震荷重 Z	3	4	250	134644	28088	2187
12	自重	136	889	16	24523	24489	427433
	動的地震荷重 X	158	44	52	3193	32399	16377
	動的地震荷重 Y	79	125	38	6735	28427	86128
	動的地震荷重 Z	42	51	878	170702	1260998	63808
	静的地震荷重 X	485	8	5	384	1785	3151
	静的地震荷重 Z	3	4	367	33096	327297	9600



## 4.3.2. HWS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	316	504	—	—	—	136461
	動的地震荷重 X	251	2	—	—	—	1731
	動的地震荷重 Y	83	131	—	—	—	35480
	動的地震荷重 Z	—	—	161	8525	49259	—
	静的地震荷重 X	242	2	—	—	—	1673
	静的地震荷重 Z	—	—	156	8241	47617	—
6	自重	316	540	—	—	—	28481
	動的地震荷重 X	63	2	—	—	—	8587
	動的地震荷重 Y	83	141	—	—	—	7405
	動的地震荷重 Z	—	—	152	28162	14632	—
	静的地震荷重 X	61	2	—	—	—	8301
	静的地震荷重 Z	—	—	147	27224	14144	—

## 4.3.3. HWS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	39	2423	101	17050	114291	34436
	動的地震荷重 X	943	286	908	2144484	488689	1992267
	動的地震荷重 Y	132	319	176	342247	82842	273893
	動的地震荷重 Z	823	274	827	1990309	455732	1782725
	静的地震荷重 X	301	68	99	290156	93137	482837
	静的地震荷重 Z	87	65	298	511949	81421	221326
10	自重	1487	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	653	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	195	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	623	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	132	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	107	—	—	—	—	—
	方向	0.0000	1.0000	0.1000	—	—	—
14	自重	—	—	173	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	3010	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	183	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	2380	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	60	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	748	—	—	—
14	自重	1125	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	414	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	208	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	398	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	92	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	59	—	—	—	—	—
	方向	0.1000	1.0000	0.0000	—	—	—
20	自重	—	—	134	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	1848	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	160	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	1536	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	87	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	55	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
20	自重	1823	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	733	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	607	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	594	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	271	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	14	—	—	—	—	—
	方向	0.1000	1.0000	0.0000	—	—	—
29	自重	10	140	77	84029	43608	94239
	動的地震荷重 X	2720	671	851	287093	561467	89169
	動的地震荷重 Y	197	267	81	86410	40753	98608
	動的地震荷重 Z	2072	532	711	220066	425332	72709
	静的地震荷重 X	907	244	49	32388	94227	1250
	静的地震荷重 Z	87	4	110	6317	41998	8253

## 4.3.4. HWS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	4	454	17	201667	18421	153110
	動的地震荷重 X	214	14	27	6502	36821	14422
	動的地震荷重 Y	1	114	4	50417	4606	38278
	動的地震荷重 Z	33	14	184	15966	78732	17081
	静的地震荷重 X	154	10	20	4682	26511	10384
	静的地震荷重 Z	24	10	133	11496	56687	12298
10	自重	—	804	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	16	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	201	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	11	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	12	—	—	—	—
17	自重	4	363	17	82173	12302	25449
	動的地震荷重 X	192	2	27	3315	70450	12
	動的地震荷重 Y	1	91	4	20543	3076	6362
	動的地震荷重 Z	33	3	222	1037	80762	152
	静的地震荷重 X	138	1	20	2387	50724	9
	静的地震荷重 Z	24	2	160	746	58149	110

## 4.3.5. HWS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	41	695	43	3686	19174	49712
	動的地震荷重 X	1600	766	163	590875	268293	2362400
	動的地震荷重 Y	522	338	57	187859	85019	753156
	動的地震荷重 Z	855	467	112	322422	143790	1258859
	静的地震荷重 X	280	55	20	57328	22819	297698
	静的地震荷重 Z	57	89	112	105083	25604	101026
10	自重	—	1391	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
15	自重	96	1526	38	—	—	—
	動的地震荷重 X	935	1924	895	—	—	—
	動的地震荷重 Y	331	664	428	—	—	—
	動的地震荷重 Z	518	1033	615	—	—	—
	静的地震荷重 X	466	155	42	—	—	—
	静的地震荷重 Z	50	30	593	—	—	—
31	自重	55	921	82	289545	50407	7060
	動的地震荷重 X	124	1434	284	355297	184684	135252
	動的地震荷重 Y	39	491	109	132329	67285	44129
	動的地震荷重 Z	34	773	157	195528	101843	72523
	静的地震荷重 X	71	100	22	24973	32295	15402
	静的地震荷重 Z	7	60	112	7927	27032	12460

## 4.3.6. HWS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	294	566	14	108532	124136	132237
	動的地震荷重 X	88	54	94	64855	23628	52219
	動的地震荷重 Y	190	70	87	62077	64812	98532
	動的地震荷重 Z	228	72	107	69869	65624	132661
	静的地震荷重 X	119	7	10	13486	21644	59640
	静的地震荷重 Z	2	10	162	87650	6493	9328
19	自重	385	1607	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	681	81	60	—	—	—
	動的地震荷重 Y	192	228	100	—	—	—
	動的地震荷重 Z	277	232	214	—	—	—
	静的地震荷重 X	343	15	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	30	11	232	—	—	—
27	自重	—	1619	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	125	61	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	337	189	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	231	352	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	10	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	285	—	—	—
35	自重	90	1277	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	922	133	47	—	—	—
	動的地震荷重 Y	267	305	121	—	—	—
	動的地震荷重 Z	191	218	227	—	—	—
	静的地震荷重 X	555	2	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	28	1	359	—	—	—
44	自重	1	1255	13	13113	19542	25430
	動的地震荷重 X	148	64	39	29462	52459	193166
	動的地震荷重 Y	84	168	35	23739	13121	88660
	動的地震荷重 Z	65	88	60	44665	9859	75827
	静的地震荷重 X	122	—	—	2	21438	108209
	静的地震荷重 Z	1	1	103	60976	669	25

## 4.3.7. HWS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	240	407	—	—	—	25620
	動的地震荷重 X	49	2	—	—	—	6962
	動的地震荷重 Y	63	106	—	—	—	6662
	動的地震荷重 Z	—	—	117	23333	10343	—
	静的地震荷重 X	47	2	—	—	—	6730
	静的地震荷重 Z	—	—	113	22555	9998	—
6	自重	240	384	—	—	—	104000
	動的地震荷重 X	189	2	—	—	—	738
	動的地震荷重 Y	63	100	—	—	—	27040
	動的地震荷重 Z	—	—	121	5247	35757	—
	静的地震荷重 X	183	2	—	—	—	713
	静的地震荷重 Z	—	—	117	5072	34565	—

## 4.3.8. HWS-R-8

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	219	690	12	31102	29013	368657
	動的地震荷重 X	96	19	35	3591	18506	8759
	動的地震荷重 Y	52	99	55	10760	46843	74291
	動的地震荷重 Z	67	62	176	39566	166457	46865
	静的地震荷重 X	314	1	9	2165	1757	750
	静的地震荷重 Z	15	6	222	17818	134234	3188
14	自重	219	654	12	152155	38223	154916
	動的地震荷重 X	33	19	37	7878	14372	4610
	動的地震荷重 Y	49	93	59	28676	18053	23669
	動的地震荷重 Z	33	85	210	90654	69190	16239
	静的地震荷重 X	77	1	9	2685	7872	1707
	静的地震荷重 Z	15	6	169	34543	44902	3490



### 3-4-2-6. ヘリウム圧縮機の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-2-6-1
1.1. 計算条件	添 3-4-2-6-1
1.2. 記号の説明	添 3-4-2-6-2
2. 計算方法	添 3-4-2-6-3
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-2-6-3
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-2-6-4
2.2.1. ボルトの応力	添 3-4-2-6-4
3. 評価方法	添 3-4-2-6-6
3.1. 固有周期の評価	添 3-4-2-6-6
3.2. ボルトの応力評価	添 3-4-2-6-6
4. 計算	添 3-4-2-6-7
4.1. 設計条件	添 3-4-2-6-7
4.2. 機器要目	添 3-4-2-6-8
4.3. 計算数値	添 3-4-2-6-9
4.3.1. 許容応力状態 $B_{AS}$	添 3-4-2-6-9
5. 結論	添 3-4-2-6-10

1. 一般事項

本計算書は、ヘリウム圧縮機の耐震強度計算の方針と計算結果を示す。

1.1. 計算条件

- (1) 圧縮機の重量は重心に集中しているものとする。
- (2) 圧縮機は基礎ボルト等で十分剛な基礎、または架台等に固定されるものとする。
- (3) 動的地震力 ( $S_s, S_d$ ) 及び静的地震力に対して評価を行う。

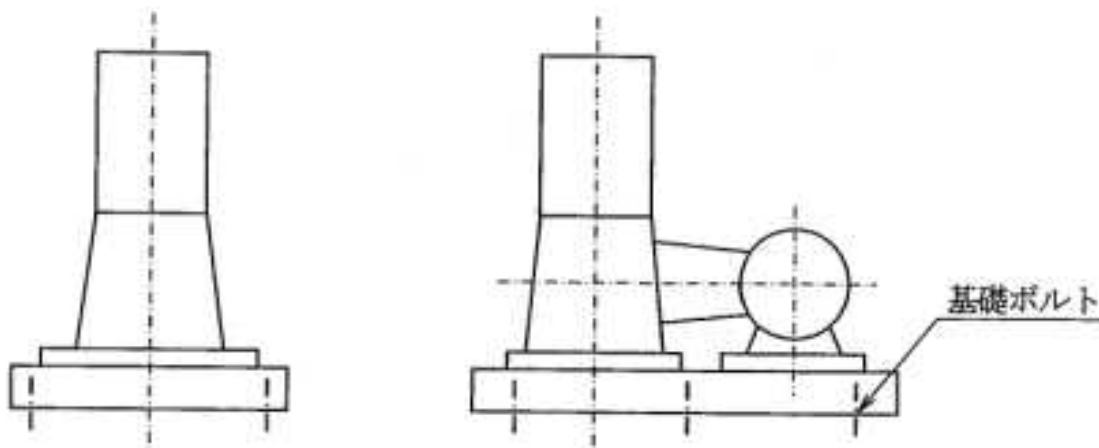


図-3-4-2-6.1 機器概略図

1.2. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	ボルトの断面積	$\text{mm}^2$
$A_s$	最小有効せん断断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_p$	圧縮機振動による震度	—
$C_v$	鉛直方向設計震度	—
$d$	ボルトの呼び径	mm
$E$	縦弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$I$	断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$F_b$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$F$	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示す F 値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{sb}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{t0}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 i = 1 : 基礎ボルト i = 2 : 圧縮機取付ボルト i = 3 : 原動機取付ボルト	$\text{N}/\text{mm}^2$
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m}/\text{s}^2$
$G$	せん断弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$h$	距離 i = 1 : 据付面から重心までの距離 i = 2 : 圧縮機取付面から重心までの距離 i = 3 : 原動機取付面から重心までの距離	mm
$l_1$	軸心とボルト間の距離 ( $l_{1i} \leq l_{2i}$ )	mm
$l_2$	軸心とボルト間の距離	mm
$M_p$	原動機回転により働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$n_f$	引張力を受けるボルトの本数	—
$n$	ボルトの本数	—
$Q_b$	ボルトに作用するせん断力	N
$T_H$	水平方向の固有周期	s
$T_V$	鉛直方向の固有周期	s
$W$	機器の重量	kg
$\sigma_b$	ボルトに生じる引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$\tau_b$	ボルトに生じるせん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 計算モデル

圧縮機は図-3-4-2-6.2 計算モデルに示すように、一質点系で据付面に固定されたはりとして計算を行う。

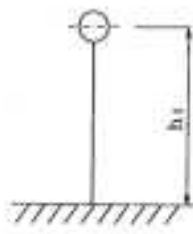


図-3-4-2-6.2 計算モデル

#### (2) 水平方向の固有周期

水平方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{W}{1000} \left( \frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_s \cdot G} \right)}$$

#### (3) 鉛直方向の固有周期

鉛直方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_V = 2\pi \sqrt{\frac{W \cdot h}{1000 \cdot E \cdot A_s}}$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. ボルトの応力

ボルトの応力は地震による震度、圧縮機振動による震度及び原動機回転により働くモーメント等による引張応力とせん断力について計算する。

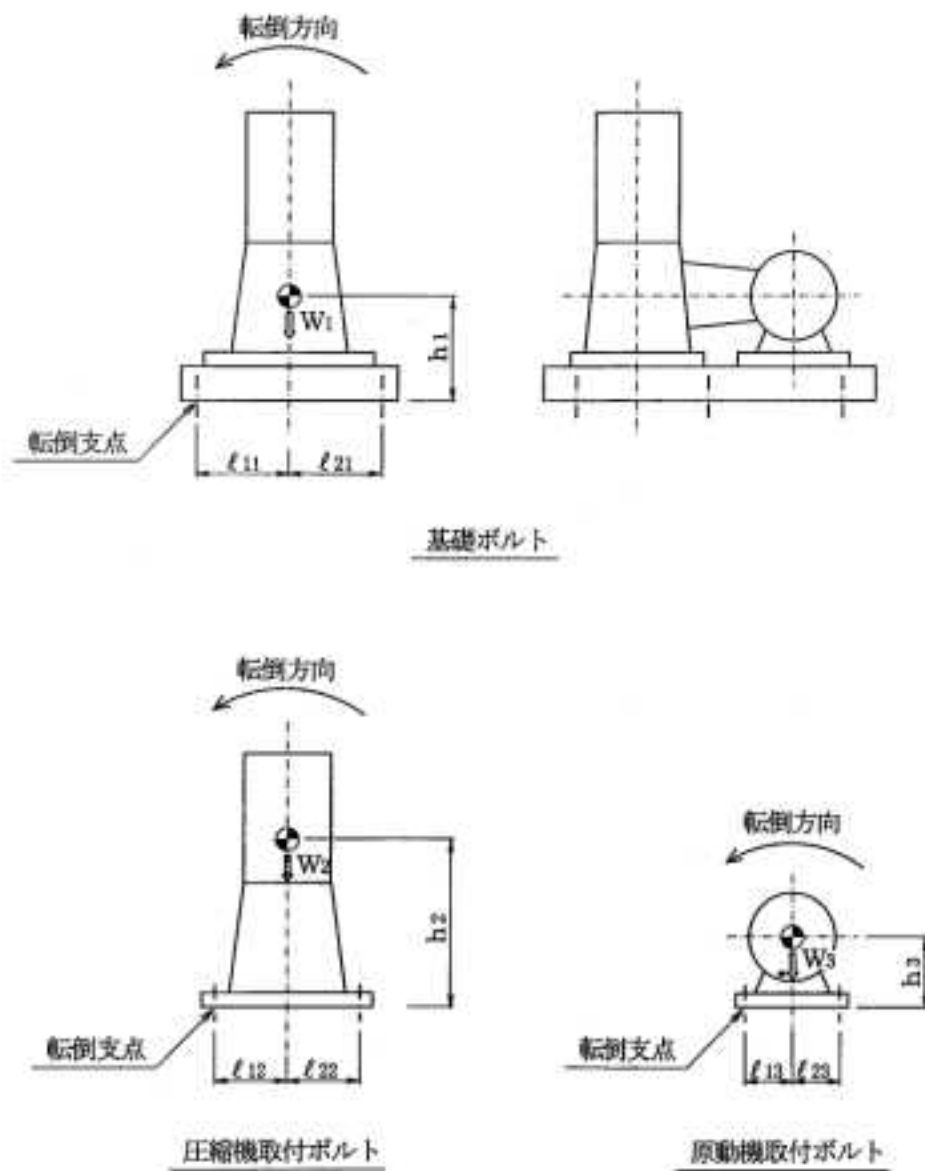


図-3-4-2-6.3 計算モデル

(1) せん断応力

ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力( $Q_b$ )

$$Q_b = Wg(C_H + C_p)$$

せん断応力( $\tau_b$ )

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b \cdot n}$$

ここで、ボルトの軸断面積は

$$A_b = \frac{\pi}{4} d^2$$

(2) 引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図-3-4-2-6.3 でボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力( $F_b$ )

$$F_b = \max \left[ \frac{Wg(C_H + C_p)h + M_p - Wg(1 - C_p - C_v)\ell_1}{n_f(\ell_1 + \ell_2)}, \frac{Wg(C_H + C_p)h + M_p - Wg(1 - C_p - C_v)\ell_2}{n_f(\ell_1 + \ell_2)} \right]$$

ここで、原動機回転により働くモーメント  $M_p$  は計算モデル図-3-4-2-6.3 で、圧縮機と原動機のベツトが共通の場合、基礎ボルトについては作用しない。

引張応力( $\sigma_b$ )

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 固有周期の評価

2.1における固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### 3.2. ボルトの応力評価

2.2.1で求めたボルトの引張応力  $\sigma_b$  及びせん断応力  $\tau_b$  は下記を満足することを示す。

$$f_{tsi} = \min [1.4f_{t0} - 1.6\tau_b, f_{t0}]$$

上式より求めた組合せ許容引張応力  $f_{ts}$  より  $\sigma_b$  が小さいこと。

ただし、せん断力  $\tau_b$  はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
B <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$



#### 4. 計算

ヘリウム圧縮機の耐震強度計算を以下に示す。

##### 4.1. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)
ヘリウム圧縮機	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL -7.95

注：基準床レベルを示す。

固有振動数(Hz)	
水平方向	鉛直方向
9.2	108.4

B <sub>A</sub> S			ポンプ振動 による震度
静的 地震力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の1/2		
水平方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
C <sub>H</sub> =0.18	C <sub>H</sub> =1.51	C <sub>V</sub> =0.25	
			C <sub>p</sub> =0.01

最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
0.0981	55	—

部材	材料		設計降伏点 S <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ S <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
	SS400	40°C		
基礎ボルト	SS400	40°C	235	400
圧縮機取付ボルト	SS400	40°C	245	400
原動機取付ボルト	SS400	40°C	245	400

#### 4.2. 機器要目

部材	W (kg)	h (mm)	$\ell_1$ (mm)	$\ell_2$ (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	n (—)
基礎ボルト	400	750	70	180	201.10 (M16)	6
圧縮機取付ボルト	200	635	63	99	113.10 (M12)	4
原動機取付ボルト	25	120	70	70	78.54 (M10)	4

部材	n <sub>f</sub> (—)	M <sub>p</sub> (N・mm)	F (N/mm <sup>2</sup> )
			B <sub>A</sub> S
基礎ボルト	3	—	235
圧縮機取付ボルト	2	—	245
原動機取付ボルト	2	9552	245

E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )
$1.93 \times 10^5$	$7.42 \times 10^4$	$9.99 \times 10^5$	$7.205 \times 10^2$

#### 4.3. 計算数値

##### 4.3.1. 許容応力状態 B<sub>A</sub>S

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と 静的地震力の大きい方	
応力の種類	引張応力	せん断応力
基礎ボルト	$\sigma_b = 29$	$\tau_b = 5$
圧縮機取付ボルト	$\sigma_b = 50$	$\tau_b = 7$
原動機取付ボルト	$\sigma_b = 2$	$\tau_b = 2$

## 5. 結論

下表に示すように、許容応力状態  $B_{AS}$  における算出応力はすべて許容応力以下である。なお、表の算出応力は水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、水平地震による応力を 1.42 倍している。

表-3-4-2-6.1 評価結果

(単位:  $N/mm^2$ )

許容応力 状態	部材	材料	応力	算出 応力	許容 応力
$B_{AS}$	基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 41$	$f_{ts} = 176$
			せん断	$\tau_b = 8$	$f_{sb} = 135$
	圧縮機取付ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 71$	$f_{ts} = 183$
			せん断	$\tau_b = 10$	$f_{sb} = 141$
	原動機取付ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 3$	$f_{ts} = 183$
			せん断	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 141$

### 3-4-2-7. ヘリウム系設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-2-7-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-2-7-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-2-7-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-2-7-3
3. 設計条件	添 3-4-2-7-19
3.1. HGS-R-1	添 3-4-2-7-19
3.2. HGS-R-2	添 3-4-2-7-21
3.3. HGS-R-3	添 3-4-2-7-23
3.4. HGS-R-4	添 3-4-2-7-26
3.5. HGS-R-5	添 3-4-2-7-31
3.6. HGS-R-6	添 3-4-2-7-33
3.7. HGS-R-7	添 3-4-2-7-35
3.8. HGS-R-8	添 3-4-2-7-43
3.9. HGS-R-9	添 3-4-2-7-46
3.10. HGS-R-10	添 3-4-2-7-48
4. 解析結果及び評価	添 3-4-2-7-50
4.1. 固有周期	添 3-4-2-7-50
4.2. 結論	添 3-4-2-7-60
4.2.1. HGS-R-1	添 3-4-2-7-60
4.2.2. HGS-R-2	添 3-4-2-7-61
4.2.3. HGS-R-3	添 3-4-2-7-62
4.2.4. HGS-R-4	添 3-4-2-7-63
4.2.5. HGS-R-5	添 3-4-2-7-64
4.2.6. HGS-R-6	添 3-4-2-7-65
4.2.7. HGS-R-7	添 3-4-2-7-66
4.2.8. HGS-R-8	添 3-4-2-7-67
4.2.9. HGS-R-9	添 3-4-2-7-68
4.2.10. HGS-R-10	添 3-4-2-7-69
4.3. 拘束点反力	添 3-4-2-7-70
4.3.1. HGS-R-1	添 3-4-2-7-70
4.3.2. HGS-R-2	添 3-4-2-7-71
4.3.3. HGS-R-3	添 3-4-2-7-72
4.3.4. HGS-R-4	添 3-4-2-7-74
4.3.5. HGS-R-5	添 3-4-2-7-79
4.3.6. HGS-R-6	添 3-4-2-7-80
4.3.7. HGS-R-7	添 3-4-2-7-81
4.3.8. HGS-R-8	添 3-4-2-7-86
4.3.9. HGS-R-9	添 3-4-2-7-87

4. 3. 10. HGS-R-10 ..... 添 3-4-2-7-88

## 1. 概要

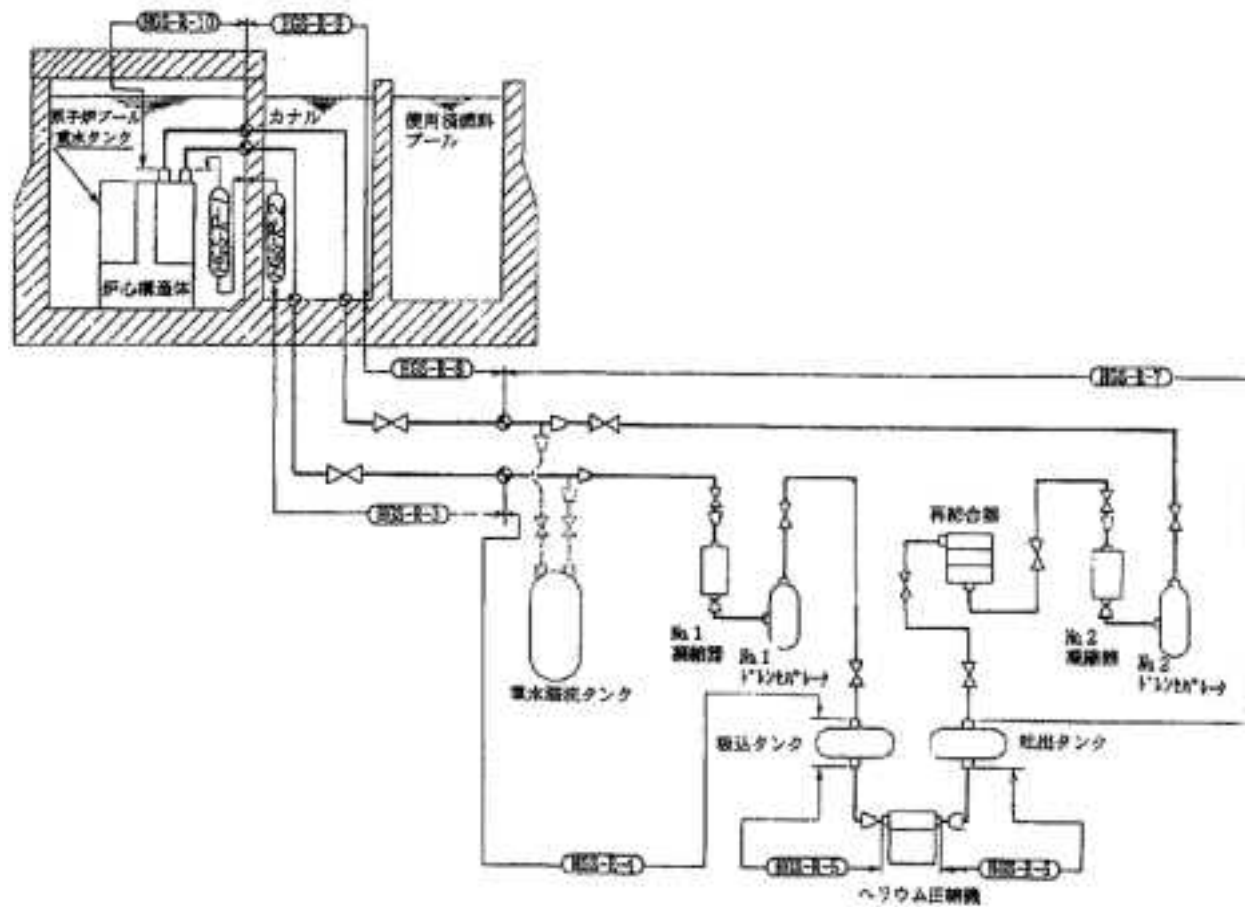
本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
HGS-R-1	重水タンク から 原子炉プール貫通部アンカ まで	B
HGS-R-2	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
HGS-R-3	カナル貫通部アンカ から 原子炉建家地階アンカ まで	B
HGS-R-4	原子炉建家地階アンカ から 重水溢流タンク、重水ドレンタンク 及び吸込タンクまで	B
HGS-R-5	吸込タンク から ヘリウム圧縮機 まで	B
HGS-R-6	ヘリウム圧縮機 から 吐出タンク まで	B
HGS-R-7	吐出タンク から重水ドレンタンク、重水溢流タンク及び原子炉 建家地階アンカ まで	B
HGS-R-8	原子炉建家地階アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
HGS-R-9	カナル貫通部アンカ から 原子炉プール貫通部アンカ まで	B
HGS-R-10	原子炉プール貫通部アンカ から 重水タンク まで	B





## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1. 概略系統図

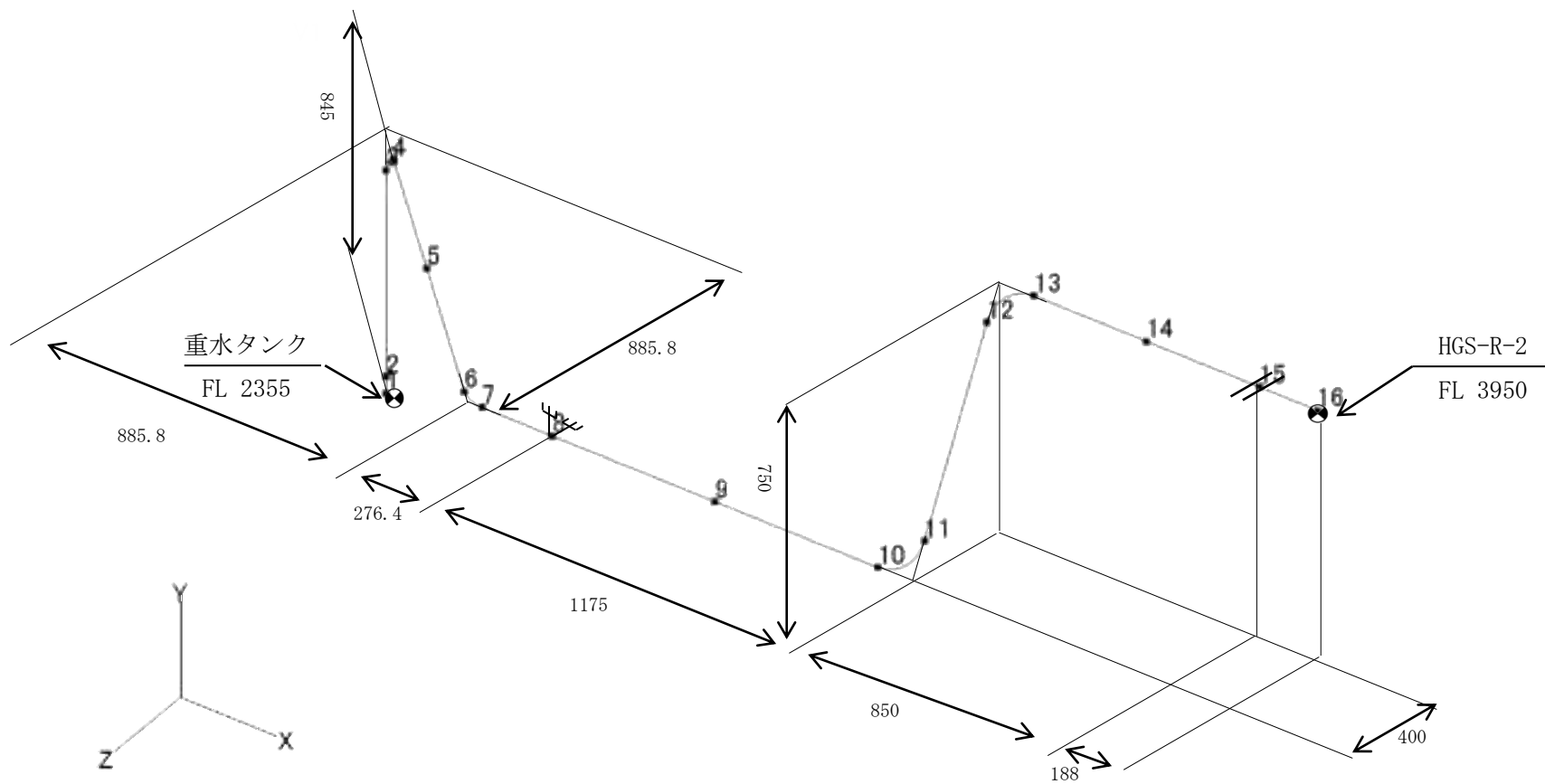


## 2.2. 鳥瞰図

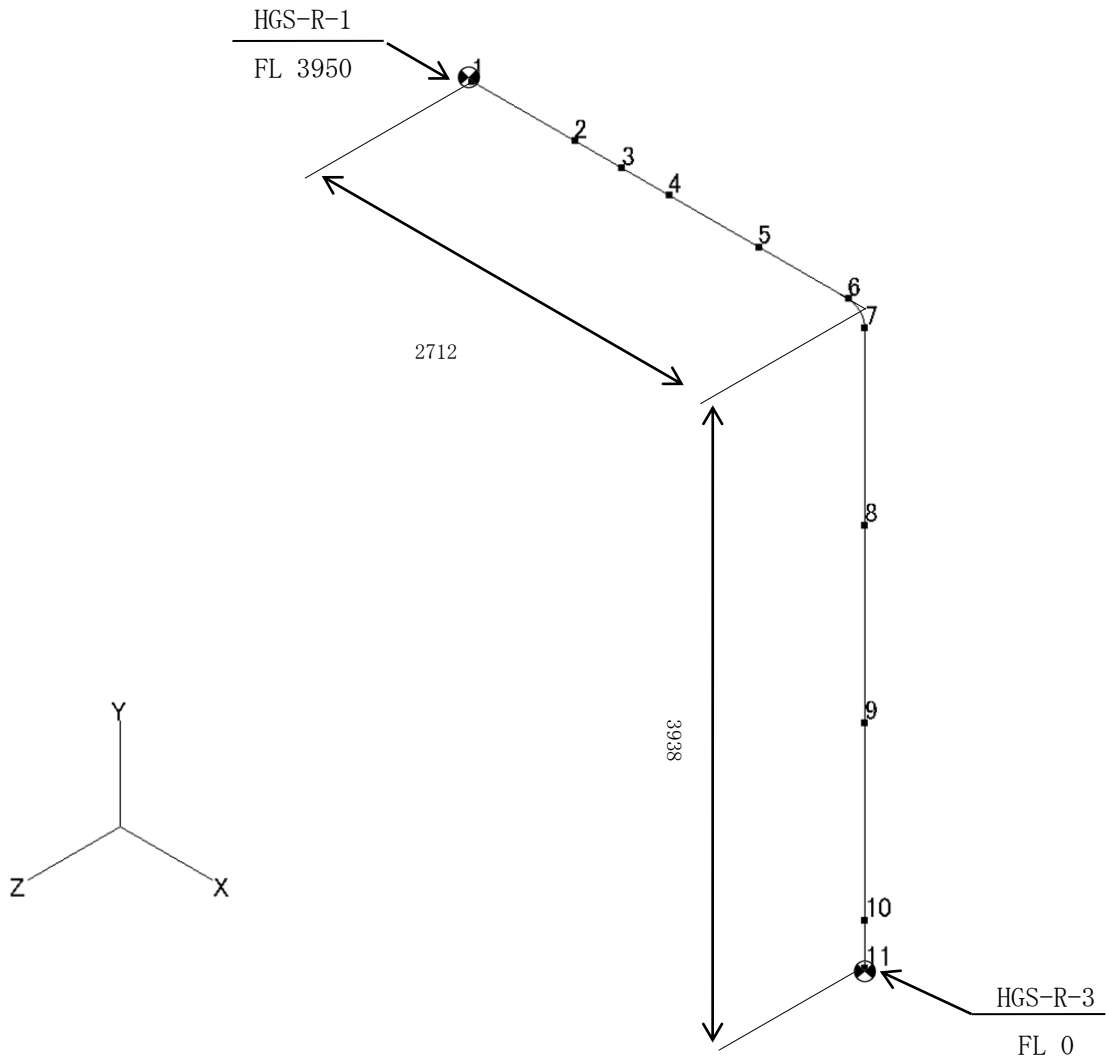
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント

(1) HGS-R-1

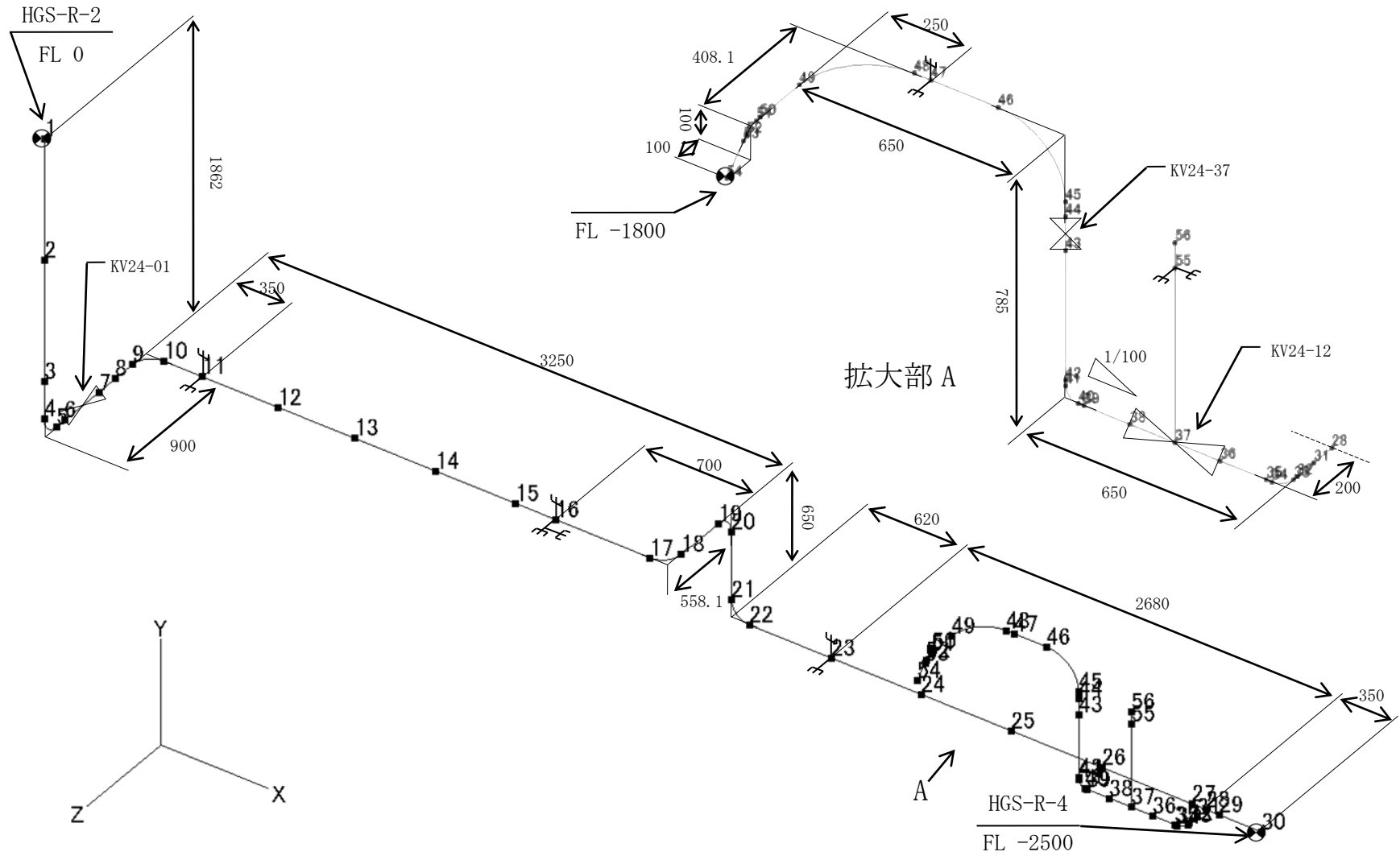


(2) HGS-R-2



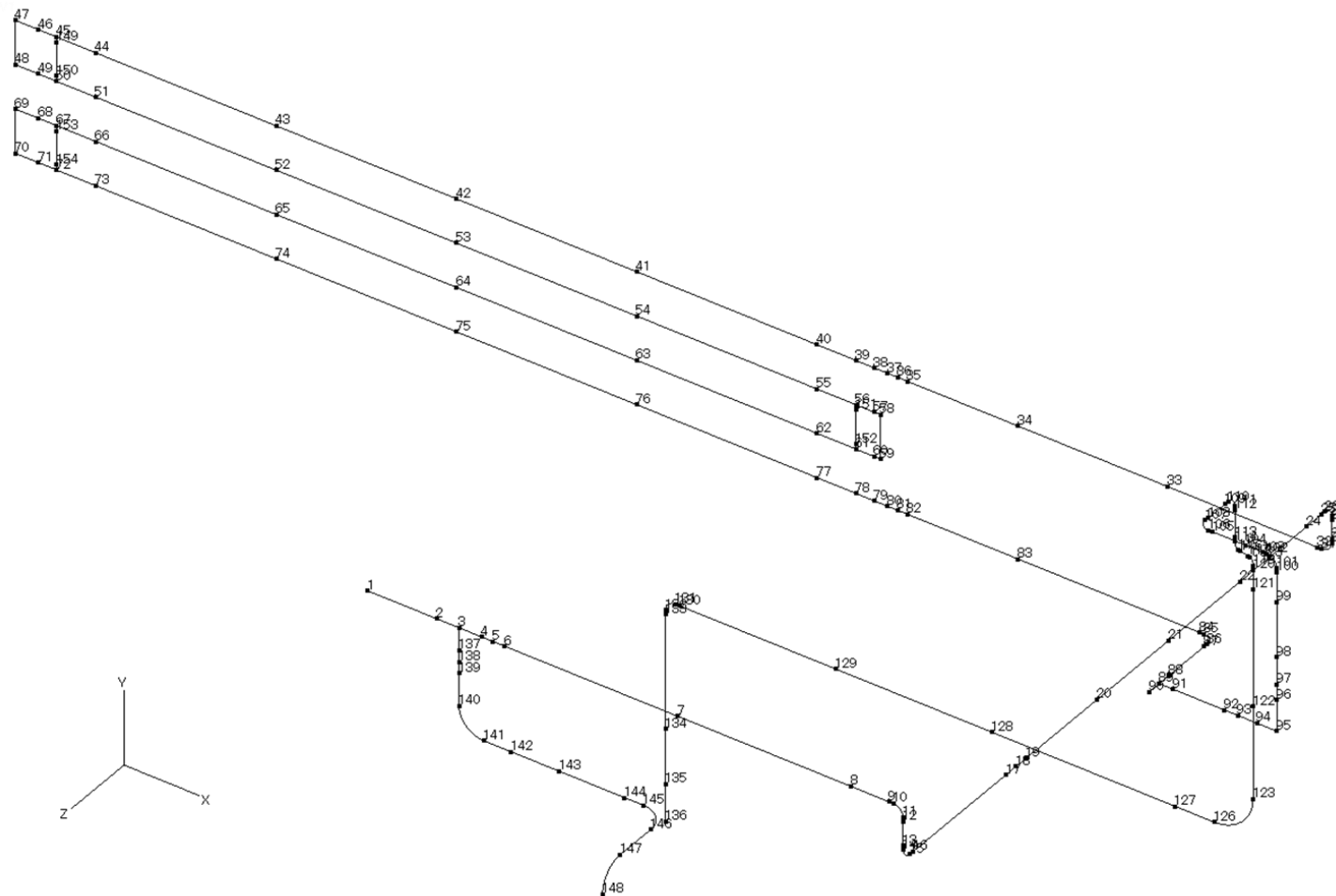
添 3-4-2-7-5

(3) HGS-R-3

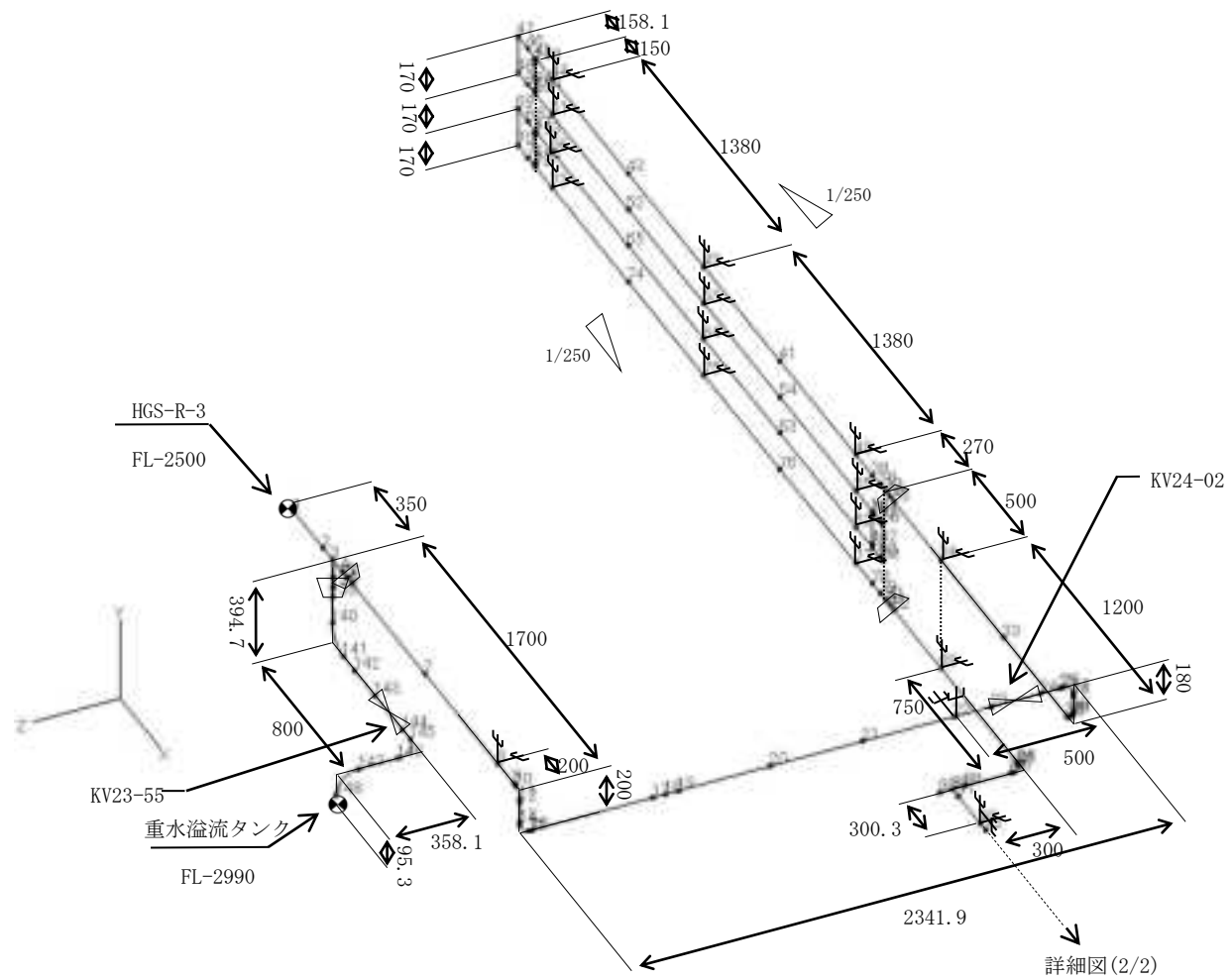


(4) HGS-R-4

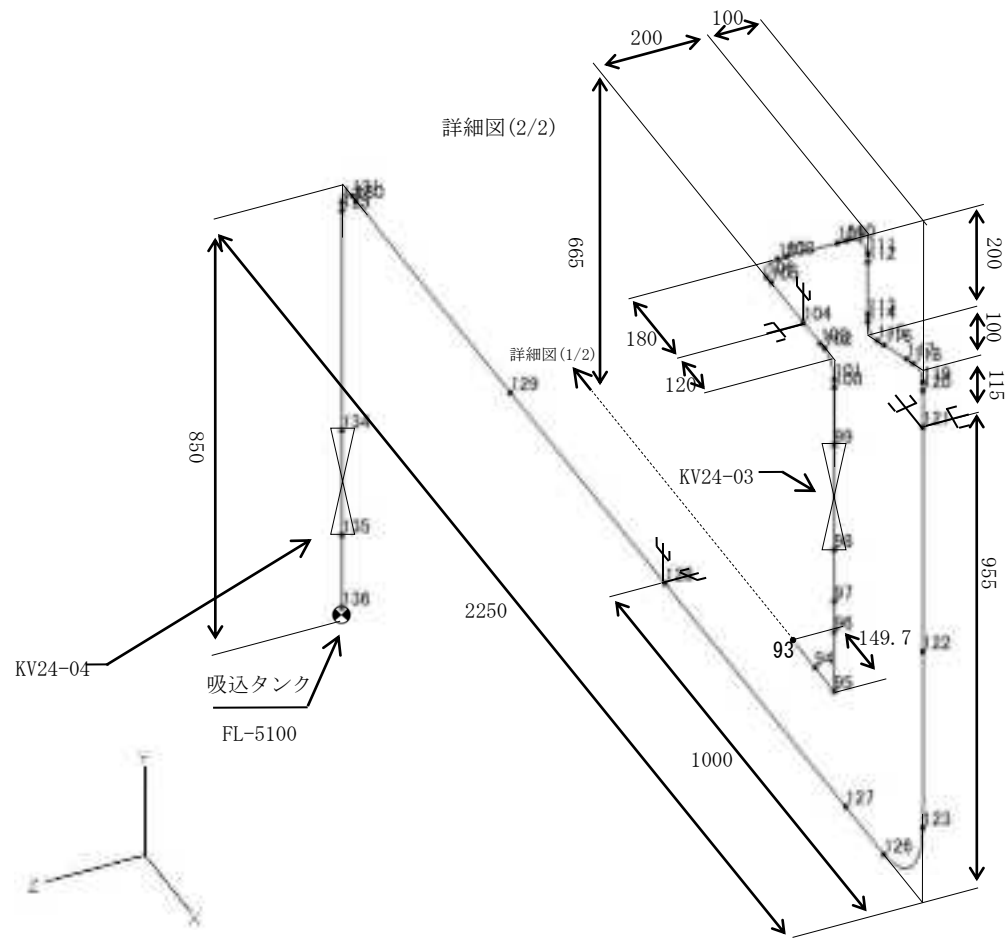
a. 全体図



b. 詳細図(1/2)

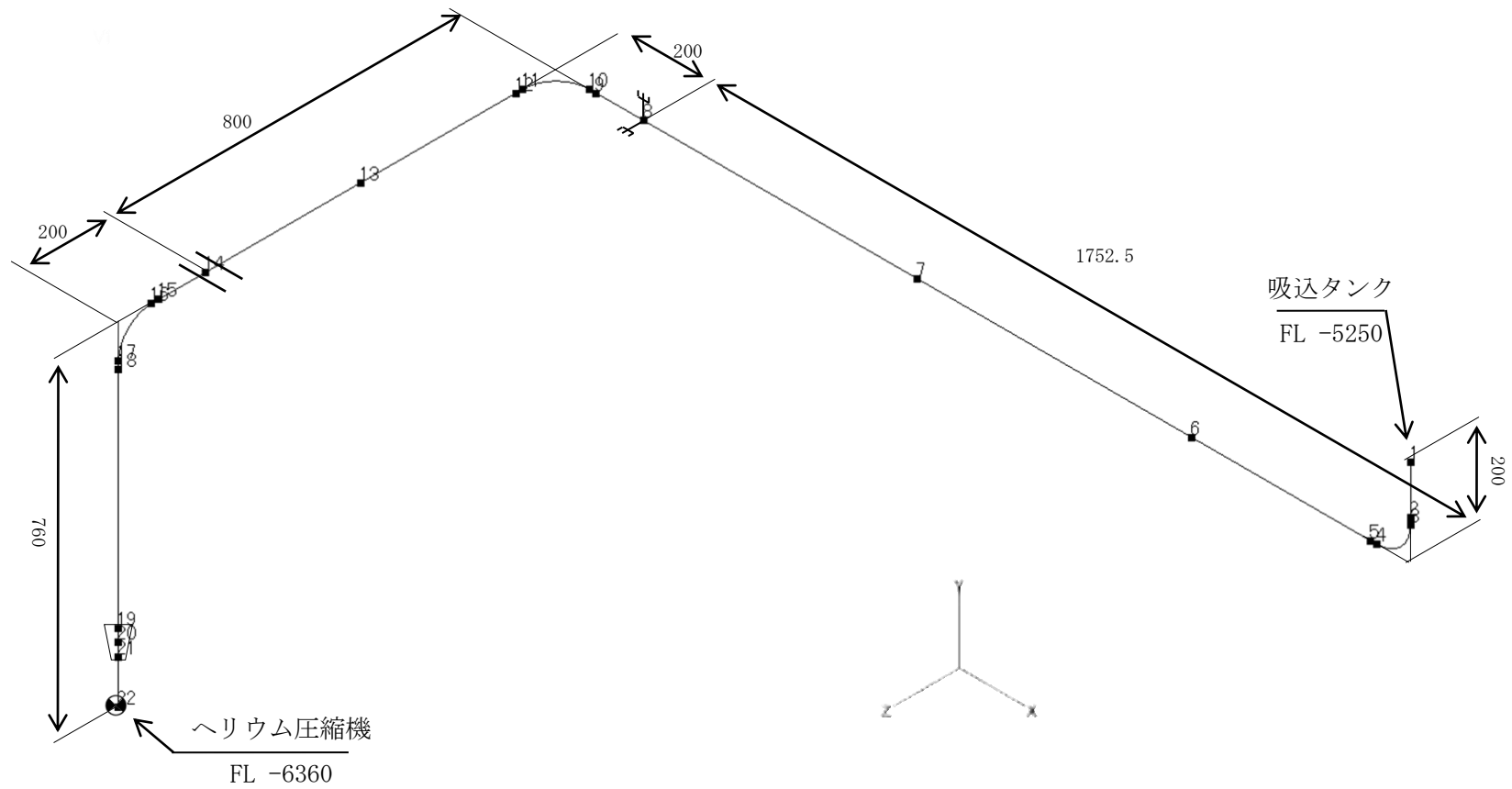


c. 詳細図(2/2)

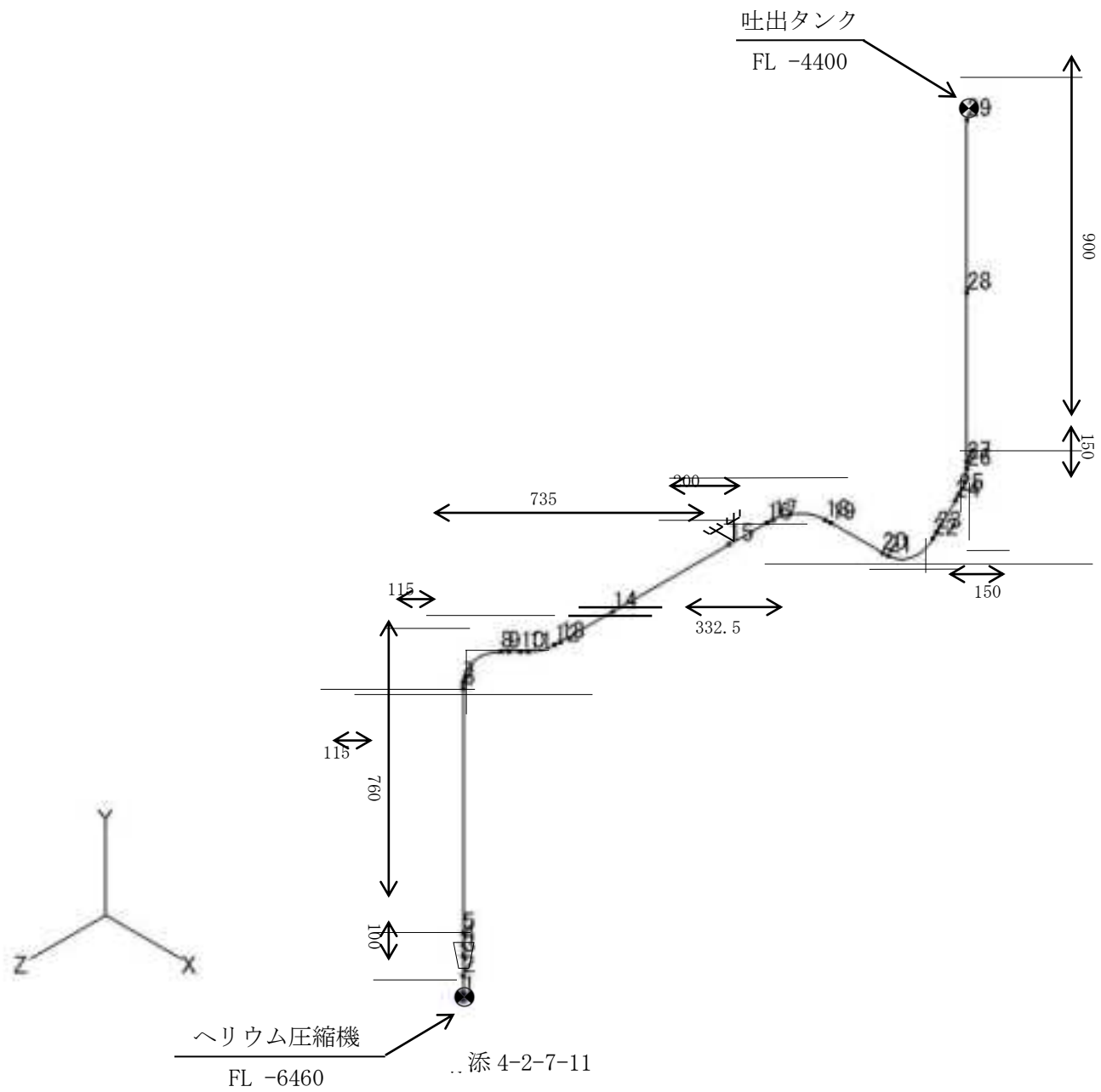




(5) HGS-R-5

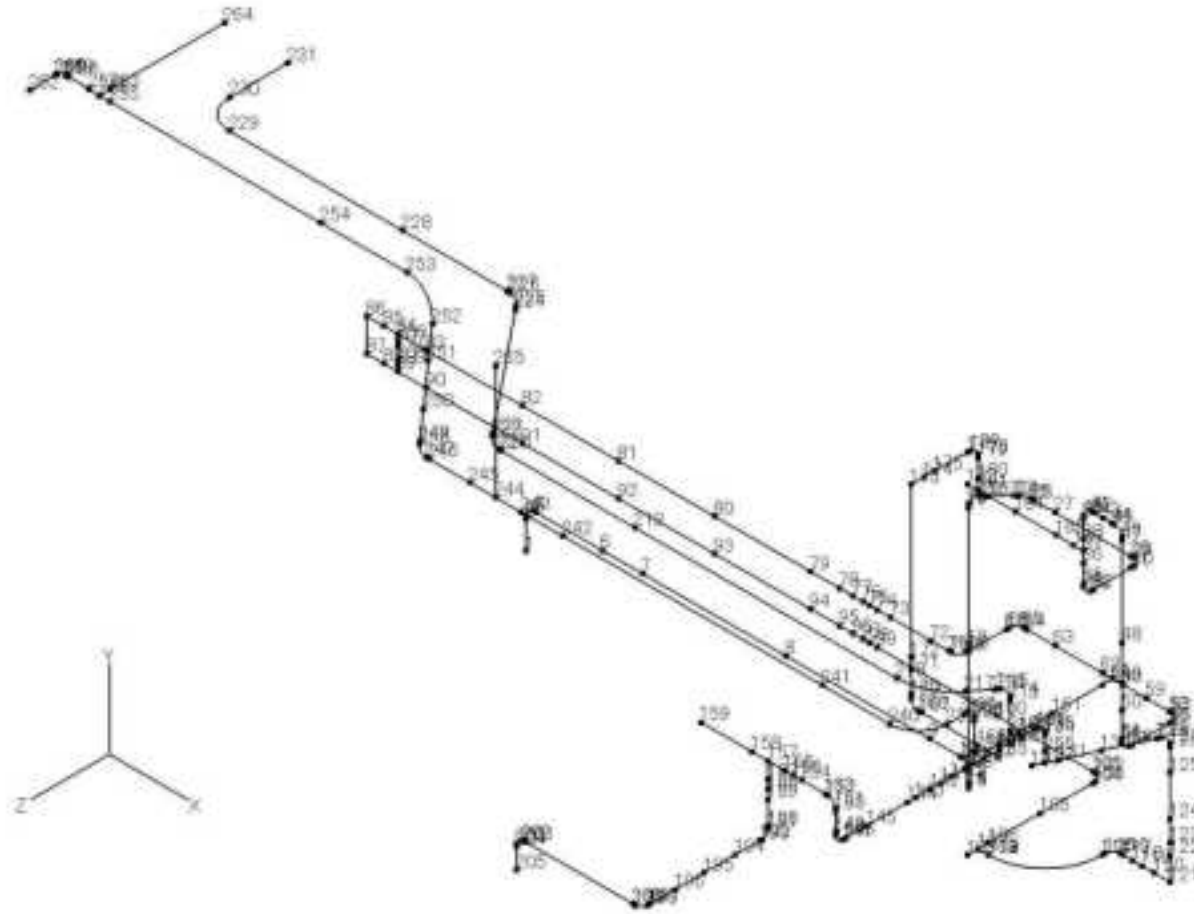


(6) HGS-R-6



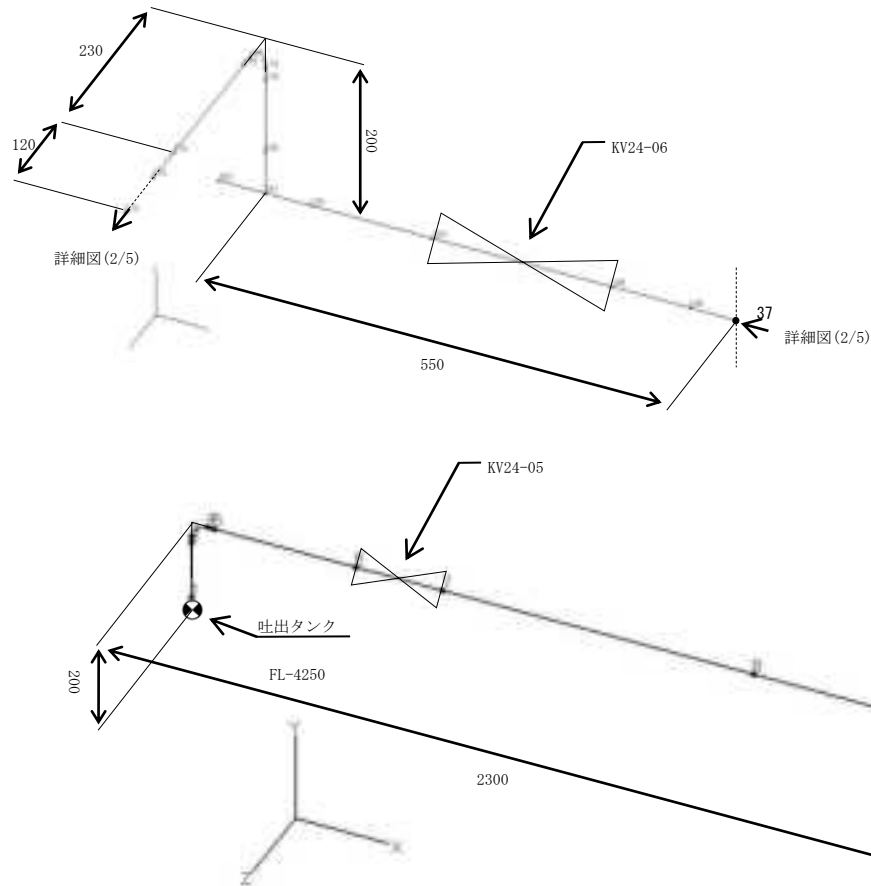
(7) HGS-R-7

a. 全体図

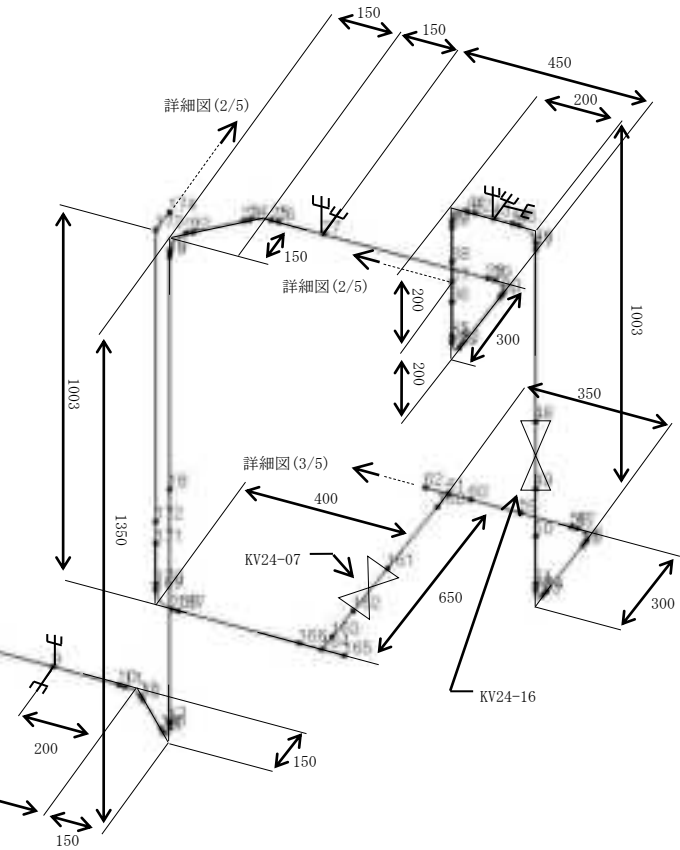


b. 詳細図 (1/5, 2/5)

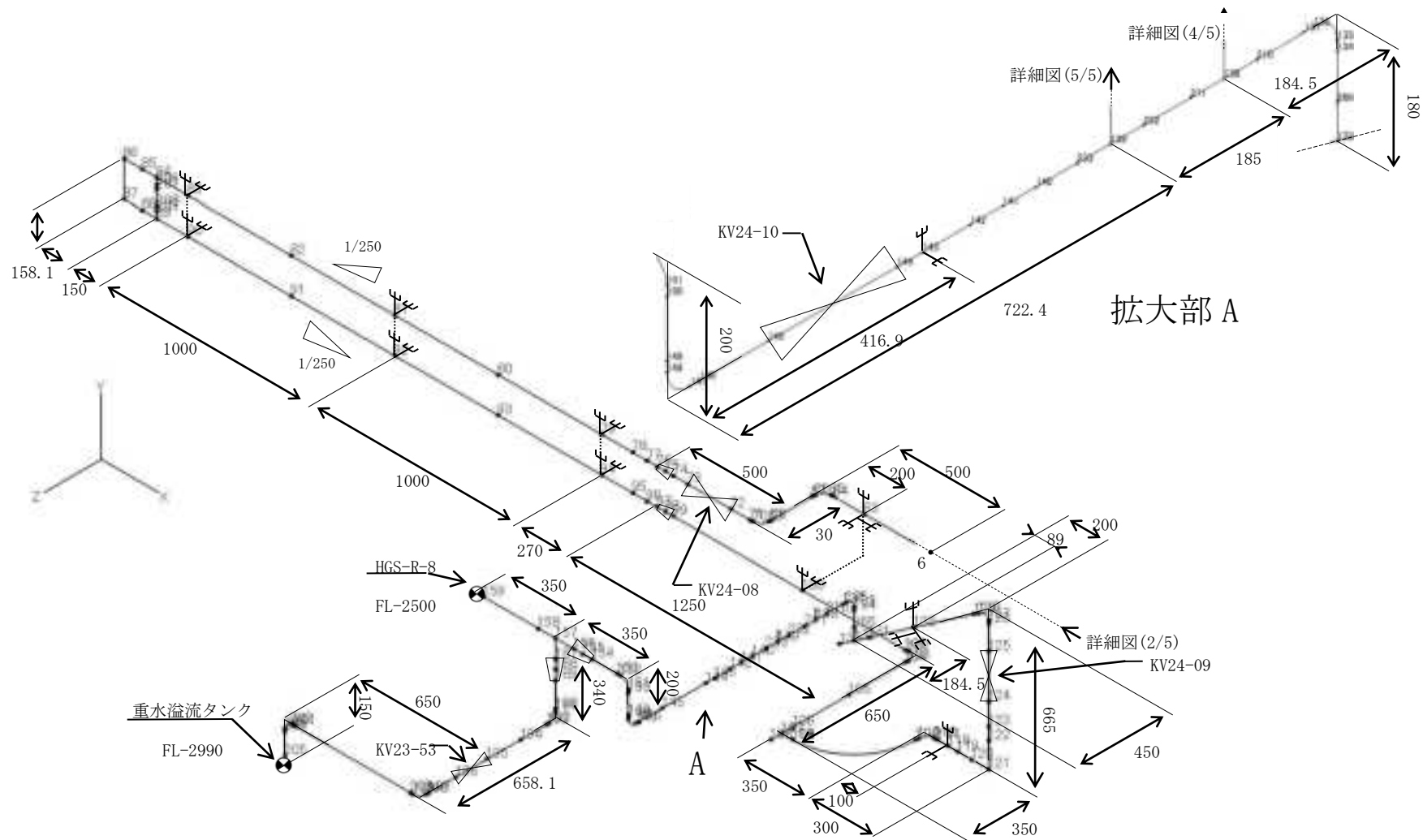
詳細図(1/5)



詳細図(2/5)

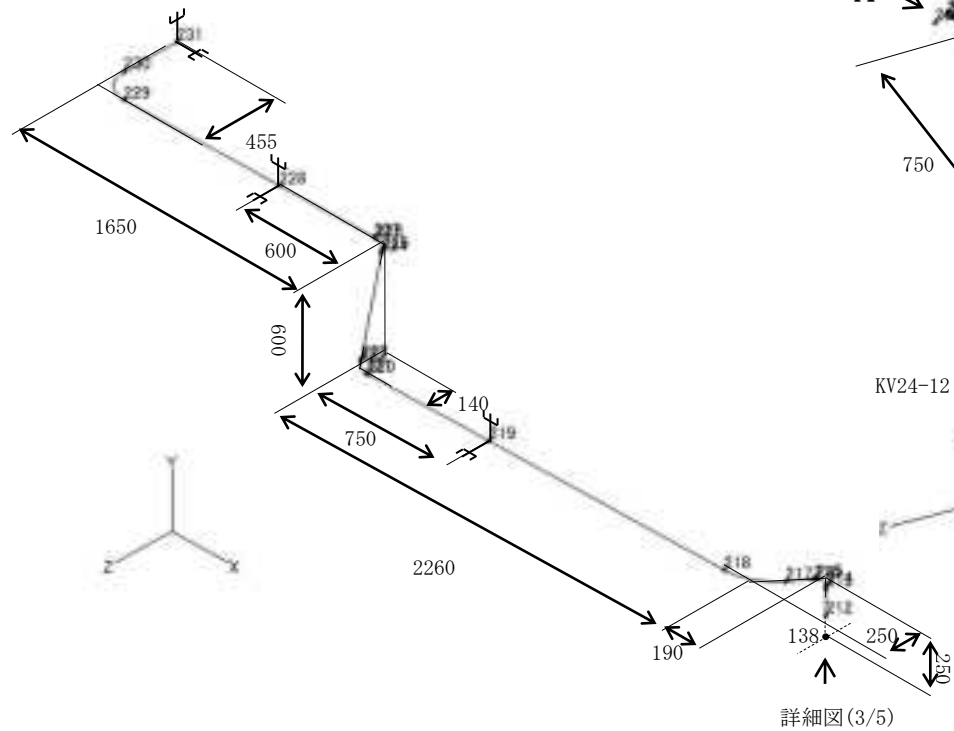


c. 詳細図 (3/5)

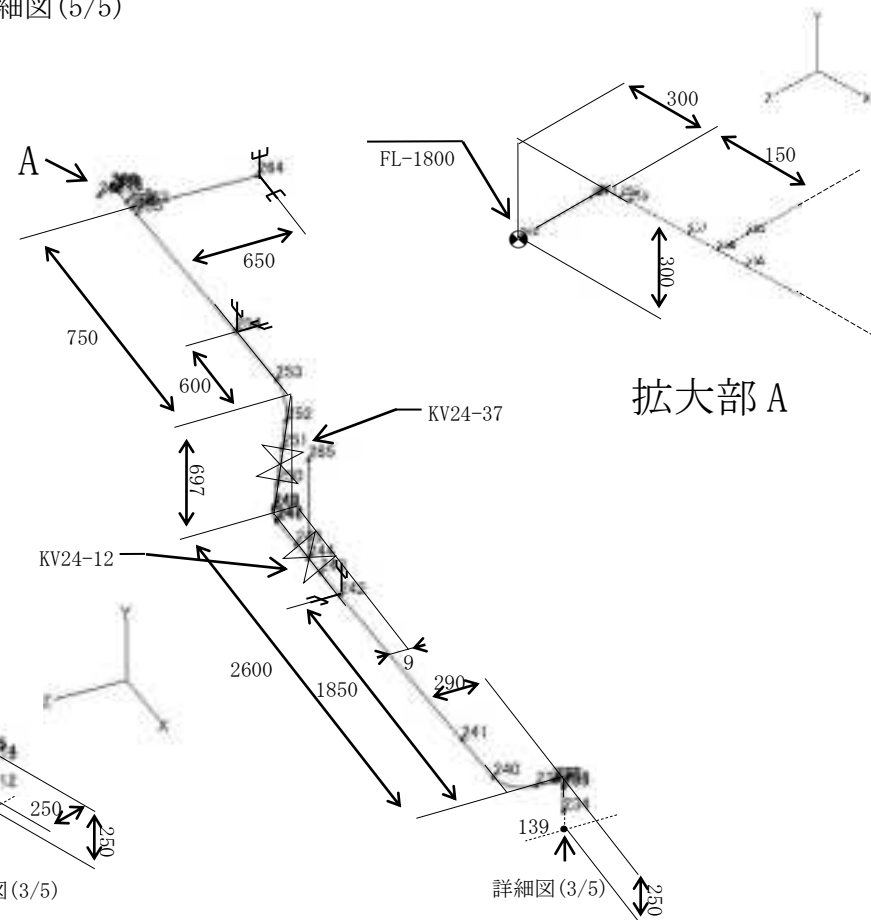


d. 詳細図 (4/5, 5/5)

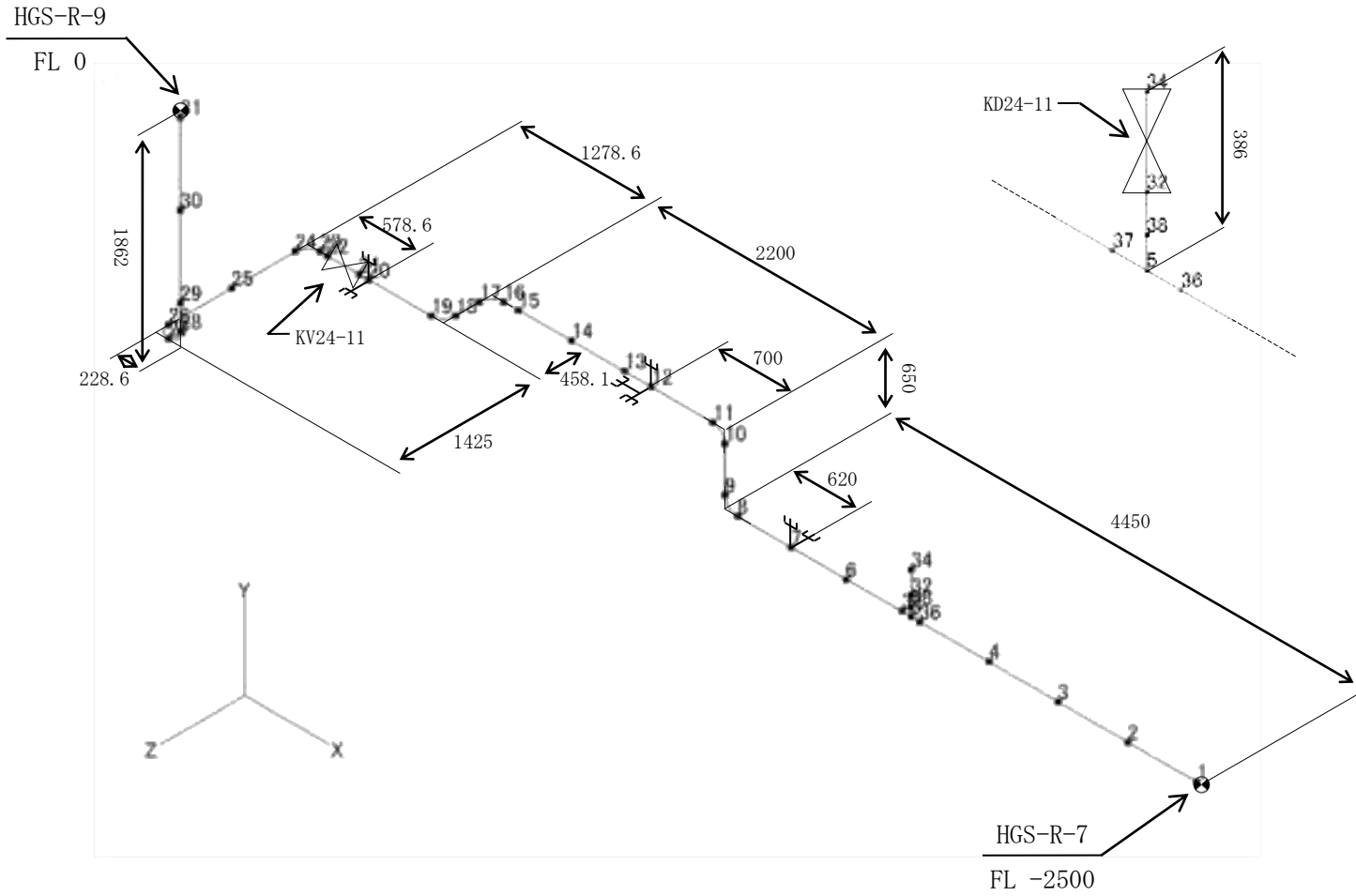
詳細図 (4/5)



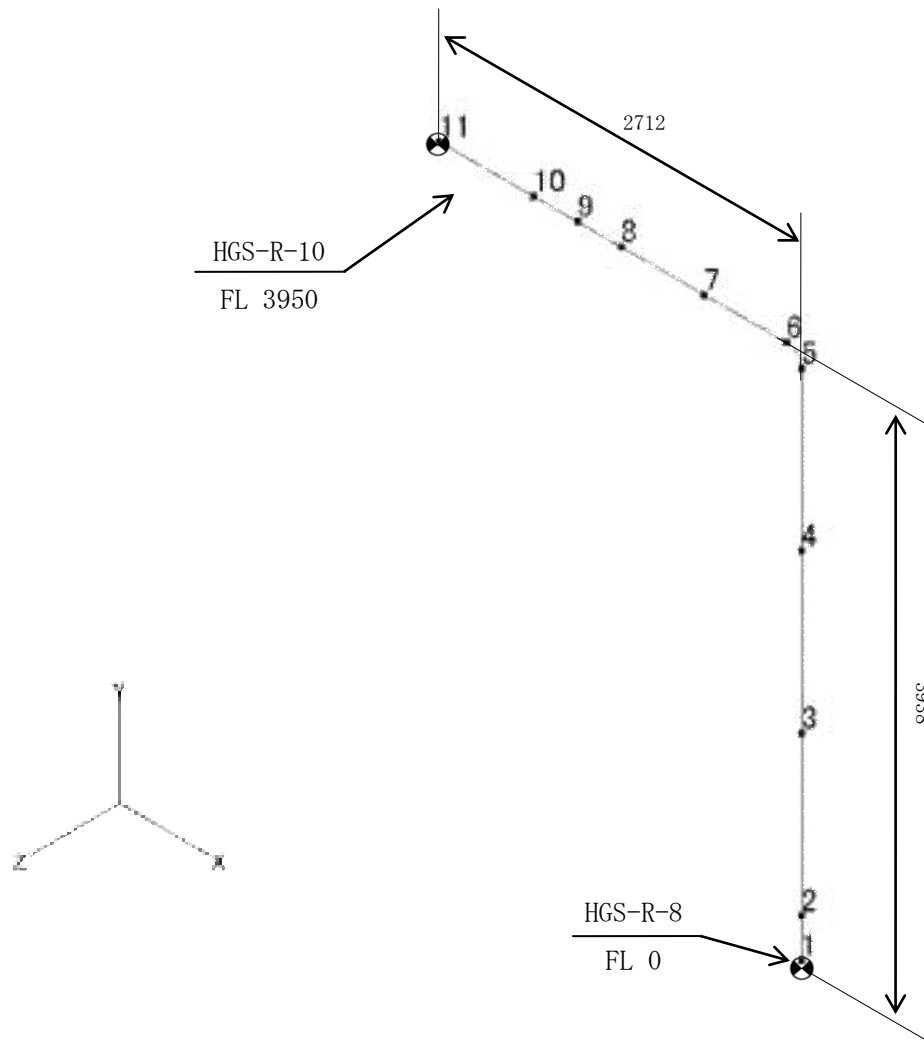
詳細図 (5/5)



(8) HGS-R-8

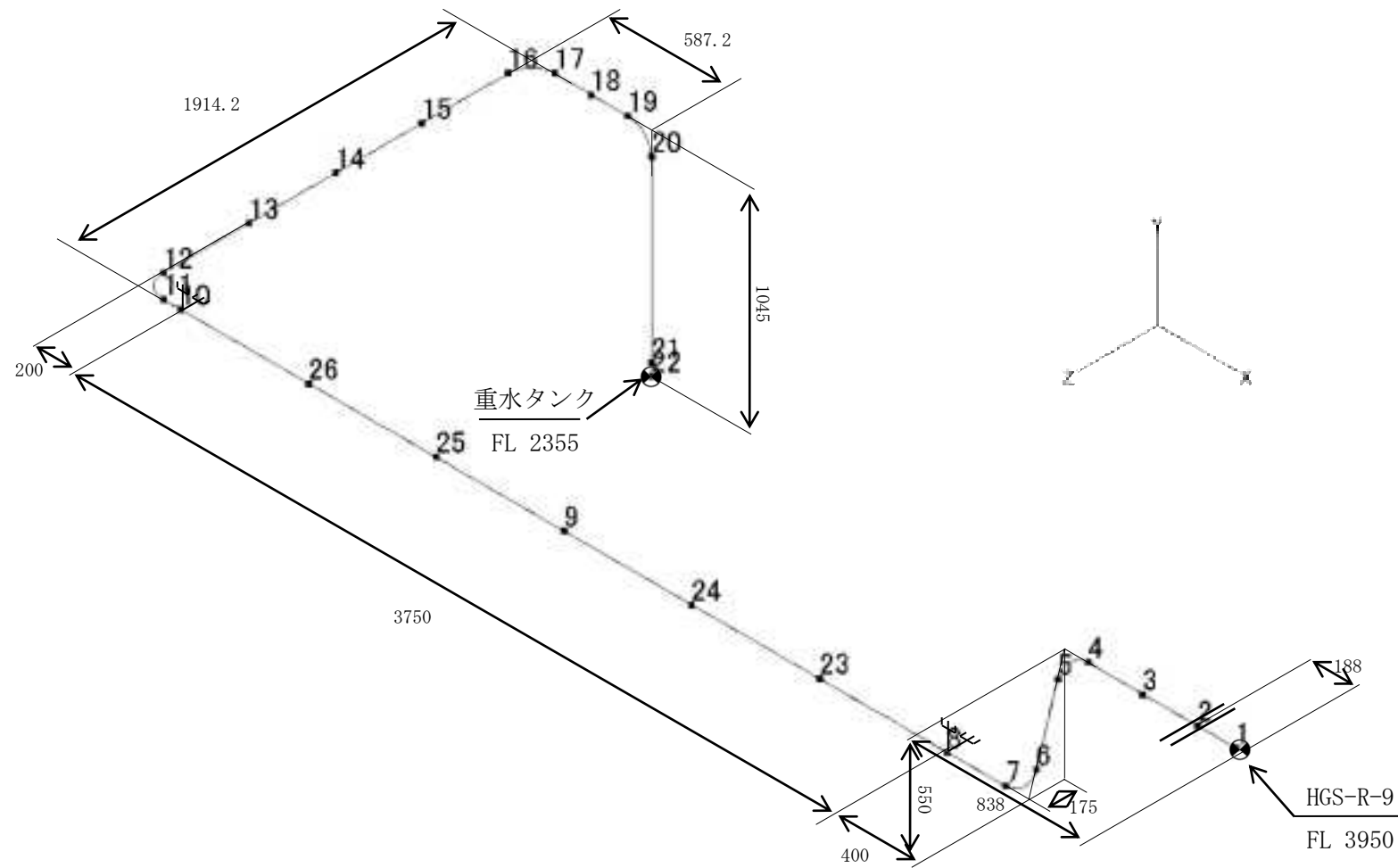


(9) HGS-R-9





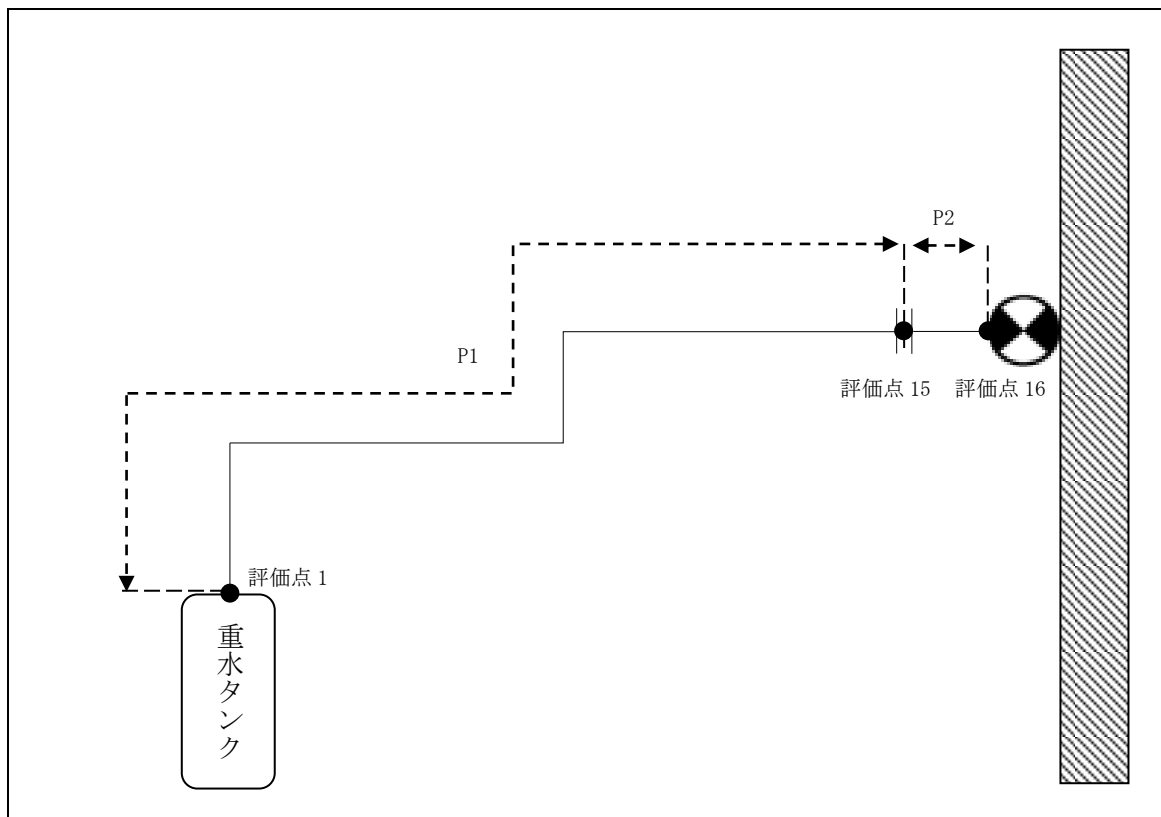
(10) HGS-R-10



### 3. 設計条件

#### 3.1. HGS-R-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	
外径(mm)	89.1	89.1	
板厚(mm)	4.0	4.0	
材質	A5052T-0	SUS304LTP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.88 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	
ポアソン比(-)	0.33	0.3	
最高使用温度(°C)	55	55	
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	ヘリウムガス	ヘリウムガス	
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	
外部流体種類	水	水	
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	58	166	
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	—	—	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次		
	58	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
3	(6)	2.26	—
4	(6)	2.26	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	2.26	—
7	(6)	2.26	—
8	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
9	(1)	1.00	—
10	(6)	2.26	—
11	(6)	2.26	—
12	(6)	2.26	—
13	(6)	2.26	—
14	(1)	1.00	—
15	(9)	2.10	—
16	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

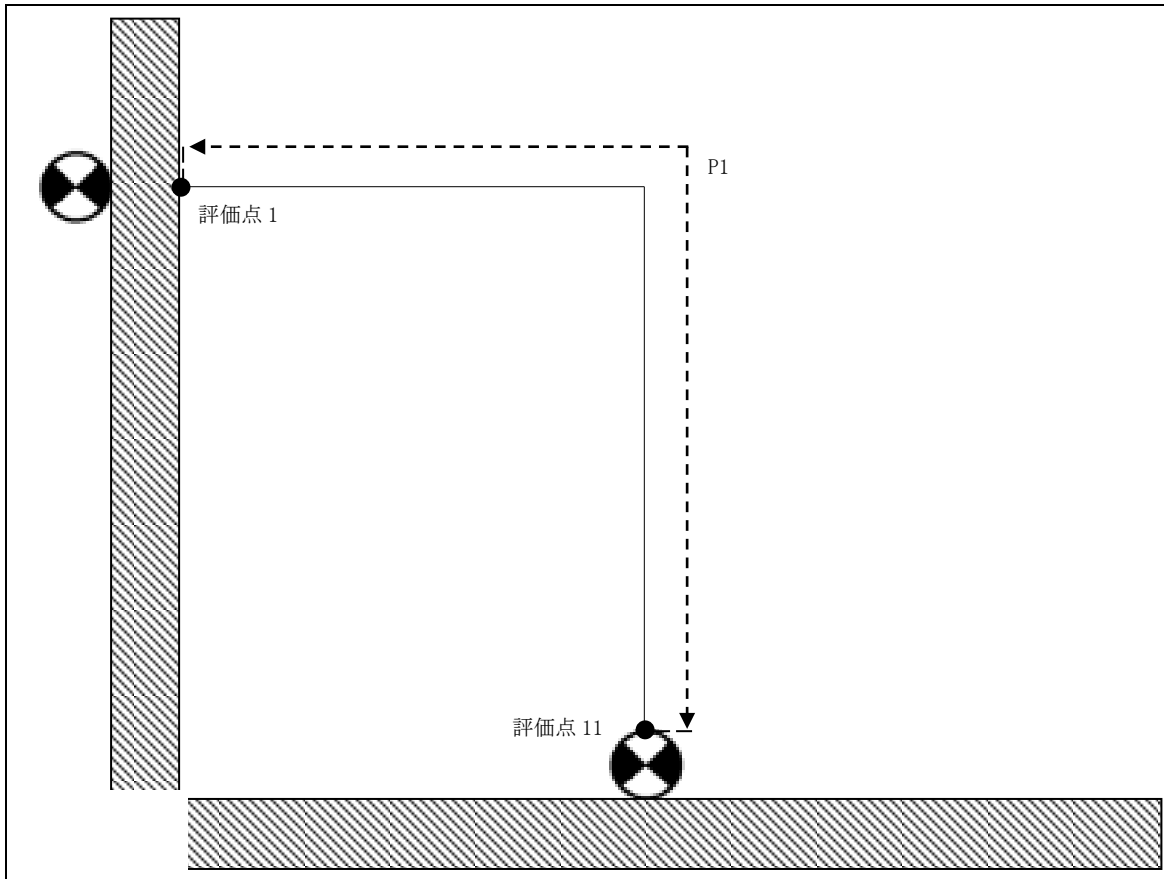
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
15	—	フランジ×2	5.06	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び 原子炉本体質点 1, 14	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

3.2. HGS-R-2

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	89.1			
板厚(mm)	4.0			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	166			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(3)	1.80	—
5	(1)	1.00	—
6	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
7	(6)	2.26	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(3)	1.80	—
11	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

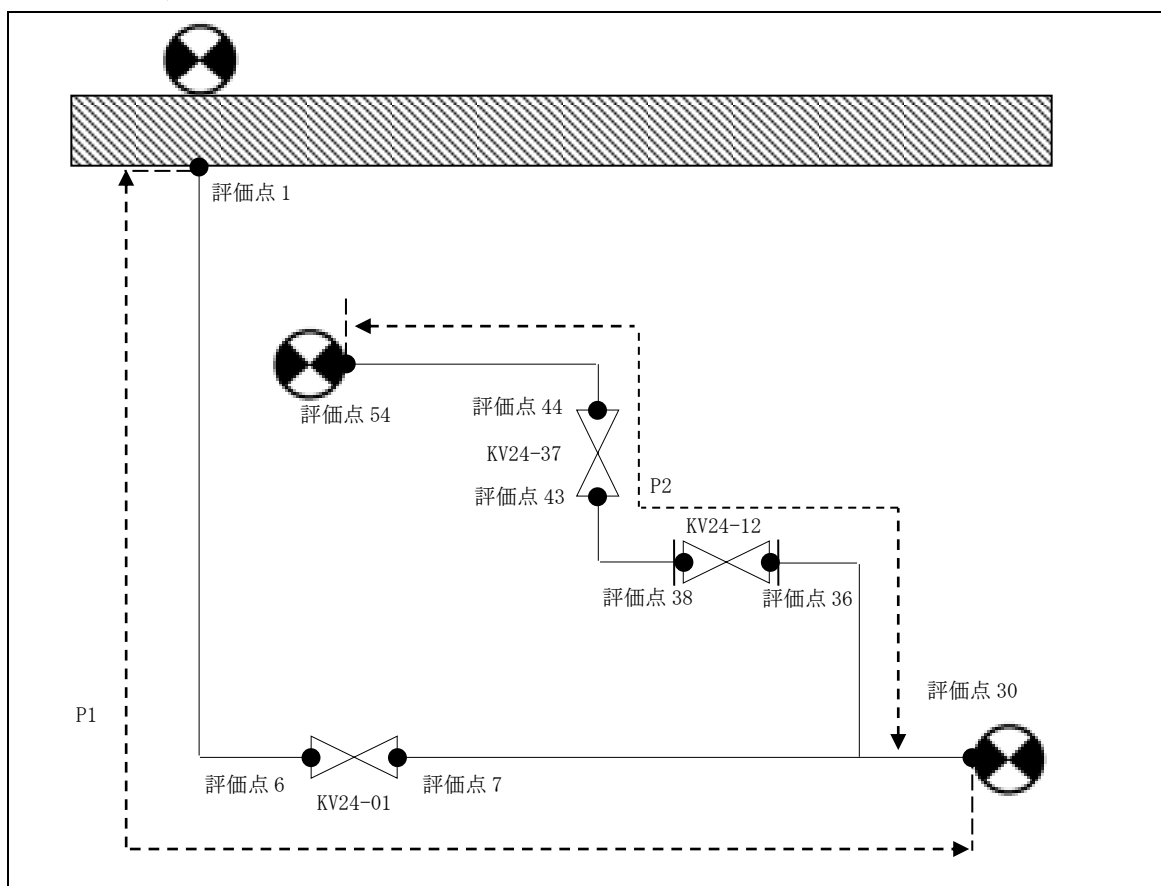
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

### 3.3. HGS-R-3

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	89.1		60.5		
板厚(mm)	4.0		3.9		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	ヘリウムガス		ヘリウムガス		
内部流体密度(ton/mm)	0.00		0.00		
外部流体種類	—		—		
外部流体密度(ton/mm)	—		—		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	—		—		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	2.26	—
5	(6)	2.26	—
6	(9)	2.10	—
7	(9)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(6)	2.26	—
10	(6)	2.26	—
11	(1)	1.00	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(6)	2.26	—
18	(6)	2.26	—
19	(6)	2.26	—
20	(6)	2.26	—
21	(6)	2.26	—
22	(6)	2.26	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(3)	1.80	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
28	(4)	1.63	1.63
29	(3)	1.80	—
30	(2)	2.10	—
31	(3)	1.80	—
32	(2)	2.10	—
33	(6)	2.77	—
34	(6)	2.77	—
35	(2)	2.10	—
36	(9)	2.10	—
38	(9)	2.10	—
39	(2)	2.10	—
40	(6)	2.77	—
41	(6)	2.77	—
42	(2)	2.10	—
43	(9)	2.10	—
44	(9)	2.10	—
45	(6)	0.92	—
46	(6)	0.92	—
47	(1)	1.00	—
48	(6)	0.92	—
49	(6)	0.92	—
50	(2)	2.10	—
51	(6)	2.02	—
52	(6)	2.02	—
53	(2)	2.10	—
54	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	KV24-01	弁+フランジ	36.03	—
7	KV24-01	弁+フランジ	36.03	—
36	—	フランジ	1.86	50A S0
38	—	フランジ	1.86	50A S0
43	KV24-37	弁+フランジ	4.36	—
44	KV24-37	弁+フランジ	4.36	—
56	KV24-12	弁	70.00	—

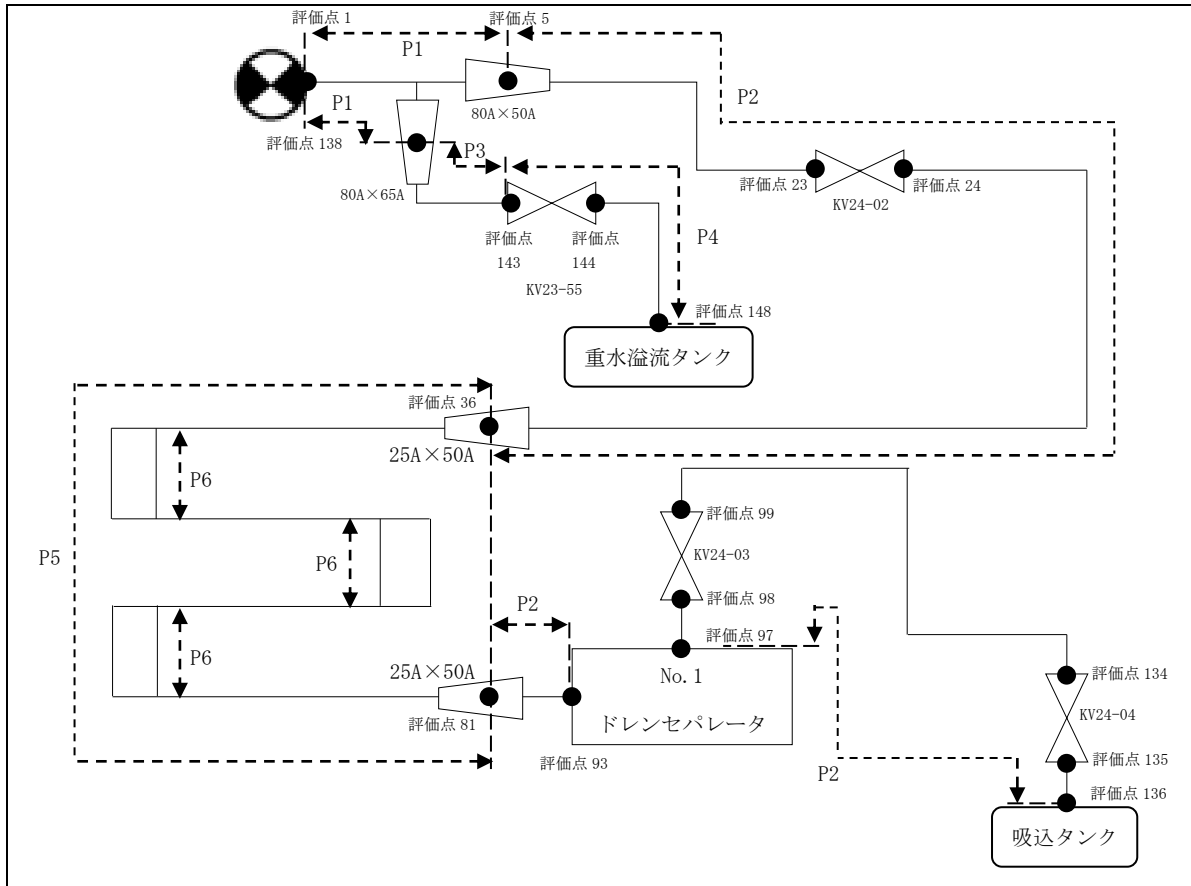
## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—



### 3.4. HGS-R-4

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径 (mm)	89.1	60.5	76.3
板厚 (mm)	4.0	3.9	3.5
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比 (-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度 (°C)	55	55	55
最高使用圧力 (MPa)	0.0981	0.0981	0.0981
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	ヘリウムガス	ヘリウムガス	ヘリウムガス
内部流体密度 (ton/mm)	0.00	0.00	0.00
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度 (ton/mm)	—	—	—
設計降伏点 Sy	166	166	166
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>4</sub> S 1次 166	166	166

配管番号		P4	P5	P6
外径(mm)		76.3	34	22.0
板厚(mm)		3.5	3.4	1.3
材質		SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比(-)		0.3	0.3	0.3
最高使用温度(°C)		55	55	55
最高使用圧力(MPa)		0.1471	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類		ヘリウムガス	ヘリウムガス	ヘリウムガス
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		0.00	0.00	0.00
外部流体種類		—	—	—
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		—	—	—
保温材/外装材材質		—	グラスウール/ガルバリウム鋼	グラスウール/ガルバリウム鋼
保温材/外装材密度(ton/mm <sup>3</sup> )		—	$0.12 \times 10^{-9}/7.85 \times 10^{-9}$	$0.12 \times 10^{-9}/7.85 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy		166	166	166
設計引張強さ Su		—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次	166	166	166

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(3)	1.80	—
3	(4)	1.62	1.62
4	(3)	1.80	—
5	(7)	2.00	—
6	(3)	1.80	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(2)	2.10	—
10	(6)	2.77	—
11	(6)	2.77	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(6)	2.77	—
15	(6)	2.77	—
16	(2)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—
24	(2)	2.10	—
25	(2)	2.10	—
26	(6)	2.77	—
27	(6)	2.77	—
28	(2)	2.10	—
29	(2)	2.10	—
30	(6)	2.77	—
31	(6)	2.77	—
32	(2)	2.10	—
33	(1)	1.00	—
34	(1)	1.00	—
35	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(2)	2.10	—
37	(2)	2.10	—
38	(2)	2.10	—
39	(1)	1.00	—
40	(1)	1.00	—
41	(1)	1.00	—
42	(1)	1.00	—
43	(1)	1.00	—
44	(2)	2.10	—
45	(2)	2.10	2.10
46	(2)	2.10	—
47	(2)	2.10	—
48	(2)	2.10	—
49	(2)	2.10	—
50	(4)	2.10	2.10
51	(1)	1.00	—
52	(1)	1.00	—
53	(1)	1.00	—
54	(1)	1.00	—
55	(1)	1.00	—
56	(2)	2.10	2.10
57	(2)	2.10	—
58	(2)	2.10	—
59	(2)	2.10	—
60	(2)	2.10	—
61	(2)	2.10	2.10
62	(1)	1.00	—
63	(1)	1.00	—
64	(1)	1.00	—
65	(1)	1.00	—
66	(1)	1.00	—
67	(2)	2.10	2.10
68	(2)	2.10	—
69	(2)	2.10	—
70	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(2)	2.10	—
72	(2)	2.10	2.10
73	(1)	1.00	—
74	(1)	1.00	—
75	(1)	1.00	—
76	(1)	1.00	—
77	(1)	1.00	—
78	(1)	1.00	—
79	(2)	2.10	—
80	(2)	2.10	—
81	(2)	2.10	—
82	(2)	2.10	—
83	(1)	1.00	—
84	(2)	2.10	—
85	(6)	2.77	—
86	(6)	2.77	—
87	(2)	2.10	—
88	(2)	2.10	—
89	(2)	2.10	2.10
90	(2)	2.10	—
91	(2)	2.10	—
92	(1)	1.00	—
93	(2)	2.10	—
97	(2)	2.10	—
98	(2)	2.10	—
99	(2)	2.10	—
100	(2)	2.10	—
101	(6)	2.77	—
102	(6)	2.77	—
103	(2)	2.10	—
104	(1)	1.00	—
105	(2)	2.10	—
106	(6)	2.77	—
107	(6)	2.77	—
108	(2)	2.10	—
109	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
110	(6)	2.77	—
111	(6)	2.77	—
112	(2)	2.10	—
113	(2)	2.10	—
114	(6)	2.02	—
115	(6)	2.02	—
116	(2)	2.10	—
117	(2)	2.10	—
118	(6)	2.02	—
119	(6)	2.02	—
120	(2)	2.10	—
121	(1)	1.00	—
122	(1)	1.00	—
123	(6)	1.11	—
126	(6)	1.11	—
127	(2)	2.10	—
128	(1)	1.00	—
129	(1)	1.00	—
130	(2)	2.10	—
131	(6)	2.77	—
132	(6)	2.77	—
133	(2)	2.10	—
134	(2)	2.10	—
135	(2)	2.10	—
136	(2)	2.10	—
137	(3)	1.80	—
138	(7)	2.00	—
139	(3)	1.80	—
140	(6)	2.26	—
141	(6)	2.26	—
142	(5)	2.10	—
143	(2)	2.10	—
144	(2)	2.10	—
145	(6)	2.26	—
146	(6)	2.26	—
147	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
148	(6)	2.26	—
149	(2)	2.10	—
150	(2)	2.10	—
151	(2)	2.10	—
152	(2)	2.10	—
153	(2)	2.10	—
154	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
155	(2)	2.10	—
156	(2)	2.10	—
157	(2)	2.10	—
158	(2)	2.10	—
159	(2)	2.10	—
160	(2)	2.10	—

(3) 機器重量

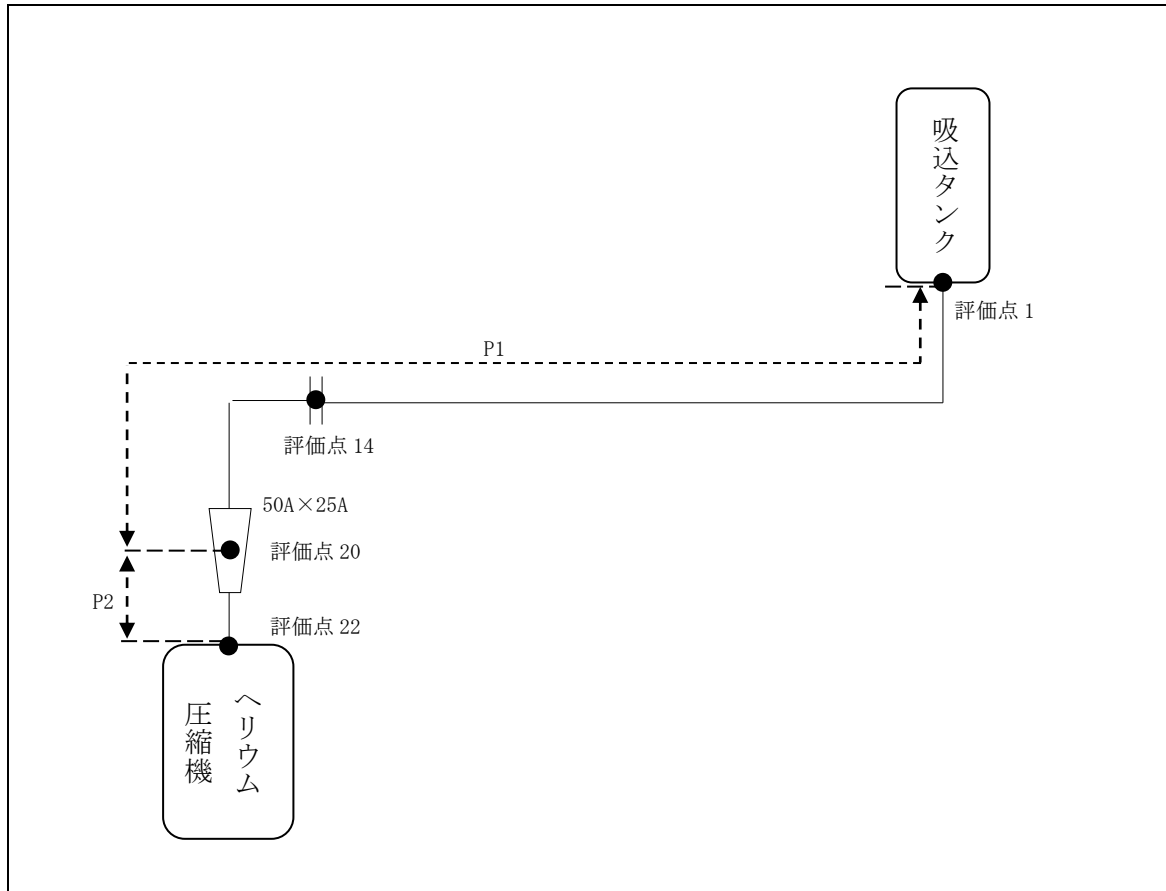
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
23	KV24-02	弁	6.00	—
24	KV24-02	弁	6.00	—
95	No. 1 ドレンセパレータ	—	15.00	—
98	KV24-03	弁	6.00	—
99	KV24-03	弁	6.00	—
134	KV24-04	弁	6.00	—
135	KV24-04	弁	6.00	—
143	KV23-55	弁	13.50	—
144	KV23-55	弁	13.50	—

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.5. HGS-R-5

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	
外径(mm)	60.5	34.0	
板厚(mm)	3.9	3.4	
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	
ポアソン比(-)	0.3	0.3	
最高使用温度(°C)	55	55	
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	ヘリウムガス	ヘリウムガス	
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	
外部流体種類	—	—	
外部流体密度(ton/mm)	—	—	
設計降伏点 Sy	166	166	
設計引張強さ Su	—	—	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
3	(6)	1.75	—
4	(6)	1.75	—
5	(2)	2.10	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(2)	2.10	—
10	(6)	1.75	—
11	(6)	1.75	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(9)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(6)	1.75	—
17	(6)	1.75	—
18	(2)	2.10	—
19	(2)	2.10	—
20	(2)	2.10	—
21	(2)	2.10	—
22	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

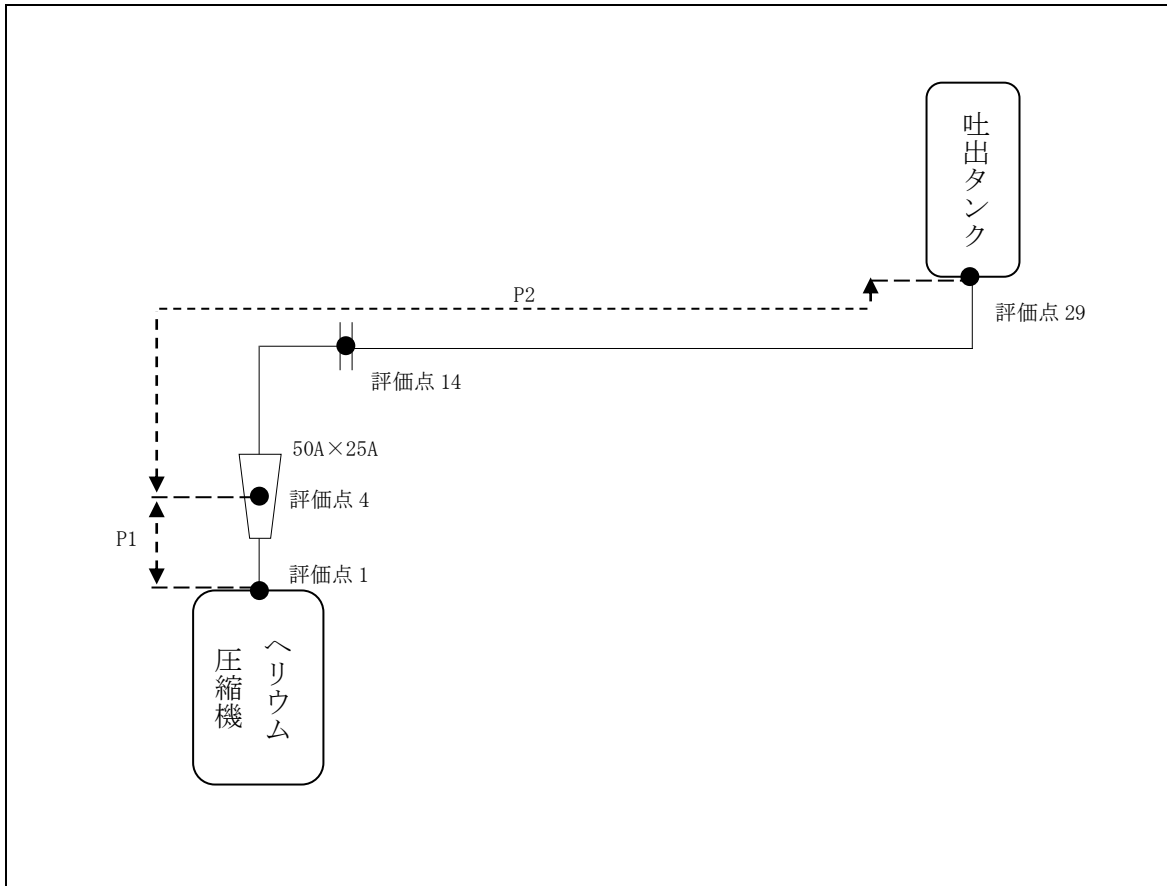
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
14	—	フランジ×2	2.66	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2, 3	0.28	0.26
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.6. HGS-R-6

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	
外径(mm)	34.0		60.5	
板厚(mm)	3.4		3.9	
材質	SUS304LTP		SUS304LTP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.3		0.3	
最高使用温度(°C)	55		55	
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	ヘリウムガス		ヘリウムガス	
内部流体密度(ton/mm)	0.00		0.00	
外部流体種類	—		—	
外部流体密度(ton/mm)	—		—	
設計降伏点 Sy	166		166	
設計引張強さ Su	—		—	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(2)	2.10	—
6	(2)	2.10	—
7	(6)	1.75	—
8	(6)	1.75	—
9	(2)	2.10	—
10	(2)	2.10	—
11	(6)	1.75	—
12	(6)	1.75	—
13	(2)	2.10	—
14	(9)	2.10	—
15	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
16	(2)	2.10	—
17	(6)	1.75	—
18	(6)	1.75	—
19	(2)	2.10	—
20	(2)	2.10	—
21	(6)	1.75	—
22	(6)	1.75	—
23	(2)	2.10	—
24	(2)	2.10	—
25	(6)	1.75	—
26	(6)	1.75	—
27	(2)	2.10	—
28	(1)	1.00	—
29	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

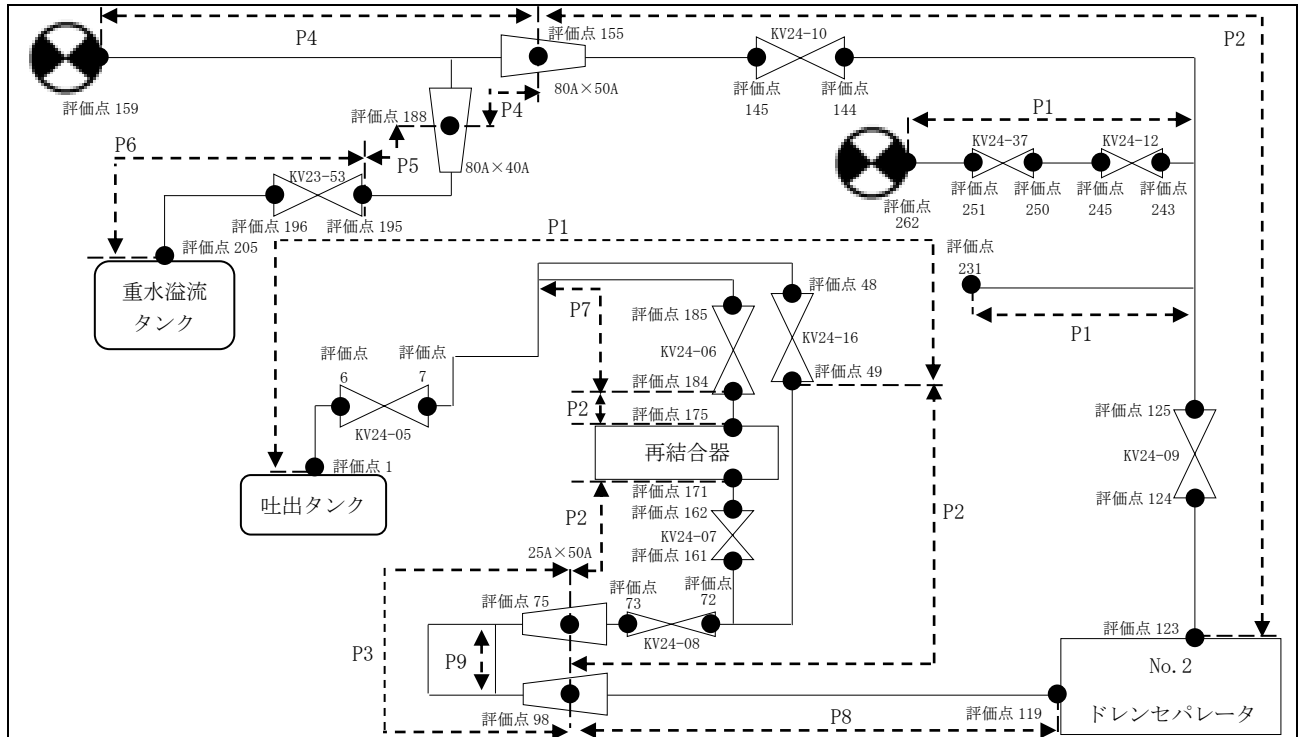
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
14	—	フランジ	2.66	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2, 3	0.28	0.26
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.7. HGS-R-7

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径 (mm)	60.5	60.5	34.0
板厚 (mm)	3.9	3.9	3.4
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比 (-)	0.3	0.3	0.3
最高使用温度 (°C)	55	150	150
最高使用圧力 (MPa)	0.0981	0.0981	0.0981
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類	ヘリウムガス	ヘリウムガス	ヘリウムガス
内部流体密度 (ton/mm)	0.00	0.00	0.00
外部流体種類	—	—	—
外部流体密度 (ton/mm)	—	—	—
保温剤/外装剤 材質	—	グラスウール/ガルバリウム鋼	—
保温剤/外装剤密度 (ton/mm <sup>3</sup> )	—	$0.12 \times 10^{-9}/8.00 \times 10^{-9}$	—
保温剤/外装剤厚さ (mm)	—	20.0/2.0	—
設計降伏点 Sy	166	131	131
設計引張強さ Su	—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 166	131	131

配管番号			P4	P5	P6
外径 (mm)			60.5	48.6	48.6
板厚 (mm)			3.9	3.7	3.7
材質			SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )			$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比 (-)			0.3	0.3	0.3
最高使用温度 (°C)			55	55	55
最高使用圧力 (MPa)			0.0981	0.0981	0.1472
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			ヘリウムガス	ヘリウムガス	ヘリウムガス
内部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			0.00	0.00	0.00
外部流体種類			—	—	—
外部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			—	—	—
保温剤/外装剤 材質			—	—	—
保温剤/外装剤密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			—	—	—
保温剤/外装剤厚さ (mm)			—	—	—
設計降伏点 Sy			166	166	166
設計引張強さ Su			—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1 次	166	166	166

配管番号			P7	P8	P9
外径 (mm)			60.5	60.5	21.9
板厚 (mm)			3.9	3.9	2.3
材質			SUS304LTP	SUS304LTP	SUS304LTP
ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )			$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$
ポアソン比 (-)			0.3	0.3	0.3
最高使用温度 (°C)			55	150	150
最高使用圧力 (MPa)			0.0981	0.0981	0.0981
配管密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			ヘリウムガス	ヘリウムガス	ヘリウムガス
内部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			0.00	0.00	0.00
外部流体種類			—	—	—
外部流体密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			—	—	—
保温剤/外装剤 材質			グラスウール/ガルバリウム鋼	—	—
保温剤/外装剤密度 (ton/mm <sup>3</sup> )			$0.12 \times 10^{-9}/8.00 \times 10^{-9}$	—	—
保温剤/外装剤厚さ (mm)			20.0/2.0	—	—
設計降伏点 Sy			166	131	131
設計引張強さ Su			—	—	—
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	131	131

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
3	(6)	2.77	—
4	(6)	2.77	—
5	(2)	2.10	—
6	(2)	2.10	—
7	(2)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(6)	2.02	—
12	(6)	2.02	—
13	(2)	2.10	—
14	(2)	2.10	—
15	(6)	2.77	—
16	(6)	2.77	—
17	(2)	2.10	—
18	(1)	1.00	—
19	(2)	2.10	—
20	(6)	2.77	—
21	(6)	2.77	—
22	(2)	2.10	—
23	(2)	2.10	—
24	(6)	2.02	—
25	(6)	2.02	—
26	(2)	2.10	—
27	(1)	1.00	—
28	(2)	2.10	—
29	(6)	2.77	—
30	(6)	2.77	—
31	(2)	2.10	—
32	(2)	2.10	—
33	(6)	2.77	—
34	(6)	2.77	—
35	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(2)	2.10	—
37	(2)	2.10	2.10
38	(2)	2.10	—
39	(2)	2.10	—
40	(6)	2.77	—
41	(6)	2.77	—
42	(2)	2.10	—
43	(1)	1.00	—
44	(2)	2.10	—
45	(6)	2.77	—
46	(6)	2.77	—
47	(2)	2.10	—
48	(2)	2.10	—
49	(2)	2.10	—
50	(1)	1.00	—
51	(2)	2.10	—
52	(6)	2.77	—
53	(6)	2.77	—
54	(2)	2.10	—
55	(2)	2.10	—
56	(6)	2.77	—
57	(6)	2.77	—
58	(2)	2.10	—
59	(1)	1.00	—
60	(2)	2.10	—
61	(2)	2.10	2.10
62	(2)	2.10	—
63	(1)	1.00	—
64	(2)	2.10	—
65	(6)	2.77	—
66	(6)	2.77	—
67	(2)	2.10	—
68	(2)	2.10	—
69	(6)	2.77	—
70	(6)	2.77	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(2)	2.10	—
72	(2)	2.10	—
73	(2)	2.10	—
74	(2)	2.10	—
75	(2)	2.10	—
76	(2)	2.10	—
77	(2)	2.10	—
78	(1)	1.00	—
79	(1)	1.00	—
80	(1)	1.00	—
81	(1)	1.00	—
82	(1)	1.00	—
83	(1)	1.00	—
84	(2)	2.10	2.10
85	(2)	2.10	—
86	(2)	2.10	—
87	(2)	2.10	—
88	(2)	2.10	—
89	(2)	2.10	2.10
90	(2)	1.00	—
91	(1)	1.00	—
92	(1)	1.00	—
93	(1)	1.00	—
94	(1)	1.00	—
95	(1)	1.00	—
96	(2)	2.10	—
97	(2)	2.10	—
98	(2)	2.10	—
99	(2)	2.10	—
100	(1)	1.00	—
101	(2)	2.10	—
102	(6)	2.77	—
103	(6)	2.77	—
104	(2)	2.10	—
105	(1)	1.00	—
106	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
107	(2)	2.10	2.10
108	(2)	2.10	—
109	(2)	2.10	—
114	(2)	2.10	—
115	(6)	2.77	—
116	(6)	2.77	—
117	(2)	2.10	—
118	(1)	1.00	—
119	(2)	2.10	—
120	(2)	2.10	—
123	(2)	2.10	—
124	(2)	2.10	—
125	(2)	2.10	—
126	(2)	2.10	—
127	(6)	2.77	—
128	(6)	2.77	—
129	(2)	2.10	—
130	(1)	1.00	—
131	(2)	2.10	—
132	(2)	2.10	2.10
133	(2)	2.10	—
134	(2)	2.10	—
135	(6)	2.77	—
136	(6)	2.77	—
137	(2)	2.10	—
138	(2)	2.10	2.10
139	(2)	2.10	2.10
140	(2)	2.10	—
141	(5)	2.10	—
142	(2)	2.10	—
143	(1)	1.00	—
144	(2)	2.10	—
145	(2)	2.10	—
146	(2)	2.10	—
147	(6)	2.77	—
148	(6)	2.77	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
149	(2)	2.10	—
150	(2)	2.10	—
151	(6)	2.77	—
152	(6)	2.77	—
153	(2)	2.10	—
154	(3)	1.80	—
155	(7)	2.00	—
156	(3)	1.80	—
157	(4)	1.63	1.63
158	(3)	1.80	—
159	(2)	2.10	—
160	(2)	2.10	—
161	(2)	2.10	—
162	(2)	2.10	—
163	(2)	2.10	—
164	(2)	2.10	2.10
165	(2)	2.10	—
166	(2)	2.10	—
167	(2)	2.10	—
168	(6)	2.77	—
169	(6)	2.77	—
170	(2)	2.10	—
171	(2)	2.10	—
175	(2)	2.10	—
176	(2)	2.10	—
177	(6)	2.77	—
178	(6)	2.77	—
179	(2)	2.10	—
180	(2)	2.10	—
181	(2)	2.10	2.10
182	(2)	2.10	—
183	(2)	2.10	—
184	(2)	2.10	—
185	(2)	2.10	—
186	(2)	2.10	—
187	(3)	1.80	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
188	(7)	2.00	—
189	(3)	1.80	—
190	(2)	2.10	—
191	(6)	2.38	—
192	(6)	2.38	—
193	(2)	2.10	—
194	(5)	2.10	—
195	(2)	2.10	—
196	(2)	2.10	—
197	(2)	2.10	—
198	(6)	2.38	—
199	(6)	2.38	—
200	(2)	2.10	—
201	(2)	2.10	—
202	(6)	2.38	—
203	(6)	2.38	—
204	(2)	2.10	—
205	(2)	2.10	—
206	(2)	2.10	—
207	(2)	2.10	—
208	(2)	2.10	—
209	(2)	2.10	—
210	(2)	2.10	—
211	(2)	2.10	—
212	(2)	2.10	—
213	(2)	2.10	—
214	(6)	2.77	—
215	(6)	2.77	—
216	(2)	2.10	—
217	(6)	0.70	—
218	(6)	0.70	—
219	(1)	1.00	—
220	(2)	2.10	—
221	(6)	2.77	—
222	(6)	2.77	—
223	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
224	(2)	2.10	—
225	(6)	2.77	—
226	(6)	2.77	—
227	(2)	2.10	—
228	(1)	1.00	—
229	(6)	1.11	—
230	(6)	1.11	—
231	(1)	1.00	—
232	(2)	2.10	—
233	(2)	2.10	—
234	(2)	2.10	—
235	(2)	2.10	—
236	(6)	2.77	—
237	(6)	2.77	—
238	(2)	2.10	—
239	(6)	1.11	—
240	(6)	1.11	—
241	(5)	2.10	—
242	(1)	1.00	—
243	(2)	2.10	—
245	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
246	(2)	2.10	—
247	(6)	2.77	—
248	(6)	2.77	—
249	(2)	2.10	—
250	(2)	2.10	—
251	(2)	2.10	—
252	(6)	1.11	—
253	(6)	1.11	—
254	(1)	1.00	—
255	(2)	2.10	—
256	(2)	2.10	2.10
257	(2)	2.10	—
258	(2)	2.10	—
259	(6)	2.02	—
260	(6)	2.02	—
261	(2)	2.10	—
262	(2)	2.10	—
263	(2)	2.10	—
264	(1)	1.00	—
266	(2)	2.10	—



## (3) 機器重量

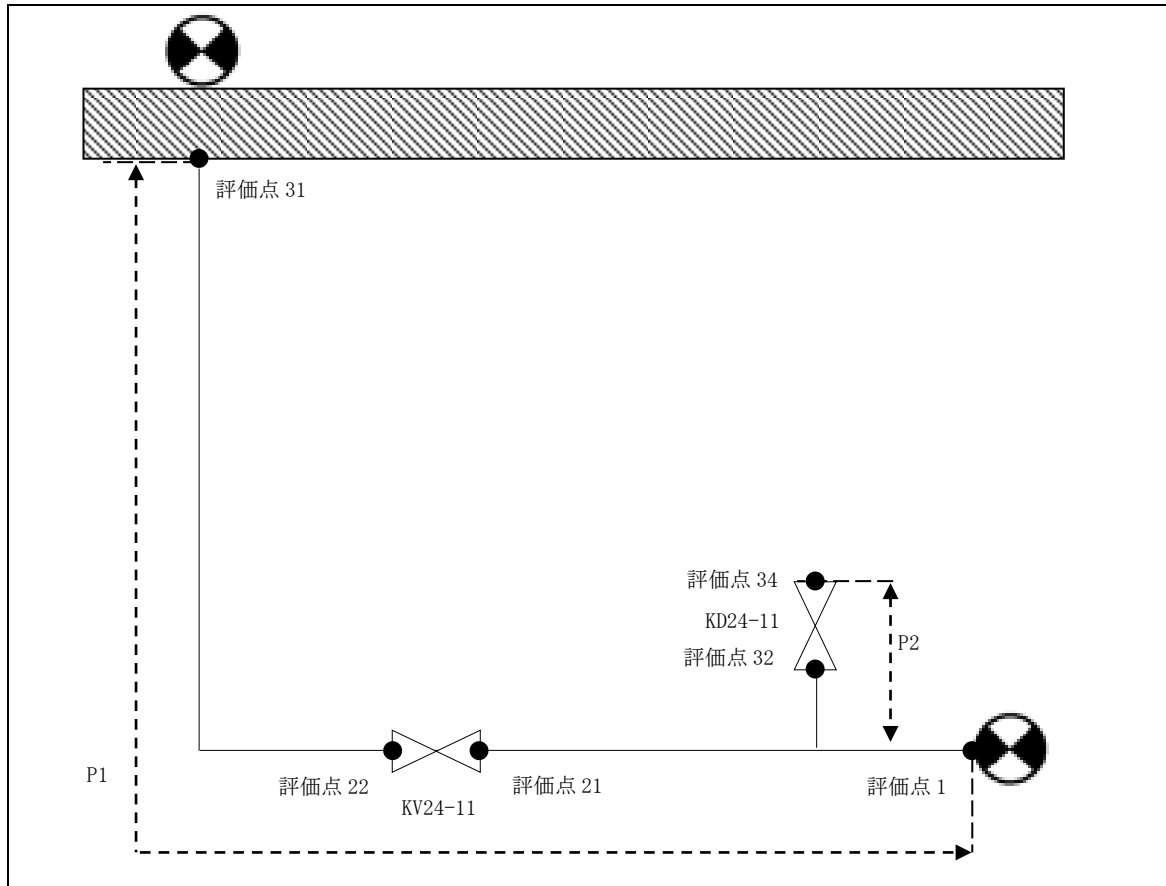
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	KV24-05	弁	6.00	—
7	KV24-05	弁	6.00	—
48	KV24-16	弁	5.60	—
49	KV24-16	弁	5.60	—
72	KV24-08	弁	6.00	—
73	KV24-08	弁	6.00	—
121	No. 2 ドレンセパレータ	—	15.00	—
124	KV24-09	弁	6.00	—
125	KV24-09	弁	6.00	—
144	KV24-10	弁	6.00	—
145	KV24-10	弁	6.00	—
161	KV24-07	弁	5.60	—
162	KV24-07	弁	5.60	—
173	再結合器	—	60.00	—
184	KV24-06	弁	6.00	—
185	KV24-06	弁	6.00	—
195	KV23-53	弁	5.00	—
196	KV23-53	弁	5.00	—
243	—	フランジ	1.86	—
245	—	フランジ	1.86	—
250	KV24-38	弁+フランジ	4.36	—
251	KV24-38	弁+フランジ	4.36	—
265	KV24-13	弁	70.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3. 8. HGS-R-8

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	89.1		60.5		
板厚(mm)	4.0		3.9		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	ヘリウムガス		ヘリウムガス		
内部流体密度(ton/mm)	0.00		0.00		
外部流体種類	—		—		
外部流体密度(ton/mm)	—		—		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	—		—		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(3)	1.80	—
5	(4)	1.63	1.63
6	(3)	1.80	—
7	(1)	1.00	—
8	(6)	2.26	—
9	(6)	2.26	—
10	(6)	2.26	—
11	(6)	2.26	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(6)	2.26	—
17	(6)	2.26	—
18	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(6)	2.26	—
20	(1)	1.00	—
21	(9)	2.10	—
22	(9)	2.10	—
23	(6)	2.26	—
24	(6)	2.26	—
25	(1)	1.00	—
26	(6)	2.26	—
27	(6)	2.26	—
28	(6)	2.26	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(2)	2.10	—
32	(9)	2.10	—
34	(9)	2.10	—
36	(3)	1.80	—
37	(3)	1.80	—
38	(3)	1.80	—

## (3) 機器重量

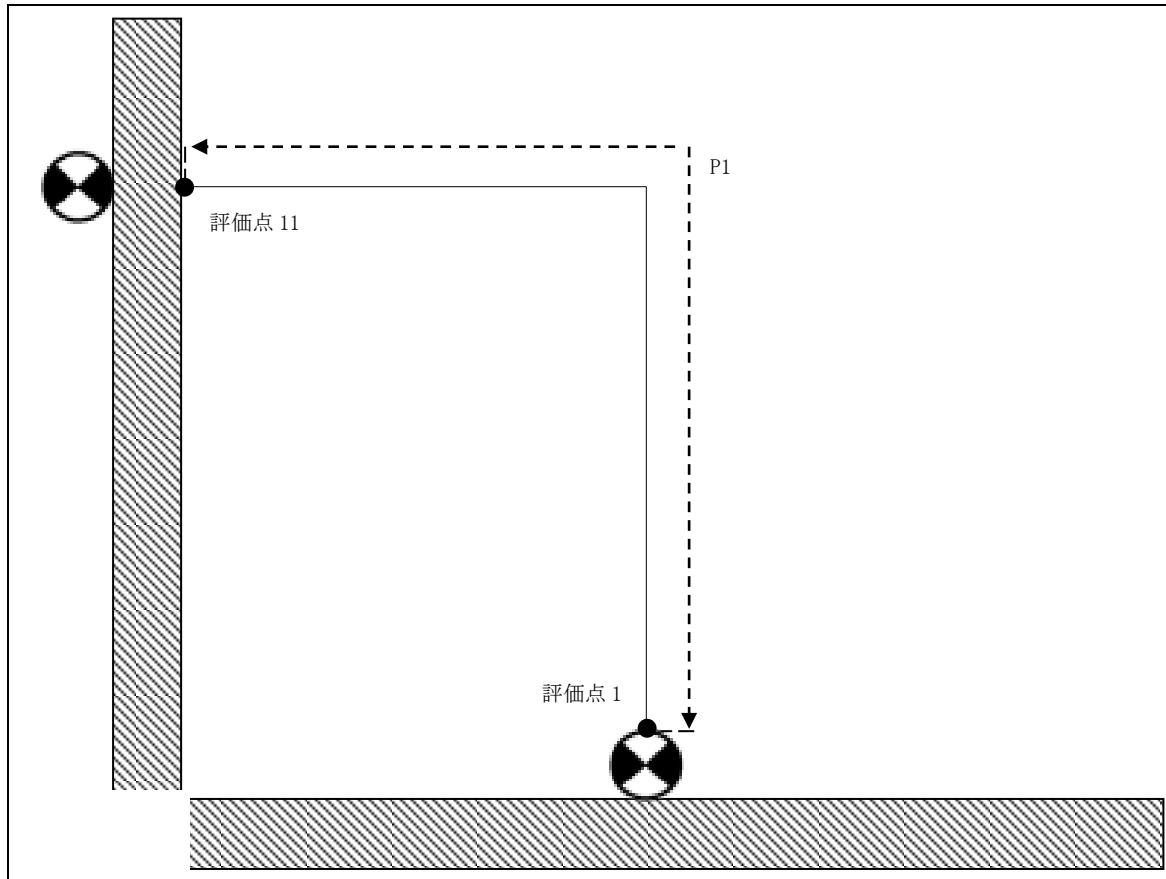
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
21	KV24-11	弁+フランジ	36.03	—
22	KV24-11	弁+フランジ	36.03	—
32	KD24-11	弁+フランジ	13.66	—
34	KD24-11	弁+フランジ	14.03	—

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.9. HGS-R-9

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	89.1			
板厚(mm)	4.0			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	166			
設計引張強さ Su	—			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(3)	1.80	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(6)	2.26	—
6	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
7	(1)	1.00	—
8	(3)	1.80	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

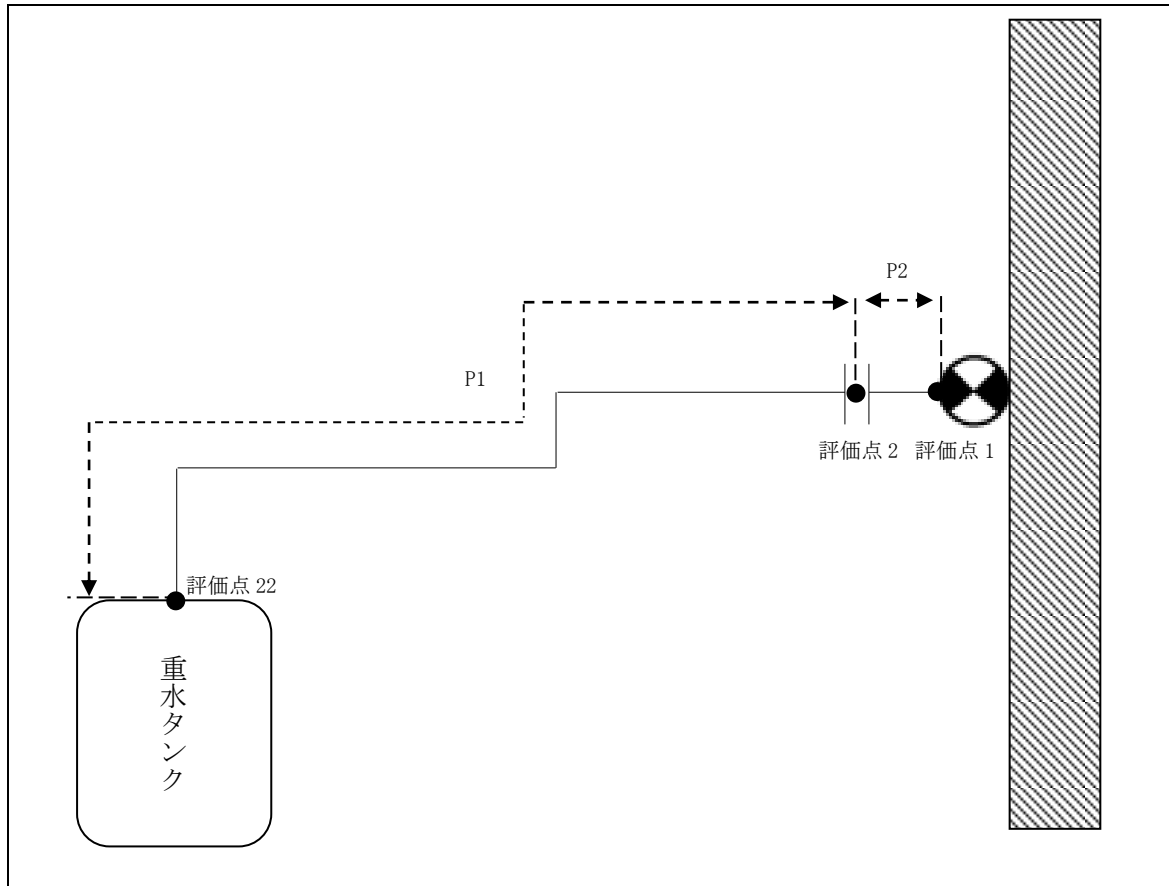
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 10. HGS-R-10

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	89.1		89.1		
板厚(mm)	4.0		4.0		
材質	A5052T-0		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.88×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.33		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.68×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	ヘリウムガス		ヘリウムガス		
内部流体密度(ton/mm)	0.00		0.00		
外部流体種類	水		水		
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
設計降伏点 Sy	58		166		
設計引張強さ Su	—		—		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	58	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(9)	2.10	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	2.26	—
5	(6)	2.26	—
6	(6)	2.26	—
7	(6)	2.26	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	2.26	—
12	(6)	2.26	—
13	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(6)	2.26	—
17	(6)	2.26	—
18	(1)	1.00	—
19	(6)	2.26	—
20	(6)	2.26	—
21	(2)	2.10	—
22	(2)	2.10	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ×2	5.06	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び原子炉本体質点 1, 14	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

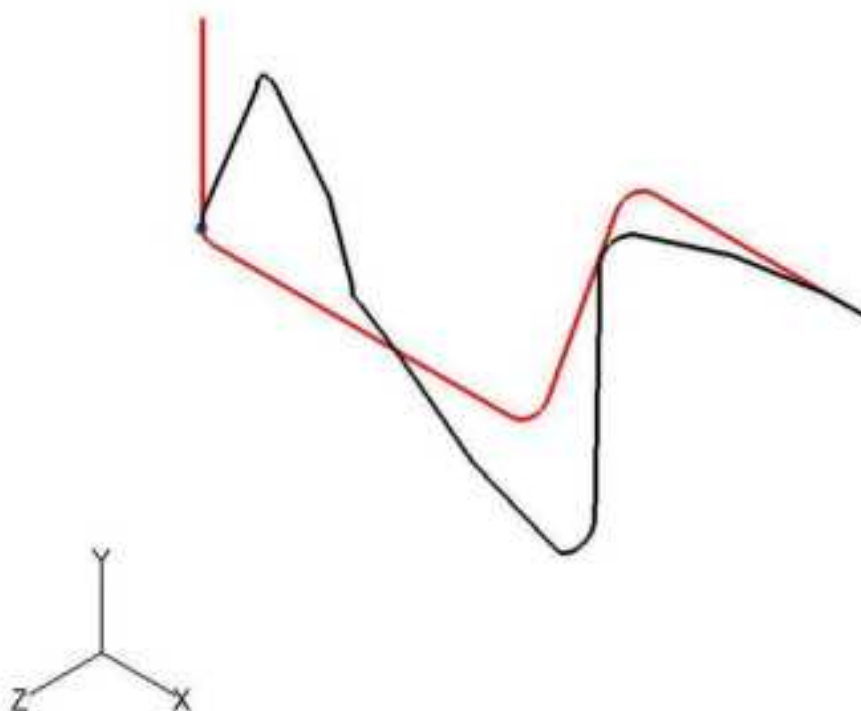


#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

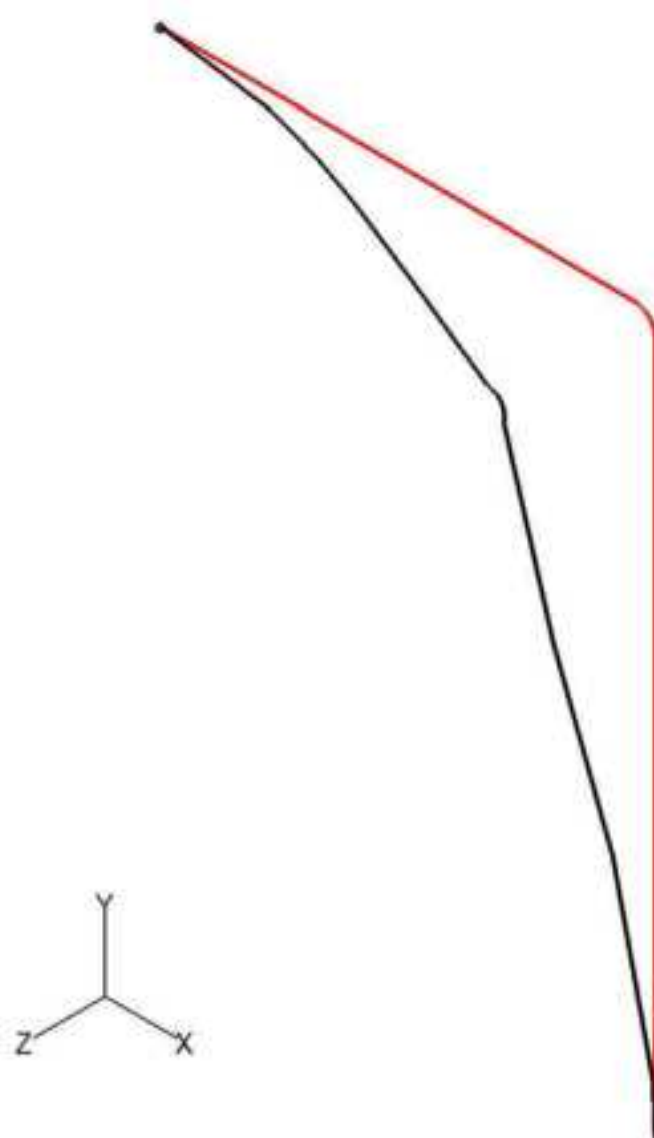
(1) HGS-R-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	20.7	29.5	42.4
固有周期 (s)	0.048	0.034	0.024



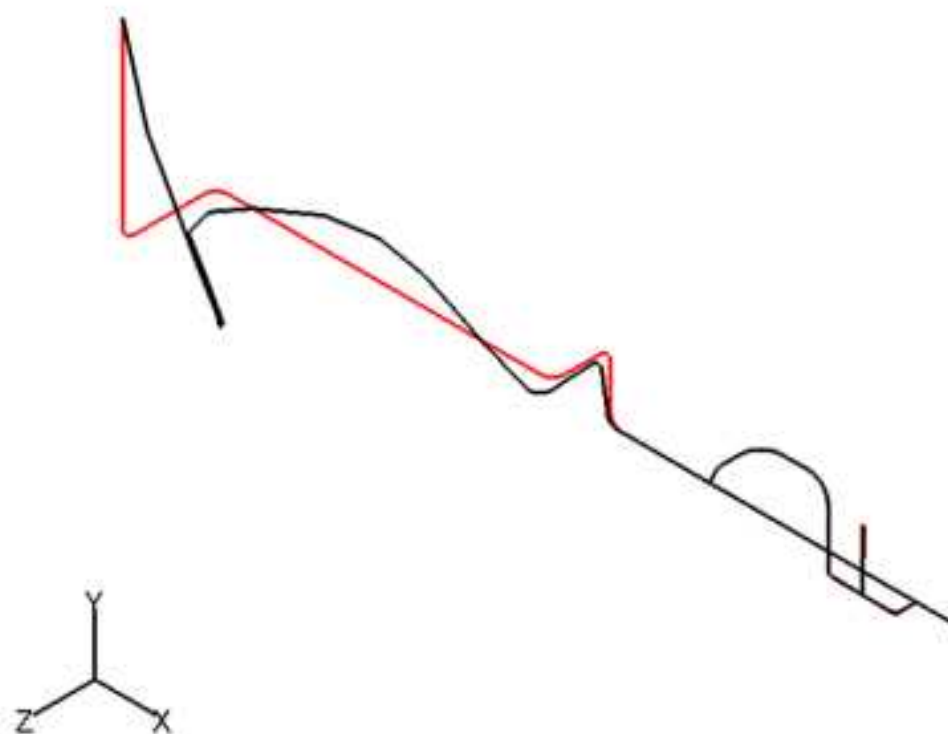
(2) HGS-R-2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	20.1	41.8	7.1
固有周期 (s)	0.050	0.024	0.140



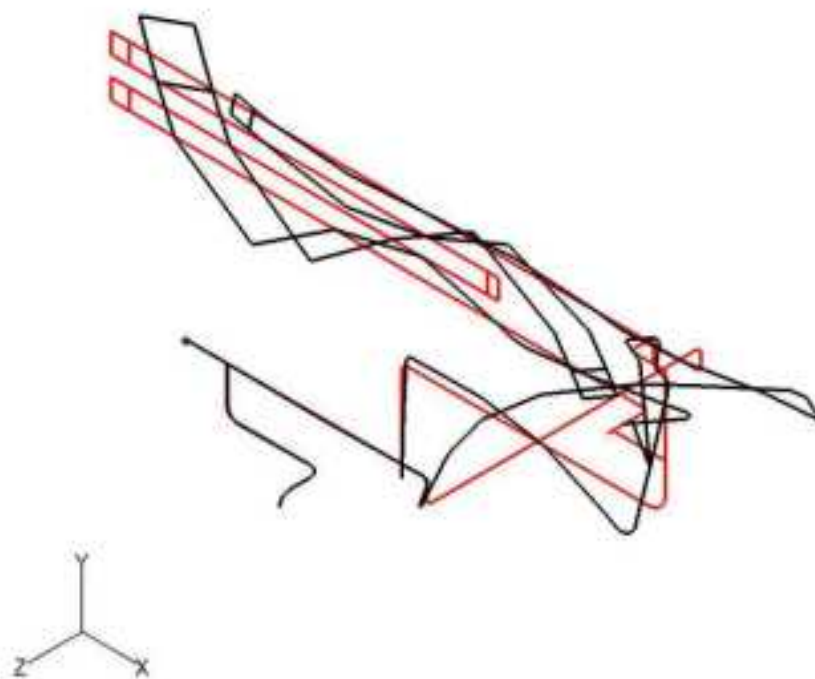
(3) HGS-R-3

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	13.9	83.9	33.5
固有周期 (s)	0.072	0.012	0.030



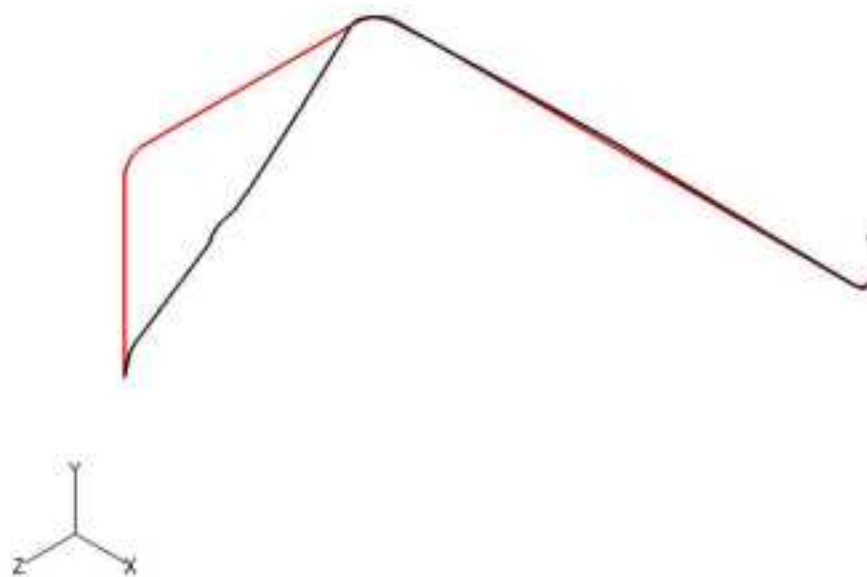
(4) HGS-R-4

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	10.5	26.7	27.1
固有周期 (s)	0.095	0.037	0.037



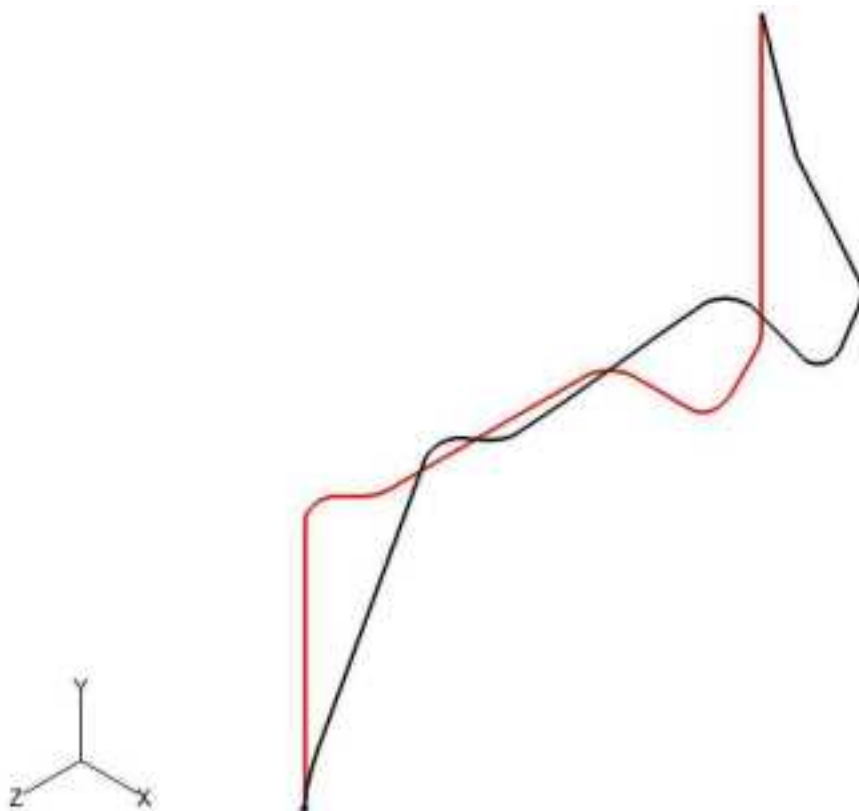
(5) HGS-R-5

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	33.2	64.3	138.9
固有周期 (s)	0.030	0.016	0.007



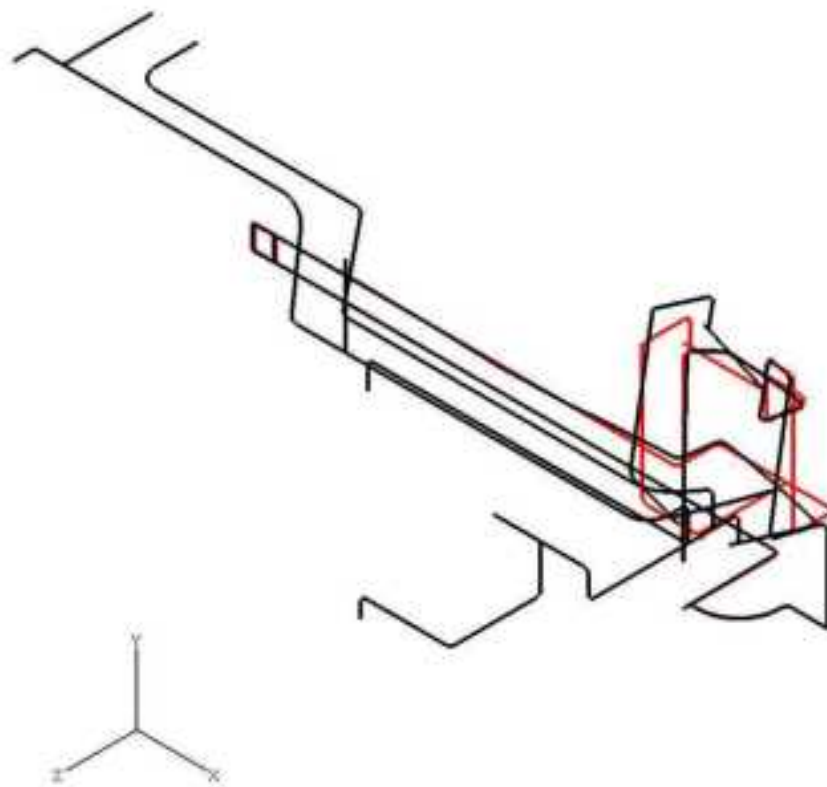
(6) HGS-R-6

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	38.5	191.8	30.1
固有周期 (s)	0.026	0.005	0.033



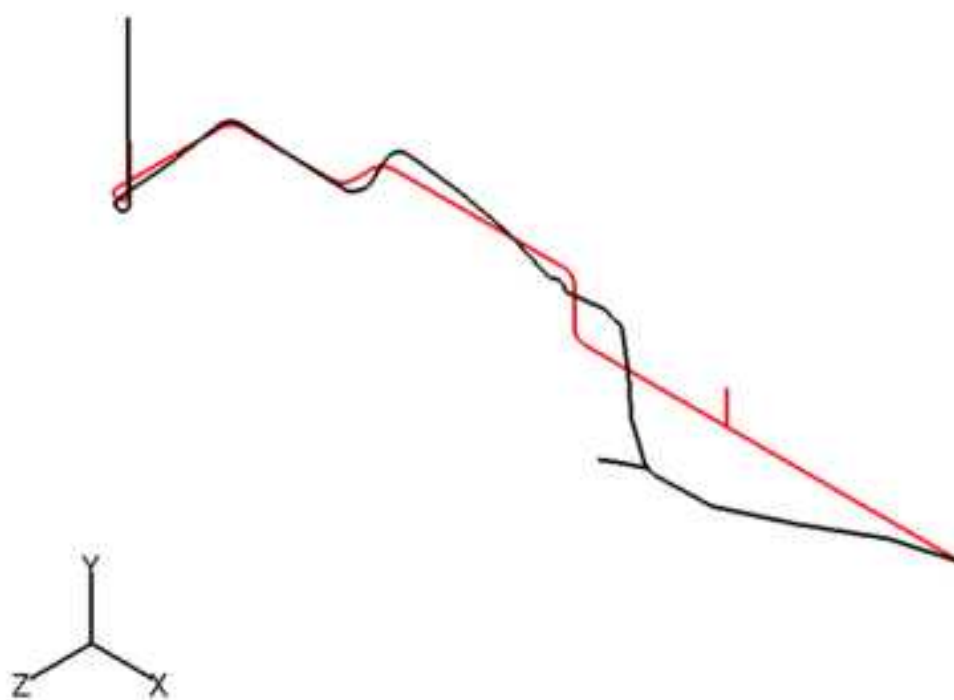
(7) HGS-R-7

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	5.3	10.9	7.0
固有周期 (s)	0.189	0.092	0.143



(8) HGS-R-8

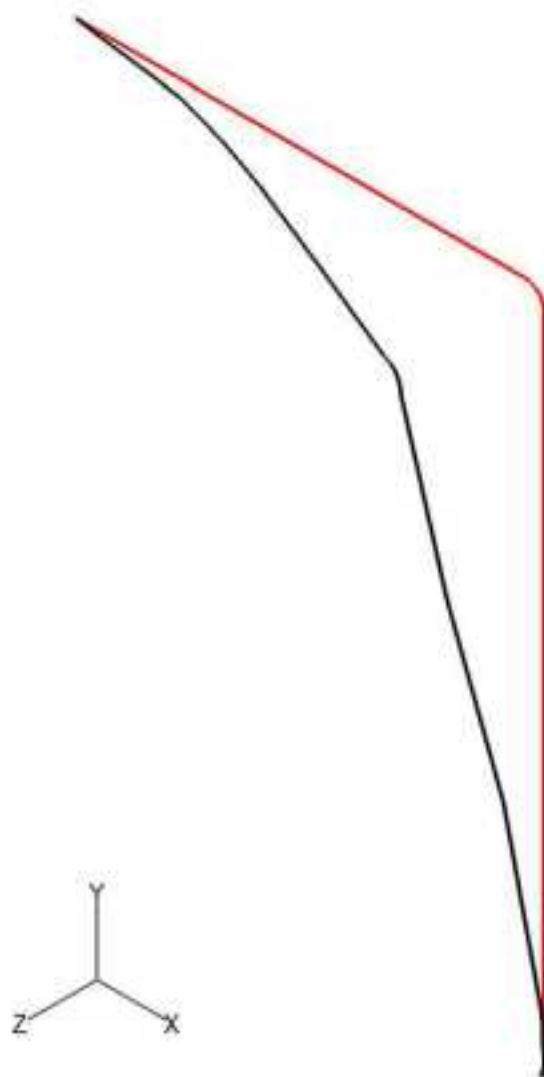
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	16.1	17.9	14.1
固有周期 (s)	0.062	0.056	0.071





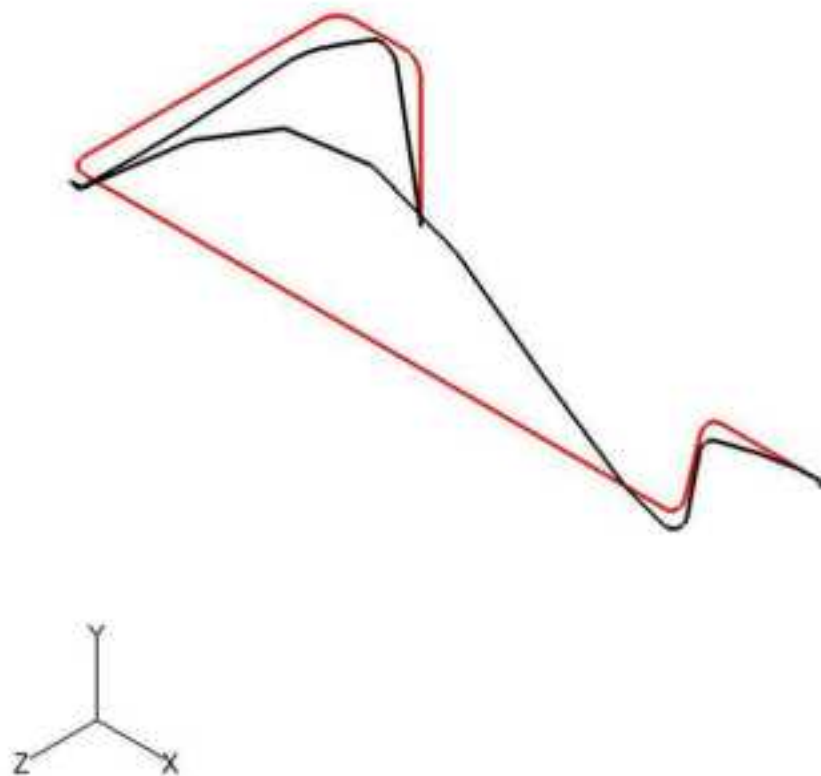
(9) HGS-R-9

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	20.1	41.8	7.1
固有周期 (s)	0.050	0.024	0.140



(10) HGS-R-10

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	15.9	12.4	12.8
固有周期 (s)	0.063	0.081	0.078



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. HGS-R-1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	15	一次応力	1	6	4	-	11	58

4.2.2. HGS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	9	61	-	71	166

4.2.3. HGS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	2	33	-	36	166

4.2.4. HGS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	67	一次応力	1	4	62	-	67	166

4.2.5. HGS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	22	一次応力	1	1	6	-	8	166

4.2.6. HGS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	1	7	-	9	166



4.2.7. HGS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	65	一次応力	1	37	84	-	122	131

4.2.8. HGS-R-8

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	16	25	-	42	166

4.2.9. HGS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	11	一次応力	1	9	61	-	71	166

4.2.10. HGS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	22	一次応力	1	3	17	-	21	58

4.3. 拘束点反力

4.3.1. HGS-R-1

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	10	117	12	6408	482	10686
	動的地震荷重 X	103	17	49	27850	7839	69794
	動的地震荷重 Y	21	15	20	12622	1620	13336
	動的地震荷重 Z	39	18	57	35663	2302	25373
	静的地震荷重 X	102	13	34	18647	5245	60721
	静的地震荷重 Z	4	—	36	15557	1700	3305
8	自重	—	184	20	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	42	35	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	22	19	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	41	61	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	28	26	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	97	—	—	—
16	自重	10	232	8	7140	7591	119090
	動的地震荷重 X	56	32	33	11214	25141	26040
	動的地震荷重 Y	18	48	27	4955	18416	34577
	動的地震荷重 Z	20	30	48	14054	33199	22235
	静的地震荷重 X	116	15	8	2004	1356	630
	静的地震荷重 Z	4	1	86	5500	40393	1877

## 4.3.2. HGS-R-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	10	231	—	—	—	119977
	動的地震荷重 X	122	38	—	—	—	30484
	動的地震荷重 Y	29	41	—	—	—	25974
	動的地震荷重 Z	—	—	435	81840	827643	—
	静的地震荷重 X	258	18	—	—	—	16160
	静的地震荷重 Z	—	—	209	24632	303264	—
11	自重	10	723	—	—	—	13204
	動的地震荷重 X	121	17	—	—	—	114367
	動的地震荷重 Y	29	87	—	—	—	22369
	動的地震荷重 Z	—	—	307	568837	135315	—
	静的地震荷重 X	134	18	—	—	—	98859
	静的地震荷重 Z	—	—	183	234667	44313	—

## 4. 3. 3. HGS-R-3

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	8	675	32	18352	5632	1627
	動的地震荷重 X	283	22	73	98390	131520	399662
	動的地震荷重 Z	10	43	11	5644	3825	11902
	動的地震荷重 Y	95	25	26	33682	43868	133348
	静的地震荷重 X	53	—	8	11547	19034	61423
	静的地震荷重 Z	10	1	24	15681	4367	14809
11	自重	—	399	39	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	64	389	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	35	51	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	28	169	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	5	9	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	182	—	—	—
16	自重	2	145	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	616	50	193	—	—	—
	動的地震荷重 Y	22	27	27	—	—	—
	動的地震荷重 Z	209	29	74	—	—	—
	静的地震荷重 X	170	8	21	—	—	—
	静的地震荷重 Z	12	2	15	—	—	—
23	自重	—	230	3	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	27	53	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	35	26	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	20	34	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	4	41	—	—	—
30	自重	4	41	6	10046	2379	25477
	動的地震荷重 X	674	764	72	108088	57695	214155
	動的地震荷重 Y	25	25	14	3666	7630	9895
	動的地震荷重 Z	29	15	23	5822	10716	5825
	静的地震荷重 X	214	147	19	22314	11602	41111
	静的地震荷重 Z	1	3	22	1106	10216	1731

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
47	自重	—	90	9	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	338	61	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	13	28	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	17	35	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	64	9	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	8	36	—	—	—
54	自重	2	6	7	2475	124	3039
	動的地震荷重 X	28	79	59	29860	4204	27994
	動的地震荷重 Y	11	5	20	1807	2243	1347
	動的地震荷重 Z	11	8	23	1623	2221	1251
	静的地震荷重 X	17	14	10	7277	3925	3784
	静的地震荷重 Z	2	4	13	668	134	213
55	自重	—	931	8	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	543	70	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	156	16	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	23	113	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	101	16	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	147	—	—	—



## 4.3.4. HGS-R-4

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	64	243	—	15595	5025	75806
	動的地震荷重 X	248	15	28	16972	16776	7684
	動的地震荷重 Z	17	27	12	4959	4359	12903
	動的地震荷重 Y	29	8	24	5916	8857	6173
	静的地震荷重 X	36	6	2	838	520	6024
	静的地震荷重 Z	11	1	29	8804	6938	2152
8	自重	—	89	8	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	12	215	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	10	19	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	36	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	3	32	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	66	—	—	—
22	自重	11	247	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	1352	149	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	16	19	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	18	21	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	234	22	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3	5	—	—	—	—
34	自重	—	73	12	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	162	318	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	11	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	12	13	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	27	48	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	13	—	—	—
40	自重	—	149	8	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	19	87	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	24	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	25	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	13	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	28	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
42	自重	—	244	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	43	13	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	26	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	8	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	44	—	—	—
44	自重	—	170	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	29	10	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	44	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	25	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	30	—	—	—
51	自重	—	162	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	95	9	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	45	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	14	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	30	—	—	—
53	自重	—	251	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	130	14	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	34	7	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	9	37	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	12	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	46	—	—	—
55	自重	—	157	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	161	5	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	25	4	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	19	25	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	15	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	29	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
62	自重	—	156	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	128	5	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	30	4	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	19	25	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	29	—	—	—
64	自重	—	252	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	94	15	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	33	7	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	10	36	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	11	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	46	—	—	—
66	自重	—	161	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	40	9	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	50	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	22	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	30	—	—	—
73	自重	—	171	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	125	11	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	43	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	12	23	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	16	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	30	—	—	—
75	自重	—	242	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	168	16	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	20	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	8	22	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	17	3	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	44	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
77	自重	—	173	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	102	143	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	23	9	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	26	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	33	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	35	—	—	—
83	自重	—	21	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	86	561	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	11	22	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	5	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	126	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	8	—	—	—
92	自重	32	167	27	—	—	—
	動的地震荷重 X	1098	67	433	—	—	—
	動的地震荷重 Y	40	28	23	—	—	—
	動的地震荷重 Z	36	11	31	—	—	—
	静的地震荷重 X	312	3	94	—	—	—
	静的地震荷重 Z	6	11	56	—	—	—
104	自重	—	299	71	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	119	62	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	37	14	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	18	11	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	12	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	13	19	—	—	—
121	自重	32	—	46	—	—	—
	動的地震荷重 X	82	—	58	—	—	—
	動的地震荷重 Y	9	—	12	—	—	—
	動的地震荷重 Z	12	—	14	—	—	—
	静的地震荷重 X	50	—	13	—	—	—
	静的地震荷重 Z	7	—	13	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
128	自重	—	75	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	25	25	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	10	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	8	20	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	13	4	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	22	—	—	—
136	自重	8	192	1	669	6	3197
	動的地震荷重 X	37	7	21	17260	354	20684
	動的地震荷重 Y	12	7	8	3910	175	5421
	動的地震荷重 Z	14	4	27	11951	979	7197
	静的地震荷重 X	40	5	2	1250	35	13759
	静的地震荷重 Z	2	1	31	8541	634	1062
148	自重	66	188	3	44346	18321	3373
	動的地震荷重 X	18	18	25	4886	3747	1419
	動的地震荷重 Y	20	32	12	7931	5329	1014
	動的地震荷重 Z	20	13	30	3763	3611	1549
	静的地震荷重 X	28	3	5	1278	5510	1621
	静的地震荷重 Z	9	1	44	2376	465	956

## 4.3.5. HGS-R-5

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1	57	1	927	229	9205
	動的地震荷重 X	47	2	3	684	1103	8382
	動的地震荷重 Z	1	15	—	241	60	2394
	動的地震荷重 Y	1	—	15	2345	2025	97
	静的地震荷重 X	30	1	2	440	709	5389
	静的地震荷重 Z	1	—	10	1507	1302	62
8	自重	—	86	6	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	2	2	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	23	2	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	1	45	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	29	—	—	—
22	自重	1	86	6	700	257	603
	動的地震荷重 X	18	1	2	823	1473	7349
	動的地震荷重 Y	1	23	2	182	67	157
	動的地震荷重 Z	1	1	6	592	33	368
	静的地震荷重 X	12	1	1	529	947	4725
	静的地震荷重 Z	1	1	4	381	21	237

## 4.3.6. HGS-R-6

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	2	72	1	307	666	699
	動的地震荷重 X	11	2	1	361	1419	3796
	動的地震荷重 Y	1	19	1	80	173	182
	動的地震荷重 Z	1	12	24	7704	639	150
	静的地震荷重 X	7	2	1	232	913	2440
	静的地震荷重 Z	1	8	15	4952	411	96
15	自重	2	52	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	35	8	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1	14	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	5	30	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	23	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3	19	—	—	—	—
29	自重	1	66	1	1718	614	548
	動的地震荷重 X	8	6	1	1320	495	16
	動的地震荷重 Y	—	18	1	447	160	143
	動的地震荷重 Z	6	18	30	17115	521	2479
	静的地震荷重 X	5	4	1	849	319	10
	静的地震荷重 Z	4	12	20	11002	335	1594

## 4. 3. 7. HGS-R-7

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	11	134	20	12366	8471	21818
	動的地震荷重 X	69	35	22	18234	8435	25543
	動的地震荷重 Y	63	40	23	16267	8718	23390
	動的地震荷重 Z	59	35	33	17605	10685	23357
	静的地震荷重 X	49	6	5	2985	1770	6149
	静的地震荷重 Z	12	4	31	7637	6708	3642
9	自重	—	336	68	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	360	70	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	322	65	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	334	66	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	51	12	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	51	17	—	—	—
27	自重	—	17	262	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	404	557	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	390	494	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	388	516	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	48	65	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	66	124	—	—	—
43	自重	337	1247	122	—	—	—
	動的地震荷重 X	505	413	407	—	—	—
	動的地震荷重 Y	468	536	76	—	—	—
	動的地震荷重 Z	473	465	289	—	—	—
	静的地震荷重 X	203	19	60	—	—	—
	静的地震荷重 Z	10	30	87	—	—	—
63	自重	233	157	501	—	—	—
	動的地震荷重 X	275	185	469	—	—	—
	動的地震荷重 Y	297	165	505	—	—	—
	動的地震荷重 Z	273	171	478	—	—	—
	静的地震荷重 X	219	37	80	—	—	—
	静的地震荷重 Z	10	24	92	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
79	自重	—	374	194	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	159	336	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	159	285	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	155	305	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	26	94	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	15	54	—	—	—
81	自重	—	129	37	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	28	61	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	32	53	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	24	58	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	15	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	26	—	—	—
83	自重	—	167	44	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	23	36	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	24	35	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	13	42	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	6	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	31	—	—	—
90	自重	—	122	38	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	32	27	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	37	28	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	28	36	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	4	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	25	—	—	—
92	自重	—	186	6	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	27	8	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	33	11	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	20	21	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	2	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	31	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
94	自重	—	132	3	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	11	10	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	12	10	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	10	15	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	3	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	26	—	—	—
100	自重	—	63	33	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	4	54	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	13	43	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	7	48	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	25	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	3	—	—	—
118	自重	49	293	31	—	—	—
	動的地震荷重 X	202	101	66	—	—	—
	動的地震荷重 Y	143	32	52	—	—	—
	動的地震荷重 Z	156	97	57	—	—	—
	静的地震荷重 X	114	15	25	—	—	—
	静的地震荷重 Z	6	16	55	—	—	—
130	自重	—	125	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	72	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	32	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	254	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	59	—	—	—	—
130	自重	43	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	153	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	40	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	51	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	55	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	39	—	—	—	—	—
	方向	-0.9138	0.0000	-0.4061	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
130	自重	7	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	119	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	38	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	45	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	41	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	78	—	—	—	—	—
	方向	-0.4061	0.0000	0.9138	—	—	—
143	自重	127	226	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	889	230	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	184	53	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	50	137	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	203	36	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	6	44	—	—	—	—
159	自重	30	170	19	18208	5951	58184
	動的地震荷重 X	98	76	13	6823	16627	5204
	動的地震荷重 Y	23	26	11	6060	5756	8781
	動的地震荷重 Z	21	17	39	7874	16362	10461
	静的地震荷重 X	5	13	5	437	4722	1818
	静的地震荷重 Z	1	2	30	5707	8201	922
205	自重	6	65	7	5726	3987	21318
	動的地震荷重 X	13	2	3	408	405	1621
	動的地震荷重 Y	10	13	4	1324	1224	5197
	動的地震荷重 Z	11	4	5	817	1147	2123
	静的地震荷重 X	19	1	2	142	65	2381
	静的地震荷重 Z	2	2	6	558	1022	770
219	自重	—	98	14	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	47	20	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	20	13	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	19	11	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	7	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	19	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
228	自重	—	117	9	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	19	34	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	15	16	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	20	16	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	3	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	25	—	—	—
231	自重	6	25	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	26	6	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	15	7	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	14	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	14	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	8	1	—	—	—	—
242	自重	—	685	37	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	51	112	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	74	44	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	59	293	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	17	14	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	8	93	—	—	—
254	自重	—	483	34	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	642	63	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	144	31	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	48	556	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	58	6	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	7	134	—	—	—
262	自重	107	26	11	4038	2336	8926
	動的地震荷重 X	99	167	26	12796	4041	82939
	動的地震荷重 Y	39	37	10	3346	2096	17061
	動的地震荷重 Z	117	46	219	12895	58193	28987
	静的地震荷重 X	64	17	3	1754	373	16001
	静的地震荷重 Z	23	8	31	1574	9459	5304
264	自重	6	7	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	18	22	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	5	7	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	96	30	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	6	3	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	18	5	—	—	—	—

## 4.3.8. HGS-R-8

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	51	257	11	6676	13157	216388
	動的地震荷重 X	86	48	37	12875	39811	48835
	動的地震荷重 Y	62	126	25	8084	26027	130094
	動的地震荷重 Z	10	18	259	96249	284435	18669
	静的地震荷重 X	124	5	—	2609	27	4521
	静的地震荷重 Z	2	1	53	13122	46765	692
7	自重	—	641	54	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	105	51	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	286	39	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	34	342	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	9	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	79	—	—	—
12	自重	37	147	69	—	—	—
	動的地震荷重 X	209	86	94	—	—	—
	動的地震荷重 Y	200	158	47	—	—	—
	動的地震荷重 Z	110	34	48	—	—	—
	静的地震荷重 X	201	8	46	—	—	—
	静的地震荷重 Z	12	8	17	—	—	—
20	自重	—	1050	42	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	159	151	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	197	67	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	93	96	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	32	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	184	—	—	—
31	自重	14	215	16	7171	5665	17856
	動的地震荷重 X	79	18	40	48323	16847	117116
	動的地震荷重 Y	39	36	29	27608	7915	46120
	動的地震荷重 Z	52	18	34	37980	8727	67106
	静的地震荷重 X	39	2	6	7440	2996	41584
	静的地震荷重 Z	11	1	31	25179	1875	15519

## 4.3.9. HGS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	10	723	—	—	—	13204
	動的地震荷重 X	121	17	—	—	—	114367
	動的地震荷重 Y	29	87	—	—	—	22369
	動的地震荷重 Z	—	—	307	568837	135315	—
	静的地震荷重 X	134	18	—	—	—	98859
	静的地震荷重 Z	—	—	183	234667	44313	—
11	自重	10	231	—	—	—	119977
	動的地震荷重 X	122	38	—	—	1	30484
	動的地震荷重 Y	29	41	—	—	1	25974
	動的地震荷重 Z	—	—	435	81840	827643	—
	静的地震荷重 X	258	18	—	—	—	16160
	静的地震荷重 Z	—	—	209	24632	303264	—

## 4. 3. 10. HGS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	3	7	30	13031	29449	48974
	動的地震荷重 X	513	317	90	5224	33240	128782
	動的地震荷重 Y	181	197	57	12101	31694	114164
	動的地震荷重 Z	76	53	97	50894	36112	19683
	静的地震荷重 X	265	142	45	330	18641	61778
	静的地震荷重 Z	10	4	36	12979	9523	6867
8	自重	—	386	31	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	285	75	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	286	84	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	76	262	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	145	45	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	120	—	—	—
10	自重	—	254	6	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	101	26	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	81	48	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	43	176	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	5	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	174	—	—	—
22	自重	3	224	7	1585	327	27817
	動的地震荷重 X	184	95	23	16403	2941	189765
	動的地震荷重 Y	81	68	17	13642	4502	93869
	動的地震荷重 Z	87	25	53	42351	9698	82983
	静的地震荷重 X	93	3	11	7261	174	70265
	静的地震荷重 Z	10	1	28	8759	4611	9018





3-4-2-8. サイフォンブレイク弁及び接続管  
の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-2-8-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-2-8-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-2-8-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-2-8-3
3. 設計条件	添 3-4-2-8-8
3.1. PCS-R-12	添 3-4-2-8-8
3.2. PCS-R-13	添 3-4-2-8-11
3.3. PCS-R-14	添 3-4-2-8-13
3.4. PCS-R-15	添 3-4-2-8-16
4. 解析結果及び評価	添 3-4-2-8-18
4.1. 固有周期	添 3-4-2-8-18
4.2. 結論	添 3-4-2-8-22
4.2.1. PCS-R-12	添 3-4-2-8-22
4.2.2. PCS-R-13	添 3-4-2-8-23
4.2.3. PCS-R-14	添 3-4-2-8-24
4.2.4. PCS-R-15	添 3-4-2-8-25
4.3. 拘束点反力	添 3-4-2-8-26
4.3.1. PCS-R-12	添 3-4-2-8-26
4.3.2. PCS-R-13	添 3-4-2-8-29
4.3.3. PCS-R-14	添 3-4-2-8-31
4.3.4. PCS-R-15	添 3-4-2-8-35
4.4. 弁の動的機能維持評価	添 3-4-2-8-37

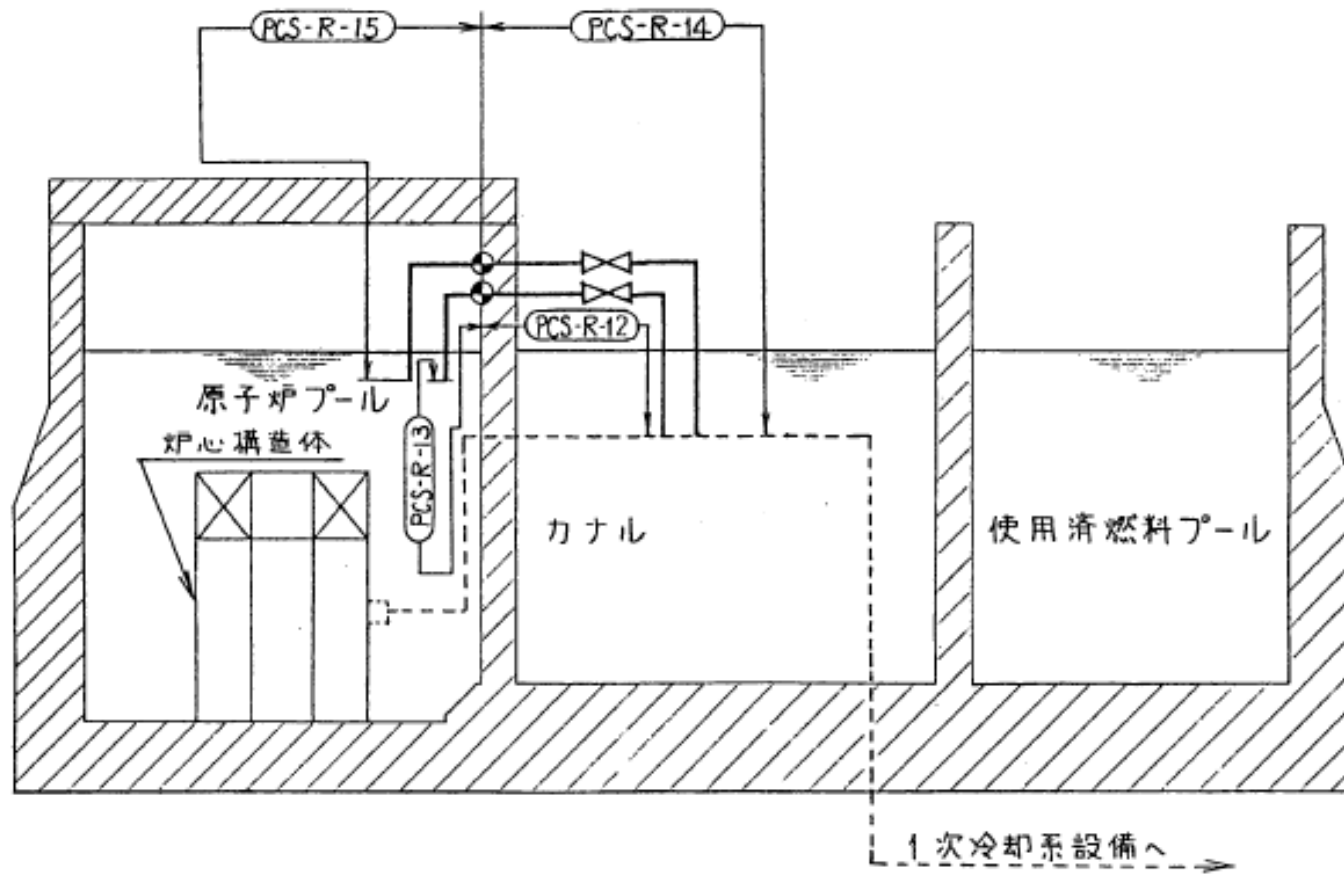
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
PCS-R-12	PCS-R-2 分岐部 から 原子炉プール貫通部アンカ まで	S
PCS-R-13	原子炉プール貫通部アンカ から 原子炉プール まで	S
PCS-R-14	PCS-R-2 分岐部 から 原子炉プール貫通部アンカ まで	S
PCS-R-15	原子炉プール貫通部アンカ から 原子炉プール まで	S



2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1. 概略系統図

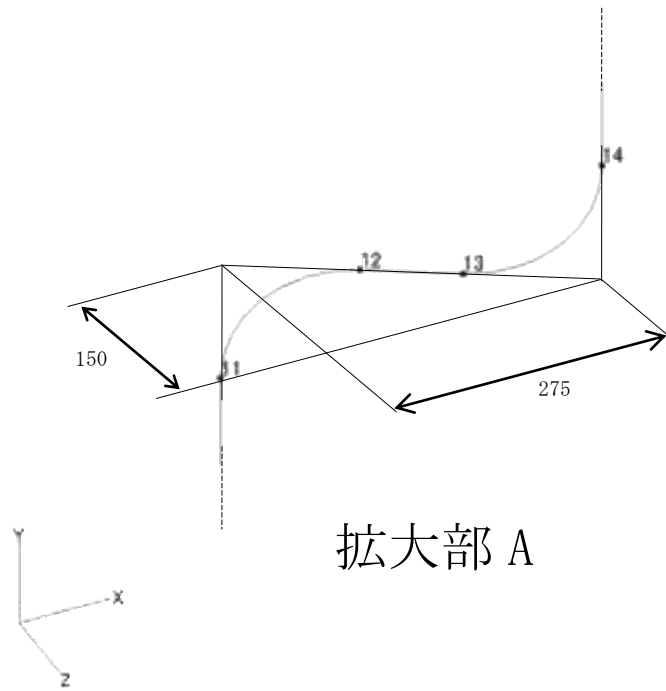


## 2.2. 鳥瞰図

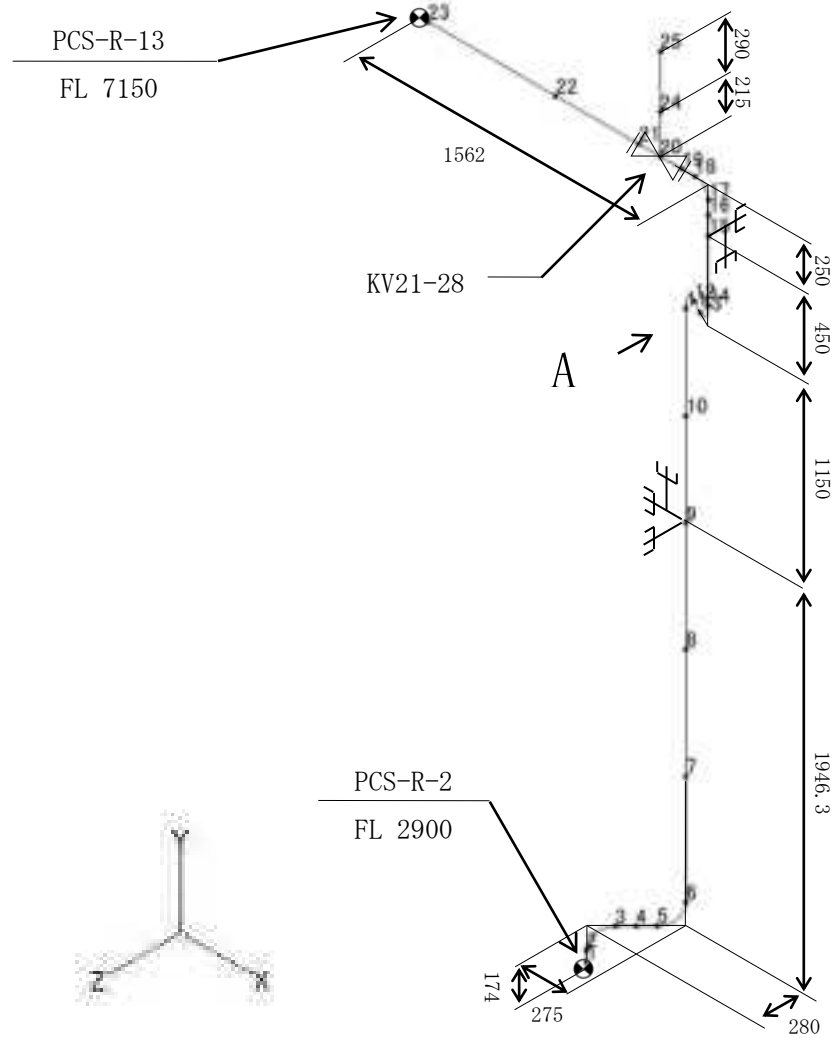
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント

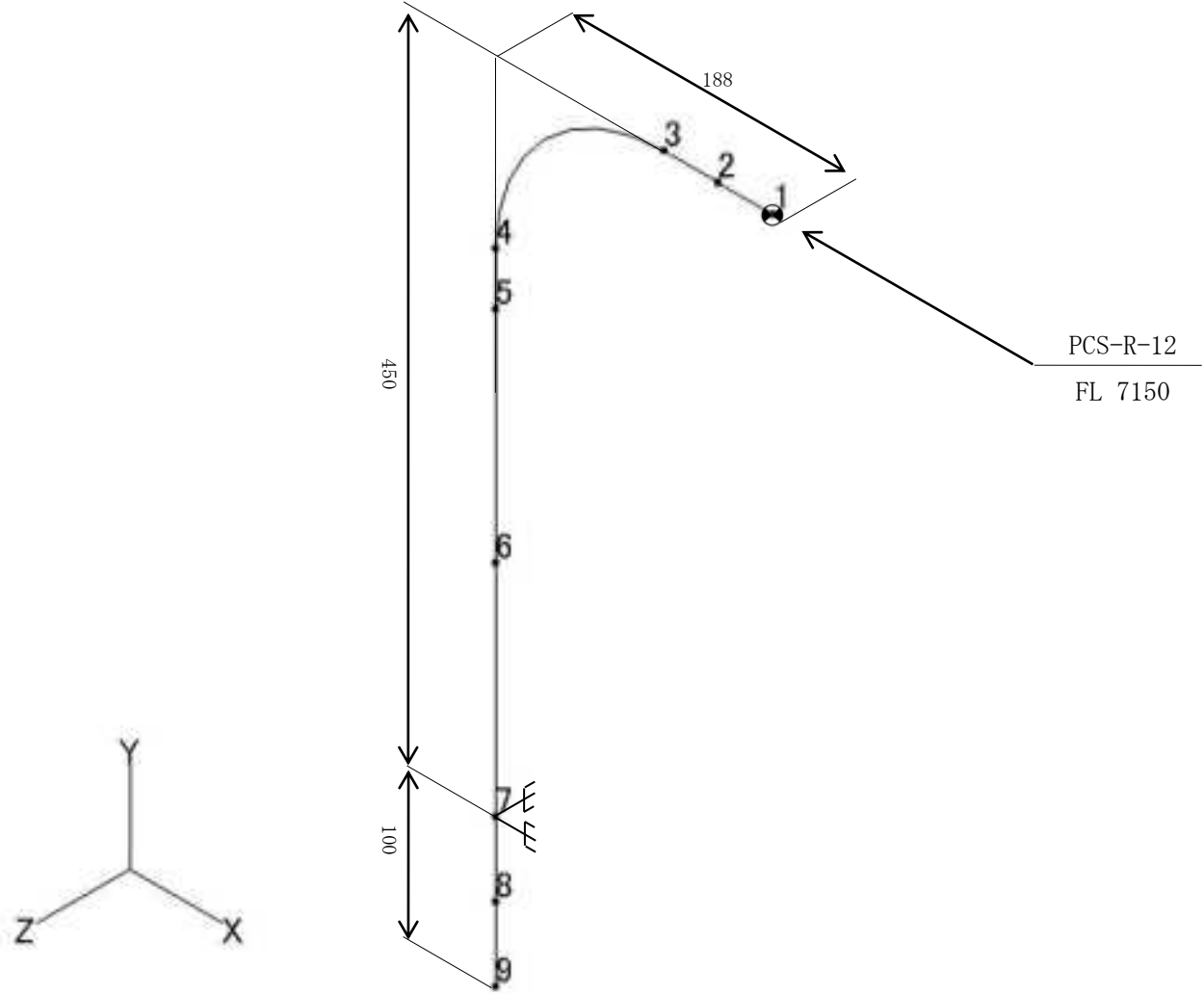
(1) PCS-R-12



拡大部 A

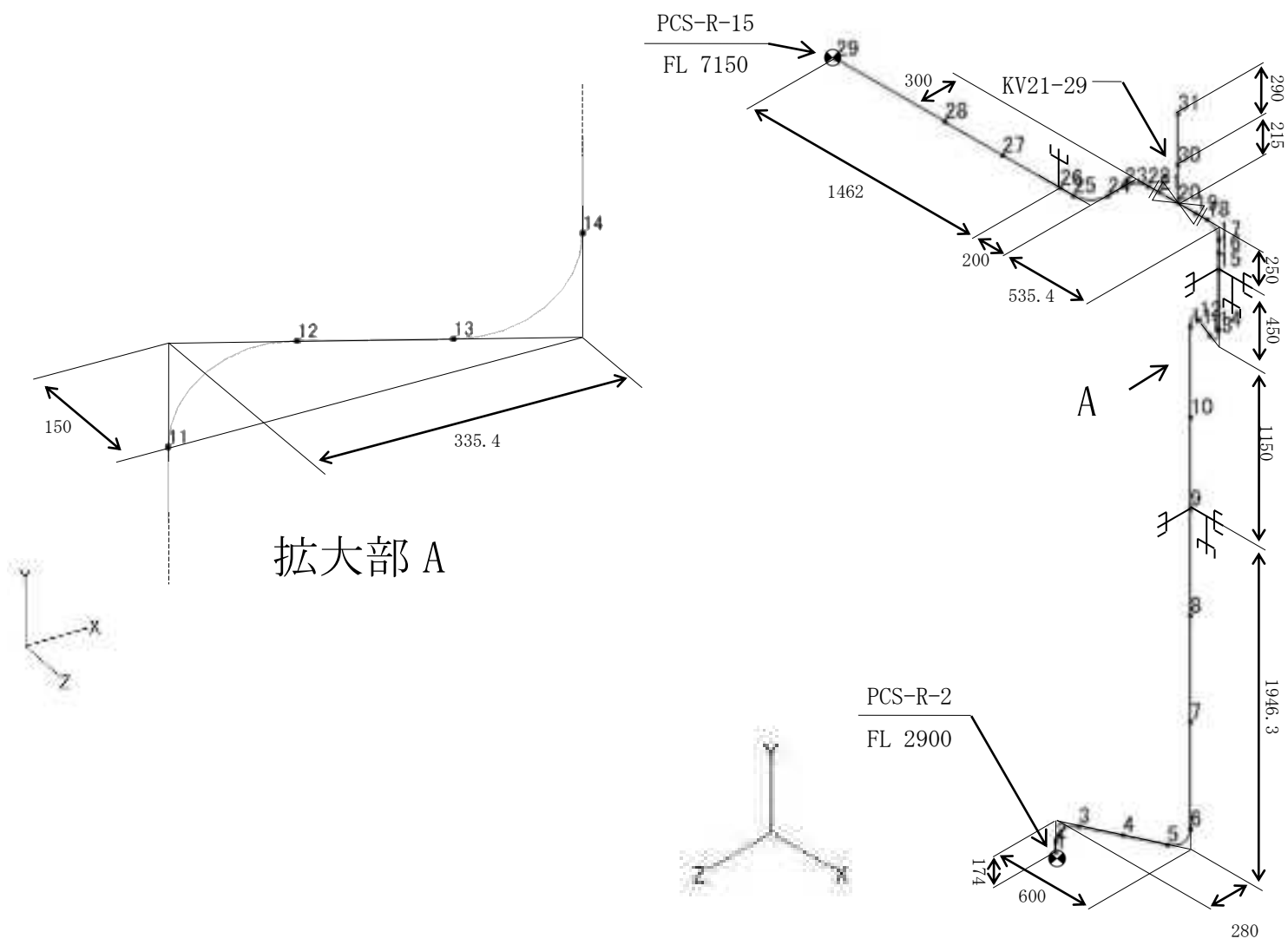


(2) PCS-R-13



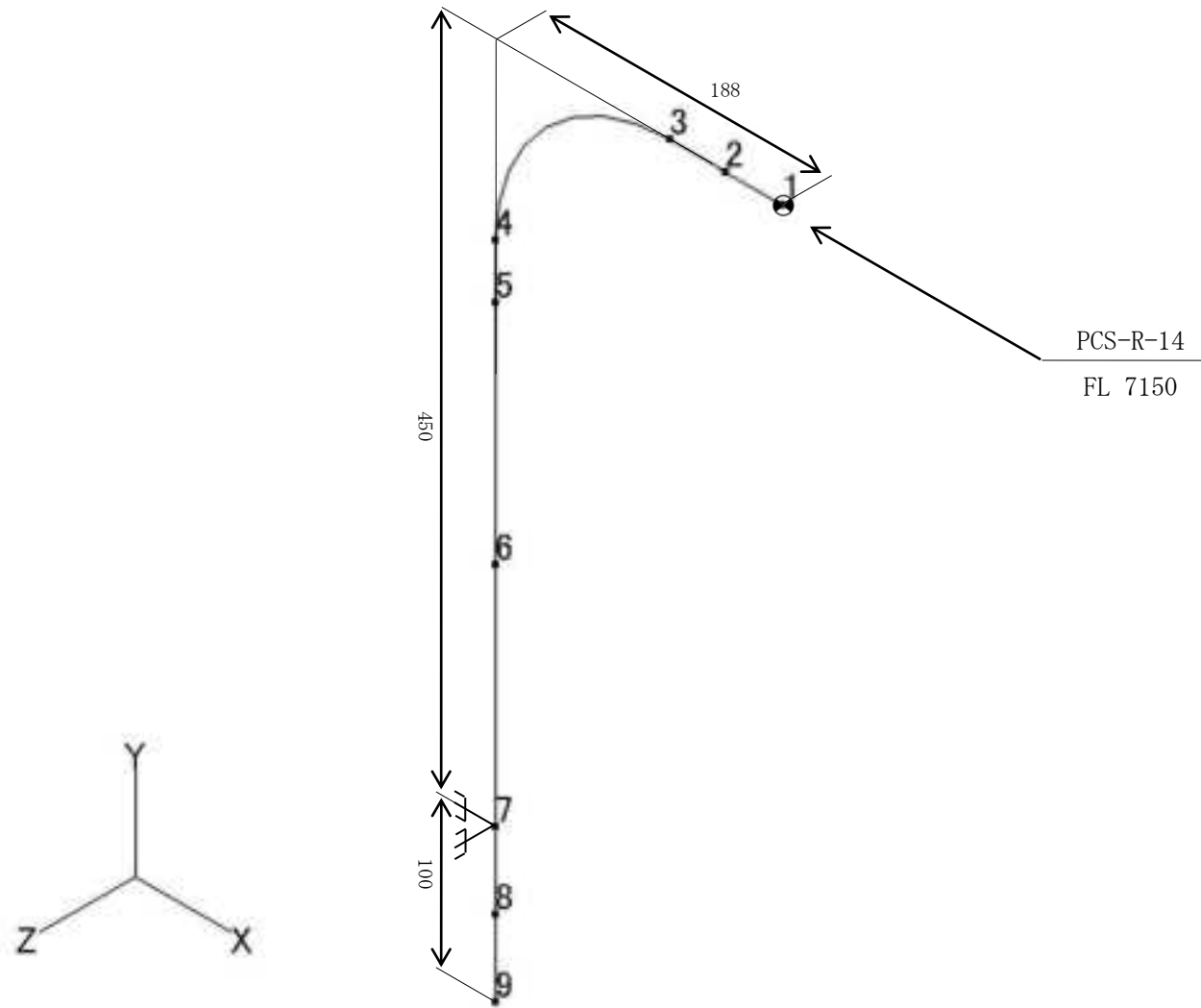
添 3-4-2-8-5

(3) PCS-R-14





(4) PCS-R-15

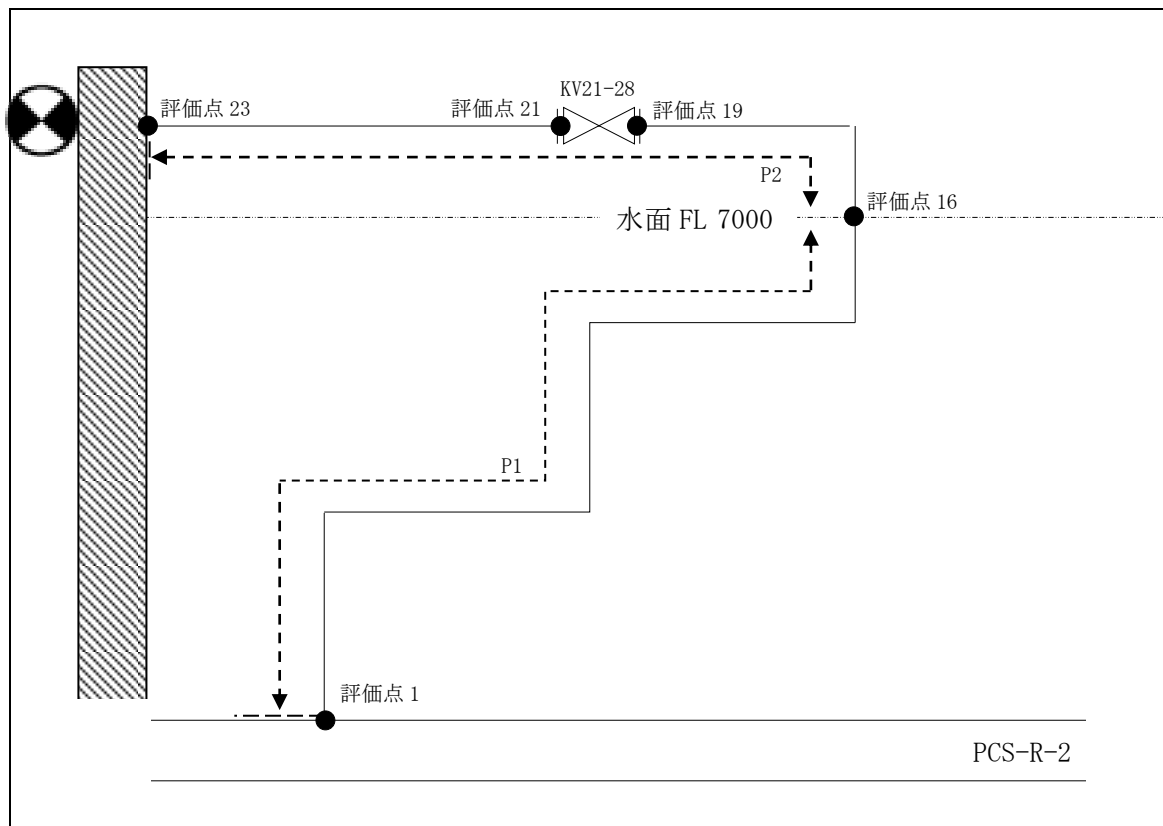


添 3-4-2-8-7

### 3. 設計条件

#### 3.1. PCS-R-12

##### (1) 解析モデル



配管番号		P1	P2		
外径(mm)		89.1	89.1		
板厚(mm)		4.0	4.0		
材質		SUS304LTP	SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$		
ポアソン比(-)		0.3	0.3		
最高使用温度(°C)		55	55		
最高使用圧力(MPa)		0.1961	0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$		
内部流体種類		水	水		
内部流体密度(ton/mm)		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$		
外部流体種類		水	—		
外部流体密度(ton/mm)		$1.00 \times 10^{-9}$	—		
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )		166	166		
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )		459	459		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	IV <sub>A</sub> S	1次	413	413	
		1次+2次	332	332	
	III <sub>A</sub> S	1次	166	166	
		1次+2次	332	332	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(5)	2.24	—
2	(6)	2.26	—
3	(6)	2.26	—
4	(1)	1.00	—
5	(6)	2.26	—
6	(6)	2.26	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
12	(6)	2.26	—
13	(6)	2.26	—
14	(6)	2.26	—
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(6)	2.96	—
18	(6)	2.96	—
19	(9)	2.10	—
21	(9)	2.10	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
19	—	弁+フランジ	14.50	—
20	KV21-28	弁	19.00	—
21	—	弁+フランジ	14.50	—
24	KV21-28	弁	6.00	—
25	KV21-28	弁	46.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>A</sub> S	基準地震動 S <sub>s</sub>	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
III <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	スペクトル モーダル	0.5%		—	—
	静的地震力	—	—		0.82	0.29

(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

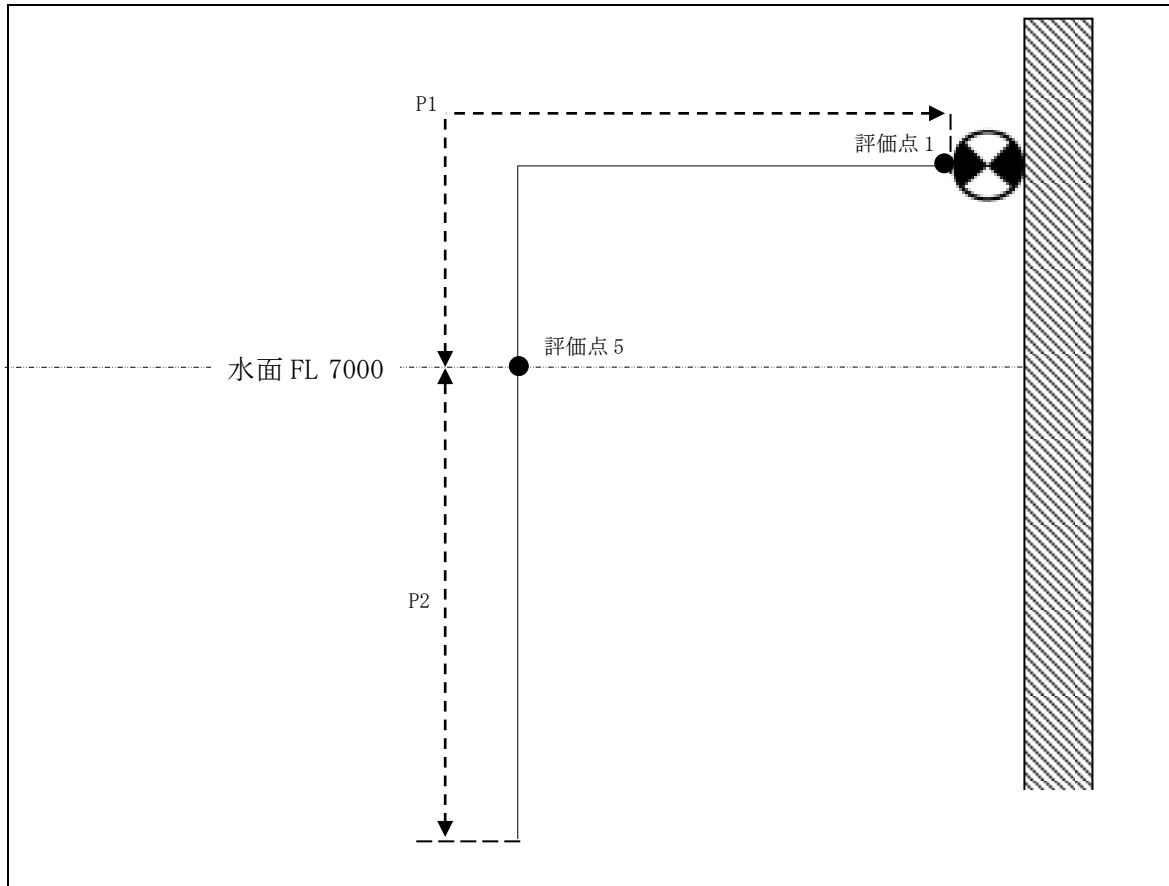
評価点	相対変位(mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	X:6.17, Y:0.11, Z:0.00	X:0.00, Y:0.17, Z:0.00	X:0.00, Y:0.00, Z:5.99
9	7.51	0.20	7.51
15	—	0.22	8.39
23	8.53	0.22	8.53

(6) 地震相対変位(弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)

基準地震動 S<sub>s</sub> の相対変位を準用した。

3.2. PCS-R-13

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	89.1		89.1		
板厚(mm)	4.0		4.0		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.1961		0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	水		水		
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	—		水		
外部流体密度(ton/mm)	—		1.00×10 <sup>-9</sup>		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	459		459		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	IV <sub>A</sub> S	1次	413	413	
		1次+2次	332	332	
	III <sub>A</sub> S	1次	166	166	
		1次+2次	332	332	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	2.26	—
4	(6)	2.26	—
5	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>AS</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 9, 10	1.21	0.98
III <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	1.2ZPA	—		0.64	0.53
	静的地震力	—	—		0.82	0.29

(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

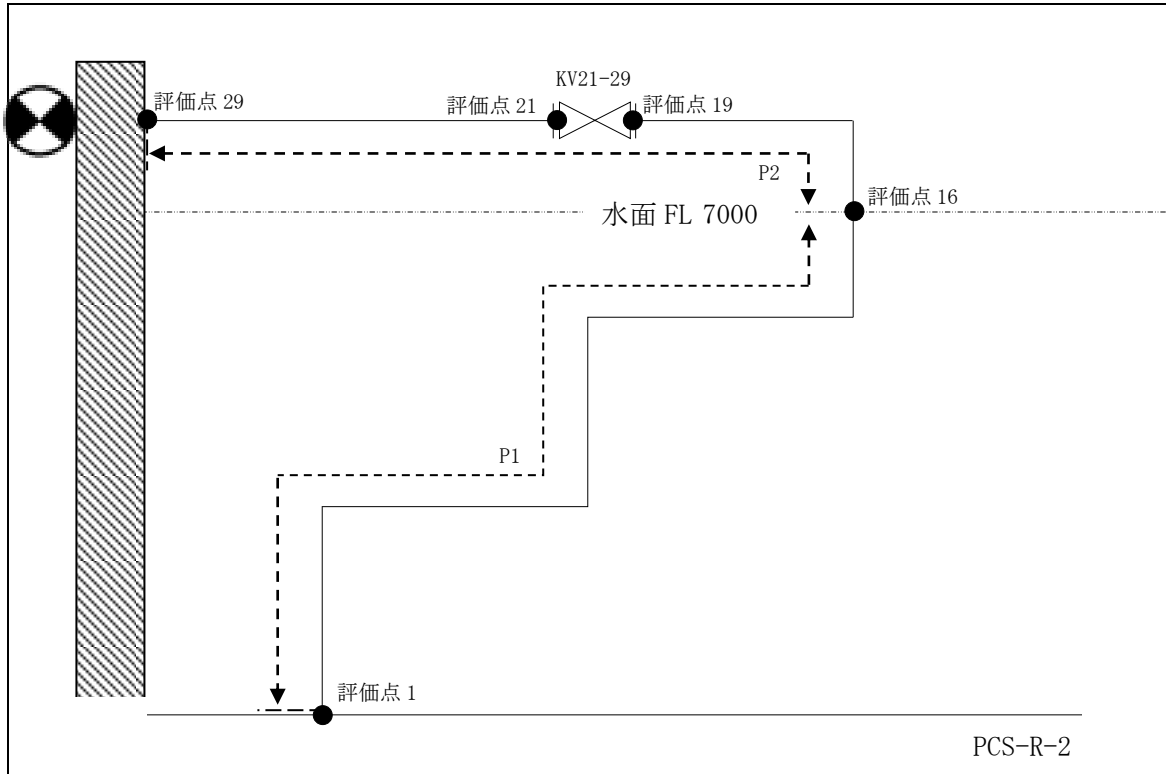
評価点	相対変位 (mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	8.53	0.22	8.53
7	8.28	—	8.28

(6) 地震相対変位(弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)

基準地震動 S<sub>s</sub> の相対変位を準用した。

3.3. PCS-R-14

(1) 解析モデル



配管番号		P1	P2		
外径(mm)		89.1	89.1		
板厚(mm)		4.0	4.0		
材質		SUS304LTP	SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$		
ポアソン比(-)		0.3	0.3		
最高使用温度(°C)		55	55		
最高使用圧力(MPa)		0.1961	0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$		
内部流体種類		水	水		
内部流体密度(ton/mm)		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$		
外部流体種類		水	—		
外部流体密度(ton/mm)		$1.00 \times 10^{-9}$	—		
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )		166	166		
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )		459	459		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	IV <sub>A</sub> S	1次	413	413	
		1次+2次	332	332	
	III <sub>A</sub> S	1次	166	166	
		1次+2次	332	332	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(5)	2.24	—
2	(6)	2.26	—
3	(6)	2.26	—
4	(1)	1.00	—
5	(6)	2.26	—
6	(6)	2.26	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(6)	2.26	—
12	(6)	2.26	—
13	(6)	2.26	—
14	(6)	2.26	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(6)	2.96	—
18	(6)	2.96	—
19	(9)	2.10	—
21	(9)	2.10	—
22	(6)	2.96	—
23	(6)	2.96	—
24	(6)	2.26	—
25	(6)	2.26	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
19	—	弁+フランジ	14.50	—
20	KV21-29	弁	19.00	—
21	—	弁+フランジ	14.50	—
30	KV21-29	弁	6.00	—
31	KV21-29	弁	46.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>AS</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
III <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	スペクトル モーダル	0.5%		—	—
	静的地震力	—	—		0.82	0.29



(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

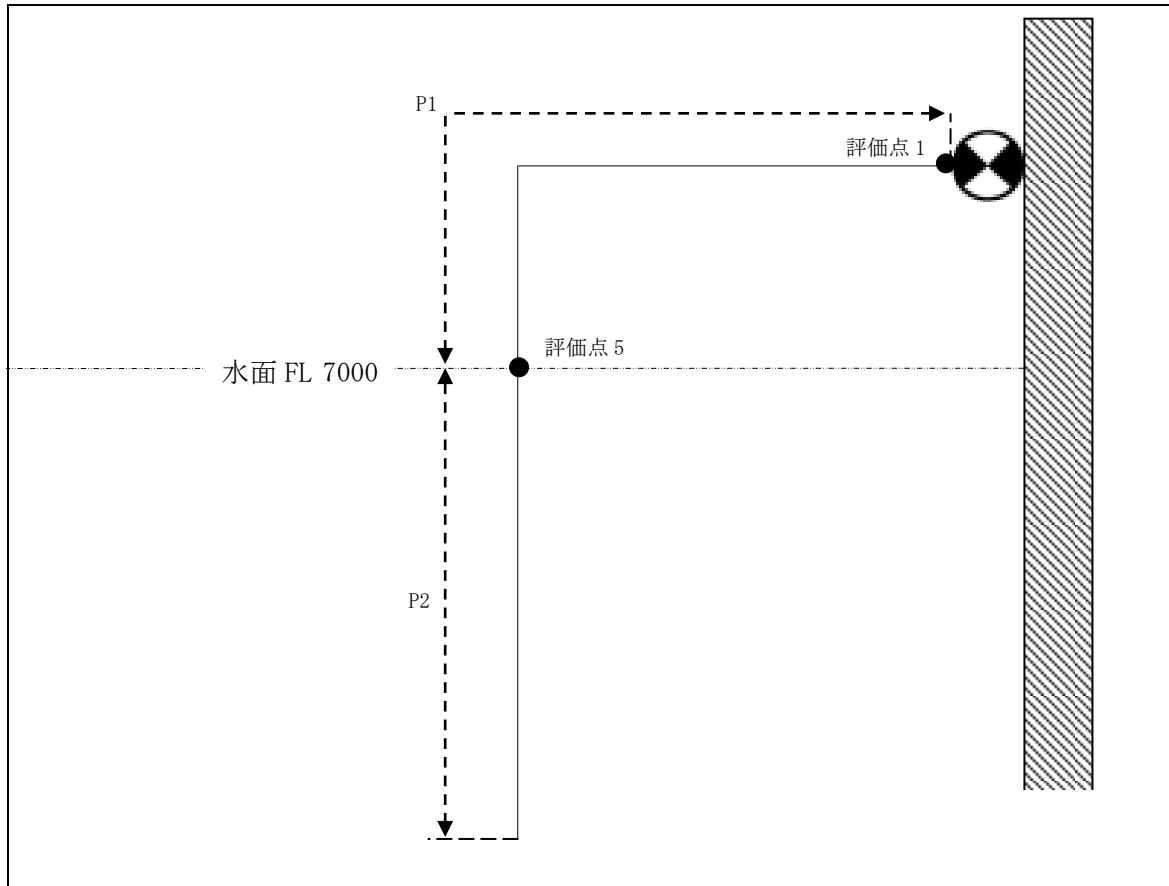
評価点	相対変位(mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	X:6.17, Y:0.15, Z:0.00	X:0.00, Y:0.17, Z:0.00	X:0.00, Y:0.00, Z:5.92
9	7.51	0.20	7.51
15	8.39	0.22	8.39
26	—	0.22	—
29	8.53	0.22	8.53

(6) 地震相対変位(弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)

基準地震動 S<sub>s</sub> の相対変位を準用した。

3.4. PCS-R-15

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	89.1		89.1		
板厚(mm)	4.0		4.0		
材質	SUS304LTP		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.1961		0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	水		水		
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	—		水		
外部流体密度(ton/mm)	—		1.00×10 <sup>-9</sup>		
設計降伏点 Sy	166		166		
設計引張強さ Su	459		459		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	IV <sub>a</sub> S	1次	413	413	
		1次+2次	332	332	
	III <sub>a</sub> S	1次	166	166	
		1次+2次	332	332	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	2.26	—
4	(6)	2.26	—
5	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
IV <sub>AS</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 9, 10	1.21	0.98
III <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	1.2ZPA	—		0.64	0.53
	静的地震力	—	—		0.82	0.29

(5) 地震相対変位(基準地震動 S<sub>s</sub>)

評価点	相対変位 (mm)		
	地震 X	地震 Y	地震 Z
1	8.53	0.22	8.53
7	8.28	—	8.28

(6) 地震相対変位(弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)

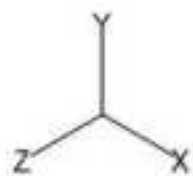
基準地震動 S<sub>s</sub> の相対変位を準用した。

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

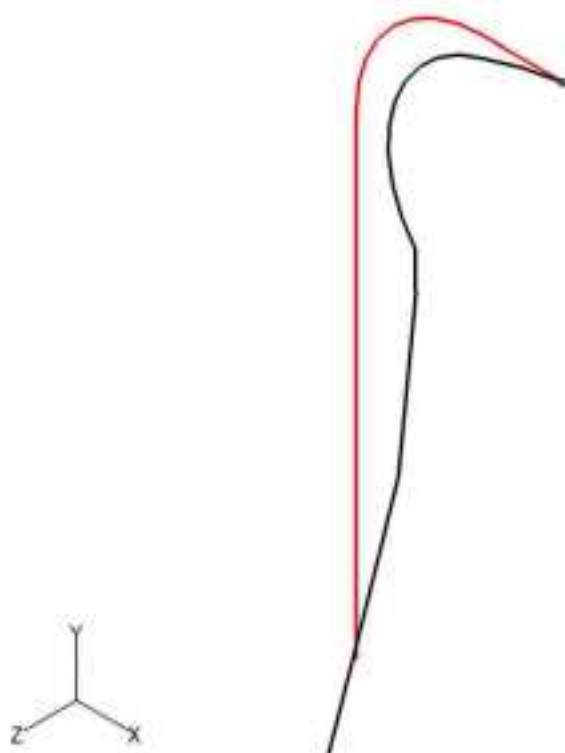
(1) PCS-R-12

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	42.0	31.5	14.7
固有周期 (s)	0.024	0.032	0.068



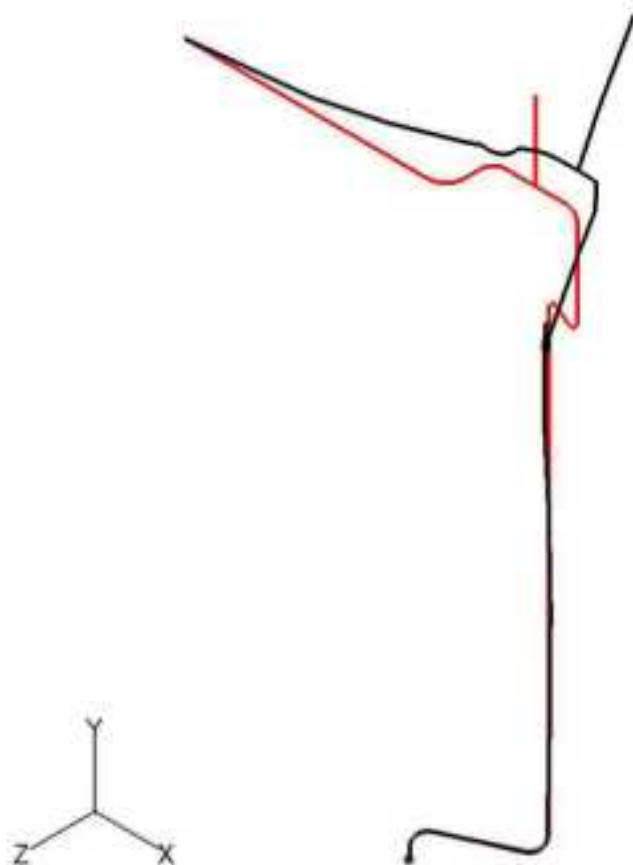
(2) PCS-R-13

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	860.5	377.2	452.6
固有周期 (s)	0.001	0.003	0.002



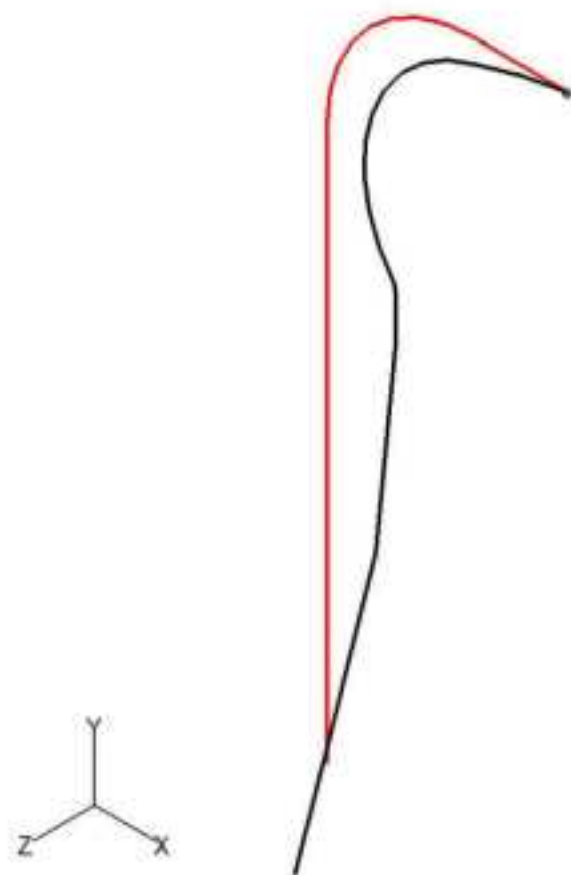
(3) PCS-R-14

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	22.3	91.4	11.7
固有周期 (s)	0.045	0.011	0.085



(4) PCS-R-15

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	860.5	377.2	452.6
固有周期 (s)	0.001	0.003	0.002



## 4.2. 結論

### 4.2.1. PCS-R-12

#### (1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	23	一次応力	2	11	84	4	97	413	176	332
IV <sub>A</sub> S	23	一次+二次応力	2	11	84	4	97	413	176	332

#### (2) III<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
III <sub>A</sub> S	23	一次応力	2	11	50	4	63	166	108	332
III <sub>A</sub> S	23	一次+二次応力	2	11	50	4	63	166	108	332



4.2.2. PCS-R-13

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	2	2	17	6	413	38	332
IV <sub>A</sub> S	1	一次+二次応力	2	2	2	17	6	413	38	332

(2) III<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
III <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	2	1	17	5	166	36	332
III <sub>A</sub> S	3	一次+二次応力	2	1	1	18	4	166	38	332

4.2.3. PCS-R-14

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	22	一次応力	2	9	131	6	142	413	274	332
IV <sub>A</sub> S	22	一次+二次応力	2	9	131	6	142	413	274	332

(2) III<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
III <sub>A</sub> S	22	一次応力	2	9	104	6	115	166	220	332
III <sub>A</sub> S	22	一次+二次応力	2	9	104	6	115	166	220	332

4.2.4. PCS-R-15

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	2	2	17	6	413	38	332
IV <sub>A</sub> S	1	一次+二次応力	2	2	2	17	6	413	38	332

(2) III<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )		一次+二次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力	計算応力	許容応力
III <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	2	1	17	5	166	36	332
III <sub>A</sub> S	3	一次+二次応力	2	1	1	18	4	166	38	332

### 4.3. 拘束点反力

#### 4.3.1. PCS-R-12

##### (1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	13	81	—	3410	5334	298
	動的地震荷重 X	176	138	173	27698	66313	28800
	動的地震荷重 Y	118	57	77	15541	33351	18920
	動的地震荷重 Z	114	264	297	67179	20286	54857
	相対変位 X	6	76	2	7329	2857	59837
	相対変位 Y	4	76	8	10077	728	11498
	相対変位 Z	26	264	66	29093	4651	42406
9	自重	48	647	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	234	239	174	—	—	—
	動的地震荷重 Y	77	246	63	—	—	—
	動的地震荷重 Z	231	1106	979	—	—	—
	相対変位 X	120	695	66	—	—	—
	相対変位 Y	10	13	19	—	—	—
	相対変位 Z	85	568	51	—	—	—
15	自重	—	989	3	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	245	221	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	685	81	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	893	2472	—	—	—
	相対変位 X	—	656	58	—	—	—
	相対変位 Y	—	87	11	—	—	—
	相対変位 Z	—	304	2	—	—	—
23	自重	35	337	3	1096	1283	144675
	動的地震荷重 X	746	226	92	8609	43879	106860
	動的地震荷重 Y	306	295	26	4317	11507	142269
	動的地震荷重 Z	224	51	1127	825624	794631	24636
	相対変位 X	126	36	7	7358	7433	19025
	相対変位 Y	14	1	1	433	734	535
	相対変位 Z	59	1	14	17648	19199	281

(2) III<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	13	81	—	3410	5334	298
	動的地震荷重 X	82	64	77	12237	29376	12944
	動的地震荷重 Y	68	33	45	8927	19107	10840
	動的地震荷重 Z	55	149	168	39252	9969	32086
	静的地震荷重 X	197	64	8	5359	34655	24786
	静的地震荷重 Y	4	24	—	989	1547	87
	静的地震荷重 Z	6	106	244	38578	24504	17507
	相対変位 X	6	76	2	7329	2857	59837
	相対変位 Y	4	76	8	10077	728	11498
	相対変位 Z	26	264	66	29093	4651	42406
9	自重	48	647	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	109	111	82	—	—	—
	動的地震荷重 Y	44	142	36	—	—	—
	動的地震荷重 Z	121	651	570	—	—	—
	静的地震荷重 X	364	108	5	—	—	—
	静的地震荷重 Y	14	188	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	27	239	172	—	—	—
	相対変位 X	120	695	66	—	—	—
	相対変位 Y	10	13	19	—	—	—
	相対変位 Z	85	568	51	—	—	—
15	自重	—	989	3	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	115	103	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	396	47	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	526	1456	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	98	11	—	—	—
	静的地震荷重 Y	—	287	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	136	893	—	—	—
	相対変位 X	—	656	58	—	—	—
	相対変位 Y	—	87	11	—	—	—
	相対変位 Z	—	304	2	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
23	自重	35	337	3	1096	1283	144675
	動的地震荷重 X	350	96	44	4373	20844	45259
	動的地震荷重 Y	177	168	15	2462	6635	80807
	動的地震荷重 Z	117	25	664	487297	468580	12477
	静的地震荷重 X	1123	142	8	74	4439	65894
	静的地震荷重 Y	10	98	1	318	372	41956
	静的地震荷重 Z	22	3	376	149965	213230	1362
	相対変位 X	126	36	7	7358	7433	19025
	相対変位 Y	14	1	1	433	734	535
	相対変位 Z	59	1	14	17648	19199	281

## 4.3.2. PCS-R-13

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	12	117	—	—	—	14418
	動的地震荷重 X	68	—	—	—	—	1830
	動的地震荷重 Y	12	115	—	—	—	14129
	動的地震荷重 Z	—	—	67	1069	9593	—
	相対変位 X	215	—	—	—	—	96549
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	297	133373	55720	—
7	自重	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	74	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	76	—	—	—
	相対変位 X	215	—	—	—	—	—
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	297	—	—	—

(2) III<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	12	117	—	—	—	14418
	動的地震荷重 X	36	—	—	—	—	968
	動的地震荷重 Y	7	62	—	—	—	7642
	動的地震荷重 Z	—	—	35	565	5074	—
	静的地震荷重 X	46	—	—	—	—	1240
	静的地震荷重 Y	4	34	—	—	—	4181
	静的地震荷重 Z	—	—	45	724	6502	—
	相对変位 X	215	—	—	—	—	96549
	相对変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相对変位 Z	—	—	297	133373	55720	—
7	自重	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	39	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	40	—	—	—
	静的地震荷重 X	50	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Y	4	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	51	—	—	—
	相对変位 X	215	—	—	—	—	—
	相对変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相对変位 Z	—	—	297	—	—	—



## 4.3.3. PCS-R-14

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	4	93	11	4763	5703	2611
	動的地震荷重 X	125	47	139	27859	89540	18706
	動的地震荷重 Y	114	48	125	23941	74601	17158
	動的地震荷重 Z	186	56	383	125748	186310	59219
	相対変位 X	22	24	10	3805	1563	36131
	相対変位 Y	2	23	3	2828	883	7345
	相対変位 Z	25	90	52	51165	16417	27167
9	自重	10	753	44	—	—	—
	動的地震荷重 X	130	344	261	—	—	—
	動的地震荷重 Y	87	321	204	—	—	—
	動的地震荷重 Z	259	1190	1141	—	—	—
	相対変位 X	74	466	65	—	—	—
	相対変位 Y	10	36	10	—	—	—
	相対変位 Z	80	300	44	—	—	—
15	自重	175	829	60	—	—	—
	動的地震荷重 X	449	478	814	—	—	—
	動的地震荷重 Y	327	653	665	—	—	—
	動的地震荷重 Z	908	524	3729	—	—	—
	相対変位 X	164	571	102	—	—	—
	相対変位 Y	3	57	9	—	—	—
	相対変位 Z	84	172	3	—	—	—
26	自重	—	459	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	643	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	490	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	1705	—	—	—	—
	相対変位 X	—	93	—	—	—	—
	相対変位 Y	—	1	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	52	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
29	自重	182	100	27	57989	12108	24488
	動的地震荷重 X	502	161	283	134865	269686	75380
	動的地震荷重 Y	364	146	207	109645	211441	65806
	動的地震荷重 Z	1631	713	837	572517	1012050	341419
	相対変位 X	260	12	48	7697	31945	5435
	相対変位 Y	10	1	2	588	740	146
	相対変位 Z	28	14	12	6610	13774	6756

(2) III<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	4	93	11	4763	5703	2611
	動的地震荷重 X	79	27	145	21464	108132	11944
	動的地震荷重 Y	66	28	72	13057	43529	9683
	動的地震荷重 Z	122	31	285	99378	133539	46229
	静的地震荷重 X	262	56	1	1563	52537	28317
	静的地震荷重 Y	1	27	3	1382	1654	757
	静的地震荷重 Z	8	21	261	48198	52334	10160
	相対変位 X	22	24	10	3805	1563	36131
	相対変位 Y	2	23	3	2828	883	7345
	相対変位 Z	25	90	52	51165	16417	27167
9	自重	10	753	44	—	—	—
	動的地震荷重 X	80	321	182	—	—	—
	動的地震荷重 Y	50	182	110	—	—	—
	動的地震荷重 Z	182	941	899	—	—	—
	静的地震荷重 X	293	45	35	—	—	—
	静的地震荷重 Y	3	219	13	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	165	206	—	—	—
	相対変位 X	74	466	65	—	—	—
	相対変位 Y	10	36	10	—	—	—
	相対変位 Z	80	300	44	—	—	—
15	自重	175	829	60	—	—	—
	動的地震荷重 X	382	508	644	—	—	—
	動的地震荷重 Y	188	379	359	—	—	—
	動的地震荷重 Z	707	359	2964	—	—	—
	静的地震荷重 X	701	415	110	—	—	—
	静的地震荷重 Y	51	241	18	—	—	—
	静的地震荷重 Z	269	144	1050	—	—	—
	相対変位 X	164	571	102	—	—	—
	相対変位 Y	3	57	9	—	—	—
	相対変位 Z	84	172	3	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
26	自重	—	459	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	723	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	282	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	1328	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	324	—	—	—	—
	静的地震荷重 Y	—	134	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	417	—	—	—	—
	相対変位 X	—	93	—	—	—	—
	相対変位 Y	—	1	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	52	—	—	—	—
29	自重	182	100	27	57989	12108	24488
	動的地震荷重 X	479	123	293	121285	262944	58178
	動的地震荷重 Y	204	80	118	60042	117491	35890
	動的地震荷重 Z	1281	567	658	454840	801608	271393
	静的地震荷重 X	574	10	76	59345	50204	4586
	静的地震荷重 Y	53	29	8	16817	3512	7102
	静的地震荷重 Z	263	129	315	76594	279396	61957
	相対変位 X	260	12	48	7697	31945	5435
	相対変位 Y	10	1	2	588	740	146
	相対変位 Z	28	14	12	6610	13774	6756

## 4.3.4. PCS-R-15

(1) IV<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	12	117	—	—	—	14418
	動的地震荷重 X	68	—	—	—	—	1830
	動的地震荷重 Y	12	115	—	—	—	14129
	動的地震荷重 Z	—	—	67	1069	9593	—
	相対変位 X	215	—	—	—	—	96549
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	297	133373	55720	—
7	自重	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	74	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	76	—	—	—
	相対変位 X	215	—	—	—	—	—
	相対変位 Y	—	—	—	—	—	—
	相対変位 Z	—	—	297	—	—	—

(2) III<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	12	117	—	—	—	14418
	動的地震荷重 X	36	—	—	—	—	968
	動的地震荷重 Y	7	62	—	—	—	7642
	動的地震荷重 Z	—	—	35	565	5074	—
	静的地震荷重 X	46	—	—	—	—	1240
	静的地震荷重 Y	4	34	—	—	—	4181
	静的地震荷重 Z	—	—	45	724	6502	—
	相对変位 X	215	—	—	—	—	96549
	相对変位 Y	—	—	—	—	—	—
相对変位 Z	—	—	297	133373	55720	—	
7	自重	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	39	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	40	—	—	—
	静的地震荷重 X	50	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Y	4	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	51	—	—	—
	相对変位 X	215	—	—	—	—	—
	相对変位 Y	—	—	—	—	—	—
相对変位 Z	—	—	297	—	—	—	

#### 4.4. 弁の動的機能維持評価

弁の許容値は JEAG4601 に記載のとおり、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S と許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>S で同じとなることから許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>S のみ評価する。

##### (1) 弁駆動部の加速度に対する評価

PCS-R-12 及び PCS-R-14 の弁が設置されている評価点の応答加速度を表 3-4-2-8.1、表 3-4-2-8.2 に示す。表 3-4-2-8.3 の評価結果から、弁が設置されている評価点の最大応答加速度は JEAG4601 に記載されている機能確認済加速度を満足している。

表 3-4-2-8.1 PCS-R-12 の応答加速度結果

荷重：Ss 地震動		荷重：Ss 地震動	
水平方向		鉛直方向	
評価点	応答加速度	評価点	応答加速度
	[G]		[G]
19	1.82	19	0.66
20	1.79	20	0.81
21	1.80	21	0.97
24	2.94	24	0.81
25	5.05	25	0.83

表 3-4-2-8.2 PCS-R-14 の応答加速度結果

荷重：Ss 地震動		荷重：Ss 地震動	
水平方向		鉛直方向	
評価点	応答加速度	評価点	応答加速度
	[G]		[G]
19	2.04	19	0.65
20	2.34	20	1.01
21	2.72	21	1.31
30	3.60	30	1.02
31	5.87	31	1.03

表 3-4-2-8.3 弁駆動部の評価結果

許容応力状態	モデル	弁名称	応答加速度 (G)		許容値 (G)	
			水平	鉛直	水平	鉛直
Ⅳ <sub>A</sub> S	PCS-R-12	KV21-28	5.05	0.97	6.00	6.00
	PCS-R-14	KV21-29	5.87	1.31	6.00	6.00

(2) 配管反力に対する評価

各弁の配管反力を下表に示す。全ての弁について JEAG4601 に従い、算出された許容値を満足している。

表 3-4-2-8.4 各弁の評価結果

許容 応力 状態	モデル	弁名称	配管反力		許容値
IV <sub>A</sub> S	PCS-R-12	KV21-28	軸力(N)	$1.857 \times 10^3$	$5.988 \times 10^4$
			曲げモーメント(N・mm)	$8.174 \times 10^5$	$2.439 \times 10^6$
			ねじりモーメント(N・mm)	$8.268 \times 10^5$	$4.878 \times 10^6$
	PCS-R-14	KV21-29	軸力(N)	$2.918 \times 10^3$	$5.988 \times 10^4$
			曲げモーメント(N・mm)	$1.051 \times 10^6$	$2.439 \times 10^6$
			ねじりモーメント(N・mm)	$9.157 \times 10^5$	$4.878 \times 10^6$



### 3-4-2-9. 原子炉プール溢流タンクの耐震強度評価

## 目次

1. 設計条件	添 3-4-2-9-1
2. 機器要目	添 3-4-2-9-2
3. 計算数値	添 3-4-2-9-4
3.1. 許容応力状態 B <sub>s</sub> S	添 3-4-2-9-4
3.1.1. 胴に生じる応力	添 3-4-2-9-4
3.1.2. 脚に生じる応力	添 3-4-2-9-7
3.1.3. 基礎ボルトに生じる応力	添 3-4-2-9-7
4. 結論	添 3-4-2-9-8

本計算書は「添付書類 3-3-2-1. 四脚たて置円筒形容器」に基づいて計算を行う。

1. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
原子炉プール溢流タンク	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1 FL -7.95	0.1961	55	—

注：基準床レベルを示す。

固有振動数(Hz)	
水平方向	鉛直方向
14.0	55.9

B <sub>A</sub> S	
静的地震力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2
水平方向設計震度	水平方向設計震度
C <sub>H</sub> =0.18	C <sub>H</sub> =0.82

部材	材料		設計降伏点 S <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ S <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	許容引張応力 S (N/mm <sup>2</sup> )
胴板	SUS304L	55°C	166	459	121
脚	SS400	40°C	245	400	—
基礎ボルト	SS400	40°C	235	400	—

## 2. 機器要目

$m_0$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G_s$ (N/mm <sup>2</sup> )
4900	1200	8	$1.93 \times 10^5$	$2.02 \times 10^5$	$7.42 \times 10^4$	$7.77 \times 10^4$

$\varnothing$ (mm)	$\varnothing_c$ (mm)	$\varnothing_g$ (mm)	$H$ (mm)	$C_1$ (mm)	$C_2$ (mm)
1400	1462	2440	-	175	150

$K_c$ (-)	$K_\theta$ (-)	$K_r$ (-)	$I_{sf}$ (mm <sup>4</sup> )	$I_{sr}$ (mm <sup>4</sup> )	$I_{st}$ (mm <sup>4</sup> )	$A_f$ (mm <sup>2</sup> )
10302.6	1079.9	5824.3	$1.82 \times 10^7$	$1.08 \times 10^8$	$3.65 \times 10^7$	3500

$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{sf}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{sr}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )
9218	3749	5833	1959	4667	1855

$Z_{sp}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{sr}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{st}$ (mm <sup>3</sup> )	$J_s$ (mm <sup>4</sup> )	$h$ (mm)	$s$ (-)
$3.350 \times 10^4$	$8.670 \times 10^5$	$2.920 \times 10^5$	$5.11 \times 10^5$	250	15

$n$ (-)	$n_1$ (-)	$n_2$ (-)	$a$ (mm)	$b$ (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )
2	1	2	300	300	1017.9 (M36)

$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	F(脚) (N/mm <sup>2</sup> )		F(基礎ボルト) (N/mm <sup>2</sup> )	
		$IV_A S$	$B_A S$	$IV_A S$	$B_A S$
42.5	150	245	245	235	235

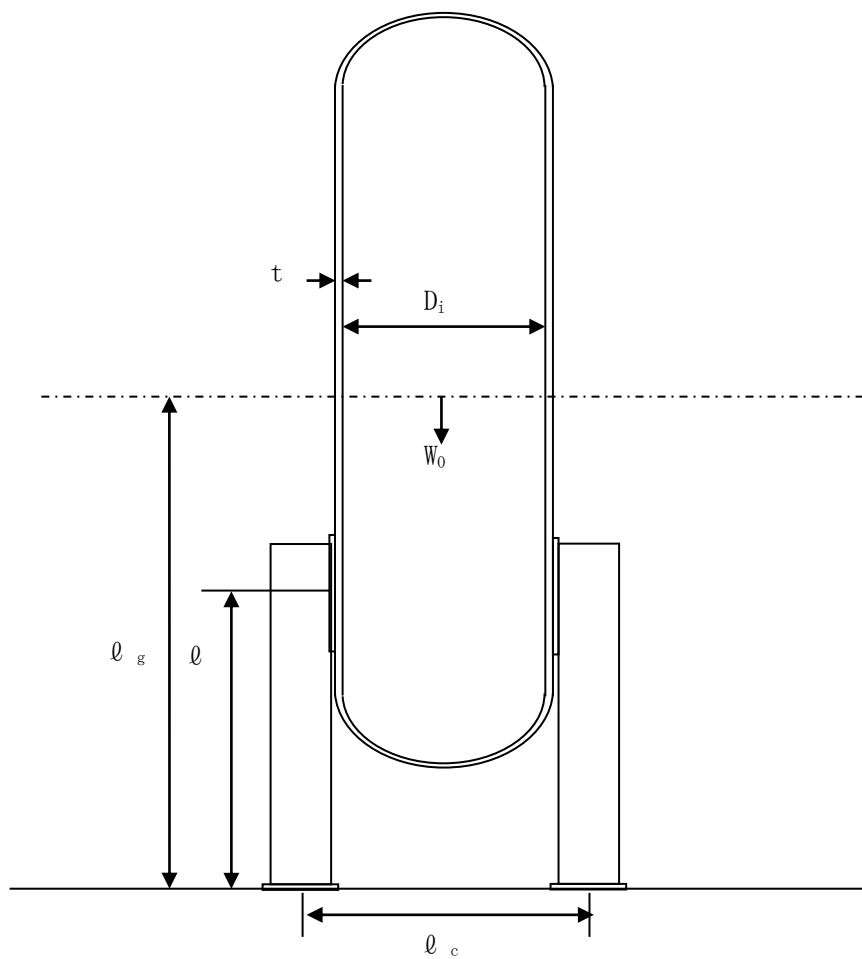


図-3-4-2-9.1 原子炉プール溢流タンクの荷重説明図

### 3. 計算数値

#### 3.1 許容応力状態 B<sub>S</sub>

##### 3.1.1 胴に生じる応力

###### (1) 胴に生じる一次一般膜応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

応力	静水頭又は 内圧による 応力	運転時質量 による応力	地震力によ る応力	組合せ一次 一般膜応力
		自重による 応力	転倒モーメ ントによる 応力	
周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	-	$\sigma_0 = 15$
軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x5} = 5$	
せん断	-	-	-	

## (2) 胴に生じる一次応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向	評価場所		応力	静水頭又は内圧による応力	運転時質量による応力		
					自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力
Z方向	第一脚側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	$\sigma_{\phi 3} = 2$	$\sigma_{\phi 4} = 2$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 1$	$\sigma_{x4} = 2$
			せん断	-	-		
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 2$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 2$
			せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 3$		
	第二脚側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	$\sigma_{\phi 3} = 2$	$\sigma_{\phi 4} = 2$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 1$	$\sigma_{x4} = 2$
			せん断	-	-		
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 2$
			軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 2$
			せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 3$		
X方向	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	$\sigma_{\phi 3} = 2$	$\sigma_{\phi 4} = 2$	
		軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	$\sigma_{x3} = 1$	$\sigma_{x4} = 2$	
		せん断	-	-			
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 15$	-	-	$\sigma_{\phi 4} = 2$	
		軸方向	$\sigma_{x1} = 8$	$\sigma_{x2} = 2$	-	$\sigma_{x4} = 2$	
		せん断	-	$\tau_{\theta 1} = 3$			

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向	評価場所		応力	水平地震力による一次応力				組合せ一次応力
				転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
Z方向	第一脚側	第一評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 61} = 16$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	-	$\sigma_{11} = 36$
			軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x61} = 16$	$\sigma_{x71} = 1$	-	
			せん断	-				
		第二評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 61} = 16$	-	-	$\sigma_{12} = 48$
			軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x61} = 16$	-	-	
			せん断	$\tau_{\ell 2} = 12$				
	第二脚側	第一評価点	周方向	-	-	-	-	$\sigma_{13} = 31$
			軸方向	-	-	-	-	
			せん断	$\tau_{c1} = 2$		$\tau_3 = 12$		
		第二評価点	周方向	-	-	-	$\sigma_{\phi 81} = 3$	$\sigma_{14} = 36$
			軸方向	-	-	-	$\sigma_{x81} = 9$	
			せん断	$\tau_3 = 12$				
X方向	第一評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 91} = 12$	$\sigma_{\phi 101} = 1$	-	$\sigma_{15} = 43$	
		軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x91} = 12$	$\sigma_{x101} = 1$	-		
		せん断	$\tau_{c4} = 2$		$\tau_6 = 9$			
	第二評価点	周方向	-	$\sigma_{\phi 91} = 12$	-	$\sigma_{\phi 111} = 3$	$\sigma_{16} = 55$	
		軸方向	$\sigma_{x5} = 5$	$\sigma_{x91} = 12$	-	$\sigma_{x111} = 7$		
		せん断	$\tau_{\ell 5} = 9$		$\tau_6 = 9$			



### 3.1.2 脚に生じる応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		運転時質量による応力		
		圧縮	曲げ	せん断
Z 方向	第一脚側	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s2} = 5$	$\tau_{s1} = 1$
	第二脚側	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s2} = 5$	$\tau_{s1} = 1$
X 方向		$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s2} = 5$	$\tau_{s1} = 1$

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		水平地震力による応力			組合せ応力	
		圧縮	曲げ	せん断		
Z 方向	第一脚側	$\sigma_{s5} = 6$	$\sigma_{s6} = 27$	$\tau_{s3} = 3$	$\sigma_{sz1} = 41$	
	第二脚側	-	$\sigma_{s7} = 15$	$\tau_{s4} = 8$	$\sigma_{sz2} = 27$	
X 方向		$\sigma_{s8} = 5$	$\sigma_{s9} = 19$	$\sigma_{s10} = 11$	$\tau_{s5} = 7$	$\sigma_{sx} = 45$

### 3.1.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

地震の方向		引張応力	せん断応力
Z 方向	第1脚側	$\sigma_{b1} = 56$	$\tau_{b1} = 5$
	第2脚側	$\sigma_{b2} = 0$	$\tau_{b2} = 5$
	第3脚側	$\sigma_{b3} = 12$	$\tau_{b3} = 6$
	第4脚側	$\sigma_{b2} = 0$	$\tau_{b2} = 5$
X 方向	第1脚側	$\sigma_{b4} = 38$	$\tau_{b4} = 5$
	第2脚側	$\sigma_{b5} = 8$	$\tau_{b5} = 6$
	第3脚側	$\sigma_{b5} = 8$	$\tau_{b5} = 6$
	第4脚側	$\sigma_{b4} = 38$	$\tau_{b4} = 5$

#### 4. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、本機器は応答軸が明確な設備であり、厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力していることから、考慮不要とした。

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
B <sub>s</sub> S	胴	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0 = 15$	$S_a = 166$
			一次	$\sigma_1 = 55$	$S_a = 166$
	脚	SS400	組合せ	$\sigma_s = 45$	$f_t = 245$
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価) $\sigma_{sr}/f_{br}$ + $\sigma_{st}/f_{bt}$ + $\sigma_{sc}/f_c$	0.176	1
			引張	$\sigma_b = 56$	$f_{ts} = 176$
	基礎ボルト	SS400	せん断	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 135$

### 3-4-3. 計測制御系統施設の耐震強度評価

#### 3-4-3-1. 核計装案内管の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-3-1-1
1.1. 計算条件	添 3-4-3-1-1
1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ	添 3-4-3-1-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-3-1-2
2. 計算方法	添 3-4-3-1-5
2.1. 固有周期及び設計用地震力の計算方法	添 3-4-3-1-5
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-3-1-8
2.2.1. 案内管の応力	添 3-4-3-1-8
2.2.2. 案内管サポートの応力	添 3-4-3-1-9
2.2.3. 案内管サポート取付ボルトの応力	添 3-4-3-1-10
3. 評価方法	添 3-4-3-1-11
3.1. 解析方法	添 3-4-3-1-11
4. 応力の評価	添 3-4-3-1-11
4.1. 案内管及び案内管サポートの応力評価	添 3-4-3-1-11
4.2. 案内管サポート取付ボルトの応力評価	添 3-4-3-1-11
5. 設計条件	添 3-4-3-1-12
6. 機器要目	添 3-4-3-1-13
7. 計算数値	添 3-4-3-1-14
7.1. 固有周期及び設計用地震力の計算	添 3-4-3-1-14
7.2. 応力の計算	添 3-4-3-1-17
7.2.1. 許容応力状態 $B_{AS}$	添 3-4-3-1-17
8. 結論	添 3-4-3-1-18

## 1. 一般事項

本計算書は、核計装(対数出力炉周期系及び安全系)の案内管の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 地震力は水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (2) 案内管は、原子炉プールの側壁にボルトで固定された案内管サポートによって支持されるものとする。
- (3) 上部の案内管サポートは、案内管を水平及び鉛直方向に支持し、下部の案内管サポートは、案内管を水平方向に支持するものとする。
- (4) 動的地震力(Sd)及び静的地震力に対して評価を行う。

### 1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の最高使用温度における設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

部材		材料		設計降伏点 Sy (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ Su (N/mm <sup>2</sup> )
案内管		A5052T-0	43°C	62	176
案内管 サポート	上部	SUS304	43°C	203	515
			40°C	205	-
	下部	A5052P-0	43°C	63	176
案内管サポート 取付ボルト		SUS304	43°C	203	515
			40°C	205	-

### 1.3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
Aa	案内管の断面積(案内管下部)	mm <sup>2</sup>
A <sub>b1</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b2</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>ea</sub>	案内管のせん断断面積(案内管下部)	mm <sup>2</sup>
A <sub>eg1</sub>	上部の案内管サポートのせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>eg2</sub>	下部の案内管サポートのせん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
F	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示す F 値	N/mm <sup>2</sup>
F <sub>1</sub>	上部の案内管サポートの最大反力	N
F <sub>2</sub>	下部の案内管サポートの最大反力	N
F <sub>a5</sub>	案内管の最大せん断力	N
f <sub>ta</sub>	案内管及び案内管サポートの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受ける案内管サポート取付ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t0</sub>	引張力のみを受ける案内管サポート取付ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts1</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける上部案内管サポート取付ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts2</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける下部案内管サポート取付ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
h	案内管サポートの長さ	mm
h <sub>a</sub>	案内管下部重心の案内管鉛直中心軸から偏心量	mm
K <sub>g1X</sub>	上部の案内管サポートと等価な水平方向ばね定数(X軸方向)	N/mm
K <sub>g1Y</sub>	上部の案内管サポートと等価な鉛直方向ばね定数(Y軸方向)	N/mm
K <sub>g1Z</sub>	上部の案内管サポートと等価な水平方向ばね定数(Z軸方向)	N/mm
K <sub>g2X</sub>	下部の案内管サポートと等価な水平方向ばね定数(X軸方向)	N/mm
K <sub>g2Z</sub>	下部の案内管サポートと等価な水平方向ばね定数(Z軸方向)	N/mm
ℓ <sub>1x</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトの水平方向両端のピッチ長さ	mm
ℓ <sub>1y</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトの鉛直方向両端のピッチ長さ	mm
ℓ <sub>2</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトの水平方向両端のピッチ長さ	mm
M <sub>1</sub>	上部の案内管サポートの最大曲げモーメント	N・mm
M <sub>a5</sub>	案内管の最大曲げモーメント	N・mm
n <sub>1x</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトの鉛直方向の列の数	—
n <sub>1y</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトの水平方向の列の数	—
n <sub>2x</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトの鉛直方向の列の数	—
n <sub>2y</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトの水平方向の列の数	—

記号	記号の説明	単位
P	設計圧力	MPa
S <sub>u</sub>	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>y</sub>	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
T <sub>1</sub>	上部の案内管サポートの最大ねじりモーメント	N・mm
T <sub>a5</sub>	案内管の最大ねじりモーメント	N・mm
V	案内管が鉛直方向に排除する原子炉プール水の体積	mm <sup>3</sup>
W <sub>a</sub>	案内管下部の案内管と内部機器の重量	kg
W <sub>t</sub>	案内管と内部機器の全重量	kg
Y	案内管下部の(外径/内径)	—
Z <sub>a</sub>	案内管下部の断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>g2</sub>	下部の案内管サポートの水平方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>gy</sub>	上部の案内管サポートの水平方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>gz</sub>	上部の案内管サポートの鉛直方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>pa</sub>	案内管下部のねじりに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>pg</sub>	上部の案内管サポートのねじりに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
ρ	原子炉プール水の比重量 1.0 × 10 <sup>-6</sup>	kg/mm <sup>3</sup>
σ <sub>a1</sub>	案内管の原子炉プール水の外圧による軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>a2</sub>	案内管の鉛直方向地震力による軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>a3</sub>	案内管の鉛直方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>a4</sub>	案内管の水平方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>aφ</sub>	案内管の原子炉プール水の外圧による周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>b1</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>b2</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>g11</sub>	上部の案内管サポートの死荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>g12</sub>	上部の案内管サポートの鉛直方向荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>g13</sub>	上部の案内管サポートの水平方向荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>g2</sub>	下部の案内管サポートの水平方向荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>sa</sub>	案内管の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>sg1</sub>	上部の案内管サポートの組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>sg2</sub>	下部の案内管サポートの組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>a1</sub>	案内管の水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>a2</sub>	案内管の水平方向地震力によるねじりのせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>b1</sub>	上部の案内管サポート取付ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>b2</sub>	下部の案内管サポート取付ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>g11</sub>	上部の案内管サポートの死荷重によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>g12</sub>	上部の案内管サポートの鉛直方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>g13</sub>	上部の案内管サポートの水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\tau_{g14}$	上部の案内管サポートの水平方向地震力によるねじりのせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{g2}$	下部の案内管サポートの水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>



## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期及び設計用地震力の計算方法

#### (1) 仮定

- a. 案内管は軸方向に分割した多質点梁と考え、梁は案内管と等価な曲げ及びせん断剛性を有するものとする。
- b. 案内管の重量は、検出器等の内部機器の重量を加えたものとし、さらに案内管が排除する原子炉プール水の重量を考慮する。
- c. 案内管は、案内管サポートの剛性と等価なばねで支持されるものとする。

#### (2) 計算モデル

案内管は上記設定により、図-3-4-3-1.1 に示すような多質点梁モデルとする。

計算モデルの諸定数を表-3-4-3-1.1 に示す。

#### (3) 固有周期

固有周期の計算は、上記計算モデルをもとに有限要素法により行う。

解析コードは「MSC/NASTRAN」を用いる。

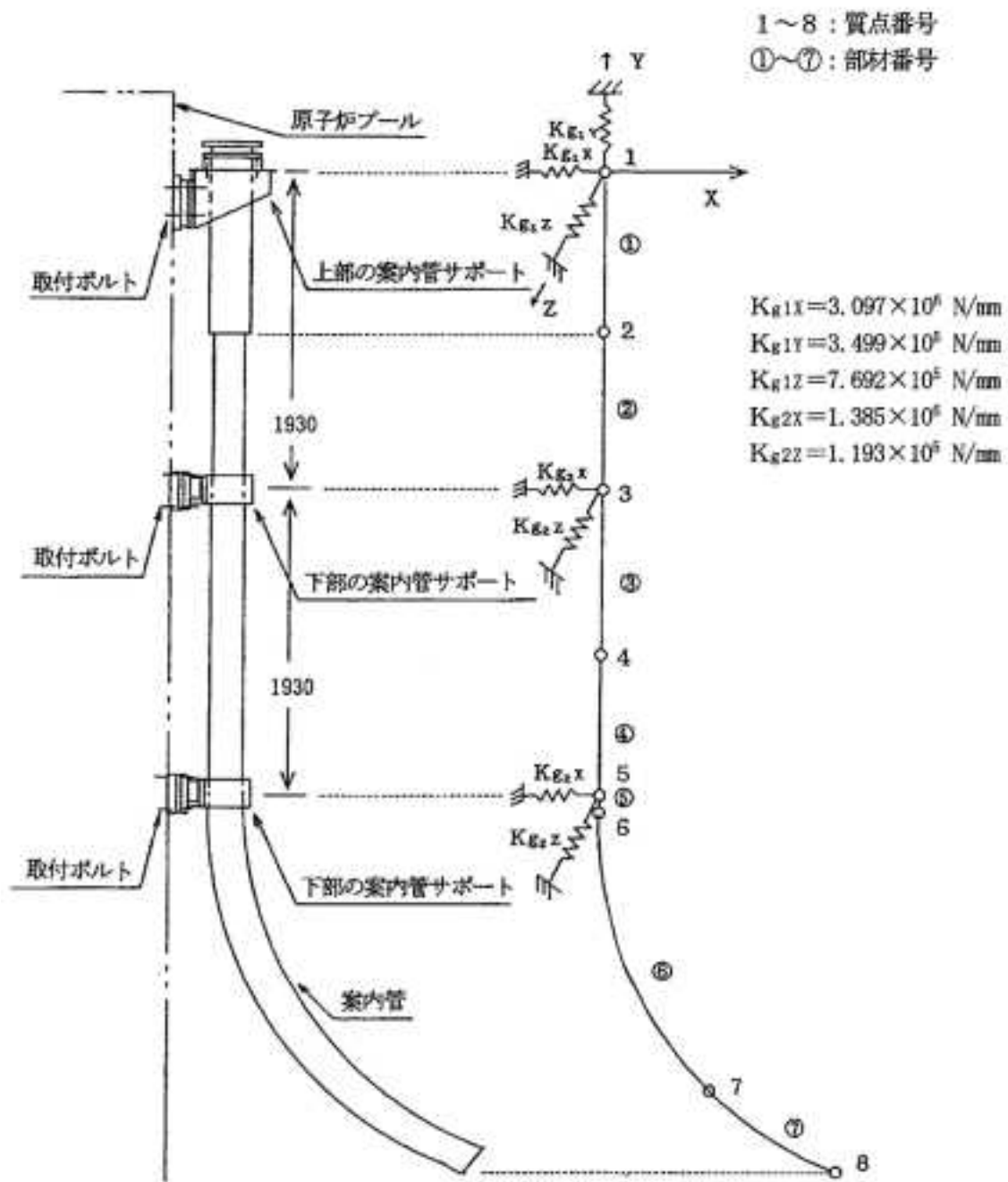


図-3-4-3-1.1 固有周期及び設計地震力の計算モデル

表-3-4-3-1.1 計算モデルの諸定数

質点 番号	質点位置		質点 重量 (kg)	断面 2 次 モーメント (mm <sup>4</sup> )	断面積 (mm <sup>2</sup> )	ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
	X (mm)	Y (mm)					
1	0	0	94.1	2.49×10 <sup>7</sup>	5812	6.95×10 <sup>4</sup>	0.33
2	0	-840	63.8	6.83×10 <sup>6</sup>	3770		
3	0	-1930	37.0				
4	0	-2895	34.7				
5	0	-3860	19.5				
6	0	-3950	34.5				
7	468	-5236	48.4				
8	909	-5762	15.9				

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 案内管の応力

#### (1) 原子炉プール水の外圧による応力

原子炉プール水の外圧により案内管に生じる周方向及び軸方向応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{a\phi} = \frac{2P \cdot Y^2}{Y^2 - 1}$$

$$\sigma_{a1} = \frac{P \cdot Y^2}{Y^2 - 1}$$

#### (2) 地震による応力

鉛直方向地震による軸方向及び曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{a2} = \frac{C_v(W_a + \rho \cdot V) \cdot g}{A_a}$$

$$\sigma_{a3} = \frac{C_v(W_a + \rho \cdot V) \cdot g \cdot h_a}{Z_a}$$

水平方向地震力による曲げ及びせん断応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{a4} = \frac{M_{a5}}{Z_a}$$

$$\tau_{a1} = \frac{F_{a5}}{A_{ea}}$$

また、水平方向地震力によるねじりのせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{a2} = \frac{T_{a5}}{Z_{pa}}$$

#### (3) 組合せ応力

組合せ応力 $\sigma_{sa}$ は、次式により求まる。

$$\sigma_a = \sigma_{a1} + \sigma_{a2} + \sigma_{a3} + \sigma_{a4}$$

$$\tau_a = \tau_{a1} + \tau_{a2}$$

$$\sigma_{sa} = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_{a\phi}^2 - \sigma_a \cdot \sigma_{a\phi} + 3\tau_a^2}$$

## 2.2.2. 案内管サポートの応力

### (1) 上部の案内管サポート

#### a. 死荷重による応力

死荷重による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{g11} = \frac{W_t \cdot g \cdot h}{Z_{gz}}$$

また、死荷重によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{g11} = \frac{W_t \cdot g}{A_{eg1}}$$

#### b. 地震による応力

鉛直方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{g12} = \frac{C_v(W_t + \rho \cdot V) \cdot g \cdot h}{Z_{gz}}$$

また、鉛直方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{g12} = \frac{C_v(W_t + \rho \cdot V) \cdot g}{A_{eg1}}$$

水平方向地震力による曲げ及びせん断応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{g13} = \frac{M_1 + F_1 \cdot h}{Z_{gy}}$$

$$\tau_{g13} = \frac{F_1}{A_{eg1}}$$

また、水平方向地震力によるねじりのせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{g14} = \frac{T_1}{Z_{pg}}$$

#### c. 組合せ応力

組合せ応力 $\sigma_{sg1}$ は、次式により求まる。

$$\sigma_{g1} = \sigma_{g11} + \sigma_{g12} + \sigma_{g13}$$

$$\tau_{g1} = \sqrt{(\tau_{g11} + \tau_{g12} + \tau_{g14})^2 + (\tau_{g13} + \tau_{g14})^2}$$

$$\sigma_{sg1} = \sqrt{\sigma_{g1}^2 + 3\tau_{g1}^2}$$

(2) 下部の案内管サポート

a. 地震による応力

水平方向地震力による曲げ応力及びせん断応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{g2} = \frac{F_5 \cdot h}{Z_{g2}}$$

$$\tau_{g2} = \frac{F_5}{A_{eg2}}$$

b. 組合せ応力

組合せ応力 $\sigma_{sg2}$ は、次式により求まる。

$$\sigma_{sg2} = \sqrt{\sigma_{g2}^2 + 3\tau_{g2}^2}$$

2.2.3. 案内管サポート取付ボルトの応力

(1) 上部の案内管サポート取付ボルト

a. せん断応力

$$\tau_{b1} = \sqrt{\tau_{b11}^2 + \tau_{b12}^2 + \tau_{b13}^2}$$

ここで、 $\tau_{b11}$ 、 $\tau_{b12}$ 、 $\tau_{b13}$ は、次式により求まる。

$$\tau_{b11} = \frac{(1 + C_v)W_t \cdot g + C_v \cdot \rho \cdot V \cdot g}{n_{1x} \cdot n_{1y} \cdot A_{b1}}$$

$$\tau_{b12} = \frac{F_1}{n_{1x} \cdot n_{1y} \cdot A_{b1}}$$

$$\tau_{b13} = \frac{T_1}{2A_{b1} \cdot \sqrt{\ell_{1x}^2 + \ell_{1y}^2}}$$

b. 引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{W_t \cdot g \cdot h + C_v(W_t + \rho \cdot V) \cdot g \cdot h}{n_{1x} \cdot \ell_{1y} \cdot A_{b1}} + \frac{M_1 + F_1 \cdot h}{n_{1y} \cdot \ell_{1x} \cdot A_{b1}}$$

(2) 下部の案内管サポート取付ボルト

a. せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{F_5}{n_{2x} \cdot n_{2y} \cdot A_{b2}}$$

b. 引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_5 \cdot h}{n_{2y} \cdot \ell_2 \cdot A_{b2}}$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解析方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から、「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

### 4. 応力の評価

#### 4.1. 案内管及び案内管サポートの応力評価

2.2.1 項及び 2.2.2 項で求めた組合せ応力が、許容引張応力 $f_{ta}$ 以下であること。  
ただし、 $f_{ta}$ は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
B <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

#### 4.2. 案内管サポート取付ボルトの応力評価

2.2.3 項で求めたボルトのせん断応力は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。

また、2.2.3 項で求めたボルトの引張応力は、下記 2 式より求めた引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 $f_{ts1}$ ,  $f_{ts2}$ 以下であること。

$$f_{ts1} = \min [1.4f_{t0} - 1.6\tau_{b1}, f_{t0}]$$

$$f_{ts2} = \min [1.4f_{t0} - 1.6\tau_{b2}, f_{t0}]$$

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
B <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

5. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	設計圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
案内管	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL+7.5	0.05884	43

注：基準床レベルを示す。

固有振動数 (Hz)
6.4

弾性設計用地震動 Sd の 1/2 または静的地震力			
荷重の種類	案内管	案内管サポート	
		上部	下部
せん断力または 反力(N)	$F_{a5} = 805.5$	$F_1 = 660.0$	$F_5 = 1552.0$
曲げモーメント(N・ mm)	$M_{a5} = 1.184 \times 10^6$	$M_1 = 4.735 \times 10^5$	—
ねじりモーメント (N・mm)	$T_{a5} = 4.736 \times 10^5$	$T_1 = 2.976 \times 10^5$	—



6. 機器要目

$W_a$ (kg)	$W_t$ (kg)	$A_a$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{ea}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{eg1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{eg2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$Z_a$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{pa}$ ( $\text{mm}^3$ )
75	260	3770	1894	3200	4000	$1.05 \times 10^5$	$2.10 \times 10^5$

$Z_{gy}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{gz}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{pg}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{g2}$ ( $\text{mm}^3$ )	Y	$h_a$ (mm)	h (mm)	V ( $\text{mm}^3$ )
$6.73 \times 10^5$	$1.92 \times 10^5$	$1.60 \times 10^4$	$2.00 \times 10^5$	1.18	450	300	$1.20 \times 10^7$

$n_{1x}$	$n_{1y}$	$\ell_{1x}$ (mm)	$\ell_{1y}$ (mm)	$A_{b1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$n_{2x}$	$n_{2y}$	$\ell_2$ (mm)
3	2	410	200	314.2 (M20)	2	2	240

$A_{b2}$ ( $\text{mm}^2$ )	F(案内管)( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	F(上部の案内管サポート)( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
	$B_A S$	$B_A S$
201.1 (M16)	62	205

F(下部の案内管サポート)( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	F(取付ボルト)( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
$B_A S$	$B_A S$
63	205

## 7. 計算数値

### 7.1. 固有周期及び設計用地震力の計算

#### (1) 固有周期

固有周期の計算結果を以下に示す。

また、案内管の第1次固有周期及び振動モードを図-3-4-3-1.2に示す。

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1次	0.156	6.4
2次	0.128	7.8
3次	0.021	48.6

#### (2) 設計用地震力

設計用地震力の計算結果として、弾性設計用地震動  $S_d$  の1/2 または静的地震力の大きい方により案内管に生じる最大せん断力及び最大モーメントを図-3-4-3-1.3及び図-3-4-3-1.4に示す。

また、サポート点に最大反力及び最大モーメントを以下に示す。

節点	弾性設計用地震動 $S_d$ の1/2 と静的地震力の大きい方		
	反力 (N)	曲げモーメント (N・mm)	ねじりモーメント (N・mm)
1	660	$4.736 \times 10^5$	$2.976 \times 10^5$
3	1138	—	—
5	1552	—	—

固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
0.156	6.4

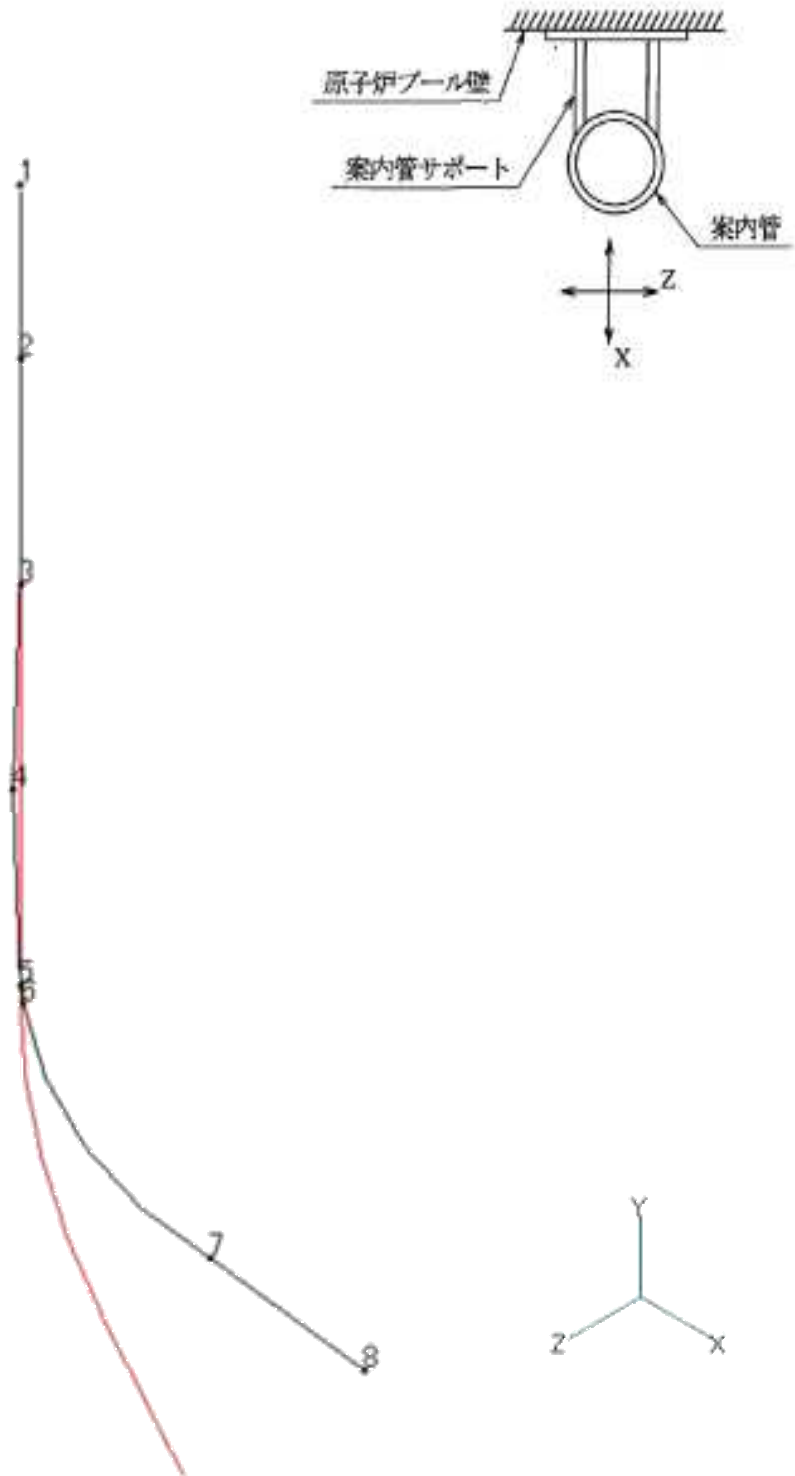


図-3-4-3-1.2 案内管の1次固有周期及び振動モード

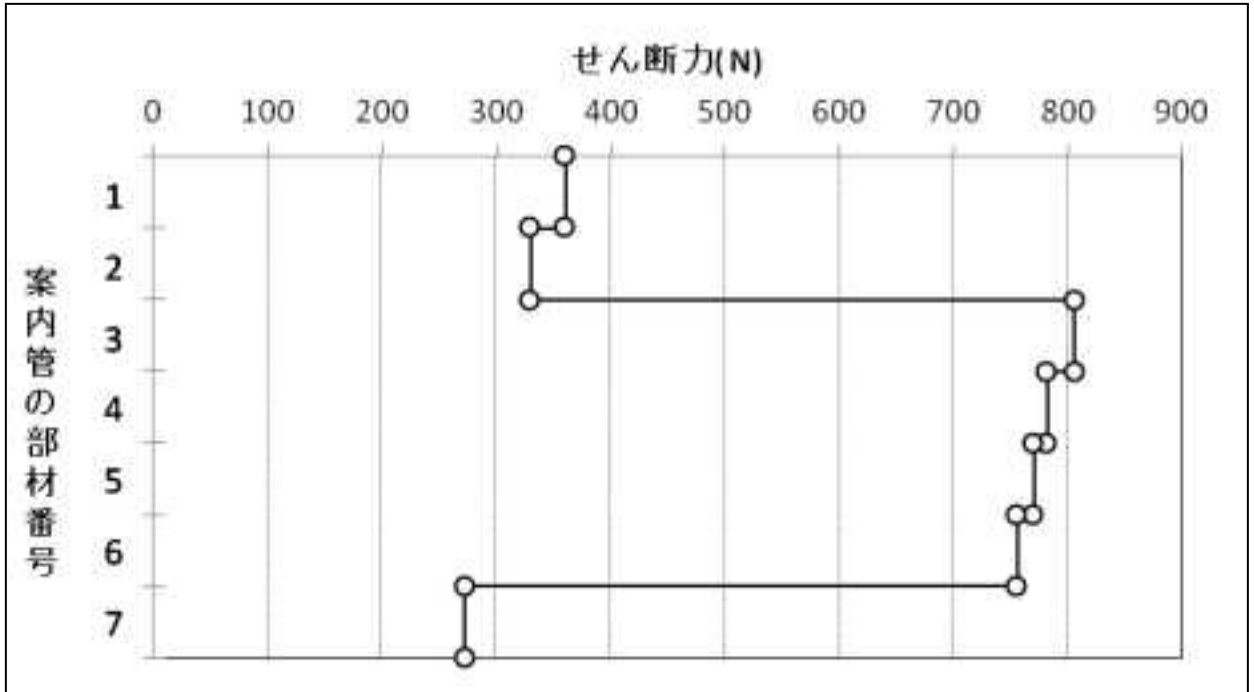


図-3-4-3-1.3 最大せん断力(弾性設計用地震動  $S_d$  の 1/2 または静的地震力)

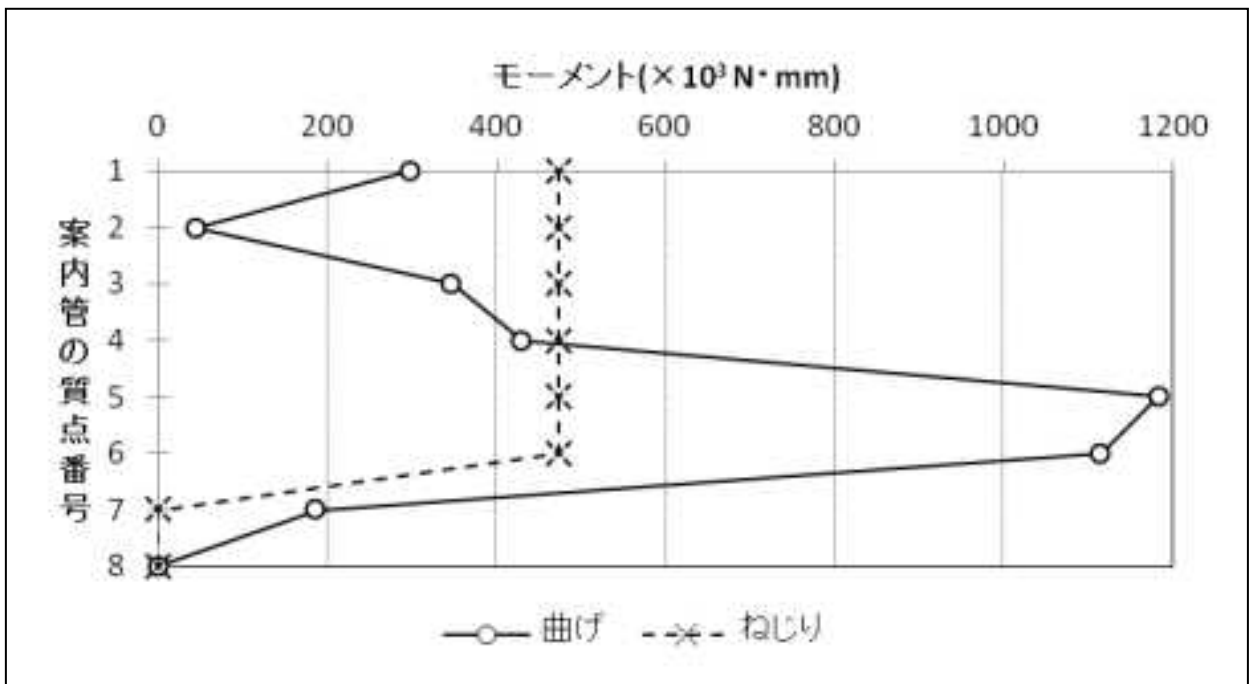


図-3-4-3-1.4 最大モーメント図(弾性設計用地震動  $S_d$  の 1/2 または静的地震力)

## 7.2. 応力の計算

### 7.2.1. 許容応力状態 B<sub>A</sub>S

#### (1) 案内管に生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震の種類	弾性設計用地震動 Sd の 1/2 または静的地震力			
応力の種類	周方向応力	軸方向応力	曲げ応力	せん断応力
原子炉プール水の 外圧による応力	$\sigma_{a\phi} = 1$	$\sigma_{a1} = 1$	—	—
鉛直方向地震力に よる応力	—	$\sigma_{a2} = 1$	$\sigma_{a3} = 14$	—
水平方向地震力に よる応力	—	—	$\sigma_{a4} = 12$	$\tau_{a1} = 1$
				$\tau_{a2} = 3$
組合せ応力	$\sigma_{sa} = 29$			

#### (2) 案内管サポートに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震の種類	弾性設計用地震動 Sd の 1/2 または静的地震力			
計算の対象	上部		下部	
応力の種類	曲げ応力	せん断応力	曲げ応力	せん断応力
死荷重による応力	$\sigma_{g11} = 4$	$\tau_{g11} = 1$	—	—
鉛直方向地震力に よる応力	$\sigma_{g12} = 16$	$\tau_{g12} = 3$	—	—
水平方向地震力に よる応力	$\sigma_{g13} = 1$	$\tau_{g13} = 1$	$\sigma_{g2} = 3$	$\tau_{g2} = 1$
		$\tau_{g14} = 19$		
組合せ応力	$\sigma_{sg1} = 58$		$\sigma_{sg2} = 4$	

#### (3) 案内管サポート取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震の種類	弾性設計用地震動 Sd の 1/2 または静的地震力			
計算の対象	上部		下部	
応力の種類	せん断応力	引張応力	せん断応力	引張応力
死荷重による応力	$\tau_{b1} = 8$	$\sigma_{b1} = 23$	$\tau_{b2} = 2$	$\sigma_{b2} = 5$

## 8. 結論

下表に示すように、許容応力状態 B<sub>A</sub>S における算出応力はすべて許容応力以下である。  
 なお、表の算出応力は水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、7.2 項の値を 1.42 倍している。

表-3-4-3-1.2 評価結果

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材		材料	応力	算出応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	案内管		A5052T-0	組合せ	$\sigma_{sa} = 42$	$f_{ta} = 62$
	案内管 サポート	上部	SUS304	組合せ	$\sigma_{sg1} = 83$	$f_{ta} = 205$
		下部	A5052P-0		$\sigma_{sg2} = 6$	$f_{ta} = 63$
	案内管 サポート 取付ボルト	上部	SUS304	せん断	$\tau_{b1} = 12$	$f_{sb} = 118$
				引張	$\sigma_{b1} = 33$	$f_{ts1} = 153$
		下部		せん断	$\tau_{b2} = 3$	$f_{sb} = 118$
				引張	$\sigma_{b2} = 8$	$f_{ts2} = 153$

3-4-3-2. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機  
構案内管の地震応答解析

## 目次

1. 概要	添 3-4-3-2-1
2. 解析モデル	添 3-4-3-2-3
2.1. 自重解析モデル	添 3-4-3-2-3
2.2. 地震応答解析モデル	添 3-4-3-2-4
3. 解析データ及び解析方法	添 3-4-3-2-5
3.1. 解析データ	添 3-4-3-2-5
3.2. 解析方法	添 3-4-3-2-5
4. 解析結果	添 3-4-3-2-8
4.1. 固有値解析結果	添 3-4-3-2-8
4.2. 自重解析結果	添 3-4-3-2-9
4.3. 静的地震力解析結果	添 3-4-3-2-10
4.4. Ss 地震応答解析結果	添 3-4-3-2-13
4.5. Sd 地震応答解析結果	添 3-4-3-2-19



## 1. 概要

本解析書は、制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の地震応答解析を行った結果を示すものである。解析対象とした制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の構造は、図-3-4-3-2.1の概要図に示すとおりである。この地震応答解析結果に基づき、加わる評価用地震荷重を定める。

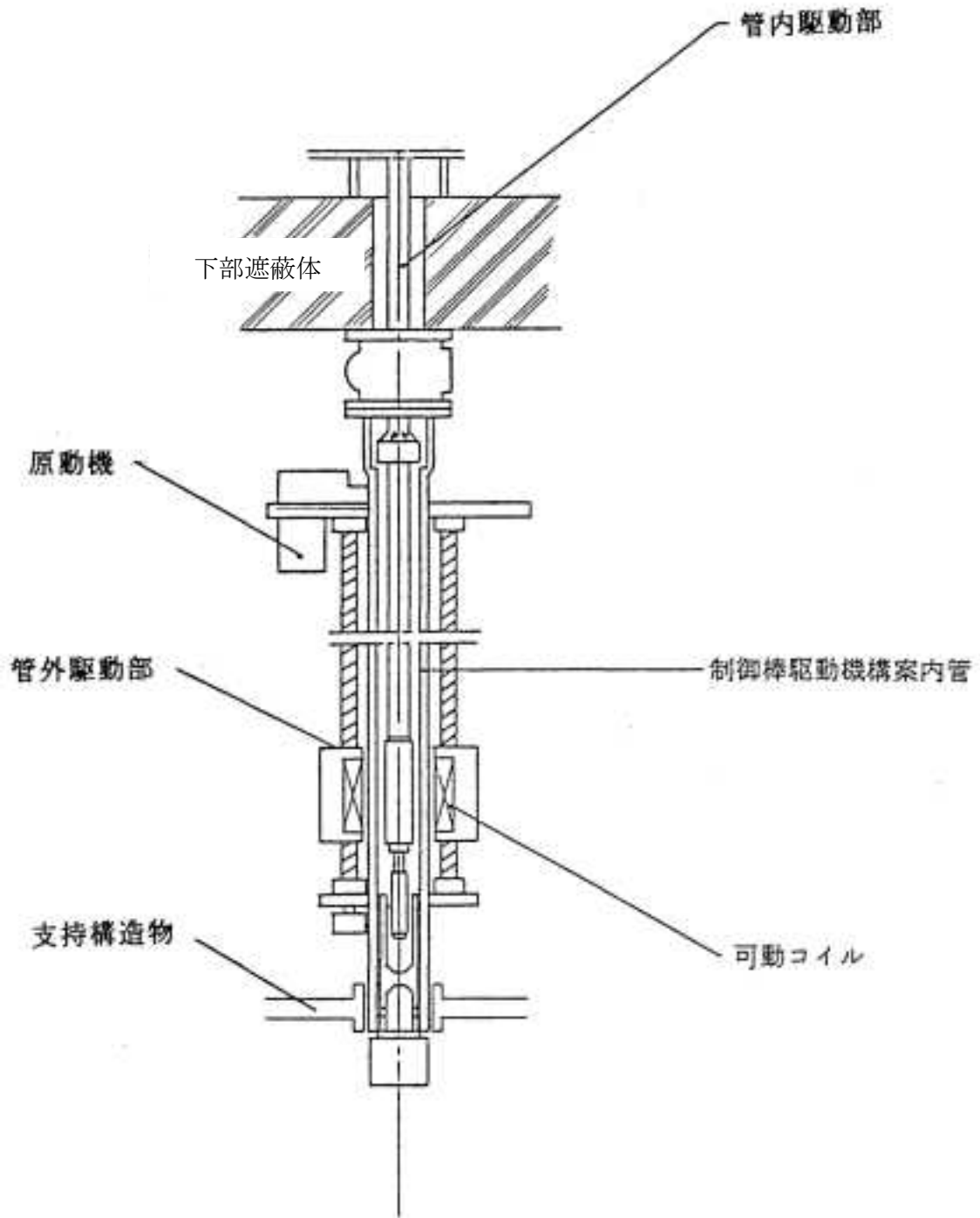


図-3-4-3-2.1 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の構造概要

## 2. 解析モデル

### 2.1. 自重解析モデル

制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の自重解析モデルは、軸方向に 15 質点を設け、各質点間を当該機器と等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁部材で連結した多質点系モデルとした。各質点には、制御棒駆動機構案内管内の保有水、管内駆動部、可動コイル及び支持構造物の重量を振り分けた。また、梁部材の剛性は制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管について評価した。境界条件は、下部遮蔽体に結合される上端を剛支持とし、下部を支持構造物の水平方向の剛性と等価なばねで支持するものとした。

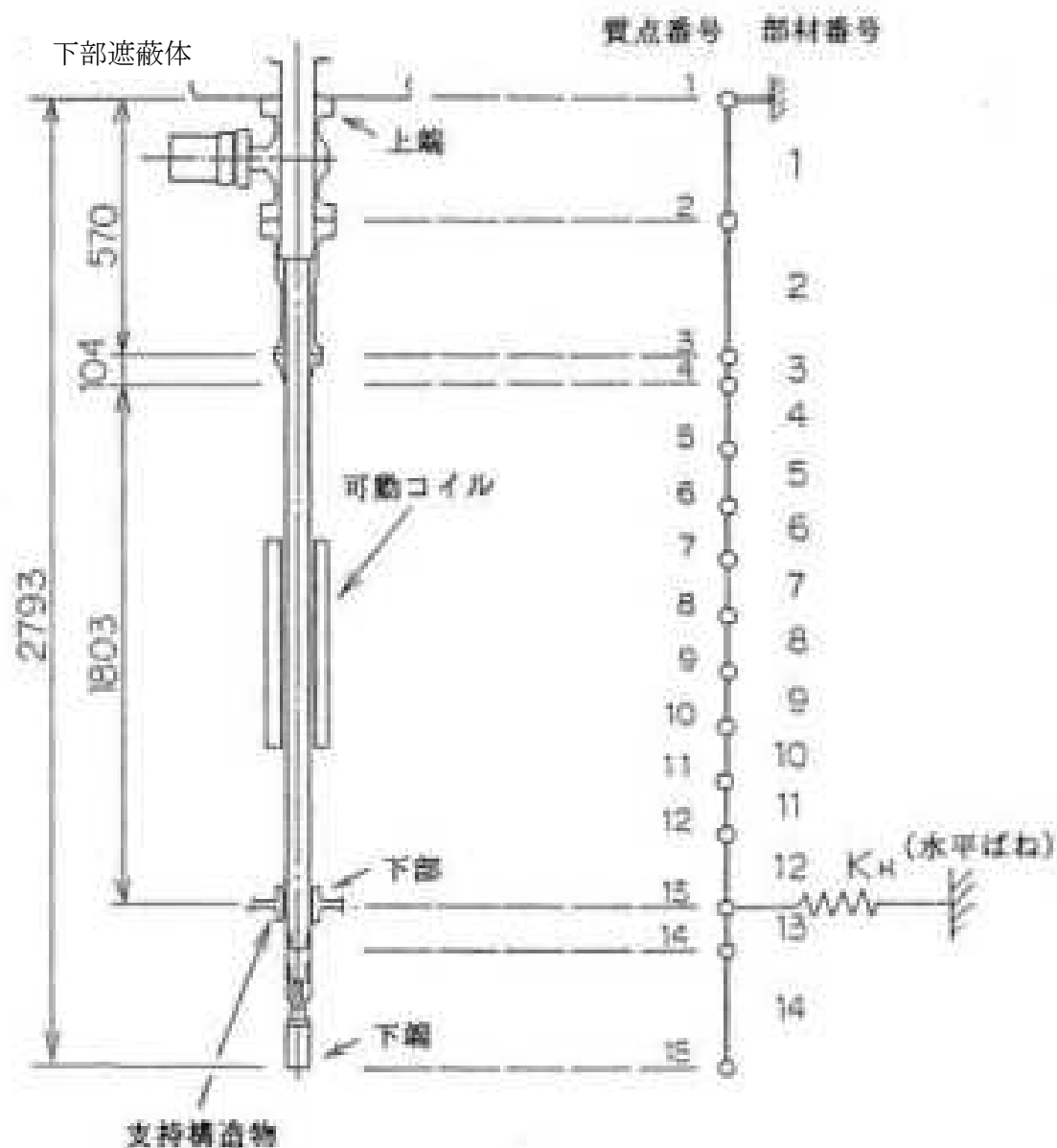


図-3-4-3-2.2 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管 自重解析モデル

## 2.2. 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルを図-3-4-3-2.3に示す。時刻歴応答解析による動的解析では、制御棒6本及び支持構造物を全てモデル化し、より実機に近い詳細な解析モデルとして評価に用いた。

制御棒と支持構造物間は水平2方向に剛相当バネ要素を用いて接続し、支持構造物上部は炉下室天井に固定されているため、完全拘束とした。

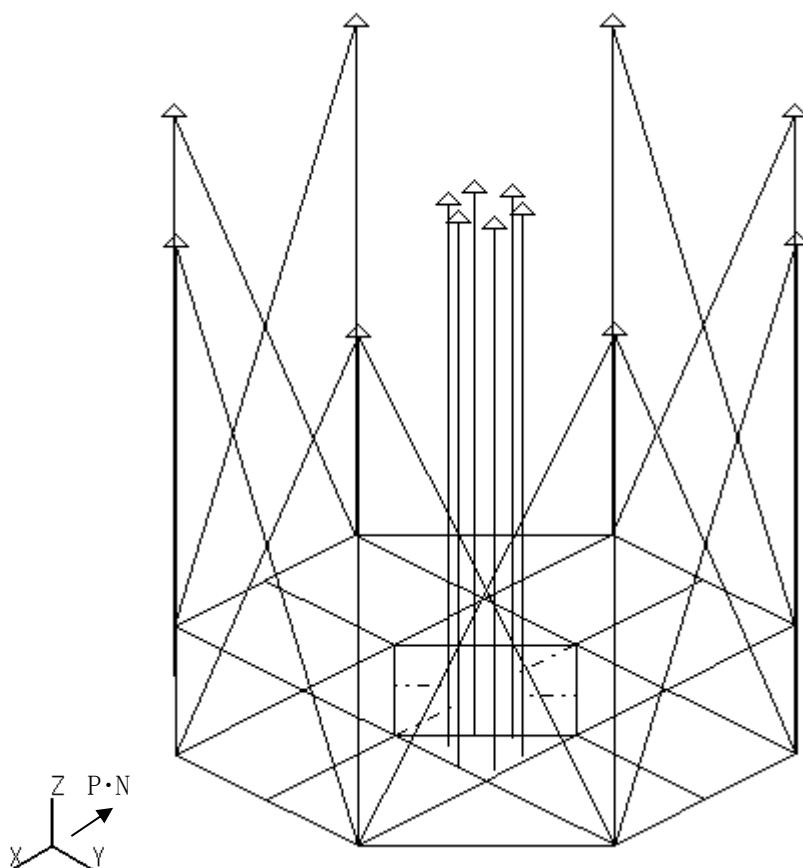


図-3-4-3-2.3 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管 地震応答解析モデル

### 3. 解析データ及び解析方法

#### 3.1. 解析データ

図-3-4-3-2.2、図-3-4-3-2.3に示した解析モデルの各質点重量、質点位置、断面二次モーメント及びせん断断面積を表-3-4-3-2.1に示す。

#### 3.2. 解析方法

各解析は、解析コード MSC/NASTRAN 2005r2 を用いて行う。

##### (1) 固有値解析

表-3-4-3-2.1に示す解析定数のデータをもとに、剛性マトリックス、質量マトリックスを作り、固有値解析を実施する。解析モデルを図-3-4-3-2.2に示す。

##### (2) 自重解析

表-3-4-3-2.1に示すデータを元に、剛性マトリックス、質量マトリックスを作り、自重解析を実施する。解析モデルを図-3-4-3-2.2に示す。

##### (3) 静的地震力

制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管は多質点系モデルとし、静的地震力による静的解析を行い、各質点の変位、軸力、せん断力、曲げモーメントを求める。解析モデルを図-3-4-3-2.2に示す。

##### (4) 地震応答解析

時刻歴応答解析による動的解析を行い、各質点の変位、軸力、せん断力及び曲げモーメントを求める。解析モデルを図-3-4-3-2.3に示す。

なお、地震力は建家モデルの質点3の時刻歴応答加速度を用いる。

表-3-4-3-2.1 制御棒解析定数

質点 番号	質点 位置 (mm)	質点 質量 (kg)	断面二次 モーメント (mm <sup>4</sup> )	せん断 断面積 (mm <sup>2</sup> )	断面積 (mm <sup>2</sup> )	ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	
1	0	12.9	1.18×10 <sup>6</sup>	975.0	1950.0	1.93×10 <sup>5</sup>	0.3	
2	-260	18.7		8.66×10 <sup>5</sup>	1060.0			2120.0
3	-570	7.8	8.99×10 <sup>4</sup>		167.0			334.0
4	-674	2.6						
5	-970	1.2						
6	-1267	2.2						
7	-1369	16.9						
8	-1561	17.9						
9	-1731	11.7						
10	-1866	6.7						
11	-1970	2.1						
12	-2220	1.0						
13	-2477	3294.3						
14	-2641	1.2	2.23×10 <sup>4</sup>	151.0	302.0			
15	-2793	0.5						

※上記は水平方向のモデルであり、鉛直方向のモデルでは質点13の質量を10.7kgとする。また、3294.3kgは支持サポート質量を含めるものとする。

<b>—</b>	: H125×125×6.5×9
<b>⋯</b>	: L100×100×10
<b>—</b>	: C150×75×9
<b>- - - -</b>	: L65×65×6

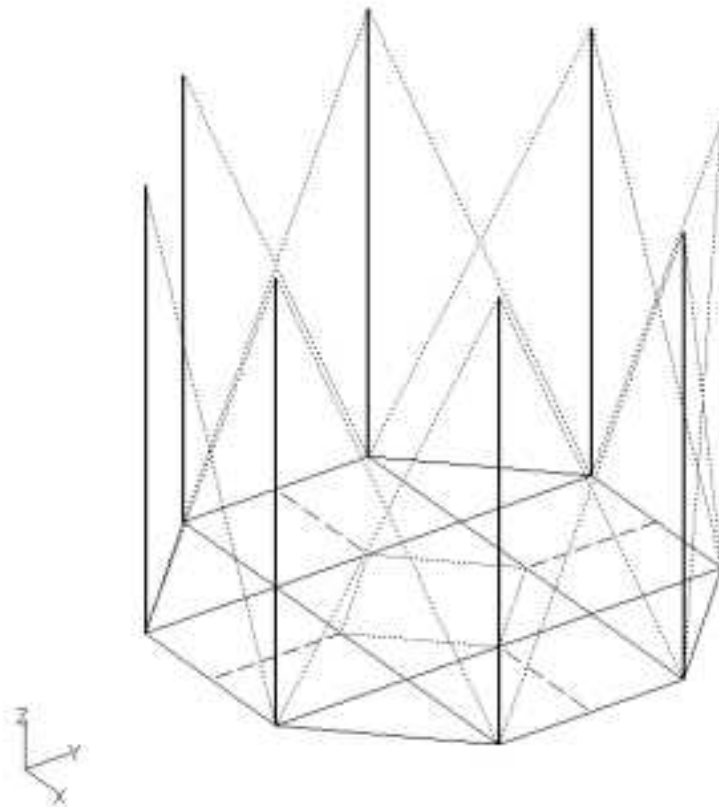


図-3-4-3-2.4 支持構造物における使用鋼材

表-3-4-3-2.2 支持構造物における特性値

鋼材種類	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]		ねじり 定数 [mm <sup>3</sup> ]	材質
		I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>		
H125×125×6.5×9	3.00×10 <sup>3</sup>	8.390×10 <sup>6</sup>	2.930×10 <sup>6</sup>	7.14×10 <sup>4</sup>	SS400
L100×100×10	1.90×10 <sup>3</sup>	1.750×10 <sup>6</sup>	1.750×10 <sup>6</sup>	6.33×10 <sup>4</sup>	SS400
C150×75×9	2.54×10 <sup>3</sup>	8.444×10 <sup>6</sup>	1.329×10 <sup>6</sup>	6.85×10 <sup>4</sup>	SS400
L65×65×6	7.53×10 <sup>2</sup>	2.940×10 <sup>5</sup>	2.940×10 <sup>5</sup>	8.93×10 <sup>3</sup>	SS400

#### 4. 解析結果

##### 4.1. 固有値解析結果

制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の固有値解析結果を表-3-4-3-2.3 に、第1次振動モードを図-3-4-3-2.5 に示す。

表-3-4-3-2.3 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の固有値解析結果

次数	水平方向		鉛直方向	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1	0.097	10.3	0.007	145.4

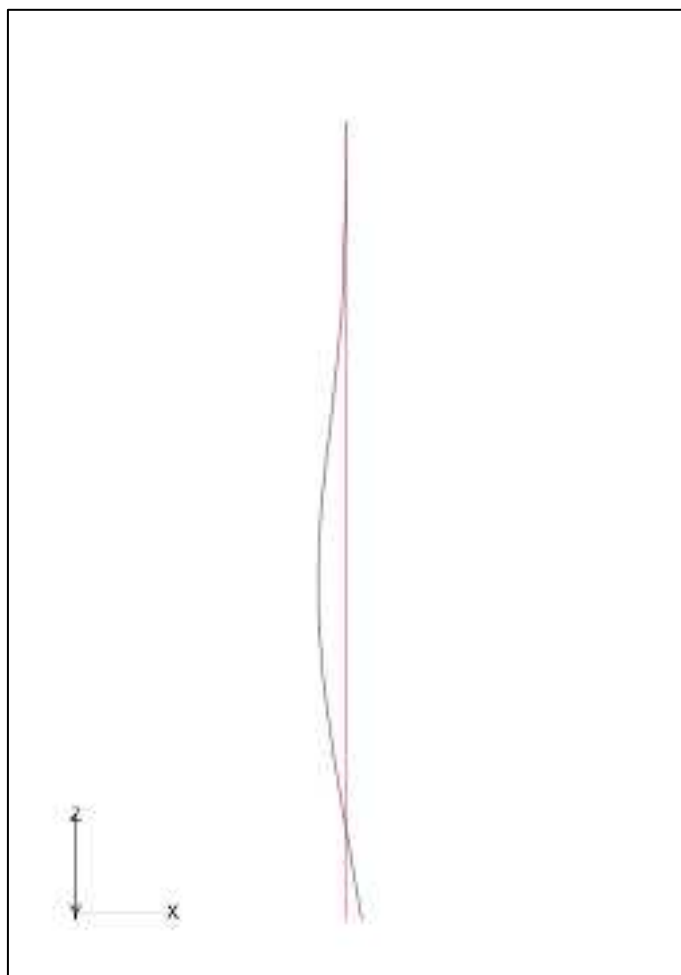


図-3-4-3-2.5 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の第1次振動モード(水平方向)



#### 4.2. 自重解析結果

自重解析結果の鉛直方向変位、軸力をそれぞれ図-3-4-3-2.6、図-3-4-3-2.7に示す。

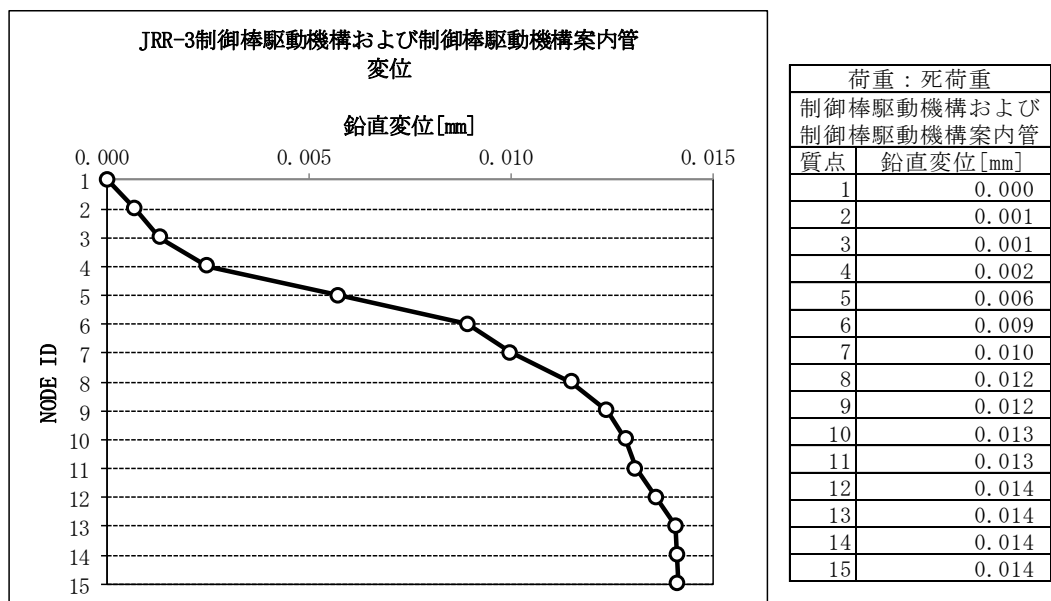


図-3-4-3-2.6 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の鉛直方向変位量(自重解析)

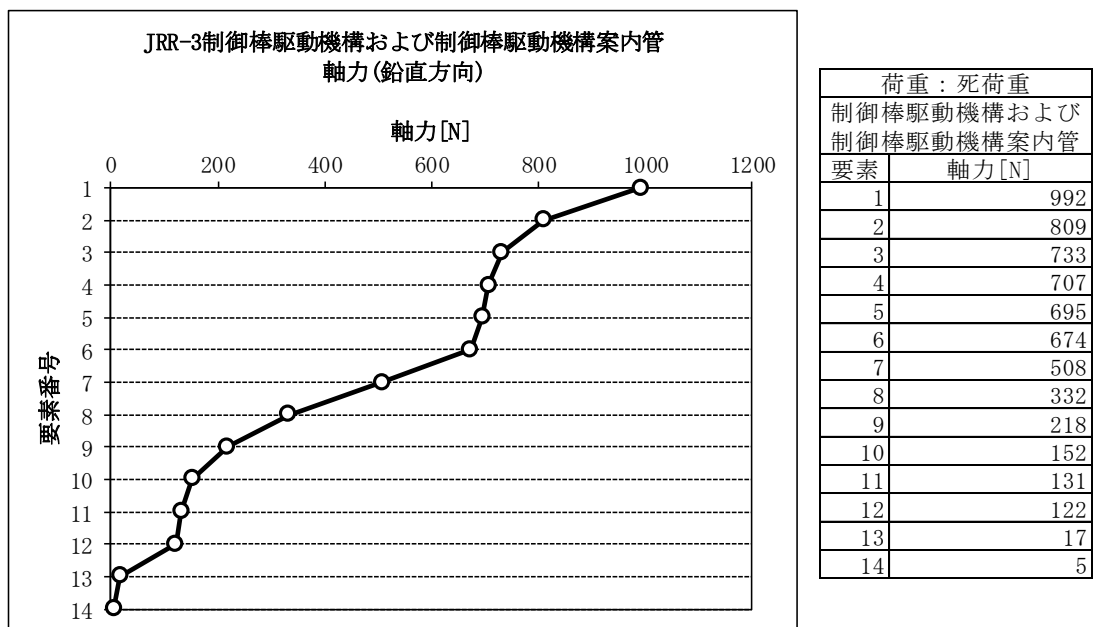


図-3-4-3-2.7 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の軸力(自重解析)

#### 4.3. 静的地震力解析結果

静的地震力による解析結果の変位、軸力、せん断力、曲げモーメントを図-3-4-3-2.8から図-3-4-3-2.12に示す。

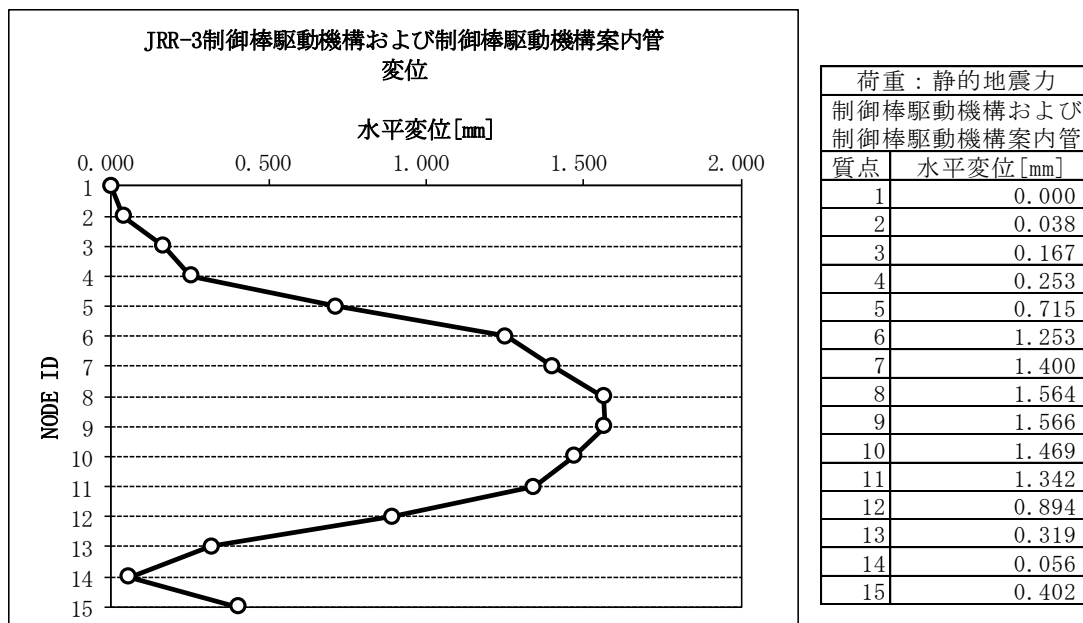


図-3-4-3-2.8 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の水平方向変位量(静的地震力解析)

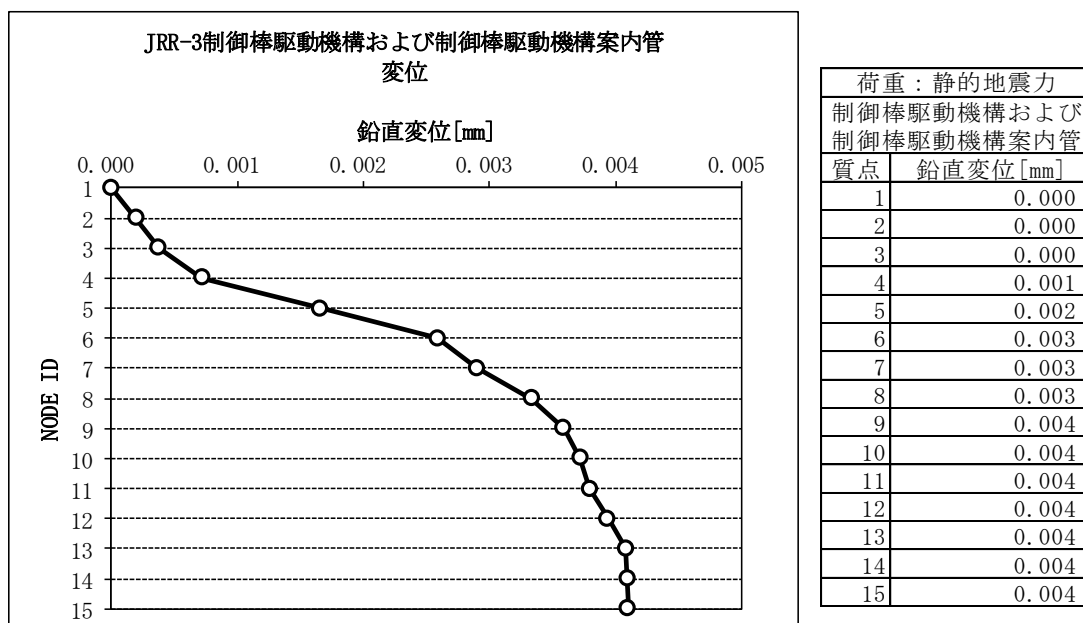
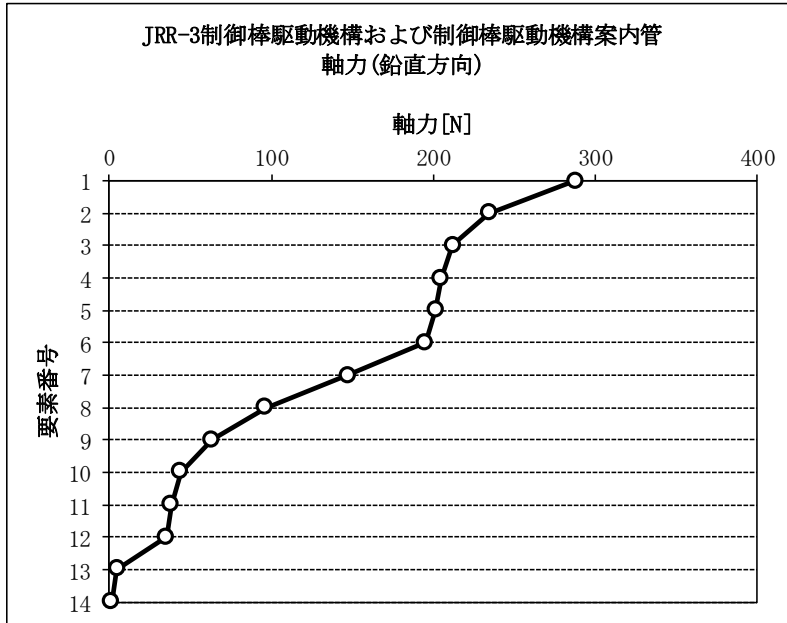
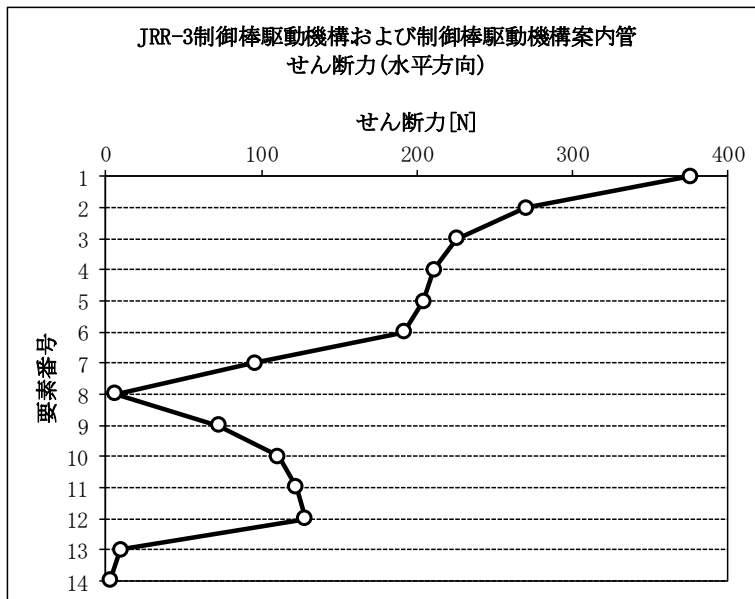


図-3-4-3-2.9 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の鉛直方向変位量(静的地震力解析)



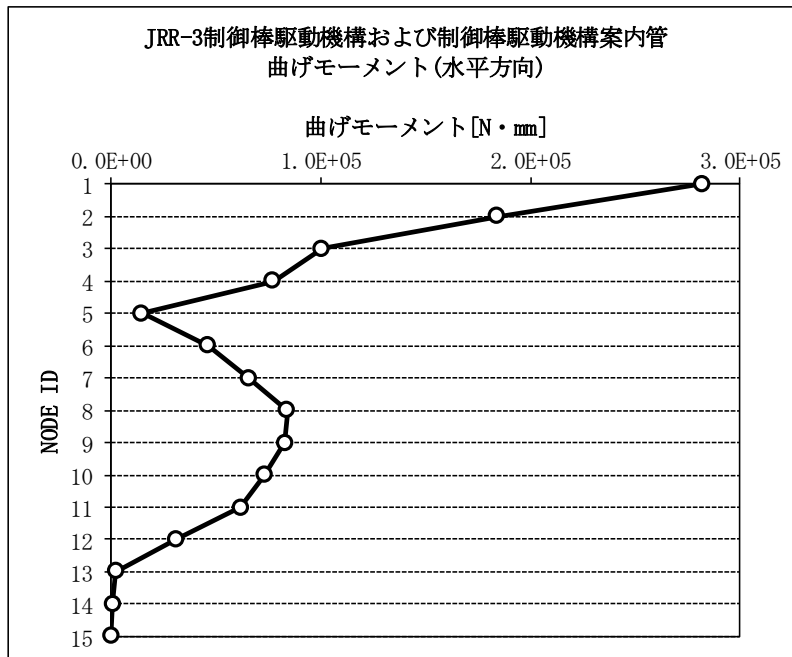
荷重：静的地震力	
制御棒駆動機構および 制御棒駆動機構案内管	
要素	軸力 [N]
1	288
2	235
3	212
4	205
5	202
6	195
7	147
8	96
9	63
10	44
11	38
12	35
13	5
14	1

図-3-4-3-2.10 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の軸力(静的地震力解析)



荷重：静的地震力	
制御棒駆動機構および 制御棒駆動機構案内管	
要素	せん断力 [N]
1	377
2	270
3	226
4	211
5	204
6	192
7	96
8	6
9	73
10	111
11	123
12	128
13	10
14	3

図-3-4-3-2.11 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のせん断力(静的地震力解析)



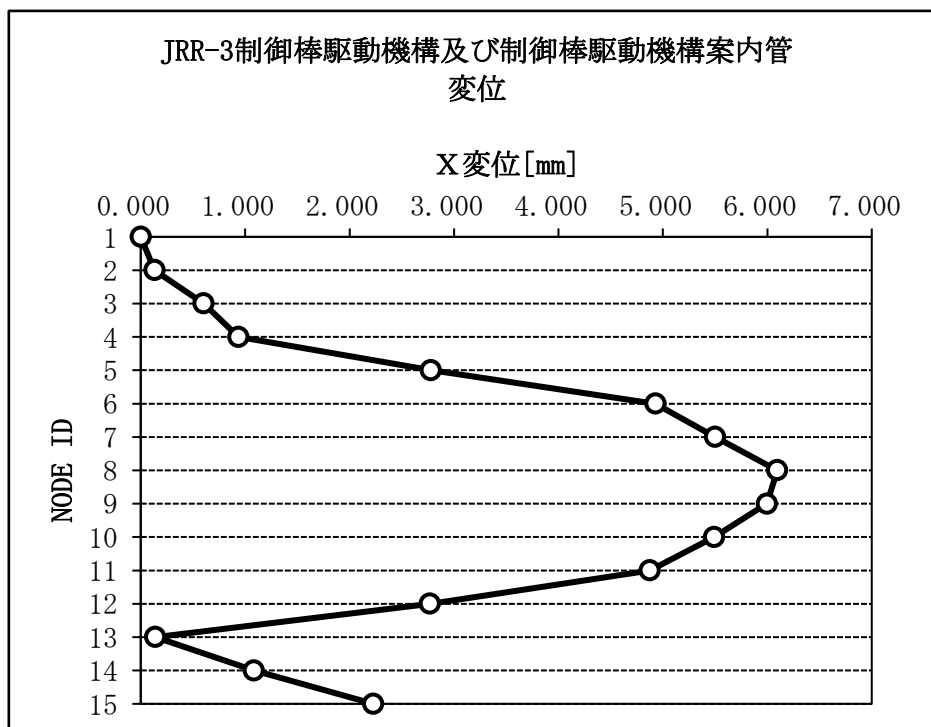
荷重：静的地震力  
制御棒駆動機構および  
制御棒駆動機構案内管

質点	曲げモーメント [N・mm]
1	2.823E+05
2	1.844E+05
3	1.006E+05
4	7.708E+04
5	1.458E+04
6	4.610E+04
7	6.567E+04
8	8.404E+04
9	8.300E+04
10	7.319E+04
11	6.167E+04
12	3.098E+04
13	2.018E+03
14	4.323E+02
15	0

図-3-4-3-2.12 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の曲げモーメント(静的地震力解析)

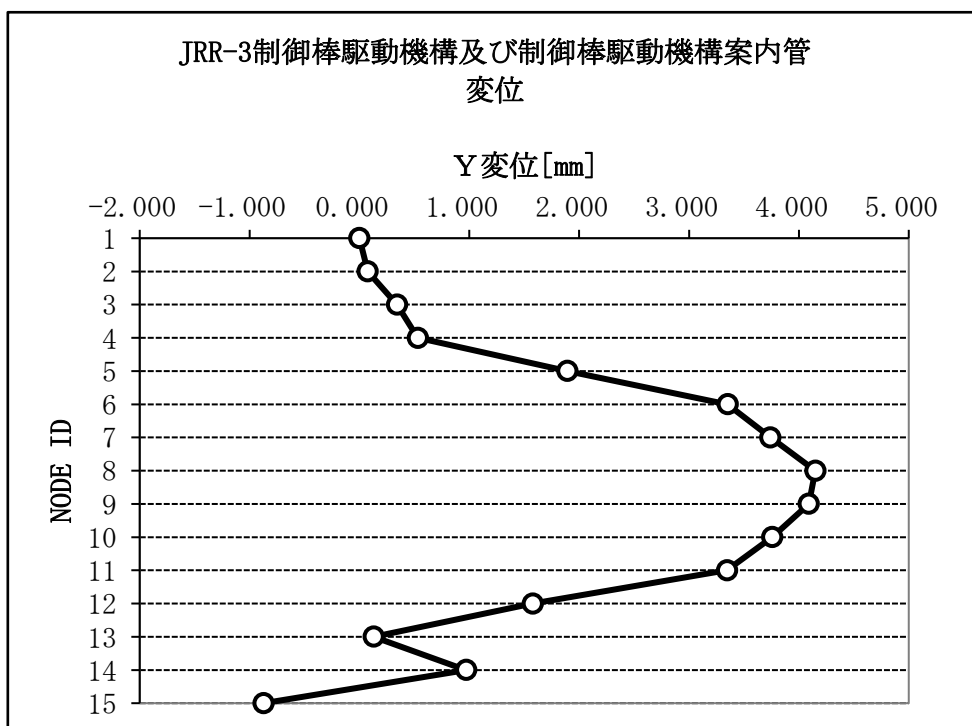
4.4. Ss 地震応答解析結果

地震応答解析結果として、変位、軸力、せん断力及び曲げモーメントの最大を  
 図-3-4-3-2.13 から図-3-4-3-2.18 に示す。



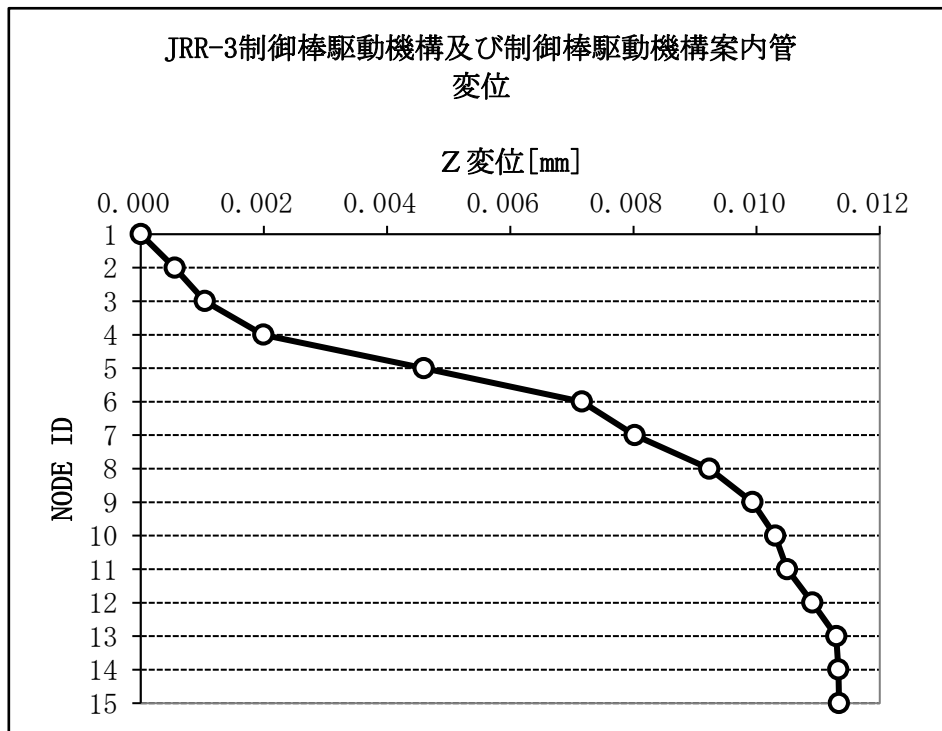
荷重：Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	X変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
3	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93
5	2.77	2.77	2.77	2.77	2.78	2.78
6	4.91	4.91	4.91	4.91	4.93	4.93
7	5.48	5.48	5.48	5.48	5.50	5.50
8	6.07	6.07	6.07	6.07	6.10	6.09
9	5.97	5.97	5.97	5.97	6.00	5.99
10	5.47	5.47	5.47	5.47	5.49	5.49
11	4.85	4.85	4.85	4.85	4.87	4.87
12	2.75	2.75	2.76	2.75	2.77	2.77
13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14
14	1.08	1.08	1.08	1.08	1.07	1.07
15	2.22	2.23	2.22	2.22	2.22	2.22

図-3-4-3-2.13 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のX方向変位量(Ss 地震応答解析)



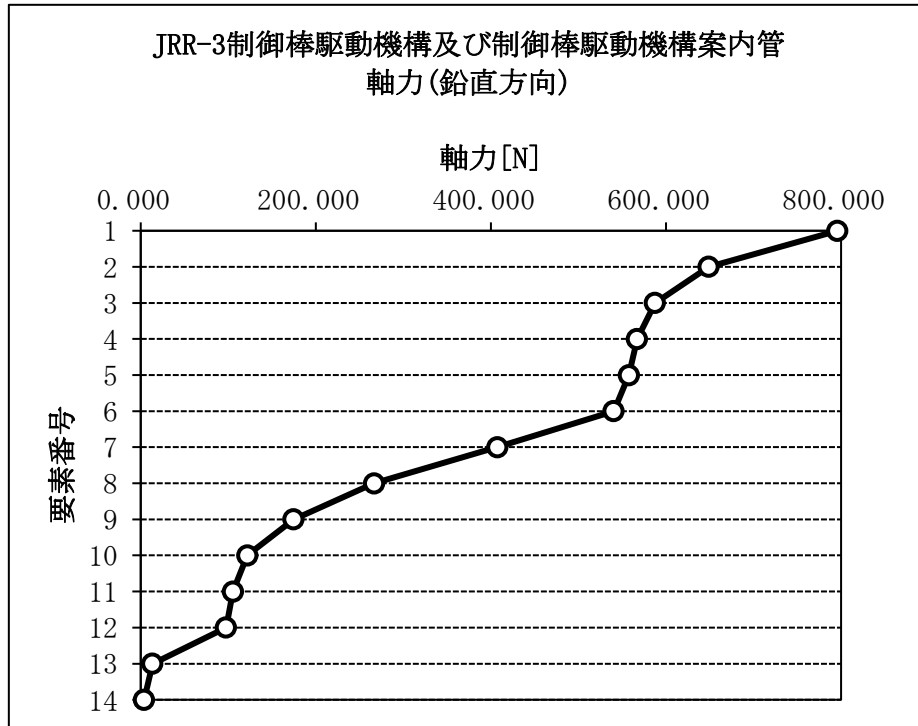
荷重 : Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	Y変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
3	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
4	0.52	0.53	0.52	0.52	0.53	0.52
5	1.84	1.85	1.89	1.88	1.87	1.88
6	3.26	3.28	3.35	3.33	3.32	3.32
7	3.63	3.66	3.74	3.72	3.70	3.70
8	4.03	4.06	4.15	4.13	4.10	4.11
9	3.97	4.00	4.09	4.07	4.04	4.05
10	3.64	3.67	3.76	3.73	3.71	3.72
11	3.23	3.26	3.35	3.32	3.30	3.31
12	1.55	1.58	1.55	1.55	1.58	1.55
13	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
14	0.96	0.97	0.95	0.95	0.97	0.95
15	-0.87	-0.87	-0.88	-0.88	-0.88	-0.87

図-3-4-3-2.14 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のY方向変位量(Ss 地震応答解析)



荷重 : Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	Z 変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

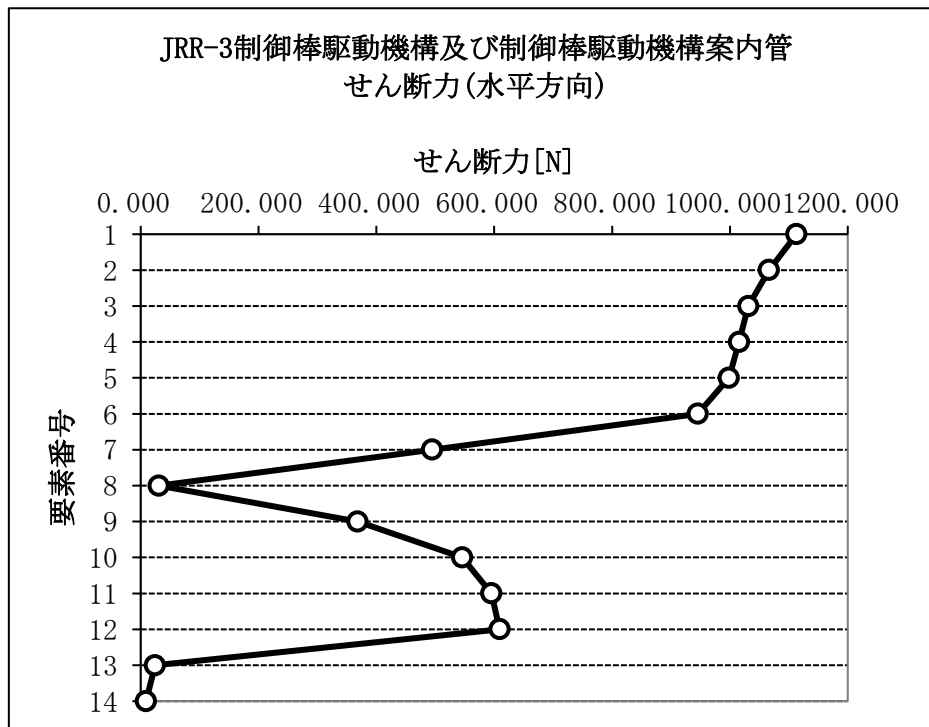
図-3-4-3-2.15 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のZ方向変位量(Ss 地震応答解析)



荷重 : Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
要素	軸力 [N]					
1	795	796	796	796	796	795
2	648	649	649	649	649	648
3	587	587	588	588	587	587
4	567	567	567	567	567	567
5	557	557	558	558	557	557
6	540	540	540	540	540	540
7	407	407	407	407	407	407
8	266	267	267	267	267	266
9	174	175	175	175	175	174
10	122	122	122	122	122	122
11	105	105	105	105	105	105
12	97	97	98	98	97	97
13	13	13	13	13	13	13
14	4	4	4	4	4	4

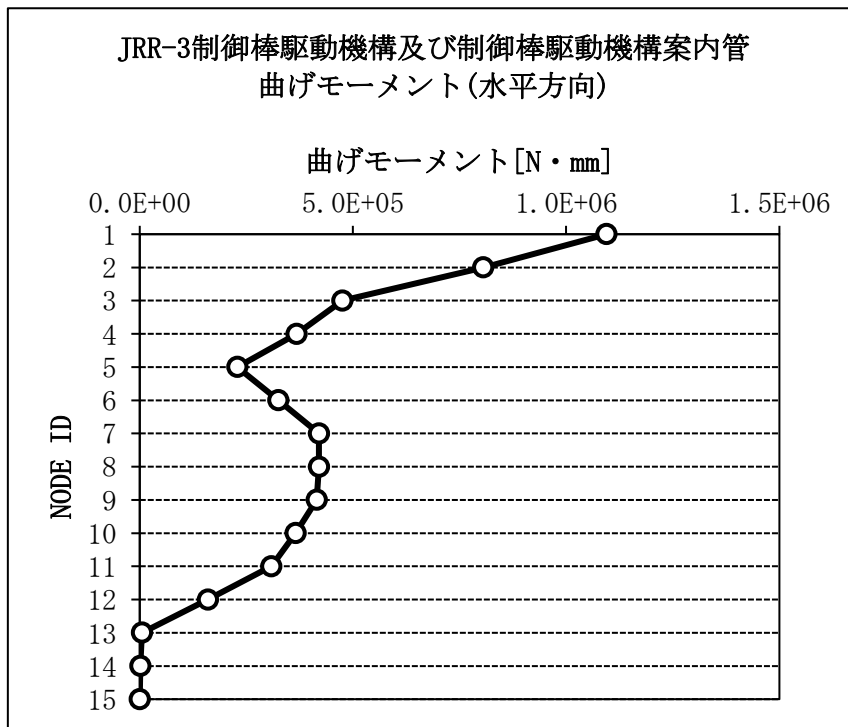
図-3-4-3-2.16 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の軸力(Ss 地震応答解析)





荷重 : Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
要素	せん断力[N]					
1	1110	1112	1108	1109	1113	1110
2	1061	1065	1059	1060	1066	1062
3	1025	1029	1024	1024	1031	1027
4	1010	1014	1008	1009	1016	1011
5	993	996	991	992	998	994
6	940	944	939	939	945	941
7	492	494	491	491	495	492
8	31	31	31	31	31	31
9	366	367	365	365	368	366
10	542	545	542	542	546	543
11	592	594	591	591	595	592
12	606	608	605	605	609	606
13	24	24	24	24	24	24
14	9	9	9	9	9	9

図-3-4-3-2.17 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のせん断力(Ss 地震応答解析)

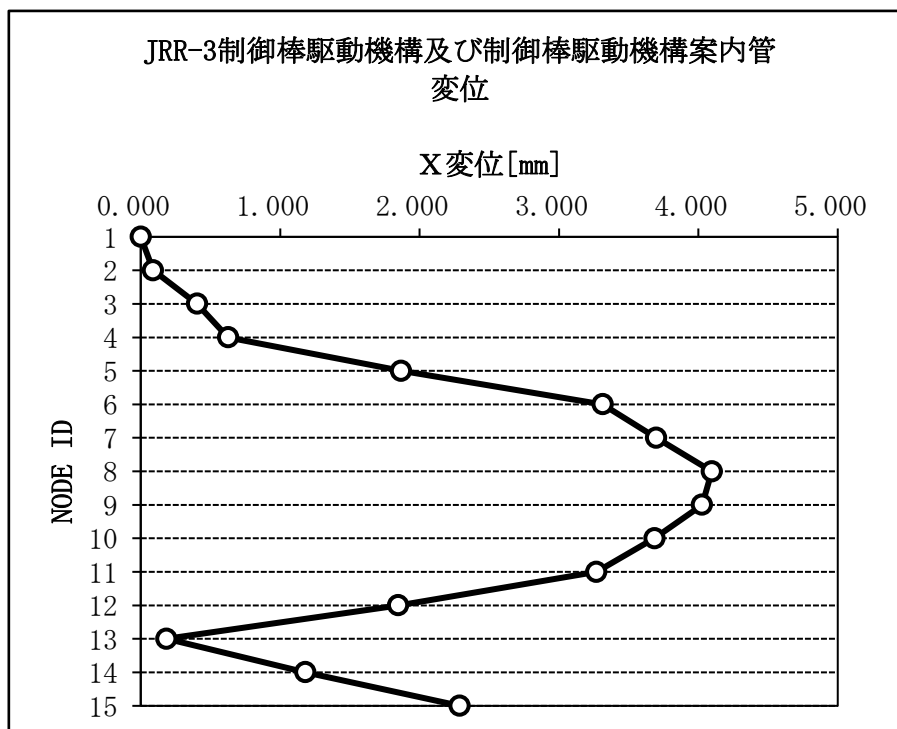


荷重 : Ss 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	曲げモーメント [N・mm]					
1	1.089 × 10 <sup>6</sup>	1.093 × 10 <sup>6</sup>	1.087 × 10 <sup>6</sup>	1.088 × 10 <sup>6</sup>	1.095 × 10 <sup>6</sup>	1.090 × 10 <sup>6</sup>
2	8.014 × 10 <sup>5</sup>	8.044 × 10 <sup>5</sup>	8.003 × 10 <sup>5</sup>	8.006 × 10 <sup>5</sup>	8.060 × 10 <sup>5</sup>	8.023 × 10 <sup>5</sup>
3	4.726 × 10 <sup>5</sup>	4.744 × 10 <sup>5</sup>	4.720 × 10 <sup>5</sup>	4.721 × 10 <sup>5</sup>	4.754 × 10 <sup>5</sup>	4.732 × 10 <sup>5</sup>
4	3.659 × 10 <sup>5</sup>	3.673 × 10 <sup>5</sup>	3.655 × 10 <sup>5</sup>	3.656 × 10 <sup>5</sup>	3.681 × 10 <sup>5</sup>	3.665 × 10 <sup>5</sup>
5	2.278 × 10 <sup>5</sup>	2.286 × 10 <sup>5</sup>	2.274 × 10 <sup>5</sup>	2.275 × 10 <sup>5</sup>	2.290 × 10 <sup>5</sup>	2.279 × 10 <sup>5</sup>
6	3.237 × 10 <sup>5</sup>	3.249 × 10 <sup>5</sup>	3.231 × 10 <sup>5</sup>	3.233 × 10 <sup>5</sup>	3.254 × 10 <sup>5</sup>	3.239 × 10 <sup>5</sup>
7	4.181 × 10 <sup>5</sup>	4.197 × 10 <sup>5</sup>	4.174 × 10 <sup>5</sup>	4.176 × 10 <sup>5</sup>	4.204 × 10 <sup>5</sup>	4.184 × 10 <sup>5</sup>
8	4.181 × 10 <sup>5</sup>	4.197 × 10 <sup>5</sup>	4.174 × 10 <sup>5</sup>	4.176 × 10 <sup>5</sup>	4.204 × 10 <sup>5</sup>	4.184 × 10 <sup>5</sup>
9	4.129 × 10 <sup>5</sup>	4.145 × 10 <sup>5</sup>	4.123 × 10 <sup>5</sup>	4.124 × 10 <sup>5</sup>	4.152 × 10 <sup>5</sup>	4.133 × 10 <sup>5</sup>
10	3.635 × 10 <sup>5</sup>	3.649 × 10 <sup>5</sup>	3.630 × 10 <sup>5</sup>	3.631 × 10 <sup>5</sup>	3.655 × 10 <sup>5</sup>	3.638 × 10 <sup>5</sup>
11	3.071 × 10 <sup>5</sup>	3.083 × 10 <sup>5</sup>	3.066 × 10 <sup>5</sup>	3.068 × 10 <sup>5</sup>	3.088 × 10 <sup>5</sup>	3.074 × 10 <sup>5</sup>
12	1.591 × 10 <sup>5</sup>	1.597 × 10 <sup>5</sup>	1.589 × 10 <sup>5</sup>	1.589 × 10 <sup>5</sup>	1.600 × 10 <sup>5</sup>	1.593 × 10 <sup>5</sup>
13	5.185 × 10 <sup>3</sup>	5.184 × 10 <sup>3</sup>	5.242 × 10 <sup>3</sup>	5.236 × 10 <sup>3</sup>	5.237 × 10 <sup>3</sup>	5.249 × 10 <sup>3</sup>
14	1.360 × 10 <sup>3</sup>	1.366 × 10 <sup>3</sup>	1.360 × 10 <sup>3</sup>	1.361 × 10 <sup>3</sup>	1.364 × 10 <sup>3</sup>	1.358 × 10 <sup>3</sup>
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

図-3-4-3-2.18 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の曲げモーメント  
(Ss 地震応答解析)

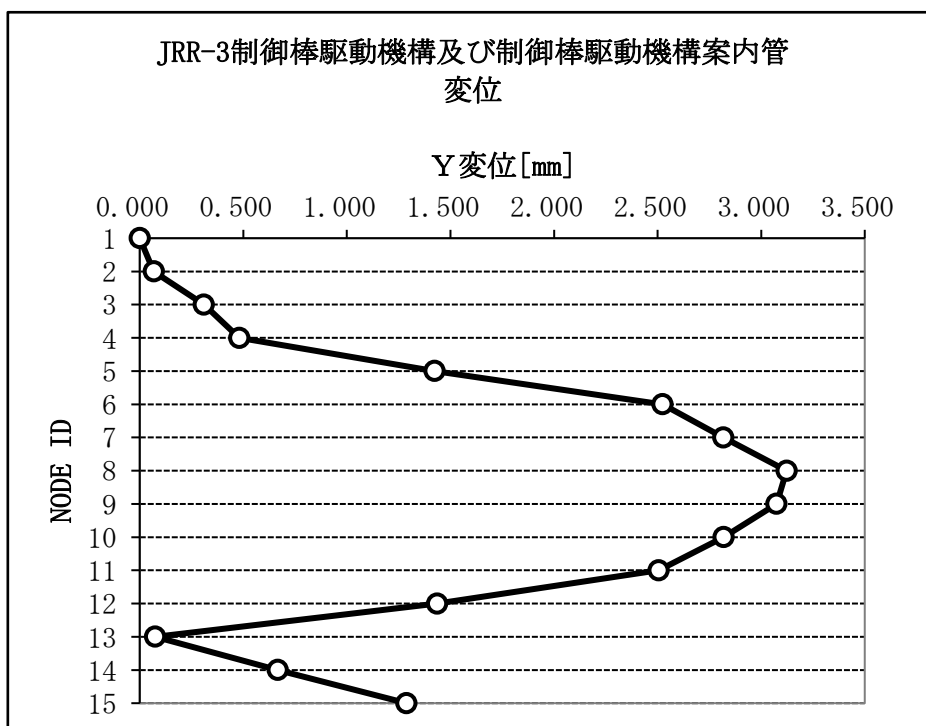
4.5. Sd 地震応答解析結果

地震応答解析結果として、変位、軸力、せん断力及び曲げモーメントの最大を図-3-4-3-2.19 から図 3-4-3-2.24 に示す。



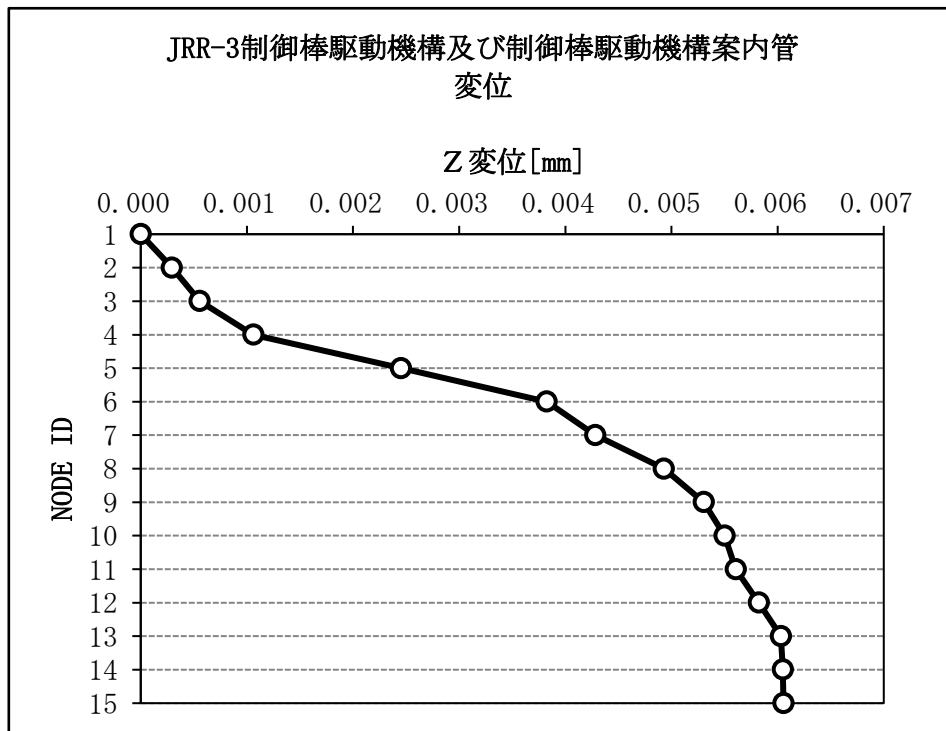
荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	X 変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
3	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
4	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
5	1.86	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87
6	3.29	3.30	3.30	3.29	3.32	3.32
7	3.67	3.68	3.68	3.67	3.70	3.70
8	4.07	4.08	4.08	4.07	4.10	4.10
9	4.00	4.01	4.01	4.00	4.03	4.03
10	3.66	3.67	3.67	3.66	3.69	3.69
11	3.25	3.25	3.25	3.25	3.27	3.27
12	1.84	1.84	1.84	1.84	1.85	1.85
13	0.16	0.15	0.17	0.16	0.17	0.19
14	1.18	1.18	0.85	1.18	1.19	0.85
15	2.28	2.29	2.28	2.28	2.29	2.29

図-3-4-3-2.19 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の X 方向変位量 (Sd 地震応答解析)



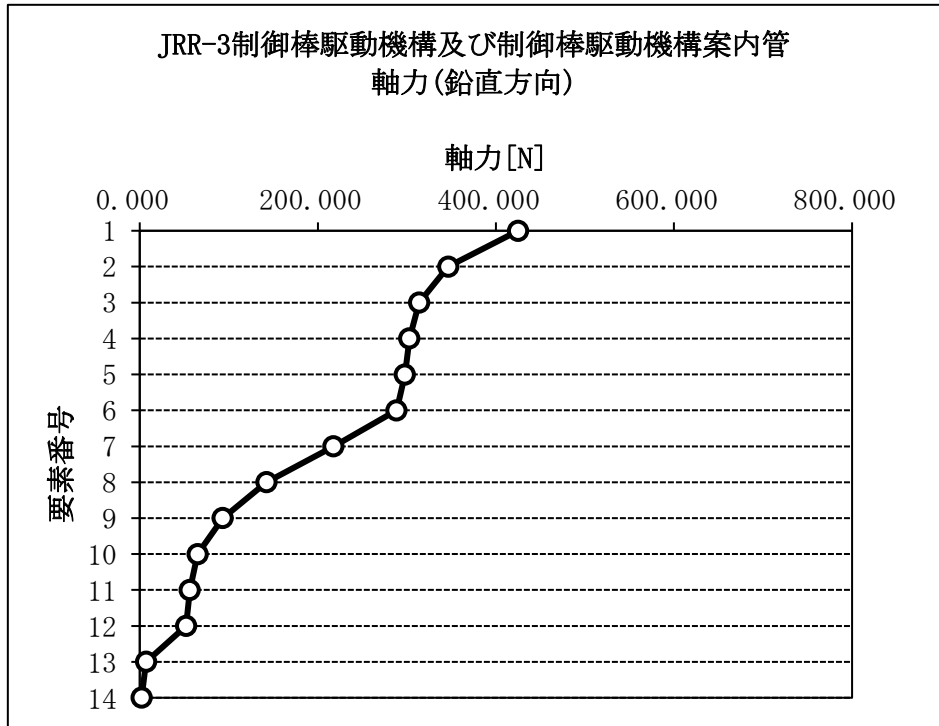
荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	Y変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
3	0.31	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31
4	0.47	0.48	0.49	0.48	0.48	0.48
5	1.39	1.40	1.43	1.42	1.42	1.42
6	2.46	2.48	2.53	2.52	2.50	2.51
7	2.74	2.76	2.82	2.81	2.79	2.80
8	3.04	3.06	3.13	3.11	3.10	3.10
9	2.99	3.01	3.08	3.06	3.05	3.05
10	2.74	2.76	2.82	2.81	2.79	2.80
11	2.43	2.45	2.51	2.50	2.48	2.48
12	1.39	1.40	1.44	1.43	1.42	1.42
13	-0.06	-0.07	0.08	0.08	-0.08	0.07
14	0.66	0.67	0.66	0.66	0.67	0.66
15	1.28	1.29	1.27	1.27	1.29	1.27

図-3-4-3-2.20 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のY方向変位量(Sd地震応答解析)



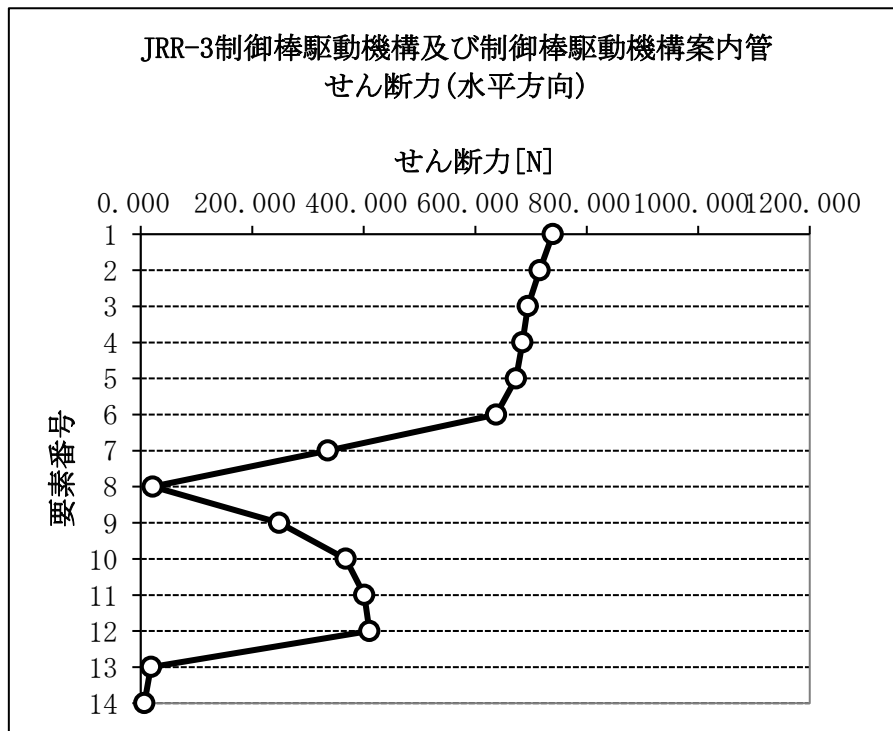
荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	Z 変位 [mm]					
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

図-3-4-3-2.21 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のZ方向変位量(Sd地震応答解析)



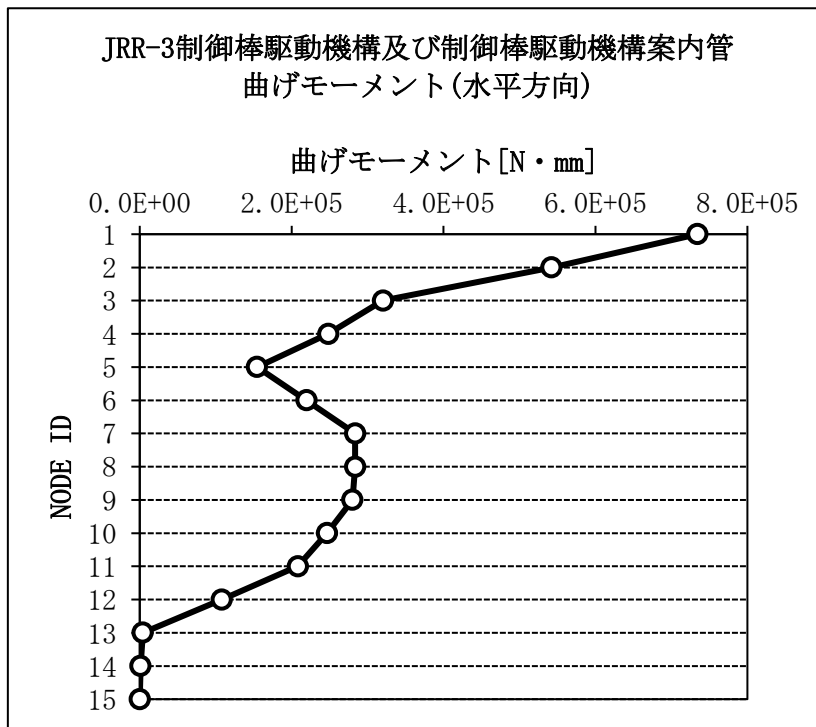
荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
要素	軸力 [N]					
1	425	425	425	425	425	424
2	346	346	347	346	346	346
3	313	314	314	314	313	313
4	302	303	303	303	302	302
5	297	298	298	298	297	297
6	288	288	289	288	288	288
7	217	217	218	218	217	217
8	142	142	142	142	142	142
9	93	93	93	93	93	93
10	65	65	65	65	65	65
11	56	56	56	56	56	56
12	52	52	52	52	52	52
13	7	7	7	7	7	7
14	2	2	2	2	2	2

図-3-4-3-2.22 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の軸力(Sd 地震応答解析)



荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
要素	せん断力[N]					
1	733	736	732	732	739	736
2	709	713	709	709	715	713
3	688	691	688	688	694	691
4	679	682	678	678	685	682
5	667	670	667	667	673	670
6	633	635	632	632	637	635
7	333	334	333	333	335	334
8	21	21	21	21	21	21
9	246	247	246	246	248	247
10	365	366	364	364	368	366
11	398	400	397	397	401	399
12	407	409	406	406	410	408
13	18	18	18	18	18	18
14	6	6	7	7	7	7

図-3-4-3-2.23 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管のせん断力(Sd 地震応答解析)



荷重 : Sd 地震動						
制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管						
質点	曲げモーメント [N・mm]					
1	7.279 × 10 <sup>5</sup>	7.312 × 10 <sup>5</sup>	7.275 × 10 <sup>5</sup>	7.272 × 10 <sup>5</sup>	7.342 × 10 <sup>5</sup>	7.312 × 10 <sup>5</sup>
2	5.374 × 10 <sup>5</sup>	5.399 × 10 <sup>5</sup>	5.372 × 10 <sup>5</sup>	5.369 × 10 <sup>5</sup>	5.421 × 10 <sup>5</sup>	5.399 × 10 <sup>5</sup>
3	3.175 × 10 <sup>5</sup>	3.190 × 10 <sup>5</sup>	3.174 × 10 <sup>5</sup>	3.172 × 10 <sup>5</sup>	3.203 × 10 <sup>5</sup>	3.190 × 10 <sup>5</sup>
4	2.460 × 10 <sup>5</sup>	2.471 × 10 <sup>5</sup>	2.458 × 10 <sup>5</sup>	2.458 × 10 <sup>5</sup>	2.481 × 10 <sup>5</sup>	2.471 × 10 <sup>5</sup>
5	1.532 × 10 <sup>5</sup>	1.539 × 10 <sup>5</sup>	1.530 × 10 <sup>5</sup>	1.530 × 10 <sup>5</sup>	1.544 × 10 <sup>5</sup>	1.538 × 10 <sup>5</sup>
6	2.177 × 10 <sup>5</sup>	2.186 × 10 <sup>5</sup>	2.174 × 10 <sup>5</sup>	2.174 × 10 <sup>5</sup>	2.195 × 10 <sup>5</sup>	2.186 × 10 <sup>5</sup>
7	2.813 × 10 <sup>5</sup>	2.824 × 10 <sup>5</sup>	2.809 × 10 <sup>5</sup>	2.810 × 10 <sup>5</sup>	2.835 × 10 <sup>5</sup>	2.823 × 10 <sup>5</sup>
8	2.813 × 10 <sup>5</sup>	2.824 × 10 <sup>5</sup>	2.809 × 10 <sup>5</sup>	2.810 × 10 <sup>5</sup>	2.835 × 10 <sup>5</sup>	2.823 × 10 <sup>5</sup>
9	2.780 × 10 <sup>5</sup>	2.791 × 10 <sup>5</sup>	2.776 × 10 <sup>5</sup>	2.776 × 10 <sup>5</sup>	2.800 × 10 <sup>5</sup>	2.788 × 10 <sup>5</sup>
10	2.447 × 10 <sup>5</sup>	2.457 × 10 <sup>5</sup>	2.444 × 10 <sup>5</sup>	2.444 × 10 <sup>5</sup>	2.465 × 10 <sup>5</sup>	2.454 × 10 <sup>5</sup>
11	2.068 × 10 <sup>5</sup>	2.076 × 10 <sup>5</sup>	2.066 × 10 <sup>5</sup>	2.066 × 10 <sup>5</sup>	2.082 × 10 <sup>5</sup>	2.073 × 10 <sup>5</sup>
12	1.074 × 10 <sup>5</sup>	1.078 × 10 <sup>5</sup>	1.073 × 10 <sup>5</sup>	1.073 × 10 <sup>5</sup>	1.081 × 10 <sup>5</sup>	1.077 × 10 <sup>5</sup>
13	3.955 × 10 <sup>3</sup>	3.954 × 10 <sup>3</sup>	3.982 × 10 <sup>3</sup>	3.982 × 10 <sup>3</sup>	3.983 × 10 <sup>3</sup>	3.986 × 10 <sup>3</sup>
14	9.840 × 10 <sup>2</sup>	9.840 × 10 <sup>2</sup>	9.920 × 10 <sup>2</sup>	9.920 × 10 <sup>2</sup>	9.920 × 10 <sup>2</sup>	9.930 × 10 <sup>2</sup>
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

図-3-4-3-2.24 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の曲げモーメント  
(Sd 地震応答解析)



3 - 4 - 3 - 3. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機  
構案内管の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-3-3-1
1.1. 計算条件	添 3-4-3-3-1
1.2. 設計降伏点、設計引張強さ及び設計応力強さ	添 3-4-3-3-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-3-3-2
2. 計算方法	添 3-4-3-3-8
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-3-3-8
2.1.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の固有周期の 計算方法(多質点系振動モデル)	添 3-4-3-3-8
2.1.2. 支持構造物の固有周期の計算方法(1 質点系振動モデル)	添 3-4-3-3-8
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-3-3-11
2.2.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の応力計算方法	添 3-4-3-3-11
2.2.2. 支持構造物の応力計算方法	添 3-4-3-3-21
3. 評価方法	添 3-4-3-3-24
3.1. 解析方法	添 3-4-3-3-24
3.2. 応力の評価	添 3-4-3-3-24
3.2.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の応力評価	添 3-4-3-3-24
3.2.2. 支持構造物の応力評価	添 3-4-3-3-27
4. 設計条件	添 3-4-3-3-28
4.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管	添 3-4-3-3-28
4.2. 支持構造物	添 3-4-3-3-30
5. 機器要目	添 3-4-3-3-31
5.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管	添 3-4-3-3-31
5.2. 支持構造物	添 3-4-3-3-32
6. 計算数値	添 3-4-3-3-33
6.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の計算数値	添 3-4-3-3-33
6.1.1. 着座器胴に生じる応力	添 3-4-3-3-33
6.1.2. 上部仕切弁に生じる応力	添 3-4-3-3-34
6.1.3. プランジャ案内管(溶接部)に生じる応力	添 3-4-3-3-34
6.1.4. プランジャ案内管に生じる応力	添 3-4-3-3-35
6.1.5. 据付ボルトに生じる応力	添 3-4-3-3-36
6.1.6. プランジャ案内管取付ボルトに生じる応力	添 3-4-3-3-36
6.2. 支持構造物	添 3-4-3-3-37
6.2.1. 筋かいに生じる応力	添 3-4-3-3-37
6.2.2. 支柱に生じる応力	添 3-4-3-3-37
6.2.3. 基礎ボルトに生じる応力	添 3-4-3-3-37
7. 結論	添 3-4-3-3-38
7.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管	添 3-4-3-3-38
7.2. 支持構造物	添 3-4-3-3-40

## 1. 一般事項

本計算書は、制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管は、上部を据付ボルトにより下部遮蔽体に固定されているものとする。
- (2) 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管は、下部を耐震支持構造物に支持されており、耐震支持構造物は炉下室天井に固定されているものとする。
- (3) 地震力は、制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管に対して、水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (4) 動的地震力 ( $S_s, S_d$ ) 及び静的地震力に対して評価を行う。

### 1.2. 設計降伏点、設計引張強さ及び設計応力強さ

本計算書で使用する材料の最高使用温度における設計降伏点、設計引張強さ及び設計応力強さを以下に示す。

材質名		設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計応力強さ $S_m$ (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304	40°C	205	520	-
	43°C	203	515	-
SUS304L	40°C	175	480	-
	43°C	173	475	-
SS400	40°C	235	400	-

### 1. 3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_1$	着座器胴の断面積の2分の1	$\text{mm}^2$
$A_2$	上部仕切弁出入口部の弁箱の断面積	$\text{mm}^2$
$A_{ba}$	据付ボルトの断面積	$\text{mm}^2$
$A_{bb}$	プランジャ案内管取付けボルトの断面積	$\text{mm}^2$
$A_i$	筋かいの断面積	$\text{mm}^2$
$A_j$	支柱の断面積	$\text{mm}^2$
$A_{bc}$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$
$B$	隣接する支柱間の長さ	$\text{mm}$
$b$	ガスケット座の有効幅	$\text{mm}$
$b_1$	支柱の断面寸法	$\text{mm}$
$b_2$	支柱の断面寸法	$\text{mm}$
$C_b$	配管反力による曲げ応力に対する応力係数	—
$C_H$	支持構造物の水平方向設計震度	—
$C_V$	支持構造物の鉛直方向設計震度	—
$D_{vo}$	上部仕切弁の出入口部の弁箱の外径	$\text{mm}$
$D_{vi}$	上部仕切弁の出入口部の弁箱の内径	$\text{mm}$
$D_{so1}$	着座器胴(下)の外径	$\text{mm}$
$D_{si1}$	着座器胴(下)の内径	$\text{mm}$
$D_{so2}$	着座器胴(上)の外径	$\text{mm}$
$D_{si2}$	着座器胴(上)の内径	$\text{mm}$
$D_{wi}$	プランジャ案内管(溶接部)のプランジャ案内管の内径	$\text{mm}$
$D_{pi}$	プランジャ案内管の内径	$\text{mm}$
$D_{pa}$	据付ボルトのピッチ円直径	$\text{mm}$
$D_{pb}$	プランジャ案内管取付ボルトのピッチ円直径	$\text{mm}$
$D_g$	プランジャ案内管取付ボルト部のガスケットの外径	$\text{mm}$
$d_{ba}$	据付ボルトの径	$\text{mm}$
$d_{bb}$	プランジャ案内管取付ボルトの径	$\text{mm}$
$e_a$	据付ボルトの中立軸からの最大距離	$\text{mm}$
$e_b$	プランジャ案内管取付ボルトの中立軸からの距離	$\text{mm}$
$E$	筋かい及び支柱の縦弾性係数	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F$	JSME SSB-3121.1 に定める値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F^*$	JSME SSB-3121.3 に定める値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F_0$	支柱に作用するせん断力	$\text{N}$

記号	記号の説明	単位
$f_{sb}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	$N/mm^2$
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	$N/mm^2$
$f_{t0}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	$N/mm^2$
$f_{ta}$	筋かい及び支柱の許容引張応力	$N/mm^2$
$G$	据付ボルト部のガスケット面中心径	mm
$g$	重力加速度(=9.80665)	$m/s^2$
$H_s$	着座器胴に作用するせん断力	N
$H_w$	プランジャ案内管(溶接部)に作用するせん断力	N
$H_p$	プランジャ案内管に作用するせん断力	N
$H_a$	据付ボルトに作用するせん断力	N
$H_b$	プランジャ案内管取付ボルトに作用するせん断力	N
$h$	支柱の長さ	mm
$h_1$	支柱の断面寸法	mm
$h_2$	支柱の断面寸法	mm
$I_a$	据付ボルト1本の断面二次モーメント	$mm^4$
$I_b$	プランジャ案内管取付ボルト1本の断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{ba}$	据付ボルト全数の断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{bb}$	プランジャ案内管取付ボルト全数の断面二次モーメント	$mm^4$
$I_j$	支柱の断面二次モーメント	$mm^4$
$i$	モーメント荷重に対する溶接部の応力係数	—
$K$	モーメント荷重に対する溶接部の係数	—
$K_b$	一組の筋かいのばね定数	$N/mm$
$K_s$	支持構造物の水平方向のばね定数	$N/mm$
$K_p$	支柱1本当たりのばね定数	$N/mm$
$K_v$	支持構造物の鉛直方向のばね定数	$N/mm$
$\ell$	筋かいの長さ	mm
$m$	ガスケット係数	—
$M_s$	着座器胴に作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_w$	プランジャ案内管(溶接部)に作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_p$	プランジャ案内管に作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_a$	据付ボルトに作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_b$	プランジャ案内管取付ボルトに作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M$	支柱の任意の位置に作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$

記号	記号の説明	単位
$M_0$	支柱に作用する曲げモーメント	$N \cdot mm$
$n_a$	据付ボルトの本数	—
$n_b$	プランジャ案内管取付ボルトの本数	—
$n_j$	支柱の本数	—
$n_c$	一本の支柱の基礎ボルトの本数	—
$N$	支柱構造物下端に作用する任意の鉛直力	$N$
$P$	最高使用圧力	$MPa$
$P_d$	上部仕切弁の配管反力による軸方向応力	$N/mm^2$
$P_b$	上部仕切弁の配管反力による曲げ応力	$N/mm^2$
$P_t$	上部仕切弁の配管反力によるねじり応力	$N/mm^2$
$Q$	支柱構造物下端に作用する任意の水平力	$N$
$S$	許容引張応力	$N/mm^2$
$S_s$	地震力	—
$S_a$	胴の許容応力	$N/mm^2$
$S_b$	上部仕切弁の許容応力	$N/mm^2$
$S_c$	上部仕切弁の軸力の許容値	$N$
$S_d$	上部仕切弁の曲げモーメントの許容値	$N \cdot mm$
$S_e$	上部仕切弁のねじりモーメントの許容値	$N \cdot mm$
$S_m$	設計応力強さ	$N/mm^2$
$S_u$	設計引張強さ	$N/mm^2$
$S_y$	設計降伏点	$N/mm^2$
$T_H$	水平方向の固有周期	$s$
$T_V$	鉛直方向の固有周期	$s$
$t_{s1}$	着座器胴(下)の厚さ	$mm$
$t_{s2}$	着座器胴(上)の厚さ	$mm$
$t_w$	プランジャ案内管(溶接部)の厚さ	$mm$
$t_p$	プランジャ案内管の厚さ	$mm$
$W_{1a}$	据付ボルトに作用する死荷重	$N$
$W_{1av}$	据付ボルトに作用する鉛直方向地震荷重	$N$
$W_{1b}$	プランジャ案内管取付ボルトに作用する死荷重	$N$
$W_{1bv}$	プランジャ案内管取付ボルトに作用する鉛直方向地震荷重	$N$
$W_{2a}$	据付ボルトに作用する制御棒スクラム時反力	$N$
$W_{2b}$	プランジャ案内管取付ボルトに作用する制御棒スクラム時反力	$N$
$W_{1s}$	着座器胴に作用する死荷重	$N$
$W_{1sv}$	着座器胴に作用する鉛直方向地震荷重	$N$

記号	記号の説明	単位
$W_{1w}$	プランジャ案内管(溶接部)に作用する死荷重	N
$W_{1wv}$	プランジャ案内管(溶接部)に作用する鉛直方向地震荷重	N
$W_{1p}$	プランジャ案内管に作用する死荷重	N
$W_{1pv}$	プランジャ案内管に作用する鉛直方向地震荷重	N
$W_{2s}$	着座器胴に作用する制御棒スクラム時反力	N
$W_{2w}$	プランジャ案内管(溶接部)に作用するスクラム時反力	N
$W_{2p}$	プランジャ案内管に作用するスクラム時反力	N
$W$	支持構造物に作用する死荷重	N
$X_{ia}$	各据付ボルトの中立軸からの距離	mm
$X_{ib}$	各プランジャ案内管取付ボルトの中立軸からの距離	mm
$X$	支柱の支持構造物下端からの任意の距離	mm
$Z_1$	着座器胴(上)の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_2$	上部仕切弁の出入口部の弁箱の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_p$	上部仕切弁の出入口部の弁箱の極断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{ba}$	据付ボルト全体の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{bb}$	プランジャ案内管取付ボルト全体の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_j$	支柱の断面係数	mm <sup>3</sup>
$\sigma_{s\phi}$	内圧により着座器胴に生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w\phi}$	内圧によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{p\phi}$	内圧によりプランジャ案内管に生じる周方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx1}$	内圧により着座器胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{wx1}$	内圧によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{px1}$	内圧によりプランジャ案内管に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx2}$	死荷重により着座器胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{wx2}$	死荷重によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{px2}$	死荷重によりプランジャ案内管に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx3}$	鉛直地震力により着座器胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{wx3}$	鉛直地震力によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{px3}$	鉛直地震力によりプランジャ案内管に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx4}$	水平地震力により着座器胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{wx4}$	水平地震力によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{px4}$	水平地震力によりプランジャ案内管に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sx5}$	制御棒スクラム時反力により着座器胴に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{wx5}$	制御棒スクラム時反力によりプランジャ案内管(溶接部)に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{px5}$	制御棒スクラム時反力によりプランジャ案内管に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_0$	胴の一次一般膜応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0s\phi}$	着座器胴の周方向一次一般膜応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0w\phi}$	プランジャ案内管(溶接部)の周方向一次一般膜応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0p\phi}$	プランジャ案内管の周方向一次一般膜応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0sxc}$	着座器胴の軸方向一次一般膜応力の和(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0wxc}$	プランジャ案内管(溶接部)の軸方向一次一般膜応力の和(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0pxc}$	プランジャ案内管の軸方向一次一般膜応力の和(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0sxt}$	着座器胴の軸方向一次一般膜応力の和(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0wxt}$	プランジャ案内管(溶接部)の軸方向一次一般膜応力の和(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0pxt}$	プランジャ案内管の軸方向一次一般膜応力の和(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0sc}$	着座器胴の組合せ一次一般膜応力(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0wc}$	プランジャ案内管(溶接部)の組合せ一次一般膜応力(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0pc}$	プランジャ案内管の組合せ一次一般膜応力(圧縮側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0st}$	着座器胴の組合せ一次一般膜応力(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0wt}$	プランジャ案内管(溶接部)の組合せ一次一般膜応力(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{0pt}$	プランジャ案内管の組合せ一次一般膜応力(引張側)	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_2$	胴の地震力のみによる一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2s\phi}$	着座器胴の周方向一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2w\phi}$	プランジャ案内管(溶接部)の周方向一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2p\phi}$	プランジャ案内管の周方向一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2sx}$	着座器胴の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2wx}$	プランジャ案内管(溶接部)の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2px}$	プランジャ案内管の軸方向一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2s}$	着座器胴の一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2w}$	プランジャ案内管(溶接部)の一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{2p}$	プランジャ案内管の一次+二次応力の変動値	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_i$	水平地震力により筋かいに生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{jx1}$	死荷重により支柱に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{jx2}$	鉛直地震力により支柱に生じる軸方向応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{jx3}$	水平地震力により支柱に生じる曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{jx}$	支柱の軸方向一次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_j$	せん断応力を同時に受ける支柱の組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>



記号	記号の説明	単位
$\sigma_{ba1}$	内圧により据付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bb1}$	内圧によりプランジャ案内管取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ba2}$	死荷重により据付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bb2}$	死荷重によりプランジャ案内管取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ba3}$	鉛直地震力により据付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bb3}$	鉛直地震力によりプランジャ案内管取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ba4}$	水平地震力により据付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bb4}$	水平地震力によりプランジャ案内管取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ba5}$	制御棒スクラム時反力により据付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bb5}$	制御棒スクラム時反力によりプランジャ案内管取付ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bc1}$	死荷重により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bc2}$	鉛直地震力により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bc3}$	水平地震力により基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{Ba}$	据付ボルトの引張応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{Bb}$	プランジャ案内管取付ボルトの引張応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{Bc}$	基礎ボルトの引張応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_s$	水平地震力により着座器胴に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_w$	水平地震力によりプランジャ案内管(溶接部)に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_p$	水平地震力によりプランジャ案内管に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_j$	水平地震力により支柱に生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_B$	ボルトのせん断応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{Ba}$	据付ボルトのせん断応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{Bb}$	プランジャ案内管取付ボルトのせん断応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{Bc}$	基礎ボルトのせん断応力の和	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{ba}$	水平地震力により据付ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{bb}$	水平地震力によりプランジャ案内管取付ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{bc}$	水平地震力により基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\delta$	水平地震力による支持構造物のせん断変位	mm
$\Delta Z$	水平地震力による支柱の曲げ変位	mm
$\pi$	円周率	—

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### 2.1.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の固有周期の計算方法(多質点系振動モデル)

制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の固有周期は「添付書類 3-4-3-2. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の地震応答解析」に示す各質点及び各梁部材の解析データをもとに、剛性マトリックス、質量マトリックスを作り、解析コード MSC/NASTRAN 2005r2 により固有値解析を実施し算出する。

#### 2.1.2. 支持構造物の固有周期の計算方法(1 質点系振動モデル)

##### (1) 計算モデル

支持構造物は、図-3-4-3-3.1 に示すようなせん断剛性に等価なばねに支持された 1 質点系振動モデルとする。

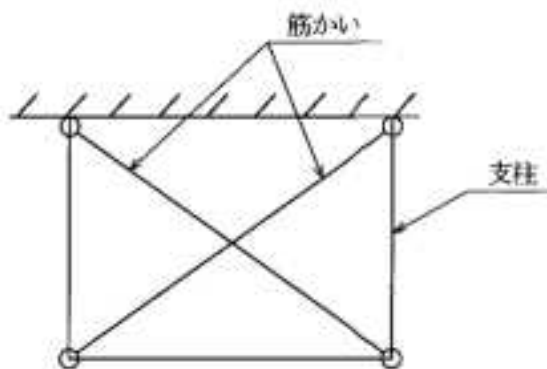


図-3-4-3-3.1 固有周期の計算モデル

##### (2) 水平方向の固有周期

###### a. 仮定

- (a) 支持構造物の剛性は、各支柱間に構成される筋かいの水平剛性を考え、圧縮側の筋かいは考慮しないものとする。
- (b) 変形モードは、筋かいの伸びによるせん断変形を考慮する。
- (c) 支持構造物の筋かい、支柱の各接続部はピン結合とする。
- (d) 支持構造物の重量は、その重量の他に制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の重量を加えたものとする。

b. 固有周期

図-3-4-3-3.2に示すような一組筋かいの下端位置に水平方向の荷重  $Q$  が作用したときに生じるせん断変位  $\delta$  は、次式で求まる。

$$\delta = \frac{Q \cdot \ell^3}{A \cdot E \cdot B^2}$$

従って、一組の筋かいのばね定数  $K_b$  は、次式で求まる。

$$K_b = \frac{Q}{\delta} = \frac{A_i \cdot E \cdot B^2}{\ell^3}$$

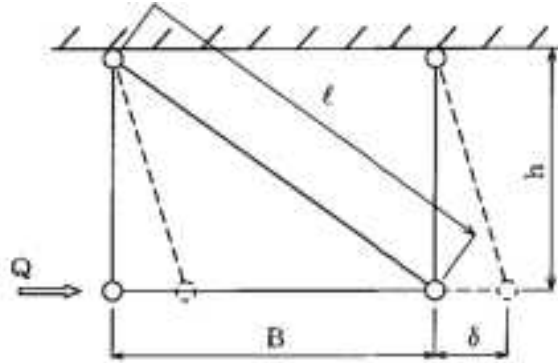


図-3-4-3-3.2 一組の筋かいの変形モデル

支持構造物の底は、本計算書の「4.2 支持構造物」に示す構造から変形しないと仮定できるので、支持構造物の7組の筋かいに対し図-3-4-3-3.3のような振動方向を考えた場合、支持構造物全体の水平方向のばね定数  $K_s$  は、筋かいのばね定数  $K_b$  から次式で求まる。

$$K_s = 3K_b$$

従って、水平方向の固有周期  $T_H$  は次式で求まる。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{W}{1000K_s \cdot g}}$$

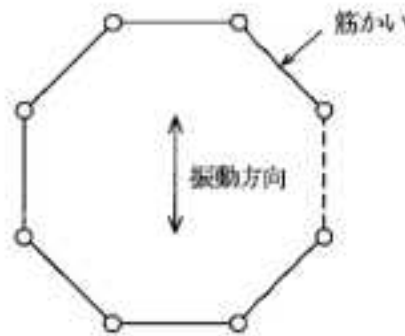


図-3-4-3-3.3 筋かいの配置及び振動方向(平面図)

(3) 鉛直方向の固有周期

a. 仮定

(a) 支持構造物の剛性は、筋かいを考慮しないものとする。

(b) 変形モードは、支柱の伸びによる引張変形を考慮する。

b. 固有周期

一組の筋かいの下端位置に鉛直方向の荷重  $N$  が作用したときに生じる引張変形  $\delta$  は、次式で求まる。

$$\delta = \frac{N \cdot h}{A_j \cdot E}$$

従って、支柱 1 本当りのばね定数  $K_p$  は、次式で求まる。

$$K_p = \frac{N}{\delta} = \frac{A_j \cdot E}{h}$$

支持構造物全体の鉛直方向のばね定数  $K_v$  は、支柱 1 本当りのばね定数  $K_p$  から次式で求まる。

$$K_v = n_j \cdot K_p = \frac{n_j \cdot A_j \cdot E}{h}$$

従って、鉛直方向の固有周期  $T_v$  は次式で求まる。

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{W}{1000K_v \cdot g}}$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の応力計算方法

#### (1) 着座器胴の応力(第3種容器相当)

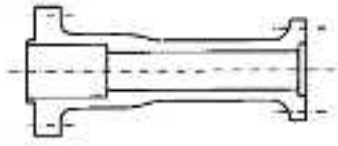


図-3-4-3-3.4 着座器

#### a. 内圧による応力

$$\sigma_{s\phi} = \frac{P(D_{si2} + 1.2t_{s2})}{2t_{s2}}$$

$$\sigma_{sx1} = \frac{P(D_{si2} + 1.2t_{s2})}{4t_{s2}}$$

#### b. 外荷重による応力

(a) 死荷重により生じる応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{sx2} = \frac{W_{1s}}{\pi(D_{si1} + t_{s1})t_{s1}}$$

#### (b) 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{sx3} = \frac{W_{1sv}}{\pi(D_{si1} + t_{s1})t_{s1}}$$

#### (c) 水平地震力による応力

水平地震力により着座器胴は、フランジ接続部で最大になる曲げモーメントを受けるが、上部仕切弁の強度評価との関連から、両者の範囲における曲げモーメントの最大値を適用する。

この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{sx4} = \frac{32D_{so1} \cdot M_s}{\pi(D_{so1}^4 - D_{si1}^4)}$$

$$\tau_s = \frac{2H_s}{\pi(D_{si1} + t_{s1})t_{s1}}$$

#### (d) 制御棒スクラム時反力による応力

$$\sigma_{sx5} = \frac{W_{2s}}{\pi(D_{si1} + t_{s1})t_{s1}}$$

c. 組合せ応力

(1) a. から (1) b. によって算出した着座器胴の応力を以下のように組合せる。

(a) 一次一般膜応力

組合せ引張応力

$$\sigma_{0s\phi} = \sigma_{s\phi}$$

$$\sigma_{0sxt} = \sigma_{sx1} + \sigma_{sx2} + \sigma_{sx3} + \sigma_{sx4} + \sigma_{sx5}$$

$$\sigma_{0st} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0s\phi} + \sigma_{0sxt} + \sqrt{(\sigma_{0s\phi} - \sigma_{0sxt})^2 + 4\tau_s^2} \right\}$$

組合せ圧縮応力

$$\sigma_{0s\phi} = -\sigma_{s\phi}$$

$$\sigma_{0sxc} = -\sigma_{sx1} - \sigma_{sx2} + \sigma_{sx3} + \sigma_{sx4} - \sigma_{sx5}$$

$$\sigma_{0sc} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0s\phi} + \sigma_{0sxc} + \sqrt{(\sigma_{0s\phi} - \sigma_{0sxc})^2 + 4\tau_s^2} \right\}$$

(b) 一次応力

一次応力は、一次一般膜応力と同じになるので省略することができる。

(c) 地震力のみによる一次+二次応力の変動値

$$\sigma_{2s\phi} = 0$$

$$\sigma_{2sx} = \sigma_{sx3} + \sigma_{sx4}$$

$$\sigma_{2s} = \sigma_{2s\phi} + \sigma_{2sx} + \sqrt{(\sigma_{2s\phi} - \sigma_{2sx})^2 + 4\tau_s^2}$$

(2) 上部仕切弁の応力(第3種弁相当)

上部仕切弁は、第3種弁の耐震計算のうちバルブの肉厚が接続配管と同等の場合と見なし JSME VVB-3330 の評価を行う。

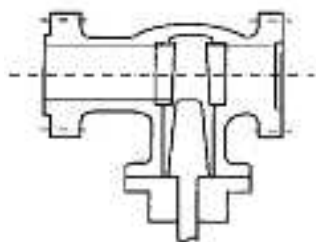


図-3-4-3-3.5 上部仕切弁

$$P_d = \frac{A_1 \cdot S_y}{A_2} \dots\dots\dots (i)$$

$$P_b = \frac{C_b \cdot Z_1 \cdot S_y}{Z_2} \dots\dots\dots (ii)$$

$$P_t = \frac{2Z_1 \cdot S_y}{Z_p} \dots\dots\dots (iii)$$

ここで

$$A_1 = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\pi}{4} (D_{so2}^2 - D_{si2}^2) \right\}$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} (D_{vo}^2 - D_{vi}^2)$$

$$Z_1 = \frac{\pi (D_{so2}^4 - D_{si2}^4)}{32 D_{so2}}$$

$$Z_2 = \frac{\pi (D_{vo}^4 - D_{vi}^4)}{32 D_{vo}}$$

$$Z_p = \frac{\pi (D_{vo}^4 - D_{vi}^4)}{16 D_{vo}}$$

なお、式(i)から(iii)の $S_y$ は上部仕切弁の接続管(=着座器)の260℃における降伏点である。

- (3) プランジャ案内管 (溶接部) の応力 (第 3 種容器相当)

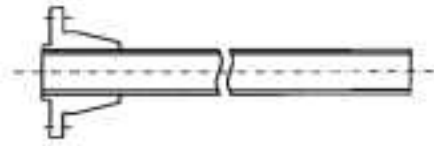


図-3-4-3-3.6 プランジャ案内管

- a. 内圧による応力

$$\sigma_{w\phi} = \frac{P(D_{wi} + 1.2t_w)}{2t_w}$$

$$\sigma_{wx1} = \frac{P(D_{wi} + 1.2t_w)}{4t_w}$$

- b. 外荷重による応力

- (a) 死荷重により生じる応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{wx2} = \frac{W_{1w}}{\pi(D_{wi} + t_w)t_w}$$

- (b) 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{wx3} = \frac{W_{1wv}}{\pi(D_{wi} + t_w)t_w}$$

- (c) 水平地震力による応力

水平地震力によりプランジャ案内管 (溶接部) は、曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{wx4} = \frac{4M_w \cdot K}{\pi(D_{wi} + t_w)^2 t_w}$$

ここで、

$$K = 0.75i$$

$$\tau_w = \frac{2H_w}{\pi(D_{wi} + t_w)t_w}$$

- (d) 制御棒スクラム時反力による応力

$$\sigma_{wx5} = \frac{W_{2w}}{\pi(D_{wi} + t_w)t_w}$$



c. 組合せ応力

(3)a. から(3)b. によって算出したプランジヤ案内管(溶接部)の応力を以下のよう  
に組合せる。

(a) 一次一般膜応力

組合せ引張応力

$$\sigma_{0w\phi} = \sigma_{w\phi}$$

$$\sigma_{0wxt} = \sigma_{wx1} + \sigma_{wx2} + \sigma_{wx3} + \sigma_{wx4} + \sigma_{wx5}$$

$$\sigma_{0wt} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0w\phi} + \sigma_{0wxt} + \sqrt{(\sigma_{0w\phi} - \sigma_{0wxt})^2 + 4\tau_w^2} \right\}$$

組合せ圧縮応力

$$\sigma_{0w\phi} = -\sigma_{w\phi}$$

$$\sigma_{0wxc} = -\sigma_{wx1} - \sigma_{wx2} + \sigma_{wx3} + \sigma_{wx4} - \sigma_{wx5}$$

$$\sigma_{0wc} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0w\phi} + \sigma_{0wxc} + \sqrt{(\sigma_{0w\phi} - \sigma_{0wxc})^2 + 4\tau_w^2} \right\}$$

(b) 一次応力

一次応力は、一次一般膜応力と同じになるので省略することができる。

(c) 地震力のみによる一次+二次応力の変動値

$$\sigma_{2w\phi} = 0$$

$$\sigma_{2wx} = \sigma_{wx3} + \sigma_{wx4}$$

$$\sigma_{2w} = \sigma_{2w\phi} + \sigma_{2wx} + \sqrt{(\sigma_{2w\phi} - \sigma_{2wx})^2 + 4\tau_w^2}$$

(4) プランジヤ案内管の応力(第3種容器相当)

a. 内圧による応力

$$\sigma_{p\phi} = \frac{P(D_{pi} + 1.2t_p)}{2t_p}$$

$$\sigma_{px1} = \frac{P(D_{pi} + 1.2t_p)}{4t_p}$$

b. 外荷重による応力

(a) 死荷重により生じる応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{px2} = \frac{W_{1p}}{\pi(D_{pi} + t_p)t_p}$$

(b) 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{px3} = \frac{W_{1pv}}{\pi(D_{pi} + t_p)t_p}$$

(c) 水平地震力による応力

水平地震力によりプランジヤ案内管は、そのほぼ中央部で最大になる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{px4} = \frac{4M_p}{\pi(D_{pi} + t_p)^2 t_p}$$

$$\tau_p = \frac{2H_p}{\pi(D_{pi} + t_p)t_p}$$

(d) 制御棒スクラム時反力による応力

$$\sigma_{px5} = \frac{W_{2p}}{\pi(D_{pi} + t_p)t_p}$$

c. 組合せ応力

(4)a. から(4)b. によって算出したプランジヤ案内管の応力を以下のように組合せる。

(a) 一次一般膜応力

組合せ引張応力

$$\sigma_{0p\phi} = \sigma_{p\phi}$$

$$\sigma_{0pxt} = \sigma_{px1} + \sigma_{px2} + \sigma_{px3} + \sigma_{px4} + \sigma_{px5}$$

$$\sigma_{0pt} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0p\phi} + \sigma_{0pxt} + \sqrt{(\sigma_{0p\phi} - \sigma_{0pxt})^2 + 4\tau_p^2} \right\}$$

組合せ圧縮応力

$$\sigma_{0p\phi} = -\sigma_{p\phi}$$

$$\sigma_{0pxc} = -\sigma_{px1} - \sigma_{px2} + \sigma_{px3} + \sigma_{px4} - \sigma_{px5}$$

$$\sigma_{0pc} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{0p\phi} + \sigma_{0pxc} + \sqrt{(\sigma_{0p\phi} - \sigma_{0pxc})^2 + 4\tau_p^2} \right\}$$

一次応力は、一次一般膜応力と同じになるので省略することができる。

(b) 地震動のみによる一次+二次応力の変動値

$$\sigma_{2p\phi} = 0$$

$$\sigma_{2px} = \sigma_{px3} + \sigma_{px4}$$

$$\sigma_{2p} = \sigma_{2p\phi} + \sigma_{2px} + \sqrt{(\sigma_{2p\phi} - \sigma_{2px})^2 + 4\tau_p^2}$$

(5) 据付ボルトの応力

a. 内圧及びガスケット圧縮荷重による応力

$$\sigma_{ba1} = \frac{\pi G^2 P}{4n_a \cdot A_{ba}} + \frac{2\pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot P}{n_a \cdot A_{ba}}$$

b. 外荷重による応力

(a) 死荷重による応力

$$\sigma_{ba2} = \frac{W_{1a}}{n_a \cdot A_{ba}}$$

(b) 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{ba3} = \frac{W_{1av}}{n_a \cdot A_{ba}}$$

(c) 水平地震力による応力

水平地震力により据付ボルトは、曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{ba4} = \frac{M_a}{Z_{ba}}$$

$$\tau_{ba} = \frac{4H_a}{3n_a \cdot A_{ba}}$$

ここで、

$$Z_{ba} = \frac{I_{ba}}{e_a}$$

$$I_{ba} = n_a \cdot I_a + A_{ba} \sum_{i=1}^{n_a} X_{ia}^2$$

$$e_a = \frac{D_{Pa} + d_{ba}}{2}$$

$$I_a = \frac{\pi}{64} d_{ba}^4$$

(d) 制御棒スクラム時反力による応力

$$\sigma_{ba5} = \frac{W_{2a}}{n_a \cdot A_{ba}}$$

c. 組合せ応力

(5) a. から (5) b. によって算出した据付ボルトの応力を以下のように組合せる。

(a) 引張応力

$$\sigma_{Ba} = \sigma_{ba1} + \sigma_{ba2} + \sigma_{ba3} + \sigma_{ba4} + \sigma_{ba5}$$

(b) せん断応力

$$\tau_{Ba} = \tau_{ba}$$

(6) プランジャ案内管取付ボルトの応力

a. 内圧及びガスケット圧縮荷重による応力

$$\sigma_{bb1} = \frac{\pi \cdot D_g^2 \cdot P}{4n_b \cdot A_{bb}}$$

b. 外荷重による応力

(a) 死荷重による応力

$$\sigma_{bb2} = \frac{W_{1b}}{n_b \cdot A_{bb}}$$

(b) 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{bb3} = \frac{W_{1bv}}{n_b \cdot A_{bb}}$$

(c) 水平地震力による応力

水平地震力によりプランジャ案内管上部フランジ取付ボルトは、曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{bb4} = \frac{M_b}{Z_{bb}}$$

$$\tau_{bb} = \frac{4H_b}{3n_b \cdot A_{bb}}$$

ここで、

$$Z_{bb} = \frac{I_{bb}}{e_b}$$

$$I_{bb} = n_b \cdot I_b + A_{bb} \sum_{i=1}^{n_b} X_{ib}^2$$

$$e_b = \frac{D_{pb} + d_{bb}}{2}$$

$$I_b = \frac{\pi}{64} d_{bb}^4$$

(d) 制御棒スクラム時反力による応力

$$\sigma_{bb5} = \frac{W_{2b}}{n_b \cdot A_{bb}}$$

c. 組合せ応力

(6) a. から (6) b. によって算出したプランジャ案内管取付ボルトの応力を以下のように組合せる。

(a) 引張応力

$$\sigma_{Bb} = \sigma_{bb1} + \sigma_{bb2} + \sigma_{bb3} + \sigma_{bb4} + \sigma_{bb5}$$

(b) せん断応力

$$\tau_{Bb} = \tau_{bb}$$

## 2.2.2. 支持構造物の応力計算方法

### (1) 筋かいの応力

- a. 水平地震により筋かいに生じる軸方向応力は、次式で求める。

$$\sigma_i = \frac{C_H \cdot W \cdot E \cdot B}{K_S \cdot \ell^2}$$

### (2) 支柱の応力

- a. 死荷重による応力

死荷重により生じる軸方向応力は、次式で求める。

$$\sigma_{jx1} = \frac{W}{n_j \cdot A_j}$$

- b. 鉛直地震力により生じる軸方向応力は、次式で求める。

$$\sigma_{jx2} = \frac{C_V \cdot W}{n_j \cdot A_j}$$

- c. 水平地震力による応力

水平地震力による水平変位によって生じる応力の計算モデルを図-3-4-3-3.7に示す。この場合、支柱の上部接合部は多数のボルトで取り付けられ、下端はせん断変形を考慮するためにそれぞれ固定端とすると、変位 $\Delta Z$ により生じるモーメント及びせん断力は、次式で求まる。

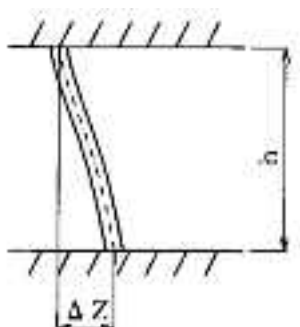


図-3-4-3-3.7 水平地震力による水平変位

$$M = \frac{6E \cdot I_j}{h^2} (2X - h) \Delta Z$$

$$M_0 = \frac{6E \cdot I_j}{h^2} \Delta Z$$

$$F_0 = \frac{12E \cdot I_j}{h^3} \Delta Z$$

ここで、

$$\Delta Z = \frac{C_H \cdot W}{K_S}$$

従って、支柱の地震時の変位による固定端モーメントに対する軸方向応力は、次式で求まる。

$$\sigma_{jx3} = \frac{M_0}{Z_j}$$

ここで、

$$I_j = \frac{b_2 \cdot h_2^3 - b_1 \cdot h_1^3}{12}$$

$$Z_j = \frac{(h_2 - h_1)b_2^3 + h_1(b_2 - b_1)^3}{6b_2}$$

また、固定端におけるせん断応力は、次式で求まる。

$$\tau_j = \frac{F_0}{h_1(b_2 - b_1)}$$

d. 組合せ応力

(2)a. から (2)c. によって算出した支柱の応力を以下のように組合せる。

$$\sigma_{jx} = \sigma_{jx1} + \sigma_{jx2} + \sigma_{jx3}$$

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_{jx}^2 + 3\tau_j^2}$$



(3) 基礎ボルトの応力

a. 死荷重による応力

$$\sigma_{bc1} = \frac{A_j \cdot \sigma_{jx1}}{n_c \cdot A_{bc}}$$

b. 鉛直地震力による応力

$$\sigma_{bc2} = \frac{A_j \cdot \sigma_{jx2}}{n_c \cdot A_{bc}}$$

c. 水平地震力による応力

$$\sigma_{bc3} = \frac{A_j \cdot \sigma_{jx3}}{n_c \cdot A_{bc}}$$

$$\tau_{bc} = \frac{4A_j \cdot \tau_j}{3n_c \cdot A_{bc}}$$

d. 組合せ応力

(3)a. から(3)c. によって算出した基礎ボルトの応力を以下のように組合せる。

(a) 引張応力

$$\sigma_{Bc} = \sigma_{bc1} + \sigma_{bc2} + \sigma_{bc3}$$

(b) せん断応力

$$\tau_{Bc} = \tau_{bc}$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解析方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。水平 2 方向の組合せを考慮するため、時刻歴応答解析においては 3 波同時加振とした。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の応力評価

(1) 着座器胴、プランジャ案内管(溶接部)及びプランジャ案内管の応力評価

2.2.1(1)c. 項、2.2.1(3)c. 項及び2.2.1(4)c. 項で求めた組合せ応力が、最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

許容応力 $S_a$ 許容応力状態	一次一般膜応力	一次応力	一次+二次 応力範囲
$III_{AS}$	$\min [S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッ ケル合金は、 $1.2S$ とすることができる。	左欄の 1.5 倍	$2S_y$
$IV_{AS}$	$0.6S_u$	左欄の 1.5 倍	

(2) 上部仕切弁の応力評価

2.2.1(2)項で求めた上部仕切弁の軸方向応力  $P_d$ 、曲げ応力  $P_b$ 、ねじり応力  $P_t$  は、  
260°Cの温度における許容応力  $S_b$  以下であること。

許容応力 $S_b$ 許容応力状態	軸方向応力 $P_d$	曲げ応力 $P_b$	ねじり応力 $P_t$
III <sub>A</sub> S	設計応力強さ $S_m$ の 1.5 倍		
IV <sub>A</sub> S			

(3) 据付ボルト及びプランジャ案内管取付ボルトの応力評価

2.2.1(5)c. 及び2.2.1(6)c. 項で求めた据付ボルト及びプランジャ案内管取付ボルトの引張応力  $\sigma_{Ba}$ 、 $\sigma_{Bb}$  は次式より求めた引張力及びせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

せん断応力  $\tau_{Ba}$ 、 $\tau_{Bb}$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = \min [1.4f_{t0} - 1.6\tau_B, f_{t0}]$$

許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

### 3.2.2. 支持構造物の応力評価

#### (1) 筋かい及び支柱の応力評価

2.2.2(1)a. 項で求めた筋かいの軸方向応力及び2.2.2(2)d. 項で求めた支柱の組合せ応力が、筋かい及び支柱の許容引張応力  $f_{ta}$  以下であること。

許容引張応力 $f_{ta}$
$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

#### (2) 基礎ボルトの応力評価

2.2.2(3)d. で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_{Bc}$  は、次式より求めた引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

せん断応力  $\tau_{Bc}$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = \min [1.4f_{t0} - 1.6\tau_B, f_{t0}]$$

許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

4. 設計条件

4.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ(m)	固有振動数(Hz) <sup>(注2)</sup>		動的地震力 (S <sub>s</sub> 及びS <sub>d</sub> ) <sup>(注3)</sup>		静的地震力		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
制御棒駆動機構 及び 制御棒駆動機構案内管	S	原子炉建家 <sup>(注1)</sup> 1FL-1.0	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	0.9807	43
			10.3	145.4	時刻歴応答解析による		C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29		

注1：制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の基準床レベルを示す。

注2：「添付書類 3-4-3-2. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の地震応答解析」による。

注3：原子炉本体モデルの質点3の応答加速度を用いた。

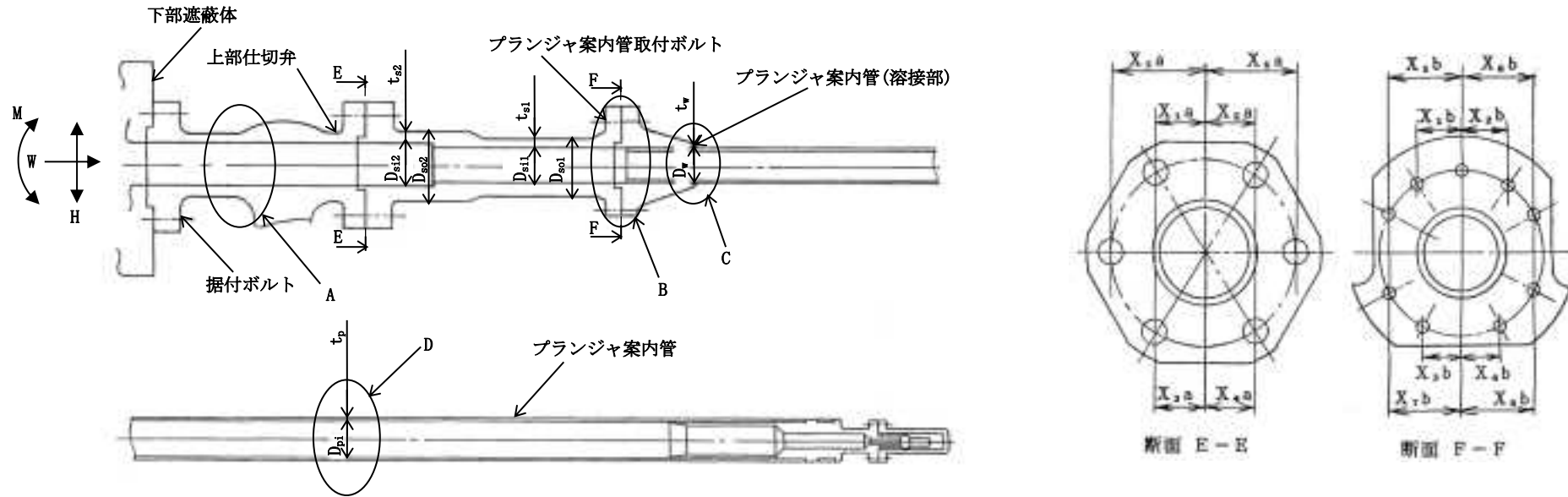


図-3-4-3-3.8 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管

解析結果 <sup>(注2)</sup>					
作用荷重	荷重作用点	鉛直力		水平力	モーメント
		W <sub>1</sub> (N)	W <sub>2</sub> (N)	H(N)	M(N・mm)
死荷重	据付ボルト	1119	-	-	-
	A	992	-	-	-
	B	809	-	-	-
	C	733	-	-	-
	D	707	-	-	-
静的地震力	据付ボルト	324	-	450	2.823×10 <sup>5</sup>
	A	288	-	377	2.823×10 <sup>5</sup>
	B	235	-	270	1.844×10 <sup>5</sup>
	C	212	-	226	1.006×10 <sup>5</sup>
	D	205	-	211	8.404×10 <sup>4</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	据付ボルト	897	-	1205	1.095×10 <sup>6</sup>
	A	796	-	1113	1.095×10 <sup>6</sup>
	B	649	-	1066	8.060×10 <sup>5</sup>
	C	588	-	1031	4.754×10 <sup>5</sup>
	D	567	-	1016	4.204×10 <sup>5</sup>
弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	据付ボルト	479	-	774	7.342×10 <sup>5</sup>
	A	425	-	739	7.342×10 <sup>5</sup>
	B	347	-	715	5.421×10 <sup>5</sup>
	C	314	-	694	3.203×10 <sup>5</sup>
	D	303	-	685	2.835×10 <sup>5</sup>

外荷重条件					
作用荷重	荷重作用点	鉛直力		水平力	モーメント
		W <sub>1</sub> (N)	W <sub>2</sub> (N)	H(N)	M(N・mm)
スクラム荷重	据付ボルト	-	29518	-	-
	A	-	29518	-	-
	B	-	4021	-	-
	C	-	4021	-	-
	D	-	4021	-	-

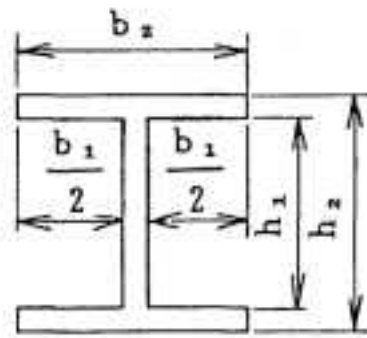
4.2. 支持構造物

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		最高使用温度 (°C)
支持構造物	S	原子炉建家 <sup>(注1)</sup> 1FL-2.5	水平方向 20.4	鉛直方向 111.1	40

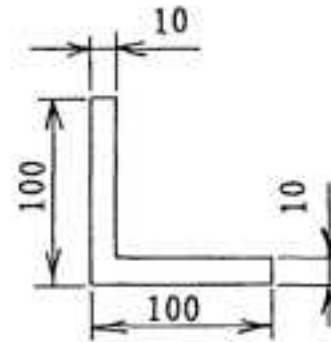
注1: 支持構造物の基準床レベルを示す。

基準地震動 Ss		弾性設計用地震動 Sd		静的地震力		最高使用温度 (°C)
水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	40
C <sub>H</sub> =0.99	C <sub>V</sub> =0.96	C <sub>H</sub> =0.55	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29	

外荷重条件			
条件	鉛直力 W <sub>1</sub> (N)	水平力 H (N)	モーメント M (N・mm)
死荷重	35599	-	-



A部詳細図



B-B断面

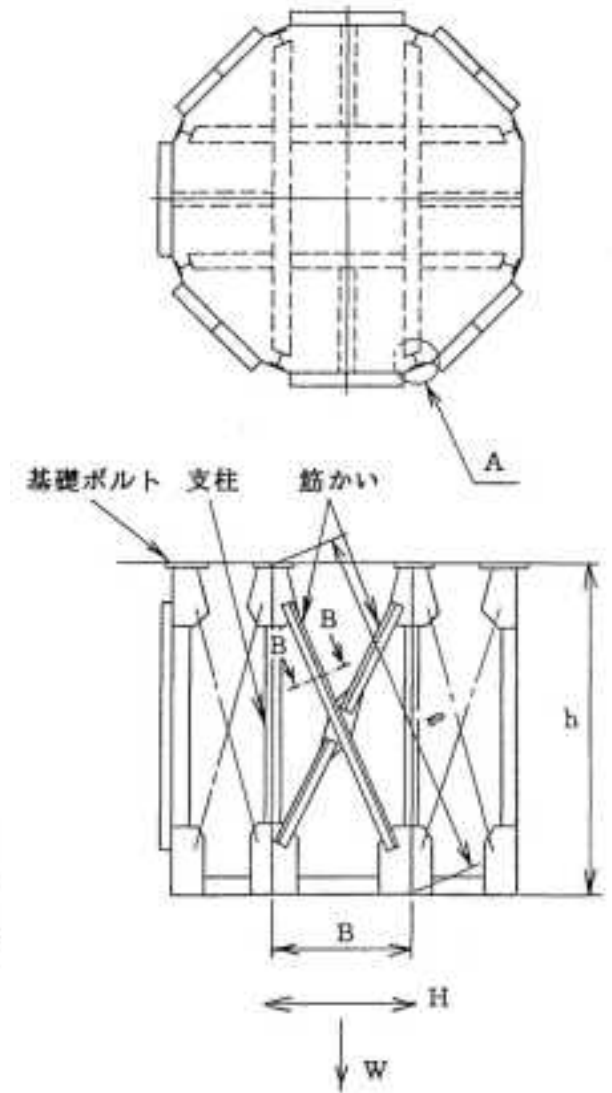


図-3-4-3-3.9 支持



5. 機器要目

5.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管

A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>ba</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>bb</sub> (mm <sup>2</sup> )	b (mm)	C <sub>b</sub>	D <sub>vo</sub> (mm)	D <sub>vi</sub> (mm)	D <sub>so1</sub> (mm)	D <sub>si1</sub> (mm)	D <sub>so2</sub> (mm)	D <sub>si2</sub> (mm)	D <sub>wi</sub> (mm)	D <sub>pi</sub> (mm)	D <sub>Pa</sub> (mm)
1357	1951	201.10 (M16)	78.54 (M10)	5.0	1.0	78.0	60.0	68.0	44.0	84.0	60.0	44.0	44.0	123.0

D <sub>Pb</sub> (mm)	d <sub>ba</sub> (mm)	d <sub>bb</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)	e <sub>a</sub> (mm)	e <sub>b</sub> (mm)	f <sub>t0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>sb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>ts</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	I <sub>a</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>b</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>ba</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>bb</sub> (mm <sup>4</sup> )	i
106.0	16.0	10.0	80.0	80.6	69.5	58.0	184	142	184	3.22 ×10 <sup>3</sup>	2.42 ×10 <sup>2</sup>	2.30 ×10 <sup>6</sup>	6.54 ×10 <sup>5</sup>	2.1

K	m	n <sub>a</sub>	n <sub>b</sub>	t <sub>s1</sub> (mm)	t <sub>s2</sub> (mm)	t <sub>w</sub> (mm)	t <sub>p</sub> (mm)	X <sub>1a</sub> (mm)	X <sub>2a</sub> (mm)	X <sub>3a</sub> (mm)	X <sub>4a</sub> (mm)	X <sub>5a</sub> (mm)	X <sub>6a</sub> (mm)	X <sub>1b</sub> (mm)
1.575	3	6	9	12.0	12.0	2.3	2.3	30.75	30.75	30.75	30.75	61.50	61.50	28.87

X <sub>2b</sub> (mm)	X <sub>3b</sub> (mm)	X <sub>4b</sub> (mm)	X <sub>5b</sub> (mm)	X <sub>6b</sub> (mm)	X <sub>7b</sub> (mm)	X <sub>8b</sub> (mm)	X <sub>9b</sub> (mm)	Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>bb</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>p</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>ba</sub> (mm <sup>3</sup> )
28.87	24.88	24.88	47.22	47.22	47.22	47.22	0.00	4.30 ×10 <sup>4</sup>	3.03 ×10 <sup>4</sup>	1.61 ×10 <sup>4</sup>	6.06 ×10 <sup>4</sup>	3.31 ×10 <sup>4</sup>

F(据付ボルト、プランジャ案内管取付ボルト)	
(N/mm <sup>2</sup> )	
IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S
246	205

5.2. 支持構造物

A <sub>bc</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>i</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>j</sub> (mm <sup>2</sup> )	B (mm)	b <sub>1</sub> (mm)	b <sub>2</sub> (mm)	E (N/mm <sup>2</sup> )	F(筋かい、支柱) (N/mm <sup>2</sup> )		F(基礎ボルト) (N/mm <sup>2</sup> )	
							IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S
380.1 (M22)	1900	2946	1148	118.5	125	1.94 × 10 <sup>5</sup>	246	205	258	215

h (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	I <sub>j</sub> (mm <sup>4</sup> )	K <sub>b</sub> (N/mm)	K <sub>s</sub> (N/mm)	ℓ (mm)	n <sub>c</sub>	n <sub>j</sub>	Z <sub>j</sub> (mm <sup>3</sup> )	ΔZ (mm)	
										S <sub>s</sub>	S <sub>d</sub>
2672	107	125	8.25 × 10 <sup>6</sup>	1.975 × 10 <sup>4</sup>	5.926 × 10 <sup>4</sup>	2908	4	8	4.69 × 10 <sup>4</sup>	0.60	0.35

6. 計算数値

6.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の計算数値

4. 設計条件の解析結果に見られるとおり、地震による鉛直力、水平力、モーメントのそれぞれの値が静的地震力による値を上回っているため、応力の評価は基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  について行う。

6.1.1. 着座器胴に生じる応力

(1) 着座器胴に生じる一次一般膜応力

(単位:  $N/mm^2$ )

許容応力状態		IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類		周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
内圧による応力		$\sigma_{s\phi}=3$	$\sigma_{sx1}=2$	-	$\sigma_{s\phi}=3$	$\sigma_{sx1}=2$	-
死荷重による応力		-	$\sigma_{sx2}=1$	-	-	$\sigma_{sx2}=1$	-
鉛直方向地震力 による応力		-	$\sigma_{sx3}=1$	-	-	$\sigma_{sx3}=1$	-
水平方向地震力 による応力		-	$\sigma_{sx4}=32$	$\tau_s=1$	-	$\sigma_{sx4}=22$	$\tau_s=1$
スクラム荷重 による応力		-	$\sigma_{sx5}=2$	-	-	$\sigma_{sx5}=2$	-
応力の和	引張側	$\sigma_{0s\phi}=\sigma_{s\phi}=3$	$\sigma_{0sxt}=37$	-	$\sigma_{0s\phi}=\sigma_{s\phi}=3$	$\sigma_{0sxt}=27$	-
	圧縮側	$\sigma_{0s\phi}=-\sigma_{s\phi}=-3$	$\sigma_{0sxc}=27$	-	$\sigma_{0s\phi}=-\sigma_{s\phi}=-3$	$\sigma_{0sxc}=17$	-
組合せ 応力	引張側	$\sigma_{0st}=37$			$\sigma_{0st}=27$		
	圧縮側	$\sigma_{0sc}=27$			$\sigma_{0sc}=17$		

(2) 着座器胴に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位:  $N/mm^2$ )

許容応力状態		IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類		周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
鉛直方向地震力 による応力		-	$\sigma_{sx3}=1$	-	-	$\sigma_{sx3}=1$	-
水平方向地震力 による応力		-	$\sigma_{sx4}=32$	$\tau_s=1$	-	$\sigma_{sx4}=22$	$\tau_s=1$
応力の和		$\sigma_{2s\phi}=0$	$\sigma_{2sx}=32$	-	$\sigma_{2s\phi}=0$	$\sigma_{2sx}=22$	-
組合せ応力		$\sigma_{2s}=64$			$\sigma_{2s}=44$		

6.1.2. 上部仕切弁に生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
	軸方向 応力	曲げ 応力	ねじり 応力	軸方向 応力	曲げ 応力	ねじり 応力
着座器胴の反力による応力	P <sub>d</sub> =79	P <sub>b</sub> =161	P <sub>t</sub> =161	P <sub>d</sub> =79	P <sub>b</sub> =161	P <sub>t</sub> =161

6.1.3. プランジヤ案内管(溶接部)に生じる応力

(1) プランジヤ案内管(溶接部)に生じる一次一般膜応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態		IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類		周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
内圧による応力		$\sigma_{w\phi}=10$	$\sigma_{wx1}=5$	-	$\sigma_{w\phi}=10$	$\sigma_{wx1}=5$	-
死荷重による応力		-	$\sigma_{wx2}=3$	-	-	$\sigma_{wx2}=3$	-
鉛直方向地震力 による応力		-	$\sigma_{wx3}=2$	-	-	$\sigma_{wx3}=1$	-
水平方向地震力 による応力		-	$\sigma_{wx4}=172$	$\tau_w=7$	-	$\sigma_{wx4}=131$	$\tau_w=5$
スクラム荷重 による応力		-	$\sigma_{wx5}=12$	-	-	$\sigma_{wx5}=12$	-
応力の和	引張側	$\sigma_{0w\phi}=\sigma_{w\phi}=10$	$\sigma_{0wxt}=192$	-	$\sigma_{0w\phi}=\sigma_{w\phi}=10$	$\sigma_{0wxt}=151$	-
	圧縮側	$\sigma_{0w\phi}=-\sigma_{w\phi}=-10$	$\sigma_{0wxc}=152$	-	$\sigma_{0w\phi}=-\sigma_{w\phi}=-10$	$\sigma_{0wxc}=111$	-
組合せ 応力	引張側	$\sigma_{0wt}=193$			$\sigma_{0wt}=152$		
	圧縮側	$\sigma_{0wc}=153$			$\sigma_{0wc}=112$		

(2) プランジヤ案内管(溶接部)に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
鉛直方向地震力 による応力	-	$\sigma_{wx3}=2$	-	-	$\sigma_{wx3}=1$	-
水平方向地震力 による応力	-	$\sigma_{wx4}=172$	$\tau_w=7$	-	$\sigma_{wx4}=131$	$\tau_w=5$
応力の和	$\sigma_{2w\phi}=0$	$\sigma_{2wx}=172$	-	$\sigma_{2w\phi}=0$	$\sigma_{2wx}=131$	-
組合せ応力	$\sigma_{2w}=345$			$\sigma_{2w}=263$		

6.1.4. プランジヤ案内管に生じる応力

(1) プランジヤ案内管に生じる一次一般膜応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態		IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類		周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
内圧による応力		$\sigma_{p\phi}=10$	$\sigma_{px1}=5$	-	$\sigma_{p\phi}=10$	$\sigma_{px1}=5$	-
死荷重による応力		-	$\sigma_{px2}=3$	-	-	$\sigma_{px2}=3$	-
鉛直方向地震力 による応力		-	$\sigma_{px3}=2$	-	-	$\sigma_{px3}=1$	-
水平方向地震力 による応力		-	$\sigma_{px4}=109$	$\tau_p=6$	-	$\sigma_{px4}=74$	$\tau_p=4$
スクラム荷重 による応力		-	$\sigma_{px5}=12$	-	-	$\sigma_{px5}=12$	-
応力の和	引張側	$\sigma_{0p\phi}=\sigma_{p\phi}$ =10	$\sigma_{0pxt}=129$	-	$\sigma_{0p\phi}=\sigma_{p\phi}$ =10	$\sigma_{0pxt}=94$	-
	圧縮側	$\sigma_{0p\phi}=-\sigma_{p\phi}$ =-10	$\sigma_{0pxc}=89$	-	$\sigma_{0p\phi}=-\sigma_{p\phi}$ =-10	$\sigma_{0pxc}=54$	-
組合せ 応力	引張側	$\sigma_{0pt}=130$			$\sigma_{0pt}=95$		
	圧縮側	$\sigma_{0pc}=90$			$\sigma_{0pc}=55$		

(2) プランジヤ案内管に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態		IV <sub>A</sub> S			III <sub>A</sub> S		
応力の種類		周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力	周方向 応力	軸方向 応力	せん断 応力
鉛直方向地震力 による応力		-	$\sigma_{px3}=2$	-	-	$\sigma_{px3}=1$	-
水平方向地震力 による応力		-	$\sigma_{px4}=109$	$\tau_p=6$	-	$\sigma_{px4}=74$	$\tau_p=4$
応力の和		$\sigma_{2p\phi}=0$	$\sigma_{2px}=109$	-	$\sigma_{2p\phi}=0$	$\sigma_{2px}=74$	-
組合せ応力		$\sigma_{2p}=219$			$\sigma_{2p}=149$		

6.1.5. 据付ボルトに生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	Ⅳ <sub>A</sub> S		Ⅲ <sub>A</sub> S	
	引張応力	せん断応力	引張応力	せん断応力
内圧による応力	$\sigma_{ba1}=11$	-	$\sigma_{ba1}=11$	-
死荷重による応力	$\sigma_{ba2}=1$	-	$\sigma_{ba2}=1$	-
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{ba3}=1$	-	$\sigma_{ba3}=1$	-
水平方向地震力による応力	$\sigma_{ba4}=33$	$\tau_{ba}=2$	$\sigma_{ba4}=23$	$\tau_{ba}=1$
スクラム荷重による応力	$\sigma_{ba5}=25$	-	$\sigma_{ba5}=25$	-
組合せ応力	$\sigma_{Ba}=70$	$\tau_{Ba}=2$	$\sigma_{Ba}=60$	$\tau_{Ba}=1$

6.1.6. プランジャ案内管取付ボルトに生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	Ⅳ <sub>A</sub> S		Ⅲ <sub>A</sub> S	
	引張応力	せん断応力	引張応力	せん断応力
内圧による応力	$\sigma_{bb1}=7$	-	$\sigma_{bb1}=7$	-
死荷重による応力	$\sigma_{bb2}=2$	-	$\sigma_{bb2}=2$	-
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{bb3}=1$	-	$\sigma_{bb3}=1$	-
水平方向地震力による応力	$\sigma_{bb4}=50$	$\tau_{bb}=2$	$\sigma_{bb4}=34$	$\tau_{bb}=2$
スクラム荷重による応力	$\sigma_{bb5}=6$	-	$\sigma_{bb5}=6$	-
組合せ応力	$\sigma_{Bb}=65$	$\tau_{Bb}=2$	$\sigma_{Bb}=49$	$\tau_{Bb}=2$

## 6.2. 支持構造物

4. 設計条件の解析結果に見られるとおり、地震による鉛直力、水平力、モーメントのそれぞれの値が静的地震力による値を上回っているため、応力の評価は基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  について行う。水平2方向の組合せを考慮するため、組合せ後の応力を 1.42 倍する。

### 6.2.1. 筋かいに生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S
応力の種類	引張応力	引張応力
水平方向地震力による応力	$\sigma_i=23$	$\sigma_i=13$

### 6.2.2. 支柱に生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	IV <sub>A</sub> S		III <sub>A</sub> S	
	引張応力	組合せ応力	引張応力	組合せ応力
死荷重による応力	$\sigma_{jx1}=2$	$\sigma_j=30$	$\sigma_{jx1}=2$	$\sigma_j=18$
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{jx2}=2$		$\sigma_{jx2}=1$	
水平方向地震力による応力	軸方向 $\sigma_{jx3}=18$		$\sigma_{jx3}=10$	
	せん断 $\tau_j=1$		$\tau_j=1$	
応力の和	引張 $\sigma_{jx}=21$		$\sigma_{jx}=12$	

### 6.2.3. 基礎ボルトに生じる応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	IV <sub>A</sub> S		III <sub>A</sub> S	
	引張応力	せん断応力	引張応力	せん断応力
死荷重による応力	$\sigma_{bc1}=4$	-	$\sigma_{bc1}=4$	-
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{bc2}=4$	-	$\sigma_{bc2}=2$	-
水平方向地震力による応力	$\sigma_{bc3}=35$	$\tau_{bc}=3$	$\sigma_{bc3}=20$	$\tau_{bc}=3$
組合せ応力	$\sigma_{Bc}=56$	$\tau_{Bc}=5$	$\sigma_{Bc}=35$	$\tau_{Bc}=5$

7. 結論

7.1. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管

表-3-4-3-3.1 から表-3-4-3-3.3 に許容応力を示す。

そして、表-3-4-3-3.4 から表-3-4-3-3.6 に算出応力と許容応力の比較結果を示す。算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。

表-3-4-3-3.1 着座器胴、プランジヤ案内管溶接部及びプランジヤ案内管の許容応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	許容応力状態	一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力範囲
着座器胴	SUS304L	Ⅲ <sub>A</sub> S	173	259	346
		Ⅳ <sub>A</sub> S	285	427	346
プランジヤ案内管溶接部	SUS304L	Ⅲ <sub>A</sub> S	173	259	346
		Ⅳ <sub>A</sub> S	285	427	346
プランジヤ案内管	SUS304L	Ⅲ <sub>A</sub> S	173	259	346
		Ⅳ <sub>A</sub> S	285	427	346

表-3-4-3-3.2 上部仕切弁の許容応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	許容応力状態	設計応力強さ S <sub>m</sub> の 1.5 倍
上部仕切弁	SCS19A	Ⅲ <sub>A</sub> S	180
		Ⅳ <sub>A</sub> S	

表-3-4-3-3.3 据付ボルト及びプランジヤ案内管取付ボルトの許容応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	許容応力状態	許容引張応力 f <sub>ts</sub>	許容せん断応力 f <sub>sb</sub>
据付ボルト	SUS304	Ⅲ <sub>A</sub> S	153	118
		Ⅳ <sub>A</sub> S	184	142
プランジヤ案内管取付ボルト	SUS304	Ⅲ <sub>A</sub> S	153	118
		Ⅳ <sub>A</sub> S	184	142



表-3-4-3-3.4 着座器胴、プランジャ案内管溶接部及びプランジャ案内管における算出応力と許容応力の比較結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	応力	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S		許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
着座器胴	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0=37$	$S_a=285$	$\sigma_0=27$	$S_a=173$
		一次+二次	$\sigma_2=64$	$S_a=346$	$\sigma_2=44$	$S_a=346$
プランジャ案内管 溶接部	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0=193$	$S_a=285$	$\sigma_0=152$	$S_a=173$
		一次+二次	$\sigma_2=345$	$S_a=346$	$\sigma_2=263$	$S_a=346$
プランジャ案内管	SUS304L	一次一般膜	$\sigma_0=130$	$S_a=285$	$\sigma_0=95$	$S_a=173$
		一次+二次	$\sigma_2=219$	$S_a=346$	$\sigma_2=149$	$S_a=346$

表-3-4-3-3.5 上部仕切弁における算出応力と許容応力の比較結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	応力	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S		許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
上部仕切弁	SCS19A	軸方向	$P_d=79$	$S_b=180$	$P_d=79$	$S_b=180$
		曲げ	$P_b=161$	$S_b=180$	$P_b=161$	$S_b=180$
		ねじり	$P_t=161$	$S_b=180$	$P_t=161$	$S_b=180$

表 3-4-3-3.6 据付ボルト及びプランジャ案内管取付ボルトの算出応力と許容応力の比較結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	応力	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S		許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
据付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_{Ba}=70$	$f_{ts}=184$	$\sigma_{Ba}=60$	$f_{ts}=153$
		せん断	$\tau_{Ba}=2$	$f_{sb}=142$	$\tau_{Ba}=1$	$f_{sb}=118$
プランジャ案内管 取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_{Bb}=65$	$f_{ts}=184$	$\sigma_{Bb}=49$	$f_{ts}=153$
		せん断	$\tau_{Bb}=2$	$f_{sb}=142$	$\tau_{Bb}=2$	$f_{sb}=118$

## 7.2. 支持構造物

表 3-4-3-3.7、表-3-4-3-3.8 に許容応力を示す。

そして、表-3-4-3-3.9、表-3-4-3-3.10 に算出応力と許容応力の比較結果を示す。

算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。

表 3-4-3-3.7 筋かい及び支柱の許容応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
筋かい	SUS304	Ⅲ <sub>A</sub> S	205
		Ⅳ <sub>A</sub> S	246
支柱	SUS304	Ⅲ <sub>A</sub> S	205
		Ⅳ <sub>A</sub> S	246

表 3-4-3-3.8 基礎ボルトの許容応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	許容応力状態	許容引張応力 $f_{ts}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
基礎ボルト	SS400	Ⅲ <sub>A</sub> S	176	135
		Ⅳ <sub>A</sub> S	210	161

表 3-4-3-3.9 筋かい及び支柱における算出応力と許容応力の比較結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	応力	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S		許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
筋かい	SUS304	引張	$\sigma_i=23$	$f_{ta}=246$	$\sigma_i=13$	$f_{ta}=205$
支柱	SUS304	引張	$\sigma_j=30$	$f_{ta}=246$	$\sigma_j=18$	$f_{ta}=205$

表 3-4-3-3.10 基礎ボルトにおける算出応力と許容応力の比較結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

評価場所	材料	応力	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S		許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_{Bc}=56$	$f_{ts}=210$	$\sigma_{Bc}=35$	$f_{ts}=176$
		せん断	$\tau_{Bc}=5$	$f_{sb}=161$	$\tau_{Bc}=5$	$f_{sb}=135$



#### 3-4-3-4. 重水ダンプ弁の接続管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-3-4-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-3-4-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-3-4-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-3-4-3
3. 設計条件	添 3-4-3-4-7
3.1. HWS-R-9	添 3-4-3-4-7
3.2. HWS-R-10	添 3-4-3-4-9
3.3. HWS-R-11	添 3-4-3-4-11
4. 解析結果及び評価	添 3-4-3-4-14
4.1. 固有周期	添 3-4-3-4-14
4.2. 結論	添 3-4-3-4-17
4.2.1. HWS-R-9	添 3-4-3-4-17
4.2.2. HWS-R-10	添 3-4-3-4-17
4.2.3. HWS-R-11	添 3-4-3-4-18
4.3. 拘束点反力	添 3-4-3-4-19
4.3.1. HWS-R-9	添 3-4-3-4-19
4.3.2. HWS-R-10	添 3-4-3-4-20
4.3.3. HWS-R-11	添 3-4-3-4-21

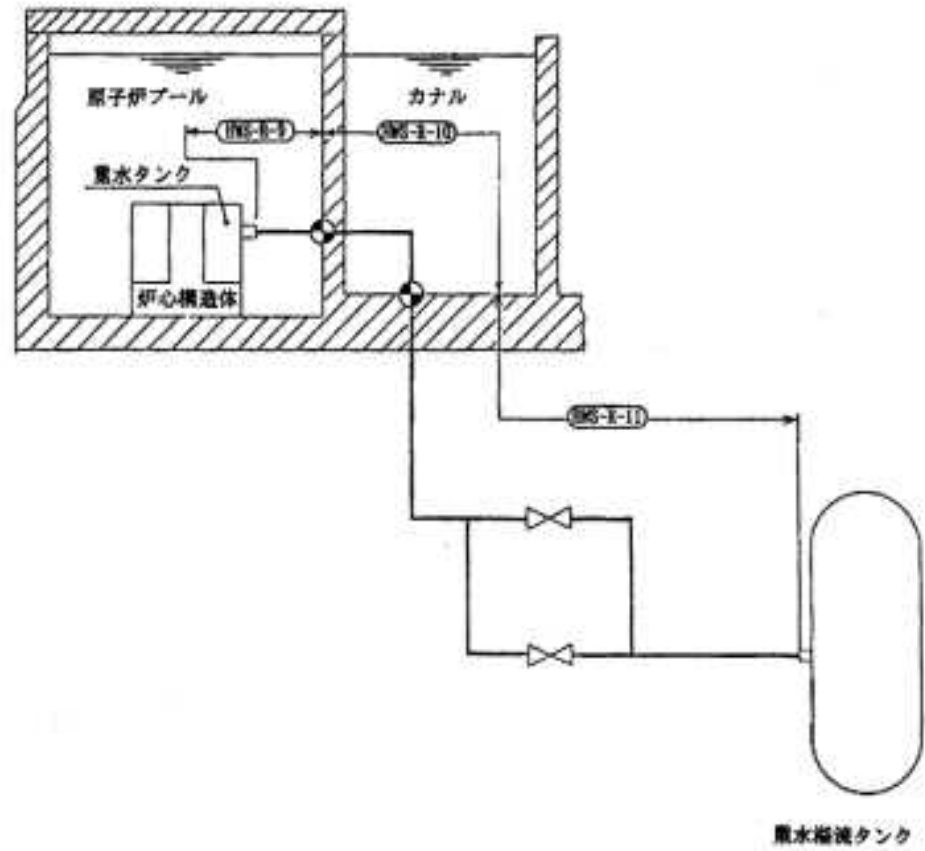
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
HWS-R-9	重水タンク から 原子炉プール貫通部アンカ まで	B
HWS-R-10	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
HWS-R-11	カナル貫通部アンカ から 重水溢流タンク まで	B

2. 概略系統図及び鳥瞰図



2.1. 概略系統図



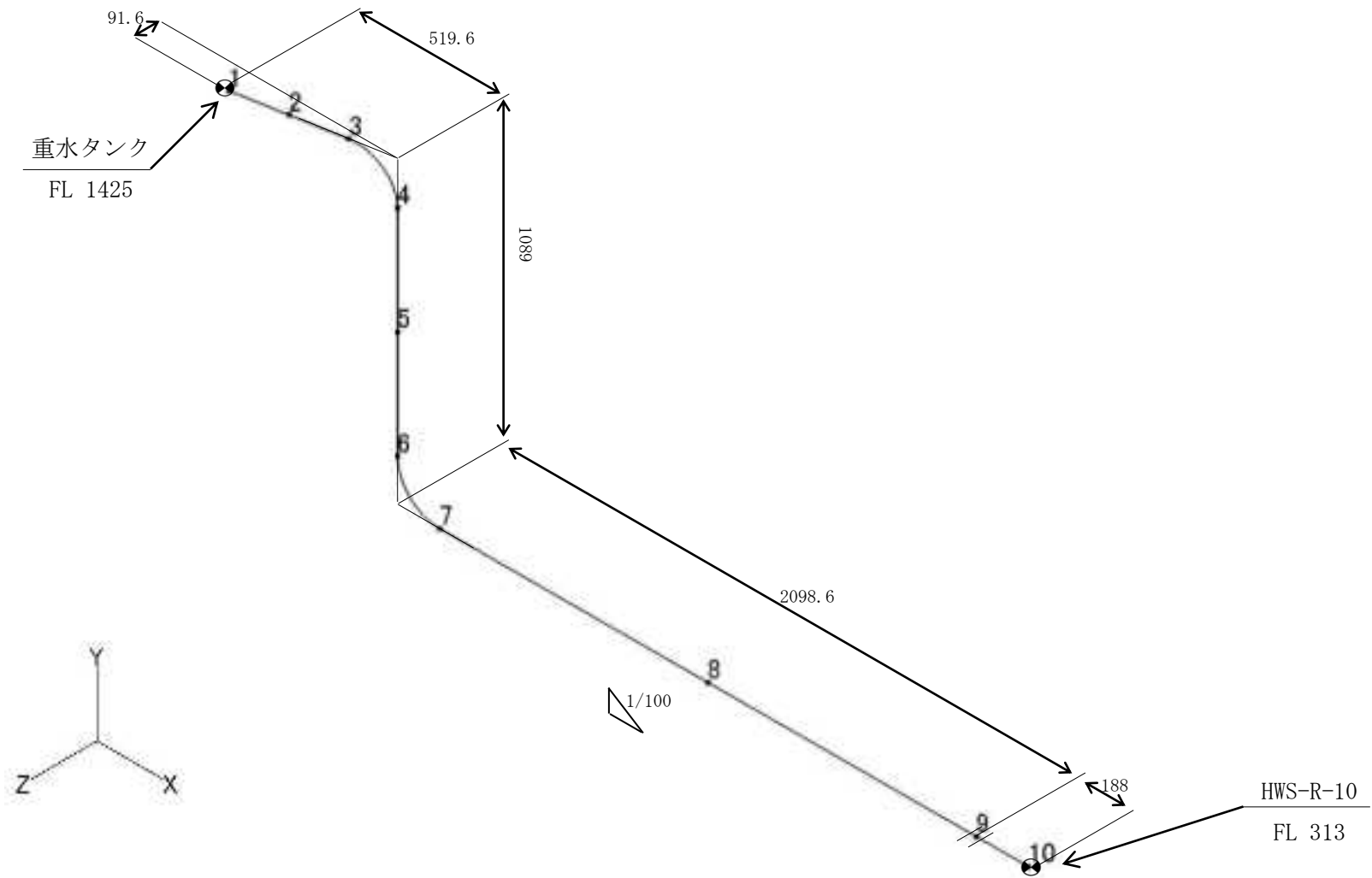


## 2.2. 鳥瞰図

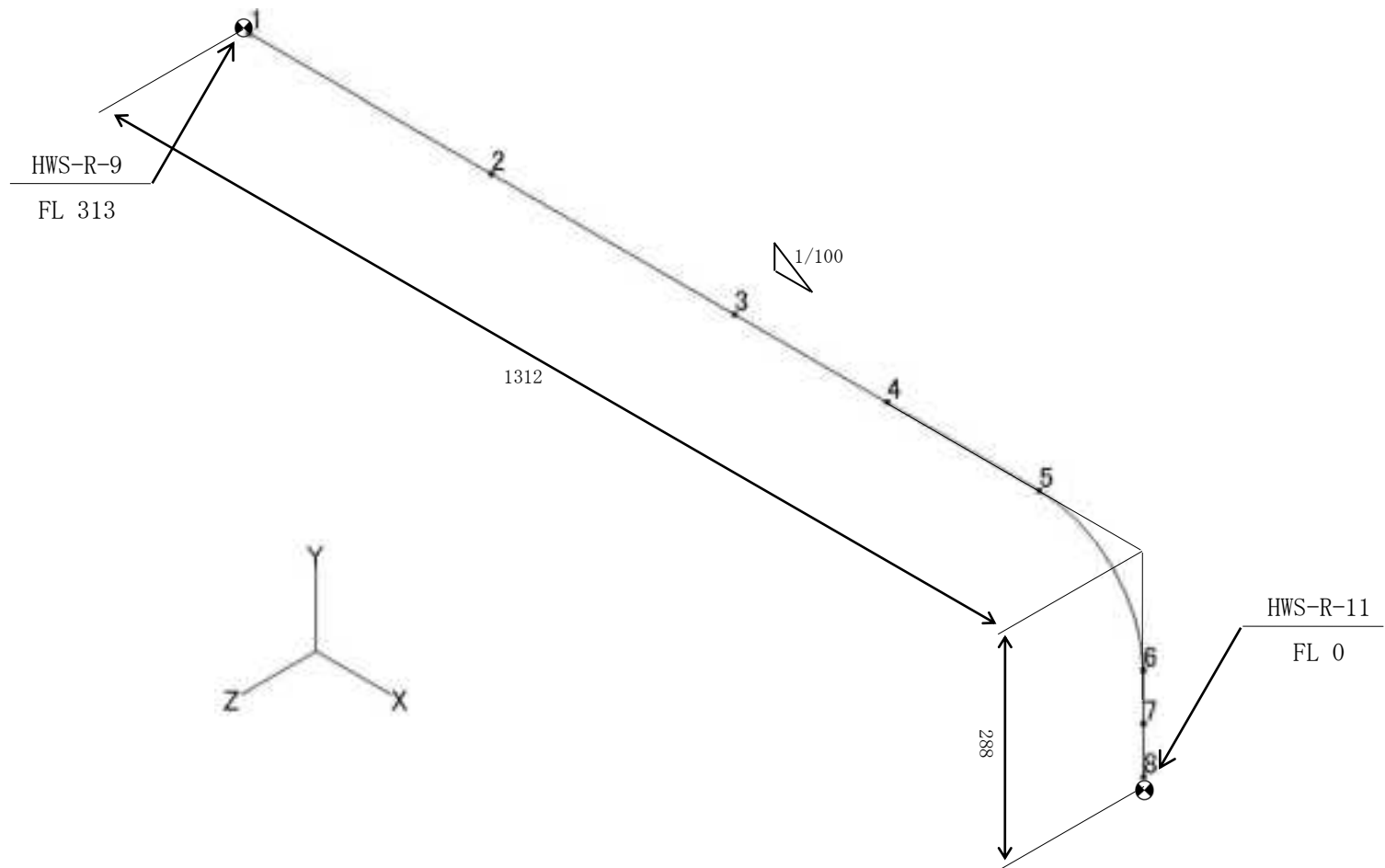
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント

(1) HWS-R-9

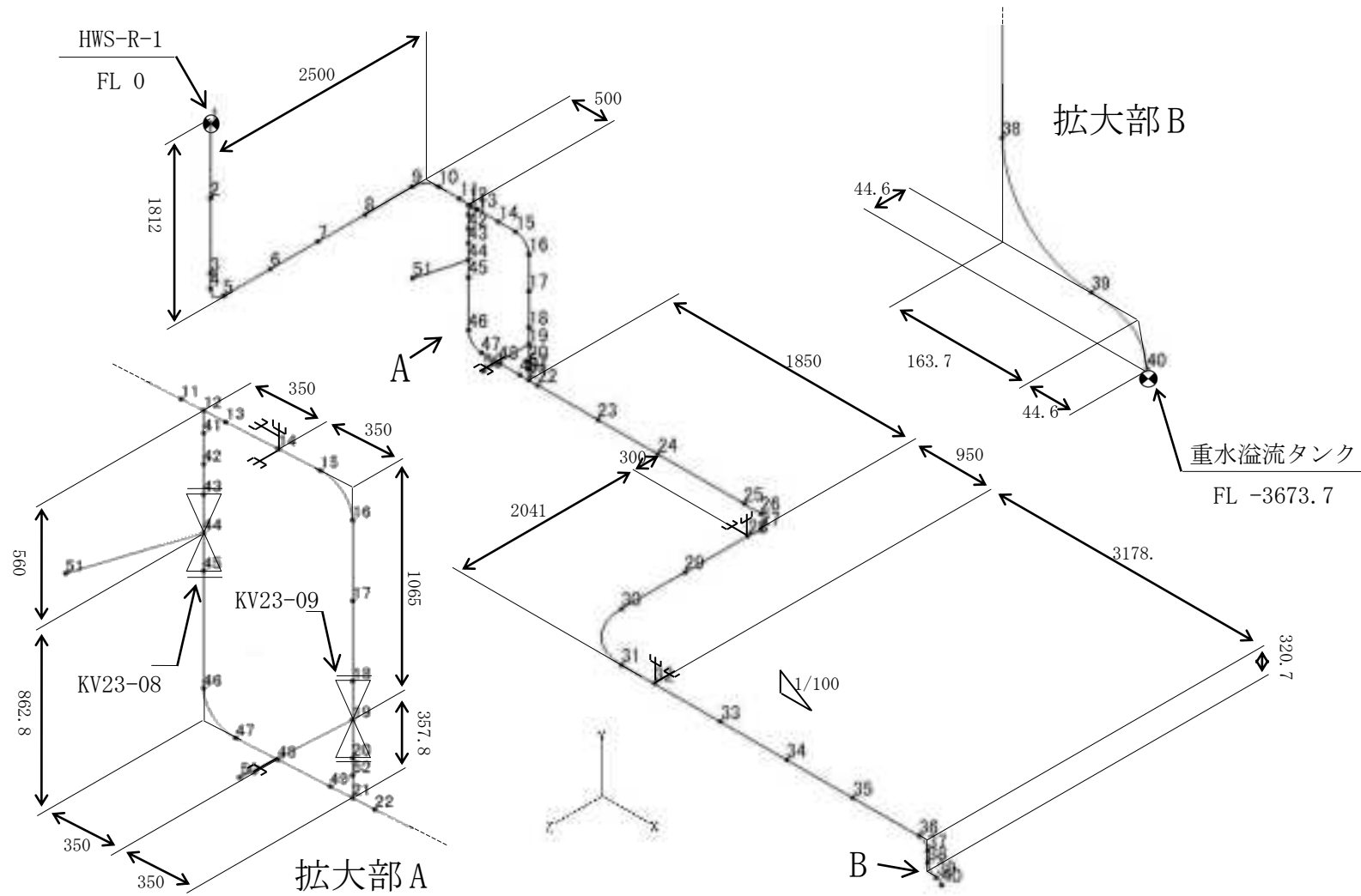


(2) HWS-R-10



添 3-4-3-4-5

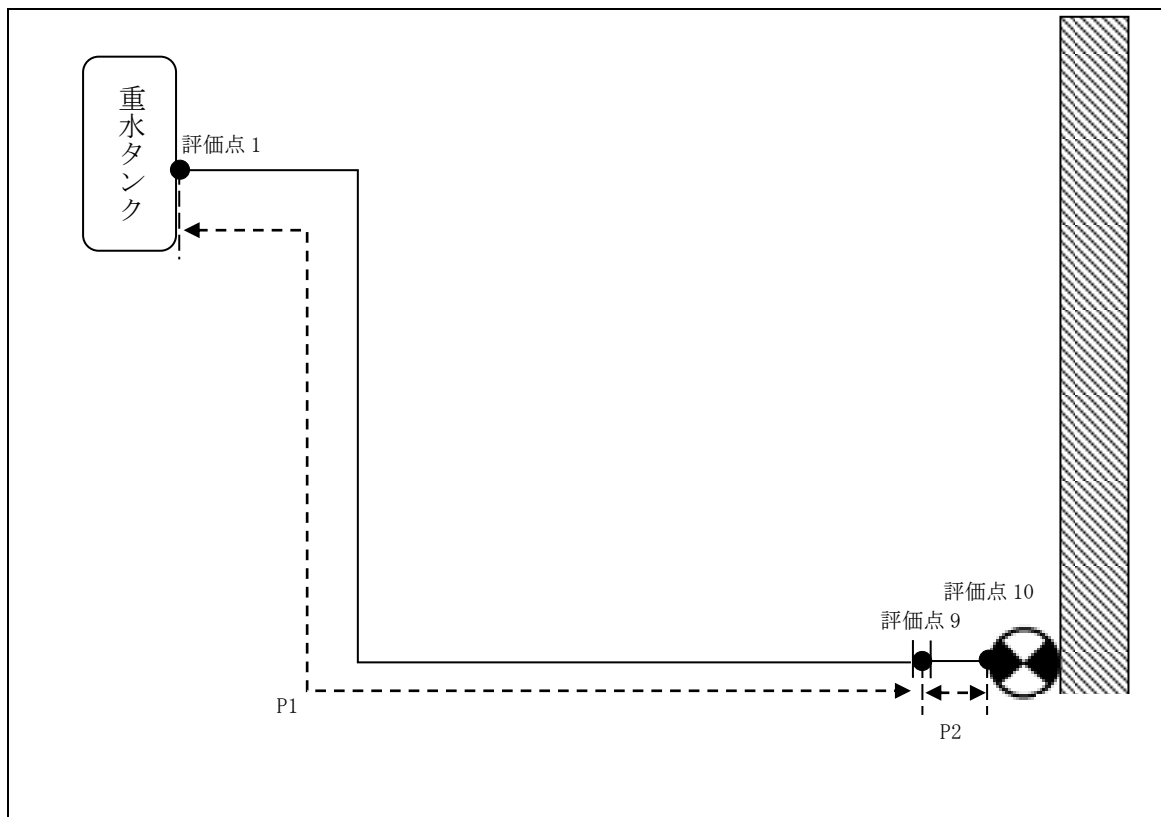
(3) HWS-R-11



### 3. 設計条件

#### 3.1. HWS-R-9

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1		P2		
外径(mm)	114.3		114.3		
板厚(mm)	4.0		4.0		
材質	A5052T-0		SUS304LTP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.88×10 <sup>5</sup>		1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.33		0.3		
最高使用温度(°C)	55		55		
最高使用圧力(MPa)	0.0981		0.0981		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.68×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	重水		重水		
内部流体密度(ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>		1.11×10 <sup>-9</sup>		
外部流体種類	水		水		
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>		
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	58		166		
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	174		459		
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	58	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	2.63	—
4	(6)	2.63	—
5	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
6	(6)	2.63	—
7	(6)	2.63	—
8	(1)	1.00	—
9	(9)	2.10	—
10	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

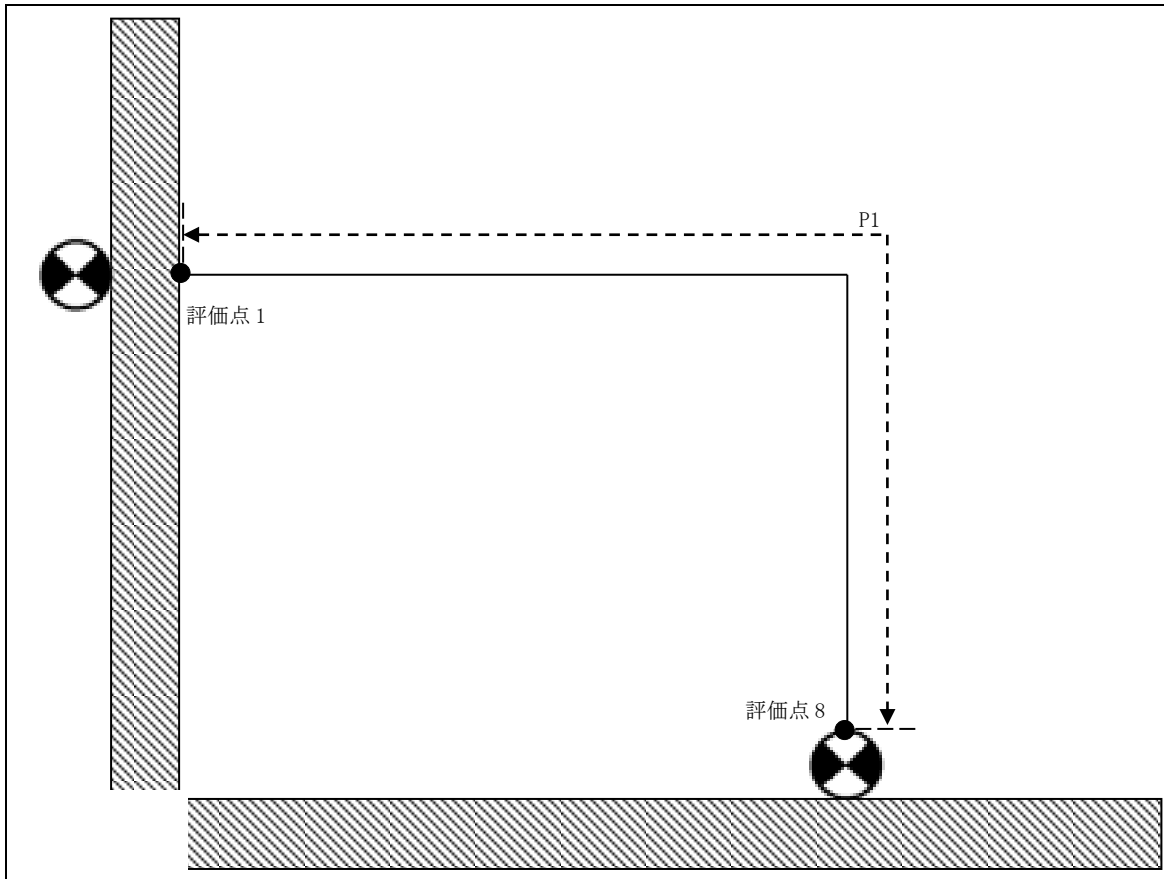
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
9	—	フランジ×2	6.08	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 3, 4, 16, 17	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

3.2. HWS-R-10

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	114.3			
板厚(mm)	4.0			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	重水			
内部流体密度(ton/mm)	1.11×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	166			
設計引張強さ Su	459			
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
5	(6)	2.63	—
6	(6)	2.63	—
7	(1)	1.00	—
8	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

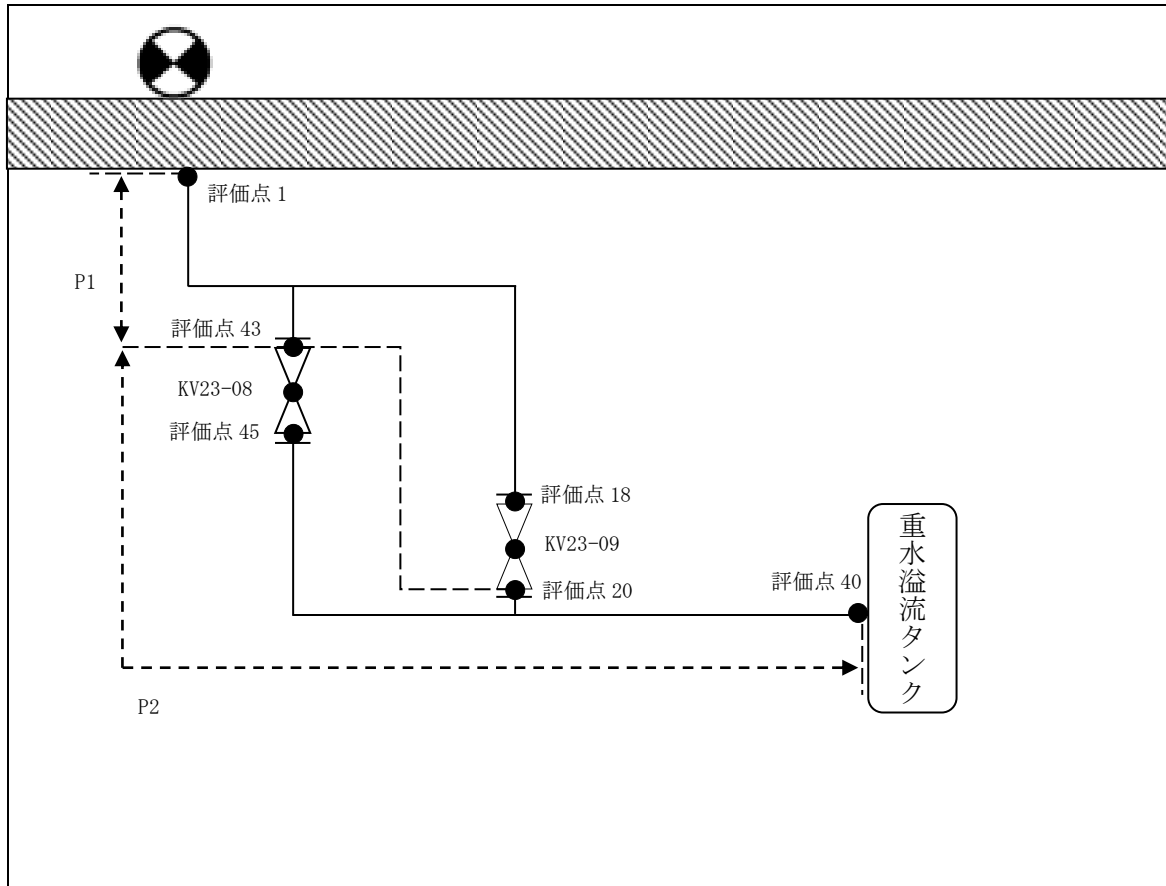
## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3,9	0.30	0.26
	静的地震力	—	—		0.29	—



3.3. HWS-R-11

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	
外径(mm)	114.3	114.3	
板厚(mm)	4.0	4.0	
材質	SUS304LTP	SUS304LTP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^6$	
ポアソン比(-)	0.3	0.3	
最高使用温度(°C)	55	55	
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.1961	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	重水	重水	
内部流体密度(ton/mm)	$1.11 \times 10^{-9}$	$1.11 \times 10^{-9}$	
外部流体種類	—	—	
外部流体密度(ton/mm)	—	—	
設計降伏点 Sy	166	166	
設計引張強さ Su	459	459	
許容 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S 1次 166	166	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(6)	2.63	—
5	(6)	2.63	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(6)	2.63	—
10	(6)	2.63	—
11	(3)	1.80	—
12	(4)	1.93	1.93
13	(3)	1.80	—
14	(1)	1.00	—
15	(6)	2.63	—
16	(6)	2.63	—
17	(1)	1.00	—
18	(9)	2.10	—
20	(9)	2.10	—
21	(4)	1.93	1.93
22	(3)	1.80	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
26	(6)	2.63	—
27	(6)	2.63	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(3)	1.09	—
31	(3)	1.09	—
32	(1)	1.00	—
33	(1)	1.00	—
34	(1)	1.00	—
35	(1)	1.00	—
36	(6)	3.45	—
37	(6)	3.45	—
38	(6)	3.45	—
39	(6)	3.45	—
40	(6)	2.63	—
41	(3)	1.80	—
42	(1)	1.00	—
43	(9)	2.10	—
45	(9)	2.10	—
46	(6)	2.63	—
47	(6)	2.63	—
48	(1)	1.00	—
49	(3)	1.80	—
52	(3)	1.80	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
50	KV23-09	弁	83.00	—
51	KV23-08	弁	83.00	—
18	—	フランジ	3.04	—
20	—	フランジ	3.04	—
43	—	フランジ	3.04	—
45	—	フランジ	3.04	—

(4) 入力地震波

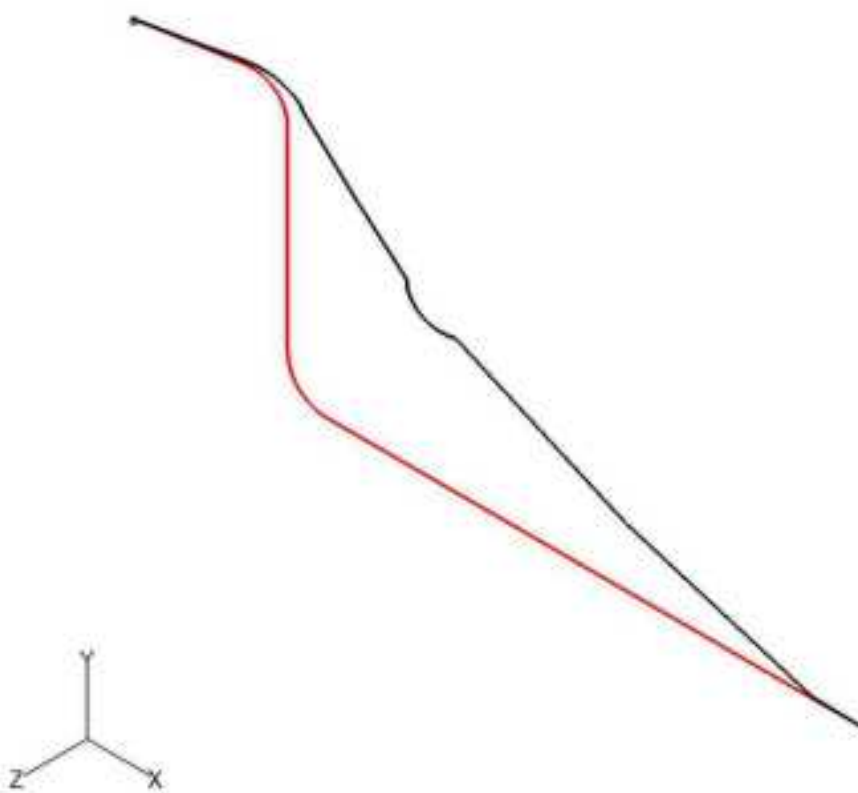
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.29	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

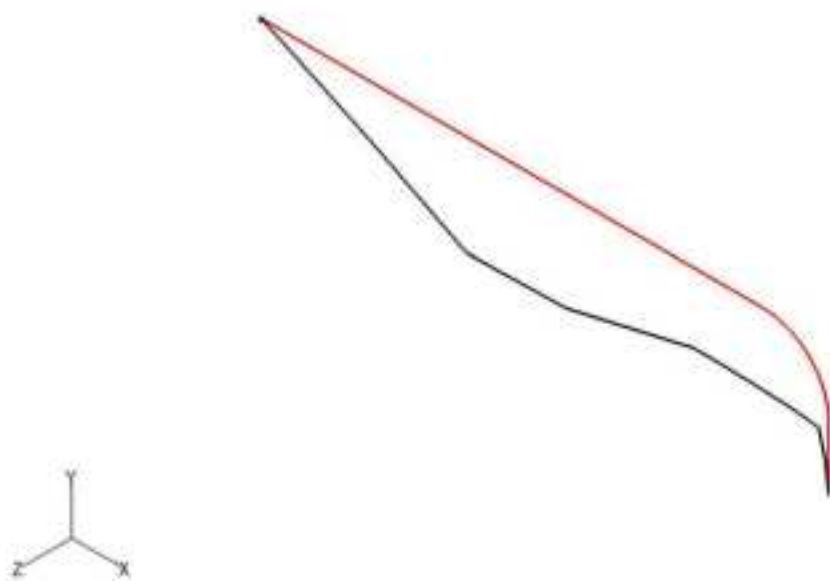
(1) HWS-R-9

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	115.5	39.4	14.7
固有周期 (s)	0.009	0.025	0.068



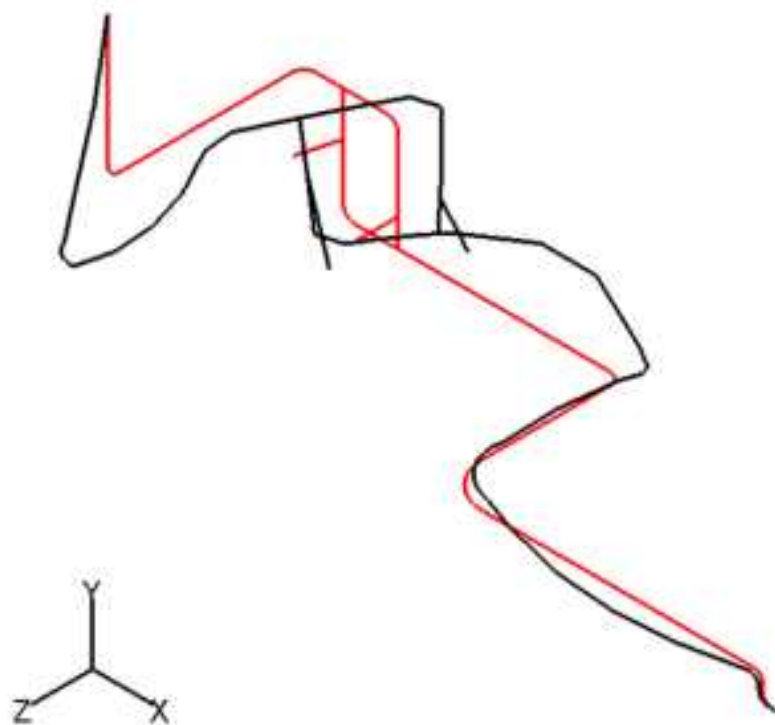
(2) HWS-R-10

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	614.9	180.1	153.1
固有周期 (s)	0.002	0.006	0.007



(3) HWS-R-11

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	10.1	19.7	15.9
固有周期 (s)	0.099	0.051	0.063



4.2. 結論

4.2.1. HWS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	9	9	-	19	58

4.2.2. HWS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	3	1	-	5	166

4.2.3. HWS-R-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	2	66	-	69	166



4.3. 拘束点反力

4.3.1. HWS-R-9

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	75	557	4	41057	3189	206994
	動的地震荷重 X	27	21	13	1193	4203	6736
	動的地震荷重 Y	20	106	9	9041	2564	42728
	動的地震荷重 Z	13	12	297	180417	91094	4732
	静的地震荷重 X	69	2	1	242	4114	3388
	静的地震荷重 Z	2	1	124	45218	38747	2388
10	自重	75	401	4	762	5220	179828
	動的地震荷重 X	82	23	9	384	2860	8061
	動的地震荷重 Y	25	66	9	1656	9012	42146
	動的地震荷重 Z	21	7	291	64092	344123	6552
	静的地震荷重 X	209	2	1	166	179	1049
	静的地震荷重 Z	2	1	154	15324	111801	1153

## 4.3.2. HWS-R-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	129	225	—	—	—	53777
	動的地震荷重 X	113	1	—	—	—	267
	動的地震荷重 Y	34	59	—	—	—	13982
	動的地震荷重 Z	—	—	71	2591	18352	—
	静的地震荷重 X	109	1	—	—	—	258
	静的地震荷重 Z	—	—	68	2505	17740	—
8	自重	129	244	—	—	—	15193
	動的地震荷重 X	28	1	—	—	—	3725
	動的地震荷重 Y	34	64	—	—	—	3951
	動的地震荷重 Z	—	—	71	13756	4926	—
	静的地震荷重 X	27	1	—	—	—	3601
	静的地震荷重 Z	—	—	68	13297	4762	—

## 4.3.3. HWS-R-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	2	615	26	4327	5363	23998
	動的地震荷重 X	411	116	958	1297230	14138	635011
	動的地震荷重 Y	31	63	32	36994	1828	39351
	動的地震荷重 Z	179	53	339	457091	8264	269296
	静的地震荷重 X	111	9	61	86334	3164	127789
	静的地震荷重 Z	14	11	96	91797	1739	22848
14	自重	44	3276	646	—	—	—
	動的地震荷重 X	643	233	341	—	—	—
	動的地震荷重 Y	115	1037	362	—	—	—
	動的地震荷重 Z	247	116	236	—	—	—
	静的地震荷重 X	267	14	60	—	—	—
	静的地震荷重 Z	19	13	291	—	—	—
28	自重	40	526	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	1729	58	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	174	55	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	645	42	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	471	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	26	3	—	—	—	—
32	自重	—	703	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	63	750	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	83	69	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	75	459	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	28	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	239	—	—	—
40	自重	1	355	3	18354	2601	87952
	動的地震荷重 X	509	43	139	32413	80117	89511
	動的地震荷重 Y	132	72	32	9713	10498	33685
	動的地震荷重 Z	253	18	155	38202	65055	42745
	静的地震荷重 X	138	8	2	362	5123	18823
	静的地震荷重 Z	31	2	51	10276	7169	4179

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
48	自重	—	—	620	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	154	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	364	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	273	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	26	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	310	—	—	—

### 3-4-4. 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震強度評価

#### 3-4-4-1. 炉室排気系主ダクトの耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-4-1-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-4-1-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-4-1-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-4-1-3
3. 設計条件	添 3-4-4-1-6
3.1. RBE-1	添 3-4-4-1-6
3.2. RBE-2	添 3-4-4-1-8
4. 解析結果及び評価	添 3-4-4-1-11
4.1. 固有周期	添 3-4-4-1-11
4.2. 結論	添 3-4-4-1-13
4.2.1. RBE-1	添 3-4-4-1-13
4.2.2. RBE-2	添 3-4-4-1-13
4.3. 拘束点反力	添 3-4-4-1-14
4.3.1. RBE-1	添 3-4-4-1-14
4.3.2. RBE-2	添 3-4-4-1-15

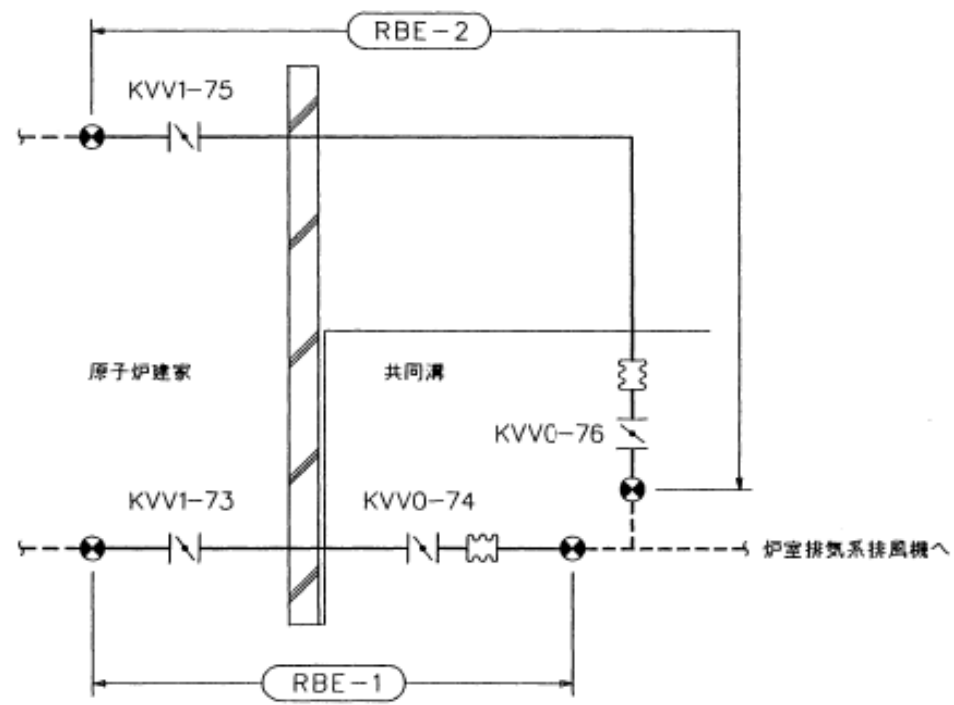
## 1. 概要

本報告書は、「3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
RBE-1	弁 (KVV1-73) 側ダクトアンカ から弁 (KVV0-74) 側ダクトアンカ まで	B
RBE-2	弁 (KVV1-75) 側ダクトアンカ から弁 (KVV0-76) 側ダクトアンカ まで	B

2. 概略系統図及び鳥瞰図




2.1. 概略系統図





## 2.2. 鳥瞰図

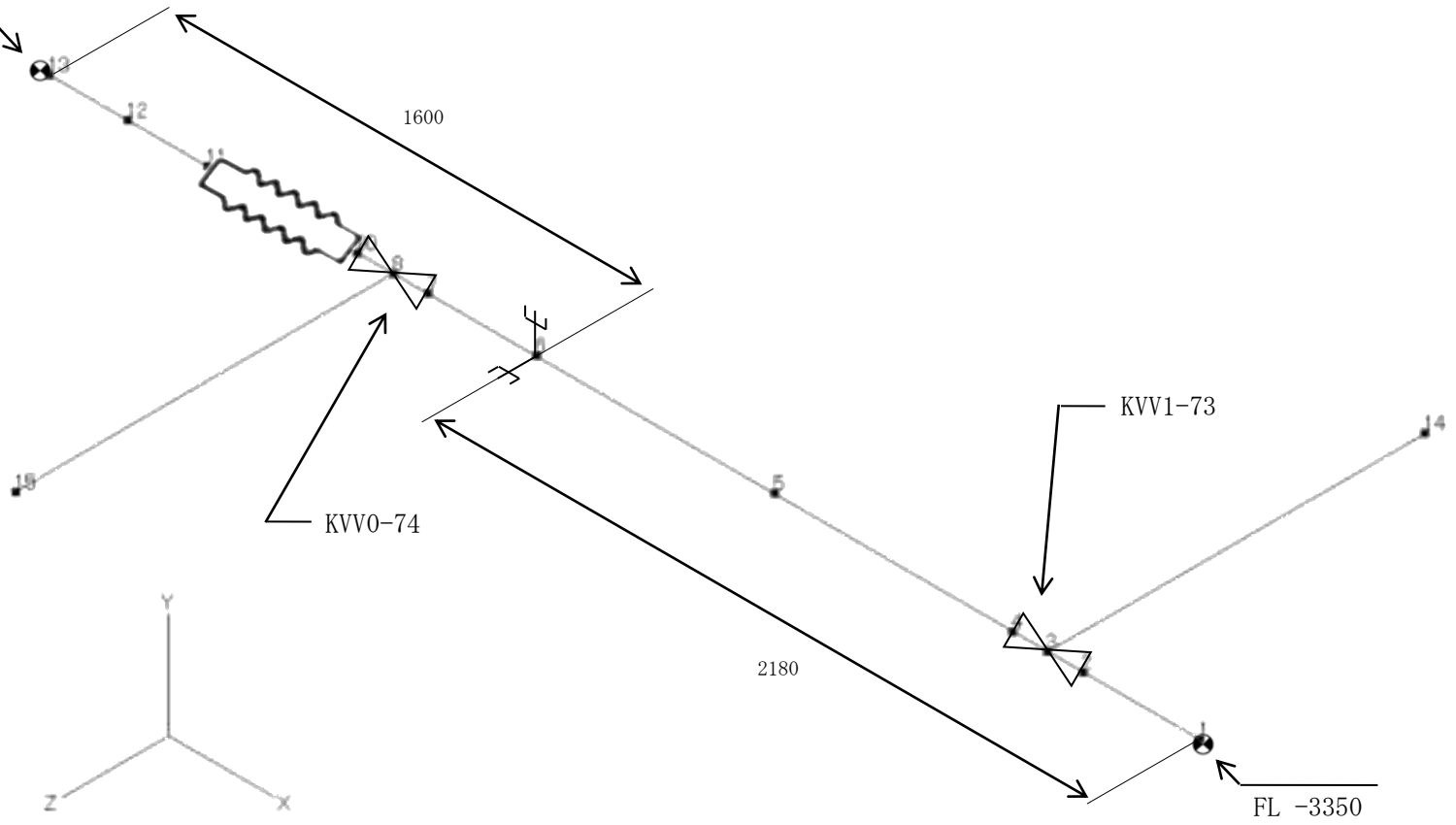
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	ベローズ

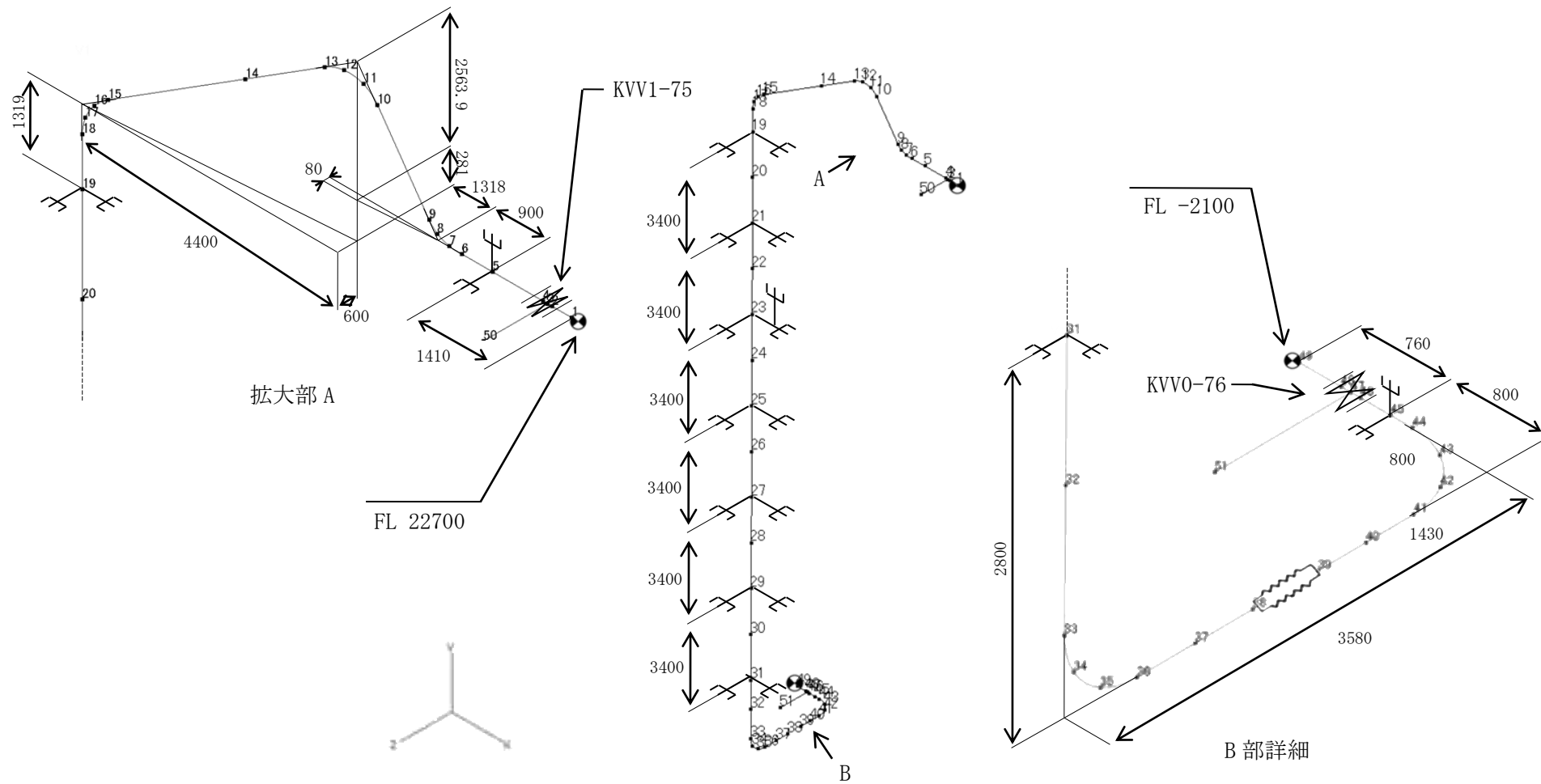
(1) RBE-1

炉室排气系排風機へ

FL -3350



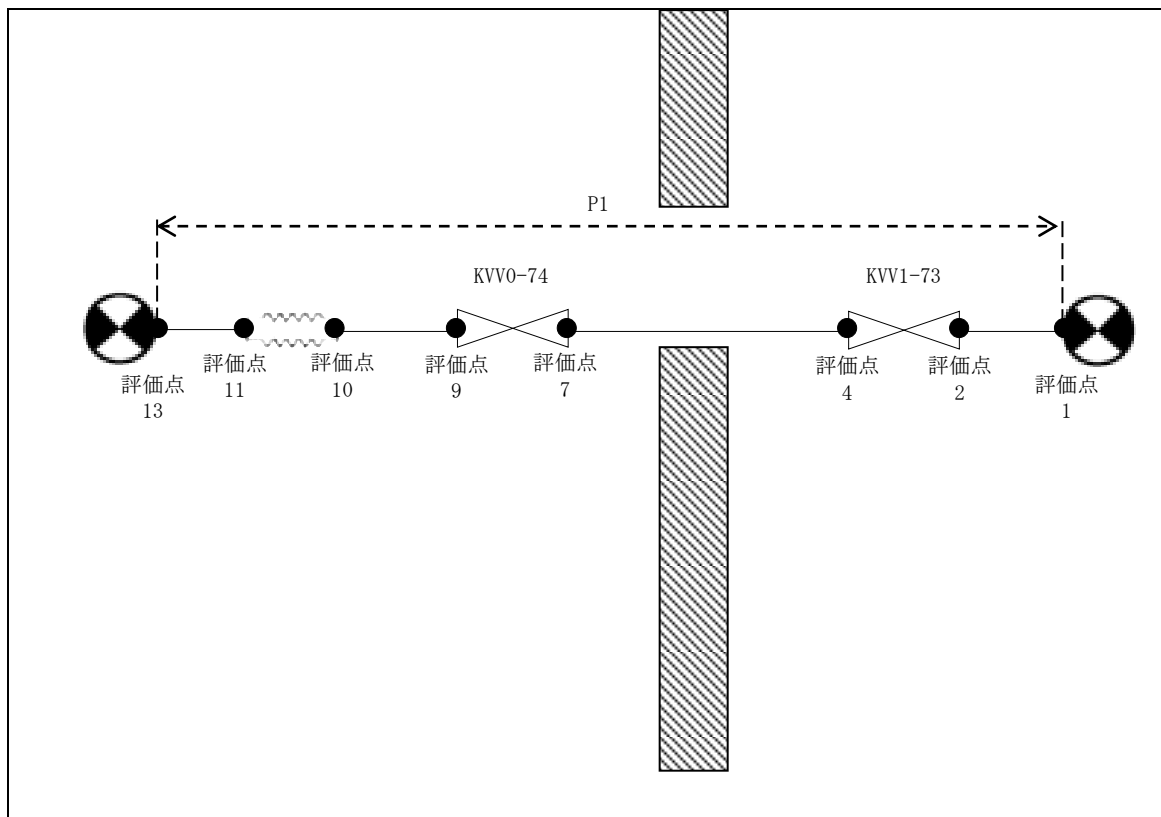
(2) RBE-2



### 3. 設計条件

#### 3.1. RBE-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	914.4			
板厚(mm)	6.0			
材質	SS400			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	2.01×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0059			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.85×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	空気			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm)	—			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	239			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	391			
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	239	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
9	(2)	2.10	—
10	(9)	2.10	—
11	(9)	2.10	—
12	(1)	1.00	—
13	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

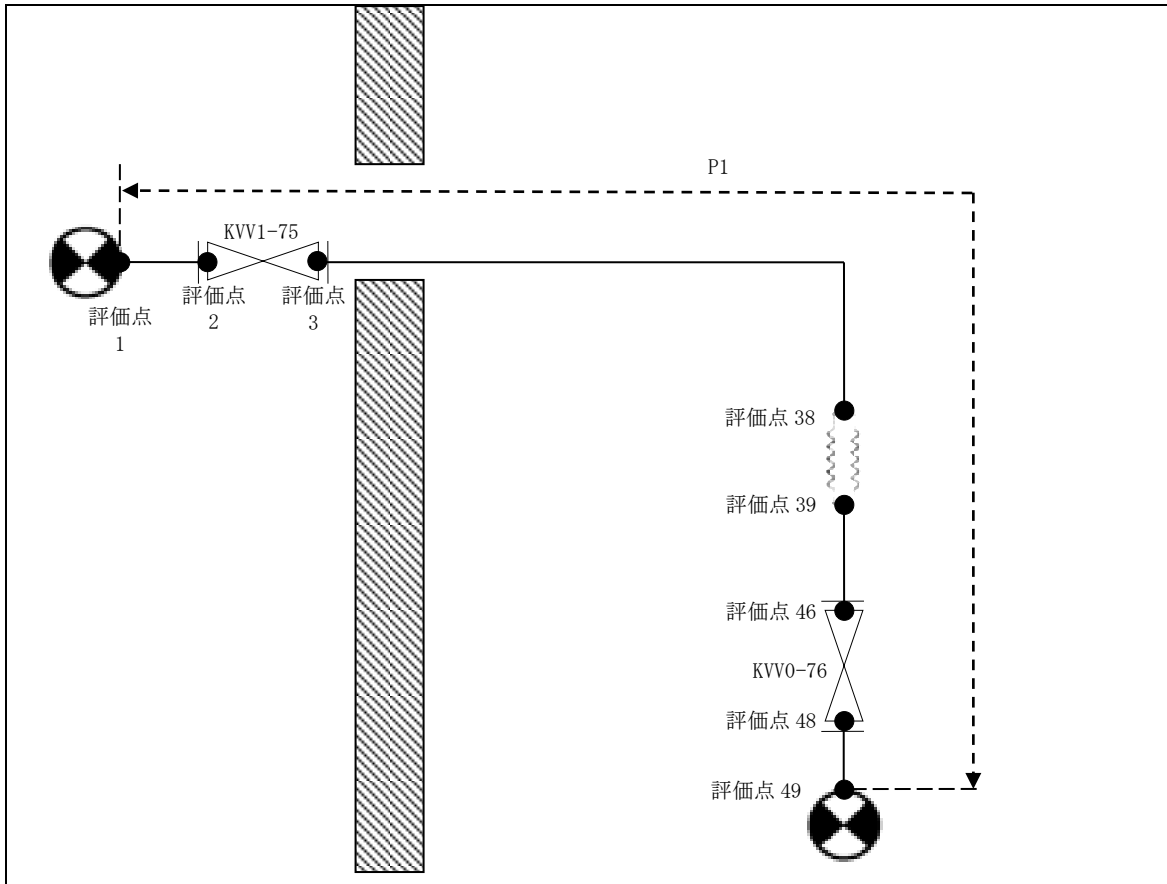
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ	114.00	—
4	—	フランジ	114.00	—
7	—	フランジ	114.00	—
10	—	伸縮継手	95.90	—
11	—	伸縮継手+ フランジ	209.90	—
14	KVV1-73	弁	930.00	—
15	KVV0-74	弁	930.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3 及び 共同溝	0.18	—

3. 2. RBE-2

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	609.6			
板厚(mm)	6.0			
材質	SS400			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	2.00×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	70			
最高使用圧力(MPa)	0.0294			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.85×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	空気			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	-			
外部流体密度(ton/mm)	-			
設計降伏点 Sy	233			
設計引張強さ Su	383			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	233	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(10)	7.76	—
7	(10)	7.76	—
8	(10)	7.76	—
9	(10)	7.76	—
10	(10)	7.82	—
11	(10)	7.82	—
12	(10)	7.82	—
13	(10)	7.82	—
14	(1)	1.00	—
15	(10)	6.40	—
16	(10)	6.40	—
17	(10)	6.40	—
18	(10)	6.40	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(1)	1.00	—
33	(10)	7.77	—
34	(10)	7.77	—
35	(10)	7.77	—
36	(10)	7.77	—
37	(1)	1.00	—
38	(9)	2.10	—
39	(9)	2.10	—
40	(1)	1.00	—
41	(10)	7.77	—
42	(10)	7.77	—
43	(10)	7.77	—
44	(10)	7.77	—
45	(1)	1.00	—
46	(2)	2.10	—
48	(2)	2.10	—
49	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ	32.00	—
4	—	フランジ	32.00	—
38	—	伸縮継手+ フランジ	122.00	—
39	—	伸縮継手+ フランジ	122.00	—
46	—	フランジ	32.00	—
48	—	フランジ	32.00	—
50	KVV1-75	弁	360.00	—
51	KVV0-76	弁	360.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 及び 共同溝	0.52	—

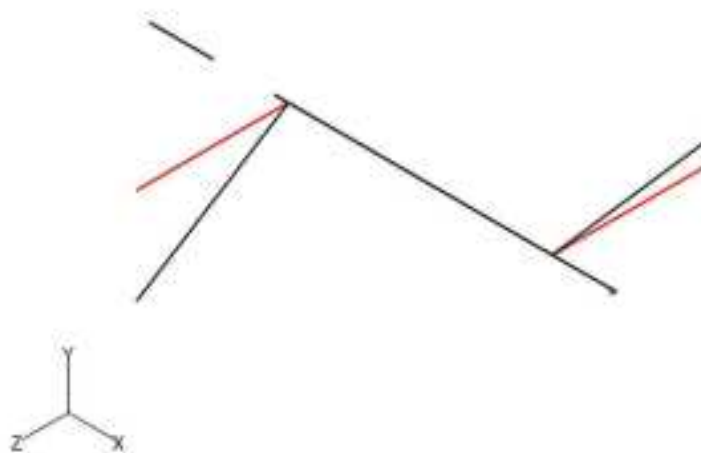


#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

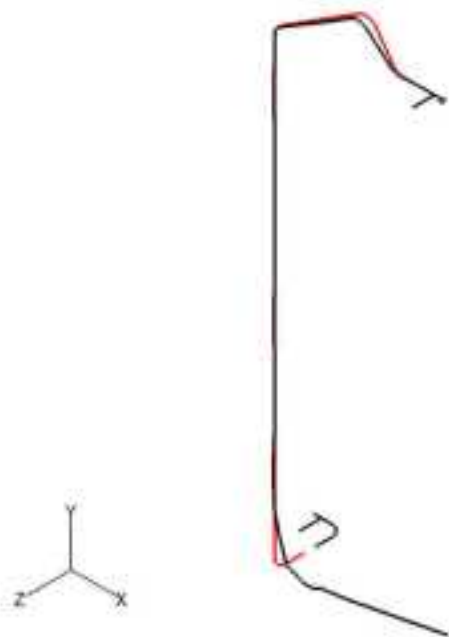
(1) RBE-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	9.2	9.1	86.7
固有周期 (s)	0.109	0.110	0.012



(2) RBE-2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	9.3	65.3	12.5
固有周期 (s)	0.107	0.015	0.080



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. RBE-1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	7	一次応力	1	4	10	-	15	239

##### 4.2.2. RBE-2

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	33	一次応力	1	11	50	-	62	233

### 4.3. 拘束点反力

#### 4.3.1. RBE-1

##### (1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	8968	—	—	—	2807159
	動的地震荷重 X	25126	—	10483	—	9965082	—
	動的地震荷重 Y	—	14675	—	19023030	—	4218866
	動的地震荷重 Z	82	—	2568	—	750764	1
	静的地震荷重 X	4714	—	521	—	1135765	—
	静的地震荷重 Z	—	—	1615	—	505289	—
6	自重	—	17219	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	10560	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	14445	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	2440	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	521	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	3100	—	—	—
13	自重	—	2744	—	—	—	1248592
	動的地震荷重 X	584	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	586	392	—	192585	278395
	動的地震荷重 Z	—	407	587	—	289036	200153
	静的地震荷重 X	494	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	494	—	224747	—

## 4.3.2. RBE-2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1721	1870	89	2850770	11938	615169
	動的地震荷重 X	4046	285	4463	1223479	1451976	54705
	動的地震荷重 Y	594	3255	176	2925345	33617	730621
	動的地震荷重 Z	1222	1975	7902	15235560	1066964	288130
	静的地震荷重 X	4429	246	1220	146526	536997	32879
	静的地震荷重 Z	101	350	280	2742938	227025	46810
5	自重	—	7404	322	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	486	7623	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	1492	246	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	1714	16439	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	959	1636	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	451	4766	—	—	—
19	自重	2246	—	316	—	—	—
	動的地震荷重 X	2469	—	2556	—	—	—
	動的地震荷重 Y	670	—	151	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1389	—	10440	—	—	—
	静的地震荷重 X	4260	—	495	—	—	—
	静的地震荷重 Z	78	—	3855	—	—	—
21	自重	639	—	103	—	—	—
	動的地震荷重 X	1163	—	719	—	—	—
	動的地震荷重 Y	279	—	135	—	—	—
	動的地震荷重 Z	807	—	5886	—	—	—
	静的地震荷重 X	543	—	97	—	—	—
	静的地震荷重 Z	29	—	287	—	—	—
23	自重	138	27047	35	—	—	—
	動的地震荷重 X	1054	627	185	—	—	—
	動的地震荷重 Y	132	4264	133	—	—	—
	動的地震荷重 Z	194	2986	1604	—	—	—
	静的地震荷重 X	1787	714	21	—	—	—
	静的地震荷重 Z	6	102	1842	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
25	自重	30	—	66	—	—	—
	動的地震荷重 X	1331	—	223	—	—	—
	動的地震荷重 Y	124	—	184	—	—	—
	動的地震荷重 Z	249	—	1231	—	—	—
	静的地震荷重 X	1405	—	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	—	1393	—	—	—
27	自重	7	—	285	—	—	—
	動的地震荷重 X	2602	—	152	—	—	—
	動的地震荷重 Y	152	—	716	—	—	—
	動的地震荷重 Z	410	—	1432	—	—	—
	静的地震荷重 X	2010	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	2013	—	—	—
29	自重	2	—	1314	—	—	—
	動的地震荷重 X	10852	—	151	—	—	—
	動的地震荷重 Y	58	—	3242	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1789	—	4195	—	—	—
	静的地震荷重 X	541	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	542	—	—	—
31	自重	1	—	1080	—	—	—
	動的地震荷重 X	17821	—	163	—	—	—
	動的地震荷重 Y	160	—	4832	—	—	—
	動的地震荷重 Z	2937	—	5635	—	—	—
	静的地震荷重 X	4996	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	4996	—	—	—
45	自重	—	7001	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	4496	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	4484	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	1942	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	2234	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	3641	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
49	自重	—	599	—	5379354	—	945534
	動的地震荷重 X	4421	—	3860	7	1785648	1
	動的地震荷重 Y	—	2619	—	4398866	1	665335
	動的地震荷重 Z	757	—	1350	51	402401	5
	静的地震荷重 X	3952	—	2234	—	1099622	—
	静的地震荷重 Z	—	—	312	—	491678	—





3-4-4-2. 実験利用設備排気系主ダクトの  
耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-4-2-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-4-2-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-4-2-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-4-2-3
3. 設計条件	添 3-4-4-2-5
3.1. LEE-1	添 3-4-4-2-5
4. 解析結果及び評価	添 3-4-4-2-7
4.1. 固有周期	添 3-4-4-2-7
4.2. 結論	添 3-4-4-2-8
4.2.1. LEE-1	添 3-4-4-2-8
4.3. 拘束点反力	添 3-4-4-2-9
4.3.1. LEE-1	添 3-4-4-2-9

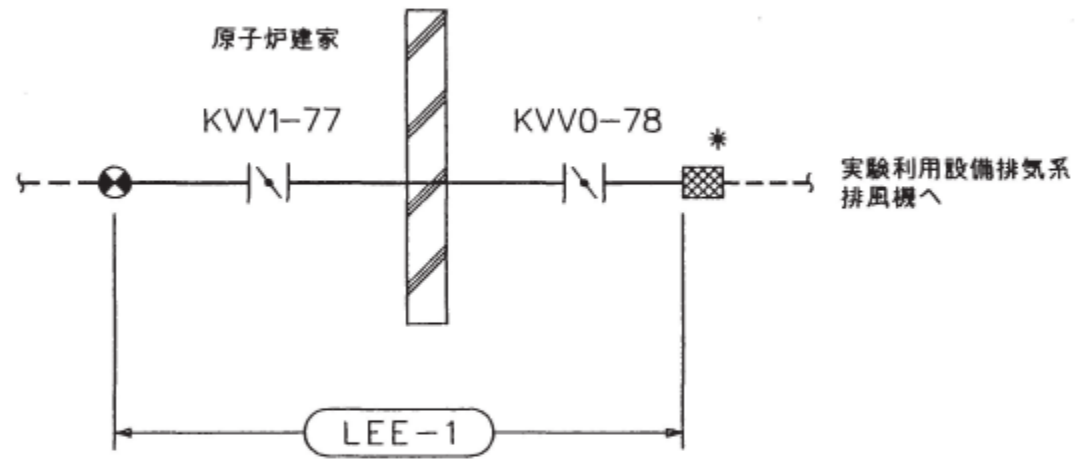
1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
LEE-1	弁 (KVV1-77) 側ダクトアンカから弁 (KVV0-78) まで	B

2. 概略系統図及び鳥瞰図



2.1. 概略系統図



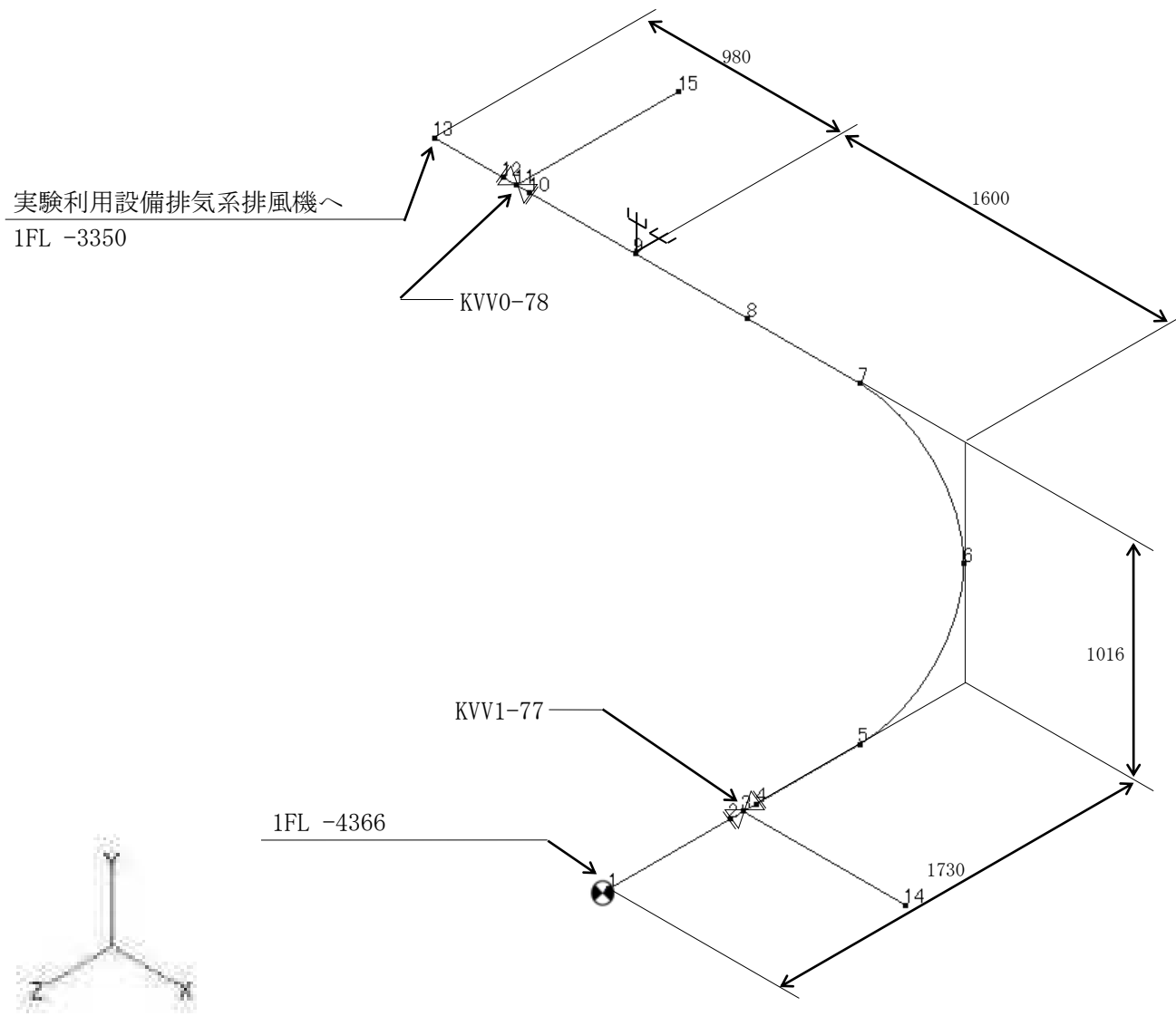
注記 \* :フレキシブル継手を示す。

## 2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ
	レストレイント

(1) LEE-1

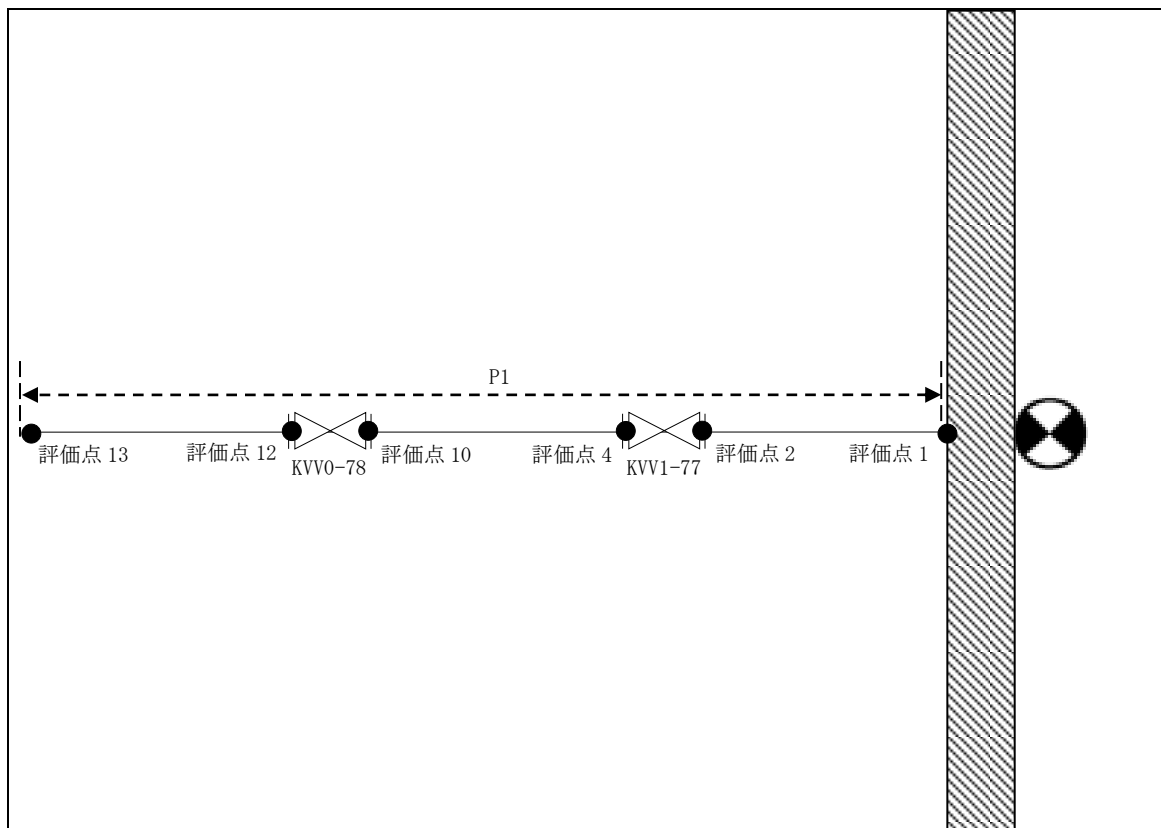


添 3-4-4-2-4

### 3. 設計条件

#### 3.1. LEE-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	508			
板厚(mm)	7.9			
材質	SGP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	2.01×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.0059			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.85×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	空気			
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	0.00			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	—			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	143			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	185			
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	143	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(9)	2.10	—
4	(9)	2.10	—
5	(6)	5.62	—
6	(6)	5.62	—
7	(6)	5.62	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(9)	1.00	—
12	(9)	1.00	—
13	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ	35.40	—
4	—	フランジ	35.40	—
10	—	フランジ	35.40	—
12	—	フランジ	35.40	—
14	KVV1-77	弁	270.00	—
15	KVV0-78	弁	270.00	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

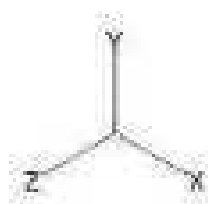
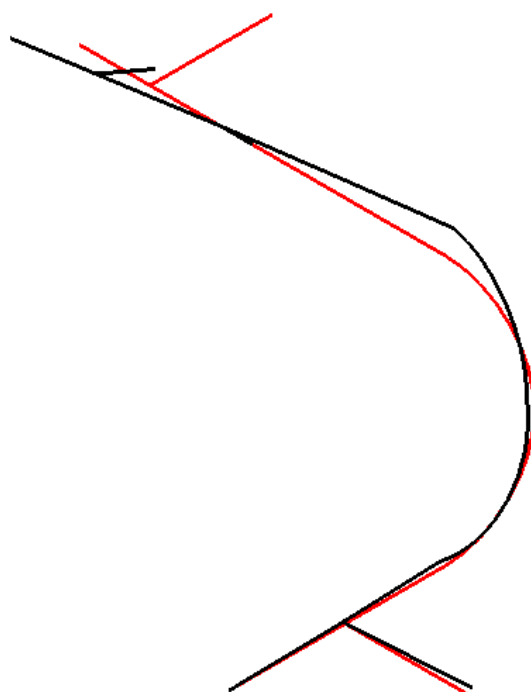


#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) LEE-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	15.5	21.5	24.9
固有周期 (s)	0.064	0.046	0.040



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. LEE-1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	5	一次応力	1	5	8	—	14	143

4.3. 拘束点反力

4.3.1. LEE-1

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	0	4516	842	3800862	1346851	2345116
	動的地震荷重 X	2411	1148	1128	588859	4144312	1056820
	動的地震荷重 Y	1983	1379	1092	913813	3311938	1203983
	動的地震荷重 Z	281	296	896	335252	634809	110975
	静的地震荷重 X	2045	314	373	164270	2371576	610363
	静的地震荷重 Z	0	9	890	45927	299854	13623
9	自重	—	6841	842	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	2560	1220	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	2204	1102	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	258	875	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	314	373	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	9	1155	—	—	—



### 3-4-5. ダクトの耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-5-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-5-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-5-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-5-3
3. 設計条件	添 3-4-5-9
3.1. duct_a1	添 3-4-5-9
3.2. duct_a2	添 3-4-5-12
3.3. duct_b	添 3-4-5-14
4. 解析結果及び評価	添 3-4-5-19
4.1. 固有周期	添 3-4-5-19
4.2. 結論	添 3-4-5-22
4.2.1. duct_a1	添 3-4-5-22
4.2.2. duct_a2	添 3-4-5-22
4.2.3. duct_b	添 3-4-5-23
4.3. 拘束点反力	添 3-4-5-24
4.3.1. duct_a1	添 3-4-5-24
4.3.2. duct_a2	添 3-4-5-27
4.3.3. duct_b	添 3-4-5-29

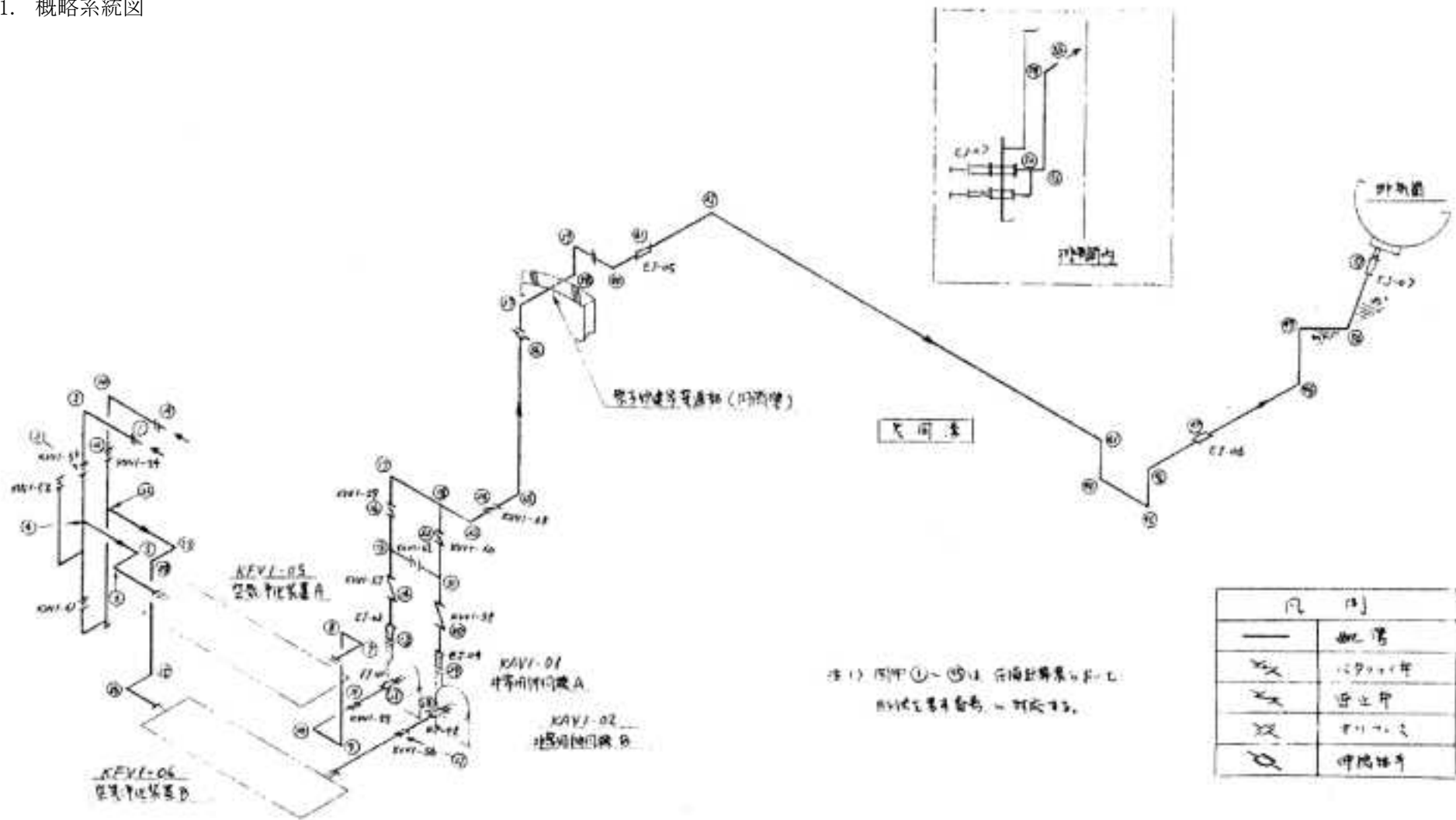
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
duct_a1	空気吸込口 から 空気浄化装置 まで	B
duct_a2	空気浄化装置 から 非常用排風機 まで	B
duct_b	非常用排風機 から 排気筒 まで	B

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図





### 2.1. 概略系統図



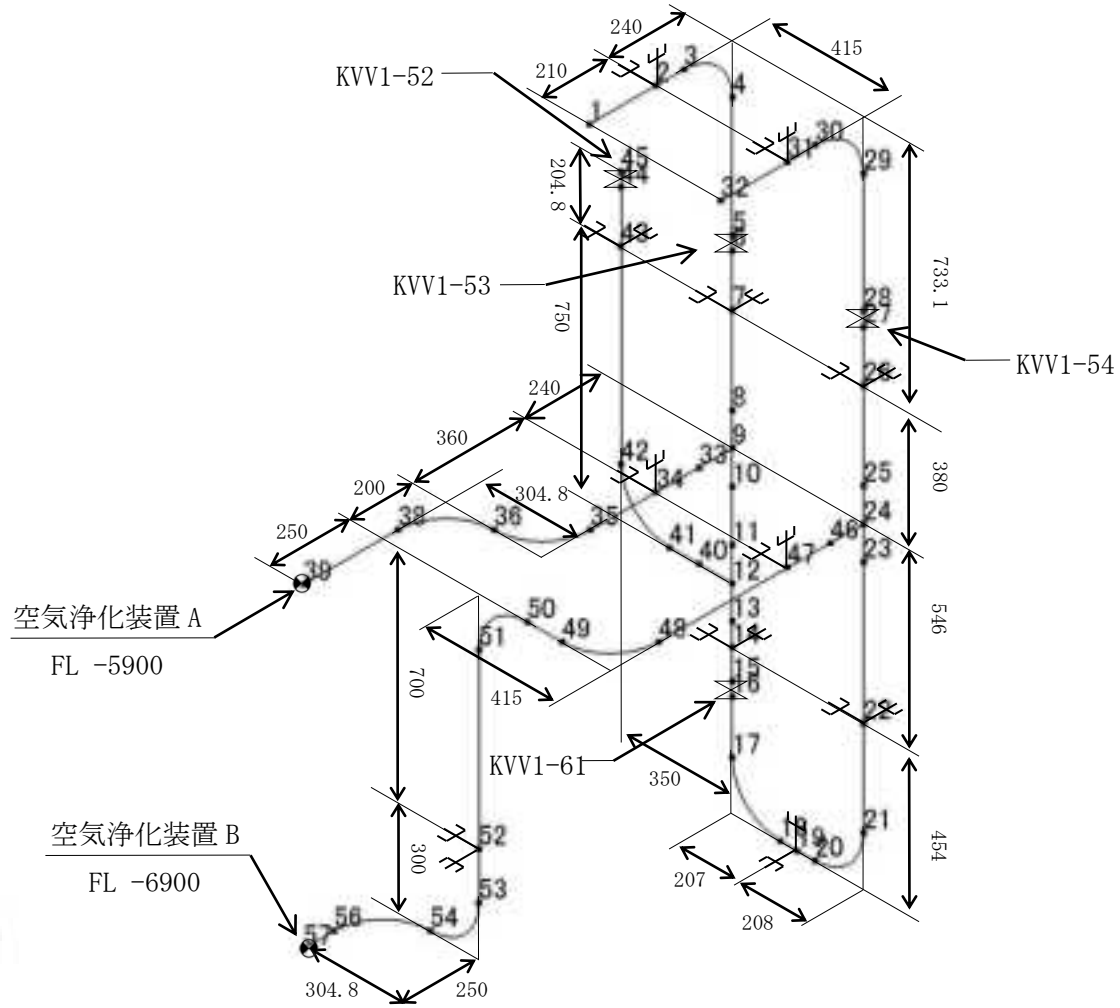


## 2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

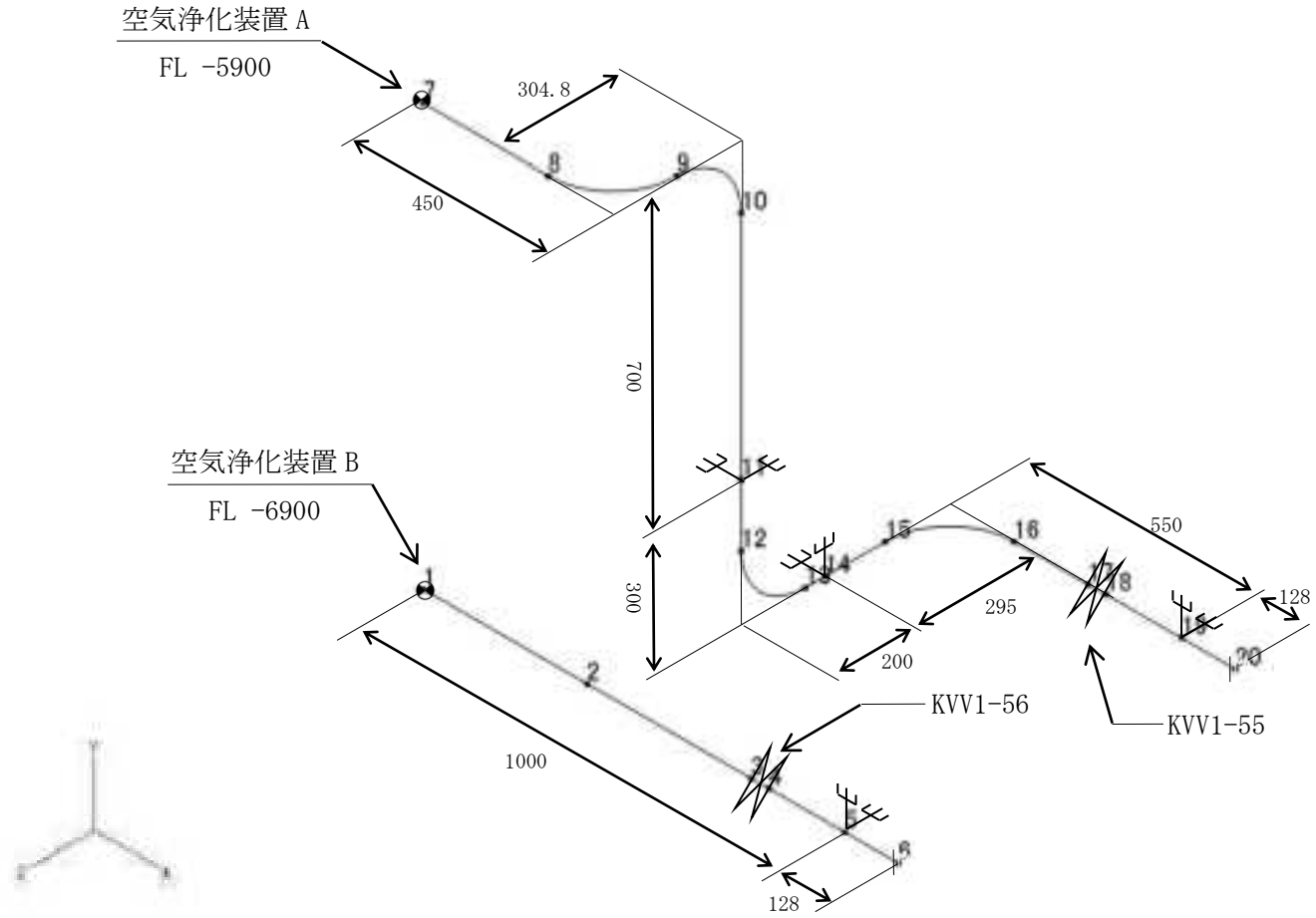
記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	オリフィス
	ベローズ

(1) duct\_a1



添 3-4-5-4

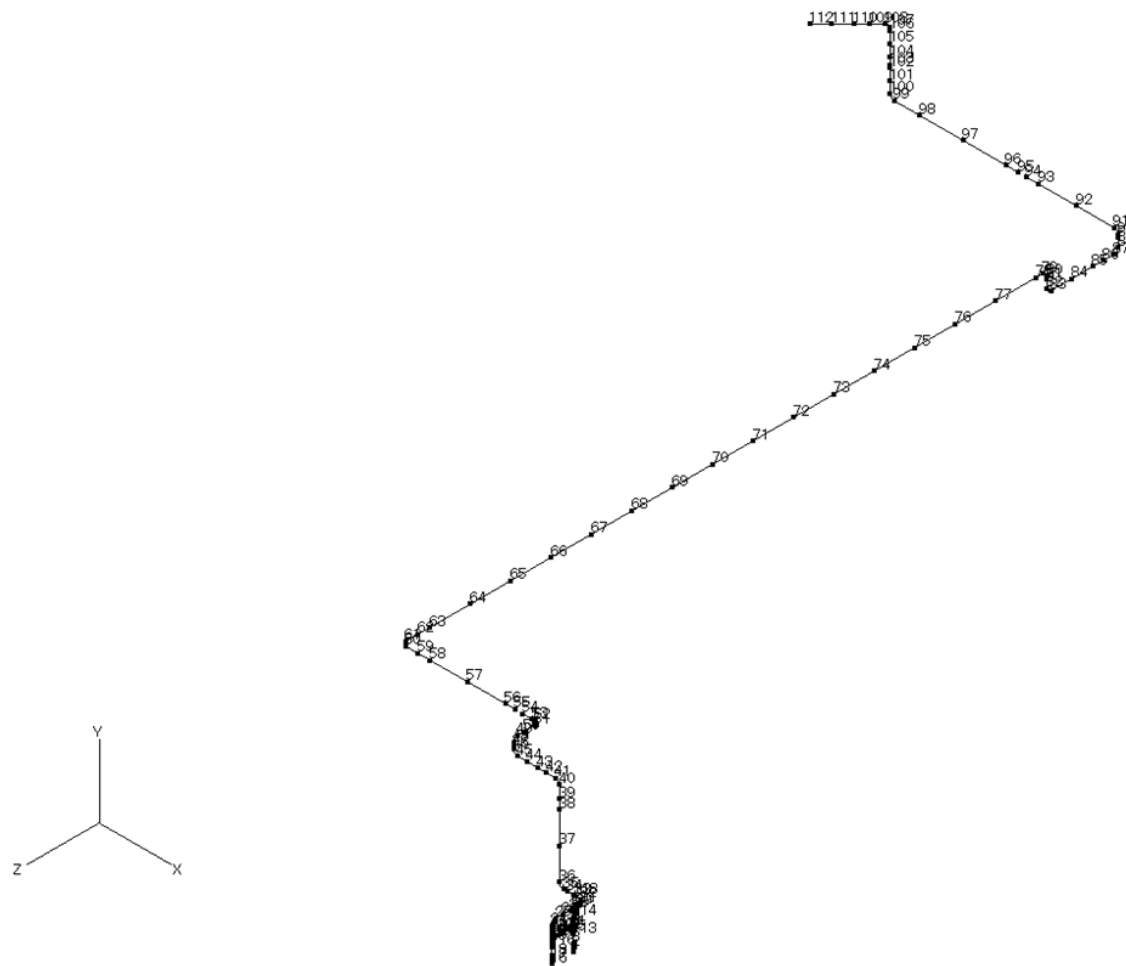
(2) duct\_a2



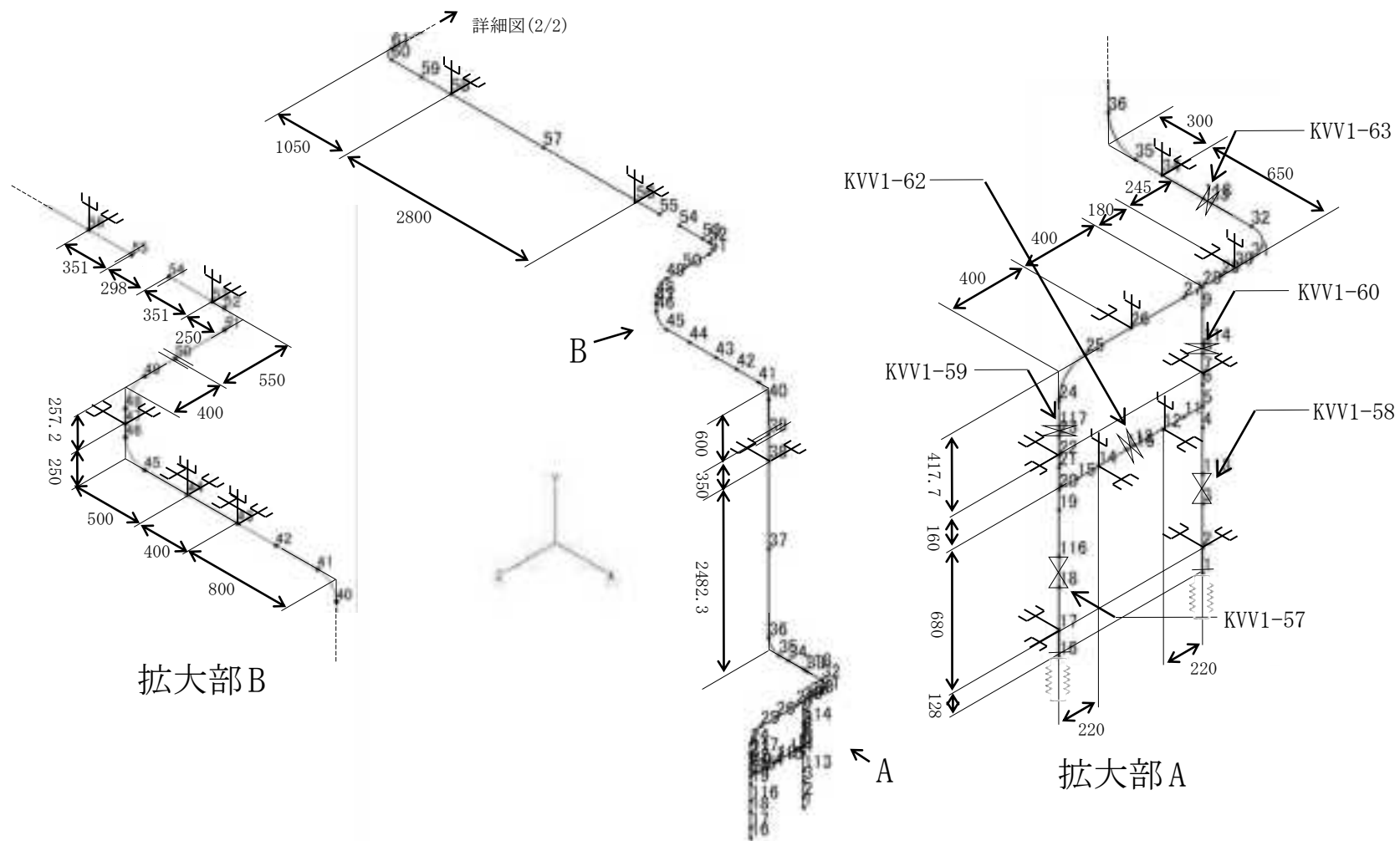
添 3-4-5-5

(3) duct\_b

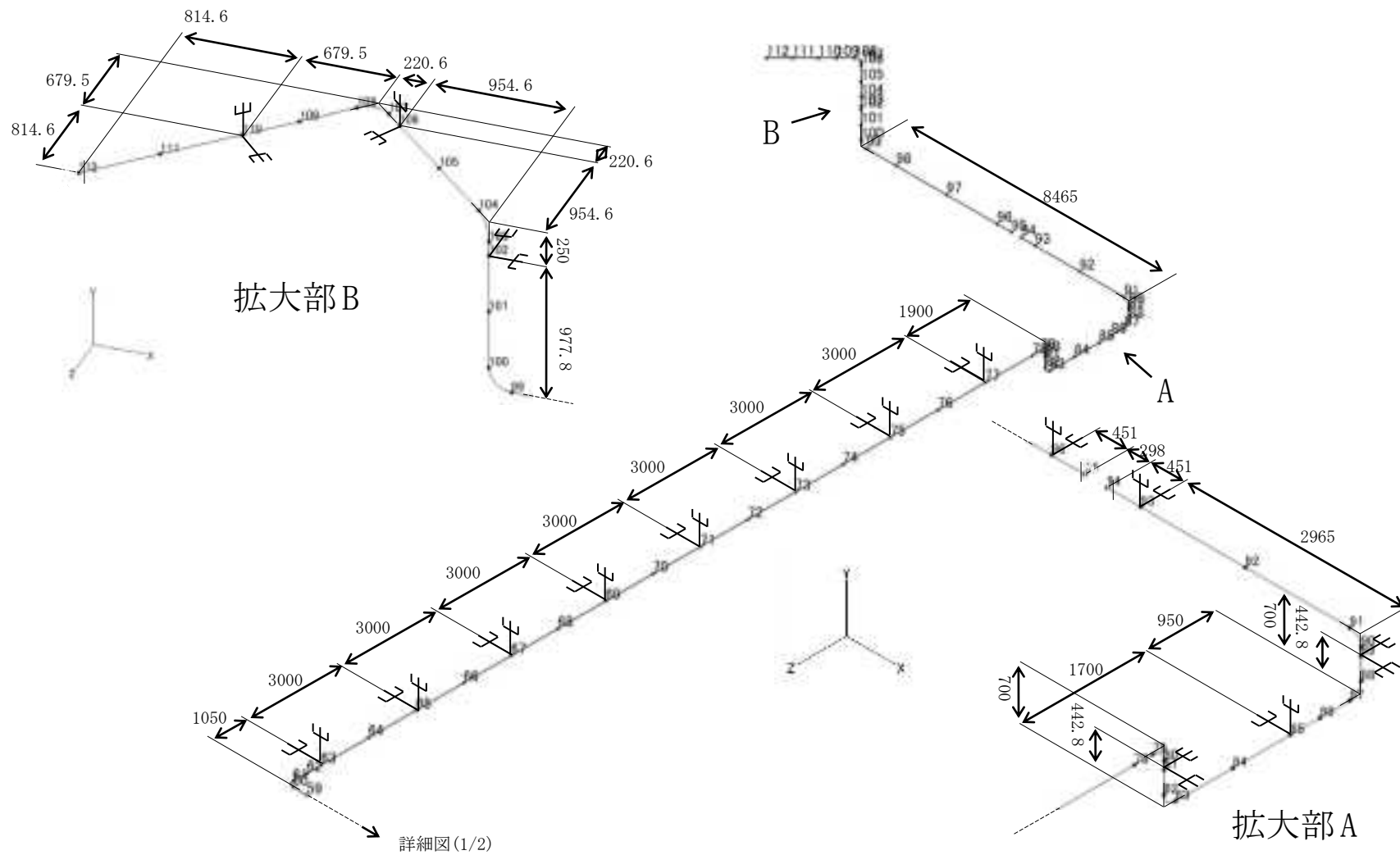
a. 全体図



b. 詳細図(1/2)



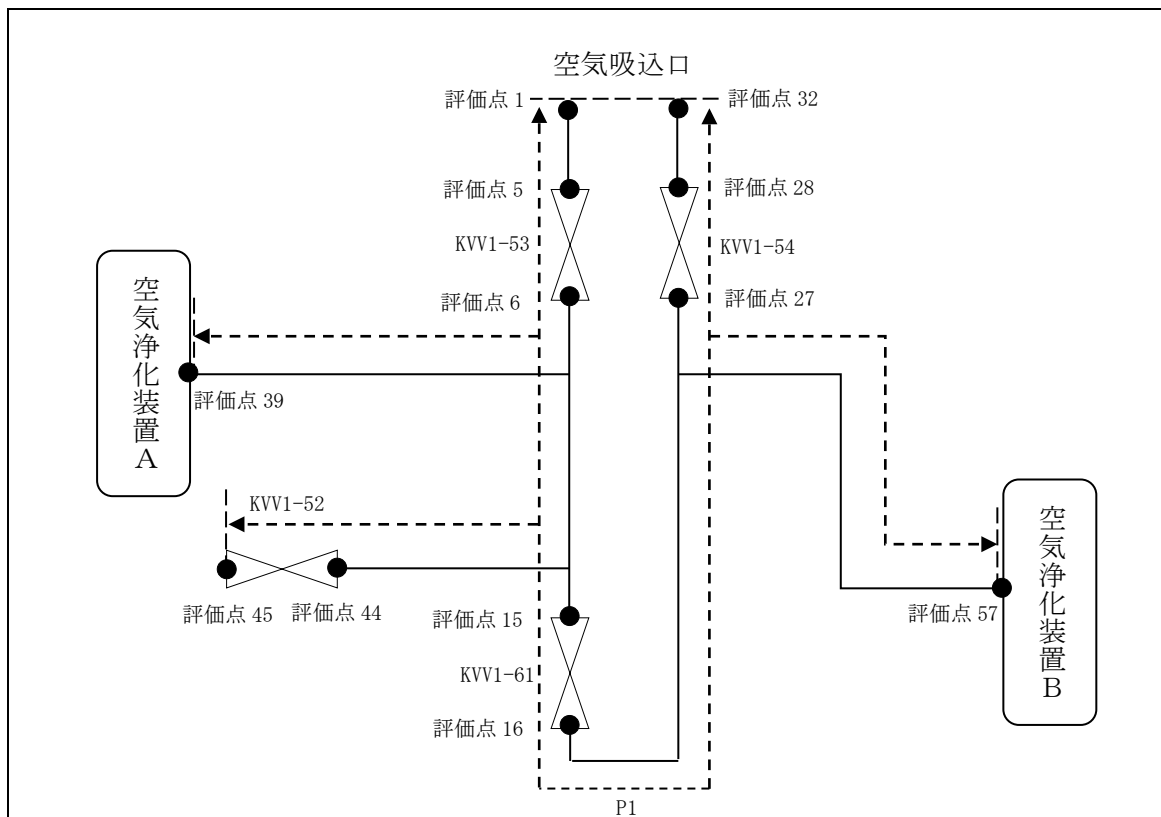
c. 詳細図(2/2)



### 3. 設計条件

#### 3.1. duct\_a1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	114.3			
板厚(mm)	4.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	55			
最高使用圧力(MPa)	0.1961			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	空気			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	—			
外部流体密度(ton/mm)	—			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	195			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	496			
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	195	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(1)	1.00	—
3	(6)	2.63	—
4	(6)	2.63	—
5	(2)	2.10	—
6	(2)	2.10	—
7	(1)	1.00	—
8	(3)	1.80	—
9	(4)	1.93	1.93
10	(3)	1.80	—
11	(3)	1.80	—
12	(4)	1.93	1.93
13	(3)	1.80	—
14	(1)	1.00	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(6)	2.63	—
18	(6)	2.63	—
19	(1)	1.00	—
20	(6)	2.63	—
21	(6)	2.63	—
22	(1)	1.00	—
23	(3)	1.80	—
24	(4)	1.93	1.93
25	(3)	1.80	—
26	(1)	1.00	—
27	(2)	2.10	—
28	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
29	(6)	2.63	—
30	(6)	2.63	—
31	(1)	1.00	—
32	(1)	1.00	—
33	(3)	1.80	—
34	(1)	1.00	—
35	(6)	2.63	—
36	(6)	2.63	—
38	(6)	2.63	—
39	(2)	2.10	—
40	(3)	1.80	—
41	(6)	2.63	—
42	(6)	2.63	—
43	(1)	1.00	—
44	(2)	2.10	—
45	(2)	2.10	—
46	(3)	1.80	—
47	(1)	1.00	—
48	(6)	2.63	—
49	(6)	2.63	—
50	(6)	2.63	—
51	(6)	2.63	—
52	(1)	1.00	—
53	(6)	2.63	—
54	(6)	2.63	—
56	(6)	2.63	—
57	(2)	2.10	—



## (3) 機器重量

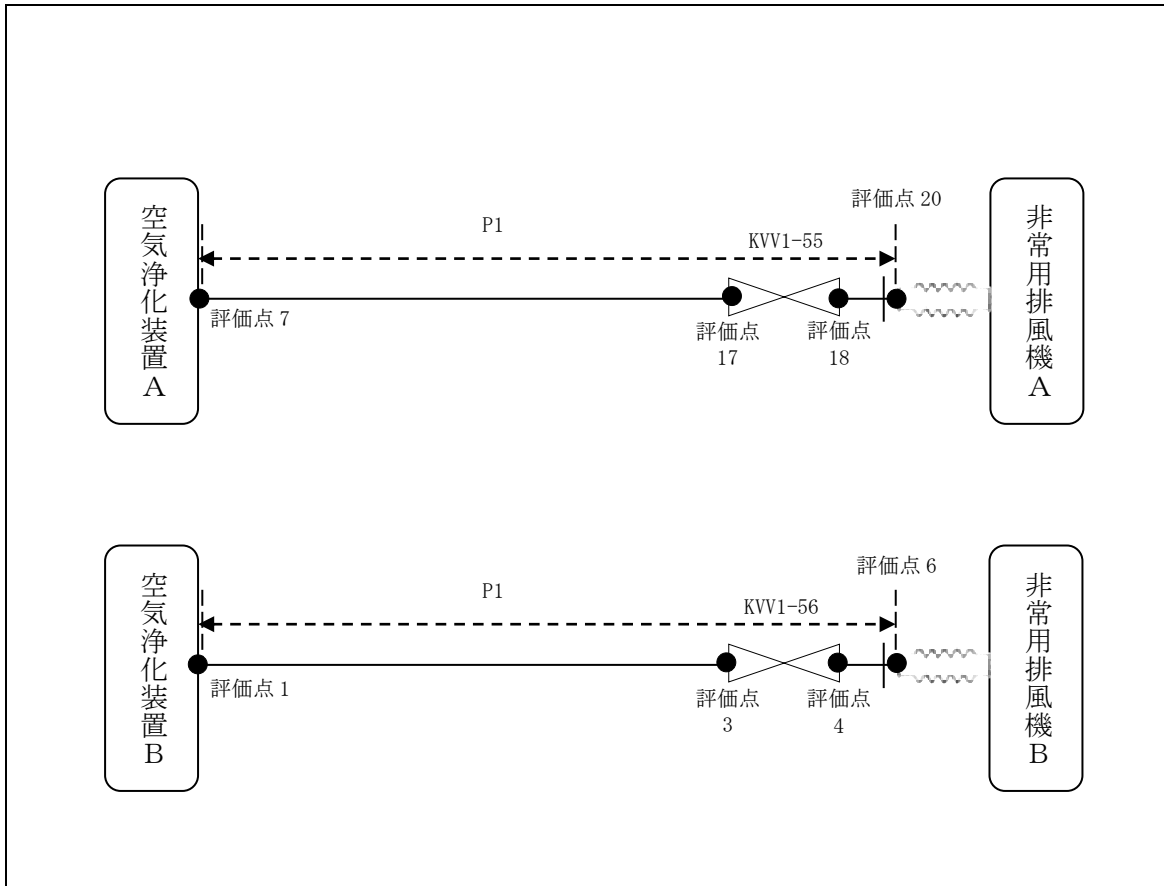
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
5	KVV1-53	弁+フランジ	13.50	—
6	KVV1-53	弁+フランジ	13.50	—
15	KVV1-61	弁+フランジ	7.50	—
16	KVV1-61	弁+フランジ	7.50	—
27	KVV1-54	弁+フランジ	13.50	—
28	KVV1-54	弁+フランジ	13.50	—
44	KVV1-52	弁+フランジ	13.10	—
45	KVV1-52	弁+フランジ	13.10	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2, 3	0.28	0.26
	静的地震力	—	—		0.18	—

3.2. duct\_a2

(1) 解析モデル



配管番号	P1		
外径(mm)	114.3		
板厚(mm)	4.0		
材質	SUS304TP		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		
ポアソン比(-)	0.3		
最高使用温度(°C)	55		
最高使用圧力(MPa)	0.1961		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		
内部流体種類	空気		
内部流体密度(ton/mm)	0.00		
外部流体種類	—		
外部流体密度(ton/mm)	—		
設計降伏点 Sy	195		
設計引張強さ Su	496		
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	195

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(9)	2.10	—
7	(2)	2.10	—
8	(6)	2.63	—
9	(6)	2.63	—
10	(6)	2.63	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
11	(1)	1.00	—
12	(6)	2.63	—
13	(6)	2.63	—
14	(1)	1.00	—
15	(6)	2.63	—
16	(6)	2.63	—
17	(2)	2.10	—
18	(2)	2.10	—
19	(1)	1.00	—
20	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

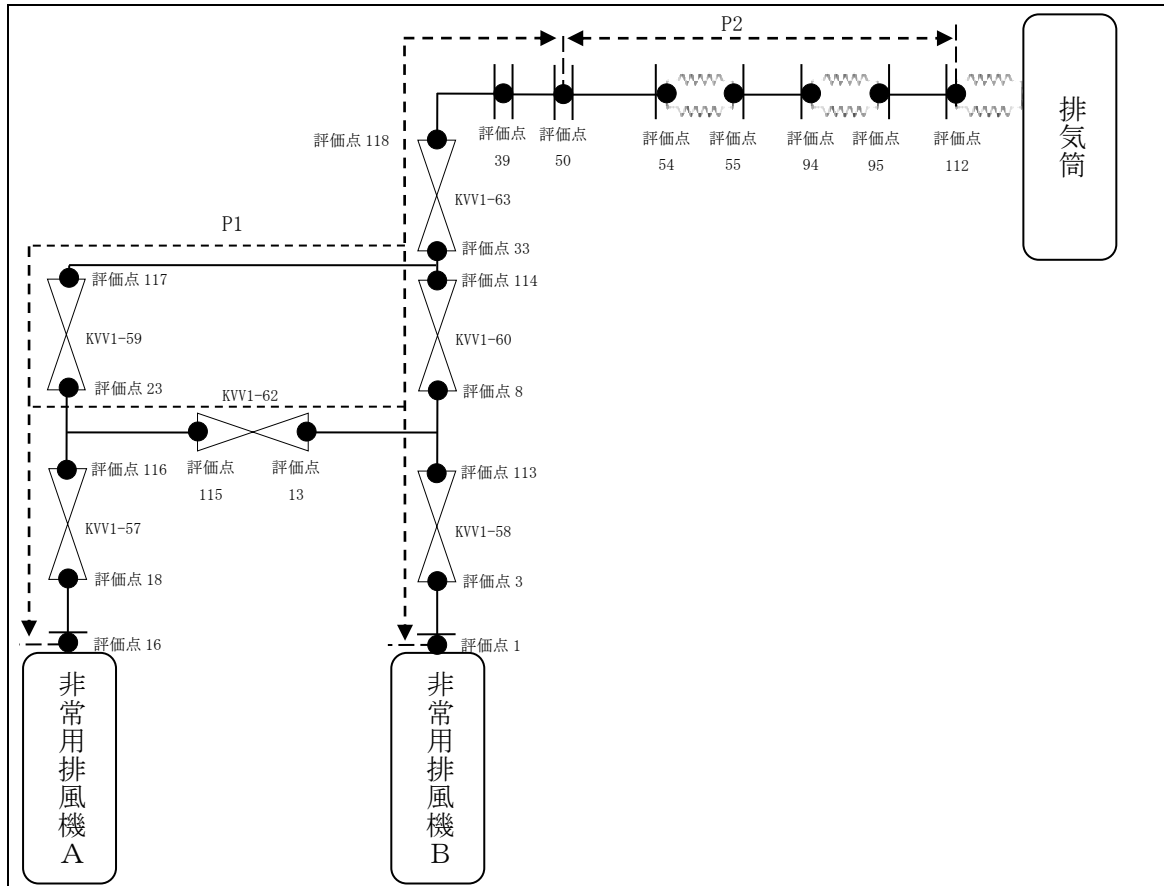
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	3.00	—
3	KVV1-56	弁	13.50	—
4	KVV1-56	弁	13.50	—
6	—	伸縮継手+ フランジ	4.50	—
7	—	フランジ	3.00	—
17	KVV1-55	弁	13.50	—
18	KVV1-55	弁	13.50	—
20	—	伸縮継手+ フランジ	4.50	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 2	0.25	0.25
	静的地震力	—	—		0.18	—

### 3.3. duct\_b

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	
外径(mm)	114.3		114.3	
板厚(mm)	4.0		6.0	
材質	SUS304TP		STPG370	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>		2.01×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.3		0.3	
最高使用温度(°C)	55		55	
最高使用圧力(MPa)	0.1961		0.1961	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.85×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	空気		空気	
内部流体密度(ton/mm)	0.00		0.00	
外部流体種類	—		—	
外部流体密度(ton/mm)	—		—	
設計降伏点 Sy	195		200	
設計引張強さ Su	496		362	
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次		
			195	200

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(2)	2.10	—
4	(3)	1.80	—
5	(4)	1.93	1.93
6	(3)	1.80	—
7	(1)	1.00	—
8	(2)	2.10	—
9	(3)	1.80	—
11	(3)	1.80	—
12	(1)	1.00	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(3)	1.80	—
16	(9)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(2)	2.10	—
19	(3)	1.80	—
20	(4)	1.93	1.93
21	(3)	1.80	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—
24	(6)	2.63	—
25	(6)	2.63	—
26	(1)	1.00	—
27	(3)	1.80	—
28	(4)	1.93	1.93
29	(3)	1.80	—
30	(1)	1.00	—
31	(6)	2.63	—
32	(6)	2.63	—
33	(2)	2.10	—
34	(1)	1.00	—
35	(6)	2.63	—
36	(6)	2.63	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
37	(1)	1.00	—
38	(1)	1.00	—
39	(9)	2.10	—
40	(6)	2.63	—
41	(6)	2.63	—
42	(1)	1.00	—
43	(1)	1.00	—
44	(1)	1.00	—
45	(6)	2.63	—
46	(6)	2.63	—
47	(1)	1.00	—
48	(6)	2.63	—
49	(6)	2.63	—
50	(9)	2.10	—
51	(6)	1.96	—
52	(6)	1.96	—
53	(1)	1.00	—
54	(9)	2.10	—
55	(9)	2.10	—
56	(1)	1.00	—
57	(1)	1.00	—
58	(1)	1.00	—
59	(1)	1.00	—
60	(6)	1.96	—
61	(6)	1.96	—
62	(1)	1.00	—
63	(1)	1.00	—
64	(1)	1.00	—
65	(1)	1.00	—
66	(1)	1.00	—
67	(1)	1.00	—
68	(1)	1.00	—
69	(1)	1.00	—
70	(1)	1.00	—
71	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
72	(1)	1.00	—
73	(1)	1.00	—
74	(1)	1.00	—
75	(1)	1.00	—
76	(1)	1.00	—
77	(1)	1.00	—
78	(1)	1.00	—
79	(6)	1.96	—
80	(6)	1.96	—
81	(1)	1.00	—
82	(6)	1.96	—
83	(6)	1.96	—
84	(1)	1.00	—
85	(1)	1.00	—
86	(1)	1.00	—
87	(6)	1.96	—
88	(6)	1.96	—
89	(1)	1.00	—
90	(6)	1.96	—
91	(6)	1.96	—
92	(1)	1.00	—
93	(1)	1.00	—
94	(9)	2.10	—
95	(9)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
96	(1)	1.00	—
97	(1)	1.00	—
98	(1)	1.00	—
99	(6)	1.96	—
100	(6)	1.96	—
101	(1)	1.00	—
102	(1)	1.00	—
103	(6)	1.96	—
104	(6)	1.96	—
105	(1)	1.00	—
106	(1)	1.00	—
107	(6)	1.96	—
108	(6)	1.96	—
109	(1)	1.00	—
110	(1)	1.00	—
111	(1)	1.00	—
112	(9)	2.10	—
113	(9)	2.10	—
114	(9)	2.10	—
115	(9)	2.10	—
116	(9)	2.10	—
117	(9)	2.10	—
118	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	伸縮継手+ フランジ	4.50	—
3	KVV1-58	弁	27.00	—
8	KVV1-60	弁	13.50	—
13	KVV1-62	弁	7.50	—
16	—	伸縮継手+ フランジ	4.50	—
18	KVV1-57	弁	27.00	—
23	KVV1-59	弁	13.50	—
33	KVV1-63	弁	7.50	—
39	—	オリフィス	10.00	—
50	—	フランジ	8.00	—
54	—	伸縮継手+ フランジ	4.75	—
55	—	伸縮継手+ フランジ	4.75	—
94	—	伸縮継手+ フランジ	4.75	—
95	—	伸縮継手+ フランジ	4.75	—
112	—	伸縮継手+ フランジ	4.75	—
113	KVV1-58	弁	27.00	—
114	KVV1-60	弁	13.50	—
115	KVV1-62	弁	7.50	—
116	KVV1-57	弁	27.00	—
117	KVV1-59	弁	13.50	—
118	KVV1-63	弁	7.50	—

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 2, 3 及び共同溝	0.18	—

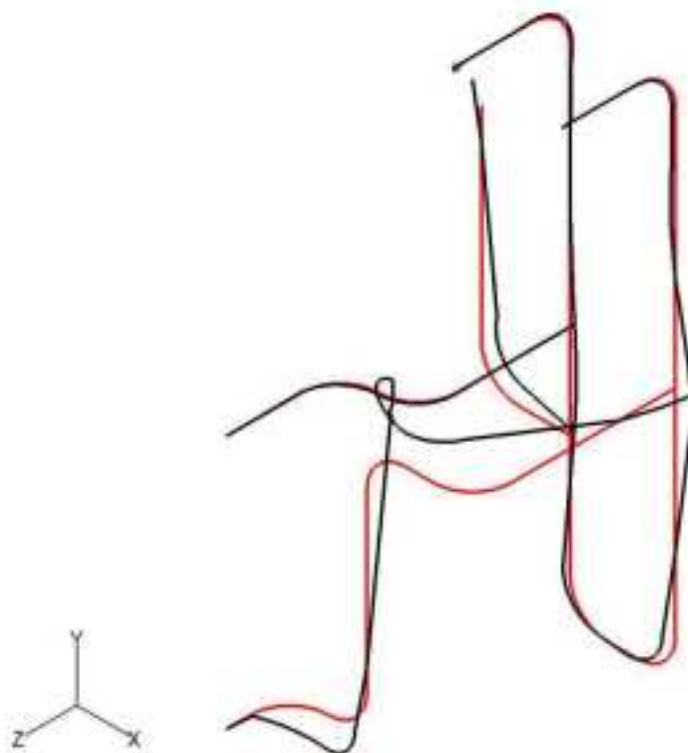


#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

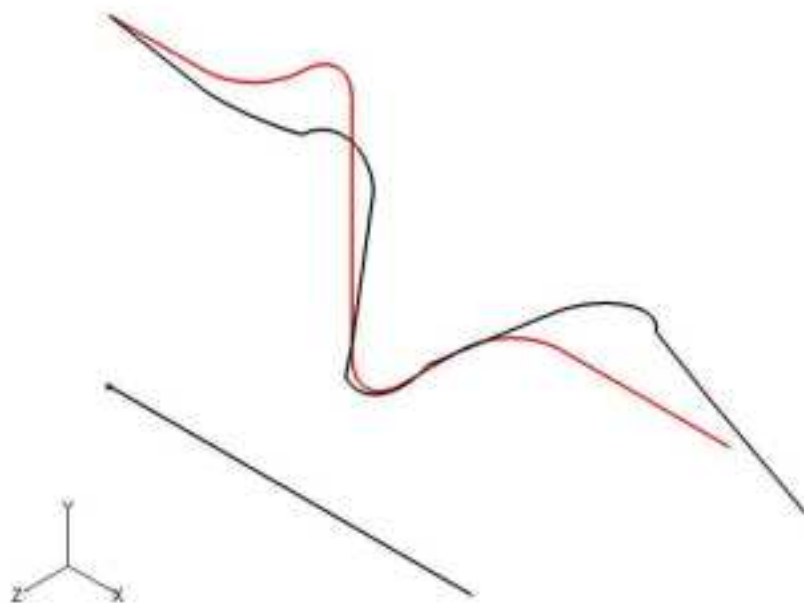
(1) duct\_a1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	166.5	218.8	88.8
固有周期 (s)	0.006	0.005	0.011



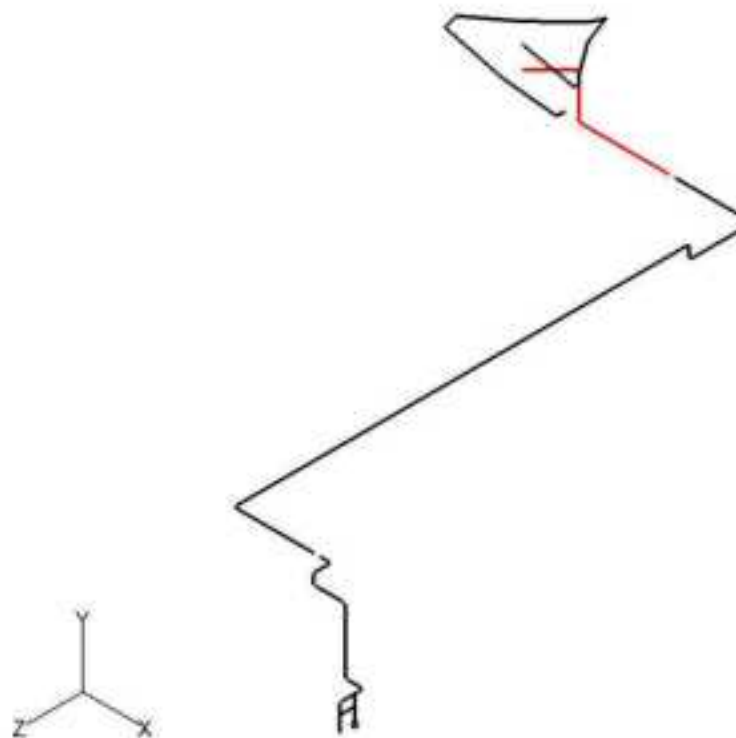
(2) duct\_a2

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	62.0	207.0	207.0
固有周期 (s)	0.016	0.005	0.005



(3) duct\_b

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	12.9	79.0	27.2
固有周期 (s)	0.078	0.013	0.037



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. duct\_a1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	9	一次応力	2	4	2	-	8	195

##### 4.2.2. duct\_a2

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	2	1	-	5	195

4.2.3. duct\_b

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	103	一次応力	1	3	15	-	19	200

### 4.3. 拘束点反力

#### 4.3.1. duct\_a1

##### (1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
2	自重	12	89	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	28	1	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	3	23	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1	27	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	18	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	18	—	—	—	—
7	自重	68	—	143	—	—	—
	動的地震荷重 X	110	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 Y	18	—	38	—	—	—
	動的地震荷重 Z	3	—	173	—	—	—
	静的地震荷重 X	71	—	2	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	—	111	—	—	—
14	自重	50	—	152	—	—	—
	動的地震荷重 X	78	—	7	—	—	—
	動的地震荷重 Y	13	—	40	—	—	—
	動的地震荷重 Z	7	—	43	—	—	—
	静的地震荷重 X	50	—	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	4	—	28	—	—	—
19	自重	—	861	30	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	3	1	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	224	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	24	33	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	16	22	—	—	—
22	自重	167	—	10	—	—	—
	動的地震荷重 X	24	—	8	—	—	—
	動的地震荷重 Y	44	—	3	—	—	—
	動的地震荷重 Z	8	—	3	—	—	—
	静的地震荷重 X	16	—	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	—	2	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y			X	Y
26	自重	19	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	94	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 Y	5	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 Z	4	—	176	—	—	—
	静的地震荷重 X	61	—	3	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	—	114	—	—	—
31	自重	4	48	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	30	1	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1	13	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1	27	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	19	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	17	—	—	—	—
34	自重	79	673	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	5	12	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	21	175	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	17	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	4	8	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	11	11	—	—	—	—
39	自重	13	4	15	4565	6707	9457
	動的地震荷重 X	23	2	3	368	5979	185
	動的地震荷重 Y	4	1	4	1187	1744	2459
	動的地震荷重 Z	12	1	2	266	2570	187
	静的地震荷重 X	15	1	2	237	3844	119
	静的地震荷重 Z	8	1	1	171	1652	120
43	自重	45	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	109	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	108	—	—	—
	静的地震荷重 X	70	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	70	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y			X	Y
47	自重	46	210	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	40	7	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	55	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	4	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	26	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3	10	—	—	—	—
52	自重	89	—	53	—	—	—
	動的地震荷重 X	52	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 Y	23	—	14	—	—	—
	動的地震荷重 Z	7	—	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	34	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	—	16	—	—	—
57	自重	78	158	42	25352	11078	19765
	動的地震荷重 X	8	1	2	1077	2772	246
	動的地震荷重 Y	21	41	11	6592	2881	5139
	動的地震荷重 Z	5	1	14	1069	1485	393
	静的地震荷重 X	5	1	1	692	1782	158
	静的地震荷重 Z	3	1	9	688	955	253



## 4.3.2. duct\_a2

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	165	—	—	—	34927
	動的地震荷重 X	115	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	42	—	—	—	8732
	動的地震荷重 Z	—	—	42	—	8732	—
	静的地震荷重 X	83	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	30	—	6287	—
5	自重	—	296	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	74	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	74	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	54	—	—	—
7	自重	7	42	8	6844	1537	2971
	動的地震荷重 X	53	22	6	3013	11055	8947
	動的地震荷重 Y	2	11	2	1711	385	743
	動的地震荷重 Z	2	11	20	2160	2534	3576
	静的地震荷重 X	38	16	5	2169	7960	6442
	静的地震荷重 Z	2	8	15	1555	1825	2575
11	自重	6	—	8	—	—	—
	動的地震荷重 X	63	—	38	—	—	—
	動的地震荷重 Y	2	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 Z	1	—	71	—	—	—
	静的地震荷重 X	45	—	27	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	51	—	—	—
14	自重	2	312	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	167	30	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	1	78	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	3	9	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	120	22	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	7	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
19	自重	—	273	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	9	32	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	69	1	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	2	66	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	23	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	48	—	—	—

## 4.3.3. duct\_b

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
2	自重	1	—	14	—	—	—
	動的地震荷重 X	52	—	8	—	—	—
	動的地震荷重 Y	15	—	37	—	—	—
	動的地震荷重 Z	16	—	55	—	—	—
	静的地震荷重 X	72	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	70	—	—	—
7	自重	12	—	148	—	—	—
	動的地震荷重 X	63	—	16	—	—	—
	動的地震荷重 Y	16	—	50	—	—	—
	動的地震荷重 Z	16	—	85	—	—	—
	静的地震荷重 X	80	—	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3	—	146	—	—	—
12	自重	3	398	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	33	17	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	17	87	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	18	71	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	46	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	6	—	—	—	—
14	自重	3	1042	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	59	25	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	17	153	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	15	53	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	35	3	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	9	—	—	—	—
17	自重	—	—	63	—	—	—
	動的地震荷重 X	64	—	8	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	—	28	—	—	—
	動的地震荷重 Z	7	—	57	—	—	—
	静的地震荷重 X	71	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	70	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
22	自重	2	—	196	—	—	—
	動的地震荷重 X	72	—	13	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	—	55	—	—	—
	動的地震荷重 Z	9	—	77	—	—	—
	静的地震荷重 X	96	—	4	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	143	—	—	—
26	自重	6	596	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	41	10	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	54	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	10	41	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	12	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	4	—	—	—	—
30	自重	36	225	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	70	31	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	49	88	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	41	50	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	98	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	2	—	—	—	—
34	自重	—	749	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	47	15	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	104	16	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	30	39	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	56	—	—	—
38	自重	49	—	6	—	—	—
	動的地震荷重 X	41	—	16	—	—	—
	動的地震荷重 Y	37	—	17	—	—	—
	動的地震荷重 Z	9	—	44	—	—	—
	静的地震荷重 X	61	—	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	63	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
43	自重	30	84	15	—	—	—
	動的地震荷重 X	20	44	122	—	—	—
	動的地震荷重 Y	15	47	21	—	—	—
	動的地震荷重 Z	6	9	61	—	—	—
	静的地震荷重 X	22	30	69	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	1	43	—	—	—
44	自重	108	272	18	—	—	—
	動的地震荷重 X	43	68	135	—	—	—
	動的地震荷重 Y	29	75	16	—	—	—
	動的地震荷重 Z	12	10	43	—	—	—
	静的地震荷重 X	26	44	72	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	4	18	—	—	—
47	自重	108	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	125	—	206	—	—	—
	動的地震荷重 Y	30	—	12	—	—	—
	動的地震荷重 Z	23	—	27	—	—	—
	静的地震荷重 X	108	—	113	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	—	35	—	—	—
53	自重	—	231	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	33	175	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	24	12	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	16	40	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	19	103	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	43	—	—	—
56	自重	—	299	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	5	10	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	26	9	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	9	31	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	—	3	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	44	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
58	自重	—	412	18	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	12	143	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	70	25	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	19	99	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	68	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	122	—	—	—
63	自重	2	369	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	330	10	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	30	87	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	128	15	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	226	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	—	—	—	—	—
65	自重	3	497	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	122	11	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	72	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	40	17	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	51	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	7	—	—	—	—	—
67	自重	1	466	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	89	10	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	10	58	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	17	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	95	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	—	—	—	—	—
69	自重	1	475	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	93	11	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	8	63	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	11	15	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	83	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
71	自重	—	469	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	87	12	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	9	67	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	10	18	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	86	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	1	—	—	—	—
73	自重	1	482	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	72	11	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	8	63	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	9	16	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	84	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	—	—	—	—
75	自重	1	437	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	53	15	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	8	50	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	9	20	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	88	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	5	—	—	—	—
77	自重	4	537	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	39	23	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	8	49	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	10	46	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	74	4	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	44	—	—	—	—
81	自重	31	—	200	—	—	—
	動的地震荷重 X	53	—	280	—	—	—
	動的地震荷重 Y	14	—	209	—	—	—
	動的地震荷重 Z	14	—	642	—	—	—
	静的地震荷重 X	61	—	78	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	776	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
85	自重	82	855	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	36	35	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	33	91	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	33	177	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	38	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	6	40	—	—	—	—
89	自重	55	—	182	—	—	—
	動的地震荷重 X	66	—	56	—	—	—
	動的地震荷重 Y	55	—	61	—	—	—
	動的地震荷重 Z	53	—	61	—	—	—
	静的地震荷重 X	135	—	14	—	—	—
	静的地震荷重 Z	7	—	12	—	—	—
93	自重	—	351	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	27	8	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	31	10	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	28	32	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	5	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	63	—	—	—
96	自重	—	292	13	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	107	79	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	33	15	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	29	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	61	—	—	—
98	自重	—	741	62	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	57	263	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	83	41	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	14	52	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	33	39	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	91	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
102	自重	2	—	58	—	—	—
	動的地震荷重 X	936	—	232	—	—	—
	動的地震荷重 Y	138	—	40	—	—	—
	動的地震荷重 Z	44	—	46	—	—	—
	静的地震荷重 X	212	—	52	—	—	—
	静的地震荷重 Z	5	—	37	—	—	—
106	自重	—	77	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	56	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	64	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	21	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	—	—	—	—
106	自重	7	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	48	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	59	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	69	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	74	—	—	—	—	—
	方向	-0.7071	0.0000	0.7071	—	—	—
110	自重	—	489	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	262	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	98	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	23	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	34	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	—	—	—	—
110	自重	6	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	87	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	40	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	62	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	39	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	67	—	—	—	—	—
	方向	0.7071	0.0000	0.7071	—	—	—



3-4-6. 核燃料物質の取扱設備及び貯蔵設備の耐震  
強度評価

3-4-6-1. 燃料搬送装置の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-6-1-1
1.1. 計算条件	添 3-4-6-1-1
1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ	添 3-4-6-1-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-6-1-2
2. 計算方法	添 3-4-6-1-6
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-6-1-6
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-6-1-8
2.2.1. 転倒モーメント及び荷重の算出	添 3-4-6-1-8
2.2.2. 移動台車転倒防止金具の応力	添 3-4-6-1-10
2.2.3. 移動台車転倒防止金具取付ボルトの応力	添 3-4-6-1-11
2.2.4. 横行レールの応力	添 3-4-6-1-12
2.2.5. 横行レールサポートの応力	添 3-4-6-1-14
2.2.6. ステージの応力	添 3-4-6-1-16
3. 評価方法	添 3-4-6-1-18
3.1. 固有周期の評価	添 3-4-6-1-18
3.2. 応力の評価	添 3-4-6-1-18
3.2.1. 移動台車転倒防止金具の応力評価	添 3-4-6-1-18
3.2.2. 移動台車転倒防止金具取付ボルトの応力評価	添 3-4-6-1-18
3.2.3. 横行レールの応力評価	添 3-4-6-1-18
3.2.4. 横行レールサポートの応力評価	添 3-4-6-1-19
3.2.5. ステージの応力評価	添 3-4-6-1-19
4. 設計条件	添 3-4-6-1-20
5. 機器要目	添 3-4-6-1-21
6. 計算結果	添 3-4-6-1-23
6.1. 固有周期の計算結果	添 3-4-6-1-23
6.2. 応力の計算結果	添 3-4-6-1-23
6.2.1. 許容応力状態 $B_A S$	添 3-4-6-1-23
7. 結果	添 3-4-6-1-25

## 1. 一般事項

本計算書は、燃料搬送装置の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 地震力は、水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (2) 動的地震力(Sd)及び静的地震力に対して評価を行う。
- (3) 燃料搬送装置は、走行レール上に自立した構造とする。
- (4) 水平方向の地震力に対しては、転倒防止金具によって支持されるものとする。

### 1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の最高使用温度における設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

部材	材料		設計降伏点	設計引張強さ
			$S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
移動台車転倒防止金具	SS400	43℃	233	398
移動台車転倒防止金具 取付用ボルト	SS400	43℃	233	398
横行レール	SS400	43℃	243	398
横行レールサポート	SS400	43℃	243	398
ステージ	SS400	43℃	243	398

1.3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_a$	移動台車転倒防止金具のせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_b$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$A_{c1}$	横行レールの水平力に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{c2}$	横行レールの鉛直力に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{d1}$	横行レールサポートの水平力に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{d2}$	横行レールサポートの鉛直力に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_e$	ステージのせん断断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$F$	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示す F 値	$\text{N}/\text{mm}^2$
$F_x$	X 軸方向水平地震力による移動台車転倒防止金具の荷重	N
$F_y$	Y 軸方向水平地震力による移動台車転倒防止金具の荷重	N
$f_{ta}$	許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける移動台車転倒防止金具取付ボルトの許容引張応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$f_{sb}$	許容せん断応力	$\text{N}/\text{mm}^2$
$g$	重力加速度 (=9806.65)	$\text{mm}/\text{s}^2$
$H_1$	走行レール面から移動台車重心までの高さ	mm
$H_2$	走行レール面からホイスト部重心までの高さ	mm
$H_3$	走行レール面から横行サドル重心までの高さ	mm
$h_1$	移動台車転倒防止金具に作用する曲げモーメントのうでの長さ	mm
$l_1$	基準点から移動台車重心までの距離 (X 軸方向)	mm
$l_2$	基準点からホイスト部及び横行サドル重心までの距離 (X 軸方向)	mm
$l_3$	基準点から移動台車重心までの距離 (Y 軸方向)	mm
$l_4$	基準点からホイスト部重心までの距離 (Y 軸方向)	mm
$l_5$	基準点から横行サドル重心までの距離 (Y 軸方向)	mm
$l_6$	基準点から移動台車転倒防止金具までの距離 (X 軸方向)	mm
$l_7$	基準点から移動台車転倒防止金具までの距離 (Y 軸方向図-3-4-6-1.3 左側)	mm
$l_8$	横行レールの長さ	mm
$l_9$	横行レールサポートの長さ	mm
$l_{10}$	ステージの長さ	mm
$l_{11}$	基準点から荷重作用点までの距離	mm
$l_{12}$	基準点から移動台車車輪までの距離 (Y 軸方向)	mm
$l_{13}$	基準点から移動台車転倒防止金具までの距離 (Y 軸方向図-3-4-6-1.3 右側)	mm
$l_{14}$	移動台車転倒防止金具取付ボルト間の距離	mm

記号	記号の説明	単位
$M_{x1}$	X 軸方向水平地震力による移動台車の転倒モーメント	N・mm
$M_{x2}$	X 軸方向水平地震力による移動台車の転倒モーメント	N・mm
$M_{y1}$	Y 軸方向水平地震力による移動台車の転倒モーメント	N・mm
$M_{y2}$	Y 軸方向水平地震力による移動台車の転倒モーメント	N・mm
$M_{y3}$	Y 軸方向水平地震力による移動台車の転倒モーメント	N・mm
$n_a$	移動台車転倒防止金具の員数	—
$n_b$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの本数	—
$S_u$	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
$S_y$	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
$t_1$	移動台車転倒防止金具の厚さ	mm
$W_1$	移動台車の重量(ホイスト部及び横行サドルを除く全重量)	N
$W_2$	ホイスト部の重量	N
$W_3$	横行サドルの重量	N
$W_{41}$	移動台車に取付けられる機器の重量(走行駆動部重量)	N
$W_{42}$	移動台車に取付けられる機器の重量(走行駆動部重量)	N
$W_5$	制御盤全重量	N
$W_{51}$	移動台車に取付けられる機器の重量(制御盤重量)	N
$W_{52}$	移動台車に取付けられる機器の重量(制御盤重量)	N
$W_6$	移動台車に取付けられる機器の重量(ケーブルリール重量)	N
$W_c$	横行レールの負荷重量	N
$W_d$	横行レールサポートの負荷重量	N
$W_e$	ステージの負荷重量	N
$\omega_c$	横行レール単位長さあたりの重量	N/mm
$\omega_d$	横行レールサポートの単位長さあたりの重量	N/mm
$\omega_e$	ステージの単位長さあたりの重量	N/mm
$Z_a$	移動台車転倒防止金具の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{c1}$	横行レールの鉛直方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{c2}$	横行レールの水平方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{d1}$	横行レールサポートの鉛直方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{d2}$	横行レールサポートの水平方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{e1}$	ステージの鉛直方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{e2}$	ステージの水平方向曲げに対する断面係数	mm <sup>3</sup>

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{ax}$	移動台車転倒防止金具の X 軸方向水平地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{bx}$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの X 軸方向水平地震力による引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ay}$	移動台車転倒防止金具の Y 軸方向水平地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{by}$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの Y 軸方向水平地震力による引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_c$	横行レールの総合曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c1}$	横行レールの死荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c2}$	横行レールの鉛直方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c3}$	横行レールの水平方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_d$	横行レールサポートの総合曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{d1}$	横行レールサポートの死荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{d2}$	横行レールサポートの鉛直方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{d3}$	横行レールサポートの水平方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_e$	ステージの総合曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{e1}$	ステージの死荷重による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{e2}$	ステージの鉛直方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{e3}$	ステージの水平方向地震力による曲げ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sax}$	移動台車転倒防止金具の X 軸方向水平地震力による組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{say}$	移動台車転倒防止金具の Y 軸方向水平地震力による組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sc}$	横行レールの組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sd}$	横行レールサポートの組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{se}$	ステージの組合せ応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{ax}$	移動台車転倒防止金具の X 軸方向水平地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{bx}$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの X 軸方向水平地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{ay}$	移動台車転倒防止金具の Y 軸方向水平地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{by}$	移動台車転倒防止金具取付ボルトの Y 軸方向水平地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_c$	横行レールの総合せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{c1}$	横行レールの死荷重によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{c2}$	横行レールの鉛直方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{c3}$	横行レールの水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_d$	横行レールサポートの総合せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{d1}$	横行レールサポートの死荷重によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{d2}$	横行レールサポートの鉛直方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{d3}$	横行レールサポートの水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_e$	ステージの総合せん断応力	N/mm <sup>2</sup>



記号	記号の説明	単位
$\tau_{e1}$	ステージの死荷重によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{e2}$	ステージの鉛直方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{e3}$	ステージの水平方向地震力によるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- a. 燃料搬送装置のフレームは、梁要素の集合体と考え梁要素は、フレームと等価な曲げ及びせん断剛性を有するものとする。
- b. ステージの床板は、四角形平板要素の集合体と考え、四角形平板要素は、床板と等価な、面内弾性及び剛性を有するものとする。
- c. 搭載機器の重量は、付加質量として考慮する。

#### (2) 計算モデル

燃料搬送装置は、上記仮定により図-3-4-6-1.1に示すような計算モデルとする。

#### (3) 固有周期

固有周期の計算は、上記計算モデルをもとに有限要素法により行う。

計算コードは「MSC/NASTRAN 2005r2」を用いる。

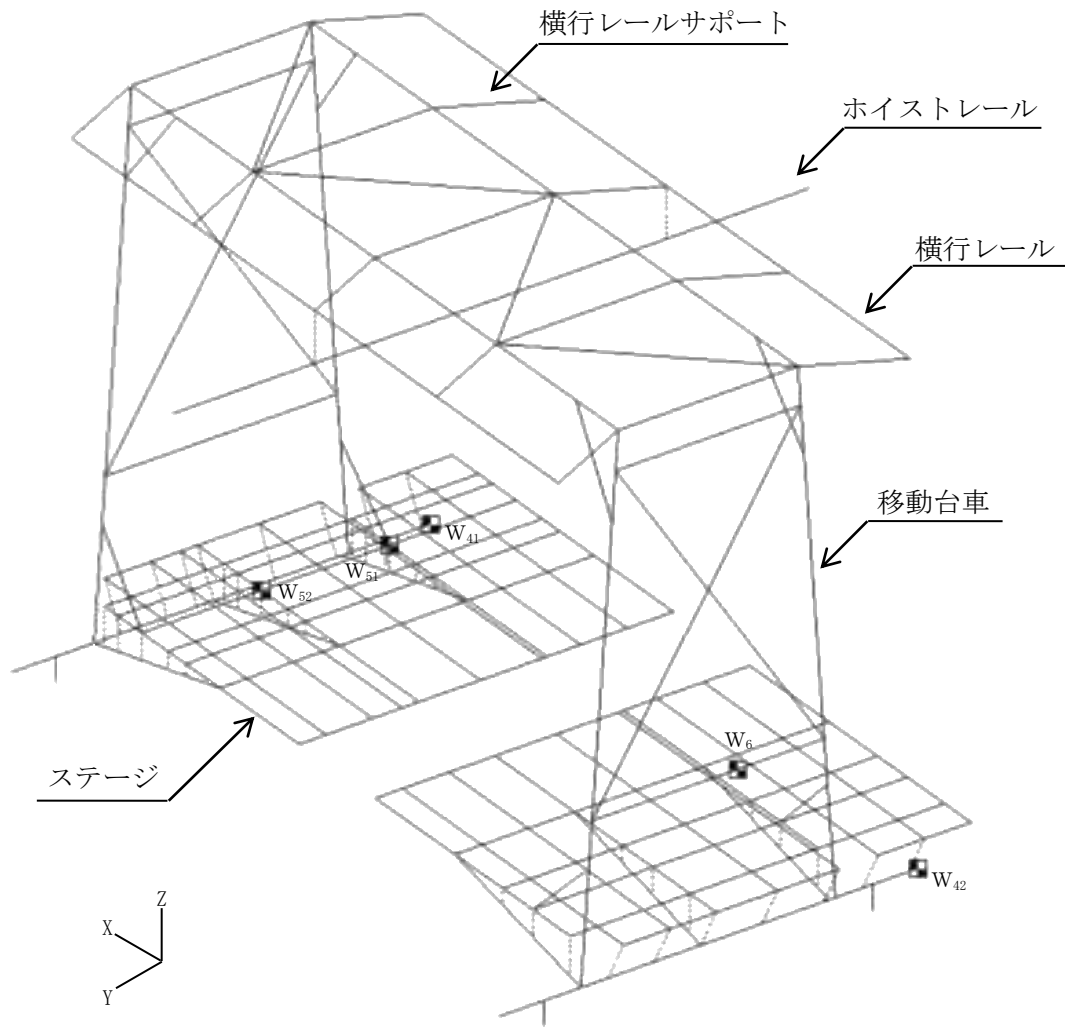


図-3-4-6-1.1 固有周期の計算モデル

表-3-4-6-1.1 計算モデルの諸定数

要素の種類		質量 (kg)	密度 (kg/mm <sup>3</sup> )	ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 (-)
梁要素	ホイストレール以外	-	$9.273 \times 10^{-6}$ (注1)	$2.01 \times 10^5$	0.3
	ホイストレール	-	$5.984 \times 10^{-5}$ (注2)		
四角形平板要素		-	$9.273 \times 10^{-6}$ (注1)		
付加質量(W <sub>41</sub> )		80			
付加質量(W <sub>42</sub> )		80			
付加質量(W <sub>51</sub> )		120	-	-	-
付加質量(W <sub>52</sub> )		120			
付加質量(W <sub>6</sub> )		150			

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 転倒モーメント及び荷重の算出

#### (1) 移動台車の転倒モーメント及び移動台車転倒防止金具の荷重

X 軸方向水平地震力に対して図 3-4-6-1.2 のごとく、ホイストが左側端部にあるときの右側の転倒防止金具を支点とした転倒モーメントは、次式により求まる。

$$M_{x1} = \sqrt{(C_H(W_1 \cdot H_1 + W_2 \cdot H_2 + W_3 \cdot H_3))^2 + (C_V(W_1 \cdot \ell_1 + W_2 \cdot \ell_2 + W_3 \cdot \ell_2))^2} - (W_1 \cdot \ell_1 + W_2 \cdot \ell_2 + W_3 \cdot \ell_2)$$

また、左側の転倒防止金具を支点とした転倒モーメントは、次式により求まる。

$$M_{x2} = \sqrt{(C_H(W_1 \cdot H_1 + W_2 \cdot H_2 + W_3 \cdot H_3))^2 + (C_V(W_1(\ell_6 - \ell_1) + W_2(\ell_6 - \ell_2) + W_3(\ell_6 - \ell_2)))^2} - (W_1(\ell_6 - \ell_1) + W_2(\ell_6 - \ell_2) + W_3(\ell_6 - \ell_2))$$

従って、移動台車転倒防止金具の荷重は、次式の通りとなる。

$$F_x = \max\left(\frac{M_{x1}}{\ell_6}, \frac{M_{x2}}{\ell_6}\right)$$

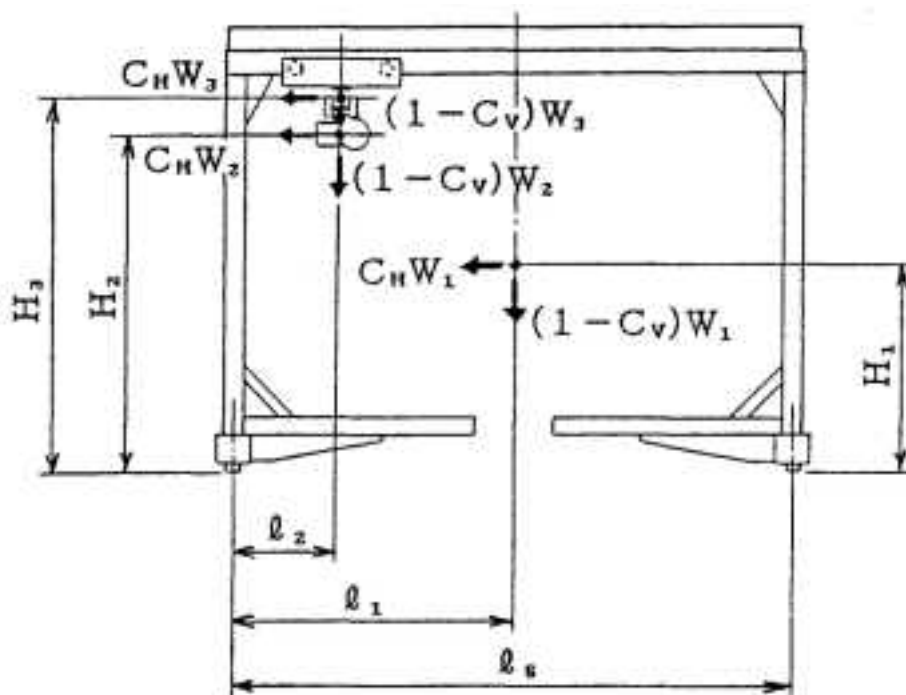


図 3-4-6-1.2 移動台車の荷重説明図(1)

Y 軸方向水平地震力に対して図-3-4-6-1.3 のごとく、ホイストが右側端部にあるときの右側の車輪を支点とした転倒モーメントは、次式により求まる。

$$M_{y1} = \sqrt{(C_H(W_1 \cdot H_1 + W_2 \cdot H_2 + W_3 \cdot H_3))^2 + (C_V(W_1 \cdot \ell_3 + W_3 \cdot \ell_5 - W_2 \cdot \ell_4))^2} - (W_1 \cdot \ell_3 + W_3 \cdot \ell_5 - W_2 \cdot \ell_4)$$

また、左側の車輪を支点とした転倒モーメントは、次式により求まる。

$$M_{y2} = \sqrt{(C_H(W_1 \cdot H_1 + W_2 \cdot H_2 + W_3 \cdot H_3))^2 + (C_V(W_1(\ell_{12} - \ell_3) + W_3(\ell_{12} - \ell_5) + W_2(\ell_{12} + \ell_4)))^2} - (W_1(\ell_{12} - \ell_3) + W_3(\ell_{12} - \ell_5) + W_2(\ell_{12} + \ell_4))$$

また、左側の転倒防止金具を支点とした転倒モーメントは以下による。

$$M_{y3} = \sqrt{(C_H(W_1 \cdot H_1 + W_2 \cdot H_2 + W_3 \cdot H_3))^2 + (C_V(W_1(\ell_7 - \ell_3) + W_3(\ell_7 - \ell_5) + W_2(\ell_7 + \ell_4)))^2} - (W_1(\ell_7 - \ell_3) + W_3(\ell_7 - \ell_5) + W_2(\ell_7 + \ell_4))$$

従って、移動台車転倒防止金具の荷重は、次式の通りとなる。

$$F_y = \max\left(\frac{M_{y1}}{\ell_7}, \frac{M_{y2}}{\ell_{12} + \ell_{13}}, \frac{M_{y3}}{\ell_7 + \ell_{13}}\right)$$

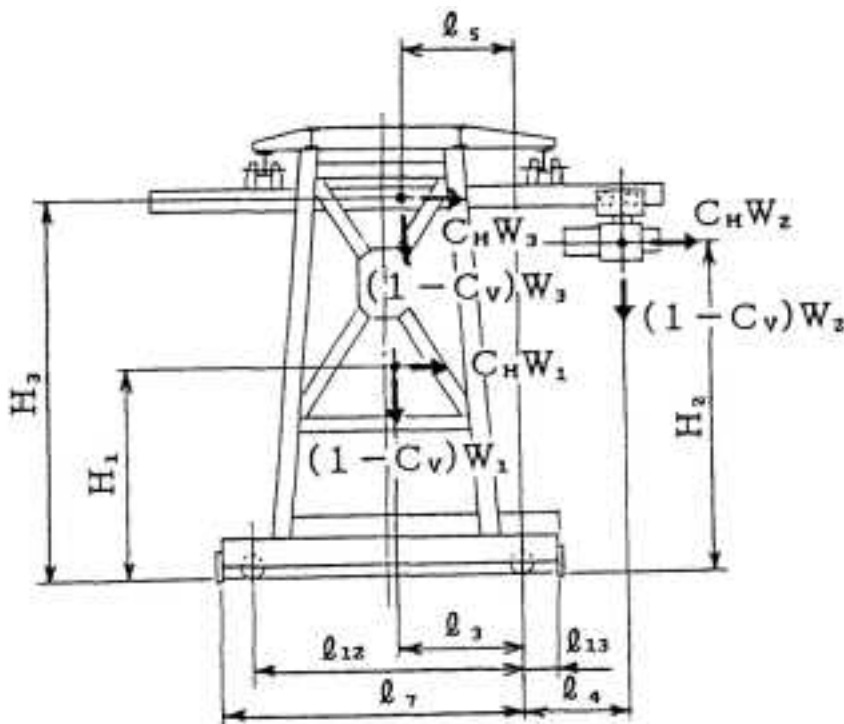


図-3-4-6-1.3 移動台車の荷重説明図(2)

## 2.2.2. 移動台車転倒防止金具の応力

### (1) 地震による応力

#### a. X 軸方向水平地震力による応力

X 軸方向水平地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{ax} = \frac{F_x \cdot h_1}{n_a \cdot Z_a}$$

X 軸方向水平地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{ax} = \frac{F_x}{n_a \cdot A_a}$$

#### b. Y 軸方向水平地震力による応力

Y 軸方向水平地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{ay} = \frac{F_y \cdot h_1}{n_a \cdot Z_a}$$

Y 軸方向水平地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{ay} = \frac{F_y}{n_a \cdot A_a}$$

#### a. X 軸方向水平地震力による組合せ応力

組合せ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{sax} = \sqrt{\sigma_{ax}^2 + 3 \cdot \tau_{ax}^2}$$

#### b. Y 軸方向水平地震力による組合せ応力

組合せ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{say} = \sqrt{\sigma_{ay}^2 + 3 \cdot \tau_{ay}^2}$$

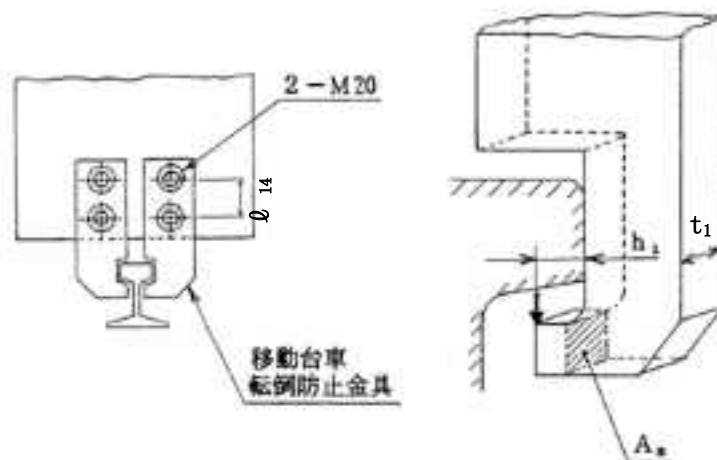


図-3-4-6-1.4 移動台車転倒防止金具説明図

### 2.2.3. 移動台車転倒防止金具取付ボルトの応力

#### (1) X 軸方向水平地震力による応力

X 軸方向水平地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{bx} = \frac{F_x}{n_a \cdot n_b \cdot A_b}$$

X 軸方向水平地震力による引張応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{bx} = \frac{F_x \cdot t_1}{n_a \ell_{14} A_b}$$

#### (2) Y 軸方向水平地震力によるせん断応力

Y 軸方向水平地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{by} = \frac{F_y}{n_a \cdot n_b \cdot A_b}$$

Y 軸方向水平地震力による引張応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{by} = \frac{F_y \cdot t_1}{n_a \ell_{14} A_b}$$

#### 2.2.4. 横行レールの応力

##### (1) 死荷重による応力

死荷重による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{c1} = \frac{2 \cdot W_c \cdot \ell_8 + \omega_c \cdot \ell_8^2}{8 \cdot Z_{c1}}$$

死荷重によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{c1} = \frac{W_c + \omega_c \cdot \ell_8}{2 \cdot A_{c2}}$$

ここで、横行レールの負荷重量  $W_c$  は、次式により求まる。

$$W_c = W_2 + \frac{W_3}{2}$$

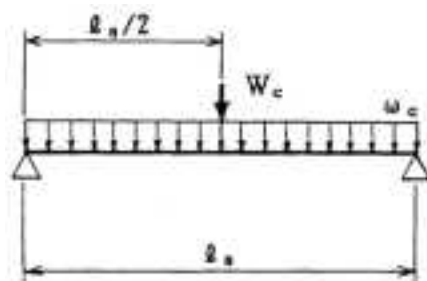


図-3-4-6-1.5 横行レールの応力図

##### (2) 地震による応力

###### a. 鉛直方向地震力による応力

鉛直方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{c2} = \frac{C_V(2 \cdot W_c \cdot \ell_8 + \omega_c \cdot \ell_8^2)}{8 \cdot Z_{c1}}$$

鉛直方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{c2} = \frac{C_V(W_c + \omega_c \cdot \ell_8)}{2 \cdot A_{c2}}$$

###### b. 水平方向地震力による応力

水平方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{c3} = \frac{C_H(2 \cdot W_c \cdot \ell_8 + \omega_c \cdot \ell_8^2)}{8 \cdot Z_{c2}}$$

水平方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{c3} = \frac{C_H(W_c + \omega_c \cdot \ell_8)}{2 \cdot A_{c1}}$$



(3) 組合せ応力

組合せ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_c = \sigma_{c1} + \sqrt{\sigma_{c2}^2 + \sigma_{c3}^2}$$

$$\tau_c = \tau_{c1} + \sqrt{\tau_{c2}^2 + \tau_{c3}^2}$$

$$\sigma_{sc} = \sqrt{\sigma_c^2 + 3 \cdot \tau_c^2}$$

## 2.2.5. 横行レールサポートの応力

### (1) 死荷重による応力

死荷重による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{d1} = \frac{W_d \cdot \ell_9 + \omega_d \cdot \frac{\ell_9^2}{2}}{Z_{d1}}$$

死荷重によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{d1} = \frac{W_d + \omega_d \cdot \ell_9}{A_{d2}}$$

ここで、横行レールサポートの負荷重量  $W_d$  は、次式により求まる。

$$W_d = W_2 + \frac{W_3}{2} + \omega_c \cdot \ell_8$$

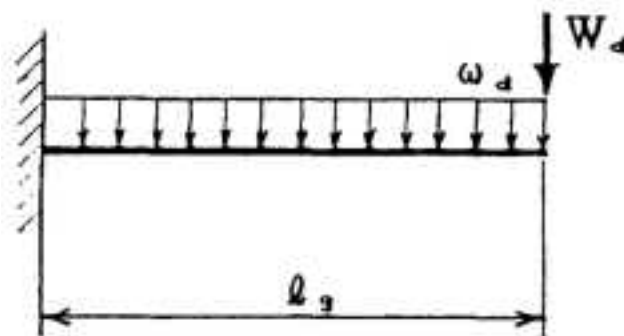


図-3-4-6-1.6 横行レールサポートの応力図

### (2) 地震による応力

#### a. 鉛直方向地震力による応力

鉛直方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{d2} = \frac{C_V \left( W_d \cdot \ell_9 + \omega_d \cdot \frac{\ell_9^2}{2} \right)}{Z_{d1}}$$

鉛直方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{d2} = \frac{C_V (W_d + \omega_d \cdot \ell_9)}{A_{d2}}$$

b. 水平方向地震力による応力

水平方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{d3} = \frac{C_H \left( W_d \cdot \ell_9 + \omega_d \cdot \frac{\ell_9^2}{2} \right)}{Z_{d2}}$$

水平方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{d3} = \frac{C_H (W_d + \omega_d \cdot \ell_9)}{A_{d1}}$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は、次式により求まる。

$$\begin{aligned}\sigma_d &= \sigma_{d1} + \sqrt{\sigma_{d2}^2 + \sigma_{d3}^2} \\ \tau_d &= \tau_{d1} + \sqrt{\tau_{d2}^2 + \tau_{d3}^2} \\ \sigma_{sd} &= \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \cdot \tau_d^2}\end{aligned}$$

## 2.2.6. ステージの応力

### (1) 死荷重による応力

死荷重による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{e1} = \frac{W_e \cdot \ell_{10} + W_5 \cdot \ell_{11} + \omega_e \cdot \frac{\ell_{10}^2}{2}}{Z_{e1}}$$

死荷重によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{e1} = \frac{W_e + W_5 + \omega_e \cdot \ell_{10}}{A_e}$$

ここで、制御盤全重量は、次式により求まる。

$$W_5 = W_{51} + W_{52}$$

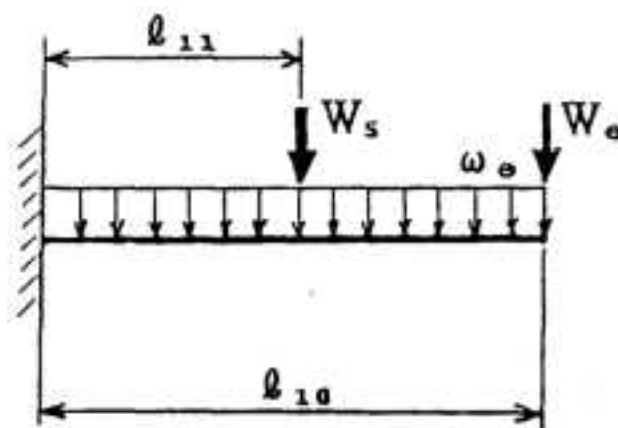


図-3-4-6-1.7 ステージの応力図

(2) 地震による応力

a. 鉛直方向地震力による応力

鉛直方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{e2} = \frac{C_V \left( W_e \cdot \ell_{10} + W_5 \cdot \ell_{11} + \omega_e \cdot \frac{\ell_{10}^2}{2} \right)}{Z_{e1}}$$

鉛直方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{e2} = \frac{C_V(W_e + W_5 + \omega_e \cdot \ell_{10})}{A_e}$$

b. 水平方向地震力による応力

水平方向地震力による曲げ応力は、次式により求まる。

$$\sigma_{e3} = \frac{C_H \left( W_e \cdot \ell_{10} + W_5 \cdot \ell_{11} + \omega_e \cdot \frac{\ell_{10}^2}{2} \right)}{Z_{e2}}$$

水平方向地震力によるせん断応力は、次式により求まる。

$$\tau_{e3} = \frac{C_H(W_e + W_5 + \omega_e \cdot \ell_{10})}{A_e}$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は、次式により求まる。

$$\begin{aligned}\sigma_e &= \sigma_{e1} + \sqrt{\sigma_{e2}^2 + \sigma_{e3}^2} \\ \tau_e &= \tau_{e1} + \sqrt{\tau_{e2}^2 + \tau_{e3}^2} \\ \sigma_{se} &= \sqrt{\sigma_e^2 + 3 \cdot \tau_e^2}\end{aligned}$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 固有周期の評価

2.1 節の方法で求めた固有周期から、「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき設計震度を確認する。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 移動台車転倒防止金具の応力評価

2.2.2 節で求めた組合せ応力が、許容引張応力  $f_{ta}$  以下であること。  
ただし、 $f_{ta}$  は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
B <sub>AS</sub>	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

##### 3.2.2. 移動台車転倒防止金具取付ボルトの応力評価

2.2.3 節で求めたボルトの引張応力  $\sigma_b$  は、次式より求めた引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

また、2.2.3 節で求めたボルトのせん断応力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = \min(1.4f_{t0} - 1.6\tau_b, f_{t0})$$

ただし、 $f_{t0}$ 、 $f_{sb}$  は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
B <sub>AS</sub>	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

##### 3.2.3. 横行レールの応力評価

2.2.4 節で求めた組合せ応力が、許容引張応力  $f_{ta}$  以下であること。  
ただし、 $f_{ta}$  は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
B <sub>AS</sub>	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

### 3.2.4. 横行レールサポートの応力評価

2.2.5節で求めた組合せ応力が、許容引張応力  $f_{ta}$  以下であること。  
ただし、 $f_{ta}$  は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
$B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

### 3.2.5. ステージの応力評価

2.2.6節で求めた組合せ応力が、許容引張応力  $f_{ta}$  以下であること。  
ただし、 $f_{ta}$  は以下による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{ta}$
$B_{AS}$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5} \right)$

#### 4. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)
燃料搬送装置	B	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL +7.5

注:基準床レベルを示す。

固有振動数 (Hz)		
水平方向		鉛直方向
水平方向 (X)	水平方向 (Y)	
6.5	16.7	9.5

静的 地震力	弾性設計用地震動 Sd の 1/2		
	水平方向 設計震度		鉛直方向 設計震度
水平方向 設計震度	X 方向	Y 方向	
$C_H=0.41$	$C_H=1.01$	$C_H=0.66$	$C_V=1.28$

最高使用温度 (°C)
43



5. 機器要目

$A_a$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{c1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{c2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{d1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{d2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_e$ ( $\text{mm}^2$ )
426.7	314.2	2000	1260	4800	1512	9484

$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$H_3$ (mm)	$h_1$ (mm)	$t_1$ (mm)
1570	2400	3150	15	32

$l_1$ (mm)	$l_2$ (mm)	$l_3$ (mm)	$l_4$ (mm)	$l_5$ (mm)	$l_6$ (mm)	$l_7$ (mm)
2300	600	1030	900	925	4600	2500

$l_8$ (mm)	$l_9$ (mm)	$l_{10}$ (mm)	$l_{11}$ (mm)	$l_{12}$ (mm)	$l_{13}$ (mm)	$l_{14}$ (mm)
1150	750	1938	500	2200	300	50

$n_a$ (-)	$n_b$ (-)	$W_1$ (N)	$W_2$ (N)	$W_3$ (N)	$W_{41}$ (N)	$W_{42}$ (N)
4	2	48440	3256	5001	785	785

$W_{51}$ (N)	$W_{52}$ (N)	$W_6$ (N)	$W_e$ (N)	$\omega_c$ (N/mm)	$\omega_d$ (N/mm)	$\omega_e$ (N/mm)
1177	1177	1471	3089	$2.55 \times 10^{-1}$	$4.94 \times 10^{-1}$	$7.30 \times 10^{-1}$

$Z_a$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{c1}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{c2}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{d1}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{d2}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{e1}$ ( $\text{mm}^3$ )	$Z_{e2}$ ( $\text{mm}^3$ )
$2.13 \times 10^3$	$2.17 \times 10^5$	$2.77 \times 10^4$	$4.46 \times 10^5$	$1.00 \times 10^5$	$4.60 \times 10^5$	$6.39 \times 10^6$

F(移動台車転倒防止 金具) (N/mm <sup>2</sup> )	F(移動台車転倒防止 金具取付ボルト) (N/mm <sup>2</sup> )	F(横行レール) (N/mm <sup>2</sup> )
B <sub>A</sub> S	B <sub>A</sub> S	B <sub>A</sub> S
233	233	243

F(横行レール サポート) (N/mm <sup>2</sup> )	F(ステージ) (N/mm <sup>2</sup> )
B <sub>A</sub> S	B <sub>A</sub> S
243	243

## 6. 計算結果

### 6.1. 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を下表に示す。

表-3-4-6-1.2 固有周期の計算結果

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)
水平 X 方向 1 次	0.154	6.5	75.3
水平 Y 方向 1 次	0.056	16.7	12.3
鉛直 1 次	0.105	9.5	1.7

### 6.2. 応力の計算結果

#### 6.2.1. 許容応力状態 B<sub>A</sub>S

(1) 移動台車の転倒モーメント及び移動台車転倒防止金具の荷重

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方	
地震力の方向	X 軸方向 水平地震力	Y 軸方向 水平地震力
移動台車の 転倒モーメント	M <sub>x1</sub> = 6.338×10 <sup>7</sup>	M <sub>y1</sub> = 4.160×10 <sup>7</sup>
	M <sub>x2</sub> = 6.605×10 <sup>7</sup>	M <sub>y2</sub> = 4.126×10 <sup>7</sup>
	-	M <sub>y3</sub> = 4.266×10 <sup>7</sup>

(2) 移動台車転倒防止金具の応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方			
地震力の方向	X 軸方向水平地震力		Y 軸方向水平地震力	
応力の種類	曲げ応力	せん断応力	曲げ応力	せん断応力
地震による応力	σ <sub>ax</sub> = 26	τ <sub>ax</sub> = 9	σ <sub>ay</sub> = 30	τ <sub>ay</sub> = 10
組合せ応力	σ <sub>sax</sub> = 31		σ <sub>say</sub> = 35	

(3) 移動台車転倒防止金具取付ボルトの応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方			
地震力の方向	X 軸方向水平地震力		Y 軸方向水平地震力	
応力の種類	引張応力	せん断応力	引張応力	せん断応力
地震による応力	σ <sub>bx</sub> = 8	τ <sub>bx</sub> = 6	σ <sub>by</sub> = 9	τ <sub>by</sub> = 7

## (4) 横行レールの応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方	
応力の種類	曲げ応力	せん断応力
死荷重による応力	$\sigma_{c1} = 8$	$\tau_{c1} = 3$
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{c2} = 10$	$\tau_{c2} = 3$
水平方向地震力による応力	$\sigma_{c3} = 41$	$\tau_{c3} = 1$
組合せ応力	$\sigma_{sc} = 53$	

## (5) 横行レールサポートの応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方	
応力の種類	曲げ応力	せん断応力
死荷重による応力	$\sigma_{d1} = 11$	$\tau_{d1} = 5$
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{d2} = 14$	$\tau_{d2} = 6$
水平方向地震力による応力	$\sigma_{d3} = 48$	$\tau_{d3} = 2$
組合せ応力	$\sigma_{sd} = 65$	

## (6) ステージの応力

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd の 1/2 と静的地震力の大きい方	
応力の種類	曲げ応力	せん断応力
死荷重による応力	$\sigma_{e1} = 19$	$\tau_{e1} = 1$
鉛直方向地震力による応力	$\sigma_{e2} = 24$	$\tau_{e2} = 1$
水平方向地震力による応力	$\sigma_{e3} = 1$	$\tau_{e3} = 1$
組合せ応力	$\sigma_{se} = 44$	

7. 結果

下表に示すように、許容応力状態 B<sub>A</sub>S における算出応力はすべて許容応力以下である。なお、表の算出応力は水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、6 項の値を 1.42 倍している。

表-3-4-6-1.3 計算結果

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	部材	材料	応力	算出 応力	許容 応力
B <sub>A</sub> S	移動台車 転倒防止金具	SS400	組合せ	$\sigma_{sax} = 41$	$f_{ta} = 233$
			組合せ	$\sigma_{say} = 51$	
	移動台車 転倒防止 金具取付ボルト	SS400	引張	$\sigma_{bx} = 10$	$f_{ts} = 174$
			引張	$\sigma_{by} = 13$	
			せん断	$\tau_{bx} = 8$	$f_{sb} = 134$
			せん断	$\tau_{by} = 10$	
	横行レール	SS400	組合せ	$\sigma_{sc} = 76$	$f_{ta} = 243$
	横行レール サポート	SS400	組合せ	$\sigma_{sd} = 93$	$f_{ta} = 243$
	ステージ	SS400	組合せ	$\sigma_{se} = 63$	$f_{ta} = 213$

3-4-6-2. 使用済燃料貯蔵ラック A 型の  
耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-6-2-1
1.1. 計算条件	添 3-4-6-2-1
1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ	添 3-4-6-2-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-6-2-2
2. 計算方法	添 3-4-6-2-4
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-6-2-4
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-6-2-6
2.2.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-2-6
3. 評価方法	添 3-4-6-2-8
3.1. 解析方法	添 3-4-6-2-8
3.2. 応力の評価	添 3-4-6-2-8
3.2.1. 基礎ボルトの応力評価	添 3-4-6-2-8
4. 設計条件	添 3-4-6-2-9
5. 機器要目	添 3-4-6-2-9
6. 計算数値	添 3-4-6-2-10
6.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S	添 3-4-6-2-10
6.1.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-2-10
6.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	添 3-4-6-2-10
6.2.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-2-10
7. 結論	添 3-4-6-2-10

## 1. 一般事項

本報告書は、使用済燃料貯蔵ラック(A型)(以下、これを「ラック」という。)の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) ラックは自立型であり、使用済燃料プールの底部に基礎ボルトで固定されるもの(耐震クラス:S)について評価を行う。
- (2) 地震力は、ラックに対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (3) ラックはステンレス鋼製の角管より構成され、使用済燃料を64体貯蔵するものとする。
- (4) ラック内に含まれる水の重量と外部流体による付加質量を考慮する。

### 1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の最高使用温度における設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

材料		設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304	40°C	205	-
SUS304TP	43°C	203	515



### 1.3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	溝型鋼の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの呼び径における軸断面積(M20)	mm <sup>2</sup>
A <sub>H</sub>	角管のせん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
E	角管及び溝形鋼の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
F	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示すF値	N/mm <sup>2</sup>
F <sub>i</sub>	ラックベース基部に働くせん断力(i=x, y)	N
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t0</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
G	角管のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
h	運転時のラック重心高さ	mm
I <sub>H</sub>	角管の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
I <sub>V</sub>	溝形鋼の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
l <sub>gi</sub> , l <sub>gi</sub> '	ラックベース端から重心までの距離(i=x, y)	mm
l <sub>1i</sub> , l <sub>2i</sub>	ラックベース端から基礎ボルトまでの距離(i=x, y)	mm
l <sub>H</sub>	ベース頂部から角管頂部までの距離	mm
l <sub>V</sub>	基礎ボルト間の距離(長辺方向)	mm
M <sub>i</sub>	ラックベース基部の転倒モーメント(i=x, y)	N・mm
n	基礎ボルトの全本数	—
n <sub>1i</sub> , n <sub>2i</sub>	各部の基礎ボルトの本数(i=x, y)	—
P <sub>1i</sub> , P <sub>2i</sub>	基礎ボルトの引張力(i=x, y)	N
S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub> により求まる地震力	—
S <sub>u</sub>	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>y</sub>	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
T <sub>H</sub>	水平方向の固有周期	s
T <sub>V</sub>	鉛直方向の固有周期	s
W	使用済燃料貯蔵時のラックの全重量	kg
W <sub>f</sub>	使用済燃料の重量	kg
W <sub>r</sub>	ラックの重量	kg

記号	記号の説明	単位
$W_w$	角管内に含まれる水の重量	kg
$W_{wH}$	外部流体としての水の重量 (水平)	kg
$W_{wV}$	外部流体としての水の重量 (鉛直)	kg
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\kappa$	せん断断面係数	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- a. ラックの重量は、使用済燃料 64 体の重量、ラックの重量及びラックに含まれる水の重量を考慮した値とする。
- b. 水平方向の変形モードは、64 本の角管 ( $94 \times 94 \times 5$ ) が重量を均等に負担するものとし、ベース頂部を固定とした片持梁として曲げ及びせん断変形を考慮する。なお安全側の検討として、負担重量を梁先端に載荷する。
- c. 鉛直方向の変形モードは、ベースに使用されている長辺方向 2 本の溝形鋼 ( $C80 \times 40 \times 5$ ) が重量を均等に負担するものとし、基礎ボルトを支持点とする単純梁として曲げ及びせん断変形を考慮する。

#### (2) 計算モデル

上記仮定による計算モデルを図-3-4-6-2.1, 図に示す。



図-3-4-6-2.1 水平方向の固有周期計算モデル



図-3-4-6-2.2 鉛直方向の固有周期計算モデル

(3) 固有周期

a. 水平方向の固有周期

水平方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{(W + W_{wH})/64}{1000} \left( \frac{\ell_H^3}{3E \cdot I_H} + \frac{\ell_H}{G \cdot A_H} \right)}$$

b. 鉛直方向の固有周期

鉛直方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_V = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{W + W_{wV}}{2\ell_V} \cdot \ell_V}{1000} \left( \frac{\ell_V^3}{\pi^4 E \cdot I_V} + \frac{\ell_V}{\pi^2 E \cdot A} + \frac{\ell_V}{\pi^2 G \cdot \kappa A} \right)}$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 基礎ボルトの応力

#### (1) 荷重

ラックの荷重状態を図-3-4-6-2.2 に示す。

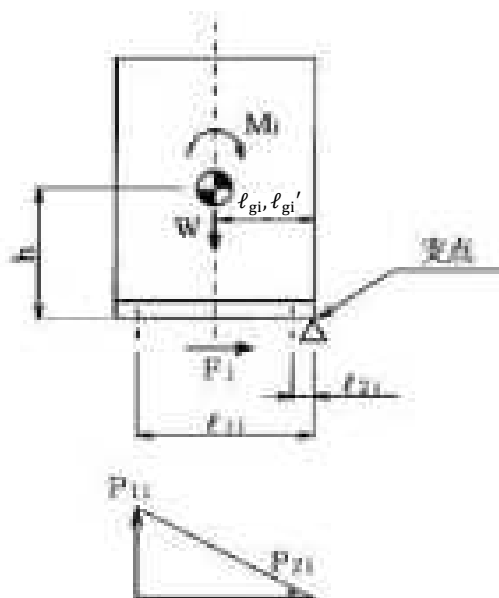


図-3-4-6-2.2 ラックの荷重状態

ラックの全重量  $W$  は、次式により求める。

$$W = W_r + W_f + W_w$$

ベース基部に働くせん断力  $F_i$  及び転倒モーメント  $M_i$  は次式により求める。

$$F_i = C_H \cdot (W + W_{wH}) \cdot g \quad (i=x, y)$$

$$M_i = F_i \cdot h \quad (i=x, y)$$

(2) せん断応力

せん断力  $F_i$  により基礎ボルトに生じるせん断応力  $\tau_b$  は、次式により求める。

$$\tau_b = \frac{F_i}{n \cdot A_b} \quad (i=x, y)$$

(3) 引張応力

図-3-4-6-2.2において支点周りのモーメントの平衡によりラックの基礎ボルト1本当りの引張力  $P_{1i} > P_{2i}$  の関係にあるので、 $P_{1i}$  のみを次式より求める。

$$P_{1i} = \text{MAX} \left[ \frac{\ell_{1i} \{ M_i - (W - C_V \cdot (W + W_{wV})) \cdot g \cdot \ell_{gi} \}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2}, \frac{\ell_{1i} \{ M_i - (W - C_V \cdot (W + W_{wV})) \cdot g \cdot \ell_{gi}' \}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2} \right] \quad (i=x, y)$$

ここで、 $P_{1i}$  の値が負となった場合は、引張力が生じないので以後の引張応力の計算は省略する。したがって、 $P_{1i}$  により基礎ボルトに生じる引張応力  $\sigma_b$  は、次式により求める。

$$\sigma_b = \frac{P_{1i}}{A_b} \quad (i=x, y)$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解析方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 基礎ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は、下記 2 式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

せん断応力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
IV <sub>A</sub> S III <sub>A</sub> S	$1.5\left(\frac{F}{2}\right)$	$1.5\left(\frac{F}{1.5\sqrt{3}}\right)$

4. 設計条件

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 Ss		弾性設計用地震動 Sd		静的地震力		最高使用 温度(°C)
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
使用済燃料 貯蔵ラック A 型	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> FL±0	22.6	14.9	C <sub>H</sub> =0.99	C <sub>V</sub> =2.50	C <sub>H</sub> =0.55	C <sub>V</sub> =1.33	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29	43

注：使用済燃料貯蔵ラック A 型の基準床レベルを示す。

5. 機器要目

W (kg)	W <sub>f</sub> (kg)	W <sub>r</sub> (kg)	W <sub>w</sub> (kg)	W <sub>wH</sub> (kg)	W <sub>wV</sub> (kg)	ℓ <sub>1x</sub> (mm)	ℓ <sub>1y</sub> (mm)
2109	589	1200	320	1525	1112	1008	728

ℓ <sub>2x</sub> (mm)	ℓ <sub>2y</sub> (mm)	ℓ <sub>gx</sub> (mm)	ℓ <sub>gx'</sub> (mm)	ℓ <sub>gy</sub> (mm)	ℓ <sub>gy'</sub> (mm)	ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>V</sub> (mm)	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )
70	70	539	539	399	399	1054	938	1.93×10 <sup>5</sup>	7.42×10 <sup>4</sup>

A <sub>H</sub> (mm <sup>2</sup> )	I <sub>H</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>V</sub> (mm <sup>4</sup> )	h (mm)	n (-)	n <sub>i1</sub> (-)	n <sub>i2</sub> (-)	A (mm <sup>2</sup> )	κ (-)	A <sub>b</sub> (M20) (mm <sup>2</sup> )	F (N/mm <sup>2</sup> )	
										IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S
840	2.36×10 <sup>6</sup>	6.57×10 <sup>5</sup>	704.6	4	2	2	717.8	0.488	314.2	205	205

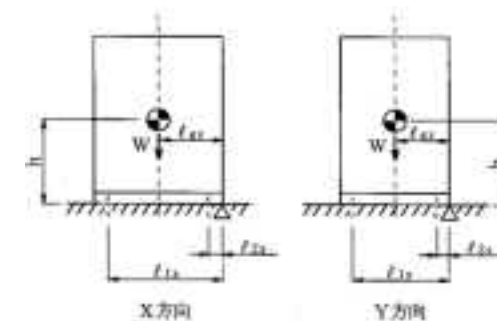


図-3-4-6-2.4 ラックの荷重



6. 計算数値

6.1. 許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>S

6.1.1. 基礎ボルトの応力

地震の種類		S <sub>s</sub>	
応力の種類		引張応力	せん断応力
基礎ボルト	X 方向	$\sigma_b = 89$	$\tau_b = 28$
	Y 方向	$\sigma_b = 105$	

6.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S

6.2.1. 基礎ボルトの応力

地震の種類		S <sub>d</sub> と静的地震力の大きい方	
応力の種類		引張応力	せん断応力
基礎ボルト	X 方向	$\sigma_b = 41$	$\tau_b = 17$
	Y 方向	$\sigma_b = 50$	

7. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、水平地震による応力を 1.42 倍している。

表-3-4-6-2.1 評価結果

(単位 : N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	材料	応力の種類		算出応力		許容応力
				X 方向	Y 方向	
Ⅳ <sub>A</sub> S	SUS304	基礎ボルト	引張	$\sigma_b = 105$	$\sigma_b = 127$	$f_{ts} = 150$
			せん断	$\tau_b = 40$		$f_{sb} = 118$
Ⅲ <sub>A</sub> S	SUS304	基礎ボルト	引張	$\sigma_b = 51$	$\sigma_b = 64$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 25$		$f_{sb} = 118$



3-4-6-3. 使用済燃料貯蔵ラック B 型の  
耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-6-3-1
1.1. 計算条件	添 3-4-6-3-1
1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ	添 3-4-6-3-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-6-3-2
2. 計算方法	添 3-4-6-3-4
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-6-3-4
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-6-3-6
2.2.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-3-6
3. 評価方法	添 3-4-6-3-8
3.1. 解析方法	添 3-4-6-3-8
3.2. 応力の評価	添 3-4-6-3-8
3.2.1. 基礎ボルトの応力評価	添 3-4-6-3-8
4. 設計条件	添 3-4-6-3-9
5. 機器要目	添 3-4-6-3-9
6. 計算数値	添 3-4-6-3-10
6.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S	添 3-4-6-3-10
6.1.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-3-10
6.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S	添 3-4-6-3-10
6.2.1. 基礎ボルトの応力	添 3-4-6-3-10
7. 結論	添 3-4-6-3-10

## 1. 一般事項

本報告書は、使用済燃料貯蔵ラック(B型)(以下、これを「ラック」という。)の耐震強度についての計算方法と計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) ラックは自立型であり、使用済燃料プールの底部に基礎ボルトで固定されるもの(耐震クラス:S)について評価を行う。
- (2) 地震力は、ラックに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) ラックはステンレス鋼製の角管より構成され、使用済燃料を66体貯蔵するものとする。
- (4) ラック内に含まれる水の重量と外部流体による付加質量を考慮する。

### 1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の最高使用温度における設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

材料		設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304	40°C	205	—
SUS304TP	43°C	203	515

### 1.3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	溝型鋼の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの呼び径における軸断面積(M20)	mm <sup>2</sup>
A <sub>jH</sub>	角管のせん断断面積(j=1, 2)	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
E	角管及び溝形鋼の縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
F	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示すF値	N/mm <sup>2</sup>
F <sub>i</sub>	ラックベース基部に働くせん断力(i=x, y)	N
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t0</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
G	角管のせん断弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
h	運転時のラック重心高さ	mm
I <sub>jH</sub>	角管の断面二次モーメント(j=1, 2)	mm <sup>4</sup>
I <sub>V</sub>	溝形鋼の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
l <sub>gi</sub> , l <sub>gi'</sub>	ラックベース端から重心までの距離(i=x, y)	mm
l <sub>1i</sub> , l <sub>2i</sub>	ラックベース端から基礎ボルトまでの距離(i=x, y)	mm
l <sub>jH</sub>	ベース頂部から角管頂部までの距離(j=1, 2)	mm
l <sub>V</sub>	基礎ボルト間の距離(長辺方向)	mm
M <sub>i</sub>	ラックベース基部の転倒モーメント(i=x, y)	N・mm
n	基礎ボルトの全本数	—
n <sub>1i</sub> , n <sub>2i</sub>	各部の基礎ボルトの本数(i=x, y)	—
P <sub>1i</sub> , P <sub>2i</sub>	基礎ボルトの引張力(i=x, y)	N
S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub> により求まる地震力	—
S <sub>u</sub>	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>y</sub>	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
T <sub>H</sub>	水平方向の固有周期	s
T <sub>V</sub>	鉛直方向の固有周期	s
W	使用済燃料貯蔵時のラックの全重量	kg
W <sub>f</sub>	使用済燃料の重量	kg
W <sub>r</sub>	ラックの重量	kg
W <sub>w</sub>	ラックに含まれる水の重量	kg
W <sub>wH</sub>	□94×94×5の断面のラックに対する外部流体の付加重量(水平)	kg
W <sub>wV</sub>	外部流体としての水の重量(鉛直)	kg

記号	記号の説明	単位
$W'$	□155×155×5の断面のラックの負担重量	kg
$W'_{wH}$	□155×155×5の断面のラックに対する外部流体の付加重量(水平)	kg
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力	N/mm <sup>2</sup>
$\kappa$	せん断断面係数	N/mm <sup>2</sup>

## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- a. ラックの重量は、使用済燃料 66 体の重量、ラックの重量及びラックに含まれる水の重量を考慮した値とする。
- b. 水平方向の変形モードは、下記の断面形状毎の負担重量より、それぞれベース頂部を固定とした片持梁として曲げ及びせん断変形を考慮する。
  - ・ □94×94×5 の断面のラックは、64 本の角管が重量を均等に負担するものとする。
  - ・ □155×155×5 の断面のラックは、角管 1 本あたりの重量を考慮する。

なお安全側の検討として、上記のうち、負担重量を梁先端に載荷したときの固有周期が長い値を採用した。

- c. 鉛直方向の変形モードは、ベースに使用されている長辺方向 2 本の溝形鋼(C80×40×5)が重量を均等に負担するものとし、基礎ボルトを支持点とする単純梁として曲げ及びせん断変形を考慮する。

#### (2) 計算モデル

上記仮定による計算モデルを図-3-4-6-3.1, 図-3-4-6-3.2 に示す。



図-3-4-6-3.1 水平方向の固有周期計算モデル



図 3-4-6-3.2 鉛直方向の固有周期計算モデル



(3) 固有周期

a. 水平方向の固有周期

□94×94×5 と □155×155×5 のうち、固有周期の長い数値で評価を行う。

□94×94×5 の水平方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{(W + W_{wH})/64}{1000} \left( \frac{\ell_{1H}^3}{3E \cdot I_{1H}} + \frac{\ell_{1H}}{G \cdot A_{1H}} \right)}$$

□155×155×5 の水平方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{(W' + W'_{wH})/4}{1000} \left( \frac{\ell_{2H}^3}{3E \cdot I_{2H}} + \frac{\ell_{2H}}{G \cdot A_{2H}} \right)}$$

b. 鉛直方向の固有周期

鉛直方向の固有周期は次式で求められる。

$$T_V = 2\pi \sqrt{\frac{W + W_{wV} \cdot \ell_V}{1000} \left( \frac{\ell_V^3}{\pi^4 E \cdot I_V} + \frac{\ell_V}{\pi^2 E \cdot A} + \frac{\ell_V}{\pi^2 G \cdot \kappa A} \right)}$$

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 基礎ボルトの応力

#### (1) 荷重

ラックの荷重状態を図に示す。

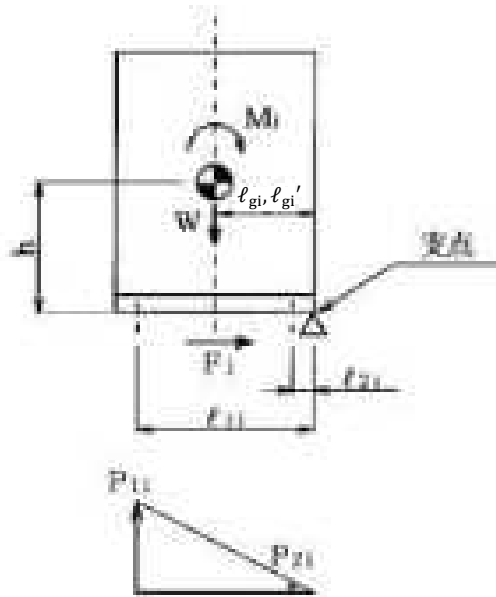


図-3-4-6-3.3 ラックの荷重状態

ラックの全重量  $W$  は、次式により求める。

$$W = W_r + W_f + W_w$$

ベース基部に働くせん断力  $F_i$  及び転倒モーメント  $M_i$  は次式により求める。

$$F_i = C_H \cdot (W + W_{wH} + W'_{wH}) \cdot g \quad (i=x, y)$$

$$M_i = F_i \cdot h \quad (i=x, y)$$

(2) せん断応力

せん断力  $F_i$  により基礎ボルトに生じるせん断応力  $\tau_b$  は、次式により求める。

$$\tau_b = \frac{F_i}{n \cdot A_b} \quad (i=x, y)$$

(3) 引張応力

図において支点周りのモーメントの平衡によりラックの基礎ボルト 1 本あたりの引張力  $P_{1i}, P_{2i}$  を求める。

引張力  $P_{1i} > P_{2i}$  の関係にあるので、 $P_{1i}$  のみを次式より求める。

【絶対値和法】

$$P_{1i} = \text{MAX} \left[ \frac{\ell_{1i} \{ M_i - (W - C_V \cdot (W + W_{wV})) \cdot g \cdot \ell_{gi} \}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2}, \frac{\ell_{1i} \{ M_i - (W - C_V \cdot (W + W_{wV})) \cdot g \cdot \ell_{gi}' \}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2} \right] \quad (i=x, y)$$

【SRSS 法】

$$P_{1i} = \text{MAX} \left[ \frac{\ell_{1i} \left\{ \sqrt{M_i^2 + (C_V \cdot (W + W_{wV}) \cdot g \cdot \ell_{gi})^2} - W \cdot g \cdot \ell_{gi} \right\}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2}, \frac{\ell_{1i} \left\{ \sqrt{M_i^2 + (C_V \cdot (W + W_{wV}) \cdot g \cdot \ell_{gi}')^2} - W \cdot g \cdot \ell_{gi}' \right\}}{n_{1i} \cdot \ell_{1i}^2 + n_{2i} \cdot \ell_{2i}^2} \right] \quad (i=x, y)$$

ここで、 $P_{1i}$  の値が負となった場合は、引張力が生じないので以後の引張応力の計算は省略する。したがって、 $P_{1i}$  により基礎ボルトに生じる引張応力  $\sigma_b$  は、次式により求める。

$$\sigma_b = \frac{P_{1i}}{A_b} \quad (i=x, y)$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解析方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 基礎ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は、下記 2 式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

せん断応力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
IV <sub>A</sub> S III <sub>A</sub> S	$1.5 \left( \frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left( \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

4. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 Ss		弾性設計用地震動 Sd		静的地震力		最高使用温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
使用済燃料貯蔵ラック B 型	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL±0	水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	43
			20.9	13.5	C <sub>H</sub> =0.99	C <sub>V</sub> =2.61	C <sub>H</sub> =0.55	C <sub>V</sub> =1.36	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29	

注：使用済燃料貯蔵ラック B 型の基準床レベルを示す。

5. 機器要目

W (kg)	W <sub>f</sub> (kg)	W <sub>r</sub> (kg)	W <sub>w</sub> (kg)	W <sub>wH</sub> (kg)	W <sub>wV</sub> (kg)	W' (kg)	W' <sub>wH</sub> (kg)	ℓ <sub>1x</sub> (mm)	ℓ <sub>1y</sub> (mm)
2509	607	1510	392	1748	1373	392	167	1008	883

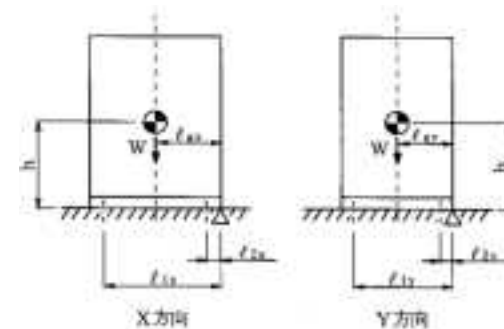


図 3-4-6-3.4 ラックの荷重説明図

ℓ <sub>2x</sub> (mm)	ℓ <sub>2y</sub> (mm)	ℓ <sub>gx</sub> (mm)	ℓ <sub>gx'</sub> (mm)	ℓ <sub>gy</sub> (mm)	ℓ <sub>gy'</sub> (mm)	ℓ <sub>jH</sub> (mm)	ℓ <sub>v</sub> (mm)	h (mm)
70	70	539	539	399	531	1054 1350	938	787

E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	A <sub>jH</sub> (mm <sup>2</sup> )	I <sub>jH</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>v</sub> (mm <sup>4</sup> )	n (-)	n <sub>1i</sub> (-)	n <sub>2i</sub> (-)	A (mm <sup>2</sup> )	κ (-)	A <sub>b</sub> (M20) (mm <sup>2</sup> )	F (N/mm <sup>2</sup> )	
											IV <sub>AS</sub>	III <sub>AS</sub>
1.93 × 10 <sup>5</sup>	7.42 × 10 <sup>4</sup>	840 1450	2.36 × 10 <sup>6</sup> 1.13 × 10 <sup>7</sup>	6.57 × 10 <sup>5</sup>	4	2	2	717.8	0.488	314.2	205	205

※ℓ<sub>jH</sub>、A<sub>jH</sub>、I<sub>jH</sub>、の上段は□94×94×5の断面、下段は□155×155×5の断面の数値を示す。

## 6. 計算数値

### 6.1. 許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>

本評価では水平地震動による応力と鉛直地震動による応力をSRSS法により組合せた。

#### 6.1.1. 基礎ボルトの応力

地震の種類		S <sub>s</sub>	
応力の種類		引張	せん断
基礎ボルト	X方向	$\sigma_b = 79$	$\tau_b = 35$
	Y方向	$\sigma_b = 89$	

### 6.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>

本評価では水平地震動による応力と鉛直地震動による応力を絶対値和法により組合せた。

#### 6.2.1. 基礎ボルトの応力

地震の種類		S <sub>d</sub> と静的地震力の大きい方	
応力の種類		引張	せん断
基礎ボルト	X方向	$\sigma_b = 55$	$\tau_b = 20$
	Y方向	$\sigma_b = 62$	

## 7. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、水平地震による応力を1.42倍している。

表-3-4-6-3.1 評価結果

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力状態	材料	応力の種類	算出応力		許容応力	
			X方向	Y方向		
Ⅳ <sub>AS</sub>	SUS304	基礎ボルト	引張	$\sigma_b = 92$	$\sigma_b = 105$	$f_{ts} = 134$
			せん断	$\tau_b = 50$		$f_{sb} = 118$
Ⅲ <sub>AS</sub>	SUS304	基礎ボルト	引張	$\sigma_b = 68$	$\sigma_b = 77$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 29$		$f_{sb} = 118$

3-4-7. その他試験研究用等原子炉の附属施設の  
耐震強度評価

3-4-7-1. ビームチューブ接続管の耐震強度  
評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-7-1-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-7-1-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-7-1-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-7-1-3
3. 設計条件	添 3-4-7-1-8
3.1. BTC-1G～6G	添 3-4-7-1-8
3.2. BTC-7R	添 3-4-7-1-10
3.3. BTC-8T	添 3-4-7-1-12
3.4. BTC-9C	添 3-4-7-1-14
4. 解析結果及び評価	添 3-4-7-1-16
4.1. 固有周期	添 3-4-7-1-16
4.2. 結論	添 3-4-7-1-20
4.2.1. BTC-1G～6G	添 3-4-7-1-20
4.2.2. BTC-7R	添 3-4-7-1-20
4.2.3. BTC-8T	添 3-4-7-1-21
4.2.4. BTC-9C	添 3-4-7-1-21
4.3. 拘束点反力	添 3-4-7-1-22
4.3.1. BTC-1G～6G	添 3-4-7-1-22
4.3.2. BTC-7R	添 3-4-7-1-23
4.3.3. BTC-8T	添 3-4-7-1-24
4.3.4. BTC-9C	添 3-4-7-1-25



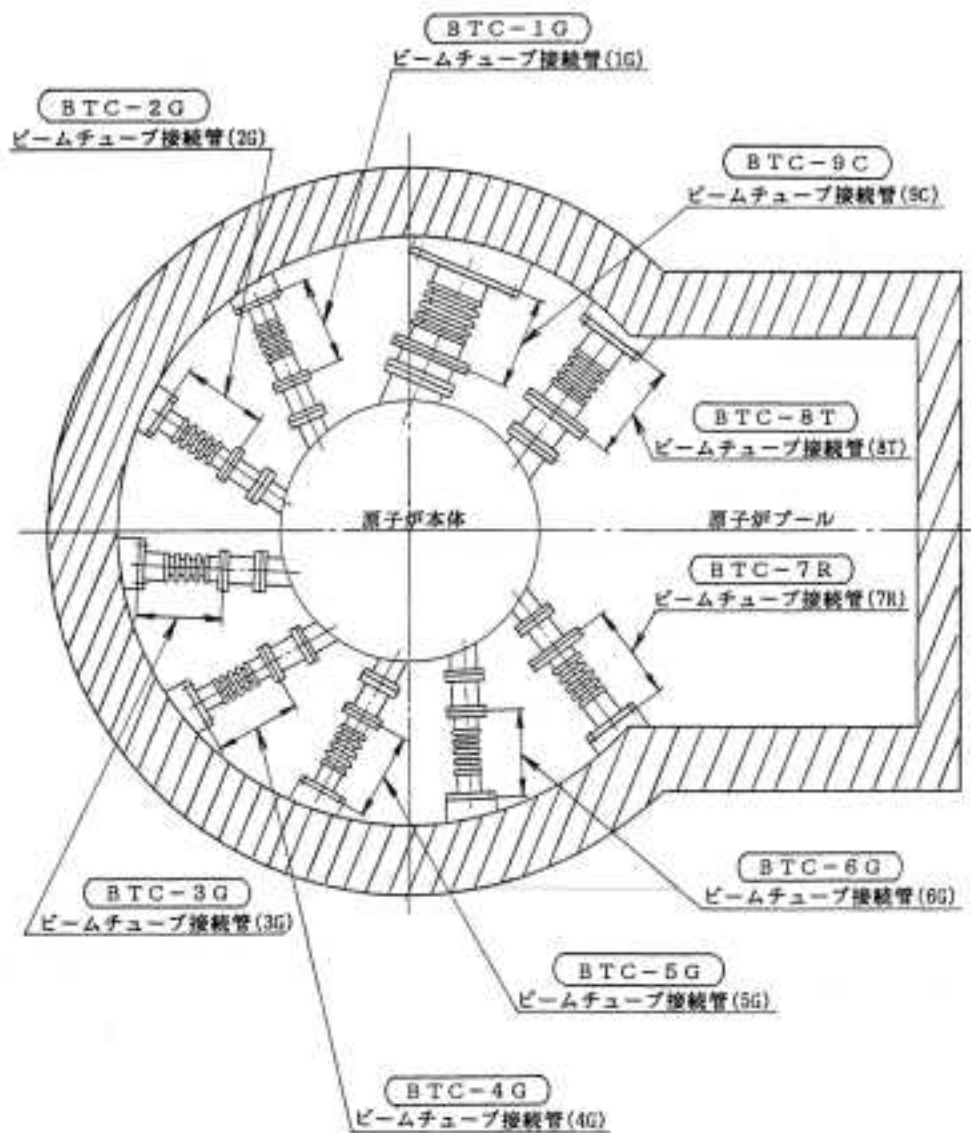
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
BTC-1G~6G	ビームチューブ接続管 1G~6G	B
BTC-7R	ビームチューブ接続管 7R	B
BTC-8T	ビームチューブ接続管 8T	B
BTC-9C	ビームチューブ接続管 9C	B

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図




### 2.1. 概略系統図



注) ビームチューブ接続管(1G)~ビームチューブ接続管(6G)は共通

## 2.2. 鳥瞰図

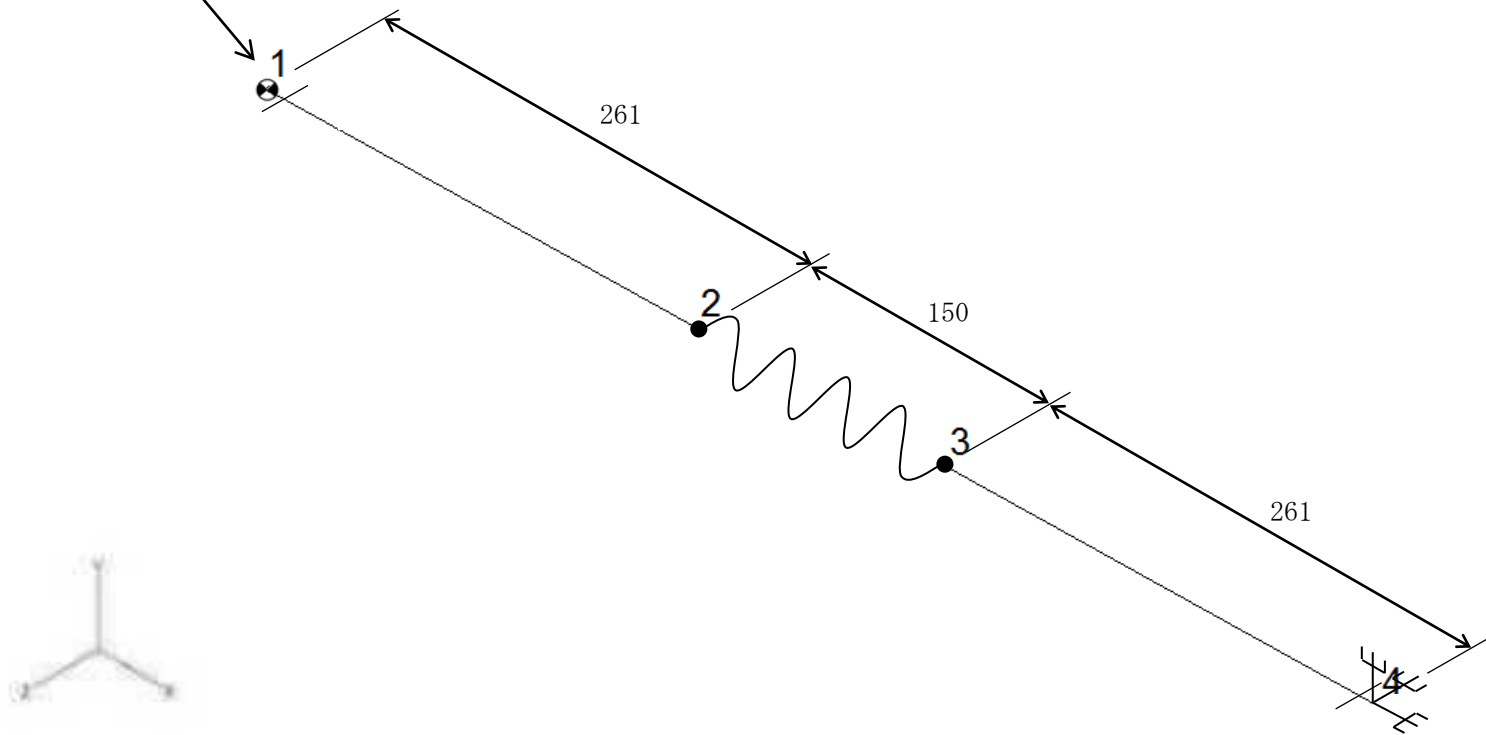
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	伸縮継手

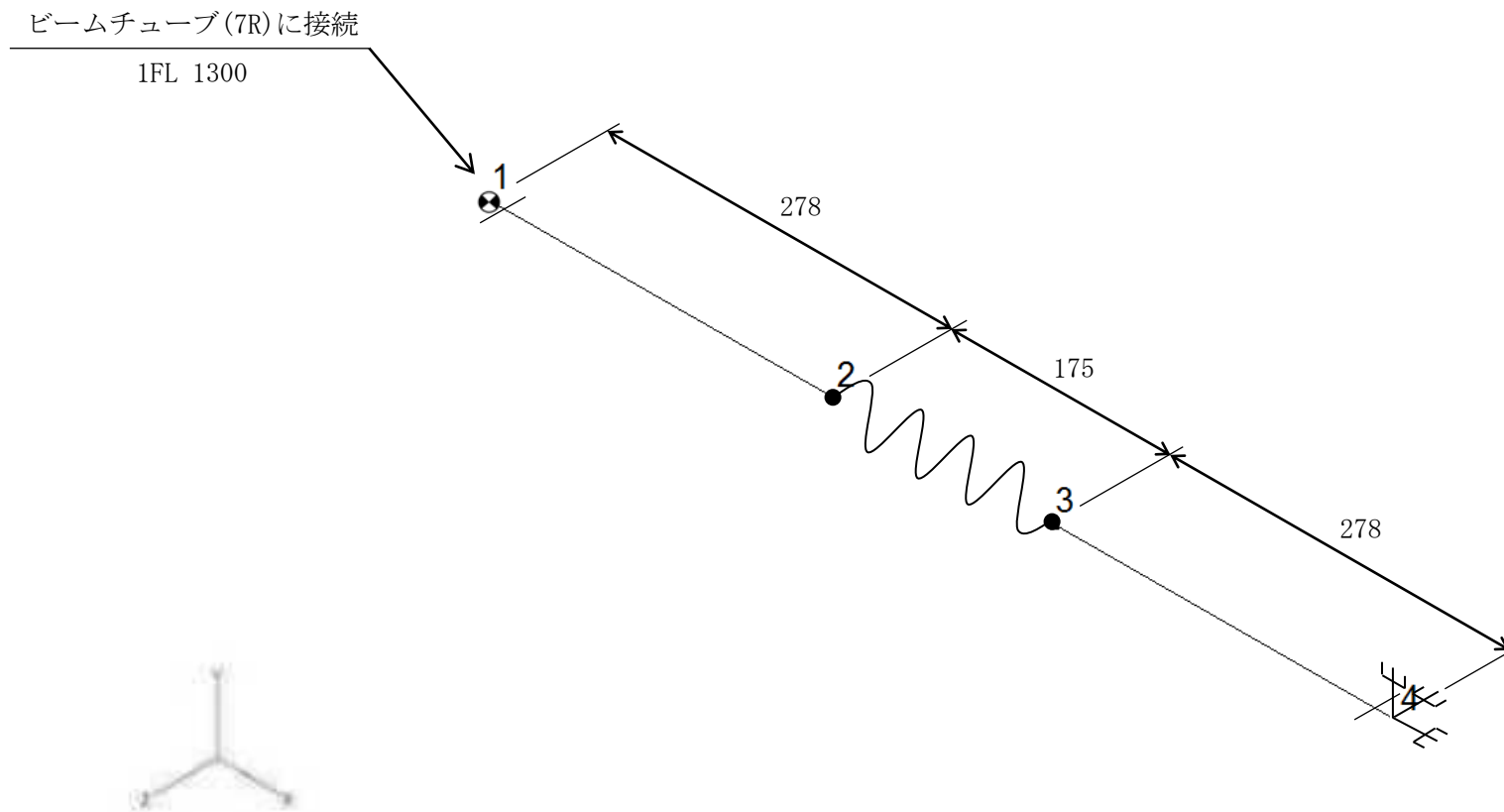
(1) BTC-1G~6G

ビームチューブ(1G~6G)に接続

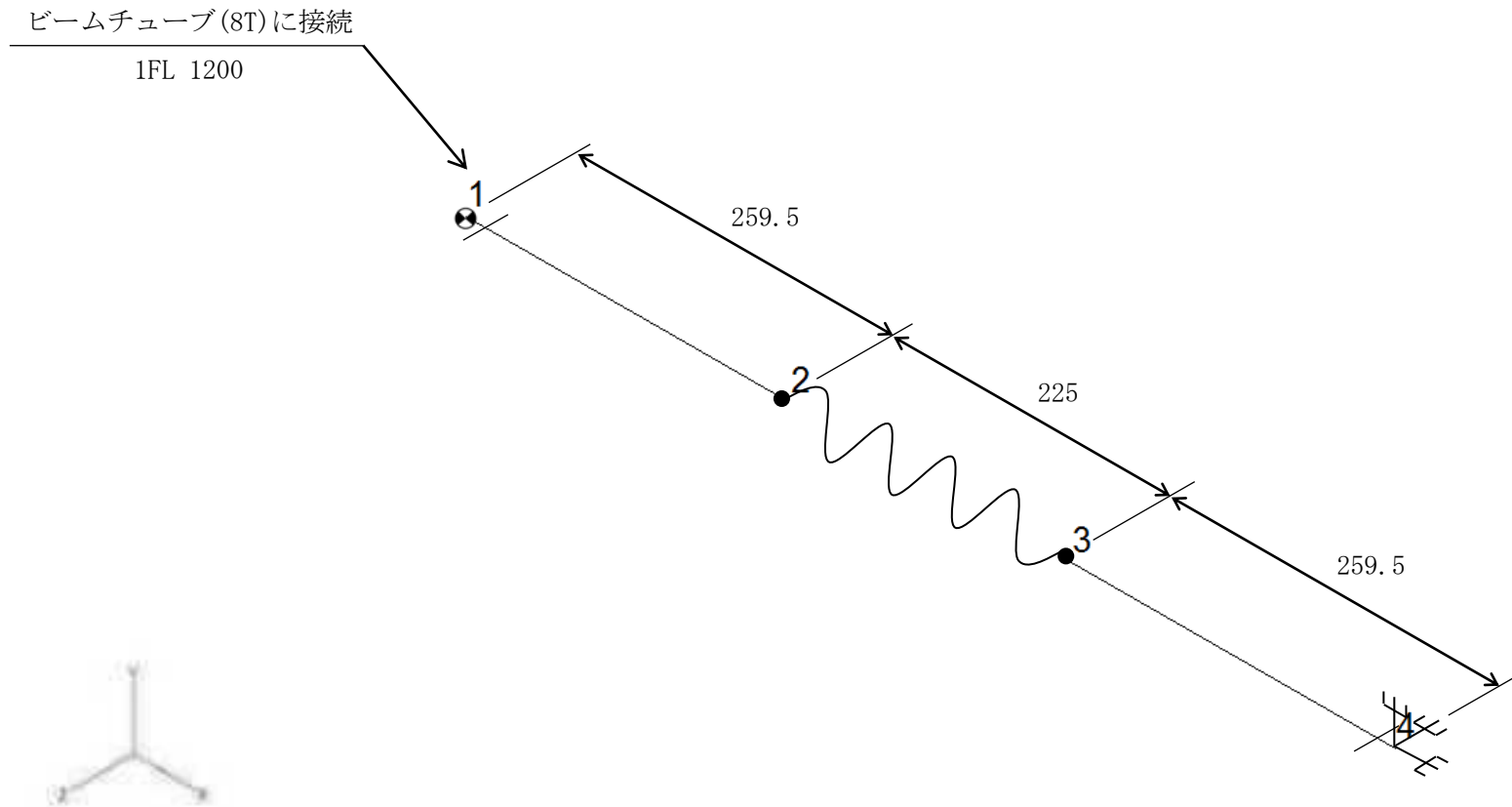
1FL 1300、1100



(2) BTC-7R



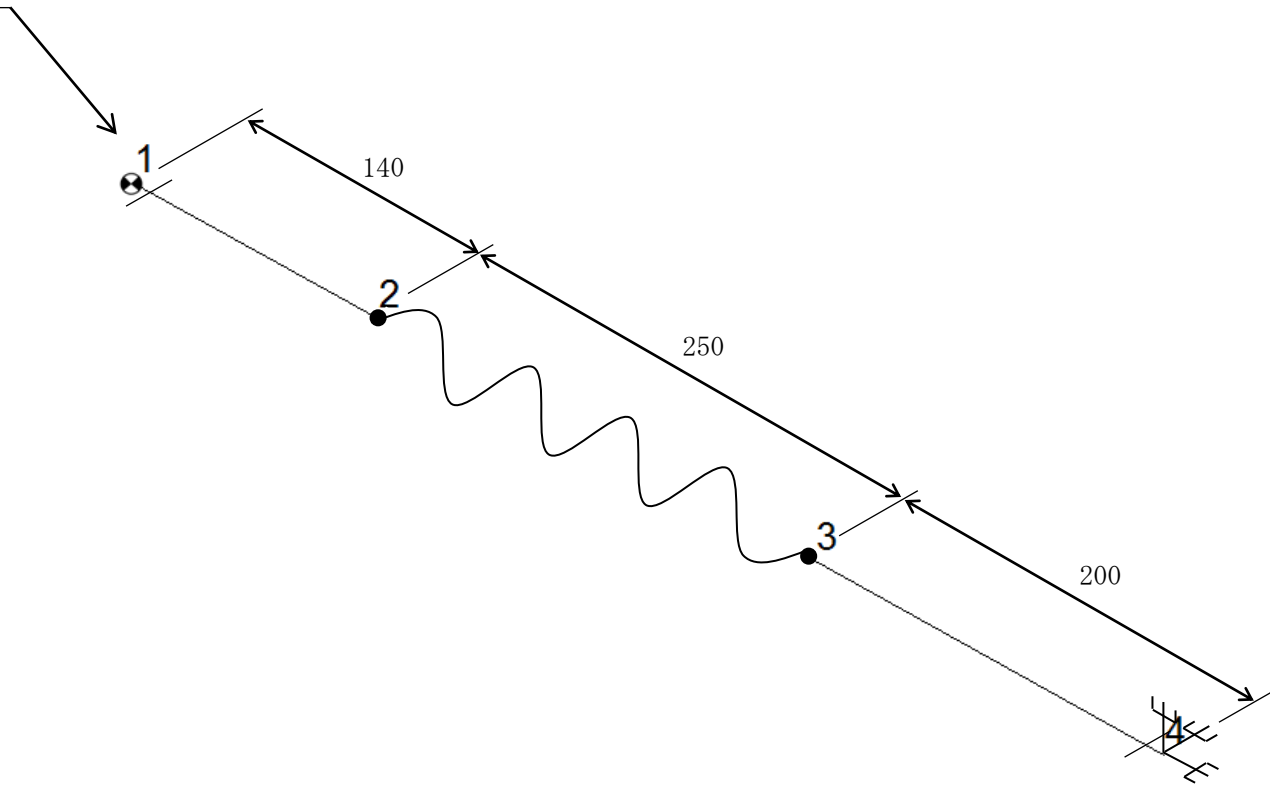
(3) BTC-8T



(4) BTC-9C

ビームチューブ(9C)に接続

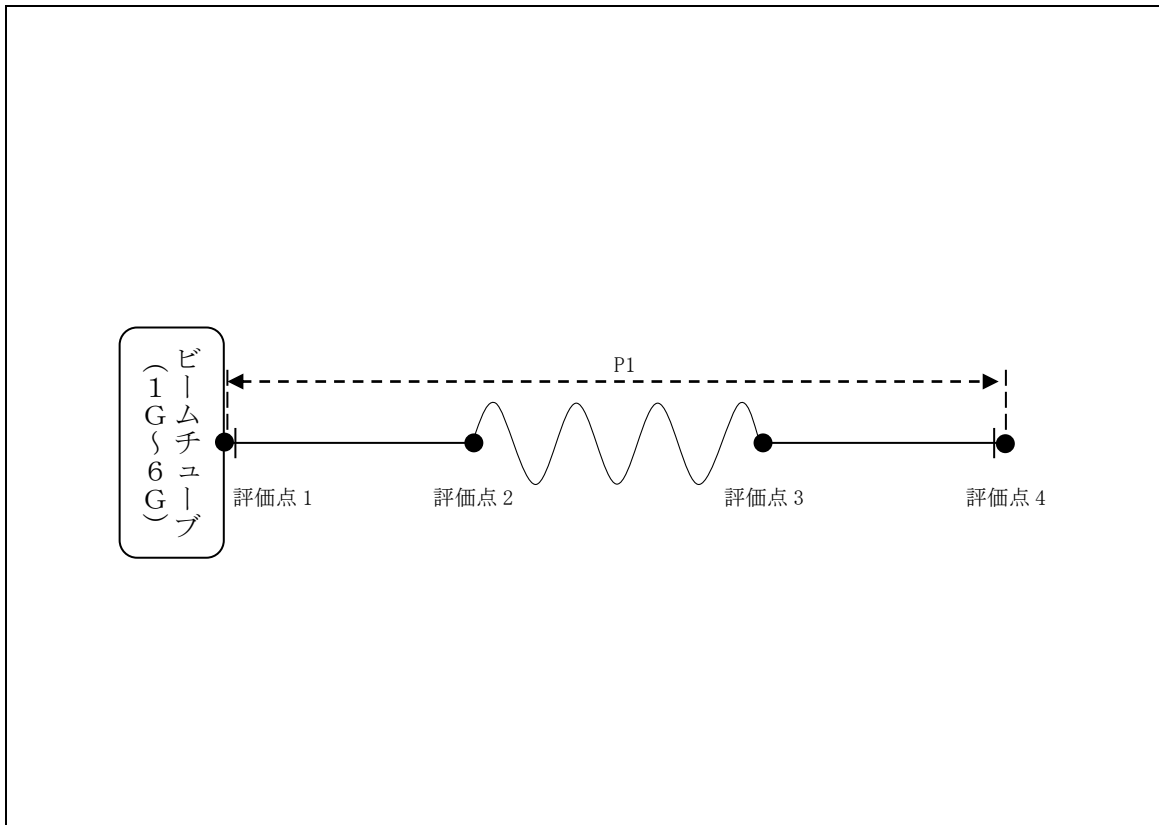
1FL 1200



### 3. 設計条件

#### 3.1. BTC-1G~6G

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	165.2			
板厚(mm)	7.1			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	43			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	173			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	475			
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	173	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の 区分	応力係数 i		評価点	溶接部等の 区分	応力係数 i	
		主管	分岐管			主管	分岐管
1	(9)	2.10	—	3	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—	4	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

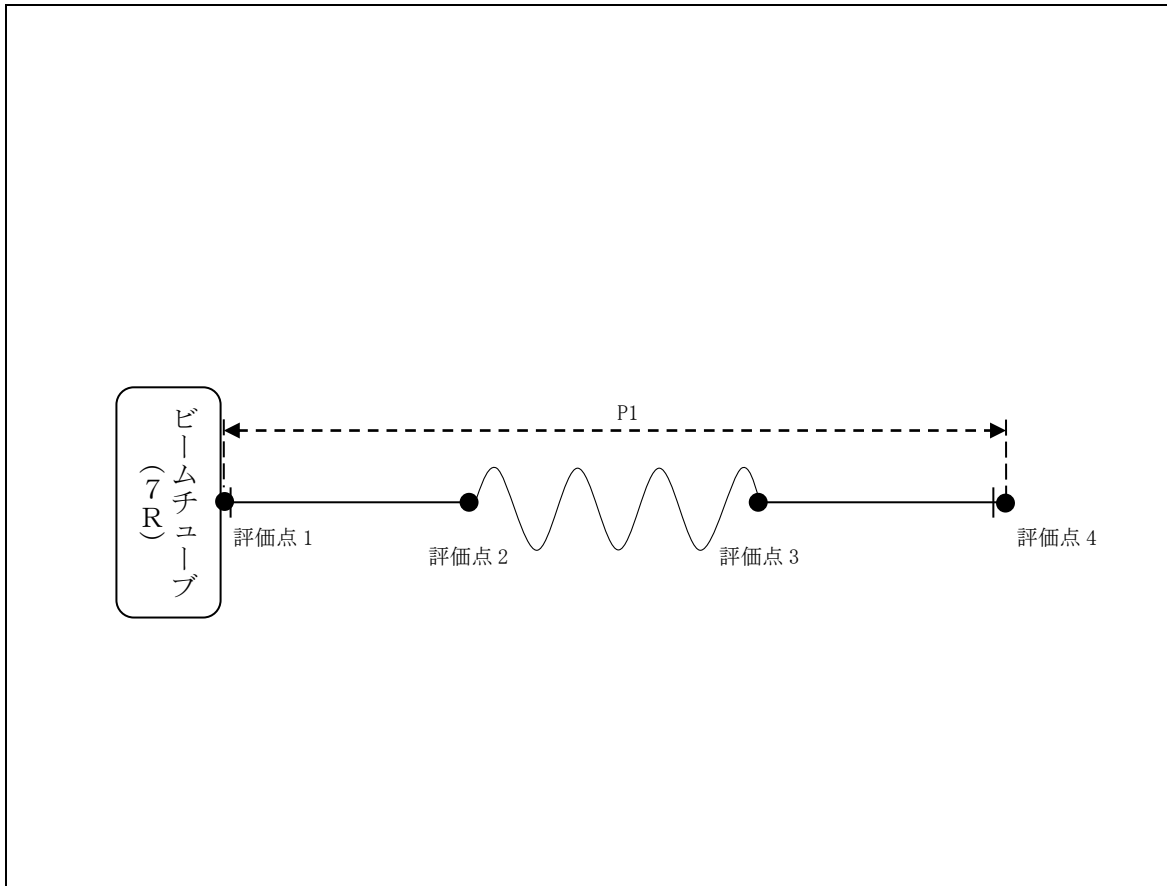
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	37.30	
2	—	伸縮継手	17.40	
3	—	伸縮継手	17.40	
4	—	フランジ	37.30	

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 4, 5, 17, 18	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

3.2. BTC-7R

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	216.3			
板厚(mm)	8.2			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(℃)	43			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	173			
設計引張強さ Su	475			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	173	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
3	(2)	2.10	—
4	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

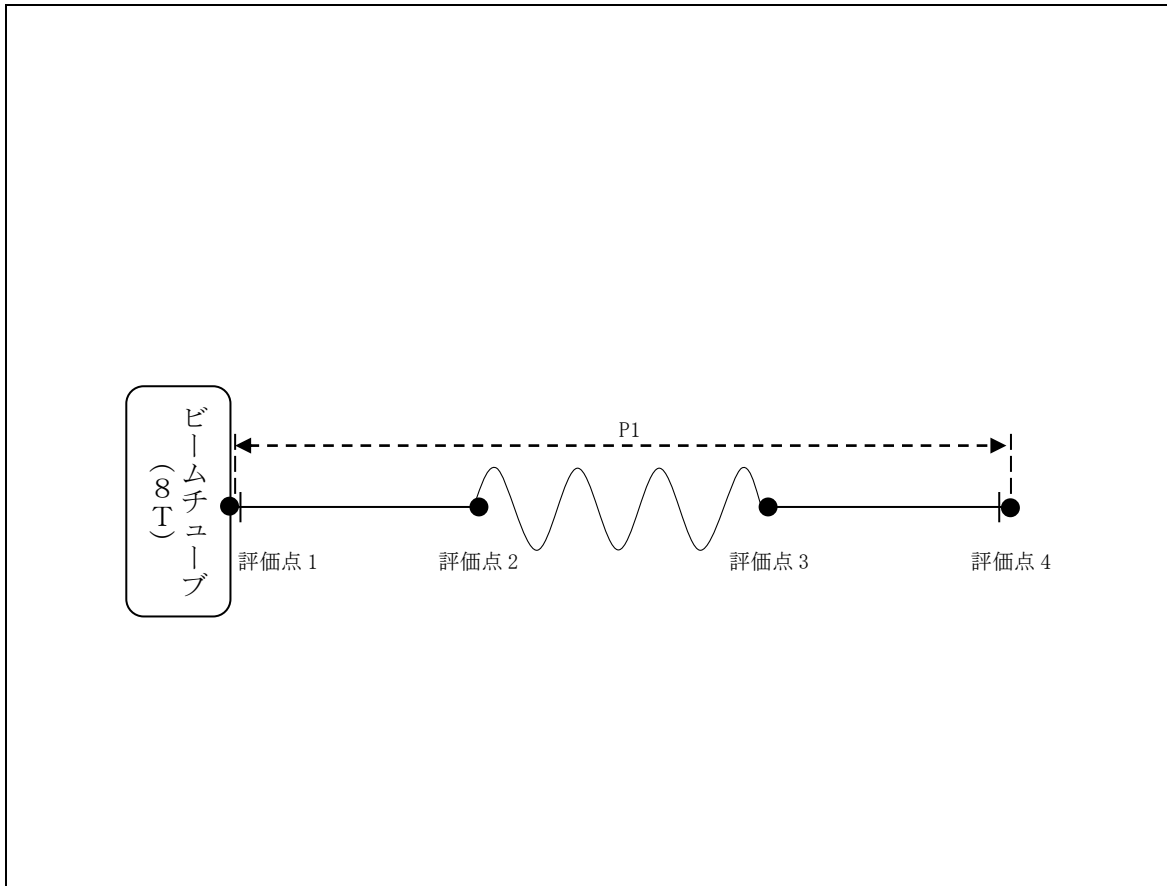
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	40.80	
2	—	伸縮継手	29.10	
3	—	伸縮継手	29.10	
4	—	フランジ	40.80	

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 4, 5, 17, 18	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

### 3.3. BTC-8T

#### (1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	303			
板厚(mm)	8			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	43			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	173			
設計引張強さ Su	475			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	173	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
3	(2)	2.10	—
4	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

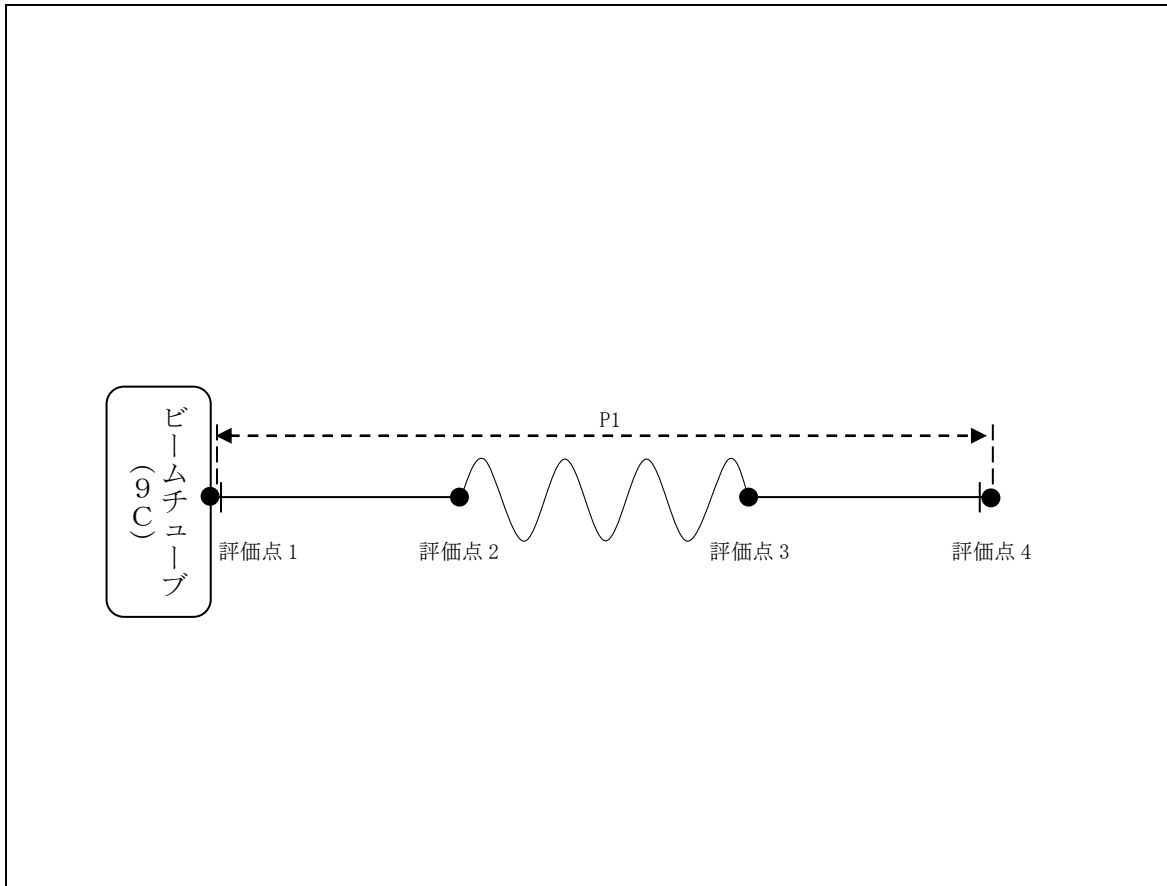
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	63.30	
2	—	伸縮継手	56.10	
3	—	伸縮継手	56.10	
4	—	フランジ	63.30	

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 4, 5, 17, 18	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

3.4. BTC-9C

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	438			
板厚(mm)	8			
材質	SUS304LTP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.93×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	43			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	ヘリウムガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	173			
設計引張強さ Su	475			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	173	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(9)	2.10	—
2	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
3	(2)	2.10	—
4	(9)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
1	—	フランジ	194.60	
2	—	伸縮継手	95.20	
3	—	伸縮継手	95.20	
4	—	フランジ	194.60	

## (4) 入力地震波

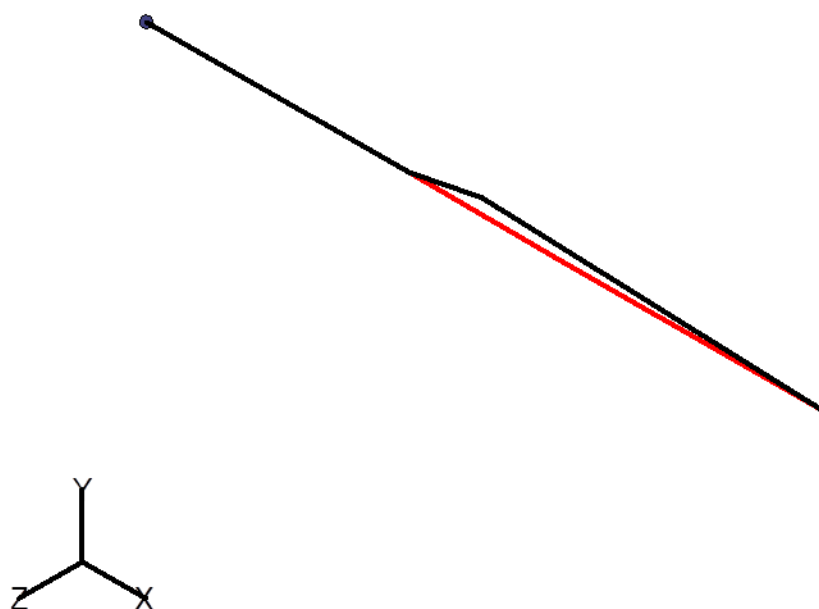
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9 及び 原子炉本体質点 4, 5, 17, 18	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9	0.29	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) BTC-1G~6G

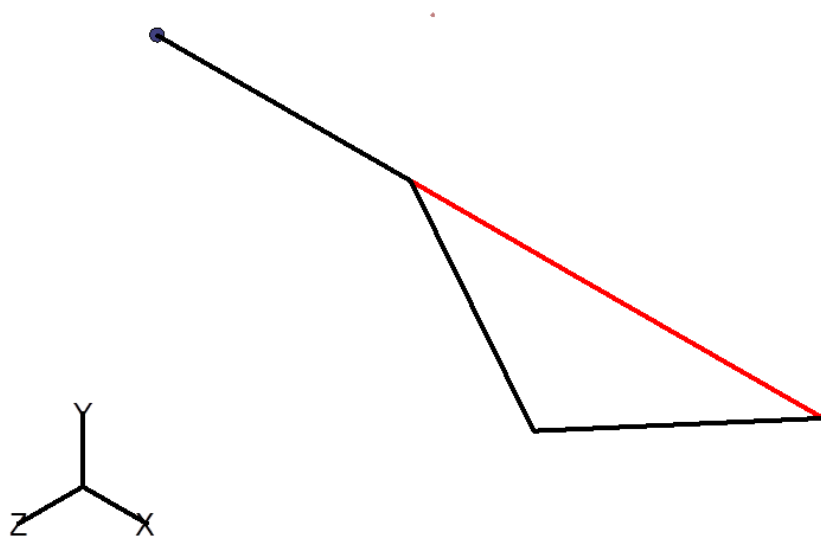
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	1703.0	6.5	6.5
固有周期 (s)	0.001	0.154	0.154





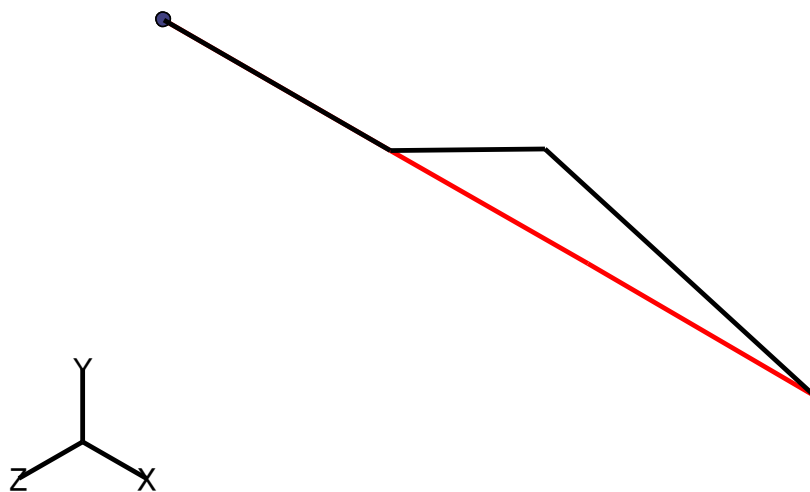
(2) BTC-7R

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	1569.1	3.2	3.2
固有周期 (s)	0.001	0.309	0.309



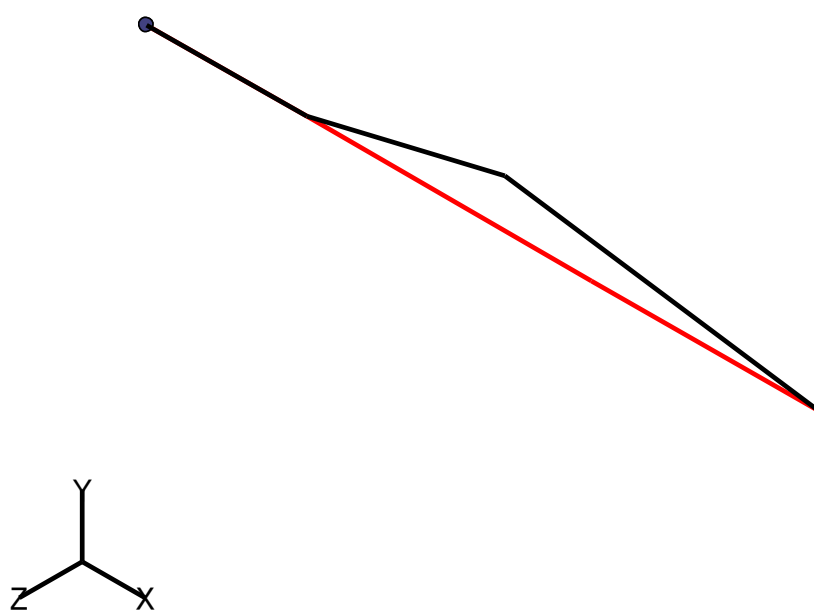
(3) BTC-8T

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	1409.6	4.1	4.1
固有周期 (s)	0.001	0.244	0.244



(4) BTC-9C

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	1515.3	5.1	5.1
固有周期 (s)	0.001	0.195	0.195



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. BTC-1G~6G

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	2	2	—	5	173

##### 4.2.2. BTC-7R

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	3	一次応力	1	1	2	—	4	173

4.2.3. BTC-8T

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	3	一次応力	10	1	2	—	13	173

4.2.4. BTC-9C

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	2	1	1	—	4	173

4.3. 拘束点反力

4.3.1. BTC-1G~6G

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	809	—	—	—	98235
	動的地震荷重 X	61	—	—	—	4	1
	動的地震荷重 Y	—	280	182	—	45784	70769
	動的地震荷重 Z	—	100	206	—	50924	24679
	静的地震荷重 X	193	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	235	—	28488	—
4	自重	—	517	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	61	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	207	135	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	72	113	—	—	—
	静的地震荷重 X	193	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	150	—	—	—

## 4.3.2. BTC-7R

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	1105	—	—	—	148839
	動的地震荷重 X	103	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	389	38	—	7286	80422
	動的地震荷重 Z	—	65	619	—	120695	12580
	静的地震荷重 X	262	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	321	—	43164	—
4	自重	—	698	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	103	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	331	34	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	66	690	—	—	—
	静的地震荷重 X	262	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	203	—	—	—

## 4. 3. 3. BTC-8T

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	1784	—	—	—	208072
	動的地震荷重 X	186	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	906	378	—	31534	100450
	動的地震荷重 Z	—	467	924	—	85454	38592
	静的地震荷重 X	271	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	321	—	37453	—
4	自重	—	1225	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	186	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	1312	660	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	817	1607	—	—	—
	静的地震荷重 X	271	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	221	—	—	—



## 4.3.4. BTC-9C

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	—	3416	—	—	—	66901
	動的地震荷重 X	281	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	530	336	—	96804	160722
	動的地震荷重 Z	—	335	688	—	184013	94979
	静的地震荷重 X	570	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	615	—	12042	—
4	自重	—	3058	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	301	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	1781	993	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	964	1728	—	—	—
	静的地震荷重 X	596	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	551	—	—	—



## 3-4-7-2. 前部水封用止板の耐震強度評価

## 目次

1. 一般事項	添 3-4-7-2-1
1.1. 計算条件	添 3-4-7-2-1
1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ	添 3-4-7-2-1
1.3. 記号の説明	添 3-4-7-2-2
2. 計算方法	添 3-4-7-2-4
2.1. 固有周期の計算方法	添 3-4-7-2-4
2.2. 応力の計算方法	添 3-4-7-2-5
2.2.1. 中性子透過部の応力	添 3-4-7-2-5
2.2.2. 取付ボルトの応力	添 3-4-7-2-6
3. 評価の方法	添 3-4-7-2-7
3.1. 解析方法	添 3-4-7-2-7
3.2. 応力の評価	添 3-4-7-2-7
3.2.1. 中性子透過部の応力評価	添 3-4-7-2-7
3.2.2. 取付ボルトの応力評価	添 3-4-7-2-7
4. 前部水封用止板（1G）から前部水封用止板（6G）	添 3-4-7-2-8
4.1. 設計条件	添 3-4-7-2-8
4.2. 機器要目	添 3-4-7-2-9
4.3. 計算数値	添 3-4-7-2-10
4.3.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-10
4.3.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-11
4.4. 結論	添 3-4-7-2-12
5. 前部水封用止板（7R）	添 3-4-7-2-13
5.1. 設計条件	添 3-4-7-2-13
5.2. 機器要目	添 3-4-7-2-14
5.3. 計算数値	添 3-4-7-2-15
5.3.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-15
5.3.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-16
5.4. 結論	添 3-4-7-2-17
6. 前部水封用止板（8T）	添 3-4-7-2-18
6.1. 設計条件	添 3-4-7-2-18
6.2. 機器要目	添 3-4-7-2-19
6.3. 計算数値	添 3-4-7-2-20
6.3.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-20
6.3.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub>	添 3-4-7-2-21
6.4. 結論	添 3-4-7-2-22
7. 前部水封用止板（9C）	添 3-4-7-2-23
7.1. 設計条件	添 3-4-7-2-23
7.2. 機器要目	添 3-4-7-2-24

7.3. 計算数值 .....	添 3-4-7-2-25
7.3.1. 許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S .....	添 3-4-7-2-25
7.3.2. 許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S .....	添 3-4-7-2-26
7.4. 結論 .....	添 3-4-7-2-27
8. 参考文献 .....	添 3-4-7-2-28

## 1. 一般事項

本書は、前部水封用止板の耐震強度についての計算方法及び計算結果を示す。

### 1.1. 計算条件

- (1) 前部水封用止板と原子炉プールライニングは、多数の取付ボルトにより固定されているものとする。
- (2) 地震力は、機器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。
- (3) 前部水封用止板は動水圧(スロッシング荷重)を考慮した地震力に対し、それぞれ評価を行う。

### 1.2. 設計降伏点及び設計引張強さ

本計算書で使用する材料の設計降伏点及び設計引張強さを以下に示す。

#### (1) 容器

材料	設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
A6061FH-T6	225	253

#### (2) 支持構造物

材料		設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
SUS304	40°C	205	-
	43°C	203	515

### 1.3. 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	中性子透過部のせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	取付ボルトの呼び径における軸断面積	mm <sup>2</sup>
A	中性子透過部の長辺の長さ	mm
B	中性子透過部の短辺の長さ	mm
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
d <sub>c</sub>	取付ボルトのピッチ円径	mm
E	縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
F	「添付書類 3-2. 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に示す F 値	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t0</sub>	引張力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ts</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力	N/mm <sup>2</sup>
G	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
N	取付ボルトの本数	—
P	最高使用圧力	MPa
P <sub>s</sub>	動水圧	MPa
S <sub>s</sub>	地震力	—
S <sub>a</sub>	中性子透過部の許容応力	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>u</sub>	設計引張強さ	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>y</sub>	設計降伏点	N/mm <sup>2</sup>
T <sub>1</sub>	水平方向の固有周期	s
T <sub>2</sub>	鉛直方向の固有周期	s
t <sub>1</sub>	中性子透過部の厚さ	mm
W	前部水封用止板の重量	kg
σ <sub>0</sub>	中性子透過部の組合せ一次一般膜応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>2</sub>	中性子透過部の組合せ一次+二次応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>ℓ0</sub>	中性子透過部の一次一般膜応力の和	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>ℓ2</sub>	中性子透過部の一次+二次応力の和	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>x1</sub>	中性子透過部の最高使用圧力による膜応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>x2</sub>	中性子透過部の動水圧による膜応力	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>b</sub>	取付ボルトの引張応力	N/mm <sup>2</sup>

記号	記号の説明	単位
$\tau_{x1}$	中性子透過部の最高使用圧力によるせん断応力	$\text{N/mm}^2$
$\tau_{x2}$	中性子透過部の動水圧によるせん断応力	$\text{N/mm}^2$
$\tau_b$	取付ボルトのせん断応力	$\text{N/mm}^2$
$N$	ポアソン比	—
$\beta$	参考文献[1]より求める値	—
$\lambda^2$	振動モードによる係数	—
$\Gamma$	密度	$\text{kg/mm}^3$



## 2. 計算方法

### 2.1. 固有周期の計算方法

#### (1) 仮定

- a. 変形モードは前部水封用止板を均一な厚さの円板と考えたときの曲げ変形を考慮する。
- b. 前部水封用止板周辺は多数のボルトで固定されているため固定端とする。
- c. 前部水封用止板の厚さは中性子透過部の板厚が均一になっているものとする。
- d. 鉛直方向固有周期は中性子透過部の幅、板厚の断面をもった梁として軸変形を考慮する。

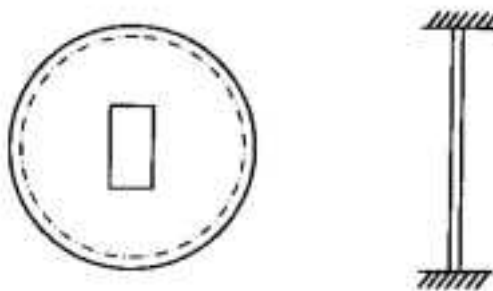


図-3-4-7-2.1 固有周期計算モデル

#### (2) 計算モデル

本機器は上記仮定により図-3-4-7-2.1に示すような周辺固定円板の振動モデルとする。

#### (3) 水平方向の固有周期

水平方向の固有周期は次式により求める。

$$T_H = \frac{\pi \cdot d_c^2}{\lambda^2 \cdot t_1} \sqrt{\frac{3(1-\nu^2)\gamma}{1000E}}$$

#### (4) 鉛直方向の固有周期

鉛直方向の固有周期は次式により求める。

$$T_V = \frac{2\pi}{\lambda'} \sqrt{\frac{W \cdot d_c}{1000 \cdot E \cdot b \cdot t_1}}$$

$\lambda'$  : 境界条件と振動モードから決まる係数       $\pi$  (-)

## 2.2. 応力の計算方法

### 2.2.1. 中性子透過部の応力

中性子透過部の応力は、中性子透過部周辺を指示された均一な平板として計算する。

#### (1) 内圧による応力

内圧により中性子透過部に生じる膜応力及びせん断応力は次式により求める。

$$\sigma_{x1} = \frac{\beta \cdot P \cdot b^2}{t_1^2}$$

$$\tau_{x1} = \frac{P \cdot a \cdot b}{A}$$

※参考文献[1]より

#### (2) 外圧による応力

外圧により中性子透過部に生じる膜応力及びせん断応力はそれぞれ2.2.1(1)の内圧による応力と同様にして求める。

前部水封用止板では、外圧より内圧の方が大きいいため、外圧による応力の計算は省力する。

#### (3) 地震荷重による応力

地震時水圧により中性子透過部に生じる膜応力及びせん断応力は、それぞれ2.2.1(1)の内圧による応力と同様にして求める。

$$\sigma_{x2} = \frac{\beta \cdot P_s \cdot b^2}{t_1^2}$$

$$\tau_{x2} = \frac{P_s \cdot a \cdot b}{A}$$

※参考文献[1]より

#### (4) 組合せ応力

2.2.1(1)から2.2.1(3)によって算出される中性子透過部の応力は、以下により組み合わせる。

##### a. 一次一般膜応力

##### (a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\ell 0} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2}$$

$$\tau_{\ell 0} = \tau_{x1} + \tau_{x2}$$

$$\sigma_0 = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{\ell 0} + \sqrt{\sigma_{\ell 0}^2 + 4\tau_{\ell 0}^2} \right\}$$

一般膜応力+一次曲げ応力は一次一般膜応力と同じになるので省略することができる。

b. 地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\ell 2} = \sigma_{x 2}$$

$$\tau_{\ell 2} = \tau_{x 2}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{\ell 2} + \sqrt{\sigma_{\ell 2}^2 + 4\tau_{\ell 2}^2}$$

2.2.2. 取付ボルトの応力

(1) せん断応力

死荷重及び鉛直地震力によるせん断応力は、次式により求める。

$$\tau_b = \frac{\sqrt{(1 + C_v)^2 + C_H^2} W \cdot g}{n \cdot A_b}$$

(2) 引張応力

水平地震力による引張応力は、次式により求める。

$$\sigma_b = \frac{C_H \cdot W \cdot g}{n \cdot A_b}$$

### 3. 評価方法

#### 3.1. 解決方法

2.1 項で求めた固有周期及びモデルの質点系から「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に基づき解析方法の決定を行う。

#### 3.2. 応力の評価

##### 3.2.1. 中性子透過部の応力評価

- (1) 2.2.1 項で求めた組合せ応力が、中性子透過部の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

許容応力 $S_a$ 許容応力状態	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力
IV <sub>A</sub> S	0.6 $S_u$	算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので評価は省略する。	地震動のみによる一次+二次応力の変動値が設計降伏点 $S_y$ の 2 倍以下であれば疲労解析は不要とする。
III <sub>A</sub> S	MIN[ $S_y$ , 0.6 $S_u$ ]		

##### 3.2.2. 取付ボルトの応力評価

- (1) 2.2.2 項で求めた取付ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は、下記 2 式より求めた引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。

また、せん断応力  $\tau_b$  は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

ただし、 $f_{t0}$ 、 $f_{sb}$  は下表による。

許容応力状態	許容引張応力 $f_{t0}$	許容せん断応力 $f_{sb}$
IV <sub>A</sub> S III <sub>A</sub> S	1.5 $\left(\frac{F}{2}\right)$	1.5 $\left(\frac{F}{1.5\sqrt{3}}\right)$

4. 前部水封用止板(1G)～前部水封用止板(6G)

4.1. 設計条件

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 S <sub>s</sub>		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>		静的地震動	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
前部水封 用止板 (1G) ┆ 前部水封 用止板 (6G)	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL+1.1, 1.3								
			770.1	2433.1	C <sub>H</sub> =1.05	C <sub>V</sub> =0.98	C <sub>H</sub> =0.59	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29

注：前部水封用止板(1G)～(6G)の基準床レベルを示す。

最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (°C)
内圧	0.09810	43
外圧	0.00147	

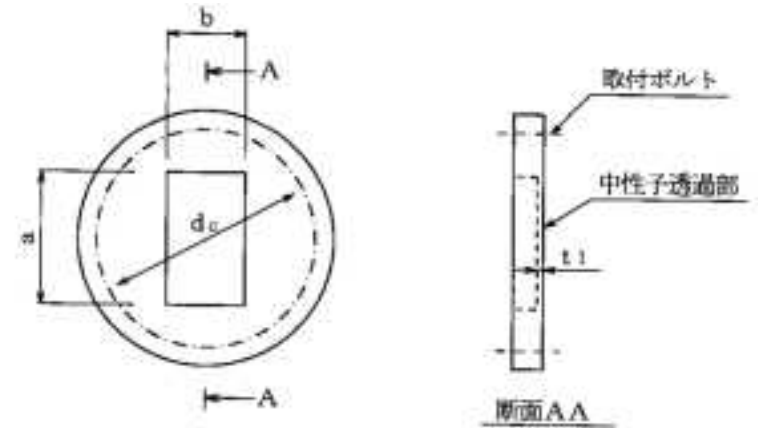
#### 4.2. 機器要目

$d_c$ (mm)	$a$ (mm)	$b$ (mm)	$t_1$ (mm)	$\nu$ (-)	$\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda^2$ (-)	$W$ (kg)	$\beta$ (-)	$A$ (mm <sup>2</sup> )	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M12)
180	120	70	2.5	0.33	$2.70 \times 10^{-6}$	$6.82 \times 10^4$	10.2	2.8	0.5467	950	113.1

$n$ (-)	F (SUS304) (N/mm <sup>2</sup> )		$P_s$ (Ss) (注) (MPa)	$P_s$ (Sd) (注) (MPa)
	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S		
12	246	205	0.0274	0.0196

注：原子炉プール水のスロッシングによる動水圧を用いた。

「設工認（その11）添付書類3-2 原子炉本体の地震応答解析」参照。



4.3. 計算数値

4.3.1. 許容応力状態IV<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 43$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 12$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 56$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 12$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 25$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Ss	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

4.3.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 43$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 9$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 53$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 9$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 19$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$



#### 4.4. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平2方向及び鉛直方向の組合せを考慮するため、4.3項の値を1.42倍している。

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料応力	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 80$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 36$	$S_a = 450$
III <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 76$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 27$	$S_a = 450$

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 184$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 142$
III <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 118$

5. 前部水封用止板(7R)

5.1. 設計条件

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 S <sub>s</sub>		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>		静的地震動	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
前部水封 用止板 (7R)	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL+1.3	606.4	2430.1	C <sub>H</sub> =1.05	C <sub>V</sub> =0.98	C <sub>H</sub> =0.59	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29

注：前部水封用止板(7R)の基準床レベルを示す。

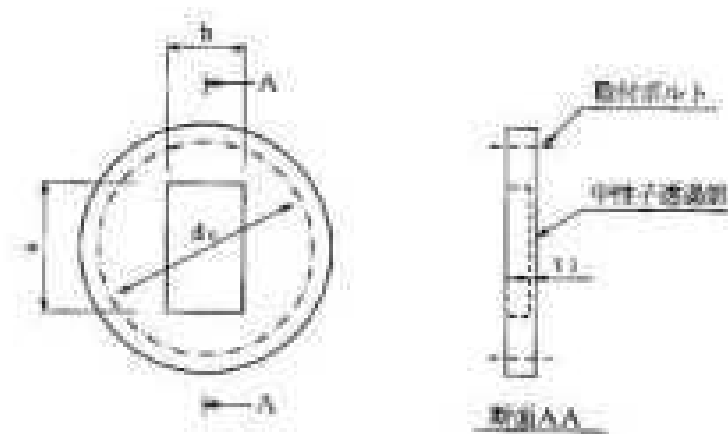
最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (°C)
内圧	0.09810	43
外圧	0.00147	

5.2. 機器要目

$d_c$ (mm)	a (mm)	b (mm)	$t_1$ (mm)	$\nu$ (-)	$\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda^2$ (-)	W (kg)	$\beta$ (-)	A (mm <sup>2</sup> )	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M16)
240	160	95	3.5	0.33	$2.70 \times 10^{-6}$	$6.82 \times 10^4$	10.2	4	0.5389	1785	201.1

n (-)	F (SUS304) (N/mm <sup>2</sup> )		$P_s$ (Ss) (注) (MPa)	$P_s$ (Sd) (注) (MPa)
	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S		
8	246	205	0.0274	0.0196

注：原子炉プール水のスロッシングによる動水圧を用いた。



5.3. 計算数値

5.3.1. 許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 39$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 11$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 51$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 11$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 23$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Ss	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

5.3.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 39$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 8$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 48$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 8$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 17$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

#### 5.4. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平2方向及び鉛直方向の組合せを考慮するため、5.3項の値を1.42倍している。

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料応力	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 73$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 33$	$S_a = 450$
III <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 69$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 25$	$S_a = 450$

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 184$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 142$
III <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 118$

6. 前部水封用止板(8T)

6.1. 設計条件

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 S <sub>s</sub>		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>		静的地震動	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
前部水封 用止板 (8T)	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL+1.2	251.5	1053.2	C <sub>H</sub> =1.05	C <sub>V</sub> =0.98	C <sub>H</sub> =0.59	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29

注：前部水封用止板(8T)の基準床レベルを示す。

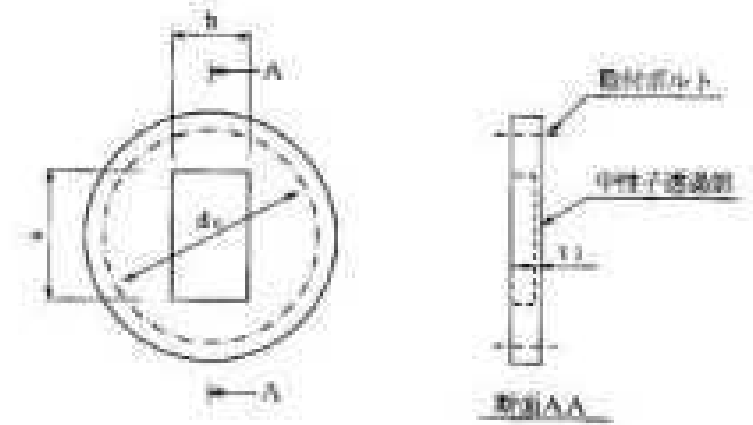
最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (°C)
内圧	0.09810	43
外圧	0.00147	

6.2. 機器要目

$d_c$ (mm)	a (mm)	b (mm)	$t_1$ (mm)	$\nu$ (-)	$\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda^2$ (-)	W (kg)	$\beta$ (-)	A (mm <sup>2</sup> )	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M16)
315	230	50	2.5	0.33	$2.70 \times 10^{-6}$	$6.82 \times 10^4$	10.2	6.1	0.7450	1400	201.1

n (-)	F (SUS304) (N/mm <sup>2</sup> )		$P_s$ (Ss) (注) (MPa)	$P_s$ (Sd) (注) (MPa)
	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S		
8	246	205	0.0274	0.0196

注：原子炉プール水のスロッシングによる動水圧を用いた。





6.3. 計算数値

6.3.1. 許容応力状態IV<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 30$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 9$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 40$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 9$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 19$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Ss	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

6.3.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 30$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 6$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 37$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 6$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 13$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

#### 6.4. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平2方向及び鉛直方向の組合せを考慮するため、6.3項の値を1.42倍している。

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料応力	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 57$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 27$	$S_a = 450$
III <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 53$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 19$	$S_a = 450$

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 184$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 142$
III <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 118$

7. 前部水封用止板(9C)

7.1. 設計条件

機器名称	耐震 クラス	据付場所及び 床面高さ (m)	固有振動数 (Hz)		基準地震動 S <sub>s</sub>		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>		静的地震動	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
前部水封 用止板 (9C)	S	原子炉建家 <sup>(注)</sup> 1FL+1.2	53.2	262.7	C <sub>H</sub> =1.05	C <sub>V</sub> =0.98	C <sub>H</sub> =0.59	C <sub>V</sub> =0.52	C <sub>H</sub> =0.58	C <sub>V</sub> =0.29

注：前部水封用止板(9C)の基準床レベルを示す。

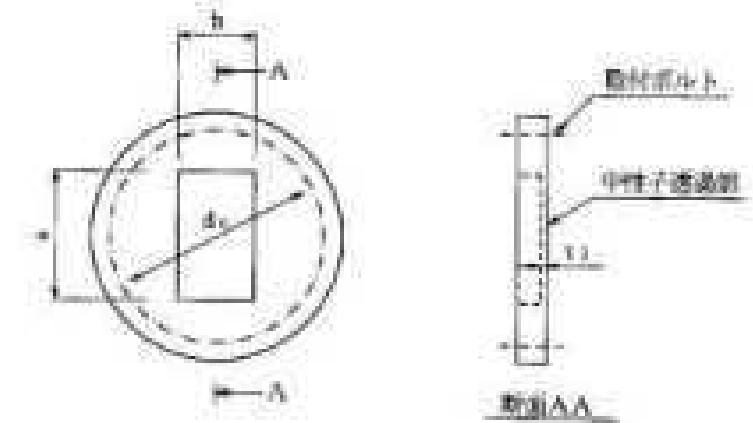
最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (°C)
内圧	0.09810	43
外圧	0.00147	

7.2. 機器要目

$d_c$ (mm)	a (mm)	b (mm)	$t_1$ (mm)	$\nu$ (-)	$\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda^2$ (-)	W (kg)	$\beta$ (-)	A (mm <sup>2</sup> )	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M16)
685	150	50	2.5	0.33	$2.70 \times 10^{-6}$	$6.82 \times 10^4$	10.2	45.1	0.7134	1000	201.1

n (-)	F (SUS304) (N/mm <sup>2</sup> )		$P_s$ (Ss) (注) (MPa)	$P_s$ (Sd) (注) (MPa)
	IV <sub>A</sub> S	III <sub>A</sub> S		
24	246	205	0.0274	0.0196

注：原子炉プール水のスロッシングによる動水圧を用いた。



7.3. 計算数値

7.3.1. 許容応力状態IV<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 28$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 8$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 37$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Ss
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 8$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 17$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Ss	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

7.3.2. 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S

(1) 中性子透過部に生じる応力

a. 中性子透過部に生じる一次一般膜応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
内圧による 応力	膜	$\sigma_{x1} = 28$
	せん断	$\tau_{x1} = 1$
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 6$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_0 = 35$

b. 中性子透過部に生じる地震動のみによる一次+二次応力の変動値

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類		Sd と静的地震力の大きい方
地震荷重に よる応力	膜	$\sigma_{x2} = 6$
	せん断	$\tau_{x2} = 1$
組合せ応力		$\sigma_2 = 13$

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

地震力の種類	Sd と静的地震力の大きい方	
応力の種類	引張	せん断
取付ボルト	$\sigma_b = 1$	$\tau_b = 1$

#### 7.4. 結論

下表に示すように算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。なお、表の算出応力は水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せを考慮するため、7.3項の値を1.42倍している。

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料応力	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 53$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 25$	$S_a = 450$
III <sub>A</sub> S	中性子透過部	A6061FH-T6	一次一般膜	$\sigma_0 = 50$	$S_a = 151$
			一次+二次	$\sigma_2 = 19$	$S_a = 450$

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

許容応力 状態	部材	材料	応力	算出応力	許容応力
IV <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 184$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 142$
III <sub>A</sub> S	取付ボルト	SUS304	引張	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 153$
			せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 118$



8. 参考文献

- [1] R. J. ROARK: Formulas for Stress and Strain, SEVENTH EDITION



### 3-4-7-3. 水力照射設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-7-3-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-7-3-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-7-3-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-7-3-3
3. 設計条件	添 3-4-7-3-26
3.1. EXP-HR-A-01	添 3-4-7-3-26
3.2. EXP-HR-A-02	添 3-4-7-3-34
3.3. EXP-HR-A-03	添 3-4-7-3-43
3.4. EXP-HR-A-04	添 3-4-7-3-45
3.5. EXP-HR-A-05	添 3-4-7-3-47
3.6. EXP-HR-A-06	添 3-4-7-3-49
3.7. EXP-HR-A-07	添 3-4-7-3-51
3.8. EXP-HR-A-08	添 3-4-7-3-53
3.9. EXP-HR-A-09	添 3-4-7-3-55
3.10. EXP-HR-A-10	添 3-4-7-3-57
3.11. EXP-HR-A-11	添 3-4-7-3-59
3.12. EXP-HR-A-12	添 3-4-7-3-61
3.13. EXP-HR-A-13	添 3-4-7-3-64
3.14. EXP-HR-A-14	添 3-4-7-3-67
4. 解析結果及び評価	添 3-4-7-3-69
4.1. 固有周期	添 3-4-7-3-69
4.2. 結論	添 3-4-7-3-83
4.2.1. EXP-HR-A-01	添 3-4-7-3-83
4.2.2. EXP-HR-A-02	添 3-4-7-3-83
4.2.3. EXP-HR-A-03	添 3-4-7-3-84
4.2.4. EXP-HR-A-04	添 3-4-7-3-84
4.2.5. EXP-HR-A-05	添 3-4-7-3-85
4.2.6. EXP-HR-A-06	添 3-4-7-3-85
4.2.7. EXP-HR-A-07	添 3-4-7-3-86
4.2.8. EXP-HR-A-08	添 3-4-7-3-86
4.2.9. EXP-HR-A-09	添 3-4-7-3-87
4.2.10. EXP-HR-A-10	添 3-4-7-3-87
4.2.11. EXP-HR-A-11	添 3-4-7-3-88
4.2.12. EXP-HR-A-12	添 3-4-7-3-88
4.2.13. EXP-HR-A-13	添 3-4-7-3-89
4.2.14. EXP-HR-A-14	添 3-4-7-3-89
4.3. 拘束点反力	添 3-4-7-3-90
4.3.1. EXP-HR-A-01	添 3-4-7-3-90

4.3.2.	EXP-HR-A-02	添 3-4-7-3-93
4.3.3.	EXP-HR-A-03	添 3-4-7-3-97
4.3.4.	EXP-HR-A-04	添 3-4-7-3-98
4.3.5.	EXP-HR-A-05	添 3-4-7-3-99
4.3.6.	EXP-HR-A-06	添 3-4-7-3-100
4.3.7.	EXP-HR-A-07	添 3-4-7-3-101
4.3.8.	EXP-HR-A-08	添 3-4-7-3-102
4.3.9.	EXP-HR-A-09	添 3-4-7-3-103
4.3.10.	EXP-HR-A-10	添 3-4-7-3-104
4.3.11.	EXP-HR-A-11	添 3-4-7-3-105
4.3.12.	EXP-HR-A-12	添 3-4-7-3-106
4.3.13.	EXP-HR-A-13	添 3-4-7-3-107
4.3.14.	EXP-HR-A-14	添 3-4-7-3-108

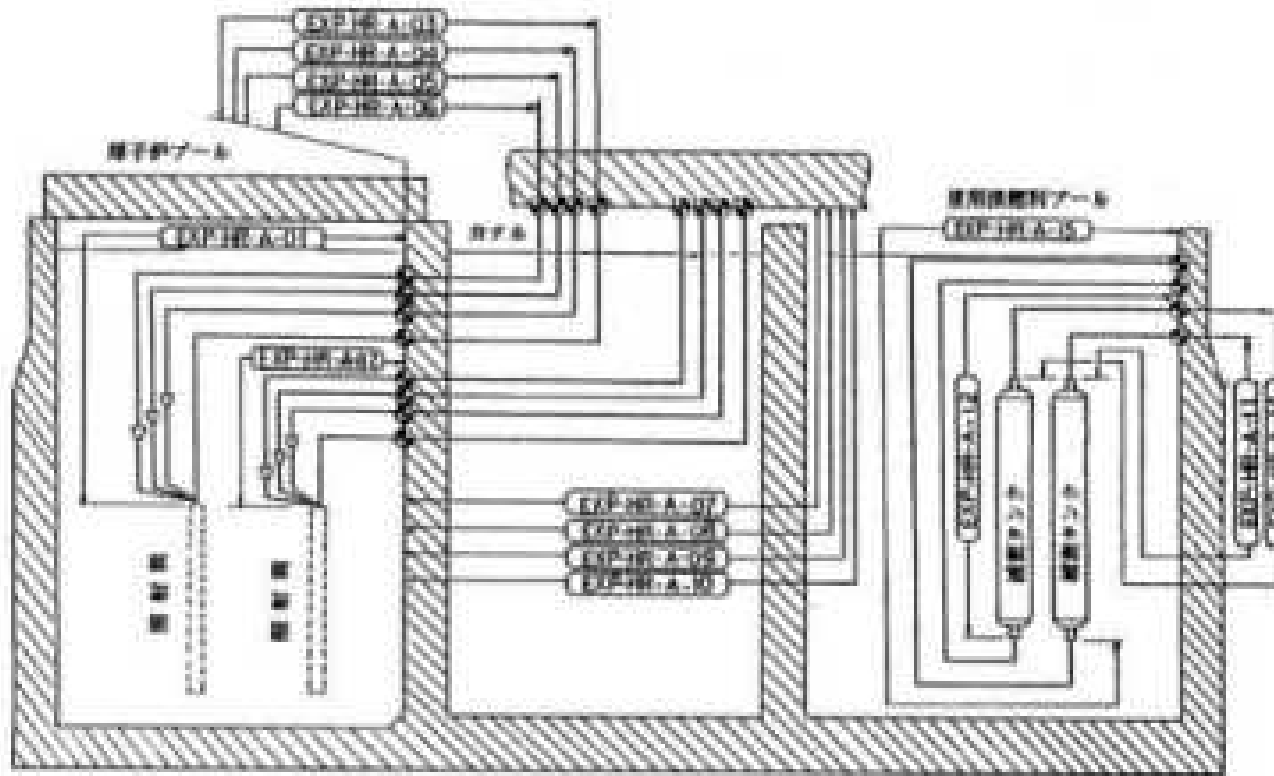
## 1. 概要

本計算書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震 クラス
EXP-HR-A-01	重水タンク内照射筒 (HR) から 原子炉プール貫通部アンカ まで (照射筒 (HR) の第 4 種管を含む)	B
EXP-HR-A-02	重水タンク内照射筒 (HR) から 原子炉プール貫通部アンカ まで (照射筒 (HR) の第 4 種管を含む)	B
EXP-HR-A-03	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-04	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-05	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-06	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-07	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-08	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-09	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-10	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-11	減衰タンクノズル から使用済燃料プール貫通部アンカ まで	B
EXP-HR-A-12	使用済燃料プール貫通部アンカ から 減衰タンクノズル まで	B
EXP-HR-A-13	使用済燃料プール貫通部アンカ から 減衰タンクノズル まで	B
EXP-HR-A-14	減衰タンクノズル から使用済燃料プール貫通部アンカ まで	B



2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1. 概略系統図



## 2.2. 鳥瞰図

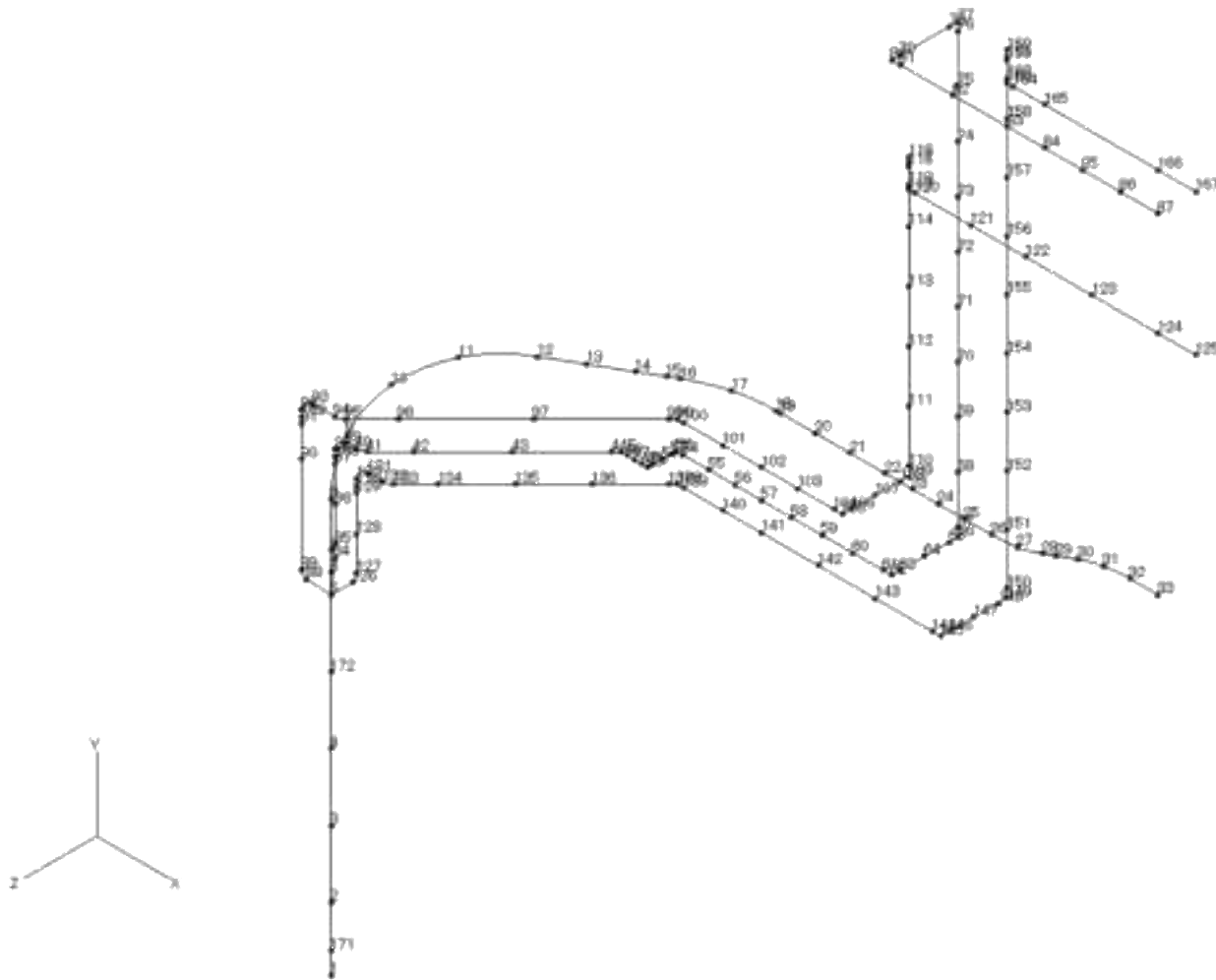
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	拘束

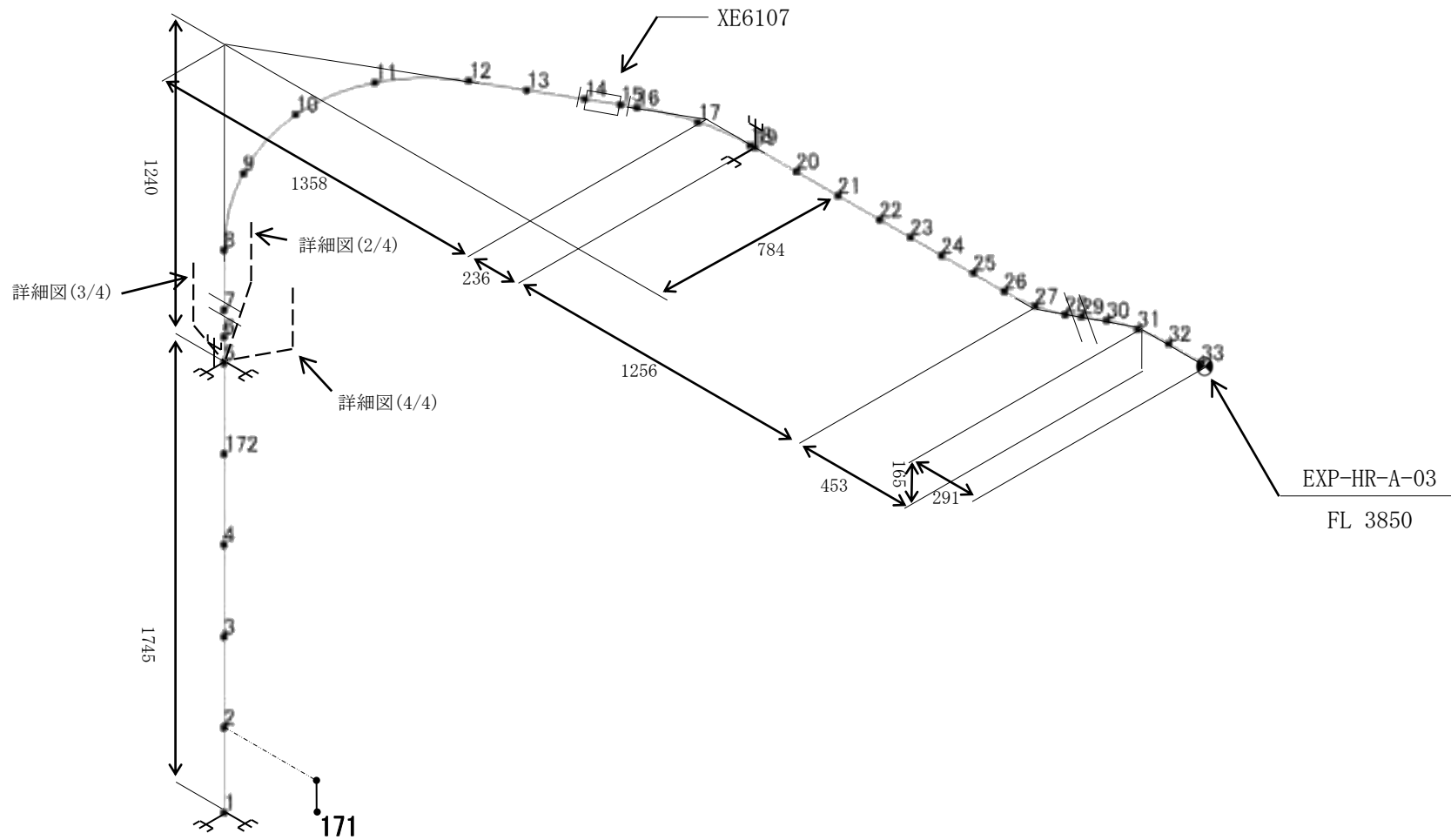


(1) EXP-HR-A-01

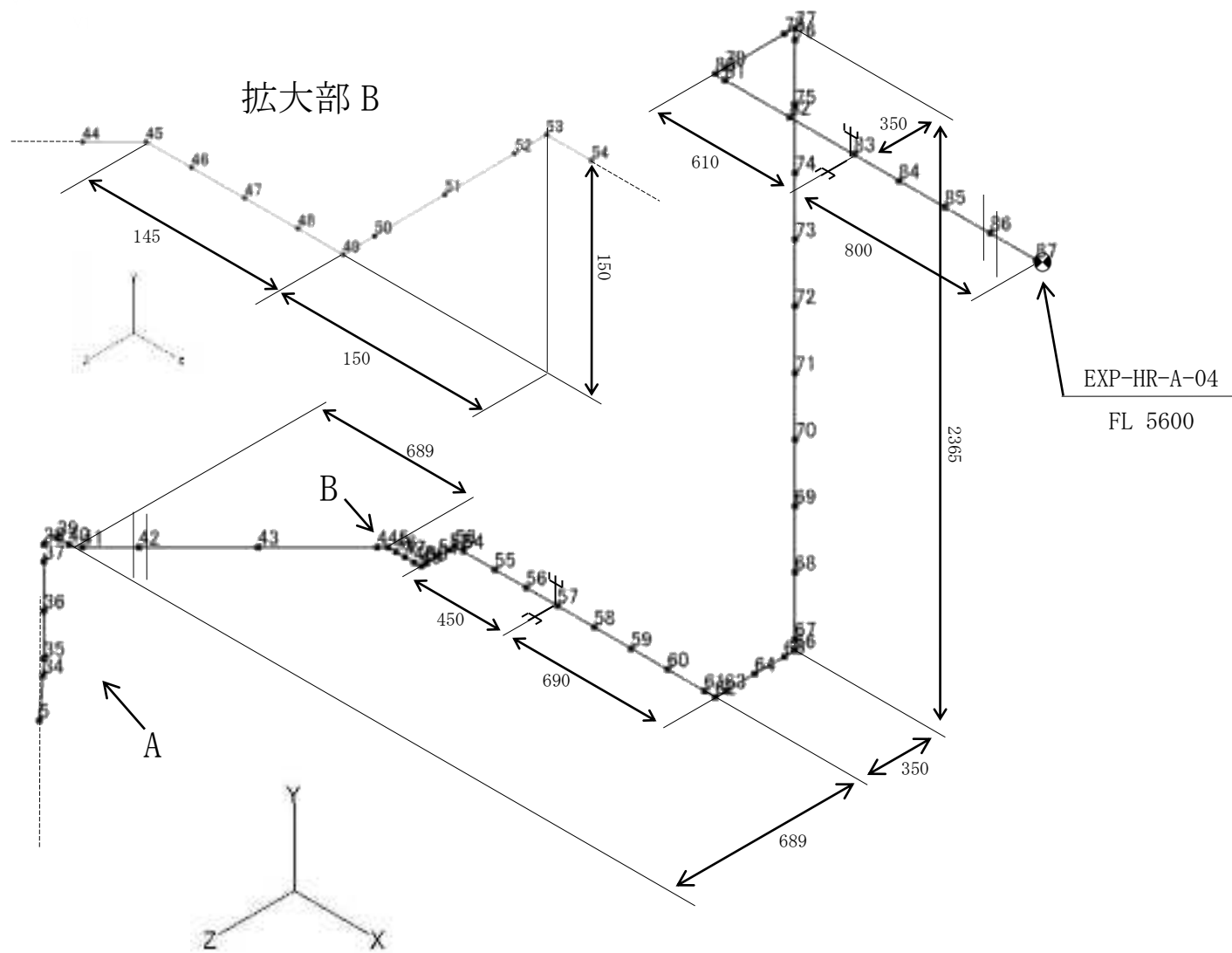
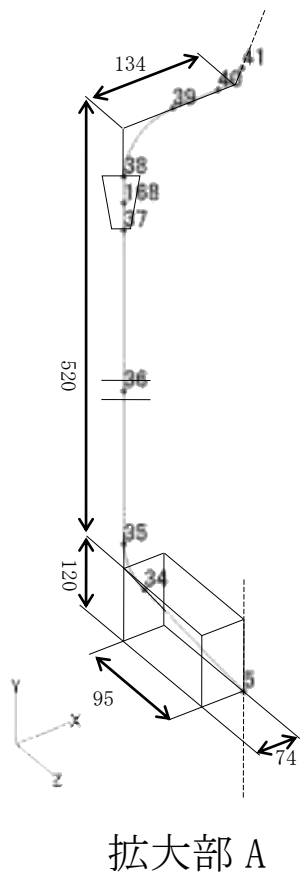
a. 全体図



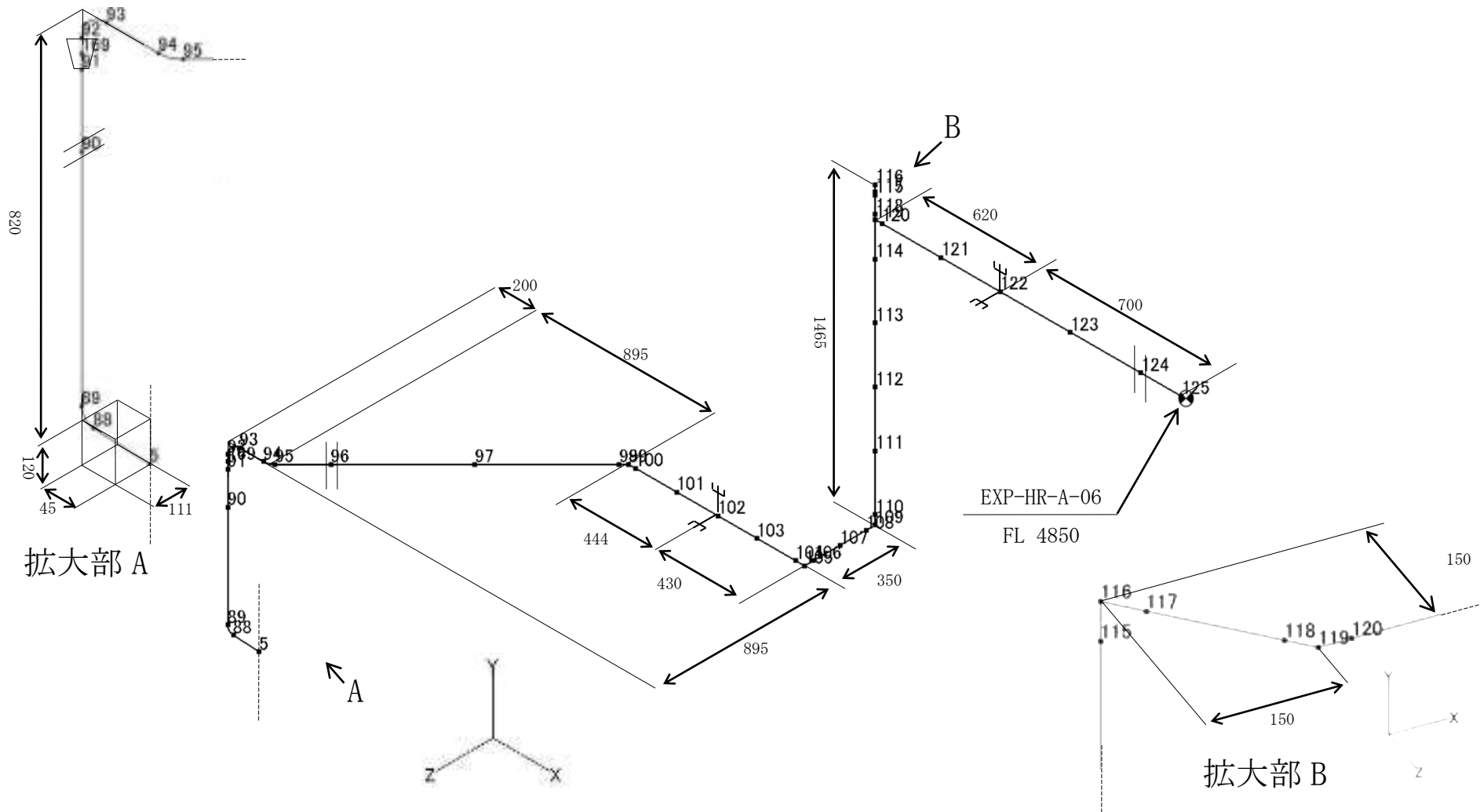
b. 詳細図(1/4)



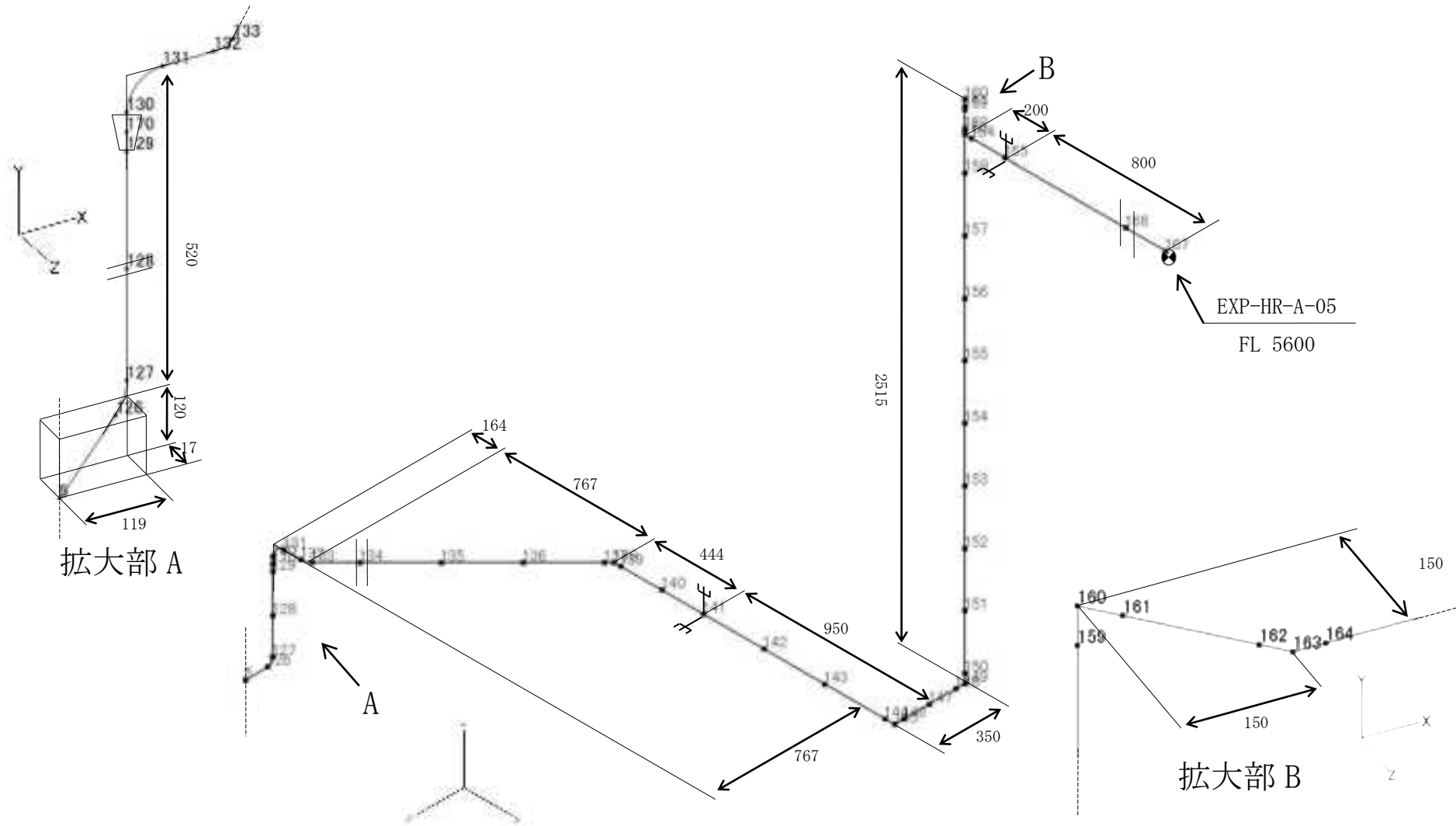
c. 詳細図(2/4)



d. 詳細図(3/4)

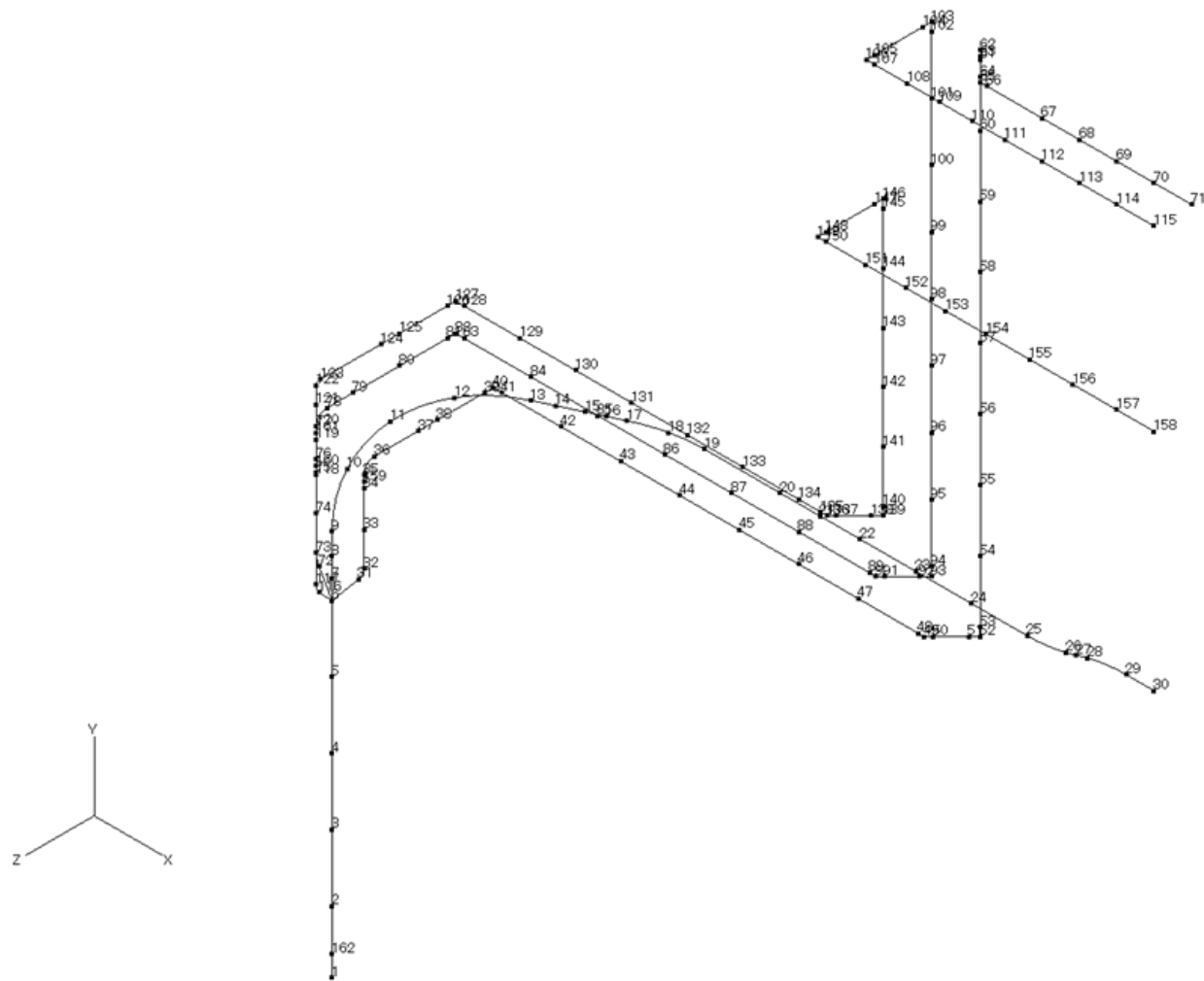


e. 詳細図(4/4)

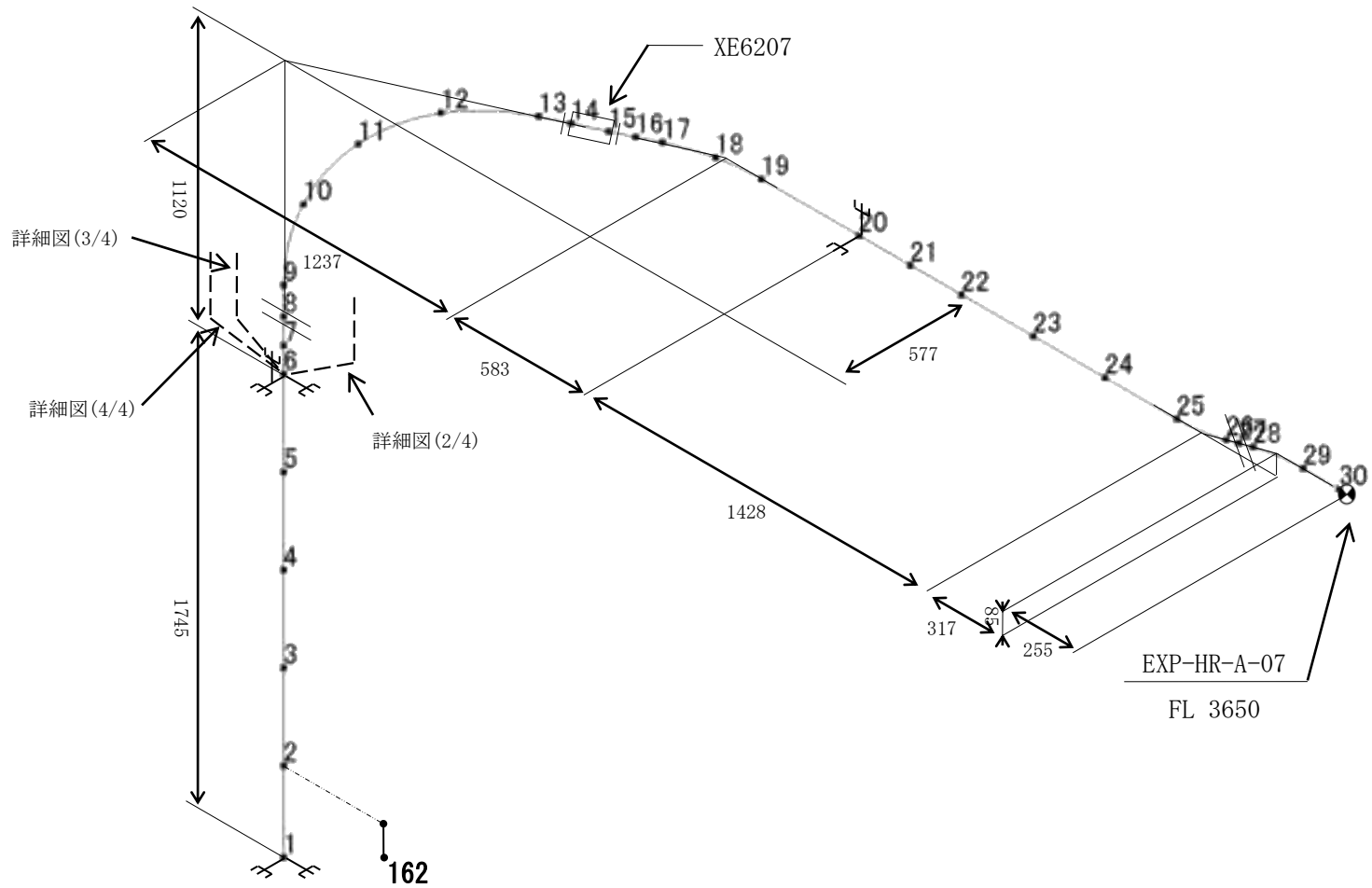


(2) EXP-HR-A-02

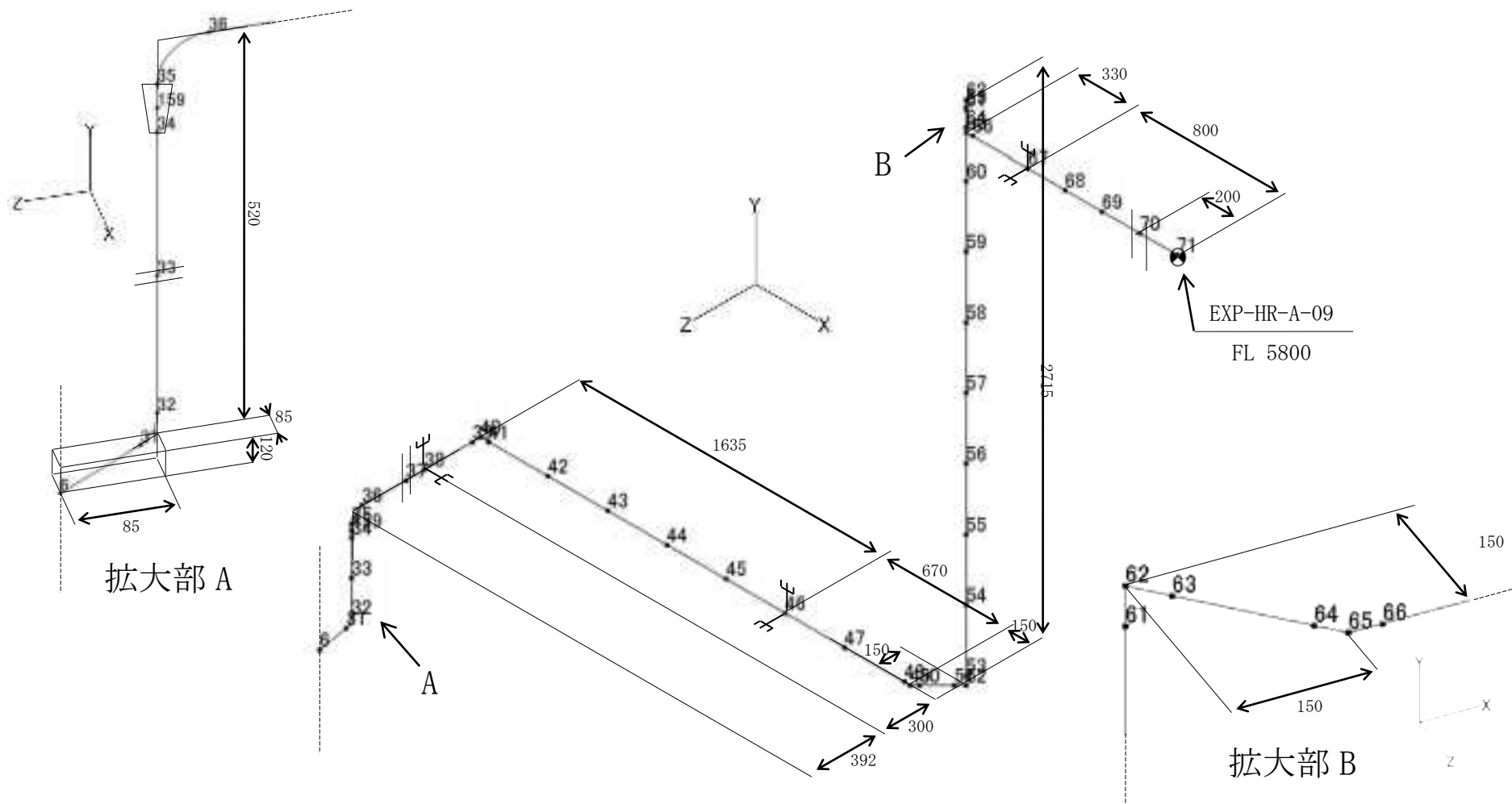
a. 全体図



b. 詳細図(1/4)

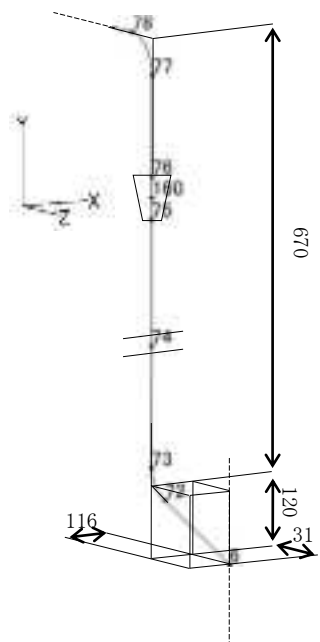


c. 詳細図(2/4)

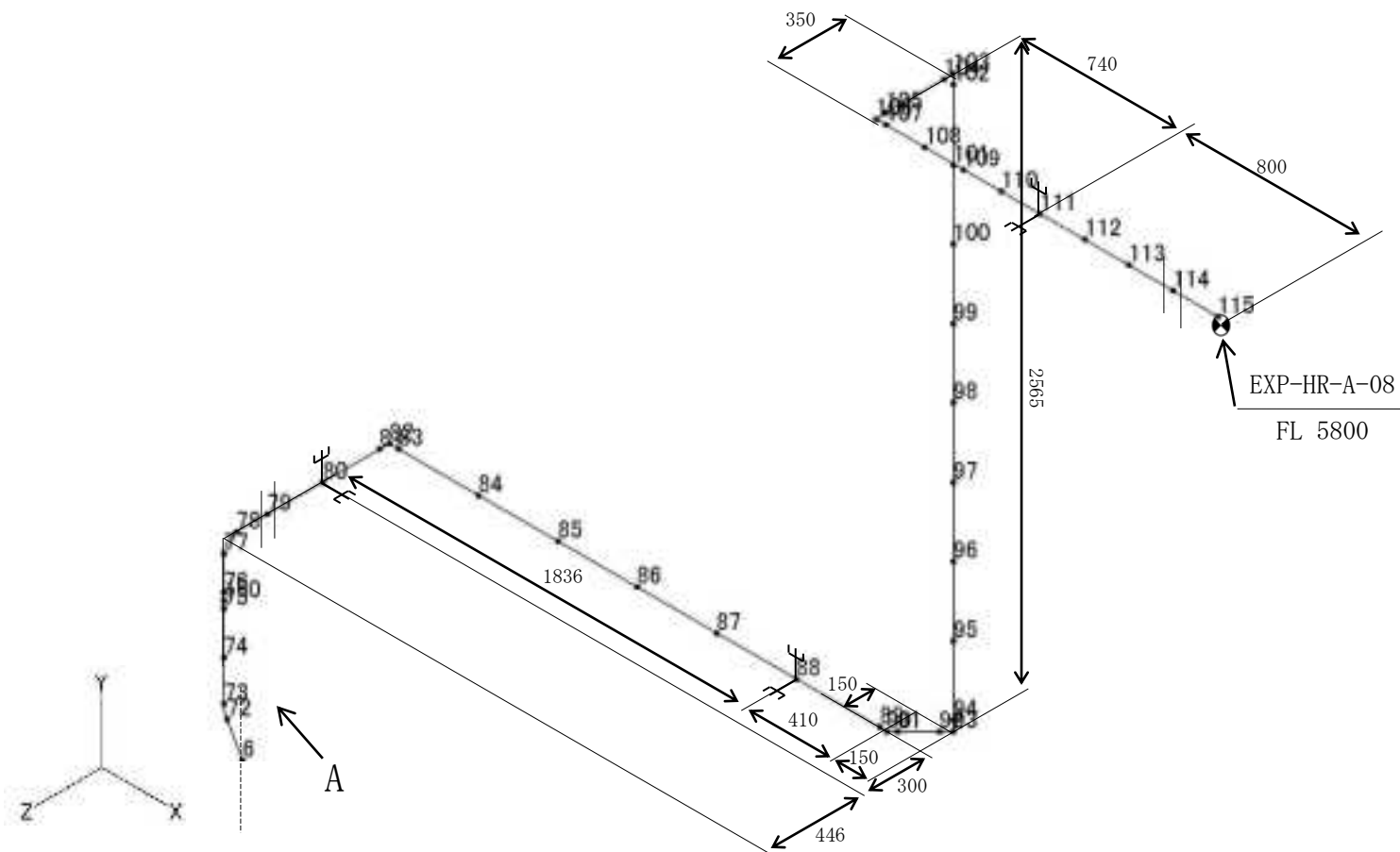




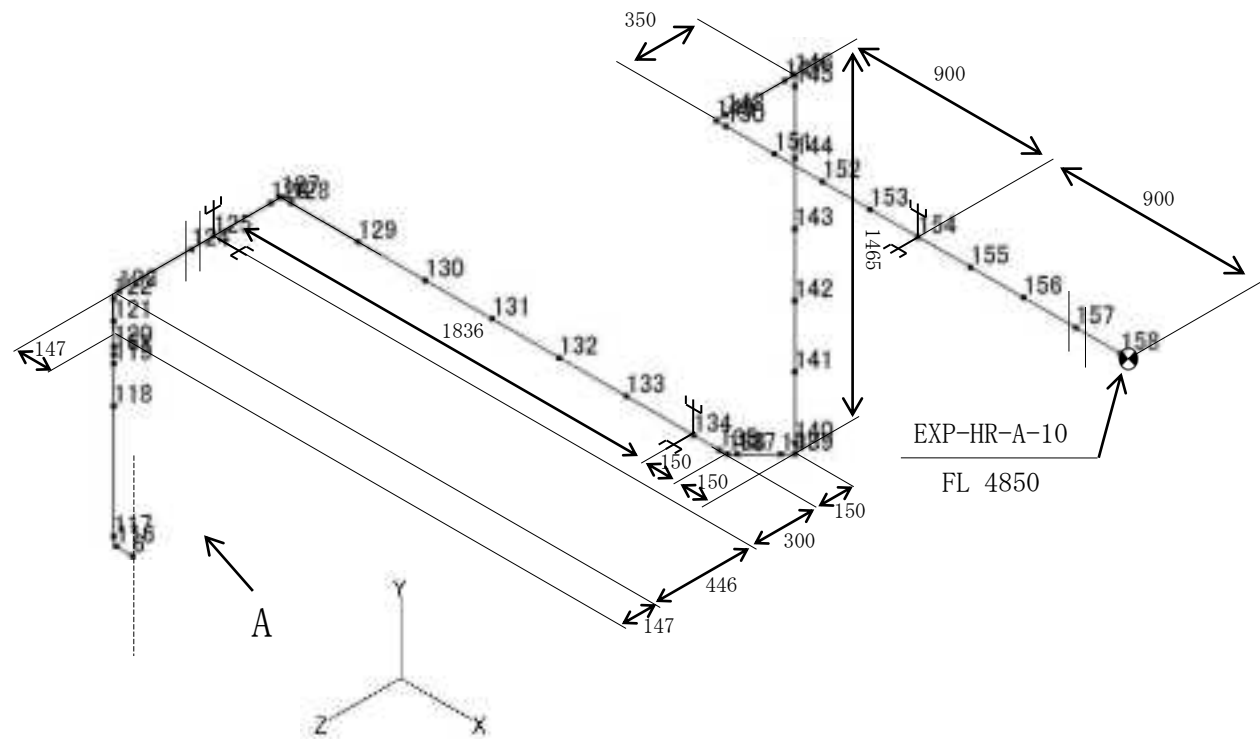
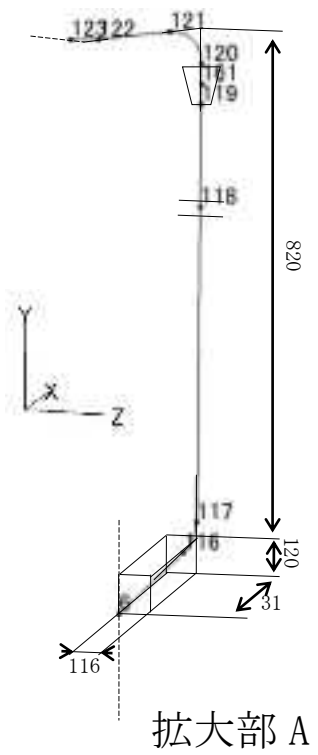
d. 詳細図(3/4)



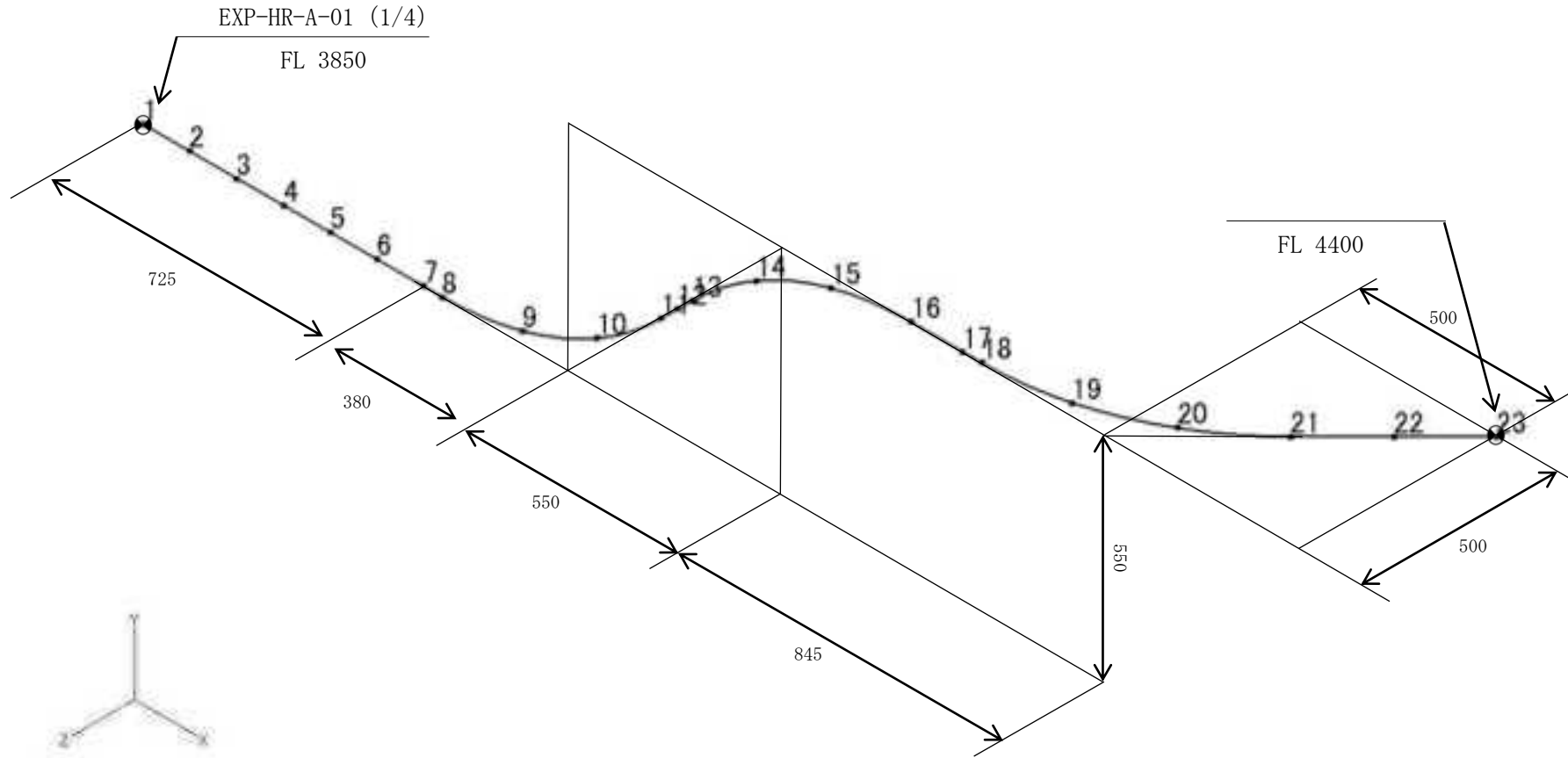
拡大部 A



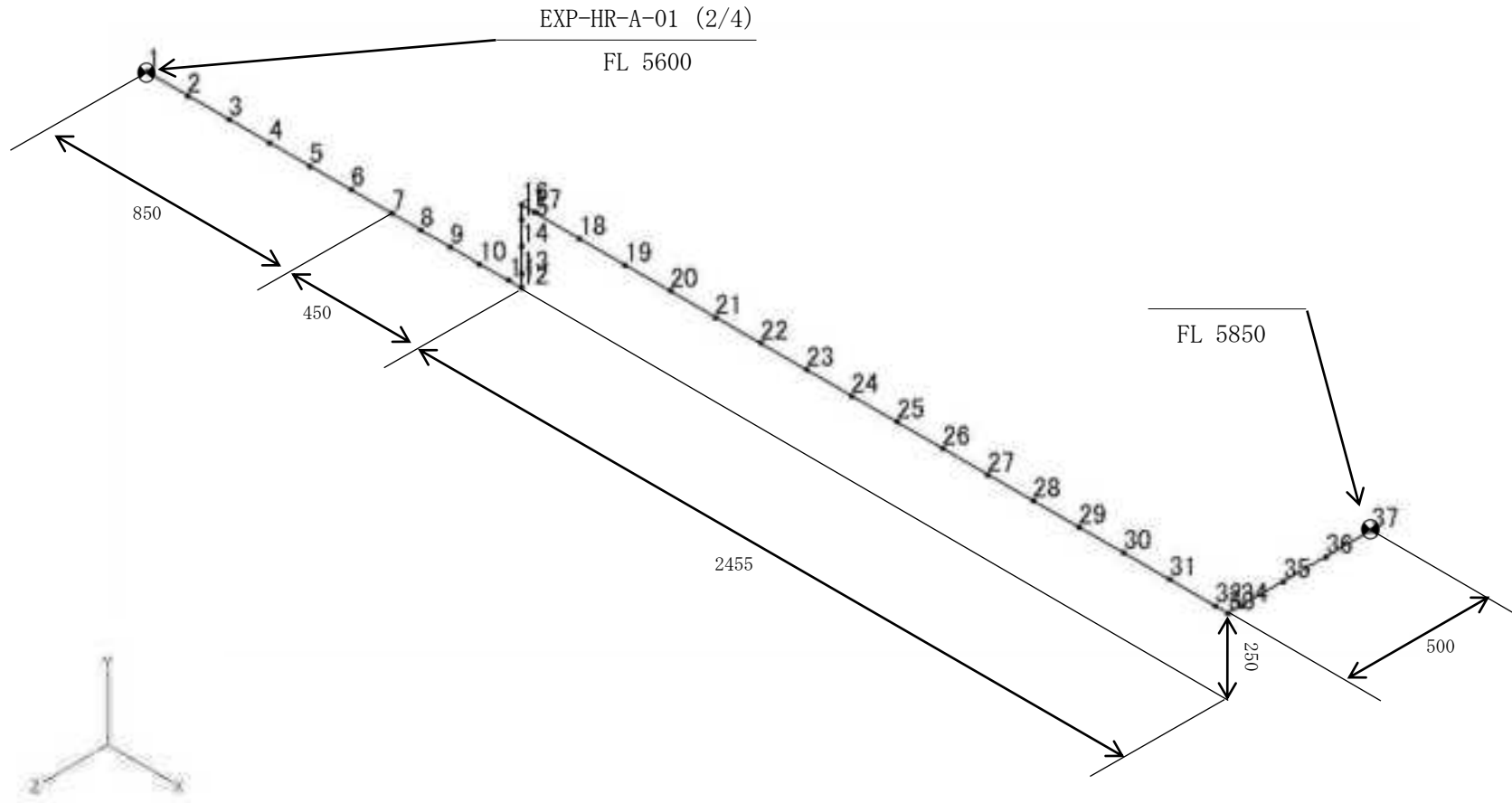
e. 詳細図(4/4)



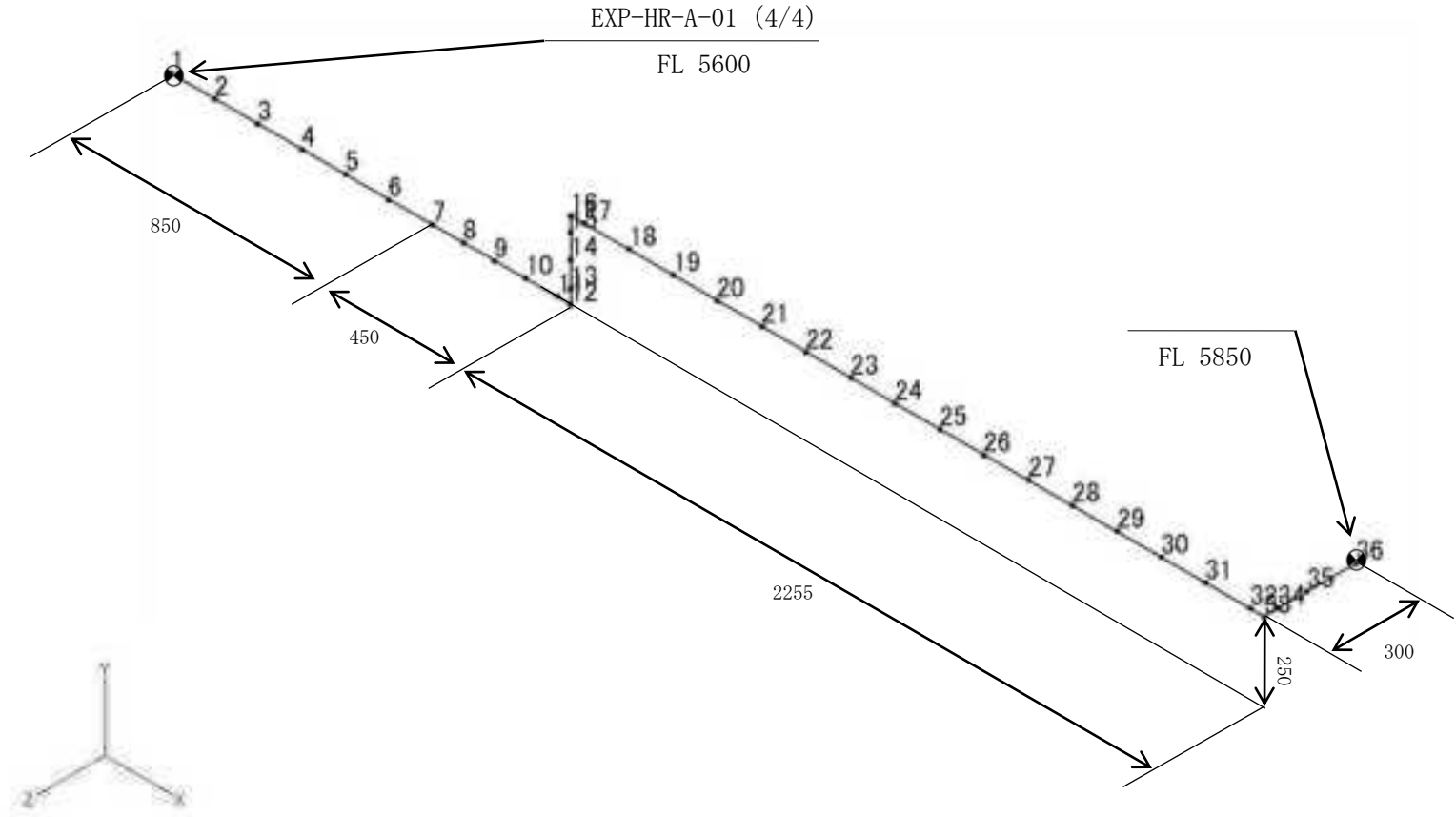
(3) EXP-HR-A-03



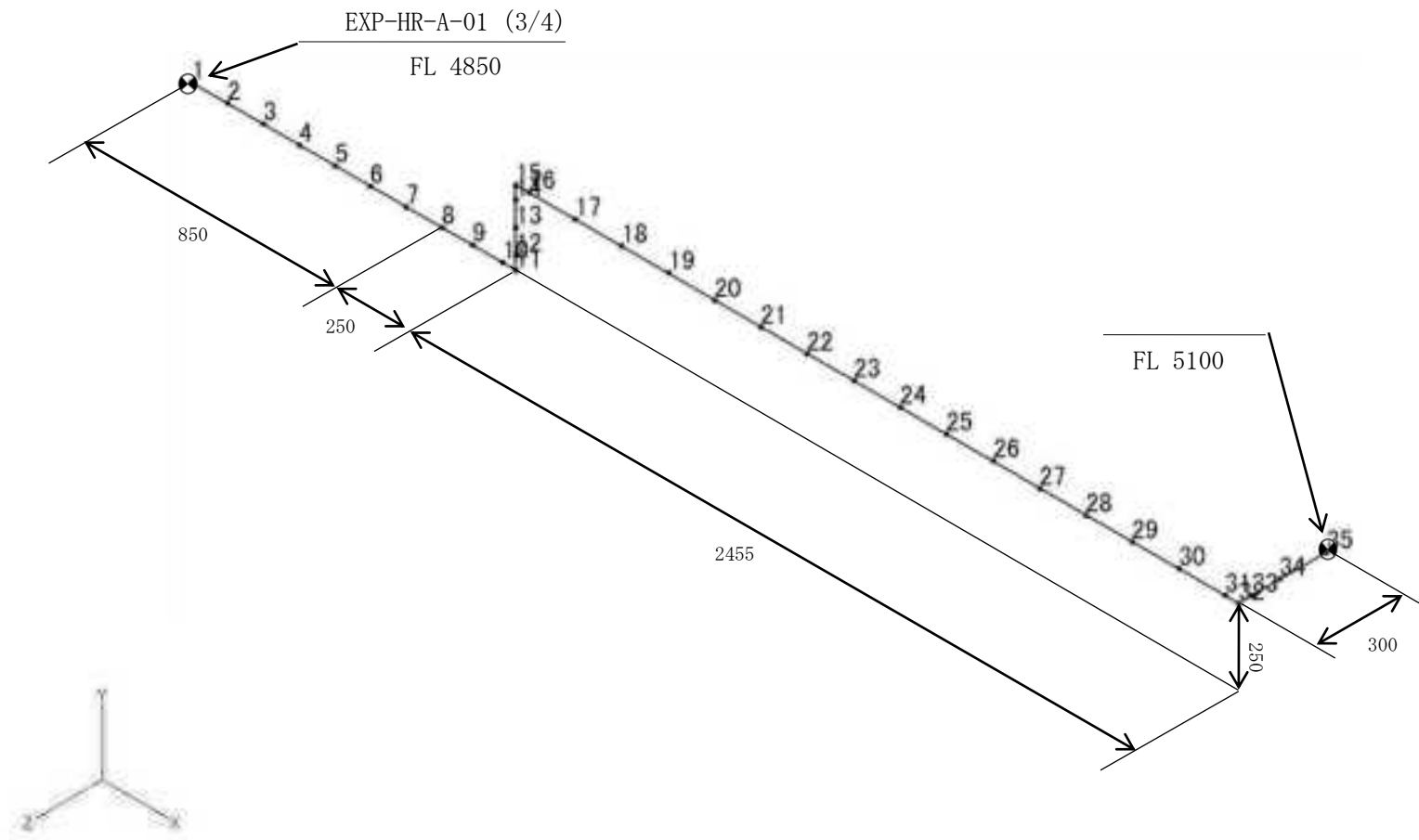
(4) EXP-HR-A-04



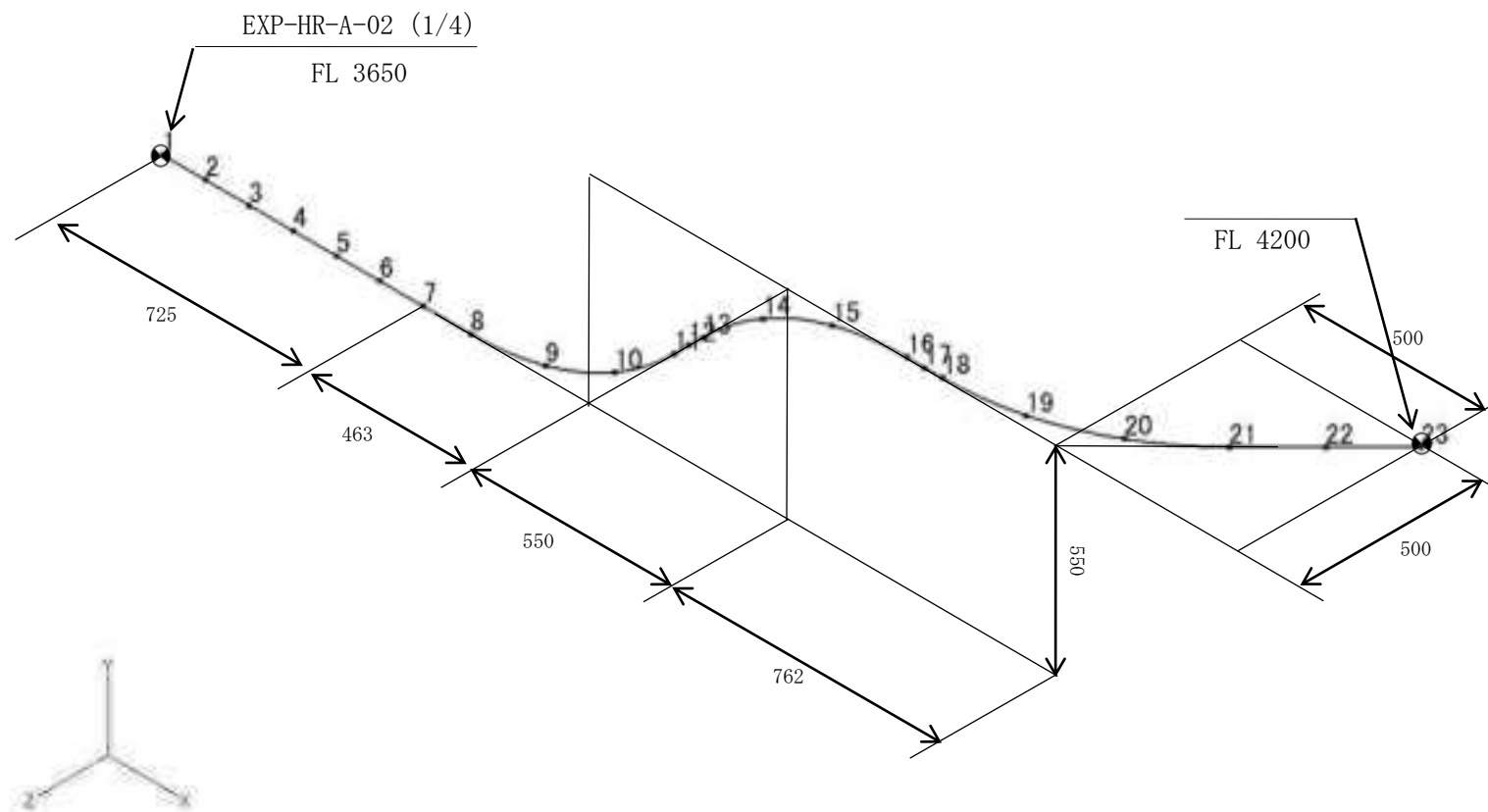
(5) EXP-HR-A-05



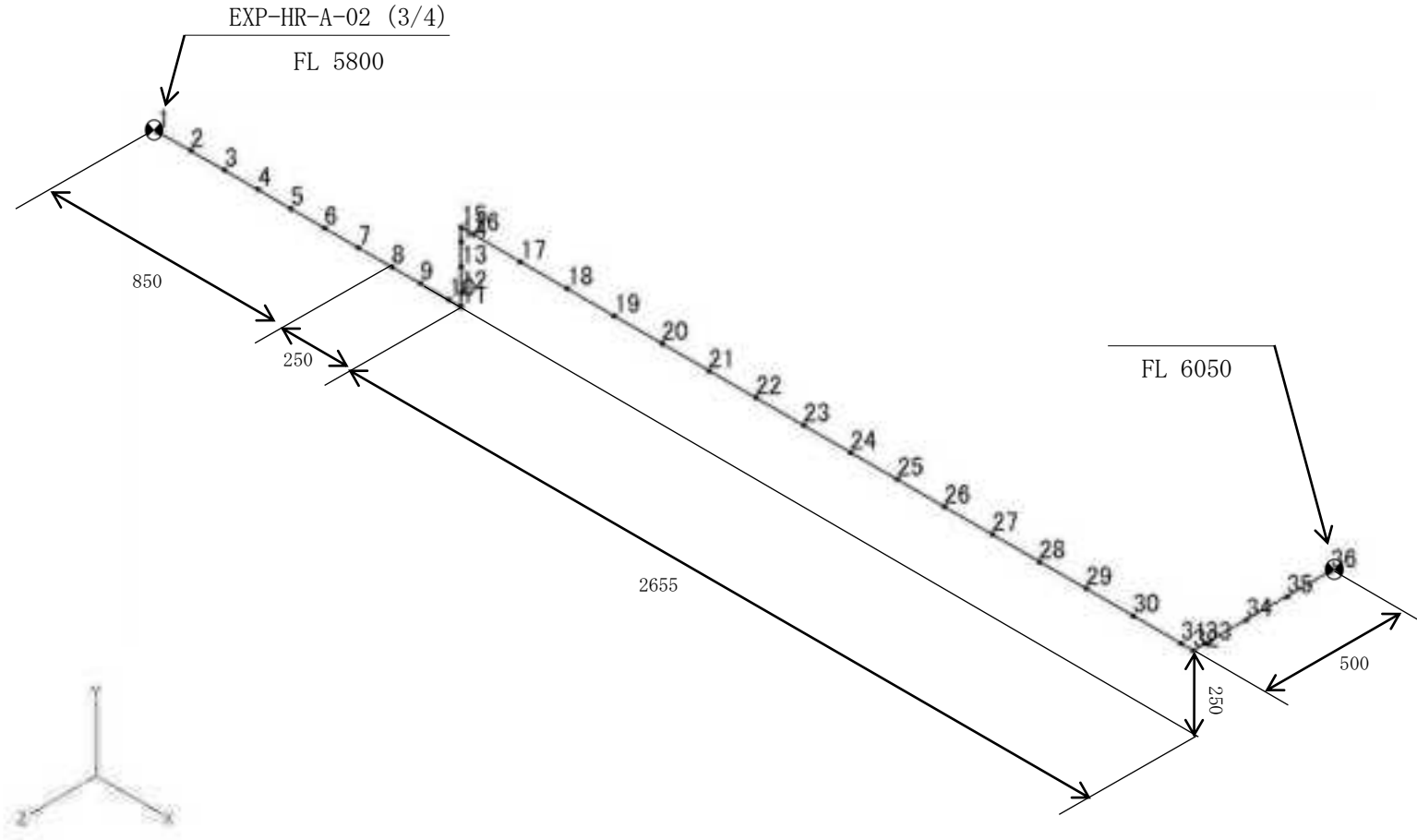
(6) EXP-HR-A-06



(7) EXP-HR-A-07

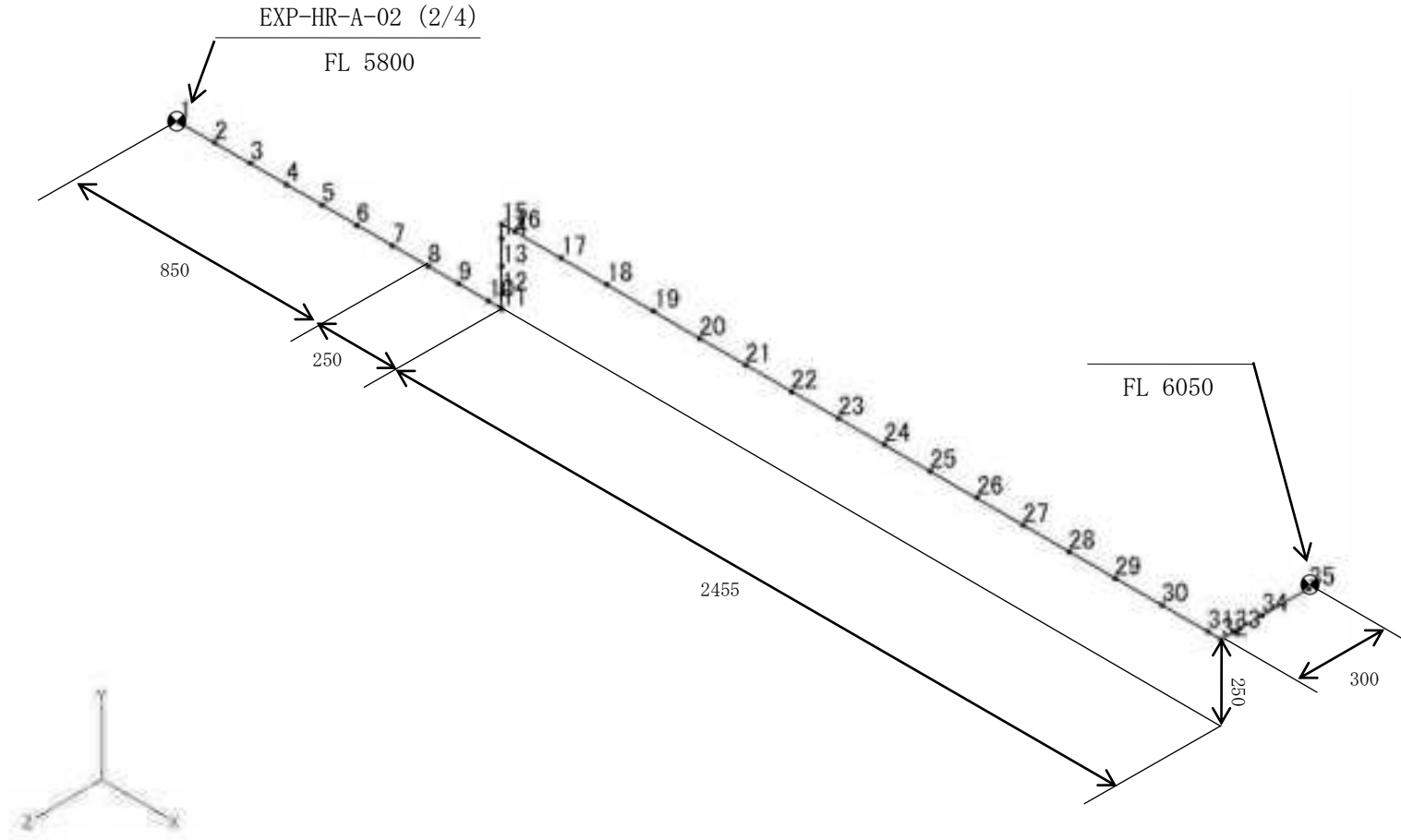


(8) EXP-HR-A-08

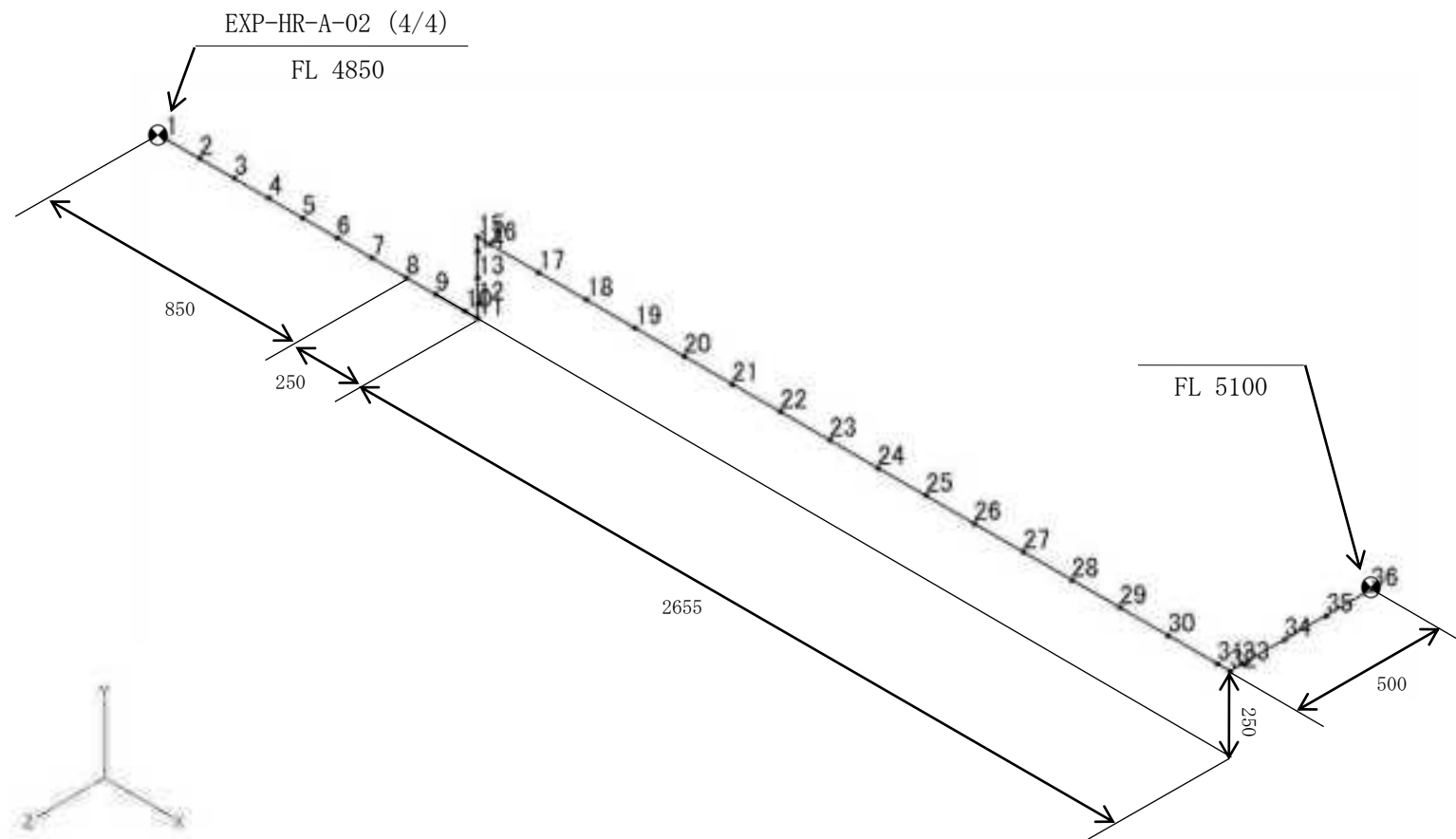




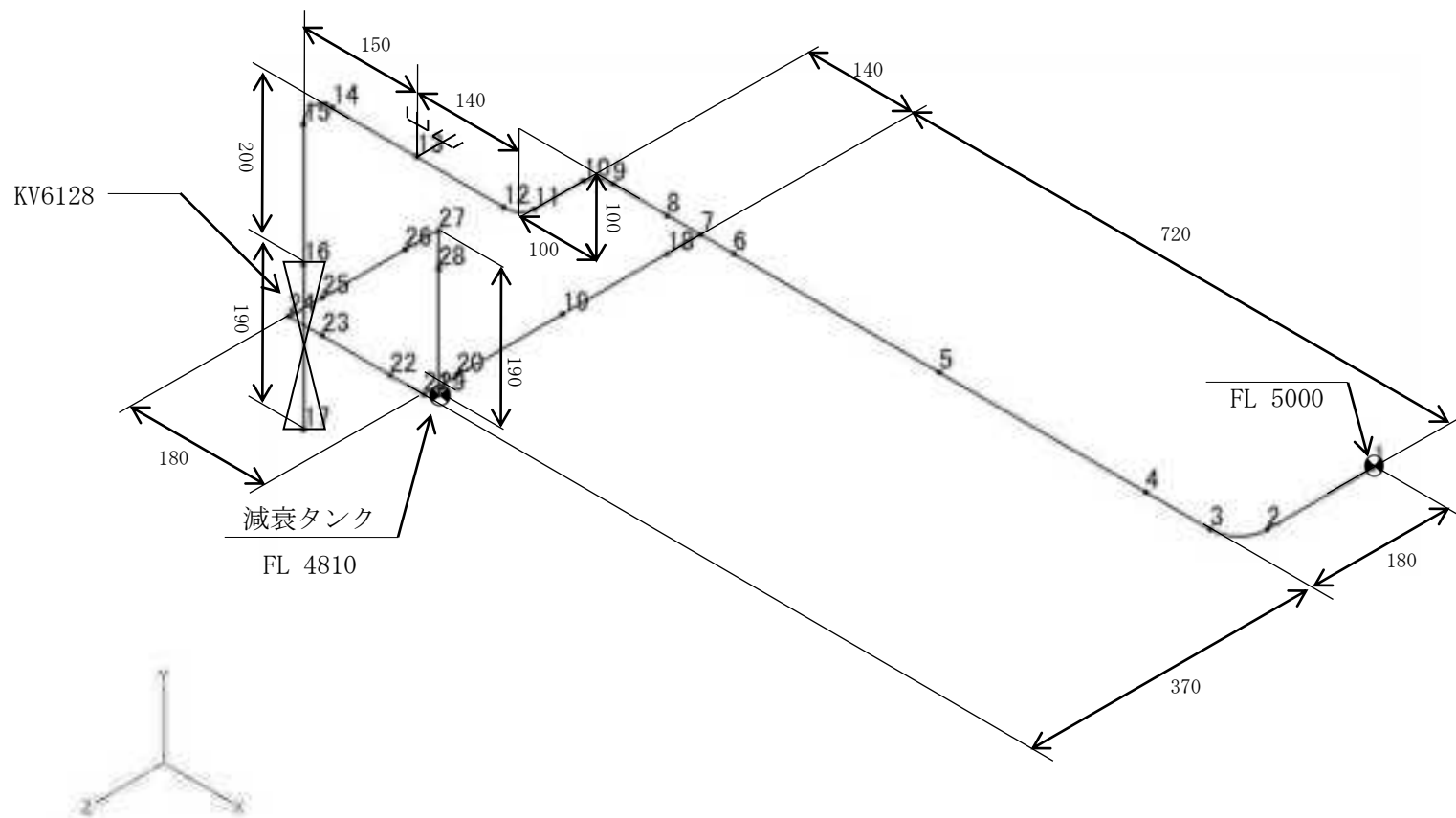
(9) EXP-HR-A-09



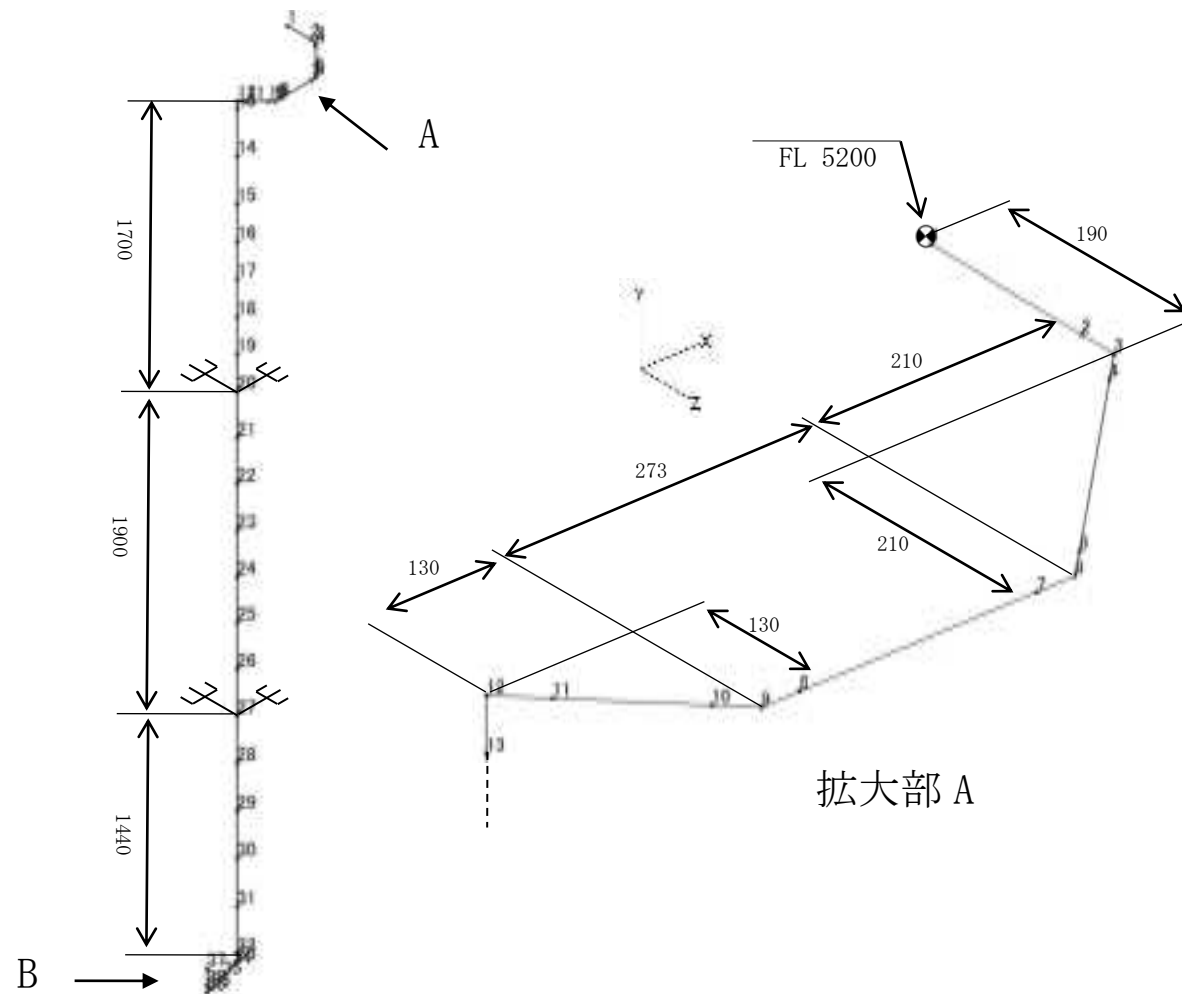
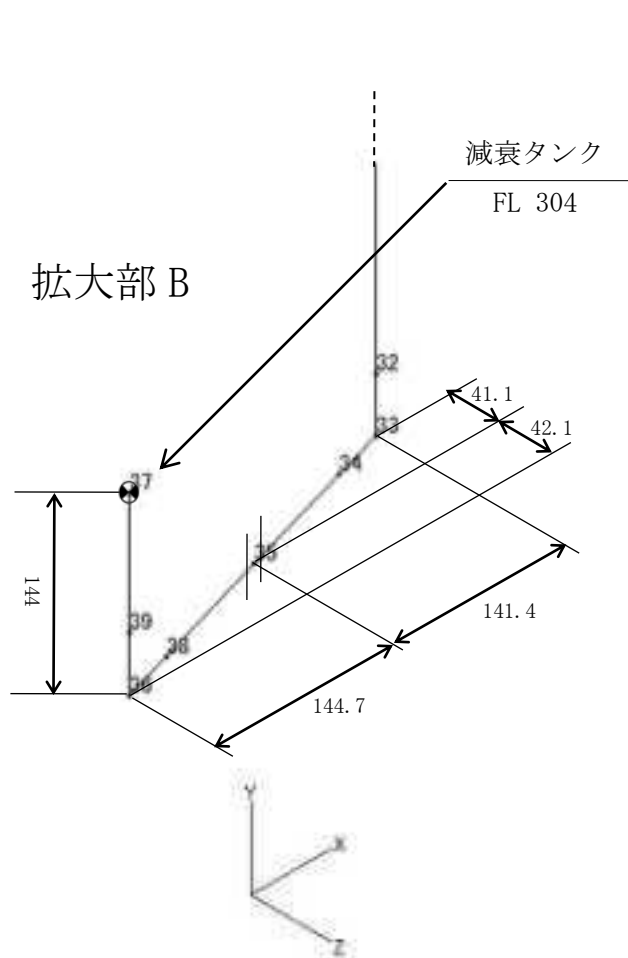
(10) EXP-HR-A-10



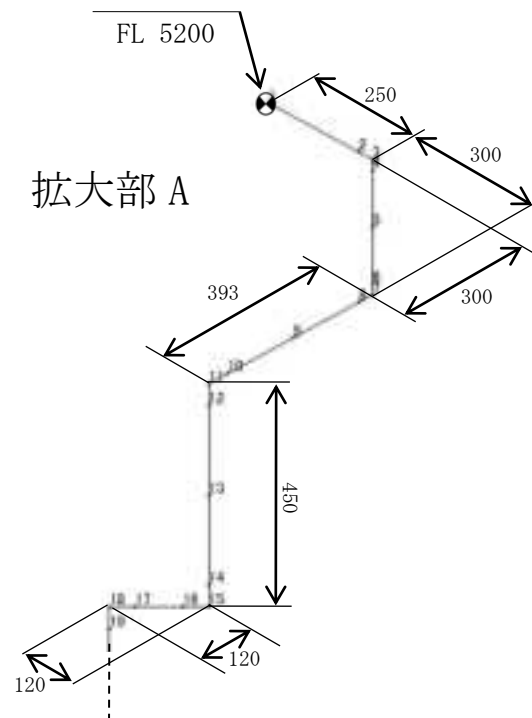
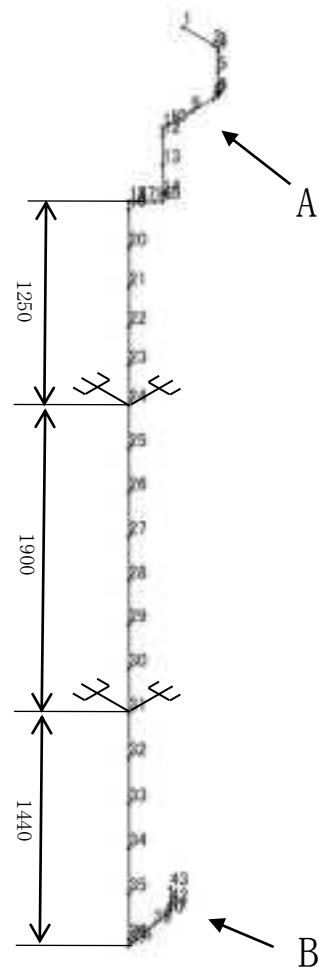
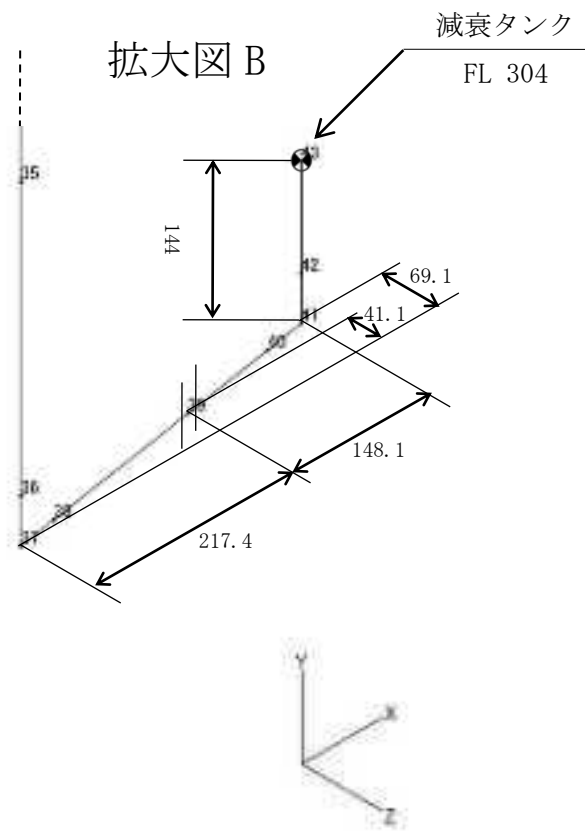
(11) EXP-HR-A-11



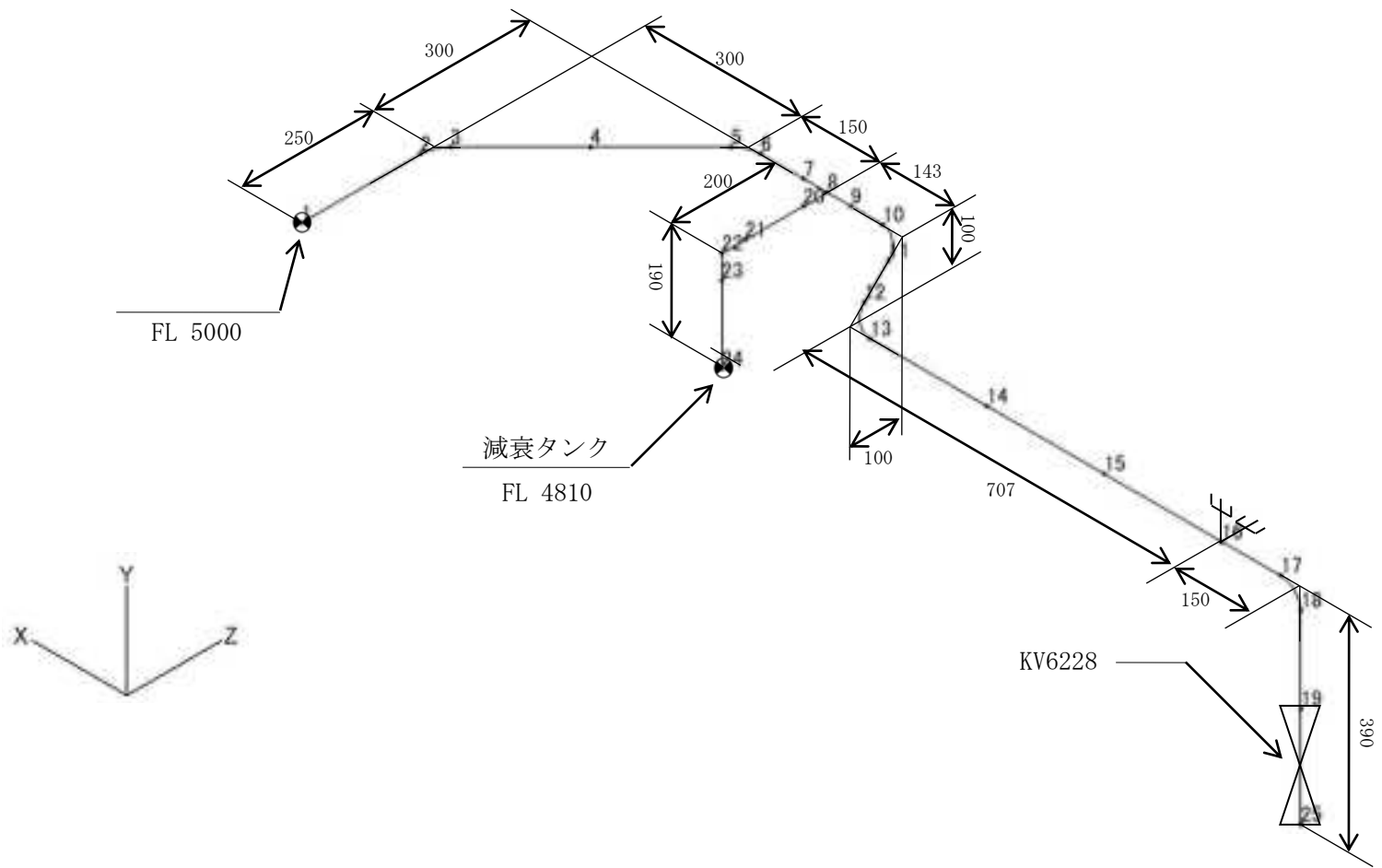
(12) EXP-HR-A-12



(13) EXP-HR-A-13



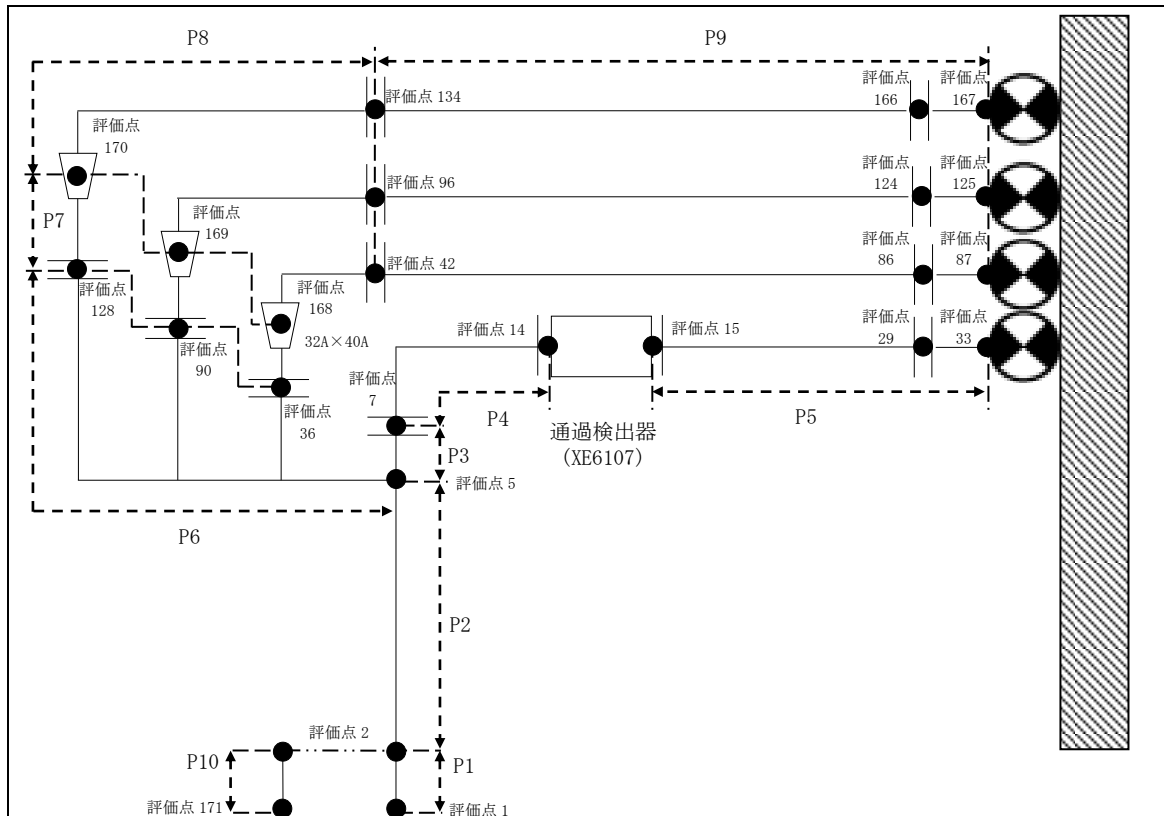
(14) EXP-HR-A-14



### 3. 設計条件

#### 3.1. EXP-HR-A-01

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	83.0	83.0(外)/46.7(内)	52.7
板厚(mm)	5.0	5.0(外)/5.0(内)	8.0
材質	A6063TE-T6	A6063S-T6	A6061FH-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.60 \times 10^4$	$6.60 \times 10^4$	$6.60 \times 10^4$
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33
最高使用温度(°C)	100	100	100
最高使用圧力(MPa)	0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.69 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	水	水	水
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	154	154	214
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	164	164	235
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )			
	B <sub>A</sub> S	1次	

配管番号		P4	P5	P6
外径(mm)		52.7	42.7	41.0
板厚(mm)		8.0	3.0	6.0
材質		A5052TD-0	SUS304TP	A6063TE-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$	$6.60 \times 10^4$
ポアソン比(-)		0.33	0.3	0.33
最高使用温度(°C)		60	60	100
最高使用圧力(MPa)		0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$
内部流体種類		水	水	水
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類		水	水	水
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )		61	192	154
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )		174	489	164
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次		
		61	192	154



配管番号		P7	P8	P9
外径(mm)		42.7	48.6	48.6
板厚(mm)		6.0	6.0	3.0
材質		A5052TD-0	A5052TD-0	SUS304TP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$6.86 \times 10^4$	$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$
ポアソン比(-)		0.33	0.33	0.3
最高使用温度(°C)		60	60	60
最高使用圧力(MPa)		0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類		水	水	水
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類		水	水	水
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )		61	61	192
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )		174	174	489
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	61	192

配管番号	P10			
外径(mm)	46.7			
板厚(mm)	5.0			
材質	A6063BE-T6			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.60×10 <sup>4</sup>			
ポアソン比(-)	0.33			
最高使用温度(°C)	100			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.70×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	154			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	164			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	154	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(4)	1.32	1.32
6	(1)	1.00	—
7	(9)	1.90	—
8	(6)	0.17	—
9	(6)	0.17	—
10	(6)	0.17	—
11	(6)	0.17	—
12	(6)	0.17	—
13	(1)	1.00	—
14	(9)	1.90	—
15	(9)	2.10	—
16	(6)	0.27	—
17	(6)	0.27	—
18	(6)	0.27	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(2)	2.10	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(6)	0.27	—
27	(6)	0.27	—
28	(6)	0.27	—
29	(9)	2.10	—
30	(6)	0.27	—
31	(6)	0.27	—
32	(6)	0.27	—
33	(2)	2.10	—
34	(6)	0.73	—
35	(6)	0.73	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(9)	1.90	—
37	(3)	1.80	—
38	(3)	1.80	—
39	(6)	1.09	—
40	(6)	1.09	—
41	(6)	1.09	—
42	(9)	2.10	—
43	(1)	1.00	—
44	(2)	2.10	—
45	(2)	2.10	—
46	(2)	2.10	—
47	(1)	1.00	—
48	(2)	2.10	—
49	(2)	2.10	—
50	(2)	2.10	—
51	(1)	1.00	—
52	(2)	2.10	—
53	(2)	2.10	—
54	(2)	2.10	—
55	(1)	1.00	—
56	(1)	1.00	—
57	(1)	1.00	—
58	(1)	1.00	—
59	(1)	1.00	—
60	(1)	1.00	—
61	(2)	2.10	—
62	(2)	2.10	—
63	(2)	2.10	—
64	(1)	1.00	—
65	(2)	2.10	—
66	(2)	2.10	—
67	(2)	2.10	—
68	(1)	1.00	—
69	(1)	1.00	—
70	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(1)	1.00	—
72	(1)	1.00	—
73	(1)	1.00	—
74	(1)	1.00	—
75	(1)	1.00	—
76	(2)	2.10	—
77	(2)	2.10	—
78	(2)	2.10	—
79	(2)	2.10	—
80	(2)	2.10	—
81	(2)	2.10	—
82	(1)	1.00	—
83	(1)	1.00	—
84	(1)	1.00	—
85	(1)	1.00	—
86	(9)	2.10	—
87	(2)	2.10	—
88	(6)	0.73	—
89	(6)	0.73	—
90	(9)	1.90	—
91	(3)	1.80	—
92	(3)	1.80	—
93	(6)	1.09	—
94	(6)	1.09	—
95	(6)	1.09	—
96	(9)	2.10	—
97	(1)	1.00	—
98	(2)	2.10	—
99	(2)	2.10	—
100	(2)	2.10	—
101	(1)	1.00	—
102	(1)	1.00	—
103	(1)	1.00	—
104	(2)	2.10	—
105	(2)	2.10	—
106	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
107	(1)	1.00	—
108	(2)	2.10	—
109	(2)	2.10	—
110	(2)	2.10	—
111	(1)	1.00	—
112	(1)	1.00	—
113	(1)	1.00	—
114	(1)	1.00	—
115	(2)	2.10	—
116	(2)	2.10	—
117	(2)	2.10	—
118	(2)	2.10	—
119	(2)	2.10	—
120	(2)	2.10	—
121	(1)	1.00	—
122	(1)	1.00	—
123	(1)	1.00	—
124	(9)	2.10	—
125	(2)	2.10	—
126	(6)	0.73	—
127	(6)	0.73	—
128	(9)	1.90	—
129	(3)	1.80	—
130	(3)	1.80	—
131	(6)	1.09	—
132	(6)	1.09	—
133	(6)	1.09	—
134	(9)	2.10	—
135	(1)	1.00	—
136	(1)	1.00	—
137	(2)	2.10	—
138	(2)	2.10	—
139	(2)	2.10	—
140	(1)	1.00	—
141	(1)	1.00	—
142	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
143	(1)	1.00	—
144	(2)	2.10	—
145	(2)	2.10	—
146	(2)	2.10	—
147	(1)	1.00	—
148	(2)	2.10	—
149	(2)	2.10	—
150	(2)	2.10	—
151	(1)	1.00	—
152	(1)	1.00	—
153	(1)	1.00	—
154	(1)	1.00	—
155	(1)	1.00	—
156	(1)	1.00	—
157	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
158	(1)	1.00	—
159	(2)	2.10	—
160	(2)	2.10	—
161	(2)	2.10	—
162	(2)	2.10	—
163	(2)	2.10	—
164	(2)	2.10	—
165	(1)	1.00	—
166	(9)	2.10	—
167	(2)	2.10	—
168	(7)	2.00	—
169	(7)	2.00	—
170	(7)	2.00	—
171	(1)	1.00	—
172	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

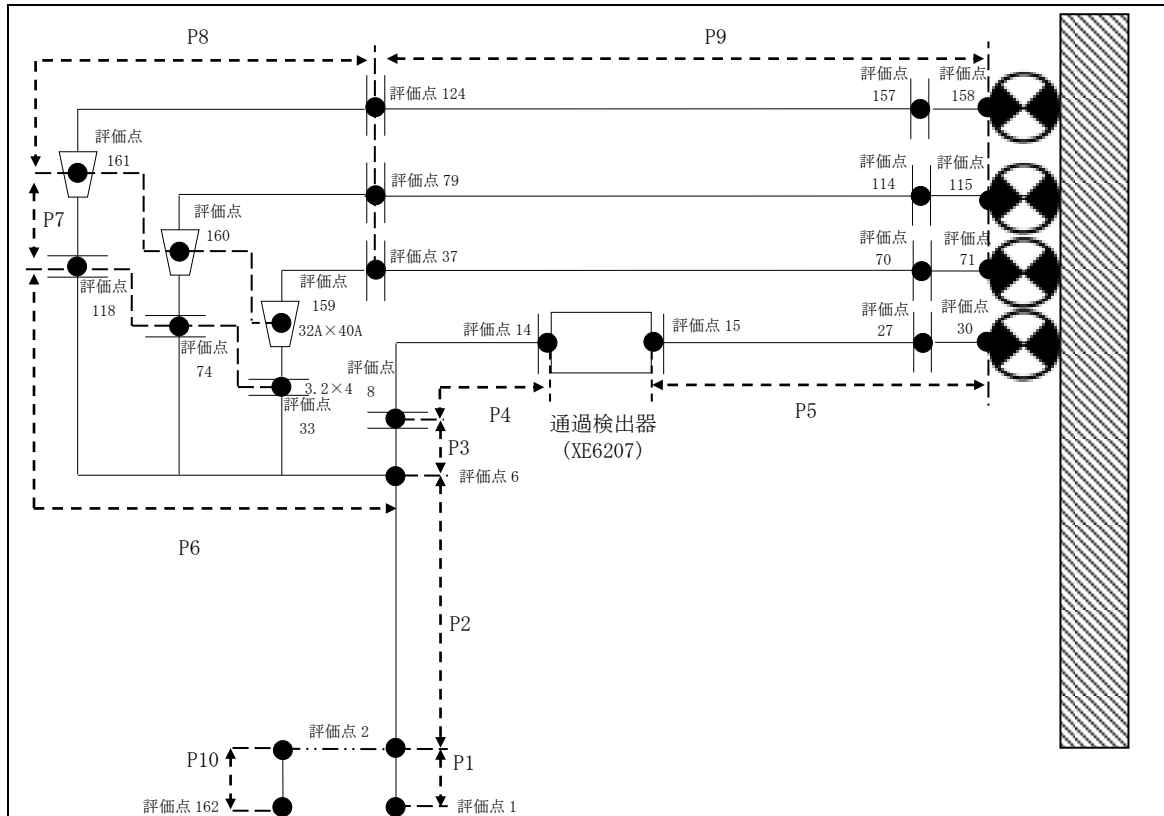
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	—	フランジ	2.000	φ 52.7 WN (アルミ)
14	XE6107	通過検出器+ フランジ	14.600	32A WN (アルミ)
15	XE6107	通過検出器+ フランジ	15.600	32A SO
22	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
29	—	フランジ	4.060	32A SO
36	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
42	—	フランジ×2	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
86	—	フランジ	4.300	40A SO
90	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
96	—	フランジ×2	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
124	—	フランジ	4.300	40A SO
128	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
134	—	フランジ×2	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
166	—	フランジ	4.300	40A SO
171	—	照射筒受座	0.500	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び 原子炉本体質点 1, 6, 7, 14, 19, 20	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

3.2. EXP-HR-A-02

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	83.0	83.0(外)/46.7(内)	52.7
板厚(mm)	5.0	5.0(外)/5.0(内)	8.0
材質	A6063TE-T6	A6063S-T6	A6061FH-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.60 \times 10^4$	$6.60 \times 10^4$	$6.60 \times 10^4$
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33
最高使用温度(°C)	100	100	100
最高使用圧力(MPa)	0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類	水	水	水
内部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類	水	水	水
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	154	154	214
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	164	164	235
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	
	154	154	214

配管番号			P4	P5	P6
外径(mm)			52.7	42.7	41.0
板厚(mm)			8.0	3.0	6.0
材質			A5052TD-0	SUS304TP	A6063TE-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$	$6.60 \times 10^4$
ポアソン比(-)			0.33	0.3	0.33
最高使用温度(°C)			60	60	100
最高使用圧力(MPa)			0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類			水	水	水
内部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類			水	水	水
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )			61	192	154
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )			174	489	164
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S		61	192	154
		1次			



配管番号			P7	P8	P9
外径(mm)			42.7	48.6	48.6
板厚(mm)			6.0	6.0	3.0
材質			A5052TD-0	A5052TD-0	SUS304TP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$6.86 \times 10^4$	$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$
ポアソン比(-)			0.33	0.33	0.3
最高使用温度(°C)			60	60	60
最高使用圧力(MPa)			0.9807	0.9807	0.9807
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			水	水	水
内部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
外部流体種類			水	水	水
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )			61	61	192
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )			174	174	489
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	61	61	192

配管番号	P10			
外径(mm)	46.7			
板厚(mm)	5.0			
材質	A6063BE-T6			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.60×10 <sup>4</sup>			
ポアソン比(-)	0.33			
最高使用温度(°C)	100			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.70×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	154			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	164			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	154	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(4)	1.32	1.32
7	(1)	1.00	—
8	(9)	2.10	—
9	(6)	0.17	—
10	(6)	0.17	—
11	(6)	0.17	—
12	(6)	0.17	—
13	(6)	0.17	—
14	(9)	1.90	—
15	(9)	2.10	—
16	(1)	1.00	—
17	(6)	0.27	—
18	(6)	0.27	—
19	(6)	0.27	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(2)	2.10	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(6)	0.27	—
26	(6)	0.27	—
27	(9)	2.10	—
28	(6)	0.27	—
29	(6)	0.27	—
30	(2)	2.10	—
31	(6)	0.73	—
32	(6)	0.73	—
33	(2)	1.90	—
34	(3)	1.80	—
35	(3)	1.80	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(6)	1.09	—
37	(9)	2.10	—
38	(1)	1.00	—
39	(2)	2.10	—
40	(2)	2.10	—
41	(2)	2.10	—
42	(1)	1.00	—
43	(1)	1.00	—
44	(1)	1.00	—
45	(1)	1.00	—
46	(1)	1.00	—
47	(1)	1.00	—
48	(2)	2.10	—
49	(2)	2.10	—
50	(2)	2.10	—
51	(2)	2.10	—
52	(2)	2.10	—
53	(2)	2.10	—
54	(1)	1.00	—
55	(1)	1.00	—
56	(1)	1.00	—
57	(1)	1.00	—
58	(1)	1.00	—
59	(1)	1.00	—
60	(1)	1.00	—
61	(2)	2.10	—
62	(2)	2.10	—
63	(2)	2.10	—
64	(2)	2.10	—
65	(2)	2.10	—
66	(2)	2.10	—
67	(1)	1.00	—
68	(1)	1.00	—
69	(1)	1.00	—
70	(9)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(2)	2.10	—
72	(6)	0.73	—
73	(6)	0.73	—
74	(9)	1.90	—
75	(3)	1.80	—
76	(3)	1.80	—
77	(6)	1.09	—
78	(6)	1.09	—
79	(9)	2.10	—
80	(1)	1.00	—
81	(2)	2.10	—
82	(2)	2.10	—
83	(2)	2.10	—
84	(1)	1.00	—
85	(1)	1.00	—
86	(1)	1.00	—
87	(1)	1.00	—
88	(1)	1.00	—
89	(2)	2.10	—
90	(2)	2.10	—
91	(2)	2.10	—
92	(2)	2.10	—
93	(2)	2.10	—
94	(2)	2.10	—
95	(1)	1.00	—
96	(1)	1.00	—
97	(1)	1.00	—
98	(1)	1.00	—
99	(1)	1.00	—
100	(1)	1.00	—
101	(1)	1.00	—
102	(2)	2.10	—
103	(2)	2.10	—
104	(2)	2.10	—
105	(2)	2.10	—
106	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
107	(2)	2.10	—
108	(1)	1.00	—
109	(1)	1.00	—
110	(1)	1.00	—
111	(1)	1.00	—
112	(1)	1.00	—
113	(1)	1.00	—
114	(9)	2.10	—
115	(2)	2.10	—
116	(6)	0.73	—
117	(6)	0.73	—
118	(9)	1.90	—
119	(3)	1.80	—
120	(3)	1.80	—
121	(3)	1.80	—
122	(6)	1.09	—
123	(6)	1.09	—
124	(9)	2.10	—
125	(1)	1.00	—
126	(2)	2.10	—
127	(2)	2.10	—
128	(2)	2.10	—
129	(1)	1.00	—
130	(1)	1.00	—
131	(1)	1.00	—
132	(1)	1.00	—
133	(1)	1.00	—
134	(1)	1.00	—
135	(2)	2.10	—
136	(2)	2.10	—
137	(2)	2.10	—
138	(2)	2.10	—
139	(2)	2.10	—
140	(2)	2.10	—
141	(1)	1.00	—
142	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
143	(1)	1.00	—
144	(1)	1.00	—
145	(2)	2.10	—
146	(2)	2.10	—
147	(2)	2.10	—
148	(2)	2.10	—
149	(2)	2.10	—
150	(2)	2.10	—
151	(1)	1.00	—
152	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
153	(1)	1.00	—
154	(1)	1.00	—
155	(1)	1.00	—
156	(1)	1.00	—
157	(2)	2.10	—
158	(2)	2.10	—
159	(7)	2.00	—
160	(7)	2.00	—
161	(7)	2.00	—
162	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

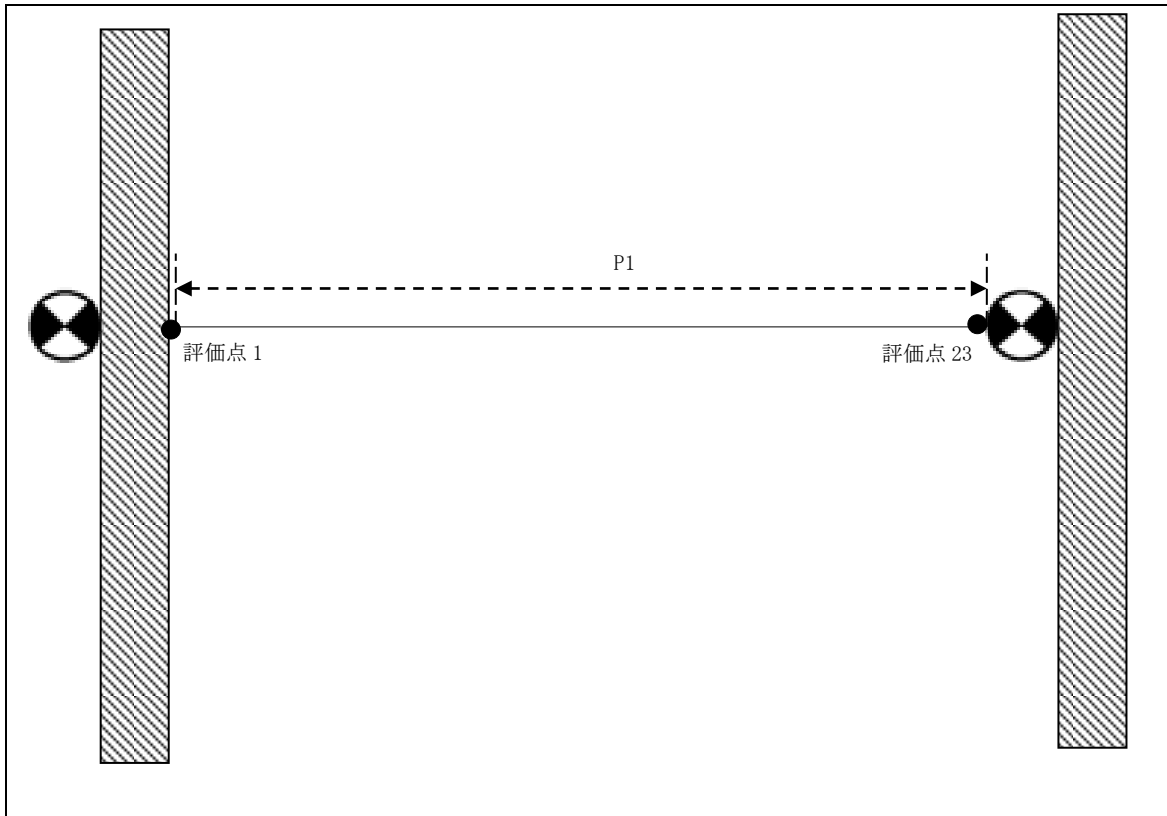
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	—	フランジ	2.000	φ 52.7 WN (アルミ)
14	XE6207	通過検出器+ フランジ	14.600	32A WN (アルミ)
15	XE6207	通過検出器+ フランジ	15.600	32A SO
22	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
27	—	フランジ	4.060	32A SO
33	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
37	—	フランジ	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
70	—	フランジ	4.300	40A SO
74	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
79	—	フランジ	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
114	—	フランジ	4.300	40A SO
118	—	フランジ	2.000	32A WN (アルミ)
124	—	フランジ	3.150	40A WN (アルミ)+ 40A SO
157	—	フランジ	4.300	40A SO
162	—	照射筒受座	0.500	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び 原子炉本体質点 1, 6, 7, 14, 19, 20	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

3.3. EXP-HR-A-03

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	192			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	192	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(2)	2.10	—
8	(6)	0.27	—
9	(6)	0.27	—
10	(6)	0.27	—
11	(6)	0.27	—
12	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(6)	0.27	—
14	(6)	0.27	—
15	(6)	0.27	—
16	(6)	0.27	—
17	(2)	2.10	—
18	(6)	0.27	—
19	(6)	0.27	—
20	(6)	0.27	—
21	(6)	0.27	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

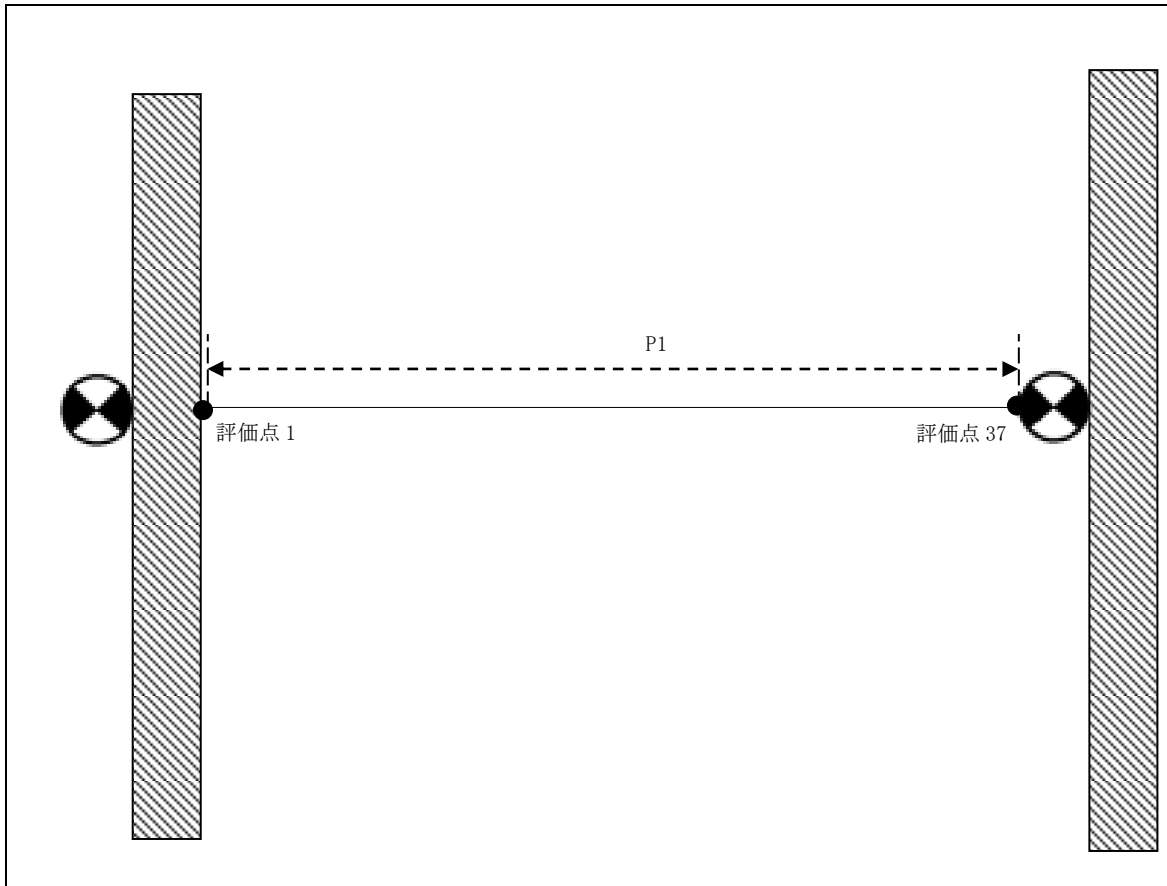
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
12	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
17	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.4. EXP-HR-A-04

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(5)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(2)	2.10	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(2)	2.10	—
35	(1)	1.00	—
36	(5)	2.10	—
37	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

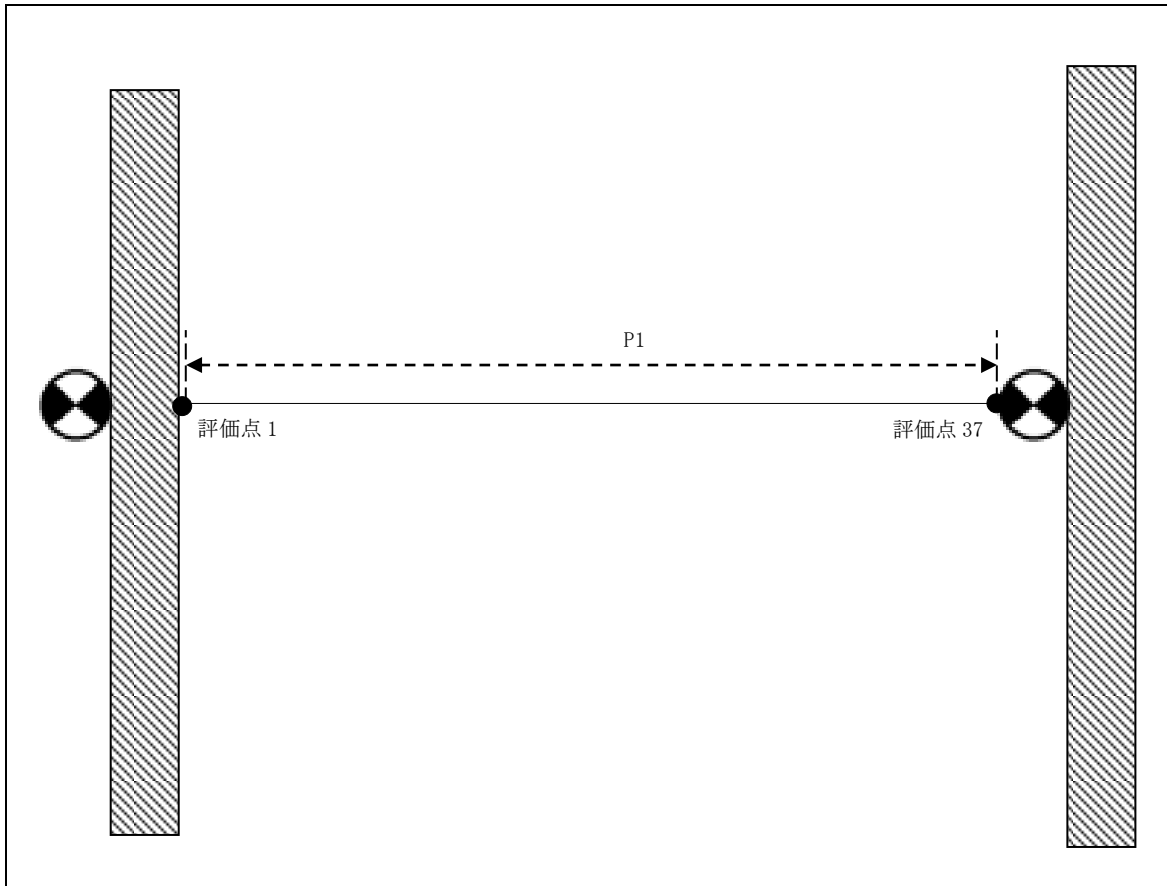
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.5. EXP-HR-A-05

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(5)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(2)	2.10	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(2)	2.10	—
35	(5)	2.10	—
36	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

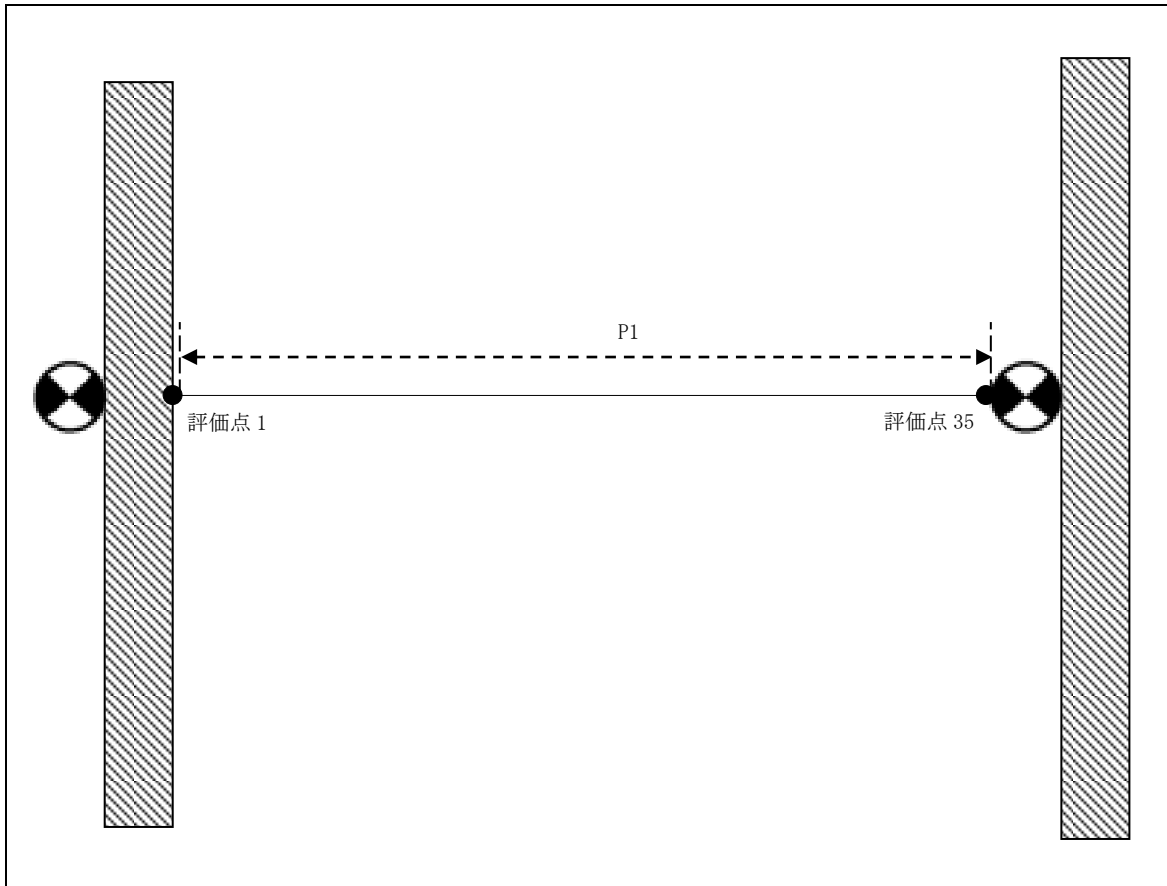
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.6. EXP-HR-A-06

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(5)	2.10	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(2)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(2)	2.10	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(5)	2.10	—
35	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

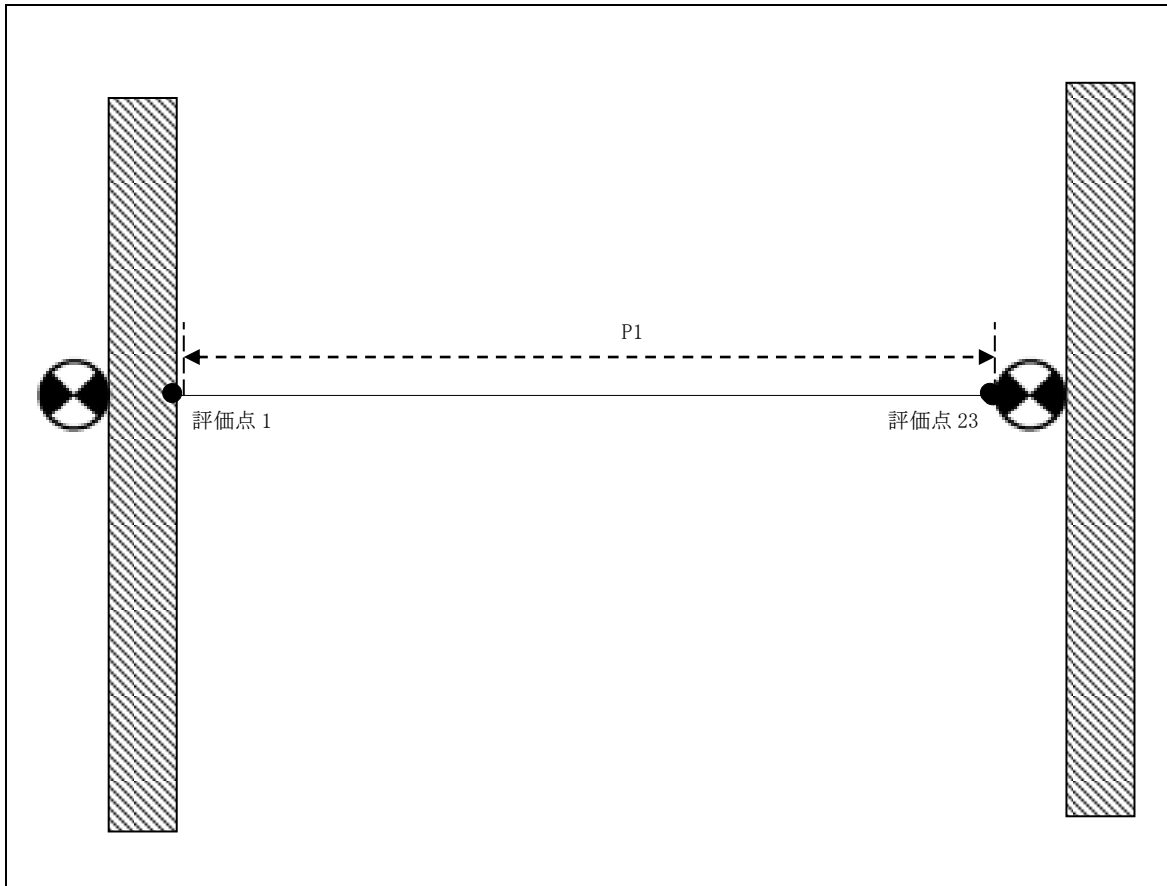
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.7. EXP-HR-A-07

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(2)	2.10	—
8	(6)	0.27	—
9	(6)	0.27	—
10	(6)	0.27	—
11	(6)	0.27	—
12	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(6)	0.27	—
14	(6)	0.27	—
15	(6)	0.27	—
16	(6)	0.27	—
17	(2)	2.10	—
18	(6)	0.27	—
19	(6)	0.27	—
20	(6)	0.27	—
21	(6)	0.27	—
22	(1)	1.00	—
23	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

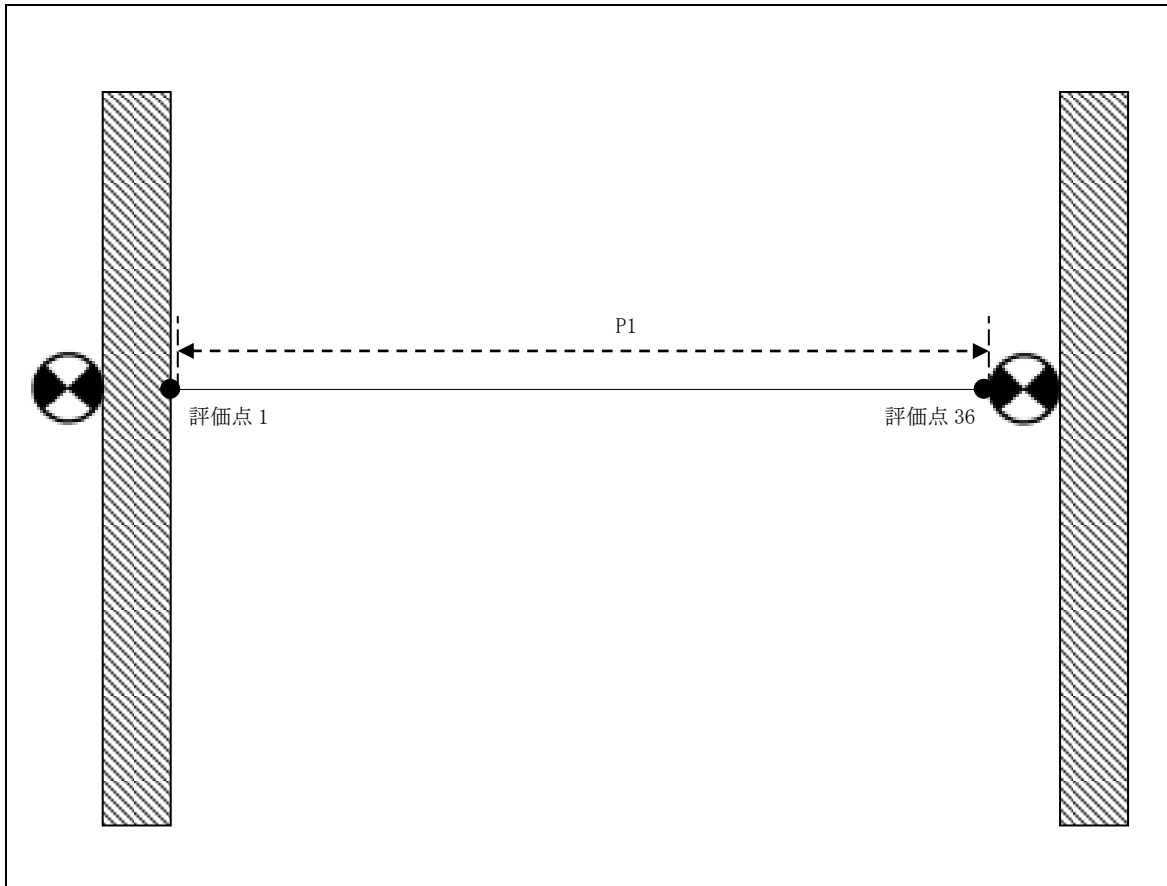
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	—	スリーブジョイント	0.506	φ43.2×3.9
12	—	スリーブジョイント	0.506	φ43.2×3.9
17	—	スリーブジョイント	0.506	φ43.2×3.9

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.8. EXP-HR-A-08

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(5)	2.10	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(2)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(2)	2.10	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(1)	1.00	—
35	(5)	2.10	—
36	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

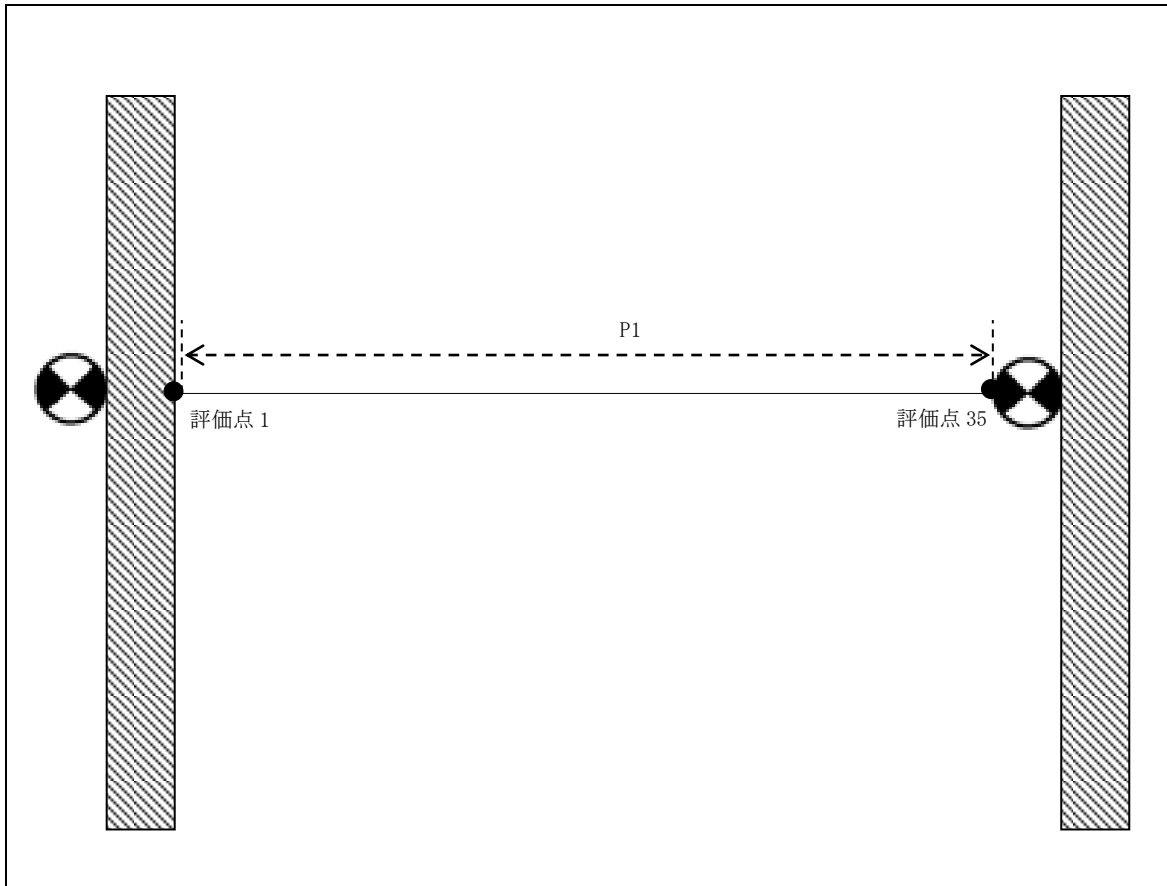
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.9. EXP-HR-A-09

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(5)	2.10	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(2)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(2)	2.10	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(5)	2.10	—
35	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

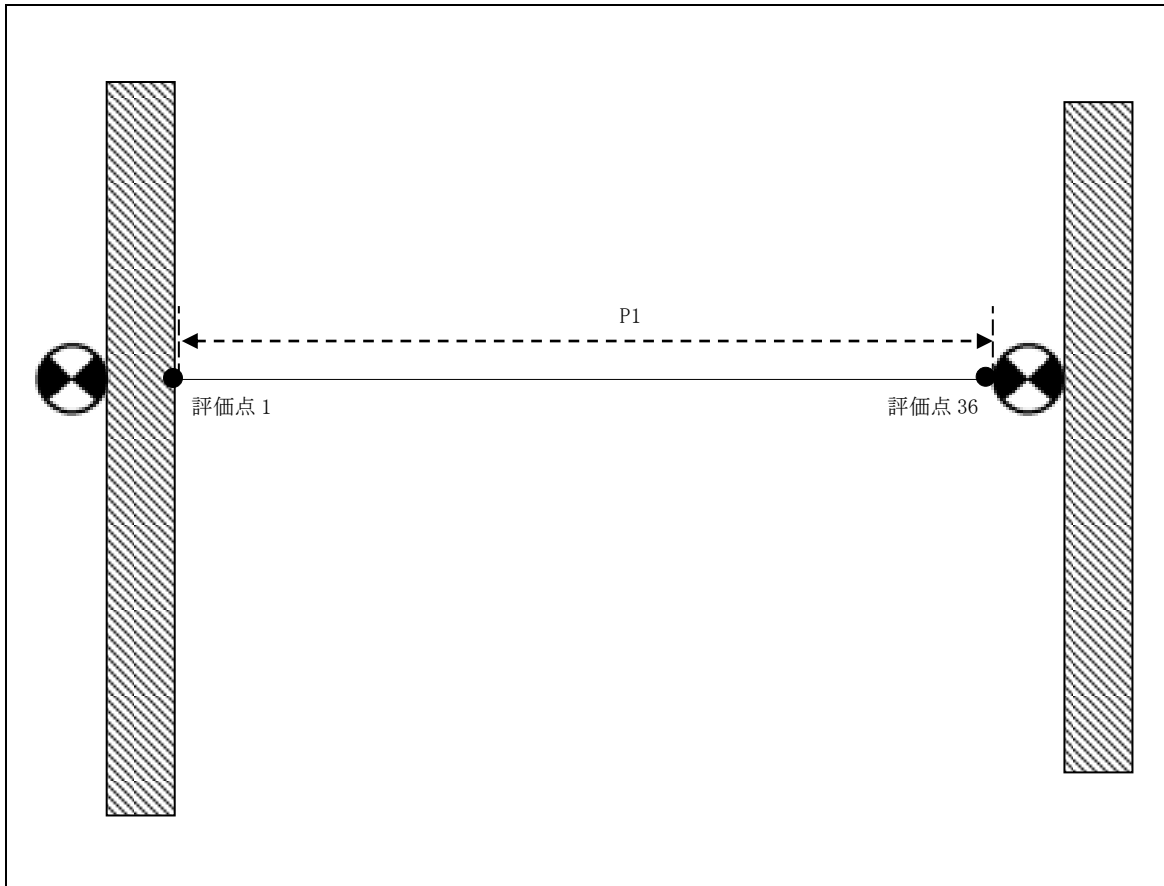
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 10. EXP-HR-A-10

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(5)	2.10	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(2)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(2)	2.10	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(1)	1.00	—
35	(5)	2.10	—
36	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

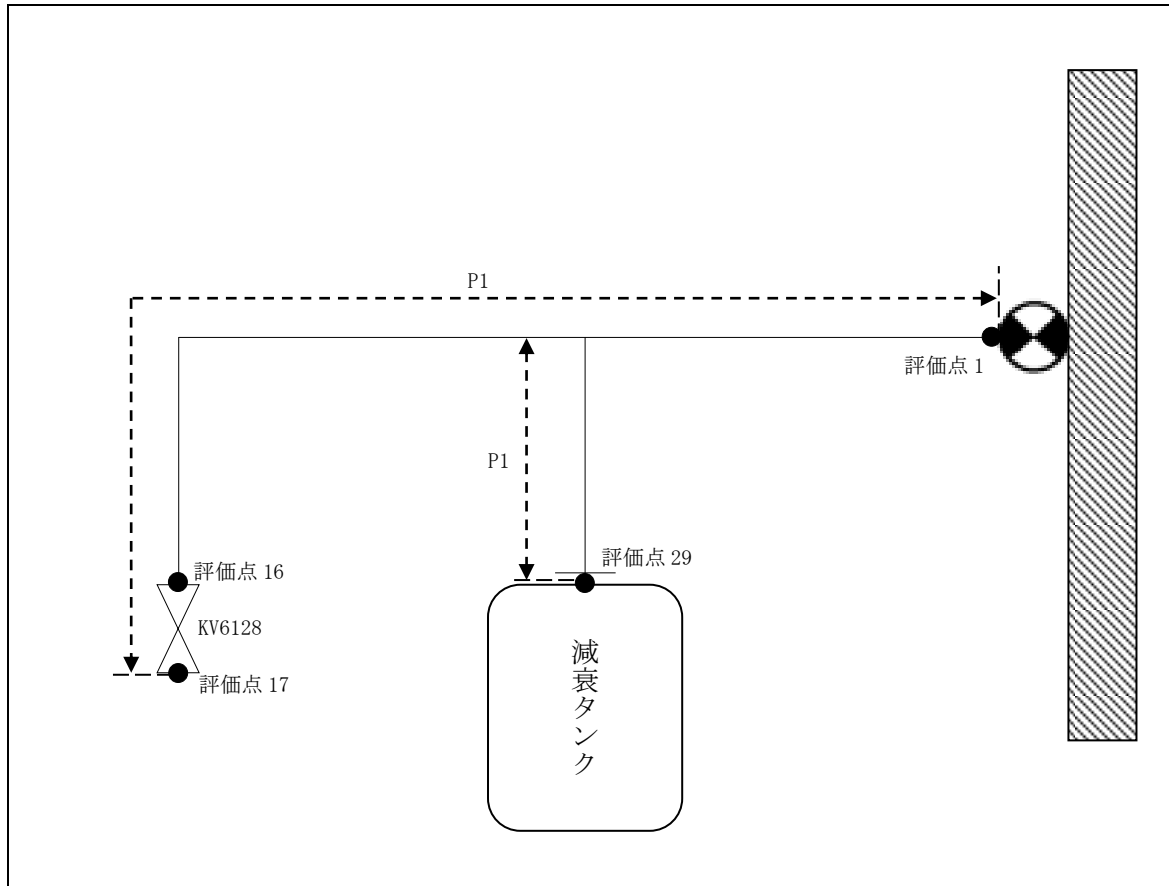
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 11. EXP-HR-A-11

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(6)	2.47	—
3	(6)	2.47	—
4	(5)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(2)	2.10	—
7	(2)	2.10	2.10
8	(2)	2.10	—
9	(6)	1.89	—
10	(6)	1.89	—
11	(6)	1.89	—
12	(6)	1.89	—
13	(1)	1.00	—
14	(6)	2.47	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
15	(6)	2.47	—
16	(2)	2.10	—
18	(2)	2.10	—
19	(1)	1.00	—
20	(2)	2.10	—
21	(2)	2.10	—
22	(2)	2.10	—
23	(2)	2.10	—
24	(2)	2.10	—
25	(2)	2.10	—
26	(2)	2.10	—
27	(2)	2.10	—
28	(2)	2.10	—
29	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

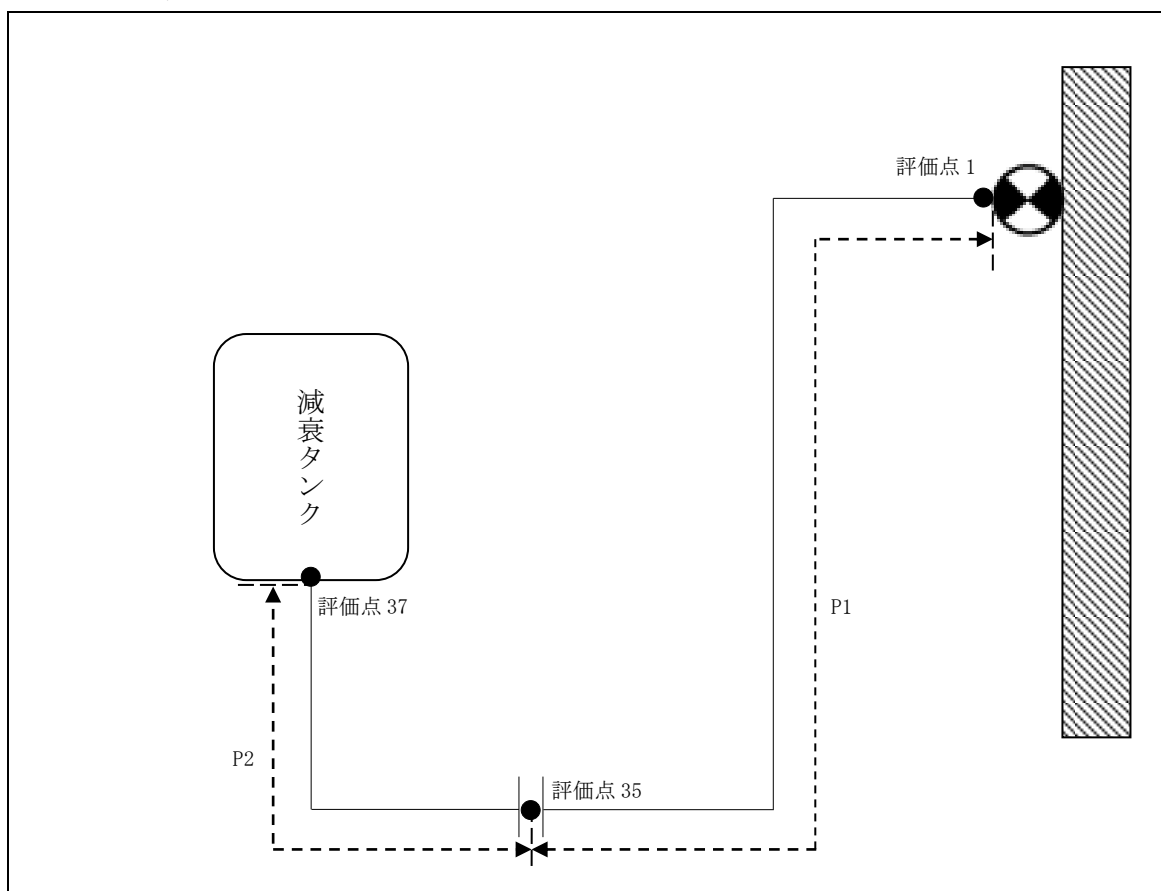
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
16	KV6128	弁+フランジ	5.150	40A S0
17	KV6128	弁	3.000	—
29	—	フランジ	2.150	40A S0

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.32	0.27
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 12. EXP-HR-A-12

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	
外径(mm)	48.6		48.6	
板厚(mm)	3.0		3.7	
材質	SUS304TP		SUS304TP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>		1.92×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.3		0.3	
最高使用温度(°C)	60		60	
最高使用圧力(MPa)	0.9807		0.9807	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	水		水	
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	
外部流体種類	水		水	
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	
設計降伏点 Sy	192		192	
設計引張強さ Su	489		489	
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	192

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
3	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(2)	2.10	—
6	(2)	2.10	—
7	(2)	2.10	—
8	(2)	2.10	—
9	(2)	2.10	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(5)	2.10	—
16	(1)	1.00	—
17	(1)	1.00	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(2)	2.10	—
35	(9)	2.10	—
36	(2)	2.10	—
37	(2)	2.10	—
38	(2)	2.10	—
39	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

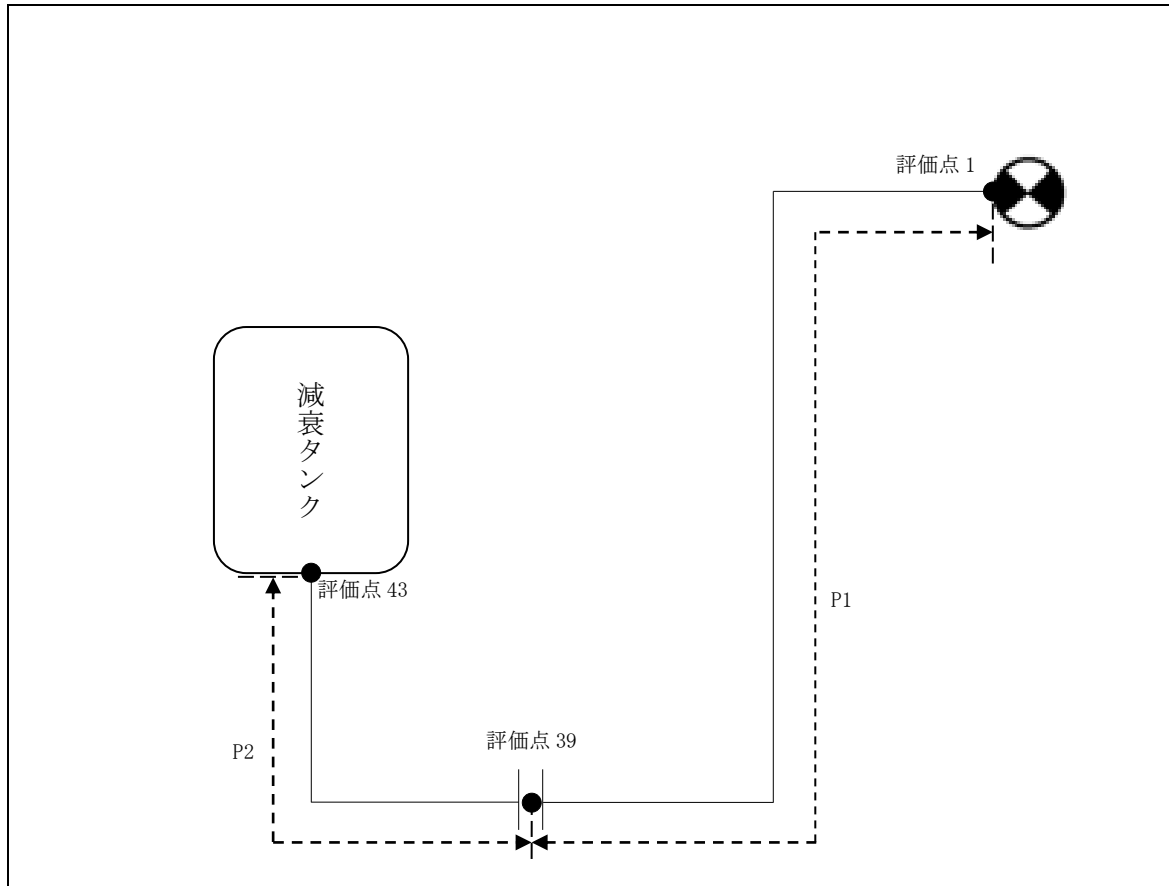
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
35	—	フランジ×2	4.300	40A S0

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
BAS	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.32	0.27
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 13. EXP-HR-A-13

(1) 解析モデル



配管番号	P1		P2	
外径(mm)	48.6		48.6	
板厚(mm)	3.0		3.7	
材質	SUS304TP		SUS304TP	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>		1.92×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.3		0.3	
最高使用温度(°C)	60		60	
最高使用圧力(MPa)	0.9807		0.9807	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	水		水	
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	
外部流体種類	水		水	
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>		1.00×10 <sup>-9</sup>	
設計降伏点 Sy	192		192	
設計引張強さ Su	489		489	
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	192

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(2)	2.10	—
3	(2)	2.10	—
4	(2)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(2)	2.10	—
7	(2)	2.10	—
8	(2)	2.10	—
9	(1)	1.00	—
10	(2)	2.10	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(1)	1.00	—
14	(2)	2.10	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(2)	2.10	—
18	(2)	2.10	—
19	(2)	2.10	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(1)	1.00	—
33	(1)	1.00	—
34	(1)	1.00	—
35	(1)	1.00	—
36	(2)	2.10	—
37	(2)	2.10	—
38	(2)	2.10	—
39	(9)	2.10	—
40	(2)	2.10	—
41	(2)	2.10	—
42	(2)	2.10	—
43	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

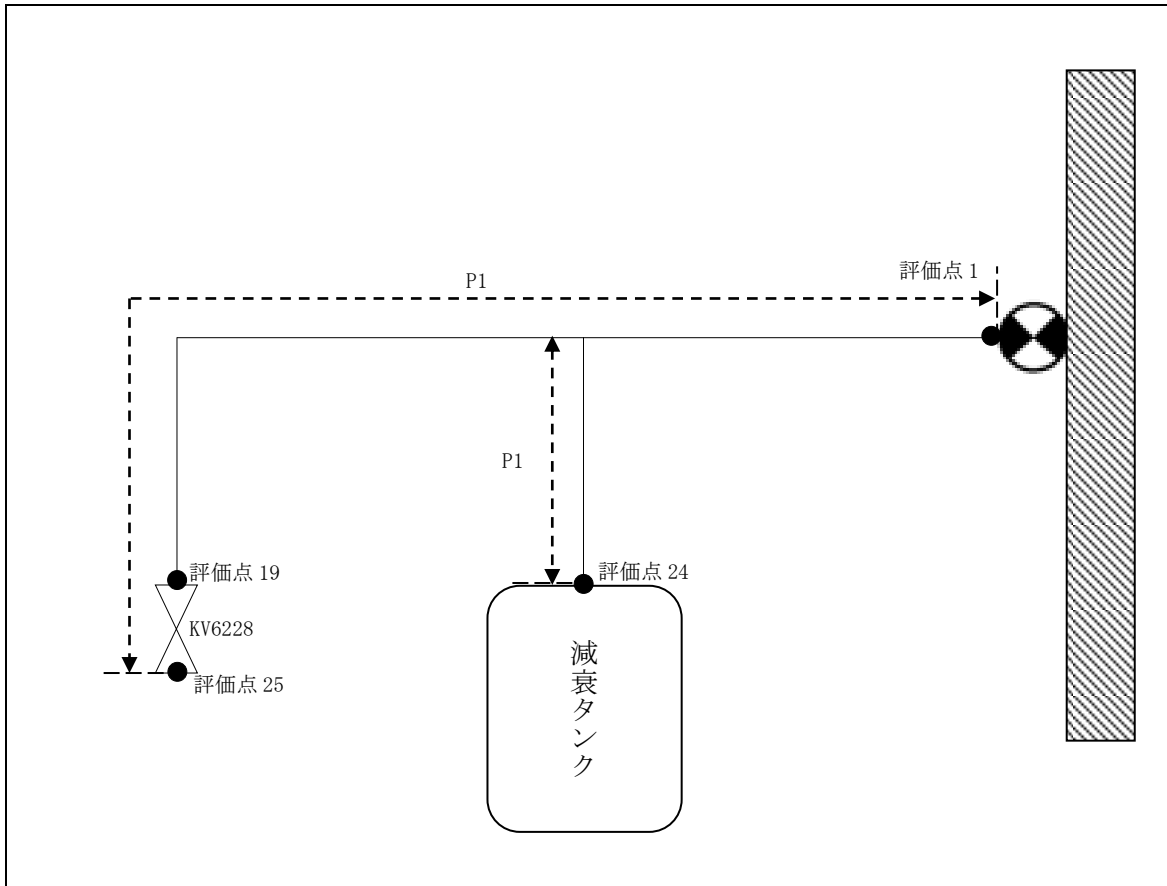
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
39	—	フランジ×2	4.300	40A S0

(4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3. 14. EXP-HR-A-14

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	48.6			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.92×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	60			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	水			
内部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	192			
設計引張強さ Su	489			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	192	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(6)	1.89	—
3	(6)	1.89	—
4	(1)	1.00	—
5	(6)	1.89	—
6	(6)	1.89	—
7	(2)	2.10	—
8	(2)	2.10	2.10
9	(2)	2.10	—
10	(6)	2.47	—
11	(6)	2.47	—
12	(6)	2.47	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(6)	2.47	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(6)	2.47	—
18	(6)	2.47	—
19	(9)	2.10	—
20	(2)	2.10	—
21	(2)	2.10	—
22	(2)	2.10	—
23	(2)	2.10	—
24	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
19	KV6228	弁+フランジ	5.150	40A SO
24	—	フランジ	2.150	40A SO
25	KV6228	弁	3.000	—

## (4) 入力地震波

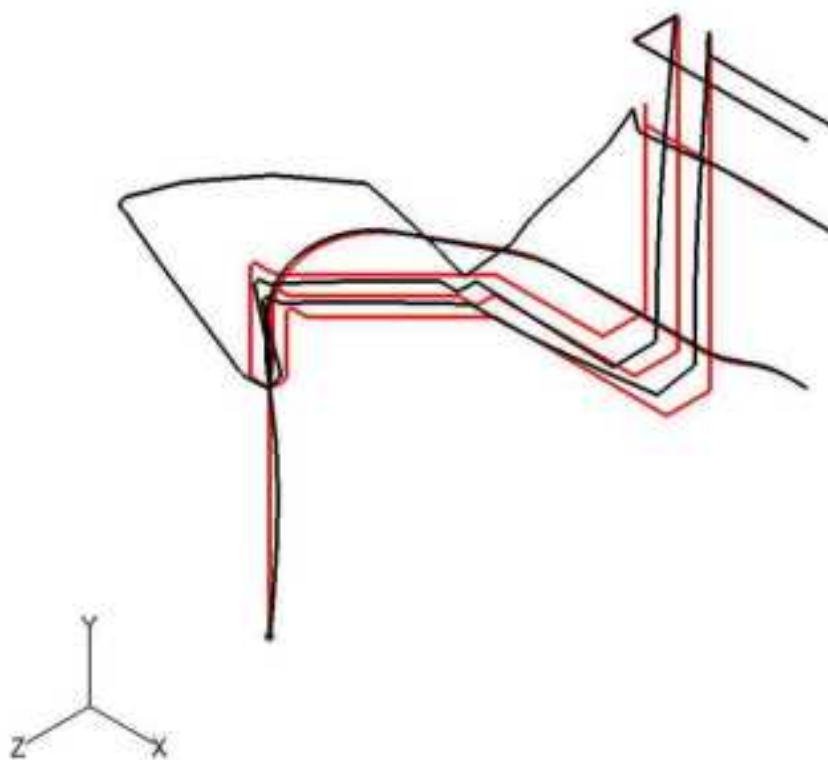
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 3, 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

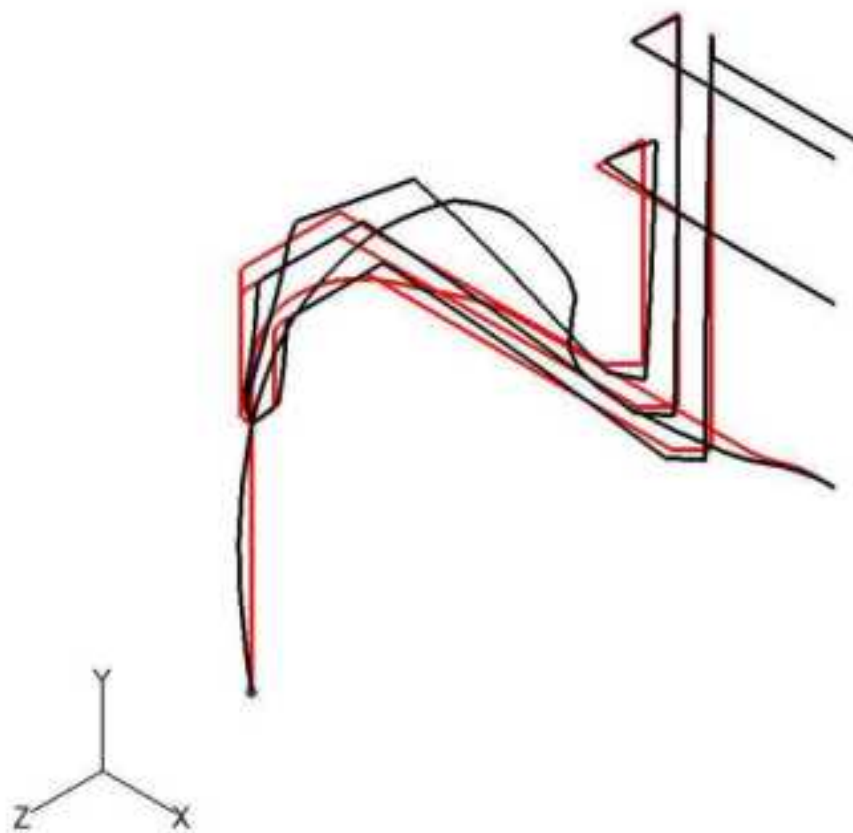
(1) EXP-HR-A-01

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	7.9	30.8	8.6
固有周期 (s)	0.127	0.032	0.117



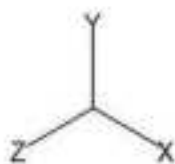
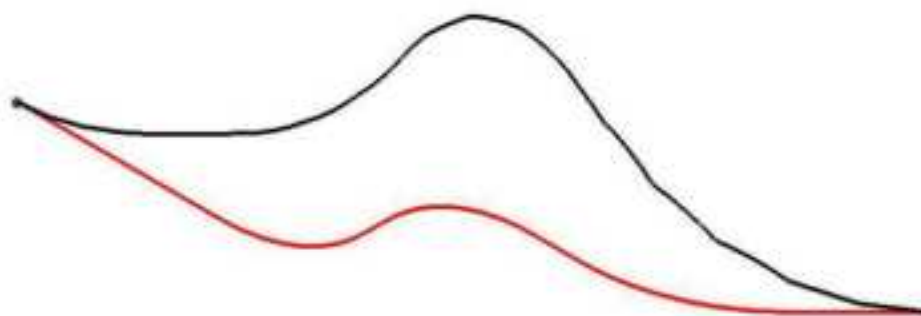
(2) EXP-HR-A-02

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	14.2	19.3	8.3
固有周期 (s)	0.070	0.052	0.120



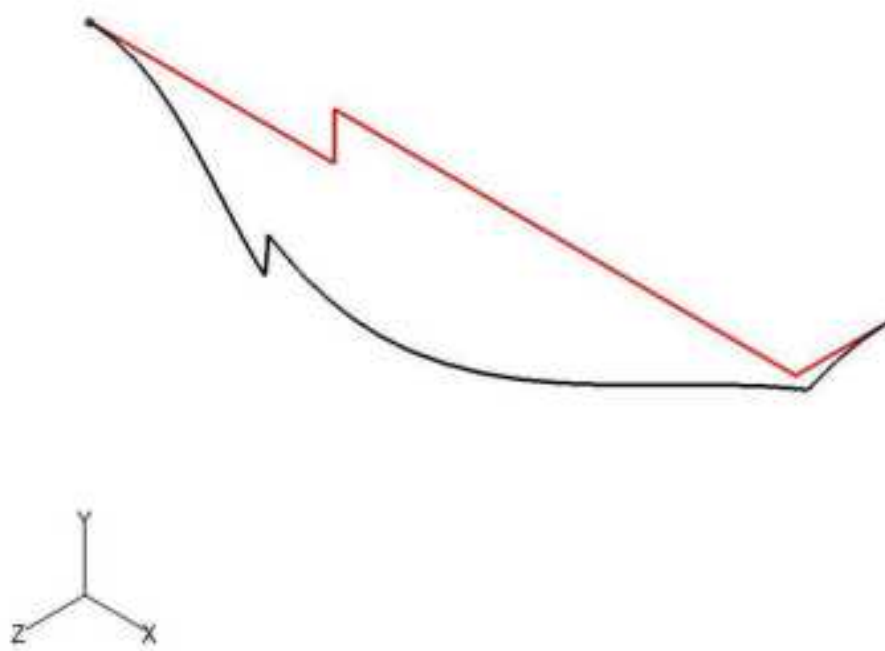
(3) EXP-HR-A-03

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	68.9	15.5	19.4
固有周期 (s)	0.015	0.064	0.052



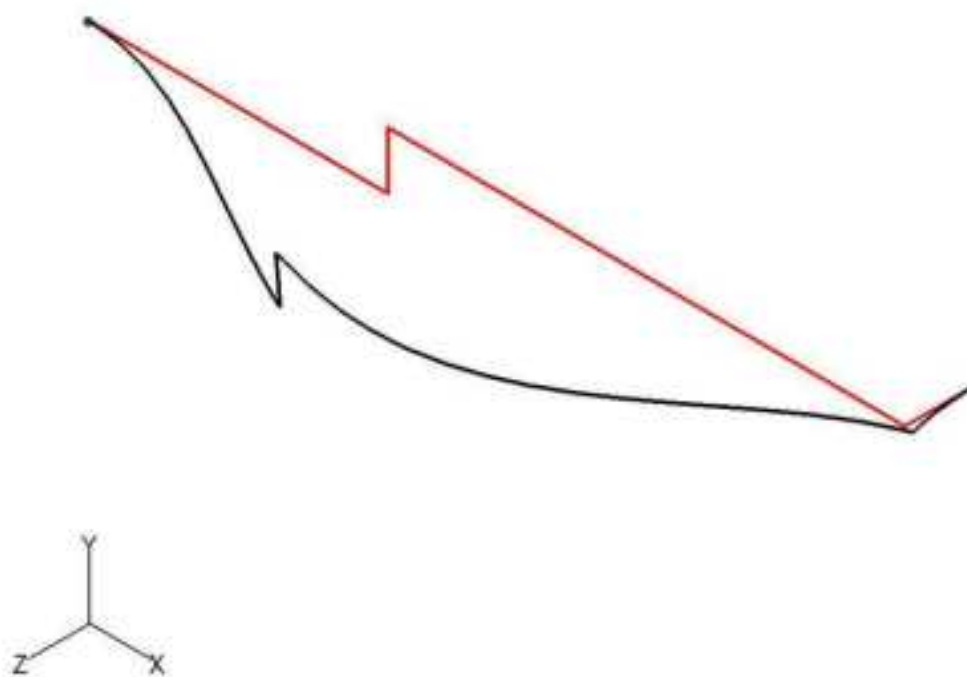
(4) EXP-HR-A-04

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	49.9	12.9	11.1
固有周期 (s)	0.020	0.077	0.090



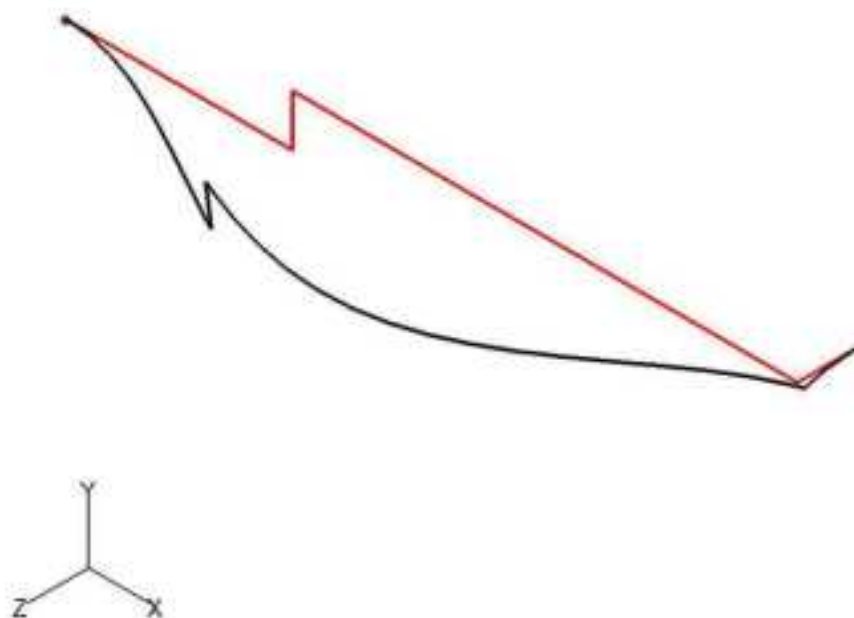
(5) EXP-HR-A-05

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	77.8	14.9	12.8
固有周期 (s)	0.013	0.067	0.078



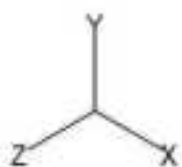
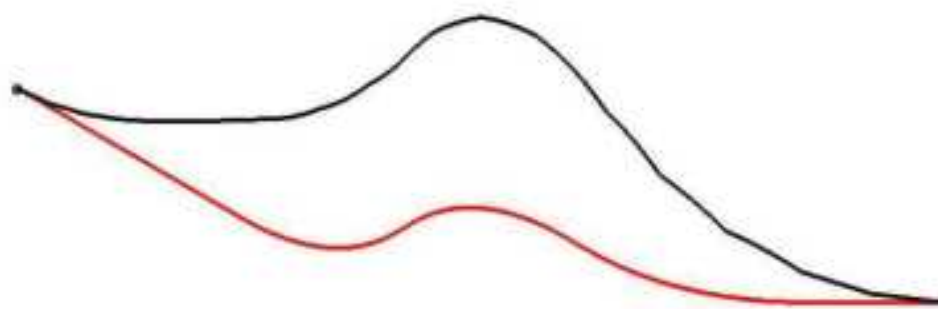
(6) EXP-HR-A-06

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	89.3	16.5	13.1
固有周期 (s)	0.011	0.061	0.076



(7) EXP-HR-A-07

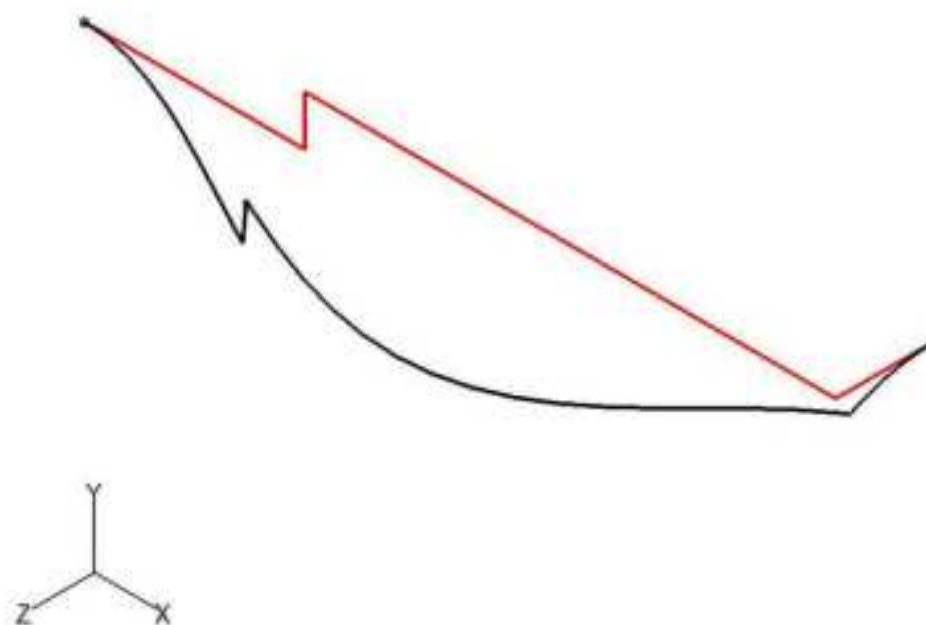
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	673.1	15.6	18.8
固有周期 (s)	0.002	0.064	0.053





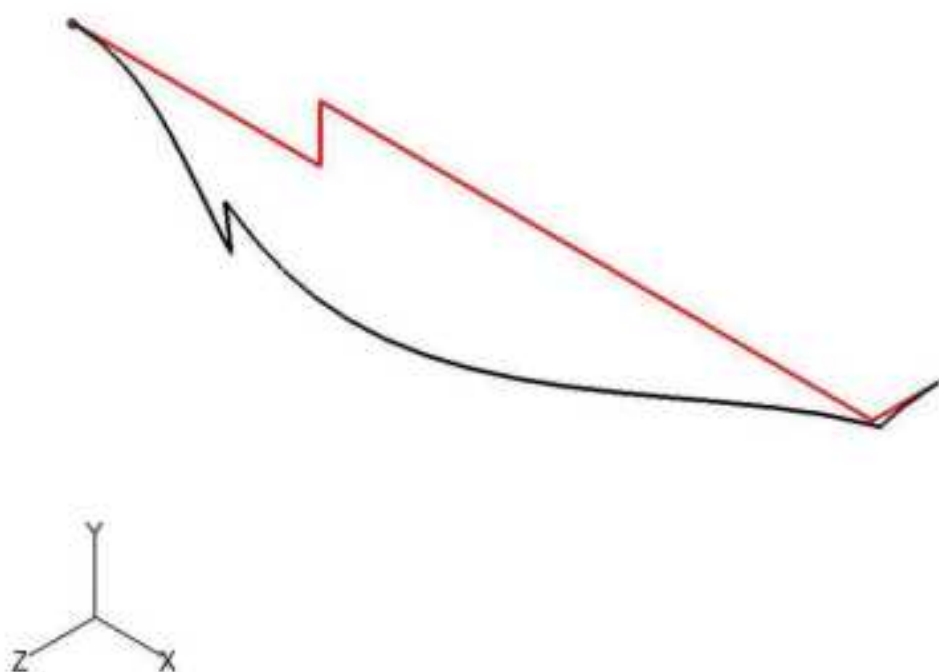
(8) EXP-HR-A-08

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	50.6	13.6	11.3
固有周期 (s)	0.020	0.074	0.088



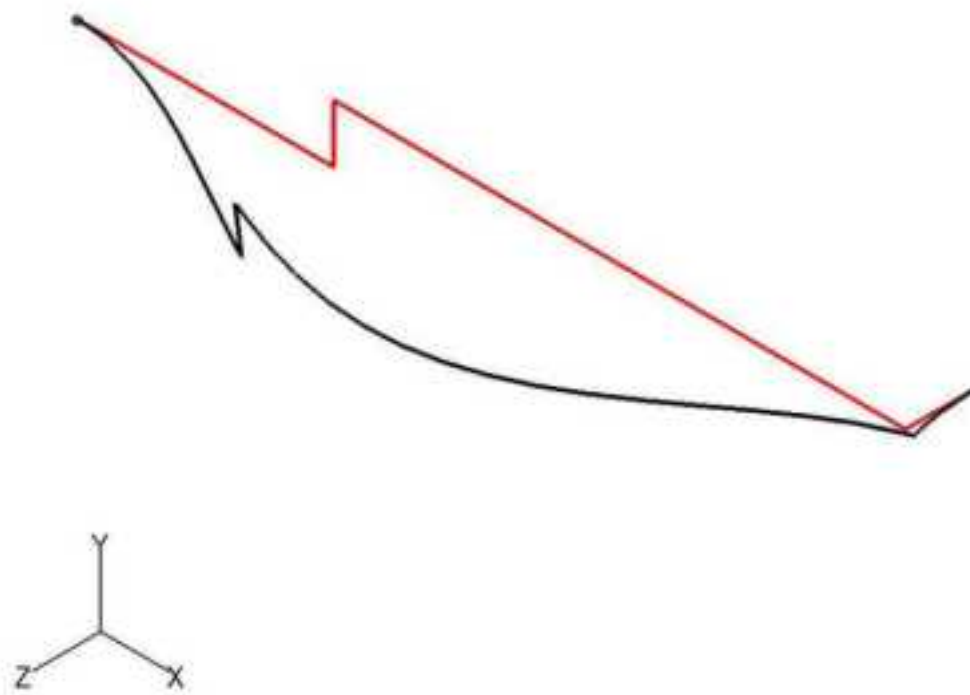
(9) EXP-HR-A-09

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	89.3	16.5	13.1
固有周期 (s)	0.011	0.061	0.076



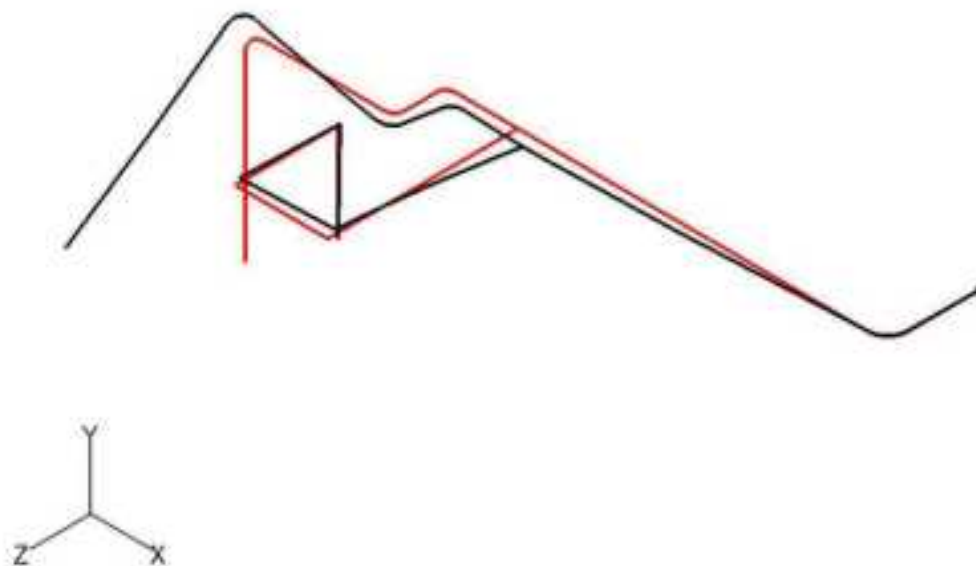
(10) EXP-HR-A-10

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	50.6	13.6	11.3
固有周期 (s)	0.020	0.074	0.088



(11) EXP-HR-A-11

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	25.2	124.2	22.1
固有周期 (s)	0.040	0.008	0.045



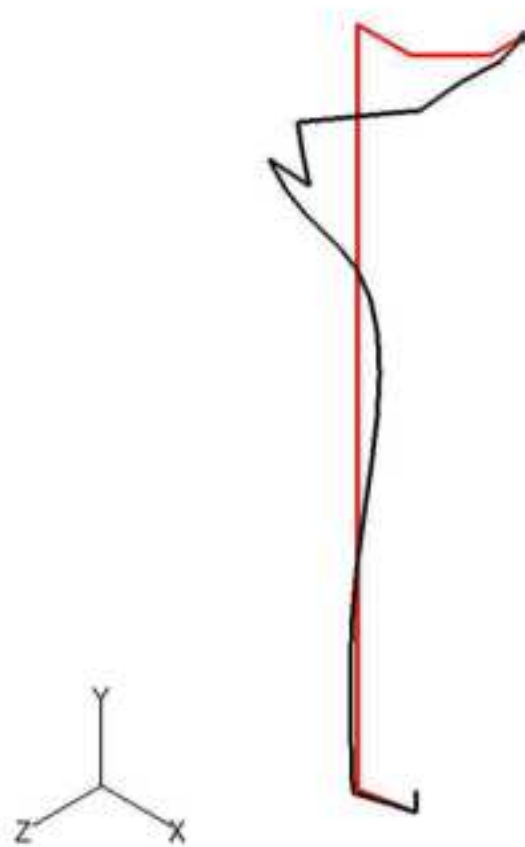
(12) EXP-HR-A-12

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	48.5	30.3	23.4
固有周期 (s)	0.021	0.033	0.043



(13) EXP-HR-A-13

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	44.5	27.1	17.5
固有周期 (s)	0.022	0.037	0.057



(14) EXP-HR-A-14

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	27.9	122.3	17.4
固有周期 (s)	0.036	0.008	0.057



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. EXP-HR-A-01

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	96	一次応力	4	6	27	-	37	61

##### 4.2.2. EXP-HR-A-02

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	14	一次応力	2	8	13	-	23	61



4.2.3. EXP-HR-A-03

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	27	27	—	58	192

4.2.4. EXP-HR-A-04

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	37	69	—	110	192

4.2.5. EXP-HR-A-05

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	32	55	—	91	192

4.2.6. EXP-HR-A-06

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	30	48	—	82	192

4.2.7. EXP-HR-A-07

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	27	27	—	58	192

4.2.8. EXP-HR-A-08

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	35	63	—	102	192

4.2.9. EXP-HR-A-09

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	30	48	—	82	192

4.2.10. EXP-HR-A-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	4	35	63	—	102	192

4.2.11. EXP-HR-A-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	14	一次応力	4	2	9	—	15	192

4.2.12. EXP-HR-A-12

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	37	一次応力	4	23	7	—	34	192

4.2.13. EXP-HR-A-13

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	43	一次応力	4	28	12	—	44	192

4.2.14. EXP-HR-A-14

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	17	一次応力	4	2	16	—	22	192

### 4.3. 拘束点反力

#### 4.3.1. EXP-HR-A-01

##### (1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	6	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	83	—	43	—	—	—
	動的地震荷重 Y	14	—	15	—	—	—
	動的地震荷重 Z	33	—	65	—	—	—
	静的地震荷重 X	7	—	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	11	—	8	—	—	—
5	自重	73	783	22	—	—	—
	動的地震荷重 X	442	89	150	—	—	—
	動的地震荷重 Y	42	77	45	—	—	—
	動的地震荷重 Z	144	55	197	—	—	—
	静的地震荷重 X	451	82	91	—	—	—
	静的地震荷重 Z	20	12	258	—	—	—
19	自重	—	277	42	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	47	96	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	71	38	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	41	231	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	22	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	10	154	—	—	—
33	自重	69	70	4	1075	2577	23907
	動的地震荷重 X	88	24	33	7798	18141	14300
	動的地震荷重 Y	51	32	22	2812	9578	17041
	動的地震荷重 Z	78	21	72	18106	41369	17760
	静的地震荷重 X	231	11	6	2484	3591	12218
	静的地震荷重 Z	13	6	19	3694	889	2715
57	自重	—	231	28	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	89	71	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	39	40	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	85	102	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	54	45	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	8	101	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
83	自重	—	303	45	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	52	55	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	124	53	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	82	143	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	25	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	16	116	—	—	—
87	自重	—	53	26	10876	6647	21929
	動的地震荷重 X	48	26	39	7100	10061	6693
	動的地震荷重 Y	25	63	32	6657	8106	16229
	動的地震荷重 Z	42	41	82	9006	21263	10529
	静的地震荷重 X	105	10	26	1811	6616	2601
	静的地震荷重 Z	4	6	18	3301	7931	1550
102	自重	—	214	19	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	256	47	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	32	13	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	49	26	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	86	18	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	11	79	—	—	—
122	自重	—	150	34	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	232	83	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	39	37	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	35	69	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	79	18	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	4	98	—	—	—
125	自重	1	28	19	865	5445	2127
	動的地震荷重 X	150	43	59	9545	17332	12687
	動的地震荷重 Y	12	18	20	1555	5808	4940
	動的地震荷重 Z	21	11	47	6049	13497	3164
	静的地震荷重 X	130	13	14	2389	3995	3776
	静的地震荷重 Z	3	3	13	2266	7868	668



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
141	自重	—	144	10	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	83	98	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	19	30	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	32	76	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	52	53	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	4	117	—	—	—
165	自重	—	336	9	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	31	26	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	57	29	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	117	76	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	14	14	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	74	—	—	—
167	自重	4	31	4	12752	984	16127
	動的地震荷重 X	41	41	18	9398	4658	10656
	動的地震荷重 Y	15	25	14	5106	3367	6139
	動的地震荷重 Z	24	48	32	16348	7799	12375
	静的地震荷重 X	95	32	15	218	3772	8255
	静的地震荷重 Z	3	3	15	10553	432	680

## 4.3.2. EXP-HR-A-02

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	14	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	19	—	19	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	24	—	—	—
	動的地震荷重 Z	30	—	112	—	—	—
	静的地震荷重 X	48	—	2	—	—	—
	静的地震荷重 Z	10	—	8	—	—	—
6	自重	121	643	32	—	—	—
	動的地震荷重 X	51	72	79	—	—	—
	動的地震荷重 Y	42	106	100	—	—	—
	動的地震荷重 Z	99	263	428	—	—	—
	静的地震荷重 X	103	38	31	—	—	—
	静的地震荷重 Z	40	206	383	—	—	—
20	自重	—	215	56	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	18	29	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	39	46	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	67	221	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	16	133	—	—	—
30	自重	121	70	11	4524	6954	21767
	動的地震荷重 X	46	14	17	1851	7370	5731
	動的地震荷重 Y	43	25	20	3883	10353	11064
	動的地震荷重 Z	47	27	71	19515	43270	17298
	静的地震荷重 X	193	5	2	1150	906	6260
	静的地震荷重 Z	1	7	16	5931	2474	4343
38	自重	1	122	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	118	23	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	54	35	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	59	75	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	155	14	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	10	68	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
46	自重	—	156	13	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	21	37	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	18	28	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	53	168	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	10	16	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	21	102	—	—	—
67	自重	—	334	15	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	203	51	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	89	38	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	76	108	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	37	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	21	92	—	—	—
71	自重	5	49	8	9173	1908	20744
	動的地震荷重 X	57	103	29	4333	7528	26990
	動的地震荷重 Y	24	44	20	3779	5033	11392
	動的地震荷重 Z	28	41	33	27284	8479	10575
	静的地震荷重 X	90	28	11	1173	2752	7193
	静的地震荷重 Z	4	6	1	8189	3246	1571
80	自重	16	112	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	86	43	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	63	57	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	53	168	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	149	12	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	12	79	—	—	—	—
88	自重	—	267	16	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	66	34	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	57	35	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	89	81	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	13	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	22	87	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
111	自重	—	228	31	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	125	128	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	78	82	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	96	196	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	17	20	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	33	137	—	—	—
115	自重	7	26	20	3867	5100	14766
	動的地震荷重 X	65	75	86	5719	22418	19603
	動的地震荷重 Y	35	46	52	3378	13599	11624
	動的地震荷重 Z	35	55	106	7571	27688	14366
	静的地震荷重 X	102	15	21	1141	5349	3929
	静的地震荷重 Z	4	15	35	1642	12367	3920
125	自重	3	137	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	35	37	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	33	32	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	56	110	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	127	9	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	16	59	—	—	—	—
134	自重	—	225	11	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	18	16	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	33	16	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	31	34	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	67	—	—	—
154	自重	—	109	22	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	15	65	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	14	41	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	29	126	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	3	7	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	110	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
158	自重	3	47	13	1480	3795	3595
	動的地震荷重 X	24	8	36	2157	10549	2029
	動的地震荷重 Y	11	10	24	1737	6757	2145
	動的地震荷重 Z	24	14	73	4810	21296	3582
	静的地震荷重 X	96	1	9	704	2545	33
	静的地震荷重 Z	1	3	22	3343	10522	698

## 4.3.3. EXP-HR-A-03

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	45	110	3	3321	2175	59289
	動的地震荷重 X	14	13	8	1013	4554	8452
	動的地震荷重 Y	35	58	32	4014	20800	40165
	動的地震荷重 Z	46	44	30	2422	19478	27948
	静的地震荷重 X	52	4	2	573	1196	953
	静的地震荷重 Z	39	10	36	711	18168	3358
23	自重	45	85	3	30384	15851	36806
	動的地震荷重 X	12	13	12	5549	4851	6612
	動的地震荷重 Y	30	55	35	25363	21373	31183
	動的地震荷重 Z	39	33	33	15056	13141	18553
	静的地震荷重 X	28	4	2	2213	6946	2266
	静的地震荷重 Z	39	10	44	4480	7044	4791

## 4.3.4. EXP-HR-A-04

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	158	162	6	3354	6375	106253
	動的地震荷重 X	28	21	20	2277	16826	16552
	動的地震荷重 Y	172	110	95	9586	81946	86897
	動的地震荷重 Z	190	138	127	13647	111052	112408
	静的地震荷重 X	82	4	1	247	1274	611
	静的地震荷重 Z	52	4	59	3508	40446	759
37	自重	158	133	6	56272	65513	39527
	動的地震荷重 X	24	20	16	9405	12728	7168
	動的地震荷重 Y	185	71	79	34762	63810	34742
	動的地震荷重 Z	207	95	105	48144	83957	46947
	静的地震荷重 X	39	4	1	1663	13551	2110
	静的地震荷重 Z	52	4	63	3464	1143	2432

## 4.3.5. EXP-HR-A-05

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	216	158	4	1396	3894	93358
	動的地震荷重 X	20	10	11	1043	8260	5552
	動的地震荷重 Y	217	114	57	4491	46309	78049
	動的地震荷重 Z	106	79	141	12420	117170	60810
	静的地震荷重 X	58	2	1	136	889	6
	静的地震荷重 Z	38	4	56	2800	36494	3
36	自重	216	112	4	29929	56841	38966
	動的地震荷重 X	19	8	10	2428	6690	2503
	動的地震荷重 Y	224	54	48	15135	48721	30140
	動的地震荷重 Z	111	54	118	21236	82350	30547
	静的地震荷重 X	53	2	1	542	12906	1082
	静的地震荷重 Z	38	4	55	2424	13489	2104



## 4.3.6. EXP-HR-A-06

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	247	159	4	1505	4373	85551
	動的地震荷重 X	25	11	12	1436	8467	6649
	動的地震荷重 Y	232	109	42	4344	32323	66812
	動的地震荷重 Z	86	59	132	15678	106618	43302
	静的地震荷重 X	53	2	1	157	953	554
	静的地震荷重 Z	35	3	56	4019	36006	972
35	自重	247	110	4	29433	64739	36018
	動的地震荷重 X	26	9	10	2720	7850	2961
	動的地震荷重 Y	244	54	35	14903	53504	27611
	動的地震荷重 Z	92	42	110	17955	75463	22728
	静的地震荷重 X	58	2	1	511	14123	1123
	静的地震荷重 Z	35	3	55	2501	13649	1962

## 4.3.7. EXP-HR-A-07

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	27	105	2	3038	543	57847
	動的地震荷重 X	16	11	8	744	4524	7042
	動的地震荷重 Y	25	63	22	3300	14271	44869
	動的地震荷重 Z	62	40	40	1161	25864	23619
	静的地震荷重 X	53	4	2	519	1084	1270
	静的地震荷重 Z	39	10	36	150	18176	4224
23	自重	27	90	2	32313	10270	39776
	動的地震荷重 X	13	11	11	4393	3168	5309
	動的地震荷重 Y	20	65	26	28611	15852	36419
	動的地震荷重 Z	50	24	43	10226	10167	12664
	静的地震荷重 X	27	4	2	2176	6540	2091
	静的地震荷重 Z	39	10	44	4102	6751	4505

## 4.3.8. EXP-HR-A-08

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	174	163	6	3495	6927	99809
	動的地震荷重 X	35	24	25	3384	20228	18041
	動的地震荷重 Y	153	95	86	11257	72411	70899
	動的地震荷重 Z	168	126	130	18050	111372	99662
	静的地震荷重 X	79	4	2	274	1377	1884
	静的地震荷重 Z	50	4	59	4762	39817	2071
36	自重	174	133	6	55955	71954	37976
	動的地震荷重 X	35	20	20	9643	16271	8027
	動的地震荷重 Y	171	66	72	32208	62895	30635
	動的地震荷重 Z	190	94	107	48398	89003	44726
	静的地震荷重 X	43	4	2	1576	14859	2184
	静的地震荷重 Z	50	4	63	3377	1581	2295

## 4.3.9. EXP-HR-A-09

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	247	159	4	1505	4373	85551
	動的地震荷重 X	25	11	12	1436	8467	6649
	動的地震荷重 Y	232	109	42	4344	32323	66812
	動的地震荷重 Z	86	59	132	15678	106618	43302
	静的地震荷重 X	53	2	1	157	953	554
	静的地震荷重 Z	35	3	56	4019	36006	972
35	自重	247	110	4	29433	64739	36018
	動的地震荷重 X	26	9	10	2720	7850	2961
	動的地震荷重 Y	244	54	35	14903	53504	27611
	動的地震荷重 Z	92	42	110	17955	75463	22728
	静的地震荷重 X	58	2	1	511	14123	1123
	静的地震荷重 Z	35	3	55	2501	13649	1962

## 4. 3. 10. EXP-HR-A-10

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	174	163	6	3495	6927	99809
	動的地震荷重 X	35	24	25	3384	20228	18041
	動的地震荷重 Y	153	95	86	11257	72411	70899
	動的地震荷重 Z	168	126	130	18050	111372	99662
	静的地震荷重 X	79	4	2	274	1377	1884
	静的地震荷重 Z	50	4	59	4762	39817	2071
36	自重	174	133	6	55955	71954	37976
	動的地震荷重 X	35	20	20	9643	16271	8027
	動的地震荷重 Y	171	66	72	32208	62895	30635
	動的地震荷重 Z	190	94	107	48398	89003	44726
	静的地震荷重 X	43	4	2	1576	14859	2184
	静的地震荷重 Z	50	4	63	3377	1581	2295

## 4. 3. 11. EXP-HR-A-11

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1	39	-	6643	236	1493
	動的地震荷重 X	64	10	4	19	9301	2639
	動的地震荷重 Y	1	11	-	1794	64	404
	動的地震荷重 Z	8	4	14	871	1846	1068
	静的地震荷重 X	82	13	5	24	11917	3381
	静的地震荷重 Z	10	5	18	1116	2366	1369
13	自重	-	175	1	-	-	-
	動的地震荷重 X	-	26	4	-	-	-
	動的地震荷重 Y	-	48	1	-	-	-
	動的地震荷重 Z	-	7	68	-	-	-
	静的地震荷重 X	-	33	5	-	-	-
	静的地震荷重 Z	-	9	86	-	-	-
29	自重	1	69	1	5743	95	2694
	動的地震荷重 X	27	16	8	1880	833	1917
	動的地震荷重 Y	1	19	1	1551	26	728
	動的地震荷重 Z	8	11	10	2427	572	2377
	静的地震荷重 X	35	20	10	2409	1067	2456
	静的地震荷重 Z	10	14	12	3109	732	3046

## 4. 3. 12. EXP-HR-A-12

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	5	75	1	20408	1044	14609
	動的地震荷重 X	35	4	1	807	9554	13
	動的地震荷重 Y	2	21	1	5511	282	3945
	動的地震荷重 Z	1	1	33	4	11461	39
	静的地震荷重 X	45	5	1	1034	12241	17
	静的地震荷重 Z	1	1	42	5	14684	50
20	自重	3	-	1	-	-	-
	動的地震荷重 X	41	-	1	-	-	-
	動的地震荷重 Y	1	-	1	-	-	-
	動的地震荷重 Z	1	-	45	-	-	-
	静的地震荷重 X	53	-	1	-	-	-
	静的地震荷重 Z	1	-	58	-	-	-
27	自重	28	-	9	-	-	-
	動的地震荷重 X	38	-	1	-	-	-
	動的地震荷重 Y	8	-	3	-	-	-
	動的地震荷重 Z	-	-	36	-	-	-
	静的地震荷重 X	48	-	1	-	-	-
	静的地震荷重 Z	-	-	46	-	-	-
37	自重	25	390	8	21407	16	73655
	動的地震荷重 X	36	4	-	336	1724	2392
	動的地震荷重 Y	7	106	2	5780	5	19887
	動的地震荷重 Z	1	1	36	3436	5384	152
	静的地震荷重 X	46	5	-	430	2209	3065
	静的地震荷重 Z	1	1	46	4402	6898	194

## 4. 3. 13. EXP-HR-A-13

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	8	83	5	30094	332	15085
	動的地震荷重 X	22	7	27	2555	23169	1081
	動的地震荷重 Y	6	21	3	9436	2503	6130
	動的地震荷重 Z	31	8	56	4756	47354	1409
	静的地震荷重 X	52	5	3	777	20637	165
	静的地震荷重 Z	2	4	46	2368	17328	709
24	自重	16	-	7	-	-	-
	動的地震荷重 X	18	-	21	-	-	-
	動的地震荷重 Y	19	-	7	-	-	-
	動的地震荷重 Z	15	-	41	-	-	-
	静的地震荷重 X	55	-	4	-	-	-
	静的地震荷重 Z	3	-	63	-	-	-
31	自重	43	-	9	-	-	-
	動的地震荷重 X	17	-	13	-	-	-
	動的地震荷重 Y	19	-	6	-	-	-
	動的地震荷重 Z	9	-	29	-	-	-
	静的地震荷重 X	46	-	2	-	-	-
	静的地震荷重 Z	1	-	45	-	-	-
43	自重	35	406	7	17864	376	94780
	動的地震荷重 X	18	23	9	1167	3706	5486
	動的地震荷重 Y	9	143	5	7007	1142	37279
	動的地震荷重 Z	6	6	20	1609	8457	1390
	静的地震荷重 X	49	5	1	130	2402	5780
	静的地震荷重 Z	1	4	48	5376	11424	786



## 4. 3. 14. EXP-HR-A-14

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	3	31	5	7118	94	415
	動的地震荷重 X	46	7	45	1944	9277	237
	動的地震荷重 Y	8	6	7	1455	1576	92
	動的地震荷重 Z	8	10	13	3428	2262	1122
	静的地震荷重 X	46	2	36	826	8735	79
	静的地震荷重 Z	4	5	19	988	643	491
16	自重	-	162	1	-	-	-
	動的地震荷重 X	-	79	6	-	-	-
	動的地震荷重 Y	-	20	5	-	-	-
	動的地震荷重 Z	-	8	118	-	-	-
	静的地震荷重 X	-	21	5	-	-	-
	静的地震荷重 Z	-	3	70	-	-	-
24	自重	3	86	5	6533	752	1750
	動的地震荷重 X	60	64	52	3841	2452	11852
	動的地震荷重 Y	8	11	13	2234	507	1688
	動的地震荷重 Z	6	17	41	25654	4083	2274
	静的地震荷重 X	69	23	41	5046	2738	9549
	静的地震荷重 Z	4	8	26	5576	1069	1301



#### 3-4-7-4. 気送照射設備主配管の耐震強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-7-4-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-7-4-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-7-4-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-7-4-3
3. 設計条件	添 3-4-7-4-14
3.1. EXP-PN-A-01	添 3-4-7-4-14
3.2. EXP-PN-A-02	添 3-4-7-4-20
3.3. EXP-PN-A-03	添 3-4-7-4-26
3.4. EXP-PN-A-04	添 3-4-7-4-28
3.5. EXP-PN-A-05	添 3-4-7-4-30
3.6. EXP-PN-A-06	添 3-4-7-4-32
4. 解析結果及び評価	添 3-4-7-4-34
4.1. 固有周期	添 3-4-7-4-34
4.2. 結論	添 3-4-7-4-40
4.2.1. EXP-PN-A-01	添 3-4-7-4-40
4.2.2. EXP-PN-A-02	添 3-4-7-4-40
4.2.3. EXP-PN-A-03	添 3-4-7-4-41
4.2.4. EXP-PN-A-04	添 3-4-7-4-41
4.2.5. EXP-PN-A-05	添 3-4-7-4-42
4.2.6. EXP-PN-A-06	添 3-4-7-4-42
4.3. 拘束点反力	添 3-4-7-4-43
4.3.1. EXP-PN-A-01	添 3-4-7-4-43
4.3.2. EXP-PN-A-02	添 3-4-7-4-46
4.3.3. EXP-PN-A-03	添 3-4-7-4-50
4.3.4. EXP-PN-A-04	添 3-4-7-4-51
4.3.5. EXP-PN-A-05	添 3-4-7-4-52
4.3.6. EXP-PN-A-06	添 3-4-7-4-53

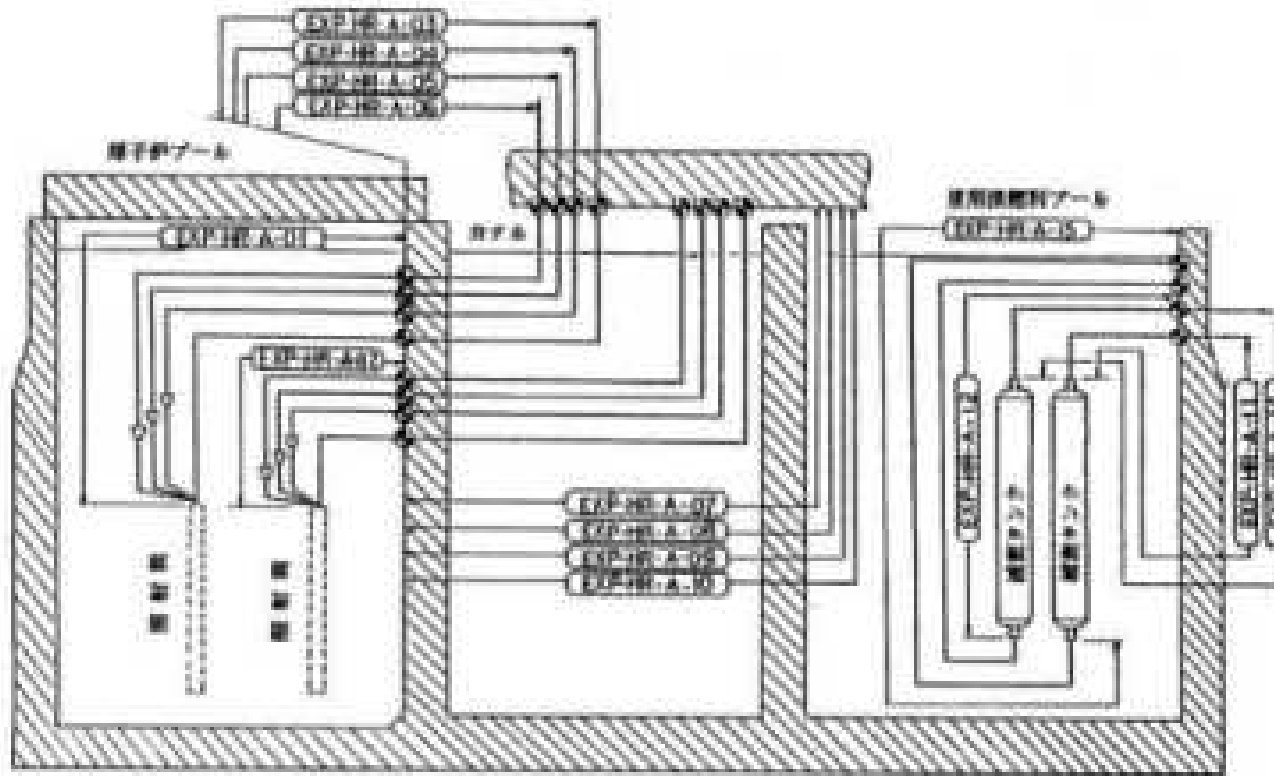
## 1. 概要

本計算書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震 クラス
EXP-PN-A-01	重水タンク内照射筒 (PN) から 原子炉プール貫通部アンカ まで (照射筒 (PN) の第 4 種管を含む)	B
EXP-PN-A-02	重水タンク内照射筒 (PN) から 原子炉プール貫通部アンカ まで (照射筒 (PN) の第 4 種管を含む)	B
EXP-PN-A-03	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-PN-A-04	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-PN-A-05	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B
EXP-PN-A-06	原子炉プール貫通部アンカ から カナル貫通部アンカ まで	B



2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1. 概略系統図



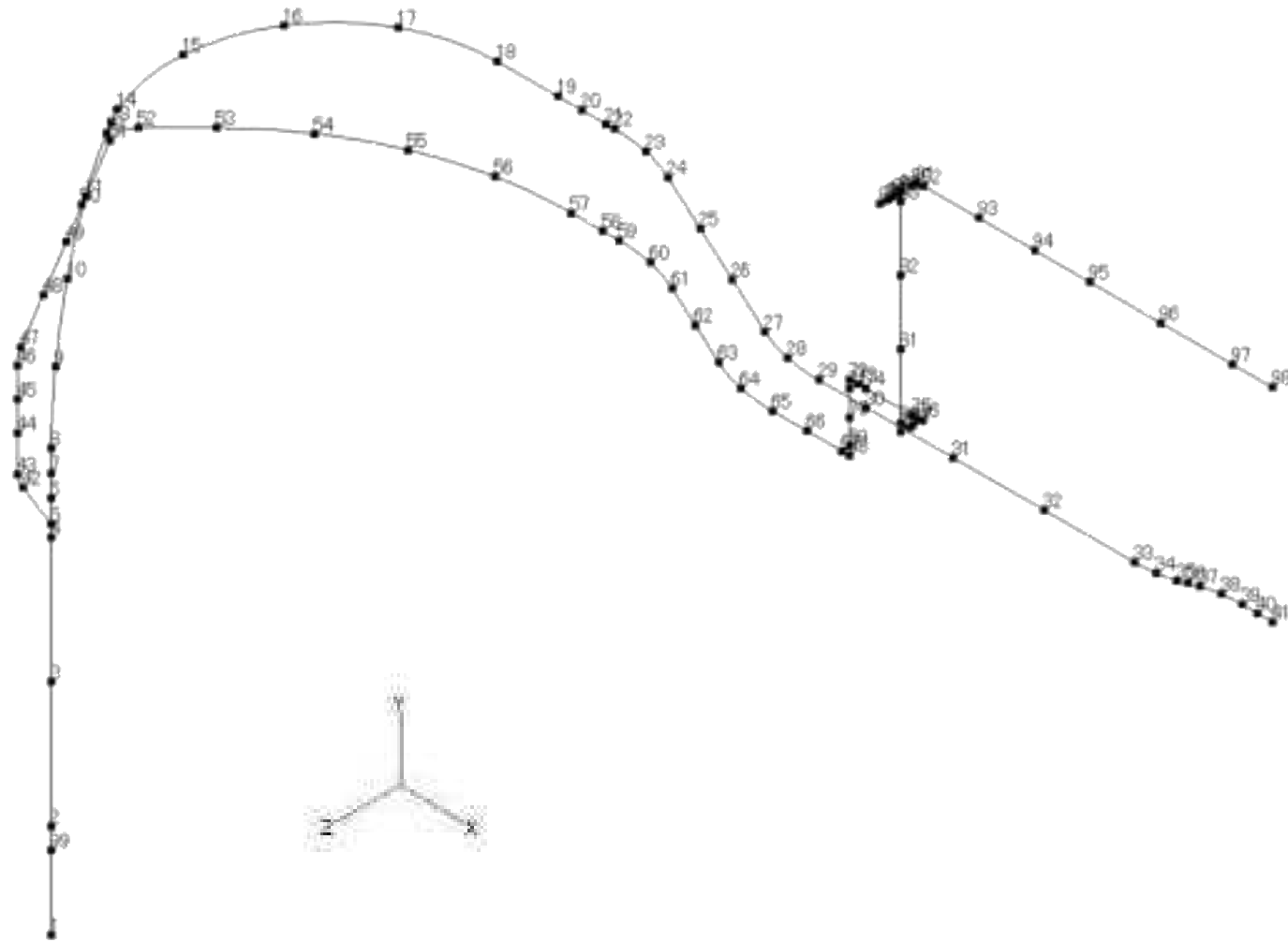
## 2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント

(1) EXP-PN-A-01

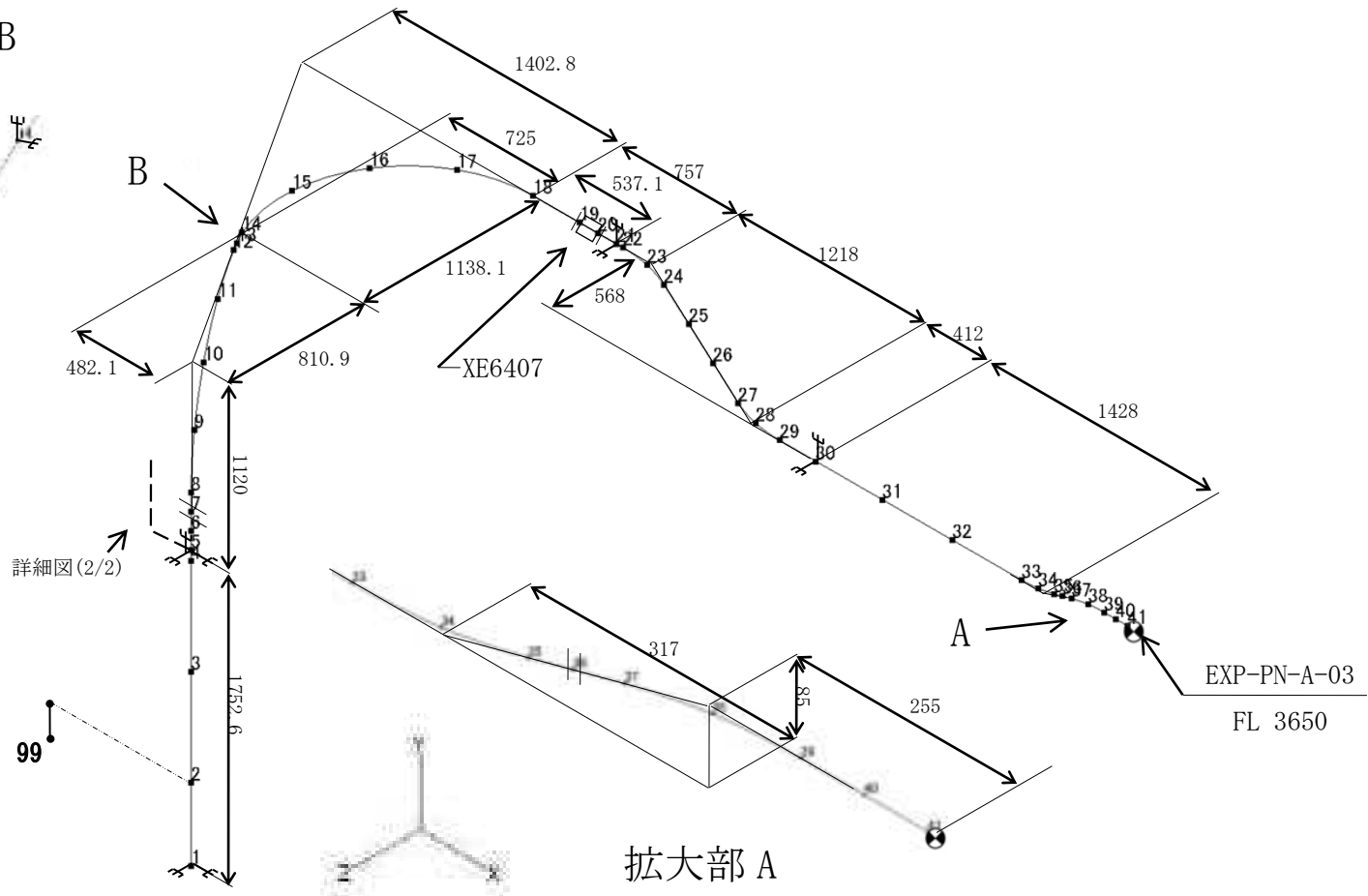
a. 全体図



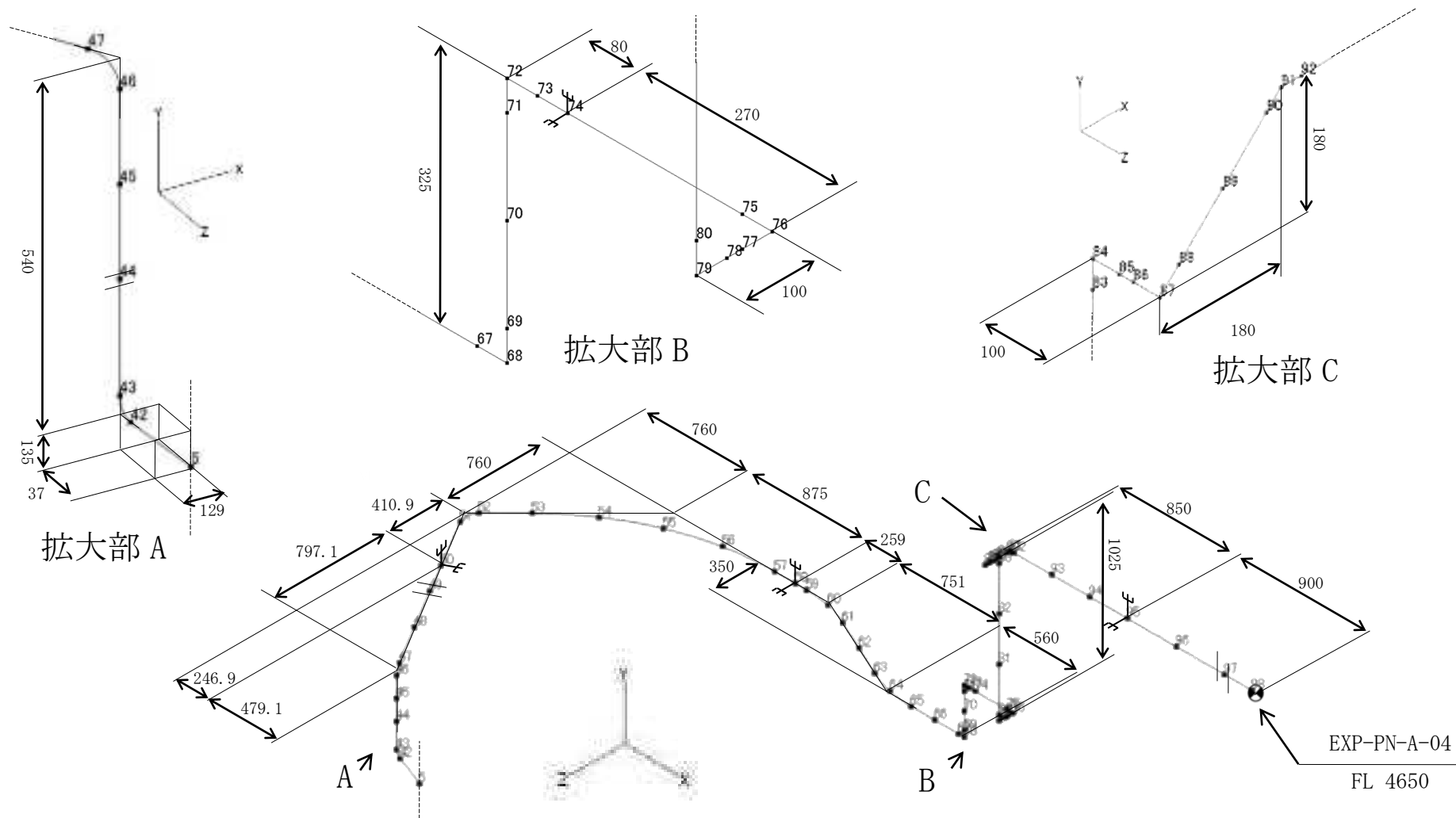


b. 詳細図(1/2)

拡大部 B

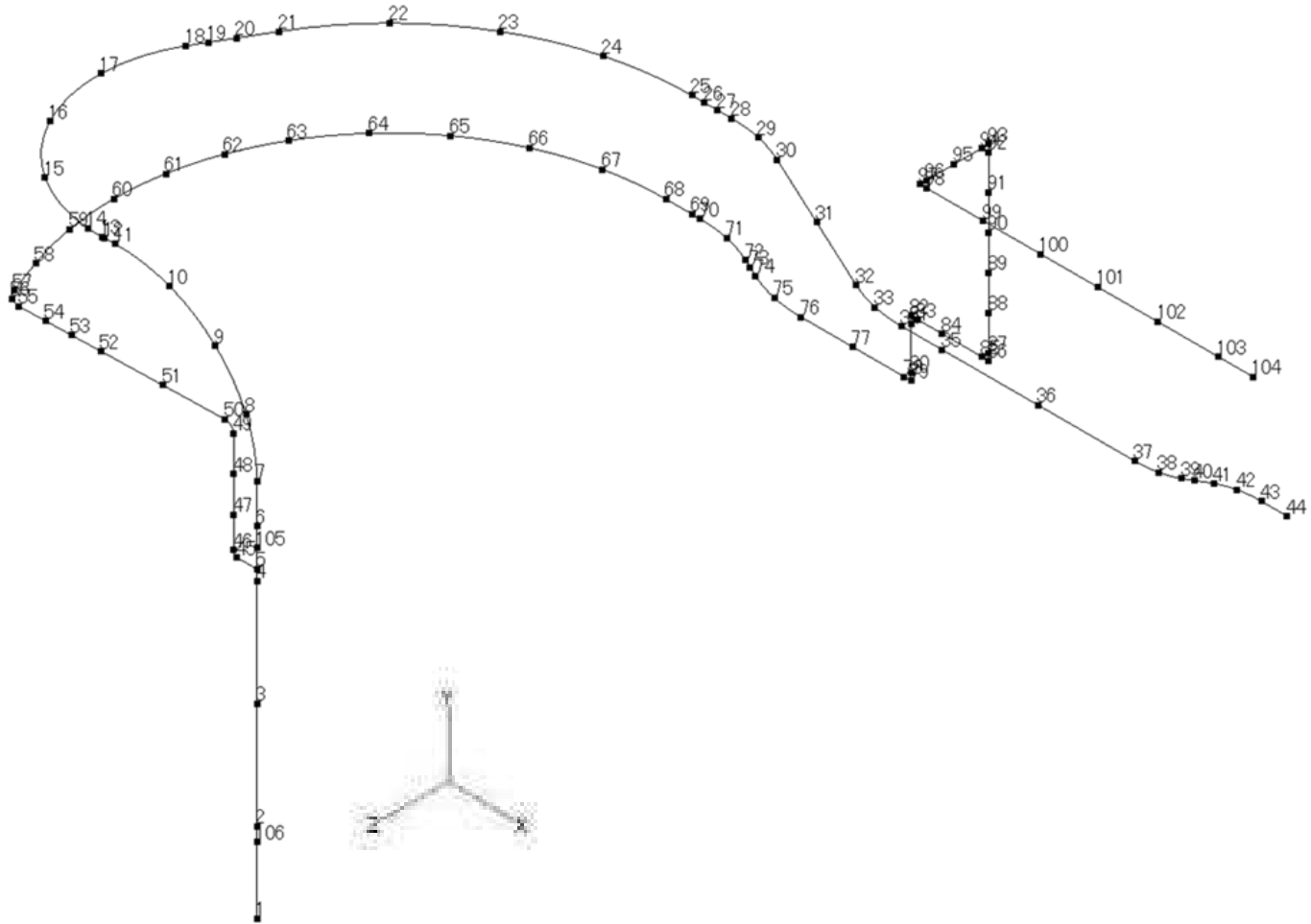


c. 詳細図(2/2)

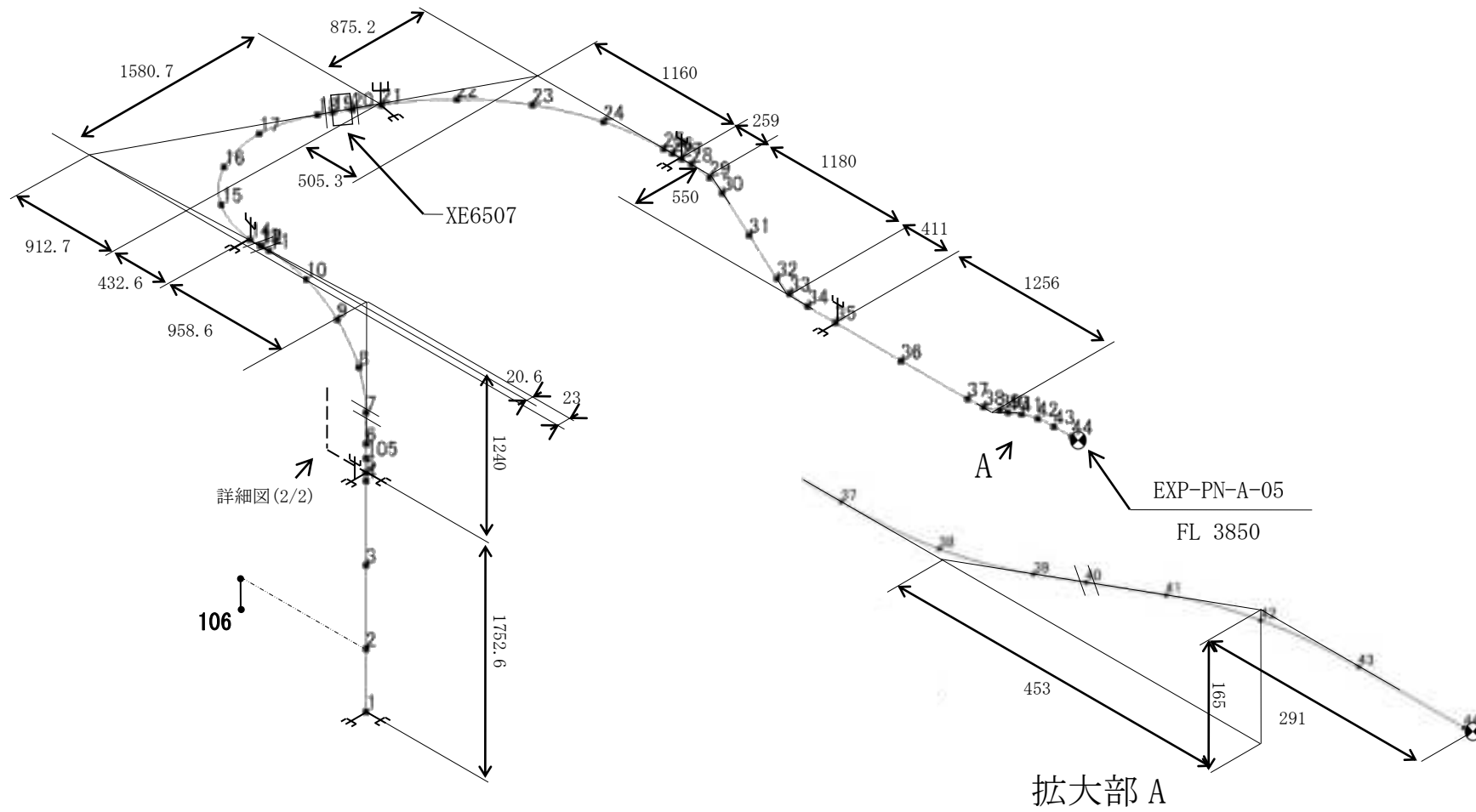


(2) EXP-PN-A-02

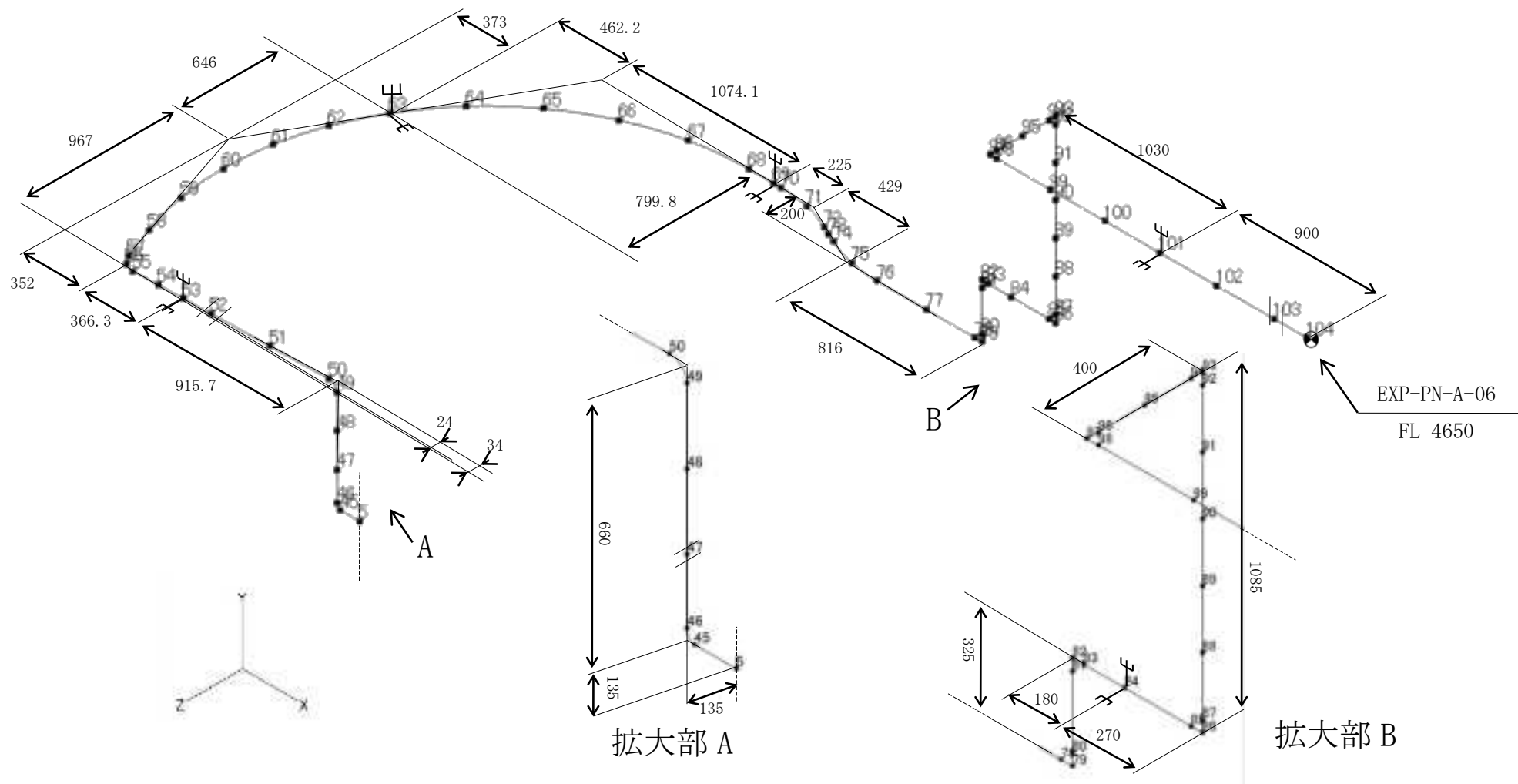
a. 全体図



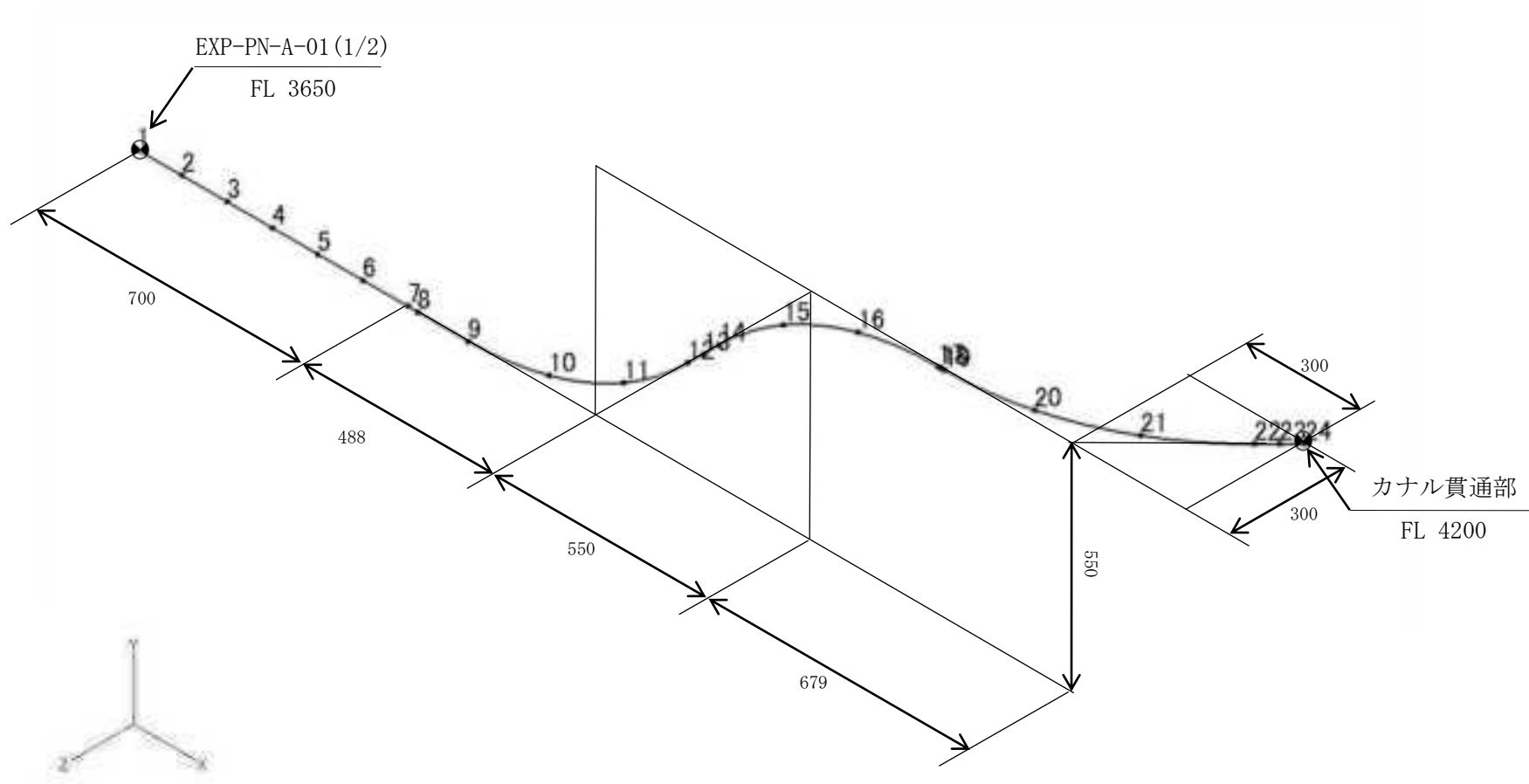
b. 詳細図(1/2)



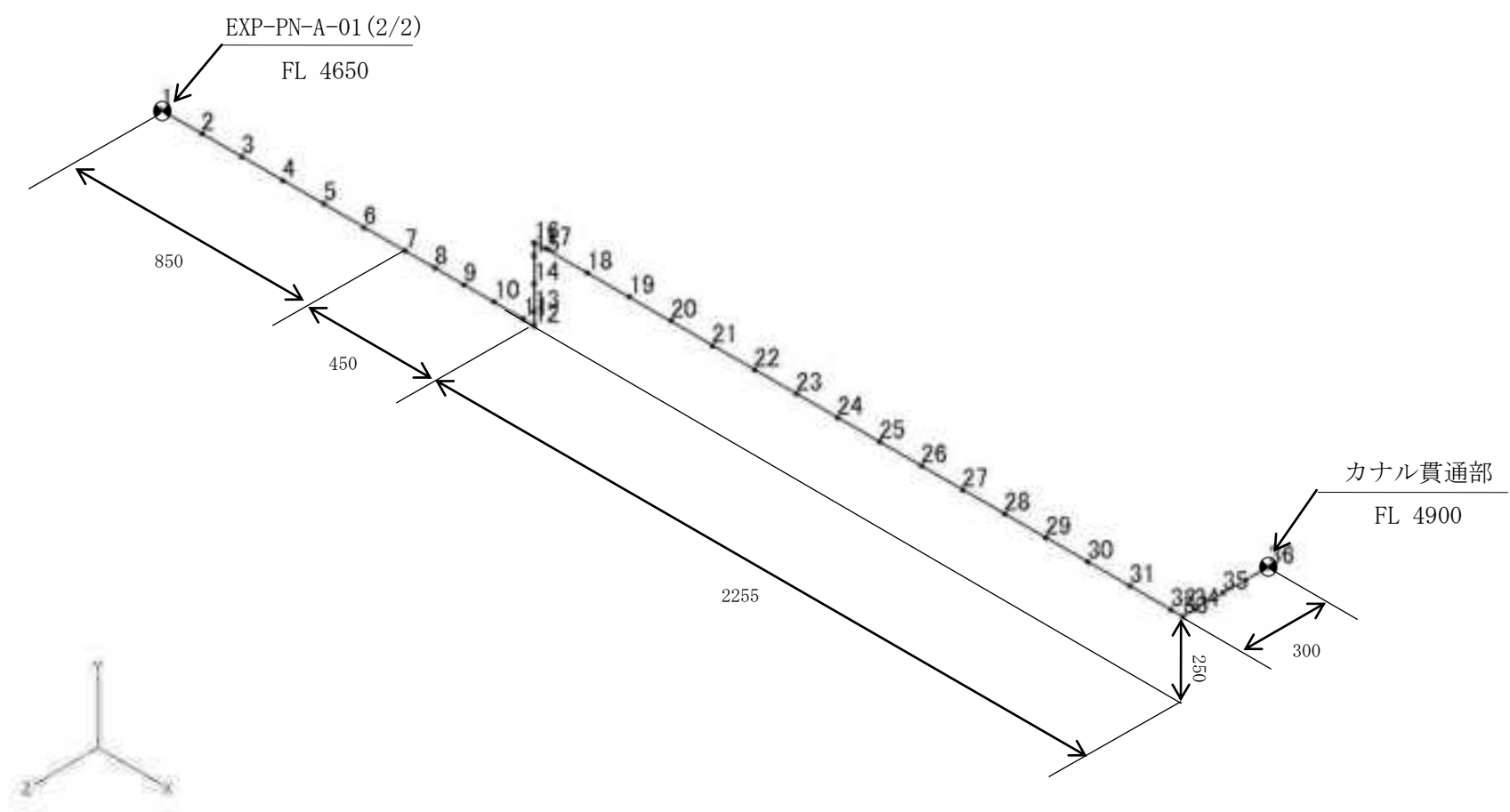
c. 詳細図(2/2)



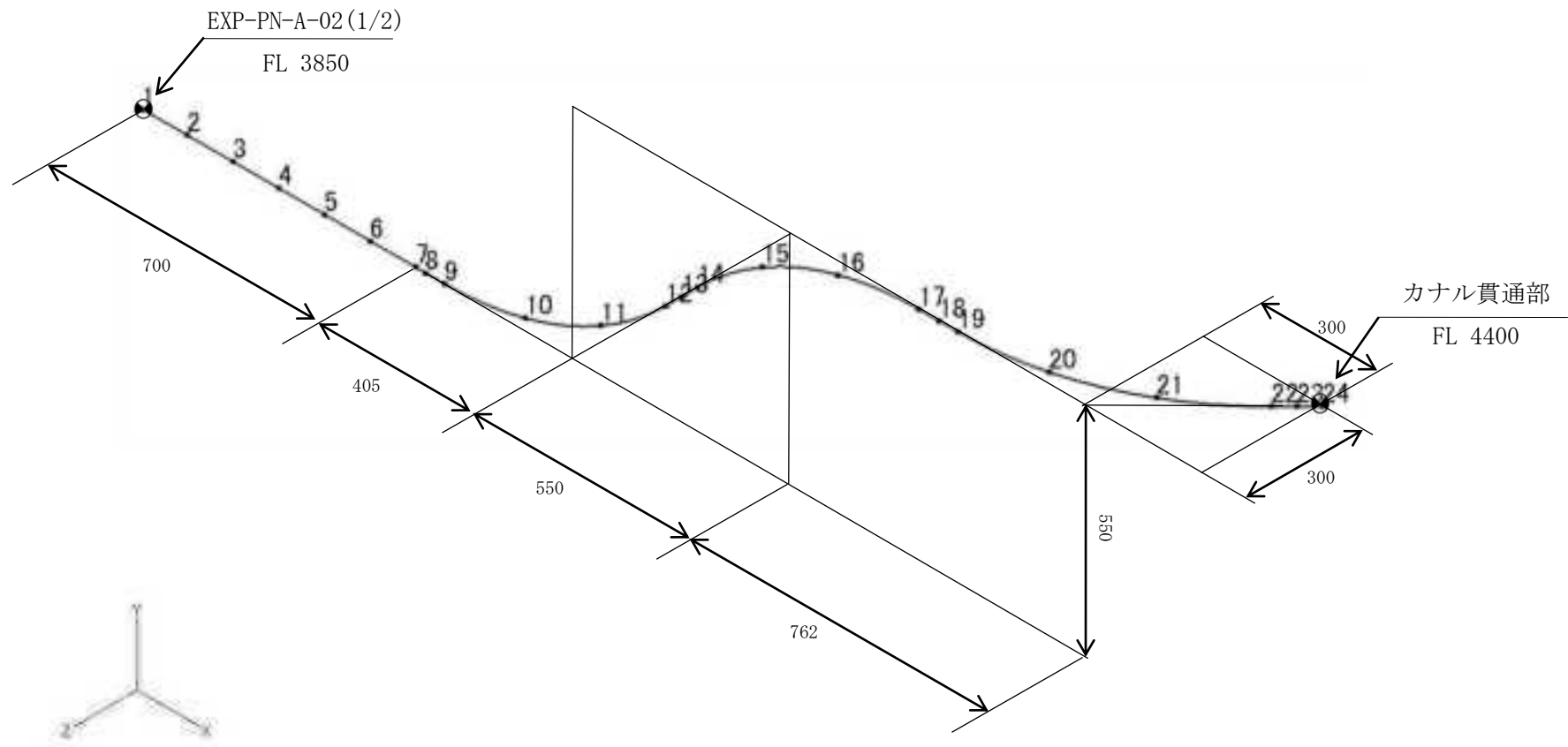
(3) EXP-PN-A-03



(4) EXP-PN-A-04

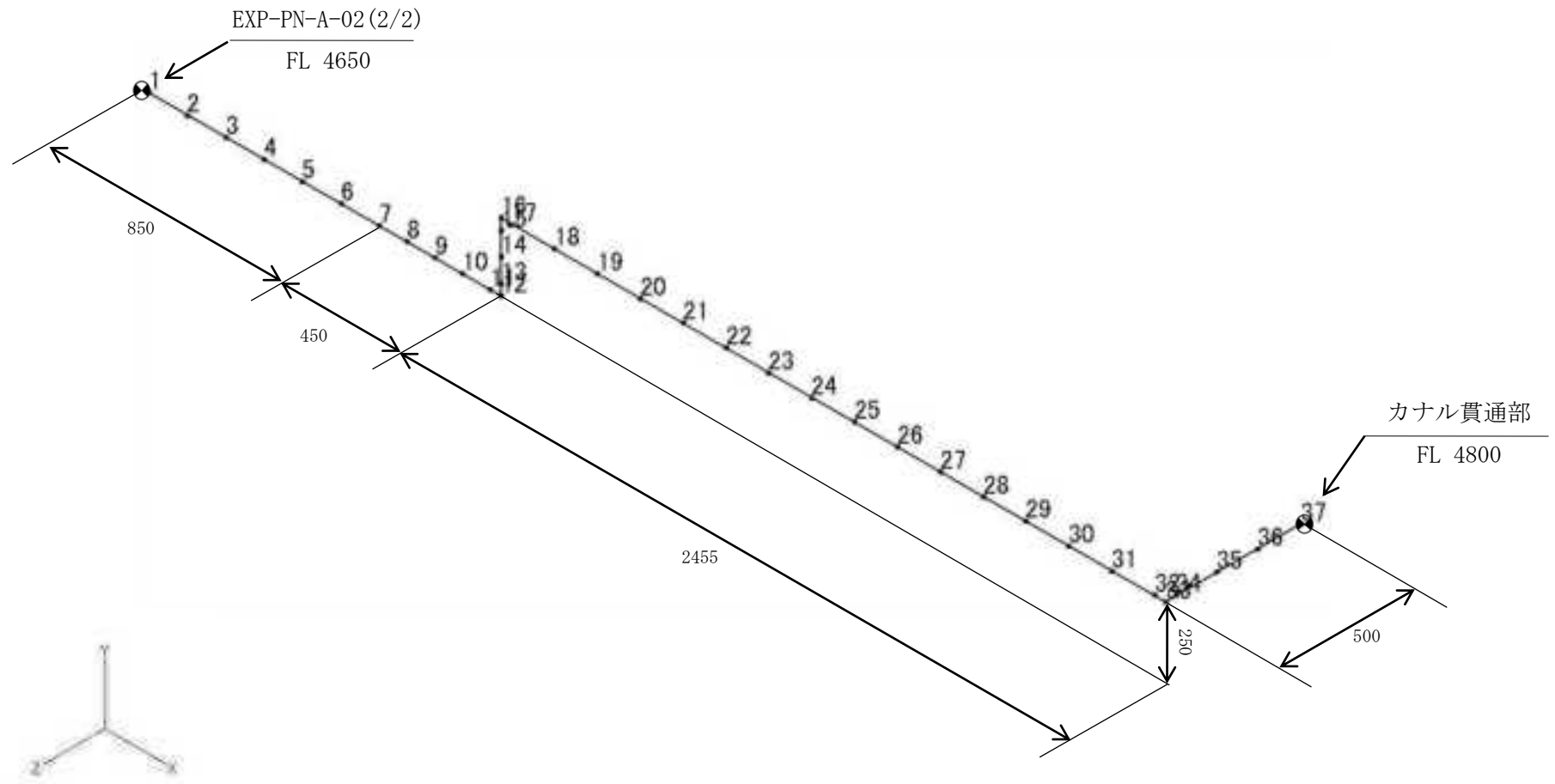


(5) EXP-PN-A-05





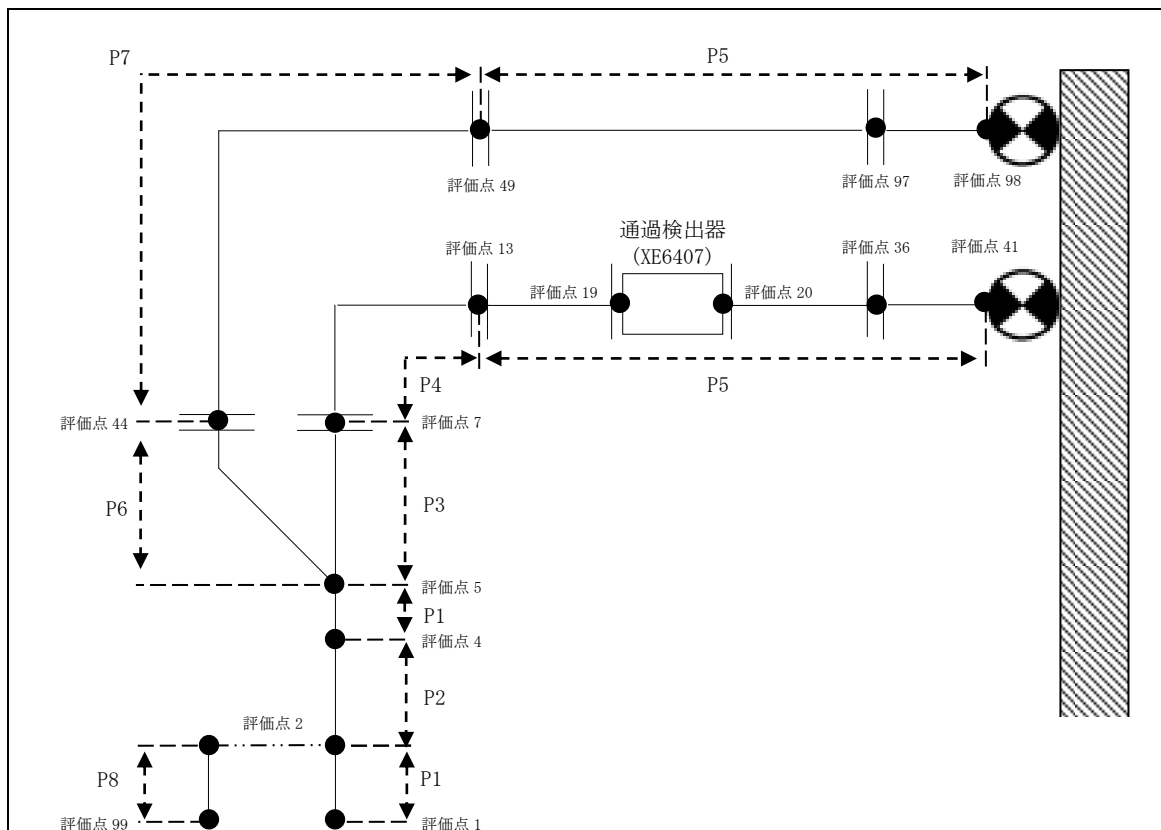
(6) EXP-PN-A-06



### 3. 設計条件

#### 3.1. EXP-PN-A-01

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	83.0	83.0(外)/43.7(内)	52.7
板厚(mm)	3.5	3.5(外)/3.5(内)	8.0
材質	A6063TE-T6	A6063S-T6	A6061FH-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.52 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33
最高使用温度(°C)	120	120	120
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類	窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	0.00
外部流体種類	水	水	水
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	152	152	208
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	158	158	228
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	152
			152
			208

配管番号			P4	P5	P6
外径(mm)			52.7	42.7	41.0
板厚(mm)			8.0	3.0	6.0
材質			A5052TD-0	SUS304TP	A6063TE-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$6.62 \times 10^4$	$1.88 \times 10^5$	$6.52 \times 10^4$
ポアソン比(-)			0.33	0.3	0.33
最高使用温度(°C)			120	120	120
最高使用圧力(MPa)			0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類			窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)			0.00	0.00	0.00
外部流体種類			水	水	水
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )			55	164	152
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )			160	433	158
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	55	164	152

配管番号	P7	P8	
外径(mm)	42.7	43.7	
板厚(mm)	6.0	3.5	
材質	A5052TD-0	A6063BE-T6	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.62 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$	
ポアソン比(-)	0.33	0.33	
最高使用温度(°C)	120	120	
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	窒素ガス	窒素ガス	
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	
外部流体種類	水	水	
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	55	152	
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	160	158	
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	
	55	152	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(4)	1.70	1.70
6	(1)	1.00	—
7	(9)	2.10	—
8	(6)	0.17	—
9	(6)	0.17	—
10	(6)	0.17	—
11	(6)	0.17	—
12	(6)	0.17	—
13	(9)	2.10	—
14	(6)	0.27	—
15	(6)	0.27	—
16	(6)	0.27	—
17	(6)	0.27	—
18	(6)	0.27	—
19	(9)	2.10	—
20	(9)	2.10	—
21	(1)	1.00	—
22	(6)	0.27	—
23	(6)	0.27	—
24	(6)	0.27	—
25	(9)	2.10	—
26	(1)	1.00	—
27	(6)	0.27	—
28	(6)	0.27	—
29	(6)	0.27	—
30	(1)	1.00	—
31	(9)	2.10	—
32	(1)	1.00	—
33	(6)	0.27	—
34	(6)	0.27	—
35	(6)	0.27	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(9)	2.10	—
37	(6)	0.27	—
38	(6)	0.27	—
39	(6)	0.27	—
40	(1)	1.00	—
41	(2)	2.10	—
42	(6)	0.73	—
43	(6)	0.73	—
44	(9)	2.10	—
45	(1)	1.00	—
46	(6)	1.01	—
47	(6)	1.01	—
48	(1)	1.00	—
49	(9)	2.10	—
50	(1)	1.00	—
51	(6)	1.08	—
52	(6)	1.08	—
53	(6)	0.16	—
54	(6)	0.16	—
55	(6)	0.16	—
56	(6)	0.16	—
57	(6)	0.16	—
58	(1)	1.00	—
59	(6)	0.27	—
60	(6)	0.27	—
61	(6)	0.27	—
62	(1)	1.00	—
63	(6)	0.27	—
64	(6)	0.27	—
65	(6)	0.27	—
66	(1)	1.00	—
67	(2)	2.10	—
68	(2)	2.10	—
69	(2)	2.10	—
70	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(2)	2.10	—
72	(2)	2.10	—
73	(2)	2.10	—
74	(1)	1.00	—
75	(2)	2.10	—
76	(2)	2.10	—
77	(2)	2.10	—
78	(2)	2.10	—
79	(2)	2.10	—
80	(2)	2.10	—
81	(1)	1.00	—
82	(1)	1.00	—
83	(2)	2.10	—
84	(2)	2.10	—
85	(2)	2.10	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
86	(2)	2.10	—
87	(2)	2.10	—
88	(2)	2.10	—
89	(1)	1.00	—
90	(2)	2.10	—
91	(2)	2.10	—
92	(2)	2.10	—
93	(1)	1.00	—
94	(1)	1.00	—
95	(1)	1.00	—
96	(1)	1.00	—
97	(9)	2.10	—
98	(2)	2.10	—
99	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

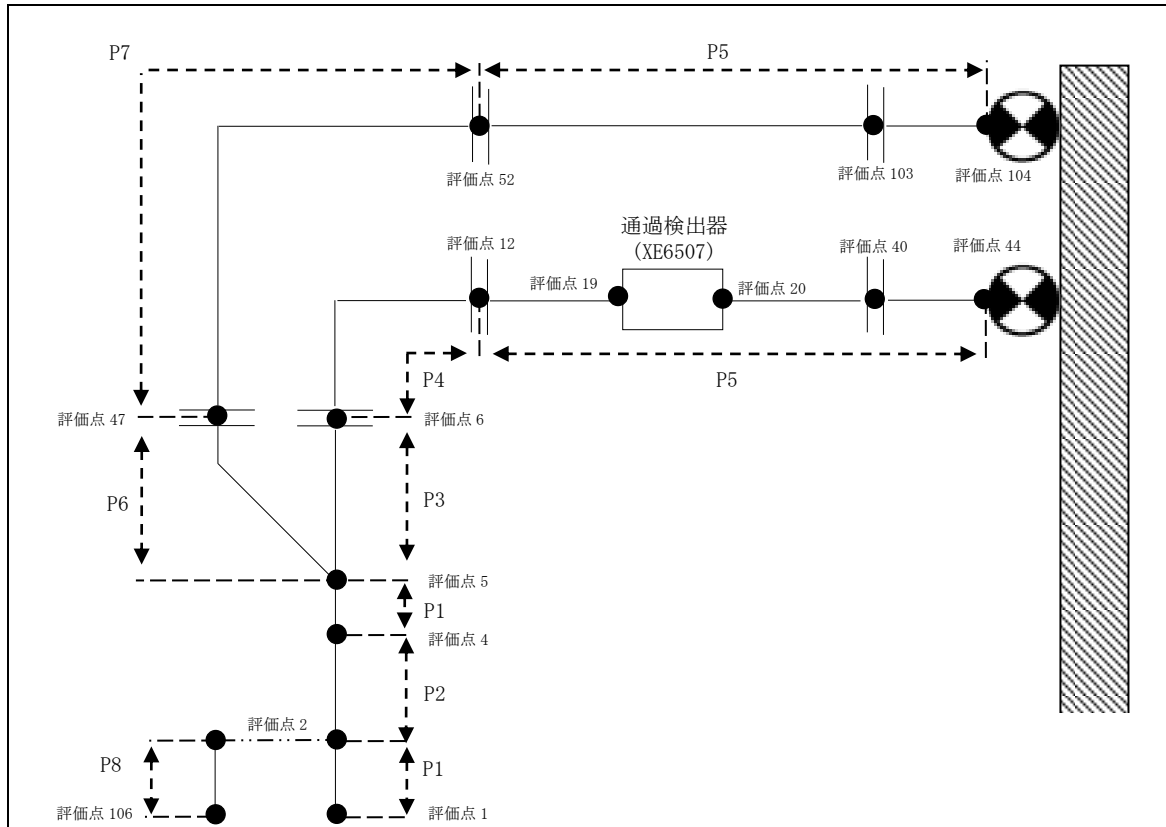
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
7	—	フランジ×2	2.000	φ 52.7 WN
13	—	フランジ×2	3.030	φ 52.7 WN+ 32A SO
19	XE6407	通過検出器+ フランジ	12.030	32A SO
20	XE6407	通過検出器+ フランジ	12.030	32A SO
25	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
31	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
36	—	フランジ×2	4.060	32A SO
44	—	フランジ×2	3.030	φ 52.7 WN
49	—	フランジ×2	4.060	φ 52.7 WN+ 32A SO
97	—	フランジ×2	4.060	32A SO
99	—	照射筒受座	0.200	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び 原子炉本体質点 1, 6, 7, 14, 19, 20	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

3.2. EXP-PN-A-02

(1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	83.0	83.0(外)/43.7(内)	52.7
板厚(mm)	3.5	3.5(外)/3.5(内)	8.0
材質	A6063TE-T6	A6063-T6	A6061FH-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.52 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33
最高使用温度(°C)	120	120	120
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.69 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類	窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	0.00
外部流体種類	水	水	水
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	152	152	208
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	158	158	228
許容応力(N/mm <sup>2</sup> )	152	152	208
B <sub>A</sub> S 1次			



配管番号			P4	P5	P6
外径(mm)			52.7	42.7	41.0
板厚(mm)			8.0	3.0	6.0
材質			A5052TD-0	SUS304TP	A6063TE-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$6.62 \times 10^4$	$1.88 \times 10^5$	$6.52 \times 10^4$
ポアソン比(-)			0.33	0.3	0.33
最高使用温度(°C)			120	120	120
最高使用圧力(MPa)			0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$
内部流体種類			窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)			0.00	0.00	0.00
外部流体種類			水	水	水
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy (N/mm <sup>2</sup> )			55	164	152
設計引張強さ Su (N/mm <sup>2</sup> )			160	433	158
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	55	164	152

配管番号	P7	P8	
外径(mm)	42.7	43.7	
板厚(mm)	6.0	3.5	
材質	A5052TD-0	A6063BE-T6	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.62 \times 10^4$	$6.52 \times 10^4$	
ポアソン比(-)	0.33	0.33	
最高使用温度(°C)	120	120	
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	窒素ガス	窒素ガス	
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	
外部流体種類	水	水	
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	55	152	
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	160	158	
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	
	55	152	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(4)	1.70	1.70
6	(9)	2.10	—
7	(6)	0.17	—
8	(6)	0.17	—
9	(6)	0.17	—
10	(6)	0.17	—
11	(6)	0.17	—
12	(9)	2.10	—
13	(6)	0.27	—
14	(6)	0.27	—
15	(6)	0.27	—
16	(6)	0.27	—
17	(6)	0.27	—
18	(6)	0.27	—
19	(9)	2.10	—
20	(9)	2.10	—
21	(6)	0.16	—
22	(6)	0.16	—
23	(6)	0.16	—
24	(6)	0.16	—
25	(6)	0.16	—
26	(9)	2.10	—
27	(1)	1.00	—
28	(6)	0.27	—
29	(6)	0.27	—
30	(6)	0.27	—
31	(9)	2.10	—
32	(6)	0.27	—
33	(6)	0.27	—
34	(6)	0.27	—
35	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(1)	1.00	—
37	(6)	0.27	—
38	(6)	0.27	—
39	(6)	0.27	—
40	(9)	2.10	—
41	(6)	0.27	—
42	(6)	0.27	—
43	(6)	0.27	—
44	(2)	2.10	—
45	(6)	0.73	—
46	(6)	0.73	—
47	(9)	2.10	—
48	(1)	1.00	—
49	(6)	1.01	—
50	(6)	1.01	—
51	(1)	1.00	—
52	(9)	2.10	—
53	(1)	1.00	—
54	(1)	1.00	—
55	(6)	1.08	—
56	(6)	1.08	—
57	(6)	1.08	—
58	(6)	0.17	—
59	(6)	0.17	—
60	(6)	0.17	—
61	(6)	0.17	—
62	(6)	0.17	—
63	(6)	0.17	—
64	(6)	0.17	—
65	(6)	0.17	—
66	(6)	0.17	—
67	(6)	0.17	—
68	(6)	0.17	—
69	(1)	1.00	—
70	(6)	0.27	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(6)	0.27	—
72	(6)	0.27	—
73	(9)	2.10	—
74	(6)	0.27	—
75	(6)	0.27	—
76	(6)	0.27	—
77	(1)	1.00	—
78	(2)	2.10	—
79	(2)	2.10	—
80	(2)	2.10	—
81	(2)	2.10	—
82	(2)	2.10	—
83	(2)	2.10	—
84	(1)	1.00	—
85	(2)	2.10	—
86	(2)	2.10	—
87	(2)	2.10	—
88	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
89	(1)	1.00	—
90	(1)	1.00	—
91	(1)	1.00	—
92	(2)	2.10	—
93	(2)	2.10	—
94	(2)	2.10	—
95	(1)	1.00	—
96	(2)	2.10	—
97	(2)	2.10	—
98	(2)	2.10	—
99	(1)	1.00	—
100	(1)	1.00	—
101	(1)	1.00	—
102	(1)	1.00	—
103	(9)	2.10	—
104	(2)	2.10	—
105	(1)	1.00	—
106	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

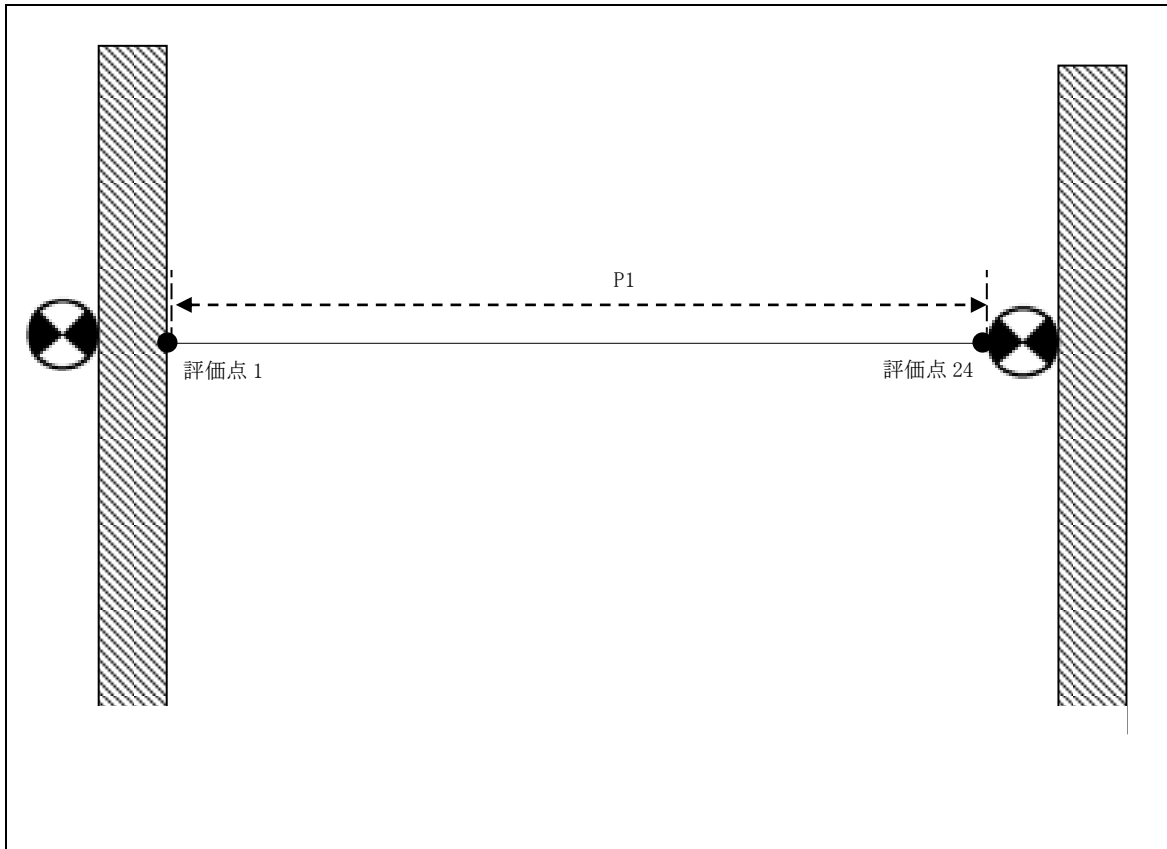
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
6	—	フランジ×2	2.000	φ 52.7 WN (アルミ)
12	—	フランジ×2	3.030	φ 52.7 WN (アルミ)+ 32A SO
19	XE6507	通過検出器+ フランジ	15.600	32A SO
20	XE6507	通過検出器+ フランジ	15.600	32A SO
26	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
31	—	スリーブジョイント	0.506	φ 43.2×3.9
40	—	フランジ×2	4.060	32A SO
47	—	フランジ×2	3.030	φ 52.7 WN (アルミ)
52	—	フランジ×2	4.060	φ 52.7 WN (アルミ)+ 32A SO
103	—	フランジ×2	4.060	32A SO
106	—	照射筒受座	0.200	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>A</sub> S	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 9, 10 及び 原子炉本体質点 1, 6, 7, 14, 19, 20	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 9, 10	0.41	—

3.3. EXP-PN-A-03

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.88×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	120			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	窒素ガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	164			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	433			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	164	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(9)	2.10	—
9	(3)	1.90	—
10	(3)	1.90	—
11	(3)	1.90	—
12	(3)	1.90	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(9)	2.10	—
14	(3)	1.90	—
15	(3)	1.90	—
16	(3)	1.90	—
17	(3)	1.90	—
18	(9)	2.10	—
19	(3)	1.90	—
20	(3)	1.90	—
21	(3)	1.90	—
22	(3)	1.90	—
23	(1)	1.00	—
24	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

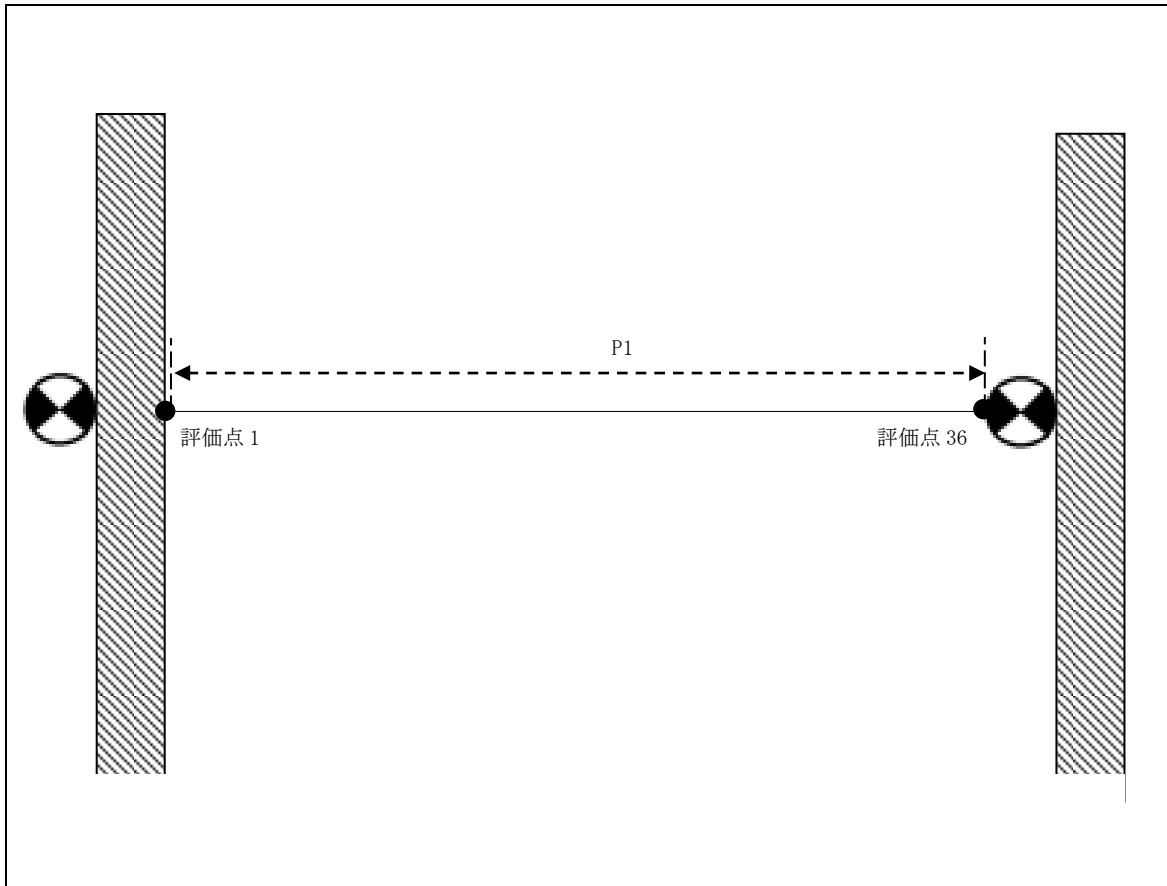
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
13	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
18	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 9, 10	0.32	0.27
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.4. EXP-PN-A-04

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.88×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	120			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	窒素ガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	164			
設計引張強さ Su	433			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	164	



## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(5)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(2)	2.10	—
18	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(2)	2.10	—
35	(5)	2.10	—
36	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

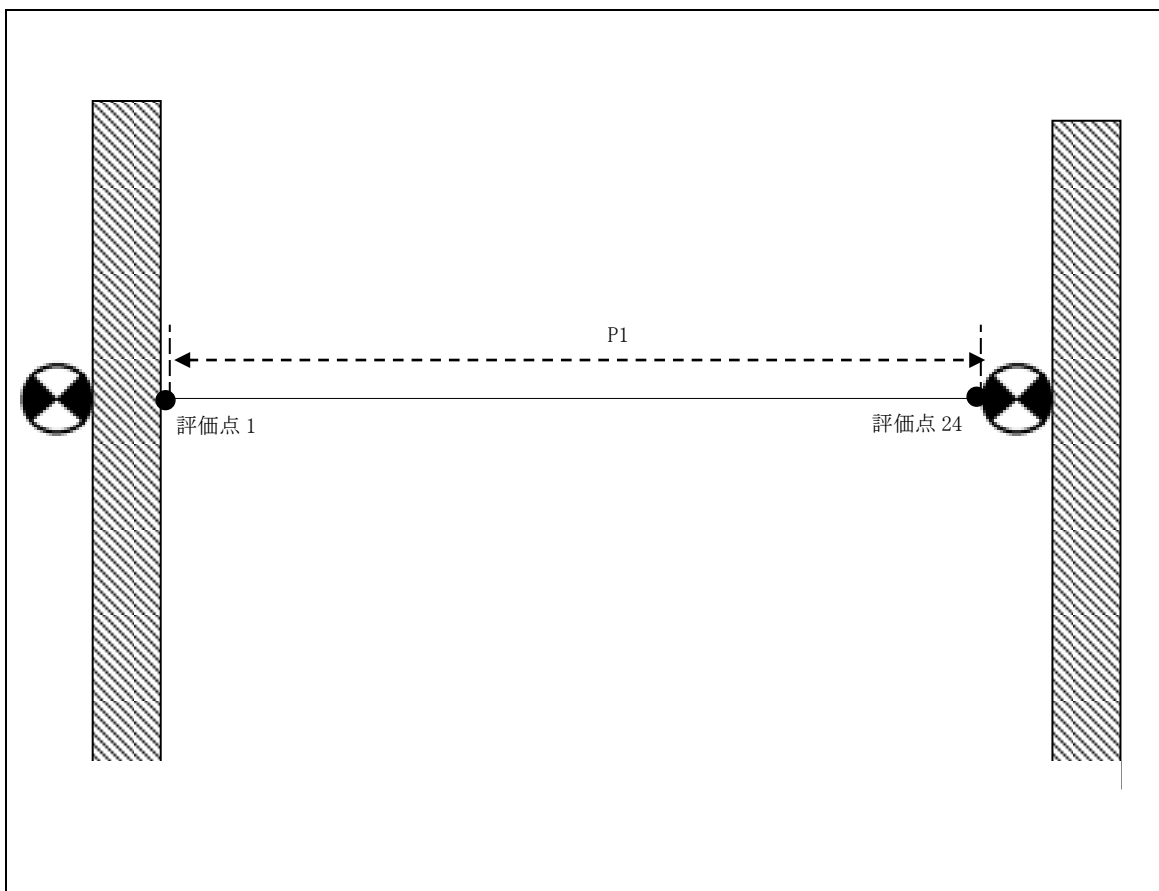
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.5. EXP-PN-A-05

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.88×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	120			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	窒素ガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	164			
設計引張強さ Su	433			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	164	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(1)	1.00	—
8	(2)	2.10	—
9	(3)	1.90	—
10	(3)	1.90	—
11	(3)	1.90	—
12	(3)	1.90	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
13	(2)	2.10	—
14	(3)	1.90	—
15	(3)	1.90	—
16	(3)	1.90	—
17	(3)	1.90	—
18	(2)	2.10	—
19	(3)	1.90	—
20	(3)	1.90	—
21	(3)	1.90	—
22	(3)	1.90	—
23	(1)	1.00	—
24	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

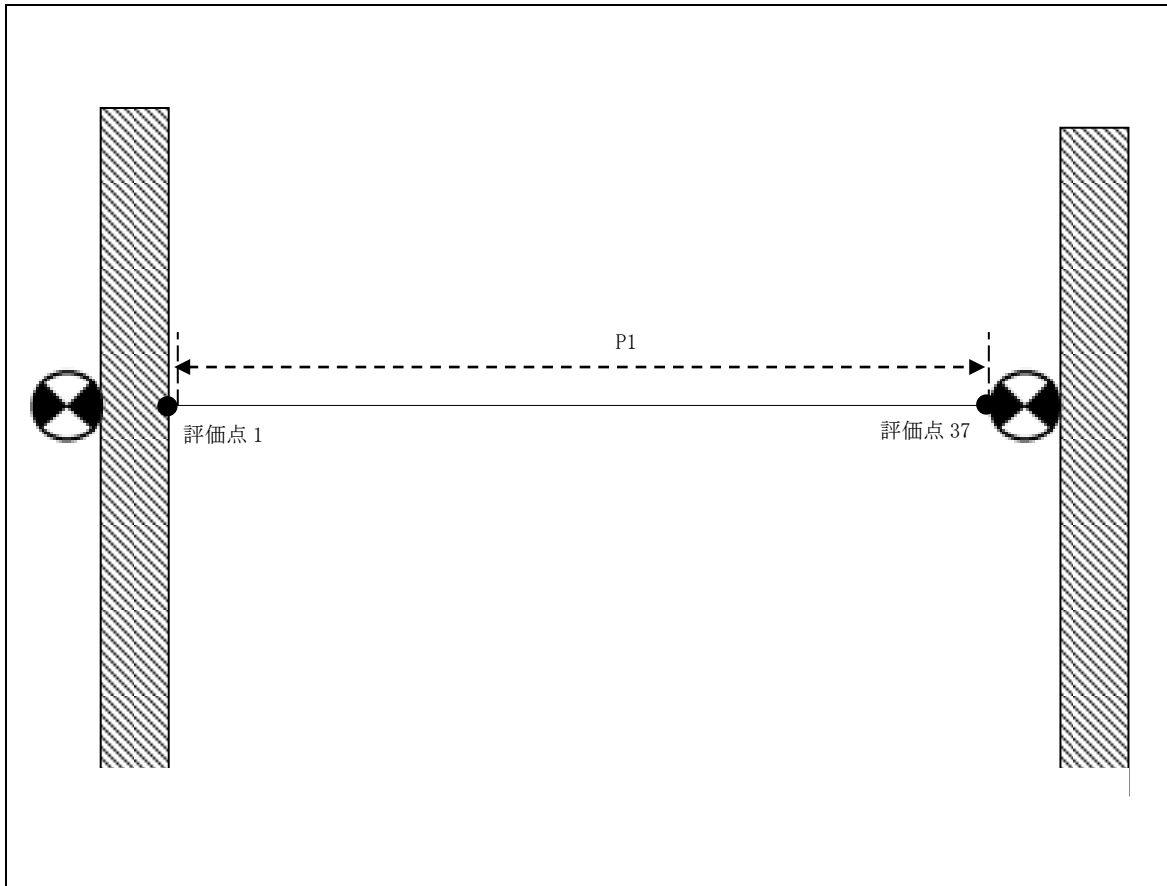
評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
13	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$
18	—	スリーブジョイント	0.506	$\phi 43.2 \times 3.9$

## (4) 入力地震波

許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	1.2ZPA	—	原子炉建家質点 9, 10	0.32	0.27
	静的地震力	—	—		0.41	—

3.6. EXP-PN-A-06

(1) 解析モデル



配管番号	P1			
外径(mm)	42.7			
板厚(mm)	3.0			
材質	SUS304TP			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.88×10 <sup>5</sup>			
ポアソン比(-)	0.3			
最高使用温度(°C)	120			
最高使用圧力(MPa)	0.0981			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	窒素ガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy	164			
設計引張強さ Su	433			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	164	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(2)	2.10	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—
7	(5)	2.10	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(2)	2.10	—
12	(2)	2.10	—
13	(2)	2.10	—
14	(1)	1.00	—
15	(2)	2.10	—
16	(2)	2.10	—
17	(2)	2.10	—
18	(1)	1.00	—
19	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
20	(1)	1.00	—
21	(1)	1.00	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(1)	1.00	—
25	(1)	1.00	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(1)	1.00	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(1)	1.00	—
32	(2)	2.10	—
33	(2)	2.10	—
34	(2)	2.10	—
35	(1)	1.00	—
36	(5)	2.10	—
37	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
—	—	—	—	—

## (4) 入力地震波

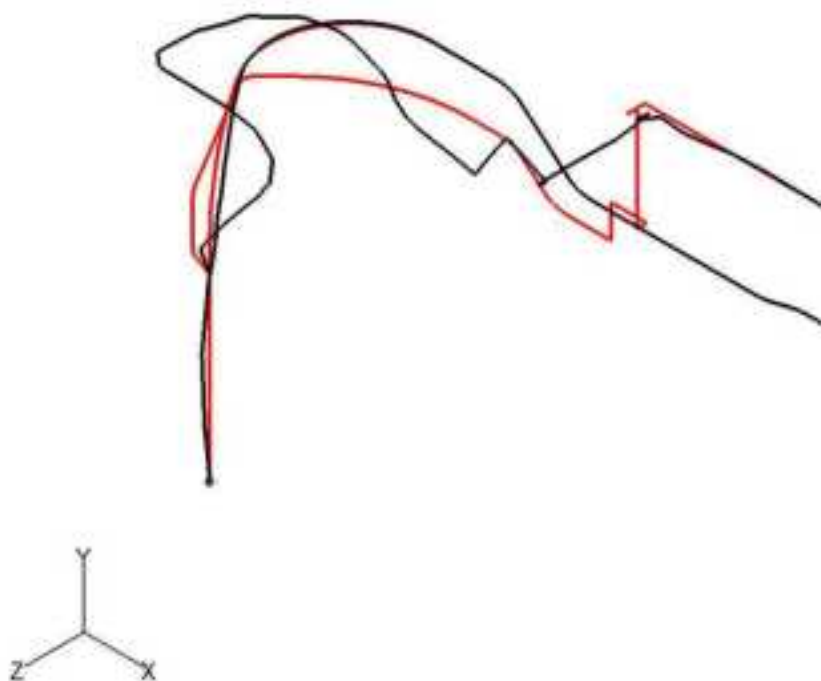
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

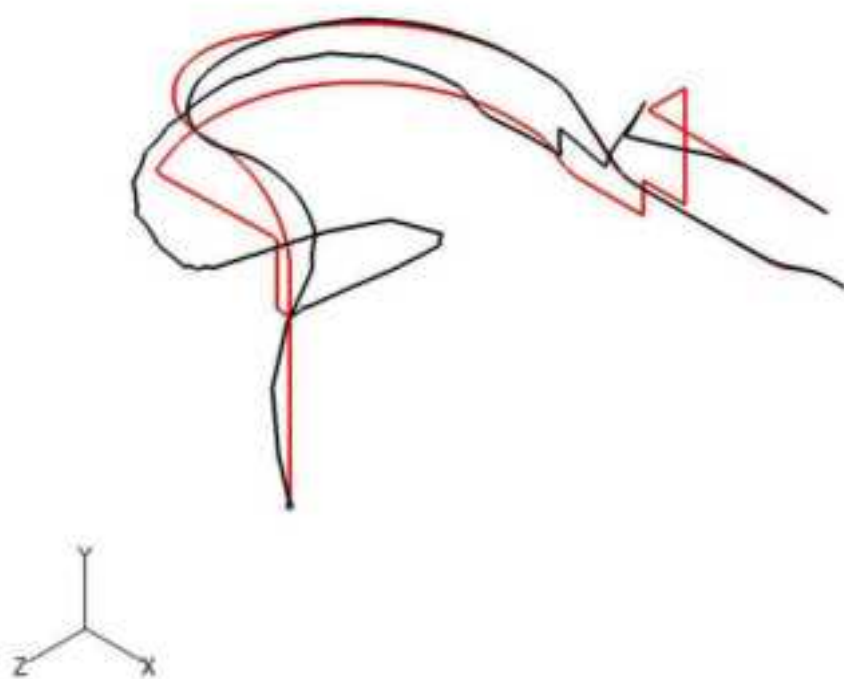
(1) EXP-PN-A-01

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	10.3	16.8	12.9
固有周期 (s)	0.097	0.059	0.078



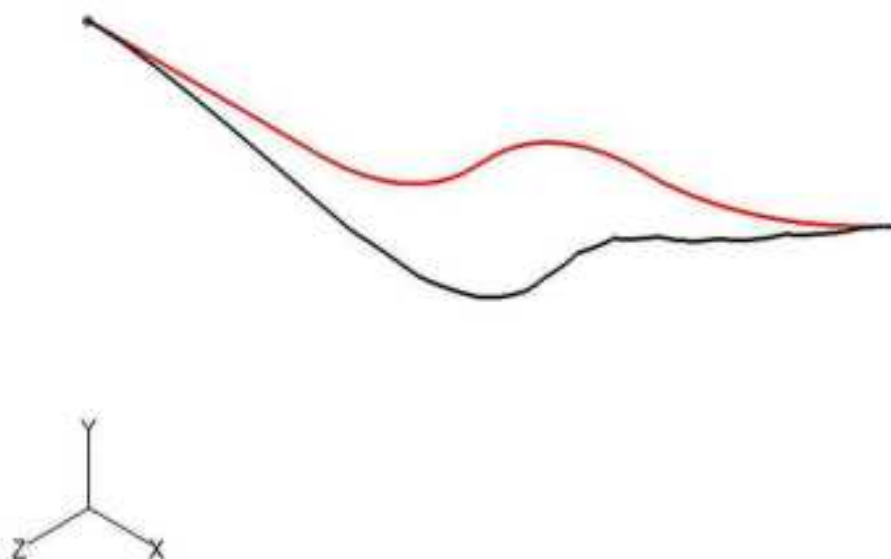
(2) EXP-PN-A-02

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	12.1	15.6	10.2
固有周期 (s)	0.083	0.064	0.098



(3) EXP-PN-A-03

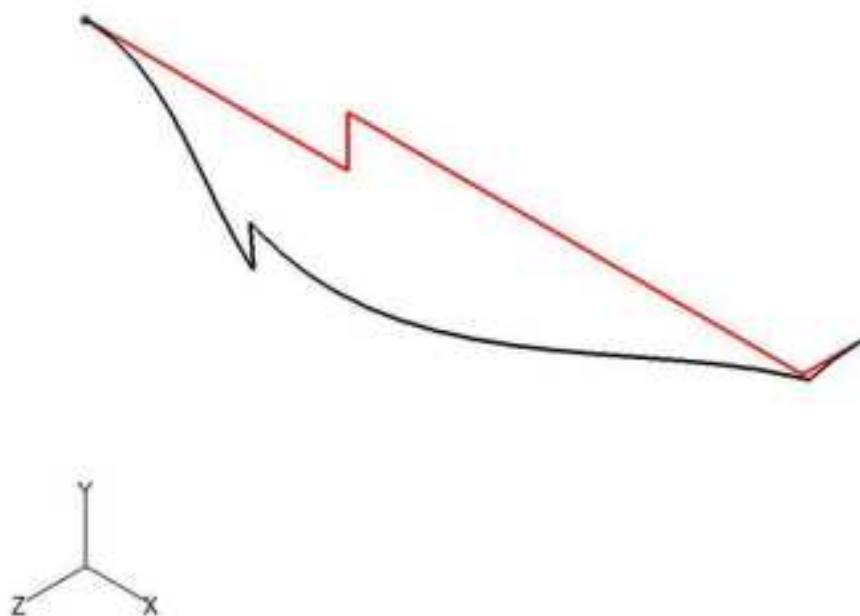
モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	536.4	21.5	23.0
固有周期 (s)	0.002	0.047	0.043





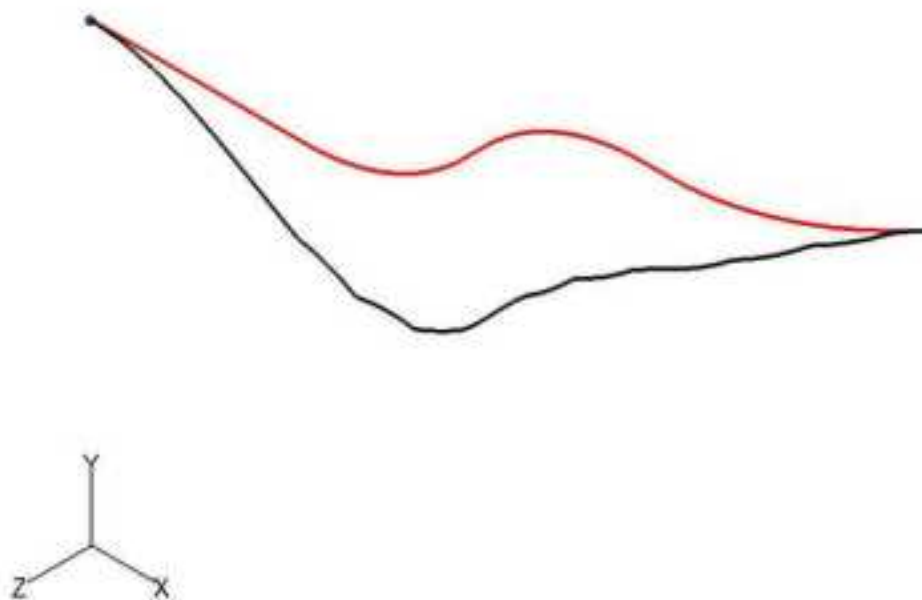
(4) EXP-PN-A-04

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	77.8	14.9	12.7
固有周期 (s)	0.013	0.067	0.079



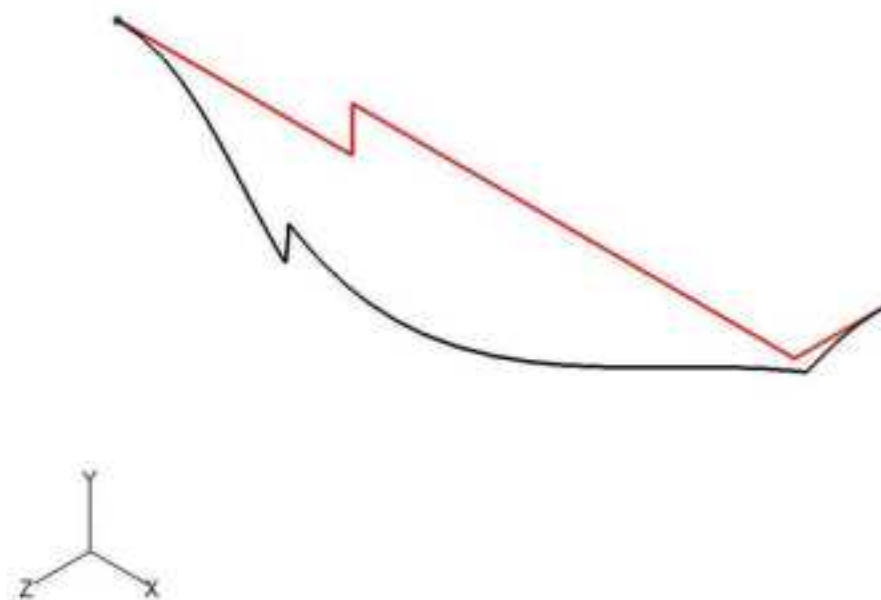
(5) EXP-PN-A-05

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	550.9	21.4	22.8
固有周期 (s)	0.002	0.047	0.044



(6) EXP-PN-A-06

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	49.7	12.9	11.0
固有周期 (s)	0.020	0.078	0.091



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. EXP-PN-A-01

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	49	一次応力	1	3	23	-	27	55

##### 4.2.2. EXP-PN-A-02

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	12	一次応力	1	12	14	-	27	55

4.2.3. EXP-PN-A-03

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	24	一次応力	1	18	6	-	25	164

4.2.4. EXP-PN-A-04

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	28	49	-	78	164

4.2.5. EXP-PN-A-05

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	17	7	—	25	164

4.2.6. EXP-PN-A-06

(1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	1	一次応力	1	32	61	—	94	164

4.3. 拘束点反力

4.3.1. EXP-PN-A-01

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	28	—	24	—	—	—
	動的地震荷重 Y	7	—	10	—	—	—
	動的地震荷重 Z	39	—	40	—	—	—
	静的地震荷重 X	22	—	8	—	—	—
	静的地震荷重 Z	11	—	9	—	—	—
5	自重	3	255	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	101	42	108	—	—	—
	動的地震荷重 Y	22	48	33	—	—	—
	動的地震荷重 Z	181	93	205	—	—	—
	静的地震荷重 X	98	26	48	—	—	—
	静的地震荷重 Z	66	64	176	—	—	—
14	自重	—	148	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	26	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	53	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	57	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	18	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	48	—	—	—	—
14	自重	13	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	30	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	15	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	18	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	39	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	38	—	—	—	—	—
	方向	0.9063	0.0000	-0.4226	—	—	—
21	自重	—	329	8	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	23	47	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	49	19	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	33	60	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	41	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	4	130	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
30	自重	—	75	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	14	25	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	19	10	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	16	27	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	48	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	33	—	—	—
41	自重	7	86	1	986	368	29126
	動的地震荷重 X	62	16	20	963	8829	7387
	動的地震荷重 Y	19	12	8	597	3079	5487
	動的地震荷重 Z	41	13	16	754	6498	5586
	静的地震荷重 X	208	6	4	48	2551	6640
	静的地震荷重 Z	3	1	35	1465	11987	419
50	自重	—	124	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	21	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	18	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	46	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	8	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	19	—	—	—	—
50	自重	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	222	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	12	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	52	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	117	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	30	—	—	—	—	—
	方向	0.8572	0.0000	-0.5150	—	—	—
58	自重	—	89	6	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	11	104	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	13	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	20	33	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	43	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	43	—	—	—



拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
74	自重	—	129	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	71	45	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	17	13	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	23	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	27	16	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	38	—	—	—
95	自重	—	62	15	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	135	51	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	7	22	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	24	53	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	45	13	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	51	—	—	—
98	自重	7	48	9	816	2649	5661
	動的地震荷重 X	85	46	25	1219	7136	13639
	動的地震荷重 Y	7	9	12	900	3463	1649
	動的地震荷重 Z	14	10	31	2191	8697	2690
	静的地震荷重 X	89	15	5	41	1504	4347
	静的地震荷重 Z	1	2	6	1210	1853	413

## 4.3.2. EXP-PN-A-02

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1	—	3	—	—	—
	動的地震荷重 X	71	—	29	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	34	—	24	—	—	—
	静的地震荷重 X	4	—	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	—	26	—	—	—
5	自重	3	264	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	305	145	73	—	—	—
	動的地震荷重 Y	36	49	9	—	—	—
	動的地震荷重 Z	145	69	55	—	—	—
	静的地震荷重 X	189	63	14	—	—	—
	静的地震荷重 Z	11	8	76	—	—	—
14	自重	—	157	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	103	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	62	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	52	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	50	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	7	—	—	—	—
14	自重	15	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	53	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	10	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	42	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	11	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	73	—	—	—	—	—
	方向	-0.0785	0.0000	0.9969	—	—	—
21	自重	—	322	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	37	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	60	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	37	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	3	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
21	自重	15	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	50	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	40	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	83	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	95	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	118	—	—	—	—	—
	方向	0.8660	0.0000	0.5000	—	—	—
27	自重	—	66	7	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	17	264	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	24	24	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	14	136	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	4	70	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	135	—	—	—
35	自重	—	102	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	25	138	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	18	18	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	15	74	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	12	39	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	9	11	—	—	—
44	自重	10	78	1	1147	181	25827
	動的地震荷重 X	225	19	30	2876	17516	14693
	動的地震荷重 Y	35	13	7	726	2993	6353
	動的地震荷重 Z	123	9	23	2158	11009	8290
	静的地震荷重 X	153	10	5	180	3067	6383
	静的地震荷重 Z	102	8	39	2851	15245	4519
53	自重	—	109	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	43	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	9	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	30	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	14	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	—	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
53	自重	9	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	175	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	10	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	107	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	85	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	84	—	—	—	—	—
	方向	0.0262	0.0000	0.9997	—	—	—
63	自重	—	87	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	7	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	8	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	10	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	1	—	—	—	—
63	自重	8	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	212	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	9	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	111	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	131	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	3	—	—	—	—	—
	方向	0.8660	0.0000	0.5000	—	—	—
69	自重	—	72	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	9	30	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	9	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	11	19	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	1	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	2	42	—	—	—
84	自重	—	138	7	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	13	20	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	15	13	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	14	14	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	9	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	5	39	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
101	自重	—	68	14	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	40	71	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	8	12	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	28	96	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	16	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	12	61	—	—	—
104	自重	6	45	8	2082	2294	4722
	動的地震荷重 X	37	18	45	3491	13129	5196
	動的地震荷重 Y	7	8	8	662	1833	1373
	動的地震荷重 Z	22	15	56	5201	16467	4206
	静的地震荷重 X	79	6	4	334	1213	1698
	静的地震荷重 Z	3	7	2	1902	3874	1884

## 4.3.3. EXP-PN-A-03

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	19	66	2	766	1465	33016
	動的地震荷重 X	29	2	1	151	445	426
	動的地震荷重 Y	5	18	1	207	396	8915
	動的地震荷重 Z	18	6	22	328	10698	2515
	静的地震荷重 X	37	2	1	193	570	546
	静的地震荷重 Z	23	7	28	420	13707	3223
24	自重	19	78	2	18485	3195	32838
	動的地震荷重 X	18	2	1	548	3189	699
	動的地震荷重 Y	5	21	1	4991	863	8867
	動的地震荷重 Z	18	6	24	781	6454	1653
	静的地震荷重 X	23	2	1	703	4086	896
	静的地震荷重 Z	23	7	31	1001	8270	2118

## 4.3.4. EXP-PN-A-04

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	145	104	3	926	2611	61627
	動的地震荷重 X	13	7	8	698	5580	3691
	動的地震荷重 Y	146	76	38	2959	30515	51555
	動的地震荷重 Z	71	53	95	8397	79208	40697
	静的地震荷重 X	38	1	1	90	588	4
	静的地震荷重 Z	25	3	37	1848	24081	1
36	自重	145	74	3	19702	38069	25592
	動的地震荷重 X	13	5	7	1603	4494	1669
	動的地震荷重 Y	150	35	32	9933	32627	19762
	動的地震荷重 Z	74	36	80	14303	55658	20491
	静的地震荷重 X	35	1	1	357	8530	712
	静的地震荷重 Z	25	3	37	1609	8808	1410

## 4.3.5. EXP-PN-A-05

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	6	73	1	878	426	36741
	動的地震荷重 X	28	2	1	172	482	330
	動的地震荷重 Y	2	20	—	237	115	9920
	動的地震荷重 Z	18	6	22	26	10674	2229
	静的地震荷重 X	35	2	1	221	618	423
	静的地震荷重 Z	23	7	28	33	13676	2856
24	自重	6	70	1	16736	1840	30242
	動的地震荷重 X	19	2	1	559	3392	756
	動的地震荷重 Y	2	19	—	4519	497	8166
	動的地震荷重 Z	18	6	24	1174	6510	1971
	静的地震荷重 X	24	2	1	716	4346	969
	静的地震荷重 Z	23	7	31	1504	8341	2525



## 4.3.6. EXP-PN-A-06

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	105	107	4	2218	4249	70120
	動的地震荷重 X	20	14	13	1506	11158	11003
	動的地震荷重 Y	120	75	64	6380	54979	58720
	動的地震荷重 Z	129	92	85	9035	73696	74755
	静的地震荷重 X	55	3	1	163	839	403
	静的地震荷重 Z	35	3	39	2314	26683	504
37	自重	105	88	4	37109	43626	26040
	動的地震荷重 X	17	13	11	6226	8464	4749
	動的地震荷重 Y	129	48	53	23214	43375	23287
	動的地震荷重 Z	140	63	70	31877	56131	31112
	静的地震荷重 X	26	3	1	1100	8919	1397
	静的地震荷重 Z	35	3	42	2297	628	1621



3-4-7-5. 放射化分析用照射設備主配管の耐震  
強度評価

## 目次

1. 概要	添 3-4-7-5-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	添 3-4-7-5-2
2.1. 概略系統図	添 3-4-7-5-2
2.2. 鳥瞰図	添 3-4-7-5-3
3. 設計条件	添 3-4-7-5-8
3.1. EXP-PH-A-01	添 3-4-7-5-8
4. 解析結果及び評価	添 3-4-7-5-15
4.1. 固有周期	添 3-4-7-5-15
4.2. 結論	添 3-4-7-5-16
4.2.1. EXP-PH-A-01	添 3-4-7-5-16
4.3. 拘束点反力	添 3-4-7-5-17
4.3.1. EXP-PH-A-01	添 3-4-7-5-17

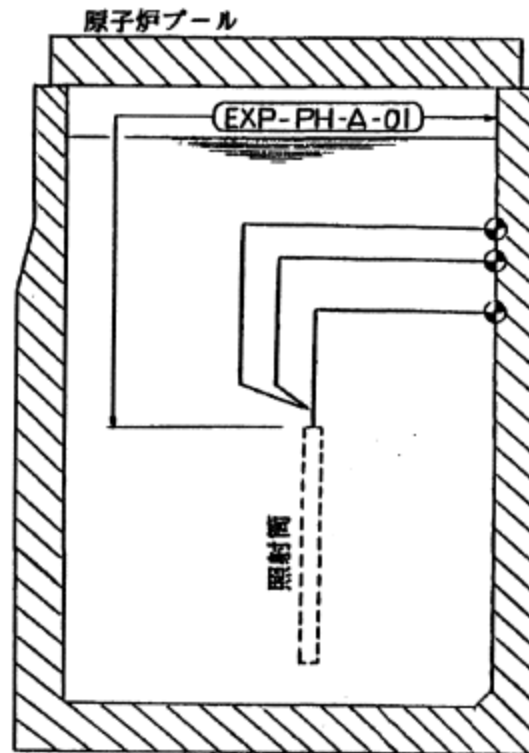
1. 概要

本計算書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
EXP-PH-A-01	重水タンク内照射筒 (PA) から 原子炉プール貫通部アンカ まで (照射筒 (PA) の第 4 種管を含む)	B



2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1. 概略系統図



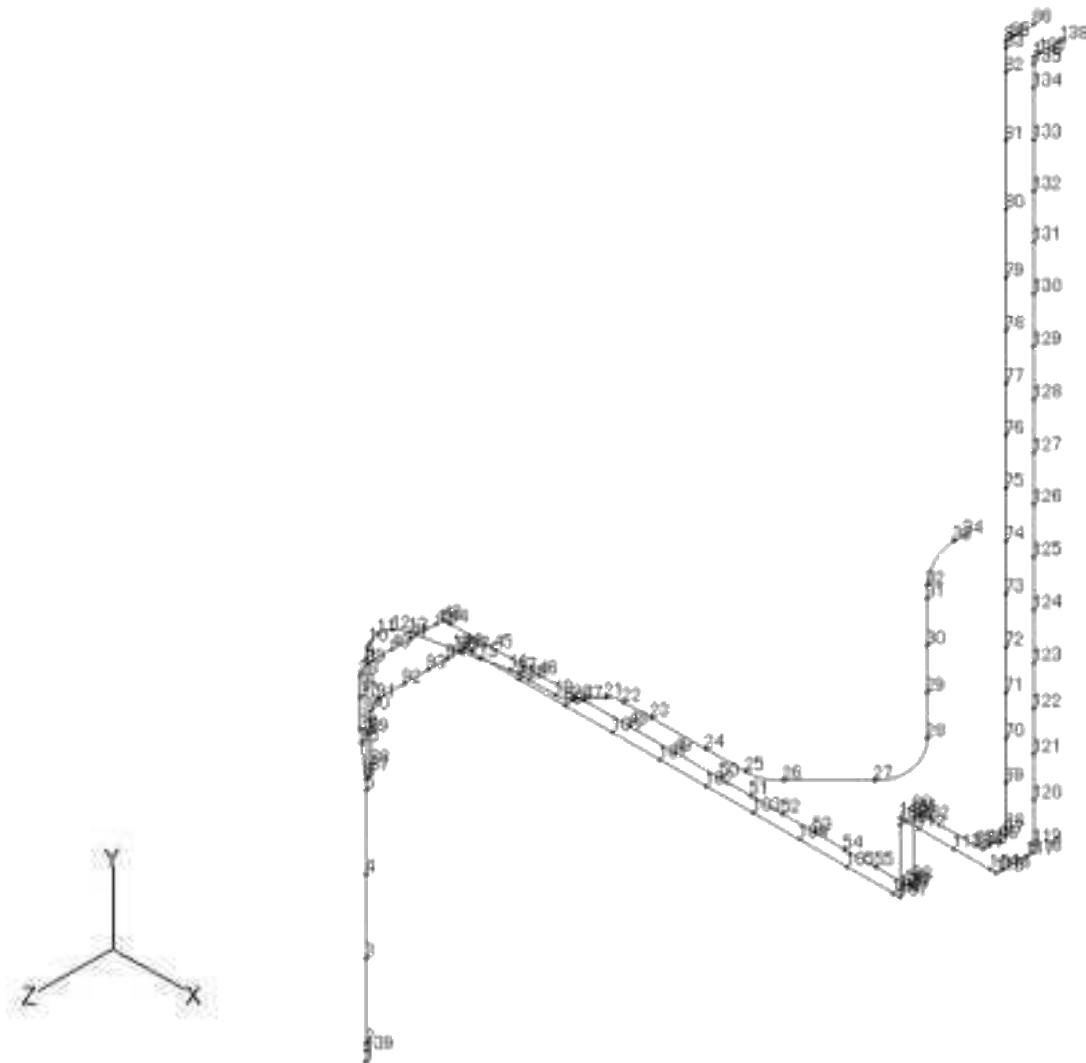
## 2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント

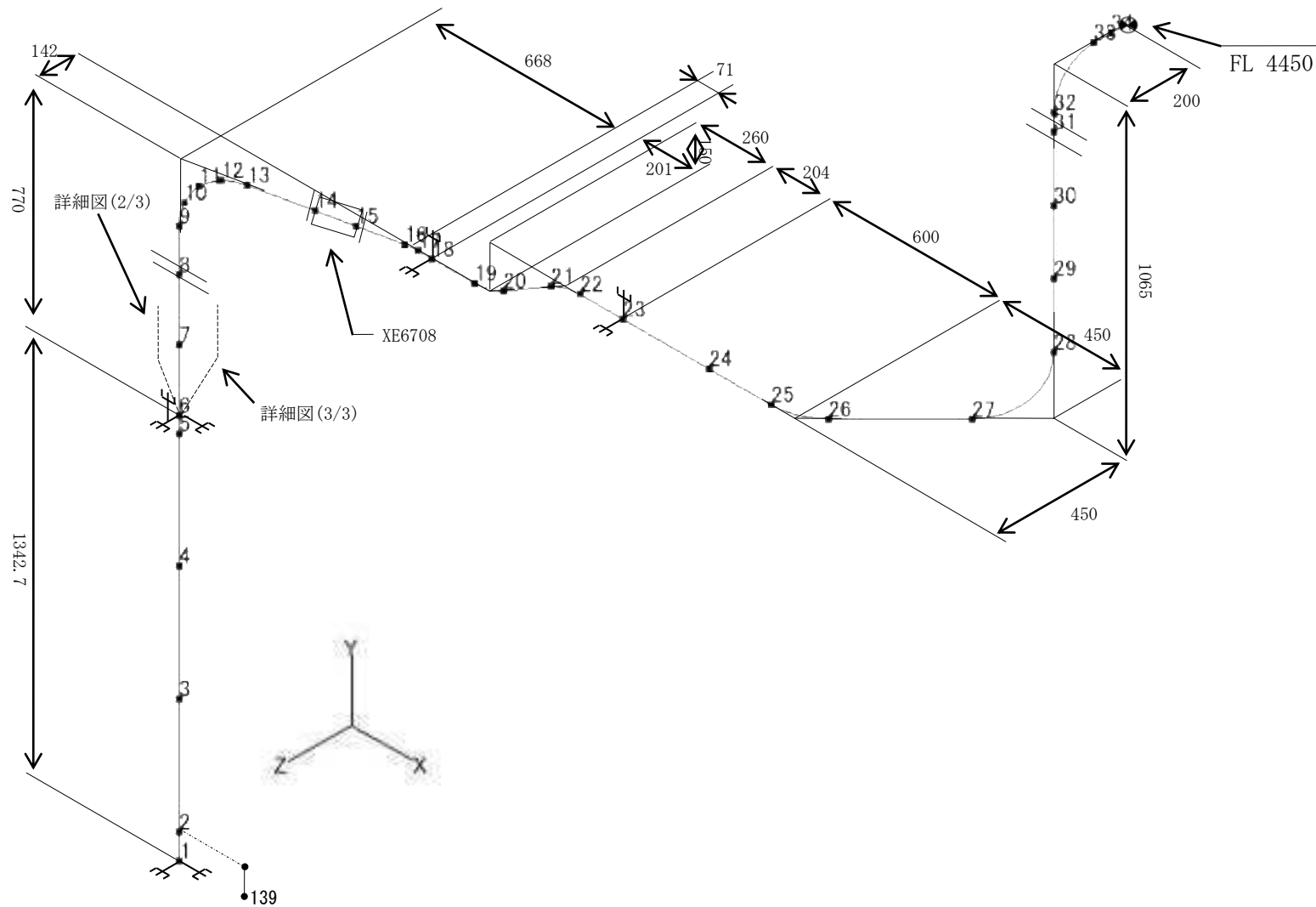
(1) EXP-PH-A-01

a. 全体図

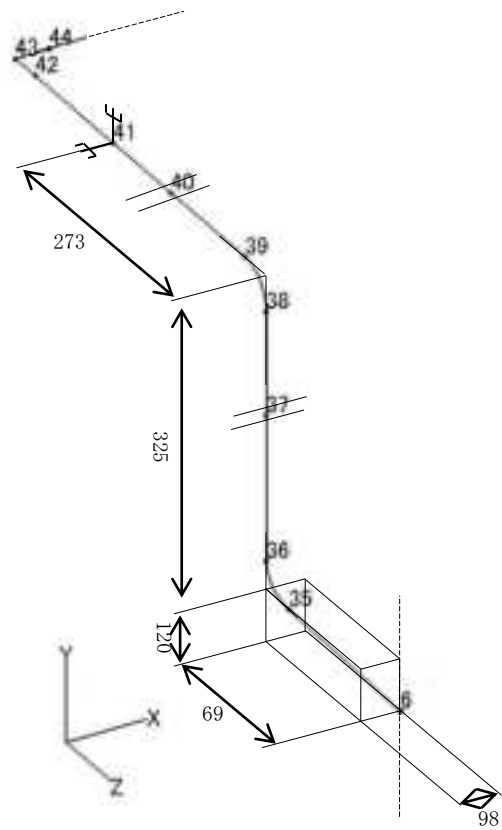




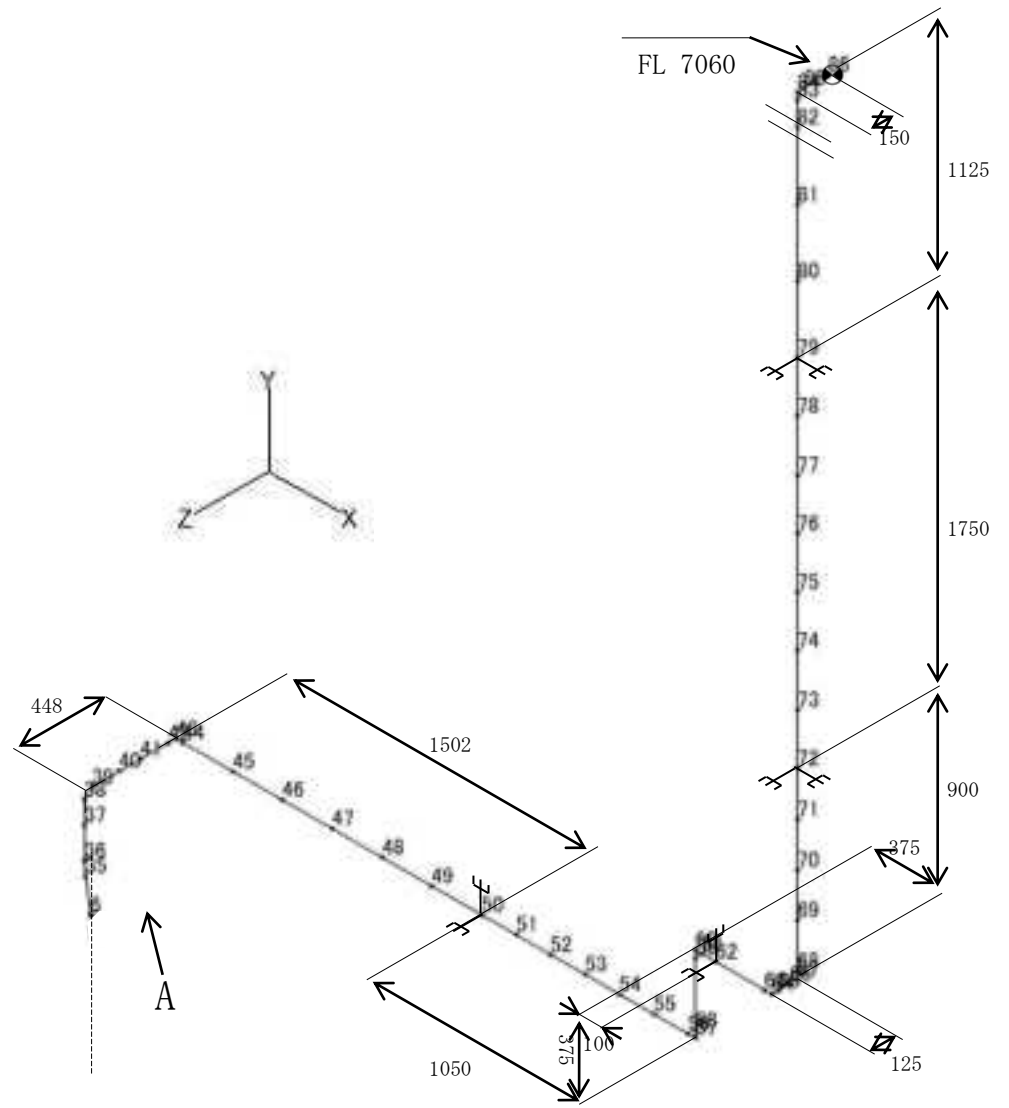
b. 詳細図(1/3)



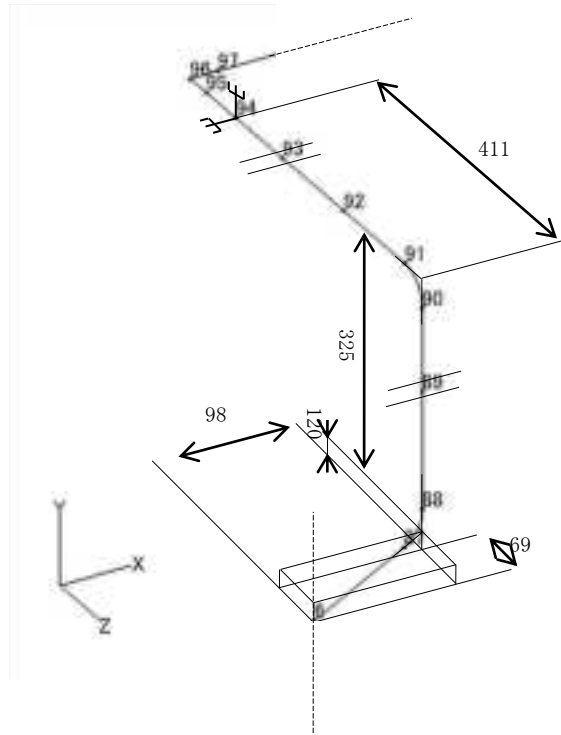
c. 詳細図(2/3)



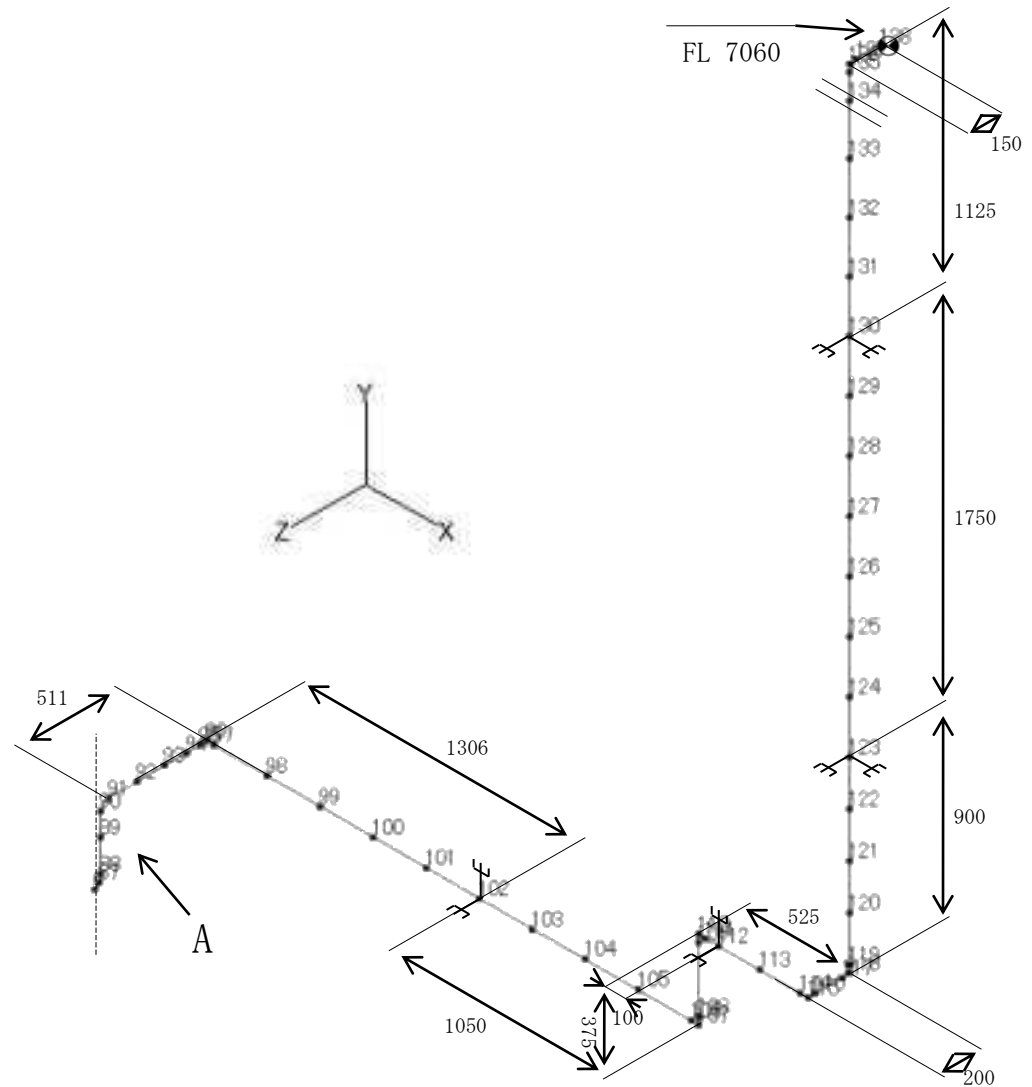
拡大部 A



d. 詳細図((3/3))



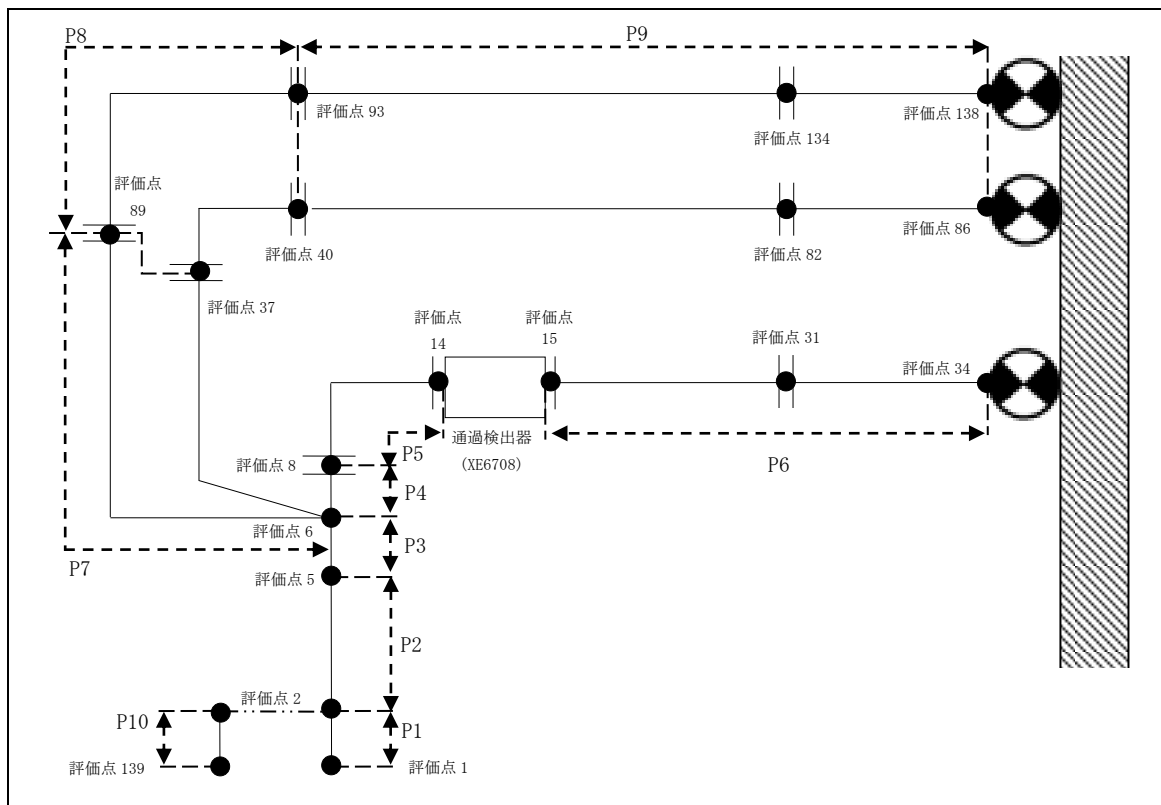
拡大部 A



### 3. 設計条件

#### 3.1. EXP-PH-A-01

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1	P2	P3
外径(mm)	45.0	45.0(外)/25.0(内)	45.0
板厚(mm)	4.0	4.0(外)/2.5(内)	4.0
材質	A6063TE-T6	A6063S-T6	A6063S-T6
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.76 \times 10^4$	$6.76 \times 10^4$	$6.76 \times 10^4$
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33
最高使用温度(°C)	100	100	100
最高使用圧力(MPa)	0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$	$2.70 \times 10^{-9}$
内部流体種類	窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)	0.00	0.00	0.00
外部流体種類	水	水	水
外部流体密度(ton/mm)	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	154	154	154
設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	164	164	164
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S 1次 154	154	154

配管番号		P4	P5	P6
外径(mm)		32.0	32.0	27.2
板厚(mm)		6.0	6.0	3.6
材質		A6061FH-T6	A5052TD-0	SUS304TP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )		$6.76 \times 10^4$	$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$
ポアソン比(-)		0.33	0.33	0.3
最高使用温度(°C)		100	60	60
最高使用圧力(MPa)		0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )		$2.70 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類		窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)		0.00	0.00	0.00
外部流体種類		水	水	水
外部流体密度(ton/mm)		$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )		214	61	192
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )		235	174	489
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次		
		214	61	192

配管番号			P7	P8	P9
外径(mm)			32.0	34.0	34.0
板厚(mm)			6.0	6.0	3.0
材質			A6063TE-T6	A5052TD-0	SUS304TP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )			$6.76 \times 10^4$	$6.86 \times 10^4$	$1.92 \times 10^5$
ポアソン比(-)			0.33	0.33	0.3
最高使用温度(°C)			100	60	60
最高使用圧力(MPa)			0.0981	0.0981	0.0981
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )			$2.70 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$
内部流体種類			窒素ガス	窒素ガス	窒素ガス
内部流体密度(ton/mm)			0.00	0.00	0.00
外部流体種類			水	水	水
外部流体密度(ton/mm)			$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$	$1.00 \times 10^{-9}$
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )			154	61	192
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )			164	174	489
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	154	61	192

配管番号	P10			
外径(mm)	25.0			
板厚(mm)	2.5			
材質	A6063BE-T6			
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	6.74×10 <sup>4</sup>			
ポアソン比(-)	0.33			
最高使用温度(°C)	100			
最高使用圧力(MPa)	0.9807			
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	2.70×10 <sup>-9</sup>			
内部流体種類	窒素ガス			
内部流体密度(ton/mm)	0.00			
外部流体種類	水			
外部流体密度(ton/mm)	1.00×10 <sup>-9</sup>			
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	154			
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	164			
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	154	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 $i$	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(4)	1.00	1.00
3	(1)	1.00	—
4	(1)	1.00	—
5	(1)	1.00	—
6	(4)	1.00	1.00
7	(1)	1.00	—
8	(9)	1.90	—
9	(6)	0.25	—
10	(6)	0.25	—
11	(6)	0.25	—
12	(6)	0.25	—
13	(6)	0.25	—
14	(9)	1.90	—
15	(9)	2.10	—
16	(6)	0.31	—
17	(6)	0.31	—
18	(1)	1.00	—
19	(6)	0.31	—
20	(6)	0.31	—
21	(6)	0.31	—
22	(6)	0.31	—
23	(1)	1.00	—
24	(2)	2.10	—
25	(6)	0.31	—
26	(6)	0.31	—
27	(6)	0.31	—
28	(6)	0.31	—
29	(1)	1.00	—
30	(1)	1.00	—
31	(9)	2.10	—
32	(6)	0.39	—
33	(6)	0.39	—
34	(2)	2.10	—
35	(6)	0.49	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 $i$	
		主管	分岐管
36	(6)	0.49	—
37	(9)	1.90	—
38	(6)	0.82	—
39	(6)	0.82	—
40	(9)	2.10	—
41	(1)	1.00	—
42	(2)	2.10	—
43	(2)	2.10	—
44	(2)	2.10	—
45	(1)	1.00	—
46	(1)	1.00	—
47	(1)	1.00	—
48	(1)	1.00	—
49	(1)	1.00	—
50	(1)	1.00	—
51	(1)	1.00	—
52	(1)	1.00	—
53	(1)	1.00	—
54	(1)	1.00	—
55	(1)	1.00	—
56	(2)	2.10	—
57	(2)	2.10	—
58	(2)	2.10	—
59	(2)	2.10	—
60	(2)	2.10	—
61	(2)	2.10	—
62	(1)	1.00	—
63	(2)	2.10	—
64	(2)	2.10	—
65	(2)	2.10	—
66	(2)	2.10	—
67	(2)	2.10	—
68	(2)	2.10	—
69	(1)	1.00	—
70	(1)	1.00	—



評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(1)	1.00	—
72	(1)	1.00	—
73	(1)	1.00	—
74	(1)	1.00	—
75	(1)	1.00	—
76	(1)	1.00	—
77	(1)	1.00	—
78	(1)	1.00	—
79	(1)	1.00	—
80	(1)	1.00	—
81	(1)	1.00	—
82	(9)	2.10	—
83	(2)	2.10	—
84	(2)	2.10	—
85	(2)	2.10	—
86	(2)	2.10	—
87	(6)	0.49	—
88	(6)	0.49	—
89	(9)	1.90	—
90	(6)	0.82	—
91	(6)	0.82	—
92	(1)	1.00	—
93	(9)	2.10	—
94	(1)	1.00	—
95	(2)	2.10	—
96	(2)	2.10	—
97	(2)	2.10	—
98	(1)	1.00	—
99	(1)	1.00	—
100	(1)	1.00	—
101	(1)	1.00	—
102	(1)	1.00	—
103	(1)	1.00	—
104	(1)	1.00	—
105	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
106	(2)	2.10	—
107	(2)	2.10	—
108	(2)	2.10	—
109	(2)	2.10	—
110	(2)	2.10	—
111	(2)	2.10	—
112	(1)	1.00	—
113	(1)	1.00	—
114	(2)	2.10	—
115	(2)	2.10	—
116	(2)	2.10	—
117	(2)	2.10	—
118	(2)	2.10	—
119	(2)	2.10	—
120	(1)	1.00	—
121	(1)	1.00	—
122	(1)	1.00	—
123	(1)	1.00	—
124	(1)	1.00	—
125	(1)	1.00	—
126	(1)	1.00	—
127	(1)	1.00	—
128	(1)	1.00	—
129	(1)	1.00	—
130	(1)	1.00	—
131	(1)	1.00	—
132	(1)	1.00	—
133	(1)	1.00	—
134	(9)	2.10	—
135	(2)	2.10	—
136	(2)	2.10	—
137	(2)	2.10	—
138	(2)	2.10	—
139	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
8	—	フランジ×2	2.000	20A WN (アルミ)
14	XE6708	通過検出器+ フランジ	10.000	20A WN (アルミ)
15	XE6708	通過検出器+ フランジ	10.010	20A SO
24	—	スリーブジョイント	0.203	φ 27.2×4.5
31	—	フランジ×2	2.020	20A SO
37	—	フランジ×2	2.000	25A WN (アルミ)
40	—	フランジ×2	2.660	25A WN (アルミ)+ 25A SO
82	—	フランジ×2	3.320	25A SO
89	—	フランジ×2	2.000	25A WN (アルミ)
93	—	フランジ×2	2.660	25A WN (アルミ)+ 25A SO
134	—	フランジ×2	3.320	25A SO
139	—	照射筒受座	0.020	—

## (4) 入力地震波

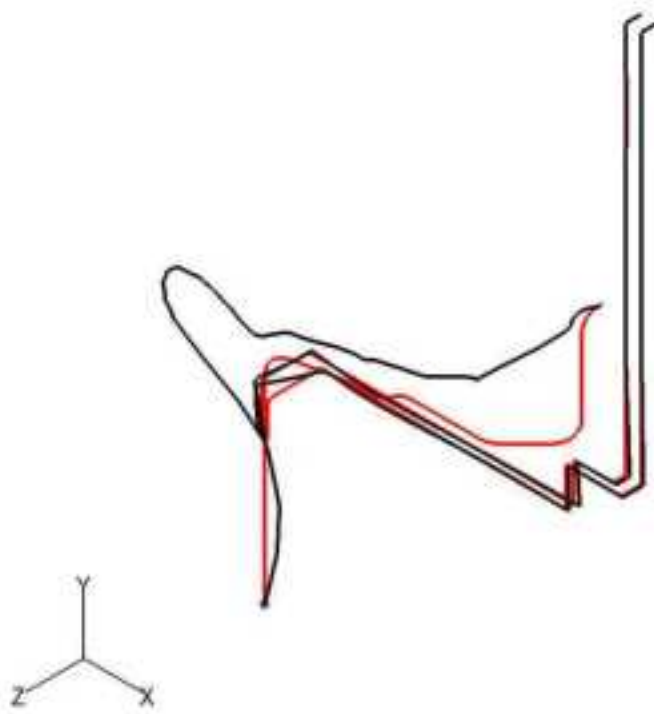
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	1.0%	原子炉建家質点 3, 9, 10 及び原子 炉本体質点 1, 4, 5, 14, 17, 18	—	—
	静的地震力	—	—	原子炉建家質点 3, 9, 10	0.41	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) EXP-PH-A-01

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	7.0	32.8	13.3
固有周期 (s)	0.144	0.030	0.075



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. EXP-PH-A-01

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	14	一次応力	1	14	20	—	35	61

4.3. 拘束点反力

4.3.1. EXP-PH-A-01

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	2	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	37	—	3	—	—	—
	動的地震荷重 Y	6	—	2	—	—	—
	動的地震荷重 Z	4	—	20	—	—	—
	静的地震荷重 X	7	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	3	—	—	—
6	自重	10	223	4	—	—	—
	動的地震荷重 X	177	99	14	—	—	—
	動的地震荷重 Y	25	26	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	17	90	101	—	—	—
	静的地震荷重 X	99	51	5	—	—	—
	静的地震荷重 Z	10	64	112	—	—	—
18	自重	—	163	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	171	38	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	40	11	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	52	210	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	65	9	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	11	101	—	—	—
23	自重	—	16	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	18	20	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	7	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	49	93	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	6	10	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	6	4	—	—	—
34	自重	4	63	2	12349	1984	2045
	動的地震荷重 X	74	36	25	6106	18213	40420
	動的地震荷重 Y	11	9	8	3329	2520	5575
	動的地震荷重 Z	13	8	41	24628	3854	9120
	静的地震荷重 X	43	15	9	1166	9212	18220
	静的地震荷重 Z	1	1	24	6894	663	855

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
41	自重	3	60	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	55	30	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	13	8	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	18	50	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	93	7	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	7	41	—	—	—	—
50	自重	—	50	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	8	15	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	4	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	6	11	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	2	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	25	—	—	—
62	自重	—	44	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	17	10	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	7	15	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	7	13	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	5	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	8	18	—	—	—
72	自重	1	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	9	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 Y	5	—	8	—	—	—
	動的地震荷重 Z	5	—	6	—	—	—
	静的地震荷重 X	21	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	20	—	—	—
79	自重	—	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	8	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 Y	5	—	12	—	—	—
	動的地震荷重 Z	5	—	6	—	—	—
	静的地震荷重 X	22	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	22	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
86	自重	—	152	4	18944	57	6
	動的地震荷重 X	11	17	4	2265	1609	1337
	動的地震荷重 Y	4	15	9	2279	494	534
	動的地震荷重 Z	4	12	9	2323	641	588
	静的地震荷重 X	20	7	1	823	2664	1376
	静的地震荷重 Z	—	7	20	717	360	7
94	自重	5	48	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	45	5	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	11	4	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	9	25	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	85	1	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	2	19	—	—	—	—
102	自重	—	46	2	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	5	20	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	4	6	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	5	8	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	3	6	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	3	23	—	—	—
112	自重	—	44	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	6	5	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	4	4	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	8	22	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	2	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	7	19	—	—	—
123	自重	1	—	1	—	—	—
	動的地震荷重 X	7	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 Y	4	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 Z	6	—	8	—	—	—
	静的地震荷重 X	21	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	23	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
130	自重	1	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 X	7	—	4	—	—	—
	動的地震荷重 Y	4	—	5	—	—	—
	動的地震荷重 Z	7	—	11	—	—	—
	静的地震荷重 X	22	—	1	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1	—	20	—	—	—
138	自重	—	161	4	20096	40	25
	動的地震荷重 X	11	9	5	1588	1554	1245
	動的地震荷重 Y	4	16	7	2217	461	406
	動的地震荷重 Z	4	15	8	2363	1072	731
	静的地震荷重 X	20	5	1	574	2698	1378
	静的地震荷重 Z	1	5	21	1077	531	39



### 3-4-7-6. クライオスタットの耐震強度評価

## 目次

1. 概要 .....	添 3-4-7-6-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	添 3-4-7-6-2
2.1. 概略系統図 .....	添 3-4-7-6-2
2.2. 鳥瞰図 .....	添 3-4-7-6-3
3. 設計条件 .....	添 3-4-7-6-9
4. 解析結果及び評価 .....	添 3-4-7-6-17
4.1. 固有周期 .....	添 3-4-7-6-17
4.2. 結論 .....	添 3-4-7-6-18
4.2.1. CNS-HH-A-01 .....	添 3-4-7-6-18
4.3. 拘束点反力 .....	添 3-4-7-6-19
4.3.1. CNS-HH-A-01 .....	添 3-4-7-6-19

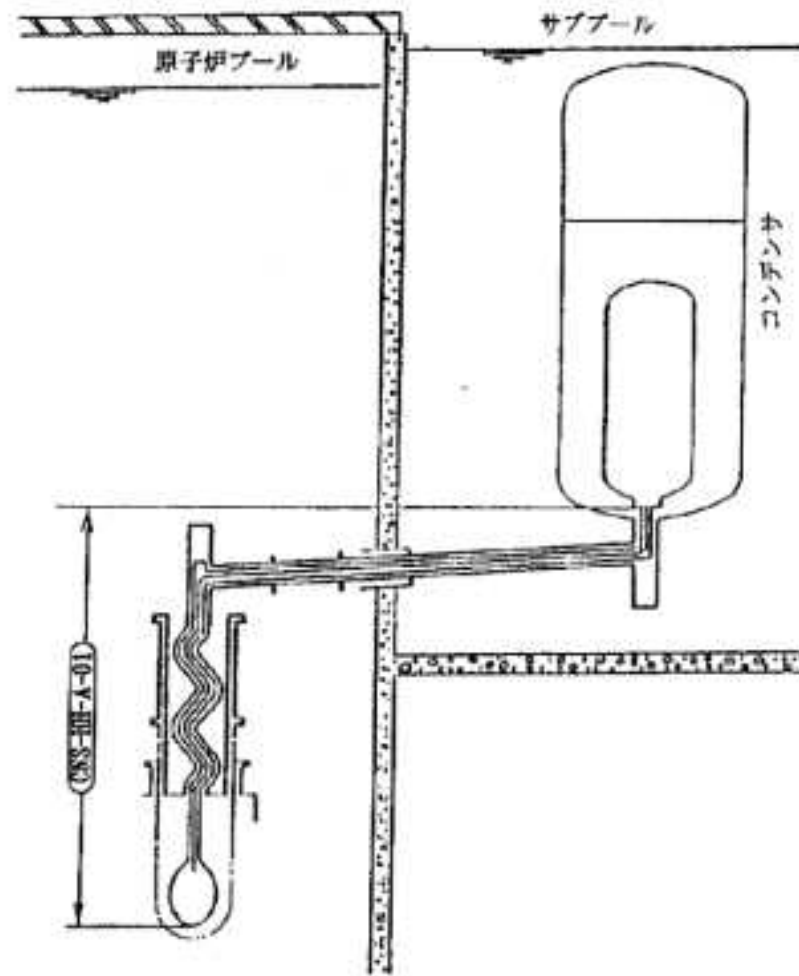
## 1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
CNS-HH-A-01	クライオスタット (水プラグ単管、真空断熱管 I・II・III・IV、外管、内管)	B



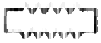
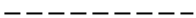

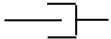
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1. 概略系統図



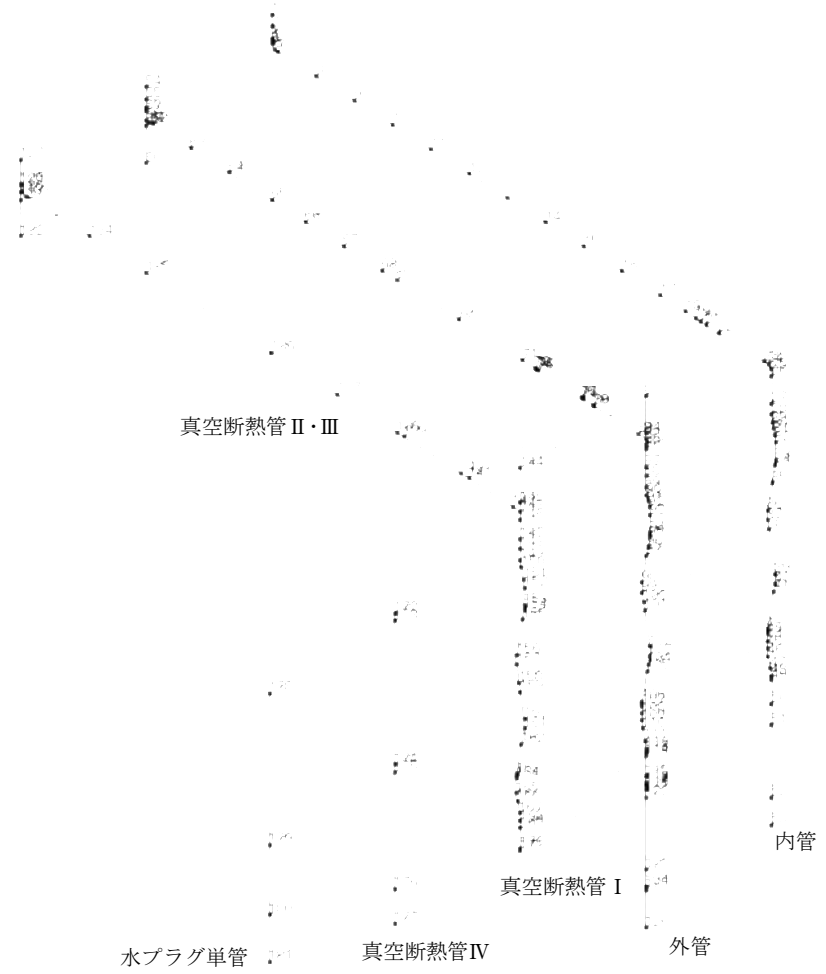
2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

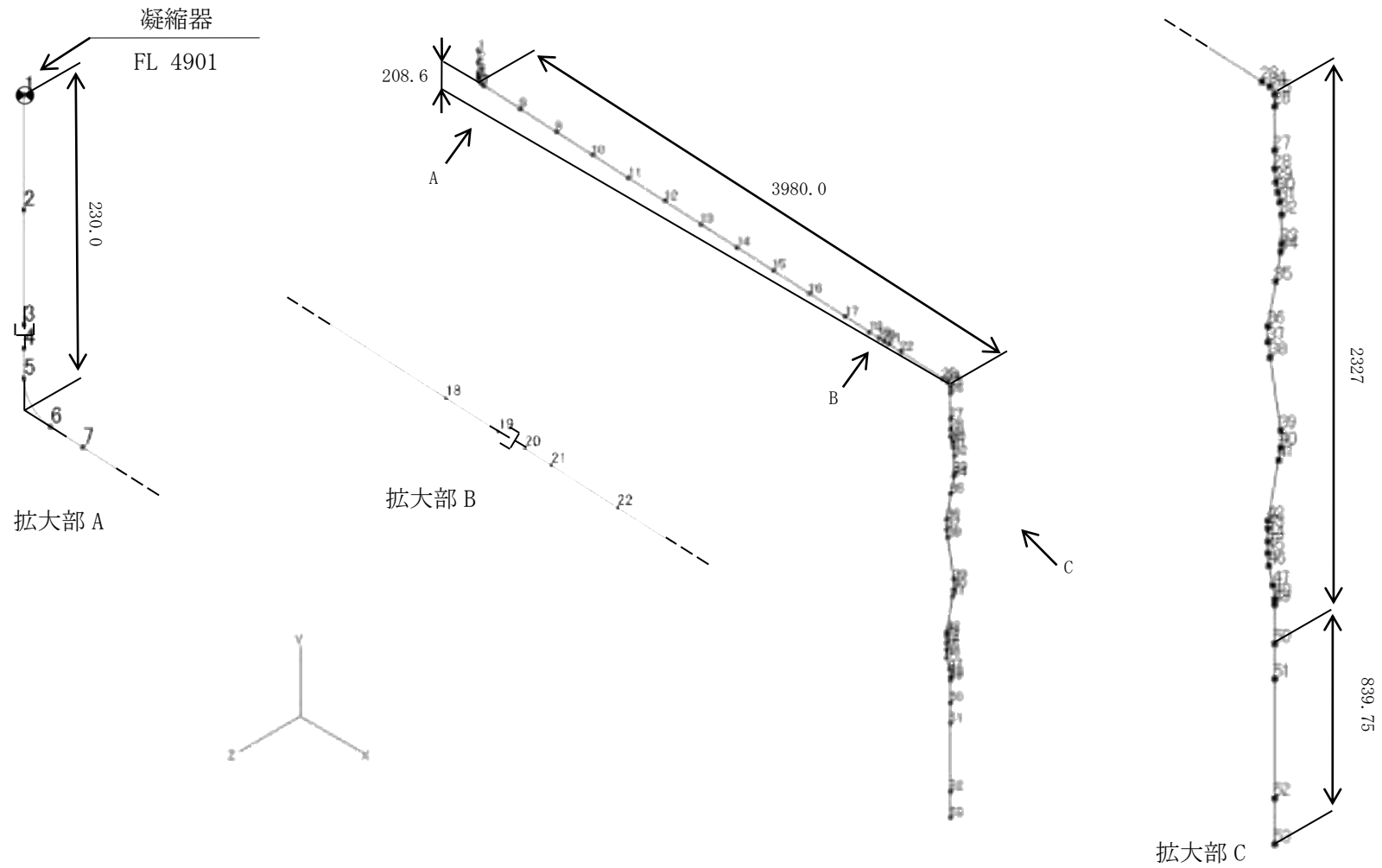
記号	内容
	アンカ、ノズル
	レストレイント
	ベローズ
	スペーサ (管軸に直交する方向を接続)
	剛接続
	滑り継手

(1) CNS-HH-A-01

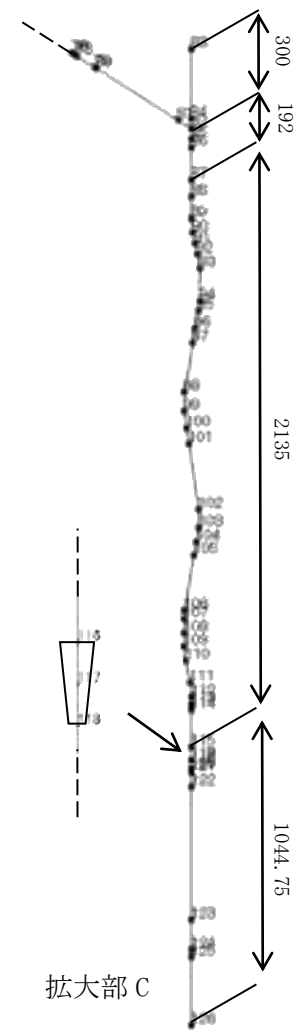
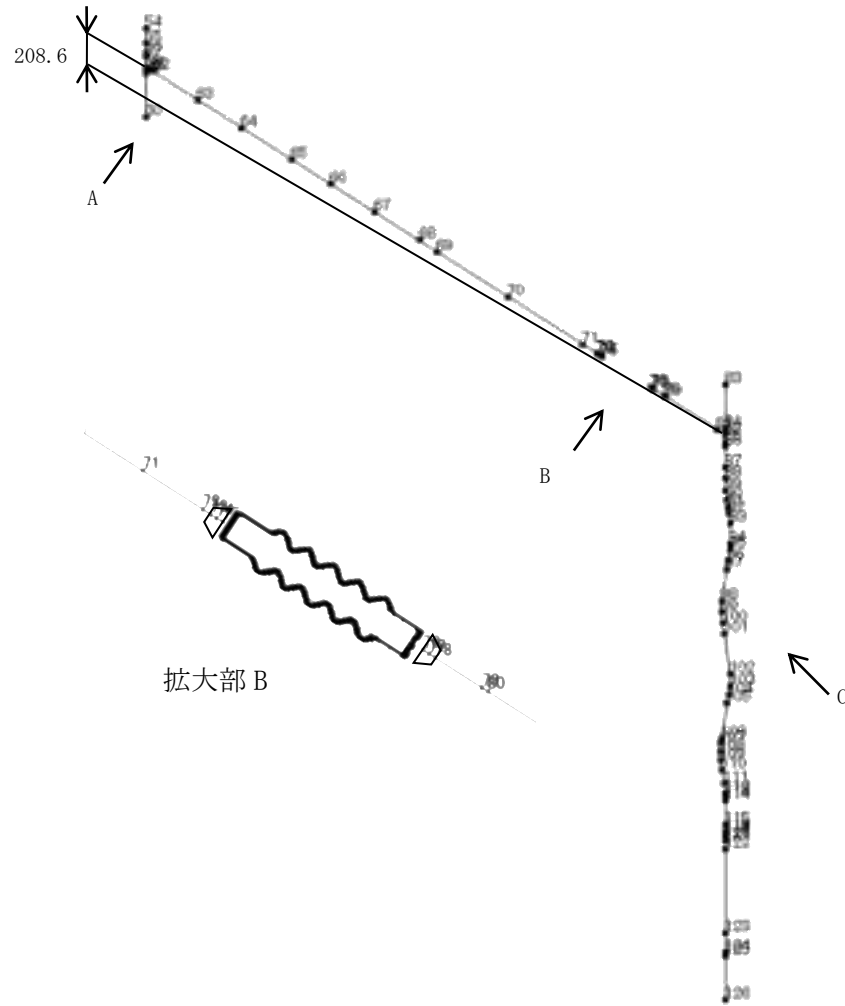
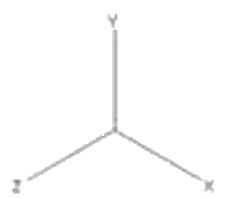
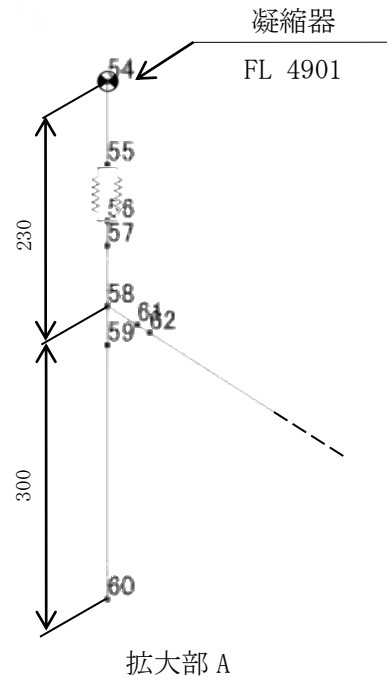
a. 全体図



b. 内管

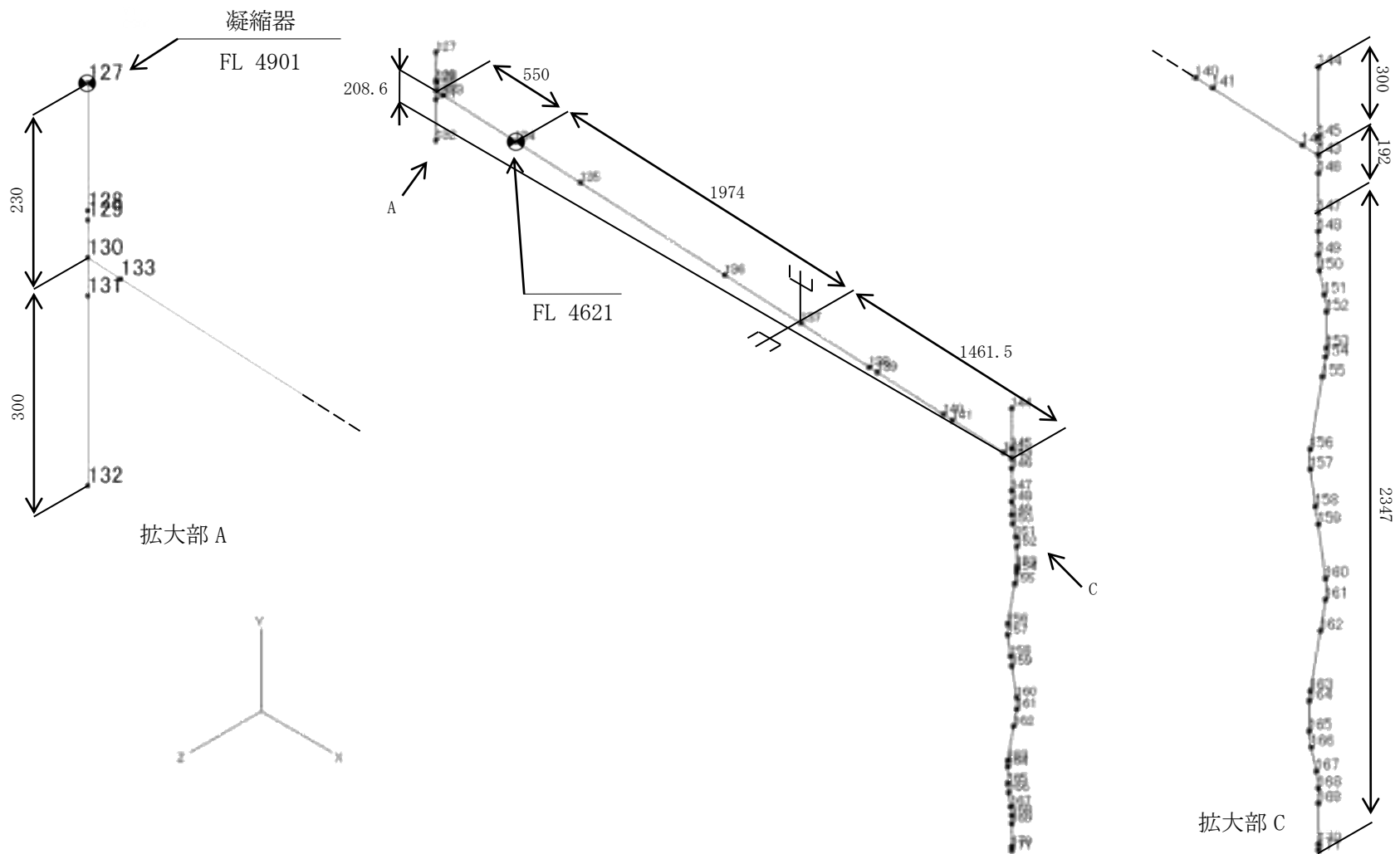


c. 外管

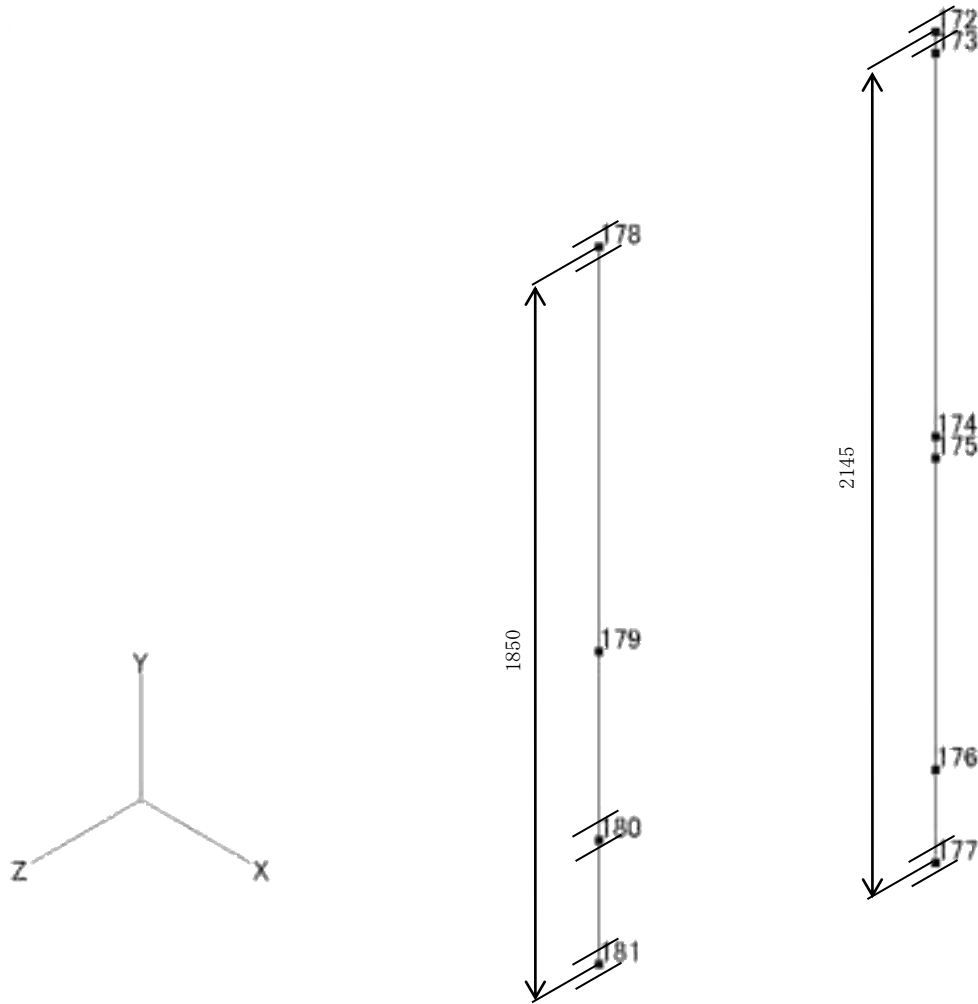




d. 真空断熱間 I・II・III



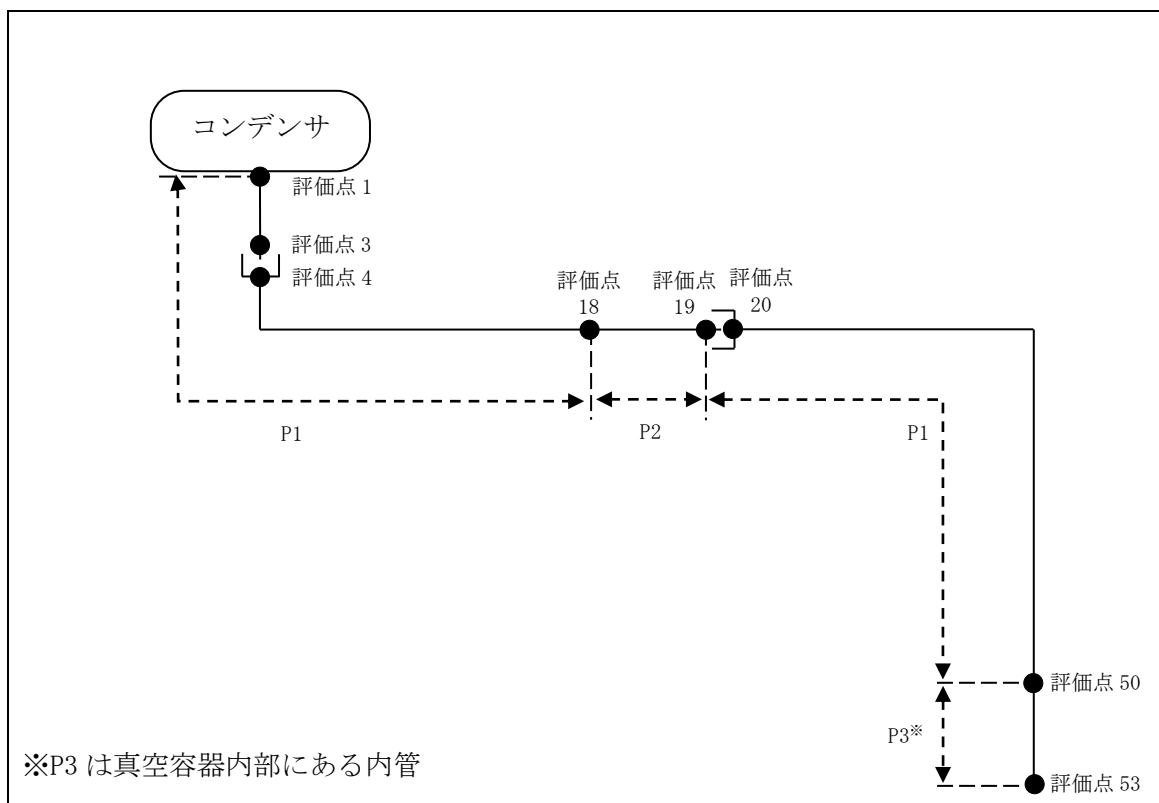
e. 真空断热间IV, 水プラグ单管



### 3. 設計条件

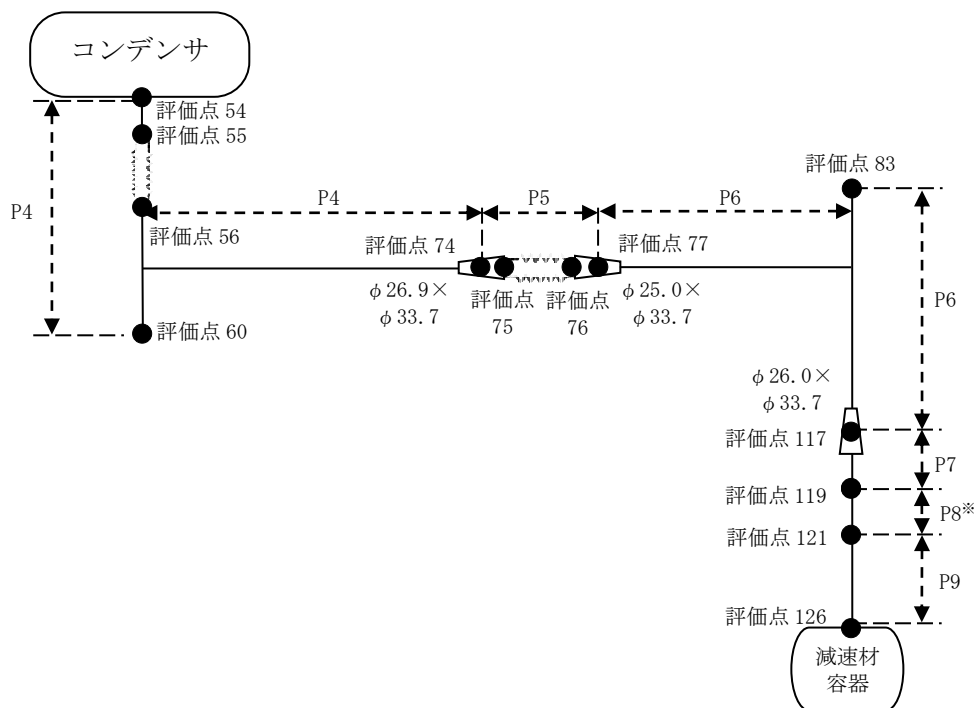
#### (1) CNS-HH-A-01

##### a. 内管



配管番号	P1		P2	P3
外径(mm)	9.0		12.0	9.0
板厚(mm)	0.5		2.0	0.5
材質	SUS304LTP		SUSF304L	SUS304LTP
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.83×10 <sup>5</sup>		1.83×10 <sup>5</sup>	1.67×10 <sup>5</sup>
ポアソン比(-)	0.3		0.3	0.3
最高使用温度(°C)	200		200	425
最高使用圧力(MPa)	0.4413		0.4413	0.4413
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>		7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>
内部流体種類	液体水素		液体水素	液体水素
内部流体密度(ton/mm)	3.56×10 <sup>-9</sup>		3.56×10 <sup>-9</sup>	3.56×10 <sup>-9</sup>
外部流体種類	—		—	—
外部流体密度(ton/mm)	—		—	—
設計降伏点 Sy(N/mm <sup>2</sup> )	122		122	99
設計引張強さ Su(N/mm <sup>2</sup> )	372		349	361
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	122	99
		1次+2次	244	198

b. 外管

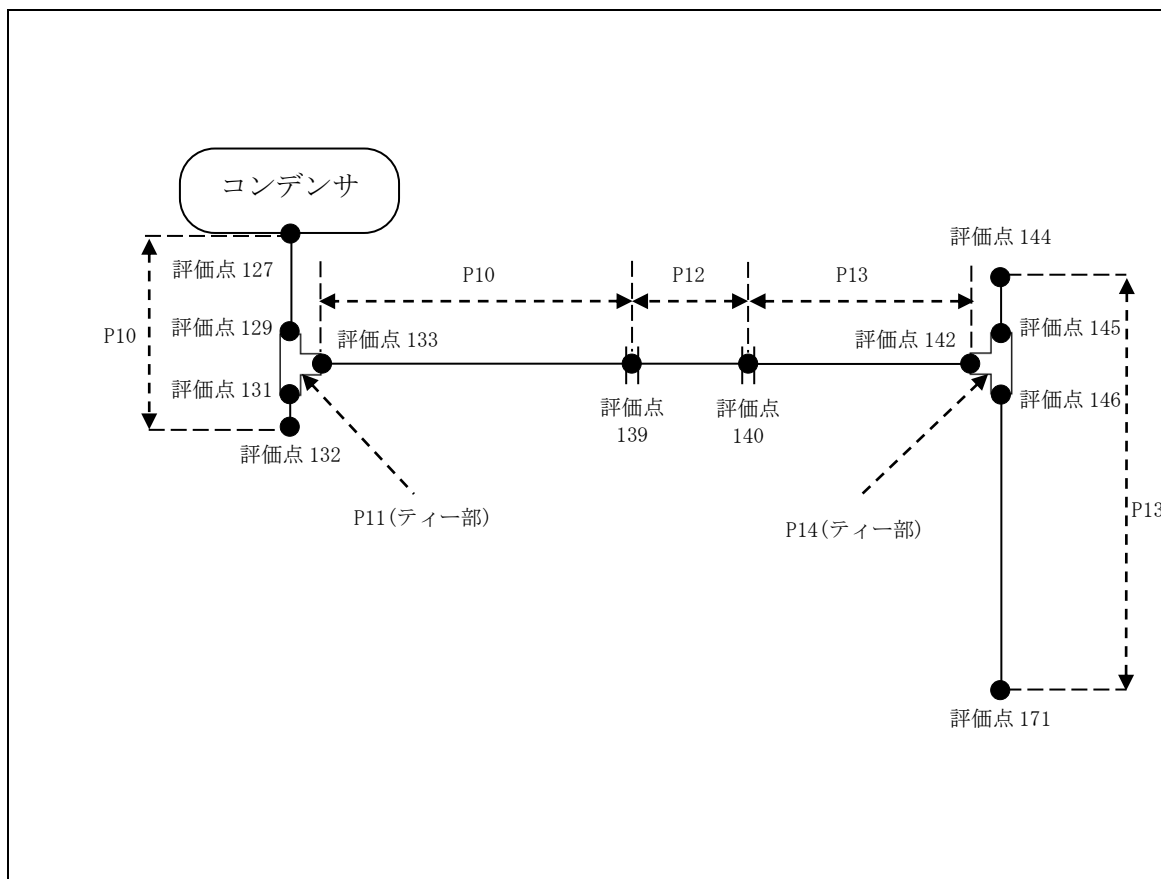


※P8 はスリーブ調整管

配管番号	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
外径(mm)	26.9	33.7	25.0	26.0	26.0	25.0	
板厚(mm)	1.6	1.6	1.0	0.7	0.6	0.8	
材質	SUS304LTP	SUSF304L	SUSF304L	SUS304LTP	SUSF304L	SUH660 ※2	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	1.83×10 <sup>5</sup>	1.83×10 <sup>5</sup>	1.83×10 <sup>5</sup>	1.67×10 <sup>5</sup>	1.67×10 <sup>5</sup>	1.67×10 <sup>5</sup>	
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
最高使用温度(°C)	200	200	200	425	425	425	
最高使用圧力(MPa)	0.4413	0.4413	0.4413	0.4413	0.4413	0.4413	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>	7.93×10 <sup>-9</sup>	7.98×10 <sup>-9</sup>	
内部流体種類	—	—	—	—	—	—	
内部流体密度(ton/mm)	—	—	—	—	—	—	
外部流体種類	—	—	—	—	—	—	
外部流体密度(ton/mm)	—	—	—	—	—	—	
設計降伏点 Sy	122	122	122	99	99	558	
設計引張強さ Su	372	349	349	361	338	803	
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>A</sub> S	1次	122	122	122	99	558
		1次+2次	244	244	244	198	1116

※2 SUH660 は JIS 規格に密度の規定がないため、同じ種類の合金である SUH310 の値を使用する。

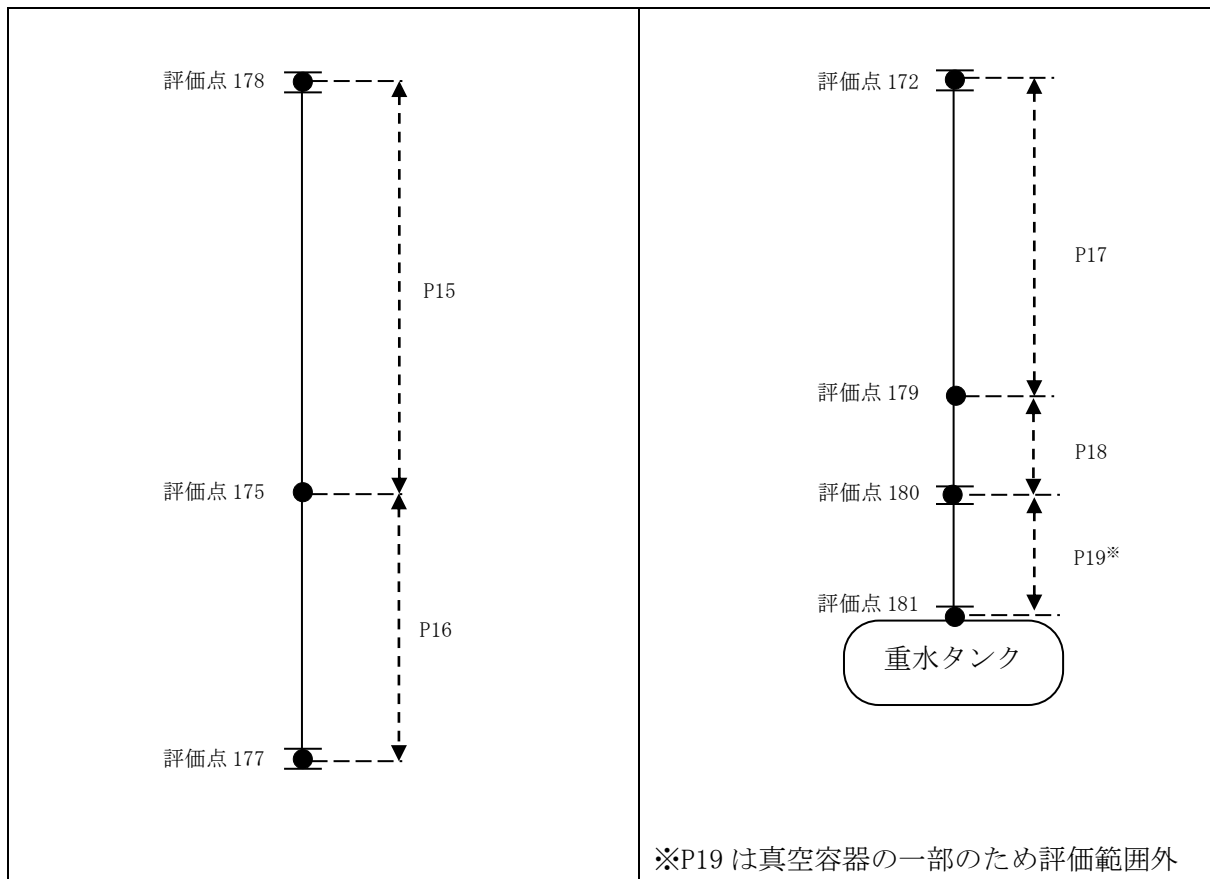
c. 真空断熱管 I・II・III



配管番号	P10	P11	P12	P13	P14		
外径(mm)	60.3	63	88.9	47.0	51.0		
板厚(mm)	2.8	4.15	5.5	3.0	5.0		
材質	SUS304LTP	SUSF304L	SUS304LTP	A5052TDS	A5052BE		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$1.93 \times 10^5$	$6.70 \times 10^4$	$6.70 \times 10^4$		
ポアソン比(-)	0.3	0.3	0.3	0.33	0.33		
最高使用温度(°C)	50	50	50	100	100		
最高使用圧力(MPa)	0.5884	0.5884	0.5884	0.5884	0.5884		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$7.93 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$		
内部流体種類	—	—	—	—	—		
内部流体密度(ton/mm)	—	—	—	—	—		
外部流体種類	水	水	水	水	水		
外部流体密度(ton/mm)	$2.86 \times 10^{-6}$	$3.12 \times 10^{-6}$	$6.21 \times 10^{-6}$	$1.73 \times 10^{-6}$	$2.04 \times 10^{-6}$		
設計降伏点 Sy	169	169	169	55	55		
設計引張強さ Su	466	436	466	167	167		
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	169	169	169	55	55
		1次+2次	338	338	338	110	110

d. 真空断熱管IV

e. 水プラグ単管



配管番号	P15	P16	P17	P18	P19	
外径(mm)	147	135.0	169.0	169.0	178.0	
板厚(mm)	16.0	10.0	10.0	15.0	20.0	
材質	A5052TDS	A5052TDS	A5052TDS	A5052TDS	A6061F-T6	
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$6.70 \times 10^4$	$6.70 \times 10^4$	$6.70 \times 10^4$	$6.70 \times 10^4$	$6.60 \times 10^4$	
ポアソン比(-)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
最高使用温度(°C)	100	100	100	100	100	
最高使用圧力(MPa)	0.5884	0.5884	0.5884	0.5884	0.5884	
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.68 \times 10^{-9}$	$2.69 \times 10^{-9}$	
内部流体種類	水	水	—	—	—	
内部流体密度(ton/mm)	$1.40 \times 10^{-5}$	$1.40 \times 10^{-5}$	—	—	—	
外部流体種類	—	—	水	水	水	
外部流体密度(ton/mm)	—	—	$2.24 \times 10^{-5}$	$2.24 \times 10^{-5}$	$2.49 \times 10^{-5}$	
設計降伏点 Sy	55	55	55	55		
設計引張強さ Su	167	167	167	167		
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>AS</sub>	1次	55	55	55	
		1次+2次	110	110	110	

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(3)	1.90	—
2	(1)	1.00	—
3	(1)	1.00	—
4	(3)	1.90	—
5	(6)	1.19	—
6	(6)	1.19	—
7	(1)	1.00	—
8	(1)	1.00	—
9	(1)	1.00	—
10	(1)	1.00	—
11	(1)	1.00	—
12	(1)	1.00	—
13	(1)	1.00	—
14	(1)	1.00	—
15	(1)	1.00	—
16	(1)	1.00	—
17	(1)	1.00	—
18	(2)	2.10	—
19	(1)	1.00	—
20	(1)	1.00	—
21	(3)	1.90	—
22	(1)	1.00	—
23	(1)	1.00	—
24	(6)	1.19	—
25	(6)	1.19	—
26	(1)	1.00	—
27	(1)	1.00	—
28	(6)	0.29	—
29	(6)	0.29	—
30	(1)	1.00	—
31	(6)	0.29	—
32	(6)	0.29	—
33	(6)	0.29	—
34	(6)	0.29	—
35	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
36	(6)	0.29	—
37	(6)	0.29	—
38	(1)	1.00	—
39	(6)	0.29	—
40	(6)	0.29	—
41	(1)	1.00	—
42	(6)	0.29	—
43	(6)	0.29	—
44	(1)	1.00	—
45	(6)	0.29	—
46	(6)	0.29	—
47	(6)	0.29	—
48	(6)	0.29	—
49	(1)	1.00	—
50	(1)	1.00	—
51	(1)	1.00	—
52	(1)	1.00	—
53	(1)	1.00	—
54	(3)	1.90	—
55	(3)	1.90	—
56	(3)	1.90	—
57	(3)	1.80	—
58	(4)	1.33	1.33
59	(3)	1.80	—
60	(1)	1.00	—
61	(3)	1.80	—
62	(1)	1.00	—
63	(1)	1.00	—
64	(1)	1.00	—
65	(1)	1.00	—
66	(1)	1.00	—
67	(1)	1.00	—
68	(1)	1.00	—
69	(1)	1.00	—
70	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
71	(1)	1.00	—
72	(1)	1.00	—
73	(1)	1.00	—
74	(7)	2.00	—
75	(3)	1.90	—
76	(3)	1.90	—
77	(7)	2.00	—
78	(1)	1.00	—
79	(1)	1.00	—
80	(1)	1.00	—
81	(3)	1.80	—
82	(4)	1.76	1.76
83	(1)	1.00	—
84	(3)	1.80	—
85	(3)	1.80	—
86	(1)	1.00	—
87	(1)	1.00	—
88	(1)	1.00	—
89	(6)	0.73	—
90	(6)	0.73	—
91	(1)	1.00	—
92	(6)	0.73	—
93	(6)	0.73	—
94	(6)	0.73	—
95	(6)	0.73	—
96	(1)	1.00	—
97	(1)	1.00	—
98	(6)	0.73	—
99	(6)	0.73	—
100	(1)	1.00	—
101	(1)	1.00	—
102	(6)	0.73	—
103	(6)	0.73	—
104	(1)	1.00	—
105	(1)	1.00	—
106	(6)	0.73	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
107	(6)	0.73	—
108	(1)	1.00	—
109	(6)	0.73	—
110	(6)	0.73	—
111	(6)	0.73	—
112	(6)	0.73	—
113	(1)	1.00	—
114	(1)	1.00	—
115	(1)	1.00	—
116	(1)	1.00	—
117	(7)	2.00	—
118	(1)	1.00	—
119	(3)	1.80	—
120	(7)	2.00	—
121	(2)	2.10	—
122	(1)	1.00	—
123	(1)	1.00	—
124	(2)	2.10	—
125	(2)	2.10	—
126	(1)	1.00	—
127	(3)	1.90	—
128	(1)	1.00	—
129	(3)	1.80	—
130	(4)	1.24	1.24
131	(3)	1.80	—
132	(1)	1.00	—
133	(3)	1.80	—
134	(2)	2.10	—
135	(1)	1.00	—
136	(1)	1.00	—
137	(1)	1.00	—
138	(1)	1.00	—
139	(1)	1.00	—
140	(1)	1.00	—
141	(1)	1.00	—
142	(1)	1.00	—



評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
143	(4)	0.93	0.93
144	(1)	1.00	—
145	(3)	1.80	—
146	(3)	1.80	—
147	(1)	1.00	—
148	(1)	1.00	—
149	(6)	0.78	—
150	(6)	0.78	—
151	(6)	0.78	—
152	(6)	0.78	—
153	(6)	0.78	—
154	(6)	0.78	—
155	(1)	1.00	—
156	(6)	0.78	—
157	(6)	0.78	—
158	(1)	1.00	—
159	(1)	1.00	—
160	(6)	0.78	—
161	(6)	0.78	—
162	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
163	(6)	0.78	—
164	(6)	0.78	—
165	(6)	0.78	—
166	(6)	0.78	—
167	(6)	0.78	—
168	(6)	0.78	—
169	(1)	1.00	—
170	(1)	1.00	—
171	(3)	1.90	—
172	(2)	2.10	—
173	(1)	1.00	—
174	(1)	1.00	—
175	(3)	1.90	—
176	(1)	1.00	—
177	(2)	2.10	—
178	(2)	2.10	—
179	(3)	1.90	—
180	(2)	2.10	—
190	(1)	1.00	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
55	—	ベローズ	0.0369	真空断熱管Ⅲ内
56	—	ベローズ	0.0369	真空断熱管Ⅲ内
75	—	ベローズ	0.5950	真空断熱管Ⅱ内
76	—	ベローズ	0.5950	真空断熱管Ⅱ内
139	—	フランジ	1.0600	割フランジ
140	—	フランジ	1.4300	真空断熱管Ⅱ（コンデンサ側）
139	—	フランジ	2.0100	真空断熱管Ⅱ（減速材容器側）
140	—	フランジ	1.5500	真空断熱管Ⅰ（上部）
172	—	フランジ	7.5500	真空断熱管Ⅳ（上部）
177	—	フランジ	0.6960	真空断熱管Ⅳ（下部）
178	—	フランジ	7.0600	水プラグ単管（上部）
180	—	フランジ	18.6000	水プラグ単管（下部）
180	—	フランジ	15.8000	真空容器（上部）
181	—	フランジ	9.8800	真空容器（下部）
126	—	減速材容器	0.6700	—
60	—	位置決め板	0.0344	真空断熱管Ⅲ
132	—	平板	0.2460	真空断熱管Ⅲ
83	—	位置決め板	0.0321	真空断熱管Ⅰ
144	—	平板	0.0657	真空断熱管Ⅰ

## (4) 入力地震波

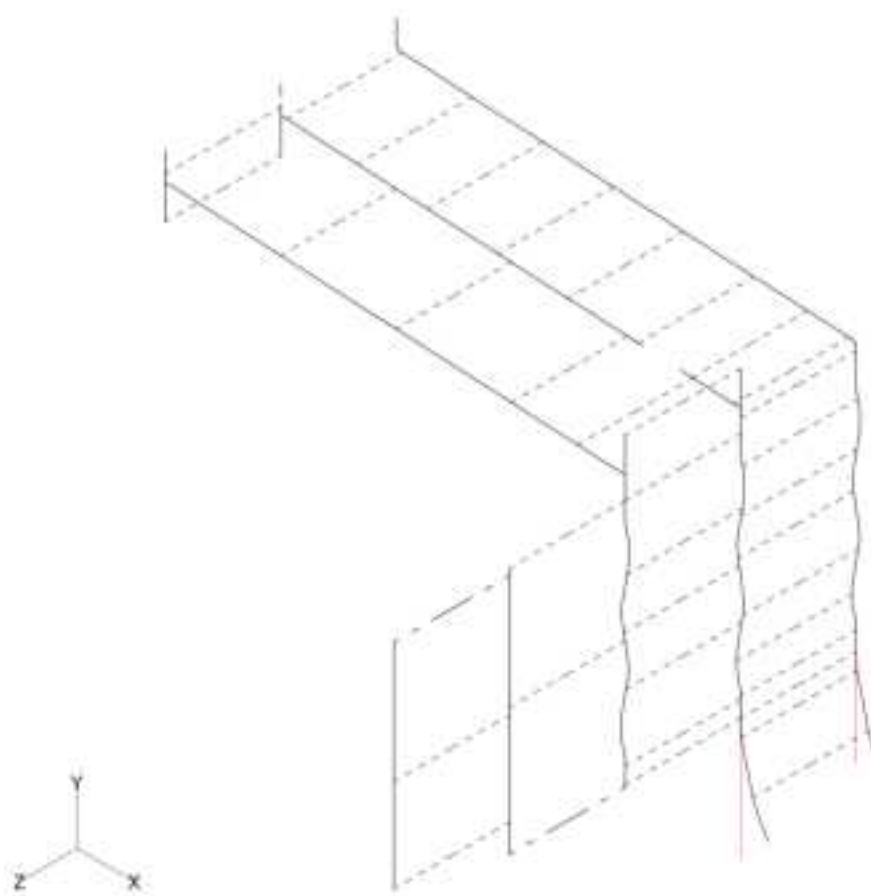
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>AS</sub>	弾性設計用地震動 Sd の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 9, 10	—	—
	静的地震力	—	—		0.41	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) CNS-HH-A-01

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	9.3	54.8	9.3
固有周期 (s)	0.107	0.018	0.107



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. CNS-HH-A-01

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	121	一次応力	5	0	55	-	60	99

### 4.3. 拘束点反力

#### 4.3.1. CNS-HH-A-01

##### (1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	自重	1	1	—	—	—	35
	動的地震荷重 X	5	—	—	—	—	698
	動的地震荷重 Y	1	—	—	—	—	133
	動的地震荷重 Z	—	—	—	5	—	—
	静的地震荷重 X	2	—	—	—	—	281
	静的地震荷重 Z	—	—	—	8	—	—
54	自重	—	2	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	—	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	1	—	—	—	—	28
	静的地震荷重 Z	—	—	1	28	—	—
127	自重	48	17	—	—	—	2298
	動的地震荷重 X	50	65	—	—	—	2355
	動的地震荷重 Y	31	19	—	—	—	1472
	動的地震荷重 Z	—	—	48	7695	3939	—
	静的地震荷重 X	4	7	—	—	—	501
	静的地震荷重 Z	—	—	25	4458	246	—
134	自重	21	140	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	147	117	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	38	39	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	91	—	—	—
	静的地震荷重 X	336	4	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	30	—	—	—
137	自重	—	213	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	112	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	35	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	108	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	14	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	111	—	—	—

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
137	自重	—	213	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	—	112	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	—	35	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	—	14	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	—	—	—	—	—	—
	方向	0.0523	0.9986	0.0000	—	—	—
181	自重	38	2107	—	—	—	69594
	動的地震荷重 X	449	112	—	—	—	536784
	動的地震荷重 Y	55	261	—	—	—	64397
	動的地震荷重 Z	—	—	572	858877	1190	—
	静的地震荷重 X	675	24	—	—	—	360062
	静的地震荷重 Z	—	—	851	712402	45	—

3-4-7-7. 炉室給気系主ダクトの  
耐震強度評価

## 目次

1. 概要 .....	添 3-4-7-7-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	添 3-4-7-7-2
2.1. 概略系統図 .....	添 3-4-7-7-2
2.2. 鳥瞰図 .....	添 3-4-7-7-3
3. 設計条件 .....	添 3-4-7-7-5
3.1. RBS-1 .....	添 3-4-7-7-5
4. 解析結果及び評価 .....	添 3-4-7-7-7
4.1. 固有周期 .....	添 3-4-7-7-7
4.2. 結論 .....	添 3-4-7-7-8
4.2.1. RBS-1 .....	添 3-4-7-7-8
4.3. 拘束点反力 .....	添 3-4-7-7-9
4.3.1. RBS-1 .....	添 3-4-7-7-9



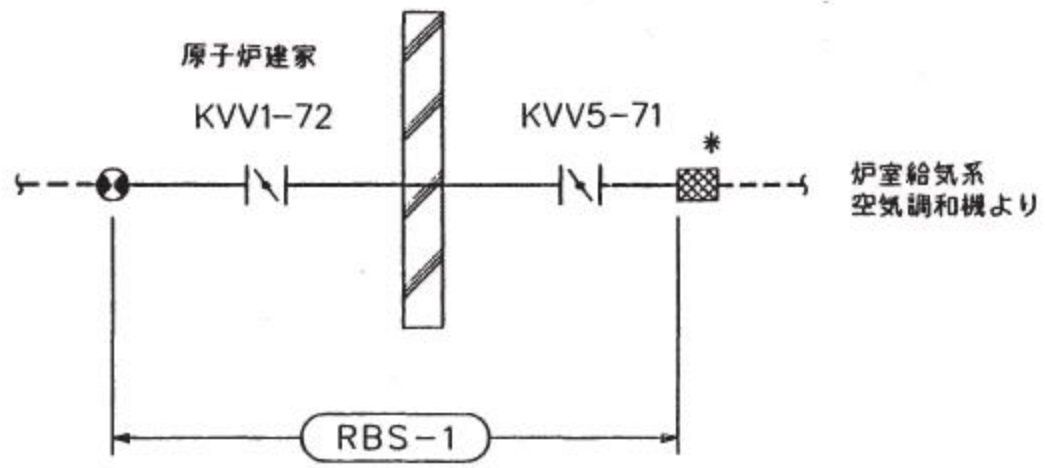
1. 概要

本報告書は、「添付書類 3-3-1. 配管の耐震強度評価の基本方針」に基づいて計算を行う。

鳥瞰図	内容	耐震クラス
RBS-1	弁 (KVV5-71) から弁 (KVV1-72) 側ダクトアンカまで	B

2. 概略系統図及び鳥瞰図



2.1. 概略系統図



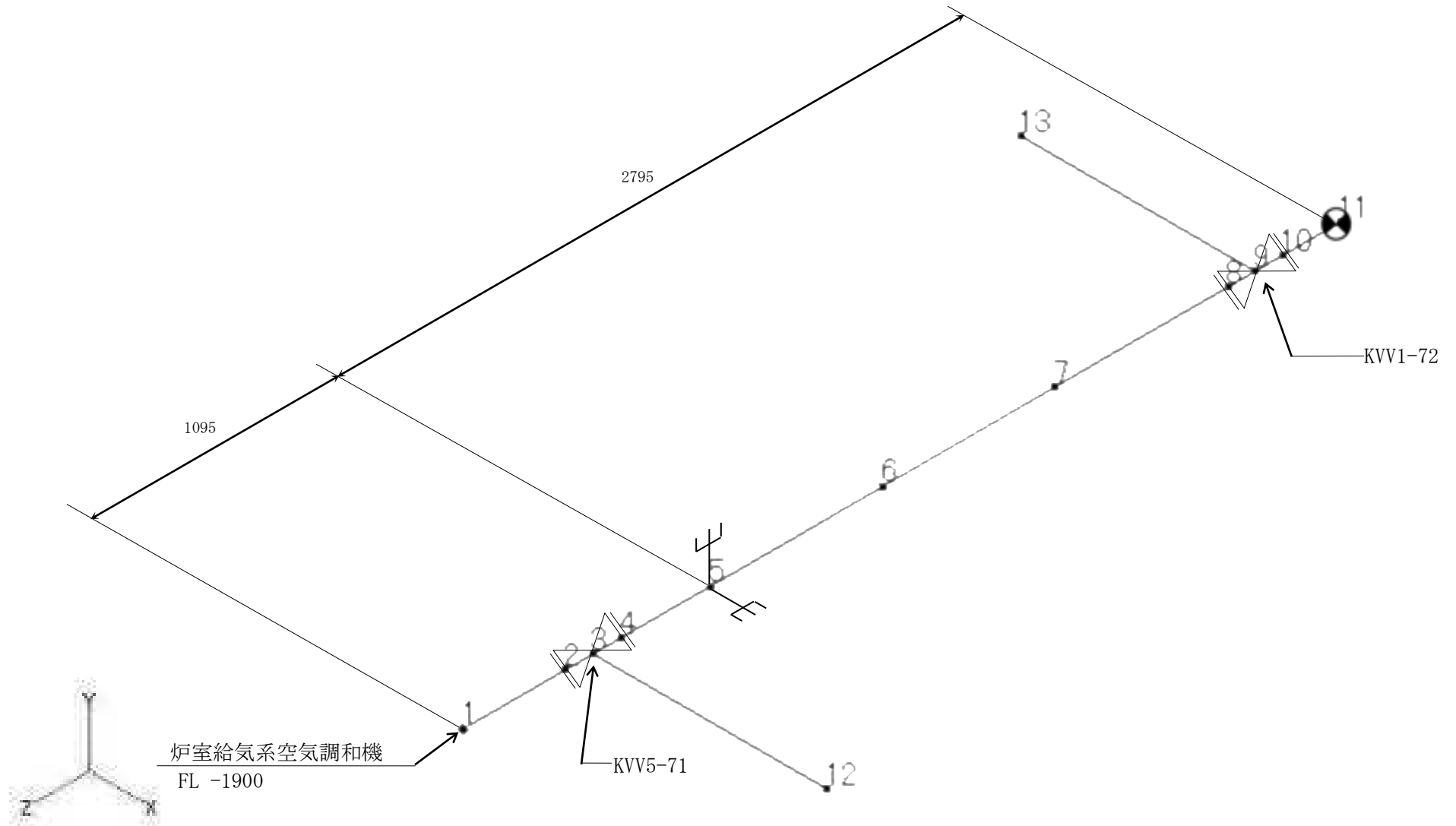
注記 \* :フレキシブル継手を示す。

## 2.2. 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	アンカ
	レストレイント

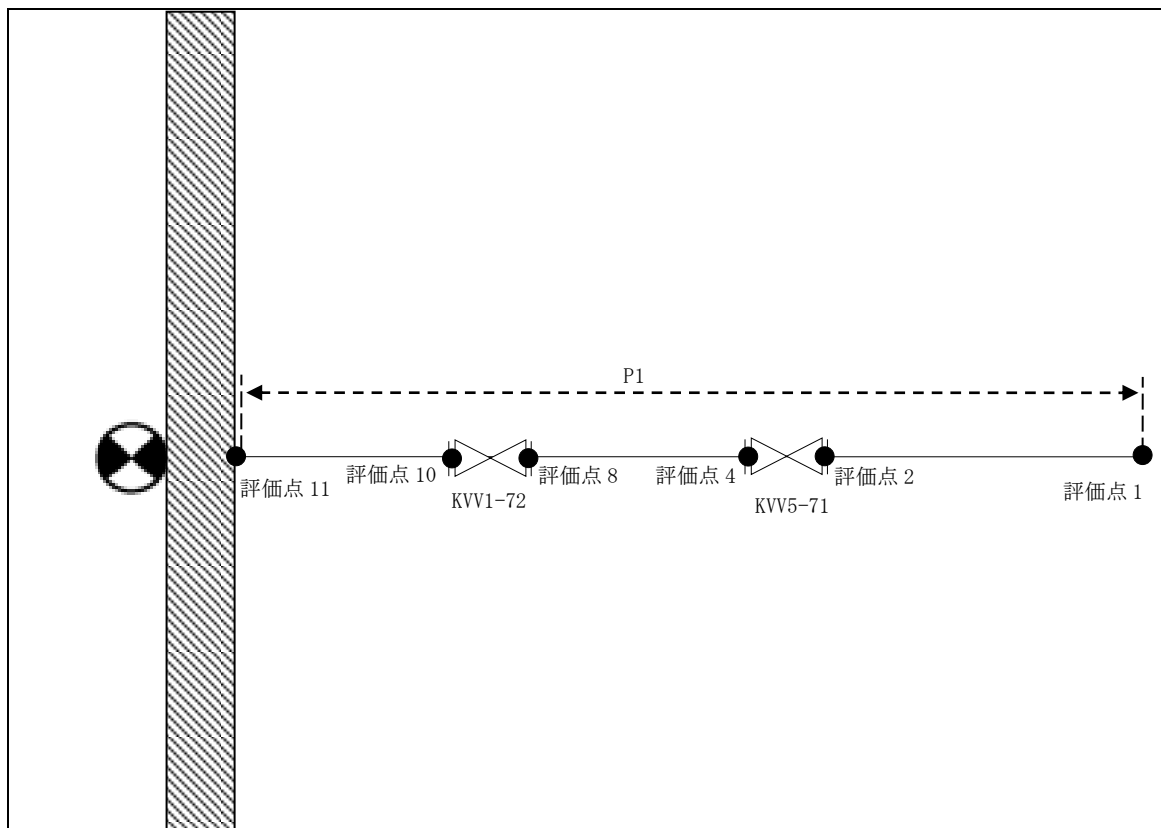
(1) RBS-1



### 3. 設計条件

#### 3.1. RBS-1

##### (1) 解析モデル



配管番号	P1		
外径(mm)	1117.6		
板厚(mm)	6.0		
材質	SS400		
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	$2.01 \times 10^5$		
ポアソン比(-)	0.3		
最高使用温度(°C)	55		
最高使用圧力(MPa)	0.0059		
配管密度(ton/mm <sup>3</sup> )	$7.85 \times 10^{-9}$		
内部流体種類	空気		
内部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	0.00		
外部流体種類	—		
外部流体密度(ton/mm <sup>3</sup> )	—		
設計降伏点 $S_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	239		
設計引張強さ $S_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	391		
許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub> S	1次	239

## (2) 応力係数

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
1	(1)	1.00	—
2	(9)	2.10	—
4	(9)	2.10	—
5	(1)	1.00	—
6	(1)	1.00	—

評価点	溶接部等の区分	応力係数 i	
		主管	分岐管
7	(1)	1.00	—
8	(9)	2.10	—
10	(9)	2.10	—
11	(2)	2.10	—

## (3) 機器重量

評価点	機器番号	機器種別	重量 (kg)	備考
2	—	フランジ	202	—
4	—	フランジ	202	—
8	—	フランジ	202	—
10	—	フランジ	202	—
12	KVV5-71	弁	1537	—
13	KVV1-72	弁	1537	—

## (4) 入力地震波

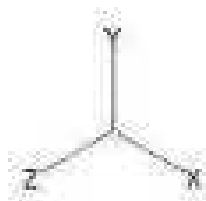
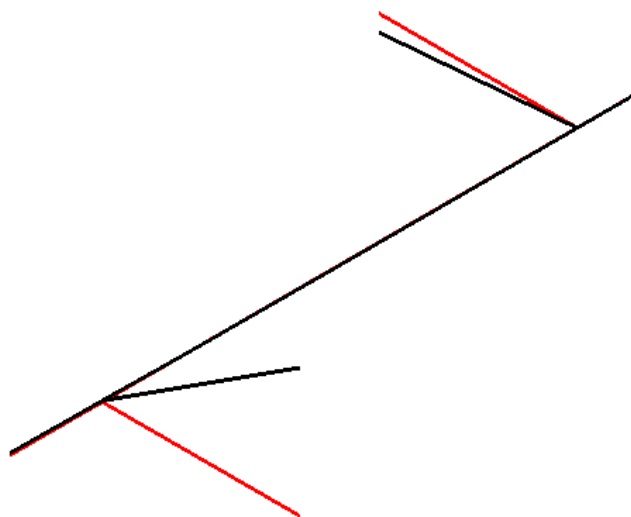
許容 応力 状態	地震波	種類	減衰 定数	使用 質点	設計震度	
					水平	鉛直
B <sub>s</sub> S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> の 1/2	スペクトル モーダル	0.5%	原子炉建家質点 2, 3	—	—
	静的地震力	—	—		0.18	—

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1. 固有周期

(1) RBS-1

モード	X 方向一次	Y 方向一次	Z 方向一次
固有振動数 (Hz)	75.3	10.9	11.2
固有周期 (s)	0.013	0.092	0.090



#### 4.2. 結論

##### 4.2.1. RBS-1

###### (1) B<sub>A</sub>S 評価

発生応力は許容応力を満足している。

許容応力 状態	評価点	区 分	内圧応力	自重応力	短期機械荷重応力 及び地震荷重応力	二次応力	一次応力評価 (N/mm <sup>2</sup> )	
							計算応力	許容応力
B <sub>A</sub> S	4	一次応力	1	6	13	—	20	239



4.3. 拘束点反力

4.3.1. RBS-1

(1) B<sub>A</sub>S 評価

拘束点 番号	荷重	反力(N)			モーメント(N・mm)		
		X	Y	Z	MX	MY	MZ
5	自重	0	28095	—	—	—	—
	動的地震荷重 X	4549	0	—	—	—	—
	動的地震荷重 Y	0	20547	—	—	—	—
	動的地震荷重 Z	16958	0	—	—	—	—
	静的地震荷重 X	5057	0	—	—	—	—
	静的地震荷重 Z	1020	0	—	—	—	—
11	自重	0	16250	0	4012426	0	0
	動的地震荷重 X	4453	0	379	0	1168956	0
	動的地震荷重 Y	0	20481	0	5100842	0	32267460
	動的地震荷重 Z	16590	0	43636	0	26341040	0
	静的地震荷重 X	2925	0	0	0	722237	0
	静的地震荷重 Z	1020	0	7982	0	2848852	0



### 3 - 5. 添付図表

## 目 次

図-3-5.1	プールゲート (No.1 ゲート) の概略図	添 3-5-1
図-3-5.2	上部遮蔽体の概略図	添 3-5-2
図-3-5.3	下部遮蔽体の概略図	添 3-5-3
図-3-5.4	1次冷却材主ポンプの概略図	添 3-5-4
図-3-5.5	1次冷却材補助ポンプの概略図	添 3-5-5
図-3-5.6	1次冷却材熱交換器の概略図	添 3-5-6
図-3-5.7	$N^{16}$ 減衰タンクの概略図	添 3-5-7
図-3-5.8	ディフューザの概略図	添 3-5-8
図-3-5.9	1次冷却材ストレーナの概略図	添 3-5-9
図-3-5.10	重水ポンプの概略図	添 3-5-10
図-3-5.11	重水ドレン汲上ポンプの概略図	添 3-5-11
図-3-5.12	重水熱交換器の概略図	添 3-5-12
図-3-5.13	重水溢流タンクの概略図	添 3-5-13
図-3-5.14	重水ドレンタンクの概略図	添 3-5-14
図-3-5.15	重水イオン交換樹脂塔の概略図	添 3-5-15
図-3-5.16	重水前置フィルタの概略図	添 3-5-16
図-3-5.17	重水後置フィルタの概略図	添 3-5-17
図-3-5.18	ヘリウム圧縮機の概略図	添 3-5-18
図-3-5.19	吸込タンクの概略図	添 3-5-19
図-3-5.20	吐出タンクの概略図	添 3-5-20
図-3-5.21	ヘリウムタンクの概略図	添 3-5-21
図-3-5.22	再結合器の概略図	添 3-5-22
図-3-5.23	No.1 ドレンセパレータ及びNo.2 ドレンセパレータの概略図	添 3-5-23
図-3-5.24	No.1 凝縮器の概略図	添 3-5-24
図-3-5.25	No.2 凝縮器の概略図	添 3-5-25
図-3-5.26	サイフォンブレイク弁の概略図	添 3-5-26
図-3-5.27	自然循環弁接続管及び自然循環弁の概略図	添 3-5-27
図-3-5.28	原子炉プール溢流タンクの概略図	添 3-5-28
図-3-5.29	制御棒駆動装置の概略図	添 3-5-29
図-3-5.30	重水ダンプ弁の概略図	添 3-5-30
図-3-5.31	非常用排風機の概略図	添 3-5-31
図-3-5.32	空気浄化装置の概略図	添 3-5-32
図-3-5.33	燃料搬送装置の概略図	添 3-5-33

図-3-5.34	使用済燃料キャスクの概略図	添 3-5-34
図-3-5.35	プールゲート (No.2 ゲート) の概略図	添 3-5-35
図-3-5.36	使用済燃料貯蔵ラック (A 型) の概略図	添 3-5-36
図-3-5.37	使用済燃料貯蔵ラック (B 型) の概略図	添 3-5-37
図-3-5.38	ビームチューブ接続管の概略図	添 3-5-38
図-3-5.39	前部水封用止板 (1G) ~ (6G) の概略図	添 3-5-39
図-3-5.40	前部水封用止板 (7R) の概略図	添 3-5-40
図-3-5.41	前部水封用止板 (8T) の概略図	添 3-5-41
図-3-5.42	前部水封用止板 (9C) の概略図	添 3-5-42
図-3-5.43	減速材容器の概略図	添 3-5-43
図-3-5.44	低温流路管の概略図 (1/2)	添 3-5-44
図-3-5.45	低温流路管の概略図 (2/2)	添 3-5-45
図-3-5.46	炉室詰替セルの躯体及びサブプールの概略図	添 3-5-46
図-3-5.47	非常用排気設備アキュムレータの概略図	添 3-5-47

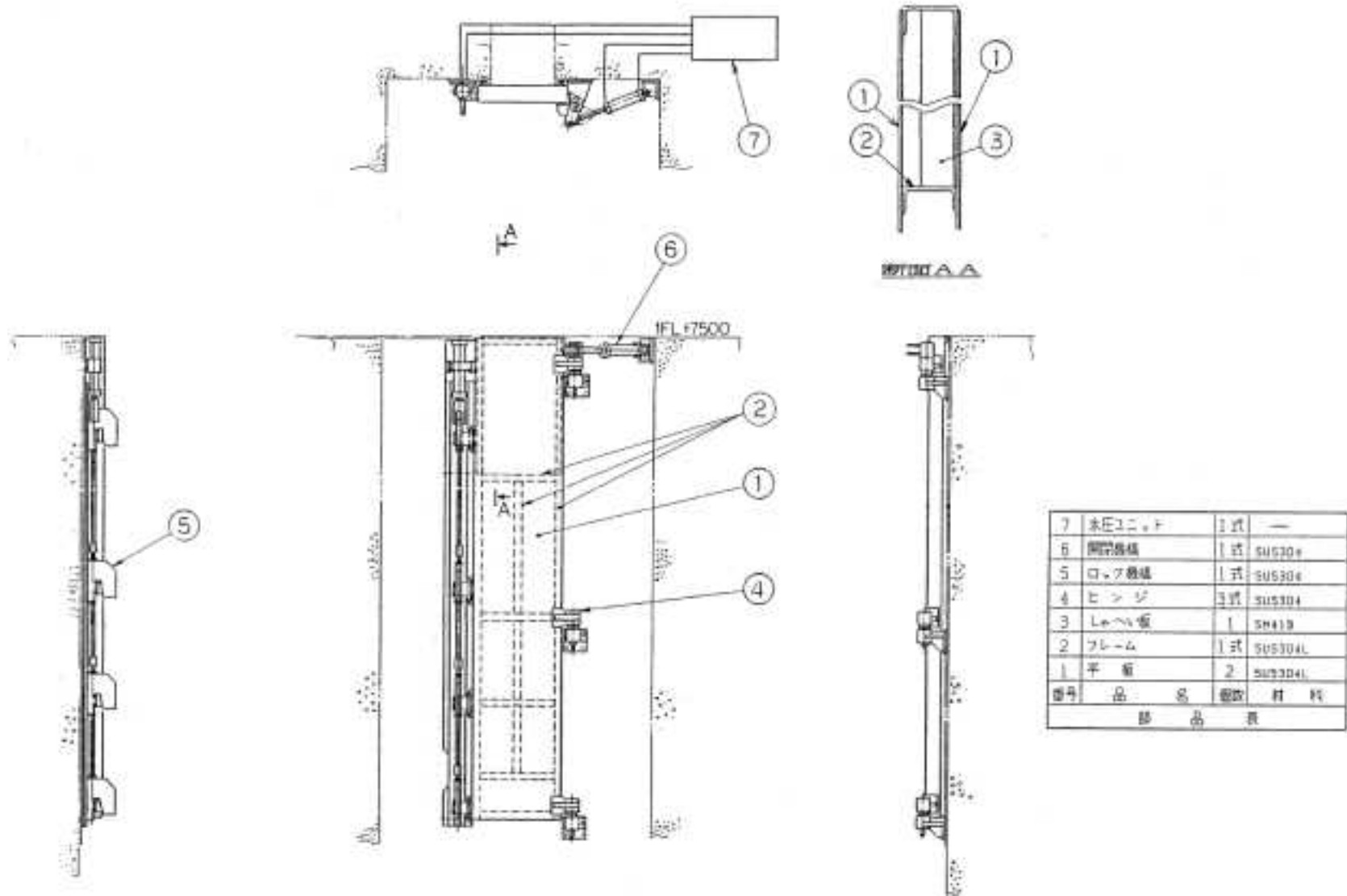


図-3-5.1 プールゲート (No.1ゲート) の概略図

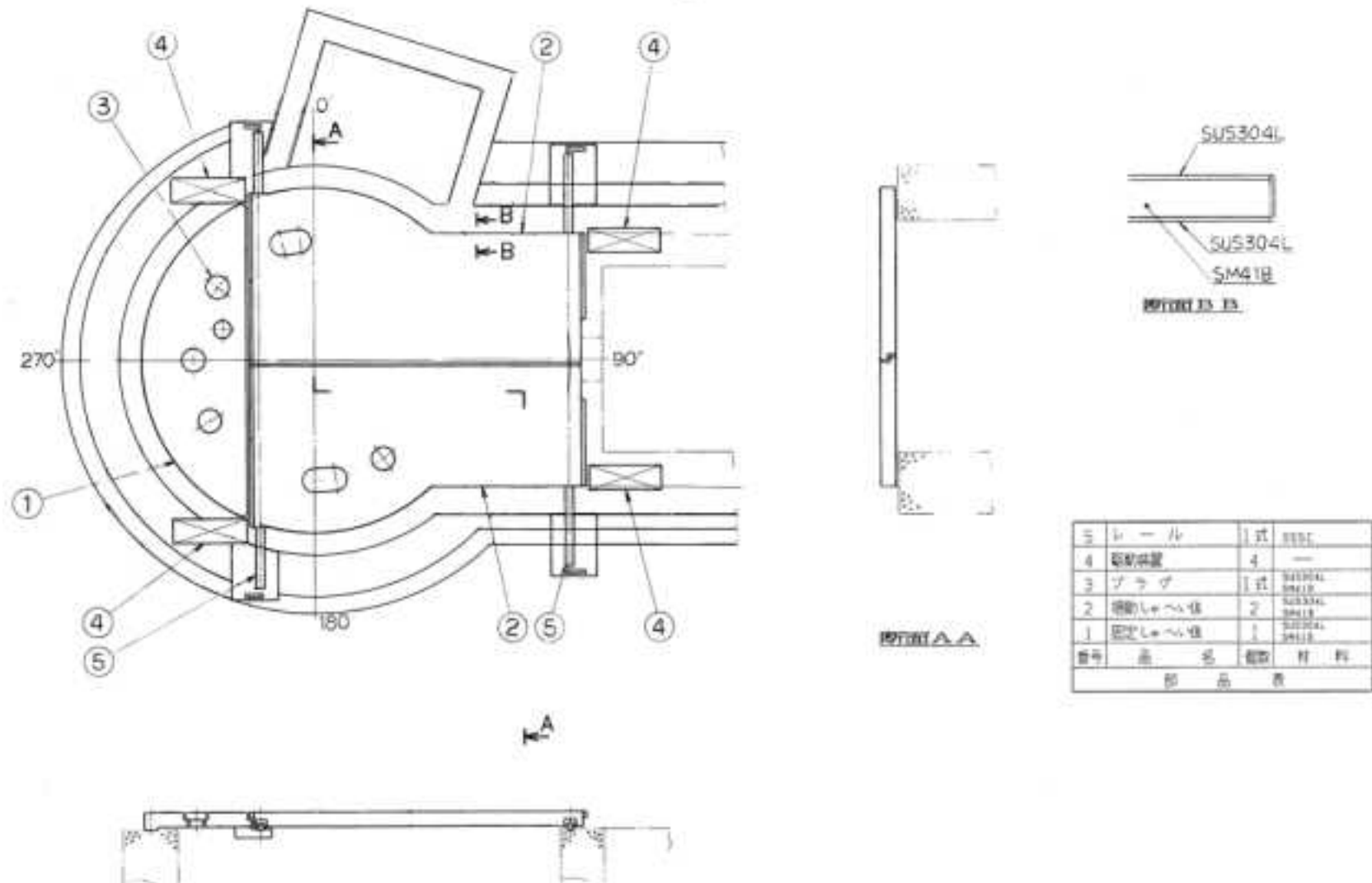
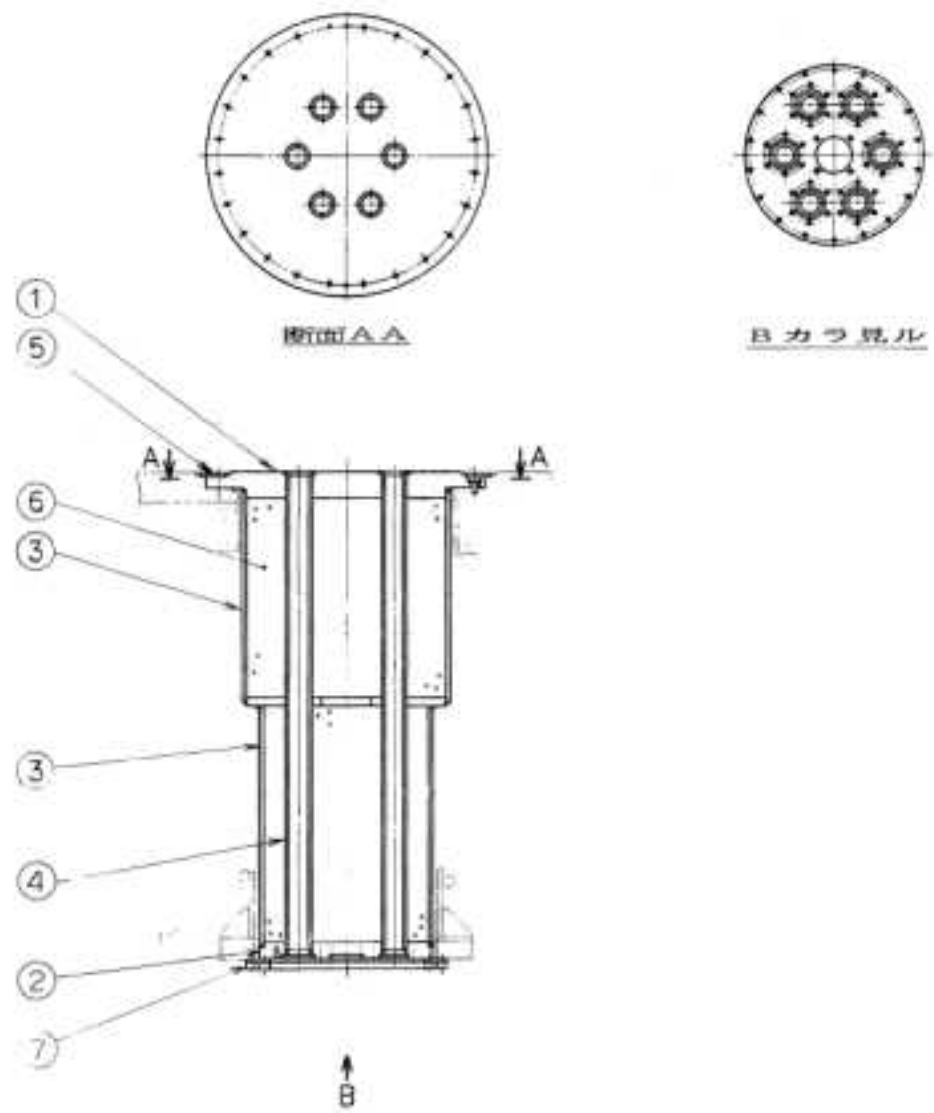


図-3-5.2 上部遮蔽体の概略図

添 3-5-2

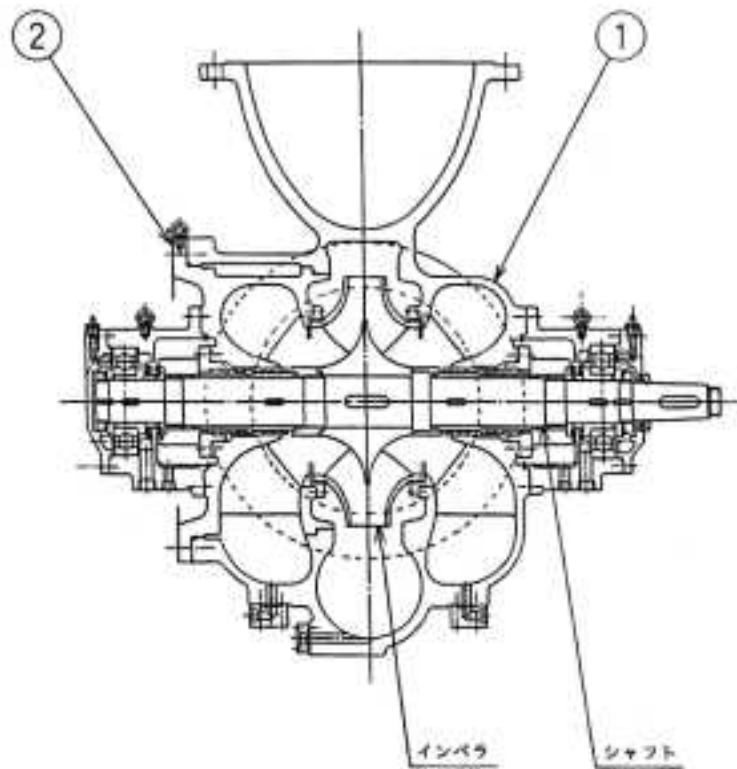


7	ガスケット押え	1 式	SUS304
6	シェル板	1 式	厚さ20φ304
5	シール板	1	SUS304L
4	特殊焼結耐熱体管内管	6	SUS304L78
3	筒板	2	SUS304
2	下フランジ	1	SUS304L
1	上フランジ	1	SUS304L
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.3 下部遮蔽体の概略図

添 3-5-3





2	ケーシングカバー	1	SCS13
1	ケーシング	1	SCS13
番号	品名	個数	材料
部品表			

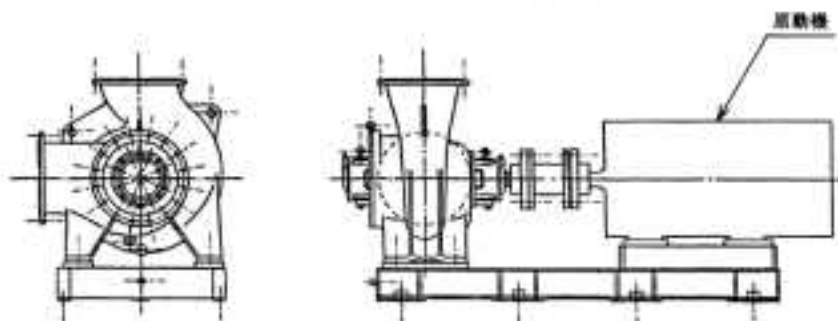
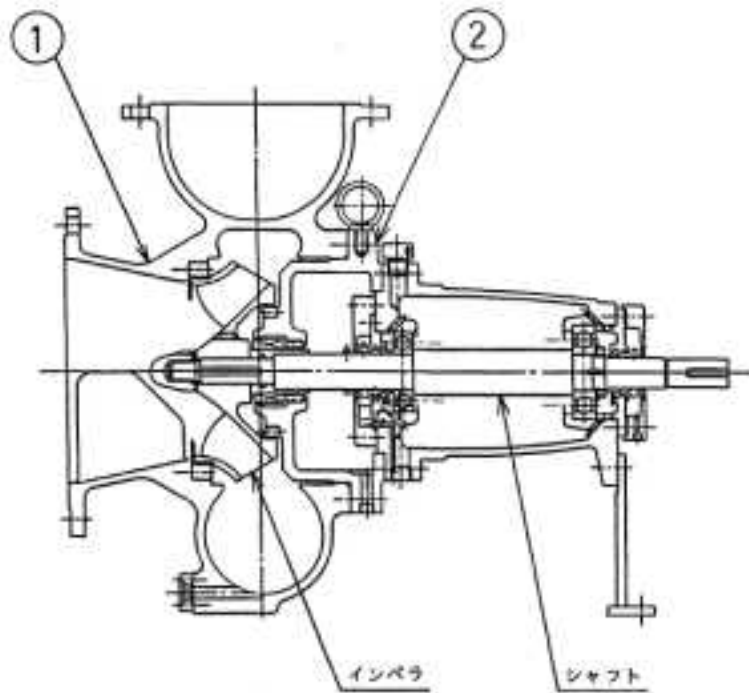


図-3-5.4 1次冷却材主ポンプの概略図



2	ケーシングカバー	1	SCS13
1	ケーシング	1	SCS13
番号	品名	個数	材料
部 品 表			

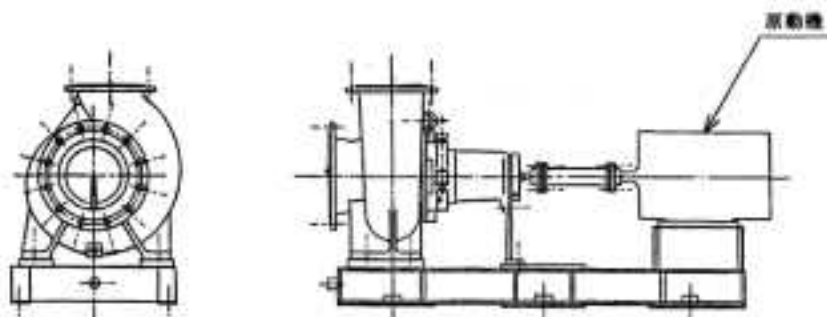


図-3-5.5 1次冷却材補助ポンプの概略図

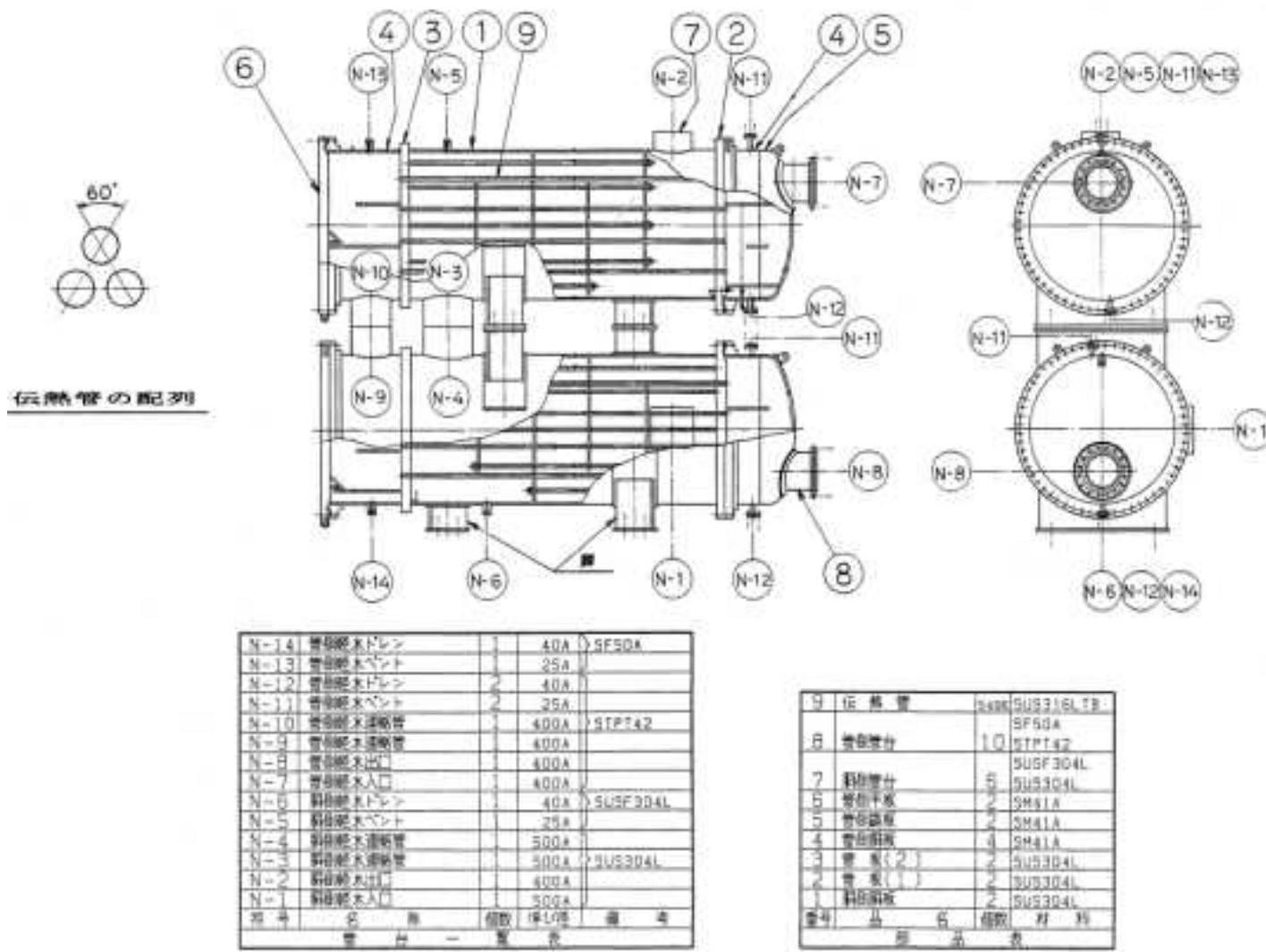
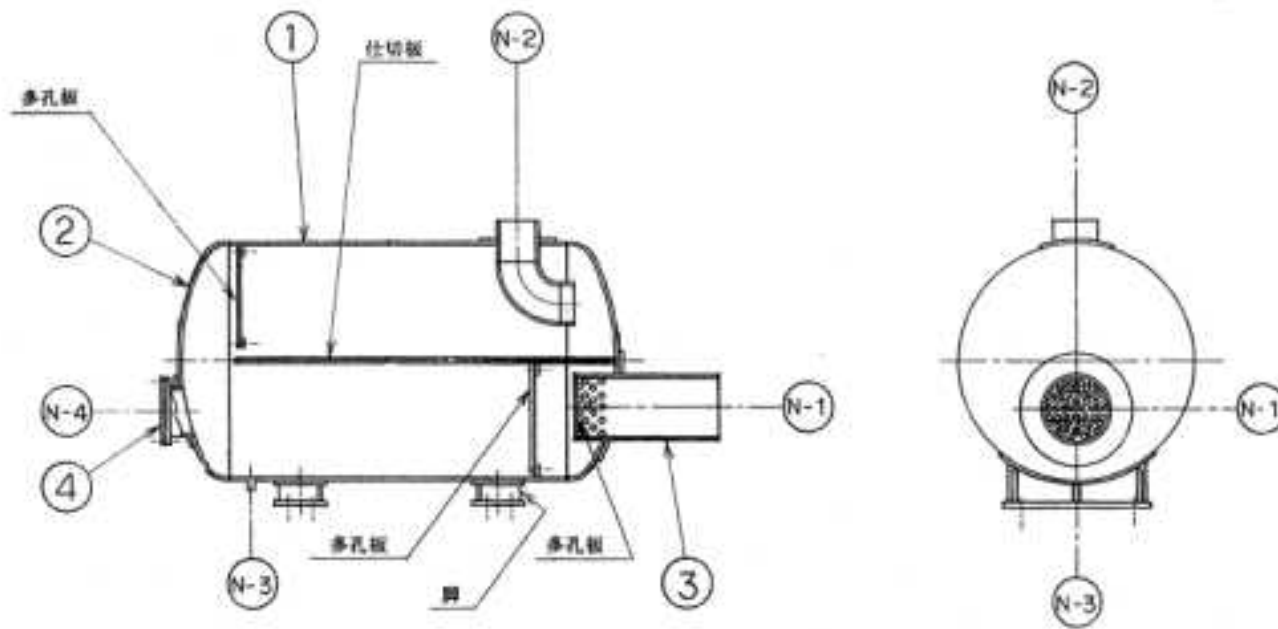


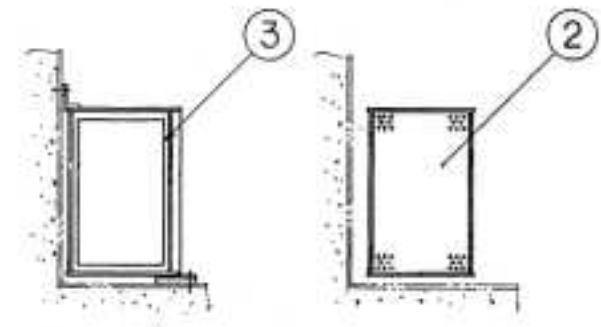
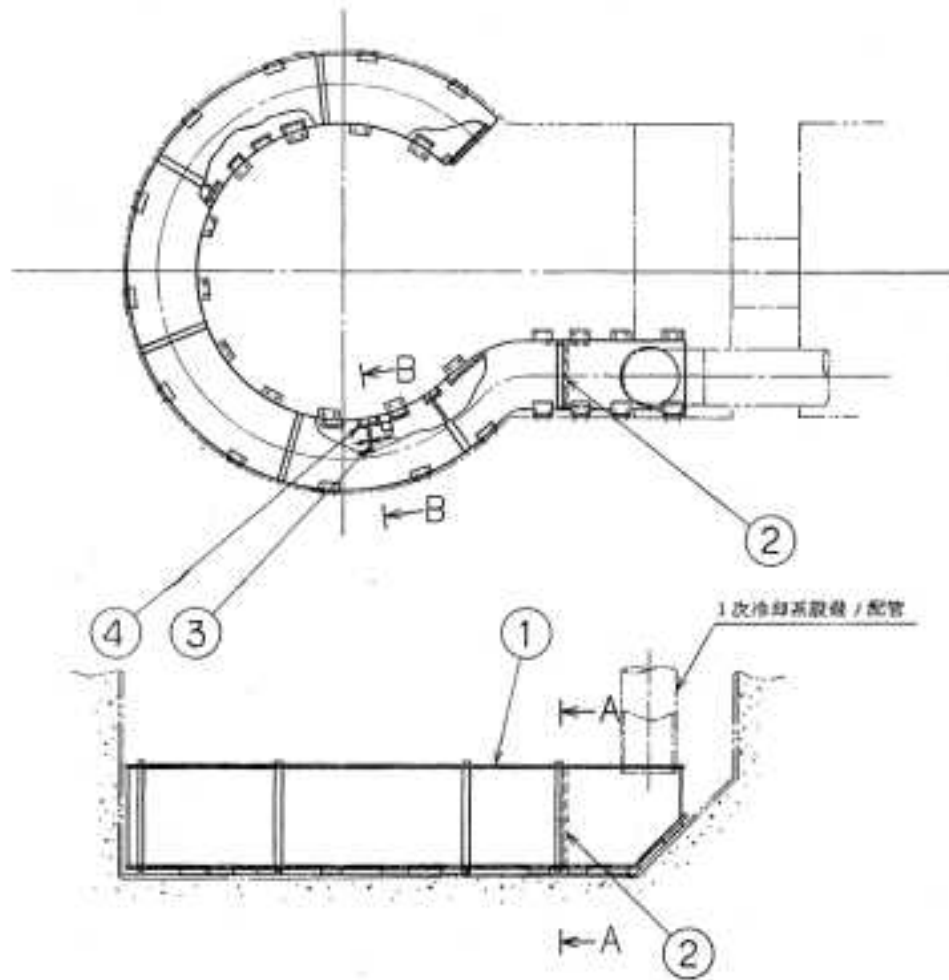
図-3-5.6 1次冷却材熱交換器の概略図



N-4	マンホール	1	550A	SUS304LTPY
N-3	ドレン	1	65A	SUS304LTP
N-2	軽木出口	1	550A	
N-1	軽木入口	1	800A	SUS304LTPY
符号	名称	個数	呼び径	備考
管台一覧表				

4	閉止板	1		SUS304L
3	管台	4		SUS304LTPY SUS304LTP
2	鏡板	2		SUS304L
1	胴板	1		SUS304L
番号	品名	個数		材料
部品表				

図-3-5.7 N<sup>16</sup>減衰タンクの概略図



断面B Bから見た 断面A Aから見た

4	案内板	20	A50S2P-D
3	パフルプレート	6	A50S2P-D
2	整流板	1	A50S2P-D
1	本体	7	A50S2P-D
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.8 ディフューザの概略図

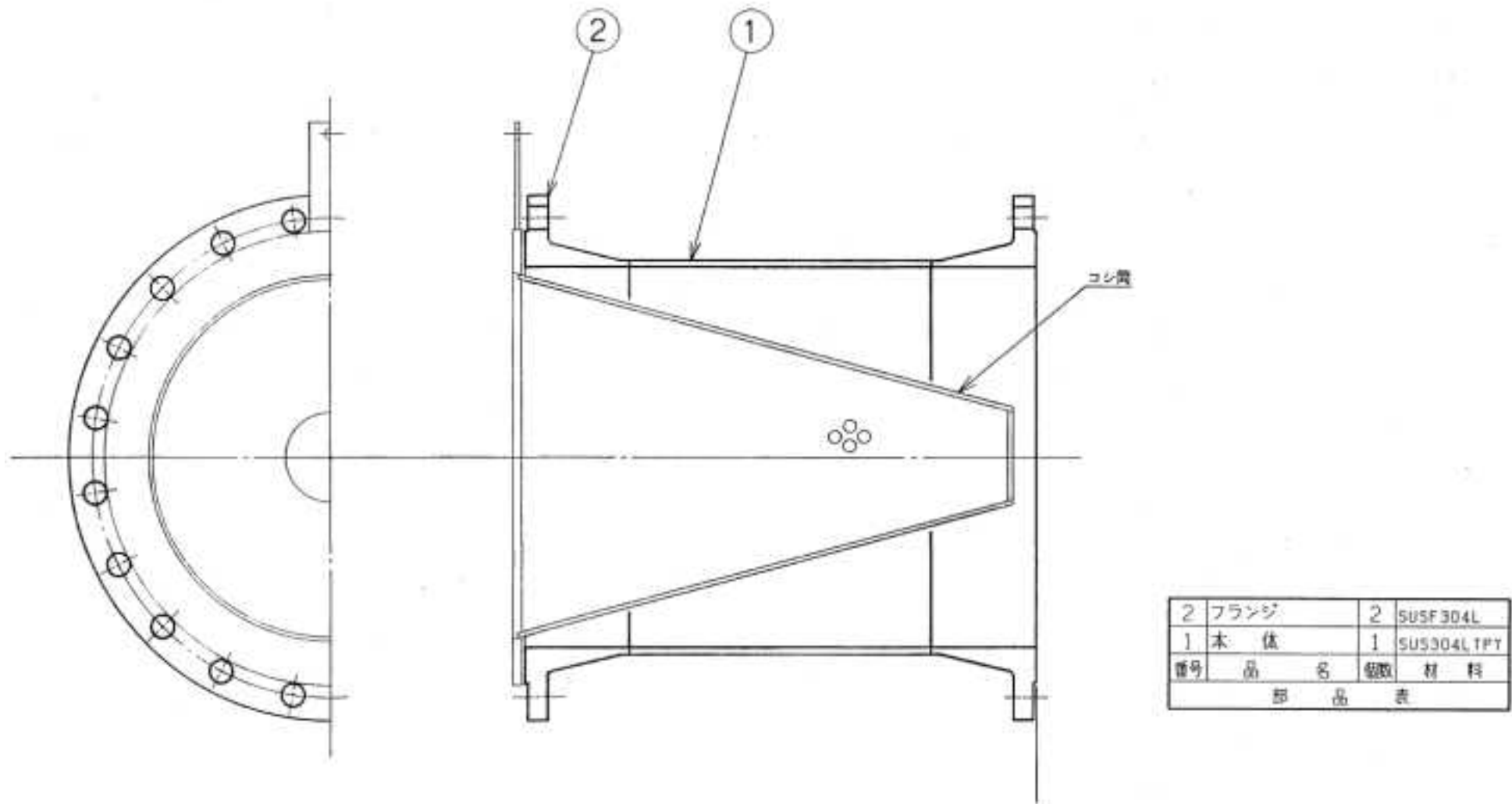
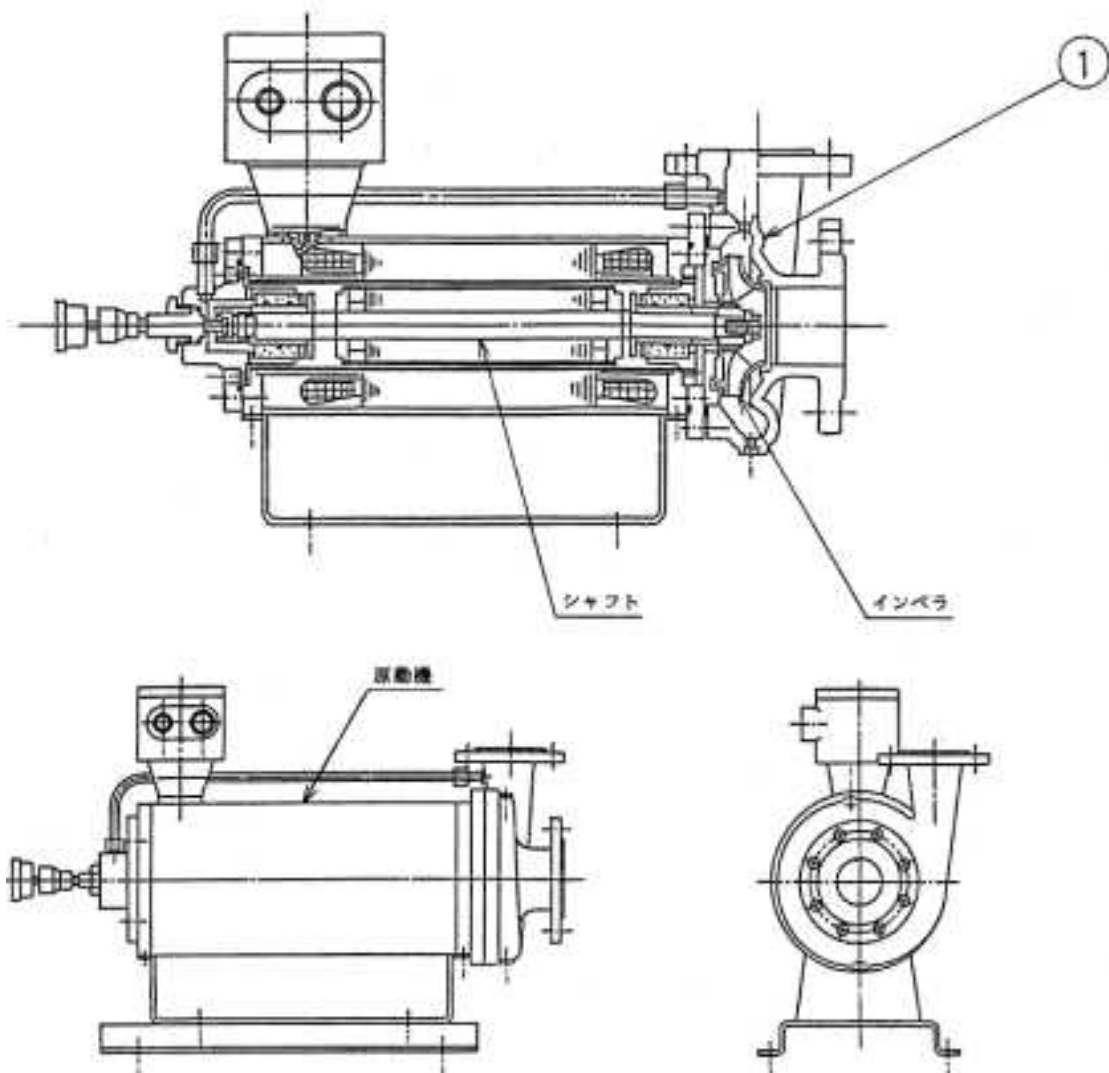
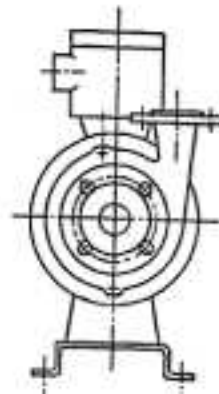
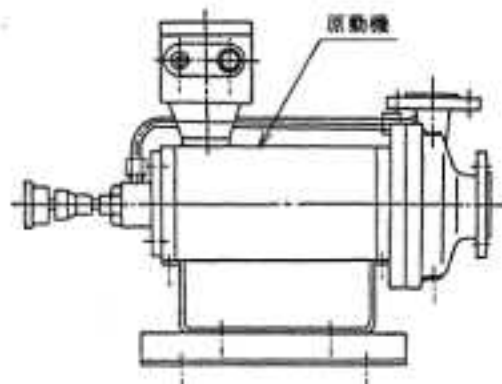
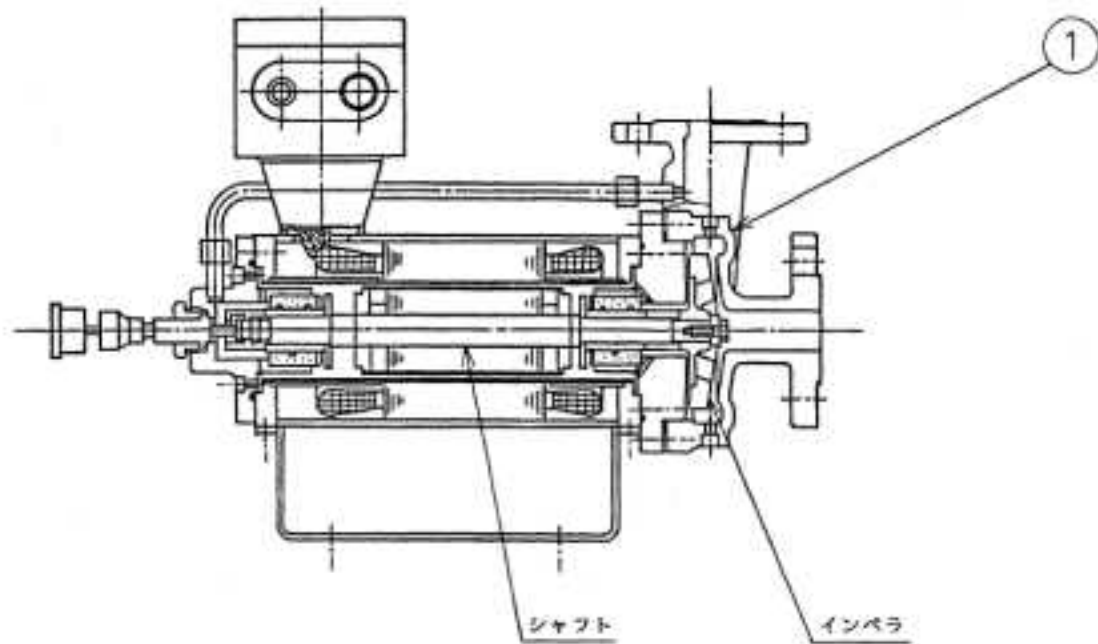


図-3-5.9 1次冷却材ストレーナの概略図



1	ケーシング	1	9C913
番号	品名	個数	材料
部品表			

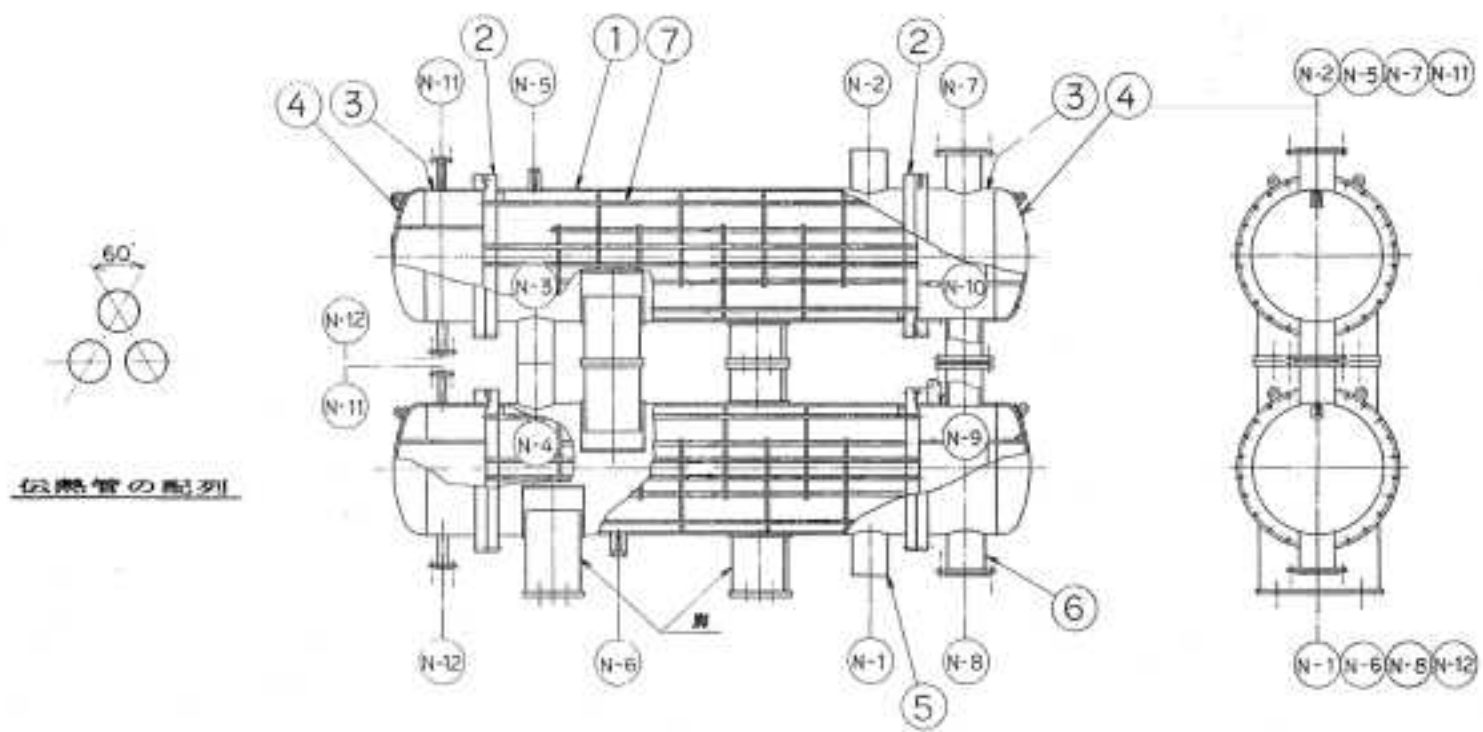
図-3-5.10 重水ポンプの概略図



1	ケーシング	1	5CS13
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.11 重水ドレン汲上ポンプの概略図



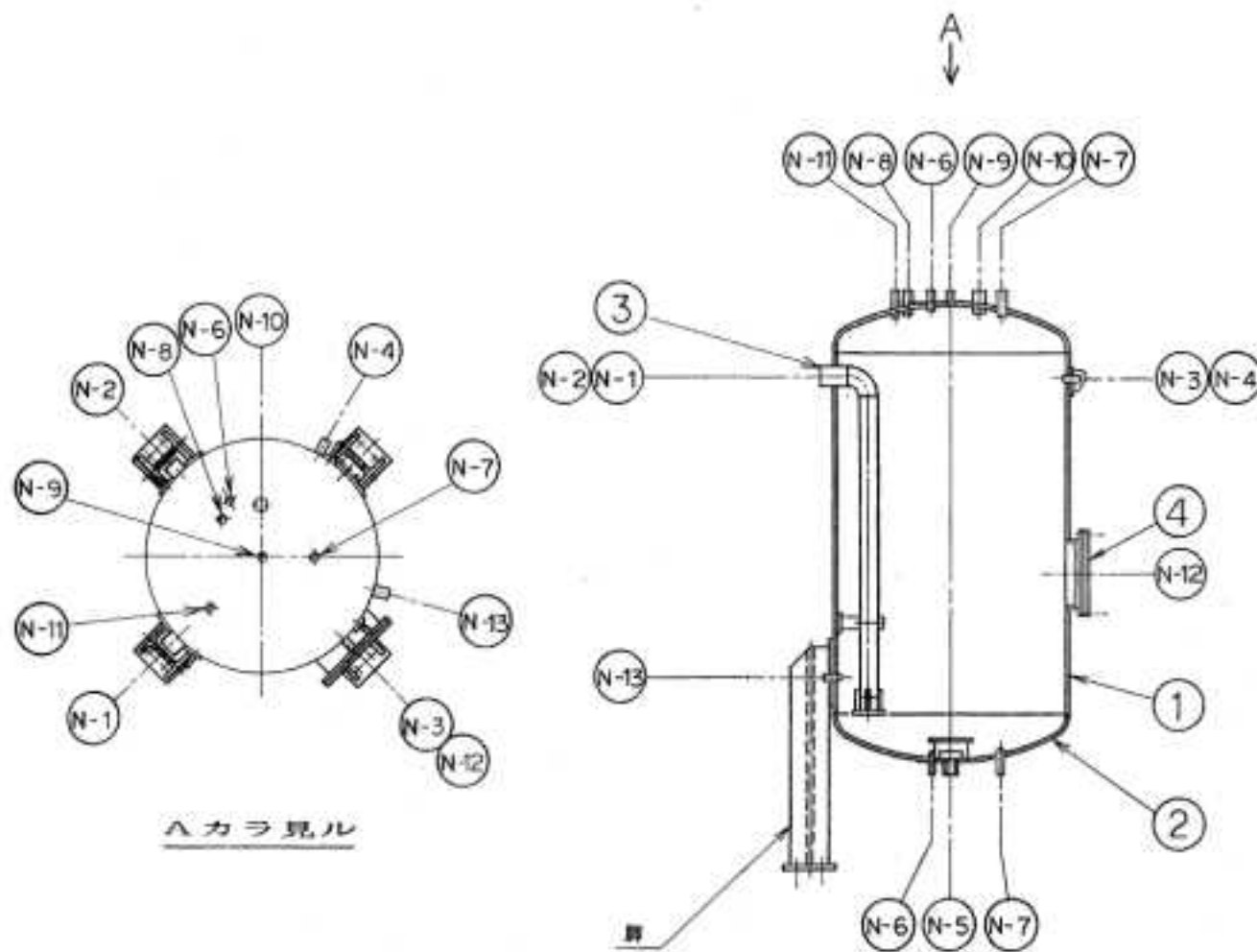


伝熱管の配列

N-12	軽水ドレン	2	25A	
N-11	軽水ベント	2	15A	
N-10	軽水清め管	1	150A	STPT42
N-9	軽水清め管	1	150A	
N-8	軽水出口	1	150A	
N-7	軽水入口	1	150A	
N-6	重水ドレン	1	40A	SUSF304L
N-5	重水ベント	1	25A	
N-4	重水清め管	1	150A	
N-3	重水清め管	1	150A	SUS304L TP
N-2	重水出口	1	150A	
N-1	重水入口	1	150A	
管号	名称	数量	口径/mm	材質
管台一覧表				

7	伝熱管	648	SUS316L TP
6	管束管	8	STPT42
			SUSF304L
5	管束管	6	SUS304L TP
4	管束管	4	SM41A
3	管束管	4	SM41A
2	管束管	4	SUS304L
1	管束管	2	SUS304L
管号	名称	数量	材質
部品表			

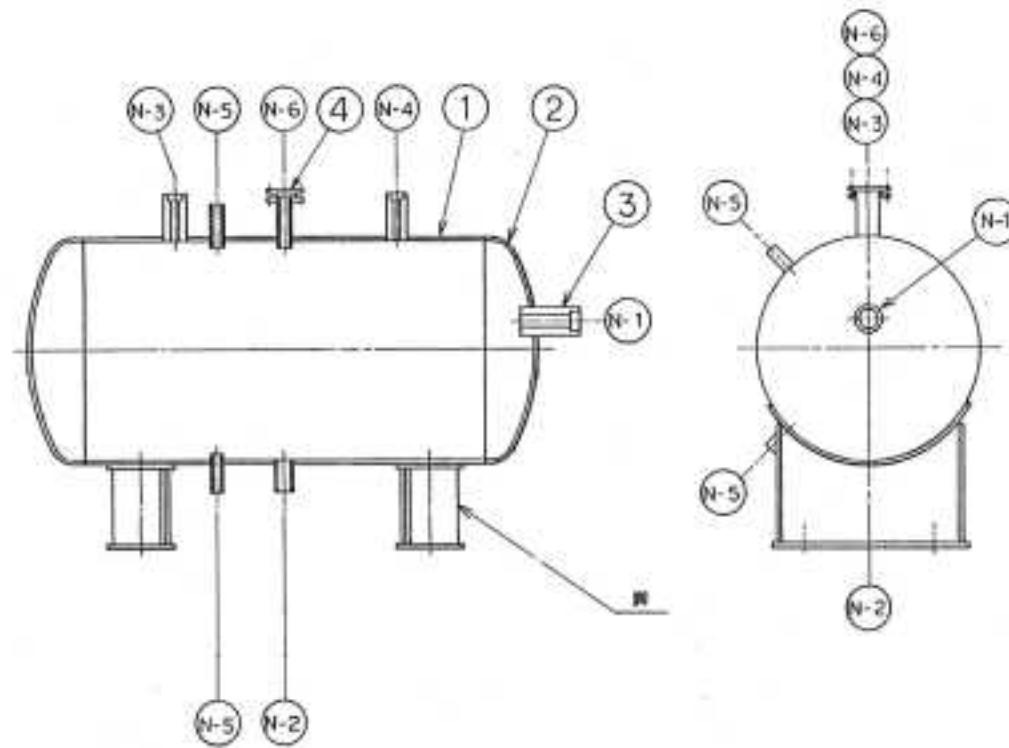
図-3-5.12 重水熱交換器の概略図



N-13	置換用管台	1	50A	SUSF304L
N-12	マンホール	1	500A	SUS304L
N-11	圧力計	1	20A	SUSF304L
N-10	ヘリウム出口	1	65A	SUS304LTP
N-9	ヘリウム供給	1	25A	
N-8	ヘリウム入口	1	40A	SUSF304L
N-7	水位計座	2	20A	
N-6	液面計座	2	20A	
N-5	重水出口	1	125A	SUS304LTP
N-4	重水ドレン入口	1	25A	
N-3	浄化装置戻り	1	20A	SUSF304L
N-2	重水ダンプ入口	1	100A	
N-1	重水入口	1	150A	SUS304LTP
符号	名称	個数	呼び径	備考
管 台 一 覧 表				

4	閉止板	1	SUS304L
3	管 台	15	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
2	鋼 板	2	SUS304L
1	胴 板	1	SUS304L
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

図-3-5.13 重水溢流タンクの概略図



N-6	予 測 座	1	25A	
N-5	測定計座	2	20A	SUS304LTP
N-4	ヘリウム出口	1	20A	
N-3	ヘリウム入口	1	20A	SUSF304L
N-2	重水出口	1	25A	SUS304LTP
N-1	重水入口	1	40A	SUSF304L
番号	名 称	個数	呼び径	番 号
管 台 一 覧 表				

4	閉 止 板	1	SUS304L
3	管 台	7	SUS304LTP SUS304LTP
2	脚 板	2	SUS304L
1	胴 板	1	SUS304L
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

図-3-5.14 重水ドレンタンクの概略図

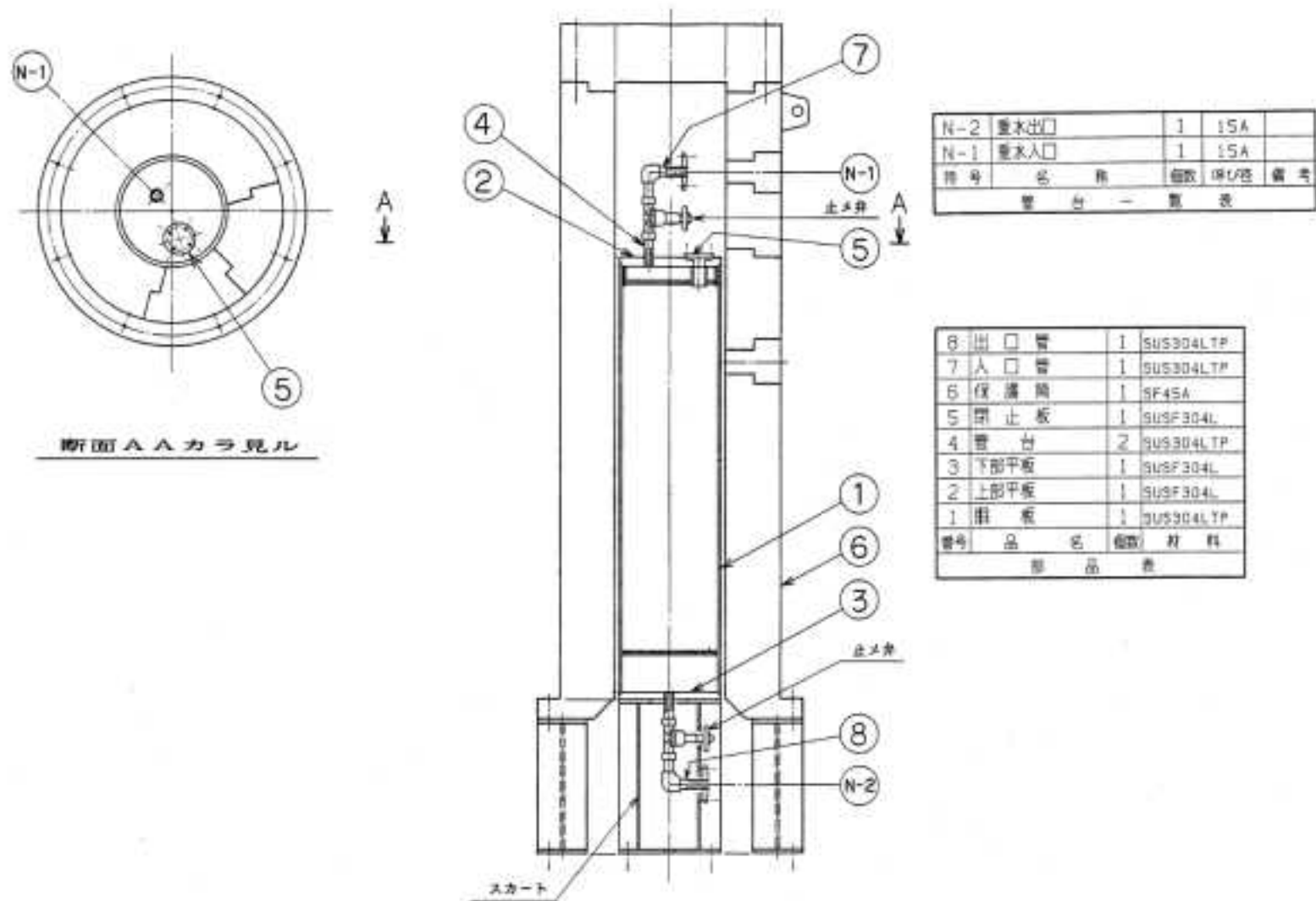
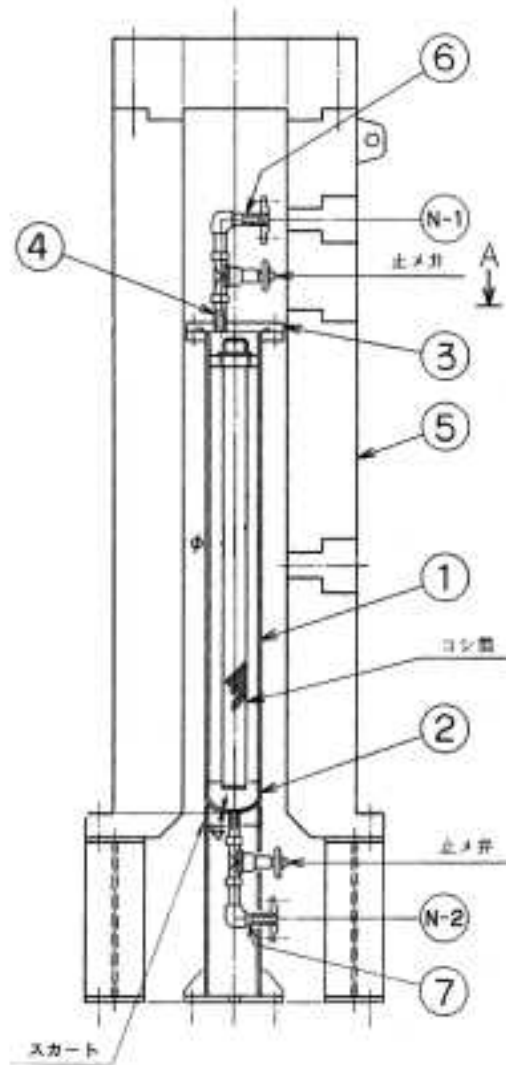
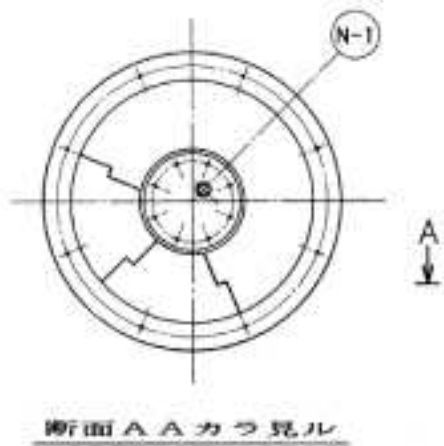


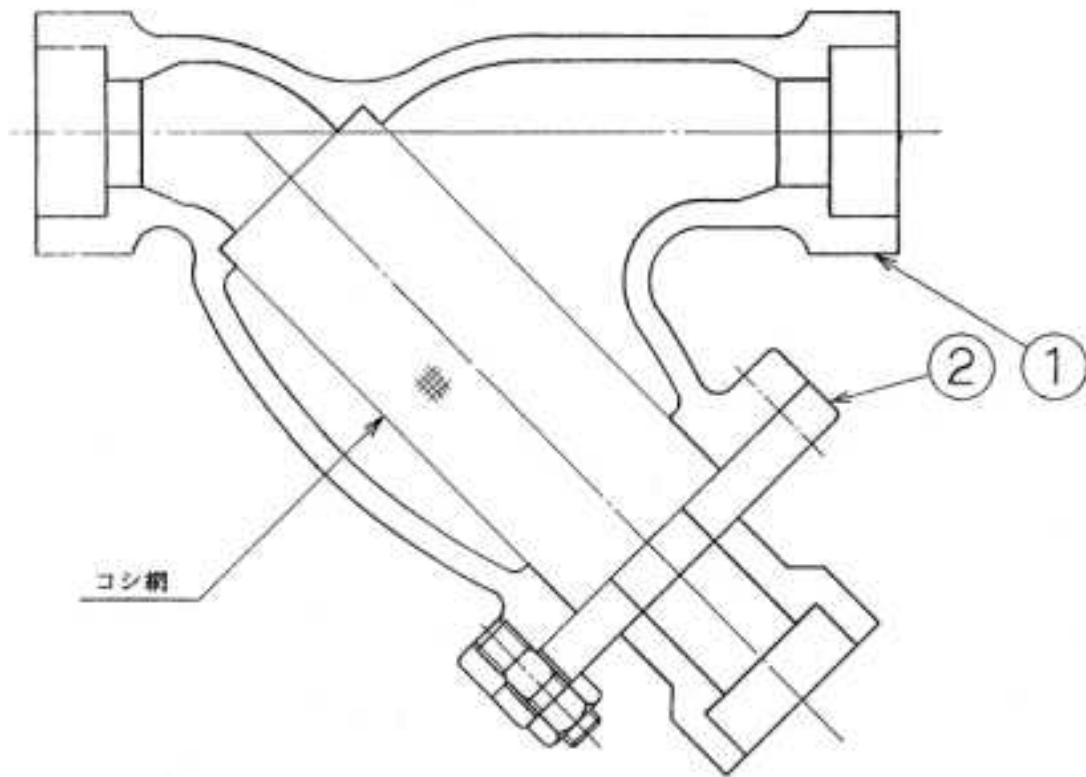
図-3-5.15 重水イオン交換樹脂塔の概略図



N-2	重水出口	1	15A	
N-1	重水入口	1	15A	
符号	名称	個数	呼び径	備考
管台一覧表				

7	出口管	1	SUS304LTP
6	入口管	1	SUS304LTP
5	保護筒	1	SF45A
4	管台	2	SUS304LTP
3	上部平板	1	SUSF304L
2	濾板	1	SUS304L
1	胴板	1	SUS304LTP
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.16 重水前置フィルタの概略図



2	蒸	1	SUS304L
1	本 体	1	SCS13A
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

図-3-5.17 重水後置フィルタの概略図

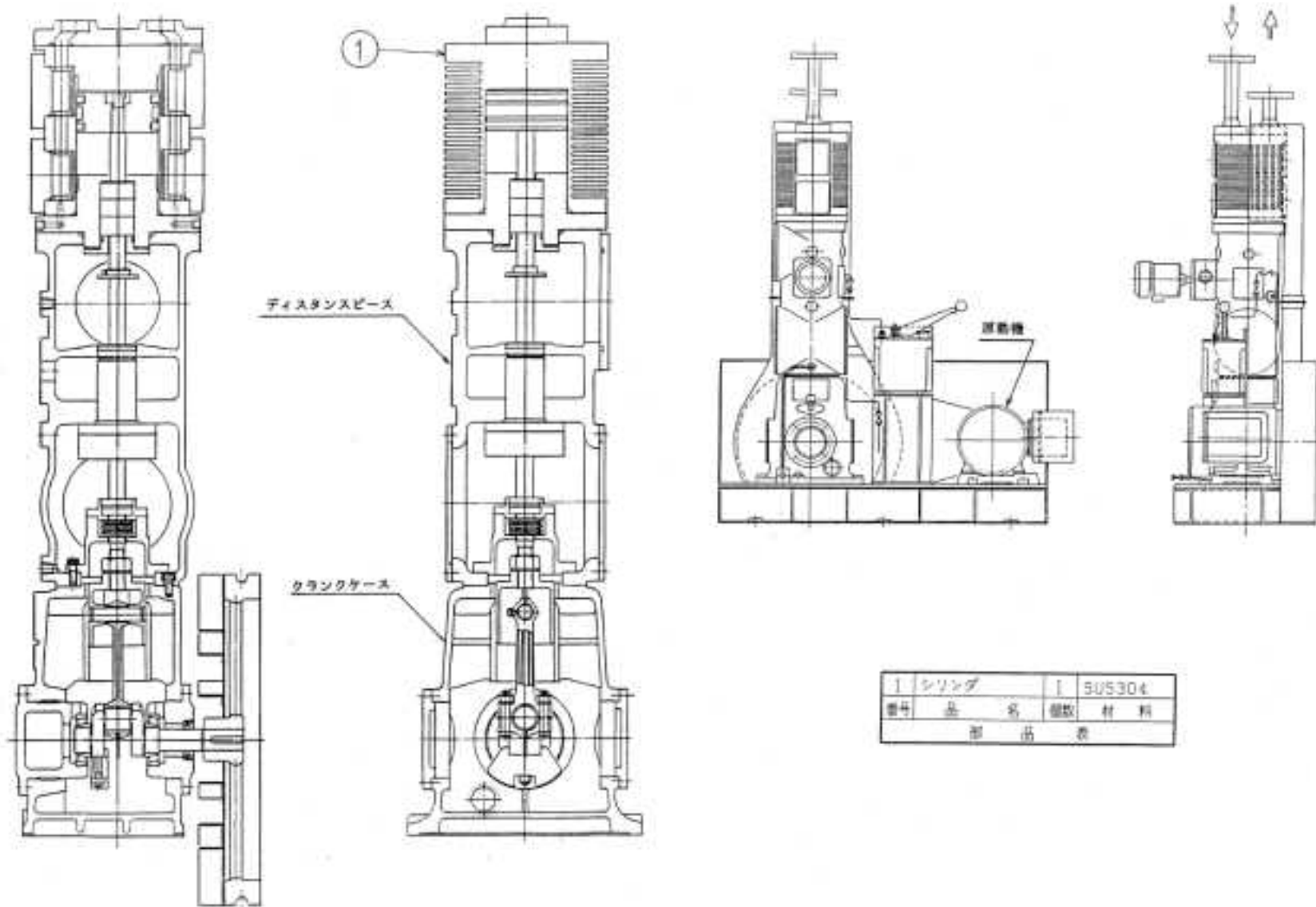


図-3-5.18 ヘリウム圧縮機の概略図

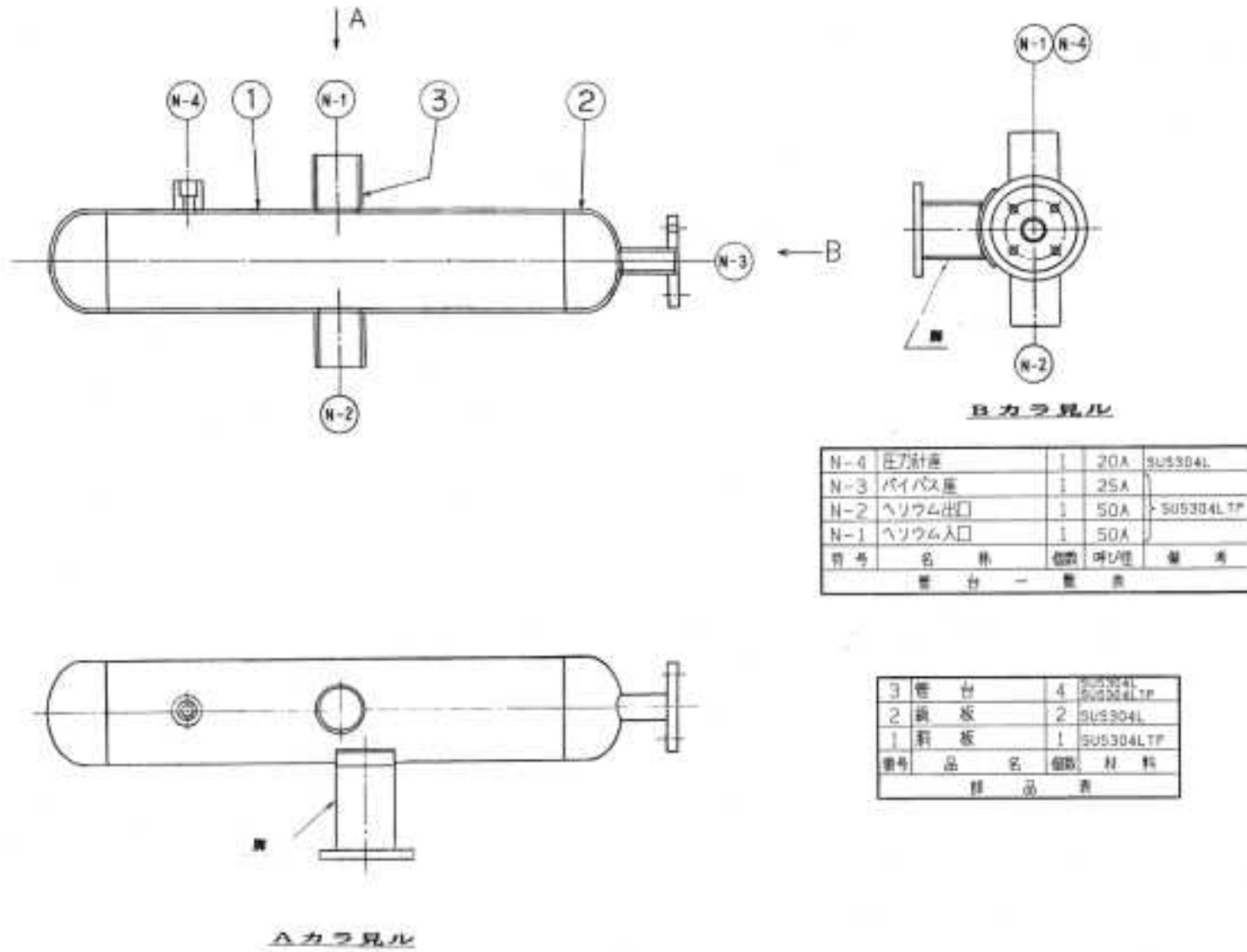
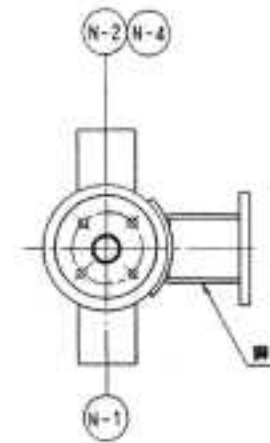
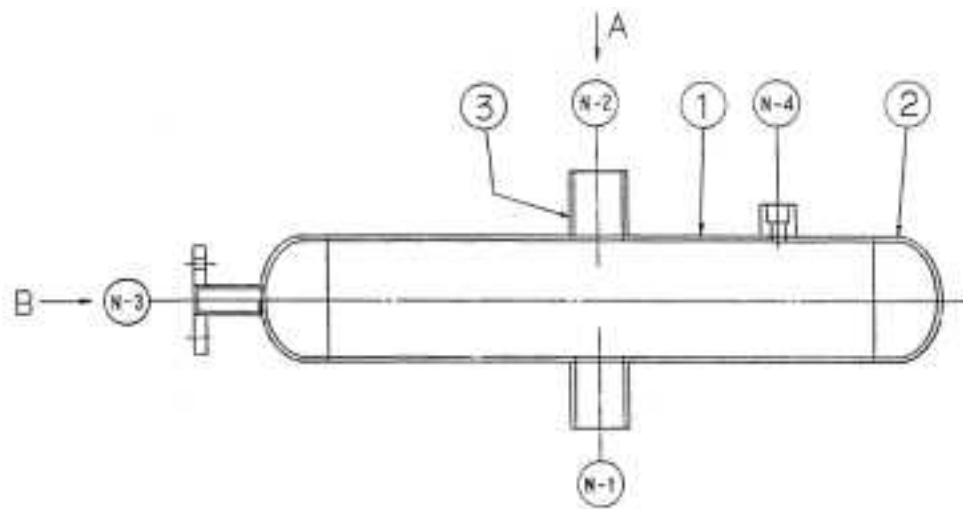


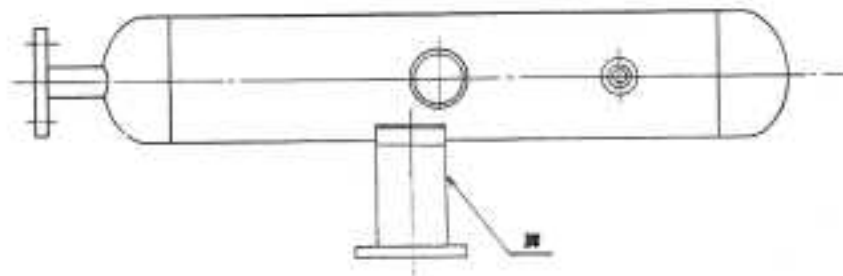
図-3-5.19 吸込タンクの概略図





Bカラ見ル

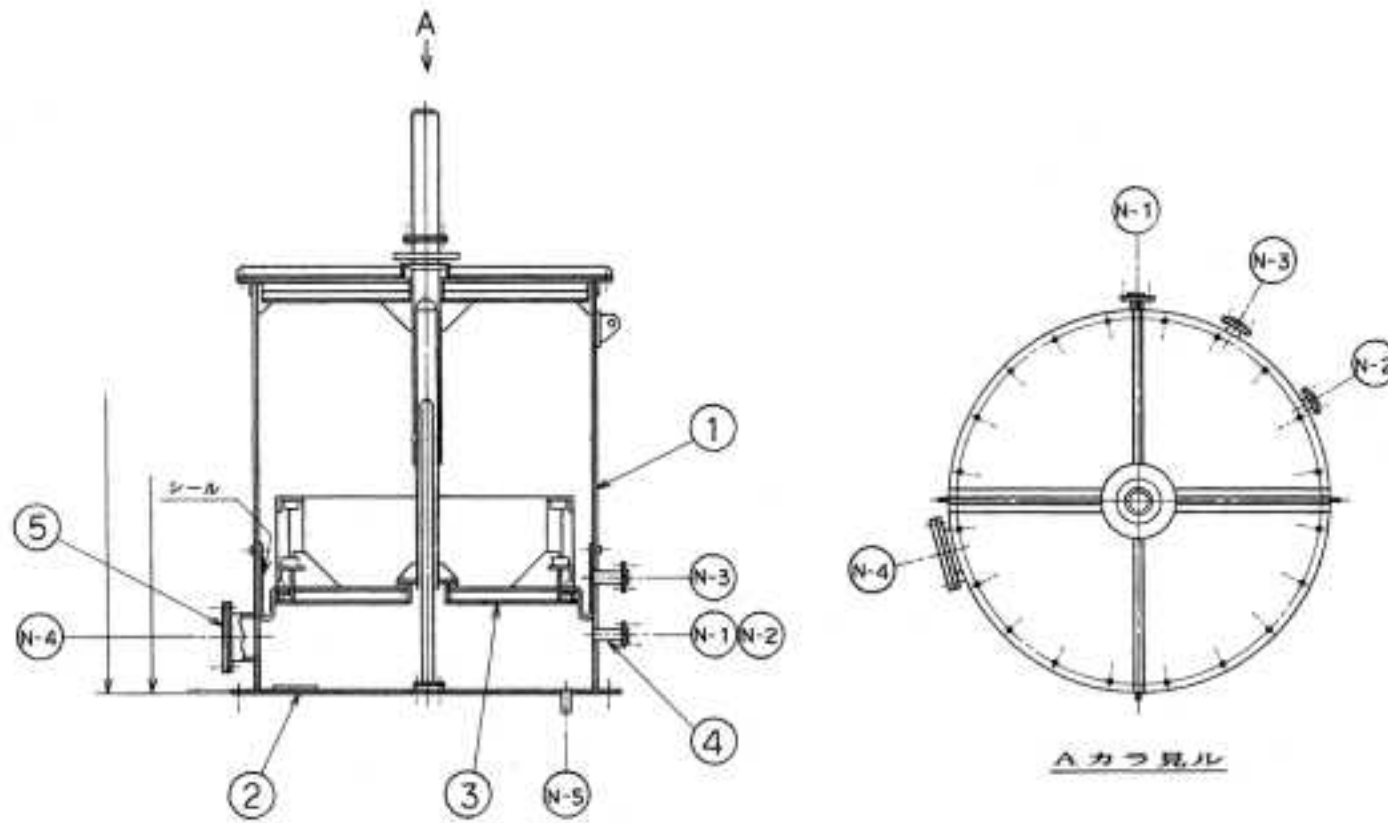
N-4	圧力計座	1	20A	SUS304L
N-3	バイパス座	1	25A	
N-2	ヘリウム出口	1	50A	SUS304LTP
N-1	ヘリウム入口	1	50A	
件号	品名	個数	呼び径	備考
部 品 表				



Aカラ見ル

3	管 台	4	SUS304L SUS304LTP
2	鏡 板	2	SUS304L
1	銅 板	1	SUS304LTP
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

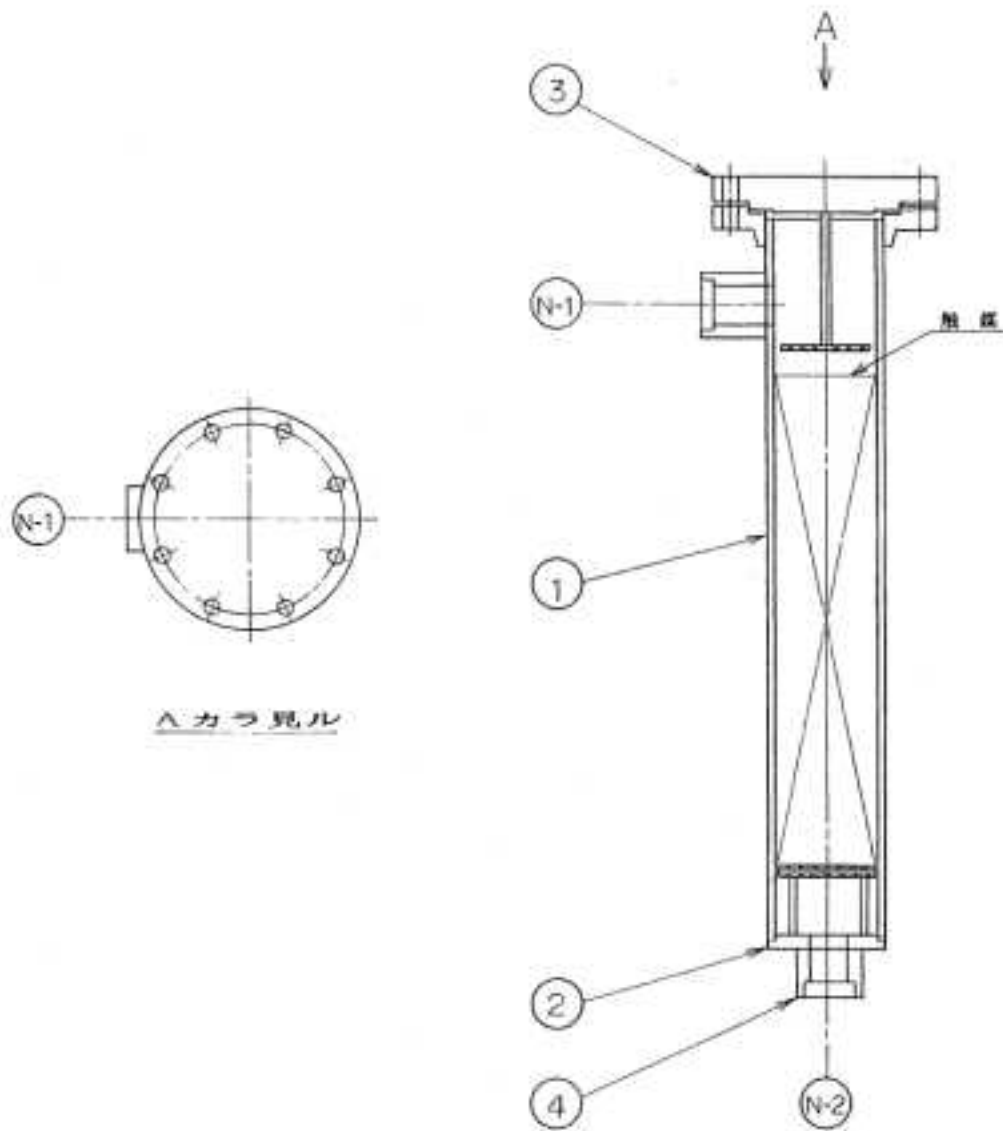
図-3-5.20 吐出タンクの概略図



N-5	ドレン出口	1	15A
N-4	点検口	1	200A
N-3	返し弁座	1	50A
N-2	ヘリウム出口	1	25A
N-1	ヘリウム入口	1	25A
符号	名 称	個数	呼び径 備考
部 台 一 覧 表			

5	閉止板	1	SUS304L
4	管 台	5	SUS304L TP
3	平 板	1	SUS304L
2	遮 板	1	SUS304L
1	胴 板	1	SUS304L
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

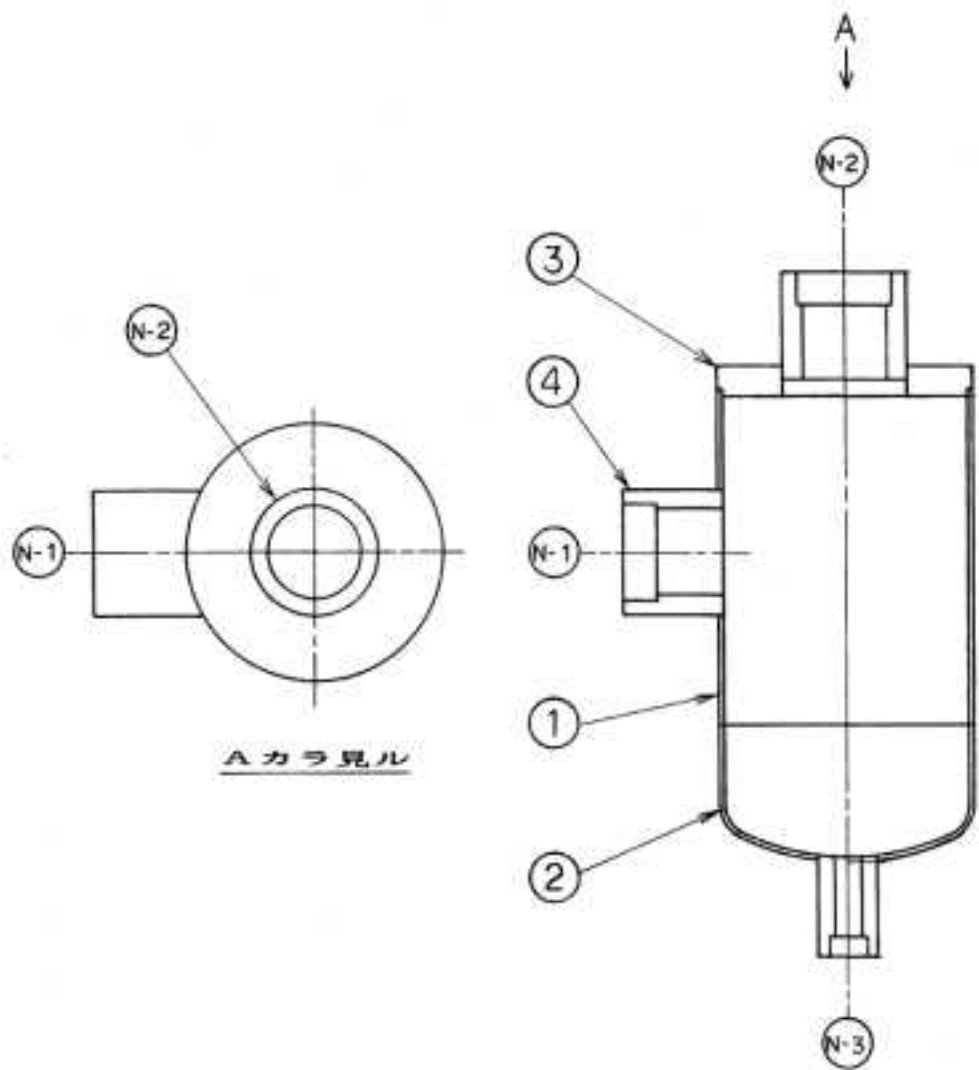
図-3-5.21 ヘリウムタンクの概略図



N-2	ヘリウム出口	1	50A	
N-1	ヘリウム入口	1	50A	
符号	名称	個数	呼び径	備考
管台一覧表				

4	管台	2	SUS304L
3	上部平板	1	SUS304L
2	下部平板	1	SUS304L
1	筒板	1	SUS304LTP
番号	品名	個数	材料
部品表			

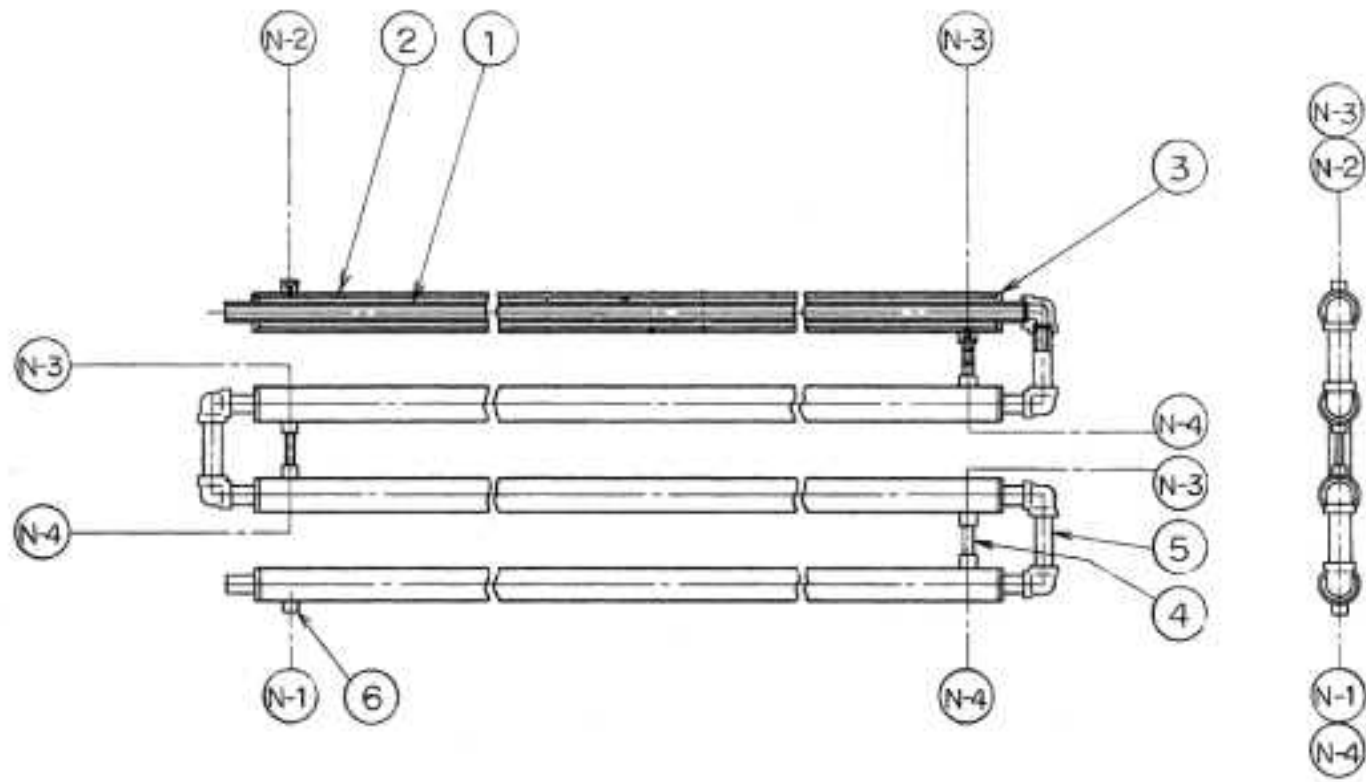
図-3-5.22 再結合器の概略図



N-3	ドレン出口	1	15A	
N-2	ヘリウム出口	1	50A	
N-1	ヘリウム入口	1	50A	
符号	名 称	個数	呼び理	備考
管 台 一 覧 表				

4	管 台	3	SUS304L
3	上部平板	1	SUS304L
2	鋼 板	1	SUS304L
1	胴 板	1	SUS304LTP
番号	品 名	個数	材 料
部 品 表			

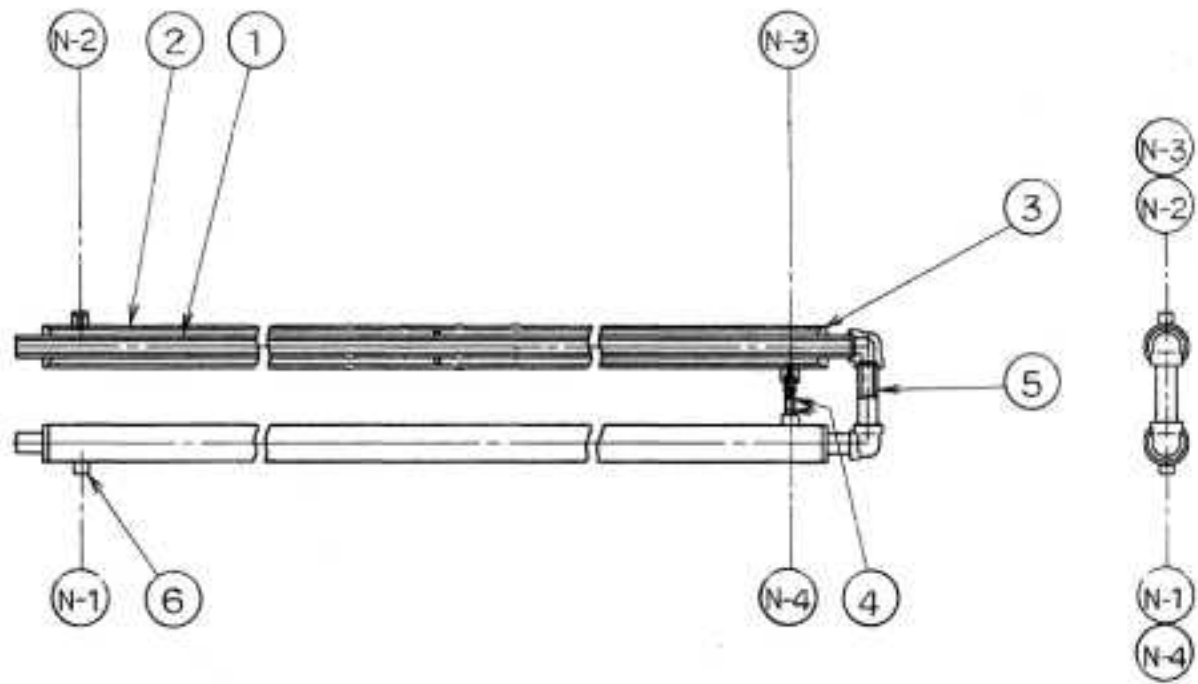
図-3-5.23 No.1 ドレンセパレータ及びNo.2 ドレンセパレータの概略図



N-4	連絡管	3	10A	
N-3	連絡管	3	10A	
N-2	軽水出口	1	10A	
N-1	軽水入口	1	10A	
符号	名称	個数	呼び径	備考
管台一覧表				

6	管台	8	SUSF304L
5	接続管	3	SUS304LTP
4	連絡管	3	SUS304LTP
3	平板	8	SUS304L
2	外管	4	SUS304LTP
1	内管	4	SUS304LTP
番号	品名	個数	材料
部品表			

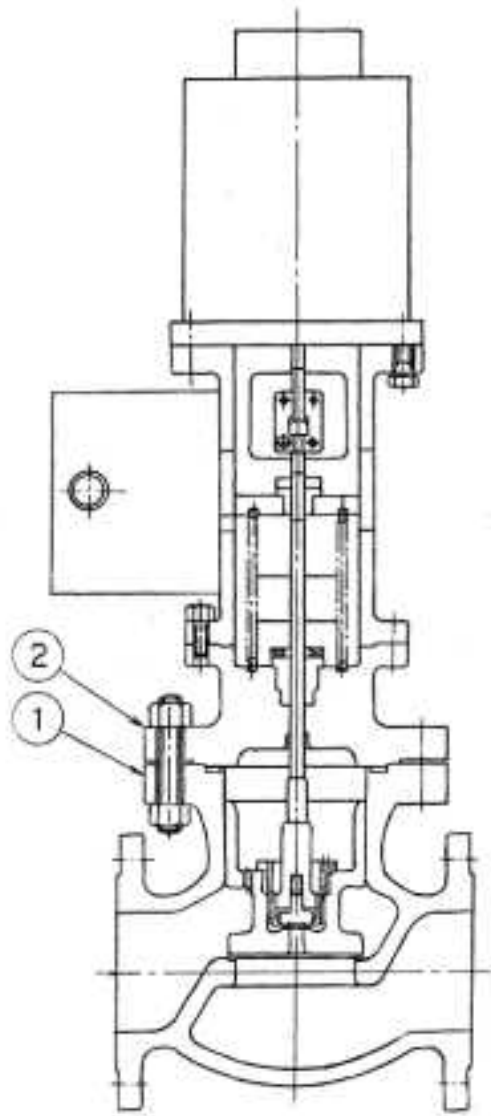
図-3-5.24 No.1 凝縮器の概略図



N-4	連絡管	1	10A	
N-3	連絡管	1	10A	
N-2	軽水出口	1	10A	
N-1	軽水入口	1	10A	
符号	名称	個数	呼び径	備考
管 台 一 覧 表				

6	管	台	4	SUSF304L	
5	接	続	管	1	SUS304LTP
4	連	絡	管	1	SUS304LTP
3	平	板	4	SUS304L	
2	外	管	2	SUS304LTP	
1	内	管	2	SUS304LTP	
番号	品	名	個数	材 料	
部 品 表					

図-3-5.25 No.2 凝縮器の概略図



弁番号	個数	型式
KV21-28	1	玉形弁
KV21-29	1	玉形弁

2	弁ふた	1	SUSF304
1	弁箱	1	SCS13A
番号	品名	個数	材料
部 品 表			

図-3-5.26 サイフォンブレイク弁の概略図

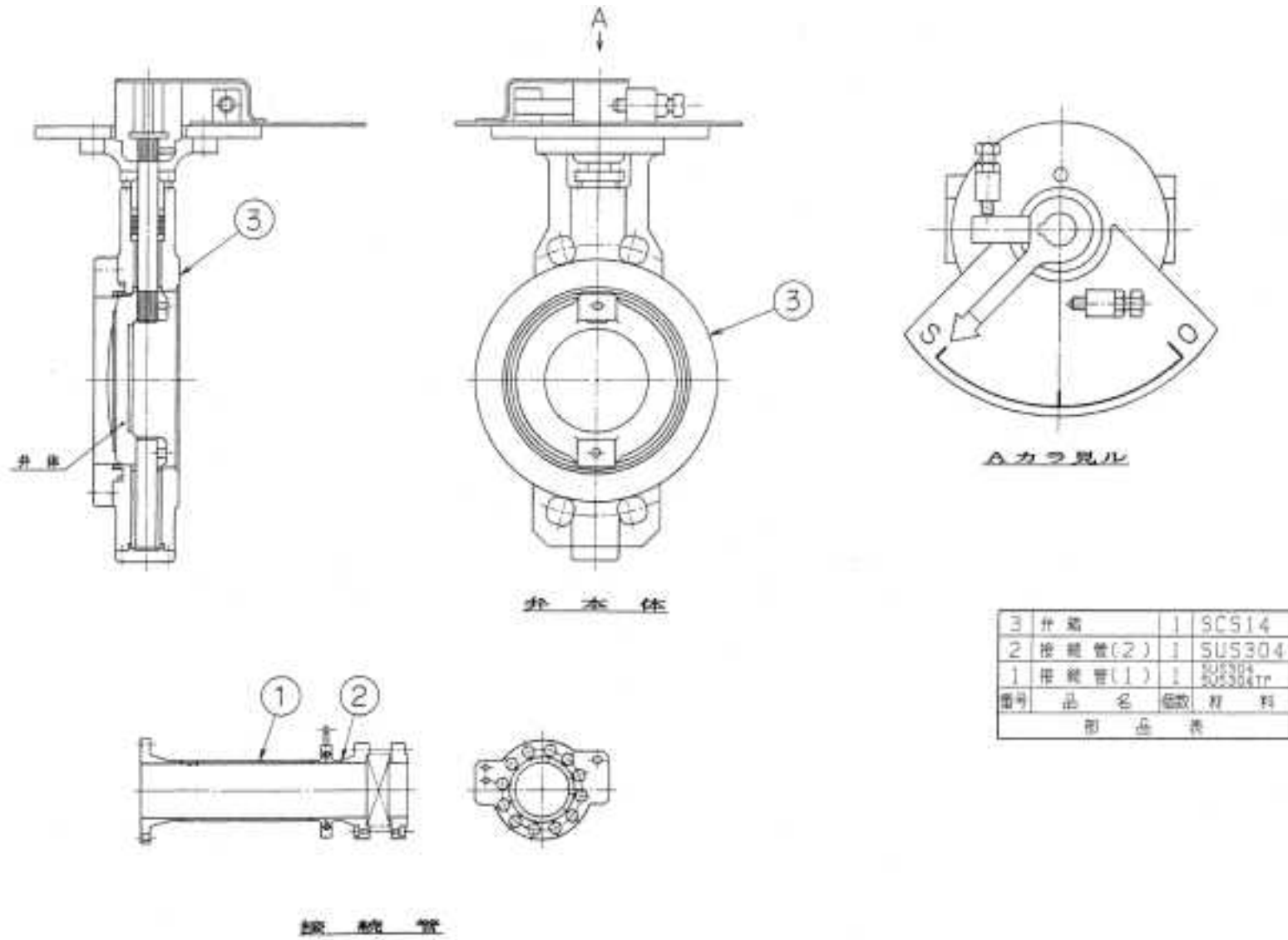
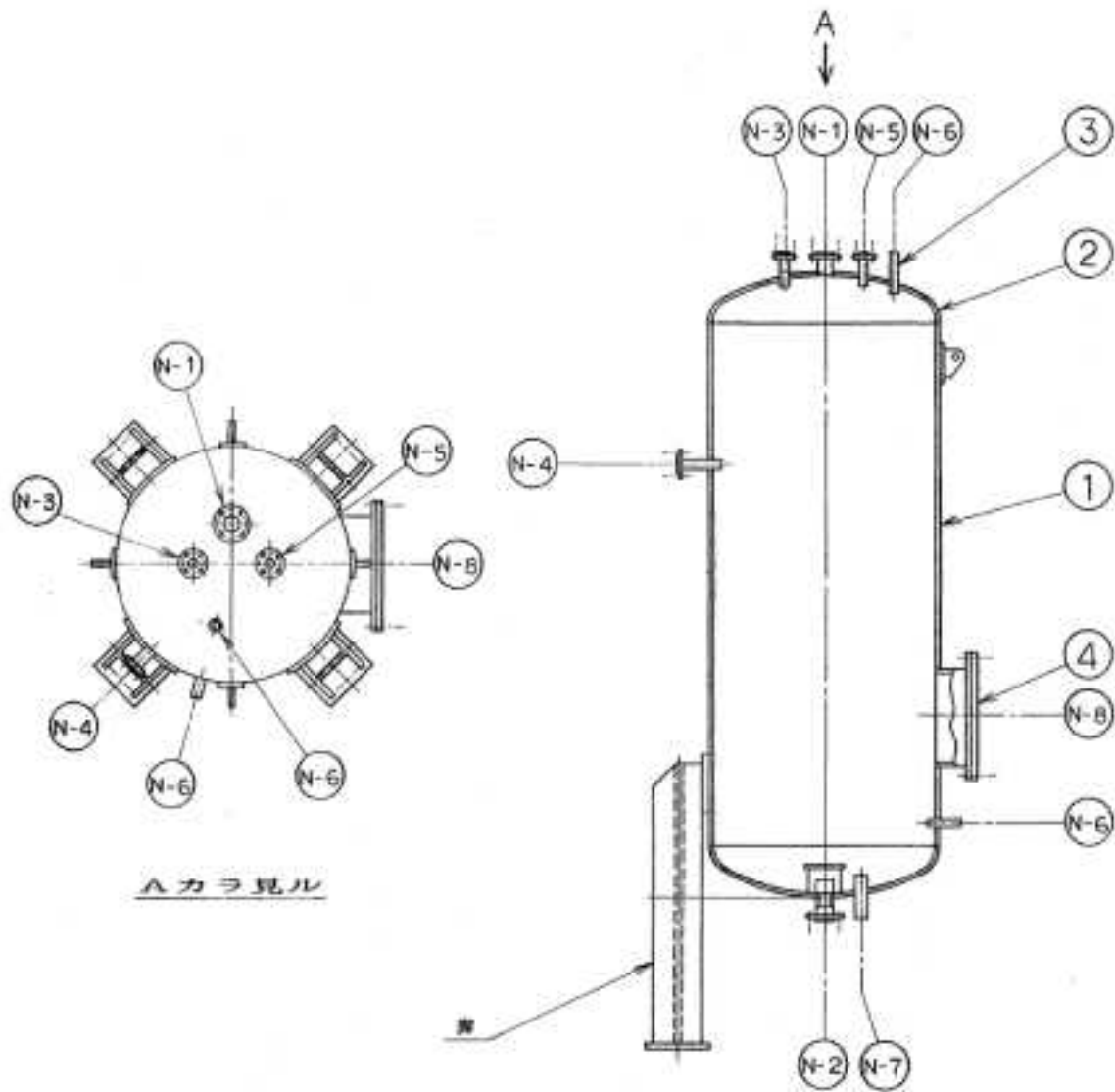


図-3-5.27 自然循環弁接続管及び自然循環弁の概略図





N-8	マンホール	1	500A	SUS304L
N-7	水位計座	1	20A	
N-6	液面計座	2	20A	SUSF304L
N-5	補給水入口	1	25A	
N-4	凝縮水入口	1	25A	
N-3	ベント	1	25A	SUS304LTF
N-2	軽水出口	1	65A	
N-1	軽水入口	1	65A	
符号	名称	個数	呼び径	備考
管台一覧表				

4	閉止板	1	SUS304L
3	管台	9	SUS304L SUS304L SUS304LTF
2	銅板	2	SUS304L
1	胴板	1	SUS304L
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.28 原子炉プール溢流タンクの概略図

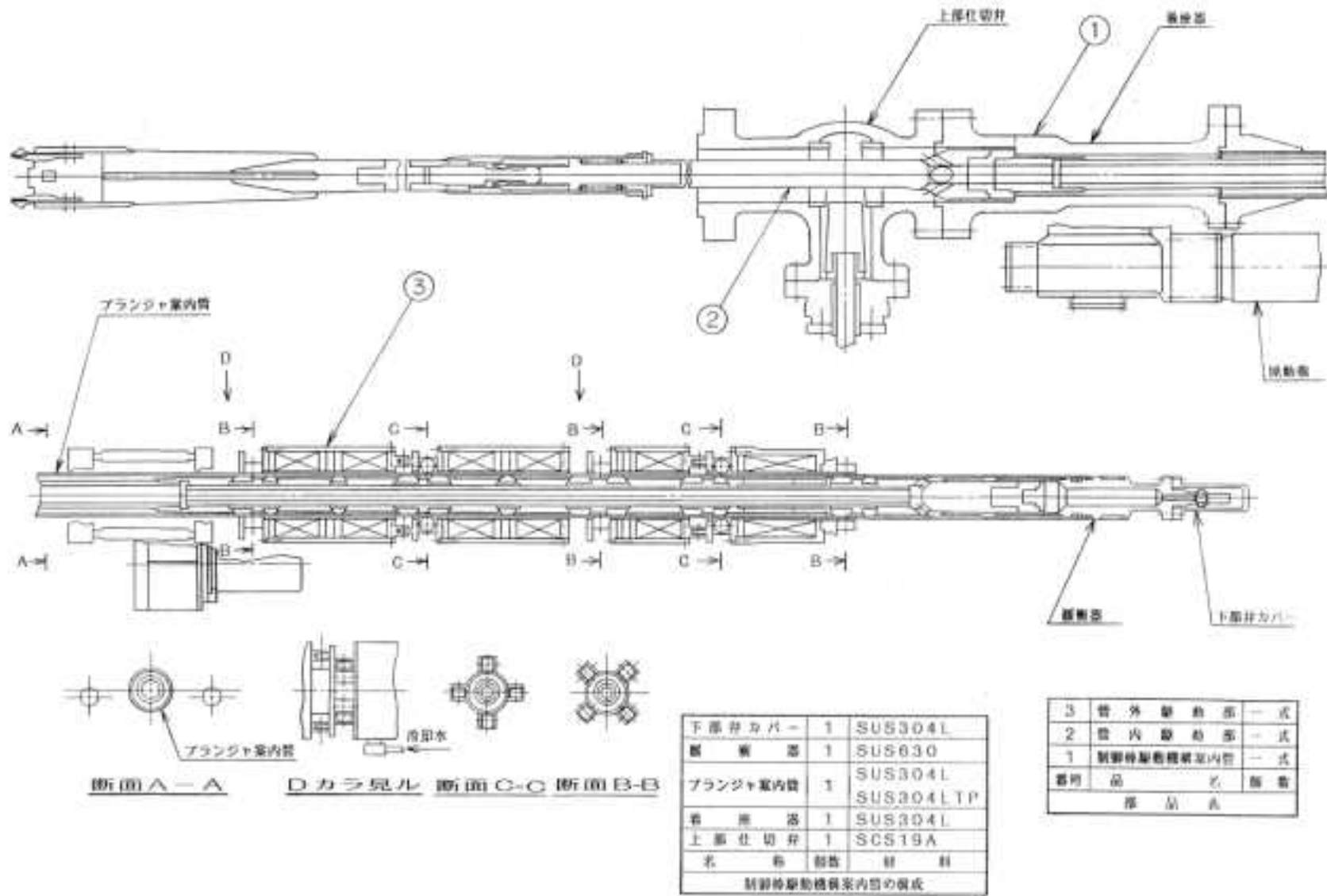
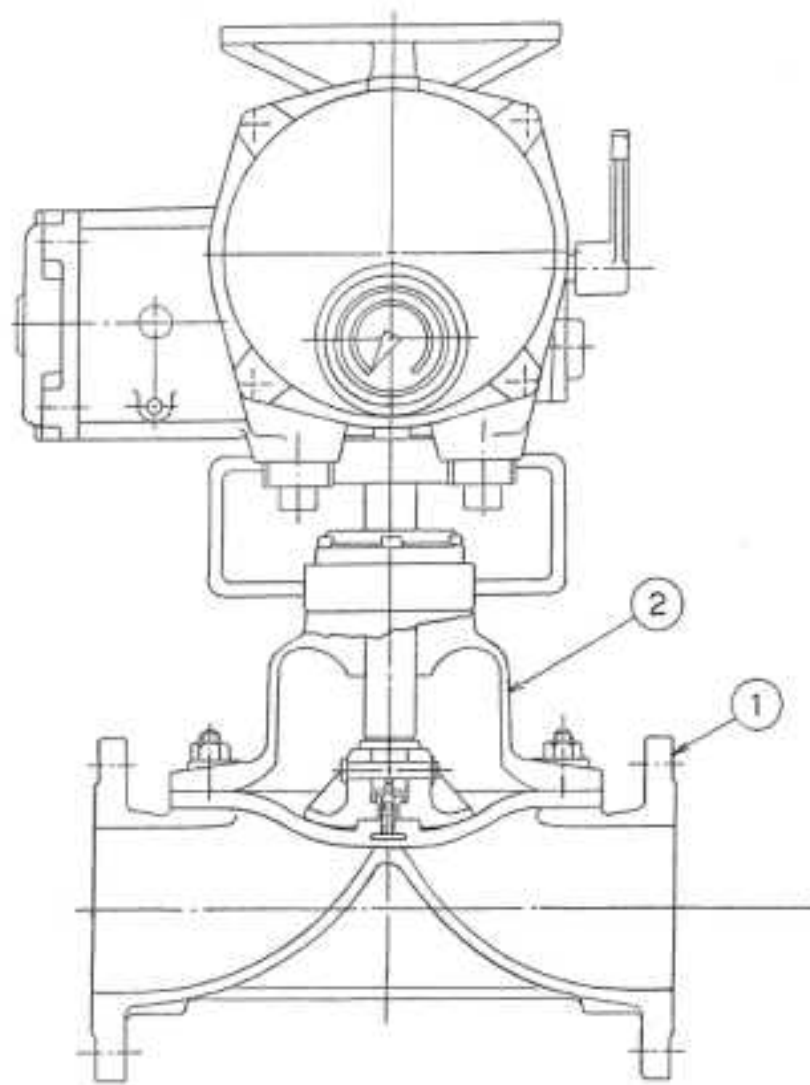


図-3-5.29 制御棒駆動装置の概略図



2	弁ふた	1	SCS13A
1	弁箱	1	SCS13A
番号	品名	個数	材料
部 品 表			

図-3-5.30 重水ダンプ弁の概略図

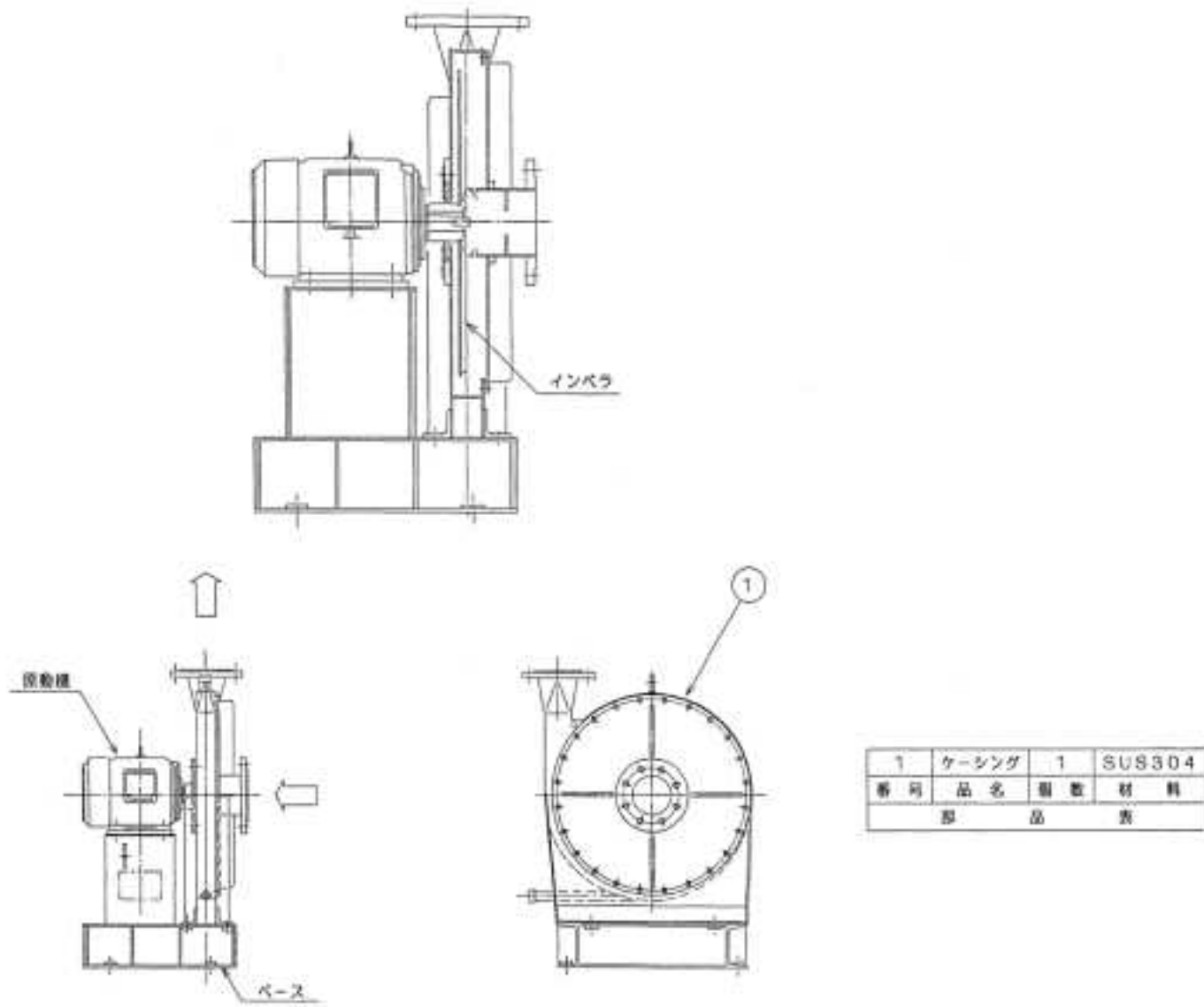
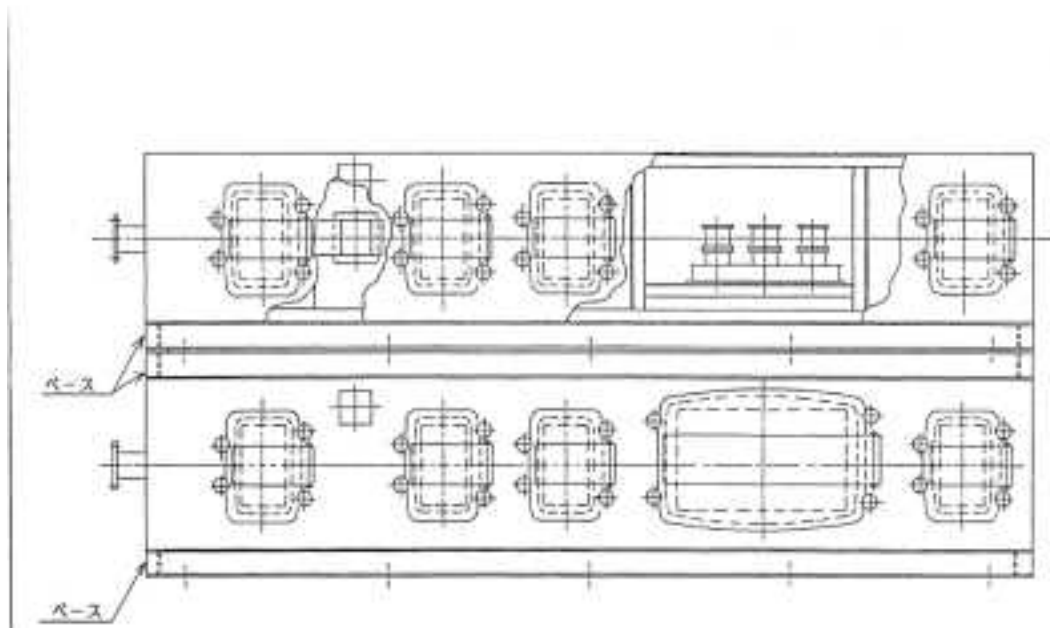
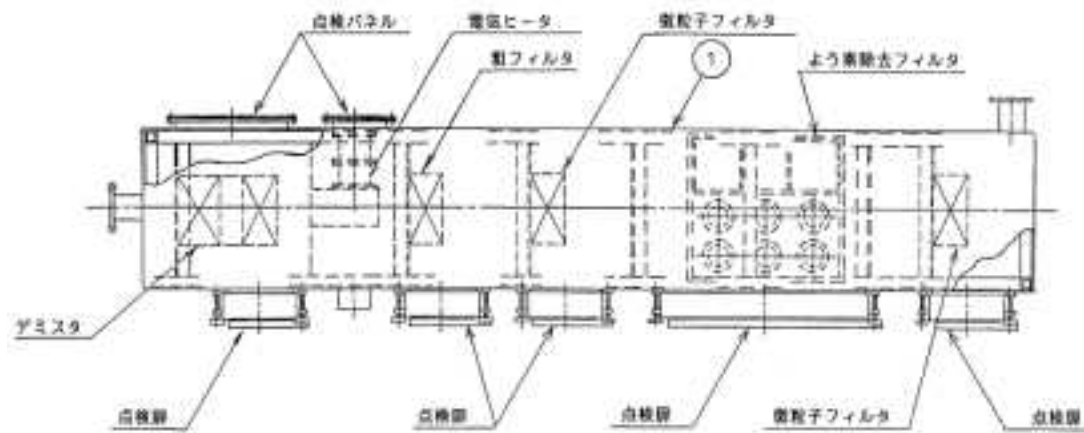


図-3-5.31 非常用排風機の概略図

添 3-5-31



1	ケーシング	2	SUS304
書	品	部	材
号	名	数	料
部 品 表			

注記：  
空気浄化装置2系統分を示す。

図-3-5.32 空気浄化装置の概略図

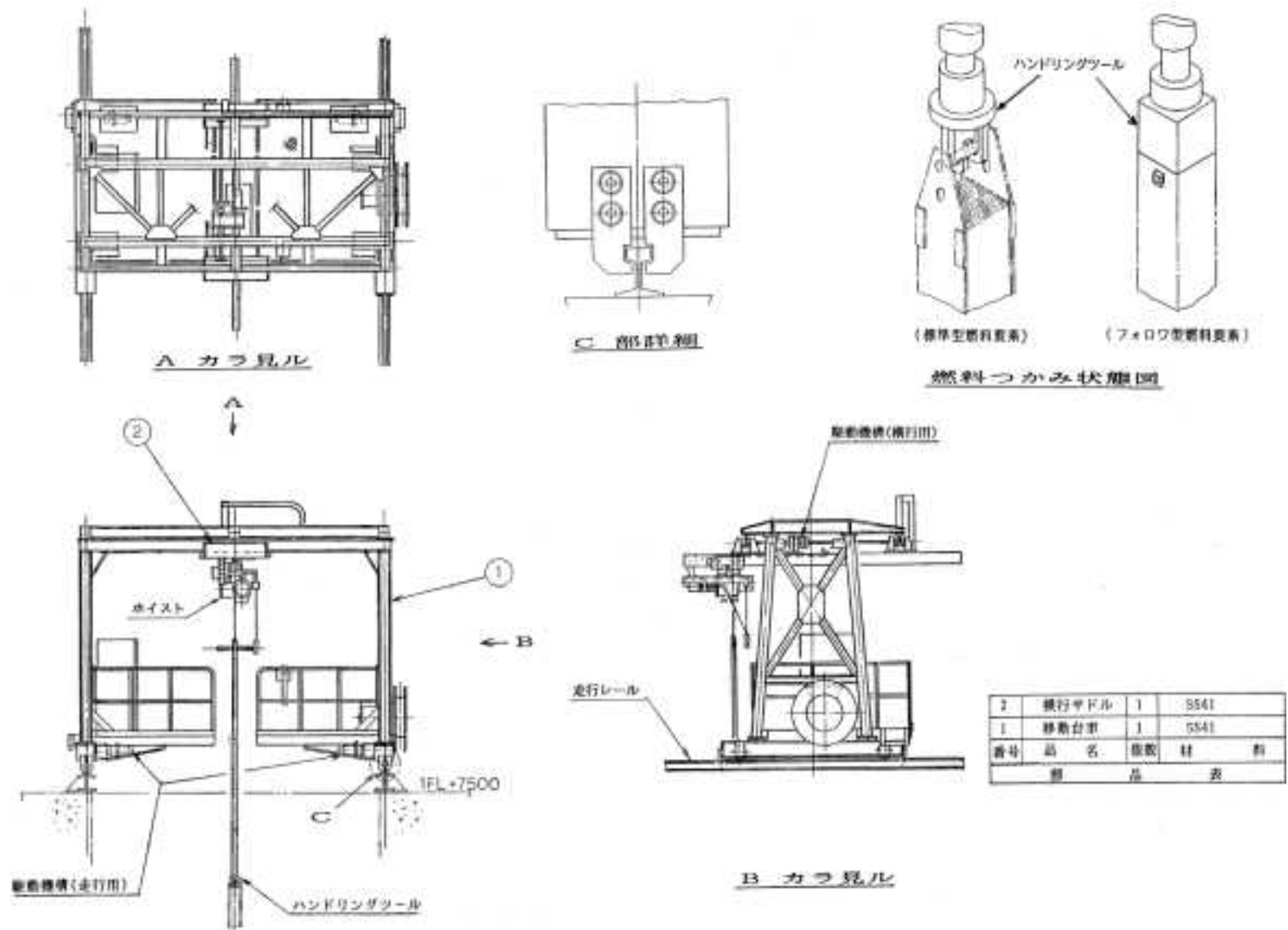


図-3-5.33 燃料搬送装置の概略図



図-3-5.34 使用済燃料キャスクの概略図

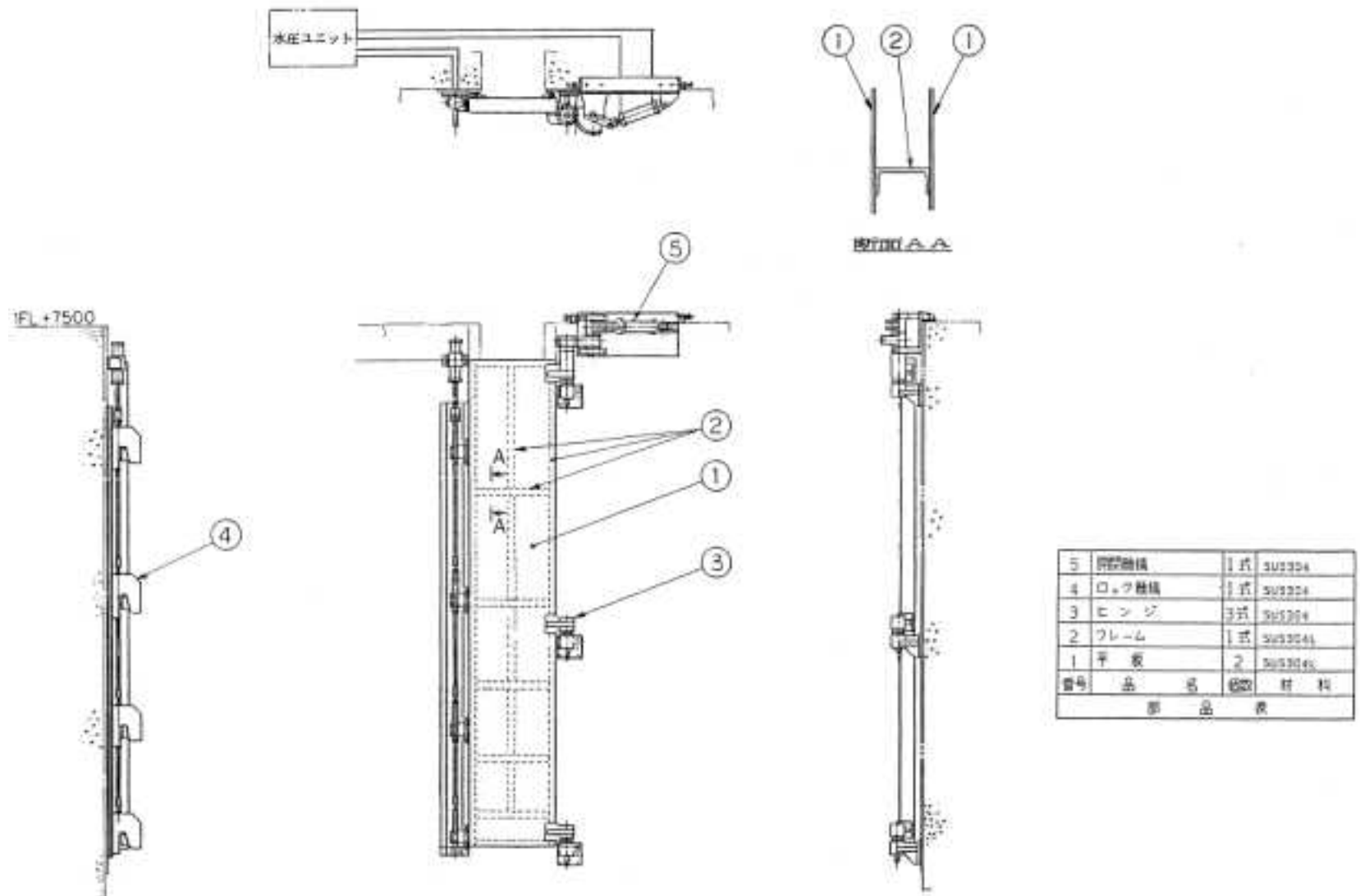


図-3-5.35 プールゲート (No.2 ゲート) の概略図

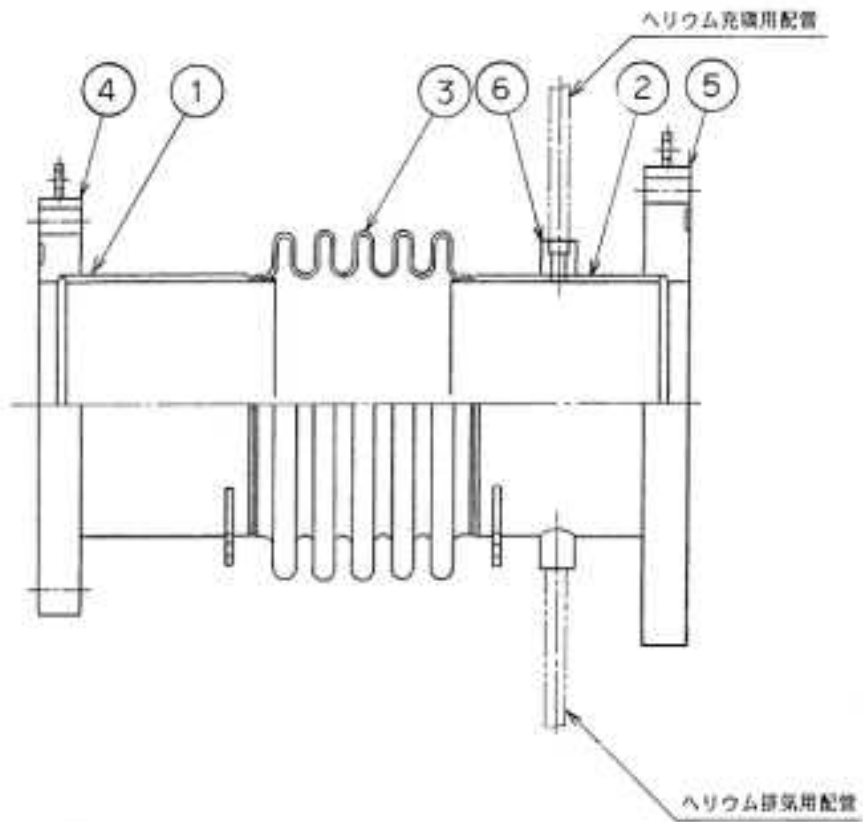




図-3-5.36 使用済燃料貯蔵ラック（A型）の概略図

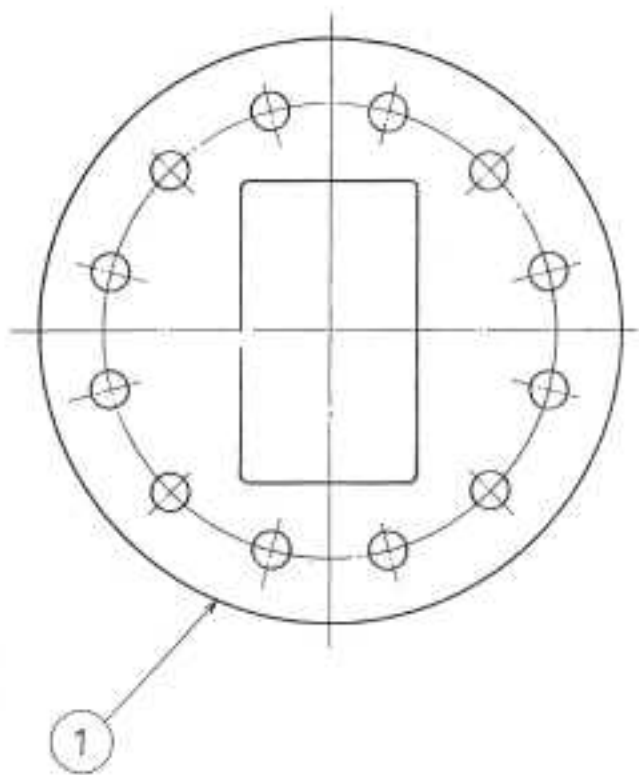


図-3-5.37 使用済燃料貯蔵ラック（B型）の概略図



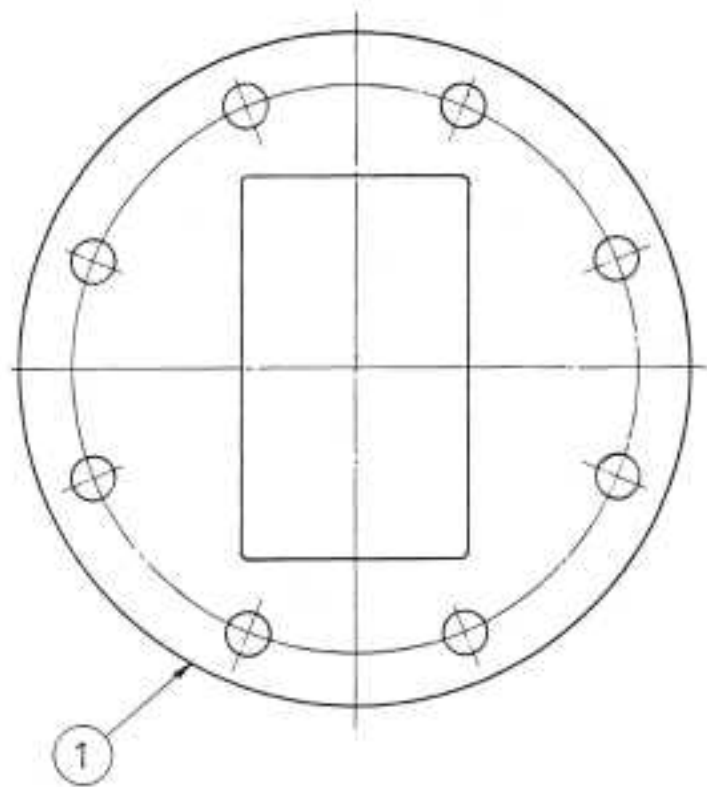
6	管	台	2	SUS304L
5	フランジ(2)		1	SUS304L
4	フランジ(1)		1	SUS304L
3	伸縮継手		1	SUS304L
2	短管(2)		1	SUS304L <sup>*</sup> SUS304LTP
1	短管(1)		1	SUS304L <sup>*</sup> SUS304LTP
番号	品名	個数	材料	
部品表				

図-3-5.38 ビームチューブ接続管の概略図



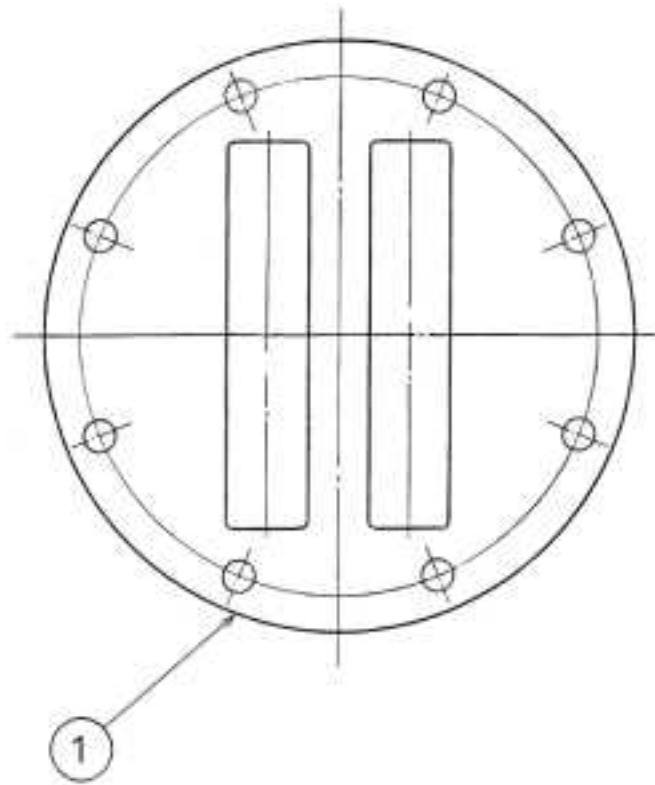
1	前部水封用止板	1	A6061F-T6
番	品	名	数
部		品	
番		表	

図-3-5.39 前部水封用止板 (1G) ~ (6G) の概略図



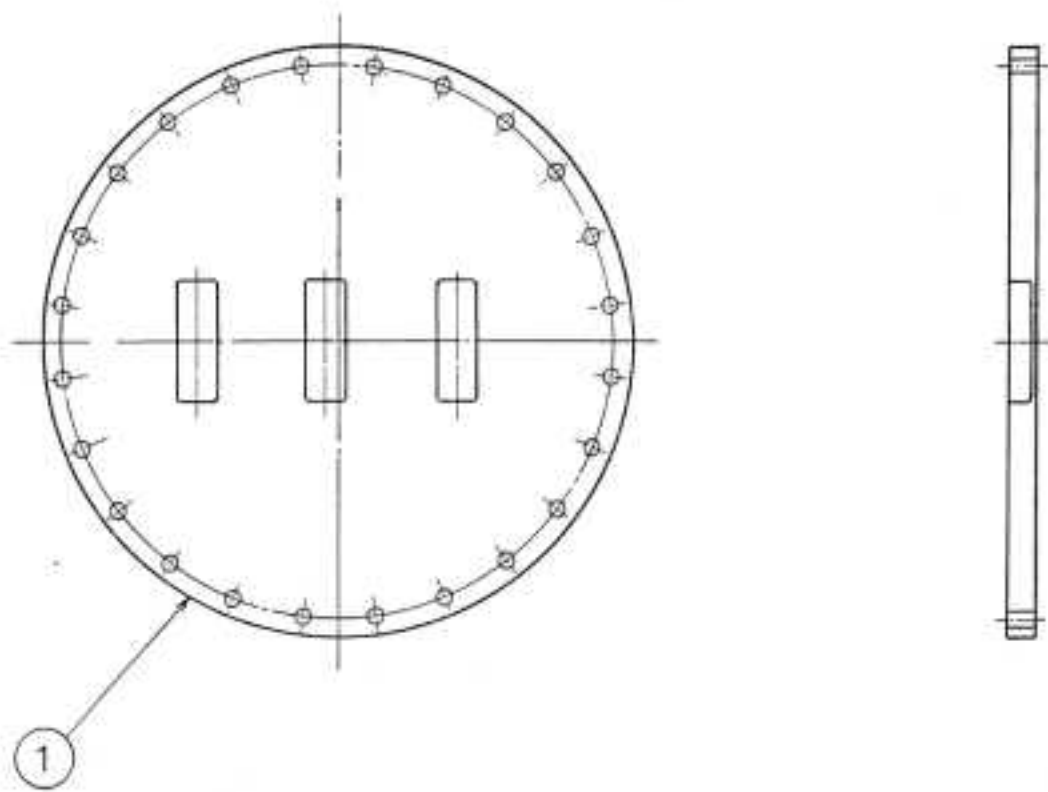
1	前部水封用止板	1	A6061F-T6
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.40 前部水封用止板 (7R) の概略図



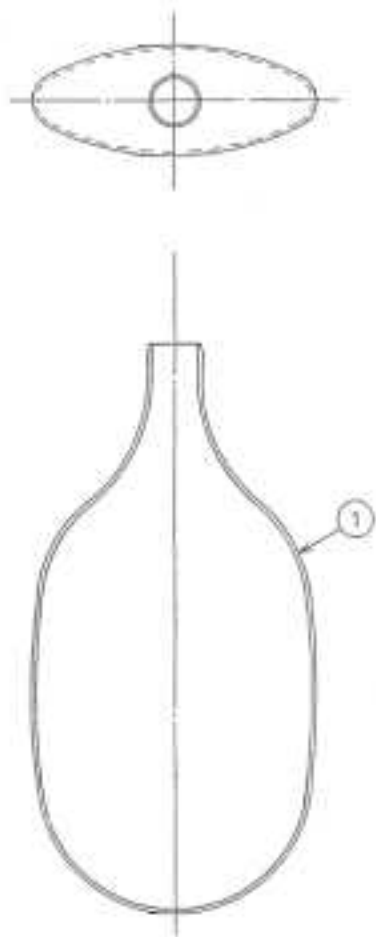
1	前部水封用止板	1	A6061F-T6
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.41 前部水封用止板 (8T) の概略図



1	前部水封用止板	1	A6061F-T6
番号	品名	個数	材料
部品表			

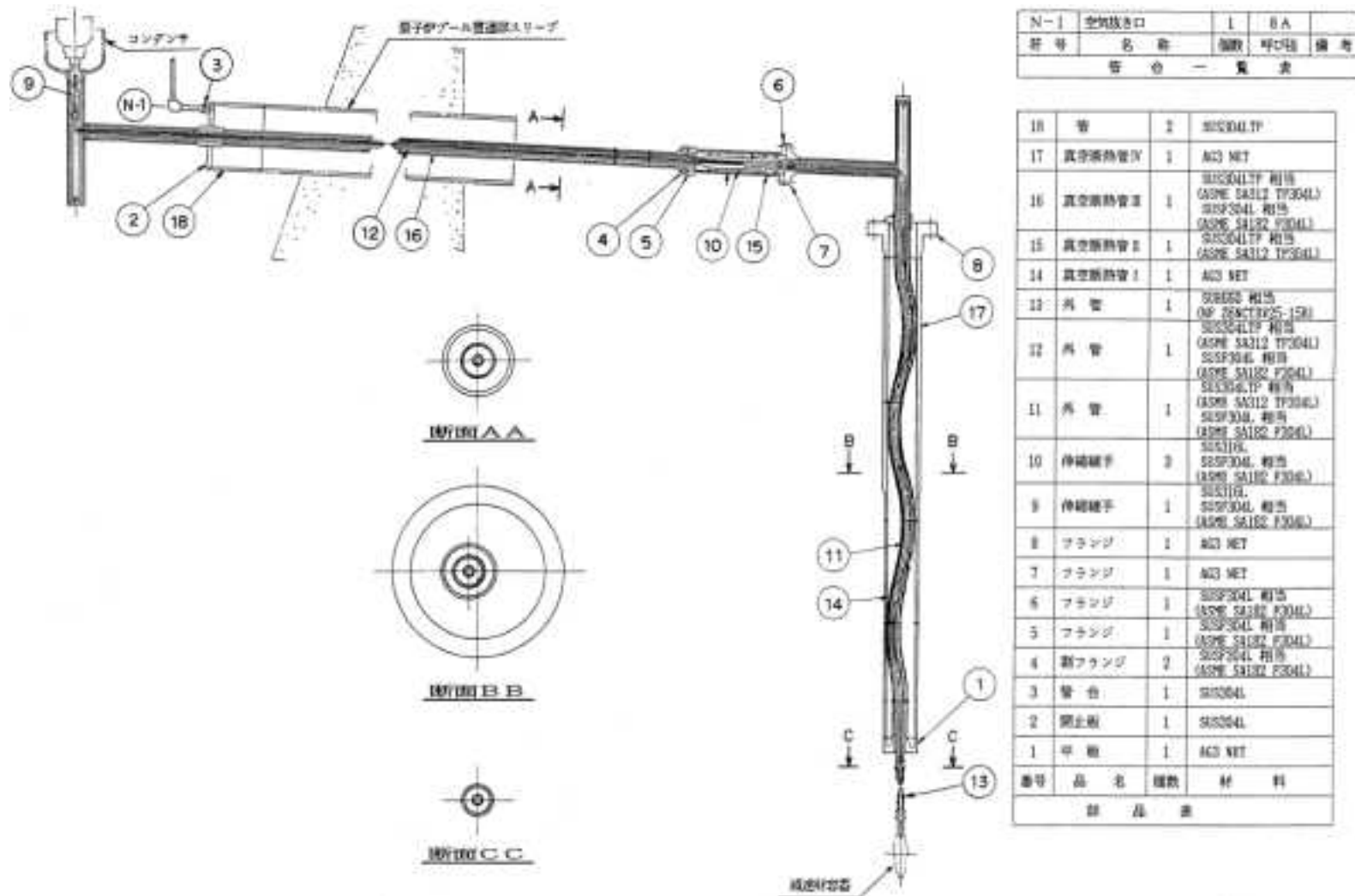
図-3-5.42 前部水封用止板 (9C) の概略図



1	減速材容器	1	SARCO 相島 (NF-ZORTRACS-15B)
番号	品名	個数	材料
部品表			

図-3-5.43 減速材容器の概略図

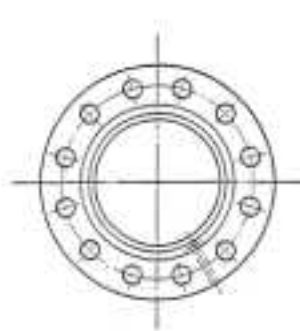
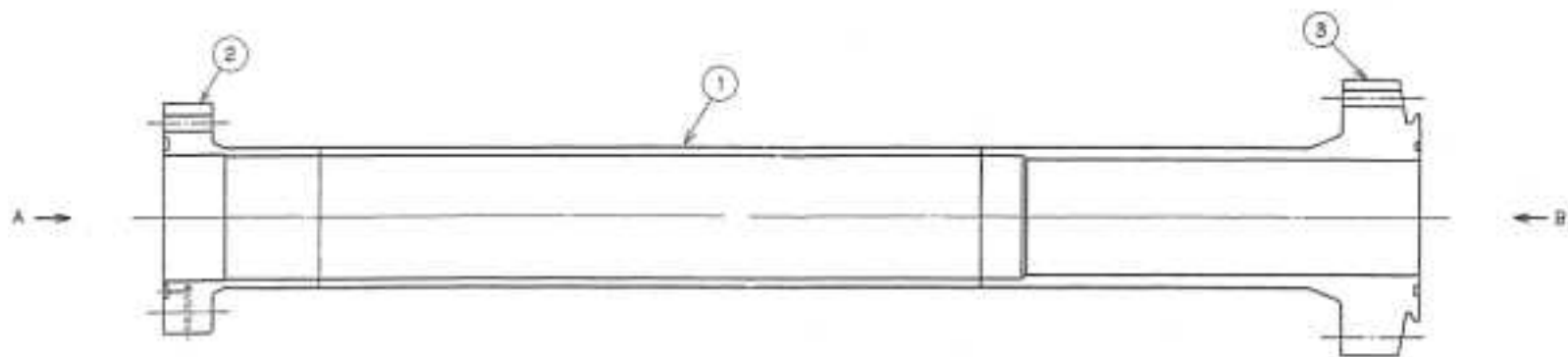




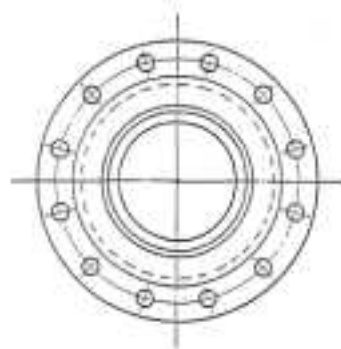
N-1 空気抜き口		1	8A
番号	名称	個数	呼称 備考
部 品 一 覧 表			

18	管	2	SUS304 TP
17	真空断熱管IV	1	AGI NET
16	真空断熱管III	1	SUS304 TP 相肉 (ASME SA312 TP304L) SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
15	真空断熱管II	1	SUS304 TP 相肉 (ASME SA312 TP304L)
14	真空断熱管I	1	AGI NET
13	外管	1	SUS304 相肉 (ASME SA312 TP304L) SUS304 TP 相肉 (ASME SA312 TP304L) SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
12	外管	1	(ASME SA312 TP304L) SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L) SUS304 TP 相肉 (ASME SA312 TP304L) SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
11	外管	1	(ASME SA312 TP304L) SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L) SUS316L
10	伸縮継手	2	SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L) SUS316L
9	伸縮継手	1	SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
8	フランジ	1	AGI NET
7	フランジ	1	AGI NET
6	フランジ	1	SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
5	フランジ	1	SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
4	割フランジ	2	SUS304L 相肉 (ASME SA182 F304L)
3	管台	1	SUS304L
2	閉止弁	1	SUS304L
1	平弁	1	AGI NET
番号	品名	個数	材料
部 品 表			

図-3-5.44 低温流路管の概略図 (1/2)



Aカラ見ル



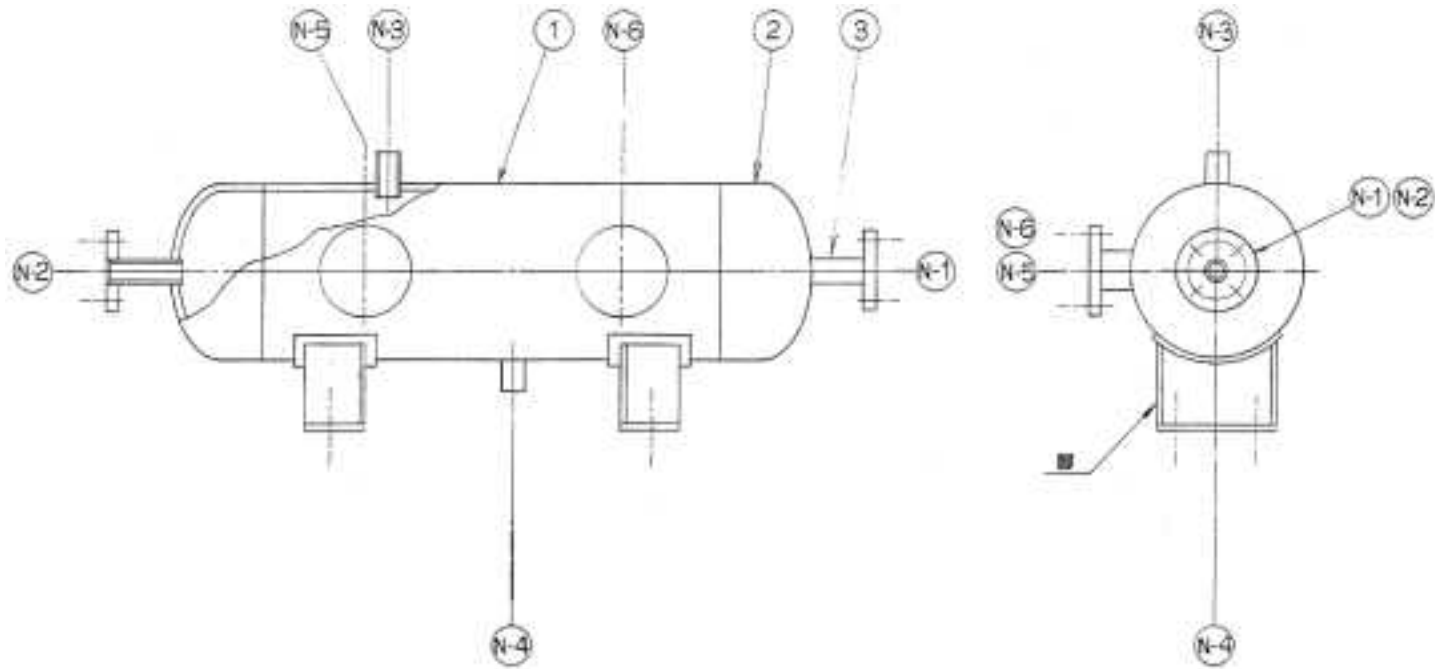
Bカラ見ル

3	下継フランジ	1	AC0028E-0
2	上継フランジ	1	AC0028F-0
1	鋼管	1	AC0027B0-0
番号	品名	個数	材料
	部品表		

図-3-5.45 低温流路管の概略図 (2/2)



図-3-5.46 炉室詰替セルの躯体及びサブプールの概略図



N-6	点検穴	1	80A	STPG38
N-5	点検穴	1	80A	STPG38
N-4	ドレン	1	20A	STPG38
N-3	圧力計	1	15A	STPG38
N-2	圧縮空気出口	1	20A	STPG38
N-1	圧縮空気入口	1	20A	STPG38
符号	名称	個数	呼び径	標準
管 台 一 覧 表				

3	管	台	4	STPG38
2	観	板	2	PT38
1	鋼	板	1	STPG38
番号	品名	個数	材質	
部 品 表				

図-3-5.47 非常用排気設備アキュムレータの概略図

#### 4. 制御棒の挿入性に係る説明書（制御棒駆動機構）

## 目次

1. 概要	添 4-1
2. 制御棒挿入性の考え方	添 4-1
3. JRR-3 の制御棒の特徴	添 4-1
4. 制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性の考え方	添 4-3
5. 地震計の概要	添 4-4
6. 制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性を考慮すべき時間	添 4-5
7. 地震時における制御棒駆動機構管内駆動部の挿入機能の検討	添 4-7
8. 各基準地震動における制御棒駆動装置の変位	添 4-11
9. まとめ	添 4-11
別図	添 4-12

## 1. 概要

JRR-3 原子炉施設（以下「JRR-3」という。）における制御棒の挿入性は、平成2年の原子炉改造時に「JRR-3の改造（その5）」（昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請、昭和62年4月6日付け61安（原規）第218号をもって認可）で設計及び工事の方法の認可を受けているが、今般、新規制基準を受けて基準地震動が変更になったため、新たに策定した基準地震動を用いて制御棒の挿入性を確認する。

## 2. 制御棒挿入性の考え方

JRR-3の制御棒系は図-4.1に示すように中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒案内管、制御棒駆動機構管内駆動部（制御棒バヨネットロック機構、連結桿、着座器、プランジャ、緩衝器）、制御棒駆動機構管外駆動部（上部仕切弁、減速機、駆動モータ、ボールスクリュ、可動コイル、位置指示検出機構）、制御棒駆動機構案内管、下部弁より構成される。

制御棒（以下「制御棒」という場合は、中性子吸収体、フォロー型燃料要素及び制御棒駆動機構管内駆動部から構成されるものを指す。）挿入性の考え方としては、中性子吸収体及びフォロー型燃料の制御棒案内管に対する挿入性と、制御棒駆動機構管内駆動部の制御棒駆動機構案内管に対する挿入性の2つを確認する必要がある。

本説明書では、制御棒駆動機構管内駆動部の制御棒駆動機構案内管に対する挿入性について説明する。なお、中性子吸収体及びフォロー型燃料の制御棒案内管に対する挿入性については「JRR-3の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その11）」にて説明している。

## 3. JRR-3の制御棒の特徴

JRR-3の制御棒は原子炉プール内で水中に浮いた状態で中性子吸収体のガイドローラ及びプランジャと可動コイルの磁気結合によって保持されているため、制御棒案内管及び制御棒駆動機構案内管と剛な支持点を持たない構造となっている。原子炉設置変更許可申請書に記載したとおり、JRR-3の制御棒のスクラム時の駆動方式は、重力による落下方式であり、スクラム信号検知から制御棒が炉心に挿入されるまでの時間は最大1秒である（スクラム時全ストロークの80%挿入時間）。また、スクラム時には可動コイルとプランジャとの磁気結合が切れるため、構造上、一度スクラム信号により挿入された制御棒が、自動で引き抜かれることはない。

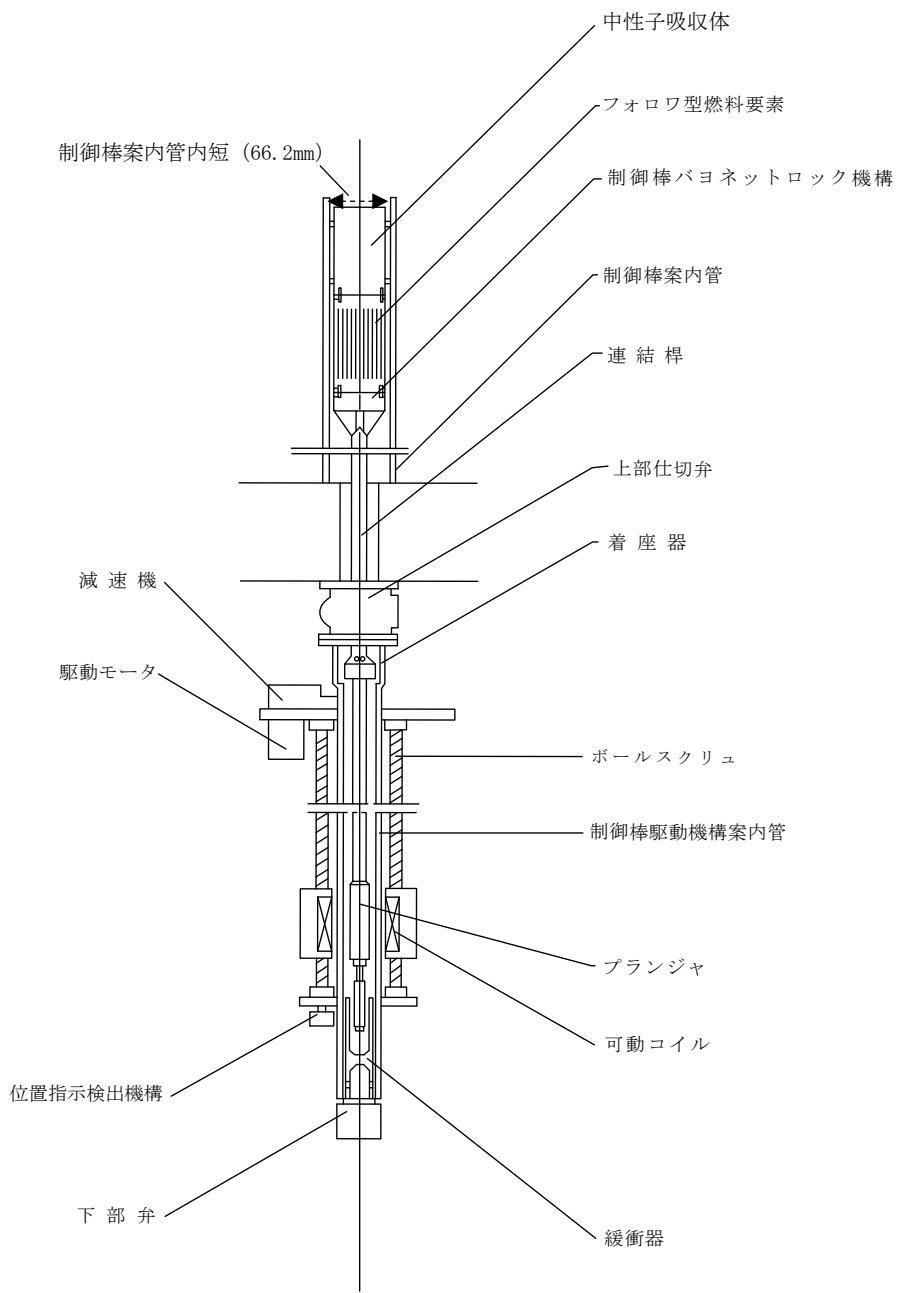


図-4.1 制御棒系概略図



#### 4. 制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性の考え方

制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性に関しては、設置時に静的試験及び加振試験を実施しており、制御棒駆動装置の地震による変位が2mmまでは規定時間（スクラム挿入時間1秒以下）を満足することを確認している（図-4.2にスクラム機能試験結果を示す）。

このため、新たに策定した基準地震動による制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位（スクラム検知時刻+1秒までについて検討を行う）が2mm以内であれば、挿入性に影響はないことを確認できる。

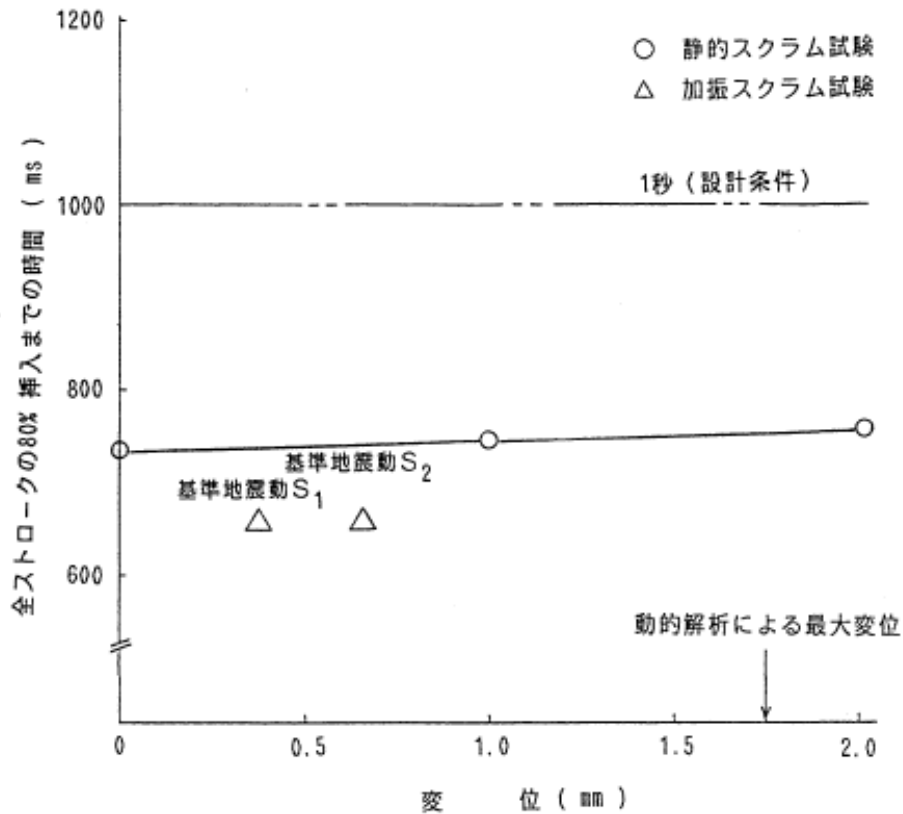


図-4.2 スクラム機能試験結果

（JRR-3の改造（その5）（昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請、昭和62年4月6日付け61安（原規）第218号をもって認可）より）

## 5. 地震計の概要

JRR-3においては、地震に対する考慮として、安全保護系に「水平地震動大」及び「鉛直地震動大」を設けている。そのスクラム設定値は水平 80gal<sup>※</sup>、鉛直 40gal<sup>※</sup>である。

次に、地震計検出器について説明する。地震計検出器が設置されている原子炉建家は、直径 32.8m、地上高さ 21.75m（地上 1 階）、地下深さ 9.95m（地下 1 階）で上部にドーム形状の鉄骨屋根を持つ円筒形の鉄筋コンクリート造の建家である。図-4.3 に示すように、原子炉建家地階（GL-7.3m）の南北に A 系検出器、B 系検出器と 1 系統ずつ設けられている。

※ 1 gal = 1 cm/s<sup>2</sup>であり、以降、gal もしくは cm/s<sup>2</sup>を用いる。

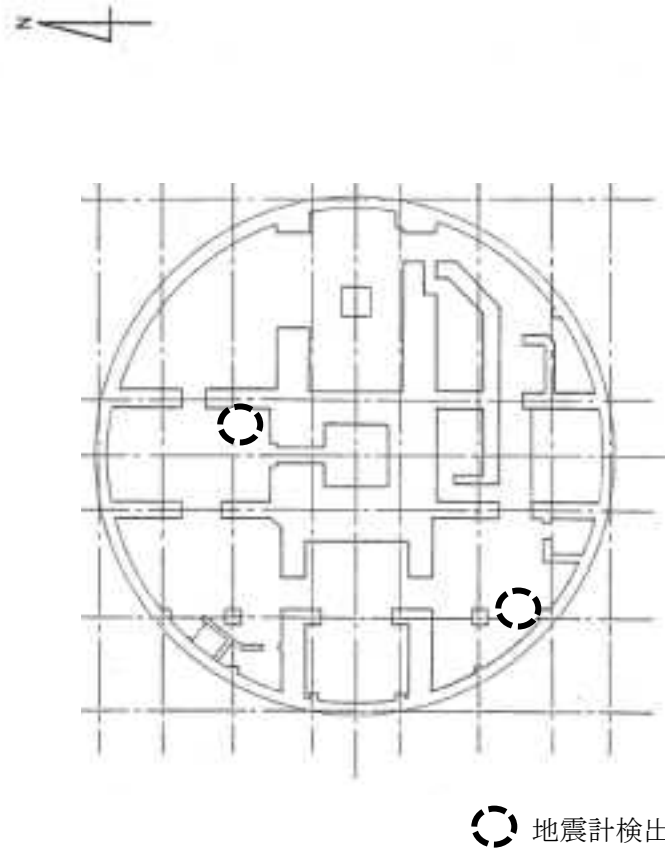
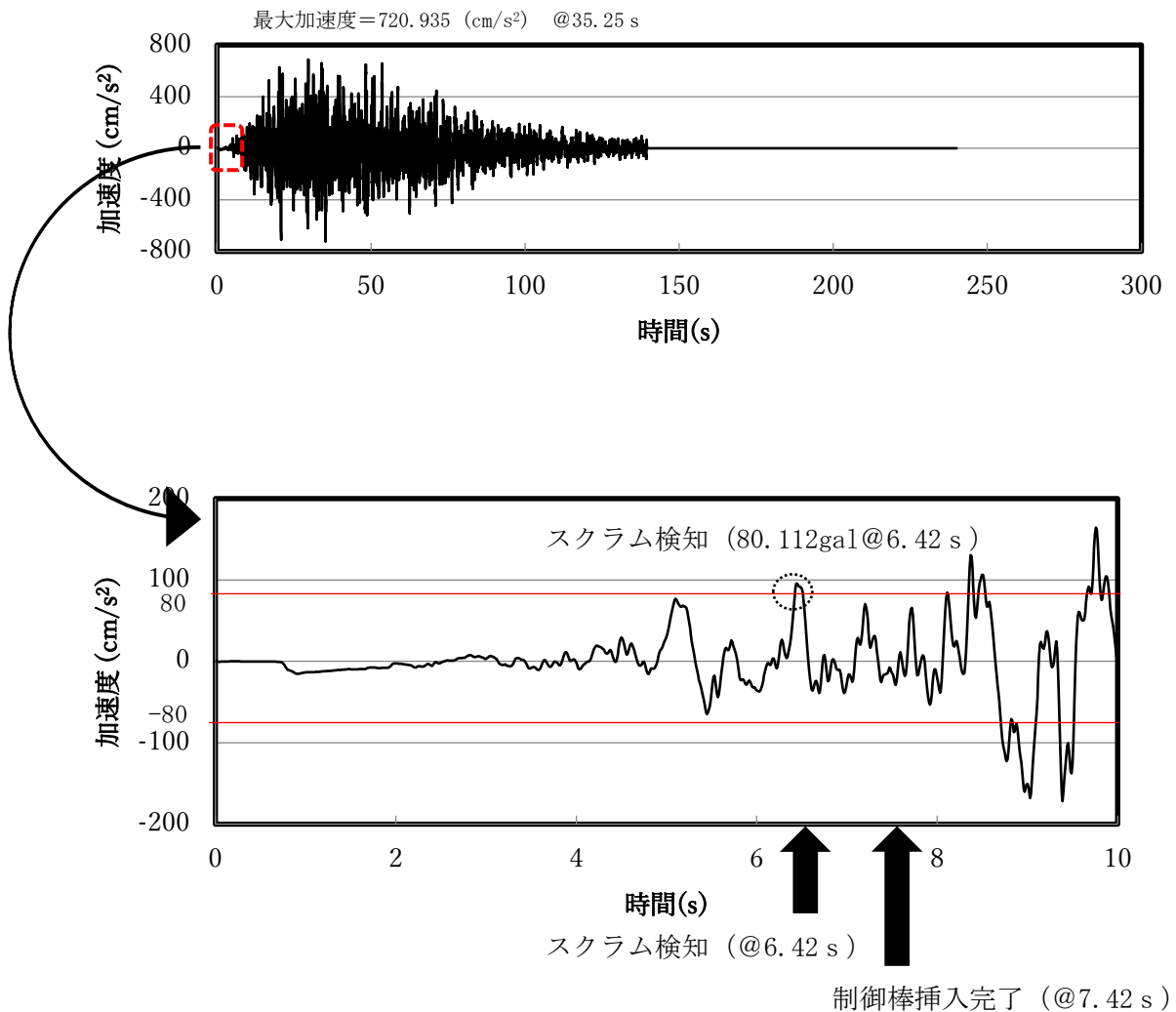


図-4.3 原子炉建家地階（GL-7.3m）平面図及び地震計検出器設置場所

## 6. 制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性を考慮すべき時間

4.に記載したとおり制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性を考慮すべき時間は、地震到達からスクラム検知及び制御棒挿入までの間である。以下に例として原子炉建家地階 (GL-7.3 m) における基準地震動 Ss-D (NS 方向) の床応答の時刻歴を示す。この場合は、地震到達から 6.42 s 後に 80.112gal に達し、原子炉はスクラムする (NS 方向のみを考慮した場合)。



各基準地震動のスクラム検知時刻を表-4.1 に示す。また、各基準地震動の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答の時刻歴を別図-4.1.1~別図-4.1.5 に示す。なお、当該時刻歴は「JRR-3 の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その4) 添付書類 1-1. 原子炉建家の耐震性に関する説明書」の結果から得られたものである。

表-4.1 各基準地震動のスクラム検知時刻（原子炉建家地階（GL-7.3m））

地震波	方向	時刻（秒）	加速度（gal）
Ss-D	水平（NS）	6.42	80.112
	水平（EW）	6.43	90.261
	鉛直	5.23	53.112
Ss-1	水平（NS）	15.87	82.271
	水平（EW）	16.29	80.602
	鉛直	13.44	50.457
Ss-2	水平（NS）	16.29	92.054
	水平（EW）	18.22	84.365
	鉛直	13.59	42.955
Ss-3	水平（NS）	15.89	81.790
	水平（EW）	17.04	86.415
	鉛直	12.53	40.763
Ss-4	水平（NS）	85.18	81.991
	水平（EW）	84.70	88.500
	鉛直	79.80	48.778

各地震波の成分（水平2方向及び鉛直方向）のうち、最短のスクラム検知時刻がその地震動におけるスクラム検知時刻となるため、表-4.1の結果から各基準地震動に対して、制御棒駆動機構管内駆動部の挿入性を確認すべき時刻の範囲（スクラム検知時刻 + 制御棒挿入時間1秒）は以下のとおりとなる。

地震波	検討範囲（秒）
Ss-D	0～6.23
Ss-1	0～14.44
Ss-2	0～14.59
Ss-3	0～13.53
Ss-4	0～80.80

## 7. 地震時における制御棒駆動機構管内駆動部の挿入機能の検討

地震時における制御棒駆動機構管内駆動部の挿入時間が規定挿入時間以内であることを次の方法で確認する。

- 1) 基準地震動  $S_s$  時における制御棒駆動装置の地震到達からスクラム検知及び制御棒挿入時間までの最大変位を、多質点系モデルを用いた時刻歴応答解析による動的解析（「添付書類 3-4-3-2. 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の地震応答解析」の結果から得られたものを用いる）により求める。

制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の時刻歴応答解析による動的解析は、軸方向に 15 質点を設け、各質点間を当該機器と等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁部材で連結した多質点系モデル（図-4.4 参照）を制御棒 6 体分組み合わせたモデル（図-4.5 参照）を用いて行った。

- 2) 平成 2 年の原子炉改造時に実施した制御棒及び制御棒駆動装置の実規模の供試体を用いた、 $S_2$  地震<sup>\*</sup>時の変位を模擬した静的スクラム試験及び基準地震動  $S_2$  による加振試験を行った結果から、制御棒駆動装置の最大変位が 2mm 以内であれば、スクラム時間は規定時間の 1 秒以下を満足する（図-4.2 参照）。したがって、1) の結果が 2mm 以内であることを確認出来れば、制御棒は規定挿入時間内に炉心に挿入される。

図-4.6 に例として、基準地震動  $S_s-D$  時の X 方向の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位の時刻歴を示す。なお、当該時刻歴は図-4.4 のモデルの質点 1～質点 15 の変位を全て重ねたものである。図-4.6 の場合は、スクラム検知から制御棒の挿入が完了する 6.23 秒までの間の、制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の X 方向の変位は 0.2mm 程度となる。

※平成 2 年の原子炉改造当時の基準地震動

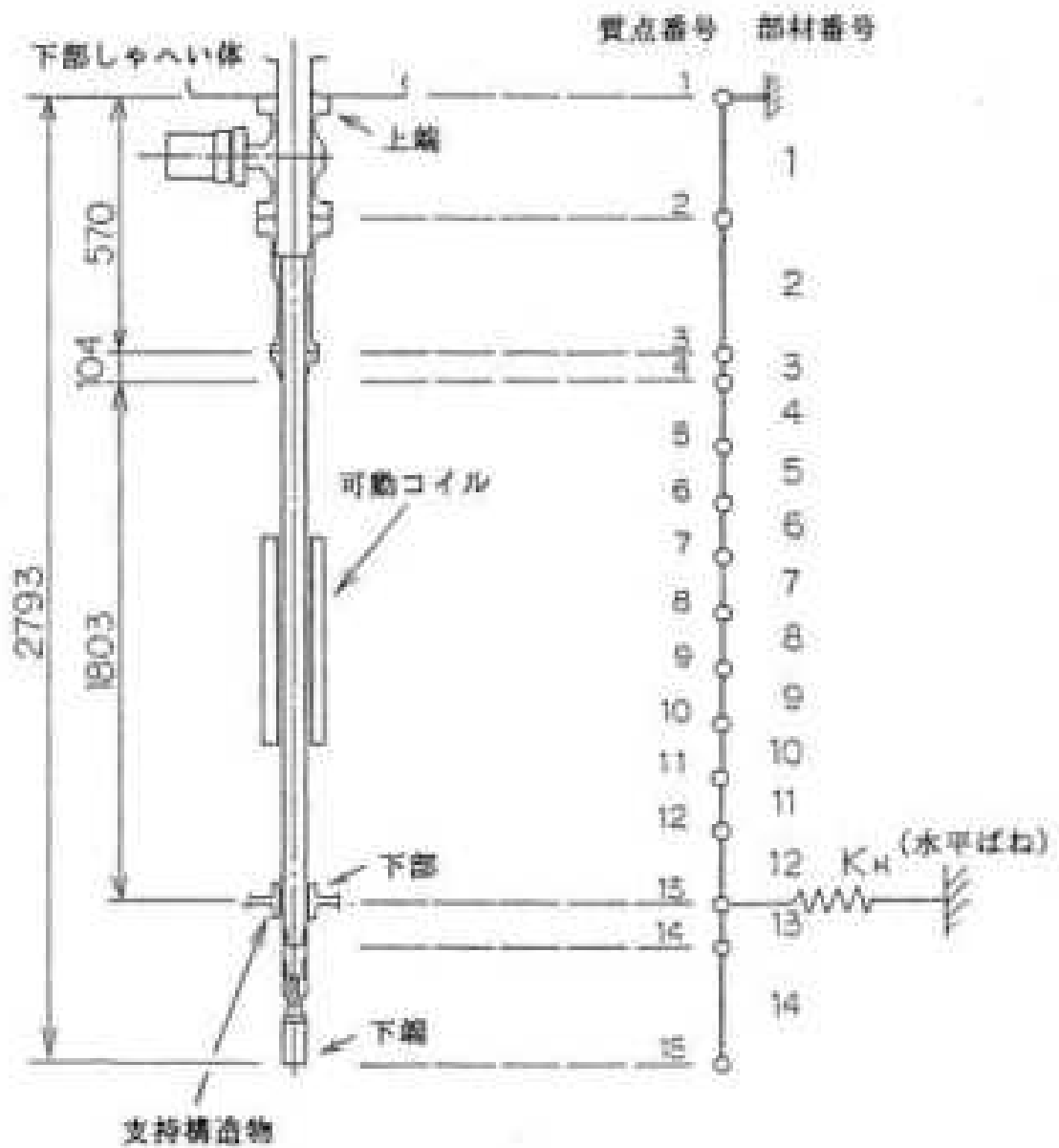


図-4.4 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管 自重解析モデル

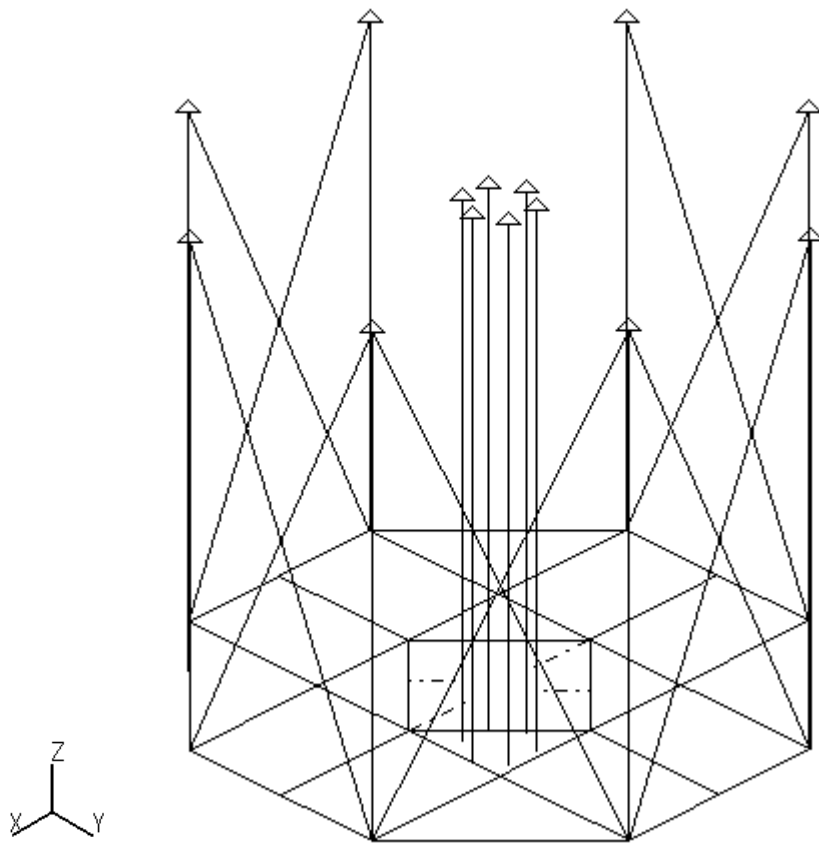


図-4.5 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管 地震応答解析モデル

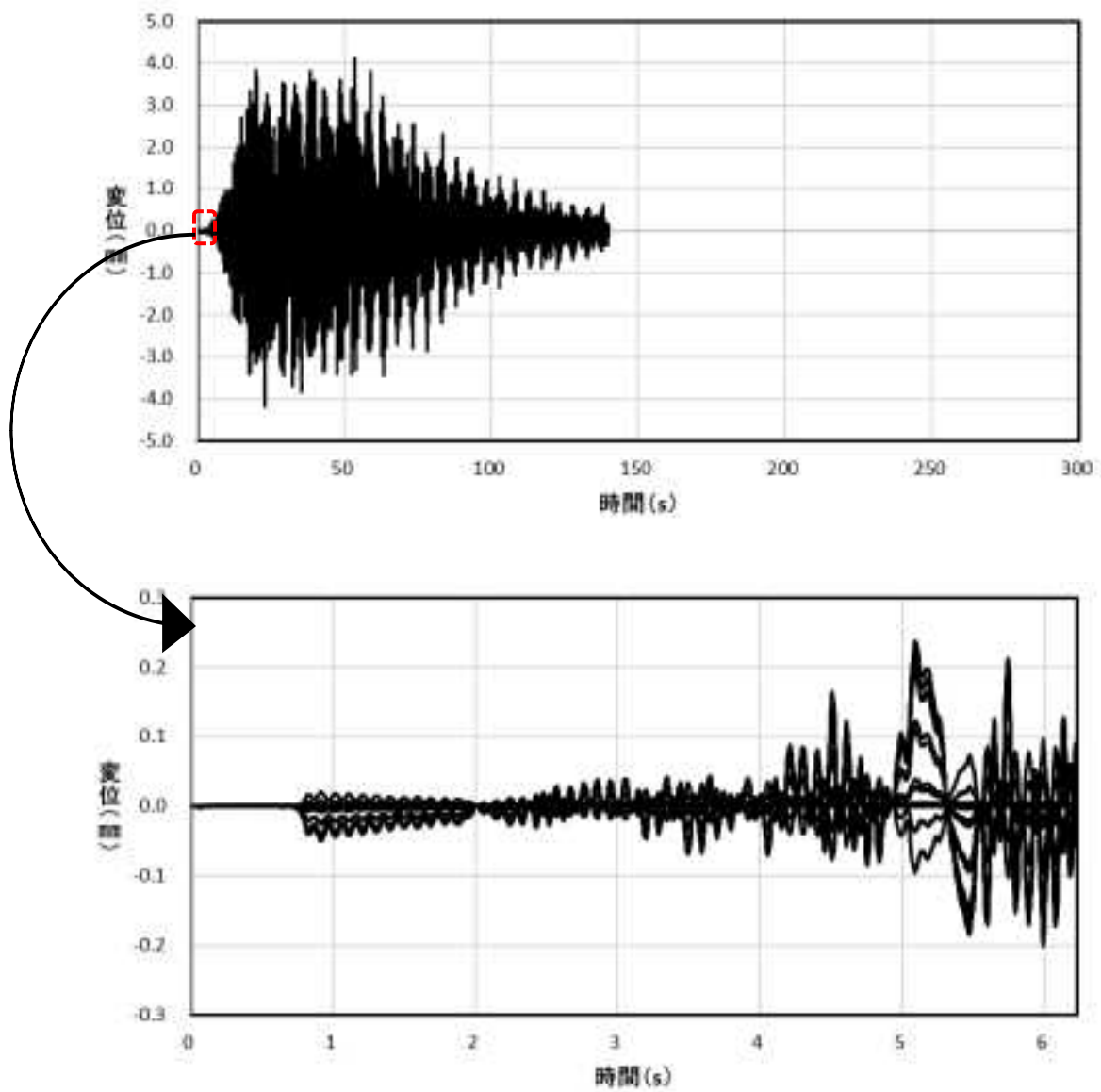


図-4.6 基準地震動 Ss-D 時の X 方向の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位



## 8. 各基準地震動における制御棒駆動装置の変位

各基準地震動における制御棒駆動装置のスクラム検知及び制御棒挿入時間までの最大変位は別図-4.2.1～別図-4.2.5に示すとおりである。なお、鉛直方向はJRR-3の制御棒が重力落下方式であり、制御棒の挿入性を確認すべき時刻までの間に、鉛直上向きに自重(1G = 980gal)に比べ過度の加速度がかかることがないため、検討から除外する。

別図-4.2.1～別図-4.2.5の結果から、制御棒が挿入完了する時刻までの検討範囲内の制御棒駆動装置の最大変位は0.3mm以下であることが分かる。

## 9. まとめ

8.の結果から、今回新たに策定した基準地震動における制御棒駆動装置の変位は平成2年の原子炉改造時に認可を受けたもの(JRR-3の改造(その5))に比べ、十分小さいことから(図-4.7参照)、基準地震動時においても制御棒駆動機構管内駆動部は制御棒駆動機構案内管に対し、十分な挿入性を有している。

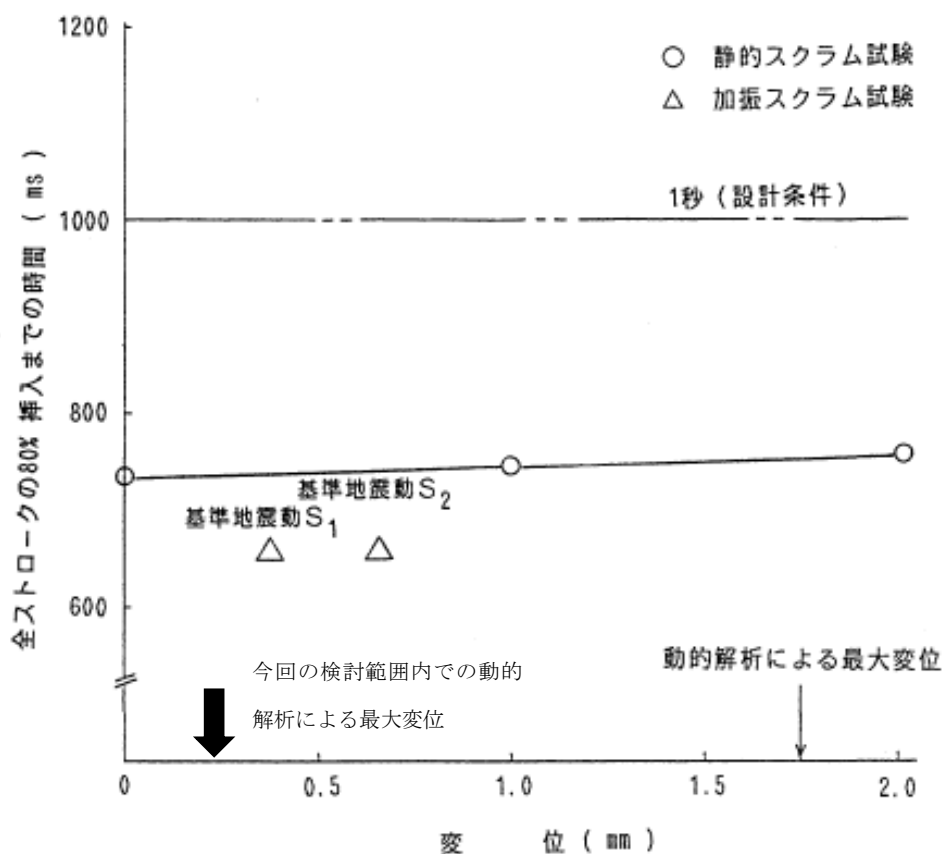
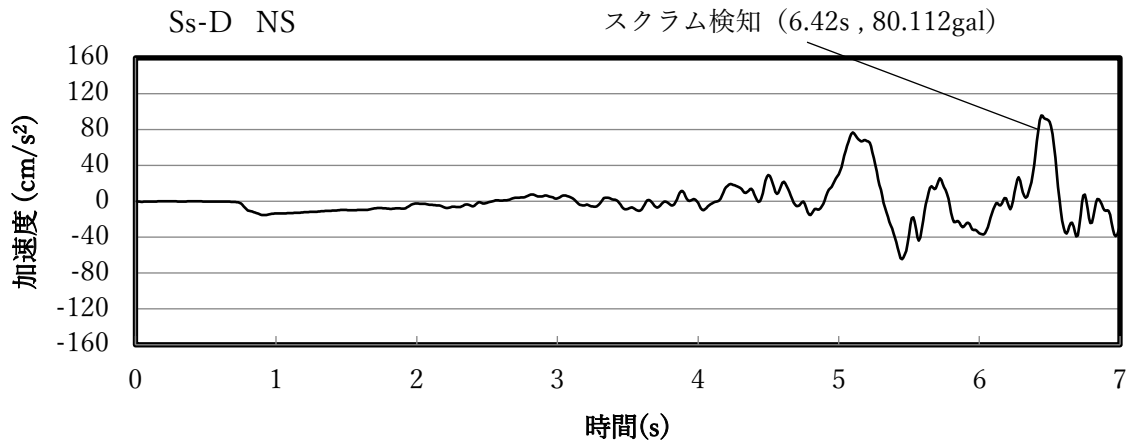
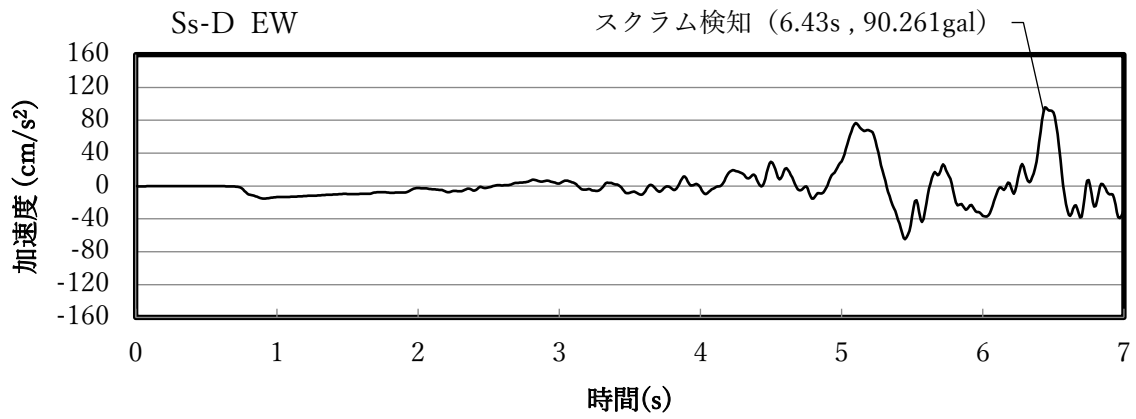


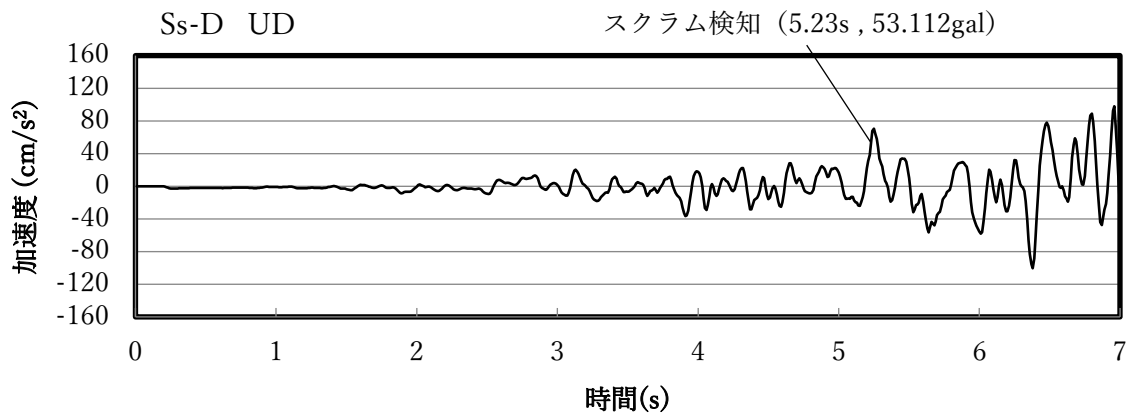
図-4.7 スクラム機能試験結果



Ss-D(NS 方向)

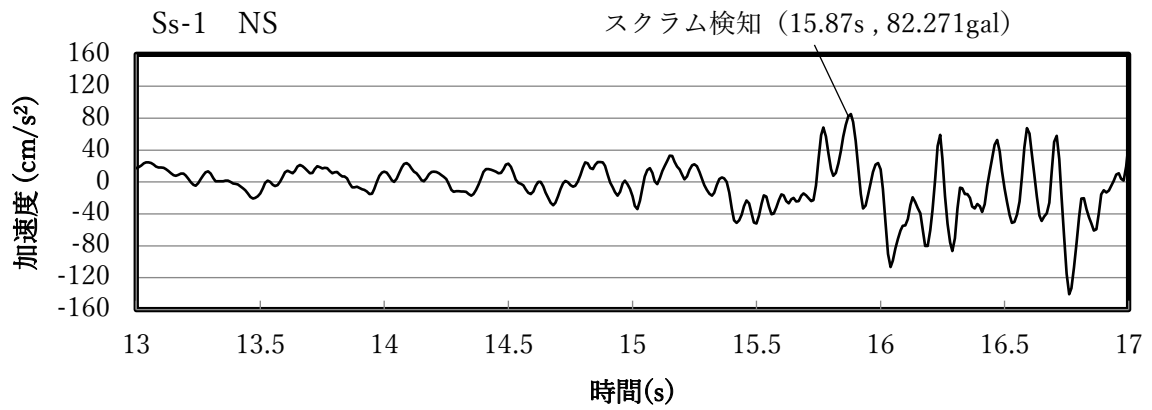


Ss-D(EW 方向)

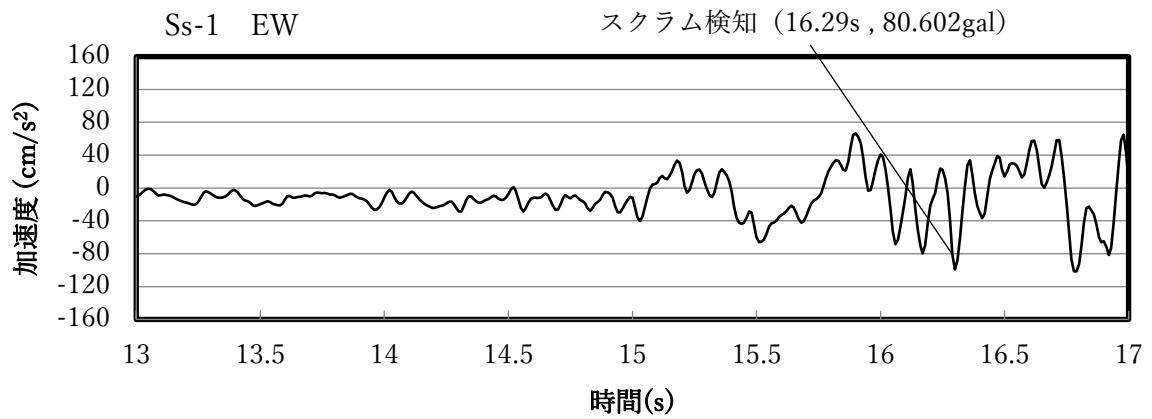


Ss-D(UD 方向)

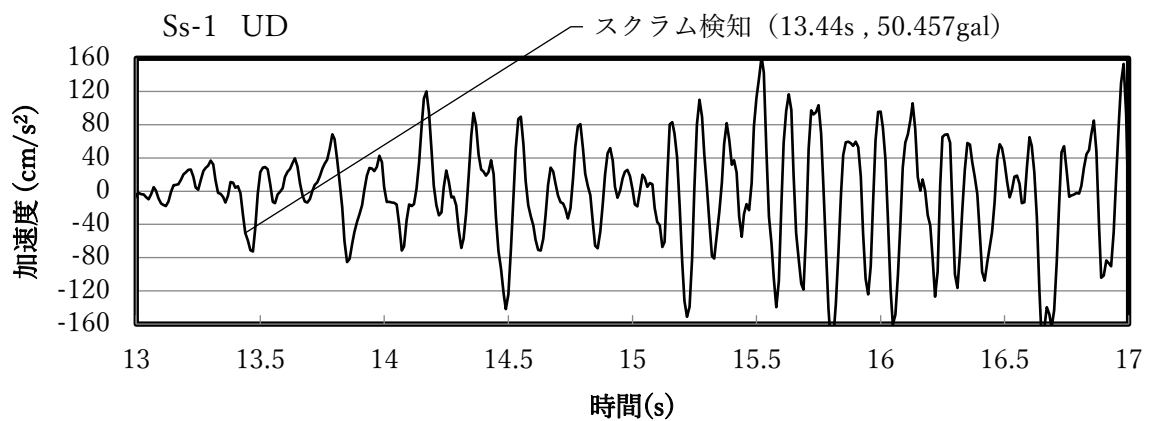
別図-4.1.1 基準地震動 Ss-D の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答時刻歴



Ss-1(NS 方向)

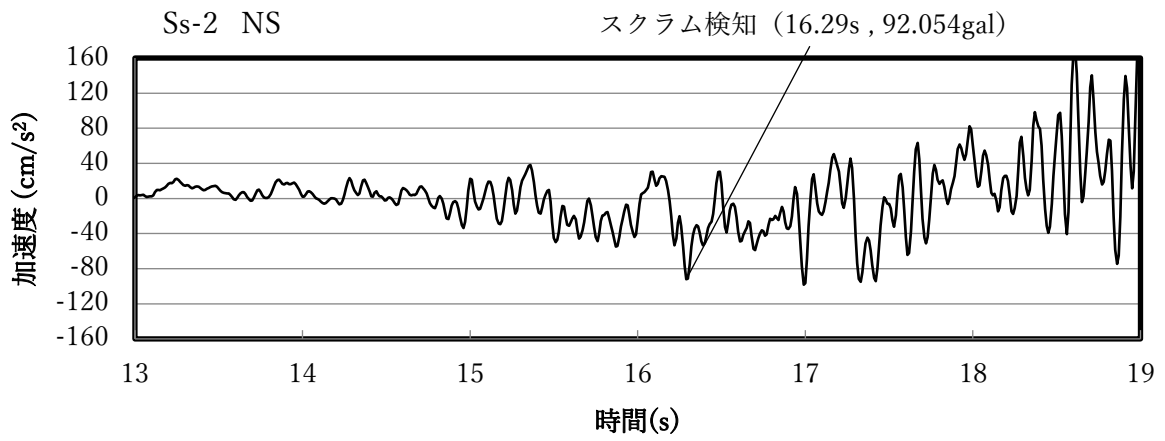


Ss-1(EW 方向)

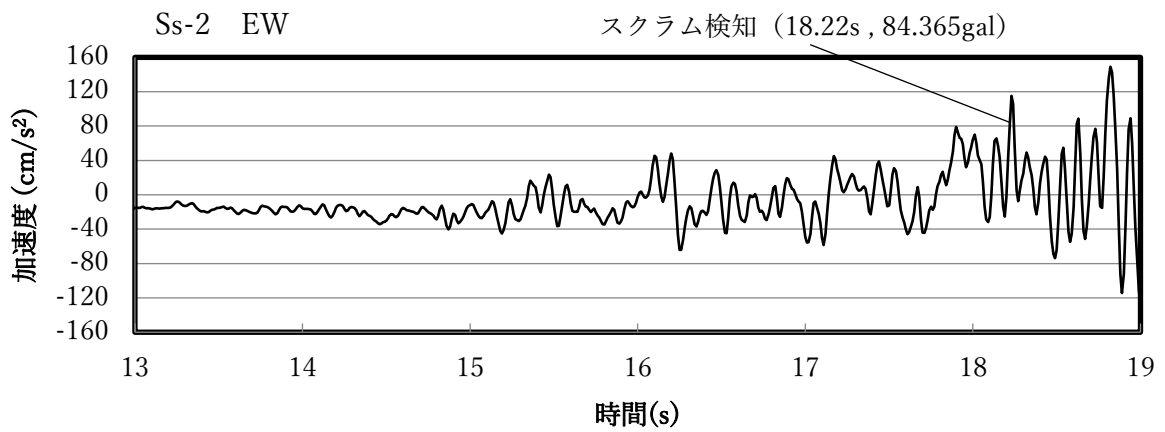


Ss-1(UD 方向)

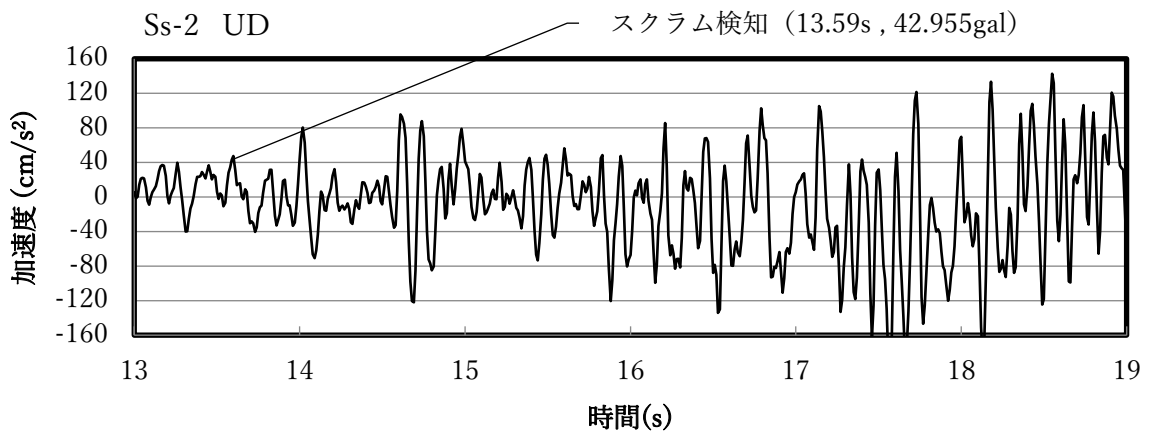
別図-4.1.2 基準地震動 Ss-1 の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答時刻歴



Ss-2(NS 方向)

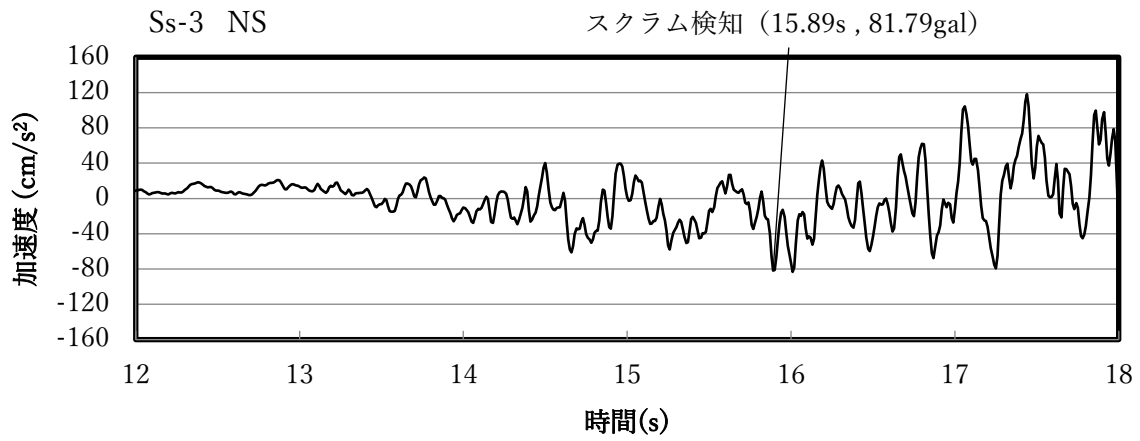


Ss-2(EW 方向)

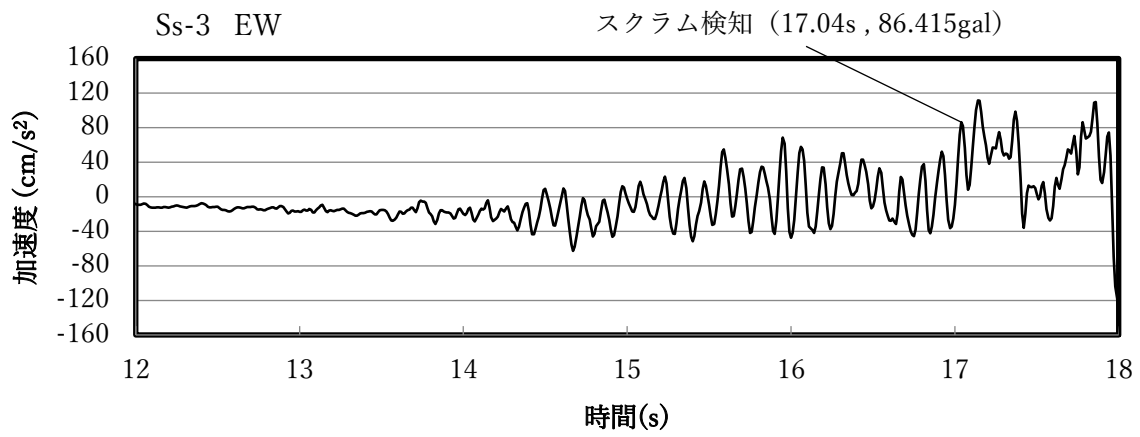


Ss-2(UD 方向)

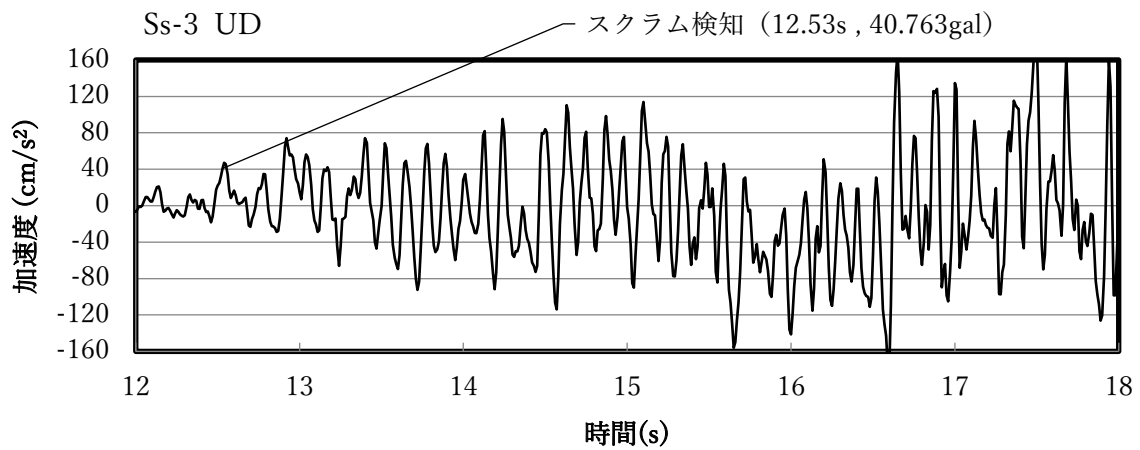
別図-4.1.3 基準地震動 Ss-2 の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答時刻歴



Ss-3(NS 方向)

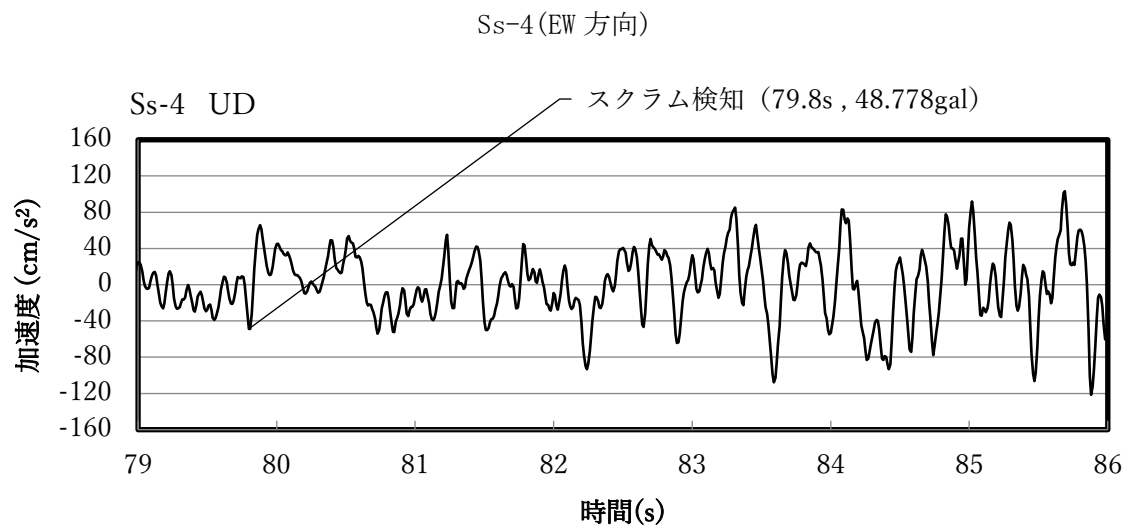
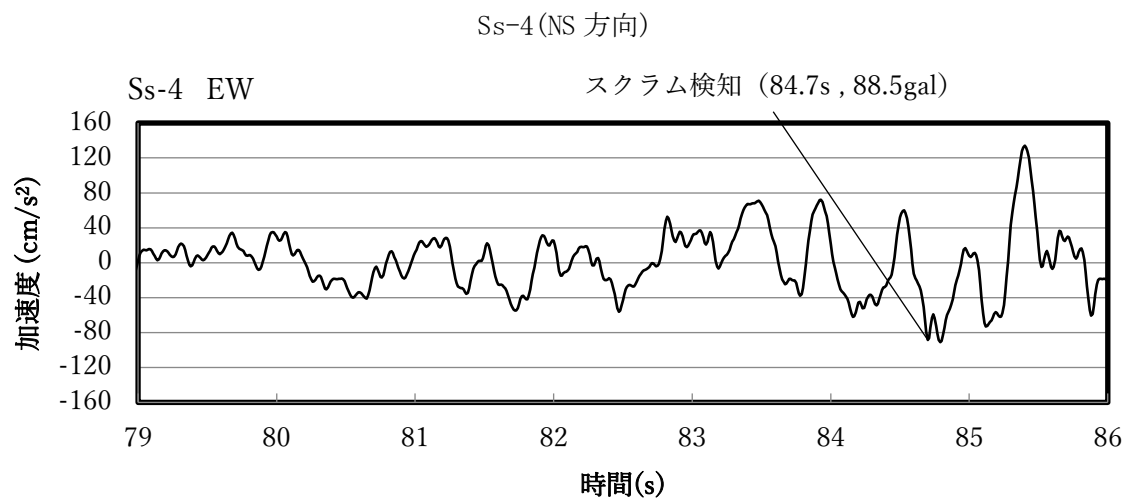
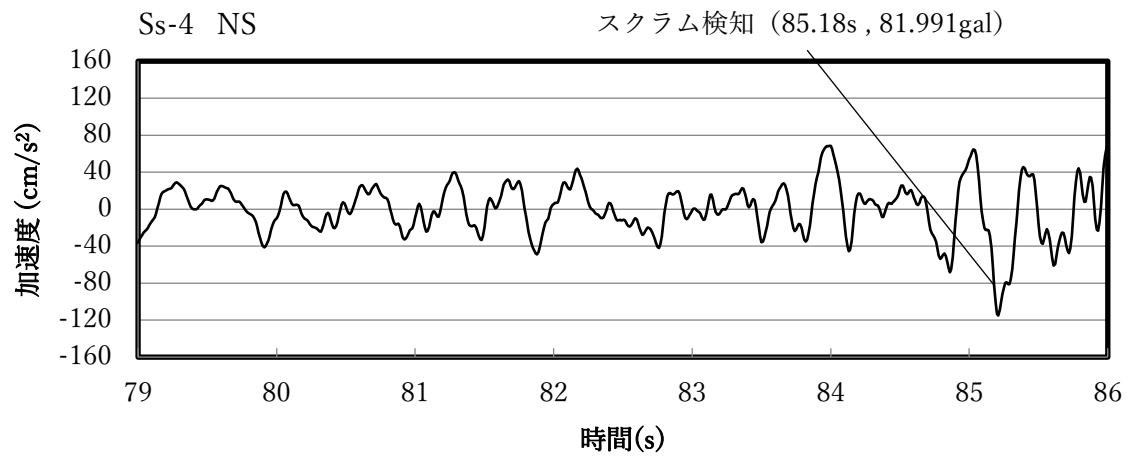


Ss-3(EW 方向)



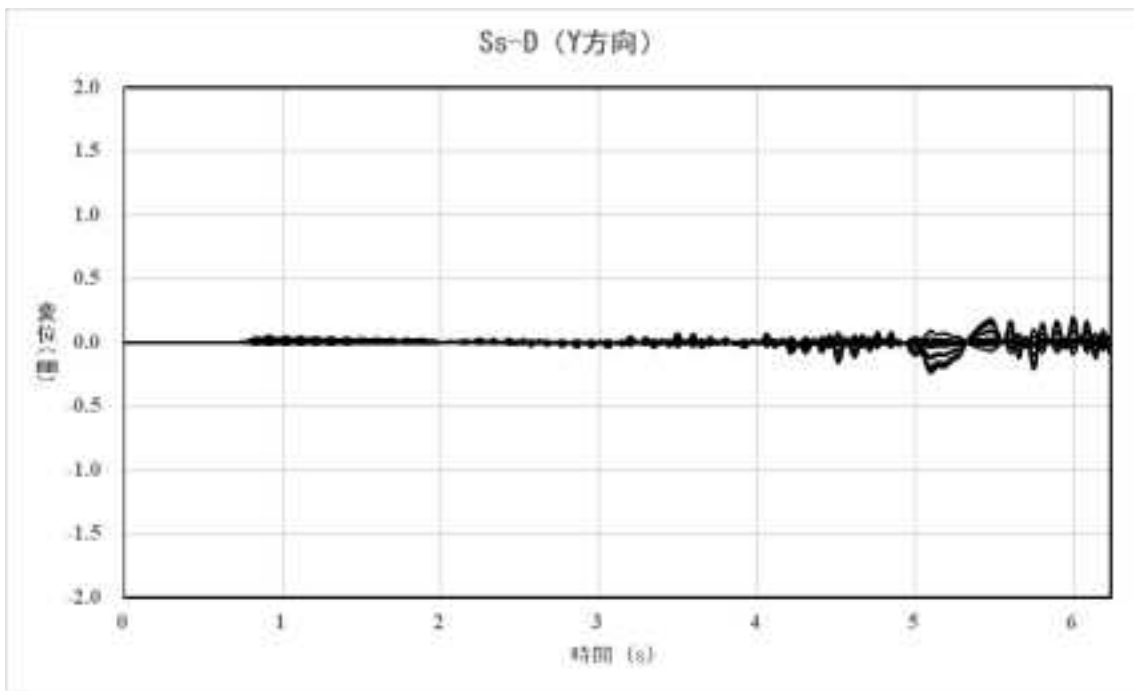
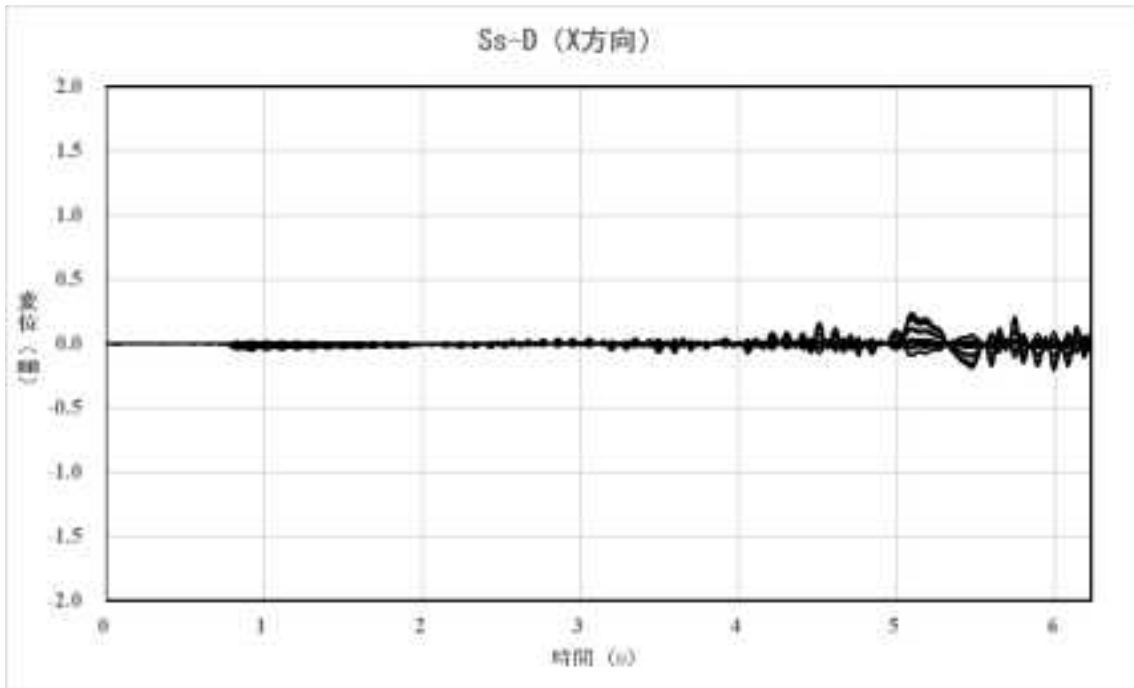
Ss-3(UD 方向)

別図-4.1.4 基準地震動 Ss-3 の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答時刻歴

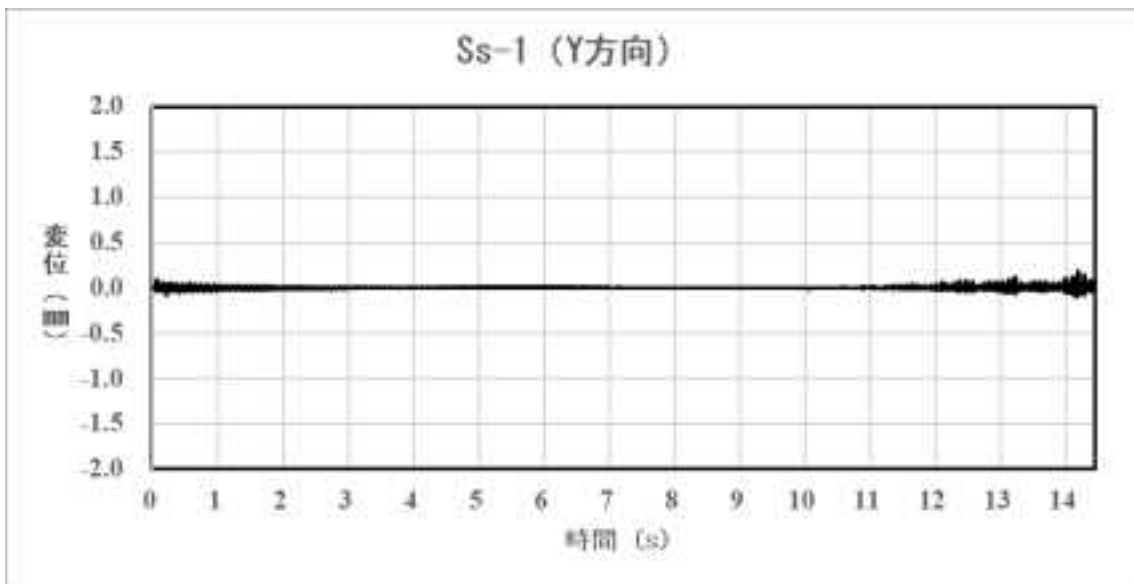
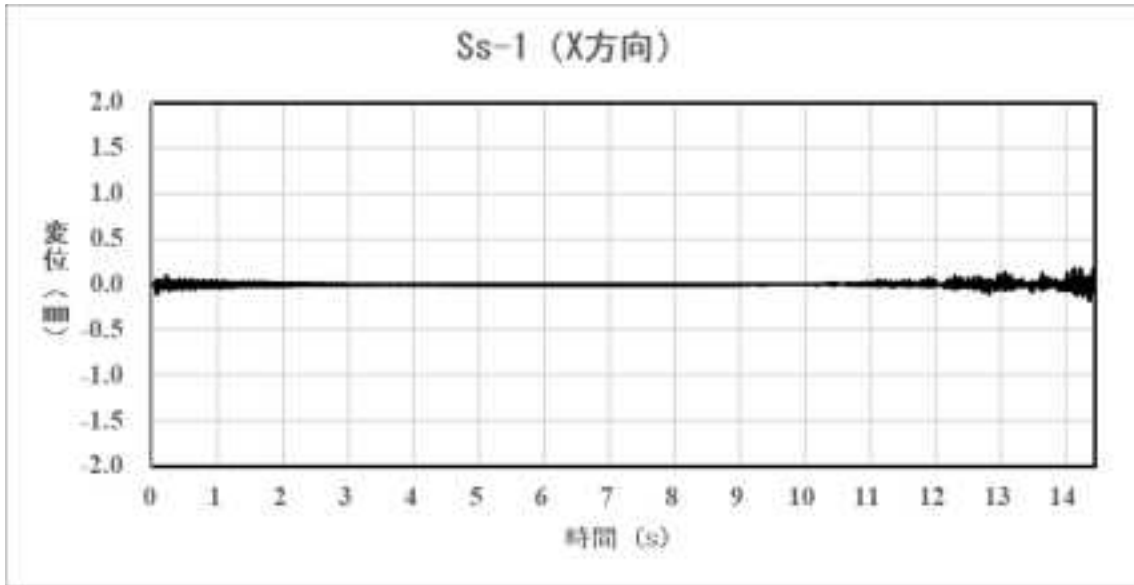


Ss-4(UD 方向)

別図-4.1.5 基準地震動 Ss-4 の原子炉建家地階 (GL-7.3m) における床応答時刻歴

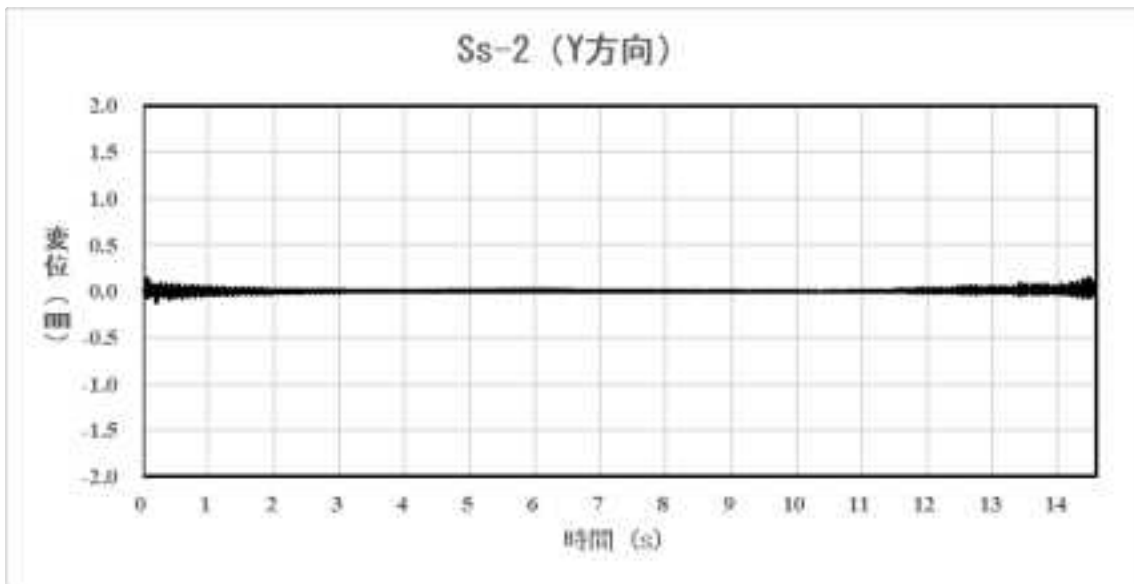
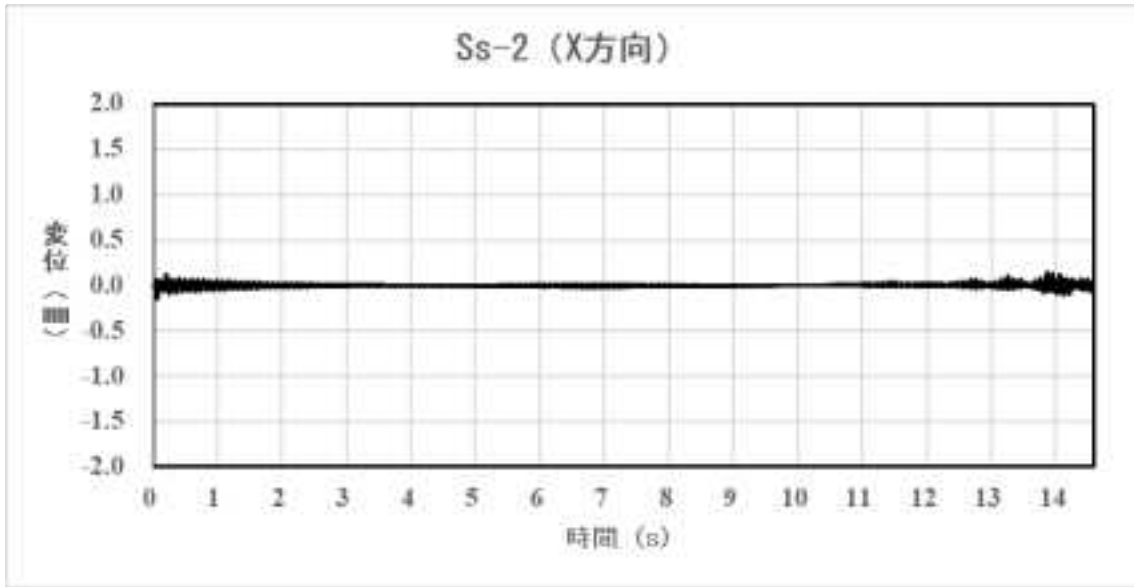


別図-4.2.1 基準地震動 Ss-D 時の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位  
(水平 (X, Y) 方向)

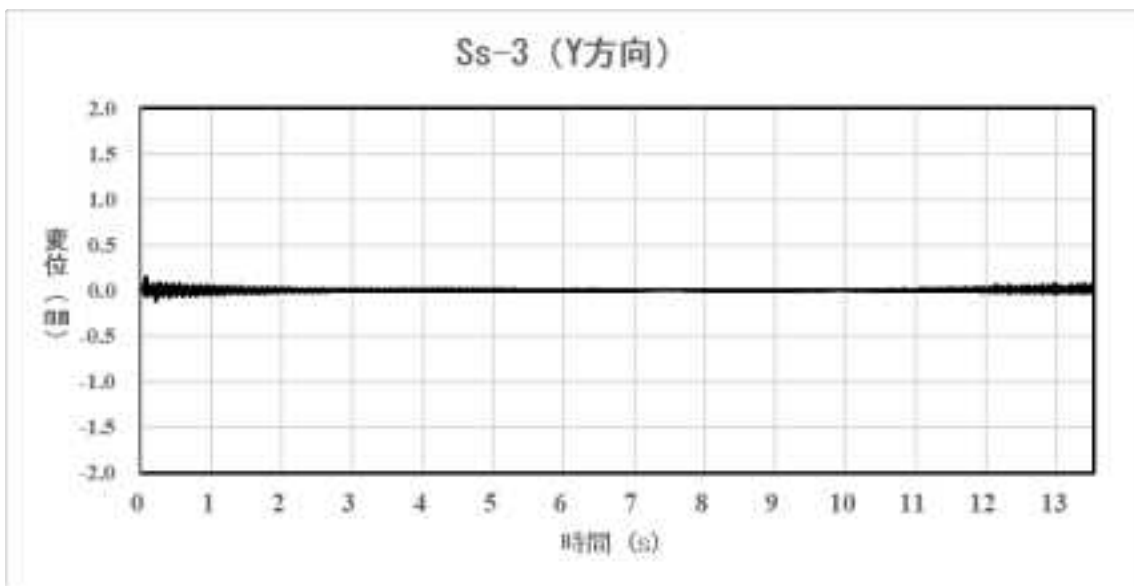
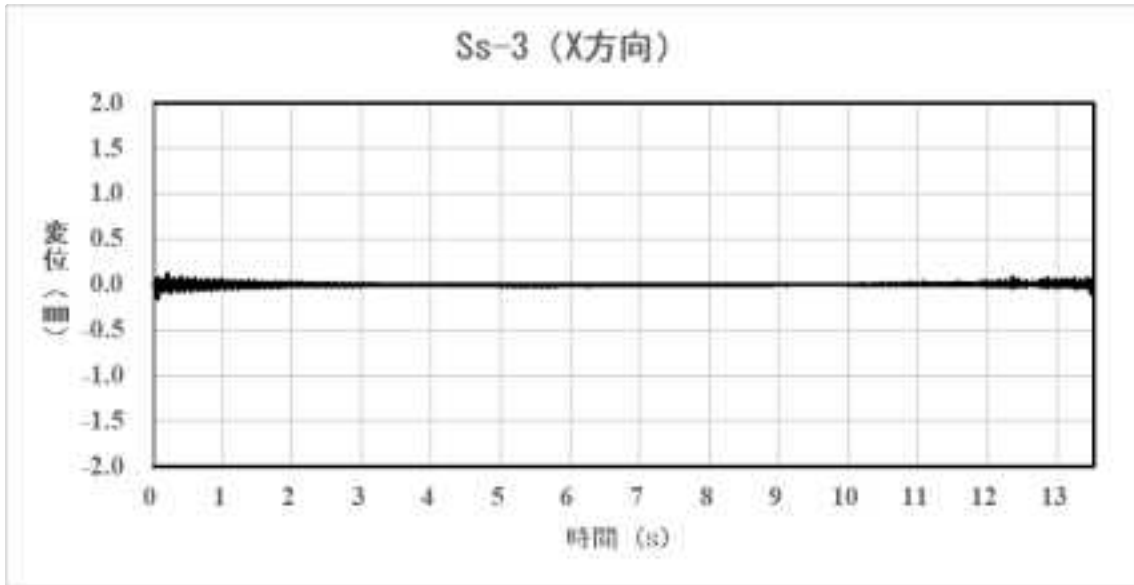


別図-4.2.2 基準地震動 Ss-1 時の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位  
(水平 (X, Y) 方向)

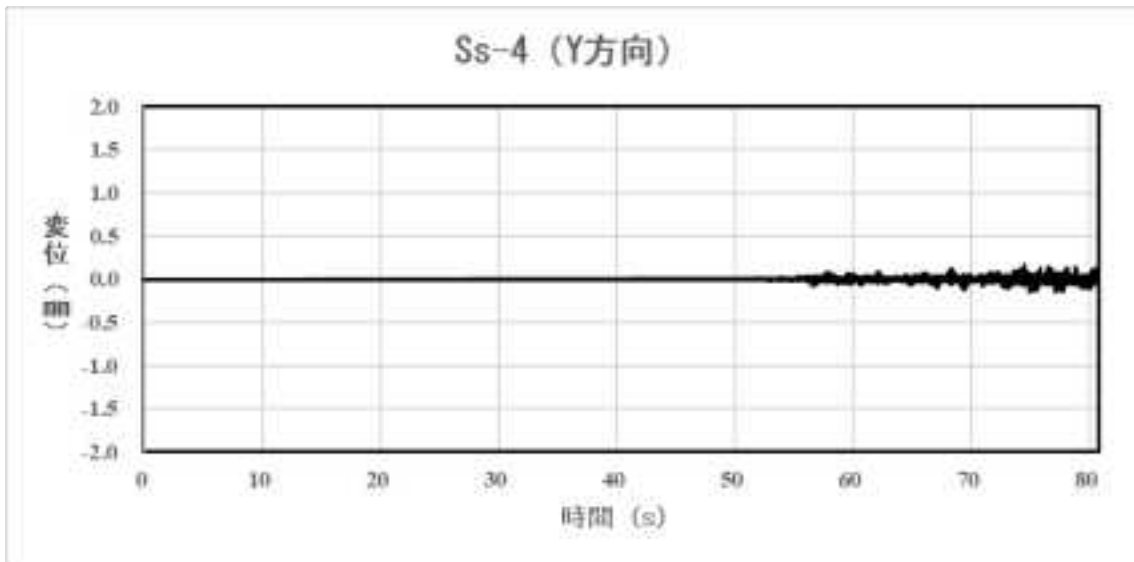
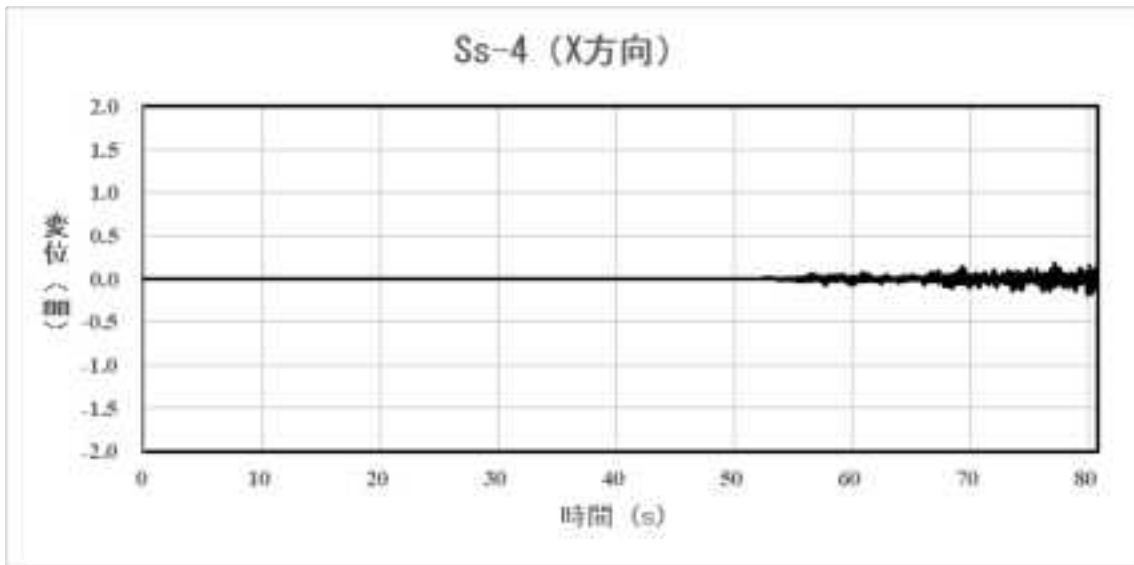




別図-4.2.3 基準地震動 Ss-2 時の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位  
(水平 (X, Y) 方向)



別図-4.2.4 基準地震動 Ss-3 時の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位  
(水平 (X, Y) 方向)



別図-4.2.5 基準地震動 Ss-4 時の制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管の変位  
(水平 (X, Y) 方向)



5. 申請に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書



5－1．原子炉制御棟避雷針の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

原子炉制御棟避雷針の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。



原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(1) (省略)</p> <p>(2) (省略)</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、以下の基本的方針の下に安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）及び関連法令の要求に適合する構造とする。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>d. 安全施設は、敷地で想定される降水・洪水、風（台風）、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象や、敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の外部人為事象（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない構造及び配置とする。</p> <p>e. 火災発生の防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉施設の安全性が損なわれないように設計する。</p>	<p>第1編 原子炉制御棟避雷針の設置</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>試験研究用原子炉施設の一般構造は、次の各構成から構成される。</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>(2) 耐津波構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>今回申請する範囲は、(3)その他の主要な構造のうち、原子炉制御棟避雷針の設置に関するものである。原子炉制御棟の配置図及び申請範囲を図-1.1 に示す。</p> <p style="text-align: center;">(図は省略する。)</p> <p>2. 準拠した基準及び規格（省略）</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 原子炉制御棟への落雷による火災の発生を防止できること。</p>	<p>整合性</p> <p>原子炉設置変更許可申請書（以下「許可申請書」という。）の記載に従い、敷地で想定される落雷に対して安全機能を損なわない構造及び配置とする方針としているため整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>1. 安全設計</p> <p>1.1 安全設計の方針</p> <p>1.1.1 安全設計の基本方針</p> <p>本原子炉施設は、低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型の原子炉施設の特徴を踏まえ、「原子炉等規制法」、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）その他関係法令の要求に適合するよう以下のことを十分に考慮した設計とする。</p> <p style="text-align: center;">（中略）</p> <p>(4) 原子炉施設の設置される場所の地震、気象、水理等の自然現象及び火災等の人為事象によって原子炉施設の安全性が損なわれないように設計する。</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当</p> </div>	<p>第1編 原子炉制御棟避雷針の設置</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>試験研究用原子炉施設の一般構造は、次の各構造から構成される。</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>(2) 耐津波構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>今回申請する範囲は、(3)その他の主要な構造のうち、原子炉制御棟避雷針の設置に関するものである。原子炉制御棟の配置図及び申請範囲を図-1.1に示す。</p> <p style="text-align: center;">（図は省略する。）</p> <p>2. 準拠した基準及び規格（省略）</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 原子炉制御棟への落雷による火災の発生を防止できること。</p>	<p>本設工認申請における設計条件は、許可申請書の記載と整合する。</p>

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p data-bbox="293 272 958 373">該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p data-bbox="253 379 958 555">3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p data-bbox="237 600 517 632">適合のための設計方針</p> <p data-bbox="230 671 427 703">第 1 項について</p> <p data-bbox="237 710 972 885">安全施設は、敷地内又はその周辺において想定される以下のような自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組み合わせに遭遇した場合においても、安全機能が損なわれない設計とする。ただし、代替手段による機能維持が可能な場合は、その効果を考慮する。</p> <p data-bbox="237 892 972 1031">なお、J R R - 3 原子炉施設は、竜巻又は火山の影響による安全機能の喪失を想定しても、別紙 2 に示すとおり、一般公衆に対する放射線影響が小さい（5mSv を超えるおそれがない）原子炉施設である。</p> <p data-bbox="577 1037 658 1069">（中略）</p> <p data-bbox="271 1075 383 1107">(6) 落雷</p> <p data-bbox="293 1114 972 1214">原子炉建家、原子炉制御棟等の関連建家には、避雷針を設け、落雷による火災の発生を防止する設計とする。</p>		



5－2. 中央制御室外原子炉停止盤の設置に係る  
「国立研究開発法人日本原子力研究開発  
機構原子力科学研究所原子炉設置変更許  
可申請書」との整合性に関する説明書

中央制御室外原子炉停止盤の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																					
<p>1. 安全設計</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <p>（原子炉制御室等）</p> <p>第三十八条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉制御室を設けなければならない。</p> <p>一 試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視できるものとする。</p> <p>二 試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができるものとする。</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合に試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるよう、遮蔽その他の適切な放射線防護措置、気体状の放射性物質及び原子炉制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切に防護するための設備を設けること。</p> <p>四 従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造とすること。</p> <p>2 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の異常により原子炉制御室が使用できない場合において、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉を停止するための装置を設けなければならない。</p> <p>3 前項の場合において、中出力炉又は高出力炉に係る試験研究用等原子炉施設には、必要に応じて、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉内の燃料体の崩壊熱を除去し、かつ、必要なパラメータを監視するための装置を設けなければならない。</p>	<p>第2編 中央制御室外原子炉停止盤の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 火災等の原因で中央制御室にとどまることができない場合でも、中央制御室外から原子炉を停止できること。</p> <p>(2) 中央制御室外から以下の必要最小限のパラメータが監視できること。</p> <p>イ. 原子炉プール水位</p> <p>ロ. 炉下室中性子空間線量率</p> <p>3.2 設計仕様</p> <p>中央制御室外原子炉停止盤の設計仕様は以下のとおり。なお、本申請に係る中央制御室外原子炉停止盤は既設設備であるため、工事を伴うものではない。</p> <table border="1" data-bbox="952 778 1854 1300"> <thead> <tr> <th data-bbox="952 778 1236 817">名称</th> <th colspan="2" data-bbox="1236 778 1854 817">中央制御室外原子炉停止盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="952 817 1236 930" rowspan="3">原子炉 スクラムスイッチ</td> <td data-bbox="1236 817 1480 855">スイッチの種類</td> <td data-bbox="1480 817 1854 855">手動スイッチ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1236 855 1480 893">個数</td> <td data-bbox="1480 855 1854 893">1個</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1236 893 1480 930">作動条件</td> <td data-bbox="1480 893 1854 930">手動操作による</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 930 1236 1007" rowspan="2">監視設備</td> <td colspan="2" data-bbox="1236 930 1854 968">原子炉プール水位計</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1236 968 1854 1007">炉下室中性子モニタ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 1007 1236 1045">図</td> <td colspan="2" data-bbox="1236 1007 1854 1045">図-2.1～図-2.3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 1045 1236 1300">備考</td> <td colspan="2" data-bbox="1236 1045 1854 1300">監視設備の検出器については、「JRR-3の改造(その5)」(昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請し、昭和62年4月6日付け61安(原規)第218号をもって認可)にて設計及び工事の方法の認可を受け、平成2年10月16日付け60安(原規)第173号をもって使用前検査に合格している。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(図は省略する)</p>	名称	中央制御室外原子炉停止盤		原子炉 スクラムスイッチ	スイッチの種類	手動スイッチ	個数	1個	作動条件	手動操作による	監視設備	原子炉プール水位計		炉下室中性子モニタ		図	図-2.1～図-2.3		備考	監視設備の検出器については、「JRR-3の改造(その5)」(昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請し、昭和62年4月6日付け61安(原規)第218号をもって認可)にて設計及び工事の方法の認可を受け、平成2年10月16日付け60安(原規)第173号をもって使用前検査に合格している。		<p>本設工認申請における設計条件及び設計仕様は原子炉設置変更許可申請書の記載と整合している。</p>
名称	中央制御室外原子炉停止盤																						
原子炉 スクラムスイッチ	スイッチの種類	手動スイッチ																					
	個数	1個																					
	作動条件	手動操作による																					
監視設備	原子炉プール水位計																						
	炉下室中性子モニタ																						
図	図-2.1～図-2.3																						
備考	監視設備の検出器については、「JRR-3の改造(その5)」(昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請し、昭和62年4月6日付け61安(原規)第218号をもって認可)にて設計及び工事の方法の認可を受け、平成2年10月16日付け60安(原規)第173号をもって使用前検査に合格している。																						

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>適合のための設計方針 第2項について</p> <p>中央制御室外の適切な場所から、原子炉の停止操作及び原子炉の状態監視ができる設計とする。このため、何らかの原因により中央制御室にとどまることができない場合には、中央制御室外の適切な場所に設けた中央制御室外原子炉停止盤により、原子炉の停止が行える設計とする。また、実験利用設備に異常が生じた場合にも、原子炉を停止するための安全スイッチを原子炉建家内に設ける設計とする。</p> <p>10. 計測制御系統施設 10.8 制御室 10.8.1 概要</p> <p>計測制御系統設備のうち、原子炉施設の運転に必要な監視及び操作装置は集中化し、原子炉制御棟内の中央制御室に設置する。</p> <p>また、火災等の原因で中央制御室にとどまることができない場合にも、中央制御室外から原子炉を停止できるように、中央制御室外原子炉停止盤を設ける。</p> <p>10.8.3 中央制御室外原子炉停止盤 10.8.3.1 設計方針</p> <p>中央制御室外原子炉停止盤は、中央制御室にとどまることができない場合に、原子炉を停止できる設計とする。</p> <p>10.8.3.2 主要設備</p> <p>中央制御室外原子炉停止盤は、中央制御室外に設置し、原子炉の停止及び必要最小限のパラメータの監視を行えるようにする。</p> <p>盤に設置する主要機器は以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉プール水位計</li> <li>炉下室中性子モニタ</li> <li>原子炉スクラムスイッチ</li> </ul>		



5－3. 中央制御室におけるばい煙対策設備の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

中央制御室におけるばい煙対策設備の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性												
<p>1. 安全設計</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> </div> <p>適合のための設計方針</p> <p>第2項について</p> <p>安全施設は、敷地内又はその周辺において想定される以下のような自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組み合わせに遭遇した場合においても、安全機能が損なわれない設計とする。ただし、代替手段による機能維持が可能な場合は、その効果を考慮する。</p> <p>なお、JRR-3原子炉施設は、竜巻又は火山の影響による安全機能の喪失を想定しても、別紙2に示すとおり、一般公衆に対する放射線影響が小さい（5mSvを超えるおそれがない）原子炉施設である。</p> <p style="text-align: center;">（中略）</p> <p>(10) 森林火災</p> <p>敷地外の森林火災が本原子炉施設に迫った場合でも、安全</p>	<p>第3編 中央制御室におけるばい煙対策設備の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>外部火災時のばい煙に対して、外部から中央制御室への進入を防止できること。</p> <p>3.2 設計仕様</p> <p>中央制御室が設けられている原子炉制御棟は、専用の換気空調設備を有している。当該換気空調設備にはダンパが設けられており、外部火災時にばい煙が進入し、運転員の監視、操作等に影響を及ぼすおそれのある場合には、換気空調設備を停止し、当該ダンパを閉止することでばい煙の中央制御室への進入を防止することが出来る。なお、原子炉制御棟は一般区域に該当し、空気汚染のおそれのある管理区域を有しないため、換気空調設備を停止させても、運転員が長期にわたりその場にとどまることが可能である。原子炉制御棟換気空調設備の系統図及び申請範囲を図3-1に、ダンパの構造図を図3-2に示す。</p> <p>原子炉制御棟換気空調設備ダンパの設計仕様は以下のとおり。なお、本申請に係る設備は既設であるため、工事を伴うものではない。</p> <table border="1" data-bbox="1003 962 1812 1262"> <tr> <td>名称</td> <td>原子炉制御棟換気空調設備ダンパ</td> </tr> <tr> <td>形式</td> <td>手動式風量調整ダンパ</td> </tr> <tr> <td>製品名</td> <td>株式会社吉場製作所製 K-VD</td> </tr> <tr> <td>個数</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>図</td> <td>図-3.1、図-3.2</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>当該ダンパについては、別途定める手順に従い、本製品と相当するものと交換できるものとする。</td> </tr> </table> <p>（図は省略する）</p>	名称	原子炉制御棟換気空調設備ダンパ	形式	手動式風量調整ダンパ	製品名	株式会社吉場製作所製 K-VD	個数	1	図	図-3.1、図-3.2	備考	当該ダンパについては、別途定める手順に従い、本製品と相当するものと交換できるものとする。	<p>本設工認申請における設計条件及び設計仕様は原子炉設置変更許可申請書の記載と整合している。</p>
名称	原子炉制御棟換気空調設備ダンパ													
形式	手動式風量調整ダンパ													
製品名	株式会社吉場製作所製 K-VD													
個数	1													
図	図-3.1、図-3.2													
備考	当該ダンパについては、別途定める手順に従い、本製品と相当するものと交換できるものとする。													

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>施設の安全機能を損なうおそれがないよう設計し、施設周辺の草木の管理（安全機能を有する施設を内包する建物に熱影響を与え得る森林を施設周辺に拡大させない。）その他必要に応じた対策を講じる。なお、施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉を停止する。</p> <p>また、森林火災が発生した場合に消火活動ができるよう、建家外に消火栓等の消火設備を設置する。</p> <p>外部火災時のばい煙に対しても、外部から制御室への進入を防止できる設計とする。</p> <p>なお、航空機落下確率が<math>10^{-7}</math>回／炉・年以上となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生するといった熱影響が最も厳しい条件となる重畳事象を想定した場合でも、安全施設の安全機能に影響はない。</p>		

5－4. 原子炉プール及び使用済燃料プール水位  
警報設備の設置に係る「国立研究開発法  
人日本原子力研究開発機構原子力科学研  
究所原子炉設置変更許可申請書」との整  
合性に関する説明書

原子炉プール及び使用済燃料プール水位警報設備の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性				
<p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>(1) 計装</p> <p>(ii) その他の主要な計装の種類</p> <p>原子炉施設のプロセス計装として、1次冷却材の流量、温度、原子炉プール水位等の計装、制御棒位置指示計装等を設ける。</p>	<p>第 4 編 原子炉プール及び使用済燃料プール水位警報設備の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>3.1.1 原子炉プール水位警報設備</p> <p>原子炉の通常運転時等運転員が中央制御室に滞在している間における原子炉プールの水位監視は、安全保護系の原子炉プール水位計（昭和 62 年 4 月 6 日付け 61 安（原規）第 218 号をもって設計及び工事の方法の認可を受け、平成 2 年 10 月 16 日付け 60 安（原規）第 173 号をもって使用前検査に合格）によって行う。このため、本申請は原子炉停止中に運転員が中央制御室外（事務管理棟に設置された副警報盤又は中央警備室の主警報盤）で原子炉プールの水位低下を検知するための警報設備を設けるものである。その設計条件は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="1111 887 1742 1294"> <thead> <tr> <th data-bbox="1111 887 1296 963">名称</th> <th data-bbox="1296 887 1742 963">原子炉プール水位警報 (原子炉停止中の異常監視用)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1111 963 1296 1294">設計条件</td> <td data-bbox="1296 963 1742 1294"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	名称	原子炉プール水位警報 (原子炉停止中の異常監視用)	設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>	<p>原子炉設置変更許可申請書（以下「許可申請書」という。）の記載に従い、水位低下を検知できる方針としているため整合している。</p>
名称	原子炉プール水位警報 (原子炉停止中の異常監視用)					
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>					

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性				
<p>1. 安全設計</p> <p>1.1 安全設計の方針（省略）</p> <p>1.2 耐震設計方針（省略）</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）</p> <p>第十六条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」と総称する。）の取扱施設を設けなければならない。</p> <p>一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする事。</p> <p>二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。</p> <p>三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする事。</p> <p>四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする事。</p> <p>五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする事。</p> <p>2 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。</p> <p>一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。</p> <p>イ 燃料体等を貯蔵することができる容量を有す</p> </div>	<p>第 4 編 原子炉プール及び使用済燃料プール水位警報設備の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>3.1.1 原子炉プール水位警報設備</p> <p>原子炉の通常運転時等運転員が中央制御室に滞在している間における原子炉プールの水位監視は、安全保護系の原子炉プール水位計（昭和 62 年 4 月 6 日付け 61 安（原規）第 218 号をもって設計及び工事の方法の認可を受け、平成 2 年 10 月 16 日付け 60 安（原規）第 173 号をもって使用前検査に合格）によって行う。このため、本申請は原子炉停止中に運転員が中央制御室外（事務管理棟に設置された副警報盤又は中央警備室の主警報盤）で原子炉プールの水位低下を検知するための警報設備を設けるものである。その設計条件は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="1131 885 1765 1292" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">名称</th> <th style="width: 80%;">原子炉プール水位警報 （原子炉停止中の異常監視用）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">設計条件</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	名称	原子炉プール水位警報 （原子炉停止中の異常監視用）	設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>	<p>許可申請書の記載に従い、水位低下を検知できる方針としているため整合している。</p>
名称	原子炉プール水位警報 （原子炉停止中の異常監視用）					
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉停止中に原子炉プールの水位低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>					



原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性				
<p>るものとする。</p> <p>ロ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。</p> <p>二 使用済燃料その他高放射性の燃料体の貯蔵施設にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。ただし、使用済燃料中の原子核分裂生成物の量が微量な場合その他の放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去のための設備を要しない場合については、この限りでない。</p> <p>イ 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。</p> <p>ロ 貯蔵された使用済燃料その他高放射性の燃料体が崩壊熱により溶融しないものとする。</p> <p>ハ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆材が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できるものとする。</p> <p>ニ 放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあっては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できるものとする。</p> <p>3 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を設けなければならない。</p>	<p>3.1.2 使用済燃料プール水位警報設備</p> <p>使用済燃料プールについて、プール水位を監視する水位警報設備を設ける。その設計条件は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="1133 448 1762 817"> <thead> <tr> <th data-bbox="1133 448 1319 485">名称</th> <th data-bbox="1326 448 1762 485">使用済燃料プール水位警報</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1133 489 1319 817">設計条件</td> <td data-bbox="1326 489 1762 817"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	名称	使用済燃料プール水位警報	設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>	
名称	使用済燃料プール水位警報					
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、事務管理棟に設置された副警報盤に警報を発するものであること。</li> <li>・原子炉停止中の夜間、休日等に使用済燃料プール水位の低下を検知した場合には、中央警備室の主警報盤に警報を発するものであること。</li> </ul>					

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<div data-bbox="235 269 969 541" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>一 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</li> <li>二 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</li> </ul> </div> <p>適合のための設計方針 第 1 項及び第 2 項について 【燃料体の貯蔵及び取扱い】 (中略)</p> <p>また、使用済燃料貯蔵設備及び取扱設備は、次の方針により設計することとする。</p> <p>(3) 使用済燃料プールは、冷却水の喪失を防止するため十分な耐震性を有する設計とするとともに、配管等に十分な安全対策を考慮した設計とする。また、内面はステンレス鋼でライニングし漏えいを防止する。</p> <p>なお、プール水位監視のための水位低警報設備を設ける。</p> <p>第 3 項について 【燃料体取扱場所のモニタリング】</p> <p>燃料体の取扱場所は、残留熱の除去能力の喪失に至る状態及び過度の放射線レベルが検出できる設計とするとともに、適切な場所にこれらの警報を発するように次の方針により設計する。</p> <p>(2) 水位監視のため、水位低警報設備を設け、警報を発する設計とする。</p>		

5－5. 外部消火設備の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

外部消火設備の設置に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性														
<p>1. 安全設計</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> </div> <p>適合のための設計方針</p> <p>第2項について</p> <p>安全施設は、敷地内又はその周辺において想定される以下のような自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組み合わせに遭遇した場合においても、安全機能が損なわれない設計とする。ただし、代替手段による機能維持が可能な場合は、その効果を考慮する。</p> <p>なお、JRR-3原子炉施設は、竜巻又は火山の影響による安全機能の喪失を想定しても、別紙2に示すとおり、一般公衆に対する放射線影響が小さい（5mSvを超えるおそれがない）原子炉施設である。</p> <p style="text-align: center;">（中略）</p> <p>(10) 森林火災</p> <p>敷地外の森林火災が本原子炉施設に迫った場合でも、安全</p>	<p>第5編 外部消火設備の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>本申請に係る外部消火設備の設計仕様は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="992 413 1821 675"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>外部消火栓</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計条件</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JRR-3 原子炉施設周辺で森林火災が発生した場合に、消火活動が出来るものであること。</li> <li>・ 消防法を満足するものであること。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>森林火災による JRR-3 原子炉施設への影響を評価した結果、外部消火栓の機能に期待しなくとも施設の安全性を損なわないことを確認している。</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.2 設計仕様</p> <p>本申請に係る外部消火設備の設計仕様は以下のとおり。なお、本申請に係る外部消火設備は既設であるため、工事を伴うものではない。</p> <table border="1" data-bbox="992 895 1821 1083"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>外部消火栓</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個数</td> <td>6 基</td> </tr> <tr> <td>図</td> <td>図 5-1</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>消火栓は、消防法を満足する規格のものと交換できるものとする。</td> </tr> </tbody> </table> <p>（図は省略する）</p>	名称	外部消火栓	設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JRR-3 原子炉施設周辺で森林火災が発生した場合に、消火活動が出来るものであること。</li> <li>・ 消防法を満足するものであること。</li> </ul>	備考	森林火災による JRR-3 原子炉施設への影響を評価した結果、外部消火栓の機能に期待しなくとも施設の安全性を損なわないことを確認している。	名称	外部消火栓	個数	6 基	図	図 5-1	備考	消火栓は、消防法を満足する規格のものと交換できるものとする。	<p>本設工認申請における設計条件及び設計仕様は原子炉設置変更許可申請書の記載と整合している。</p>
名称	外部消火栓															
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JRR-3 原子炉施設周辺で森林火災が発生した場合に、消火活動が出来るものであること。</li> <li>・ 消防法を満足するものであること。</li> </ul>															
備考	森林火災による JRR-3 原子炉施設への影響を評価した結果、外部消火栓の機能に期待しなくとも施設の安全性を損なわないことを確認している。															
名称	外部消火栓															
個数	6 基															
図	図 5-1															
備考	消火栓は、消防法を満足する規格のものと交換できるものとする。															

原子炉設置変更許可申請書（添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>施設の安全機能を損なうおそれがないよう設計し、施設周辺の草木の管理（安全機能を有する施設を内包する建物に熱影響を与え得る森林を施設周辺に拡大させない。）その他必要に応じた対策を講じる。なお、施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉を停止する。</p> <p>また、森林火災が発生した場合に消火活動ができるよう、建家外に消火栓等の消火設備を設置する。</p> <p>外部火災時のばい煙に対しても、外部から制御室への進入を防止できる設計とする。</p> <p>なお、航空機落下確率が<math>10^{-7}</math>回／炉・年以上となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生するといった熱影響が最も厳しい条件となる重畳事象を想定した場合でも、安全施設の安全機能に影響はない。</p>		

5－6. 内部溢水影響評価に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

内部溢水影響評価に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所  
原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。



原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(1) (省略)</p> <p>(2) (省略)</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、以下の基本的方針の下に安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）及び関連法令の要求に適合する構造とする。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>h. 安全施設は、原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのないように設計する。また、想定される放射性物質を含む溢水について、管理区域からの漏えいを防止できるように設計する。</p>	<p>第 6 編 内部溢水影響評価</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>試験研究用原子炉施設の一般構造は、次の各構造から構成される。</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>(2) 耐津波構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>今回申請する範囲は、試験研究炉用等原子炉施設の一般構造の(3) その他の主要な構造について、内部溢水影響評価に関するものである。</p> <p>2. 準拠した基準及び規格（省略）</p> <p>3. 設計及び評価</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>本申請に係る設計条件は、以下のとおりである。</p> <p>1) 内部溢水による安全機能喪失の防止</p> <p>JRR-3原子炉施設（以下「JRR-3」という。）内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の破損、誤操作、誤作動、並びに原子炉プール、カナル、使用済燃料プール又は使用済燃料貯槽のスロッシング等により溢水が発生したとしても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できること。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること。表6-1に内部溢水に対する防護対象設備（以下「防護対象設備」という。）を示す。</p> <p style="text-align: center;">(表は省略する。)</p>	<p>原子炉設置変更許可申請書（以下「許可申請書」という。）の記載に従い、想定される溢水に対して安全機能を損なわない構造としている。また、想定される放射性物質を含む溢水について、管理区域からの漏えいを防止できる構造としているため整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
	<p>2) 管理区域外への放射性物質を含む液体の漏えい防止</p> <p>表6-2に示すJRR-3内に設置された放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により生じた溢水が、管理区域外へ漏えいしないこと。</p> <p>(表は省略する。)</p>	

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>1. 安全設計</p> <p>1.1 安全設計の方針</p> <p>1.1.1 安全設計の基本方針</p> <p>本原子炉施設は、低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型の原子炉施設の特徴を踏まえ、「原子炉等規制法」、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）その他関係法令の要求に適合するよう以下のことを十分に考慮した設計とする。</p> <p>(中略)</p> <p>(5) 原子炉の運転に際し、異常の発生を早期に検知し、その拡大を防止するように設計する。また、機器の故障、誤操作等が生じても燃料の健全性及び冠水維持設備の健全性が損なわれないよう設計する。</p>	<p>第6編 内部溢水影響評価</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>試験研究用原子炉施設の一般構造は、次の各構造から構成される。</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>(2) 耐津波構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>今回申請する範囲は、試験研究炉用等原子炉施設の一般構造の(3) その他の主要な構造について、内部溢水影響評価に関するものである。</p> <p>2. 準拠した基準及び規格（省略）</p> <p>3. 設計及び評価</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>本申請に係る設計条件は、以下のとおりである。</p> <p>1) 内部溢水による安全機能喪失の防止</p> <p>JRR-3原子炉施設（以下「JRR-3」という。）内</p>	<p>本設工認申請における設計条件は、許可申請書の記載と整合する。</p>

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>（溢水による損傷の防止等）</p> <p>第九条 安全施設は、試験研究用等原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。</p> </div>	<p>に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の破損、誤操作、誤作動、並びに原子炉プール、カナル、使用済燃料プール又は使用済燃料貯槽のスロッシング等により溢水が発生したとしても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できること。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること。表6-1に内部溢水に対する防護対象設備（以下「防護対象設備」という。）を示す。</p> <p>2) 管理区域外への放射性物質を含む液体の漏えい防止</p> <p>表6-2に示すJRR-3内に設置された放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により生じた溢水が、管理区域外へ漏えいしないこと。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>適合のための設計方針</p> <p>第1項について  安全施設は、原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのないよう次の方針により設計する。</p> <p>(1) 原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動、原子炉プール、カナル、使用済燃料プール又は使用済燃料貯槽のスロッシングにより溢水が発生したとしても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。</p> <p>(2) 炉心の冷却に必要な1次冷却材補助ポンプについては、溢水を考慮した基礎の高さを確保するとともに、その電源系統等には被水対策用の防護カバー等を設ける。</p> <p>(3) 使用済燃料プールは、貯蔵中の使用済燃料の健全性を確保するため、給水が容易に行える設計とする。  （中略）</p> <p>第2項について  発生が想定される溢水が放射性物質を含むものである場合については、管理区域からの漏えいを防止する設計とする。</p> <p>(1) 放射性物質を含む溶液を内包する設備周辺には、溢水の拡大を防止するための堰等の段差を設ける。</p> <p>(2) 管理区域外への溢水の漏えいを防止するため、管理区域の境界に適切な段差を設ける。</p>		

5－7. 内部火災影響評価に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

内部火災影響評価に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所  
原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																															
<p>注)「(本文)」は原子炉設置変更許可申請書本文別冊 3 の記載事項を示す。また、「(添八)」は原子炉設置変更許可申請書添付書類八別冊 3 の記載事項を示す。</p> <p>(本文)</p> <p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、以下の基本的方針の下に安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）及び関連法令の要求に適合する構造とする。</p> <p>(中略)</p> <p>e. 火災発生の防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉施設の安全性が損なわれないように設計する。</p> <p>(添八)</p> <p>1. 安全設計</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(火災による損傷の防止)</p> <p>第八条 試験研究用等原子炉施設は、火災により当該試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、必要に応じて、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備（以下「消火設備」という。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p> <p>2 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。</p> </div>	<p>第 7 編 内部火災影響評価</p> <p>3. 設計及び評価</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>本申請に係る設計条件は、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉の安全を損なわないことである。このことを確認するため、表-7.1 に示す内部火災に対する防護対象設備（以下「防護対象設備」という。）について、原子炉の安全を確保するのに必要な安全機能が火災により喪失しないことを確認する。</p> <p style="text-align: center;">表-7.1 内部火災に対する防護対象設備</p> <table border="1" data-bbox="969 742 1921 1375"> <thead> <tr> <th>安全機能</th> <th>構築物、系統及び機器</th> <th>設置場所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過大な反応度の添加防止</td> <td>制御棒駆動装置</td> <td>原子炉建家地階</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">炉心の形成</td> <td>炉心構築物</td> <td>原子炉建家</td> </tr> <tr> <td>燃料要素</td> <td>原子炉プール内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">炉心の冷却</td> <td>冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）</td> <td>原子炉建家 原子炉プール内</td> </tr> <tr> <td>1 次冷却系設備</td> <td>原子炉建家地階 原子炉プール内</td> </tr> <tr> <td>炉心の保護</td> <td>原子炉プールコンクリート躯体</td> <td>原子炉建家 1 階</td> </tr> <tr> <td>重水を内蔵する機能</td> <td>重水タンク、重水冷却系設備</td> <td>原子炉建家地階 原子炉プール内</td> </tr> <tr> <td>放射性物質の貯蔵機能</td> <td>使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）</td> <td>原子炉建家 1 階</td> </tr> <tr> <td>原子炉の緊急停止</td> <td>制御棒、スクラム機構</td> <td>原子炉建家 1 階、 地階</td> </tr> <tr> <td>未臨界維持</td> <td>制御棒</td> <td>原子炉建家 1 階</td> </tr> </tbody> </table>	安全機能	構築物、系統及び機器	設置場所	過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置	原子炉建家地階	炉心の形成	炉心構築物	原子炉建家	燃料要素	原子炉プール内	炉心の冷却	冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）	原子炉建家 原子炉プール内	1 次冷却系設備	原子炉建家地階 原子炉プール内	炉心の保護	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉建家 1 階	重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設備	原子炉建家地階 原子炉プール内	放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	原子炉建家 1 階	原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構	原子炉建家 1 階、 地階	未臨界維持	制御棒	原子炉建家 1 階	<p>本設工認申請における設計条件及び設計仕様は原子炉設置変更許可申請書の記載と整合している。</p>
安全機能	構築物、系統及び機器	設置場所																															
過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置	原子炉建家地階																															
炉心の形成	炉心構築物	原子炉建家																															
	燃料要素	原子炉プール内																															
炉心の冷却	冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）	原子炉建家 原子炉プール内																															
	1 次冷却系設備	原子炉建家地階 原子炉プール内																															
炉心の保護	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉建家 1 階																															
重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設備	原子炉建家地階 原子炉プール内																															
放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	原子炉建家 1 階																															
原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構	原子炉建家 1 階、 地階																															
未臨界維持	制御棒	原子炉建家 1 階																															

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3 又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書			整合性																								
<p>適合のための設計方針 第1項について 火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉の安全が損なわれることを防止できるよう以下の方針を適切に考慮した設計とする。また、原子炉施設内で火災が発生した場合には、初期消火、外部への通報等の対応を行う。 (1) 火災により原子炉施設の安全性を損なうことのないように、各防護対策を考慮した設計とする。 (中略) ③火災影響の軽減 1) 下記の防護対象設備を構成する機器及びケーブルは、不燃性又は難燃性材料を使用し、系統の異なるケーブルはケーブルトレイ、電線管等により物理的分離を考慮した設計とする。 2) 下記の防護対象設備を設置している原子炉建家地階は、火災により他の区画に影響を及ぼさないよう、コンクリート壁及び鋼製の扉により分離した設計とする。 (2) JRR-3 原子炉施設において火災発生を確認したときは、原子炉を停止する。 次の設備を内部火災に対する防護対象設備とする。 内部火災に対する防護対象設備</p> <table border="1" data-bbox="123 1070 904 1369"> <thead> <tr> <th>安全機能</th> <th>構築物、系統及び機器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過大な反応度の添加防止</td> <td>制御棒駆動装置</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">炉心の形成</td> <td>炉心構築物</td> </tr> <tr> <td>燃料要素</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">炉心の冷却</td> <td>冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）</td> </tr> <tr> <td>1次冷却系設備</td> </tr> <tr> <td>炉心の保護</td> <td>原子炉プールコンクリート</td> </tr> </tbody> </table>	安全機能	構築物、系統及び機器	過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置	炉心の形成	炉心構築物	燃料要素	炉心の冷却	冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）	1次冷却系設備	炉心の保護	原子炉プールコンクリート	<table border="1"> <tr> <td>工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生</td> <td>安全保護回路（停止系）</td> <td>原子炉建家地階、1階</td> </tr> <tr> <td>原子炉停止後の除熱</td> <td>1次冷却材補助ポンプ</td> <td>原子炉建家地階</td> </tr> <tr> <td>安全上特に重要な関連施設</td> <td>非常用電源系</td> <td>制御棟地階</td> </tr> <tr> <td>計測・制御（安全保護機能を除く。）</td> <td>中性子計装設備、プロセス計装設備</td> <td>原子炉建家地階、1階</td> </tr> </table>	工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生	安全保護回路（停止系）	原子炉建家地階、1階	原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ	原子炉建家地階	安全上特に重要な関連施設	非常用電源系	制御棟地階	計測・制御（安全保護機能を除く。）	中性子計装設備、プロセス計装設備	原子炉建家地階、1階			
安全機能	構築物、系統及び機器																											
過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置																											
炉心の形成	炉心構築物																											
	燃料要素																											
炉心の冷却	冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）																											
	1次冷却系設備																											
炉心の保護	原子炉プールコンクリート																											
工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生	安全保護回路（停止系）	原子炉建家地階、1階																										
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ	原子炉建家地階																										
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系	制御棟地階																										
計測・制御（安全保護機能を除く。）	中性子計装設備、プロセス計装設備	原子炉建家地階、1階																										
<p>3.2 設計仕様 本申請に係る防護対象設備の設計仕様は以下のとおり。防護対象設備の配置を図7-1に示す。なお、本申請に係る防護対象設備は全て既設であるため、工事を伴うものではない。</p> <table border="1" data-bbox="969 711 1921 1372"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>主要な構成設備</th> <th>主要な構造等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>制御棒駆動装置</td> <td>制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒駆動機構管外駆動部、制御棒駆動機構案内管</td> <td>制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。</td> </tr> <tr> <td>炉心構築物</td> <td>燃料要素、照射筒、ベリリウム反射体、制御棒案内管、格子板、格子板支持胴、プレナム等</td> <td>原子炉プール水中に設置されている。</td> </tr> <tr> <td>燃料要素</td> <td>標準型燃料要素、フォロワ型燃料要素</td> <td>原子炉プール水中に設置されている。</td> </tr> <tr> <td>冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）</td> <td>原子炉プール躯体（ライニングを含む）、下部遮蔽体、前部水封用止板、1次冷却系配管</td> <td>原子炉建家1階に設置されており、いずれも不燃材により構成されている。</td> </tr> </tbody> </table>	名称	主要な構成設備	主要な構造等	制御棒駆動装置	制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒駆動機構管外駆動部、制御棒駆動機構案内管	制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。	炉心構築物	燃料要素、照射筒、ベリリウム反射体、制御棒案内管、格子板、格子板支持胴、プレナム等	原子炉プール水中に設置されている。	燃料要素	標準型燃料要素、フォロワ型燃料要素	原子炉プール水中に設置されている。	冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）	原子炉プール躯体（ライニングを含む）、下部遮蔽体、前部水封用止板、1次冷却系配管	原子炉建家1階に設置されており、いずれも不燃材により構成されている。													
名称	主要な構成設備	主要な構造等																										
制御棒駆動装置	制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒駆動機構管外駆動部、制御棒駆動機構案内管	制御棒駆動機構管内駆動部は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。																										
炉心構築物	燃料要素、照射筒、ベリリウム反射体、制御棒案内管、格子板、格子板支持胴、プレナム等	原子炉プール水中に設置されている。																										
燃料要素	標準型燃料要素、フォロワ型燃料要素	原子炉プール水中に設置されている。																										
冠水維持設備（サイフォンブレイク弁を除く。）	原子炉プール躯体（ライニングを含む）、下部遮蔽体、前部水封用止板、1次冷却系配管	原子炉建家1階に設置されており、いずれも不燃材により構成されている。																										



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）		設計及び工事の計画の認可申請書			整合性
	躯体		(原子炉プール内)		
重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設備	1次冷却系設備	1次冷却材主ポンプ、1次冷却材補助ポンプ、熱交換器、 <sup>16</sup> N減衰タンク、配管	原子炉建家地階に設置されており、各機器の主要材料には不燃材を用いている。	
放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）				
原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉プールコンクリート躯体	原子炉建家1階に設置されており、不燃材により構成されている。	
未臨界維持	制御棒				
工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生	安全保護回路（停止系）	重水タンク、重水冷却系設備	重水タンク、重水ポンプ、重水溢流タンク、熱交換器、配管	原子炉建家地階に設置されており、各機器の主要材料には不燃材を用いている。	
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ				
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系	使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラック	使用済燃料プールは原子炉建家1階に設置されており、不燃材により構成されている。使用済燃料貯蔵ラックは使用済燃料プール水中に設置されている。	
計測・制御（安全保護機能を除く。）	中性子計装設備*、プロセス計装設備*				
*：崩壊熱除去運転のために監視が必要な設備に限る。					
		名称	主要な構成設備	主要な構造等	
		制御棒、スクラム機構	中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒案内管、制御棒駆動機構案内管	中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部、制御棒案内管は原子炉プール水中に設置されている。制御棒駆動機構案内管は原子炉建家地下に設置されており、不燃材により構成されている。	
		制御棒	中性子吸収体、フォロー型燃料要素、制御棒駆動機構管内駆動部	原子炉プール水中に設置されている。	
		安全保護回路	安全系中性子束高（高設定、低設定）、対数出力炉周期短、	構成する機器は不燃材又は難燃材を使用し、ケーブルは難燃性	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書			整合性
	(停止系)	1次冷却材流量低、1次冷却材炉心出口温度高、1次冷却材炉心出入口温度差大、原子炉プール水位低、サイフォンブレーク弁開等	のものを使用しており、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により外部と隔離している。	
	1次冷却材補助ポンプ	1次冷却材補助ポンプ	原子炉建家地下に設置されており、主要材料は不燃材を用いている。 2系統あるポンプ電動機間は十分な離隔距離を有している（機器ベース間：30cm）。	
	非常用電源系	非常用発電機、蓄電池、静止型インバータ装置	金属製の筐体を用いている。ケーブルには難燃性のものを使用しており、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により外部と隔離している。	
	中性子計装設備、プロセス計装設備	対数出力炉周期系、安全系、1次冷却材流量、1次冷却材炉心出口温度	構成機器は不燃材又は難燃材を使用し、ケーブルは難燃性のものを使用しており、検出器から安全保護系制御盤までは、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により外部と隔離している。	

5－8. JRR-3原子炉施設の構造（外部事象影響）に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

JRR-3 原子炉施設の構造（外部事象影響）に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>注)「(本文)」は原子炉設置変更許可申請書本文別冊3の記載事項を示す。また、「(添八)」は原子炉設置変更許可申請書添付書類八別冊3の記載事項を示す。</p> <p>(本文)</p> <p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、以下の基本的方針の下に安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(以下「原子炉等規制法」という。)及び関連法令の要求に適合する構造とする。</p> <p>(中略)</p> <p>d. 安全施設は、敷地で想定される降水・洪水、風(台風)、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象や、敷地又はその周辺において想定される飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の外部人為事象(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわない構造及び配置とする。</p> <p>(添八)</p> <p>1. 安全設計</p> <p>1.1 安全設計の方針</p> <p>1.1.15 外部火災防護に関する設計方針</p> <p>安全施設が外部火災に対して、想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>第8編 JRR-3 原子炉施設の構造(外部事象影響)</p> <p>3. 設計及び評価</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>自然現象(洪水・降水、風(台風)、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象及び森林火災)及び原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(以下「人為事象」という。)(飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害)については、原子炉施設への影響を及ぼさないことを確認している。本申請では、前述した自然現象及び人為事象において原子炉施設への影響に対し評価計算を要する外部火災(森林火災、爆発、近隣工場等の火災及び航空機の落下による火災)及び竜巻について確認する。</p> <p>以下に外部火災及び竜巻に係る設計条件を示す。</p> <p>(1) 外部火災</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外の森林火災が原子炉施設に迫った場合でも、施設の安全機能を損なうおそれがないよう設計する。</li> <li>原科研敷地内にLNGタンク等を設置する場合は、その爆発による原子炉施設への</li> </ul>	<p>原子炉設置変更許可申請書の記載に従い、安全機能を損なわないことを確認しているため整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(1) 森林火災</p> <p>原子力科学研究所敷地外の10km以内の範囲に発火点を設定して評価する。原子力科学研究所周辺の植生については、敷地南西に接している村松虚空蔵尊付近にはヤブコウジースダジイ群集、シラカシ群集が分布している。また、気象データとして風速については、過去10年(2007年～2016年)の水戸気象台の観測データの最大風速17.5m/s(2014年2月及び2016年1月)を使用する。安全機能を有する施設を内包する建物のコンクリート外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている許容温度(200℃)以下とすること又は内部火災に至らないとすることで、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(2) 近隣の産業施設の火災・爆発</p> <p>評価対象範囲は、原子力科学研究所敷地外の半径10km以内に存在する石油コンビナート等とする。近隣の主な産業施設としては、東京電力ホールディングス株式会社常陸那珂火力発電所、株式会社日立ハイテクマテリアルズ日立オイルターミナル、出光興産株式会社日立油槽所等が存在する。これらの産業施設等において火災・爆発が起きた際に、火災については安全機能を有する施設を内包する建物の外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている許容温度(200℃)以下又は内部火災に至らないとすることとし、爆発については、敷地外においては石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が危険限界距離以上に、敷地内においては高圧ガス保安法及びその関係法令で規定される保安距離以上になるよう確保することで、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(3) 航空機落下による火災の影響評価</p>	<p>影響を考慮して設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原科研敷地外の近隣工場等(半径10km以内)において火災が発生した場合に、原子炉施設の安全性に影響を与えるおそれがあるときは、必要に応じて防護対策をとる。</li> <li>・ 原科研敷地内に重油タンク等を設置する場合は、その火災による原子炉施設への影響を考慮して設置する。</li> <li>・ 原科研の敷地への航空機の落下により発生する火災を想定しても、原子炉施設の安全機能を損なうおそれがないよう設計し、必要に応じて対策を講じる。</li> </ul> <p>(2) 竜巻</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原科研の敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)の発生を考慮しても、原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なわない設計とする。</li> <li>・ 竜巻以外の自然現象による荷重 <ul style="list-style-type: none"> <li>竜巻と同時に発生する雷、雪、雹、大雨については、以下の理由により原子炉施設への影響が相乗しないため、考慮しない。</li> <li>①雷 <ul style="list-style-type: none"> <li>竜巻は建家、構造物及び設備(系統・機器)に対する風荷重、気圧差荷重及び飛来物の衝撃荷重であるが、落雷は雷撃であり影響モードが異なることから、竜巻</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>航空機種別ごとの墜落確率が<math>10^{-7}</math>以上になる面積を求め、その外周部に航空機が落下し炎上した際の安全機能を有する施設を内包する建物のコンクリート外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている許容温度(200℃)以下とすること又は内部火災に至らないとすることで、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(外部からの衝撃による損傷の防止)</p> <p>第六条 安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> </div> <p>適合のための設計方針</p> <p>第1項について</p>	<p>設計及び工事の計画の認可申請書</p> <p>との組み合わせは考慮しない。</p> <p>②雪 上昇気流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。下降流の竜巻通過時や竜巻通過前に積もった雪は竜巻の風に吹き飛ばされ、建家への影響は生じないことから竜巻との組み合わせは考慮しない。</p> <p>③雹 竜巻通過前に積もった雹は竜巻の風に吹き飛ばされ、建家への影響は生じない。また、降雹による衝撃荷重は、設計飛来物に包含できるため考慮しない。</p> <p>④大雨 大雨による影響は建家への浸水であり、竜巻とは影響モードが異なることから、竜巻との組み合わせは考慮しない。</p> <p>3.2 評価条件 安全施設を内包する建家として評価対象である原子炉建家、使用済燃料貯槽室、燃料管理施設、実験利用棟、原子炉制御棟、使用済燃料貯蔵施設並びに安全施設として評価対象である排気筒(以下「評価対象施設」という。)に対し外部火災及び竜巻への影響を評価することにより、安全施設が機能を損なわないことを確認する。なお、安全施設のうち、代替手段により機能を維持できるものについては本申請での評価対象外とする。 評価対象施設が3.1に示した設計条件を満足することを以下のとおり確認する。</p>	<p>整合性</p>

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>安全施設は、敷地内又はその周辺において想定される以下のような自然現象(地震及び津波を除く。)又はその組み合わせに遭遇した場合においても、安全機能が損なわれない設計とする。ただし、代替手段による機能維持が可能な場合は、その効果を考慮する。</p> <p>なお、JRR-3原子炉施設は、竜巻又は火山の影響による安全機能の喪失を想定しても、別紙2に示すとおり、一般公衆に対する放射線影響が小さい(5mSvを超えるおそれがない。)原子炉施設である。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>(3) 竜巻</p> <p>敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象(火災、溢水、電源喪失)の発生を考慮しても、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。竜巻の接近のおそれがある場合には、原子炉を停止する。安全機能を有する施設を内包する建物は、竜巻により作用する「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「設計飛来物による衝撃荷重」を適切に組み合わせた荷重を考慮して、その構造健全性が確保できる設計とする。また、設計飛来物が、当該建物に衝突した場合においても、健全性が確保される設計とする。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>(10) 森林火災</p> <p>敷地外の森林火災が本原子炉施設に迫った場合でも、安全施設の安全機能を損なうおそれがないよう設計し、施設周辺の草木の管理(安全機能を有する施設を内包する建物に熱影響を与え得る森林を施設周辺に拡大させない。)その他必要に応じた対策を講じる。な</p>	<p>設計及び工事の計画の認可申請書</p> <p>(1) 外部火災</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>想定される外部火災である森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機の落下による火災が発生した場合でも、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを評価により確認する。</li> </ul> <p>(2) 竜巻</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>想定される竜巻である藤田スケールF1の竜巻が発生した場合でも、評価対象施設の構造健全性に影響がないことを評価により確認する。</li> </ul> <p>3.3 評価結果</p> <p>(1) 外部火災</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>想定される外部火災による影響評価の結果、外部火災が発生した場合でも、評価対象施設の構造健全性に影響がないため、安全施設の安全機能を損なわないことを確認した。</li> </ul> <p>(2) 竜巻</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>想定される竜巻である藤田スケールF1の竜巻による影響評価の結果、この竜巻が発生した場合でも、評価対象施設の構造健全性に影響がないため、安全施設の安全機能を損なわないことを確認した。</li> </ul>	<p>整合性</p>



原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>お、施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉を停止する。</p> <p>また、森林火災が発生した場合に消火活動ができるよう、建家外に消火栓等の消火設備を設置する。</p> <p>外部火災時のばい煙に対しても、外部から制御室への進入を防止できる設計とする。</p> <p>なお、航空機落下確率が<math>10^{-7}</math>回/炉・年以上となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生するといった熱影響が最も厳しい条件となる重畳事象を想定した場合でも、安全施設の安全機能に影響はない。</p> <p>(11) 自然現象の組合せ</p> <p>施設の影響(荷重、浸水、温度、電気影響)について、自然現象の組合せを想定した場合でも、安全施設の安全機能を損なうおそれがない設計とする。また、必要に応じて影響軽減のための対策を講じる。</p> <p>第2項について</p> <p>自然現象に対する重要安全施設は、設置許可基準規則の解釈に基づき、重要度分類の基本的な考え方の「4. (1) 自然現象に対する設計上の考慮」に沿って選定する。JRR-3のクラス2の構築物、系統及び機器には想定される自然現象(特に、竜巻に対しては藤田スケールF1の最大風速49m/s、火山に対しては極微量の降下火砕物)の影響を受ける施設がないため、自然現象に対する重要安全施設は、クラス1の制御棒、スクラム機構及び安全保護回路(停止系)が該当する。このため、想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃がないよう、これらを内包する建物の構造健全性が確保される設計とする。</p> <p>第3項について</p> <p>安全施設は、想定される以下のような偶発的な外部人為</p>		

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>事象(故意によるものを除く。)によって、安全機能を損なうことのない設計とする。ただし、代替手段による機能維持が可能な場合は、その効果を考慮する。</p> <p>(1) 飛来物(航空機落下等)</p> <p>JRR-3 原子炉施設への航空機の落下確率については「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」(平成14・07・29 原院第4号(平成14年7月30日原子力安全・保安院制定))等に基づき評価した結果、約<math>6.1 \times 10^{-8}</math>回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である<math>10^{-7}</math>回/炉・年を超えない。したがって、航空機落下に対する考慮をする必要はなく、航空機落下により安全施設が安全機能を損なうことはない。</p> <p>(中略)</p> <p>(3) 外部火災</p> <p>外部火災により安全施設の安全機能を損なうことのないように、近隣の産業施設(半径10km以内)の火災・爆発、航空機落下による火災を考慮して必要な防護対策等を施す。なお、施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉を停止する。</p> <p>a. 爆発</p> <p>敷地周辺には、石油コンビナート等の大規模な爆発のおそれのある工場等はない。</p> <p>本研究所の敷地内に重油タンク、LNGタンク等を設置する場合は、その爆発による安全施設の安全機能への影響を考慮して設置する。</p> <p>b. 近隣工場等の火災</p> <p>本研究所の敷地外の近隣工場等において火災が発生した場合に、安全施設の安全機能に影響を与えるおそれがあるときは、必要に応じて防護対策をとる。</p>		

原子炉設置変更許可申請書(本文別冊3又は添付書類八別冊3)	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>c. 航空機落下による火災 敷地への航空機の墜落で発生する火災を想定しても、安全施設の安全機能に影響を及ぼさないことを評価し、必要に応じて対策を講じる。</p>		



5－9．設備機器の耐震性に関する申請に係る  
「国立研究開発法人日本原子力研究開  
発機構原子力科学研究所原子炉設置変  
更許可申請書」との整合性に関する説明  
書

設備機器の耐震性に関する申請に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>注)「(本文)」は原子炉設置変更許可申請書本文別冊 3 の記載事項を示す。また、「(添八)」は原子炉設置変更許可申請書添付書類八別冊 3 の記載事項を示す。</p> <p>(本文)</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起した場合は安全への影響を考慮して、耐震設計上の区分をするとともに、適切な設計用地震力に十分耐えられるように、次の方針に基づき設計を行う。</p> <p>(添八)</p> <p>1. 安全設計</p> <p>1.2 耐震設計方針</p> <p>1.2.1 耐震設計の基本方針</p> <p>原子炉施設の耐震設計は、設置許可基準規則及びその解釈の基本的考えを参考にして下記の項目に従って行い、基準地震動による地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう原子炉施設に十分な耐震性をもたせる。</p> <p>(1) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、原子炉プール水の喪失を防止し、炉心部が露出しない構造とする。</p> <p>(2) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、安全に核的停止ができる機能を有する。</p> <p>(3) 重要度分類及び地震によって安全機能が喪失した場合の放射線による周辺公衆への影響の程度に応じて、原子炉施設の耐震設計上の重要度を 3 つのクラスに分類する。</p> <p>(4) 原子炉施設の構造設計及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。</p>	<p>添付書類 3 - 1. 耐震性に関する説明書（以下「添付書類 3 - 1」という。）</p> <p>1. 耐震設計の基本方針</p> <p>耐震設計の基本方針は原子炉設置変更許可申請書に従い、次のように定める。</p> <p>原子炉施設の耐震設計は、試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及びその解釈の基本的考えを参考にして以下の項目に従って行い、基準地震動による地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう原子炉施設に十分な耐震性をもたせる。</p> <p>(1) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、原子炉プール水の喪失を防止し、炉心部が露出しない構造とする。</p> <p>(2) 原子炉は、基準地震動による地震力に対しても、安全に核的停止ができる機能を有する。</p> <p>(3) 重要度分類及び地震によって安全機能が喪失した場合の放射線による周辺公衆への影響の程度に応じて、原子炉施設の耐震設計上の重要度を 3 つのクラスに分類する。</p> <p>(4) 原子炉施設の構造設計及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。</p>	<p>本設工認申請における耐震設計の基本方針は、原子炉設置変更許可申請書（以下「許可申請書」という。）の記載と整合する。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>(1) 耐震構造</p> <p>安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起した場合の安全への影響を考慮して、耐震設計上の区分をするとともに、適切な設計用地震力に十分耐えられるように、次の方針に基づき設計を行う。</p> <p>a. 原子炉施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、耐震重要度に応じて S クラス、B クラス及び C クラスに分類し、それぞれに応じた耐震設計を行う。</p> <p>(添八)</p> <p>1.2.2 耐震設計上の重要度分類</p> <p>(1) 分類の原則</p> <p>原子炉施設の耐震設計上の重要度を次の S、B、C のクラスに分類する。</p> <p>S クラス：安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばく（安全機能の喪失による周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり 5mSv を超えることをいう。）を与えるおそれのある設備・機器等を有する施設。</p> <p>B クラス：安全施設のうち、その機能を喪失した場合の影響が S クラス施設と比べ小さい施設。</p> <p>C クラス：S クラス、B クラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。</p> <p>(2) 重要度によるクラス別施設</p> <p>プール型炉であることの特徴を考慮し、耐震設計上の重要度分類に従った各クラスに属する施設を下記に</p>	<p>添付書類 3 - 1</p> <p>2. 耐震設計上の重要度分類</p> <p>(1) 分類の原則</p> <p>原子炉施設の耐震設計上の重要度を次の S、B、C のクラスに分類する。</p> <p>S クラス：安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばく（安全機能の喪失による周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり 5mSv を超えることをいう。）を与えるおそれのある設備・機器等を有する施設。</p> <p>B クラス：安全施設のうち、その機能を喪失した場合の影響が S クラス施設と比べ小さい施設。</p> <p>C クラス：S クラス、B クラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。</p> <p>(2) 重要度によるクラス別施設</p> <p>プール型炉であることの特徴を考慮し、耐震設計上の重要度分類に従った各クラスに属する施設を以下に示す。また、S クラスの施</p>	<p>許可申請書の記載に従い耐震重要度を S クラス、B クラス、C クラスに分類しているため整合している。</p>



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>示す。また、Sクラスの施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。その際、設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響、Sクラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響並びに下位クラス施設の損傷、転倒、落下等によるSクラス施設への影響を考慮する。</p> <p>Sクラス：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系</li> <li>(b) 炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設</li> <li>(c) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設</li> <li>(d) その他</li> </ul> <p>Bクラス：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設</li> <li>(b) 1次冷却系に直接つながっている施設</li> <li>(c) 十分冷却した使用済燃料を保管するための施設</li> <li>(d) 放射性廃棄物を内蔵している施設</li> <li>(e) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設</li> <li>(f) 放射性物質の放出を伴うような場合その外部放散を抑制するための施設</li> <li>(g) 放射線の監視をするための設備</li> <li>(h) 重水を内蔵している施設</li> <li>(i) 炉心を保護する施設</li> <li>(j) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設</li> <li>(k) その他</li> </ul>	<p>設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。その際、設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響、Sクラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響並びに下位クラス施設の損傷、転倒、落下等によるSクラス施設への影響を考慮する。</p> <p>Sクラス：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系</li> <li>(b) 炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設</li> <li>(c) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設</li> <li>(d) その他</li> </ul> <p>Bクラス：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設</li> <li>(b) 1次冷却系に直接つながっている施設</li> <li>(c) 十分冷却した使用済燃料を保管するための施設</li> <li>(d) 放射性廃棄物を内蔵している施設</li> <li>(e) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設</li> <li>(f) 放射性物質の放出を伴うような場合その外部放散を抑制するための施設</li> <li>(g) 放射線の監視をするための設備</li> <li>(h) 重水を内蔵している施設</li> <li>(i) 炉心を保護する施設</li> <li>(j) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設</li> <li>(k) その他</li> </ul>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>Cクラス： (a) Sクラス、Bクラスに属さない施設</p> <p>(添八) 1.2.3 地震力の算定法 原子炉施設に適用する設計用地震力は、以下の方法で算定される静的地震力及び動的地震力のうちいずれか大きい方とする。 (1) 静的地震力 a. 建物・構築物 水平地震力は、地震層せん断力係数<math>C_i</math>に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに、当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。 Sクラス 3.0 Bクラス 1.5 Cクラス 1.0 ここで、地震層せん断力係数<math>C_i</math>は、標準せん断力係数<math>C_0</math>を 0.2 以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p>	<p>Cクラス： (a) Sクラス、Bクラスに属さない施設</p> <p>添付書類 3-1 9. 波及的破損に対する考慮 高位に分類された建物・構築物及び機器・配管は、それ自身が属するクラスに応じた地震力に対して健全であるように設計するが、さらに低位に分類された関連施設又は近傍施設の破損、変位、変形などによって、高位の施設に波及的事故が起きないように考慮する。 また、各クラスの配管系が隣接する場合、低位クラスの配管系はその破損等により高位クラスの配管系に波及的影響を与えないように考慮する。</p> <p>添付書類 3-1 3. 地震力の算定法 原子炉施設は、以下の方法で算定される静的地震力及び動的地震力に対して耐えるよう設計する。 (1) 静的地震力 a. 建物・構築物 水平地震力は、地震層せん断力係数<math>C_i</math>に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに、当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。 Sクラス 3.0 Bクラス 1.5 Cクラス 1.0 ここで、地震層せん断力係数<math>C_i</math>は、標準せん断力係数<math>C_0</math>を 0.2 以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p>	<p>許可申請書の記載に従い、各クラスに適切に地震力を作用させ、それに耐えるよう設計しているため、整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、耐震重要度分類の各クラスともに 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数 <math>C_0</math> は 1.0 以上とする。</p> <p>S クラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 以上を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>b. 機器・配管系</p> <p>耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記 a. に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求めるものとする。なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>(2) 動的地震力</p> <p>動的地震力は、S クラスの施設及び B クラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。S クラスの施設については、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。弾性設計用地震動は基準地震動の応答スペクトルとの比率を 0.5 倍として設定する。B クラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動から定める入力地震動の振幅を 2 分の 1 にした地震力を適用する。基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。また、動的地震力は、添付書類</p>	<p>S クラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 以上を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>b. 機器・配管系</p> <p>耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記 a. に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求めるものとする。なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>(2) 動的地震力</p> <p>動的地震力は、S クラスの施設及び B クラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。S クラスの施設については、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。弾性設計用地震動は基準地震動の応答スペクトルとの比率を 0.5 倍として設定する。B クラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものに基づく地震力を適用する。基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。また、JRR-3 原子炉施設の設計用地震動は原子炉設置変更許可申請書添付書類六「5. 地震」に示す基準地震動 <math>S_{s-1}</math> から <math>S_{s-4}</math>、<math>S_{s-D}</math> を用いる。基準地震動 <math>S_s</math></p>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類 8 別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>六「5. 地震」に示す基準地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により算定する。</p> <p>(添八)</p> <p>1.2.4 荷重の組合せと許容限界</p> <p>1.2.4.1 耐震設計上考慮する状態</p> <p>地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。</p> <p>(1) 建物・構築物</p> <p>(i) 運転時の状態</p> <p>原子炉施設が運転状態にあり、通常の下自然条件下におかれている状態。ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。</p> <p>(ii) 設計基準事故時の状態</p> <p>原子炉施設が設計基準事故時にある状態。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) 通常運転時の状態</p> <p>原子炉の起動、停止、出力運転及び燃料交換等が計画的に行われた場合、運転条件が所定の制限値内にある運転状態。</p> <p>(ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態</p> <p>原子炉の運転状態において、原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障若しくは誤動作又は運転員の単一誤操作によって外乱が加えられた状態及びこれらと類似の頻度で発生し、原子炉施設の運転状態が計画されていない状態。</p> <p>(iii) 設計基準事故時の状態</p> <p>運転時の異常な過渡変化時を超える異常状態であって、発生する頻度は稀であるが、原子炉施設の安全性を評価する観点から想定される設計基準事故事象が発生した状態。</p>	<p>の応答スペクトルを図-3-1.1 に、時刻歴波形を図-3-1.2 及び図-3-1.3 に示す。</p> <p>添付書類 3-1</p> <p>4. 荷重の組合せと許容限界</p> <p>4.1 耐震設計上考慮する状態</p> <p>地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。</p> <p>(1) 建物・構築物</p> <p>(i) 運転時の状態</p> <p>原子炉施設が運転状態にあり、通常の下自然条件下におかれている状態。ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。</p> <p>(ii) 設計基準事故時の状態</p> <p>原子炉施設が設計基準事故時にある状態。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) 通常運転時の状態</p> <p>原子炉の起動、停止、出力運転及び燃料交換等が計画的に行われた場合、運転条件が所定の制限値内にある運転状態。</p> <p>(ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態</p> <p>原子炉の運転状態において、原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障若しくは誤動作又は運転員の単一誤操作によって外乱が加えられた状態及びこれらと類似の頻度で発生し、原子炉施設の運転状態が計画されていない状態。</p> <p>(iii) 設計基準事故時の状態</p> <p>運転時の異常な過渡変化時を超える異常状態であって、発生する頻度は稀であるが、原子炉施設の安全性を評価する観点から想定される設計基準事故事象が発生した状態。</p>	<p>本設工認申請における耐震設計上考慮する状態は、許可申請書の記載と整合する。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(添八)</p> <p>1.2.4.3 荷重の組合せ</p> <p>地震力と他の荷重との組合せは以下による。</p> <p>(1) 建物・構築物</p> <p>(i) 地震力と常時作用している荷重、運転時（通常運転時、運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) 地震力と通常運転時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(ii) 地震力と運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(iii) 地震によって引き起こされるおそれがなく、かつその事象によって作用する荷重が短時間で終結する場合には地震力とは組み合わせない。</p> <p>(3) 荷重の組合せ上の留意事項</p> <p>(i) Sクラスの施設においては、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向に作用するものとする。</p> <p>(ii) 明らかに他の荷重の組合せ状態での評価が厳しいことが判明している場合には、その荷重の組合せ状態での評価は行わない場合がある。</p> <p>(iii) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになぜがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。</p> <p>(iv) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・</p>	<p>添付書類3-1</p> <p>4.3 荷重の組合せ</p> <p>地震力と他の荷重との組合せは以下による。</p> <p>(1) 建物・構築物</p> <p>(i) 地震力と常時作用している荷重、運転時（通常運転時、運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) 地震力と通常運転時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(ii) 地震力と運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(iii) 地震によって引き起こされるおそれがなく、かつその事象によって作用する荷重が短時間で終結する場合には地震力とは組み合わせない。</p> <p>(3) 荷重の組合せ上の留意事項</p> <p>(i) Sクラスの施設においては、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向に作用するものとする。</p> <p>(ii) 明らかに他の荷重の組合せ状態での評価が厳しいことが判明している場合には、その荷重の組合せ状態での評価は行わない場合がある。</p> <p>(iii) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになぜがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。</p> <p>(iv) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物等の</p>	<p>本設工認申請における荷重の組合せは、許可申請書の記載と整合する。</p>

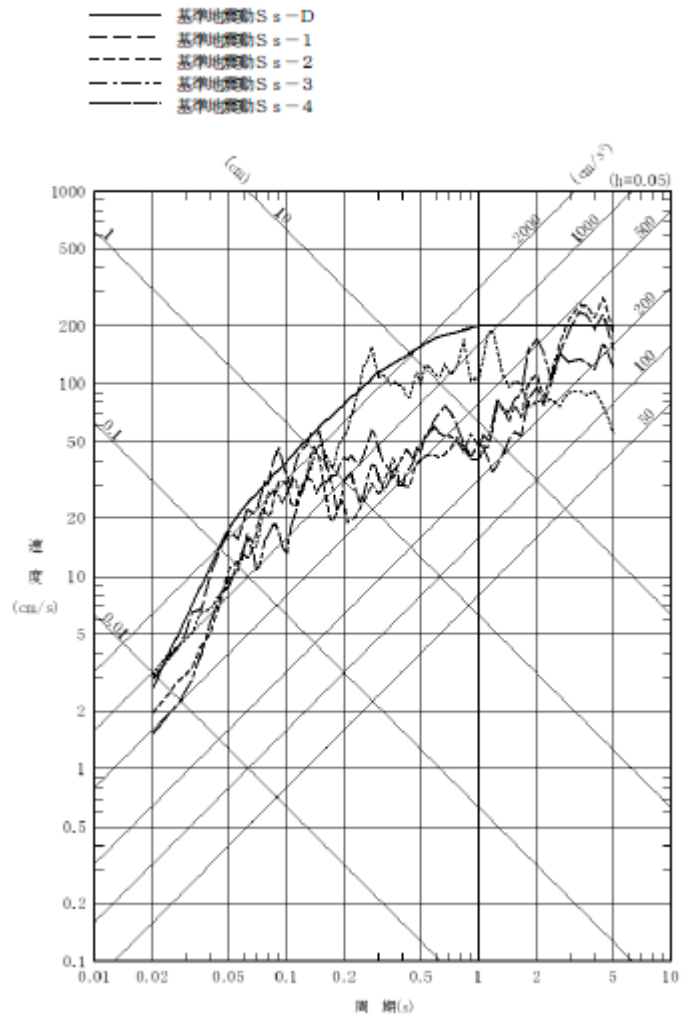
原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>構築物等の当該部分の支持機能を検討する場合には、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。</p> <p>なお、第 1.2-1 表に、対象となる建物・構築物等及びその支持機能が維持されることを検討すべき地震動について記載する。</p> <p>（本文）</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造</p> <p>（1）耐震構造</p> <p>e. Sクラスの施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計する。また、Sクラスの施設は、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性範囲にとどまる設計とする。</p> <p>f. Bクラス及びCクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性範囲にとどまるように設計する。また、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、必要に応じてその影響についての検討を行う。</p> <p>（添八）</p> <p>1.2.4.4 許容限界</p> <p>各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は以下のとおりとする。</p> <p>（1）建物・構築物</p> <p>（i）Sクラスの建物・構築物</p> <p>（a）弾性設計用地震力又は静的震度による地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p>	<p>当該部分の支持機能を検討する場合には、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。</p> <p>添付書類 3-1</p> <p>4.4 許容限界</p> <p>各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は以下のとおりとする。</p> <p>（1）建物・構築物</p> <p>（i）Sクラスの建物・構築物</p> <p>（a）弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p>	<p>整合性</p> <p>許可申請書の記載に従い適切に許容限界を定めているため、整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  建物・構築物が構造物全体として十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して安全余裕を持たせることとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形、又は歪みが著しく増加するに至る限界の最大耐力とする。</p> <p>(ii) B、Cクラスの建物・構築物  建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) Sクラスの機器・配管</p> <p>(a) 弾性設計用地震力又は静的震度による地震力との組合せに対する許容限界  降伏応力はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>(b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない限度に応力を制限する。</p> <p>(ii) B、Cクラスの機器・配管  降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>(iii) 動的機器  地震時又は地震後に動作を要求される Sクラスの動的機器については、解析又は実験</p>	<p>(b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  建物・構築物が構造物全体として十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して安全余裕を持たせることとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形、又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とする。</p> <p>(ii) B、Cクラスの建物・構築物  建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(2) 機器・配管</p> <p>(i) Sクラスの機器・配管</p> <p>(a) 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界  降伏応力はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>(b) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない限度に応力を制限する。</p> <p>(ii) B、Cクラスの機器・配管  降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>5. 機能維持の検討</p> <p>(1) 動的機器  地震時又は地震後に動作を要求される Sクラスの動的機器については、解析又は実験等により動作機能が阻害されないこと</p>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>等により動作機能が阻害されないことを確認する。</p> <p>1.2.5 主要施設の耐震構造            主要施設は以下に示すように設計され、適切な耐震解析モデルに基づく動的解析などにより、それらの重要度に応じた耐震性を確認する。</p> <p>(5) 制御棒駆動機構            制御棒駆動機構は、駆動部及び制御棒駆動機構案内管から構成される。これらの機構は、下部遮蔽体及び炉下室から支持構造物により固定され、地震時に過大な変位が生じないように設計されている。</p> <p>(本文)            ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造            (1) 耐震構造            h. Sクラスに属する施設を有する原子炉施設の周辺斜面は、基準地震動による地震力に対して、施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こすおそれがないものとする。</p> <p>(本文)            ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造            (1) 耐震構造            基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動を考慮して、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する。策定した基準地震動 <math>S_s</math> の応答スペクトルを第</p>	<p>を確認する。</p> <p>(2) 制御棒挿入性に係る変形に対する配慮            制御棒駆動機構は、下部遮蔽体及び炉下室から支持構造物により固定し、地震時に過大な変位が生じないように考慮する。</p> <p>添付書類 5. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性</p> <p>3. 本申請に係る下部遮蔽体、サイフォンブレイク弁、中性子吸収体、制御棒駆動装置、前部水封用止板、使用済燃料貯蔵ラックが設置されている原子炉建家周辺には、基準地震動による地震力に対して、耐震重要施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こす斜面がないため、上記設備機器の安全性が損なわれるおそれがない。</p> <p>添付書類 3-1            3. 地震力の算定法            (2) 動的地震力            動的地震力は、Sクラスの施設及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。Sクラスの施設については、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。弾性設計用地震動は基準地震動の応答スペクトルとの比率を 0.5 倍として設定する。Bク</p>	<p>整合性</p> <p>許可申請書の記載から基準地震動により崩壊を起こす斜面は周辺にないとするため、整合している。</p> <p>評価に用いる敷地の解放基盤表面における基準地震動は、許可申請書に記</p>



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>1 図に、時刻歴波形を第 2 図及び第 3 図に示す。</p>	<p>ラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものに基づく地震力を適用する。基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。また、JRR-3 原子炉施設の設計用地震動は原子炉設置変更許可申請書添付書類六「5. 地震」に示す基準地震動 <math>S_{s-1}</math> から <math>S_{s-4}</math>、<math>S_{s-D}</math> を用いる。基準地震動 <math>S_s</math> の応答スペクトルを図-3-1.1 に、時刻歴波形を図-3-1.2 及び図-3-1.3 に示す。</p>	<p>載されたものを用いるため整合している。</p>



第 1 図 (1) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（水平方向：NS 成分）

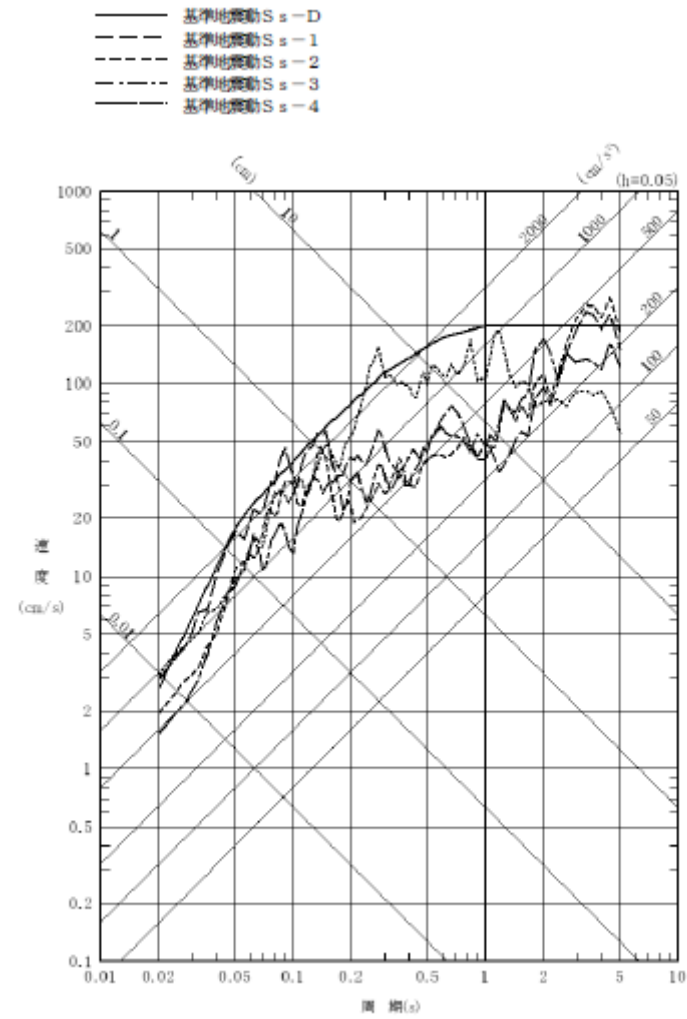
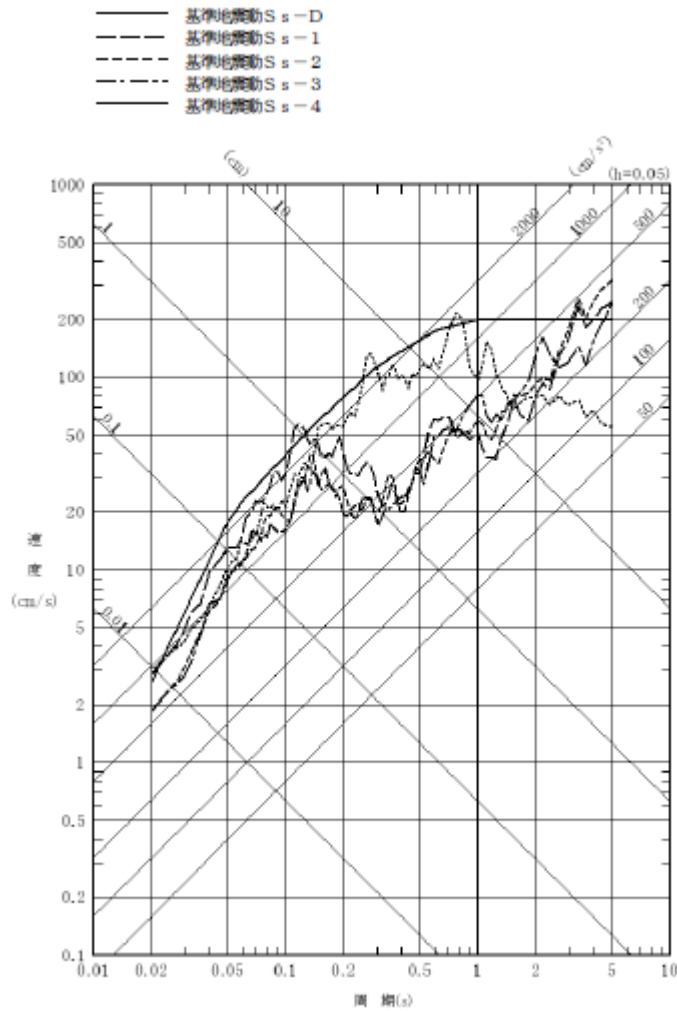


図-3-1.1 (1) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（水平方向：NS 成分）



第1図(2) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（水平方向：EW成分）

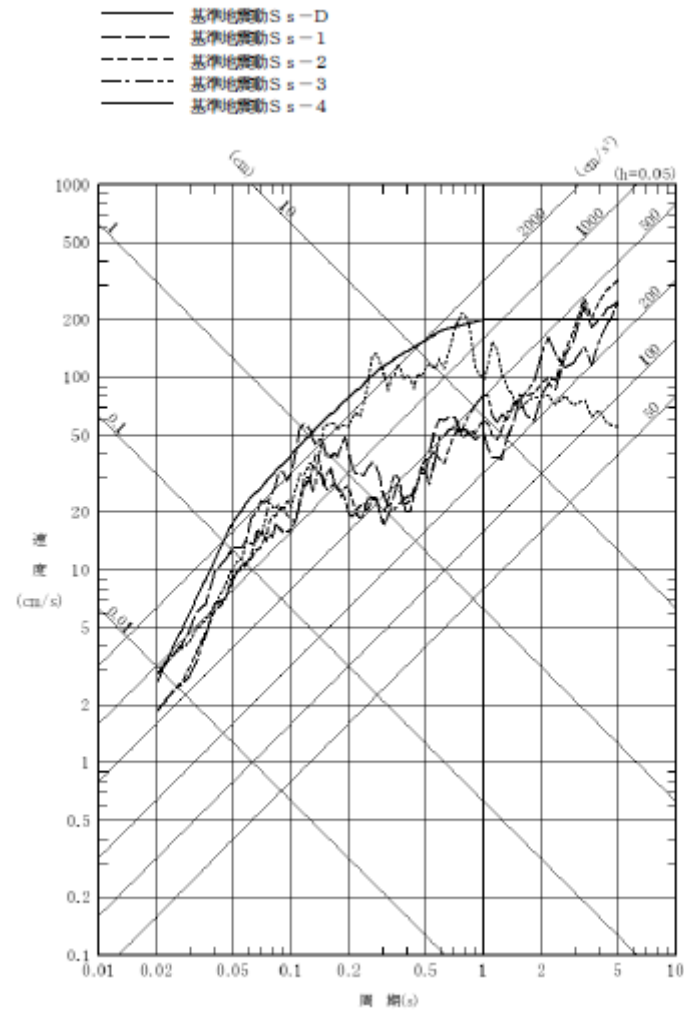
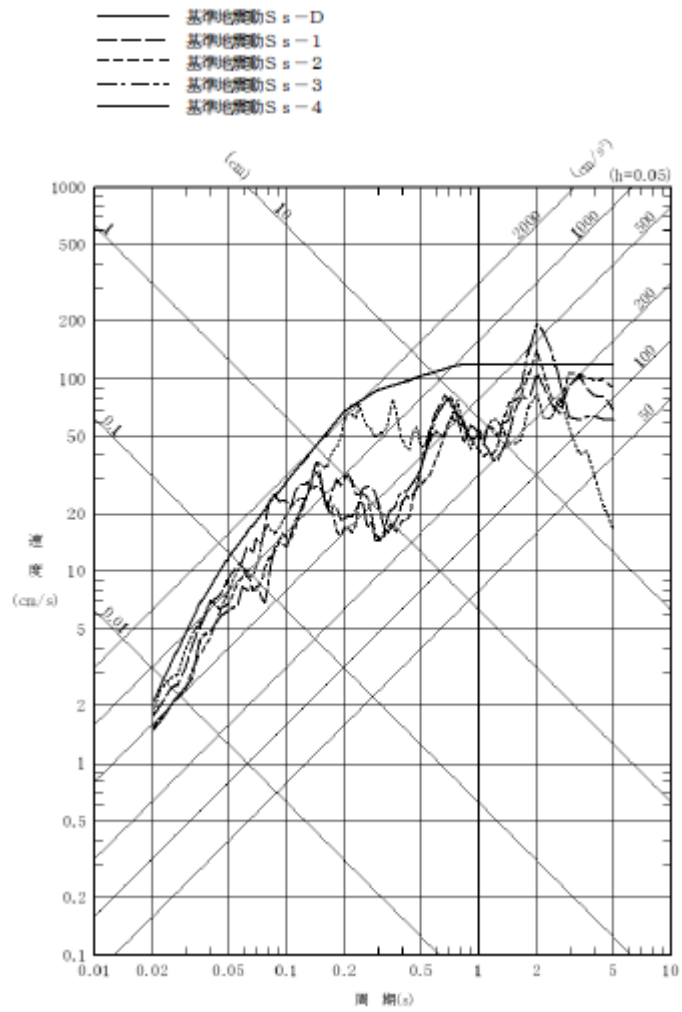


図-3-1.1(2) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（水平方向：EW成分）



第 1 図 (3) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（鉛直方向：UD 成分）

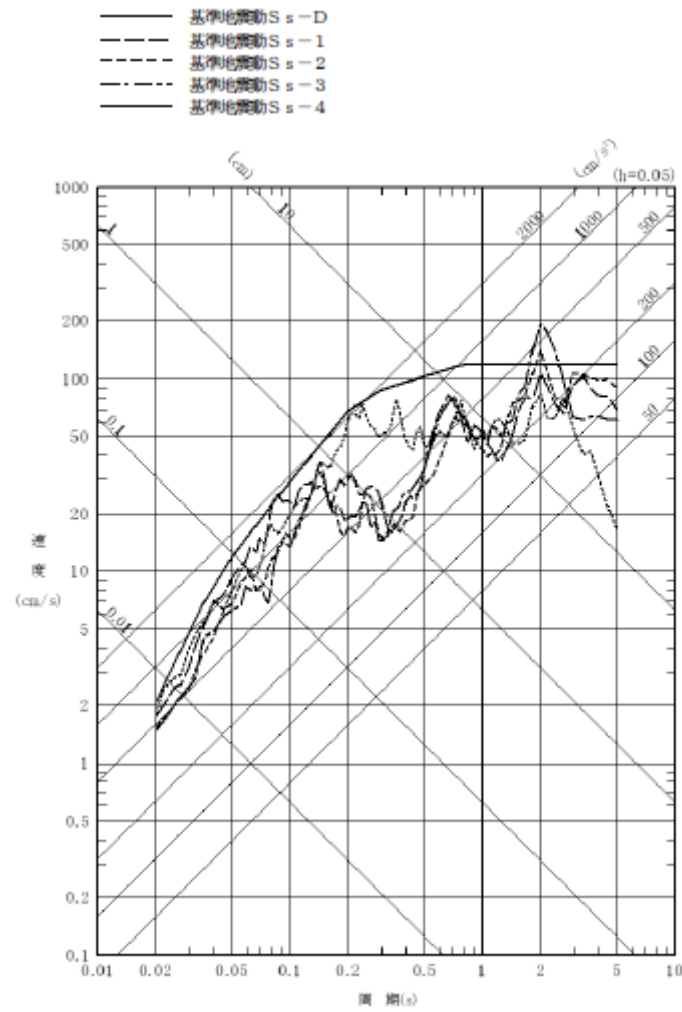
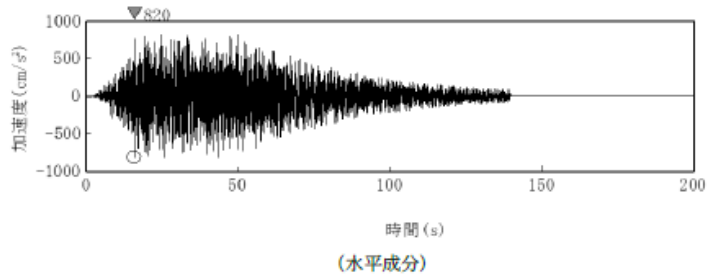


図-3-1.1 (3) 基準地震動 Ss の応答スペクトル（鉛直方向：UD 成分）

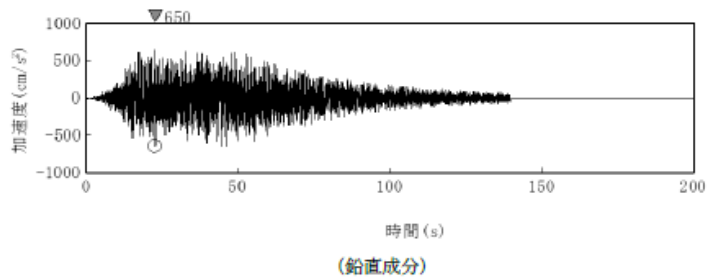
原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

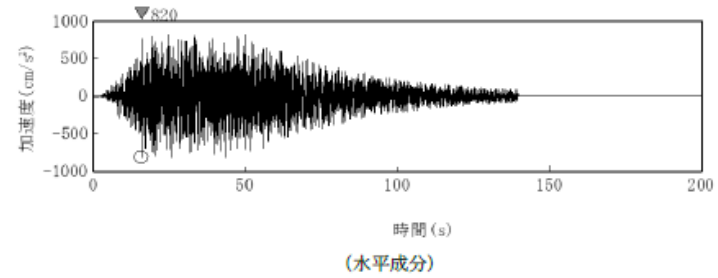


(水平成分)

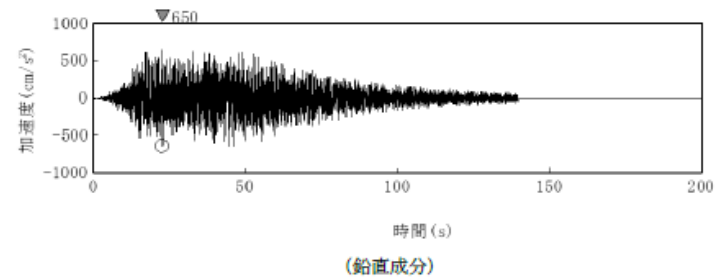


(鉛直成分)

第2図 基準地震動 Ss-D の時刻歴波形



(水平成分)



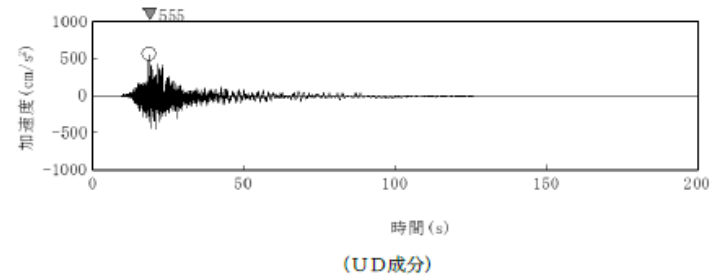
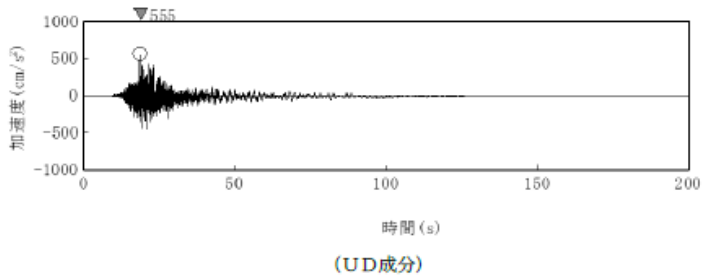
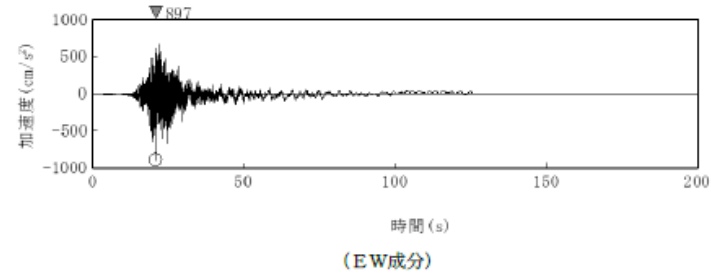
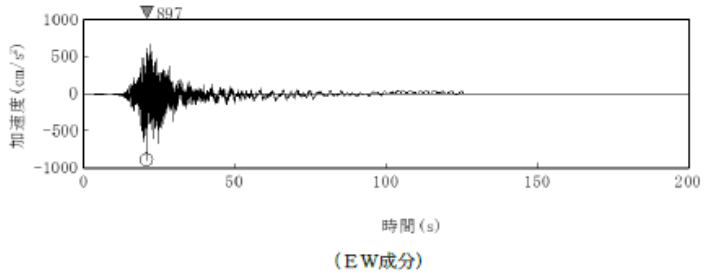
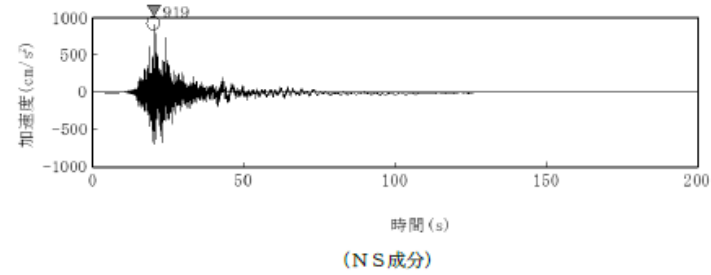
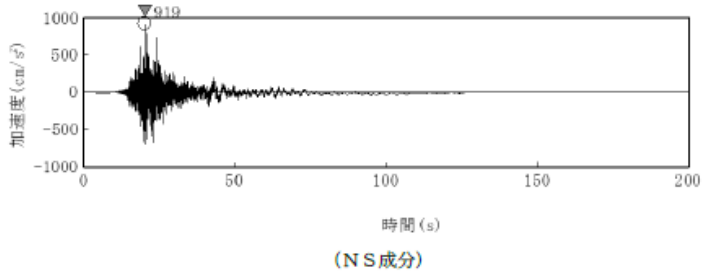
(鉛直成分)

図-3-1.2 基準地震動 Ss-D の時刻歴波形

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性



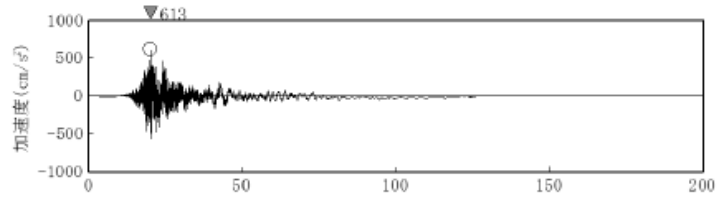
第3図 (1) 基準地震動 Ss-1 の時刻歴波形

図-3-1.3 (1) 基準地震動 Ss-1 の時刻歴波形

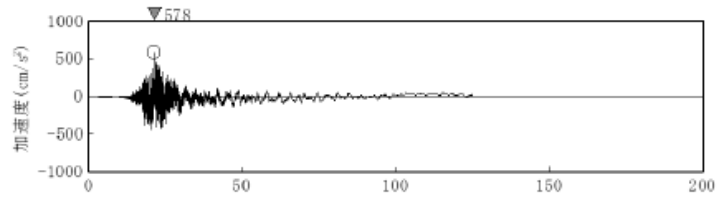
原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

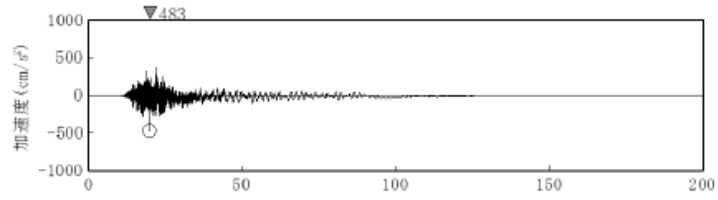
整合性



(NS成分)

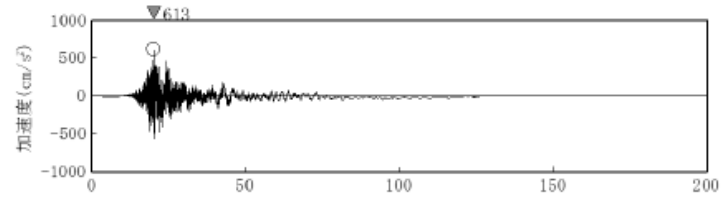


(EW成分)

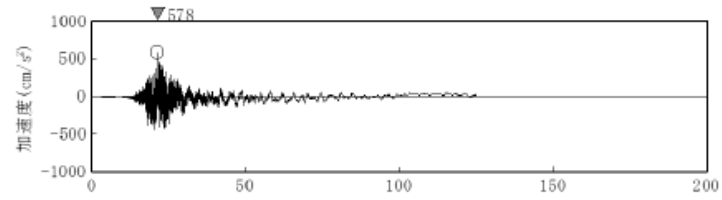


(UD成分)

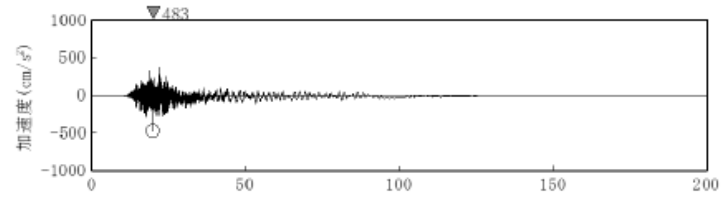
第3図(2) 基準地震動 Ss-2 の時刻歴波形



(NS成分)



(EW成分)



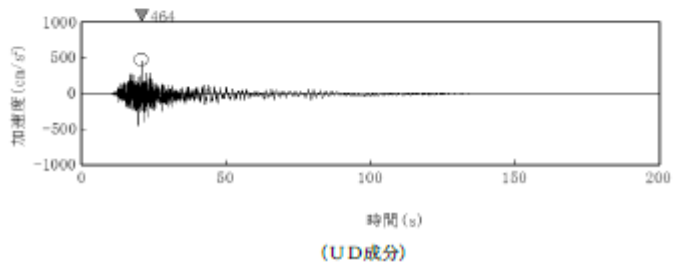
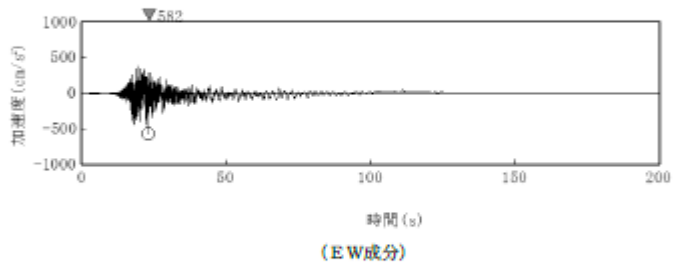
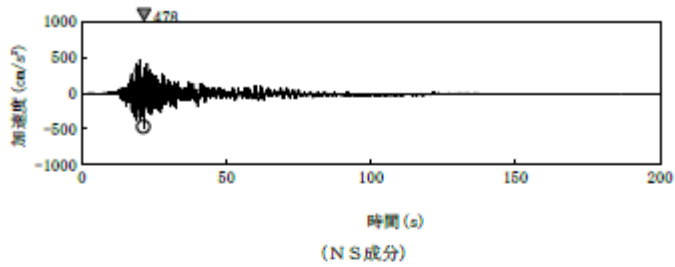
(UD成分)

図-3-1.3(2) 基準地震動 Ss-2 の時刻歴波形

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性



第3図 (3) 基準地震動 Ss-3 の時刻歴波形

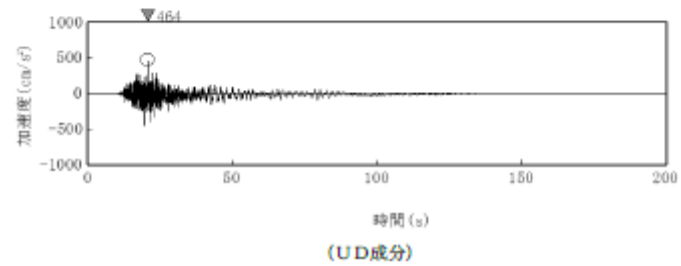
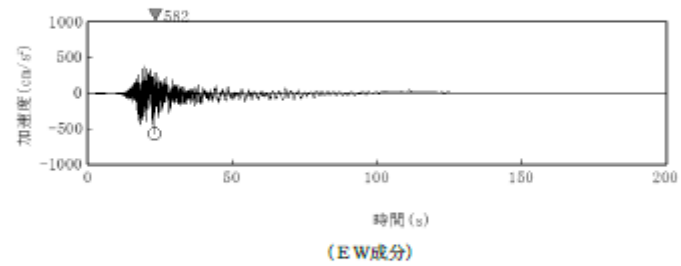
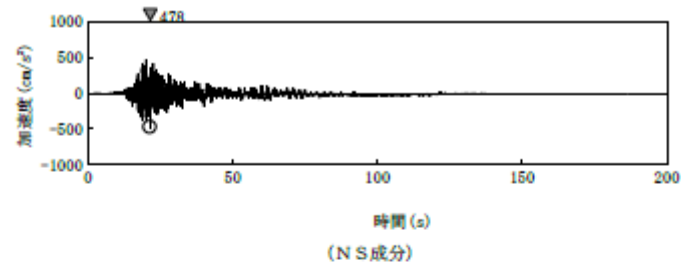
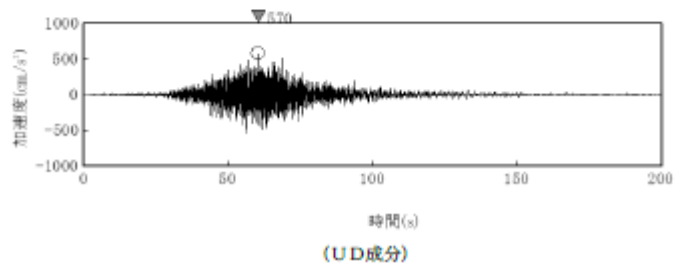
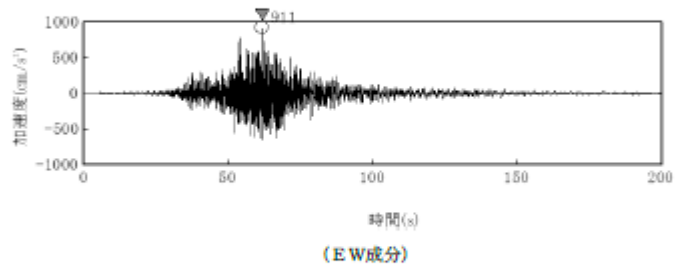
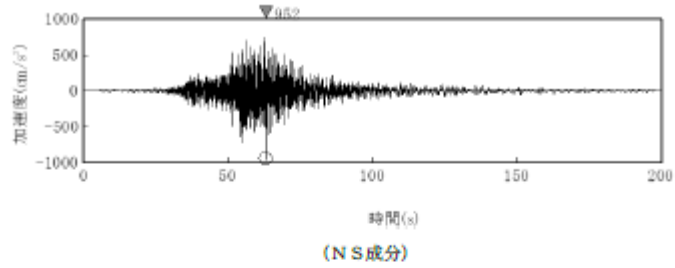


図-3-1.3 (3) 基準地震動 Ss-3 の時刻歴波形





第 3 図 (4) 基準地震動 Ss-4 の時刻歴波形

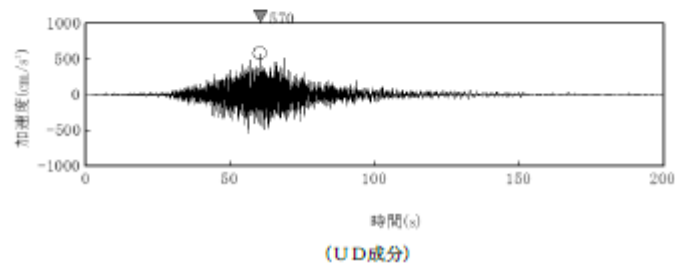
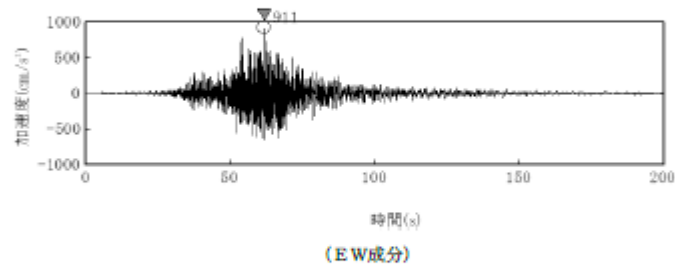
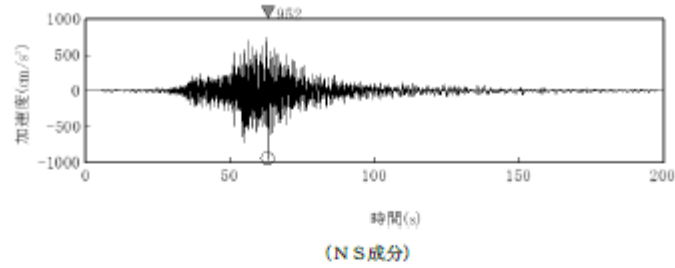


図-3-1.3 (4) 基準地震動 Ss-4 の時刻歴波形

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ハ 原子炉本体の構造及び設備</p> <p>(4) 原子炉容器</p> <p>(i) 構造</p> <p>a. 原子炉容器は、原子炉プール及び上部遮蔽体で構成する。原子炉プールは、円筒形の鉄筋コンクリート壁構造のプールに鋼製内張を施したものである。原子炉プールには、1次冷却材出入口用貫通孔及び各種実験孔用貫通孔等を設ける。通常運転時は、原子炉プール内に軽水を満たし、所定の水位を維持する。原子炉プール上面には、上部遮蔽体を設置する。</p> <p>なお、原子炉プール底面には、制御棒駆動機構案内管用の貫通孔を設ける。</p> <p>e. 主要ノズル及び貫通孔取付箇所</p> <p>原子炉プールに1次冷却材出入口用貫通孔、各種実験孔用貫通孔等を設ける。また、原子炉プール底部には、制御棒駆動機構案内管が貫通した下部遮蔽体を設ける。</p> <p>(5) 放射線遮蔽体の構造</p> <p>主要な放射線遮蔽体は、原子炉プールを形成する鉄筋コンクリート壁、原子炉プール水及び上部遮蔽体である。上部遮蔽体は、開閉可能な構造とする。</p> <p>(添八)</p> <p>3. 原子炉及び炉心</p> <p>3.2 機械設計</p> <p>3.2.4 その他の主要な設備</p> <p>3.2.4.1 概要</p> <p>(1) 原子炉建家1階に原子炉プール、カナル及び使用済燃料プールを設置する。原子炉プールには炉心及び炉心構造物を収容し、使用済燃料プールには炉心から取り出した使用済燃料を一時貯蔵する。原子炉プール、カナル及び使用済燃料プールの間は、それぞれ</p>	<p>設計及び工事の方法 第9編 原子炉容器等の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>1.1 JRR-3 原子炉施設の原子炉本体は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 炉心</p> <p>(2) 燃料体</p> <p>(3) 減速材及び反射材</p> <p>(4) 原子炉容器</p> <p>(5) 放射線遮蔽体</p> <p>上記のうち、(4) 原子炉容器及び(5) 放射線遮蔽体は、次の各設備から構成される。</p> <p>(4) 原子炉容器</p> <p>イ. 原子炉プール</p> <p>ロ. プールゲート (No.1 ゲート)</p> <p>(5) 放射線遮蔽体</p> <p>イ. 上部遮蔽体</p> <p>ロ. 下部遮蔽体</p> <p>今回申請する範囲は、(4)のうちロ. プールゲート (No.1 ゲート) 及び(5)のうちイ. 上部遮蔽体並びにロ. 下部遮蔽体の耐震性を確認するものである。</p>	<p>整合性</p> <p>今回申請する原子炉本体の構成は、許可申請書に記載された原子炉本体の構成と整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性										
<p>れゲートで仕切る。</p> <p>原子炉プールの底部には制御棒連結桿貫通孔のある下部遮蔽体を設け、プール上面には放射線遮蔽のための上部遮蔽体を設ける。</p> <p>その他、原子炉プール側壁外にはサブプールを、また、使用済燃料プール側壁には詰替セルを設ける。</p> <p>3.2.4.4 主要設備</p> <p>(1) 原子炉プール、カナル及び使用済燃料プール</p> <p>(iv) 下部遮蔽体</p> <p>下部遮蔽体は、原子炉プール中央底部に設置する。本遮蔽体には制御棒連結桿貫通のための案内管を設置する。</p> <p>(v) 上部遮蔽体</p> <p>上部遮蔽体は、原子炉上面に設置する。本遮蔽体は燃料交換、実験利用設備の作業時等に一部が開放できる構造とする。</p> <p>(vi) プールゲート（No.1 ゲート及びNo.2 ゲート）</p> <p>プールゲートは、各プール間を仕切るよう設置する。本ゲートは相互のプール水流入を防止できる構造とする。</p> <p>（本文）</p> <p>ハ 原子炉本体の構造及び設備</p> <p>（4）原子炉容器</p> <p>（ii）最高使用圧力及び最高使用温度</p> <p>a. 最高使用圧力 常圧</p> <p>b. 最高使用温度 約 43 °C</p>	<p>設計及び工事の計画の認可申請書</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <table border="1" data-bbox="1081 1182 1729 1394"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>プールゲート（No.1 ゲート）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 3 種支持構造物</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>静水頭</td> </tr> </tbody> </table>	名称	プールゲート（No.1 ゲート）	機器種別	第 3 種支持構造物	耐震クラス	B	流体の種類	軽水	最高使用圧力	静水頭	<p>整合性</p> <p>原子炉容器等の設計条件及び設計仕様は、許可申請書の記載に整合している。</p>
名称	プールゲート（No.1 ゲート）											
機器種別	第 3 種支持構造物											
耐震クラス	B											
流体の種類	軽水											
最高使用圧力	静水頭											

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3） （添八）						設計及び工事の計画の認可申請書			整合性												
第 1.2-1 表 耐震重要度分類（抜粋）						最高使用温度	43℃		備考	整合性											
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考		設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.82、鉛直 0.29）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.41）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 （据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL+7.50m） 耐震クラスを変更するための申請である。														
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss		<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>上部遮蔽体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td>第3種支持構造物</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>常圧</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>43℃</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>耐震上位クラスである炉心構造物への上位波及影響を考慮する</td> </tr> </tbody> </table>		名称	上部遮蔽体	機器種別	第3種支持構造物	耐震クラス	B	最高使用圧力	常圧	最高使用温度	43℃	備考	耐震上位クラスである炉心構造物への上位波及影響を考慮する		
		名称	上部遮蔽体																		
機器種別	第3種支持構造物																				
耐震クラス	B																				
最高使用圧力	常圧																				
最高使用温度	43℃																				
備考	耐震上位クラスである炉心構造物への上位波及影響を考慮する																				
冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブレード弁(接続管を含む) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体	原子炉プール 当該施設の支持構造物	<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>下部遮蔽体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td>第3種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>静水頭</td> </tr> </tbody> </table>		名称	下部遮蔽体	機器種別	第3種容器	耐震クラス	S	流体の種類	軽水	最高使用圧力	静水頭								
名称	下部遮蔽体																				
機器種別	第3種容器																				
耐震クラス	S																				
流体の種類	軽水																				
最高使用圧力	静水頭																				
(以下、Sクラス設備については省略する)																					

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）				設計及び工事の計画の認可申請書		整合性			
耐震 クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建 物・構築物等	支持機能 を確認す る地震動	備 考				
		炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物			最高使用温度	43℃	
		原子炉の緊急停止の ために負の反応度を 添加するための施設 及び原子炉の停止状 態を維持するための 施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			備考	—	
		原子炉の緊急停止の ために急激に負の反 応度を添加するため の施設	安全保護回路						
		原子炉停止後、炉心 から崩壊熱を除去す るための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物					
		1次冷却材を内蔵し ているか又は内蔵し 得る施設	冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化 冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス 施設に 適用さ れる地 震力				
	B	重水を内蔵してい るか又は内蔵し得る 施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)					
		1次冷却系に接して いる施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物				原子炉建家外の 遮断弁まで	
		十分冷却した使用済 燃料を保管するた めの施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地 区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物					
		放射性廃棄物を内蔵 している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟 1階部分 当該施設の支持構造物					
		放射性廃棄物以外の 放射性物質に関連し た施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物					
		放射性物質の放出を 伴うような場合、そ の外部放散を抑制す るための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋 根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物					
		放射線の監視をする ための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物				事故時用ガンマ エリアモニタ	
		その他	サブ・プール、詰替セル(炉 室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物				原子炉建家外を 除く	
			実験利用設備	当該施設の支持構造物					
	非常用電源系 冷中性子源装置のうち クライオスタート 注.1		原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物						

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p> <p>(1) 1次冷却設備</p> <p>(i) 冷却材の種類 軽水</p> <p>(ii) 主要な機器及び管の個数及び構造</p> <p>1次冷却設備は、1ループで構成する。1次冷却材は、原子炉、<sup>16</sup>N減衰タンク、1次冷却材主ポンプ及び1次冷却材熱交換器を経て原子炉プールに環流する。1次冷却系には、1次冷却材補助ポンプを設け、1次冷却材主ポンプがトリップした場合の炉心冷却に備える。</p> <p>a. 1次冷却材主ポンプ</p> <p>b. 1次冷却材補助ポンプ</p> <p>c. 1次冷却材熱交換器</p> <p>d. <sup>16</sup>N減衰タンク</p> <p>(添八)</p> <p>4. 1次冷却系設備</p> <p>4.1 概要</p> <p>1次冷却系設備は、1次冷却材を循環させて炉心を冷却する設備であり、1次冷却材主ポンプ、1次冷却材補助ポンプ、1次冷却材熱交換器、<sup>16</sup>N減衰タンク、1次冷却系配管及び弁類等で構成し、原子炉建家地階に設置する。</p> <p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p> <p>(2) 2次冷却設備</p> <p>(i) 冷却材の種類 軽水</p> <p>(ii) 主要な機器の個数及び構造</p> <p>2次冷却設備は、1ループで構成する。2次冷却設備は、1次冷却材熱交換器及び重水熱交換器等を介して1次冷却材及び重水等と熱交換を行い、冷却塔により熱放散する設備である。</p> <p>a. 2次冷却材ポンプ</p>	<p>設計及び工事の方法 第10編 原子炉冷却系統施設の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設の原子炉冷却系統施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 1次冷却設備</p> <p>(2) 2次冷却設備</p> <p>(4) その他の主要な事項</p> <p>上記のうち、(1) 1次冷却設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 1次冷却系設備</p> <p>(イ) 1次冷却材</p> <p>(ロ) 1次冷却材主ポンプ</p> <p>(ハ) 1次冷却材補助ポンプ</p> <p>(ニ) 1次冷却材熱交換器</p> <p>(ホ) <sup>16</sup>N減衰タンク</p> <p>(ヘ) ディフューザ</p> <p>(ト) 1次冷却材ストレーナ</p> <p>(チ) 主配管</p> <p>(リ) 主要弁</p> <p>上記原子炉冷却系統施設のうち、(2) 2次冷却設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 2次冷却系設備</p> <p>(イ) 2次冷却材</p> <p>(ロ) 2次冷却ポンプ</p> <p>(ハ) 捕集器</p> <p>(ニ) 主配管</p> <p>(ホ) 主要弁</p> <p>ロ. 補機冷却系設備</p> <p>(イ) 補機冷却ポンプ</p>	<p>今回申請する原子炉冷却系統施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(4) その他の主要な事項</p> <p>(i) 重水冷却設備</p> <p>重水冷却設備は、重水の熱除去を行うための設備で、重水ポンプ、重水熱交換器、重水溢流タンク、重水ダンプ弁及び重水タンクのカバーガスヘリウム系設備で構成する。</p> <p>a. 重水ポンプ</p> <p>b. 重水熱交換器</p> <p>c. 重水溢流タンク</p> <p>(添八)</p> <p>6. 重水冷却系設備</p> <p>6.1 概要</p> <p>重水冷却系設備は、重水系及びヘリウム系で構成する。</p> <p>重水系は重水タンクで発生する熱を2次冷却系に伝えるために、重水ポンプ、重水熱交換器、重水溢流タンク、イオン交換樹脂塔、配管、弁類等で構成する。また本設備には「3.2.3 原子炉停止系」で述べた重水ダンプ系を設ける。</p> <p>ヘリウム系は重水の劣化防止及び重水の放射線分解により生じる分解ガスを重水に戻し回収するために、ヘリウム圧縮機、凝縮器、再結合器、ヘリウムタンク、配管及び弁類で構成する。</p> <p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p>	<p>(ロ) 主配管</p> <p>(ハ) 主要弁</p> <p>ハ. 冷却塔</p> <p>上記原子炉冷却系統施設のうち、(4) その他の主要な事項は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 重水冷却設備</p> <p>(イ) 重水系設備</p> <p>a. 重水系冷却材</p> <p>b. 重水ポンプ</p> <p>c. 重水ドレン汲上ポンプ</p> <p>d. 重水熱交換器</p> <p>e. 重水溢流タンク</p> <p>f. 重水ドレンタンク</p> <p>g. 重水イオン交換樹脂塔</p> <p>h. 重水前置フィルタ</p> <p>i. 重水後置フィルタ</p> <p>j. 主配管</p> <p>k. 主要弁</p> <p>(ロ) ヘリウム系設備</p> <p>a. ヘリウム圧縮機</p> <p>b. 吸込タンク</p> <p>c. 吐出タンク</p> <p>d. ヘリウムタンク</p> <p>e. 再結合器</p> <p>f. ドレンセパレータ</p> <p>g. 凝縮器</p> <p>h. 主配管</p> <p>i. 主要弁</p> <p>ロ. 冠水維持設備</p>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(4) その他の主要な事項</p> <p>(ii) 冠水維持設備 冠水維持設備を構成維持する設備として、1次冷却系にサイフォンブレイク弁を設ける。また、漏えい検出器を設ける。</p> <p>(iii) 自然循環弁 自然循環弁は、原子炉低出力運転時の炉心冷却及び原子炉停止後の崩壊熱除去のために設ける。</p> <p>(添八)</p> <p>7. その他の冷却系付属設備</p> <p>7.4 主要設備</p> <p>(1) 原子炉プール溢流系 原子炉プール溢流系の主要設備は、溢流ポンプ及び溢流タンクで構成し、原子炉プール水位を一定に維持する。</p>	<p>(イ) 原子炉プール躯体 (ロ) 原子炉プール貫通部のシール構造 (ハ) サイフォンブレイク弁 a. 接続管 b. 弁 (ニ) 制御棒駆動機構案内管</p> <p>ハ. 自然循環弁 (イ) 接続管 (ロ) 弁</p> <p>ニ. プール水浄化系設備</p> <p>ホ. 軽水貯留設備 (イ) 軽水貯留系設備 (ロ) 原子炉プール溢流系設備 a. 原子炉プール溢流ポンプ b. 原子炉プール溢流タンク c. 原子炉プール溢流フィルタ d. 主配管</p> <p>今回申請する範囲は、以下に示す設備の耐震性を確認するものである。</p> <p>1) (1) のうちイ. の (ロ) 1次冷却材主ポンプ、(ハ) 1次冷却材補助ポンプ、(ニ) 1次冷却材熱交換器、(ホ) <sup>16</sup>N減衰タンク、(ヘ) ディフューザ、(ト) 1次冷却材ストレーナ及び (チ) 主配管</p> <p>2) (2) のうちイ. の (ニ) 主配管</p> <p>3) (4) のイ. のうち (イ) の b. 重水ポンプ、c. 重水ドレン汲上ポンプ、d. 重水熱交換器、e. 重水溢流タンク、f. 重水ドレンタンク、g. 重水イオン交換樹脂塔、h. 重水前置フィルタ、i. 重水後置フィルタ、j. 主配管及び (ロ) の a. ヘリウム圧縮機、b. 吸込タンク、c. 吐出タンク、d. ヘリウムタンク、e. 再結合器、f. ドレンセパレータ、g. 凝縮器、h. 主配管</p>	



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																																													
<p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p> <p>(1) 1次冷却設備</p> <p>(i) 冷却材の種類 軽水</p> <p>(添八)</p> <p>4. 1次冷却系設備</p> <p>4.1 概要</p> <p>第 4.3-1 表 1次冷却系設備の仕様</p> <table border="1" data-bbox="286 671 741 858"> <tr> <td>1次冷却材</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>循環流量</td> <td>約2400 m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>8kg/cm<sup>2</sup>G (0.78 MPaG)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>55 °C</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>第 1.2-1 表 耐震重要度分類 (抜粋)</p>	1次冷却材	軽水	循環流量	約2400 m <sup>3</sup> /h	最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)	最高使用温度	55 °C	<p>4) (4) のロ. のうち (ハ) サイフォンブレイク弁</p> <p>5) (4) のうちハ. 自然循環弁</p> <p>6) (4) のホ. のうち (ロ) の b. 原子炉プール溢流タンク</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>3.1.1 1次冷却系設備</p> <table border="1" data-bbox="987 488 1827 1086"> <tr> <td>名称</td> <td>1次冷却材主ポンプ</td> <td>1次冷却材補助ポンプ</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td colspan="2">第3種ポンプ</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">B</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td colspan="2">軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td colspan="2">8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td colspan="2">43</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">設置時の添付計算書における地震力 (設計震度 : 水平 0.30、鉛直 0.29) の方が今回適用する地震力 (水平設計震度 0.18) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-7.95m) 耐震クラスを変更するための申請である。</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="987 1126 1827 1382"> <tr> <td colspan="2">名称</td> <td>1次冷却材熱交換器</td> </tr> <tr> <td colspan="2">機器種別</td> <td>第3種容器</td> </tr> <tr> <td colspan="2">耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">胴側 (1次側)</td> <td>流体の種類</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>55</td> </tr> </table>	名称	1次冷却材主ポンプ	1次冷却材補助ポンプ	機器種別	第3種ポンプ		耐震クラス	B		流体の種類	軽水		最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		最高使用温度 (°C)	43		備考	設置時の添付計算書における地震力 (設計震度 : 水平 0.30、鉛直 0.29) の方が今回適用する地震力 (水平設計震度 0.18) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-7.95m) 耐震クラスを変更するための申請である。		名称		1次冷却材熱交換器	機器種別		第3種容器	耐震クラス		B	胴側 (1次側)	流体の種類	軽水	最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	最高使用温度 (°C)	55	
1次冷却材	軽水																																														
循環流量	約2400 m <sup>3</sup> /h																																														
最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)																																														
最高使用温度	55 °C																																														
名称	1次冷却材主ポンプ	1次冷却材補助ポンプ																																													
機器種別	第3種ポンプ																																														
耐震クラス	B																																														
流体の種類	軽水																																														
最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)																																														
最高使用温度 (°C)	43																																														
備考	設置時の添付計算書における地震力 (設計震度 : 水平 0.30、鉛直 0.29) の方が今回適用する地震力 (水平設計震度 0.18) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-7.95m) 耐震クラスを変更するための申請である。																																														
名称		1次冷却材熱交換器																																													
機器種別		第3種容器																																													
耐震クラス		B																																													
胴側 (1次側)	流体の種類	軽水																																													
	最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)																																													
	最高使用温度 (°C)	55																																													

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）					設計及び工事の計画の認可申請書			整合性			
耐震 クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建 物・構築物等	支持機能 を確認する 地震動	備考						
		炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物		管側 (2次側)			流体の種類	軽水	
		原子炉の緊急停止の ために負の反応度を 添加するための施設 及び原子炉の停止状 態を維持するための 施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		最高使用圧力			8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		
		原子炉の緊急停止の ために急激に負の反 応度を添加するための 施設	安全保護回路			最高使用温度 (°C)			55		
		原子炉停止後、炉心 から崩壊熱を除去す るための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		備考			—		
		1次冷却材を内蔵し ているか又は内蔵し 得る施設	冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化 冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物	耐震B クラスに 適用さ れる地 震力	名称			16N減衰タンク		
		重水を内蔵してい るか又は内蔵し得る 施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		機器種別			第3種容器		
		1次冷却系に接して いる施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		耐震クラス			B		
		十分冷却した使用済 燃料を保管するた めの施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地 区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		流体の種類			軽水		
		放射性廃棄物を内蔵 している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		最高使用圧力			2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	
		放射性廃棄物以外の 放射性物質に 関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		最高使用温度 (°C)			55		
		放射性物質の放出を 伴うような場合、そ の外部放散を抑制す るための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋 根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		備考			設置時の添付計算書における地震力(設計 震度:水平0.30、鉛直0.29)の方が今回適 用する地震力(水平設計震度0.18)より大 きいため、耐震性再評価の必要なし。(据付 場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-7.95m) 耐震クラスを変更するための申請である。		
		放射線の監視をする ための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物		名称			ディフューザ		
		その他	サブ・プール、詰替セル(炉 室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		耐震クラス			B		
			実験利用設備	当該施設の支持構造物		流体の種類			軽水		
	非常用電源系		原子炉制御棟	最高使用圧力		静水頭					
		冷中性子源装置のうち クライオスタット 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	最高使用温度 (°C)		55					
				備考		設置時の添付計算書における地震力(設計 震度:水平0.58、鉛直0.29)の方が今回適					

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
		<p>用する地震力（水平設計震度 0.29）より大きい ため、耐震性再評価の必要なし。（据付 場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-1.0m） 耐震クラスを変更するための申請である。</p>	
	名称	1 次冷却材ストレーナ	
	機器種別	第 3 種管	
耐震クラス	B		
流体の種類	軽水		
最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		
最高使用温度 (°C)	55		
備考	—		

	名称	機器種別	耐震 クラス	流体 の 種類	最高使用圧力		最高使用 温度 (℃)
					(内圧)	(外圧)	
主          配       管	原子炉プール内の炉心構造体からKV21-01まで*	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)	55
	KV21-01から <sup>16</sup> N減衰タンクまで	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
	<sup>16</sup> N減衰タンクからKV21-02、KV21-03まで	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
	KV21-02、KV21-03から1次冷却材主ポンプまで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
	1次冷却材主ポンプから1次冷却材熱交換器まで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
	1次冷却材熱交換器から1次冷却材ストレナまで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
	1次冷却材ストレナからKV21-12まで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
	KV21-12から原子炉プール内のディフューザまで*	第3種管	B	軽水	静水頭		55
	「 <sup>16</sup> N減衰タンクからKV21-02、KV21-03まで」の分岐点からKV21-22まで	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
	「 <sup>16</sup> N減衰タンクからKV21-02、KV21-03まで」の分岐点からKV21-13、KV21-14まで	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
KV21-13、KV21-14から1次冷却材補助ポンプまで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55	

※：原子炉プール内配管は上位波及影響を考慮する

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

名称	機器種別	耐震 クラス	流体 の 種類	最高使用圧力		最高使 用温度 (℃)
1次冷却材補助 ポンプから「1 次冷却材主ポン プから1次冷却 材熱交換機ま で」の合流点ま で	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
「16N減衰タン クからKV21- 02、KV21-03ま で」の分岐点か らKV21-19まで	第3種管	B	軽水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
「1次冷却材主 ポンプから1次 冷却材熱交換器 まで」の分岐点 からKV21-20ま で	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55
KV21-21から 「1次冷却材熱 交換器から1次 冷却材ストレ ーナまで」の合流 点まで	第3種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)		55

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																																																																												
<p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p> <p>(2) 2次冷却設備</p> <p>(i) 冷却材の種類 軽水</p> <p>5. 2次冷却系設備</p> <p>5.1 概要</p> <p>2次冷却系設備は、冷却系統設備の各系（1次冷却系設備、重水冷却系設備等）から伝えられた熱を冷却塔より大気中に放散させるための設備であり、2次冷却材ポンプ、冷却塔、配管、弁類等で構成する。</p> <p>第5.3-1表 2次冷却系設備の仕様</p> <table border="1" data-bbox="253 667 772 963"> <tr> <td>2次冷却材</td> <td>軽水（工業用水）</td> </tr> <tr> <td>循環流量</td> <td>約 3200m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>8kg/cm<sup>2</sup>G (0.78 MPaG)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>55℃</td> </tr> <tr> <td>冷却塔出口温度</td> <td>約 30℃</td> </tr> </table>	2次冷却材	軽水（工業用水）	循環流量	約 3200m <sup>3</sup> /h	最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)	最高使用温度	55℃	冷却塔出口温度	約 30℃	<p>3.1.2 2次冷却系設備</p> <table border="1" data-bbox="1048 268 1751 1337"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>機器種別</th> <th>耐震クラス</th> <th>流体の種類</th> <th>最高使用圧力</th> <th>最高使用温度(℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KV22-07から1次冷却材熱交換器まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材熱交換器からKV22-12まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>使用済燃料プール水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から重水熱交換器まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>重水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>制御棒駆動装置冷却水熱交換器から重水熱交換器の出口管の合流点まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>KV22-20から「KV22-07から1次冷却材熱交換器までの分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで」の合流点まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>KV22-23から「重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで」の合流点まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>軽水</td> <td>8.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.7845MPa)</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力	最高使用温度(℃)	KV22-07から1次冷却材熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	1次冷却材熱交換器からKV22-12まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	使用済燃料プール水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から重水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	重水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	制御棒駆動装置冷却水熱交換器から重水熱交換器の出口管の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	KV22-20から「KV22-07から1次冷却材熱交換器までの分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	KV22-23から「重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55	
2次冷却材	軽水（工業用水）																																																																													
循環流量	約 3200m <sup>3</sup> /h																																																																													
最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)																																																																													
最高使用温度	55℃																																																																													
冷却塔出口温度	約 30℃																																																																													
名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力	最高使用温度(℃)																																																																									
KV22-07から1次冷却材熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
1次冷却材熱交換器からKV22-12まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
使用済燃料プール水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
「KV22-07から1次冷却材熱交換器まで」の分岐点から重水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
重水熱交換器から「1次冷却材熱交換器からKV22-12まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
制御棒駆動装置冷却水熱交換器から重水熱交換器の出口管の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
KV22-20から「KV22-07から1次冷却材熱交換器までの分岐点から使用済燃料プール水熱交換器まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									
KV22-23から「重水熱交換器の入口管の分岐点から制御棒駆動装置冷却水熱交換器まで」の合流点まで	第4種管	B	軽水	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)	55																																																																									

(添八)

第 1.2-1 表 耐震重要度分類（抜粋）

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラスに 適用さ れる地 震力	
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路			
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物		事故時ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
		実験利用設備	当該施設の支持構造物		原子炉建家外を除く
		非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物		

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

(添八)

6. 重水冷却系設備

6.1 概要

第 6.3-1 表 重水冷却系設備の仕様

(1) 重水系	
使用流体	重水
循環流量	約70m <sup>3</sup> /h
最高使用圧力	4kg/cm <sup>2</sup> G (0.39MPaG)
最高使用温度	55℃
重水保有量	約7m <sup>3</sup>
(2) ヘリウム系	
使用流体	ヘリウムガス
循環流量	約10Nm <sup>3</sup> /h
最高使用圧力	200mmAq (0.0020MPaG)
最高使用温度	55℃

第 6.3-2 表 重水冷却系設備の構成機器仕様

(1) 重水系	
重水ポンプ	
型式	横型遠心式キャンドモーターポンプ
基数	1基
容量	約70m <sup>3</sup> /h
揚程	約27m

3.1.3 重水系設備

名称	重水ポンプ	重水ドレン汲上ポンプ
耐震クラス	B	
液体の種類	重水	
最高使用圧力	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)	
最高使用温度 (℃)	55	
備考	※1	

名称		重水熱交換器
機器種別		第4種容器
耐震クラス		B
胴側	液体の種類	重水
	最高使用圧力	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)
	最高使用温度 (℃)	55
管側	液体の種類	軽水
	最高使用圧力	8.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.7845MPa)
	最高使用温度 (℃)	55
備考		※1

名称	重水溢流タンク	重水ドレンタンク
機器種別	第4種容器	
耐震クラス	B	
液体の種類	重水	
最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	
最高使用温度 (℃)	55	
備考	—	※1



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

主要材料	オーステナイト系ステンレス鋼	
重水熱交換器		
型式	横型シェルアンドチューブ式2胴熱交換器	
基数	1基	
容量	約1000kW	
流量	1次側	約70m <sup>3</sup> /h/基
	2次側	約140m <sup>3</sup> /h/基
最高使用圧力	1次側	4kg/cm <sup>2</sup> G (0.39MPaG)
	2次側	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78MPaG)
主要材料	オーステナイト系ステンレス鋼	

名称	重水イオン交換樹脂塔	重水前置フィルタ
機器種別	第4種容器（一部 第4種管）	
耐震クラス	B	
液体の種類	重水	
最高使用圧力	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)	
最高使用温度 (°C)	55	
備考	※1	

名称	重水後置フィルタ	
耐震クラス	B	
液体の種類	重水	
最高使用圧力	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)	
最高使用温度 (°C)	55	
備考	※1	

(添八)

第1.2-1表 耐震重要度分類（抜粋）

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3 又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス施設に適用される地震力	
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路			
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物		事故時用ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
		実験利用設備	当該施設の支持構造物		原子炉建家外を除く
		非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物		

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

名称	機器種別	耐震クラス	液体の種類	最高使用圧力		最高使用温度(℃)	
				(内圧)	(外圧)		
主配管	原子炉プール内の重水タンクからKV23-01まで	第4種管	重水(内側) 軽水(外側)	1.0kgf/cm <sup>2</sup>	1.0kgf/cm <sup>2</sup>	55	
				(0.0981MPa)	(0.0981MPa)		
	KV23-01から重水溢流タンクまで	第4種管	B	重水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)		55
	重水溢流タンクからKV23-02まで	第4種管	B	重水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)		55
	KV23-02から重水ポンプまで	第4種管	B	重水	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)		55
	重水ポンプから重水熱交換器まで	第4種管	B	重水	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)		55
	重水熱交換器からKV23-07まで	第4種管	B	重水	4.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.3923MPa)		55
KV23-07から原子炉プール内の重水タンクまで	第4種管	B	重水(内側)	1.0kgf/cm <sup>2</sup>	1.0kgf/cm <sup>2</sup>	55	
			軽水(外側)	(0.0981MPa)	(0.0981MPa)		

3.1.4 ヘリウム系設備

名称	ヘリウム圧縮機
耐震クラス	B
流体の種類	ヘリウムガス
最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)
最高使用温度(℃)	55
備考	—

名称	吸込タンク	吐出タンク
機器種別	第4種容器	
耐震クラス	B	
流体の種類	ヘリウムガス	
最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書		整合性																							
	<table border="1"> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>※ 1</td> </tr> </table>		最高使用温度 (°C)	55	備考	※ 1																				
	最高使用温度 (°C)	55																								
	備考	※ 1																								
	<table border="1"> <tr> <td>名称</td> <td>ヘリウムタンク</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 4 種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>200 mmAq (0.0020MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>※ 1</td> </tr> </table>		名称	ヘリウムタンク	機器種別	第 4 種容器		耐震クラス	B	流体の種類	ヘリウムガス	最高使用圧力	200 mmAq (0.0020MPa)	最高使用温度 (°C)	55	備考	※ 1									
	名称	ヘリウムタンク																								
	機器種別	第 4 種容器																								
	耐震クラス	B																								
	流体の種類	ヘリウムガス																								
	最高使用圧力	200 mmAq (0.0020MPa)																								
	最高使用温度 (°C)	55																								
	備考	※ 1																								
	<table border="1"> <tr> <td>名称</td> <td>再結合器</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 4 種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.0981MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>※ 1</td> </tr> </table>		名称	再結合器	機器種別	第 4 種容器		耐震クラス	B	流体の種類	ヘリウムガス	最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)	最高使用温度 (°C)	150	備考	※ 1									
	名称	再結合器																								
	機器種別	第 4 種容器																								
	耐震クラス	B																								
	流体の種類	ヘリウムガス																								
	最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)																								
	最高使用温度 (°C)	150																								
	備考	※ 1																								
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">名称</td> <td colspan="2">ドレンセパレータ</td> </tr> <tr> <td>No.1 ドレン セパレータ</td> <td>No.2 ドレン セパレータ</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td colspan="2">第 4 種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">B</td> </tr> <tr> <td>液体の種類</td> <td colspan="2">ヘリウムガス、重水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td colspan="2">1.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.0981MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>55</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">※ 1</td> </tr> </table>		名称	ドレンセパレータ		No.1 ドレン セパレータ		No.2 ドレン セパレータ	機器種別	第 4 種容器		耐震クラス	B		液体の種類	ヘリウムガス、重水		最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		最高使用温度 (°C)	55	150	備考	※ 1	
	名称	ドレンセパレータ																								
No.1 ドレン セパレータ		No.2 ドレン セパレータ																								
機器種別	第 4 種容器																									
耐震クラス	B																									
液体の種類	ヘリウムガス、重水																									
最高使用圧力	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)																									
最高使用温度 (°C)	55	150																								
備考	※ 1																									

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書			整合性	
	名称	凝縮器			
		No. 1 凝縮器	No. 2 凝縮器		
	機器種別	第 4 種管			
	耐震クラス	B			
	液体の種類	内管	ヘリウムガス		
		外管	軽水		
	最高使用圧力	内管	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		
		外管	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		
	最高使用温度 (°C)	内管	55	150	
		外管	55	55	
	備考	※ 1			

名称	機器種別	耐震 クラス	流体 の種類	最高使用圧力		最高使用 温度 (℃)
				内圧	外圧	
原子炉プール内の重水 タンクから KV24 - 01 まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス (内側)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧)	55
			軽水 (外側)	(0.0981MPa)	(0.0981MPa)	
KV24 - 01 から No. 1 凝 縮器まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
No. 1 凝縮器から No. 1 ドレンセパレータまで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
No. 1 ドレンセパレー タから吸込タンクまで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
吸込タンクからヘリウ ム圧縮機まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
ヘリウム圧縮機から吐 出タンクまで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
吐出タンクから KV24 - 06 まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
KV24 - 06 から再結合 器まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		150
再結合器から No. 2 凝 縮器まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		150
No. 2 凝縮器から No. 2 ドレンセパレータまで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		150
No. 2 ドレンセパレー タから KV24 - 09 まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		150
KV24 - 09 から KV24 - 11 まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)		55
KV24 - 11 から原子炉 プール内の重水タンク まで	第 4 種管	B	ヘリウ ムガス (内側)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧)	55
			軽水 (外側)	(0.0981MPa)	(0.0981MPa)	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																																																																
<p>(本文)</p> <p>ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備</p> <p>(4) その他の主要な事項</p> <p>(ii) 冠水維持設備</p> <p>冠水維持設備を構成維持する設備として、1次冷却系にサイフォンブレイク弁を設ける。また、漏えい検出器を設ける。</p> <p>(添八)</p> <p>4. 1次冷却系設備</p> <p>4.1 概要</p> <p>第4.3-1表 1次冷却系設備の仕様</p> <table border="1" data-bbox="286 635 741 820"> <tr> <td>1次冷却材</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>循環流量</td> <td>約2400 m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>8kg/cm<sup>2</sup>G (0.78 MPaG)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>55 °C</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>第1.2-1表 耐震重要度分類（抜粋）</p> <table border="1" data-bbox="100 895 862 1380"> <thead> <tr> <th>耐震クラス</th> <th>クラス別施設</th> <th>施設名</th> <th>当該施設を支持する建物・構築物等</th> <th>支持機能を確認する地震動</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">S</td> <td rowspan="2">炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系</td> <td>燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク</td> <td>原子炉プール 当該施設の支持構造物</td> <td rowspan="2">Ss</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール</td> <td>原子炉プール 当該施設の支持構造物</td> </tr> </tbody> </table>	1次冷却材	軽水	循環流量	約2400 m <sup>3</sup> /h	最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)	最高使用温度	55 °C	耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考	S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss		冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール	原子炉プール 当該施設の支持構造物	<p>3.1.5 サイフォンブレイク弁</p> <table border="1" data-bbox="1064 268 1749 608"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th colspan="2">サイフォンブレイク弁接続管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td colspan="2">第3種管</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">S</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td colspan="2">軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.1961MPa)</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.1961MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td colspan="2">55</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1064 643 1749 946"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th colspan="2">サイフォンブレイク弁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td colspan="2">第3種弁</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">S</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td colspan="2">軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.1961MPa)</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.1961MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td colspan="2">55</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </tbody> </table>	名称	サイフォンブレイク弁接続管		機器種別	第3種管		耐震クラス	S		流体の種類	軽水		最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	最高使用温度 (°C)	55		備考	-		名称	サイフォンブレイク弁		機器種別	第3種弁		耐震クラス	S		流体の種類	軽水		最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	最高使用温度 (°C)	55		備考	-		
1次冷却材	軽水																																																																	
循環流量	約2400 m <sup>3</sup> /h																																																																	
最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78 MPaG)																																																																	
最高使用温度	55 °C																																																																	
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考																																																													
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss																																																														
		冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール	原子炉プール 当該施設の支持構造物																																																															
名称	サイフォンブレイク弁接続管																																																																	
機器種別	第3種管																																																																	
耐震クラス	S																																																																	
流体の種類	軽水																																																																	
最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)																																																																
最高使用温度 (°C)	55																																																																	
備考	-																																																																	
名称	サイフォンブレイク弁																																																																	
機器種別	第3種弁																																																																	
耐震クラス	S																																																																	
流体の種類	軽水																																																																	
最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)																																																																
最高使用温度 (°C)	55																																																																	
備考	-																																																																	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）						設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
		貫通部のシール構造						
		サイフォンブ						
		レーク弁(接続管を含む。)						
		制御棒駆動機						
		構案内管						
		下部遮蔽体						
(以下、Sクラス設備については省略する)								

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

(添八)

第1.2-1表 耐震重要度分類（抜粋）

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震Bクラスに適用される地震力	
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路			
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物		事故時ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		
		実験利用設備	当該施設の支持構造物		原子炉建家外を除く
		非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物		

3.1.6 自然循環弁

名称		自然循環弁接続管
機器種別		第4種管
耐震クラス		B
液体の種類	内側	軽水
	外側	軽水
最高使用圧力		1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)
最高使用温度(℃)		55
備考		※1

名称		自然循環弁
耐震クラス		B
流体の種類	内側	軽水
	外側	軽水
最高使用圧力		1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)
最高使用温度(℃)		55
備考		※1

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																						
<p>(添八)</p> <p>7. その他の冷却系付属設備</p> <p>7.4 主要設備</p> <p>(1) 原子炉プール溢流系</p> <p>原子炉プール溢流系の主要設備は、溢流ポンプ及び溢流タンクで構成し、原子炉プール水位を一定に維持する。</p> <p>第 7.3-1 表 原子炉プール溢流系の設備仕様</p> <table border="1" data-bbox="282 528 745 775"> <tr> <td>使用流体</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>流量</td> <td>約12m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>8kg/cm<sup>2</sup>G (0.78MPaG)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>55℃</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>第 1.2-1 表 耐震重要度分類（抜粋）</p>	使用流体	軽水	流量	約12m <sup>3</sup> /h	最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78MPaG)	最高使用温度	55℃	<p>3.1.7 原子炉プール溢流系設備</p> <table border="1" data-bbox="1099 304 1715 604"> <tr> <td>名称</td> <td>原子炉プール溢流タンク</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 4 種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>液体の種類</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.1961MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (℃)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>—</td> </tr> </table>	名称	原子炉プール溢流タンク	機器種別	第 4 種容器	耐震クラス	B	液体の種類	軽水	最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)	最高使用温度 (℃)	55	備考	—	
使用流体	軽水																							
流量	約12m <sup>3</sup> /h																							
最高使用圧力	8kg/cm <sup>2</sup> G (0.78MPaG)																							
最高使用温度	55℃																							
名称	原子炉プール溢流タンク																							
機器種別	第 4 種容器																							
耐震クラス	B																							
液体の種類	軽水																							
最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)																							
最高使用温度 (℃)	55																							
備考	—																							

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）				設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考	
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス 施設に 適用さ れる地 震力		
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路				
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)			
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物			原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物			
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物			事故時用ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1 実験利用設備 非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 当該施設の支持構造物 原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物			原子炉建家外を除く

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																
<p>(本文)</p> <p>へ 計測制御系統施設の構造及び設備</p> <p>(1) 計装</p> <p>(i) 核計装の種類</p> <p>重水タンク外周部に設置した中性子検出器により、次の3領域に分けて中性子束を測定する。</p> <table border="0" data-bbox="224 734 828 885"> <tr> <td>線源領域</td> <td>比例計数管</td> <td>2</td> <td>チャンネル</td> </tr> <tr> <td>広域領域</td> <td>補償型電離箱</td> <td>2</td> <td>チャンネル</td> </tr> <tr> <td></td> <td>補償型電離箱</td> <td>2</td> <td>チャンネル</td> </tr> <tr> <td>出力領域</td> <td>補償型電離箱</td> <td>2</td> <td>チャンネル</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>10. 計測制御系統施設</p> <p>10.2 中性子計装設備</p> <p>10.2.3 主要設備</p> <p>中性子計装設備は、起動系、線形出力系、対数出力炉周期系及び安全系で構成し、それぞれの系統は独立した2チャンネルからなる。</p> <p>(1) 中性子検出器</p> <p>(2) 起動系</p> <p>(3) 線形出力系</p> <p>(4) 対数出力炉周期系</p> <p>(5) 安全系</p> <p>(6) 中性子計装盤</p>	線源領域	比例計数管	2	チャンネル	広域領域	補償型電離箱	2	チャンネル		補償型電離箱	2	チャンネル	出力領域	補償型電離箱	2	チャンネル	<p>設計及び工事の方法 第 11 編 計測制御系統施設の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設の計測制御系統施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 計装</p> <p>(2) 安全保護回路</p> <p>(3) 制御設備</p> <p>(4) 非常用制御設備</p> <p>(5) その他の主要な事項</p> <p>上記のうち、(1) 計装は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 核計装</p> <p>(イ) 起動系</p> <p>(ロ) 線形出力系</p> <p>(ハ) 対数出力炉周期系</p> <p>(ニ) 安全系</p>	<p>今回申請する計測制御系統施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>
線源領域	比例計数管	2	チャンネル															
広域領域	補償型電離箱	2	チャンネル															
	補償型電離箱	2	チャンネル															
出力領域	補償型電離箱	2	チャンネル															

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>へ 計測制御系統施設の構造及び設備</p> <p>(ii) その他の主要な計装の種類</p> <p>原子炉施設のプロセス計装として、1次冷却材の流量、温度、原子炉プール水位等の計装、制御棒位置指示計装等を設ける。</p> <p>(添八)</p> <p>10.3 プロセス計装設備</p> <p>10.3.3 主要設備</p> <p>(1) プロセス計装設備の安全保護系</p> <p>プロセス計装設備の安全保護系は、検出器のほかに各種のアナログ変換器盤、安全保護系制御盤等で構成する。プロセス計装設備の安全保護系には、下記の項目がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1次冷却材流量</li> <li>1次冷却材炉心出口温度</li> <li>1次冷却材炉心出入口温度差</li> <li>重水温度</li> <li>重水流量</li> <li>重水溢流タンク水位</li> <li>原子炉プール水位</li> </ul> <p>10.7 プロセス放射能監視設備</p> <p>10.7.3 主要設備</p> <p>(1) 燃料事故モニタ</p> <p>(本文)</p> <p>へ 計測制御系統施設の構造及び設備</p> <p>(2) 安全保護回路</p> <p>(i) 原子炉停止回路の種類</p> <p>次に示す信号により、原子炉をスクラムさせる原子炉</p>	<p>ロ. その他の主要な計装</p> <p>(イ) プロセス計装設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1次冷却材流量</li> <li>b. 1次冷却材炉心入口温度</li> <li>c. 1次冷却材炉心出口温度</li> <li>d. 2次冷却系流量</li> <li>e. 2次冷却塔入口温度</li> <li>f. 2次冷却塔出口温度</li> <li>g. 重水流量</li> <li>h. 重水温度</li> <li>i. 重水溢流タンク水位</li> <li>j. ヘリウム流量</li> <li>k. 重水再結合器温度</li> <li>l. 原子炉プール水位（安全保護系）</li> <li>m. 原子炉プール水位（計測制御系）</li> </ul> <p>(ロ) プロセス放射能監視設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 燃料事故モニタ</li> <li>b. プロセスモニタ</li> <li>c. 破損燃料検出装置</li> </ul> <p>ハ. 附帯設備</p> <p>計測制御系統施設のうち、(2)安全保護回路は、次の各設備から構成される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>イ. 原子炉停止回路</li> <li>ロ. 工学的安全施設作動回路</li> </ul>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>停止回路を設ける。 （中略）</p> <p>(ii) その他の主要な安全保護回路の種類 次に示す信号により、工学的安全施設を作動させる回路を設ける。 （中略）</p> <p>(3) 制御設備 (i) 制御材の個数及び構造 原子炉の反応度制御は、制御棒（微調整棒及び粗調整棒）の位置調整により行う。 （中略）</p> <p>(ii) 制御材駆動設備の個数及び構造 （中略）</p> <p>(4) 非常用制御設備 (i) 制御材の個数及び構造 制御棒による原子炉停止が不可能な場合でも、重水タンク内の重水をダンプすることにより原子炉を停止できるようにする。</p> <p>(ii) 主要な機器の個数及び構造 a. 重水ダンプ弁 個数 2</p>	<p>計測制御系統施設のうち、(3) 制御設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 制御棒 ロ. 制御棒駆動装置</p> <p>計測制御系統施設のうち、(4) 非常用制御設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 重水ダンプ弁 （イ）接続管 （ロ）弁</p> <p>今回申請する範囲は、以下に示す設備の耐震性を確認するものである。</p> <p>1) (1) のイ. のうち（ハ）対数出力炉周期系及び（ニ）安全系 2) (1) のロ. の（イ）のうち a. 1次冷却材流量、b. 1次冷却材炉心入口温度、c. 1次冷材炉心出口温度、g. 重水流量、h. 重水温度、i. 重水溢流タンク水位及び 1. 原子炉プール水位（安全保護系） 3) (1) のロ. の（ロ）のうち a. 燃料事故モニタ 4) (1) のうちハ. 附帯設備 5) (2) 安全保護回路、(3) 制御設備及び (4) 非常用制御設備</p>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3） （添八）						設計及び工事の計画の認可申請書			整合性																			
第 1.2-1 表 耐震重要度分類（抜粋）						3. 設計																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>耐震クラス</th> <th>クラス別施設</th> <th>施設名</th> <th>当該施設を支持する建物・構築物等</th> <th>支持機能を確認する地震動</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">S</td> <td rowspan="3">炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系</td> <td>燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク</td> <td>原子炉プール 当該施設の支持構造物</td> <td rowspan="3">Ss</td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール 貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続 管を含む。) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体</td> <td>原子炉プ ール 当該施設 の支持構 造物</td> </tr> <tr> <td>炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設</td> <td>原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物</td> </tr> <tr> <td>原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度</td> <td>制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管</td> <td>原子炉プ ール 当該施設 の支持構</td> </tr> </tbody> </table>						耐震クラス	クラス別施設	施設名		当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考	S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss		冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール 貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続 管を含む。) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体	原子炉プ ール 当該施設 の支持構 造物	炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プ ール 当該施設 の支持構	3.1 設計条件		
						耐震クラス	クラス別施設	施設名		当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考																
						S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク		原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss																	
								冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール 貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続 管を含む。) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体	原子炉プ ール 当該施設 の支持構 造物																			
炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物																											
原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プ ール 当該施設 の支持構																										
						3.1.1 核計装																						
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>耐震クラス</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>対数出力炉周期系</td> <td>B</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>安全系</td> <td>B</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>			名称	耐震クラス	備考	対数出力炉周期系	B	—	安全系	B	—											
名称	耐震クラス	備考																										
対数出力炉周期系	B	—																										
安全系	B	—																										
						3.1.2 その他の主要な計装（プロセス計装設備）																						
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>耐震クラス</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材流量</td> <td>B</td> <td rowspan="7">※1</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材炉心入口温度</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材炉心出口温度</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>重水流量</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>重水温度</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>重水溢流タンク水位</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>原子炉プール水位</td> <td>安全保護系 B</td> </tr> </tbody> </table>			名称	耐震クラス	備考	1次冷却材流量	B	※1	1次冷却材炉心入口温度	B	1次冷却材炉心出口温度	B	重水流量	B	重水温度	B	重水溢流タンク水位	B	原子炉プール水位	安全保護系 B		
名称	耐震クラス	備考																										
1次冷却材流量	B	※1																										
1次冷却材炉心入口温度	B																											
1次冷却材炉心出口温度	B																											
重水流量	B																											
重水温度	B																											
重水溢流タンク水位	B																											
原子炉プール水位	安全保護系 B																											
						3.1.3 その他の主要な計装（プロセス放射能監視設備）																						
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>燃料事故モニタ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>計器用スタンションを用いて計器を設置しており、最も厳しい評価となる原子炉プール水位に関して、設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.58、鉛直 0.29）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.29）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 （据付場所及び床面高さは原子炉建家</td> </tr> </tbody> </table>			名称	燃料事故モニタ	耐震クラス	B	備考	計器用スタンションを用いて計器を設置しており、最も厳しい評価となる原子炉プール水位に関して、設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.58、鉛直 0.29）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.29）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 （据付場所及び床面高さは原子炉建家														
名称	燃料事故モニタ																											
耐震クラス	B																											
備考	計器用スタンションを用いて計器を設置しており、最も厳しい評価となる原子炉プール水位に関して、設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.58、鉛直 0.29）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.29）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 （据付場所及び床面高さは原子炉建家																											

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）					設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
	を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設		造物			1FL-7.95m) 耐震クラスを変更するための申請である。	
	その他	カナル	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物				

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）				設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考	
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス 施設に 適用さ れる地 震力		
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路				
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)			
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物			原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物			
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物			事故時用ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1 実験利用設備 非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 当該施設の支持構造物 原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物			原子炉建家外を除く

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																							
<p>(本文)</p> <p>へ 計測制御系統施設の構造及び設備</p> <p>(5) その他の主要な事項</p> <p>(v) 中央制御室</p> <p>原子炉施設の主要な計装及び制御機器は、中央制御室に配置し、集中的に監視及び制御を行う。また、施設内の作業等に対して必要な通信連絡を行う。</p>	<p>3.1.5 原子炉停止回路及び工学的安全施設作動回路</p> <table border="1" data-bbox="1019 263 1787 673"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>耐震クラス</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉停止回路</td> <td>B</td> <td>設置時の添付計算書における地震力(設計震度:水平 0.72、鉛直 0.36)の方が今回適用する地震力(水平設計震度 0.46) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL+4.9m (2F))</td> </tr> <tr> <td>工学的安全施設作動回路</td> <td>B</td> <td>耐震クラスを変更するための申請である。</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.1.6 制御棒駆動装置</p> <table border="1" data-bbox="1019 746 1787 1200"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>制御棒駆動装置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 3 種容器 (上部仕切弁は、第 3 種弁)</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>流体の種類</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>(上部仕切弁、着座器、プランジャ案内管) 10.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.9807MPa) (緩衝器、下部弁カバー) 40.0kgf/cm<sup>2</sup> (3.9227MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度(°C)</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>制御棒駆動機構案内管を含む。</td> </tr> </tbody> </table>	名称	耐震クラス	備考	原子炉停止回路	B	設置時の添付計算書における地震力(設計震度:水平 0.72、鉛直 0.36)の方が今回適用する地震力(水平設計震度 0.46) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL+4.9m (2F))	工学的安全施設作動回路	B	耐震クラスを変更するための申請である。	名称	制御棒駆動装置	機器種別	第 3 種容器 (上部仕切弁は、第 3 種弁)	耐震クラス	S	流体の種類	軽水	最高使用圧力	(上部仕切弁、着座器、プランジャ案内管) 10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa) (緩衝器、下部弁カバー) 40.0kgf/cm <sup>2</sup> (3.9227MPa)	最高使用温度(°C)	43	備考	制御棒駆動機構案内管を含む。	
名称	耐震クラス	備考																							
原子炉停止回路	B	設置時の添付計算書における地震力(設計震度:水平 0.72、鉛直 0.36)の方が今回適用する地震力(水平設計震度 0.46) より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 (据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL+4.9m (2F))																							
工学的安全施設作動回路	B	耐震クラスを変更するための申請である。																							
名称	制御棒駆動装置																								
機器種別	第 3 種容器 (上部仕切弁は、第 3 種弁)																								
耐震クラス	S																								
流体の種類	軽水																								
最高使用圧力	(上部仕切弁、着座器、プランジャ案内管) 10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa) (緩衝器、下部弁カバー) 40.0kgf/cm <sup>2</sup> (3.9227MPa)																								
最高使用温度(°C)	43																								
備考	制御棒駆動機構案内管を含む。																								

3.1.7 重水ダンプ弁

名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力		最高使用温度 (°C)
重水ダンプ弁接続管	原子炉プール内の重水タンクからKV23-08, KV23-09まで	第3種管	B (内側)重水	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	55
			B (外側)軽水			
KV23-08, KV23-09から重水溢流タンクまで	第3種管	B	重水	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)		55

名称	重水ダンプ弁
機器種別	第3種弁
耐震クラス	B
流体の種類	重水
最高使用圧力	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.1961MPa)
最高使用温度 (°C)	55
備考	—

3.1.4 附帯設備

名称	制御盤
耐震クラス	B
備考	設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平0.72、鉛直0.36）の方が今回適用する地震力（水平設計震度0.46）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。 （据付場所及び床面高さは原子炉制御棟FL+4.9m（2F）） 耐震クラスを変更するための申請である。

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備</p> <p>(1) 気体廃棄物の廃棄施設</p> <p>(i) 構造</p> <p>a. 原子炉建家及び実験利用棟等</p> <p>気体廃棄物の廃棄施設は、空気浄化装置、排風機、排気筒及びこれらを結ぶ排気風道で構成する。</p>	<p>設計及び工事の方法 第12編 放射性廃棄物の廃棄施設の構造(耐震性)</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設の放射性廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 気体廃棄物の廃棄施設</p> <p>(2) 液体廃棄物の廃棄施設</p> <p>(3) 固体廃棄物の廃棄施設</p> <p>上記のうち、(1) 気体廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 原子炉建家排気設備</p> <p>(イ) 炉室排気系排風機</p> <p>(ロ) 実験利用設備排気系排風機</p> <p>(ハ) 炉室排気系空気浄化装置</p> <p>(ニ) 実験利用設備排気系空気浄化装置</p> <p>(ホ) オイルダンパ系空気浄化装置</p> <p>(ヘ) 炉室排気系主ダクト</p> <p>(ト) 実験利用設備排気系主ダクト</p> <p>(チ) オイルダンパ系主ダクト</p> <p>(リ) 主要弁</p> <p>(ヌ) オイルダンパ系オイルダンパ</p> <p>ロ. 実験利用棟排気設備</p> <p>ハ. 燃料管理施設等排気設備</p> <p>ニ. 事務管理棟管理区域排気設備</p> <p>ホ. 排気筒</p> <p>ヘ. 使用済燃料貯蔵施設（北地区）排気設備</p> <p>今回申請する範囲は、(1)のイ.のうち(ヘ)炉室排気系主ダクト及び(ト)実験利用設備排気系主ダクトの耐震性を確認するものである。</p>	<p>今回申請する放射性廃棄物の廃棄施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性								
<p>(本文)</p> <p>リ 原子炉格納施設の構造及び設備</p> <p>(3) その他の主要な事項</p> <p>(ii) 非常用排気設備</p> <p>非常用排気設備は、事故時に放射性物質の環境への放出を抑制する。</p> <p>空気浄化装置（容量の「%」は全容量に対する割合）</p> <p>(中略)</p> <p>排風機</p> <p>(中略)</p> <p>(添八)</p> <p>8.3 非常用排気設備</p> <p>8.3.4 主要設備</p> <p>(1) 非常用排気設備</p> <p>非常用排気設備は、微粒子フィルタ及びよう素除去フィルタが一体となった空気浄化装置と非常用排風機で構成する。</p> <p>第 1.2-1 表 耐震重要度分類（抜粋）</p>	<p>設計及び工事の方法 第 13 編 原子炉格納施設の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設の原子炉格納施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 構造</p> <p>(2) 設計圧力及び設計温度並びに漏えい率</p> <p>(3) その他の主要な事項</p> <p>上記のうち、(3) その他の主要な事項は、次の各設備から構成される</p> <p>イ. 原子炉建家換気空調設備</p> <p>(イ) 炉室給気系空気調和機</p> <p>(ロ) 給気系主ダクト</p> <p>(ハ) 主要弁</p> <p>ロ. 非常用排気設備</p> <p>(イ) 非常用排風機</p> <p>(ロ) 空気浄化装置</p> <p>(ハ) ダクト</p> <p>(ニ) 主要弁</p> <p>今回申請する範囲は、(3) のイ. のうち (ロ) 給気系主ダクト及びロ. のうち (イ) 非常用排風機、(ロ) 空気浄化装置、(ハ) ダクトの耐震性を確認するものである。</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <table border="1" data-bbox="1048 1145 1765 1321"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>耐震クラス</th> <th>流体の種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>給気系主ダクト</td> <td>KVV5-71 から KVV1-72 まで</td> <td>B</td> <td>空 気</td> </tr> </tbody> </table>	名称		耐震クラス	流体の種類	給気系主ダクト	KVV5-71 から KVV1-72 まで	B	空 気	<p>今回申請する原子炉格納施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>
名称		耐震クラス	流体の種類							
給気系主ダクト	KVV5-71 から KVV1-72 まで	B	空 気							

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）					設計及び工事の計画の認可申請書		整合性	
耐震 クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建 物・構築物等	支持機能 を確認す る地震動	備 考			
	B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラスに 適用さ れる地 震力		名称	非常用排風機
		原子炉の緊急停止の ために負の反応度を 添加するための施設 及び原子炉の停止状 態を維持するための 施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		耐震クラス	B	
		原子炉の緊急停止の ために急激に負の反 応度を添加するた めの施設	安全保護回路			流体の種類	空気	
		原子炉停止後、炉心 から崩壊熱を除去す るための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		備考	※1	
		1次冷却材を内蔵し ているか又は内蔵し 得る施設	冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次 冷却系設備(原子炉プール 内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化 冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		名称	空気浄化装置	
		重水を内蔵している か又は内蔵し得る施 設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		機器種別	第5種管	
		1次冷却系に接して いる施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		耐震クラス	B	
		十分冷却した使用済 燃料を保管するた めの施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地 区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		流体の種類	空気	
		放射性廃棄物を内蔵 している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物		最高使用圧力	0.06kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0059MPa)	
		放射性廃棄物以外の 放射性物質に関連し た施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物		最高使用温度 (°C)	55	
		放射性物質の放出を 伴うような場合、そ の外部放散を抑制す るための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋 根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		備考	※1	
		放射線の監視をする ための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物			事故時用ガンマ エリアモニタ	
		その他	サブ・プール、詰替セル(炉 室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物				
			実験利用設備	当該施設の支持構造物			原子炉建家外を 除く	
			非常用電源系 冷中性子源装置のうち クライオスタット 注.1	原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物				

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書						整合性
	ダクト	名称	機器種別	耐震 クラス	流体 の 種類	最高使用圧力	最高使用 温度 (°C)
空気吸込口から非常用排風機まで		第 5 種管	B	空気	0.06kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0059MPa)	55	
非常用排風機から原子炉建家貫通部まで		第 5 種管	B	空気	0.06kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0059MPa)	55	
原子炉建家貫通部から排気筒まで	第 5 種管	B	空気	0.06kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0059MPa)	55		

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ニ 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備</p> <p>(1) 核燃料物質取扱設備の構造</p> <p>(i) 核燃料物質取扱設備は、以下の物で構成し、安全に燃料の取扱いができる構造とする。</p> <p>燃料搬送装置 一式</p> <p>使用済燃料取扱装置 一式</p> <p>使用済燃料移送装置 一式</p> <p>(2) 核燃料物質貯蔵設備の構造及び貯蔵能力</p> <p>(ii) 使用済燃料貯蔵設備</p> <p>a. 構造</p> <p>使用済燃料貯蔵設備は、原子炉建家、使用済燃料貯蔵室、燃料管理施設及び使用済燃料貯蔵施設（北地区）に設ける。原子炉建家内には使用済燃料プールを設け、使用済燃料は使用済燃料貯蔵ラックに挿入して貯蔵する。また、使用済燃料プールで1年以上冷却した使用済燃料は、使用済燃料貯蔵室の使用済燃料貯蔵 No. 1 及び燃料管理施設の使用済燃料貯蔵 No. 2 の使用済燃料貯蔵ラックに貯蔵する。使用済燃料貯蔵施設（北地区）では、保管孔に貯蔵する。</p> <p>(添八)</p> <p>9.4 燃料取扱設備及び貯蔵施設</p> <p>9.4.4 主要設備</p> <p>(1) 燃料取扱設備</p> <p>本設備は、燃料搬送装置、使用済燃料取扱装置及び使用済燃料移送装置で構成する。</p> <p>(i) 燃料搬送装置</p> <p>本装置は、燃料及び実験物を原子炉プールと使用済燃料プールの間を移送するもので、レール、移動台車</p>	<p>設計及び工事の方法 第14編 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設の核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 核燃料物質取扱設備</p> <p>(2) 核燃料物質貯蔵設備</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち、(1) 核燃料物質取扱設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 燃料搬送装置</p> <p>ロ. 使用済燃料取扱装置</p> <p>(イ) 使用済燃料キャスク</p> <p>(ロ) 使用済燃料シュータ</p> <p>(ハ) カッティングマシン</p> <p>ハ. 使用済燃料移送装置</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち、(2) 核燃料物質貯蔵設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 未使用燃料貯蔵設備</p> <p>ロ. 使用済燃料貯蔵設備</p> <p>(イ) 使用済燃料プール</p> <p>(ロ) カナル</p> <p>(ハ) プールゲート (No. 2 ゲート)</p> <p>(ニ) 使用済燃料貯蔵ラック</p> <p>(ホ) 使用済燃料貯蔵 No. 1</p> <p>(ヘ) 使用済燃料貯蔵 No. 2</p> <p>(ト) 使用済燃料貯蔵施設（北地区）</p> <p>今回申請する範囲は、以下に示す設備の耐震性を確認するものである。</p> <p>1) (1) のうちイ. 燃料搬送装置</p>	<p>今回申請する核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）						設計及び工事の計画の認可申請書			整合性																														
<p>及び移動台車上の吊上げ機構で構成する。</p> <p>(2) 燃料貯蔵施設 本施設は、未使用燃料貯蔵庫、使用済燃料プール、使用済燃料貯槽 No. 1 及び No. 2 並びに使用済燃料貯蔵施設（北地区）で構成する。</p> <p>(ii) 使用済燃料プール 本プールは、「3.2.4 その他の主要な設備」で述べたプールであり、本プール内に実効増倍率が0.95以下となるように設計された使用済燃料貯蔵ラックを設置する。</p> <p>第1.2-1表 耐震重要度分類（抜粋）</p>						<p>2) (1) のロ. のうち (イ) 使用済燃料キャスク</p> <p>3) (2) のロ. のうち (ハ) プールゲート (No.2 ゲート) 及び (ニ) 使用済燃料貯蔵ラック</p>			<p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>3.1.2 使用済燃料取扱装置</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th colspan="2">使用済燃料キャスク</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">B</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平0.70、鉛直0.18）の方が今回適用する地震力（水平設計震度0.41）より大きいいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL+7.5m）耐震クラスを変更するための申請である。</td> </tr> </tbody> </table>	名称	使用済燃料キャスク		耐震クラス	B		備考	設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平0.70、鉛直0.18）の方が今回適用する地震力（水平設計震度0.41）より大きいいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL+7.5m）耐震クラスを変更するための申請である。																						
名称	使用済燃料キャスク																																						
耐震クラス	B																																						
備考	設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平0.70、鉛直0.18）の方が今回適用する地震力（水平設計震度0.41）より大きいいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL+7.5m）耐震クラスを変更するための申請である。																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>耐震クラス</th> <th>クラス別施設</th> <th>施設名</th> <th>当該施設を支持する建物・構築物等</th> <th>支持機能を確認する地震動</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">S</td> <td rowspan="2">炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系</td> <td>燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク</td> <td>原子炉プール 当該施設の支持構造物</td> <td rowspan="2">Ss</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続管を含む) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体</td> <td>原子炉プール 当該施設の支持構造物</td> </tr> </tbody> </table>						耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考	S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss		冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続管を含む) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体	原子炉プール 当該施設の支持構造物	<p>3.1.3 使用済燃料貯蔵設備</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">名称</th> <th colspan="2">使用済燃料貯蔵ラック</th> </tr> <tr> <th>使用済燃料貯蔵ラック (A型)</th> <th>使用済燃料貯蔵ラック (B型)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設置場所 (貯蔵能力)</td> <td colspan="2">使用済燃料プール (130 体)</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td colspan="2">S</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td colspan="2">43</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </tbody> </table>			名称	使用済燃料貯蔵ラック		使用済燃料貯蔵ラック (A型)	使用済燃料貯蔵ラック (B型)	設置場所 (貯蔵能力)	使用済燃料プール (130 体)		耐震クラス	S		最高使用温度 (°C)	43		備考	-	
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考																																		
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss																																			
		冠水維持設備 原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブ レーク弁(接続管を含む) 制御棒駆動機 構案内管 下部遮蔽体	原子炉プール 当該施設の支持構造物																																				
名称	使用済燃料貯蔵ラック																																						
	使用済燃料貯蔵ラック (A型)	使用済燃料貯蔵ラック (B型)																																					
設置場所 (貯蔵能力)	使用済燃料プール (130 体)																																						
耐震クラス	S																																						
最高使用温度 (°C)	43																																						
備考	-																																						



原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）				設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
	炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プール 当該施設の支持構造物			
	その他	カナル	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）				設計及び工事の計画の認可申請書		整合性
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考	
B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラス 施設に 適用さ れる地 震力		
	原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路				
	原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の1次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			
	重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)			
	1次冷却系に接している施設	2次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物			原子炉建家外の遮断弁まで
	十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟1階部分 当該施設の支持構造物			
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物			
	放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			
	放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物			事故時用ガンマエリアモニタ
	その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1 実験利用設備 非常用電源系 冷中性子源装置のうちクライオスタット 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 当該施設の支持構造物 原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物			原子炉建家外を除く

注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(本文)</p> <p>ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備</p> <p>(1) 非常用電源設備の構造</p> <p>(i) 無停電電源装置 蓄電池                      アルカリ蓄電池</p> <p>(ii) 非常用発電機</p> <p>(添八)</p> <p>11. 電気設備</p> <p>11.3 主要設備</p> <p>(2) 非常用電源系</p> <p>(i) 非常用発電機</p> <p>(ii) 無停電電源装置</p> <p>無停電電源装置は、蓄電池と静止型インバータ装置で構成し、非常用発電機から給電されるまで1次冷却材補助ポンプ、非常用排気設備等の電源を確保する装置である。</p>	<p>設計及び工事の方法 第15編 その他の試験研究用等原子炉の附属施設の構造（耐震性）</p> <p>1. 構成及び申請範囲</p> <p>JRR-3 原子炉施設のその他試験研究用等原子炉の附属施設は、次の各設備から構成される。</p> <p>(1) 非常用電源設備</p> <p>(2) 主要な実験利用設備</p> <p>(3) 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止のための設備</p> <p>(4) その他の主要事項</p> <p>その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち、(1) 非常用電源設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 蓄電池</p> <p>ロ. 非常用発電機</p>	<p>整合性</p> <p>今回申請するその他の試験研究用等原子炉の附属施設は、許可申請書に記載されたものと整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性												
<p>(本文)</p> <p>ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備</p> <p>(2) 主要な実験設備の構造</p> <p>実験利用設備は、水平実験孔設備及び照射利用設備並びに冷中性子源装置（以下「CNS」という。）等から成る。</p> <p>(ii) 照射利用設備</p> <p>a. 水力照射設備</p> <table border="0" data-bbox="264 670 694 742"> <tr> <td>照射筒</td> <td>2 本</td> </tr> <tr> <td>冷却材の種類</td> <td>軽水</td> </tr> </table> <p>b. 気送照射設備</p> <table border="0" data-bbox="264 782 750 853"> <tr> <td>照射筒</td> <td>2 本</td> </tr> <tr> <td>冷却材の種類</td> <td>窒素ガス</td> </tr> </table> <p>c. 放射化分析用照射設備</p> <table border="0" data-bbox="264 893 750 965"> <tr> <td>照射筒</td> <td>1 本</td> </tr> <tr> <td>冷却材の種類</td> <td>窒素ガス</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>16. 実験利用設備</p> <p>16.2 照射利用設備</p> <p>16.2.4 主要設備</p> <p>16.2.4.1 水力照射設備</p> <p>本設備は、ラビットを水力により挿入・取出しを行う照射設備であり、照射系と転送系で構成される。</p> <p>照射系は、照射筒、循環ポンプ、転送機、減衰タンク等から成りラビットを照射するための設備である。</p> <p>転送系は、転送用ポンプ、挿入機、取出機、途中取出機、通路変換機、通水タンク等から成り詰替セル間等のラビット搬送を行う設備である。</p>	照射筒	2 本	冷却材の種類	軽水	照射筒	2 本	冷却材の種類	窒素ガス	照射筒	1 本	冷却材の種類	窒素ガス	<p>その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち、(2) 主要な実験利用設備は、次の各設備から構成される。</p> <p>イ. 水平実験孔</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(イ) ビームチューブ接続管</li> <li>(ロ) 前部水封用止板</li> <li>(ハ) プラグ</li> <li>(ニ) 補助遮蔽体</li> <li>(ホ) ヘリウムタンク</li> </ul> <p>ロ. 照射利用設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(イ) 水力照射設備 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 照射筒</li> <li>b. 減衰タンク</li> <li>c. 照射系イオン交換塔</li> <li>d. 通水タンク</li> <li>e. 転送系イオン交換塔</li> <li>f. 主配管</li> <li>g. 循環ポンプ</li> <li>h. 主要弁</li> <li>i. 転送機（HR）</li> </ul> </li> <li>(ロ) 気送照射設備 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 照射筒（PN）</li> <li>b. 照射系緩衝タンク</li> <li>c. 窒素ガスアキュムレータ</li> <li>d. 空気貯留槽</li> <li>e. 転送系緩衝タンク</li> <li>f. 主配管</li> <li>g. 主要弁</li> <li>h. 転送機（PN）</li> <li>i. 循環ブロワ</li> </ul> </li> <li>(ハ) 放射化分析用照射設備</li> </ul>	
照射筒	2 本													
冷却材の種類	軽水													
照射筒	2 本													
冷却材の種類	窒素ガス													
照射筒	1 本													
冷却材の種類	窒素ガス													

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性						
<p>16.2.4.2 気送照射設備</p> <p>本設備は、ラビットの挿入・取出しを行う照射設備であり、照射系と転送系から構成される。</p> <p>照射系は、照射筒、循環ブロワ、転送機、緩衝タンク等から構成され、窒素ガスを用いてラビットを照射するための設備である。</p> <p>転送系は、挿入機、取出機、途中取出機、通路変換機、空気貯留槽、緩衝タンク等から構成され、詰替セル間等のラビット搬送を圧縮空気により行う設備である。</p> <p>(本文)</p> <p>ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備</p> <p>(2) 主要な実験設備の構造</p> <p>(iii) CNS</p> <table border="0" data-bbox="264 997 801 1109"> <tr> <td>照射筒（真空容器）</td> <td>1 本</td> </tr> <tr> <td>減速材</td> <td>液体水素</td> </tr> <tr> <td>冷媒</td> <td>低温ヘリウム</td> </tr> </table> <p>(添八)</p> <p>16. 実験利用設備</p> <p>16.3 冷中性子源装置（CNSと略称する）</p> <p>16.3.4 主要設備</p> <p>16.3.4.1 CNS本体設備</p> <p>CNS本体設備は、炉プール内に設置するクライオスタット、サブプールに設置するコンデンサ及び水素緩衝タンク並びに補助設備で構成する。</p>	照射筒（真空容器）	1 本	減速材	液体水素	冷媒	低温ヘリウム	<p>a. 照射筒（PA）</p> <p>b. 緩衝タンク</p> <p>c. アキュムレータ</p> <p>d. 主配管</p> <p>e. 主要弁</p> <p>f. 挿入機</p> <p>g. 取出機</p> <p>(ニ) 均一照射設備</p> <p>a. 装荷用キャスク</p> <p>b. 駆動機構</p> <p>c. 案内管</p> <p>(ホ) 回転照射設備</p> <p>a. 回転駆動機構</p> <p>b. 支持クランプ（DR）</p> <p>(ヘ) 垂直照射設備</p> <p>a. 支持クランプ</p> <p>b. キャスク架台</p> <p>ハ. 冷中性子源装置</p> <p>(イ) CNS 本体設備</p> <p>a. 水素緩衝タンク</p> <p>b. コンデンサ</p> <p>c. クライオスタット</p> <p>d. 補助設備</p> <p>e. 主配管</p> <p>f. 主要弁</p> <p>(ロ) ヘリウム冷凍設備</p>	
照射筒（真空容器）	1 本							
減速材	液体水素							
冷媒	低温ヘリウム							

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>クライオスタットは、減速材容器、真空容器及び低温流路管で構成し、コンデンサからの液体水素を貯留する設備である。</p> <p>コンデンサは、真空断熱槽内に、シェル・アンド・チューブ型熱交換器を設けた構造で、低温ヘリウムガスにより水素ガスを液化する設備である。また、水素緩衝タンクは、液体水素がガス化した際の圧力緩衝を行うためのものである。</p> <p>補助設備は、水素供給装置、真空装置、ヘリウムダンブ装置、窒素供給装置、水素排気装置及び分析装置で構成する。</p> <p>排気する水素ガスは、水素排気装置において窒素ガスにより稀釈し排気する。本設備の操作及び監視は、中央制御室で集中して行える設計とする。なお、水素圧力が異常上昇したときは、自動的に原子炉を停止する。</p> <p>(本文)</p> <p>ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備</p> <p>(2) 主要な実験設備の構造</p> <p>(iv) その他の附属設備</p> <p>実験附属施設として、原子炉建家及び実験利用棟に詰替セルを設ける。</p> <p>(添八)</p> <p>16. 実験利用設備</p> <p>16.2 照射利用設備</p> <p>16.2.4 主要設備</p> <p>16.2.4.7 詰替セル</p> <p>詰替セルは原子炉建家内及び実験利用棟内にそれぞれ1基設置する。</p> <p>原子炉建家内の詰替セルは、水力照射設備及び気送照射設備の一部の機器を格納し、照射済ラビット、キャプセル等を取り扱えるようコンクリートの遮蔽が施されたものである。</p>	<p>ニ. その他の附属設備</p> <p>(イ) 炉室詰替セル</p> <p>a. 炉室詰替セルの躯体</p> <p>b. 鉛ガラス窓</p> <p>c. 蓋</p> <p>(ロ) 実験利用棟詰替セル</p> <p>(ハ) サブプール</p>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>ラビット、キャプセル等の取扱い、搬出入、保守等のために、鉛ガラス窓、マニプレータ、出入口扉、蓋、ノズル、照明等を設ける。</p>	<p>その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち、(4) その他の主要事項は、次の各設備から構成される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>イ. 常用電源設備</li> <li>ロ. 重水保管タンク</li> <li>ハ. 火災報知器及び消火設備</li> <li>ニ. 補助設備 <ul style="list-style-type: none"> <li>(イ) 圧縮空気設備 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 空気圧縮機</li> <li>b. アフタークーラ</li> <li>c. フィルタ</li> <li>d. 除湿器</li> <li>e. 空気槽</li> <li>f. 隔離弁用アキュムレータ</li> <li>g. 非常用排気設備アキュムレータ</li> <li>h. 主配管</li> <li>i. 主要弁</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>今回申請する範囲は、以下に示す設備の耐震性を確認するものである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) (1) 非常用電源設備</li> <li>2) (2) のイ. のうち (イ) ビームチューブ接続管、(ロ) 前部水封用止板</li> <li>3) (2) のロ. の (イ) のうち f. 主配管、(ロ) のうち f. 主配管及び (ハ) のうち d. 主配管</li> <li>4) (2) のハ. の (イ) のうち c. クライオスタット</li> <li>5) (2) のニ. の (イ) のうち a. 炉室詰替セルの躯体及び (ハ) サブプール</li> <li>6) (4) のニ. の (イ) のうち g. 非常用排気設備アキュムレータ及び h. 主配管</li> </ol>	

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																															
	<p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>3.1.1 非常用電源設備</p> <table border="1" data-bbox="1041 339 1769 719"> <tr> <td>名称</td> <td>非常用電源設備</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.33、鉛直 0.36）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.18）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL-4.1m (B1FL)） 耐震クラスを変更するための申請である。</td> </tr> </table> <p>3.1.2 水平実験孔</p> <table border="1" data-bbox="1037 756 1769 1342"> <tr> <td>名称</td> <td>ビームチューブ 接続管</td> <td>前部水封用止板</td> </tr> <tr> <td>機器種別</td> <td>第 4 種管</td> <td>第 3 種容器</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>B</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">流体の種類</td> <td>内側</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>外側</td> <td>軽水</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">最高使用 圧力</td> <td>内側</td> <td>150mmAq (0.0015MPa)</td> </tr> <tr> <td>外側</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (0.0981MPa)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度 (°C)</td> <td>43</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	名称	非常用電源設備	耐震クラス	B	備考	設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.33、鉛直 0.36）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.18）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL-4.1m (B1FL)） 耐震クラスを変更するための申請である。	名称	ビームチューブ 接続管	前部水封用止板	機器種別	第 4 種管	第 3 種容器	耐震クラス	B	S	流体の種類	内側	ヘリウムガス	外側	軽水	最高使用 圧力	内側	150mmAq (0.0015MPa)	外側	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)	最高使用温度 (°C)	43	43	備考	—	—	
名称	非常用電源設備																																
耐震クラス	B																																
備考	設置時の添付計算書における地震力（設計震度：水平 0.33、鉛直 0.36）の方が今回適用する地震力（水平設計震度 0.18）より大きいため、耐震性再評価の必要なし。（据付場所及び床面高さは原子炉制御棟 FL-4.1m (B1FL)） 耐震クラスを変更するための申請である。																																
名称	ビームチューブ 接続管	前部水封用止板																															
機器種別	第 4 種管	第 3 種容器																															
耐震クラス	B	S																															
流体の種類	内側	ヘリウムガス																															
	外側	軽水																															
最高使用 圧力	内側	150mmAq (0.0015MPa)																															
	外側	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.0981MPa)																															
最高使用温度 (°C)	43	43																															
備考	—	—																															



(添八)

16. 実験利用設備

16.2 照射利用設備

16.2.4 主要設備

16.2.4.1 水力照射設備

第16.2-1表 水力照射設備の設備仕様

冷却材	軽水
基数	2基
最高使用圧力	10 kg/cm <sup>2</sup> G (0.98 MPa G)
最高使用温度	100℃ (耐圧部)
主要材質	ステンレス鋼、アルミニウム合金

16.2.4.2 気送照射設備

第16.2-2表 気送照射設備の設備仕様

冷却材	窒素ガス (ただし、転送系の搬送用として圧縮空気を用いる。)
基数	2基
最高使用圧力	1 kg/cm <sup>2</sup> G (0.098 MPa G)
最高使用温度	120℃ (耐圧部)
主要材質	ステンレス鋼、アルミニウム合金

3.1.3 照射利用設備

(1) 水力照射設備

名 称		機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力	最高使用温度 (℃)
主配管	カナル貫通部から照射筒 (HR) まで	第4種管	B	軽水	10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa)	60
	照射筒 (HR) からカナル貫通部まで	第4種管	B	軽水	10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa)	60
	使用済燃料プール貫通部から減衰タンクまで	第4種管	B	軽水	10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa)	60
	減衰タンクから使用済燃料プール貫通部まで	第4種管	B	軽水	10.0kgf/cm <sup>2</sup> (0.9807MPa)	60

(2) 気送照射設備

名 称		機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力		最高使用温度 (℃)
主配管	カナル壁外面から照射筒 (PN) まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	120
	照射筒 (PN) からカナル壁外面まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	120

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）		設計及び工事の計画の認可申請書					整合性																																
16.2.4.3 放射化分析用照射設備 第16.2-3表 放射化分析用照射設備の設備仕様		(3) 放射化分析用照射設備																																					
<table border="1"> <tr> <td>冷却材</td> <td>窒素ガス</td> </tr> <tr> <td>基数</td> <td>1基</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>1 kg/cm<sup>2</sup> G (0.098 MPa G)</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>100℃ (耐圧部)</td> </tr> <tr> <td>主要材質</td> <td>ステンレス鋼、アルミニウム合金</td> </tr> </table>		冷却材	窒素ガス	基数	1基	最高使用圧力		1 kg/cm <sup>2</sup> G (0.098 MPa G)	最高使用温度	100℃ (耐圧部)	主要材質	ステンレス鋼、アルミニウム合金	<table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>機器種別</th> <th>耐震クラス</th> <th>流体の種類</th> <th colspan="2">最高使用圧力</th> <th>最高使用温度(℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">主配管</td> <td>原子炉プール壁外面から照射筒(PA)まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>窒素ガス</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>照射筒(PA)から原子炉プール壁外面まで</td> <td>第4種管</td> <td>B</td> <td>窒素ガス</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)</td> <td>1.0kgf/cm<sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>					名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力		最高使用温度(℃)	主配管	原子炉プール壁外面から照射筒(PA)まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	60	照射筒(PA)から原子炉プール壁外面まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	60
冷却材	窒素ガス																																						
基数	1基																																						
最高使用圧力	1 kg/cm <sup>2</sup> G (0.098 MPa G)																																						
最高使用温度	100℃ (耐圧部)																																						
主要材質	ステンレス鋼、アルミニウム合金																																						
名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力		最高使用温度(℃)																																	
主配管	原子炉プール壁外面から照射筒(PA)まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	60																																
	照射筒(PA)から原子炉プール壁外面まで	第4種管	B	窒素ガス	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.0981MPa)	1.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.0981MPa)	60																																
第1.2-1表 耐震重要度分類 (抜粋)		3.1.4 冷中性子源装置																																					
耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考	クライオスタット																																	
			減速材容器																																				
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構造物	Ss		耐震クラス																																	
			冠水維持設備			B																																	
		原子炉プール 躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブレイク弁(接続管を含む) 制御棒駆動機 構案内管	原子炉プール 当該施設の支持構造物			流体の種類	内側	水素、ヘリウムガス又は窒素ガス																															
			外側			ヘリウムガス																																	
		最高使用圧力	4.5kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.4413MPa)			2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)																																	
		最高使用温度(℃)	425			備考		上位波及影響を考慮する。																															

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊3又は添付書類八別冊3）				設計及び工事の計画の認可申請書				整合性																																		
炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	下部遮蔽体	使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物	クライオスタット 低温流路管	外管	真空断熱管 I	真空断熱管 II及びIII	真空断熱管 IV	機器種別	第4種管	第3種管		耐震クラス	B		流体の種類	内側	水素、ヘリウムガス又は窒素ガス	ヘリウムガス	軽水	最高使用圧力	4.5kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.4413MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)	6.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.5884MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.1961MPa)	6.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.5884MPa)	最高使用温度(°C)	重水タンク内	425	100	50	100	備考	上位波及影響を考慮する							
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プール 当該施設の支持構造物			外側	ヘリウムガス	軽水		ヘリウムガス	上記以外	200																														
	その他	カナル	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物																																							
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th colspan="2">クライオスタット 低温流路管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">機器種別</td> <td colspan="2">第3種管</td> </tr> <tr> <td colspan="2">耐震クラス</td> <td colspan="2">B</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">流体の種類</td> <td>内側</td> <td colspan="2">ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>外側</td> <td colspan="2">軽水</td> </tr> <tr> <td colspan="2">最高使用圧力</td> <td>6.0kgf/cm<sup>2</sup> (内圧) (0.5884MPa)</td> <td>2.0kgf/cm<sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">最高使用温度(°C)</td> <td colspan="2">100</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> <td colspan="2">上位波及影響を考慮する。</td> </tr> </tbody> </table>				名称		クライオスタット 低温流路管		機器種別		第3種管		耐震クラス		B		流体の種類	内側	ヘリウムガス		外側	軽水		最高使用圧力		6.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.5884MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)	最高使用温度(°C)		100		備考		上位波及影響を考慮する。					
名称		クライオスタット 低温流路管																																								
機器種別		第3種管																																								
耐震クラス		B																																								
流体の種類	内側	ヘリウムガス																																								
	外側	軽水																																								
最高使用圧力		6.0kgf/cm <sup>2</sup> (内圧) (0.5884MPa)	2.0kgf/cm <sup>2</sup> (外圧) (0.1961MPa)																																							
最高使用温度(°C)		100																																								
備考		上位波及影響を考慮する。																																								

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）					設計及び工事の計画の認可申請書			整合性		
耐震 クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確保する地震動	備考					
	B	炉心を保護する施設	上部遮蔽体 注.1	原子炉プール 当該施設の支持構造物	耐震 B クラスに 適用さ れる地 震力	3.1.5 その他の附属設備				
		原子炉の緊急停止のために負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	重水ダンプ系	原子炉プール 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物		名称	炉室詰替セルの 躯体		サブプール	
		原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設	安全保護回路			機器種別	—		第 4 種容器相当	
		原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	崩壊熱除去設備 1 次冷却材補助ポンプ 自然循環弁	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		耐震クラス	B		B	
		1 次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	冠水維持設備以外の 1 次冷却系設備(原子炉プール内配管) 注.1 冠水維持設備以外の 1 次冷却系設備(原子炉プール内配管を除く。) 原子炉プール水浄化系 使用済燃料プール水浄化冷却系 原子炉プール溢流系	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物		液体の種類	—		軽水	
		重水を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	重水冷却系設備	原子炉建家(地下部分)		最高使用圧力	常圧		静水頭	
		1 次冷却系に接している施設	2 次冷却系設備の一部	原子炉建家(地上部) 当該施設の支持構造物		最高使用温度	常温		常温	
		十分冷却した使用済燃料を保管するための施設	使用済燃料貯槽 No.1、No.2 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵施設(北地区)	使用済燃料貯槽室 燃料管理施設 当該施設の支持構造物		備考	設置時の添付計算書における地震力が今回適用する地震力より大きい ため、耐震性再評価の必要なし。 耐震クラスを変更するための申請である。			
		放射性廃棄物を内蔵している施設	廃液貯槽 廃樹脂貯留設備	実験利用棟 1 階部分 当該施設の支持構造物			3.1.6 補助設備			
		放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設	大型廃棄物保管庫	当該施設の支持構造物			名称		非常用排気設備 アキュームレータ	
		放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設	原子炉建家(円筒壁及び屋根) 注.1 非常用排気設備	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物 原子炉建家(地下部分) 当該施設の支持構造物			機器種別		第 4 種配管	
		放射線の監視をするための設備	放射線監視設備の一部	原子炉建家(地上部) 原子炉制御棟 当該施設の支持構造物			耐震クラス		B	
		その他	サブ・プール、詰替セル(炉室内) 注.1	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構造物			流体の種類		空気	
			実験利用設備	当該施設の支持構造物			最高使用圧力		9.8kgf/cm <sup>2</sup> (0.9611MPa)	
非常用電源系 冷中性子源装置のうち クライオスタット 注.1			原子炉制御棟 原子炉プール 当該施設の支持構造物	最高使用温度(°C)			55			
注.1 下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備					備考			設置時の添付計算書における地震力(水平設計震度 0.36)の方が今回適用する地震力(水平設計震度 0.18)		

原子炉設置変更許可申請書（本文別冊 3 又は添付書類八別冊 3）	設計及び工事の計画の認可申請書					整合性																												
	<div data-bbox="1025 231 1783 475" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>より大きいため、耐震性再評価の必要なし。            （据付場所及び床面高さは原子炉建家 1FL-0.20m）            耐震クラスを変更するための申請である。</p> </div> <table border="1" data-bbox="1012 517 1800 1206"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>機器種別</th> <th>耐震クラス</th> <th>流体の種類</th> <th>最高使用圧力</th> <th>最高使用温度(℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KVA0-82 から隔離弁用アキュムレータまで</td> <td rowspan="3">第 4 種管</td> <td rowspan="3">B<sup>#1</sup></td> <td rowspan="3">空気</td> <td rowspan="3">9.8kgf/cm<sup>2</sup> (0.9611MPa)</td> <td rowspan="3">70</td> </tr> <tr> <td>隔離弁用アキュムレータから内側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで</td> </tr> <tr> <td>隔離弁用アキュムレータから外側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで</td> </tr> <tr> <td>KVA1-24 から非常用排気設備アキュムレータまで</td> <td rowspan="3">第 4 種管</td> <td rowspan="3">B<sup>#2</sup></td> <td rowspan="3">空気</td> <td rowspan="3">9.8kgf/cm<sup>2</sup> (0.9611MPa)</td> <td rowspan="3">55</td> </tr> <tr> <td>非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで</td> </tr> <tr> <td>KVA1-25 から非常用排気設備アキュムレータまで</td> </tr> <tr> <td>非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="949 1214 1727 1246">※1 設置時からの変更はないため、本申請の申請範囲外である。</p> <p data-bbox="949 1254 1861 1326">※2 設置時に A クラス設備として定ピッチスパン法を用いて設計しているため、耐震性再評価の必要なし。耐震クラス変更のため申請。</p>					名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力	最高使用温度(℃)	KVA0-82 から隔離弁用アキュムレータまで	第 4 種管	B <sup>#1</sup>	空気	9.8kgf/cm <sup>2</sup> (0.9611MPa)	70	隔離弁用アキュムレータから内側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで	隔離弁用アキュムレータから外側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで	KVA1-24 から非常用排気設備アキュムレータまで	第 4 種管	B <sup>#2</sup>	空気	9.8kgf/cm <sup>2</sup> (0.9611MPa)	55	非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで	KVA1-25 から非常用排気設備アキュムレータまで	非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで						
名称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力	最高使用温度(℃)																													
KVA0-82 から隔離弁用アキュムレータまで	第 4 種管	B <sup>#1</sup>	空気	9.8kgf/cm <sup>2</sup> (0.9611MPa)	70																													
隔離弁用アキュムレータから内側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで																																		
隔離弁用アキュムレータから外側隔離弁の圧縮空気配管の接続部まで																																		
KVA1-24 から非常用排気設備アキュムレータまで	第 4 種管	B <sup>#2</sup>	空気	9.8kgf/cm <sup>2</sup> (0.9611MPa)	55																													
非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで																																		
KVA1-25 から非常用排気設備アキュムレータまで																																		
非常用排気設備アキュムレータから非常用排気設備の切替弁の圧縮空気配管の接続部まで																																		



5-10. 原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。



原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性						
<p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>リ 原子炉格納施設の構造及び設備</p> <p>(2) 設計圧力及び設計温度並びに漏えい率</p> <p>設計圧力 常圧</p> <p>設計温度 常温</p> <p>漏えい率 10%/日以下（原子炉建家内負圧約 20mm 水柱（約 196Pa））</p> <p>(3) その他の主要な事項</p> <p>(i) 原子炉建家換気空調設備</p> <p>通常運転時に原子炉建家内の空気の温度調和及び放射性物質の除去低減のための設備を設ける。</p> <p>空気調和機</p> <p>基数 1 基</p> <p>容量 約 46,000m<sup>3</sup>/h</p> <p>排気系排風機</p> <p>基数 4 基</p> <p>容量 約 46,000m<sup>3</sup>/h</p> <p>空気浄化装置</p> <p>基数 3 基（炉室排気系 2 基、実験利用設備排気系 1 基）</p> <p>(ii) 非常用排気設備</p> <p>非常用排気設備は、事故時に放射性物質の環境への放出を抑制する。</p> <p>空気浄化装置（容量の「%」は全容量に対する割合）</p> <p>基数 2 基</p> <p>容量 約 100%/基</p> <p>よう素除去効率 97%以上</p>	<p>第 16 編 原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 原子炉建家について、1. 構成及び申請範囲のイ. の設備の機能により通常運転時及び放射性物質の放出を伴う設計基準事故時において負圧の維持ができること。</p> <p>(2) 原子炉建家について、1. 構成及び申請範囲のロ. の設備の機能により以下に示す漏えい率を満たすこと。</p> <table border="1" data-bbox="981 778 1756 967"> <tr> <td>設計圧力</td> <td>常圧</td> </tr> <tr> <td>設計温度</td> <td>常温</td> </tr> <tr> <td>漏えい率</td> <td>10%/日以下 (原子炉建家内負圧約 20mm 水柱 (約 196Pa))</td> </tr> </table> <p>3.2 設計仕様</p> <p>本申請に係る各設備の設計仕様は、次に示すとおりである。</p> <p>なお、本申請に係る設備は全て既設もしくは認可済み※であり、本申請にて新たに工事を実施するものではない。</p> <p>(中略)</p> <p>(1) 負圧維持に係る設備</p> <p>通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であ</p>	設計圧力	常圧	設計温度	常温	漏えい率	10%/日以下 (原子炉建家内負圧約 20mm 水柱 (約 196Pa))	<p>整合性</p> <p>本設工認申請の設計条件及び設計仕様は、原子炉設置変更許可申請書（以下「許可申請書」という。）の記載と整合している。</p>
設計圧力	常圧							
設計温度	常温							
漏えい率	10%/日以下 (原子炉建家内負圧約 20mm 水柱 (約 196Pa))							

原子炉設置変更許可申請書（別冊 3 本文）	設計及び工事の計画の認可申請書		整合性																																										
排風機 基数 2 基 容量 約 90m <sup>3</sup> /h	<p>ることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</p> <p>また、非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</p> <table border="1" data-bbox="994 531 1729 1342"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>仕様</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">原子炉建家</td> <td>円筒壁</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>屋根</td> <td>鉄骨造</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">原子炉建家排気設備</td> <td rowspan="2">炉室排気系</td> <td>排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 20600 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> <td rowspan="6">通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">実験利用設備排気系</td> <td>排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 4400 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">オイルダンパ系</td> <td>オイルダンパ</td> <td>型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SGP</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉建家換気空調設備</td> <td>炉室給気系</td> <td>空気調和機 (送風機)</td> <td>容量 25000 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非常用排気設備</td> <td>排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 90 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> <td rowspan="2">非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)</td> </tr> </tbody> </table>		名称		仕様	備考	原子炉建家	円筒壁	鉄筋コンクリート造	—	屋根	鉄骨造	—	原子炉建家排気設備	炉室排気系	排風機	型式 遠心式 容量 20600 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。	主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)	実験利用設備排気系	排風機	型式 遠心式 容量 4400 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	主ダクト	主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP	オイルダンパ系	オイルダンパ	型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1	主ダクト	主要材料 SGP	原子炉建家換気空調設備	炉室給気系	空気調和機 (送風機)	容量 25000 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2		主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)	非常用排気設備	排風機	型式 遠心式 容量 90 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。		主ダクト	主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)	<p>注) 2 基の送風機で 1 基の空気調和機を構成している。</p>
名称		仕様	備考																																										
原子炉建家	円筒壁	鉄筋コンクリート造	—																																										
	屋根	鉄骨造	—																																										
原子炉建家排気設備	炉室排気系	排風機	型式 遠心式 容量 20600 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。																																									
		主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)																																										
	実験利用設備排気系	排風機	型式 遠心式 容量 4400 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2																																										
		主ダクト	主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP																																										
	オイルダンパ系	オイルダンパ	型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1																																										
		主ダクト	主要材料 SGP																																										
原子炉建家換気空調設備	炉室給気系	空気調和機 (送風機)	容量 25000 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2																																										
		主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)																																										
非常用排気設備	排風機	型式 遠心式 容量 90 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。																																										
		主ダクト		主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)																																									

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																
<p>14. 換気空調設備</p> <p>14.1 概要</p> <p>換気空調設備は、原子炉建家、実験利用棟、燃料管理施設、使用済燃料貯槽室及び事務管理棟の各建物の換気空調設備で構成する。建家内各室の雰囲気所定の温湿度に維持し、適切な換気及び放射性物質の浄化を行い、従事者等の雰囲気内立入りによる放射線被ばくの防止を行い、かつ大気への放射性物質の放出を低減させる。</p> <p>14.2 設計方針</p> <p>換気空調設備は、次の方針に従い設計する。</p> <p>(2) 原子炉建家内を大気圧より負圧に維持できるように設計する。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>(5) 設計基準事故時に原子炉建家を外部と遮断するため、原子炉建家を貫通する給排気風道に隔離弁を設ける。</p> <p>14.3 主要設備</p> <p>14.3.1 原子炉建家換気空調設備</p> <p>原子炉建家の換気空調設備は、炉室給気系、炉室排気系、実験利用設備排気系及びオイルダンパ系で構成する。設備仕様を第14.3-1表に、系統図を第14.3-1図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第14.3-1表 原子炉建家換気空調設備の設備仕様</p> <table border="1" data-bbox="190 1142 972 1361"> <tr> <td colspan="2">(1) 炉室給気系</td> </tr> <tr> <td colspan="2">空気調和機</td> </tr> <tr> <td>型式</td> <td>粗フィルタ、冷却コイル、加熱コイル、加湿器内蔵型</td> </tr> <tr> <td>基数</td> <td>1基</td> </tr> <tr> <td colspan="2">送風機</td> </tr> </table>	(1) 炉室給気系		空気調和機		型式	粗フィルタ、冷却コイル、加熱コイル、加湿器内蔵型	基数	1基	送風機		<p>第16編 原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 原子炉建家について、1. 構成及び申請範囲のイ. の設備の機能により通常運転時及び放射性物質の放出を伴う設計基準事故時において負圧の維持ができること。</p> <p>(2) 原子炉建家について、1. 構成及び申請範囲のロ. の設備の機能により以下に示す漏えい率を満たすこと。</p> <table border="1" data-bbox="1003 778 1769 967"> <tr> <td>設計圧力</td> <td>常圧</td> </tr> <tr> <td>設計温度</td> <td>常温</td> </tr> <tr> <td>漏えい率</td> <td>10%/日以下 (原子炉建家内負圧約20mm水柱 (約196Pa))</td> </tr> </table> <p>3.2 設計仕様</p> <p>本申請に係る各設備の設計仕様は、次に示すとおりである。</p> <p>なお、本申請に係る設備は全て既設もしくは認可済み*であり、本申請にて新たに工事を実施するものではない。</p> <p style="text-align: center;">(中略)</p> <p>(1) 負圧維持に係る設備</p> <p>通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であ</p>	設計圧力	常圧	設計温度	常温	漏えい率	10%/日以下 (原子炉建家内負圧約20mm水柱 (約196Pa))	<p>整合性</p> <p>本設工認申請の設計条件及び設計仕様は、許可申請書の記載と整合している。</p>
(1) 炉室給気系																		
空気調和機																		
型式	粗フィルタ、冷却コイル、加熱コイル、加湿器内蔵型																	
基数	1基																	
送風機																		
設計圧力	常圧																	
設計温度	常温																	
漏えい率	10%/日以下 (原子炉建家内負圧約20mm水柱 (約196Pa))																	

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																																										
<p>基数 2基 容量 50%/基 隔離弁 型式 空気作動式 基数 2基</p> <p>(2) 炉室排気系 空気浄化装置 型式 粗フィルタ及び微粒子フィルタ内蔵型 基数 2基 容量 50%/基</p> <p>排風機 基数 2基 容量 50%/基 隔離弁 型式 空気作動式 基数 4基</p> <p>(3) 実験利用設備排気系 空気浄化装置 型式 粗フィルタ及び微粒子フィルタ内蔵型 基数 1基</p> <p>排風機 基数 2基 容量 50%/基 隔離弁 型式 空気作動式 基数 2基</p> <p>(4) オイルダンパ系 空気浄化装置 型式 粗フィルタ及び微粒子フィルタ内蔵型 基数 1基</p>	<p>ることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</p> <p>また、非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</p> <table border="1" data-bbox="1016 531 1753 1342"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th colspan="2">仕様</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" rowspan="2">原子炉建家</td> <td>円筒壁</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>屋根</td> <td>鉄骨造</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">原子炉建家排気設備</td> <td rowspan="2">炉室排気系</td> <td rowspan="2">排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 20600 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> <td rowspan="6">通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">実験利用設備排気系</td> <td rowspan="2">排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 4400 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">オイルダンパ系</td> <td rowspan="2">オイルダンパ</td> <td>型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SGP</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉建家換気空調設備</td> <td rowspan="2">炉室給気系</td> <td rowspan="2">空気調和機 (送風機)</td> <td>容量 25000 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SS41 (SS400)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非常用排気設備</td> <td rowspan="2">排風機</td> <td>型式 遠心式 容量 90 (Nm<sup>3</sup>/h/個) 個数 2</td> <td rowspan="2">非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</td> </tr> <tr> <td>主ダクト</td> <td>主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)</td> </tr> </tbody> </table>	名称		仕様		備考	原子炉建家		円筒壁	鉄筋コンクリート造	—	屋根	鉄骨造	—	原子炉建家排気設備	炉室排気系	排風機	型式 遠心式 容量 20600 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。	主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)	実験利用設備排気系	排風機	型式 遠心式 容量 4400 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	主ダクト	主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP	オイルダンパ系	オイルダンパ	型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1	主ダクト	主要材料 SGP	原子炉建家換気空調設備	炉室給気系	空気調和機 (送風機)	容量 25000 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)	非常用排気設備	排風機	型式 遠心式 容量 90 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。	主ダクト	主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)	
名称		仕様		備考																																								
原子炉建家		円筒壁	鉄筋コンクリート造	—																																								
		屋根	鉄骨造	—																																								
原子炉建家排気設備	炉室排気系	排風機	型式 遠心式 容量 20600 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	通常運転時の負圧維持は、給排気量が一定であることにより担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。																																								
			主ダクト		主要材料 SS41 (SS400)																																							
	実験利用設備排気系	排風機	型式 遠心式 容量 4400 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2																																									
			主ダクト		主要材料 SS41 (SS400) 又は SGP																																							
	オイルダンパ系	オイルダンパ	型式 油入式油面の高さ 48 (mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1																																									
			主ダクト		主要材料 SGP																																							
原子炉建家換気空調設備	炉室給気系	空気調和機 (送風機)	容量 25000 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2																																									
			主ダクト	主要材料 SS41 (SS400)																																								
非常用排気設備	排風機	型式 遠心式 容量 90 (Nm <sup>3</sup> /h/個) 個数 2	非常用排気設備作動時は、建家の給気が停止した状態で排風機による排気のみとなり、負圧が極度に高くなるとオイルダンパ系より吸気される。このため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。																																									
		主ダクト		主要材料 SUS304TP (原子炉建家内) STPG38 (STPG370)																																								

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性													
<p data-bbox="230 272 405 339">オイルダンパ 基数 1基</p>	<p data-bbox="1093 308 1771 448">(2) 原子炉建家の漏えい率に係る設備 原子炉建家の気密性は、原子炉建家とその貫通部の気密性により担保されるため、原子炉建家屋根の新設による建家容積の変化の影響はない。</p> <table border="1" data-bbox="1016 496 1751 675"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" rowspan="2">原子炉建家</td> <td>円筒壁</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> </tr> <tr> <td>屋根</td> <td>鉄骨造</td> </tr> <tr> <td>原子炉建家排気設備</td> <td>オイルダンパ系</td> <td>オイルダンパ</td> <td>形式 油入式 油面の高さ 48(mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1</td> </tr> </tbody> </table>	名称		仕様	原子炉建家		円筒壁	鉄筋コンクリート造	屋根	鉄骨造	原子炉建家排気設備	オイルダンパ系	オイルダンパ	形式 油入式 油面の高さ 48(mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1	
名称		仕様													
原子炉建家		円筒壁	鉄筋コンクリート造												
		屋根	鉄骨造												
原子炉建家排気設備	オイルダンパ系	オイルダンパ	形式 油入式 油面の高さ 48(mm) 主要材料 SS41 (SS400) 個数 1												

原子炉設置変更許可申請書 (別冊3 添付書類八)

設計及び工事の計画の認可申請書

整合性

名称		弁番号	仕様	
隔離弁	原子炉建家排気設備	炉室排気系	KVV1-75	主要寸法 (呼び径 A) 600 主要材料 SCS13 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家内側
			KVV1-73	主要寸法 (呼び径 A) 900 主要材料 SCPH2 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家内側
			KVV0-76	主要寸法 (呼び径 A) 600 主要材料 SCS13 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家外側
			KVV0-74	主要寸法 (呼び径 A) 900 主要材料 SCPH2 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家外側
	実験利用設備排気系	KVV1-77	主要寸法 (呼び径 A) 500 主要材料 SCS13 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家内側	
		KVV0-78	主要寸法 (呼び径 A) 500 主要材料 SCS13 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家外側	
	原子炉建家換気空調設備	炉室給気系	KVV1-72	主要寸法 (呼び径 A) 1100 主要材料 SCPH2 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家内側
			KVV5-71	主要寸法 (呼び径 A) 1100 主要材料 SCPH2 駆動方式 空気作動 個数 1 設置箇所 原子炉建家外側

原子炉設置変更許可申請書（別冊3添付書類八）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>1.3 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>（原子炉格納施設）</p> <p>第二十七条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉格納施設を設けなければならない。</p> <p>一 通常運転時に、その内部を負圧状態に維持し得るものであり、かつ、所定の漏えい率を超えることがないものとする。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあつては、この限りでない。</p> <p>二 設計基準事故時において、公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、原子炉格納施設から放出される放射性物質を低減するものとする。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあつては、この限りでない。</p> </div> <p>適合のための設計方針</p> <p>原子炉格納施設は、次の方針により設計する。</p> <p>(1) 原子炉建家に設ける炉室給気系及び炉室排気系は、建家内を適切な負圧に維持するように設計する。</p> <p>(2) 放射性物質の放出を伴うような設計基準事故時には、放射性物質の放散を防止するため原子炉建家の炉室給気系及び炉室排気系の隔離弁を閉鎖し、非常用排気設備により負圧を維持する設計とする。さらに、負圧維持のための排気は、フィルタを介し、放射性物質の濃度と放出量の低減化を図る設計とする。</p> <p>(3) 原子炉建家の漏えい率を、10%/日以下（原子炉建家内負圧約20mm水柱（196Pa））となるよう設計する。</p>	<p>添付書類 1-10. 原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性</p> <p style="text-align: center;">（中略）</p> <p>1. 通常運転時に原子炉建家内を適切な負圧に維持できるよう原子炉建家排気設備及び原子炉建家換気空調設備を設けている。また、原子炉建家、原子炉建家排気設備及び原子炉建家換気空調設備は、原子炉建家の漏えい率が10%/日以下となるよう設計されている。</p> <p>2. 非常用排気設備については、「JRR-3の改造（その5）」（昭和61年12月26日付け61原研19第35号をもって申請し、昭和62年4月6日付け61安（原規）第218号をもって認可）にて認可を受け、平成2年10月16日付け60安（原規）第173号をもって使用前検査に合格しているため、本申請の申請範囲外である。</p>	





5-1-1. 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書

原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性を次に示す。

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>9. 試験研究用等原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項</p> <p>試験研究用等原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項について、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「機構」という。）は、次の品質管理体制の計画（以下「品質管理計画」という。）に定める要求事項に従って、保安活動の計画、実施、評価及び改善を行う。</p> <p style="text-align: center;"><b>【品質管理計画】</b></p> <p>1. 目的 機構は、原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第2号）に基づき、原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制を品質マネジメントシステムとして構築し、原子力の安全を確保する。</p> <p>2. 適用範囲 本品質管理計画は、原子炉施設において実施する保安活動に適用する。</p> <p>3. 定義 本品質管理計画における用語の定義は、原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則及び原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則の解釈に従うものとする。</p>	<p>原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書（QS-P10）</p> <p>本品質マネジメント計画書において原子力施設検査室長とあるのは、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定」の変更認可が下り原子力施設検査室を設置するまでの間は、原子力施設検査準備室長と読み替える。</p> <p>1. 目的 本品質マネジメント計画書は、原子力科学研究所（以下「研究所」という。）の原子炉施設及び核燃料物質使用施設等（以下「原子炉施設等」という。）における保安活動に関して、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定」（以下「保安規定」という。）並びに原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第2号）に基づき、原子炉施設等の安全の確保・維持・向上を図るための保安活動に係る品質マネジメントシステムを構築し、実施し、評価確認し、継続的に改善することを目的として定める。</p> <p>2. 適用範囲 本品質マネジメント計画書の第4章から第8章までは、建設段階、運転段階及び廃止段階の原子炉施設等において実施する保安活動に適用する。第9章は、使用施設等（令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しないものに限る。）について適用する。</p> <p>3. 定義 本品質マネジメント計画書における用語の定義は、次の事項を除き、原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則及び原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則の解釈並びに JIS Q 9000：2015 品質マネジメントシステム－基本及び用語に従うものとする。</p> <p>(1) 本部 機構の本部組織（以下「本部」という。）は、統括監査の職、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長をいう。</p> <p>(2) 部長 保安管理部長、工務技術部長、放射線管理部長、バックエンド技術部長、研究炉加速器</p>	<p>原子炉施設変更許可申請書（共通編本文）に記載した品質管理計画を受け、「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第2号）」に適合するように策定した「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書（QS-P10）」により設計及び工事の品質管理を行うため整合している。</p>

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>4. 品質マネジメントシステム</p> <p>4.1 一般要求事項</p> <p>(1) 保安に係る各組織は、本品質管理計画に従い、保安活動に係る品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その有効性を維持するために、継続的に改善する。</p> <p>(2) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて品質マネジメントシステムを構築し、運用する。その際、次の事項を考慮する。</p> <p>a) 原子炉施設、組織又は個別業務の重要度及びこれらの複雑さの程度</p> <p>b) 原子炉施設若しくは機器等の品質又は保安活動に関連する原子力の安全に影響を及ぼすおそれのあるもの及びこれらに関連する潜在的影響の大きさ</p> <p>c) 機器等の故障若しくは通常想定されない事象の発生又は保安活動が不適切に計画され、若しくは実行された場合に起こり得る影響</p> <p>(3) 保安に係る各組織は、原子炉施設に適用される関係法令及び規制要求事項を明確にし、品質マネジメントシステムに必要な文書に反映する。</p> <p>(4) 保安に係る各組織は、品質マネジメントシステムに必要なプロセス及びそれらの組織への適用を明確にする。また、保安活動の各プロセスにおいて次の事項を実施する。</p> <p>a) プロセスの運用に必要な情報及び当該プロセスにより達成される結果を明確にする。</p> <p>b) プロセスの順序及び相互関係（組織内のプロセス間の相互関係を含む。）を明確にする。</p> <p>c) プロセスの運用及び管理のいずれもが効果的であることを確実にするために、必要な保安活動の状況を示す指標（該当する安全実績指標を含む。以下「保安活動指標」という。）並びに判断基準及び方法を明確にする。</p> <p>d) プロセスの運用並びに監視及び測定に必要な資源及び情報が利用できる体制を確保する（責任及び権限の明確化を含む。）。</p> <p>e) プロセスの運用状況を監視及び測定し、分析する。ただし、監視及び測定することが困難な場合は、この限りでない。</p> <p>f) プロセスについて、業務の計画どおりの結果を得るため、かつ、有効性を維持するために必要な処置（プロセスの変更を含む。）を行う。</p> <p>g) プロセス及び組織を品質マネジメントシステムと整合のとれたものにする。</p> <p>h) 意思決定のプロセスにおいて対立が生じた場合には、原子力の安全が確保されるように適切に解決する。これにはセキュリティ対策と原子力の安全に係る対策とが互いに与える潜在的な影響を特定し、解決することを含む。</p>	<p>技術部長、臨界ホット試験技術部長及び原子力施設検査室長をいう。</p> <p>4. 品質マネジメントシステム</p> <p>4.1 一般要求事項</p> <p>(1) 保安に係る各組織は、本品質マネジメント計画書に従い、保安活動に係る品質マネジメントシステムを構築し、文書化し、実施し、維持するとともに、その有効性を評価し、継続的に改善する。</p> <p>(2) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて品質マネジメントシステムを構築し、運用する。その際、次の事項を考慮する。</p> <p>a) 原子炉施設等、組織又は個別業務の重要度及びこれらの複雑さの程度</p> <p>b) 原子炉施設等若しくは機器等の品質又は保安活動に関連する原子力の安全に影響を及ぼすおそれのあるもの及びこれらに関連する潜在的影響の大きさ</p> <p>c) 機器等の故障若しくは通常想定されない事象の発生又は保安活動が不適切に計画され、若しくは実行された場合に起こり得る影響</p> <p>(3) 保安に係る各組織は、原子炉施設等に適用される関係法令及び規制要求事項を明確にし、品質マネジメントシステムに必要な文書に反映する。</p> <p>(4) 保安に係る各組織は、品質マネジメントシステムに必要なプロセス及びそれらの組織への適用を明確にする。また、保安活動の各プロセスにおいて次の事項を実施する。図4.1に基本プロセスと各組織への適用に関する「品質マネジメントシステム体系図」を示す。</p> <p>a) プロセスの運用に必要な情報及び当該プロセスにより達成される結果を明確にする。</p> <p>b) これらのプロセスの順序及び相互関係（組織内のプロセス間の相互関係を含む。）を明確にする。図4.2に本品質マネジメント計画書の「品質マネジメントシステムプロセス関連図」を示す。</p> <p>c) これらのプロセスの運用及び管理のいずれもが効果的であることを確実にするために、必要な保安活動の状況を示す指標（該当する安全実績指標を含む。以下「保安活動指標」という。）並びに判断基準及び方法を明確にする。（5.4.1、7.1、8.2.3、8.2.4参照）</p> <p>d) これらのプロセスの運用並びに監視及び測定に必要な資源及び情報が利用できる体制を確保する（責任及び権限の明確化を含む。）。（8.2.3参照）</p> <p>e) これらのプロセスの運用状況を監視及び測定し、分析する。ただし、監視及び測定することが困難な場合は、この限りでない。</p> <p>f) これらのプロセスについて、「7.1業務の計画」どおりの結果を得るため、かつ、有効性を維持するために必要な処置（プロセスの変更を含む。）を行う。</p> <p>g) これらのプロセス及び組織を品質マネジメントシステムと整合のとれたものにする。</p> <p>h) 意思決定のプロセスにおいて対立が生じた場合には、原子力の安全が確保されるように適切に解決する。これにはセキュリティ対策と原子力の安全に係る対策とが互いに与える潜在的な影響を特定し、解決することを含む。（7.2.2、7.5.2参照）</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>i) 健全な安全文化を育成し、維持するための取組を実施する。</p> <p>(5) 保安に係る各組織は、業務・原子炉施設に係る要求事項への適合に影響を与える保安活動のプロセスを外部委託する場合には、当該プロセスの管理の方式及び程度を明確にし、管理する。</p> <p>(6) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて、資源の適切な配分を行う。</p> <p>4.2 文書化に関する要求事項</p> <p>4.2.1 一般</p> <p>品質マネジメントシステムに関する文書について、保安活動の重要度に応じて作成し、次の文書体系の下に管理する。</p> <p>(1) 品質方針及び品質目標</p> <p>(2) 品質マニュアル</p> <p>(3) 規則が要求する手順</p> <p>(4) プロセスの効果的な計画、運用及び管理を確実に実施するために必要と判断した指示書、図面等を含む文書</p> <p>4.2.2 品質マニュアル</p> <p>理事長は、本品質管理計画に基づき、品質マニュアルとして、次の事項を含む品質マネジメント計画を策定し、維持する。</p> <p>a) 品質マネジメントシステムの適用範囲（適用組織を含む。）</p> <p>b) 保安活動の計画、実施、評価、改善に関する事項</p> <p>c) 品質マネジメントシステムのために作成した文書の参照情報</p>	<p>i) 健全な安全文化を育成し、維持するための取組を実施する。</p> <p>(5) 保安に係る各組織は、業務・原子炉施設等に係る要求事項への適合に影響を与える保安活動のプロセスを外部委託する場合には、当該プロセスの管理の方式及び程度を「7.4 調達」に従って明確にし、管理する。</p> <p>(6) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて、資源の適切な配分を行う。(6. 参照)</p> <p>4.2 文書化に関する要求事項</p> <p>4.2.1 一般</p> <p>理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムに関する文書について、保安活動の重要度に応じて作成し、次の文書体系の下に管理する。また、表 4.2.1 に原子炉施設等に係る品質マネジメントシステム文書を示す。</p> <p>(1) 品質方針及び品質目標</p> <p>(2) 一次文書 本品質マネジメント計画書</p> <p>(3) 二次文書 この計画書が要求する手順及び組織が必要と判断した規則等の文書及び記録</p> <p>(4) 三次文書 組織内のプロセスの効果的な計画、運用及び管理を確実に実施するために、二次文書以外に組織が必要と判断した指示書、図面等を含む文書及び記録</p> <div data-bbox="1397 1157 2347 1644" data-label="Diagram"> <p style="text-align: center;">文書体系図</p> </div> <p>4.2.2 品質マネジメント計画書</p> <p>理事長は、次の事項を含む本品質マネジメント計画書を策定し、必要に応じ見直し、維持する。</p> <p>a) 品質マネジメントシステムの適用範囲（適用組織を含む。）</p> <p>b) 保安活動の計画、実施、評価、改善に関する事項</p> <p>c) 品質マネジメントシステムのために作成した文書の参照情報</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>d) 品質マネジメントシステムのプロセス間の相互関係</p> <p>4.2.3 文書管理</p> <p>(1) 保安に係る組織は、品質マネジメントシステムで必要とされる文書を管理し、不適切な使用又は変更を防止する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、適切な品質マネジメント文書が利用できるよう、次に掲げる管理の方法を定めた手順を作成する。これには、文書改定時等の必要な時に当該文書作成時に使用した根拠等の情報が確認できることを含む。</p> <p>a) 発行前に、適切かどうかの観点から文書の妥当性をレビューし、承認する。</p> <p>b) 文書は定期的に改定の必要性についてレビューする。また、改定する場合は、文書作成時と同様の手続で承認する。</p> <p>c) 文書の妥当性のレビュー及び見直しを行う場合は、対象となる実施部門の要員を参加させる。</p> <p>d) 文書の変更内容の識別及び最新の改定版の識別を確実にする。</p> <p>e) 該当する文書の最新の改定版又は適切な版が、必要なときに、必要なところで使用可能な状態にあることを確実にする。</p> <p>f) 文書は、読みやすくかつ容易に識別可能な状態であることを確実にする。</p> <p>g) 品質マネジメントシステムの計画及び運用のために組織が必要と決定した外部からの文書を明確にし、その配付が管理されていることを確実にする。</p> <p>h) 廃止文書が誤って使用されないようにする。また、これらを何らかの目的で保持する場合には、適切に識別し、管理する。</p> <p>4.2.4 記録の管理</p> <p>(1) 保安に係る組織は、要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの効果的運用の証拠を示すために作成する記録の対象を明確にし、管理する。また、記録は、読みやすく、容易に識別可能かつ検索可能とする。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、記録の識別、保管、保護、検索の手順、保管期間及び廃棄に関する管理の方法を定めた手順を作成する。</p> <p>5. 経営者等の責任</p> <p>5.1 経営者の関与</p> <p>理事長は、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、責任をもって品質マネジメントシステムの構築、実施及びその有効性を継続的に改善していることを実証するために、次の事項を行う。</p>	<p>d) 品質マネジメントシステムのプロセス間の相互関係</p> <p>4.2.3 文書管理</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、統括監査の職、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムで必要とされる文書を管理し、不適切な使用又は変更を防止する。ただし、記録となる文書は、「4.2.4 記録の管理」に規定する要求事項に従って管理する。</p> <p>(2) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部の「文書及び記録管理要領」を定め、所長は、「原子力科学研究所文書及び記録の管理要領」を定め、部長は、各部の文書及び記録の管理要領を定め、次に掲げる業務に必要な管理の手順を規定する。</p> <p>a) 発行前に、適切かどうかの観点から文書の妥当性をレビューし、承認する。</p> <p>b) 文書は定期的に改定の必要性についてレビューする。また、改定する場合は、文書作成時と同様の手続で承認する。</p> <p>c) 文書の妥当性のレビュー及び見直しを行う場合は、対象となる実施部門の要員を参加させる。</p> <p>d) 文書の変更内容の識別及び最新の改定版の識別を確実にする。</p> <p>e) 該当する文書の最新の改定版又は適切な版が、必要なときに、必要なところで使用可能な状態にあることを確実にする。</p> <p>f) 文書は、読みやすくかつ容易に識別可能な状態であることを確実にする。</p> <p>g) 品質マネジメントシステムの計画及び運用のために組織が必要と決定した外部からの文書を明確にし、その配付が管理されていることを確実にする。</p> <p>h) 廃止文書が誤って使用されないようにする。また、これらを何らかの目的で保持する場合には、適切に識別し、管理する。</p> <p>i) 文書の改定時等の必要な時に文書作成時に使用した根拠等が確認できるようにする。</p> <p>4.2.4 記録の管理</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、統括監査の職、所長、部長及び課長は、要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの効果的運用の証拠を示すために作成する記録の対象を明確にし、管理する。</p> <p>(2) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部の「文書及び記録管理要領」を定め、所長は、「原子力科学研究所文書及び記録の管理要領」を定め、部長は、各部の文書及び記録の管理要領を定め、次に掲げる管理の手順を規定する。</p> <p>a) 記録の識別、保管、保護、検索の手順、保管期間及び廃棄に関する管理を行う。</p> <p>b) 記録は、読みやすく、容易に識別可能かつ検索可能とする。</p> <p>5. 経営者等の責任</p> <p>5.1 経営者の関与</p> <p>理事長は、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、責任を持って品質マネジメントシステムの構築、実施及びその有効性を継続的に改善していることを実証するために、次の事項を行う。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>a) 品質方針を設定する。</p> <p>b) 品質目標が設定されていることを確実にする。</p> <p>c) 要員が、健全な安全文化を育成し、維持する取組に参画できる環境を整える。</p> <p>d) マネジメントレビューを実施する。</p> <p>e) 資源が使用できることを確実にする。</p> <p>f) 関係法令・規制要求事項を遵守すること及び原子力の安全を確保することの重要性を、組織内に周知する。</p> <p>g) 保安活動に関して、担当する業務について理解し遂行する責任を持つことを要員に認識させる。</p> <p>h) 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。</p> <p>5.2 原子力の安全の重視</p> <p>理事長は、原子力の安全の確保を最優先に位置付け、組織の意思決定の際には、業務・原子炉施設に対する要求事項に適合し、かつ、原子力の安全がその他の事由によって損なわれないようにすることを確実にする。</p> <p>5.3 品質方針</p> <p>理事長は、次に掲げる事項を満たす品質方針を設定する。これには、安全文化を育成し維持することに関するものを含む。</p> <p>a) 組織の目的及び状況に対して適切である。</p> <p>b) 要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善に対して責任を持って関与することを含む。</p> <p>c) 品質目標の設定及びレビューのための枠組みを与える。</p> <p>d) 組織全体に伝達され、理解される。</p> <p>e) 品質マネジメントシステムの継続的な改善に責任を持って関与することを含む。</p> <p>5.4 計画</p> <p>5.4.1 品質目標</p> <p>(1) 理事長は、保安に係る組織において、毎年度、品質目標（業務・原子炉施設に対する要求事項を満たすために必要な目標を含む。）が設定されていることを確実にする。また、保安活動の重要度に応じて、品質目標を達成するための計画が作成されることを確実にする。</p> <p>(2) 品質目標は、その達成度が判定可能で、品質方針と整合がとれていることを確実にする。</p> <p>5.4.2 品質マネジメントシステムの計画</p>	<p>a) 品質方針を設定する。(5.3 参照)</p> <p>b) 品質目標が設定されていることを確実にする。(5.4.1 参照)</p> <p>c) 要員が、健全な安全文化を育成し、維持する取組に参画できる環境を整える。</p> <p>d) マネジメントレビューを実施する。(5.6 参照)</p> <p>e) 資源が使用できることを確実にする。(6. 参照)</p> <p>f) 関係法令・規制要求事項を遵守すること及び原子力の安全を確保することの重要性を、組織内に周知する。</p> <p>g) 保安活動に関して、担当する業務について理解し、遂行する責任を持つことを要員に認識させる。</p> <p>h) 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。</p> <p>5.2 原子力の安全の重視</p> <p>理事長は、原子力の安全の確保を最優先に位置付け、組織の意思決定の際には、業務・原子炉施設等に対する要求事項(7.2.1 及び 8.2.1 参照)に適合し、かつ、原子力の安全がその他の事由によって損なわれないようにすることを確実にする。</p> <p>5.3 品質方針</p> <p>理事長は、次に掲げる事項を満たす「原子力安全に係る品質方針」を設定する。これには、安全文化を育成し維持することに関するもの及び施設管理に関する方針を含む。</p> <p>a) 組織の目的及び状況に対して適切である。</p> <p>b) 要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善に対して責任を持って関与することを含む。</p> <p>c) 品質目標の設定及びレビューのための枠組みを与える。</p> <p>d) 組織全体に伝達され、理解される。</p> <p>e) 品質マネジメントシステムの継続的な改善に責任を持って関与することを含む。</p> <p>5.4 計画</p> <p>5.4.1 品質目標</p> <p>(1) 理事長は、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長に、毎年度、品質目標（業務・原子炉施設等に対する要求事項を満たすために必要な目標（7.1 (4) b) 参照）を含む。）が設定されていることを確実にする。また、保安活動の重要度に応じて、品質目標を達成するための計画（7.1 (4) 参照）を作成するとき、次の事項を考慮させる。</p> <p>a) 実施事項</p> <p>b) 必要な資源</p> <p>c) 責任者の明確化</p> <p>d) 実施事項の完了時期</p> <p>e) 結果の評価方法</p> <p>(2) 品質目標は、その達成度が判定可能で、品質方針と整合がとれていることを確実にする。</p> <p>5.4.2 品質マネジメントシステムの計画</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(1) 理事長は、4.1項に規定する要求事項を満たすために、品質マネジメントシステムの実施に当たっての計画を策定する。</p> <p>(2) 理事長は、プロセス、組織等の変更を含む品質マネジメントシステムの変更を計画し、実施する場合には、管理責任者を通じて、その変更が品質マネジメントシステムの全体の体系に対して矛盾なく、整合性が取れていることをレビューすることにより確実にする。この場合において、保安活動の重要度に応じて、次の事項を適切に考慮する。</p> <p>a) 変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）</p> <p>b) 品質マネジメントシステムの有効性の維持</p> <p>c) 資源の利用可能性</p> <p>d) 責任及び権限の割当て</p> <p>5.5 責任、権限及びコミュニケーション</p> <p>5.5.1 責任及び権限</p> <p>理事長は、保安に係る組織の責任及び権限を明確にする。</p> <p>また、保安活動に係る業務のプロセスに関する手順となる文書を定めさせ、関係する要員が責任を持って業務を遂行するようにする。</p>	<p>(1) 理事長は、4.1項に規定する要求事項を満たすために、品質マネジメントシステムの構築と維持について、本品質マネジメント計画書を策定する。</p> <p>(2) 理事長は、プロセス、組織等の変更を含む品質マネジメントシステムの変更を計画し、実施する場合には、管理責任者を通じて、その変更が品質マネジメントシステムの全体の体系に対して矛盾なく、整合性が取れていることをレビューすることにより確実にする。この場合において、保安活動の重要度に応じて、次の事項を適切に考慮する。</p> <p>a) 変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）</p> <p>b) 品質マネジメントシステムの有効性の維持</p> <p>c) 資源の利用可能性</p> <p>d) 責任及び権限の割当て</p> <p>5.5 責任、権限及びコミュニケーション</p> <p>5.5.1 責任及び権限</p> <p>理事長は、原子炉施設等の保安規定に定める保安管理体制に基づき、保安に係る組織を図 5.5.1 保安管理組織図に定め、各組織の責任と権限を次のとおり定め、各組織を通じて全体に周知し、保安活動に係る要員が理解することを確実にする。</p> <p>また、保安活動に係る業務のプロセスに関する手順となる文書(4.2.1 参照)を定めさせ、保安に係る各組織の要員が自らの職務の範囲において、その保安活動の内容について説明する責任を持って業務を遂行するようにする。</p> <p>(1) 理事長 理事長は、原子炉施設等の保安に係る業務を総理する。</p> <p>(2) 統括監査の職 統括監査の職は、原子炉施設等の品質マネジメント活動に関する内部監査に係る業務を行う。</p> <p>(3) 管理責任者 管理責任者は、監査プロセスにおいては統括監査の職、本部（監査プロセスを除く。）においては安全・核セキュリティ統括部長、研究所においては原子力科学研究所担当理事（以下「研究所担当理事」という。）とする。各管理責任者は、品質マネジメントシステムに必要なプロセスを管理し、維持すること等を確実にする責任と権限を有する。（5.5.2 参照）</p> <p>(4) 安全・核セキュリティ統括部長 安全・核セキュリティ統括部長は、原子炉施設等の本部における品質マネジメント活動に係る業務、それに関する本部としての総合調整、指導及び支援の業務並びに中央安全審査・品質保証委員会の庶務に関する業務を行う。</p> <p>(5) 契約部長 契約部長は、原子炉施設等の調達管理に関する本部契約に係る業務を行う。</p> <p>(6) 研究所担当理事 研究所担当理事は、理事長を補佐し、原子炉施設等の保安に係る業務を統理する。</p> <p>(7) 原子炉主任技術者 原子炉主任技術者は、所掌する原子炉施設の運転に関する保安の監督を行う。</p> <p>(8) 所長 所長は、原子炉施設等の保安に係る業務を統括する。</p> <p>(9) 核燃料取扱主務者</p>	



原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>5.5.2 管理責任者</p> <p>(1) 理事長は、保安活動の実施部門の長、監査プロセスの長を管理責任者として任命する。また、理事長は、本部（監査プロセスを除く。）の管理責任者を本部の管理者の中から任命する。</p> <p>(2) 管理責任者は、与えられている他の責任と関わりなく、それぞれの領域において次に示す責任及び権限をもつ。</p> <p>a) 品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立、実施及び維持を確実にする。</p> <p>b) 品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性の有無について、理事長に報告する。</p> <p>c) 組織全体にわたって、安全文化を育成し、維持することにより、原子力の安全を確保するための認識を高めることを確実にする。</p> <p>d) 関係法令を遵守する。</p> <p>5.5.3 管理者</p> <p>(1) 理事長は、管理者に、所掌する業務に関して、次に示す責任及び権限を与えることを確実にする。また、必要に応じて、管理者に代わり、個別業務のプロセスを管理する責任者を置く場合は、その責任及び権限を文書で明確にする。</p> <p>a) 業務のプロセスが確立され、実施されるとともに、有効性を継続的に改善する。</p> <p>b) 業務に従事する要員の、業務・原子炉施設に対する要求事項についての認識を高める。</p> <p>c) 成果を含む業務の実施状況について評価する。</p> <p>d) 健全な安全文化を育成し、維持する取組を促進する。</p>	<p>核燃料取扱主務者は、所掌する使用施設等に関する保安の監督を行う。</p> <p>(10) 廃止措置施設保安主務者 廃止措置施設保安主務者は、研究所における原子炉施設の廃止措置に関する保安の監督を行う。</p> <p>(11) 部長 部長は、所掌する部署における品質保証活動を統括するとともに、推進する。</p> <p>(12) 課長 課長は、所掌する課における品質保証活動を行う。</p> <p>(13) 中央安全審査・品質保証委員会 中央安全審査・品質保証委員会は、理事長の諮問に応じ、品質保証活動の基本事項等について審議し、答申する。</p> <p>(14) 原子炉施設等安全審査委員会 原子炉施設等安全審査委員会は、所長からの諮問に応じ、原子炉施設の安全性の評価、設計内容等の妥当性を審議し、答申する。</p> <p>(15) 使用施設等安全審査委員会 使用施設等安全審査委員会は、所長からの諮問に応じ、使用施設等の安全性の評価、設計内容等の妥当性を審議し、答申する。</p> <p>(16) 品質保証推進委員会 品質保証推進委員会は、研究所における品質保証活動の基本的事項について審議する。</p> <p>5.5.2 管理責任者</p> <p>(1) 管理責任者は、監査プロセスにおいては統括監査の職、本部（監査プロセスを除く。）においては安全・核セキュリティ統括部長、研究所においては研究所担当理事とする。</p> <p>(2) 管理責任者は、与えられている他の責任と関わりなく、それぞれの領域において次に示す責任及び権限をもつ。</p> <p>a) 品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立、実施及び維持を確実にする。</p> <p>b) 品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性の有無について、理事長に報告する。</p> <p>c) 組織全体にわたって、安全文化を育成し、維持することにより、原子力の安全を確保するための認識を高めることを確実にする。</p> <p>d) 関係法令を遵守する。</p> <p>5.5.3 管理者</p> <p>(1) 理事長は、5.5.1に定める管理者に、所掌する業務に関して、次に示す責任及び権限を与えることを確実にする。</p> <p>a) 業務のプロセスが確立され、実施されるとともに、有効性を継続的に改善する。</p> <p>b) 業務に従事する要員の、業務・原子炉施設等に対する要求事項についての認識を高める。</p> <p>c) 成果を含む業務の実施状況について評価する（5.4.1及び8.2.3参照）。</p> <p>d) 健全な安全文化を育成し、維持する取組を促進する。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>e) 関係法令を遵守する。</p> <p>(2) 管理者は、前項の責任及び権限の範囲において、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、次に掲げる事項を確実に実施する。</p> <p>a) 品質目標を設定し、その目標の達成状況を確認するため、業務の実施状況を監視測定する。</p> <p>b) 要員が、原子力の安全に対する意識を向上し、かつ、原子力の安全への取組みを積極的に行えるようにする。</p> <p>c) 原子力の安全に係る意思決定の理由及びその内容を、関係する要員に確実に伝達する。</p> <p>d) 要員に、常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を定着させるとともに、要員が、積極的に原子炉施設の保安に関する問題の報告を行えるようにする。</p> <p>e) 要員が、積極的に業務の改善への貢献を行えるようにする。</p> <p>(3) 管理者は、品質マネジメントシステムの有効性を評価し、新たに取り組むべき改善の機会を捉えるため、年1回以上（年度末及び必要に応じて）、自己評価（安全文化について強化すべき分野等に係るものを含む。）を実施する。</p> <p>5.5.4 内部コミュニケーション</p> <p>理事長は、保安に係る組織内のコミュニケーションが適切に行われることを確実にする。また、マネジメントレビューを通じて、原子炉施設の品質マネジメントシステムの有効性に関する情報交換が行われることを確実にする。</p> <p>5.6 マネジメントレビュー</p> <p>5.6.1 一般</p> <p>(1) 理事長は、品質マネジメントシステムが、引き続き適切で、妥当で、かつ有効であることを確実にするために、年1回以上（年度末及び必要に応じて）、マネジメントレビューを実施する。</p> <p>(2) このレビューでは、品質マネジメントシステムの改善の機会の評価及び品質方針を含む品質マネジメントシステムの変更の必要性の評価も行う。</p> <p>5.6.2 マネジメントレビューへのインプット</p> <p>管理責任者は、マネジメントレビューへのインプット情報として、次の事項を含め報告する。</p>	<p>e) 関係法令を遵守する。</p> <p>(2) 管理者は、前項の責任及び権限の範囲において、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、次に掲げる事項を確実に実施する。</p> <p>a) 品質目標（5.4.1 参照）を設定し、その目標の達成状況を確認するため、業務の実施状況を監視測定する。</p> <p>b) 要員が、原子力の安全に対する意識を向上し、かつ、原子力の安全への取組を積極的に行えるようにする。</p> <p>c) 原子力の安全に係る意思決定の理由及びその内容を、関係する要員に確実に伝達する。</p> <p>d) 要員に、常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を定着させるとともに、要員が、積極的に原子炉施設等の保安に関する問題の報告を行えるようにする。</p> <p>e) 要員が、積極的に業務の改善への貢献を行えるようにする。</p> <p>(3) 管理者は、品質マネジメントシステムの有効性を評価し、新たに取り組むべき改善の機会を捉えるため、年1回以上（年度末及び必要に応じて）、自己評価（安全文化について強化すべき分野等に係るものを含む。）を実施する。</p> <p>5.5.4 内部コミュニケーション</p> <p>(1) 理事長は、組織内のコミュニケーションが適切に行われることを確実にするため、機構に中央安全審査・品質保証委員会を置くとともに、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、研究所担当理事、所長、部長及び課長に必要な会議、連絡書等を利用して保安に係る情報交換を行わせる。また、マネジメントレビューを通じて、原子炉施設等の品質マネジメントシステムの有効性に関する情報交換が行われることを確実にする。</p> <p>(2) 安全・核セキュリティ統括部長は、「中央安全審査・品質保証委員会の運営について」を定め、所長は、「原子炉施設等安全審査委員会規則」、「使用施設等安全審査委員会規則」及び「原子力科学研究所品質保証推進委員会規則」を定め、保安活動及び品質マネジメント活動の円滑な運営及び推進を図る。</p> <p>(3) 部長は、部内の品質保証審査機関についての要領を定め、品質マネジメント活動の円滑な運営及び推進を図る。</p> <p>5.6 マネジメントレビュー</p> <p>5.6.1 一般</p> <p>(1) 理事長は、品質マネジメントシステムが、引き続き適切で、妥当で、かつ有効であることを確実にするために、「マネジメントレビュー実施要領」に基づき、年1回以上（年度末及び必要に応じて）、マネジメントレビューを実施する。</p> <p>(2) このレビューでは、品質マネジメントシステムの改善の機会の評価及び品質方針を含む品質マネジメントシステムの変更の必要性の評価も行う。</p> <p>5.6.2 マネジメントレビューへのインプット</p> <p>(1) マネジメントレビューへのインプットには次の情報を含むものとする。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>a) 内部監査の結果</p> <p>b) 組織の外部の者からの意見</p> <p>c) 保安活動に関するプロセスの成果を含む実施状況（品質目標の達成状況を含む。）</p> <p>d) 使用前事業者検査、定期事業者検査及び使用前検査（以下「使用前事業者検査等」という。）並びに自主検査等の結果</p> <p>e) 安全文化を育成し、維持するための取組の実施状況（安全文化について強化すべき分野等に係る自己評価の結果を含む。）</p> <p>f) 関係法令の遵守状況</p> <p>g) 不適合並びに是正処置及び未然防止処置の状況</p> <p>h) 前回までのマネジメントレビューの結果に対する処置状況のフォローアップ</p> <p>i) 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更</p> <p>j) 改善のための提案</p> <p>k) 資源の妥当性</p> <p>l) 保安活動の改善のために実施した処置の有効性</p> <p>5.6.3 マネジメントレビューからのアウトプット</p> <p>(1) 理事長は、マネジメントレビューのアウトプットには、次の事項に関する決定及び処置を含め、管理責任者に必要な改善を指示する。</p> <p>a) 品質マネジメントシステム及びそのプロセスの有効性の改善</p> <p>b) 業務の計画及び実施に関連する保安活動の改善</p> <p>c) 品質マネジメントシステムの実効性の維持及び継続的な改善のために必要な資源</p> <p>d) 健全な安全文化の育成及び維持に関する改善</p> <p>e) 関係法令の遵守に関する改善</p> <p>(2) マネジメントレビューの結果の記録を作成し、これを管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(3) 管理責任者は、(1)項で改善の指示を受けた事項について必要な処置を行う。</p> <p>6. 資源の運用管理</p> <p>6.1 資源の確保</p> <p>保安に係る組織は、保安活動に必要な次に掲げる資源を明確にし、それぞれの権限及び責</p>	<p>a) 内部監査の結果</p> <p>b) 組織の外部の者からの意見</p> <p>c) 保安活動に関するプロセスの成果を含む実施状況（品質目標の達成状況を含む。）</p> <p>d) 使用前事業者検査、定期事業者検査及び使用前検査（以下「使用前事業者検査等」という。）並びに自主検査等の結果</p> <p>e) 安全文化を育成し、維持するための取組の実施状況（安全文化について強化すべき分野等に係る自己評価の結果を含む。）</p> <p>f) 関係法令の遵守状況</p> <p>g) 不適合並びに是正処置及び未然防止処置の状況</p> <p>h) 前回までのマネジメントレビューの結果に対する処置状況のフォローアップ</p> <p>i) 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更</p> <p>j) 改善のための提案</p> <p>k) 資源の妥当性</p> <p>l) 保安活動の改善のために実施した処置の有効性</p> <p>(2) 所長は、各部長に指示して、所掌する業務に関して、前項に定める事項を提出させ、その内容を整理した上で研究所の管理責任者に報告する。</p> <p>(3) 研究所の管理責任者は、前項の内容を確認・評価する。</p> <p>(4) 監査プロセスの管理責任者は、監査プロセスにおけるインプット情報を確認・評価する。</p> <p>(5) 本部（監査プロセスを除く。）の管理責任者は、本部におけるインプット情報を確認・評価する。</p> <p>(6) 各管理責任者は、マネジメントレビューの会議を通して理事長にインプット情報を報告する。</p> <p>5.6.3 マネジメントレビューからのアウトプット</p> <p>(1) 理事長は、マネジメントレビューのアウトプットには、次の事項に関する決定及び処置を含め、管理責任者に必要な改善を指示する。</p> <p>a) 品質マネジメントシステム及びそのプロセスの有効性の改善</p> <p>b) 業務の計画及び実施に関連する保安活動の改善</p> <p>c) 品質マネジメントシステムの実効性の維持及び継続的な改善のために必要な資源</p> <p>d) 健全な安全文化の育成及び維持に関する改善</p> <p>e) 関係法令の遵守に関する改善</p> <p>(2) マネジメントレビューの結果の記録を作成し、これを管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(3) 管理責任者は、(1)項で改善の指示を受けた事項について必要な処置を行う。</p> <p>(4) 理事長は、本部（監査プロセスを除く。）の管理責任者を通じて、上記(1)の指示に対する処置状況を確認する。</p> <p>6. 資源の運用管理</p> <p>6.1 資源の確保</p> <p>理事長、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、研究所担当理事、所長及び部長は、</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>任において確保する。</p> <p>(1) 人的資源（要員の力量）</p> <p>(2) インフラストラクチャ（個別業務に必要な施設、設備及びサービスの体系）</p> <p>(3) 作業環境</p> <p>(4) その他必要な資源</p> <p>6.2 人的資源</p> <p>6.2.1 一般</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子力の安全を確実なものにするために必要とする要員を明確にし、保安に係る組織体制を確保する。</p> <p>(2) 保安に係る組織の要員には、業務に必要な教育・訓練、技能及び経験を判断の根拠として、力量のある者を充てる。</p> <p>(3) 外部へ業務を委託することで要員を確保する場合には、業務の範囲、必要な力量を明確にすることを確実にする。</p> <p>6.2.2 力量、教育・訓練及び認識</p> <p>(1) 保安に係る組織は、要員の力量を確保するために、保安活動の重要度に応じて、次の事項を確実に実施する。</p> <p>a) 保安に係る業務に従事する要員に必要な力量を明確にする。</p> <p>b) 必要な力量を確保するための教育・訓練又はその他の処置を行う。</p> <p>c) 教育・訓練又はその他の処置の有効性を評価する。</p> <p>d) 要員が、品質目標の達成に向けて自らが行う業務のもつ意味と重要性の認識及び原子力の安全に自らどのように貢献しているかを認識することを確実にする。</p> <p>e) 要員の力量及び教育・訓練又はその他の処置についての記録を作成し、管理する。</p> <p>7. 業務の計画及び実施</p> <p>7.1 業務の計画</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子炉施設ごとに運転管理、施設管理、核燃料物質の管理等について業務に必要なプロセスの計画を策定する。</p>	<p>保安活動に必要な次に掲げる資源を明確にし、それぞれの権限及び責任において確保する。</p> <p>(1) 人的資源（要員の力量）</p> <p>(2) インフラストラクチャ（個別業務に必要な施設、設備及びサービスの体系）</p> <p>(3) 作業環境</p> <p>(4) その他必要な資源</p> <p>6.2 人的資源</p> <p>6.2.1 一般</p> <p>(1) 理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、研究所担当理事、所長、部長及び課長は、原子力の安全を確実なものにするために必要とする要員を明確にし、保安に係る組織体制を確保する。</p> <p>(2) 保安に係る各組織の要員には、業務に必要な教育・訓練、技能及び経験を判断の根拠として、力量のある者を充てる。</p> <p>(3) 外部へ業務を委託することで要員を確保する場合には、業務の範囲、必要な力量を明確にすることを確実にする。（7.1、7.4.2 及び 7.5.2 参照）</p> <p>6.2.2 力量、教育・訓練及び認識</p> <p>(1) 部長は、要員の力量を確保するために、教育・訓練に関する管理要領を定め、保安活動の重要度に応じて、次の事項を確実に実施する。</p> <p>a) 保安に係る業務に従事する要員に必要な力量を明確にする。</p> <p>b) 必要な力量を確保するための教育・訓練又はその他の処置を行う。</p> <p>c) 教育・訓練又はその他の処置の有効性を評価する。</p> <p>d) 要員が、品質目標の達成に向けて自らが行う業務のもつ意味と重要性の認識及び原子力の安全に自らどのように貢献しているかを認識することを確実にする。</p> <p>e) 要員の力量及び教育・訓練又はその他の処置についての記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>(2) 理事長は、監査員の力量について、「原子力安全監査実施要領」に定める。</p> <p>(3) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部における原子力の安全に影響を及ぼす業務のプロセスを明確にし、(1)項の a) から e) に準じた管理を行う。</p> <p>6.3 インフラストラクチャ</p> <p>部長及び課長は、インフラストラクチャ（個別業務に必要な施設、設備及びサービスの体系をいう。）を「7.1 業務の計画」にて明確にし、これを維持管理する。</p> <p>6.4 作業環境</p> <p>部長及び課長は、保安のために業務に必要な作業環境を「7.1 業務の計画」にて明確にし、運営管理する。なお、この作業環境には、作業場所の放射線量、温度、照度及び狭隘の程度など作業に影響を及ぼす可能性がある事項を含む。</p> <p>7. 業務の計画及び実施</p> <p>7.1 業務の計画</p> <p>(1) 所長及び部長は、原子炉施設等ごとに運転管理、施設管理、核燃料物質の管理等（保安規定に基づく保安活動）について業務に必要なプロセスの計画又は要領（二次文書）</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(2) 保安に係る組織は、個別業務の計画と、品質マネジメントシステムのその他のプロセスの要求事項と整合性（業務の計画を変更する場合を含む。）を確保する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、業務の計画の策定及び変更にあたっては、次の事項のうち該当するものについて個別業務への適用の程度とその内容を明確にする。</p> <p>a) 業務の計画の策定又は変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）</p> <p>b) 業務・原子炉施設に対する品質目標及び要求事項</p> <p>c) 業務・原子炉施設に特有なプロセス及び文書の確立の必要性、並びに資源の提供の必要性</p> <p>d) 業務・原子炉施設のための使用前事業者検査等、検証、妥当性確認、監視及び測定並びにこれらの合否判定基準</p> <p>e) 業務・原子炉施設のプロセス及びその結果が要求事項を満たしていることを実証するために必要な記録</p> <p>(4) 保安に係る組織は、業務の計画を、個別業務の運営方法に適した形式で分かりやすいものとする。</p> <p>7.2 業務・原子炉施設に対する要求事項に関するプロセス</p> <p>7.2.1 業務・原子炉施設に対する要求事項の明確化</p> <p>保安に係る組織は、次に掲げる事項を要求事項として明確にする。</p> <p>a) 業務・原子炉施設に関連する法令・規制要求事項</p> <p>b) 明示されていないが、業務・原子炉施設に必要な要求事項</p> <p>c) 組織が必要と判断する追加要求事項</p> <p>7.2.2 業務・原子炉施設に対する要求事項のレビュー</p> <p>(1) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項をレビューする。このレビューは、その要求事項を適用する前に実施する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項のレビューでは、次の事項について確認する。</p> <p>a) 業務・原子炉施設に対する要求事項が定められている。</p> <p>b) 業務・原子炉施設に対する要求事項が以前に提示されたものと異なる場合には、それについて解決されている。</p> <p>c) 当該組織が、定められた要求事項を満たす能力をもっている。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項のレビューの結果の記録及びそのレビューを受けてとられた処置の記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項が変更された場合には、関</p>	<p>を表 4.2.1 のとおり策定する。</p> <p>(2) 部長及び課長は、業務に必要なプロセスの計画又は要領（二次文書）に基づき、個別業務に必要な計画（三次文書：マニュアル、手引、手順等）を作成して、業務を実施する。</p> <p>(3) 上記(1)、(2)の業務の計画は、品質マネジメントシステムのその他のプロセスの要求事項と整合性（業務の計画を変更する場合を含む。）を確保する。</p> <p>(4) 所長、部長及び課長は、業務の計画の策定及び変更にあたっては、次の事項のうち該当するものについて個別業務への適用の程度とその内容を明確にする。</p> <p>a) 業務の計画の策定又は変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）</p> <p>b) 業務・原子炉施設等に対する品質目標及び要求事項</p> <p>c) 業務・原子炉施設等に特有なプロセス及び文書の確立の必要性、並びに資源の提供の必要性</p> <p>d) 業務・原子炉施設等のための使用前事業者検査等、検証、妥当性確認、監視及び測定並びにこれらの合否判定基準</p> <p>e) 業務・原子炉施設等のプロセス及びその結果が要求事項を満たしていることを実証するために必要な記録（4.2.4 参照）</p> <p>(5) 業務の計画は、個別業務の運営方法に適した形式で分かりやすいものとする。</p> <p>(6) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長は、本部において原子炉施設等の保安活動を支援するその他業務がある場合、該当する業務のプロセスを明確にし、上記(1)から(5)項に準じて業務の計画を策定し、管理する。</p> <p>7.2 業務・原子炉施設等に対する要求事項に関するプロセス</p> <p>7.2.1 業務・原子炉施設等に対する要求事項の明確化</p> <p>所長、部長及び課長は、次の事項を「7.1 業務の計画」において明確にする。</p> <p>a) 業務・原子炉施設等に関連する法令・規制要求事項</p> <p>b) 明示されていないが、業務・原子炉施設等に必要な要求事項</p> <p>c) 組織が必要と判断する追加要求事項（安全基準等）</p> <p>7.2.2 業務・原子炉施設等に対する要求事項のレビュー</p> <p>(1) 部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項をレビューする。このレビューは、その要求事項を適用する前に実施する。</p> <p>(2) レビューでは、次の事項について確認する。</p> <p>a) 業務・原子炉施設等に対する要求事項が定められている。</p> <p>b) 業務・原子炉施設等に対する要求事項が以前に提示されたものと異なる場合には、それについて解決されている。</p> <p>c) 当該組織が、定められた要求事項を満たす能力をもっている。</p> <p>(3) このレビューの結果の記録及びそのレビューを受けてとられた処置の記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>連する文書を改定する。また、変更後の要求事項が関連する要員に理解されていることを確実にする。</p> <p>7.2.3 外部とのコミュニケーション</p> <p>保安に係る組織は、原子力の安全に関して組織の外部の者と適切なコミュニケーションを図るため、効果的な方法を明確にし、これを実施する。</p> <p>7.3 設計・開発</p> <p>7.3.1 設計・開発の計画</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子炉施設の設計・開発の計画を策定し、管理する。この設計・開発には、設備、施設、ソフトウェア及び原子力の安全のために重要な手順書等に関する設計・開発を含む。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、設計・開発の計画において、次の事項を明確にする。</p> <p>a) 設計・開発の性質、期間及び複雑さの程度</p> <p>b) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認の方法並びに管理体制</p> <p>c) 設計・開発に関する部署及び要員の責任及び権限</p> <p>d) 設計開発に必要な内部及び外部の資源</p> <p>(3) 保安に係る組織は、効果的なコミュニケーションと責任及び権限の明確な割当てを確実にするために、設計・開発に関与する関係者(他部署を含む。)間のインタフェースを運営管理する。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、設計・開発の進行に応じて、策定した計画を適切に変更する。</p> <p>7.3.2 設計・開発へのインプット</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子炉施設の要求事項に関連するインプットを明確にし、記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。インプットには次の事項を含める。</p> <p>a) 機能及び性能に関する要求事項</p> <p>b) 適用可能な場合は、以前の類似した設計から得られた情報</p> <p>c) 適用される法令・規制要求事項</p> <p>d) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項</p> <p>(2) 保安に係る組織は、これらのインプットについて、その適切性をレビューし承認する。要求事項は、漏れがなく、あいまいではなく、かつ、相反することがないようにする。</p> <p>7.3.3 設計・開発からのアウトプット</p> <p>(1) 保安に係る組織は、設計・開発からのアウトプット（機器等の仕様等）は、設計・開発へのインプットと対比した検証を行うのに適した形式により管理する。また、次の段階に進める前に、承認をする。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、設計・開発のアウトプット（機器等の仕様等）は、次の状態とする。</p>	<p>(4) 所長、部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項が変更された場合には、関連する文書を改定する。また、変更後の要求事項が関連する要員に理解されていることを確実にする。</p> <p>7.2.3 外部とのコミュニケーション</p> <p>所長、部長及び課長は、原子力の安全に関して、規制当局との面談、原子力規制検査等を通じて監督官庁並びに地元自治体との適切なコミュニケーションを図るため、効果的な方法を明確にし、これを実施する。</p> <p>7.3 設計・開発</p> <p>所長又は設計・開発を行う部長は、原子炉施設等の改造、更新等に関する設計・開発を適切に実施するため、設計・開発に関する管理要領を定め、次の事項を管理する。</p> <p>7.3.1 設計・開発の計画</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、原子炉施設等の設計・開発の計画を策定し、管理する。この設計・開発には、設備、施設、ソフトウェア及び原子力の安全のために重要な手順書等に関する設計・開発を含む。</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、設計・開発の計画において、次の事項を明確にする。</p> <p>a) 設計・開発の性質、期間及び複雑さの程度</p> <p>b) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認の方法並びに管理体制</p> <p>c) 設計・開発に関する部署及び要員の責任及び権限</p> <p>d) 設計開発に必要な内部及び外部の資源</p> <p>(3) 担当部長又は課長は、効果的なコミュニケーションと責任及び権限の明確な割当てを確実にするために、設計・開発に関与する関係者(他部署を含む。)間のインタフェースを運営管理する。</p> <p>(4) 担当部長又は課長は、設計・開発の進行に応じて、策定した計画を適切に変更する。</p> <p>7.3.2 設計・開発へのインプット</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、原子炉施設等の要求事項に関連するインプットを明確にし、記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。インプットには次の事項を含める。</p> <p>a) 機能及び性能に関する要求事項</p> <p>b) 適用可能な場合は、以前の類似した設計から得られた情報</p> <p>c) 適用される法令・規制要求事項</p> <p>d) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、これらのインプットについて、その適切性をレビューし承認する。要求事項は、漏れがなく、あいまいではなく、かつ、相反することがないようにする。</p> <p>7.3.3 設計・開発からのアウトプット</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発からのアウトプット（機器等の仕様等）は、設計・開発へのインプットと対比した検証を行うのに適した形式により管理する。また、次の段階に進める前に、承認をする。</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、設計・開発のアウトプット（機器等の仕様等）は、次の状</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>a) 設計・開発へのインプットで与えられた要求事項を満たす。</p> <p>b) 調達、業務の実施及び原子炉施設の使用に対して適切な情報を提供する。</p> <p>c) 関係する検査及び試験の合否判定基準を含むか、又はそれを参照している。</p> <p>d) 安全な使用及び適正な使用に不可欠な原子炉施設の特性を明確にする。</p> <p>7.3.4 設計・開発のレビュー</p> <p>(1) 保安に係る組織は、設計・開発の適切な段階において、次の事項を目的として、計画されたとおりに体系的なレビューを行う。</p> <p>a) 設計・開発の結果が、要求事項を満たせるかどうかを評価する。</p> <p>b) 問題を明確にし、必要な処置を提案する。</p> <p>(2) レビューへの参加者には、レビューの対象となっている設計・開発段階に関連する部署を代表する者及び当該設計・開発に係る専門家を含める。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、設計・開発のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する。</p> <p>7.3.5 設計・開発の検証</p> <p>(1) 保安に係る組織は、設計・開発からのアウトプットが、設計・開発へのインプットとして与えられている要求事項を満たしていることを確実にするために、計画されたとおりに検証を実施する。</p> <p>(2) 設計・開発の検証には、原設計者以外の者又はグループが実施する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、設計・開発の検証の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する。</p> <p>7.3.6 設計・開発の妥当性確認</p> <p>(1) 保安に係る組織は、設計・開発の結果として得られる原子炉施設又は個別業務が、規定された性能、指定された用途又は意図された用途に係る要求事項を満たし得ることを確実にするために、計画した方法に従って、設計・開発の妥当性確認を実施する。ただし、当該原子炉施設の設置の後でなければ妥当性確認を行うことができない場合は、当該原子炉施設の使用を開始する前に、設計・開発の妥当性確認を行う。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、実行可能な場合はいつでも、原子炉施設を使用又は個別業務を実施するに当たり、あらかじめ、設計・開発の妥当性確認を完了する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、設計・開発の妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する。</p> <p>7.3.7 設計・開発の変更管理</p> <p>(1) 保安に係る組織は、設計・開発の変更を行った場合は変更内容を識別するとともに、その記録を作成し、管理する。</p>	<p>態とする。</p> <p>a) 設計・開発へのインプットで与えられた要求事項を満たす。</p> <p>b) 調達、業務の実施及び原子炉施設等の使用に対して適切な情報を提供する。</p> <p>c) 関係する検査及び試験の合否判定基準を含むか、又はそれを参照している。</p> <p>d) 安全な使用及び適正な使用に不可欠な原子炉施設等の特性を明確にする。</p> <p>7.3.4 設計・開発のレビュー</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の適切な段階において、次の事項を目的として、計画されたとおりに(7.3.1参照)に体系的なレビューを行う。</p> <p>a) 設計・開発の結果が、要求事項を満たせるかどうかを評価する。</p> <p>b) 問題を明確にし、必要な処置を提案する。</p> <p>(2) レビューへの参加者には、レビューの対象となっている設計・開発段階に関連する部署を代表する者及び当該設計・開発に係る専門家を含める。</p> <p>(3) 担当部長又は課長は、設計・開発のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。</p> <p>7.3.5 設計・開発の検証</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発からのアウトプットが、設計・開発へのインプットとして与えられている要求事項を満たしていることを確実にするために、計画されたとおりに(7.3.1参照)に検証を実施する。</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、設計・開発の検証の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。</p> <p>(3) 設計・開発の検証には、原設計者以外の者又はグループが実施する。</p> <p>(4) 設計・開発を外部委託した場合には、担当部長又は課長は、仕様書で与えている要求事項を満たしていることを確実にするために、仕様書と受注者が実施した設計・開発の結果(受注者から提出される承認図書類)とを対比して検証を実施する。</p> <p>7.3.6 設計・開発の妥当性確認</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の結果として得られる原子炉施設等又は個別業務が、規定された性能、指定された用途又は意図された用途に係る要求事項を満たし得ることを確実にするために、計画した方法(7.3.1参照)に従って、設計・開発の妥当性確認を実施する。ただし、当該原子炉施設等の設置の後でなければ妥当性確認を行うことができない場合は、当該原子炉施設等の使用を開始する前に、設計・開発の妥当性確認を行う。</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、実行可能な場合はいつでも、原子炉施設等を使用又は個別業務を実施するに当たり、あらかじめ、設計・開発の妥当性確認を完了する。</p> <p>(3) 担当部長又は課長は、設計・開発の妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。</p> <p>7.3.7 設計・開発の変更管理</p> <p>(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の変更を行った場合は変更内容を</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(2) 保安に係る組織は、変更に対して、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施する前に承認する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、設計・開発の変更のレビューにおいて、その変更が、当該原子炉施設を構成する要素（材料又は部品）及び関連する原子炉施設に及ぼす影響の評価を行う。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、変更のレビュー、検証及び妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する。</p> <p>7.4 調達</p> <p>7.4.1 調達プロセス</p> <p>(1) 保安に係る組織は、調達する製品又は役務（以下「調達製品等」という。）が規定された調達要求事項に適合することを確実にする。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、保安活動の重要度に応じて、供給者及び調達製品等に対する管理の方式と程度を定める。これには、一般産業用工業品を調達する場合は、供給者等から必要な情報を入手し、当該一般産業用工業品が要求事項に適合していることを確認できるよう管理の方法及び程度を含める。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、供給者が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、供給者を評価し、選定する。また、必要な場合には再評価する。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、調達製品等の供給者の選定、評価及び再評価の基準を定める。</p> <p>(5) 保安に係る組織は、供給者の評価の結果の記録及び評価によって必要とされた処置があればその記録を作成し、管理する。</p> <p>(6) 保安に係る組織は、適切な調達の実施に必要な事項（調達製品等の調達後における、維持又は運用に必要な保安に係る技術情報を取得するための方法及びそれらを他の原子炉設置者と共有する場合に必要な処置に関する方法を含む。）を定める。</p> <p>7.4.2 調達要求事項</p> <p>(1) 保安に係る組織は、調達製品等に関する要求事項を仕様書にて明確にし、必要な場合には、次の事項のうち該当する事項を含める。</p> <p>a) 製品、業務の手順、プロセス及び設備の承認に関する要求事項</p> <p>b) 要員の力量（適格性を含む。）確認に関する要求事項</p> <p>c) 品質マネジメントシステムに関する要求事項</p> <p>d) 不適合の報告及び処理に関する要求事項</p> <p>e) 安全文化を育成し維持するための活動に関する必要な要求事項</p> <p>f) 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項</p> <p>g) その他調達物品等に関し必要な要求事項</p>	<p>識別するとともに、その記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(2) 担当部長又は課長は、変更に対して、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施する前に承認する。</p> <p>(3) 担当部長又は課長は、設計・開発の変更のレビューにおいて、その変更が、当該原子炉施設等を構成する要素（材料又は部品）及び関連する原子炉施設等に及ぼす影響の評価を行う。</p> <p>(4) 担当部長又は課長は、変更のレビュー、検証及び妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。</p> <p>7.4 調達</p> <p>所長は、調達する製品又は役務（以下「調達製品等」という。）の調達を着実にするため、「原子力科学研究所調達管理要領」を定め、次の事項を管理する。また、契約部長は、供給先の評価・選定に関する要領を定め、本部契約に関する業務を実施する。</p> <p>7.4.1 調達プロセス</p> <p>(1) 部長及び課長は、調達製品等が規定された調達要求事項に適合することを確実にする。</p> <p>(2) 部長及び課長は、保安活動の重要度に応じて、供給者及び調達製品等に対する管理の方式と程度を定める。これには、一般産業用工業品を調達する場合は、供給者等から必要な情報を入手し、当該一般産業用工業品が要求事項に適合していることを確認できるよう管理の方法及び程度を含める。</p> <p>(3) 部長及び課長は、供給者が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、技術的能力や品質管理体制等に関する情報を入手して供給者を評価し、選定する。また、供給者に関する情報の更新等により必要な場合には再評価する。</p> <p>(4) 調達製品等の供給者の選定、評価及び再評価の基準は、「原子力科学研究所調達管理要領」及び本部の供給先の評価・選定に関する要領に定める。</p> <p>(5) 部長及び課長は、供給者の評価の結果の記録及び評価によって必要とされた処置があればその記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(6) 所長は、調達製品等の調達後における、維持又は運用に必要な保安に係る技術情報を取得するための方法及びそれらを他の原子炉施設等の事業者と共有する場合に必要な処置に関する方法を「原子力科学研究所調達管理要領」に定める。</p> <p>7.4.2 調達要求事項</p> <p>(1) 部長及び課長は、調達製品等に関する要求事項を仕様書にて明確にし、必要な場合には、次の事項のうち該当する事項を含める。</p> <p>a) 製品、業務の手順、プロセス及び設備の承認に関する要求事項</p> <p>b) 要員の力量（適格性を含む。）確認に関する要求事項</p> <p>c) 品質マネジメントシステムに関する要求事項</p> <p>d) 不適合の報告及び処理に関する要求事項</p> <p>e) 安全文化を育成し維持するための活動に関する必要な要求事項</p> <p>f) 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項</p> <p>g) その他調達物品等に関し必要な要求事項</p>	



原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(2) 保安に係る組織は、前項に加え、調達製品等の要求事項として、供給者の工場等において使用前事業者検査又はその他の活動を行う際、原子力規制委員会の職員による当該工場等への立入りに関することを含める。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、供給者に調達製品等に関する情報を伝達する前に、規定した調達要求事項が妥当であることを確実にする。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、調達製品等を受領する場合には、調達製品等の供給者に対し、調達要求事項への適合状況を記録した文書を提出させる。</p> <p>7.4.3 調達製品等の検証</p> <p>(1) 保安に係る組織は、調達製品等が、規定した調達要求事項を満たしていることを確実にするために、必要な検査又はその他の活動を定めて検証を実施する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、供給者先で検証を実施することにした場合には、その検証の要領及び調達製品等のリリース（出荷許可）の方法を調達要求事項の中で明確にする。</p> <p>7.5 業務の実施</p> <p>7.5.1 個別業務の管理</p> <p>保安に係る組織は、個別業務の計画に従って業務を管理された状態で実施する。管理された状態には、次の事項のうち該当するものを含む。</p> <p>a) 原子力施設の保安のために必要な情報が利用できる。</p> <p>b) 必要な時に、作業手順が利用できる。</p> <p>c) 適切な設備を使用している。</p> <p>d) 監視機器及び測定機器が利用でき、使用している。</p> <p>e) 監視及び測定が実施されている。</p> <p>f) 業務のリリース（次工程への引渡し）が規定どおりに実施されている。</p> <p>7.5.2 個別業務に関するプロセスの妥当性確認</p> <p>(1) 保安に係る組織は、業務実施の過程で結果として生じるアウトプットが、それ以降の監視又は測定で検証することが不可能な場合には、その業務の該当するプロセスの妥当性確認を行う。これらのプロセスには、業務が実施されてからでしか不具合が顕在化しないようなプロセスが含まれる。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、妥当性確認によって、これらのプロセスが計画どおりの結果を出せることを実証する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、妥当性確認を行った場合は、その結果の記録を作成し、管理する。</p>	<p>(2) 部長及び課長は、前項に加え、調達製品等の要求事項として、供給者の工場等において使用前事業者検査又はその他の活動を行う際、原子力規制委員会の職員による当該工場等への立入りに関することを含める。</p> <p>(3) 部長及び課長は、供給者に調達製品等に関する情報を伝達する前に、規定した調達要求事項が妥当であることを確実にする。</p> <p>(4) 部長及び課長は、調達製品等を受領する場合には、調達製品等の供給者に対し、調達要求事項への適合状況を記録した文書を提出させる。</p> <p>7.4.3 調達製品等の検証</p> <p>(1) 部長及び課長は、調達製品等が、規定した調達要求事項を満たしていることを確実にするために、必要な検査又はその他の活動を仕様書に定めて、次の事項のうち該当する方法で検証を実施する。</p> <p>a) 受入検査（記録確認を含む。）</p> <p>b) 立会検査（供給者先、現地）</p> <p>c) その他（書類審査、受注者監査）</p> <p>(2) 部長及び課長は、供給者先で検証を実施することにした場合には、その検証の要領及び調達製品等のリリース（出荷許可）の方法を調達要求事項(7.4.2 参照)の中で明確にする。</p> <p>7.5 業務の実施</p> <p>部長及び課長は、業務の計画（7.1 参照）に従って、次の事項を実施する。</p> <p>7.5.1 個別業務の管理</p> <p>部長及び課長は、原子炉施設等の運転管理、施設管理、核燃料物質の管理等の保安活動について、個別業務の計画に従って業務を管理された状態で実施する。管理された状態には、次の事項のうち該当するものを含む。</p> <p>a) 原子力施設の保安のために必要な情報が利用できる。</p> <p>b) 必要な時に、作業手順が利用できる。</p> <p>c) 適切な設備を使用している。</p> <p>d) 監視機器及び測定機器が利用でき、使用している。</p> <p>e) 監視及び測定が実施されている(8.2.3 参照)。</p> <p>f) 業務のリリース（次工程への引渡し）が規定どおりに実施されている。</p> <p>7.5.2 個別業務に関するプロセスの妥当性確認</p> <p>(1) 部長及び課長は、業務実施の過程で結果として生じるアウトプットが、それ以降の監視又は測定で検証することが不可能な場合には、その業務の該当するプロセスの妥当性確認を行う。これらのプロセスには、業務が実施されてからでしか不具合が顕在化しないようなプロセスが含まれる。</p> <p>(2) 部長及び課長は、妥当性確認によって、これらのプロセスが計画どおりの結果を出せることを実証する。</p> <p>(3) 部長及び課長は、妥当性確認を行った場合は、その結果の記録を作成し、管理する(4.2.4 参照)。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>(4) 保安に係る組織は、これらのプロセスについて、次の事項のうち該当するものを含んだ管理の方法を明確にする。</p> <p>a) プロセスのレビュー及び承認のための明確な基準</p> <p>b) 妥当性確認に用いる設備の承認及び要員の力量の確認の方法</p> <p>c) 妥当性確認の方法</p> <p>d) 記録に関する要求事項</p> <p>7.5.3 識別管理及びトレーサビリティ</p> <p>(1) 保安に係る組織は、業務の計画及び実施の全過程において適切な手段で業務・原子炉施設の状態を識別し、管理する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、トレーサビリティが要求事項となっている場合には、業務・原子炉施設について固有の識別をし、その記録を管理する。</p> <p>7.5.4 組織外の所有物</p> <p>(1) 保安に係る組織は、組織外の所有物のうち原子力の安全に影響を及ぼす可能性のあるものについて、当該機器等に対する識別や保護など取扱いに注意を払い、必要に応じて記録を作成し、管理する。</p> <p>7.5.5 調達製品の保存</p> <p>保安に係る組織は、調達製品の検収後、受入から据付、使用されるまでの間、調達製品を要求事項への適合を維持した状態のまま保存する。この保存には、識別表示、取扱い、包装、保管及び保護を含める。なお、保存は、取替品、予備品にも適用する。</p> <p>7.6 監視機器及び測定機器の管理</p> <p>(1) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項への適合性を実証するために、実施すべき監視及び測定を明確にする。また、そのために必要な監視機器及び測定機器を明確にする。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、監視及び測定の要求事項との整合性を確保できる方法で監視及び測定が実施できることを確実にする。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、測定値の正当性を保証しなければならない場合には、測定機器に関し、次の事項を満たすようにする。</p> <p>a) 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>b) 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。</p> <p>c) 校正の状態が明確にできる識別をする。</p> <p>d) 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。</p>	<p>(4) 部長及び課長は、これらのプロセスについて、次の事項のうち該当するものを含んだ管理の方法を個別業務の計画の中で明確にする。</p> <p>a) プロセスのレビュー及び承認のための明確な基準</p> <p>b) 妥当性確認に用いる設備の承認及び要員の力量の確認の方法</p> <p>c) 妥当性確認の方法（所定の方法及び手順を変更した場合の再確認を含む。）</p> <p>d) 記録に関する要求事項</p> <p>7.5.3 識別管理及びトレーサビリティ</p> <p>(1) 部長及び課長は、業務の計画及び実施の全過程において、監視及び測定の要求事項に関連して適切な手段で業務・原子炉施設等を識別し、管理する。</p> <p>(2) 部長及び課長は、トレーサビリティが要求事項となっている場合には、業務・原子炉施設等について固有の識別をし、その記録を管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>7.5.4 組織外の所有物</p> <p>(1) 部長及び課長は、管理下にある組織外の所有物のうち原子力の安全に影響を及ぼす可能性のあるものについて、当該機器等に対する紛失、損傷等を防ぐためリスト化し、識別や保護など取扱いに注意を払い、紛失、損傷した場合は記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>(2) 部長及び課長は、前項の組織外の所有物について、それが管理下にある間は、原子力の安全に影響を及ぼさないように適切に取り扱う。</p> <p>7.5.5 調達製品の保存</p> <p>部長及び課長は、調達製品の検収後、受入から据付、使用されるまでの間、調達製品を要求事項への適合を維持した状態のまま保存する。この保存には、識別表示、取扱い、包装、保管及び保護を含める。なお、保存は、取替品、予備品にも適用する。</p> <p>7.6 監視機器及び測定機器の管理</p> <p>監視機器及び測定機器の管理を行う部長は、各部の監視機器及び測定機器の管理要領を定め、次の管理を行う。</p> <p>(1) 部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項への適合性を実証するために、実施すべき監視及び測定を個別業務の計画の中で明確にする。また、そのために必要な監視機器及び測定機器を明確にする。</p> <p>(2) 部長及び課長は、監視及び測定の要求事項との整合性を確保できる方法で監視及び測定が実施できることを確実にする。</p> <p>(3) 部長及び課長は、測定値の正当性を保証しなければならない場合には、測定機器に関し、次の事項を満たすようにする。</p> <p>a) 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>b) 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。</p> <p>c) 校正の状態が明確にできる識別をする。</p> <p>d) 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>e) 取扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合には、その測定機器でそれまでに測定した結果の妥当性を評価し、記録する。また、その機器及び影響を受けた業務・原子炉施設に対して、適切な処置を行う。</p> <p>(5) 保安に係る組織は、監視機器及び測定機器の校正及び検証の結果の記録を作成し、管理する。</p> <p>(6) 保安に係る組織は、規定要求事項にかかわる監視及び測定にコンピュータソフトウェアを使う場合には、そのコンピュータソフトウェアを組み込んだシステムが意図した監視及び測定ができることを確認する。この確認は、最初に使用するのに先立って実施する。</p> <p>8. 評価及び改善</p> <p>8.1 一般</p> <p>(1) 保安に係る組織は、必要となる監視測定、分析、評価及び改善のプロセスを「8.2 監視及び測定」から「8.5 改善」に従って計画し、実施する。なお、改善のプロセスには、関係する管理者等を含めて改善の必要性、方針、方法等について検討するプロセスを含む。</p> <p>(2) 監視測定の結果は、必要な際に、要員が利用できるようにする。</p> <p>8.2 監視及び測定</p> <p>8.2.1 組織の外部の者の意見</p> <p>(1) 保安に係る組織は、品質マネジメントシステムの成果を含む実施状況の測定の一つとして、原子力の安全を達成しているかどうかに関して組織の外部の者がどのように受けとめているかについての情報を外部コミュニケーションにより入手し、監視する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、前項で得られた情報を分析し、マネジメントレビュー等による改善のための情報に反映する。</p> <p>8.2.2 内部監査</p> <p>(1) 理事長は、品質マネジメントシステムの次の事項が満たされているか否かを確認するため、毎年度1回以上、内部監査の対象業務に関与しない要員により、監査プロセスの長に内部監査を実施させる。</p> <p>a) 本品質管理計画の要求事項</p> <p>b) 実効性のある実施及び実効性の維持</p> <p>(2) 理事長は、内部監査の判定基準、監査対象、頻度、方法及び責任を定める。</p> <p>(3) 理事長は、内部監査の対象となり得る部門、個別業務、プロセス、その他の領域（以下「領域」という。）の状態及び重要性並びに従前の監査の結果を考慮して内部監査</p>	<p>e) 取扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。</p> <p>(4) 部長及び課長は、測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合には、その測定機器でそれまでに測定した結果の妥当性を評価し、記録する（4.2.4 参照）。また、その機器及び影響を受けた業務・原子炉施設等に対して、適切な処置を行う。</p> <p>(5) 部長及び課長は、監視機器及び測定機器の校正及び検証の結果の記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>(6) 部長及び課長は、規定要求事項にかかわる監視及び測定にコンピュータソフトウェアを使う場合には、そのコンピュータソフトウェアを組み込んだシステムが意図した監視及び測定ができることを確認する。この確認は、最初に使用するのに先立って実施する。</p> <p>8. 評価及び改善</p> <p>8.1 一般</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、次の事項のために必要となる監視測定、分析、評価及び改善のプロセスを「8.2 監視及び測定」から「8.5 改善」に従って計画し、実施する。なお、改善のプロセスには、関係する管理者等を含めて改善の必要性、方針、方法等について検討するプロセスを含む。</p> <p>a) 業務に対する要求事項への適合を実証する。</p> <p>b) 品質マネジメントシステムの適合性を確実にする。</p> <p>c) 品質マネジメントシステムの有効性を継続的に改善する。</p> <p>(2) 監視測定の結果は、必要な際に、要員が利用できるようにする。</p> <p>8.2 監視及び測定</p> <p>8.2.1 組織の外部の者の意見</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムの成果を含む実施状況の測定の一つとして、原子力の安全を確保しているかどうかに関して組織の外部の者がどのように受けとめているかについての情報を外部コミュニケーション（7.2.3 参照）により入手し、監視する。</p> <p>(2) この情報は、分析し、マネジメントレビュー等による改善のための情報に反映する。</p> <p>8.2.2 内部監査</p> <p>(1) 理事長は、品質マネジメントシステムの次の事項が満たされているか否かを確認するため、毎年度1回以上、内部監査の対象業務に関与しない要員により、統括監査の職に内部監査を実施させる。</p> <p>a) 本品質マネジメント計画書の要求事項</p> <p>b) 実効性のある実施及び実効性の維持</p> <p>(2) 理事長は、内部監査の判定基準、監査対象、頻度、方法及び責任を定める。</p> <p>(3) 理事長は、内部監査の対象となり得る部門、個別業務、プロセス、その他の領域（以下「領域」という。）の状態及び重要性並びに従前の監査の結果を考慮して内部監査</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>の対象を選定するとともに、内部監査に関する基本計画を策定し、実施させることにより、内部監査の実効性を維持する。また、監査プロセスの長は、前述の基本計画を受けて実施計画を策定し内部監査を行う。</p> <p>(4) 監査プロセスの長は、内部監査を行う要員（以下「内部監査員」という。）の選定及び内部監査の実施において、客観性及び公平性を確保する。</p> <p>(5) 監査プロセスの長は、内部監査員に自らの個別業務又は管理下にある個別業務に関する内部監査をさせない。</p> <p>(6) 理事長は、監査に関する計画の作成及び実施、監査結果の報告並びに記録の作成及び管理について、その責任及び権限並びに監査に係る要求事項を明確にした手順を定める。</p> <p>(7) 監査プロセスの長は、理事長に監査結果を報告し、内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者に内部監査結果を通知する。</p> <p>(8) 内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者は、前項において不適合が発見された場合には、不適合を除去するための措置及び是正処置を遅滞なく講じるとともに、当該措置の検証を行い、それらの結果を監査プロセスの長に報告する。</p> <p>8.2.3 プロセスの監視及び測定</p> <p>(1) 保安に係る組織は、品質マネジメントシステムのプロセスの監視及び測定を行う。この監視及び測定の対象には機器等及び保安活動に係る不適合についての強化すべき分野等に関する情報を含める。また、監視及び測定の方法には、次の事項を含める。</p> <p>a) 監視及び測定の時期</p> <p>b) 監視及び測定の結果の分析及び評価の方法</p> <p>(2) 保安に係る組織は、プロセスの監視及び測定の実施に当たり、保安活動の重要度に応じて、保安活動指標を用いる。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、プロセスの監視及び測定の方法により、プロセスが計画どおりの結果を達成する能力があることを実証するものとする。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、プロセスの監視及び測定の状態について情報を共有し、その結果に応じて、保安活動の改善のために、必要な処置を行う。</p> <p>(5) 保安に係る組織は、計画どおりの結果が達成できない又は達成できないおそれがある場合には、当該プロセスの問題を特定し、適切に、修正及び是正処置を行う。</p> <p>8.2.4 検査及び試験</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子炉施設の要求事項が満たされていることを検証するために、個別業務の計画に従って、適切な段階で使用前事業者検査等又は自主検査等を実施する。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、検査及び試験の合否判定基準への適合の証拠となる使用前事業</p>	<p>の対象を選定するとともに、内部監査に関する基本計画を策定し、実施させることにより、内部監査の実効性を維持する。また、統括監査の職は、前述の基本計画を受けて実施計画を策定し内部監査を行う。</p> <p>(4) 統括監査の職は、内部監査を行う要員（以下「内部監査員」という。）の選定及び内部監査の実施において、客観性及び公平性を確保する。</p> <p>(5) 統括監査の職は、内部監査員に自らの個別業務又は管理下にある個別業務に関する内部監査をさせない。</p> <p>(6) 理事長は、監査に関する計画の作成及び実施並びに監査結果の報告並びに記録の作成及び管理について、その責任及び権限並びに監査に係る要求事項を「原子力安全監査実施要領」に定める。</p> <p>(7) 統括監査の職は、理事長に監査結果を報告し、内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者に内部監査結果を通知する。</p> <p>(8) 内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者は、前項において不適合が発見された場合には、不適合を除去するための措置及び是正処置を遅滞なく講じるとともに、当該措置の検証を行い、それらの結果を統括監査の職に報告する。</p> <p>8.2.3 プロセスの監視及び測定</p> <p>(1) 理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、表 8.2.3 を基本として、品質マネジメントシステムのプロセスの監視及び測定を行う。この監視及び測定の対象には機器等及び保安活動に係る不適合についての強化すべき分野等に関する情報を含める。また、監視及び測定の方法には、次の事項を含める。</p> <p>a) 監視及び測定の時期</p> <p>b) 監視及び測定の結果の分析及び評価の方法</p> <p>(2) これらの実施に当たり、保安活動の重要度に応じて、保安活動指標を用いる。</p> <p>(3) これらの方法は、プロセスが計画どおりの結果を達成する能力があることを実証するものとする。</p> <p>(4) 所長、部長及び課長は、プロセスの監視及び測定の状態について情報を共有し、その結果に応じて、保安活動の改善のために、必要な処置を行う。</p> <p>(5) 計画どおりの結果が達成できない又は達成できないおそれがある場合には、当該プロセスの問題を特定し、適切に、修正及び是正処置を行う。</p> <p>8.2.4 検査及び試験</p> <p>原子力施設検査室長は、「原子力科学研究所事業者検査の実施要領」を定め、自主検査及び試験を行う部長は、試験・検査の管理要領を定め、次の事項を管理する。</p> <p>(1) 部長及び課長は、原子炉施設等の要求事項が満たされていることを検証するために、個別業務の計画(7.1 参照)に従って、適切な段階で使用前事業者検査等又は自主検査等を実施する。</p> <p>(2) 検査及び試験の合否判定基準への適合の証拠となる使用前事業者検査等又は自主検</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>者検査等又は自主検査等の結果に係る記録を作成し、管理する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、リリース（次工程への引渡し）を正式に許可した者が特定できるよう記録を作成し、管理する。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、個別業務の計画で決めた検査及び試験が支障なく完了するまでは、当該機器等や原子炉施設を運転、使用しない。ただし、当該の権限をもつ者が、個別業務の計画に定める手順により承認する場合は、この限りでない。</p> <p>(5) 保安に係る組織は、保安活動の重要度に応じて、使用前事業者検査等の中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保する。また、自主検査等の検査及び試験要員の独立性については、これを準用する。</p> <p>8.3 不適合管理</p> <p>(1) 保安に係る組織は、業務・原子炉施設に対する要求事項に適合しない状況が放置され、運用されることを防ぐために、それらを識別し、管理することを確実にする。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、不適合の処理に関する管理の手順及びそれに関する責任と権限を定め、これを管理する。</p> <p>(3) 保安に係る組織は、次のいずれかの方法で不適合を処理する。</p> <p>a) 不適合を除去するための処置を行う。</p> <p>b) 不適合について、あらかじめ定められた手順により原子力の安全に及ぼす影響を評価し、当該業務や機器等の使用に関する権限をもつ者が、特別採用によって、その使用、リリース（次工程への引渡し）又は合格と判定することを正式に許可する。</p> <p>c) 本来の意図された使用又は適用ができないような処置をとる。</p> <p>d) 外部への引渡し後又は業務の実施後に不適合が検出された場合には、その不適合による影響又は起こり得る影響に対して適切な処置をとる。</p> <p>(4) 保安に係る組織は、不適合を除去するための処置を施した場合は、要求事項への適合性を実証するための検証を行う。</p> <p>(5) 保安に係る組織は、不適合の性質の記録及び不適合に対してとられた特別採用を含む処置の記録を作成し、管理する。</p> <p>8.4 データの分析及び評価</p> <p>(1) 保安に係る組織は、品質マネジメントシステムの適切性及び有効性を実証するため、ま</p>	<p>査等の結果に係る記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(3) 記録には、リリース（次工程への引渡し）を正式に許可した人を明記する。</p> <p>(4) 個別業務の計画で決めた検査及び試験が支障なく完了するまでは、当該機器等や原子炉施設等を運転、使用しない。ただし、当該の権限をもつ者が、個別業務の計画に定める手順により承認する場合は、この限りでない。</p> <p>(5) 原子力施設検査室長は、保安活動の重要度に応じて、使用前事業者検査等の中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保する。また、自主検査及び試験を行う部長及び課長は、自主検査等の検査及び試験要員について、これを準用する。</p> <p>8.3 不適合管理</p> <p>安全・核セキュリティ統括部長、所長は、不適合の処理に関する管理の手順及びそれに関する責任と権限を、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定め、次の事項を管理する。</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項に適合しない状況が放置され、運用されることを防ぐために、それらを識別し、管理することを確実にする。</p> <p>(2) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、次のいずれかの方法で不適合を処理する。</p> <p>a) 不適合を除去するための処置を行う。</p> <p>b) 不適合について、あらかじめ定められた手順により原子力の安全に及ぼす影響を評価し、当該業務や機器等の使用に関する権限をもつ者が、特別採用によって、その使用、リリース（次工程への引渡し）又は合格と判定することを正式に許可する。</p> <p>c) 本来の意図された使用又は適用ができないような処置をとる。</p> <p>d) 外部への引渡し後又は業務の実施後に不適合が検出された場合には、その不適合による影響又は起こり得る影響に対して適切な処置をとる。</p> <p>(3) 不適合を除去するための処置を施した場合は、要求事項への適合性を実証するための検証を行う。</p> <p>(4) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、不適合の性質の記録及び不適合に対してとられた特別採用を含む処置の記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。</p> <p>(5) 所長は、原子炉施設等の保安の向上を図る観点から、事故故障等を含む不適合をその内容に応じて、「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定める不適合の公開の基準に従い、情報の公開を行う。</p> <p>(6) 安全・核セキュリティ統括部長は、前項の情報の公開を受け、不適合に関する情報をホームページに公開する。</p> <p>8.4 データの分析及び評価</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>た、品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善の可能性を評価するために、適切なデータを明確にし、それらのデータを収集し、分析する。この中には、監視及び測定の結果から得られたデータ及びそれ以外の関連情報源からのデータを含める。</p> <p>(2) 保安に係る組織は、前項のデータの分析及びこれらに基づく評価を行い、次の事項に関連する改善のための情報を得る。</p> <p>a) 組織の外部の者からの意見の傾向及び特徴その他分析より得られる知見</p> <p>b) 業務・原子炉施設に対する要求事項への適合性</p> <p>c) 是正処置の機会を得ることを含む、プロセス及び原子炉施設の特性及び傾向</p> <p>d) 供給者の能力</p> <p>8.5 改善</p> <p>8.5.1 継続的改善</p> <p>保安に係る組織は、品質方針、品質目標、監査結果、データの分析、是正処置、未然防止処置及びマネジメントレビューを通じて、品質マネジメントシステムの有効性を向上させるために継続的に改善する。</p> <p>8.5.2 是正処置等</p> <p>(1) 保安に係る組織は、検出された不適合及びその他の事象（以下「不適合等」という。）の再発防止のため、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、不適合等の原因を除去する是正処置を行う。</p> <p>(2) 是正処置の必要性の評価及び実施について、次に掲げる手順により行う。</p> <p>a) 不適合等のレビュー及び分析</p> <p>b) 不適合等の原因の特定</p> <p>c) 類似の不適合等の有無又は当該不適合等が発生する可能性の明確化</p> <p>d) 必要な処置の決定及び実施</p> <p>e) とった是正処置の有効性のレビュー</p> <p>(3) 必要に応じ、次の事項を考慮する。</p>	<p>品質マネジメントシステムの適切性及び有効性を実証するため、また、品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善の可能性を評価するために、表 8.4 に示すデータを収集し、分析する。この中には、監視及び測定(8.2 参照)の結果から得られたデータ及びそれ以外の不適合管理(8.3 参照)等の情報源からのデータを含める。</p> <p>(2) 前項のデータの分析及びこれらに基づく評価を行い、次の事項に関連する改善のための情報を得る。</p> <p>a) 組織の外部の者からの意見の傾向及び特徴その他分析より得られる知見(8.2.1 参照)</p> <p>b) 業務・原子炉施設等に対する要求事項への適合性(8.2.3 及び 8.2.4 参照)</p> <p>c) 是正処置の機会を得ることを含む、プロセス及び原子炉施設等の特性及び傾向(8.2.3 及び 8.2.4 参照)</p> <p>d) 供給者の能力(7.4 参照)</p> <p>(3) 部長及び課長は、データ分析の情報及びその結果を整理し、所長を通じて研究所の管理責任者に報告するとともに、所掌する業務の改善に反映する。また、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長及び統括監査の職は、それぞれの管理責任者に報告するとともに、所掌する業務の改善に反映する。</p> <p>(4) 管理責任者は、報告のあった情報をマネジメントレビューへのインプット(5.6.2 参照)に反映する。</p> <p>8.5 改善</p> <p>8.5.1 継続的改善</p> <p>理事長、管理責任者、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質方針、品質目標、監査結果、データの分析、是正処置、未然防止処置及びマネジメントレビューを通じて、品質マネジメントシステムの有効性を向上させるために継続的に改善する。</p> <p>8.5.2 是正処置等</p> <p>安全・核セキュリティ統括部長、所長は、不適合等の是正処置の手順（根本的な原因を究明するための分析に関する手順を含む。）に関して、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定め、次の事項を管理する。</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、検出された不適合及びその他の事象（以下「不適合等」という。）の再発防止のため、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、不適合等の原因を除去する是正処置を行う。</p> <p>(2) 是正処置の必要性の評価及び実施について、次に掲げる手順により行う。</p> <p>a) 不適合等のレビュー及び分析</p> <p>b) 不適合等の原因（関連する要因を含む。）の特定</p> <p>c) 類似の不適合等の有無又は当該不適合等が発生する可能性の明確化</p> <p>d) 必要な処置の決定及び実施</p> <p>e) とった是正処置の有効性のレビュー</p> <p>(3) 必要に応じ、次の事項を考慮する。</p>	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性
<p>a) 計画において決定した保安活動の改善のために実施した処置の変更 b) 品質マネジメントシステムの変更</p> <p>(4) 原子力の安全に及ぼす影響が大きい不適合に関して根本的な原因を究明するための分析の手順を確立し、実施する。 (5) 全ての是正処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する。 (6) 保安に係る組織は、前項までの不適合等の是正処置の手順（根本的な原因を究明するための分析に関する手順を含む。）を定め、これを管理する。 (7) 保安に係る組織は、前項の手順に基づき、複数の不適合等の情報について、必要により類似する事象を抽出し、分析を行い、その結果から類似事象に共通する原因が認められた場合、適切な処置を行う。</p> <p>8.5.3 未然防止処置</p> <p>(1) 保安に係る組織は、原子力施設及びその他の施設の運転経験等の知見を収集し、起こり得る不適合の重要度に応じて、次に掲げる手順により適切な未然防止処置を行う。</p> <p>a) 起こり得る不適合及びその原因についての調査 b) 不適合の発生を予防するための処置の必要性の評価 c) 必要な処置の決定及び実施 d) とった未然防止処置の有効性のレビュー</p> <p>(2) 全ての未然防止処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する。 (3) 保安に係る組織は、前項までの未然防止処置の手順を定め、これを管理する。</p>	<p>a) 計画において決定した保安活動の改善のために実施した処置の変更 b) 品質マネジメントシステムの変更</p> <p>(4) 原子力の安全に及ぼす影響が大きい不適合に関しては、根本的な原因を究明するための分析の手順に従い、分析を実施する。 (5) 全ての是正処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>(6) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、複数の不適合等の情報について、必要により類似する事象を抽出し、分析を行い、その結果から共通する原因が認められた場合、適切な処置を行う。</p> <p>8.5.3 未然防止処置 安全・核セキュリティ統括部長、所長は、他の原子炉施設等から得られた知見を保安活動に反映するために未然防止処置の手順に関して、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」及び「原子力科学研究所水平展開要領」に定め、次の事項を管理する。</p> <p>(1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、原子力施設及びその他の施設の運転経験等の知見（核燃料物質の使用等に係る技術情報を含む。）を収集し、起こり得る不適合の重要性に応じて、次に掲げる手順により、未然防止処置を行う。この活用には、得られた知見や技術情報を他の原子炉施設等の事業者と共有することも含む。</p> <p>a) 起こり得る不適合及びその原因についての調査 b) 不適合の発生を予防するための処置の必要性の評価 c) 必要な処置の決定及び実施 d) とった未然防止処置の有効性のレビュー</p> <p>(2) 全ての未然防止処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。</p> <p>9. 令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しない使用施設等に係る品質管理に必要な体制</p> <p>(1) 理事長は、所長、部長及び課長に、令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しない使用施設等（非該当施設）の保安のための業務に係る品質管理に関して、次に掲げる事項について実施させ、原子力の安全を確保することを確実にする。</p> <p>a) 個別業務に関し、継続的な改善を計画的に実施し、これを評価する。 b) 個別業務に関する実施及び評価の結果に係る記録を作成し、これを管理する。</p> <p>(2) 所長、部長及び課長は、前項の実施に当たり、原子力の安全を確保することの重要性を認識し、個別業務に対する要求事項に適合し、かつ、原子力の安全がその他の事由により損なわれないようにすることを確実にする。</p>	

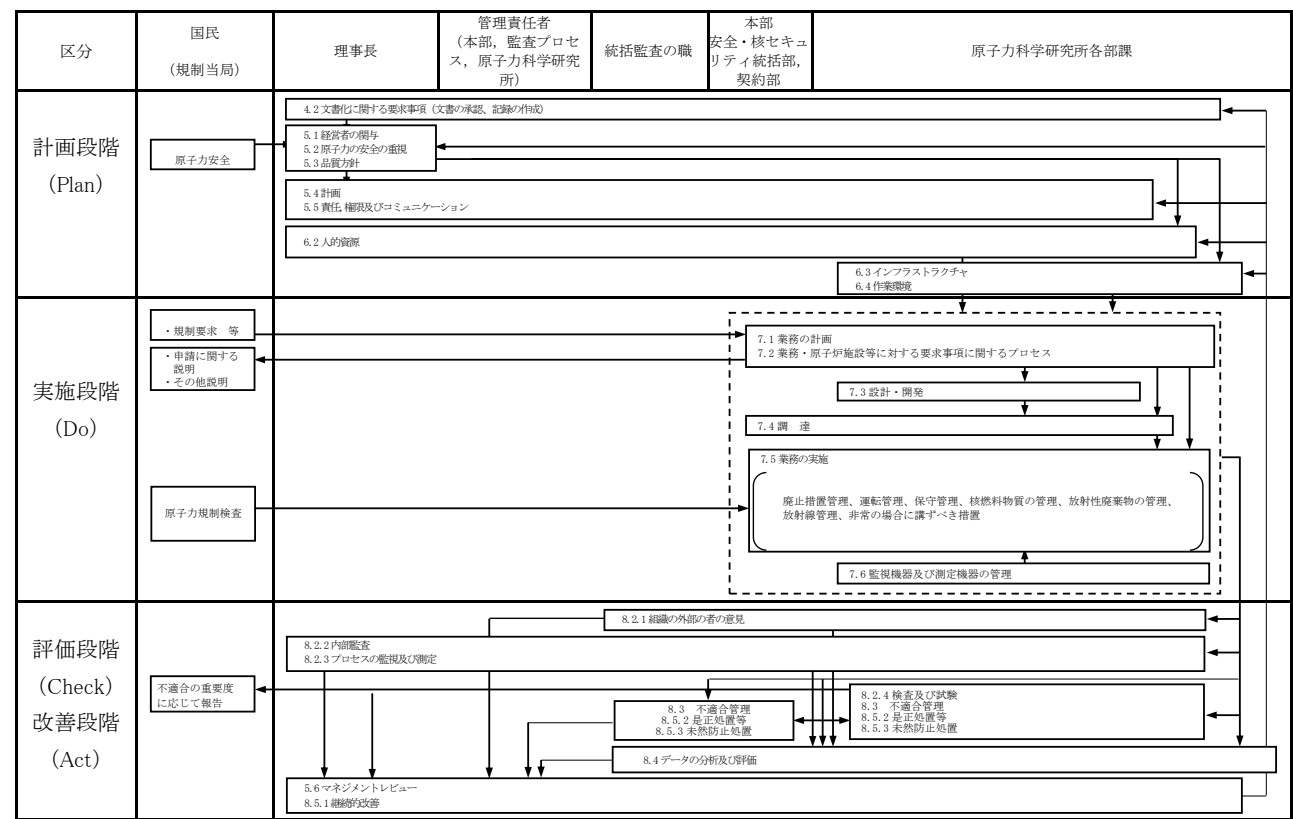


図 4.1 品質マネジメントシステム体系図



4. 品質マネジメントシステム(4.1 一般要求事項)

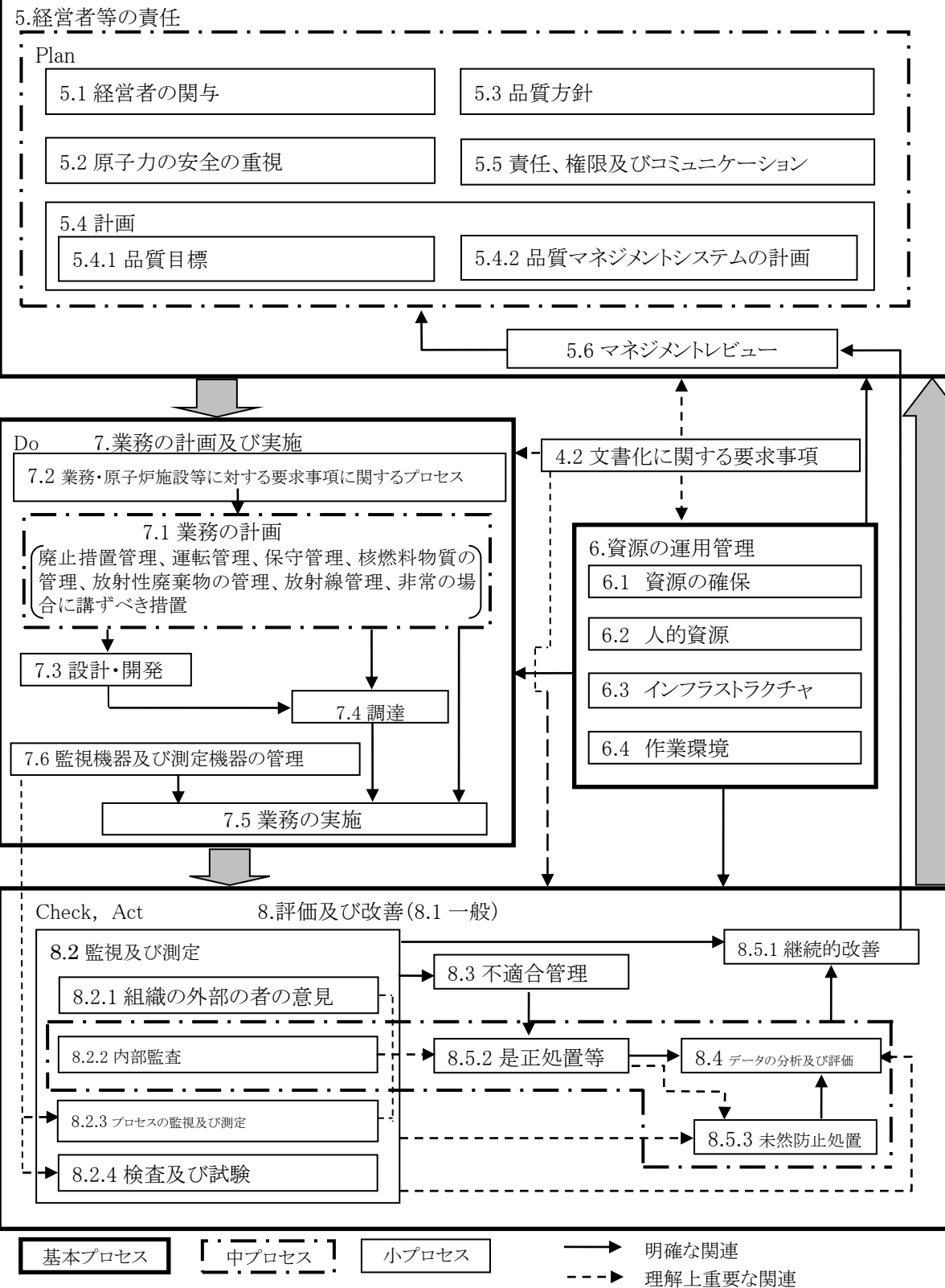


図4.2 品質マネジメントシステムプロセス関連図

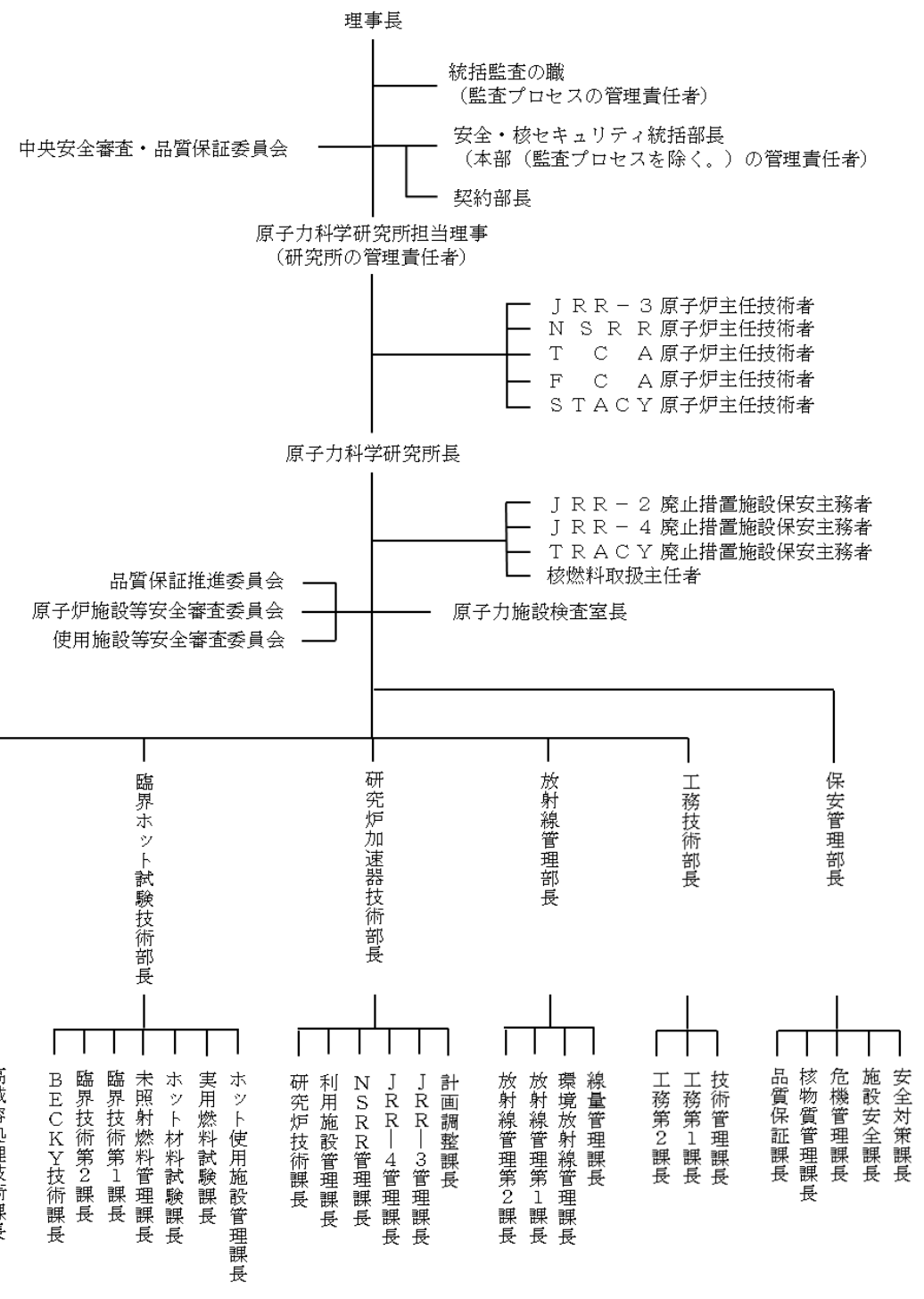


図 5.5.1 保安管理組織図

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書				整合性
表 4.2.1 品質マネジメントシステム文書					
	関連 条項	項目	文書名	承認者	文書番号
	4.2.3 4.2.4	文書管理 記録の管 理	文書及び記録管理要領  原子力科学研究所文書及び記録の管 理要領  保安管理部の文書及び記録の管理要 領  放射線管理部文書及び記録の管理要 領  工務技術部文書及び記録の管理要領  研究炉加速器技術部文書及び記録の 管理要領  臨界ホット試験技術部の文書及び記 録の管理要領  バックエンド技術部文書及び記録の 管理要領  原子力施設検査室文書及び記録の管 理要領	安全・核セキュリ ティ統括部長  所長  保安管理部長  放射線管理部長  工務技術部長  研究炉加速器技術 部長  臨界ホット試験技 術部長  バックエンド技術 部長  原子力施設検査室 長	QS-A01  (科)QAM-420  (科保)QAM-420  (科放)QAM-420  (科工)QAM-420  (科研)QAM-420  (科臨)QAM-420  (科バ)QAM-420  (科検)QAM-420
	5.1	経営者の 関与	安全文化の育成及び維持並びに関係 法令等の遵守活動に係る実施要領  原子力科学研究所安全文化の育成及 び維持並びに関係法令等の遵守活動 に係る実施要領	安全・核セキュリ ティ統括部長  所長	QS-A09  (科)QAM-510
	5.4.1	品質目標	品質目標の設定管理要領  原子力科学研究所品質目標管理要領	安全・核セキュリ ティ統括部長  所長	QS-A11  (科)QAM-540
	5.5.4	内部コミ ュニケー ション	中央安全審査・品質保証委員会の運営 について  原子炉施設等安全審査委員会規則  使用施設等安全審査委員会規則	安全・核セキュリ ティ統括部長  所長  所長	QS-A04  (科)QAM-550  (科)QAM-551

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）		設計及び工事の計画の認可申請書			整合性
		原子力科学研究所品質保証推進委員会規則	所長	(科)QAM-552	
5.6.1	マネジメントレビュー	マネジメントレビュー実施要領	理事長	QS-P02	
6.2.2	力量、教育・訓練及び認識	保安管理部教育・訓練管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-620	
		放射線管理部教育・訓練管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-620	
		工務技術部教育・訓練管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-620	
		研究炉加速器技術部教育・訓練管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-620	
		臨界ホット試験技術部の教育・訓練管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-620	
		バックエンド技術部教育訓練管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-620	
		原子力施設検査室教育・訓練管理要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-620	
		教育訓練管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A07	
7.1	業務の計画	原子力科学研究所放射線安全取扱手引	所長	(科)QAM-711	
		原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則	所長	(科)QAM-712	
		原子力科学研究所事故対策規則	所長	(科)QAM-713	
		原子力科学研究所事故故障及び災害発生時の通報連絡に関する運用基準	所長	(科)QAM-714	
		原子力科学研究所保全有効性評価要領	所長	(科)QAM-715	
		原子力科学研究所 PI 設定評価要領	所長	(科)QAM-716	
		保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領	保安管理部長	(科保)QAM-710	
		放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領	放射線管理部長	(科放)QAM-710	
		工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領	工務技術部長	(科工)QAM-710	
		研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-710	
		臨界ホット試験技術部の業務の計画	臨界ホット試験技	(科臨)QAM-710	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）		設計及び工事の計画の認可申請書			整合性
		及び実施に関する要領	術部長		
		バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-710	
		原子力施設検査室の業務の計画及び実施に関する要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-710	
		業務の計画及び実施管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A12	
7.3	設計・開発	保安管理部設計・開発管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-730	
		放射線管理部設計・開発管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-730	
		工務技術部設計・開発管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-730	
		研究炉加速器技術部設計・開発管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-730	
		臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-730	
		バックエンド技術部設計・開発管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-730	
7.4	調達	調達先の評価・選定管理要領	契約部長	QS-G01	
		原子力科学研究所調達管理要領	所長	(科)QAM-740	
7.6	監視機器及び測定機器の管理	保安管理部監視機器及び測定機器の管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-760	
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領（放射線管理施設編）	放射線管理部長	(科放)QAM-760	
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領（放射線測定機器管理編）	放射線管理部長	(科放)QAM-761	
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領（環境の放射線管理施設編）	放射線管理部長	(科放)QAM-762	
		工務技術部監視機器及び測定機器の管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-760	
		研究炉加速器技術部監視機器及び測定機器の管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-760	
		臨界ホット試験技術部監視機器及び測定機器の管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-760	
		バックエンド技術部監視機器及び測定機器の管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-760	
8.2.2	内部監査	原子力安全監査実施要領	理事長	QS-P03	
8.2.4	検査及び	原子力科学研究所事業者検査の実施	原子力施設検査室	(科検)QAM-820	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書				整合性	
		試験	要領	長		
	保安管理部試験・検査の管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-820			
	放射線管理部試験・検査の管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-820			
	工務技術部試験・検査の管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-820			
	研究炉加速器技術部試験・検査の管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-820			
	臨界ホット試験技術部の試験・検査の管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-820			
	バックエンド技術部試験・検査の管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-820			
	8.3	不適合管	不適合管理並びに是正及び未然防止	安全・核セキュリティ	QS-A03	
	8.5.2	理	処置要領	テイ統括部長		
	8.5.3	是正処置	原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領	所長	(科)QAM-830	
		等				
	未然防止	原子力科学研究所水平展開要領	所長	(科)QAM-850		
	処置					

表 8.2.3 品質マネジメントシステムのプロセスの実施状況評価

監視・測定するプロセス	監視・測定の実施責任者	計画されたプロセスと結果	監視項目	評価方法と頻度	
品質マネジメントシステム	理事長	品質方針、品質目標の設定及び実施状況	品質目標の達成状況	マネジメントレビューの会議 年度末及び必要に応じて	
	所長	品質目標の設定及び実施状況		所長へ報告 半期ごと	
	部長			部長へ報告 半期ごと	
	課長			部長へ報告 半期ごと	
業務の計画及び実施のプロセス	廃止措置	年間管理計画の設定と実施	廃止措置に係る保安の状況	所長へ報告 四半期ごと	
	運転管理	年間運転計画の設定及び実施	施設の運転状況	所長へ報告 四半期ごと	
	保守管理	施設管理実施計画の設定及び実施	保守管理の実施状況	所長へ報告 四半期ごと	
	核燃料物質の管理	年間使用計画の設定及び実施	核燃料物質の管理状況	所長へ報告 四半期ごと	
	放射性廃棄物の管理	施設管理者 高減容処理技術課長 放射性廃棄物管理第1課長 放射性廃棄物管理第2課長	放射性廃棄物の引き渡し、運搬、貯蔵、保管、処理及び保管廃棄の実施	放射性固体廃棄物の管理状況	所長へ報告 四半期ごと
	放射線管理	気体廃棄物の管理者 区域放射線管理担当課長	放射性気体廃棄物の放出管理目標値又は放出管理基準値に係る放出管理の実施	放射性気体廃棄物の放出状況	所長へ報告 四半期ごと
		液体廃棄物の管理者 区域放射線管理担当課長	放射性液体廃棄物の放出管理目標値又は放出管理基準値に係る放出管理の実施	放射性液体廃棄物の放出状況	所長へ報告 四半期ごと
	非常の場合に講ずべき措置	課長 線量管理課長	放射線業務従事者の線量限度の管理	放射線業務従事者の被ばく状況	所長へ報告 四半期ごと
		課長 危機管理課長	訓練の計画の設定及び実施	訓練の実施状況	所長へ報告 四半期ごと
	改善のプロセス	理事長	品質マネジメントシステムの適合性の確保、有効性の改善	品質マネジメント活動の実施状況	原子力安全監査 毎年度1回以上、又は必要に応じて
不適合管理状況				マネジメントレビューの会議 年度末及び必要に応じて	
	全ての管理者		自己評価の実施状況	管理責任者へ報告 年度末及び必要に応じて	

原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書	整合性																											
表 8.4 品質マネジメントシステムの分析データ																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1368 367 1567 449">データ</th> <th data-bbox="1567 367 2451 449">関連する文書</th> <th data-bbox="2451 367 2611 449">8.4(2)との関連</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1368 449 1567 653">廃止措置に係る保安の状況</td> <td data-bbox="1567 449 2451 653"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 449 2611 653">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 653 1567 856">施設の運転状況</td> <td data-bbox="1567 653 2451 856"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 653 2611 856">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 856 1567 1094">保守管理の実施状況</td> <td data-bbox="1567 856 2451 1094"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 856 2611 1094">(b) (c)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1094 1567 1213">核燃料物質の管理状況</td> <td data-bbox="1567 1094 2451 1213"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 1094 2611 1213">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1213 1567 1417">放射性固体廃棄物の管理状況</td> <td data-bbox="1567 1213 2451 1417"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 1213 2611 1417">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1417 1567 1577">放射性気体廃棄物の放出状況</td> <td data-bbox="1567 1417 2451 1577"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 1417 2611 1577">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1577 1567 1814">放射性液体廃棄物の放出状況</td> <td data-bbox="1567 1577 2451 1814"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 1577 2611 1814">(b)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1814 1567 1934">放射線業務従事者の被ばく状況</td> <td data-bbox="1567 1814 2451 1934"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul> </td> <td data-bbox="2451 1814 2611 1934">(b)</td> </tr> </tbody> </table>	データ	関連する文書	8.4(2)との関連	廃止措置に係る保安の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)	施設の運転状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)	保守管理の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b) (c)	核燃料物質の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則</li> </ul>	(b)	放射性固体廃棄物の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)	放射性気体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)	放射性液体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)	放射線業務従事者の被ばく状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)	
データ	関連する文書	8.4(2)との関連																											
廃止措置に係る保安の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)																											
施設の運転状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)																											
保守管理の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b) (c)																											
核燃料物質の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則</li> </ul>	(b)																											
放射性固体廃棄物の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)																											
放射性気体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)																											
放射性液体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)																											
放射線業務従事者の被ばく状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>・原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)																											



原子炉設置変更許可申請書（共通編本文）	設計及び工事の計画の認可申請書			整合性
	訓練の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保安管理部教育・訓練管理要領</li> <li>・放射線管理部教育・訓練管理要領</li> <li>・工務技術部教育・訓練管理要領</li> <li>・研究炉加速器技術部教育・訓練管理要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の教育・訓練管理要領</li> <li>・バックエンド技術部教育訓練管理要領</li> </ul>	(b) (c)	
	保安検査指摘等事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(a)	
	官庁検査、事業者検査での不適合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力科学研究所事業者検査の実施要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(a) (b) (c) (d)	
	不適合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(b) (c) (d)	
	調達先の監査実施状況	調達先の評価・選定管理要領 原子力科学研究所調達管理要領	(d)	



6. JRR-3原子炉施設に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性説明の要否について

本申請に当たり、JRR-3原子炉施設を構成する構築物、系統及び機器について、試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則への適合性説明の要否を取りまとめたJRR-3設工認要否判定表を別表に示す。















添付書類6 別表 JRR-3設工認要否判定表 (7/10)

		182	183	184	185	186	187	188	192	193	194	353	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	213	214	215	216	379	207	208		
		ト、放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備																チ、放射線管理施設の構造及び設備														
		(1) 気体廃棄物の廃棄施設								(2) 液体廃棄物の廃棄設備								(3) 固体廃棄物の廃棄設備				(1) 屋内管理用の主要な設備の種類										
技術基準規則の条項	項、号	機器・設備																機器・設備				機器・設備										
		原子炉建屋及び実験利用機等								液体廃棄物廃棄設備 *35								使用済燃料貯蔵施設(北地区)				作業環境モニタリング設備										
		実験室等(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)	空気系(空気系) 浄化設備(排機)
耐震重要度	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
安全上の重要度	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
設工認申請	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
新規基準前に既に設工認申請済みのもの	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
新規/既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存
第1、2条	適用範囲、定義																															
第3条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設																															
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設																															
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤																															
第6条	地震による損傷の防止																															
第7条	津波による損傷の防止																															
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止																															
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法侵入等の防止																															
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能																															
第11条	機能の確認等																															
第12条	材料、構造等																															
第13条	安全弁等																															
第14条	逆止め弁																															
第15条	放射性物質による汚染の防止																															
第16条	遮蔽等																															
第17条	換気設備																															
第18条	試験研究用等原子炉施設																															
第19条	適用																															
第20条	溢(いつ)水による損傷の防止																															
第21条	安全避難通路等																															
第22条	安全設備																															
第23条	炉心等																															
第24条	熱遮蔽材																															
第25条	一次冷却材																															
第26条	核燃料物質取扱設備																															
第27条	核燃料物質貯蔵設備																															
第28条	一次冷却材処理装置																															
第29条	冷却設備等																															
第30条	液位の保持等																															
第31条	計測設備																															
第32条	放射線管理施設																															
第33条	安全保護回路																															
第34条	反応度制御系統及び原子炉停止系統																															
第35条	原子炉制御室等																															
第36条	廃棄物処理設備																															
第37条	保管廃棄設備																															
第38条	原子炉格納施設																															
第39条	実験設備等																															
第40条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止																															
第41条	保安電源設備																															
第42条	警報装置																															
第43条	通信連絡設備等																															

一：当該条項の要求事項に適合すべき設備等が施設に無いことを示す。  
 ○：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。  
 △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため（もしくは他の回の申請で説明するため）適合性説明を省略することを示す。  
 ※：新規要求事項であるが、過去の設工認または現在申請中の設工認で要求事項を満たしていることの説明がつくもの。  
 ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。





303 304 305 306 307 309 310 312 313 349 349-2 349-3 314 315 316 317 318 338 319 329-1 329-2 330 331 332 339 340 341 342 343 334 326

技術基準規則の条項		又、その他試験研究用等原子炉の付属施設の構造及び設備																											
		(2) 主要な実験設備の構造										(3) 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止のための設備					(4) その他の主要な事項												
		機器・設備										機器・設備					機器・設備												
		CNS		原子炉建家諸セル								給水設備(建築内)					圧縮空気設備*38												
ヘルウム圧縮機	コールドボックス	原子炉建家(軽体)	鉛ガラス	マニフールド	蓋	ノズル	実験用種別諸セル	実験利用種別諸セル	給水配管(建築内)	可搬型ポンプ	可搬型発電機	ホウ酸	空気呼吸機等	商用電源系*4	受電設備(油断警報用遮断器)	重水保管タンクの設備	自動火災報知設備(非常用電源設備に係るもの)	自動火災報知設備(非常用電源設備に係るもの)	屋内消火栓設備	ハロゲン化物消火設備	可搬式消火器	圧縮空気設備*38	空気圧縮機	除湿機	アキウムレタ	給水設備(工業用水配)	給水管(上水)*44	森林火災対策(屋外消火栓)*46	落雷防護*47
耐震重要度		C	B									C						C											
安全上の重要度		PS3																MS3											
設工認申請			13									12						7-4											
新規基準前に設工認申請済みのもの		○	○									○						○											
新規/既存		既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	新規	新規	新規	新規	新規	新規	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存
第1、2条	適用範囲、定義																												
第3条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設																												
第4条	停止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持																												
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第6条	地震による損傷の防止	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
第7条	津波による損傷の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第11条	機能の確認等																												
第12条	材料、構造等	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
第13条	安全弁等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第14条	逆止め弁	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第15条	放射性物質による汚染の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第16条	遮蔽等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第17条	換気設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第18条	試験研究用等原子炉施設																												
第19条	適用																												
第20条	溢(いつ)水による損傷の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第21条	安全避難通路等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第22条	安全設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第23条	炉心等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第24条	熱遮蔽材	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第25条	一次冷却材	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第26条	核燃料物質取扱設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第27条	核燃料物質貯蔵設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第28条	一次冷却材処理装置	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第29条	冷却設備等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第30条	液位の保持等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第31条	計測設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第32条	放射線管理施設	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第33条	安全保護回路	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第34条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第35条	原子炉制御室等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第36条	廃棄物処理設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第37条	保管廃棄設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第38条	原子炉格納施設	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第39条	実験設備等	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
第40条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第41条	保安電源設備	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第42条	警報装置	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
第43条	通信連絡設備等	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

一：当該条項の要求事項に適合すべき設備等が施設に無いことを示す。  
 ○：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。  
 △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設からの変更はなく、既設をそのまま使用するため(もしくは他の回の申請で説明するため)適合性説明を省略することを示す。  
 ×：新規要求事項であるが、過去の設工認または現在申請中の設工認で要求事項を満たしていることの説明がつくもの。  
 ◎：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

添付書類 6 別表 JRR-3 設工認要否判定表 注記一覧

注) 関連する設備機器の番号を「\$○」で示す

- \* 1 外部事象影響評価にて申請する。
- \* 2 核物質防護規定等の運用にて管理する。
- \* 3 既設の放射線エリアモニタを用いる。
- \* 4 \* 1に加えて避雷針及びばい煙対策について申請する。
- \* 5 構築物であり、動的機能は有していない。
- \* 6 安全にヘリウムを廃棄できるよう排気筒及び排風機を設ける。
- \* 7 水中に設置しているため、火災により損傷するおそれはない。
- \* 8 水中に設置されているため溢水による影響を受けない。
- \* 9 制御棒案内管受座自体は安全機能を有していない。また、制御棒案内管の耐震評価においても受座による支持は期待しない。
- \* 10 各設備機器の設工認申請書の中で使用する内部流体を明らかにし、最高使用温度、最高使用圧力を用いて設備機器の評価を行っているため、各設備機器において適合性を示す。
- \* 11 設置時の炉心構造物の添付計算書にて最高使用状態において評価し、問題ないことを確認している。
- \* 12 329-1 (消火設備の設置) にて説明する。
- \* 13 動的機能は有しておらず、構造上 (鉄筋コンクリートまたはステンレス製) 溢水による影響を受けないことは明らかである。
- \* 14 耐震重要度見直しに伴い、耐震クラス変更の申請を行う。
- \* 15 使用済燃料は自然対流により十分に除熱できるため、強制冷却を要しない。
- \* 16 (欠番)
- \* 17 守るべき機能は1次冷却材の保持であり、動的機能に期待するものではなく、構造上 (金属製) 直ちに溢水による影響を受けないことは明らかである。
- \* 18 1次冷却材補助ポンプの基礎高さについては348にて申請する。
- \* 19 動的機能は有しておらず、構造上 (金属製) 直ちに溢水による影響を受けないことは明らかである。
- \* 20 守るべき機能は重水の保持であり、動的機能に期待するものではなく、構造上 (金属製) 直ちに溢水による影響を受けないことは明らかである。
- \* 21 溢水により損傷を受けたとしても、フェールセーフの設計としているため、守るべき安全機能は達成される。

- \*22 試料採取設備は旧設置許可書の記載内容から変更はなく、許可基準規則・設工規則とも要求事項はないが、発電炉の需要度分類審査指針の解釈に事故時の試料採取系が例示されており、それを参考に従来から JRR-3 の重要度分類表に含まれているものである。
- \*23 制御室に溢水源は無く、制御室外で発生した溢水により影響を受けるおそれがある場合には運転員の操作により原子炉を停止することが出来るため、必要な安全機能は達成される。
- \*24 設計基準事故時に制御室の環境が変化するようなことはない。
- \*25 設備機器の異常検知のためであり、安全機能喪失を検知するためのものでない。
- \*26 § 105 安全系、106 対数出力炉周期系、110 1 次冷却材流量、1121 次冷却材炉心出口温度、1131 次冷却材炉心出入口温度差 (炉心入口温度)、114 重水温度、115 重水流量、116 重水溢流タンク水位、117 原子炉プール水位、118 燃料事故モニタ、125 2 次冷却塔入口温度、126 2 次冷却系流量、128 ヘリウム流量、129 重水再結合器温度、371 1 次冷却材モニタ、372 2 次冷却材モニタ、373 炉上面排気モニタ、374 実験利用設備モニタ、136 破損燃料検出装置、141 安全スイッチ、2 地震感知器
- \*27 制御棒駆動装置として一式での評価を実施する (その 1 3)。
- \*28 当該設備の故障により、正の反応度が添加されることはない。
- \*29 外部電源喪失や単一故障に対し、制御棒系として安全機能を達成するために必要なものは制御棒、制御棒駆動装置管内駆動部、制御棒案内管、制御棒駆動機構案内管の機能である。これらは制御棒がそれぞれ独立に6体設置されていることをもって多重性を担保している。制御棒駆動装置管外駆動部は、制御棒系を構成する機器ではあるが、その構造、動作原理から故障時に非安全側に働くものではないことが明らかであり、13条2号が要求される設備ではない。
- \*30 10/21 の審査会合でクラス 2 以上が対象と整理する以前に認可を受けているため。
- \*31 設置時の設工認に記載はないが、使用前検査には合格している。
- \*32 § 109 中性子計装盤、123 安全保護系制御盤、138 原子炉停止回路、139 スクラム遮断器、145 工学的安全施設作動設備監視装置、166 自然循環運転インターロック、171 手動停止スイッチ、375 プロセス計装盤、376 原子炉制御操作卓
- \*33 制御室は原子炉建家と別建家である原子炉制御棟に設けられているため、設計基準事故時においても従事者が退避する必要はない。
- \*34 制御室は原子炉建家と別建家である原子炉制御棟に設けられているため、遮蔽設備等は要しない。
- \*35 JRR-3 原子炉施設では液体放射性廃棄物の保管廃棄は行わないが、設備の特性を考慮し設工規則第 26 条に準ずる。



- \*36 放射性液体廃棄物の廃棄は放射性廃棄物処理場にて行うため、JRR-3 では放射性液体廃棄物の廃棄は行っていない。廃液貯槽に溜められた廃液は保安規定に基づき排出前に放射性物質の濃度を測定し、基準値以下の場合には一般排水を行っている。
- \*37 該当する技術基準の条項は無いが、許可基準規則への対応のためその1にて申請する。
- \*38 246 の申請にて説明する。
- \*39 非常用電源設備の溢水防護のため、マンホール蓋を設ける（246 の申請にて説明）。
- \*40 259～268 で構成される（その1 3 では配管の耐震評価を申請する）。
- \*41 270～279 で構成される（その1 3 では配管の耐震評価を申請する）。
- \*42 281～285 で構成される（その1 3 では配管の耐震評価を申請する）。
- \*43 基準地震動  $S_s$  により上位クラス設備に影響を及ぼさないことを確認する。
- \*44 一般設備であり、要求される技術基準はない。
- \*45 その他試験研究用等原子炉の附属施設として設置時に認可を受けている。
- \*46 森林火災に対しては、屋外消火栓に期待しなくとも必要な安全機能は防護されることを評価にて示す。
- \*47 原子炉建家避雷針についてはその4、原子炉制御棟避雷針についてはその1 3 にて申請する。
- \*48 JRR-3 は航空機落下に対する考慮をする必要はない。
- \*49 上位波及影響評価については原子炉プール躯体の評価において、サブプール、詰替セル躯体の重量を考慮し、原子炉プール躯体に影響を及ぼさないことを確認している。



7. JRR-3の変更に係る設計及び工事の計画の分割申請の理由に関する説明書

JRR-3 原子炉施設の適合性確認に係る設計及び工事の計画の認可申請については、設計の範囲、工事の時期等を勘案して表1のとおり分割することとする。本申請では、「原子炉制御棟避雷針の設置」、「中央制御室外原子炉停止盤の設置」、「中央制御室におけるばい煙対策設備の設置」、「原子炉プール水位警報設備の設置」、「使用済燃料プール水位警報設備の設置」、「外部消火設備の設置」、「内部溢水影響評価」、「内部火災影響評価」、「使用済燃料貯槽室の構造（外部事象影響）」、「燃料管理施設の構造（外部事象影響）」、「使用済燃料貯蔵施設の構造（外部事象影響）」、「原子炉制御棟の構造（外部事象影響）」、「排気筒の構造（外部事象影響）」、「原子炉建家の構造（外部事象影響）」、「実験利用棟の構造（外部事象影響）」、「原子炉プール貫通部等の構造（耐震性）」、「1次冷却系設備の構造（耐震性）」、「2次冷却系設備の構造（耐震性）」、「重水冷却設備の構造（耐震性）」、「サイフォンブレイク弁の構造（耐震性）」、「原子炉プール溢流タンクの構造（耐震性）」、「核計装案内管等の構造（耐震性）」、「制御棒等の構造（耐震性）」、「重水ダンプ弁の構造（耐震性）」、「原子炉建家換気空調設備の構造（耐震性）」、「非常用排気設備の構造（耐震性）」、「核燃料物質貯蔵設備の構造（耐震性）」、「照射設備の構造（耐震性）」、「クライオスタットの構造（耐震性）」、「炉室詰替セル等の構造（耐震性）」及び「原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計」について申請するものである。

表1 JRR-3 原子炉施設設工認申請対象の施設区分と項目※

施設区分		申請対象		分割申請回数	今回の申請	備考
設工認申請	設置許可申請					
イ 原子炉本体	ハ 原子炉本体の構造及び設備	(1) 炉心(i)構造	炉心等の構造 (耐震性)	その1 1	申請済	既設
		(4) 原子炉容器(i)構造	原子炉プールの構造 (耐震性) 原子炉容器等の構造 (耐震性)	その1 1 その1 3	申請済 ○	既設 既設
		(1) 耐震構造	使用済燃料貯蔵室の耐震改修 (耐震性)	その3	申請済	改造
			燃料管理施設の耐震改修 (耐震性)	その3	申請済	改造
ロ 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造	(3) その他の主要な構造	使用済燃料貯蔵施設の耐震設計 (耐震性) 使用済燃料貯蔵室の構造 (外部事象影響)	その2 その1 3	申請済 ○	既設 既設
			燃料管理施設の構造 (外部事象影響)	その1 3	○	既設
			使用済燃料貯蔵施設の構造 (外部事象影響)	その1 3	○	既設
			核燃料物質貯蔵設備の構造 (耐震性)	その1 3	○	既設
ハ 原子炉冷却系統施設	ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造	(2) 核燃料物質貯蔵設備の構造	核燃料物質貯蔵設備の構造 (耐震性) ステンレス製密封容器の構造 (密封性)	その1 0	申請済	既設
			使用済燃料プール等の構造 (耐震性)	その1 1	申請済	既設
			使用済燃料プール水位警報設備の設置	その1 3	○	既設
			冷却塔の耐震改修 (耐震性)	その6	申請済	改造
ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備	ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備	(1) 1次冷却設備	1次冷却材補助ポンプの被水対策設備の設置	その7	申請済	追加
		(ii) 主要な機器の構造				
		(1) 1次冷却設備	1次冷却系設備の構造 (耐震性)	その1 3	○	既設
		(2) 2次冷却設備	2次冷却系設備の構造 (耐震性)	その1 3	○	既設
	(4) その他の主要な事項	重水冷却設備の構造 (耐震性)	その1 3	○	既設	
	(i) 重水冷却設備					

施設区分		申請対象		分割申請回数	今回の申請	備考	
設工認申請	設置許可申請	申請対象	申請回数				
ハ 原子炉冷却系統施設	ホ 原子炉冷却系統施設の構造及び設備	(4) その他の主要な事項	サイフォンブレード弁の構造 (耐震性)	その13	○	既設	
		(ii) 冠水維持設備	原子炉プールの構造 (耐震性)	その11	申請済	既設	
	ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造	(4) その他の主要な事項	原子炉プール溢流タンクの構造 (耐震性)	その13	○	既設	
		(1) 耐震構造	原子炉制御棟の耐震改修 (耐震性)	その2	申請済	改造	
		(3) その他の主要な構造	原子炉制御棟の構造 (外部事象影響)	その13	○	既設	
ニ 計測制御系統施設	ハ 計測制御系統施設の構造及び設備	(1) 耐震構造	原子炉制御棟避雷針の設置	その13	○	既設	
		(3) その他の主要な構造	中央制御室におけるばい煙対策設備の設置	その13	○	既設	
		(1) 計装	原子炉プール水位警報設備の設置	その13	○	既設	
		(2) 安全保護回路	ケーブルの分離設備の設置 (建家貫通部)	その10	申請済	追加	
		(3) 制御設備	核計装案内管等の構造 (耐震性)	その13	○	既設	
	ホ 放射性廃棄物の廃棄施設	ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備	(4) 非常用制御設備	制御棒等の構造 (耐震性)	その13	○	既設
			(5) その他の主要な事項	制御棒駆動装置の一部更新	その8	申請済	改造
			(1) 耐震構造	重水ダンブ弁の構造 (耐震性)	その13	○	既設
			(3) その他の主要な構造	中央制御室外原子炉停止盤の設置	その13	○	既設
			(3) 固体廃棄物の廃棄設備	排気筒の耐震改修 (耐震性)	その3	申請済	改造
ヘ 放射線管理施設	チ 放射線管理施設の構造及び設備	(3) その他の主要な構造	排気筒の構造 (外部事象影響)	その13	○	既設	
		(2) 液体廃棄物の廃棄設備	廃液貯槽の漏えい検知器の設置	その1	申請済	追加	
		(3) 固体廃棄物の廃棄設備	保管廃棄施設の設置	その10	申請済	既設	
ヘ 放射線管理施設	チ 放射線管理施設の構造及び設備	(2) 屋外管理用の主要な設備の種類	モニタリングポスト等の情報伝達設備の付加	その1	申請済	追加	

施設区分		申請対象	分割申請回数	今回の申請	備考	
施工認申請	設置許可申請					
ト 原子炉格納施設	ロ 試験研究用等原子炉施設の一般構造	(1)耐震構造	原子炉建家屋根の耐震改修(耐震性)	その4	申請済	改造
	リ 原子炉格納施設の構造及び設備	(3)その他の主要な構造	原子炉建家の構造(外部事象影響)	その13	○	既設
		(2)設計圧力及び設計温度並びに漏えい率	原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計	原子炉建家の負圧維持及び漏えい率に係る設計	その13	○
チ その他試験研究用等原子炉施設 子炉施設の附属施設	ス その他試験研究用等原子炉施設の附属施設の構造及び設備	(3)その他の主要な事項	原子炉建家換気空調設備の構造(耐震性)	その13	○	既設
		(ii)非常用排気設備	非常用排気設備の構造(耐震性)	その13	○	既設
		(1)耐震構造	実験利用棟及びコンプレッサ棟の耐震改修(耐震性)	その5	申請済	改造
		(3)その他の主要な構造	実験利用棟の構造(外部事象影響)	その13	○	既設
		(1)非常用電源設備の構造(i)無停電源装置	静止型インバータ装置の更新	その9	申請済	改造
		(2)主要な実験設備の構造(ii)照射利用設備	照射設備の構造(耐震性)	その13	○	既設
		(2)主要な実験設備の構造(iii)CNS	クライオスタットの構造(耐震性)	その13	○	既設
(2)主要な実験設備の構造(iv)その他の附属設備	炉室詰替セル等の構造(耐震性)	その13	○	既設		

施設区分		申請対象	分割申請回数	今回の申請	備考
施工認申請	設置許可申請				
その他試験研究用等原子炉施設の附属施設	その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備	(3) 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止のための設備	その1 2	申請済	追加
		(4) その他の主要な事項	その7	申請済	既設、追加
	試験研究用等原子炉施設の一般構造	J R R - 3 内の通信連絡設備の設置	その1	申請済	既設
			J R R - 3 外の通信連絡設備の設置	その1	申請済
		消火設備の設置 (ハロゲン化物消火設備を除く)	その7	申請済	既設
		消火設備の設置 (ハロゲン化物消火設備)	その9	申請済	既設
		外部消火設備の設置	その1 3	○	既設
		内部溢水影響評価	その1 3	○	既設
		内部火災影響評価	その1 3	○	既設
		内部火災影響評価	その1 3	○	既設

※今後の進捗に応じて、項目や分割内容を変更する可能性がある。



品質マネジメントシステム文書	
文書番号	QS - P10
改訂番号	06 (2020年4月1日改訂)

管理外文書

原子力科学研究所  
原子炉施設及び核燃料物質使用施設等  
品質マネジメント計画書

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

## 目 次

1.	目的-----	1
2.	適用範囲-----	1
3.	定義-----	1
4.	品質マネジメントシステム-----	1
4.1	一般要求事項-----	1
4.2	文書化に関する要求事項-----	3
4.2.1	一般-----	3
4.2.2	品質マネジメント計画書-----	3
4.2.3	文書管理-----	4
4.2.4	記録の管理-----	4
5.	経営者等の責任-----	5
5.1	経営者の関与-----	5
5.2	原子力の安全の重視-----	5
5.3	品質方針-----	5
5.4	計画-----	5
5.4.1	品質目標-----	5
5.4.2	品質マネジメントシステムの計画-----	6
5.5	責任、権限及びコミュニケーション-----	6
5.5.1	責任及び権限-----	6
5.5.2	管理責任者-----	7
5.5.3	管理者-----	8
5.5.4	内部コミュニケーション-----	8
5.6	マネジメントレビュー-----	8
5.6.1	一般-----	8
5.6.2	マネジメントレビューへのインプット-----	9
5.6.3	マネジメントレビューからのアウトプット-----	9
6.	資源の運用管理-----	10
6.1	資源の確保-----	10
6.2	人的資源-----	10
6.2.1	一般-----	10
6.2.2	力量、教育・訓練及び認識-----	10
6.3	インフラストラクチャ-----	10
6.4	作業環境-----	11
7.	業務の計画及び実施-----	11
7.1	業務の計画-----	11
7.2	業務・原子炉施設等に対する要求事項に関するプロセス-----	11
7.2.1	業務・原子炉施設等に対する要求事項の明確化-----	11

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

7.2.2	業務・原子炉施設等に対する要求事項のレビュー	1 1
7.2.3	外部とのコミュニケーション	1 2
7.3	設計・開発	1 2
7.3.1	設計・開発の計画	1 2
7.3.2	設計・開発へのインプット	1 2
7.3.3	設計・開発からのアウトプット	1 3
7.3.4	設計・開発のレビュー	1 3
7.3.5	設計・開発の検証	1 3
7.3.6	設計・開発の妥当性確認	1 4
7.3.7	設計・開発の変更管理	1 4
7.4	調達	1 4
7.4.1	調達プロセス	1 4
7.4.2	調達要求事項	1 5
7.4.3	調達製品等の検証	1 5
7.5	業務の実施	1 5
7.5.1	個別業務の管理	1 5
7.5.2	個別業務に関するプロセスの妥当性確認	1 6
7.5.3	識別管理及びトレーサビリティ	1 6
7.5.4	組織外の所有物	1 6
7.5.5	調達製品の保存	1 6
7.6	監視機器及び測定機器の管理	1 7
8.	評価及び改善	1 7
8.1	一般	1 7
8.2	監視及び測定	1 8
8.2.1	組織の外部の者の意見	1 8
8.2.2	内部監査	1 8
8.2.3	プロセスの監視及び測定	1 8
8.2.4	検査及び試験	1 9
8.3	不適合管理	1 9
8.4	データの分析及び評価	2 0
8.5	改善	2 1
8.5.1	継続的改善	2 1
8.5.2	是正処置等	2 1
8.5.3	未然防止処置	2 1
9.	令第 41 条各号に掲げる核燃料物質を使用しない使用施設等に係る品質管理に必要な体制	2 2

日本原子力研究開発機構		文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書			
制定日: 2017年4月1日		改訂日: 2020年4月1日	
		改訂番号:06	

図 4.1	品質マネジメントシステム体系図	-----	2 3
図 4.2	品質マネジメントシステムプロセス関連図	-----	2 4
図 5.5.1	保安管理組織図	-----	2 5
表 4.2.1	品質マネジメントシステム文書	-----	2 6
表 8.2.3	品質マネジメントシステムのプロセスの実施状況評価	-----	3 0
表 8.4	品質マネジメントシステムの分析データ	-----	3 2

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

本品質マネジメント計画書において原子力施設検査室長とあるのは、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定」の変更認可が下り原子力施設検査室を設置するまでの間は、原子力施設検査準備室長と読み替える。

## 1. 目的

本品質マネジメント計画書は、原子力科学研究所(以下「研究所」という。)の原子炉施設及び核燃料物質使用施設等(以下「原子炉施設等」という。)における保安活動に関して、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定」(以下「保安規定」という。)並びに原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則(令和2年原子力規制委員会規則第2号)に基づき、原子炉施設等の安全の確保・維持・向上を図るための保安活動に係る品質マネジメントシステムを構築し、実施し、評価確認し、継続的に改善することを目的として定める。

## 2. 適用範囲

本品質マネジメント計画書の第4章から第8章までは、建設段階、運転段階及び廃止段階の原子炉施設等において実施する保安活動に適用する。第9章は、使用施設等(令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しないものに限る。)について適用する。

## 3. 定義

本品質マネジメント計画書における用語の定義は、次の事項を除き、原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則及び原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則の解釈並びに JIS Q 9000 : 2015 品質マネジメントシステムー基本及び用語に従うものとする。

### (1) 本部

機構の本部組織(以下「本部」という。)は、統括監査の職、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長をいう。

### (2) 部長

保安管理部長、工務技術部長、放射線管理部長、バックエンド技術部長、研究炉加速器技術部長、臨界ホット試験技術部長及び原子力施設検査室長をいう。

## 4. 品質マネジメントシステム

### 4.1 一般要求事項

(1) 保安に係る各組織は、本品質マネジメント計画書に従い、保安活動に係る品質マネジメントシステムを構築し、文書化し、実施し、維持するとともに、その有効性を評価し、継続的に改善する。

(2) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて品質マネジメントシステム

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

を構築し、運用する。その際、次の事項を考慮する。

- a) 原子炉施設等、組織又は個別業務の重要度及びこれらの複雑さの程度
  - b) 原子炉施設等若しくは機器等の品質又は保安活動に関連する原子力の安全に影響を及ぼすおそれのあるもの及びこれらに関連する潜在的影響の大きさ
  - c) 機器等の故障若しくは通常想定されない事象の発生又は保安活動が不適切に計画され、若しくは実行された場合に起こり得る影響
- (3) 保安に係る各組織は、原子炉施設等に適用される関係法令及び規制要求事項を明確にし、品質マネジメントシステムに必要な文書に反映する。
- (4) 保安に係る各組織は、品質マネジメントシステムに必要なプロセス及びそれらの組織への適用を明確にする。また、保安活動の各プロセスにおいて次の事項を実施する。図 4.1 に基本プロセスと各組織への適用に関する「品質マネジメントシステム体系図」を示す。
- a) プロセスの運用に必要な情報及び当該プロセスにより達成される結果を明確にする。
  - b) これらのプロセスの順序及び相互関係（組織内のプロセス間の相互関係を含む。）を明確にする。図 4.2 に本品質マネジメント計画書の「品質マネジメントシステムプロセス関連図」を示す。
  - c) これらのプロセスの運用及び管理のいずれもが効果的であることを確実にするために、必要な保安活動の状況を示す指標（該当する安全実績指標を含む。以下「保安活動指標」という。）並びに判断基準及び方法を明確にする。（5.4.1、7.1、8.2.3、8.2.4 参照）
  - d) これらのプロセスの運用並びに監視及び測定に必要な資源及び情報が利用できる体制を確保する（責任及び権限の明確化を含む。）。（8.2.3 参照）
  - e) これらのプロセスの運用状況を監視及び測定し、分析する。ただし、監視及び測定することが困難な場合は、この限りでない。
  - f) これらのプロセスについて、「7.1 業務の計画」どおりの結果を得るため、かつ、有効性を維持するために必要な処置（プロセスの変更を含む。）を行う。
  - g) これらのプロセス及び組織を品質マネジメントシステムと整合のとれたものにする。
  - h) 意思決定のプロセスにおいて対立が生じた場合には、原子力の安全が確保されるように適切に解決する。これにはセキュリティ対策と原子力の安全に係る対策とが互いに与える潜在的な影響を特定し、解決することを含む。（7.2.2、7.5.2 参照）
  - i) 健全な安全文化を育成し、維持するための取組を実施する。
- (5) 保安に係る各組織は、業務・原子炉施設等に係る要求事項への適合に影響を与える保安活動のプロセスを外部委託する場合には、当該プロセスの管理の方式及び程度を「7.4 調達」に従って明確にし、管理する。

日本原子力研究開発機構		文書番号:QS-P10
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

(6) 保安に係る各組織は、保安活動の重要度に応じて、資源の適切な配分を行う。(6.参照)

#### 4.2 文書化に関する要求事項

##### 4.2.1 一般

理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムに関する文書について、保安活動の重要度に応じて作成し、次の文書体系の下に管理する。また、表 4.2.1 に原子炉施設等に係る品質マネジメントシステム文書を示す。

(1) 品質方針及び品質目標

(2) 一次文書

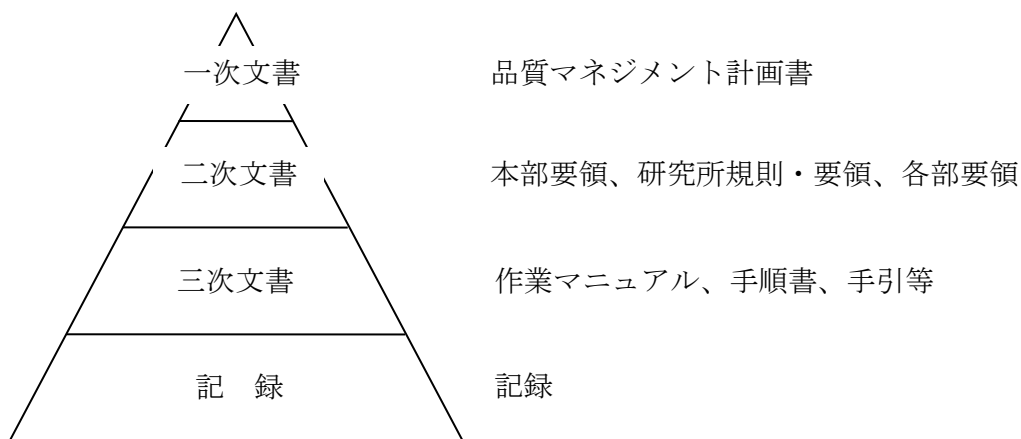
本品質マネジメント計画書

(3) 二次文書

この計画書が要求する手順及び組織が必要と判断した規則等の文書及び記録

(4) 三次文書

組織内のプロセスの効果的な計画、運用及び管理を確実に実施するために、二次文書以外に組織が必要と判断した指示書、図面等を含む文書及び記録



文書体系図

##### 4.2.2 品質マネジメント計画書

理事長は、次の事項を含む本品質マネジメント計画書を策定し、必要に応じ見直し、維持する。

- 品質マネジメントシステムの適用範囲（適用組織を含む。）
- 保安活動の計画、実施、評価、改善に関する事項
- 品質マネジメントシステムのために作成した文書の参照情報
- 品質マネジメントシステムのプロセス間の相互関係

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名	原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書	
制定日:	2017年4月1日	改訂日:2020年4月1日
		改訂番号:06

#### 4.2.3 文書管理

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、統括監査の職、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムで必要とされる文書を管理し、不適切な使用又は変更を防止する。ただし、記録となる文書は、「4.2.4 記録の管理」に規定する要求事項に従って管理する。
- (2) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部の「文書及び記録管理要領」を定め、所長は、「原子力科学研究所文書及び記録の管理要領」を定め、部長は、各部の文書及び記録の管理要領を定め、次に掲げる業務に必要な管理の手順を規定する。
  - a) 発行前に、適切かどうかの観点から文書の妥当性をレビューし、承認する。
  - b) 文書は定期的に改定の必要性についてレビューする。また、改定する場合は、文書作成時と同様の手続で承認する。
  - c) 文書の妥当性のレビュー及び見直しを行う場合は、対象となる実施部門の要員を参加させる。
  - d) 文書の変更内容の識別及び最新の改定版の識別を確実にする。
  - e) 該当する文書の最新の改定版又は適切な版が、必要なときに、必要なところで使用可能な状態にあることを確実にする。
  - f) 文書は、読みやすくかつ容易に識別可能な状態であることを確実にする。
  - g) 品質マネジメントシステムの計画及び運用のために組織が必要と決定した外部からの文書を明確にし、その配付が管理されていることを確実にする。
  - h) 廃止文書が誤って使用されないようにする。また、これらを何らかの目的で保持する場合には、適切に識別し、管理する。
  - i) 文書の改定時等の必要な時に文書作成時に使用した根拠等が確認できるようにする。

#### 4.2.4 記録の管理

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、統括監査の職、所長、部長及び課長は、要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの効果的運用の証拠を示すために作成する記録の対象を明確にし、管理する。
- (2) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部の「文書及び記録管理要領」を定め、所長は、「原子力科学研究所文書及び記録の管理要領」を定め、部長は、各部の文書及び記録の管理要領を定め、次に掲げる管理の手順を規定する。
  - a) 記録の識別、保管、保護、検索の手順、保管期間及び廃棄に関する管理を行う。
  - b) 記録は、読みやすく、容易に識別可能かつ検索可能とする。



日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

## 5. 経営者等の責任

### 5.1 経営者の関与

理事長は、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、責任を持って品質マネジメントシステムの構築、実施及びその有効性を継続的に改善していることを実証するために、次の事項を行う。

- a) 品質方針を設定する。(5.3 参照)
- b) 品質目標が設定されていることを確実にする。(5.4.1 参照)
- c) 要員が、健全な安全文化を育成し、維持する取組に参画できる環境を整える。
- d) マネジメントレビューを実施する。(5.6 参照)
- e) 資源が使用できることを確実にする。(6. 参照)
- f) 関係法令・規制要求事項を遵守すること及び原子力の安全を確保することの重要性を、組織内に周知する。
- g) 保安活動に関して、担当する業務について理解し、遂行する責任を持つことを要員に認識させる。
- h) 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。

### 5.2 原子力の安全の重視

理事長は、原子力の安全の確保を最優先に位置付け、組織の意思決定の際には、業務・原子炉施設等に対する要求事項(7.2.1 及び 8.2.1 参照)に適合し、かつ、原子力の安全がその他の事由によって損なわれないようにすることを確実にする。

### 5.3 品質方針

理事長は、次に掲げる事項を満たす「原子力安全に係る品質方針」を設定する。これには、安全文化を育成し維持することに関するもの及び施設管理に関する方針を含む。

- a) 組織の目的及び状況に対して適切である。
- b) 要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善に対して責任を持って関与することを含む。
- c) 品質目標の設定及びレビューのための枠組みを与える。
- d) 組織全体に伝達され、理解される。
- e) 品質マネジメントシステムの継続的な改善に責任を持って関与することを含む。

### 5.4 計画

#### 5.4.1 品質目標

- (1) 理事長は、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長に、毎年度、品質目標（業務・原子炉施設等に対する要求事項を満たすために必要な目標（7.1 (4) b) 参照）を含む。）を設定されていることを確実にする。また、保安活動の重要度に応じて、品質目標を達成するための計画（7.1 (4) 参照）を作成するとき、次の事項を考慮させる。

- a) 実施事項

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

- b) 必要な資源
- c) 責任者の明確化
- d) 実施事項の完了時期
- e) 結果の評価方法

(2) 品質目標は、その達成度が判定可能で、品質方針と整合がとれていることを確実にする。

#### 5.4.2 品質マネジメントシステムの計画

- (1) 理事長は、4.1項に規定する要求事項を満たすために、品質マネジメントシステムの構築と維持について、本品質マネジメント計画書を策定する。
- (2) 理事長は、プロセス、組織等の変更を含む品質マネジメントシステムの変更を計画し、実施する場合には、管理責任者を通じて、その変更が品質マネジメントシステムの全体の体系に対して矛盾なく、整合性が取れていることをレビューすることにより確実にする。この場合において、保安活動の重要度に応じて、次の事項を適切に考慮する。
  - a) 変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）
  - b) 品質マネジメントシステムの有効性の維持
  - c) 資源の利用可能性
  - d) 責任及び権限の割当て

#### 5.5 責任、権限及びコミュニケーション

##### 5.5.1 責任及び権限

理事長は、原子炉施設等の保安規定に定める保安管理体制に基づき、保安に係る組織を図5.5.1保安管理組織図に定め、各組織の責任と権限を次のとおり定め、各組織を通じて全体に周知し、保安活動に関係する要員が理解することを確実にする。また、保安活動に係る業務のプロセスに関する手順となる文書(4.2.1参照)を定めさせ、保安に係る各組織の要員が自らの職務の範囲において、その保安活動の内容について説明する責任を持って業務を遂行するようにする。

- (1) 理事長  
理事長は、原子炉施設等の保安に係る業務を総理する。
- (2) 統括監査の職  
統括監査の職は、原子炉施設等の品質マネジメント活動に関する内部監査に係る業務を行う。
- (3) 管理責任者  
管理責任者は、監査プロセスにおいては統括監査の職、本部（監査プロセスを除く。）においては安全・核セキュリティ統括部長、研究所においては原子力科学研究所担当理事（以下「研究所担当理事」という。）とする。各管理責任者は、品質マネジメントシステムに必要なプロセスを管理し、維持すること等を確実にする責任と権限を有する。（5.5.2参照）
- (4) 安全・核セキュリティ統括部長  
安全・核セキュリティ統括部長は、原子炉施設等の本部における品質マネジメント活動に係る業務、それに関する本部としての総合調整、指導及び支援の業務並びに中央安全審査・品質保証委員会の庶務に関する業務を行う。

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

- (5) 契約部長  
契約部長は、原子炉施設等の調達管理に関する本部契約に係る業務を行う。
  - (6) 研究所担当理事  
研究所担当理事は、理事長を補佐し、原子炉施設等の保安に係る業務を統理する。
  - (7) 原子炉主任技術者  
原子炉主任技術者は、所掌する原子炉施設の運転に関する保安の監督を行う。
  - (8) 所長  
所長は、原子炉施設等の保安に係る業務を統括する。
  - (9) 核燃料取扱主務者  
核燃料取扱主務者は、所掌する使用施設等に関する保安の監督を行う。
  - (10) 廃止措置施設保安主務者  
廃止措置施設保安主務者は、研究所における原子炉施設の廃止措置に関する保安の監督を行う。
  - (11) 部長  
部長は、所掌する部署における品質保証活動を統括するとともに、推進する。
  - (12) 課長  
課長は、所掌する課における品質保証活動を行う。
  - (13) 中央安全審査・品質保証委員会  
中央安全審査・品質保証委員会は、理事長の諮問に応じ、品質保証活動の基本事項等について審議し、答申する。
  - (14) 原子炉施設等安全審査委員会  
原子炉施設等安全審査委員会は、所長からの諮問に応じ、原子炉施設の安全性の評価、設計内容等の妥当性を審議し、答申する。
  - (15) 使用施設等安全審査委員会  
使用施設等安全審査委員会は、所長からの諮問に応じ、使用施設等の安全性の評価、設計内容等の妥当性を審議し、答申する。
  - (16) 品質保証推進委員会  
品質保証推進委員会は、研究所における品質保証活動の基本的事項について審議する。
- 5.5.2 管理責任者
- (1) 管理責任者は、監査プロセスにおいては統括監査の職、本部（監査プロセスを除く。）においては安全・核セキュリティ統括部長、研究所においては研究所担当理事とする。
  - (2) 管理責任者は、与えられている他の責任と関わりなく、それぞれの領域において次に示す責任及び権限をもつ。
    - a) 品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立、実施及び維持を確実にする。
    - b) 品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性の有無について、理事長に報告する。
    - c) 組織全体にわたって、安全文化を育成し、維持することにより、原子力の安全を確保するための認識を高めることを確実にする。
    - d) 関係法令を遵守する。

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

### 5.5.3 管理者

- (1) 理事長は、5.5.1に定める管理者に、所掌する業務に関して、次に示す責任及び権限を与えることを確実にする。
  - a) 業務のプロセスが確立され、実施されるとともに、有効性を継続的に改善する。
  - b) 業務に従事する要員の、業務・原子炉施設等に対する要求事項についての認識を高める。
  - c) 成果を含む業務の実施状況について評価する（5.4.1及び8.2.3参照）。
  - d) 健全な安全文化を育成し、維持する取組を促進する。
  - e) 関係法令を遵守する。
- (2) 管理者は、前項の責任及び権限の範囲において、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、次に掲げる事項を確実に実施する。
  - a) 品質目標（5.4.1参照）を設定し、その目標の達成状況を確認するため、業務の実施状況を監視測定する。
  - b) 要員が、原子力の安全に対する意識を向上し、かつ、原子力の安全への取組を積極的に行えるようにする。
  - c) 原子力の安全に係る意思決定の理由及びその内容を、関係する要員に確実に伝達する。
  - d) 要員に、常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を定着させるとともに、要員が、積極的に原子炉施設等の保安に関する問題の報告を行えるようにする。
  - e) 要員が、積極的に業務の改善への貢献を行えるようにする。
- (3) 管理者は、品質マネジメントシステムの有効性を評価し、新たに取り組むべき改善の機会を捉えるため、年1回以上（年度末及び必要に応じて）、自己評価（安全文化について強化すべき分野等に係るものを含む。）を実施する。

### 5.5.4 内部コミュニケーション

- (1) 理事長は、組織内のコミュニケーションが適切に行われることを確実にするため、機構に中央安全審査・品質保証委員会を置くとともに、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、研究所担当理事、所長、部長及び課長に必要な会議、連絡書等を利用して保安に係る情報交換を行わせる。また、マネジメントレビューを通じて、原子炉施設等の品質マネジメントシステムの有効性に関する情報交換が行われることを確実にする。
- (2) 安全・核セキュリティ統括部長は、「中央安全審査・品質保証委員会の運営について」を定め、所長は、「原子炉施設等安全審査委員会規則」、「使用施設等安全審査委員会規則」及び「原子力科学研究所品質保証推進委員会規則」を定め、保安活動及び品質マネジメント活動の円滑な運営及び推進を図る。
- (3) 部長は、部内の品質保証審査機関についての要領を定め、品質マネジメント活動の円滑な運営及び推進を図る。

## 5.6 マネジメントレビュー

### 5.6.1 一般

- (1) 理事長は、品質マネジメントシステムが、引き続き適切で、妥当で、かつ有効であることを確実にするために、「マネジメントレビュー実施要領」に基づ

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

き、年1回以上(年度末及び必要に応じて)、マネジメントレビューを実施する。

- (2) このレビューでは、品質マネジメントシステムの改善の機会の評価及び品質方針を含む品質マネジメントシステムの変更の必要性の評価も行う。

#### 5.6.2 マネジメントレビューへのインプット

- (1) マネジメントレビューへのインプットには次の情報を含むものとする。

- a) 内部監査の結果
- b) 組織の外部の者からの意見
- c) 保安活動に関するプロセスの成果を含む実施状況（品質目標の達成状況を含む。）
- d) 使用前事業者検査、定期事業者検査及び使用前検査（以下「使用前事業者検査等」という。）並びに自主検査等の結果
- e) 安全文化を育成し、維持するための取組の実施状況（安全文化について強化すべき分野等に係る自己評価の結果を含む。）
- f) 関係法令の遵守状況
- g) 不適合並びに是正処置及び未然防止処置の状況
- h) 前回までのマネジメントレビューの結果に対する処置状況のフォローアップ
- i) 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更
- j) 改善のための提案
- k) 資源の妥当性
- l) 保安活動の改善のために実施した処置の有効性

- (2) 所長は、各部長に指示して、所掌する業務に関して、前項に定める事項を提出させ、その内容を整理した上で研究所の管理責任者に報告する。

- (3) 研究所の管理責任者は、前項の内容を確認・評価する。

- (4) 監査プロセスの管理責任者は、監査プロセスにおけるインプット情報を確認・評価する。

- (5) 本部（監査プロセスを除く。）の管理責任者は、本部におけるインプット情報を確認・評価する。

- (6) 各管理責任者は、マネジメントレビューの会議を通して理事長にインプット情報を報告する。

#### 5.6.3 マネジメントレビューからのアウトプット

- (1) 理事長は、マネジメントレビューのアウトプットには、次の事項に関する決定及び処置を含め、管理責任者に必要な改善を指示する。

- a) 品質マネジメントシステム及びそのプロセスの有効性の改善
- b) 業務の計画及び実施に関連する保安活動の改善
- c) 品質マネジメントシステムの実効性の維持及び継続的な改善のために必要な資源
- d) 健全な安全文化の育成及び維持に関する改善

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

- e) 関係法令の遵守に関する改善
- (2) マネジメントレビューの結果の記録を作成し、これを管理する(4.2.4参照)。
- (3) 管理責任者は、(1)項で改善の指示を受けた事項について必要な処置を行う。
- (4) 理事長は、本部(監査プロセスを除く。)の管理責任者を通じて、上記(1)の指示に対する処置状況を確認する。

## 6. 資源の運用管理

### 6.1 資源の確保

理事長、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長、研究所担当理事、所長及び部長は、保安活動に必要な次に掲げる資源を明確にし、それぞれの権限及び責任において確保する。

- (1) 人的資源(要員の力量)
- (2) インフラストラクチャ(個別業務に必要な施設、設備及びサービスの体系)
- (3) 作業環境
- (4) その他必要な資源

### 6.2 人的資源

#### 6.2.1 一般

- (1) 理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、研究所担当理事、所長、部長及び課長は、原子力の安全を確実なものにするために必要とする要員を明確にし、保安に係る組織体制を確保する。
- (2) 保安に係る各組織の要員には、業務に必要な教育・訓練、技能及び経験を判断の根拠として、力量のある者を充てる。
- (3) 外部へ業務を委託することで要員を確保する場合には、業務の範囲、必要な力量を明確にすることを確実にする。(7.1、7.4.2及び7.5.2参照)

#### 6.2.2 力量、教育・訓練及び認識

- (1) 部長は、要員の力量を確保するために、教育・訓練に関する管理要領を定め、保安活動の重要度に応じて、次の事項を確実に実施する。
  - a) 保安に係る業務に従事する要員に必要な力量を明確にする。
  - b) 必要な力量を確保するための教育・訓練又はその他の処置を行う。
  - c) 教育・訓練又はその他の処置の有効性を評価する。
  - d) 要員が、品質目標の達成に向けて自らが行う業務のもつ意味と重要性の認識及び原子力の安全に自らどのように貢献しているかを認識することを確実にする。
  - e) 要員の力量及び教育・訓練又はその他の処置についての記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。
- (2) 理事長は、監査員の力量について、「原子力安全監査実施要領」に定める。
- (3) 安全・核セキュリティ統括部長は、本部における原子力の安全に影響を及ぼす業務のプロセスを明確にし、(1)項のa)からe)に準じた管理を行う。

### 6.3 インフラストラクチャ

部長及び課長は、インフラストラクチャ(個別業務に必要な施設、設備及びサービ

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

スの体系をいう。)を「7.1業務の計画」にて明確にし、これを維持管理する。

#### 6.4 作業環境

部長及び課長は、保安のために業務に必要な作業環境を「7.1業務の計画」にて明確にし、運営管理する。なお、この作業環境には、作業場所の放射線量、温度、照度及び狭隘の程度など作業に影響を及ぼす可能性がある事項を含む。

### 7. 業務の計画及び実施

#### 7.1 業務の計画

- (1) 所長及び部長は、原子炉施設等ごとに運転管理、施設管理、核燃料物質の管理等（保安規定に基づく保安活動）について業務に必要なプロセスの計画又は要領（二次文書）を表4.2.1のとおり策定する。
- (2) 部長及び課長は、業務に必要なプロセスの計画又は要領（二次文書）に基づき、個別業務に必要な計画（三次文書：マニュアル、手引、手順等）を作成して、業務を実施する。
- (3) 上記(1)、(2)の業務の計画は、品質マネジメントシステムのその他のプロセスの要求事項と整合性（業務の計画を変更する場合を含む。）を確保する。
- (4) 所長、部長及び課長は、業務の計画の策定及び変更に当たっては、次の事項のうち該当するものについて個別業務への適用の程度とその内容を明確にする。
  - a) 業務の計画の策定又は変更の目的及びそれによって起こり得る結果（原子力の安全への影響の程度及び必要な処置を含む。）
  - b) 業務・原子炉施設等に対する品質目標及び要求事項
  - c) 業務・原子炉施設等に特有なプロセス及び文書の確立の必要性、並びに資源の提供の必要性
  - d) 業務・原子炉施設等のための使用前事業者検査等、検証、妥当性確認、監視及び測定並びにこれらの合否判定基準
  - e) 業務・原子炉施設等のプロセス及びその結果が要求事項を満たしていることを実証するために必要な記録（4.2.4参照）
- (5) 業務の計画は、個別業務の運営方法に適した形式で分かりやすいものとする。
- (6) 安全・核セキュリティ統括部長、契約部長は、本部において原子炉施設等の保安活動を支援するその他業務がある場合、該当する業務のプロセスを明確にし、上記(1)から(5)項に準じて業務の計画を策定し、管理する。

#### 7.2 業務・原子炉施設等に対する要求事項に関するプロセス

##### 7.2.1 業務・原子炉施設等に対する要求事項の明確化

所長、部長及び課長は、次の事項を「7.1業務の計画」において明確にする。

- a) 業務・原子炉施設等に関連する法令・規制要求事項
- b) 明示されていないが、業務・原子炉施設等に必要な要求事項
- c) 組織が必要と判断する追加要求事項（安全基準等）

##### 7.2.2 業務・原子炉施設等に対する要求事項のレビュー

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

- (1) 部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項をレビューする。このレビューは、その要求事項を適用する前に実施する。
- (2) レビューでは、次の事項について確認する。
  - a) 業務・原子炉施設等に対する要求事項が定められている。
  - b) 業務・原子炉施設等に対する要求事項が以前に提示されたものと異なる場合には、それについて解決されている。
  - c) 当該組織が、定められた要求事項を満たす能力をもっている。
- (3) このレビューの結果の記録及びそのレビューを受けてとられた処置の記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。
- (4) 所長、部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項が変更された場合には、関連する文書を改定する。また、変更後の要求事項が関連する要員に理解されていることを確実にする。

#### 7.2.3 外部とのコミュニケーション

所長、部長及び課長は、原子力の安全に関して、規制当局との面談、原子力規制検査等を通じて監督官庁並びに地元自治体との適切なコミュニケーションを図るため、効果的な方法を明確にし、これを実施する。

### 7.3 設計・開発

所長又は設計・開発を行う部長は、原子炉施設等の改造、更新等に関する設計・開発を適切に実施するため、設計・開発に関する管理要領を定め、次の事項を管理する。

#### 7.3.1 設計・開発の計画

- (1) 工事等を担当する部長又は課長は、原子炉施設等の設計・開発の計画を策定し、管理する。この設計・開発には、設備、施設、ソフトウェア及び原子力の安全のために重要な手順書等に関する設計・開発を含む。
- (2) 担当部長又は課長は、設計・開発の計画において、次の事項を明確にする。
  - a) 設計・開発の性質、期間及び複雑さの程度
  - b) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認の方法並びに管理体制
  - c) 設計・開発に関する部署及び要員の責任及び権限
  - d) 設計開発に必要な内部及び外部の資源
- (3) 担当部長又は課長は、効果的なコミュニケーションと責任及び権限の明確な割当てを確実にするために、設計・開発に関与する関係者(他部署を含む。)間のインタフェースを運営管理する。
- (4) 担当部長又は課長は、設計・開発の進行に応じて、策定した計画を適切に変更する。

#### 7.3.2 設計・開発へのインプット

- (1) 工事等を担当する部長又は課長は、原子炉施設等の要求事項に関連するイン



日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

プットを明確にし、記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。インプットには次の事項を含める。

- a) 機能及び性能に関する要求事項
- b) 適用可能な場合は、以前の類似した設計から得られた情報
- c) 適用される法令・規制要求事項
- d) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項

(2) 担当部長又は課長は、これらのインプットについて、その適切性をレビューし承認する。要求事項は、漏れがなく、あいまいではなく、かつ、相反することがないようにする。

### 7.3.3 設計・開発からのアウトプット

(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発からのアウトプット（機器等の仕様等）は、設計・開発へのインプットと対比した検証を行うのに適した形式により管理する。また、次の段階に進める前に、承認をする。

(2) 担当部長又は課長は、設計・開発のアウトプット（機器等の仕様等）は、次の状態とする。

- a) 設計・開発へのインプットで与えられた要求事項を満たす。
- b) 調達、業務の実施及び原子炉施設等の使用に対して適切な情報を提供する。
- c) 関係する検査及び試験の合否判定基準を含むか、又はそれを参照している。
- d) 安全な使用及び適正な使用に不可欠な原子炉施設等の特性を明確にする。

### 7.3.4 設計・開発のレビュー

(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の適切な段階において、次の事項を目的として、計画されたとおり（7.3.1参照）に体系的なレビューを行う。

- a) 設計・開発の結果が、要求事項を満たせるかどうかを評価する。
- b) 問題を明確にし、必要な処置を提案する。

(2) レビューへの参加者には、レビューの対象となっている設計・開発段階に関連する部署を代表する者及び当該設計・開発に係る専門家を含める。

(3) 担当部長又は課長は、設計・開発のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。

### 7.3.5 設計・開発の検証

(1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発からのアウトプットが、設計・開発へのインプットとして与えられている要求事項を満たしていることを確実にするために、計画されたとおり（7.3.1参照）に検証を実施する。

(2) 担当部長又は課長は、設計・開発の検証の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。

(3) 設計・開発の検証には、原設計者以外の者又はグループが実施する。

(4) 設計・開発を外部委託した場合には、担当部長又は課長は、仕様書で与えている要求事項を満たしていることを確実にするために、仕様書と受注者が実施した設計・開発の結果（受注者から提出される承認図書類）とを対比して

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

検証を実施する。

#### 7.3.6 設計・開発の妥当性確認

- (1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の結果として得られる原子炉施設等又は個別業務が、規定された性能、指定された用途又は意図された用途に係る要求事項を満たし得ることを確実にするために、計画した方法(7.3.1参照)に従って、設計・開発の妥当性確認を実施する。ただし、当該原子炉施設等の設置の後でなければ妥当性確認を行うことができない場合は、当該原子炉施設等の使用を開始する前に、設計・開発の妥当性確認を行う。
- (2) 担当部長又は課長は、実行可能な場合はいつでも、原子炉施設等を使用又は個別業務を実施するに当たり、あらかじめ、設計・開発の妥当性確認を完了する。
- (3) 担当部長又は課長は、設計・開発の妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。

#### 7.3.7 設計・開発の変更管理

- (1) 工事等を担当する部長又は課長は、設計・開発の変更を行った場合は変更内容を識別するとともに、その記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。
- (2) 担当部長又は課長は、変更に対して、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施する前に承認する。
- (3) 担当部長又は課長は、設計・開発の変更のレビューにおいて、その変更が、当該原子炉施設等を構成する要素(材料又は部品)及び関連する原子炉施設等に及ぼす影響の評価を行う。
- (4) 担当部長又は課長は、変更のレビュー、検証及び妥当性確認の結果の記録及び必要な処置があればその記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。

### 7.4 調達

所長は、調達する製品又は役務(以下「調達製品等」という。)の調達を着実にするため、「原子力科学研究所調達管理要領」を定め、次の事項を管理する。また、契約部長は、供給先の評価・選定に関する要領を定め、本部契約に関する業務を実施する。

#### 7.4.1 調達プロセス

- (1) 部長及び課長は、調達製品等が規定された調達要求事項に適合することを確実にする。
- (2) 部長及び課長は、保安活動の重要度に応じて、供給者及び調達製品等に対する管理の方式と程度を定める。これには、一般産業用工業品を調達する場合は、供給者等から必要な情報を入手し、当該一般産業用工業品が要求事項に適合していることを確認できるよう管理の方法及び程度を含める。
- (3) 部長及び課長は、供給者が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、技術的能力や品質管理体制等に関する情報を入手して供給者を評価し、選定する。また、供給者に関する情報の更新等により必要な場

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

合には再評価する。

- (4) 調達製品等の供給者の選定、評価及び再評価の基準は、「原子力科学研究所調達管理要領」及び本部の供給先の評価・選定に関する要領に定める。
- (5) 部長及び課長は、供給者の評価の結果の記録及び評価によって必要とされた処置があればその記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。
- (6) 所長は、調達製品等の調達後における、維持又は運用に必要な保安に係る技術情報を取得するための方法及びそれらを他の原子炉施設等の事業者と共有する場合に必要な処置に関する方法を「原子力科学研究所調達管理要領」に定める。

#### 7.4.2 調達要求事項

- (1) 部長及び課長は、調達製品等に関する要求事項を仕様書にて明確にし、必要な場合には、次の事項のうち該当する事項を含める。
  - a) 製品、業務の手順、プロセス及び設備の承認に関する要求事項
  - b) 要員の力量（適格性を含む。）確認に関する要求事項
  - c) 品質マネジメントシステムに関する要求事項
  - d) 不適合の報告及び処理に関する要求事項
  - e) 安全文化を育成し維持するための活動に関する必要な要求事項
  - f) 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項
  - g) その他調達物品等に関し必要な要求事項
- (2) 部長及び課長は、前項に加え、調達製品等の要求事項として、供給者の工場等において使用前事業者検査又はその他の活動を行う際、原子力規制委員会の職員による当該工場等への立入りに関することを含める。
- (3) 部長及び課長は、供給者に調達製品等に関する情報を伝達する前に、規定した調達要求事項が妥当であることを確実にする。
- (4) 部長及び課長は、調達製品等を受領する場合には、調達製品等の供給者に対し、調達要求事項への適合状況を記録した文書を提出させる。

#### 7.4.3 調達製品等の検証

- (1) 部長及び課長は、調達製品等が、規定した調達要求事項を満たしていることを確実にするために、必要な検査又はその他の活動を仕様書に定めて、次の事項のうち該当する方法で検証を実施する。
  - a) 受入検査（記録確認を含む。）
  - b) 立会検査（供給者先、現地）
  - c) その他（書類審査、受注者監査）
- (2) 部長及び課長は、供給者先で検証を実施することにした場合には、その検証の要領及び調達製品等のリリース（出荷許可）の方法を調達要求事項（7.4.2参照）の中で明確にする。

### 7.5 業務の実施

部長及び課長は、業務の計画（7.1参照）に従って、次の事項を実施する。

#### 7.5.1 個別業務の管理

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

部長及び課長は、原子炉施設等の運転管理、施設管理、核燃料物質の管理等の保安活動について、個別業務の計画に従って業務を管理された状態で実施する。管理された状態には、次の事項のうち該当するものを含む。

- a) 原子力施設の保安のために必要な情報が利用できる。
- b) 必要な時に、作業手順が利用できる。
- c) 適切な設備を使用している。
- d) 監視機器及び測定機器が利用でき、使用している。
- e) 監視及び測定が実施されている(8.2.3参照)。
- f) 業務のリリース(次工程への引渡し)が規定どおりに実施されている。

#### 7.5.2 個別業務に関するプロセスの妥当性確認

- (1) 部長及び課長は、業務実施の過程で結果として生じるアウトプットが、それ以降の監視又は測定で検証することが不可能な場合には、その業務の該当するプロセスの妥当性確認を行う。これらのプロセスには、業務が実施されてからでしか不具合が顕在化しないようなプロセスが含まれる。
- (2) 部長及び課長は、妥当性確認によって、これらのプロセスが計画どおりの結果を出せることを実証する。
- (3) 部長及び課長は、妥当性確認を行った場合は、その結果の記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。
- (4) 部長及び課長は、これらのプロセスについて、次の事項のうち該当するものを含んだ管理の方法を個別業務の計画の中で明確にする。
  - a) プロセスのレビュー及び承認のための明確な基準
  - b) 妥当性確認に用いる設備の承認及び要員の力量の確認の方法
  - c) 妥当性確認の方法(所定の方法及び手順を変更した場合の再確認を含む。)
  - d) 記録に関する要求事項

#### 7.5.3 識別管理及びトレーサビリティ

- (1) 部長及び課長は、業務の計画及び実施の全過程において、監視及び測定の要求事項に関連して適切な手段で業務・原子炉施設等を識別し、管理する。
- (2) 部長及び課長は、トレーサビリティが要求事項となっている場合には、業務・原子炉施設等について固有の識別をし、その記録を管理する(4.2.4参照)。

#### 7.5.4 組織外の所有物

- (1) 部長及び課長は、管理下にある組織外の所有物のうち原子力の安全に影響を及ぼす可能性のあるものについて、当該機器等に対する紛失、損傷等を防ぐためリスト化し、識別や保護など取扱いに注意を払い、紛失、損傷した場合は記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。
- (2) 部長及び課長は、前項の組織外の所有物について、それが管理下にある間は、原子力の安全に影響を及ぼさないように適切に取り扱う。

#### 7.5.5 調達製品の保存

部長及び課長は、調達製品の検収後、受入から据付、使用されるまでの間、調達製品を要求事項への適合を維持した状態のまま保存する。この保存には、識別表

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

示、取扱い、包装、保管及び保護を含める。なお、保存は、取替品、予備品にも適用する。

## 7.6 監視機器及び測定機器の管理

監視機器及び測定機器の管理を行う部長は、各部の監視機器及び測定機器の管理要領を定め、次の管理を行う。

- (1) 部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項への適合性を実証するために、実施すべき監視及び測定を個別業務の計画の中で明確にする。また、そのために必要な監視機器及び測定機器を明確にする。
- (2) 部長及び課長は、監視及び測定の要求事項との整合性を確保できる方法で監視及び測定が実施できることを確実にする。
- (3) 部長及び課長は、測定値の正当性を保証しなければならない場合には、測定機器に関し、次の事項を満たすようにする。
  - a) 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録し、管理する（4.2.4参照）。
  - b) 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。
  - c) 校正の状態が明確にできる識別をする。
  - d) 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。
  - e) 取扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。
- (4) 部長及び課長は、測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合には、その測定機器でそれまでに測定した結果の妥当性を評価し、記録する（4.2.4参照）。また、その機器及び影響を受けた業務・原子炉施設等に対して、適切な処置を行う。
- (5) 部長及び課長は、監視機器及び測定機器の校正及び検証の結果の記録を作成し、管理する（4.2.4参照）。
- (6) 部長及び課長は、規定要求事項にかかわる監視及び測定にコンピュータソフトウェアを使う場合には、そのコンピュータソフトウェアを組み込んだシステムが意図した監視及び測定ができることを確認する。この確認は、最初に使用するのに先立って実施する。

## 8. 評価及び改善

### 8.1 一般

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、次の事項のために必要となる監視測定、分析、評価及び改善のプロセスを「8.2 監視及び測定」から「8.5 改善」に従って計画し、実施する。なお、改善のプロセスには、関係する管理者等を含めて改善の必要性、方針、方法等について検討するプロセスを含む。
  - a) 業務に対する要求事項への適合を実証する。

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

- b) 品質マネジメントシステムの適合性を確実にする。
  - c) 品質マネジメントシステムの有効性を継続的に改善する。
- (2) 監視測定の結果は、必要な際に、要員が利用できるようにする。

## 8.2 監視及び測定

### 8.2.1 組織の外部の者の意見

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムの成果を含む実施状況の測定の一つとして、原子力の安全を確保しているかどうかに関して組織の外部の者がどのように受けとめているかについての情報を外部コミュニケーション（7.2.3 参照）により入手し、監視する。
- (2) この情報は、分析し、マネジメントレビュー等による改善のための情報に反映する。

### 8.2.2 内部監査

- (1) 理事長は、品質マネジメントシステムの次の事項が満たされているか否かを確認するため、毎年度1回以上、内部監査の対象業務に関与しない要員により、統括監査の職に内部監査を実施させる。
  - a) 本品質マネジメント計画書の要求事項
  - b) 実効性のある実施及び実効性の維持
- (2) 理事長は、内部監査の判定基準、監査対象、頻度、方法及び責任を定める。
- (3) 理事長は、内部監査の対象となり得る部門、個別業務、プロセス、その他の領域（以下「領域」という。）の状態及び重要性並びに従前の監査の結果を考慮して内部監査の対象を選定するとともに、内部監査に関する基本計画を策定し、実施させることにより、内部監査の実効性を維持する。また、統括監査の職は、前述の基本計画を受けて実施計画を策定し内部監査を行う。
- (4) 統括監査の職は、内部監査を行う要員（以下「内部監査員」という。）の選定及び内部監査の実施において、客観性及び公平性を確保する。
- (5) 統括監査の職は、内部監査員に自らの個別業務又は管理下にある個別業務に関する内部監査をさせない。
- (6) 理事長は、監査に関する計画の作成及び実施並びに監査結果の報告並びに記録の作成及び管理について、その責任及び権限並びに監査に係る要求事項を「原子力安全監査実施要領」に定める。
- (7) 統括監査の職は、理事長に監査結果を報告し、内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者に内部監査結果を通知する。
- (8) 内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者は、前項において不適合が発見された場合には、不適合を除去するための措置及び是正処置を遅滞なく講じるとともに、当該措置の検証を行い、それらの結果を統括監査の職に報告する。

### 8.2.3 プロセスの監視及び測定

- (1) 理事長、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、表 8.2.3 を基本として、品質マネジメントシステムのプロ

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

セスの監視及び測定を行う。この監視及び測定の対象には機器等及び保安活動に係る不適合についての強化すべき分野等に関する情報を含める。また、監視及び測定の方法には、次の事項を含める。

- a) 監視及び測定の時期
- b) 監視及び測定の結果の分析及び評価の方法

- (2) これらの実施に当たり、保安活動の重要度に応じて、保安活動指標を用いる。
- (3) これらの方法は、プロセスが計画どおりの結果を達成する能力があることを実証するものとする。
- (4) 所長、部長及び課長は、プロセスの監視及び測定の状況について情報を共有し、その結果に応じて、保安活動の改善のために、必要な処置を行う。
- (5) 計画どおりの結果が達成できない又は達成できないおそれがある場合には、当該プロセスの問題を特定し、適切に、修正及び是正処置を行う。

#### 8.2.4 検査及び試験

原子力施設検査室長は、「原子力科学研究所事業者検査の実施要領」を定め、自主検査及び試験を行う部長は、試験・検査の管理要領を定め、次の事項を管理する。

- (1) 部長及び課長は、原子炉施設等の要求事項が満たされていることを検証するために、個別業務の計画(7.1 参照)に従って、適切な段階で使用前事業者検査等又は自主検査等を実施する。
- (2) 検査及び試験の合否判定基準への適合の証拠となる使用前事業者検査等又は自主検査等の結果に係る記録を作成し、管理する(4.2.4 参照)。
- (3) 記録には、リリース(次工程への引渡し)を正式に許可した人を明記する。
- (4) 個別業務の計画で決めた検査及び試験が支障なく完了するまでは、当該機器等や原子炉施設等を運転、使用しない。ただし、当該の権限をもつ者が、個別業務の計画に定める手順により承認する場合は、この限りでない。
- (5) 原子力施設検査室長は、保安活動の重要度に応じて、使用前事業者検査等の中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保する。また、自主検査及び試験を行う部長及び課長は、自主検査等の検査及び試験要員について、これを準用する。

#### 8.3 不適合管理

安全・核セキュリティ統括部長、所長は、不適合の処理に関する管理の手順及びそれに関する責任と権限を、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定め、次の事項を管理する。

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、業務・原子炉施設等に対する要求事項に適合しない状況が放置され、運用されることを防ぐために、それらを識別し、管理することを確実にする。
- (2) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

長は、次のいずれかの方法で不適合を処理する。

- a) 不適合を除去するための処置を行う。
  - b) 不適合について、あらかじめ定められた手順により原子力の安全に及ぼす影響を評価し、当該業務や機器等の使用に関する権限をもつ者が、特別採用によって、その使用、リリース(次工程への引渡し)又は合格と判定することを正式に許可する。
  - c) 本来の意図された使用又は適用ができないような処置をとる。
  - d) 外部への引渡し後又は業務の実施後に不適合が検出された場合には、その不適合による影響又は起こり得る影響に対して適切な処置をとる。
- (3) 不適合を除去するための処置を施した場合は、要求事項への適合性を実証するための検証を行う。
- (4) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、不適合の性質の記録及び不適合に対してとられた特別採用を含む処置の記録を作成し、管理する(4.2.4参照)。
- (5) 所長は、原子炉施設等の保安の向上を図る観点から、事故故障等を含む不適合をその内容に応じて、「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定める不適合の公開の基準に従い、情報の公開を行う。
- (6) 安全・核セキュリティ統括部長は、前項の情報の公開を受け、不適合に関する情報をホームページに公開する。

#### 8.4 データの分析及び評価

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質マネジメントシステムの適切性及び有効性を実証するため、また、品質マネジメントシステムの有効性の継続的な改善の可能性を評価するために、表8.4に示すデータを収集し、分析する。この中には、監視及び測定(8.2参照)の結果から得られたデータ及びそれ以外の不適合管理(8.3参照)等の情報源からのデータを含める。
- (2) 前項のデータの分析及びこれらに基づく評価を行い、次の事項に関連する改善のための情報を得る。
  - a) 組織の外部の者からの意見の傾向及び特徴その他分析より得られる知見(8.2.1参照)
  - b) 業務・原子炉施設等に対する要求事項への適合性(8.2.3及び8.2.4参照)
  - c) 是正処置の機会を得ることを含む、プロセス及び原子炉施設等の特性及び傾向(8.2.3及び8.2.4参照)
  - d) 供給者の能力(7.4参照)
- (3) 部長及び課長は、データ分析の情報及びその結果を整理し、所長を通じて研究所の管理責任者に報告するとともに、所掌する業務の改善に反映する。また、安全・核セキュリティ統括部長、契約部長及び統括監査の職は、それぞれの管理責任者に報告するとともに、所掌する業務の改善に反映する。
- (4) 管理責任者は、報告のあった情報をマネジメントレビューへのインプット



日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

(5.6.2 参照) に反映する。

## 8.5 改善

### 8.5.1 継続的改善

理事長、管理責任者、安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、品質方針、品質目標、監査結果、データの分析、是正処置、未然防止処置及びマネジメントレビューを通じて、品質マネジメントシステムの有効性を向上させるために継続的に改善する。

### 8.5.2 是正処置等

安全・核セキュリティ統括部長、所長は、不適合等の是正処置の手順（根本的な原因を究明するための分析に関する手順を含む。）に関して、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」に定め、次の事項を管理する。

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、検出された不適合及びその他の事象（以下「不適合等」という。）の再発防止のため、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、不適合等の原因を除去する是正処置を行う。
- (2) 是正処置の必要性の評価及び実施について、次に掲げる手順により行う。
  - a) 不適合等のレビュー及び分析
  - b) 不適合等の原因（関連する要因を含む。）の特定
  - c) 類似の不適合等の有無又は当該不適合等が発生する可能性の明確化
  - d) 必要な処置の決定及び実施
  - e) とった是正処置の有効性のレビュー
- (3) 必要に応じ、次の事項を考慮する。
  - a) 計画において決定した保安活動の改善のために実施した処置の変更
  - b) 品質マネジメントシステムの変更
- (4) 原子力の安全に及ぼす影響が大きい不適合に関しては、根本的な原因を究明するための分析の手順に従い、分析を実施する。
- (5) 全ての是正処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する（4.2.4 参照）。
- (6) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び課長は、複数の不適合等の情報について、必要により類似する事象を抽出し、分析を行い、その結果から共通する原因が認められた場合、適切な処置を行う。

### 8.5.3 未然防止処置

安全・核セキュリティ統括部長、所長は、他の原子炉施設等から得られた知見を保安活動に反映するために未然防止処置の手順に関して、本部は「不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領」に、研究所は「原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領」及び「原子力科学研究所水平展開要領」に定め、次の事項を管理する。

- (1) 安全・核セキュリティ統括部長、統括監査の職、契約部長、所長、部長及び

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

課長は、原子力施設及びその他の施設の運転経験等の知見（核燃料物質の使用等に係る技術情報を含む。）を収集し、起こり得る不適合の重要性に応じて、次に掲げる手順により、未然防止処置を行う。この活用には、得られた知見や技術情報を他の原子炉施設等の事業者と共有することも含む。

- a) 起こり得る不適合及びその原因についての調査
  - b) 不適合の発生を予防するための処置の必要性の評価
  - c) 必要な処置の決定及び実施
  - d) とった未然防止処置の有効性のレビュー
- (2) 全ての未然防止処置及びその結果に係る記録を作成し、管理する(4.2.4 参照)。

9. 令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しない使用施設等に係る品質管理に必要な体制

- (1) 理事長は、所長、部長及び課長に、令第41条各号に掲げる核燃料物質を使用しない使用施設等（非該当施設）の保安のための業務に係る品質管理に関して、次に掲げる事項について実施させ、原子力の安全を確保することを確実にする。
  - a) 個別業務に関し、継続的な改善を計画的に実施し、これを評価する。
  - b) 個別業務に関する実施及び評価の結果に係る記録を作成し、これを管理する。
- (2) 所長、部長及び課長は、前項の実施に当たり、原子力の安全を確保することの重要性を認識し、個別業務に対する要求事項に適合し、かつ、原子力の安全がその他の事由により損なわれないようにすることを確実にする。

日本原子力研究開発機構		文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書			
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06	

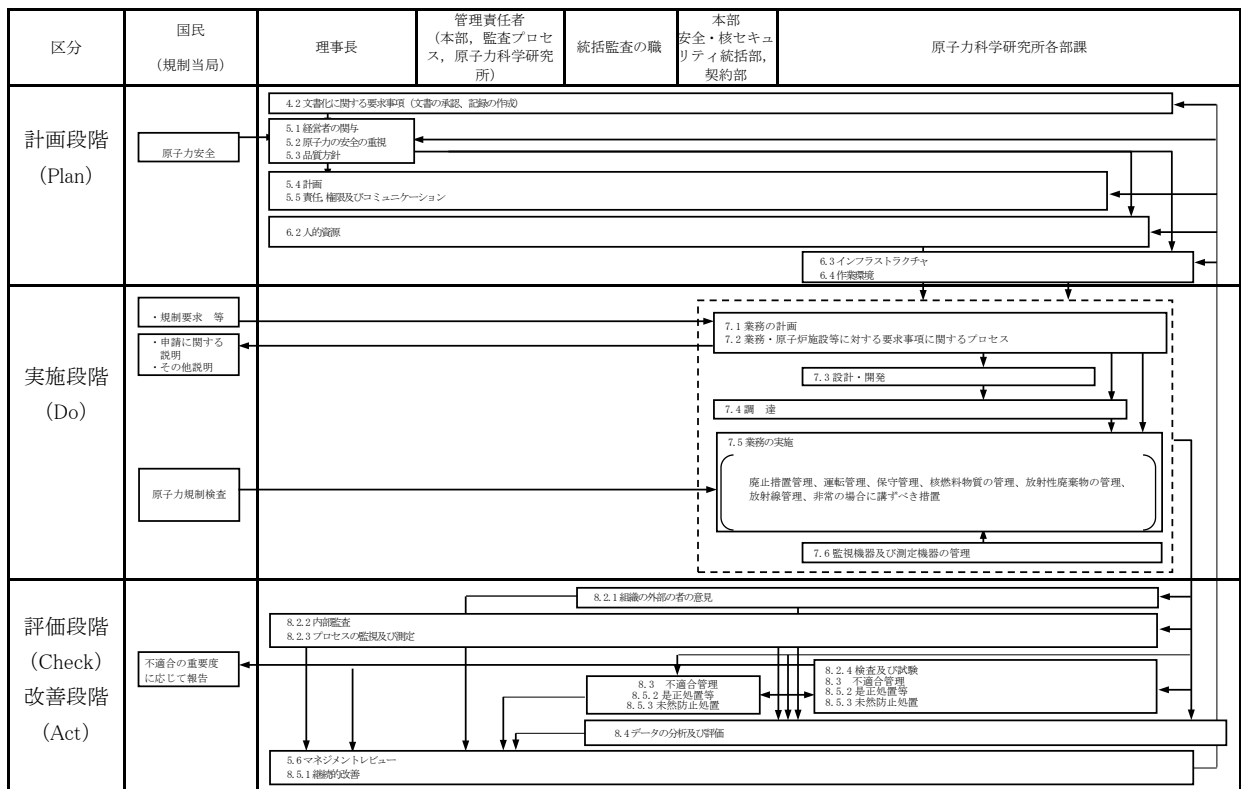


図 4.1 品質マネジメントシステム体系図

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

#### 4. 品質マネジメントシステム(4.1 一般要求事項)

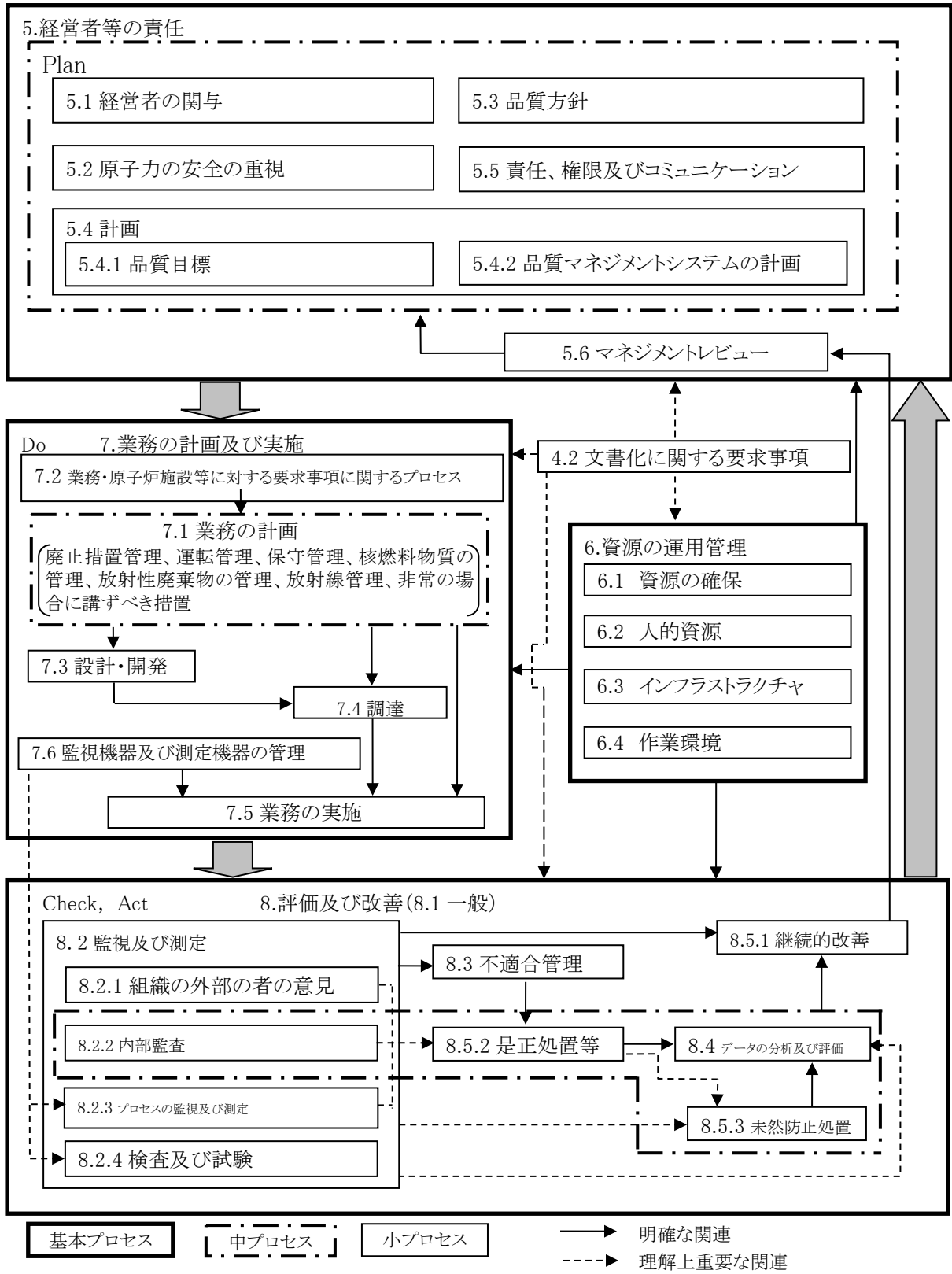


図4.2 品質マネジメントシステムプロセス関連図

日本原子力研究開発機構		文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書			
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06	

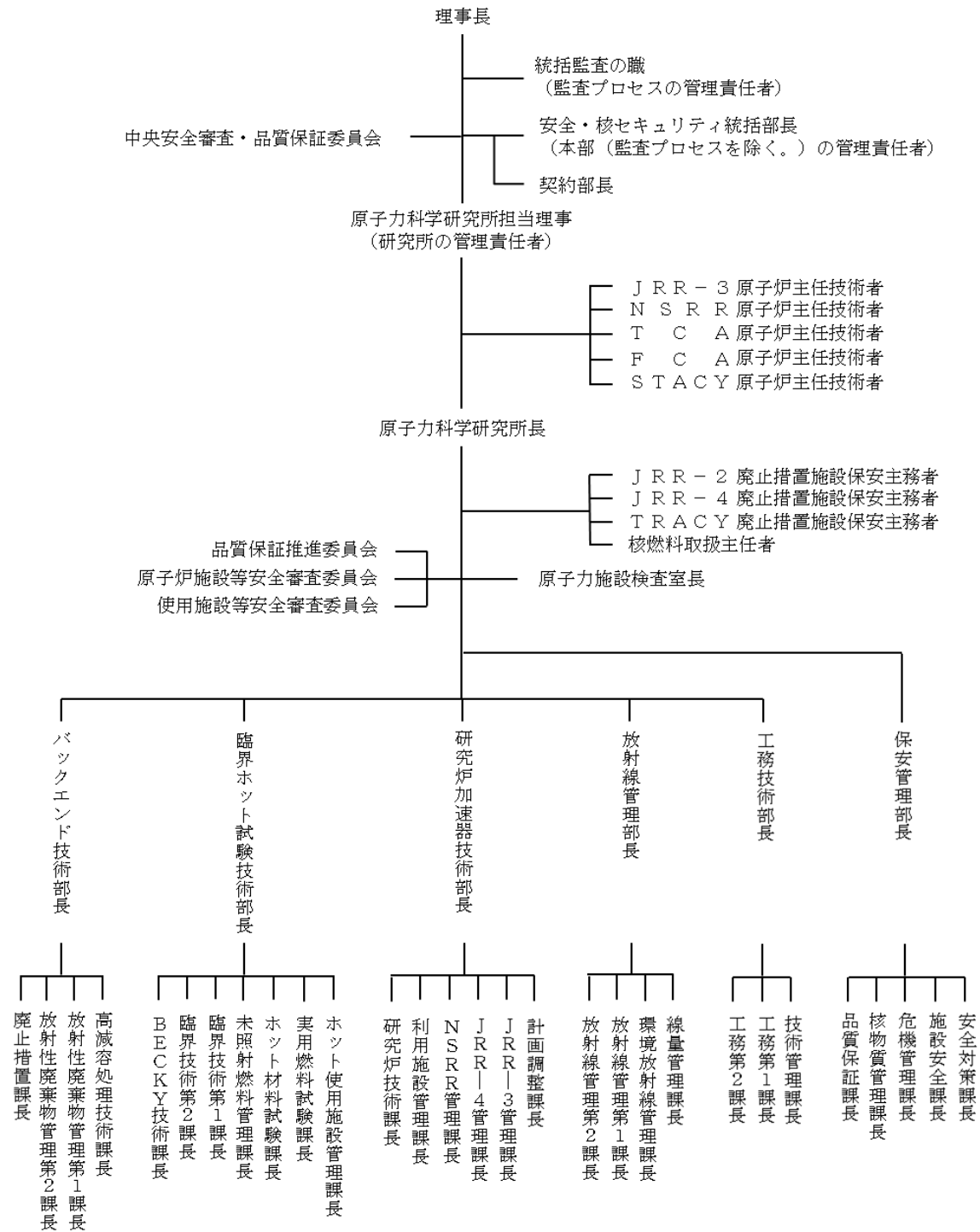


図 5.5.1 保安管理組織図

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

表 4.2.1 品質マネジメントシステム文書

関連条項	項目	文書名	承認者	文書番号
4.2.3 4.2.4	文書管理 記録の管理	文書及び記録管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A01
		原子力科学研究所文書及び記録の管理要領	所長	(科)QAM-420
		保安管理部の文書及び記録の管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-420
		放射線管理部文書及び記録の管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-420
		工務技術部文書及び記録の管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-420
		研究炉加速器技術部文書及び記録の管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-420
		臨界ホット試験技術部の文書及び記録の管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-420
		バックエンド技術部文書及び記録の管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-420
		原子力施設検査室文書及び記録の管理要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-420
5.1	経営者の 関与	安全文化の育成及び維持並びに関係法令等の遵守活動に係る実施要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A09
		原子力科学研究所安全文化の育成及び維持並びに関係法令等の遵守活動に係る実施要領	所長	(科)QAM-510
5.4.1	品質目標	品質目標の設定管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A11
		原子力科学研究所品質目標管理要領	所長	(科)QAM-540
5.5.4	内部コミュニケーション	中央安全審査・品質保証委員会の運営について	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A04
		原子炉施設等安全審査委員会規則	所長	(科)QAM-550
		使用施設等安全審査委員会規則	所長	(科)QAM-551
		原子力科学研究所品質保証推進委員会規則	所長	(科)QAM-552
5.6.1	マネジメントレビュー	マネジメントレビュー実施要領	理事長	QS-P02
6.2.2	力量、教	保安管理部教育・訓練管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-620

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

関連条項	項目	文書名	承認者	文書番号
	育・訓練及び認識	放射線管理部教育・訓練管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-620
		工務技術部教育・訓練管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-620
		研究炉加速器技術部教育・訓練管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-620
		臨界ホット試験技術部の教育・訓練管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-620
		バックエンド技術部教育訓練管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-620
		原子力施設検査室教育・訓練管理要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-620
		教育訓練管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A07
7.1	業務の計画	原子力科学研究所放射線安全取扱手引	所長	(科)QAM-711
		原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則	所長	(科)QAM-712
		原子力科学研究所事故対策規則	所長	(科)QAM-713
		原子力科学研究所事故故障及び災害発生時の通報連絡に関する運用基準	所長	(科)QAM-714
		原子力科学研究所保全有効性評価要領	所長	(科)QAM-715
		原子力科学研究所PI設定評価要領	所長	(科)QAM-716
		保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領	保安管理部長	(科保)QAM-710
		放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領	放射線管理部長	(科放)QAM-710
		工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領	工務技術部長	(科工)QAM-710
		研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-710
		臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-710
		バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-710
		原子力施設検査室の業務の計画及び実施に関する要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-710
業務の計画及び実施管理要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A12		

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

関連条項	項目	文書名	承認者	文書番号
			リテイ統括部長	
7.3	設計・開発	保安管理部設計・開発管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-730
		放射線管理部設計・開発管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-730
		工務技術部設計・開発管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-730
		研究炉加速器技術部設計・開発管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-730
		臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-730
		バックエンド技術部設計・開発管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-730
7.4	調達	調達先の評価・選定管理要領	契約部長	QS-G01
		原子力科学研究所調達管理要領	所長	(科)QAM-740
7.6	監視機器及び測定機器の管理	保安管理部監視機器及び測定機器の管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-760
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領(放射線管理施設編)	放射線管理部長	(科放)QAM-760
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領(放射線測定機器管理編)	放射線管理部長	(科放)QAM-761
		放射線管理部監視機器及び測定機器の管理要領(環境の放射線管理施設編)	放射線管理部長	(科放)QAM-762
		工務技術部監視機器及び測定機器の管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-760
		研究炉加速器技術部監視機器及び測定機器の管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-760
		臨界ホット試験技術部監視機器及び測定機器の管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-760
		バックエンド技術部監視機器及び測定機器の管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-760
8.2.2	内部監査	原子力安全監査実施要領	理事長	QS-P03
8.2.4	検査及び試験	原子力科学研究所事業者検査の実施要領	原子力施設検査室長	(科検)QAM-820
		保安管理部試験・検査の管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-820
		放射線管理部試験・検査の管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-820
		工務技術部試験・検査の管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-820
		研究炉加速器技術部試験・検査の管理	研究炉加速器技	(科研)QAM-820



日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

関連条項	項目	文書名	承認者	文書番号
		要領	術部長	
		臨界ホット試験技術部の試験・検査の管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-820
		バックエンド技術部試験・検査の管理要領	バックエンド技術部長	(科バ)QAM-820
8.3	不適合管理	不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領	安全・核セキュリティ統括部長	QS-A03
8.5.2	是正処置等	原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領	所長	(科)QAM-830
8.5.3	未然防止処置	原子力科学研究所水平展開要領	所長	(科)QAM-850

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

表 8.2.3 品質マネジメントシステムのプロセスの実施状況評価

監視・測定するプロセス	監視・測定の実施責任者	計画されたプロセスと結果	監視項目	評価方法と頻度	
品質マネジメントシステム	理事長	品質方針、品質目標の設定及び実施状況	品質目標の達成状況	マネジメントレビューの会議 年度末及び必要に応じて	
	所長	品質目標の設定及び実施状況		所長へ報告 半期ごと	
	部長			部長へ報告 半期ごと	
	課長			部長へ報告 半期ごと	
業務の計画及び実施のプロセス	廃止措置	施設管理者	年間管理計画の設定と実施	廃止措置に係る保安の状況	所長へ報告 四半期ごと
	運転管理	施設管理者	年間運転計画の設定及び実施	施設の運転状況	所長へ報告 四半期ごと
	保守管理	施設管理者	施設管理実施計画の設定及び実施	保守管理の実施状況	所長へ報告 四半期ごと
	核燃料物質の管理	核燃料管理者	年間使用計画の設定及び実施	核燃料物質の管理状況	所長へ報告 四半期ごと
	放射性廃棄物の管理	施設管理者 高減容処理技術課長 放射性廃棄物管理第1課長 放射性廃棄物管理第2課長	放射性廃棄物の引き渡し、運搬、貯蔵、保管、処理及び保管廃棄の実施	放射性固体廃棄物の管理状況	所長へ報告 四半期ごと
	放射線管理	気体廃棄物の管理者 区域放射線管理担当課長	放射性気体廃棄物の放出管理目標値又は放出管理基準値に係る放出管理の実施	放射性気体廃棄物の放出状況	所長へ報告 四半期ごと
		液体廃棄物の管理者 区域放射線管理担当課長	放射性液体廃棄物の放出管理目標値又は放出管理基準値に係る放出管理の実施	放射性液体廃棄物の放出状況	所長へ報告 四半期ごと
		課長 線量管理課長	放射線業務従事者の線量限度の管理	放射線業務従事者の被ばく状況	所長へ報告 四半期ごと
非常の場合に講ずべき措置	課長 危機管理課長	訓練の計画の設定及び実施	訓練の実施状況	所長へ報告 四半期ごと	
改善のプロセス	理事長	品質マネジメントシステムの適合性の確保、有効性の改善	品質マネジメント活動の実施状況	原子力安全監査 毎年度1回以	

日本原子力研究開発機構		文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書			
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06	

監視・測定するプロセス	監視・測定の実施責任者	計画されたプロセスと結果	監視項目	評価方法と頻度
			不適合管理状況	上、又は必要に応じて マネジメントレビューの会議 年度末及び必要に応じて
	全ての管理者		自己評価の実施状況	管理責任者へ報告 年度末及び必要に応じて

日本原子力研究開発機構	文書番号: QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号: 06

表 8.4 品質マネジメントシステムの分析データ

データ	関連する文書	8.4(2)との関連
廃止措置に係る保安の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)
施設の運転状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)
保守管理の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>保安管理部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b) (c)
核燃料物質の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>原子力科学研究所核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則</li> </ul>	(b)
放射性固体廃棄物の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)
放射性気体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> </ul>	(b)
放射性液体廃棄物の放出状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>工務技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>臨界ホット試験技術部の業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>バックエンド技術部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)
放射線業務従事者の被ばく状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理部業務の計画及び実施に関する要領</li> <li>原子力科学研究所放射線安全取扱手引</li> </ul>	(b)

日本原子力研究開発機構	文書番号:QS-P10	
文書名 原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書		
制定日: 2017年4月1日	改訂日: 2020年4月1日	改訂番号:06

データ	関連する文書	8.4(2)との関連
訓練の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保安管理部教育・訓練管理要領</li> <li>・放射線管理部教育・訓練管理要領</li> <li>・工務技術部教育・訓練管理要領</li> <li>・研究炉加速器技術部教育・訓練管理要領</li> <li>・臨界ホット試験技術部の教育・訓練管理要領</li> <li>・バックエンド技術部教育訓練管理要領</li> </ul>	(b) (c)
保安検査指摘等事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(a)
官庁検査、事業者検査での不適合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力科学研究所事業者検査の実施要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(a) (b) (c) (d)
不適合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不適合管理並びに是正及び未然防止処置要領</li> <li>・原子力科学研究所不適合管理及び是正処置並びに未然防止処置要領</li> </ul>	(b) (c) (d)
調達先の監査実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>調達先の評価・選定管理要領</li> <li>原子力科学研究所調達管理要領</li> </ul>	(d)