

(別冊 1 - 24)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(津波漂流物防護柵の設置工事)

その他再処理設備の附属施設（その20）
その他の主要な事項

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	6
5. 工事の方法	8
6. 工事の工程	11

図 一 覧

- 図-1 津波の遡上状況を考慮した津波漂流物の影響防止施設の配置概念
- 図-2 津波漂流物の影響防止施設の設計及び評価の流れ

別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2-1 津波漂流物防護柵 配置図
- 別図-2-2 津波漂流物防護柵 立面図
- 別図-2-3 津波漂流物防護柵 姿図
- 別図-2-4 津波漂流物防護柵 平面詳細図
- 別図-2-5 津波漂流物防護柵 地盤改良断面図
- 別図-3 津波漂流物防護柵工事フロー図

表 一 覧

- 表-1-1 設計条件
- 表-1-2 設計仕様
- 表-1-3 鋼材等の種類
- 表-1-4 施工の管理値
- 表-2 津波漂流物防護柵の設置工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 1 月 14 日付け原規規発第 2101142 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

今回、廃止措置計画用設計津波（以下「設計津波」という。）による漂流物として想定される還水タンク等の重量物の衝突から防護対象施設である高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家及び第二付属排気筒を防護することを目的に、津波漂流物の影響防止施設として津波漂流物防護柵を設置する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）

「日本産業規格（JIS）」

「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」

（沿岸技術研究センター、寒地港湾技術研究センター）

「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）」（水産庁漁港漁場整備部）

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）

「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）

「杭基礎設計便覧」（日本道路協会）

「落石対策便覧」（日本道路協会）

「建築工事標準仕様書・同解説（JASS）」（日本建築学会）

3. 設計の基本方針

津波漂流物の影響防止施設は、設計津波の遡上に伴い防護対象施設に向かって流れてくる漂流物を防護対象施設の外壁に衝突（到達）させないことを目的として、防護対象施設の周囲の漂流物の侵入経路上において漂流物を捕捉し、その侵入を防止できるように設置するものである。

図-1 に示す津波の遡上方向と、想定される漂流物の侵入経路及びそれらの施設の配置関係に基づき、津波漂流物の影響防止施設を、既存の分離精製工場（MP）建家と、新たに設ける津波漂流物防護柵から構成する。漂流物の影響防止施設の設計は図-2 に従い実施する。なお、既存の分離精製工場（MP）建家が漂流物の影響防止施設としての強度の要求を満たしていることの確認は別添-1 に、津波漂流物防護柵の耐震及び強度評価については別添-2 にて示す。

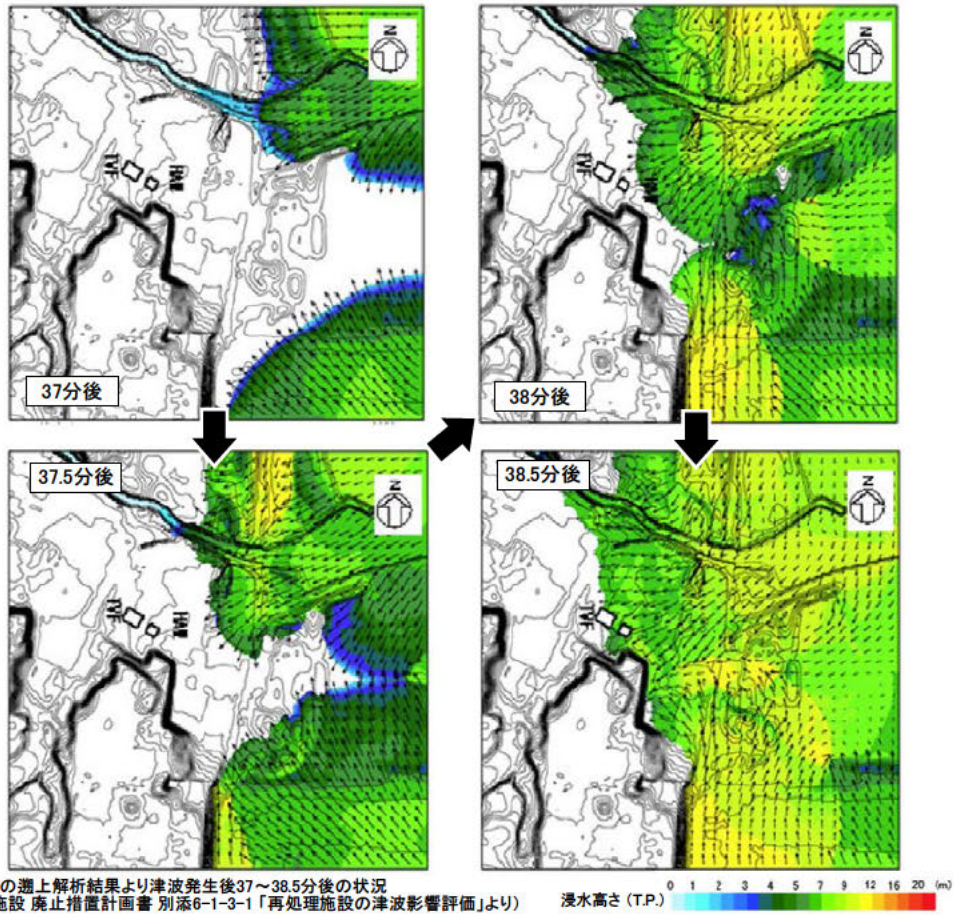


図-1 津波の遡上状況を考慮した津波漂流物の影響防止施設の配置概念

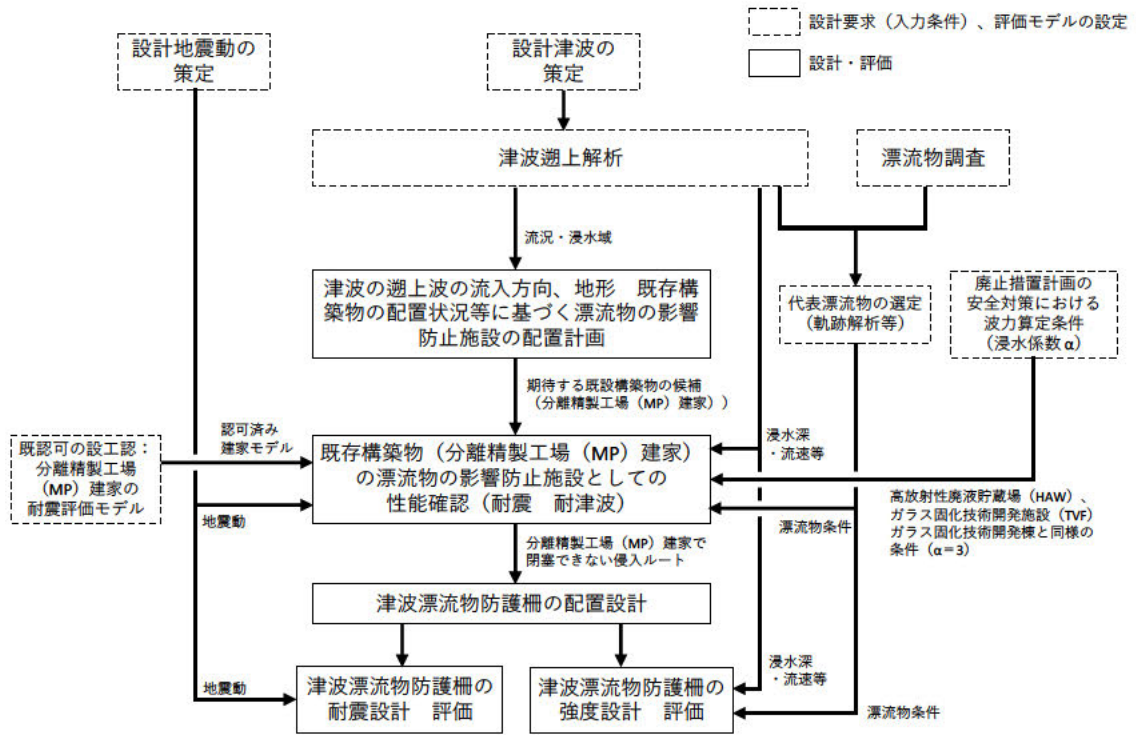


図-2 津波漂流物の影響防止施設の設計及び評価の流れ

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

表-1-1 設計条件

名 称	津波漂流物防護柵
耐震重要度分類	Sクラス※ ※ 廃止措置計画用設計地震動に対して漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないもの。
構 造	鋼構造

(2) 仕様

津波漂流物防護柵の設置のため、表-1-2～表-1-4に基づき施工を行う。計画している津波漂流物防護柵の設置場所には既設の埋設物等が多く存在し、津波漂流物防護柵の支柱据付時においてこれらとの干渉を避けるために位置調整を行う可能性がある。設計において標準とする支柱間隔は9.5 mであるが、施工における支柱の据付では別添-2において影響がないことを確認している10 m以内に管理する。

表-1-2 設計仕様

名 称	津波漂流物防護柵	
仕 様	津波漂流物	支柱、基礎杭：SKK490（JIS A 5525）
	防護柵	ワイヤロープ：ST1470（JIS G 3549）
	地盤改良	セメント：高炉セメント（JIS R 5211）
図	別図-1、別図-2-1～別図-2-5、別図-3	

表-1-3 鋼材等の種類

部材		材料	備考
鋼管	支柱	SKK490	JIS A 5525
	基礎杭		
ワイヤロープ		ST1470	JIS G 3549

表-1-4 施工の管理値

項目	管理値	備考
支柱の間隔	10.0 m以内	津波漂流物対策施設設計ガイドライン

5. 工事の方法

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-3に示す。ワイヤロープに関しては工場において最終加工まで行い現地にて据え付ける場合と、支柱配置状況等に応じて現場にて最終加工を行い据え付ける場合があるが、いずれの場合においても性能の確認に必要な検査を実施する。

本工事において実施する試験・検査項目、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料検査

方法：イ．鋼管の材料を材料証明書等により確認する。

ロ．ワイヤロープの材料を材料証明書等により確認する。

判定：イ．鋼管が表-1-3に示す材料であること。

ロ．ワイヤロープが表-1-3に示す材料であること。

② 寸法検査

方法：イ．地盤改良の深さを測定又は目視により確認する。

ロ．鋼管の径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

ハ．ワイヤロープの径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

ニ．鋼管（支柱）の間隔を測定又は目視により確認する。

ホ．ワイヤロープの高さ及び間隔を測定又は目視により確認する。

ヘ．鋼管（基礎杭）の打設深さを測定又は目視により確認する。

ト．鋼管（支柱）の天端高さを測定又は目視により確認する。

判定：イ．地盤改良の深さが別図-2-5に示す T.P. +1.2m 以浅の範囲であること（ただし、久米層及び舗装等を除く）。

ロ．鋼管の径（呼び径）が別図-2-3に示す寸法であること。

ハ．ワイヤロープの径（呼び径）が別図-2-4に示す寸法であること。

ニ．鋼管（支柱）の間隔が表-1-4に示す範囲であること。

ホ．ワイヤロープの高さが別図-2-3に示す標高以上であること。また、ワイヤロープが別図-2-3に示す間隔であること。

ヘ．鋼管（基礎杭）の打設深さが別図-2-3に示す標高以下であること。

ト．鋼管（支柱）の天端高さが別図-2-3に示す標高以上であること。

③ 強度検査

方法：地盤改良土の強度を圧縮強度試験により確認する。

判定：地盤改良土の圧縮強度の個々の値が 700 kN/m²以上であること。

④ 外観検査 1（配置検査）

方法：鋼管（支柱）及びワイヤロープの配置を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）及びワイヤロープが別図-2-1 及び別図-2-2 に示す位置に配置されていること。

⑤ 外観検査 2（外観検査）

方法：鋼管（支柱）及びワイヤロープの表面を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）及びワイヤロープの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における掘削作業時は、既設埋設物及び既設構造物を図面及び現地にて確認した上で、既設埋設物及び既設構造物に応じた適切な保護対策を行うなど、既設埋設物及び既設構造物の損傷防止に努める。
- ⑦ 本工事においては、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺で行う別工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。

- ⑧ 本工事においては、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）
ガラス固化技術開発棟及びガラス固化技術管理棟、分離精製工場（MP）、クリプ
トン回収技術開発施設等の躯体に対して損傷を与えないよう、監視の強化、躯体
近傍での重機の使用制限等を要領書等に定めて工事を行う。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-2 に示す。

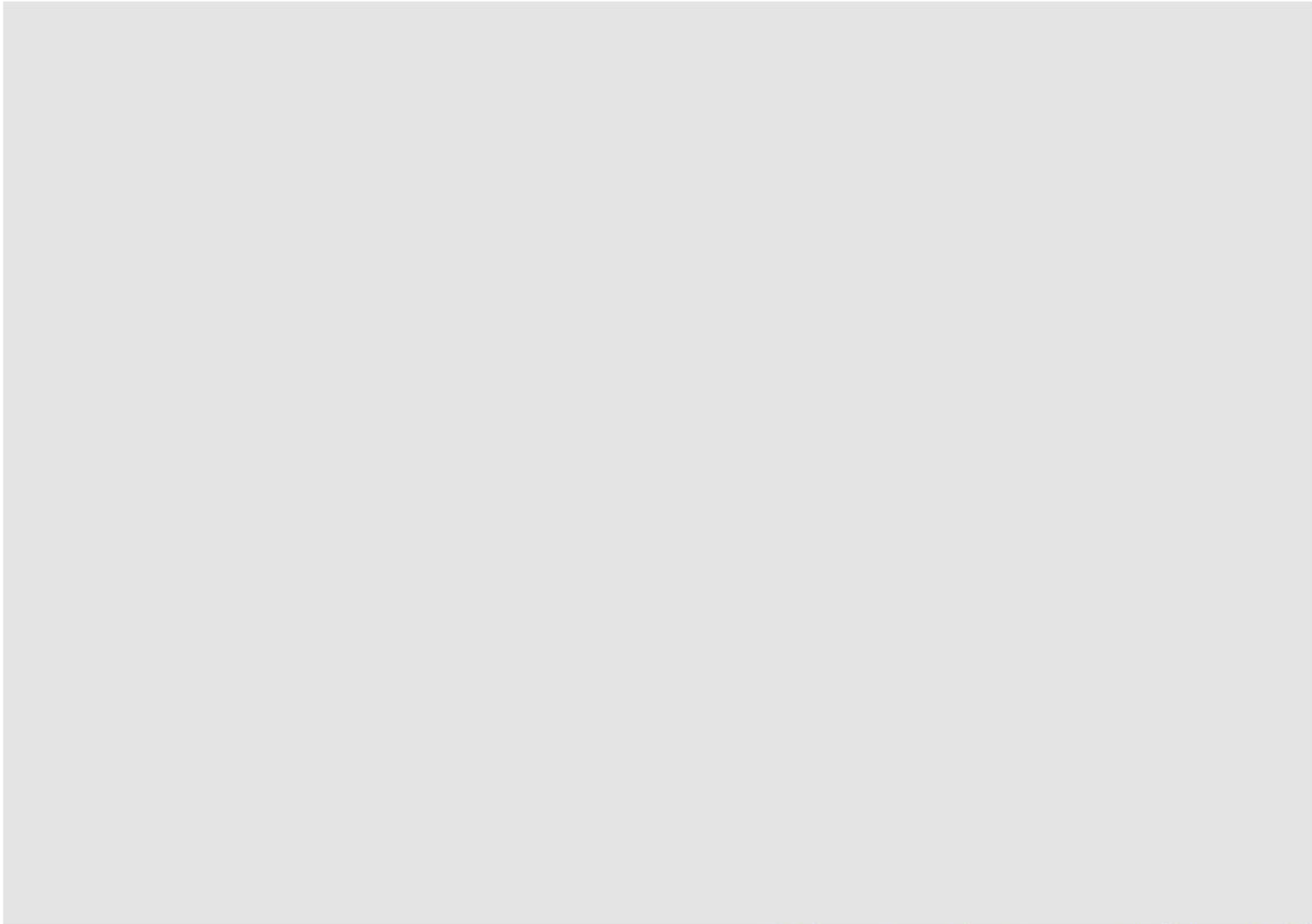
表-2 津波漂流物防護柵の設置工事工程表

	令和2年度				令和3年度				令和4年度				
津波漂流物防護柵 設置工事													
	工事												

(別図)

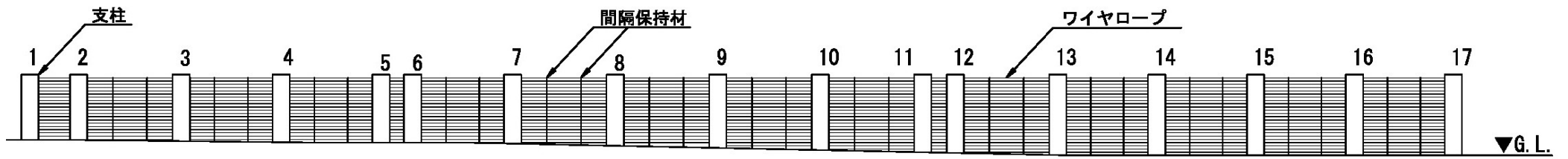


別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲

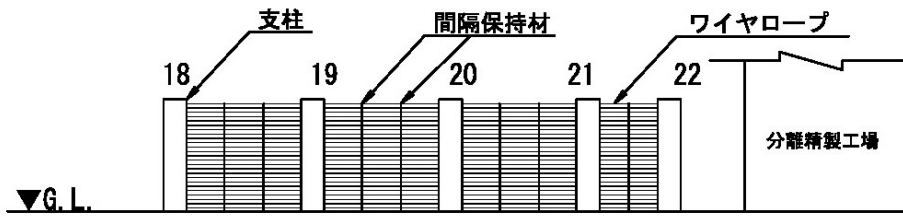


- ※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況により、鋼管（支柱及び基礎杭）並びにワイヤロープの設置位置等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。
- ※ 別途申請範囲については、ブルトニウム転換技術開発施設管理棟駐車場の地盤補強工事に合わせて申請を行う。

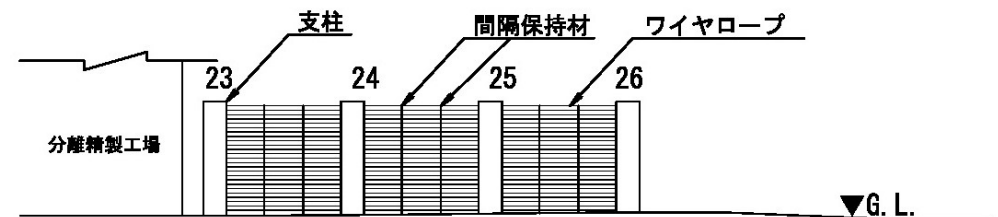
別図-2-1 津波漂流物防護柵 配置図



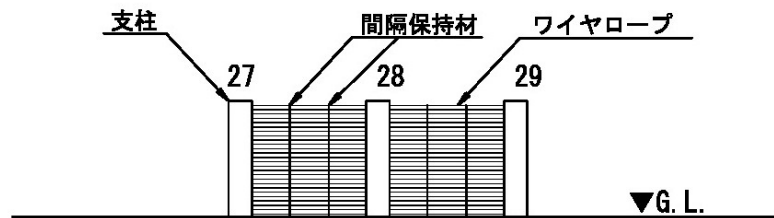
1-17間



18-22間



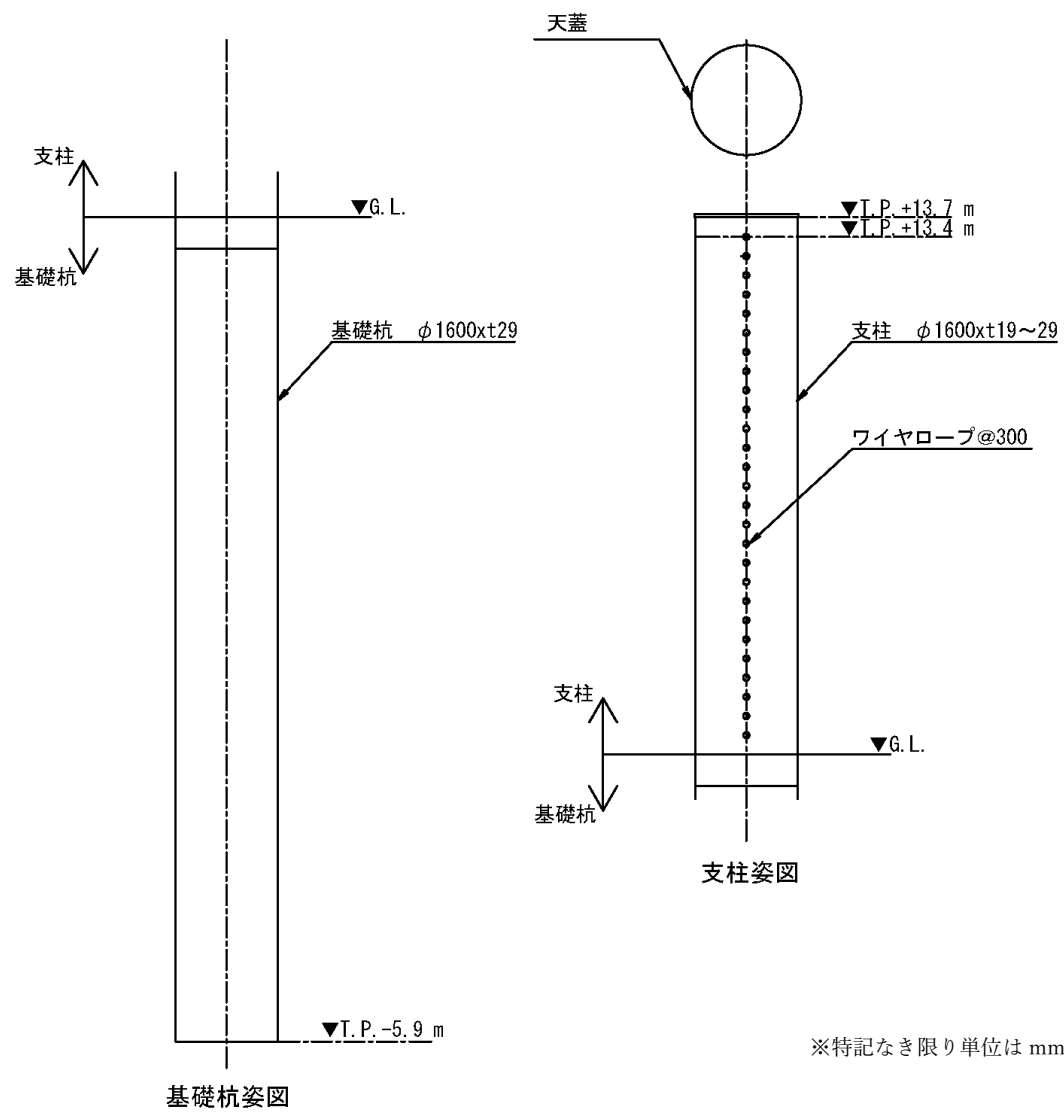
23-26間



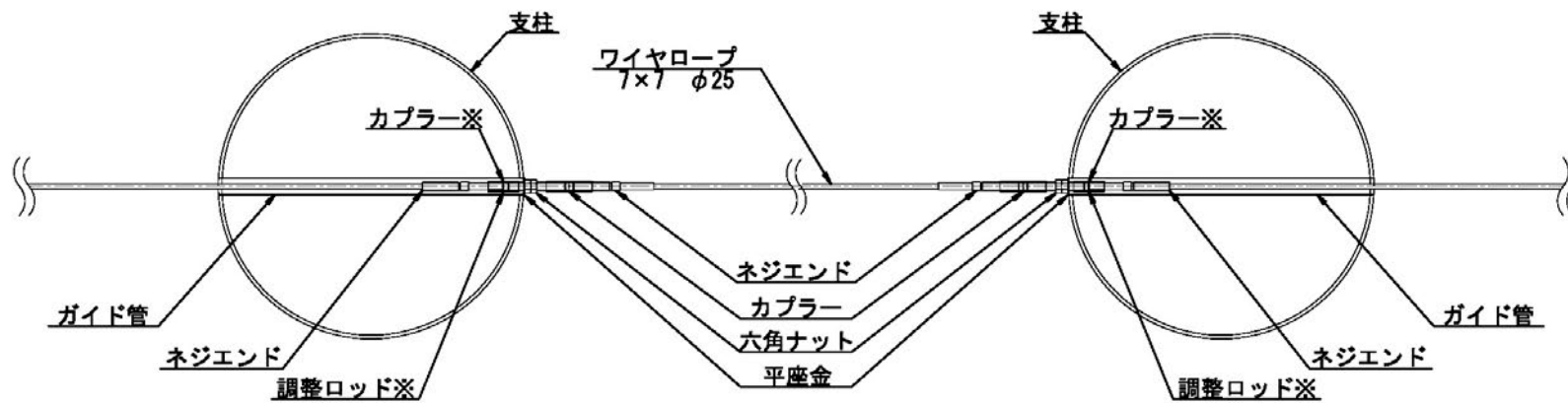
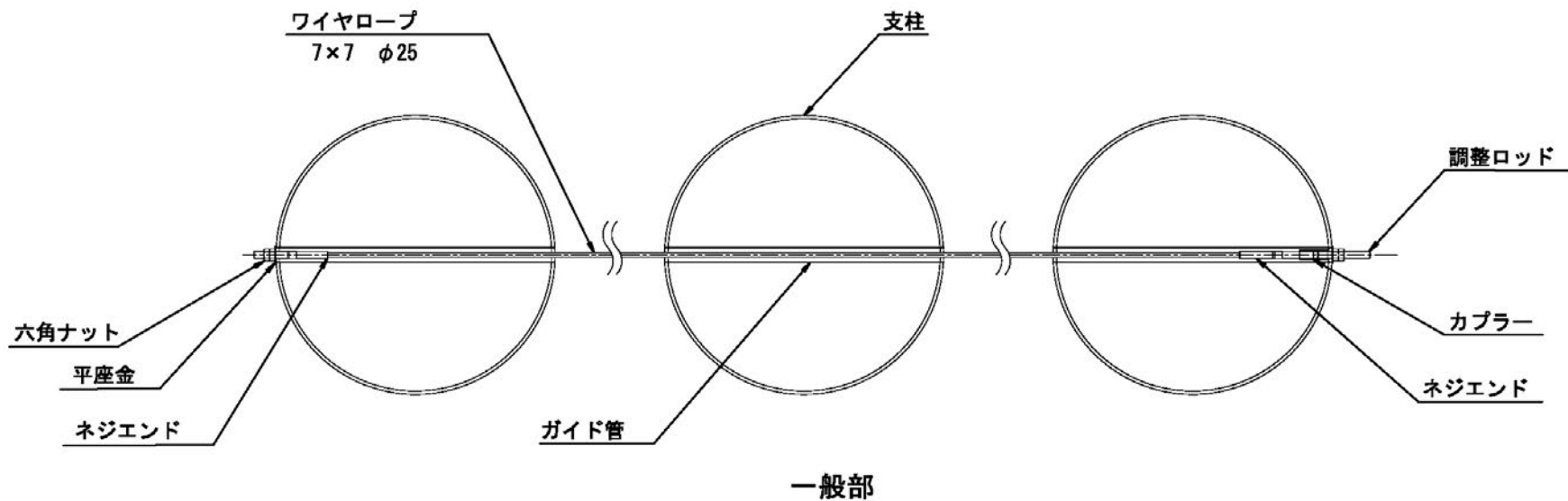
27-29間

※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況により、鋼管（支柱及び基礎杭）並びにワイヤロープの設置位置等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-2-2 津波漂流物防護柵 立面図

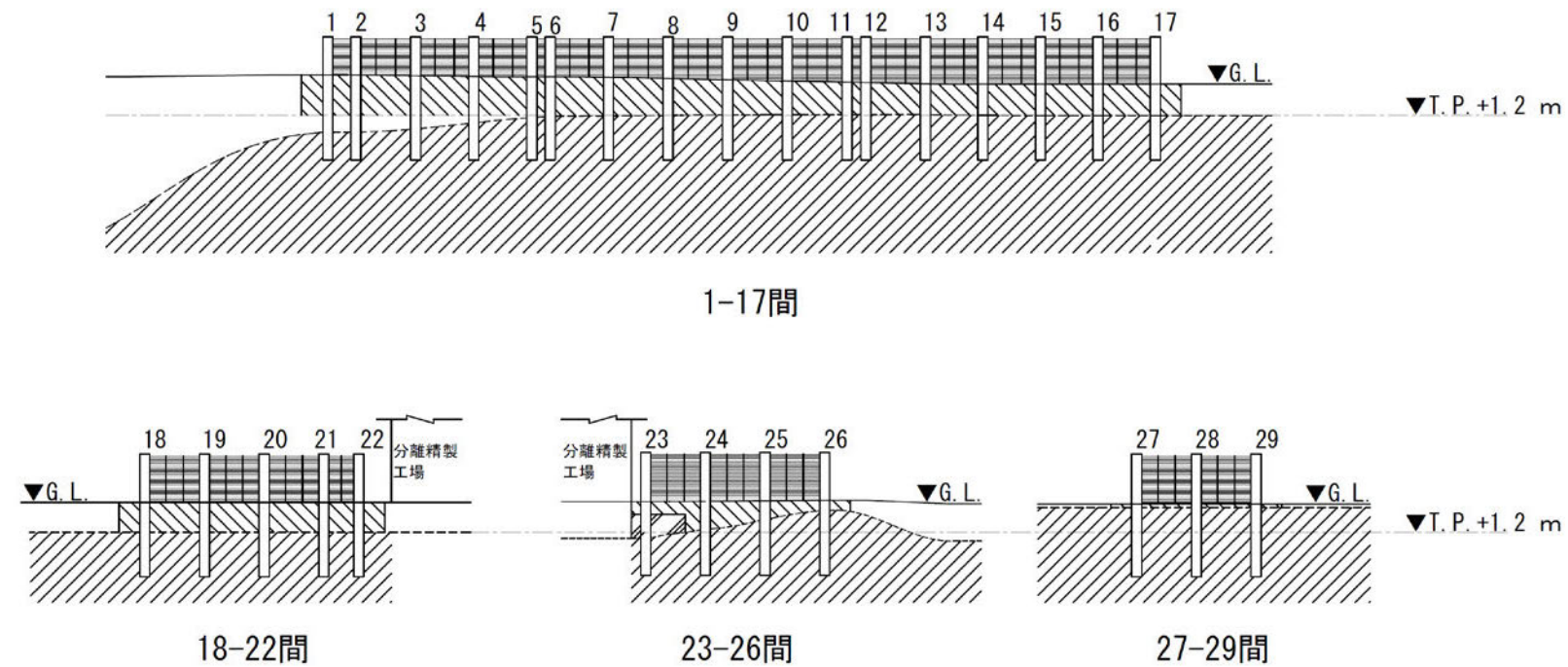


別図-2-3 津波漂流物防護柵 姿図



※ネジエンドとなる場合がある。
※特記なき限り単位は mm とする。

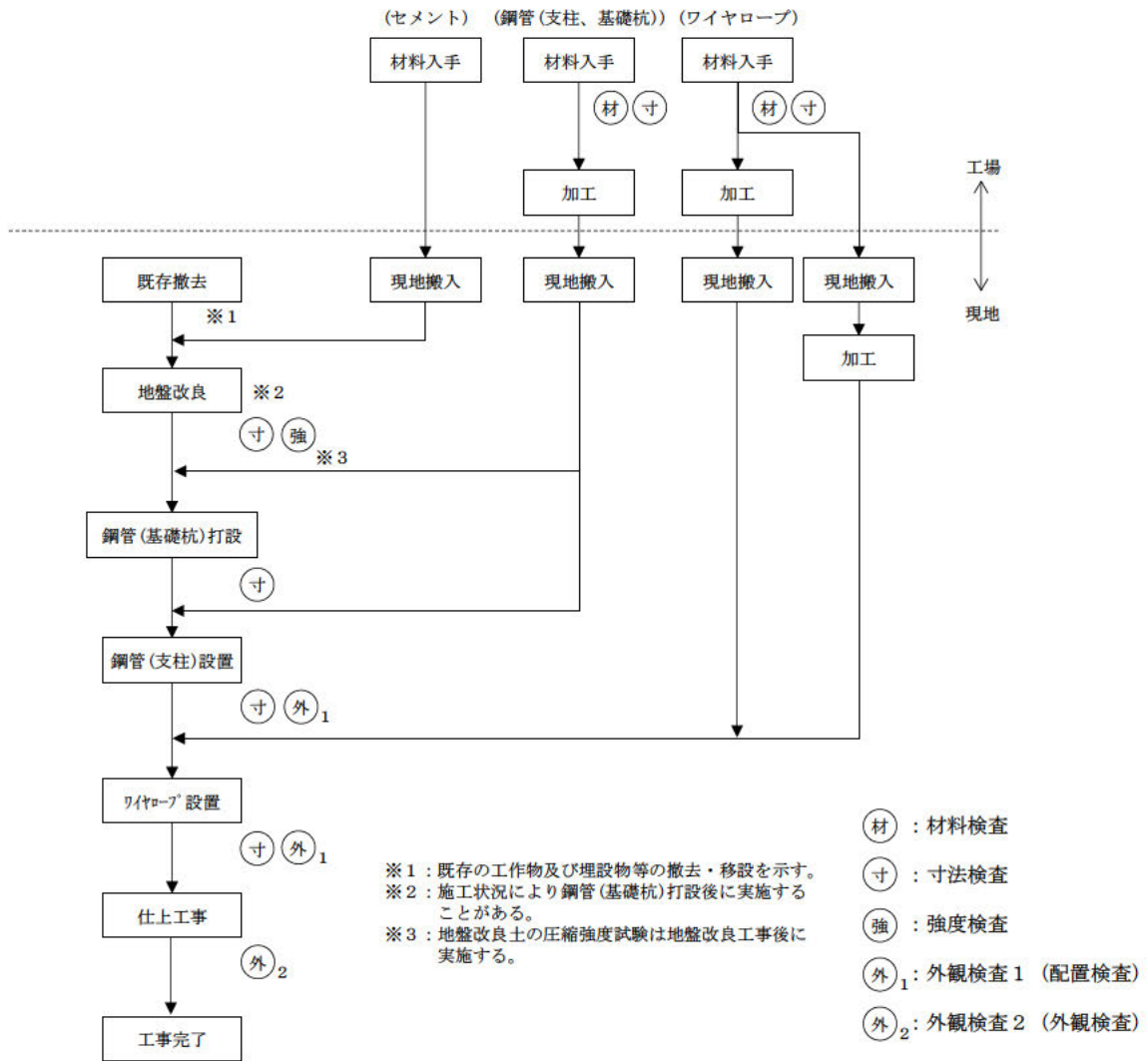
別図-2-4 津波漂流物防護柵 平面詳細図



凡例	
埋土・沖積層	: [Blank pattern]
地盤改良 (改良幅 約8 m)	: [Diagonal hatching]
久米層	: [Horizontal hatching]
置換コンクリート	: [Cross-hatching]

- ※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況及び久米層の出現深度に応じて、鋼管（支柱及び基礎杭）並びにワイヤロープの設置位置や地盤改良の範囲等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。
- ※ 「置換コンクリート」は高放射性廃液貯蔵場（HAW）及び配管トレンチ（T21）周辺の地盤改良工事において施工した部分を示す。

別図-2-5 津波漂流物防護柵 地盤改良断面図



別図-3 津波漂流物防護柵工事フロー図

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	有	第1項	別紙-2に示すとおり
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^{いつ} 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別添-3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二条	安全保護回路	無	—	—
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）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、事業指定基準規則第七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。

2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵を設置するものである。

津波は地震を起因として生じる自然現象であることから、津波の遡上に先立って発生する地震に対しても十分な耐震性を有する必要がある。したがって、津波漂流物防護柵は廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用した後においても、漂流物の補足機能が保持できるものとする。具体的には、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計とする。また、支柱を支える基礎杭は十分な支持性能を持つ地盤に設置する。

津波漂流物防護柵の耐震性については、別添-2に記載する。

第七条（津波による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、基準津波（事業指定基準規則第八条に規定する基準津波をいう。第三十四条において同じ。）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 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵を設置するものである。

津波漂流物防護柵は支柱及びワイヤーロープで構成され、補足する漂流物の衝突エネルギーを受け止め、さらにその状態で津波波力の重畳に耐える耐力を持った構造とする。津波漂流物防護柵の漂流物及び廃止措置計画用設計津波の波力に対する構造強度については、別添-2に記載する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、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。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵を設置するものである。津波漂流物防護柵は健全性及び能力を確認するための検査又は試験ができるように設置する。

3 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵を設置するものである。津波漂流物防護柵は、保守及び修理ができるように設置する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

別添-1

分離精製工場(MP)の強度評価

別添-1-1

廃止措置計画用設計地震動に対する
分離精製工場(MP)建家の地震応答計算書

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動に対して、分離精製工場(MP)が耐震余裕を有することを説明するものである。

廃止措置計画用設計地震動は、別添 6-1-1-2「基準地震動の策定」に示す基準地震動とする。廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図-1-1 から図-1-3 までに、時刻歴波形を図-1-4 から図-1-6 までに示す。解放基盤表面は、S 波速度が 0.7 km/s 以上である T.P.*-303 m(G.L. -309 m)とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

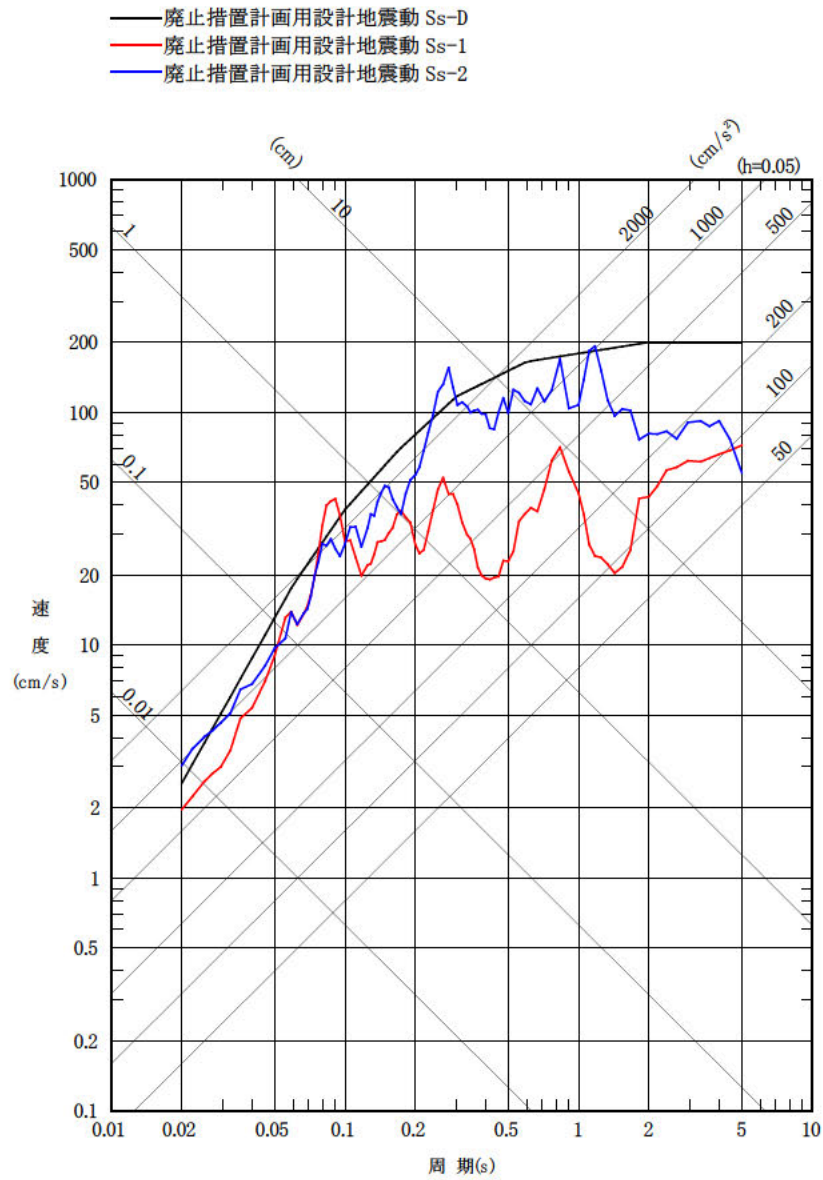


図-1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS成分)

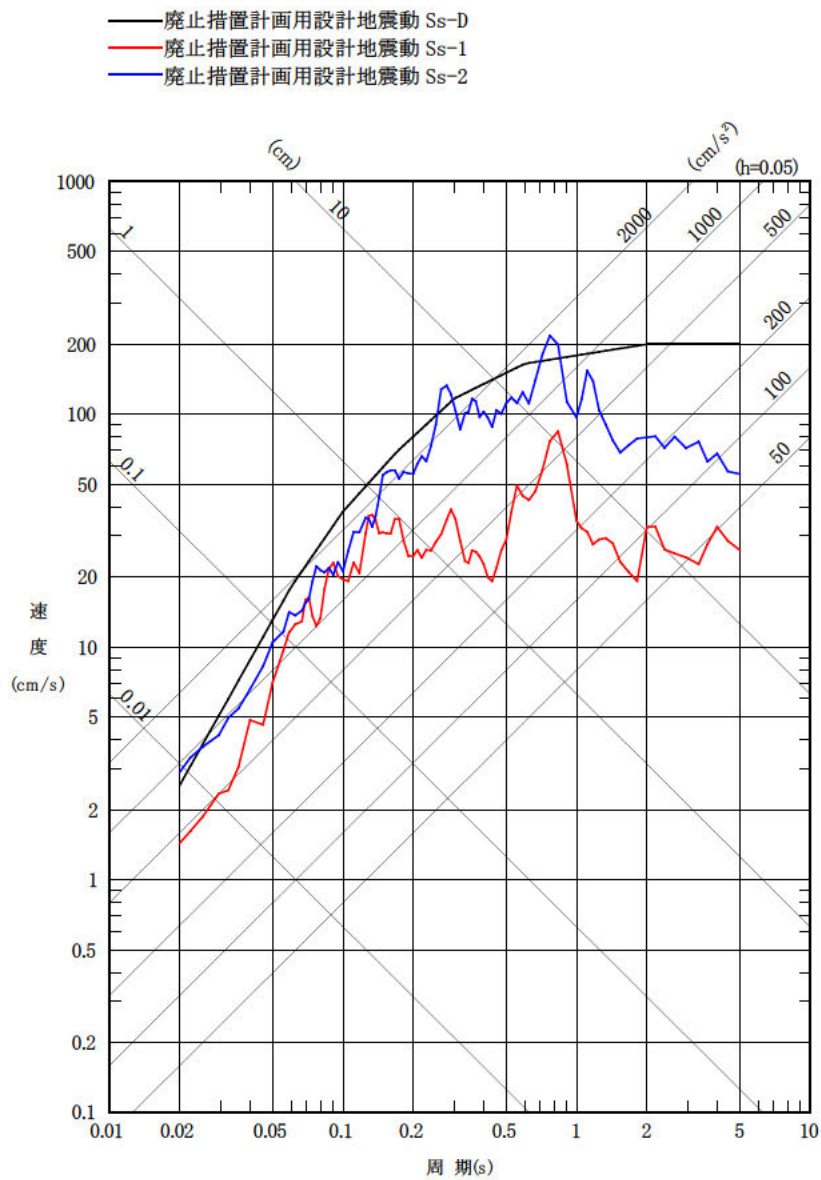


図-1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

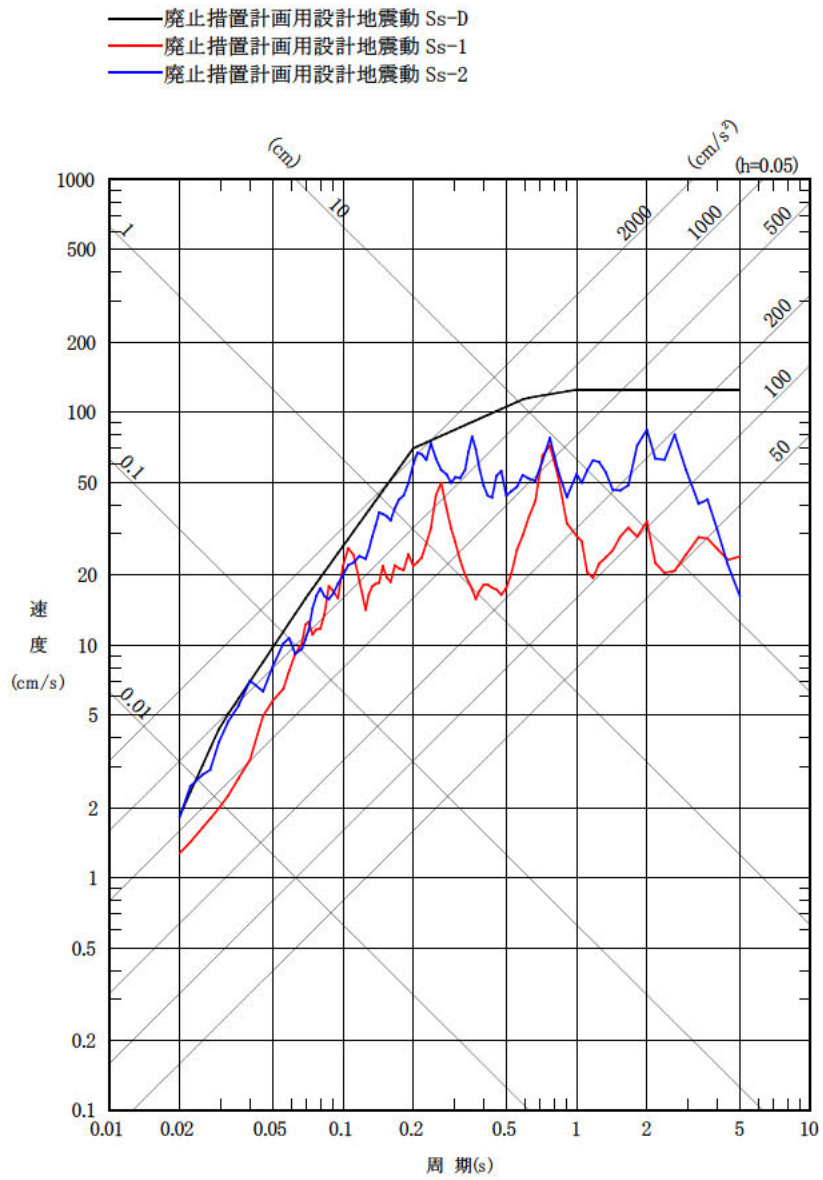
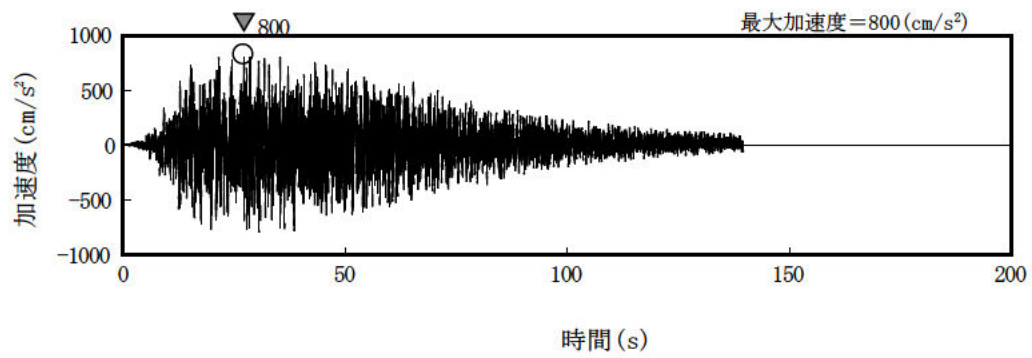
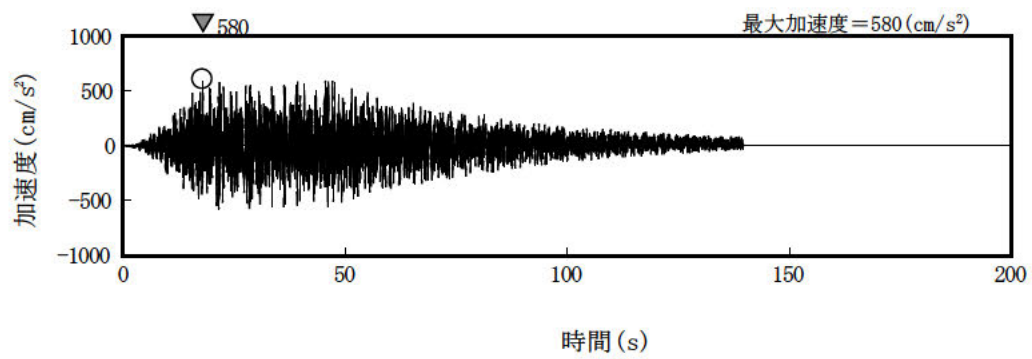


図-1-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル (UD 成分)

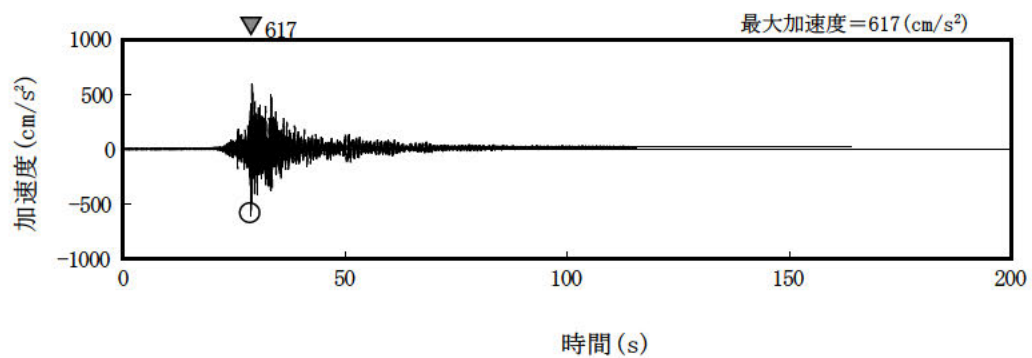


(水平成分)

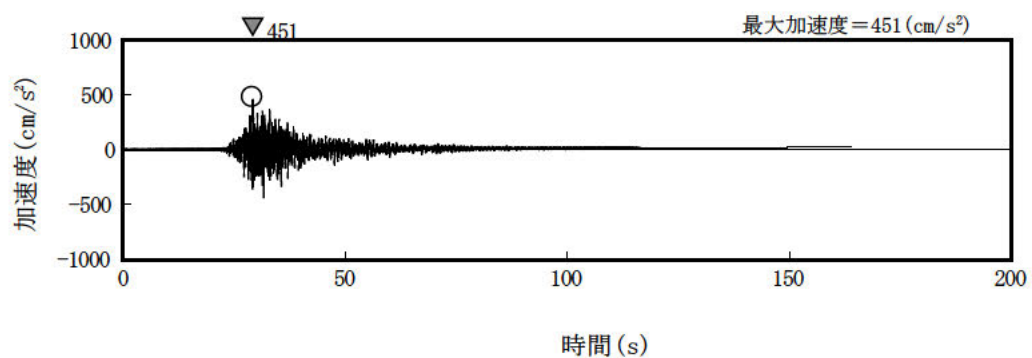


(鉛直成分)

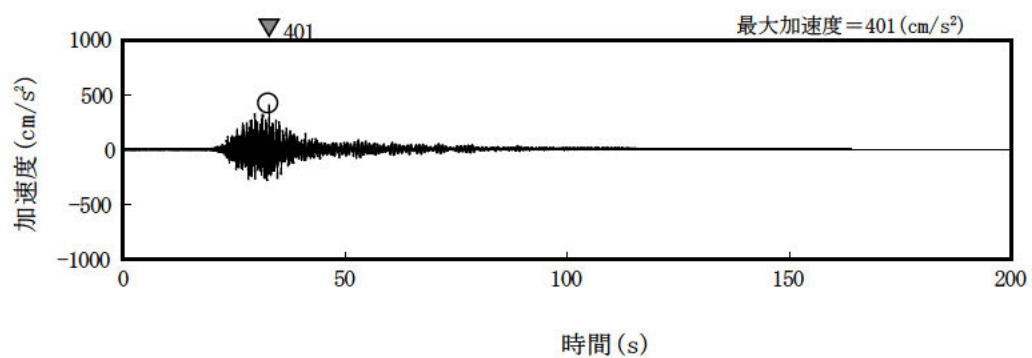
図-1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形



(NS 成分)

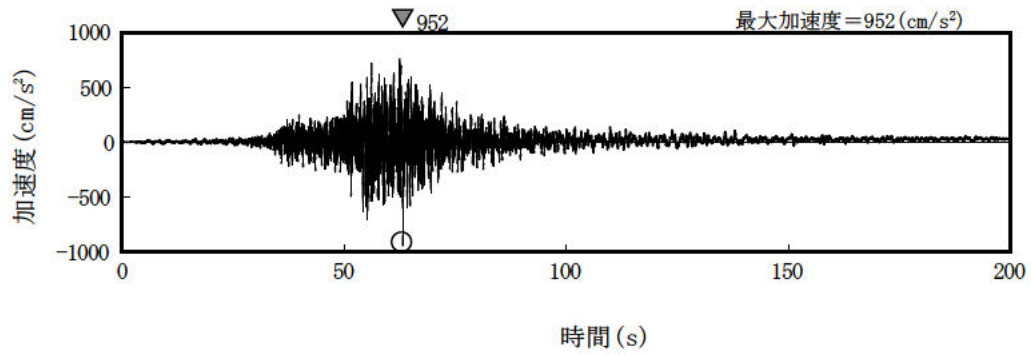


(EW 成分)

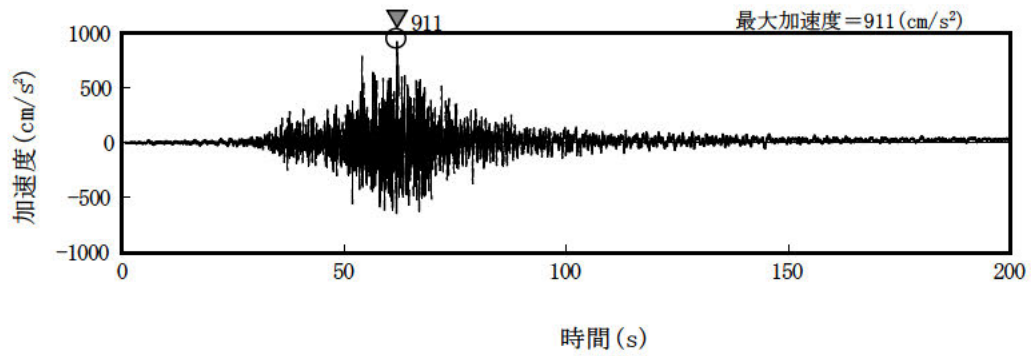


(UD 成分)

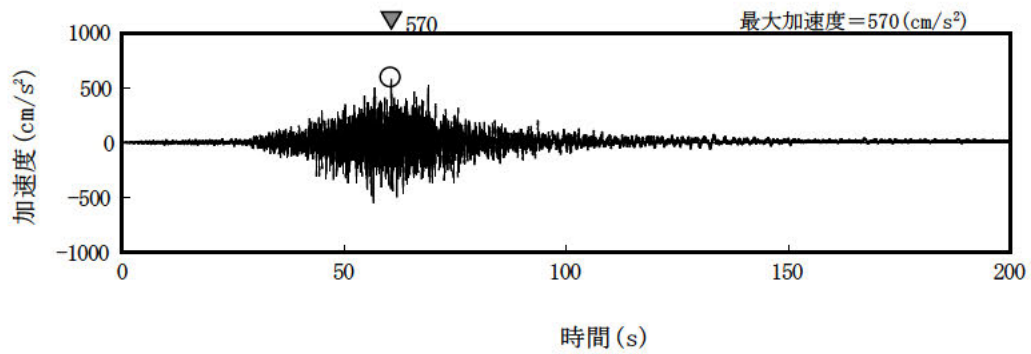
図-1-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形



(NS 成分)



(EW 成分)



(UD 成分)

図-1-6 廃止措置計画用設計地震動 (S_s-2) の時刻歴波形

2. 一般事項

2.1 位置

分離精製工場(MP)の位置を図-2-1 に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は、 35.7° である。

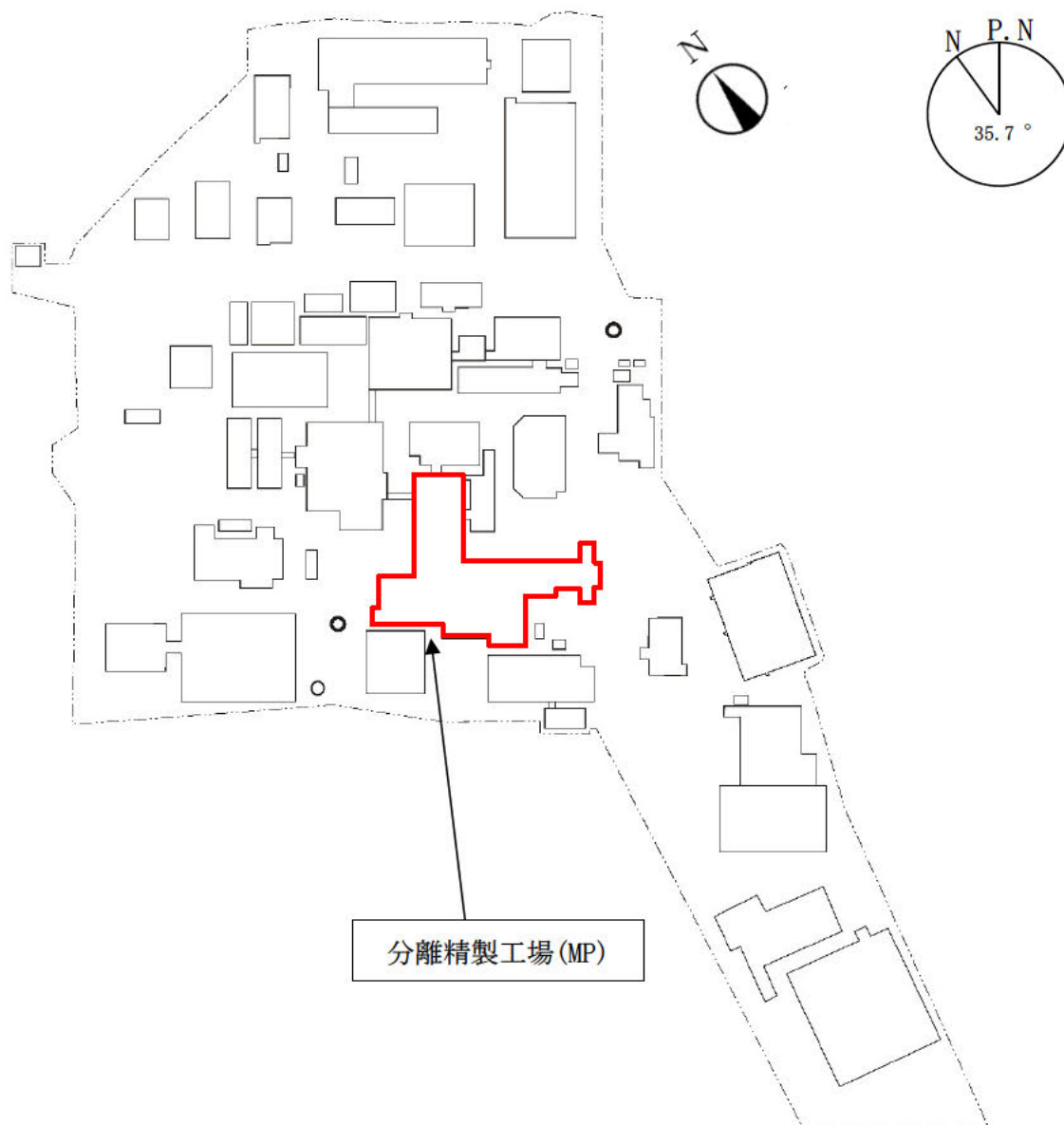


図-2-1 分離精製工場(MP)の位置

2.2 構造概要

分離精製工場(MP)は、平面形状が [REDACTED] の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建家である。基礎は、べた基礎とし、基礎地盤である久米層(砂質泥岩)に設置されている。

建家の代表的な平面図及び断面図を図-2-2 から図-2-5 までに、基礎地盤(久米層)の等高線図及び断面図を図-2-6 及び図-2-7 に示す。

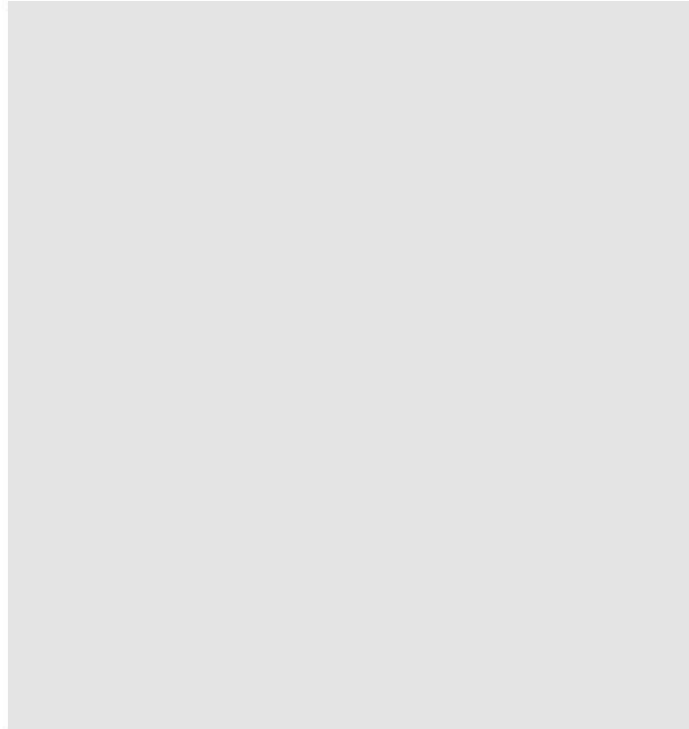


図-2-2 分離精製工場(MP)平面図(地下1階)

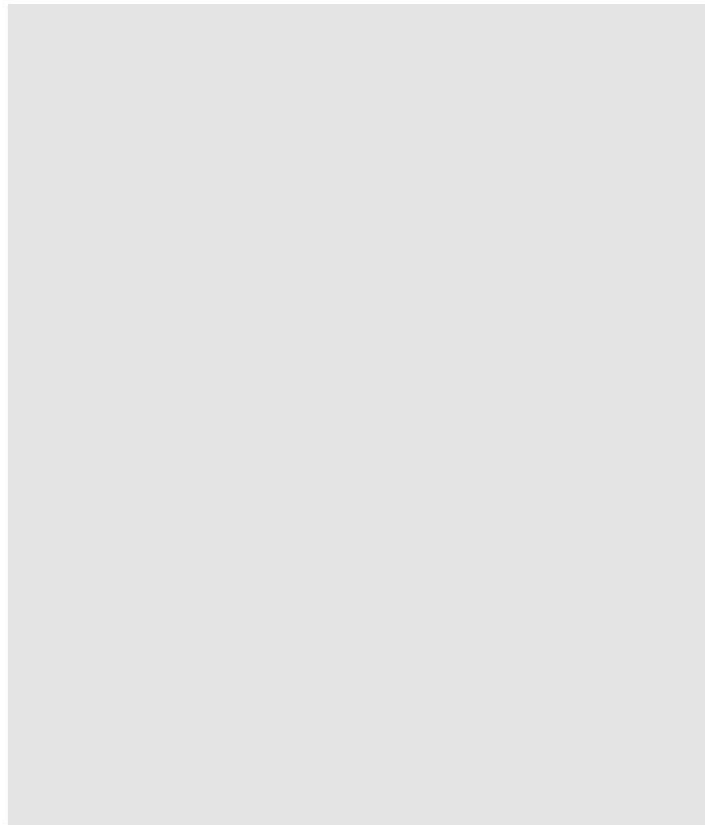


図-2-3 分離精製工場(MP)平面図(2階)

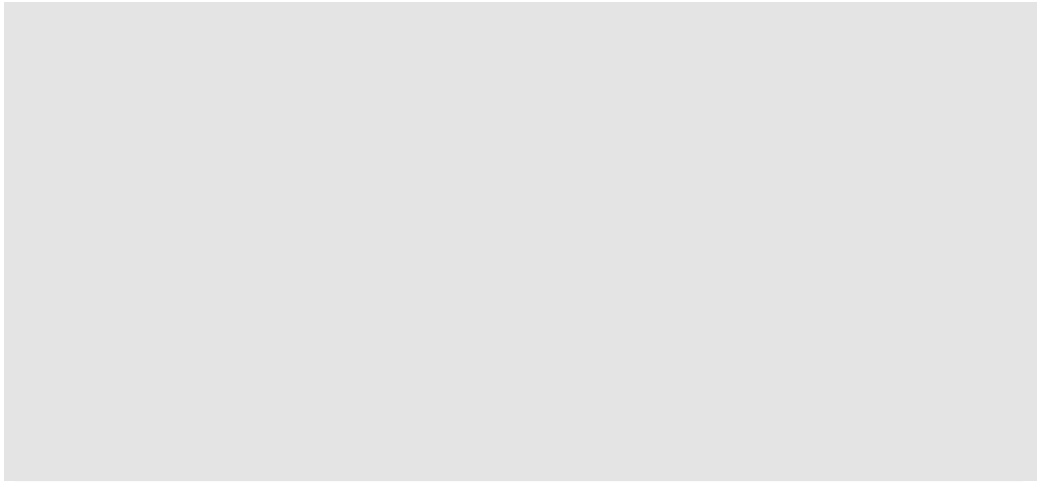


図-2-4 分離精製工場(MP)断面図(NS断面)

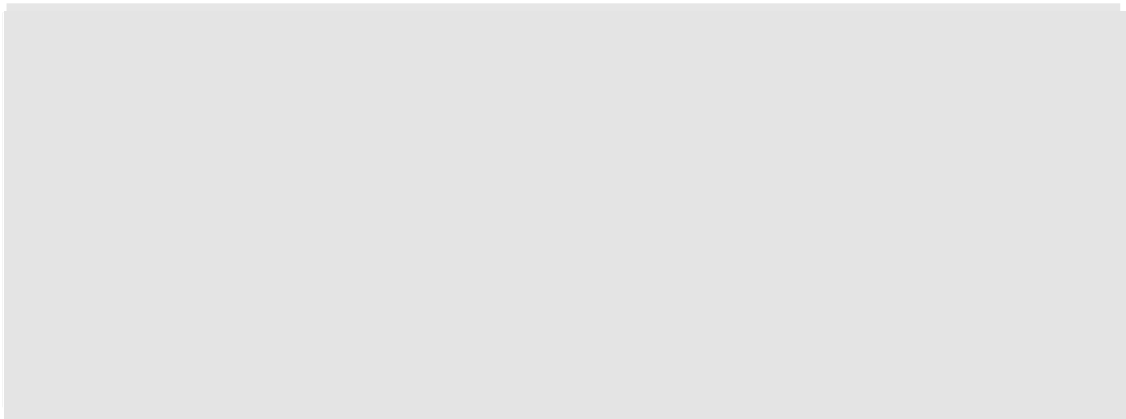


図-2-5 分離精製工場(MP)断面図(EW断面)

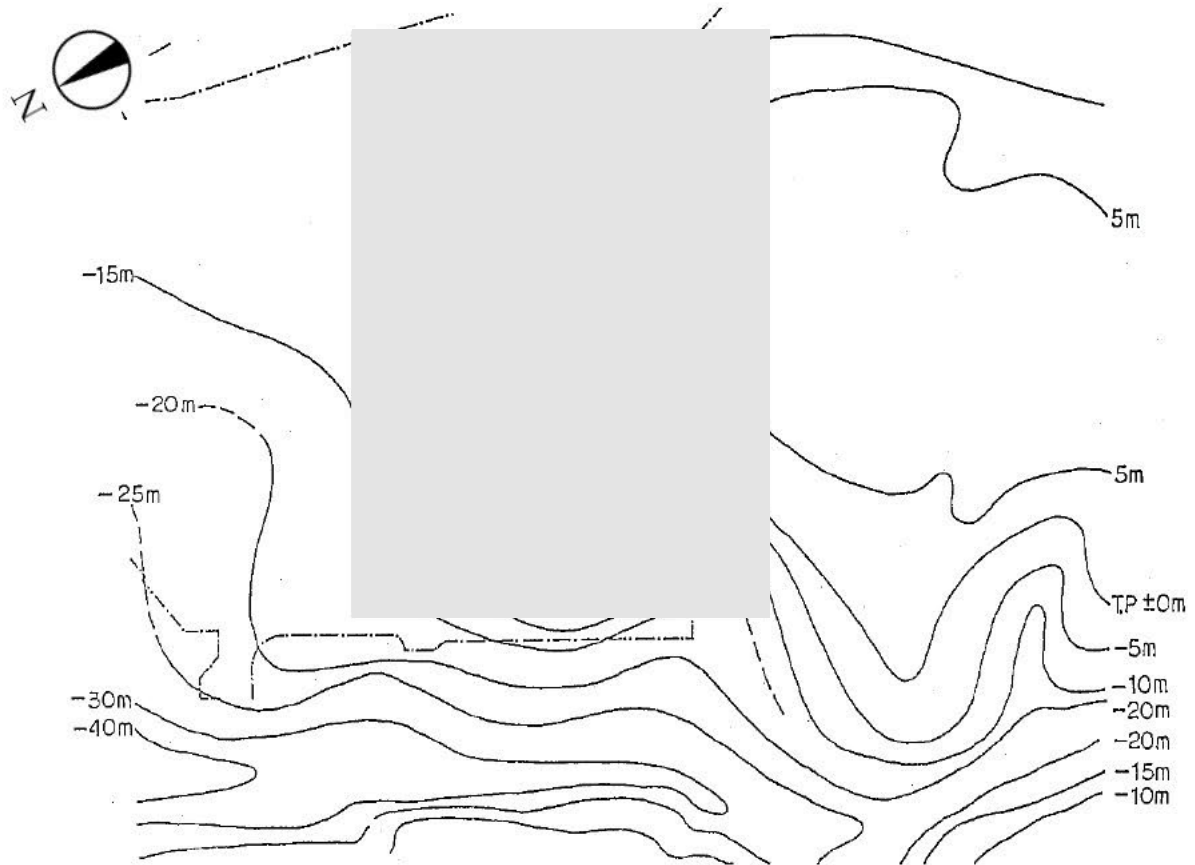
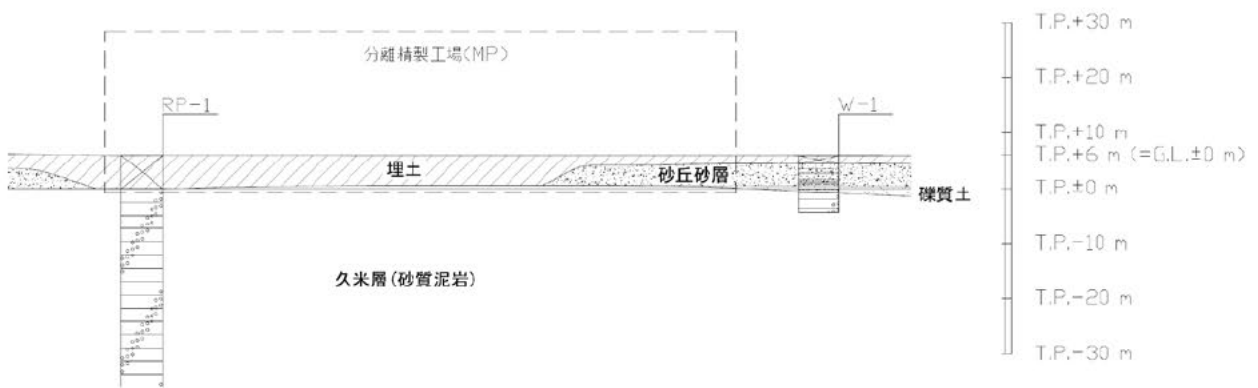
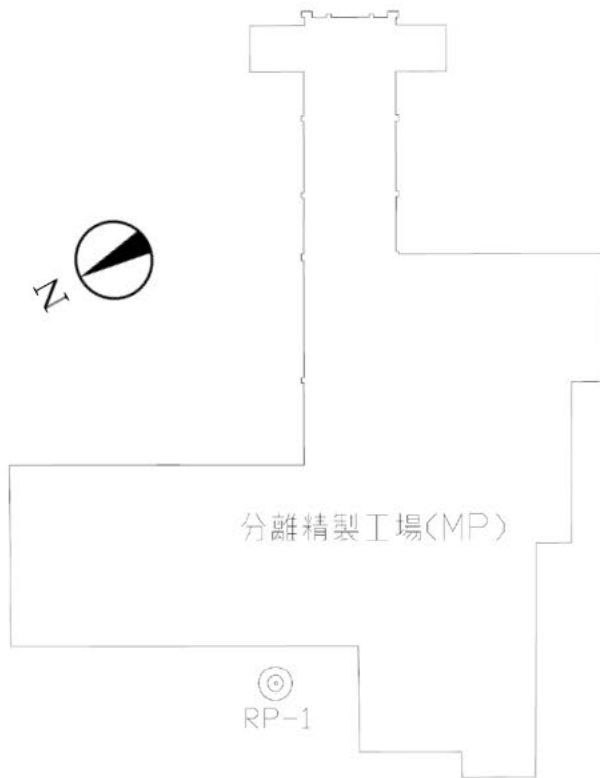


図-2-6 基礎地盤(久米層)の等高線図



◎
W-1



◎ボーリング位置

図-2-7 基礎地盤(久米層)の断面図

2.3 評価方針

分離精製工場(MP)の評価は、廃止措置計画用設計地震動(以下「Ss」という。)による地震応答解析の結果に基づき実施する。

地震応答解析は、建物・構築物の形状、構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS、EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

評価は、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧を算出し、評価基準値を超えないことを確認する。

なお、接地率を算出し、基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。

地震応答解析による応答値は、建物・構築物及び機器・配管系の耐震評価における入力地震動又は入力地震力として用いる。

分離精製工場(MP)の評価フローを図-2-8に示す。

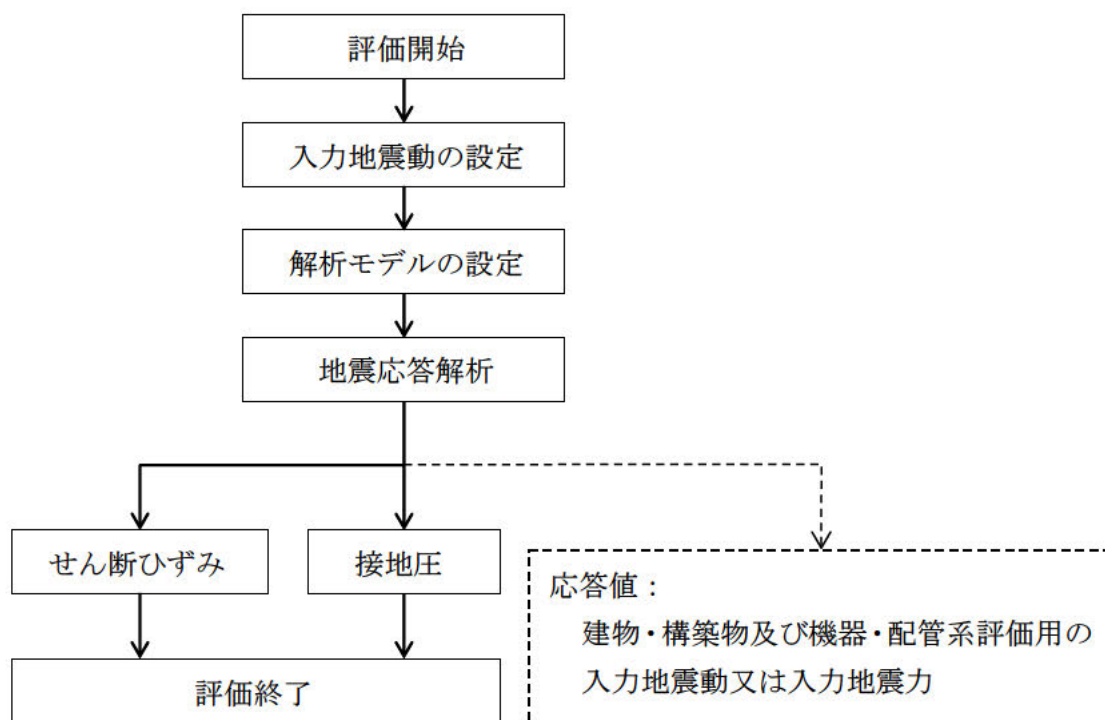


図-2-8 評価フロー

2.4 準拠規格・基準

分離精製工場(MP)の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601(日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601(日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会)
- ・ 建築基礎構造設計指針(日本建築学会)
- ・ 鋼構造設計規準 -許容応力度設計法- (日本建築学会)
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書
(建築行政情報センター・日本建築防災協会)

2.5 使用材料

地震応答解析に用いるコンクリート及び鋼材の材料定数は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その1)」を用いて鉄筋コンクリート構造計算規準及び鋼構造設計規準に基づき設定する。コンクリートの材料定数及び鋼材の材料定数を表-2-1及び表-2-2に示す。

表-2-1 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
コンクリート	20.6	2.15×10 ⁴	0.2

表-2-2 鋼材の材料定数

対象	基準強度 F (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
鉄骨(鋼材)	235	2.05×10 ⁵	0.3

3. 入力地震動

3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、 S_s を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した分離精製工場(MP)の基礎底面位置での応答波とする。

NS 方向及び EW 方向での個別の地震動が定義されている S_{s-1} 及び S_{s-2} については、解放基盤表面への入力前に分離精製工場(MP)の座標系に方位変換する。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮し、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

水平方向の入力地震動算定の概要を図-3-1 に、地盤の物性値を表-3-1 に、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図-3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

S_s による地盤の地震応答解析結果を図-3-3 から図-3-7 までに、分離精製工場(MP)の基礎底面位置における水平方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図-3-8 から図-3-10 までに示す。

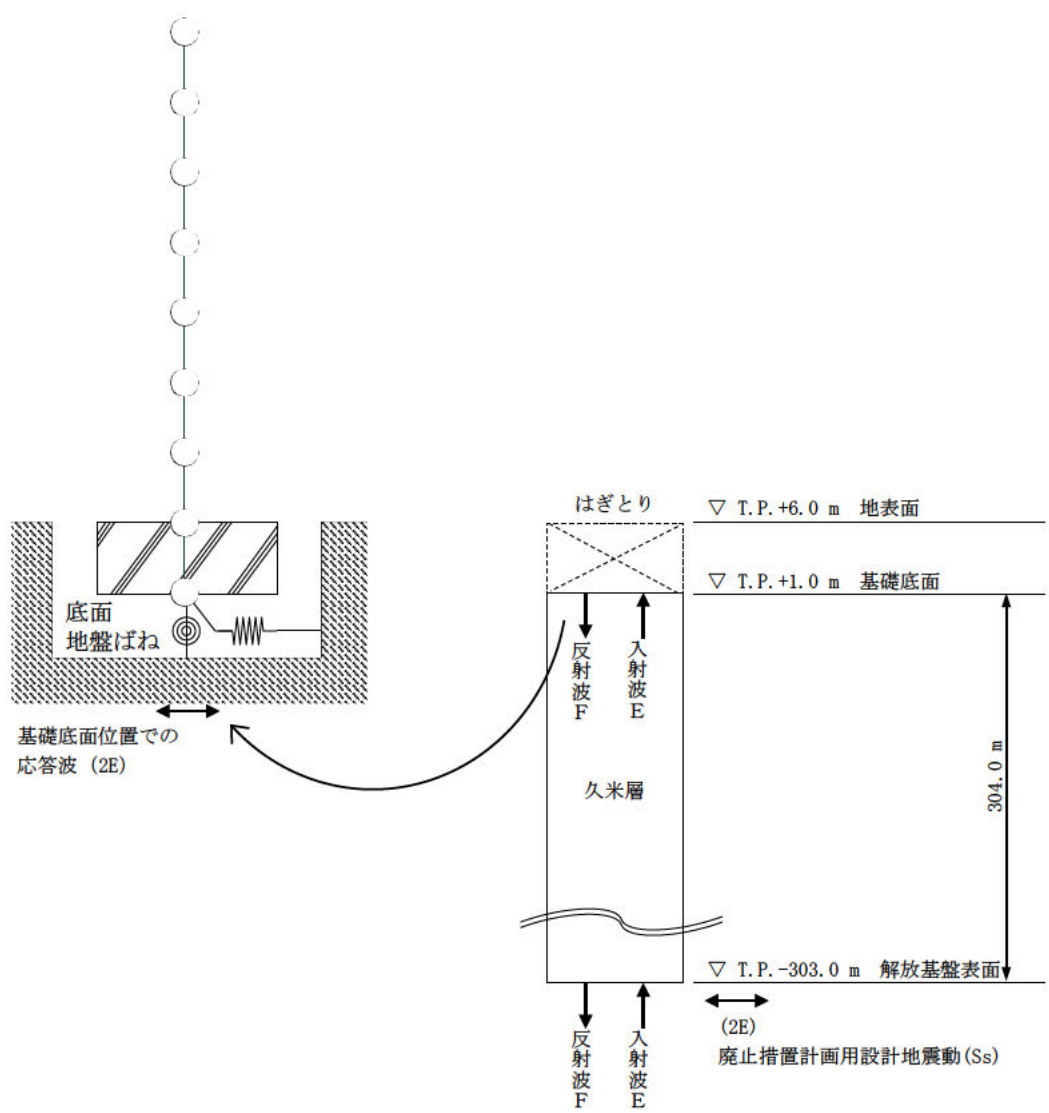
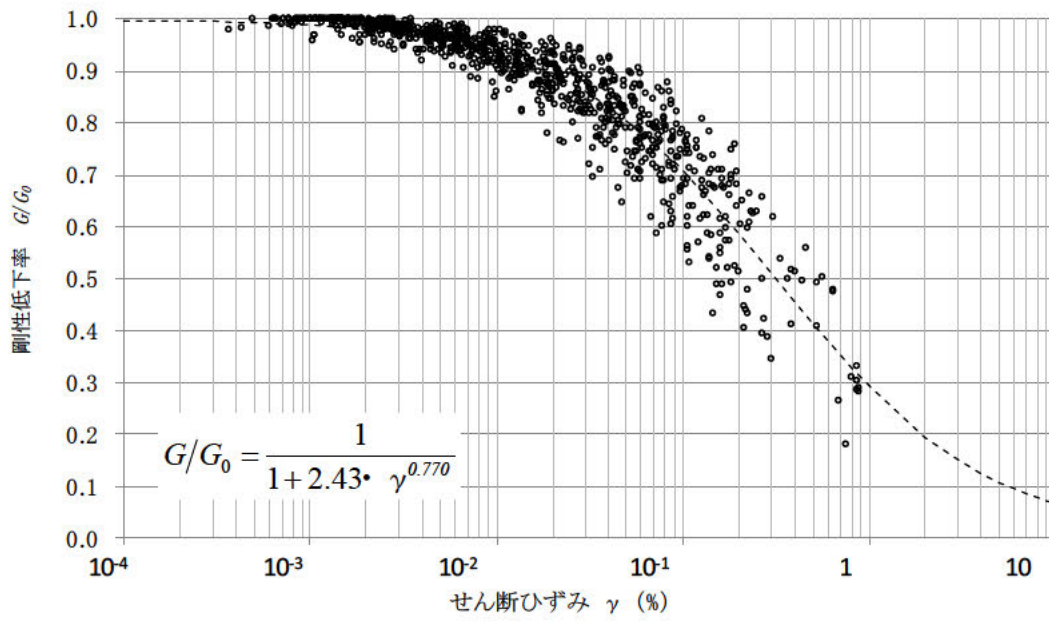


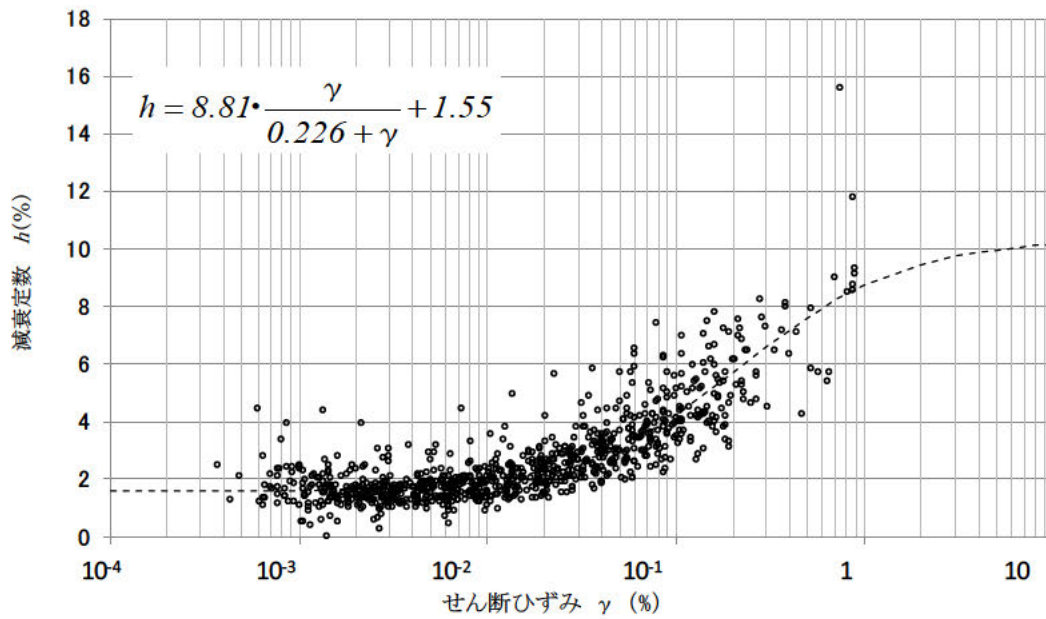
図-3-1 入力地震動算定の概要(水平方向)

表-3-1 地盤の物性値

標高 T. P. (m)	地質名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G ₀ (MN/m ²)
1.0					
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	427
-62.0		Km2	1.77	0.451	466
-92.0		Km3	1.77	0.447	515
-118.0		Km4	1.77	0.444	549
-169.0		Km5	1.77	0.440	596
-215.0		Km6	1.77	0.436	655
-261.0		Km7	1.77	0.431	711
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867



(a) 動せん断弾性係数



(b) 減衰定数

図-3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性(久米層)

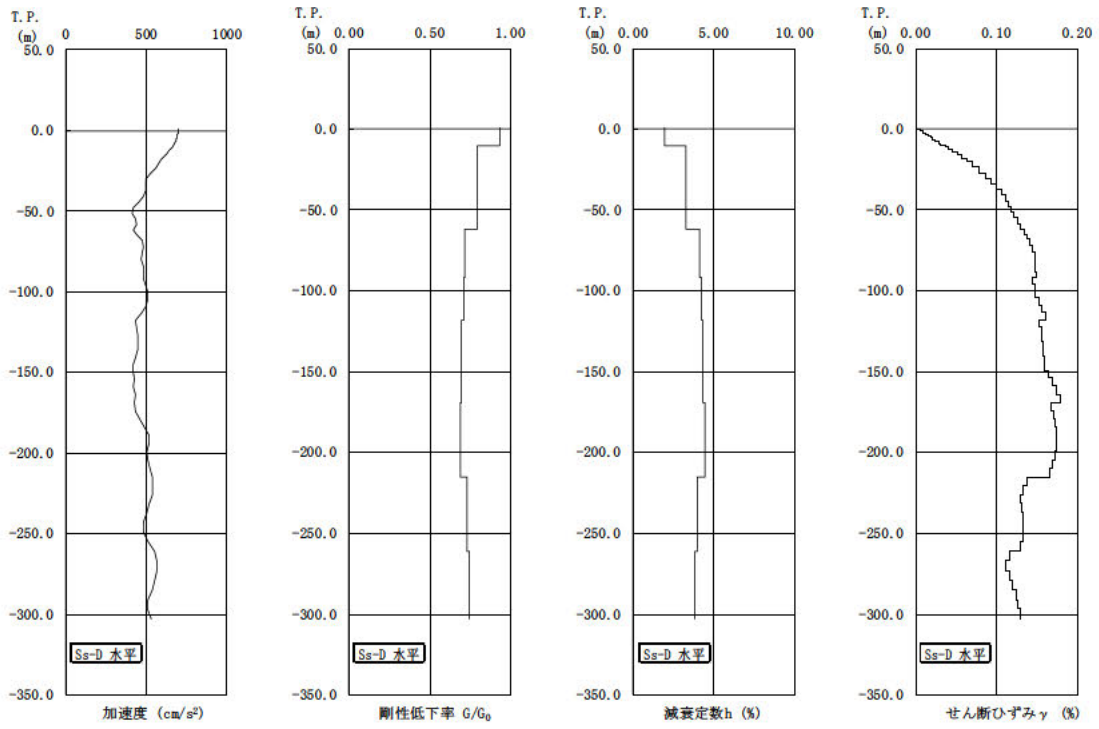


図-3-3 地盤の地震応答解析結果(水平方向、Ss-D)

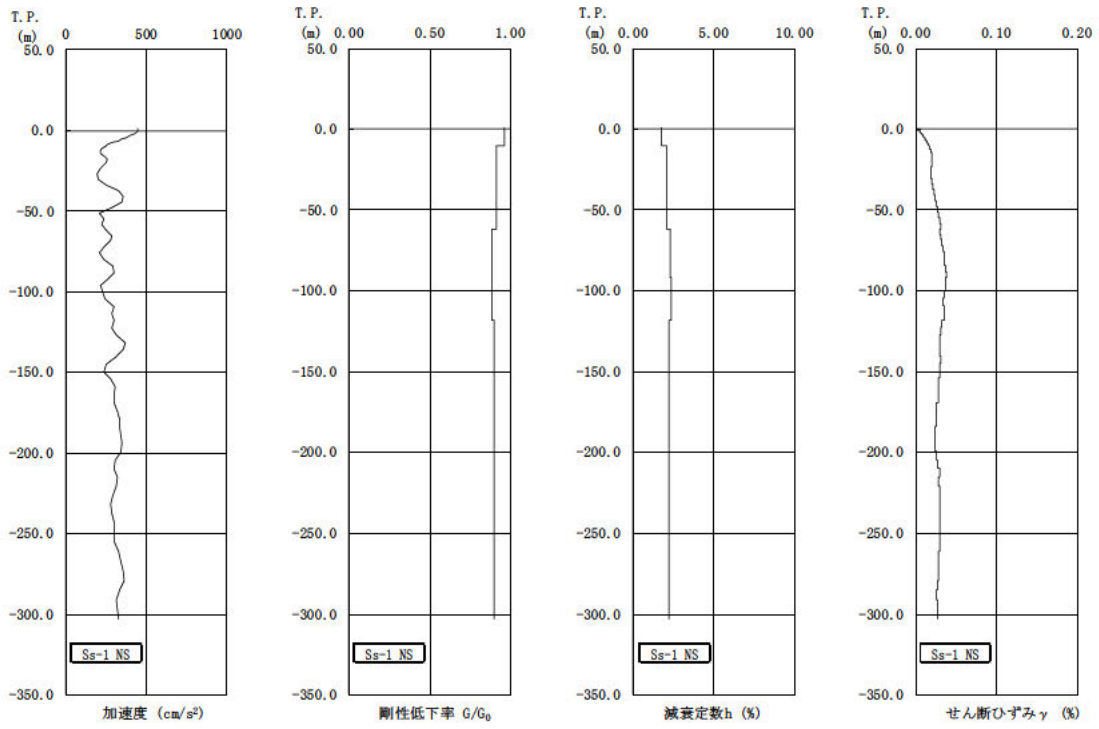


図-3-4 地盤の地震応答解析結果(NS方向、Ss-1)

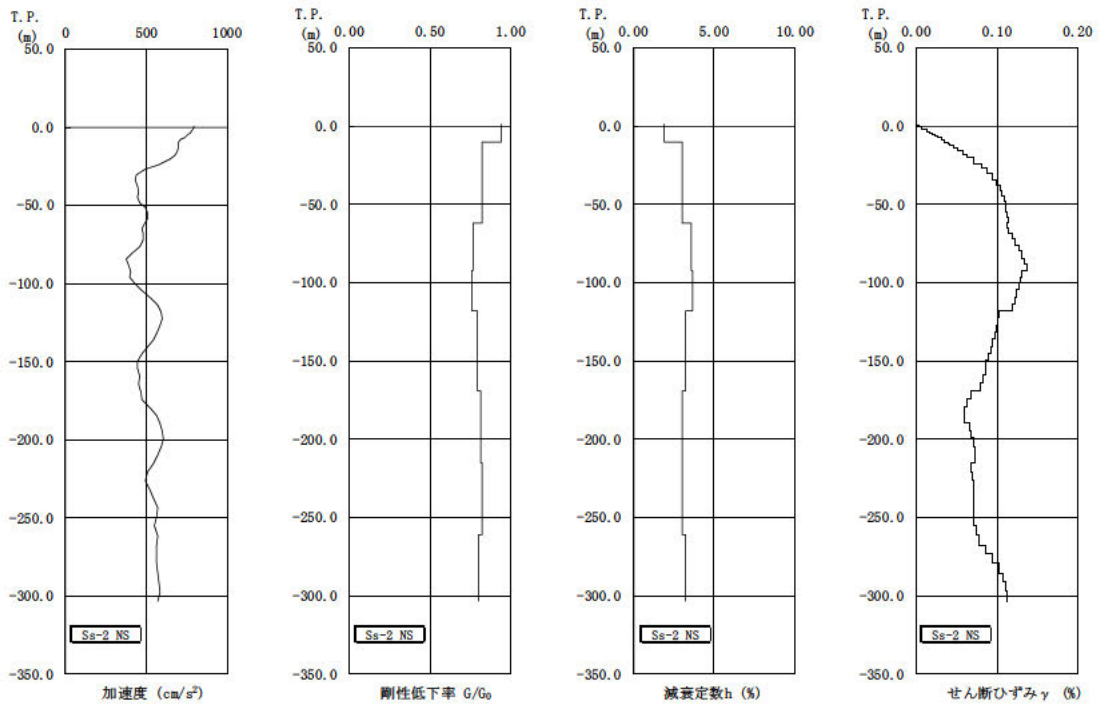


図-3-5 地盤の地震応答解析結果(NS方向、Ss-2)

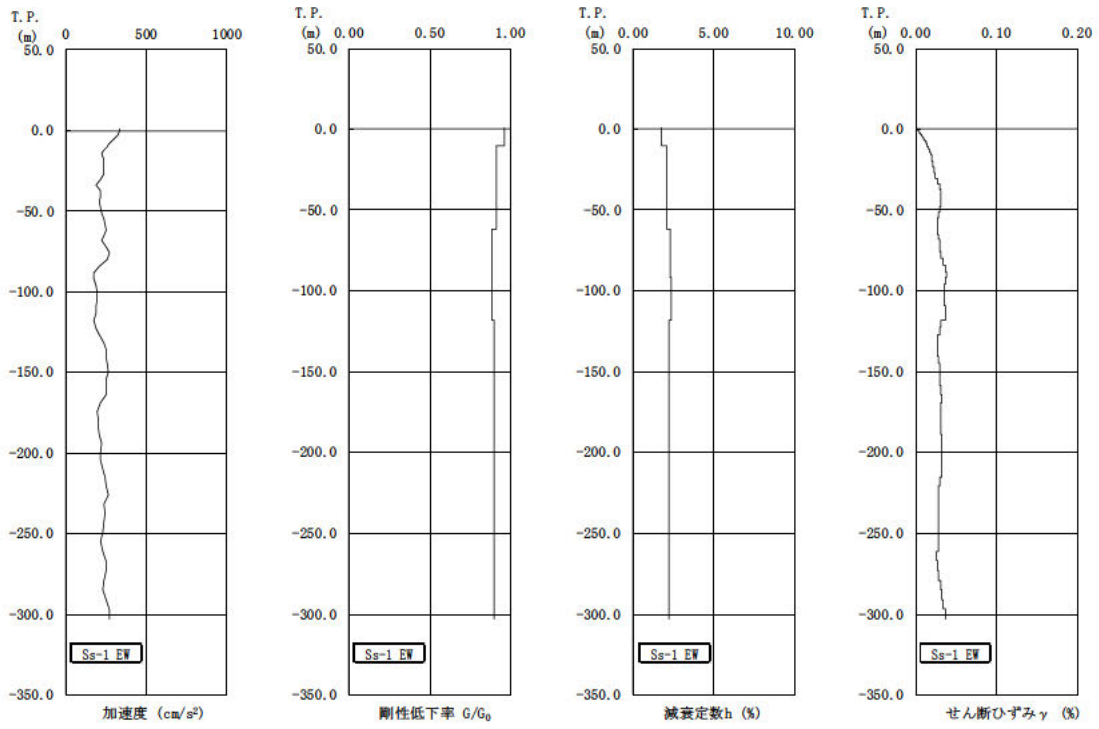


図-3-6 地盤の地震応答解析結果(EW方向、Ss-1)

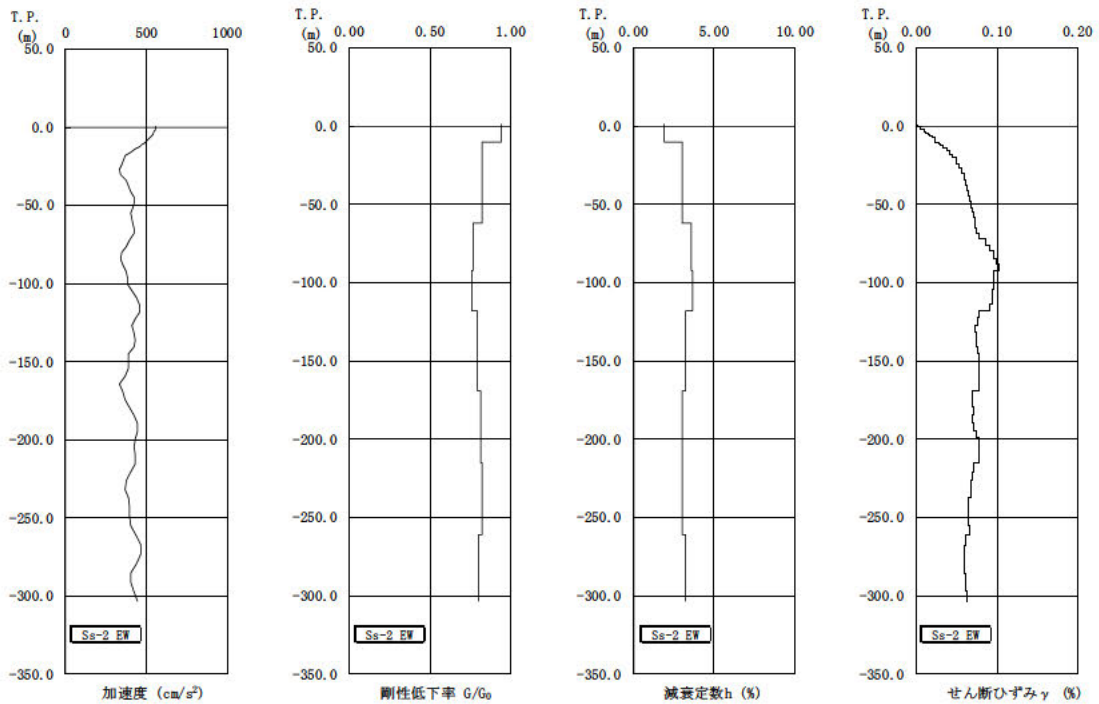


図-3-7 地盤の地震応答解析結果(EW方向、Ss-2)

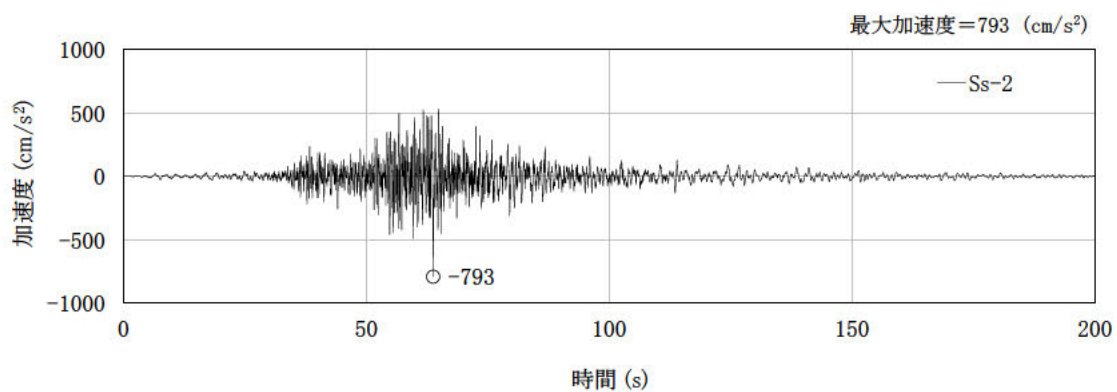
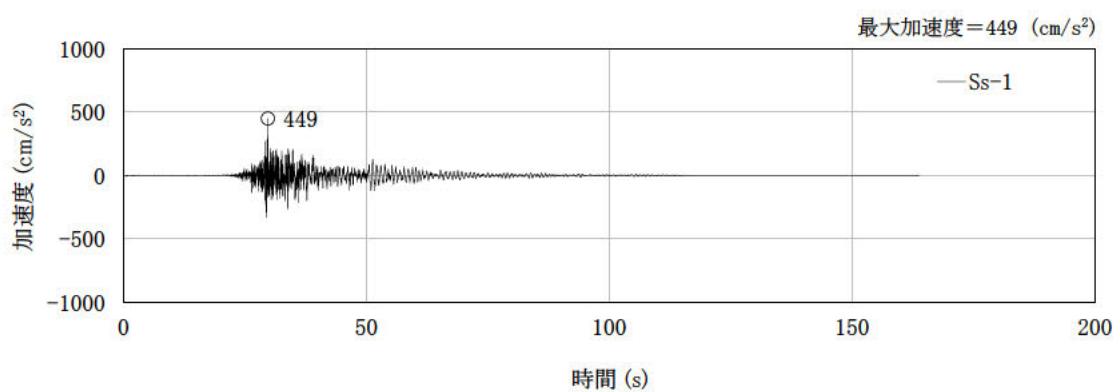
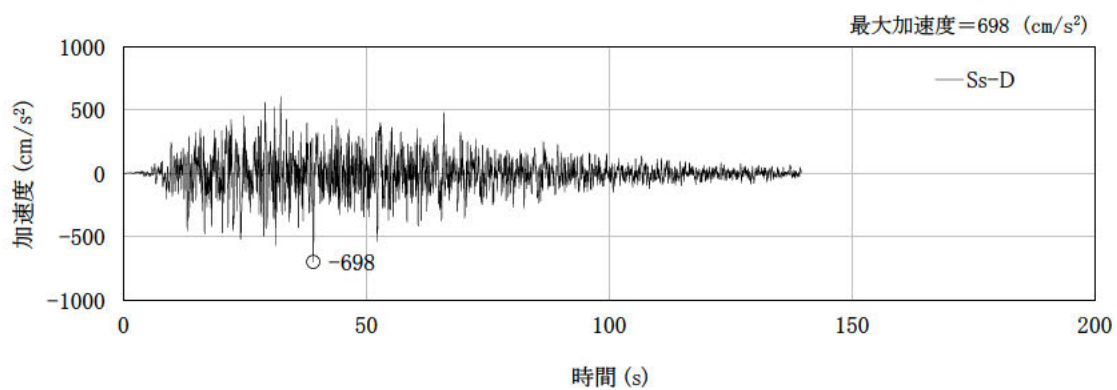


図-3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形(NS 方向、基礎底面位置)

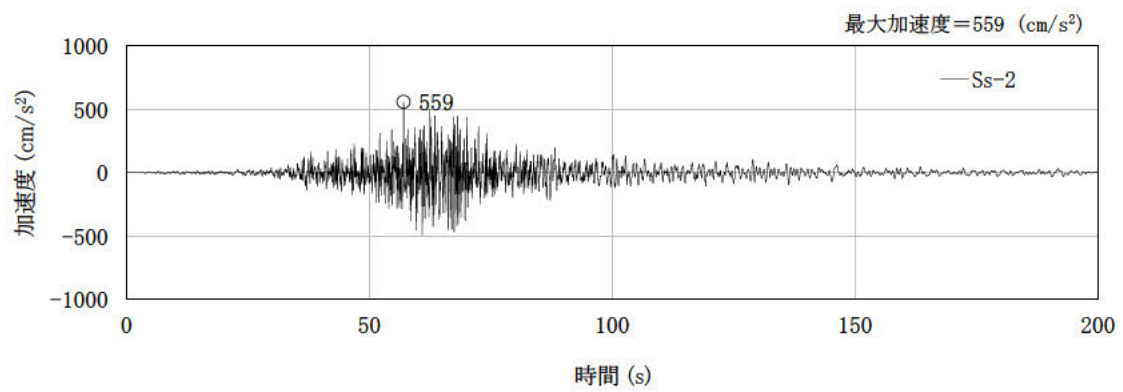
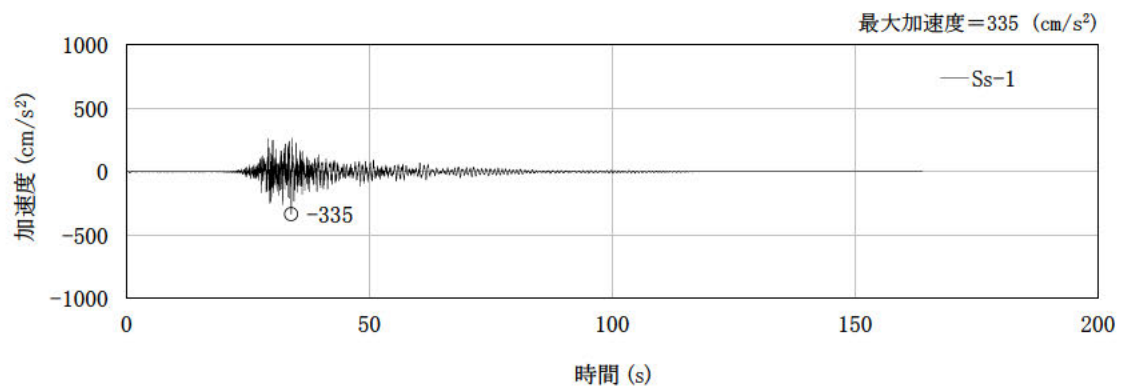
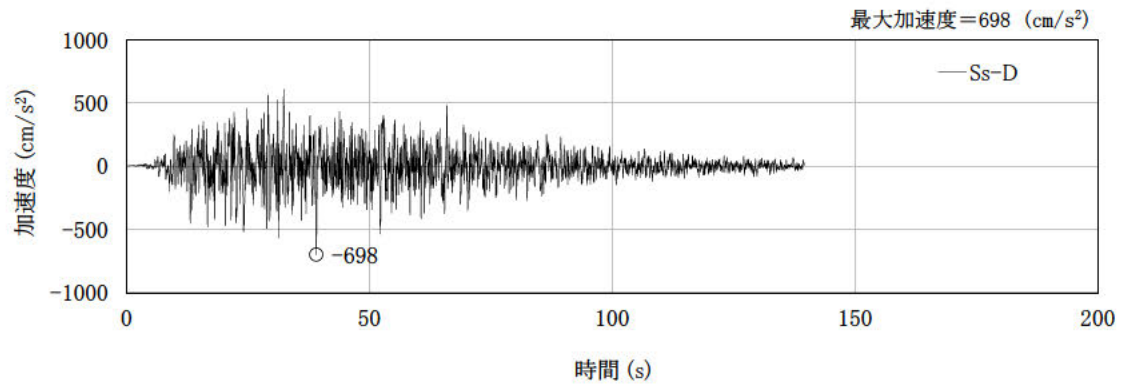
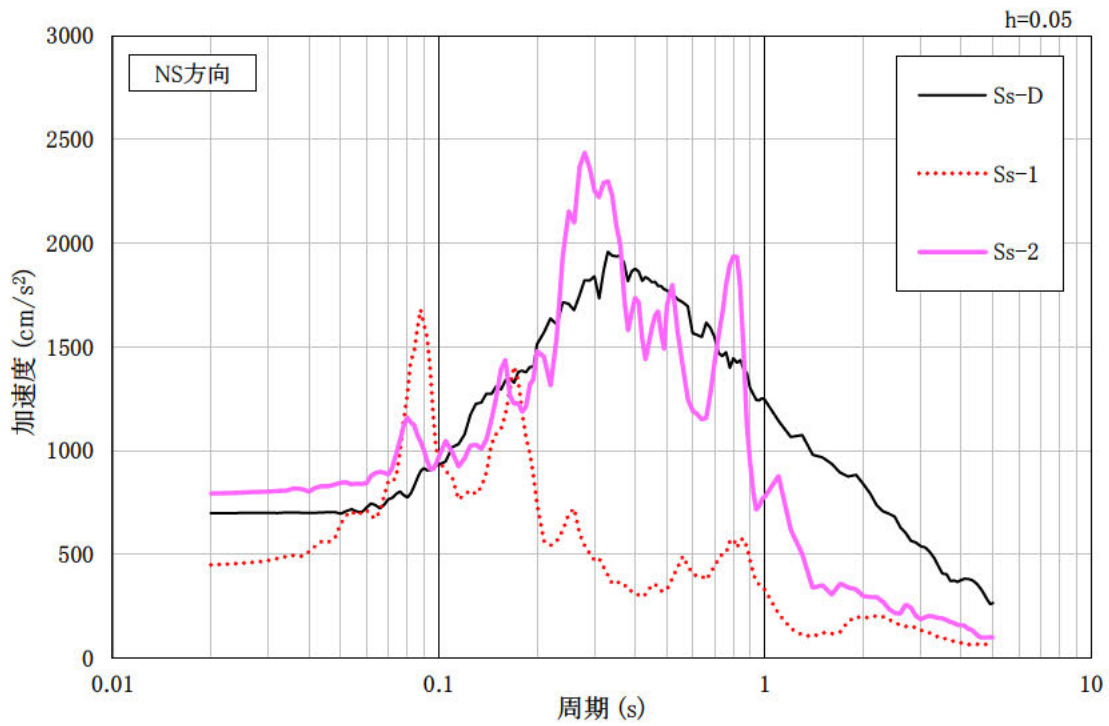
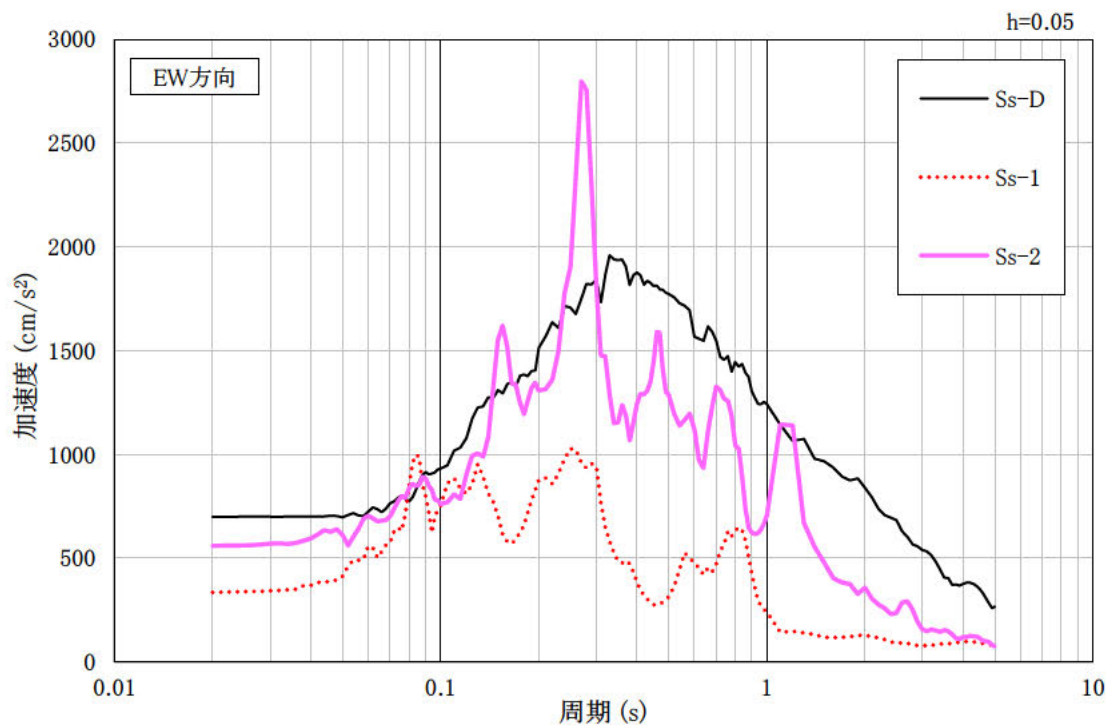


図-3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形(EW方向、基礎底面位置)



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図-3-10 入力地震動の加速度応答スペクトル(水平方向、基礎底面位置)

3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、 S_s を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した分離精製工場(MP)の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を図-3-11 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

廃止措置計画用設計地震動(S_s)による地盤の地震応答解析結果を図-3-12 に、分離精製工場(MP)の基礎底面位置における鉛直方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図-3-13 及び図-3-14 に示す。

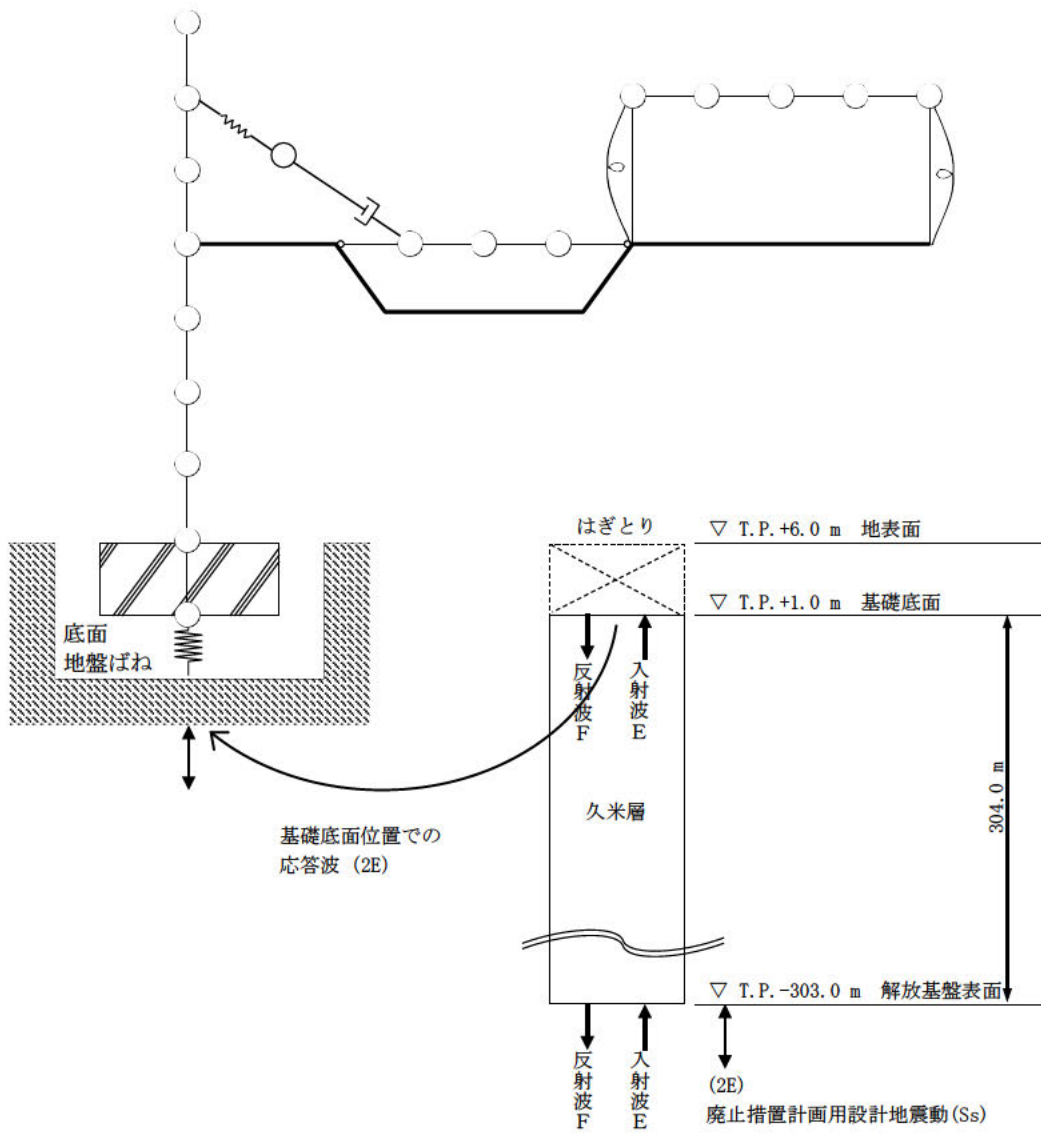
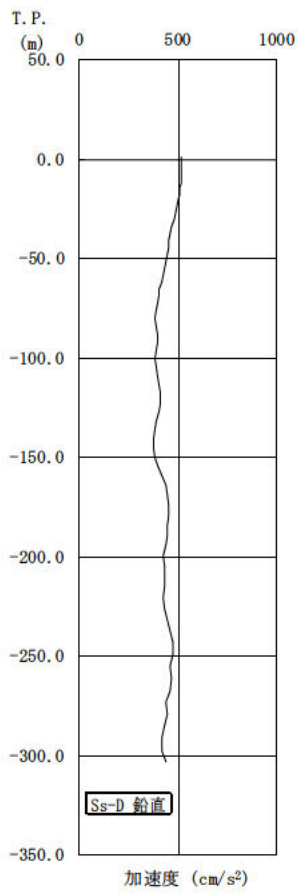
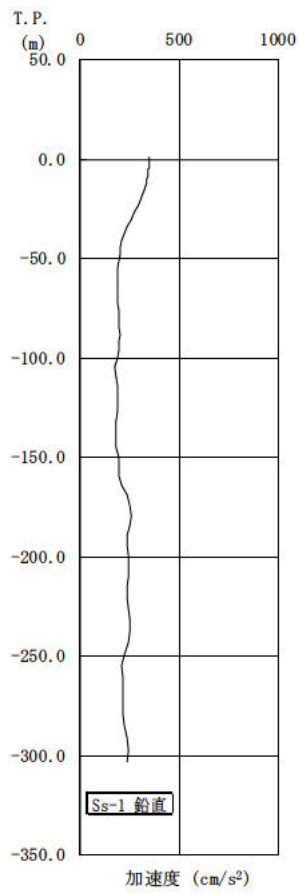


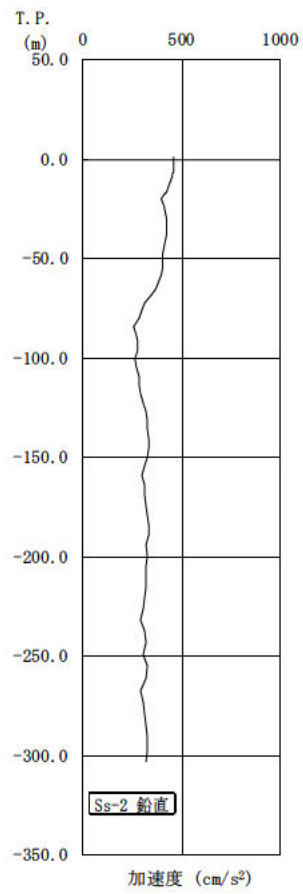
図-3-11 入力地震動算定の概要(鉛直方向)



(a) Ss-D



(b) Ss-1



(c) Ss-2

図-3-12 地盤の地震応答解析結果(鉛直方向)

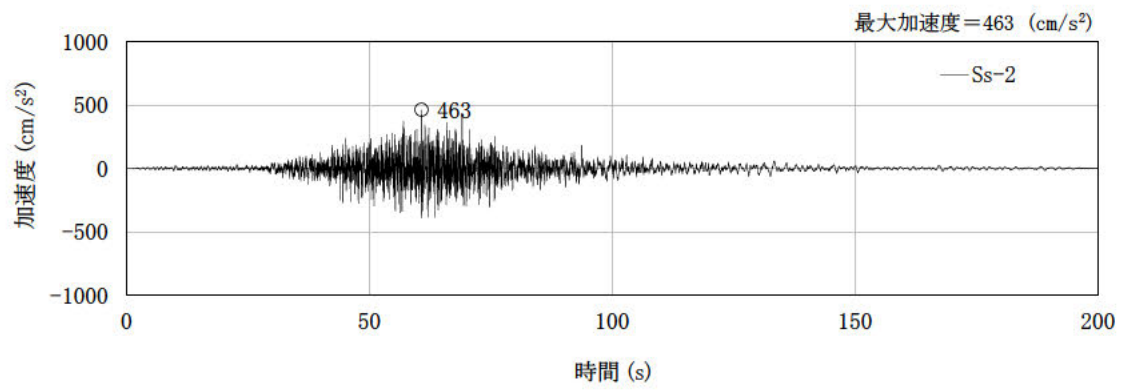
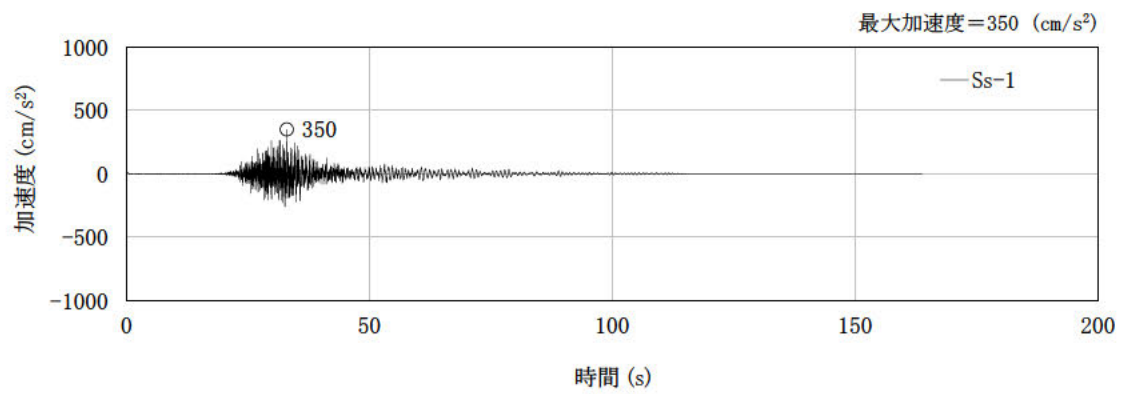
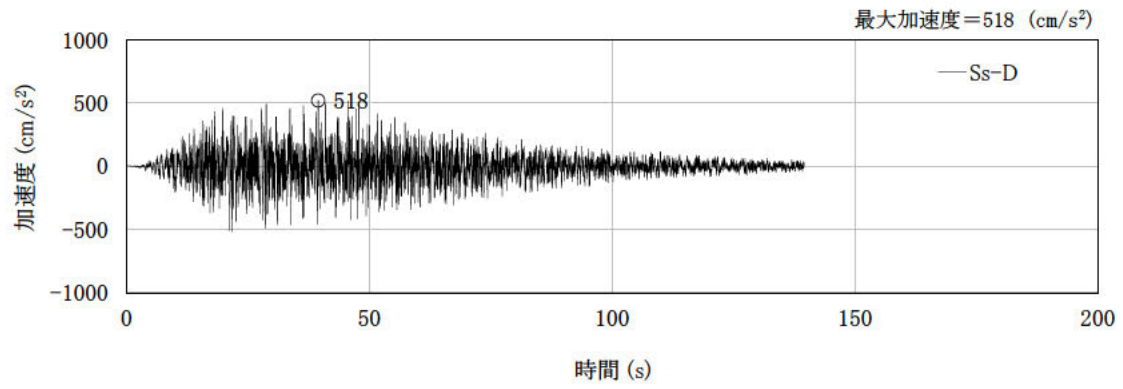


図-3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形(鉛直方向、基礎底面位置)

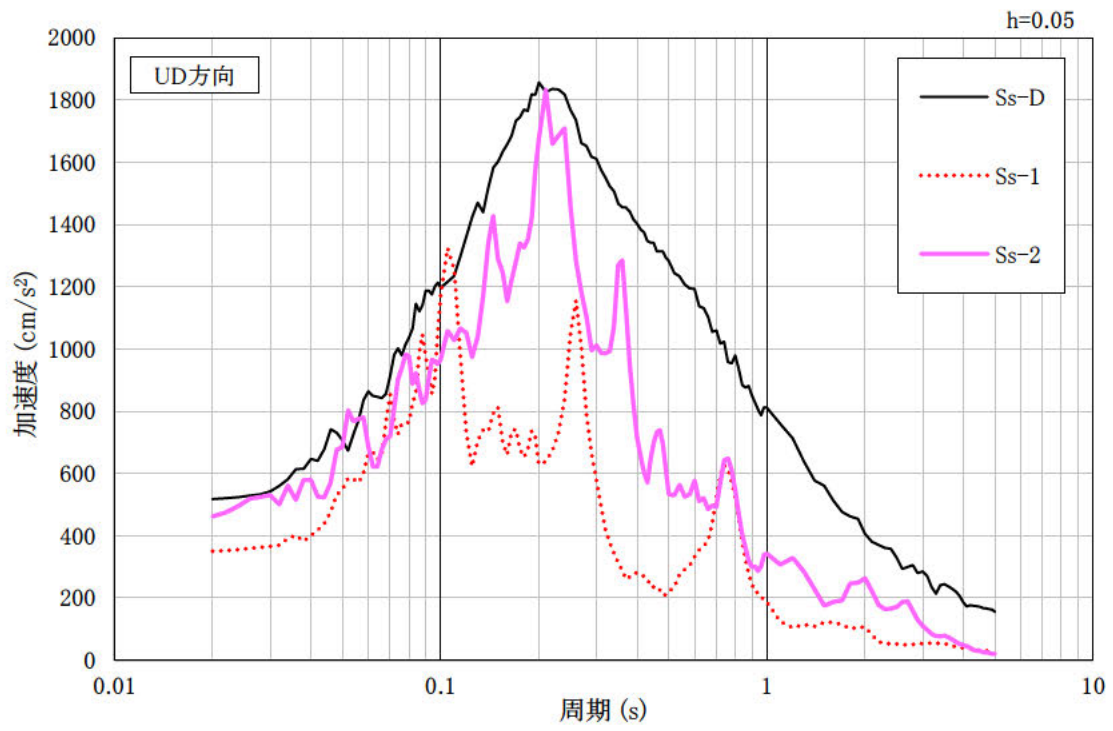


図-3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル(鉛直方向、基礎底面位置)

4. 解析モデル

4.1 水平方向の解析モデル

水平方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデルとする。NS 方向は 29 通りから 15 通りが壁構造、14 通りから 8 通りがラーメン構造であり、構造種別が異なるため、2 軸モデルとする。

水平方向の解析モデルを図-4-1 及び図-4-2 に、解析モデルの諸元を表-4-1 から表-4-3 までに示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その1)」の構造図に基づき設定する。

耐震壁のせん断の復元力特性は、図-4-3 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性は最大点指向型とする。曲げの復元力特性は、図-4-4 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性はディグレイディングトリリニア型とする。せん断及び曲げのスケルトンカーブを表-4-4 から表-4-7 までに示す。

基礎下の底面地盤ばねは、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601-1991 追補版」という。）に基づき、薄層要素法により振動数依存の複素ばねを算定し、地盤ばね定数は 0.1 Hz での実部(静的ばね値)により、減衰係数は地盤-建家連成系 1 次固有円振動数での虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾きにより、それぞれ設定する。底面地盤回転ばねは、基礎の浮き上がりを考慮する非線形ばねとする。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「SuperFLUSH/3D(株式会社構造計画研究所)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表-4-8 及び表-4-9 に、地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要を図-4-5 に、底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)を図-4-6 に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算定する。建家の減衰定数は鉄筋コンクリート部 3%、鉄骨部 2% とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「NUPP4(鹿島建設株式会社)」である。

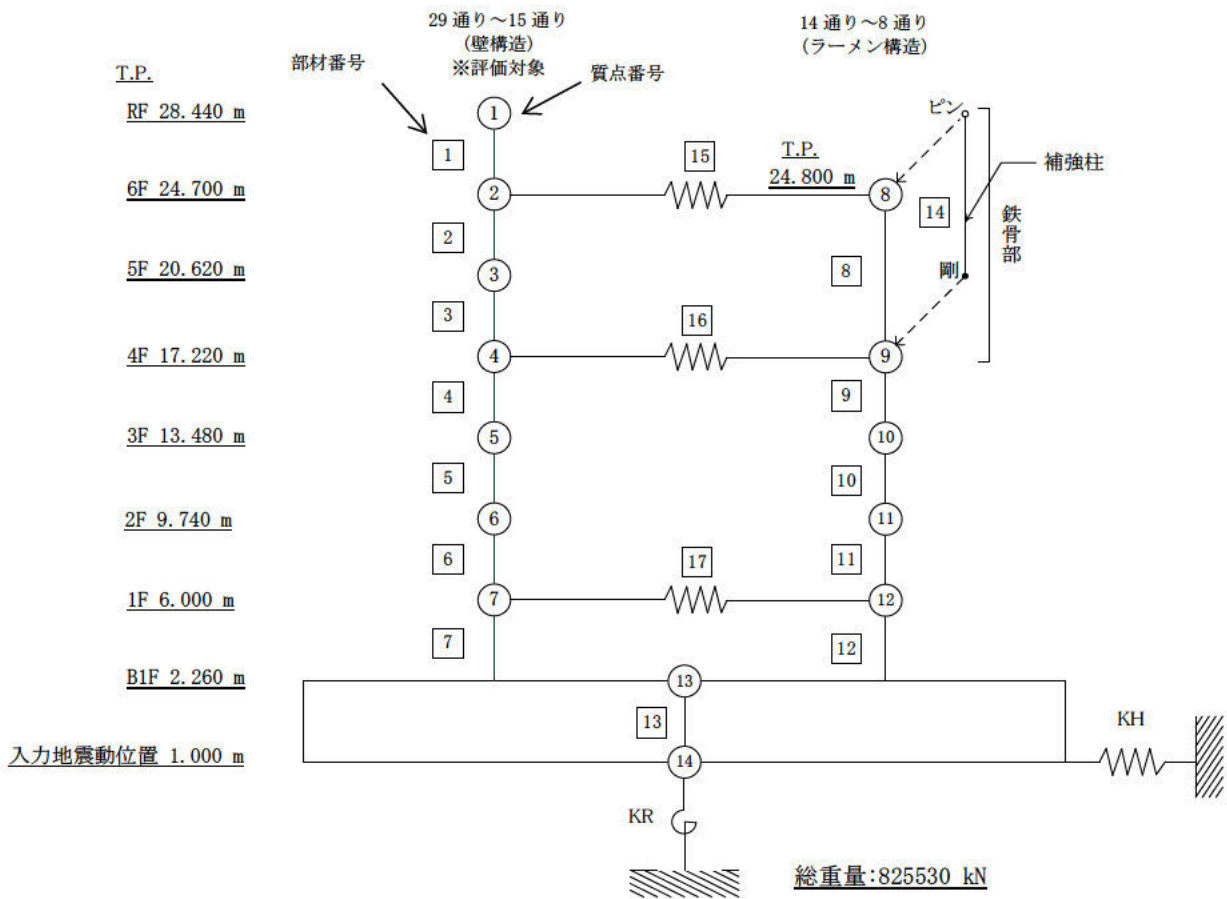
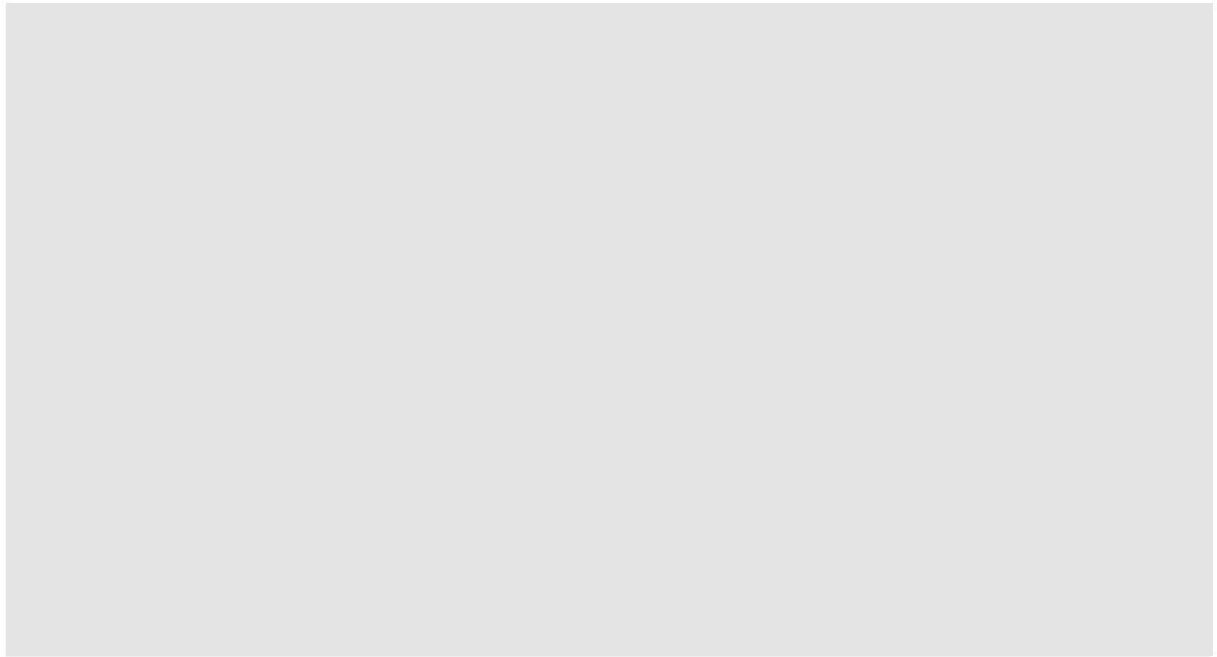


図-4-1 解析モデル(NS 方向)

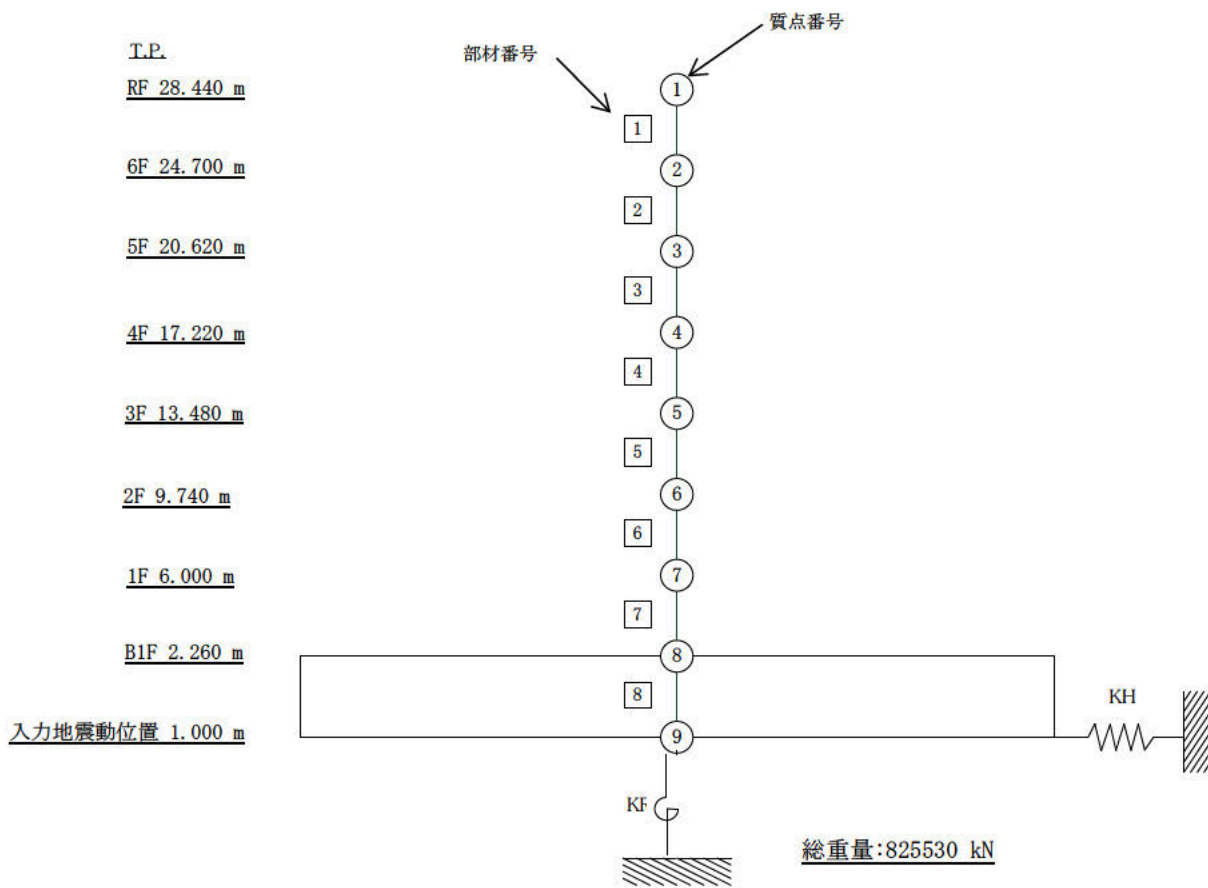
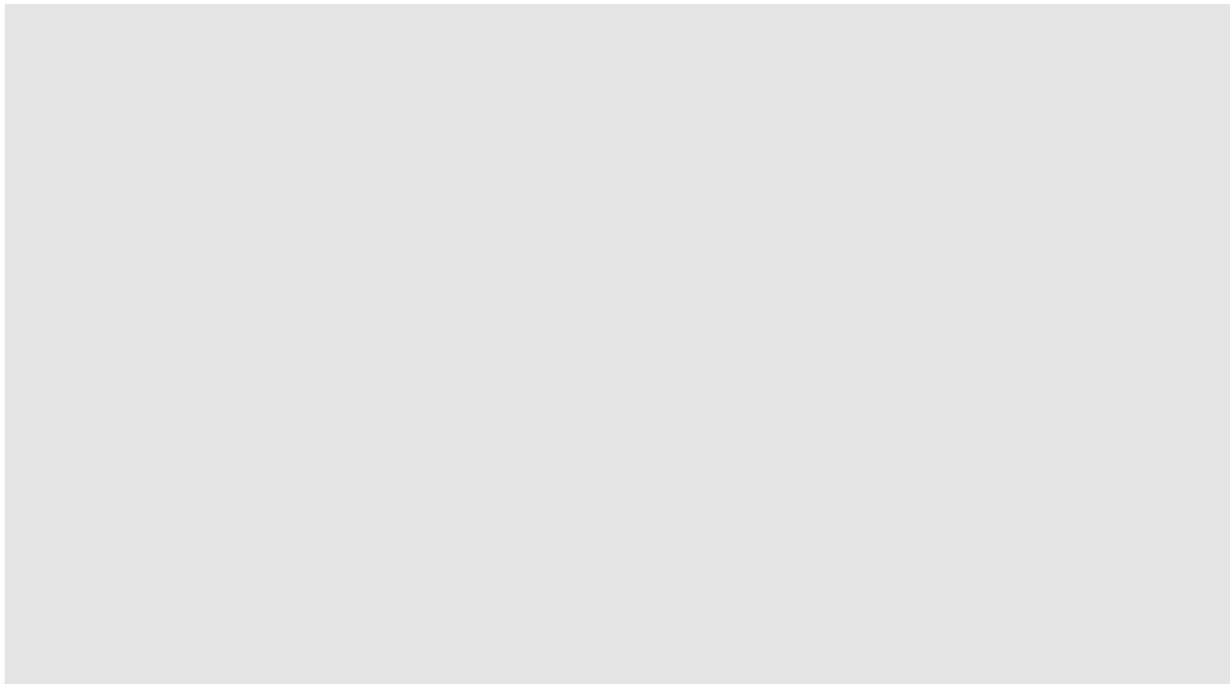


図-4-2 解析モデル(EW方向)

表-4-1 解析モデルの諸元(NS 方向)

質点 番号	高さ T. P. (m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^5$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント ($\times 10^2$ m 4)
1	28.440	28860	—	1	21.85	112.4
2	24.700	43175	—	2	40.88	224.1
3	20.620	45050	—	3	80.58	423.1
4	17.220	60640	—	4	129.3	657.0
5	13.480	82990	—	5	244.3	917.7
6	9.740	73230	—	6	331.6	1076
7	6.000	97770	—	7	392.5	1476
8	24.800	1665	—	8	0.000791 [※]	—
9	17.220	5850	—	9	15.91	2.25
10	13.480	3720	—	10	25.16	15.18
11	9.740	6170	—	11	52.4	25.71
12	6.000	11430	—	12	57.73	38.22
13	2.260	182490	—	13	4784.7	22762
14	1.000	182490	3964	14	0.102	0.0002364

※ 部材番号8はせん断剛性及び曲げ剛性を考慮した等価せん断断面積とする。

表-4-2 解析モデルの諸元(NS方向)(ばね要素)

部材番号	床ばね($\times 10^4$ kN/m)
15	0.210
16	7.40
17	60.5

表-4-3 解析モデルの諸元(EW方向)

質点 番号	高さ T. P. (m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^5$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント ($\times 10^2$ m 4)
1	28.440	28860	—	1	24.49	59.82
2	24.700	44840	—	2	33.02	98.51
3	20.620	45050	—	3	59.93	158.6
4	17.220	66490	—	4	133.9	339.5
5	13.480	86710	—	5	246.8	597.0
6	9.740	79400	—	6	293.4	614.4
7	6.000	109200	—	7	405.2	968.1
8	2.260	182490	—	8	4784.7	35037
9	1.000	182490	6082			

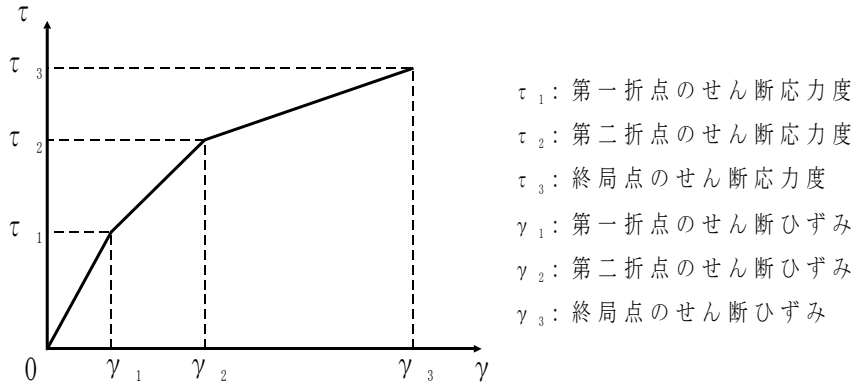


図-4-3 せん断のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係)

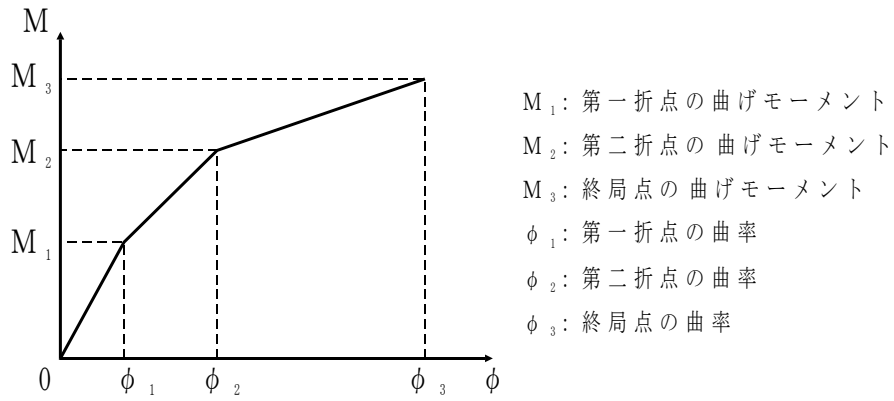


図-4-4 曲げのスケルトンカーブ ($M - \phi$ 関係)

表-4-4 せん断のスケルトンカーブ ($\tau-\gamma$ 関係、NS 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.64	0.182	2.19	0.545	2.71	4.000
2	1.86	0.206	2.40	0.619	2.69	4.000
3	1.76	0.196	2.26	0.588	2.34	4.000
4	1.85	0.205	2.30	0.616	2.56	4.000
5	1.78	0.198	2.26	0.594	2.43	4.000
6	1.73	0.192	2.21	0.576	2.36	4.000
7	1.81	0.201	2.32	0.604	2.49	4.000
9	1.93	0.215	2.14	0.347	2.68	1.819
10	1.85	0.206	2.23	0.442	2.81	2.875
11	1.56	0.174	2.11	0.521	2.69	4.000
12	1.63	0.181	2.20	0.543	2.86	4.000

表-4-5 曲げのスケルトンカーブ ($M-\phi$ 関係、NS 方向)

部材 番号	M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	6.82	0.28	8.65	2.90	14.24	58.03
2	20.35	0.42	29.52	2.86	43.15	57.25
3	32.03	0.35	46.97	2.55	67.82	50.92
4	45.88	0.32	75.45	2.66	123.30	53.25
5	53.20	0.27	118.20	2.57	190.20	51.41
6	70.36	0.30	133.50	2.83	209.20	56.56
7	105.60	0.33	186.50	2.85	285.20	57.01
9	0.59	1.22	0.78	15.08	1.34	264.10
10	2.33	0.71	2.87	7.49	4.93	143.50
11	5.19	0.94	6.05	9.64	10.60	192.80
12	7.48	0.91	8.84	9.07	17.35	181.30
14*	0.1584	326.85	-	-	-	-

※ 部材番号 14 の鉄骨部の復元力特性はバイリニアとする。

表-4-6 せん断のスケルトンカーブ ($\tau-\gamma$ 関係、EW 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.60	0.178	2.17	0.535	2.84	4.00
2	1.80	0.200	2.44	0.601	2.83	4.00
3	1.85	0.206	2.35	0.617	2.53	4.00
4	1.85	0.206	2.29	0.618	2.53	4.00
5	1.80	0.200	2.27	0.600	2.42	4.00
6	1.86	0.207	2.28	0.622	2.38	4.00
7	1.85	0.205	2.33	0.616	2.41	4.00

表-4-7 曲げのスケルトンカーブ (M- ϕ 関係、EW 方向)

部材 番号	M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	5.42	0.42	7.21	4.22	12.20	84.48
2	10.60	0.50	13.49	4.13	21.91	82.67
3	18.15	0.53	24.82	4.04	36.87	80.75
4	35.13	0.48	58.78	3.82	91.30	76.45
5	60.04	0.47	95.60	3.72	148.90	74.48
6	63.34	0.48	110.60	3.88	168.80	77.63
7	93.29	0.45	146.00	3.66	224.30	73.13

表-4-8 地盤ばね定数及び減衰係数(NS 方向)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
S _s -D	底面	水平	KH	9.306×10^7	5.019×10^6
		回転	KR	1.659×10^{11}	4.797×10^9
S _s -1	底面	水平	KH	1.030×10^8	4.986×10^6
		回転	KR	1.851×10^{11}	4.879×10^9
S _s -2	底面	水平	KH	9.539×10^7	5.050×10^6
		回転	KR	1.703×10^{11}	4.814×10^9

表-4-9 地盤ばね定数及び減衰係数(EW 方向)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
S _s -D	底面	水平	KH	9.150×10^7	5.244×10^6
		回転	KR	2.459×10^{11}	8.329×10^9
S _s -1	底面	水平	KH	1.013×10^8	5.244×10^6
		回転	KR	2.754×10^{11}	8.493×10^9
S _s -2	底面	水平	KH	9.381×10^7	5.238×10^6
		回転	KR	2.528×10^{11}	8.366×10^9

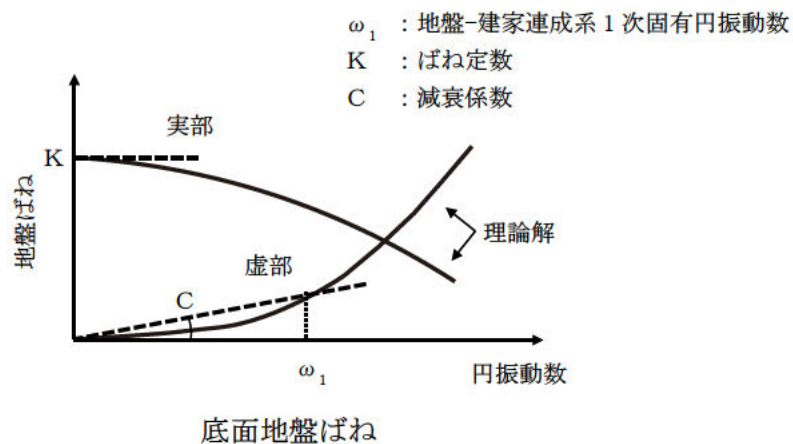


図-4-5 地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要

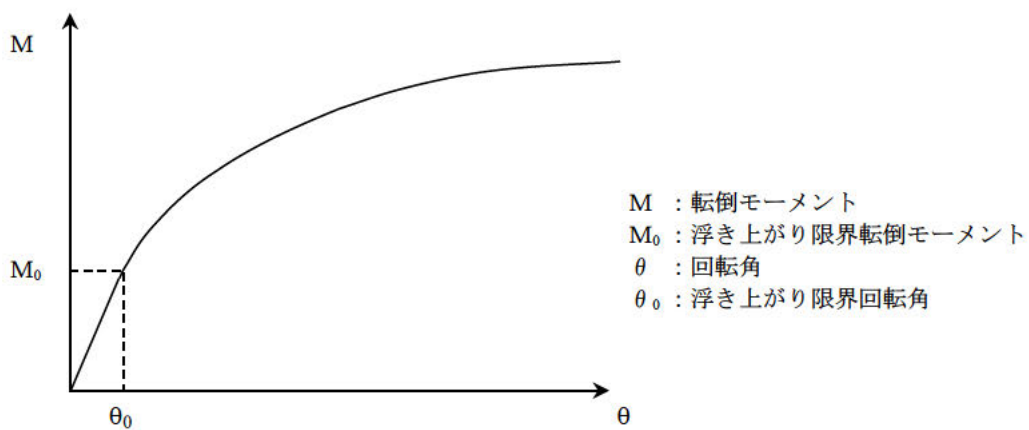


図-4-6 底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)

4.2 鉛直方向の解析モデル

鉛直方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデルとする。建家部分は質点を水平及び鉛直方向のばね等で連結しモデル化する。

鉛直方向の解析モデルを図-4-7に、解析モデルの諸元を表-4-10及び表-4-11に示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その1)」の構造図に基づき設定し、設置されているダンパー付き鋼管を考慮する。解析モデル(ダンパー付き鋼管部)の諸元を表-4-12に示す。

基礎下の底面地盤ばねは、JEAG4601-1991 追補版に基づき、薄層要素法により算定する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「SuperFLUSH/3D(株式会社構造計画研究所)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表-4-13に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算出する。建家の減衰定数は鉄筋コンクリート部3%、鉄骨部2%とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「NUPP4(鹿島建設株式会社)」である。

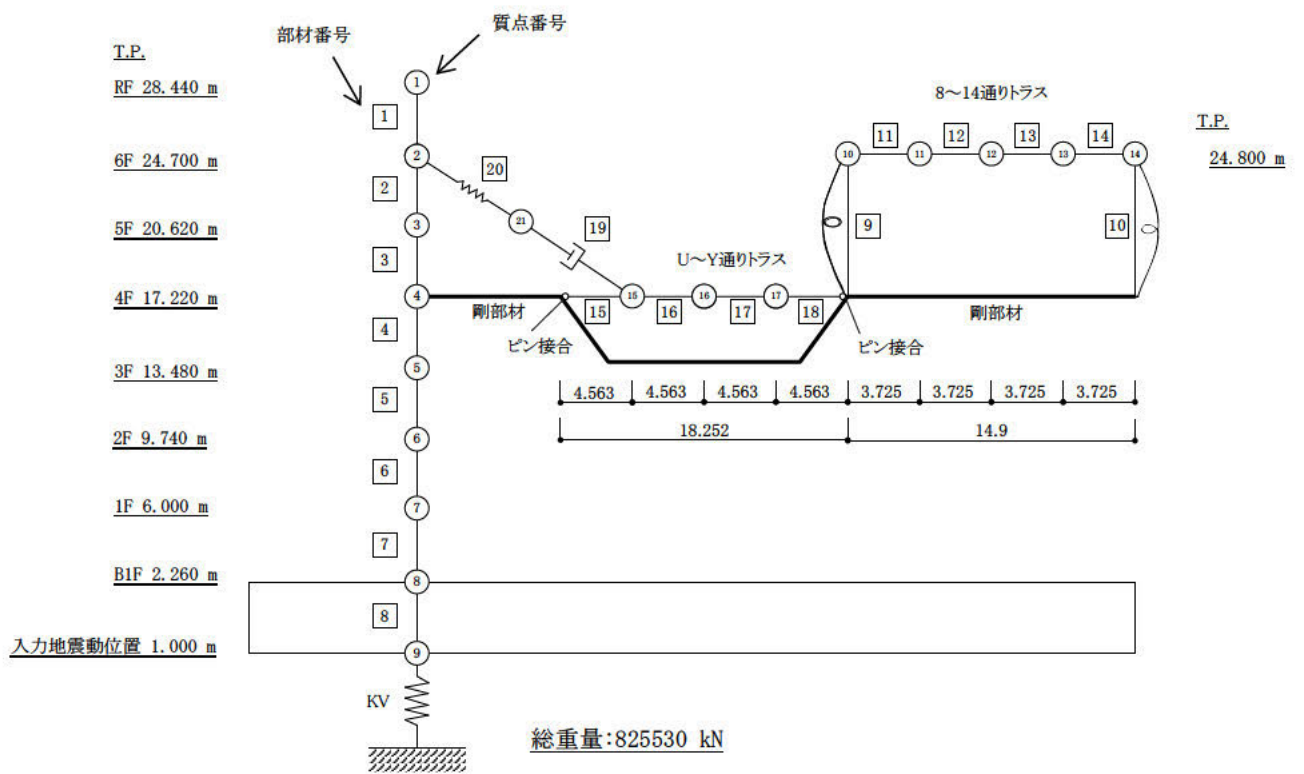
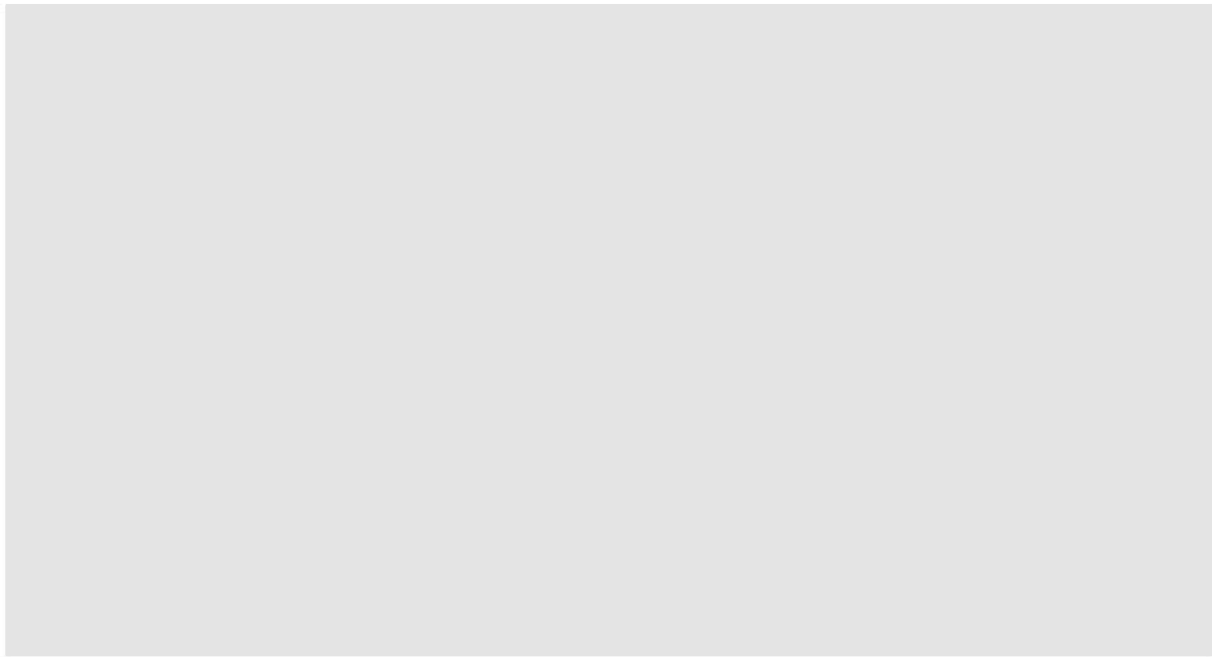


図-4-7 解析モデル(鉛直方向)

表-4-10 解析モデルの諸元(鉛直方向)

質点 番号	高さ T. P. (m)	重量 (kN)	部材 番号	軸ばね ($\times 10^{10}$ N/m)	せん断 断面積 (cm^2)	断面二次 モーメント ($\times 10^6$ cm^4)
1	28.440	28860	1	49.42	—	—
2	24.700	43611	2	53.17	—	—
3	20.620	45050	3	115.77	—	—
4	17.220	66022	4	169.00	—	—
5	13.480	86710	5	262.81	—	—
6	9.740	79400	6	360.15	—	—
7	6.000	109200	7	426.86	—	—
8	2.260	182490	8	8164.30	—	—
9	1.000	182490	11	—	56.17	0.861
10	24.800	336	12	—	47.46	0.861
11	24.800	179	13	—	47.46	0.861
12	24.800	179	14	—	56.17	0.861
13	24.800	179	15	—	53.90	0.955
14	24.800	336	16	—	37.20	0.955
15	17.220	156	17	—	37.20	0.955
16	17.220	156	18	—	53.90	0.955
17	17.220	156				
21	20.620	20				

表-4-11 解析モデルの諸元(鉛直方向)(ばね要素)

部材 番号	軸ばね (N/m)	回転ばね (N・m/rad)
9	2.75×10^9	2.352×10^8
10	2.75×10^9	2.352×10^8

表-4-12 解析モデルの諸元(ダンパーつき鋼管部)

部材 番号	減衰係数、軸ばね (N・s/m、N/m)	備考
19	1.0×10^6	減衰係数
20	1.25×10^8	軸ばね

表-4-13 地盤ばね定数及び減衰係数(鉛直方向)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (kN/m)	減衰係数 C (kN・s/m)
	位置	成分	記号		
Ss-D	底面	鉛直	KV	1.250×10^8	1.160×10^7
Ss-1	底面	鉛直	KV	1.468×10^8	1.196×10^7
Ss-2	底面	鉛直	KV	1.305×10^8	1.168×10^7

5. 解析結果

5.1 固有値解析結果

解析モデルの固有値解析結果を表-5-1 から表-5-3 までに示す。刺激関数を S_s-D の結果を代表として、図-5-1 から図-5-8 までに示す。

表-5-1 固有値解析結果(Ss-D)

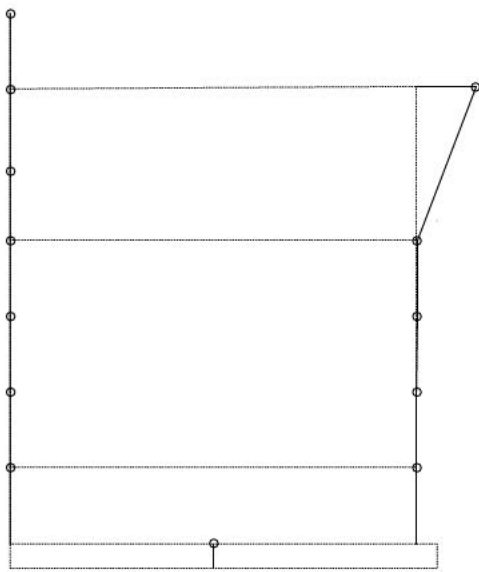
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.398	2.51	1.379	
	2	0.205	4.87	1.459	全体 1 次
	3	0.107	9.37	-0.343	
	4	0.078	12.79	-0.187	
	5	0.050	20.05	0.054	
	6	0.044	22.56	-0.153	
	7	0.032	30.98	0.034	
	8	0.025	39.70	0.016	
EW	1	0.208	4.81	1.495	全体 1 次
	2	0.108	9.30	-0.358	
	3	0.086	11.70	-0.211	
	4	0.047	21.29	0.099	
	5	0.033	30.22	-0.033	
	6	0.027	37.39	0.019	
	7	0.021	48.53	0.010	
	8	0.016	61.10	0.005	
UD	1	0.304	3.29	1.745	
	2	0.210	4.75	3.313	
	3	0.165	6.05	-2.355	全体 1 次
	4	0.096	10.43	0.000	
	5	0.080	12.51	0.000	
	6	0.062	16.12	0.046	
	7	0.053	18.88	0.047	
	8	0.036	27.89	-0.162	

表-5-2 固有値解析結果(Ss-1)

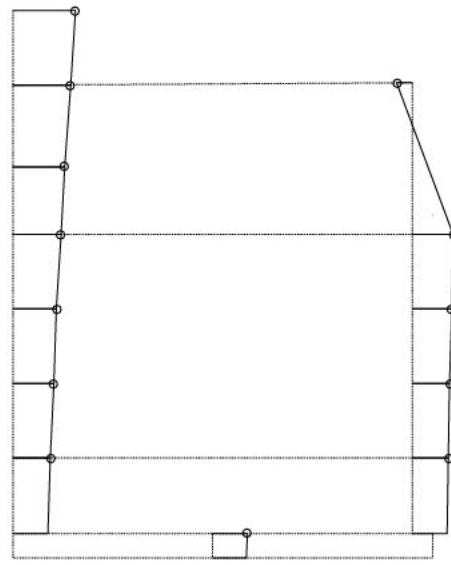
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.398	2.51	1.336	
	2	0.196	5.09	1.496	全体 1 次
	3	0.102	9.80	-0.402	
	4	0.077	12.98	-0.173	
	5	0.050	20.05	0.060	
	6	0.044	22.59	-0.169	
	7	0.032	30.99	0.037	
	8	0.025	39.71	0.018	
EW	1	0.199	5.02	1.538	全体 1 次
	2	0.103	9.69	-0.445	
	3	0.084	11.94	-0.174	
	4	0.047	21.33	0.109	
	5	0.033	30.23	-0.037	
	6	0.027	37.39	0.022	
	7	0.021	48.54	0.011	
	8	0.016	61.10	0.006	
UD	1	0.304	3.29	1.645	
	2	0.210	4.76	2.690	
	3	0.153	6.54	-1.740	全体 1 次
	4	0.096	10.43	0.000	
	5	0.080	12.51	0.000	
	6	0.062	16.12	0.056	
	7	0.053	18.88	0.056	
	8	0.036	27.94	-0.191	

表-5-3 固有値解析結果(Ss-2)

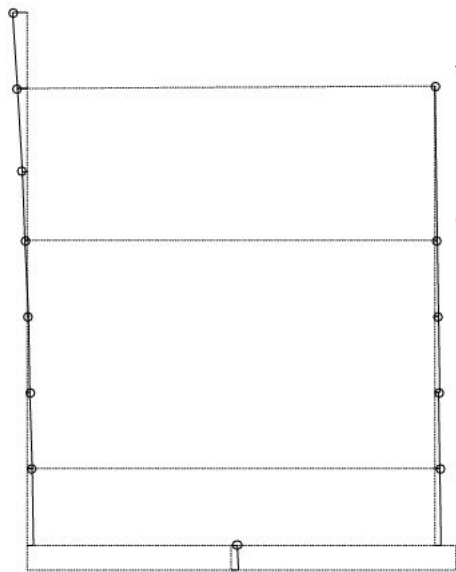
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.398	2.51	1.368	
	2	0.203	4.92	1.468	全体 1 次
	3	0.106	9.47	-0.356	
	4	0.078	12.83	-0.185	
	5	0.050	20.05	0.056	
	6	0.044	22.56	-0.157	
	7	0.032	30.98	0.035	
	8	0.025	39.70	0.017	
EW	1	0.206	4.86	1.505	全体 1 次
	2	0.106	9.40	-0.377	
	3	0.085	11.75	-0.203	
	4	0.047	21.30	0.101	
	5	0.033	30.22	-0.034	
	6	0.027	37.39	0.020	
	7	0.021	48.54	0.010	
	8	0.016	61.10	0.006	
UD	1	0.304	3.29	1.715	
	2	0.210	4.76	3.109	
	3	0.162	6.18	-2.153	全体 1 次
	4	0.096	10.43	0.000	
	5	0.080	12.51	0.000	
	6	0.062	16.12	0.049	
	7	0.053	18.88	0.050	
	8	0.036	27.90	-0.169	



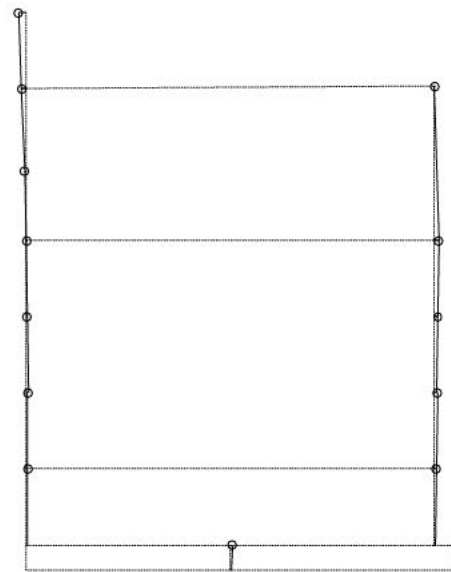
(1次)



(2次)

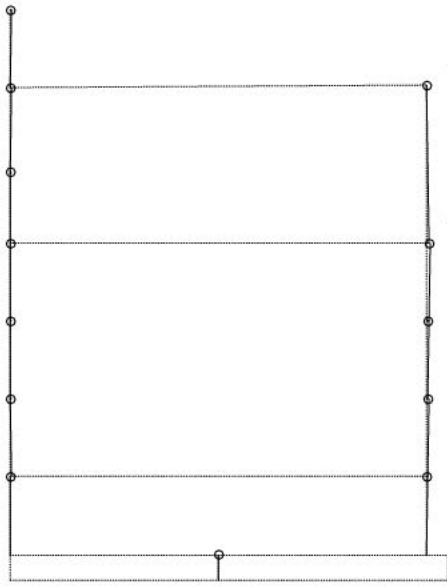


(3次)



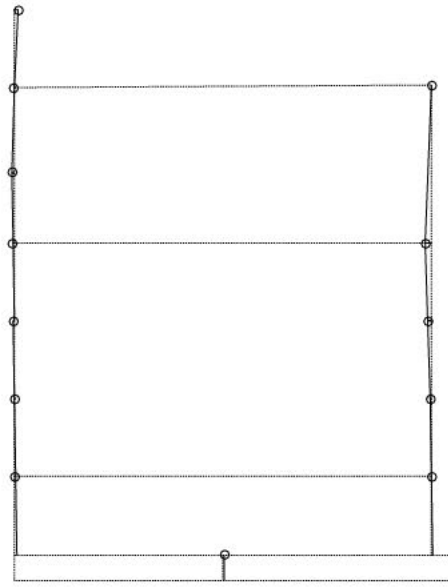
(4次)

図-5-1 刺激関数(NS方向、Ss-D、1~4次)



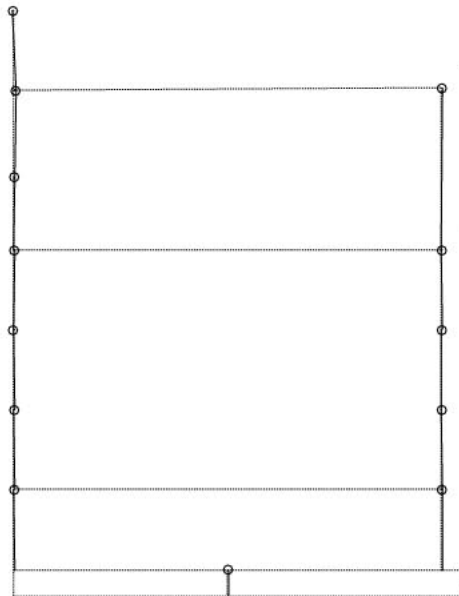
-1 0 +1

(5 次)



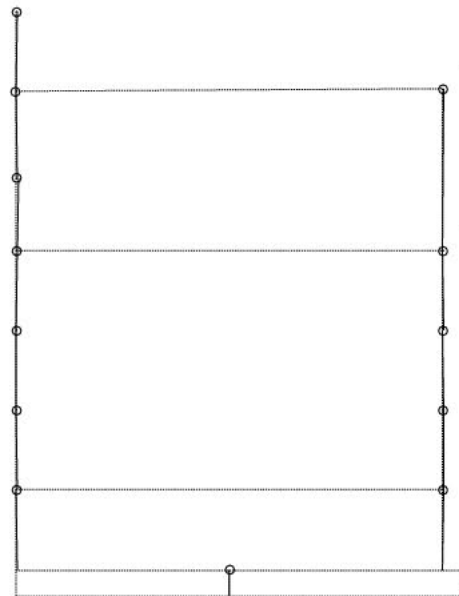
-1 0 +1

(6 次)



-1 0 +1

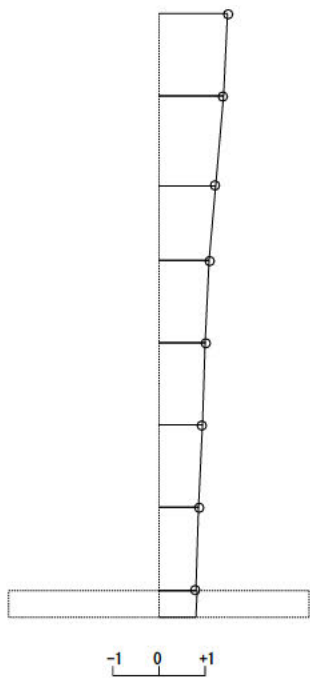
(7 次)



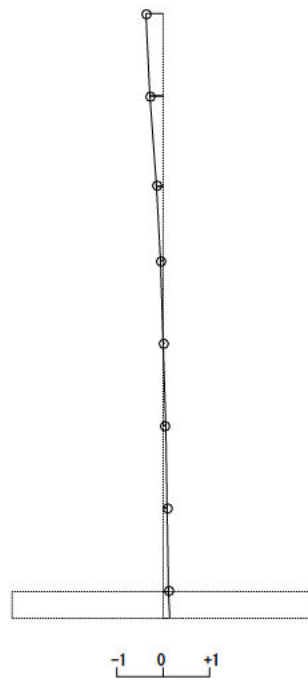
-1 0 +1

(8 次)

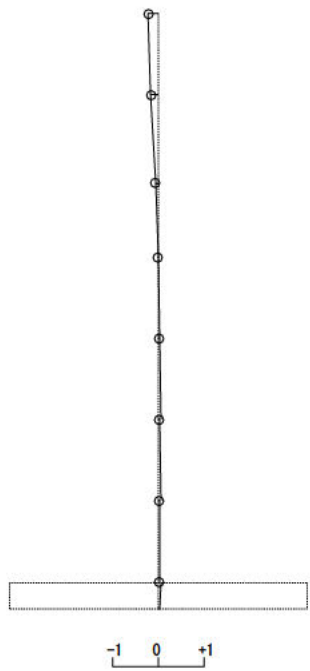
図-5-2 刺激関数(NS 方向、Ss-D、5~8 次)



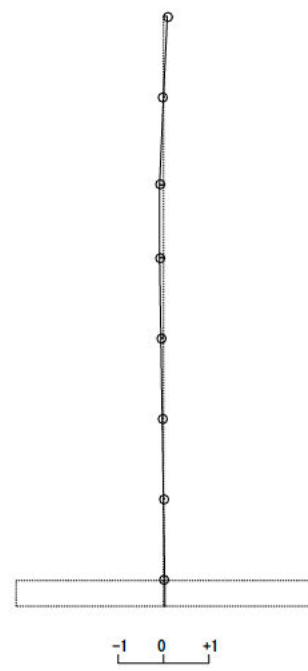
(1次)



(2次)

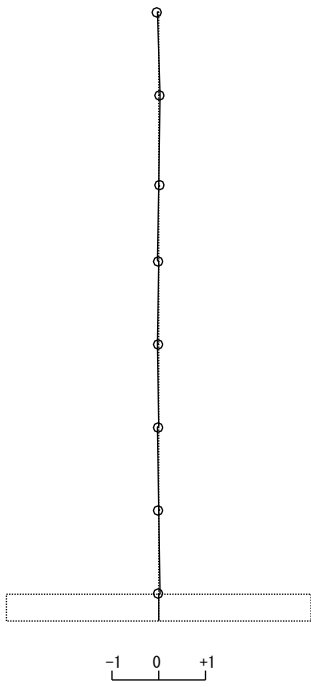


(3次)

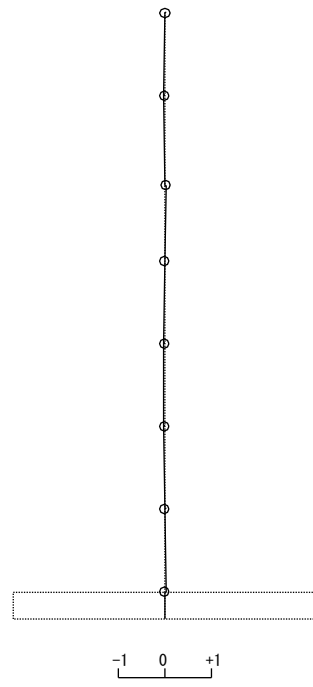


(4次)

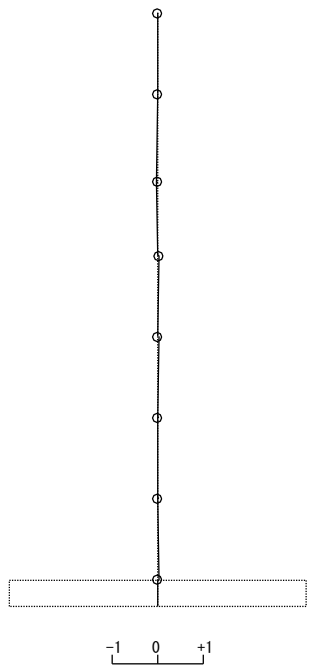
図-5-3 刺激関数(EW方向、Ss-D、1~4次)



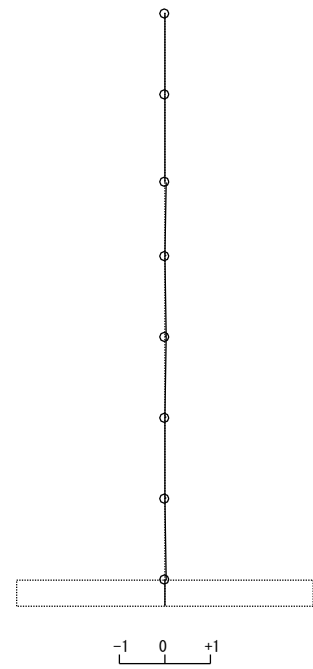
(5次)



(6次)

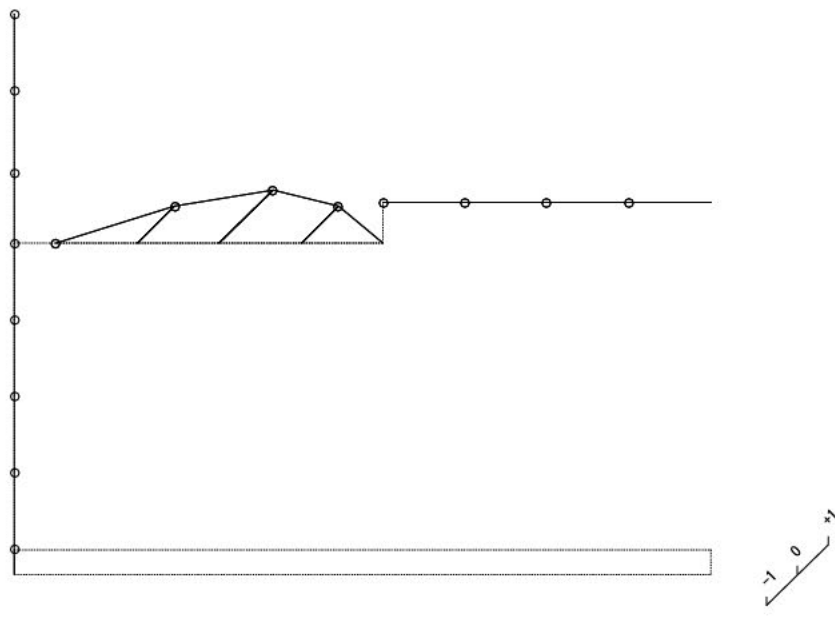


(7次)

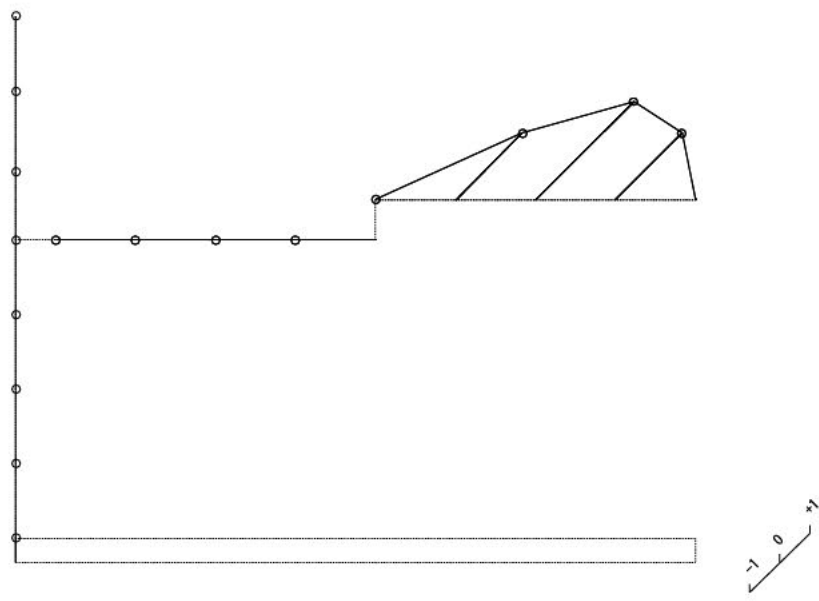


(8次)

図-5-4 刺激関数(EW方向、Ss-D、5~8次)

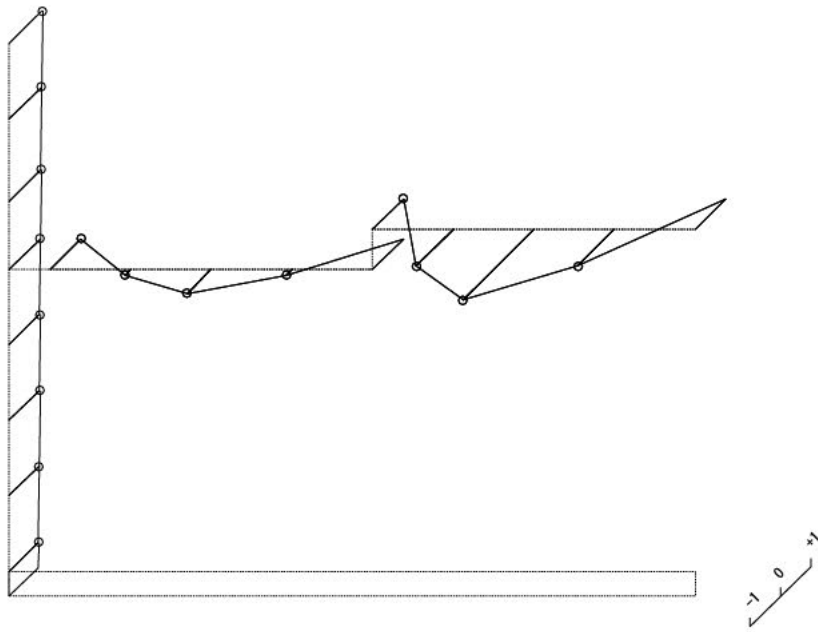


(1 次)

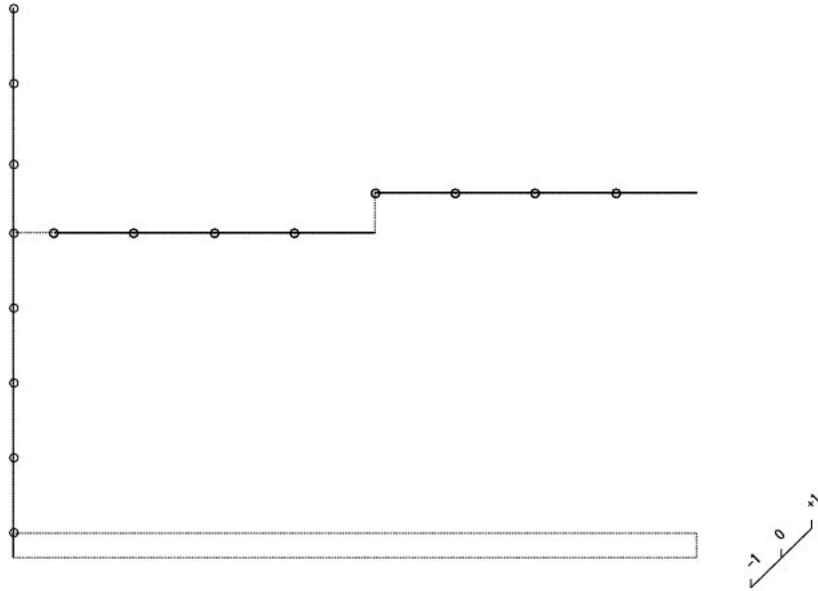


(2 次)

図-5-5 刺激関数(UD 方向、Ss-D、1~2 次)

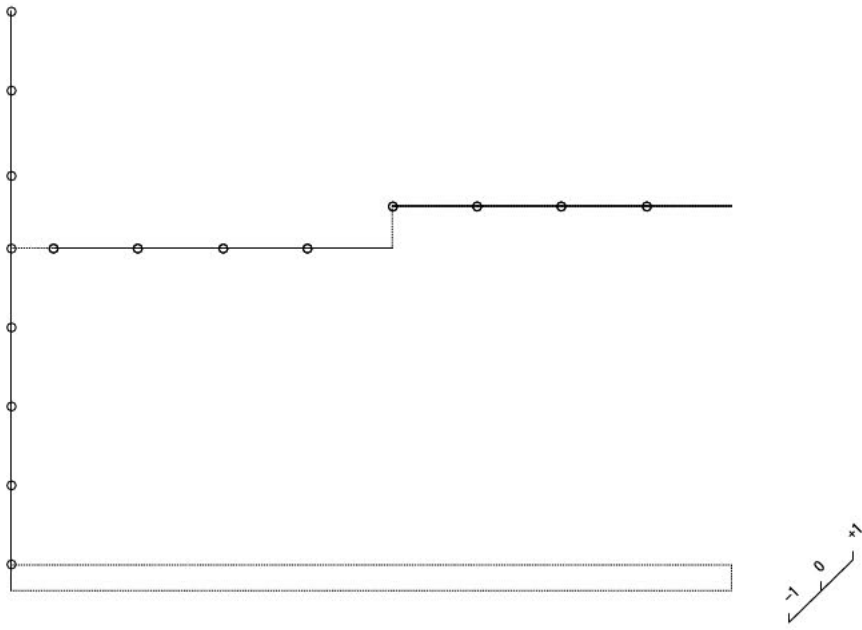


(3次)

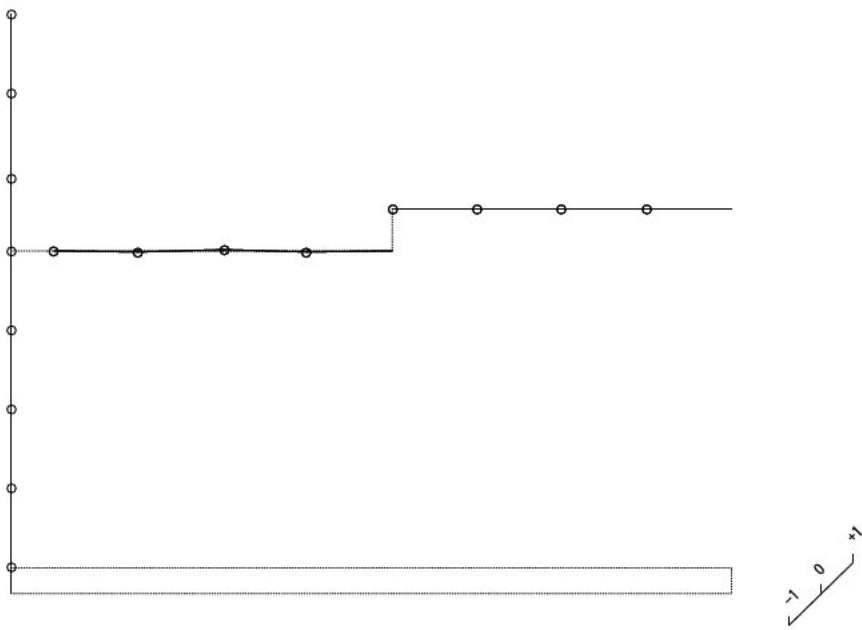


(4次)

図-5-6 刺激関数(UD方向、Ss-D、3~4次)

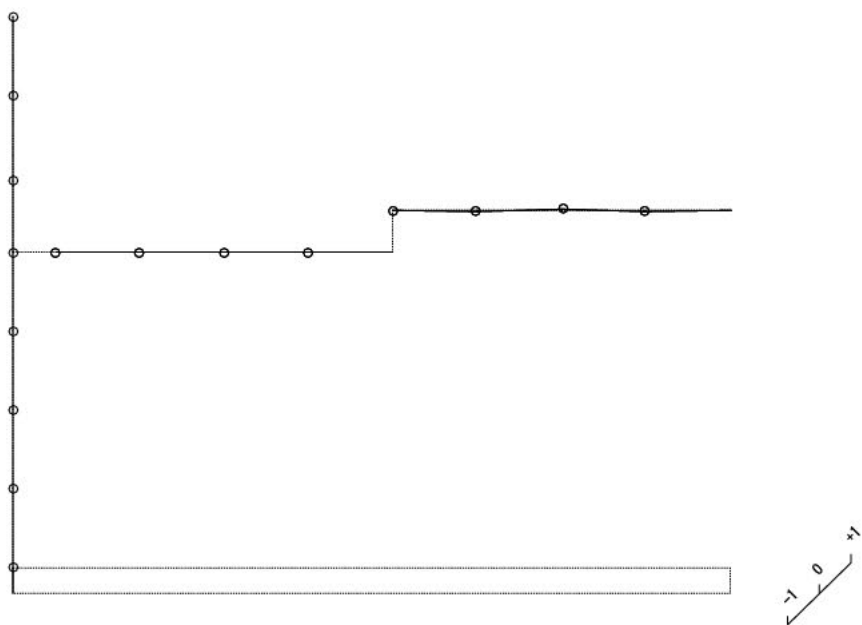


(5 次)

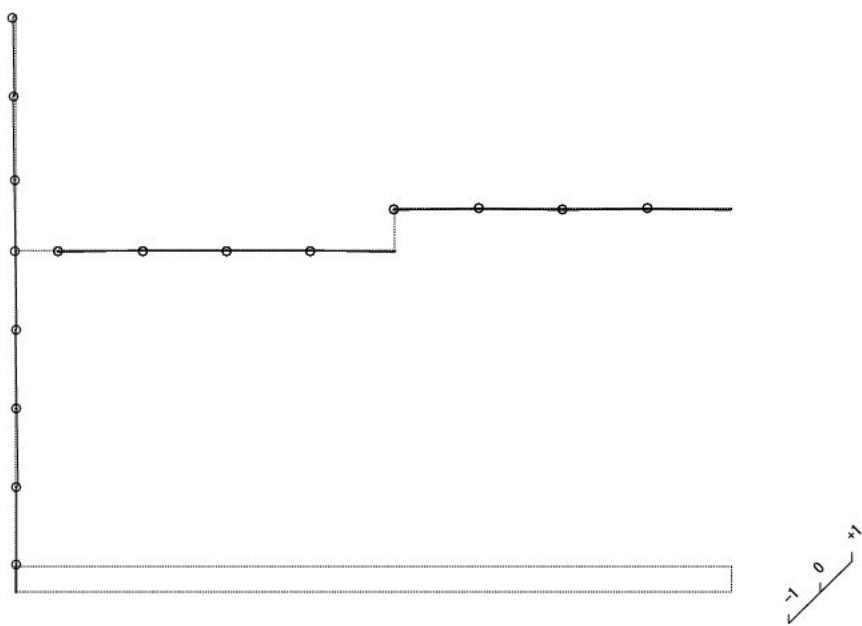


(6 次)

図-5-7 刺激関数(UD 方向、Ss-D、5~6 次)



(7 次)

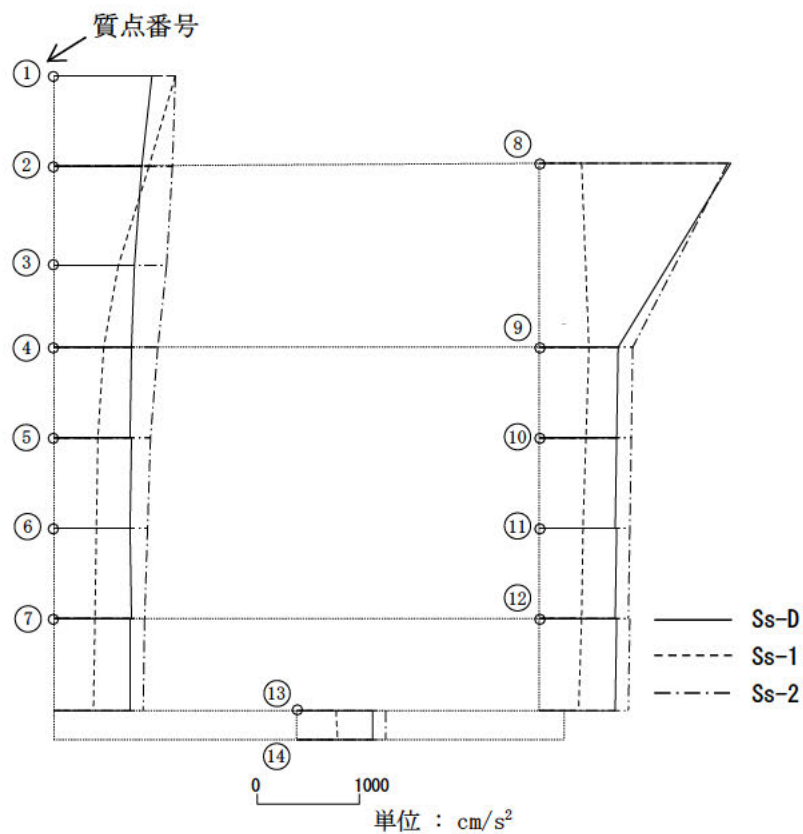


(8 次)

図-5-8 刺激関数(UD 方向、Ss-D、7~8 次)

5.2 地震応答解析結果

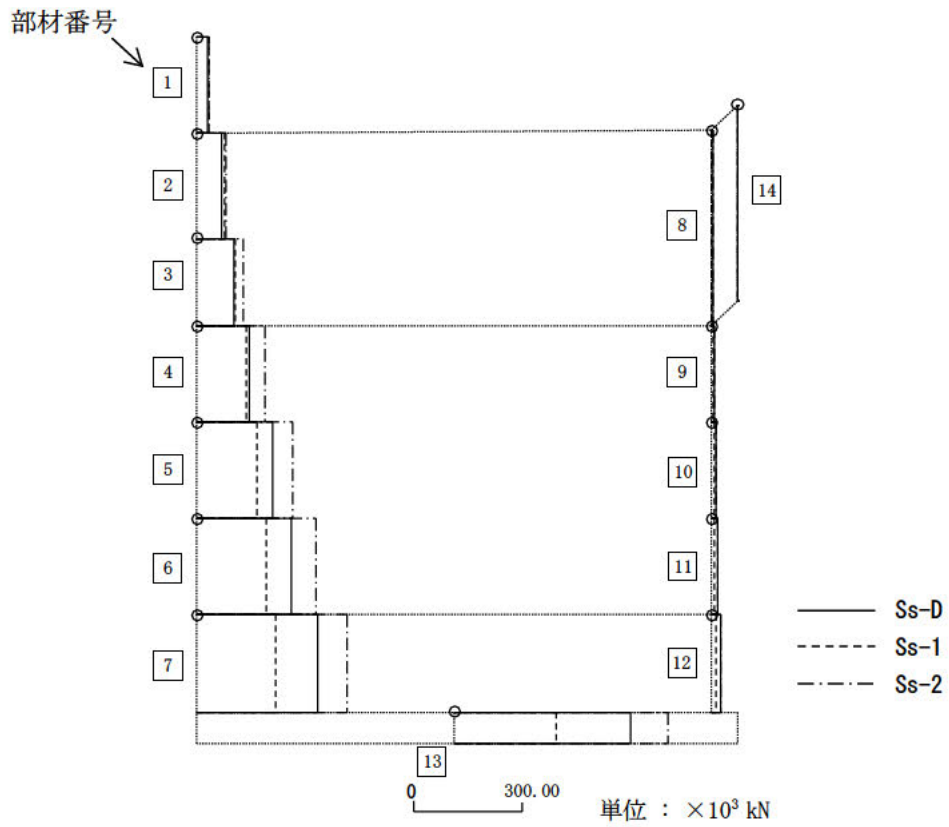
Ssによる水平方向の最大応答加速度、最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図-5-9から図-5-14までに、鉛直方向の最大応答加速度及び最大応答軸力を図-5-15及び図-5-16に示す。また、せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値を図-5-17から図-5-19までに示す。評価対象である耐震壁のせん断ひずみは最大で 0.47×10^{-3} であり、評価基準値(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。



単位：cm/s²

質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	954	1188	1156
2	850	929	1132
3	784	640	1075
4	760	497	992
5	742	436	908
6	737	419	881
7	740	410	860
8	1870	419	1817
9	766	488	885
10	751	458	871
11	747	430	858
12	745	412	850
13	742	394	839
14	742	395	838

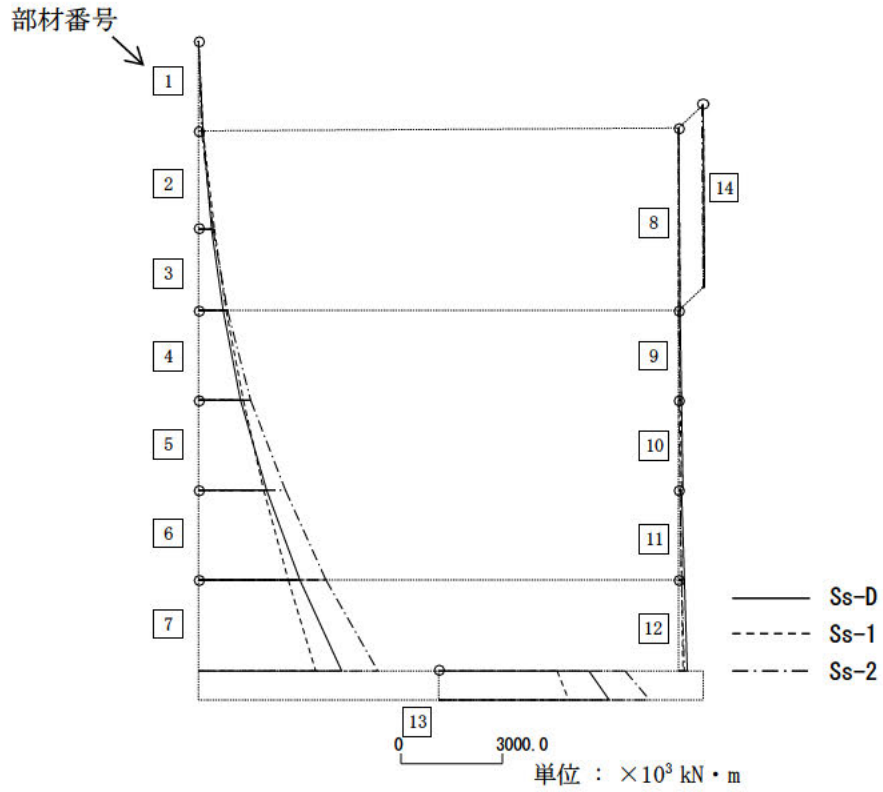
図-5-9 最大応答加速度 (NS 方向)



単位： $\times 10^3$ kN

部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	28.17	34.97	33.98
2	65.47	75.93	80.54
3	99.95	105.35	127.46
4	145.37	135.37	188.50
5	206.83	167.08	264.99
6	260.83	190.62	329.31
7	331.95	218.98	412.41
8	0.84	0.14	0.77
9	7.31	3.06	6.04
10	10.17	4.80	9.18
11	14.78	7.52	14.58
12	23.32	12.37	24.62
13	487.89	281.17	588.16
14	2.12	0.54	2.11

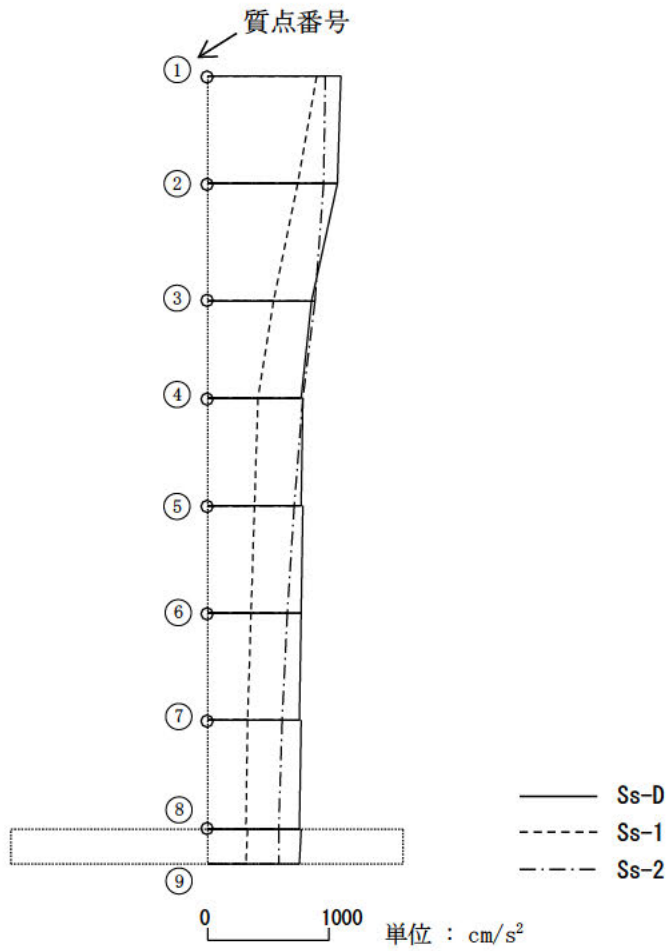
図-5-10 最大応答せん断力 (NS 方向)



単位： $\times 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	0.0	0.0	0.0
	105.4	130.8	127.1
2	105.4	130.8	127.1
	372.4	440.6	447.6
3	372.4	440.6	447.6
	707.0	798.8	878.8
4	707.0	798.8	878.8
	1245.1	1305.0	1583.7
5	1245.1	1305.0	1583.7
	2008.9	1927.9	2574.8
6	2008.9	1927.9	2574.8
	2964.7	2637.7	3806.3
7	2964.7	2637.7	3806.3
	4202.6	3446.0	5347.0
8	0.0	0.0	0.0
	6.4	1.0	5.8
9	22.4	5.1	21.9
	47.9	13.4	39.2
10	47.9	13.4	39.2
	85.8	30.4	66.3
11	85.8	30.4	66.3
	141.1	58.5	115.8
12	141.1	58.5	115.8
	228.3	104.7	207.0
13	4426.5	3495.1	5547.8
	5036.6	3830.0	6285.5
14	0.0	0.0	0.0
	15.9	4.1	15.9

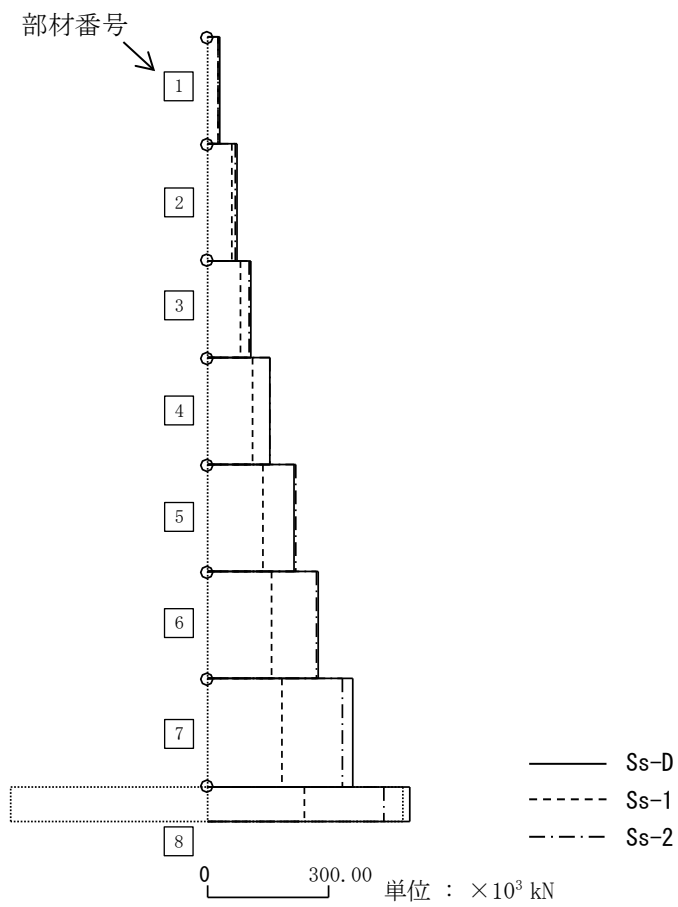
図-5-11 最大応答曲げモーメント (NS 方向)



单位 : cm/s²

質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	1101	902	976
2	1071	743	960
3	861	553	886
4	782	428	786
5	777	391	716
6	772	362	669
7	767	339	622
8	761	326	594
9	760	326	593

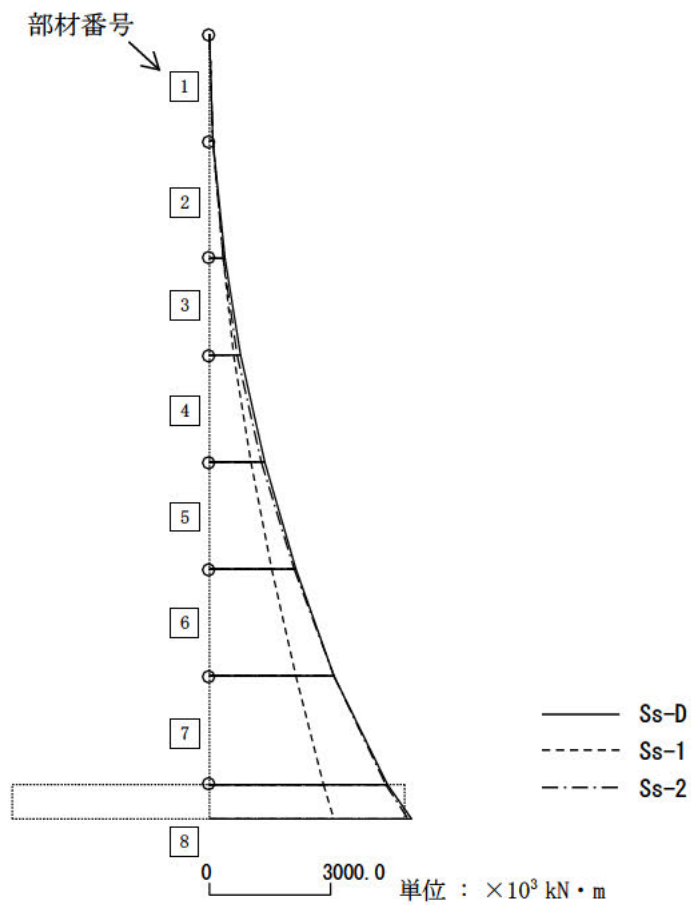
图-5-12 最大応答加速度 (EW 方向)



単位 : $\times 10^3$ kN

部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	32.33	26.56	28.78
2	75.60	60.13	68.54
3	109.92	85.51	103.80
4	157.76	111.94	156.78
5	216.59	138.51	218.22
6	277.83	158.45	270.19
7	361.71	185.93	336.26
8	501.42	241.44	439.45

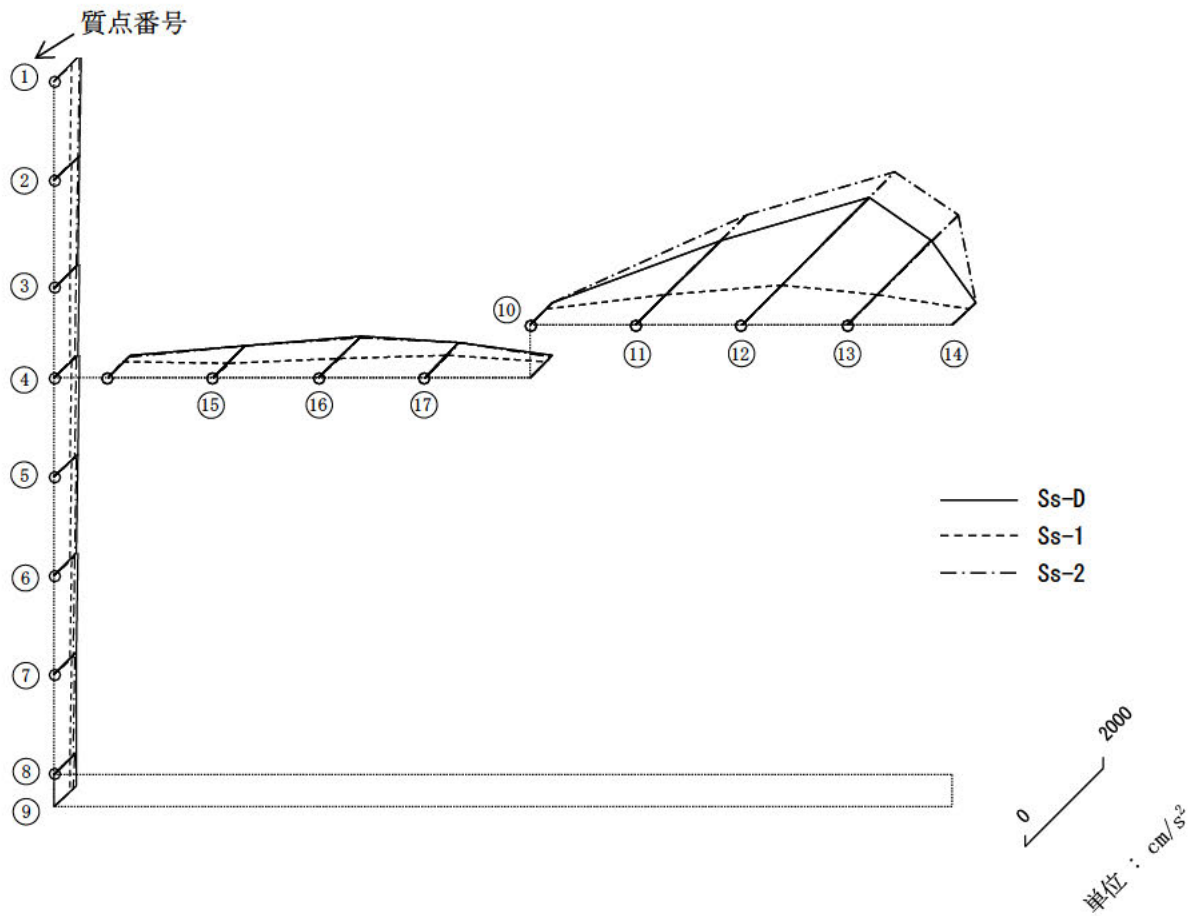
図-5-13 最大応答せん断力 (EW 方向)



単位： $\times 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	0.0	0.0	0.0
	120.9	99.3	107.6
2	120.9	99.3	107.6
	413.2	344.5	378.8
3	413.2	344.5	378.8
	786.3	635.2	713.9
4	786.3	635.2	713.9
	1375.2	1053.8	1300.2
5	1375.2	1053.8	1300.2
	2162.0	1571.5	2113.8
6	2162.0	1571.5	2113.8
	3115.4	2163.7	3120.6
7	3115.4	2163.7	3120.6
	4412.0	2839.6	4372.7
8	4412.0	2839.6	4372.7
	5035.4	3107.2	4924.2

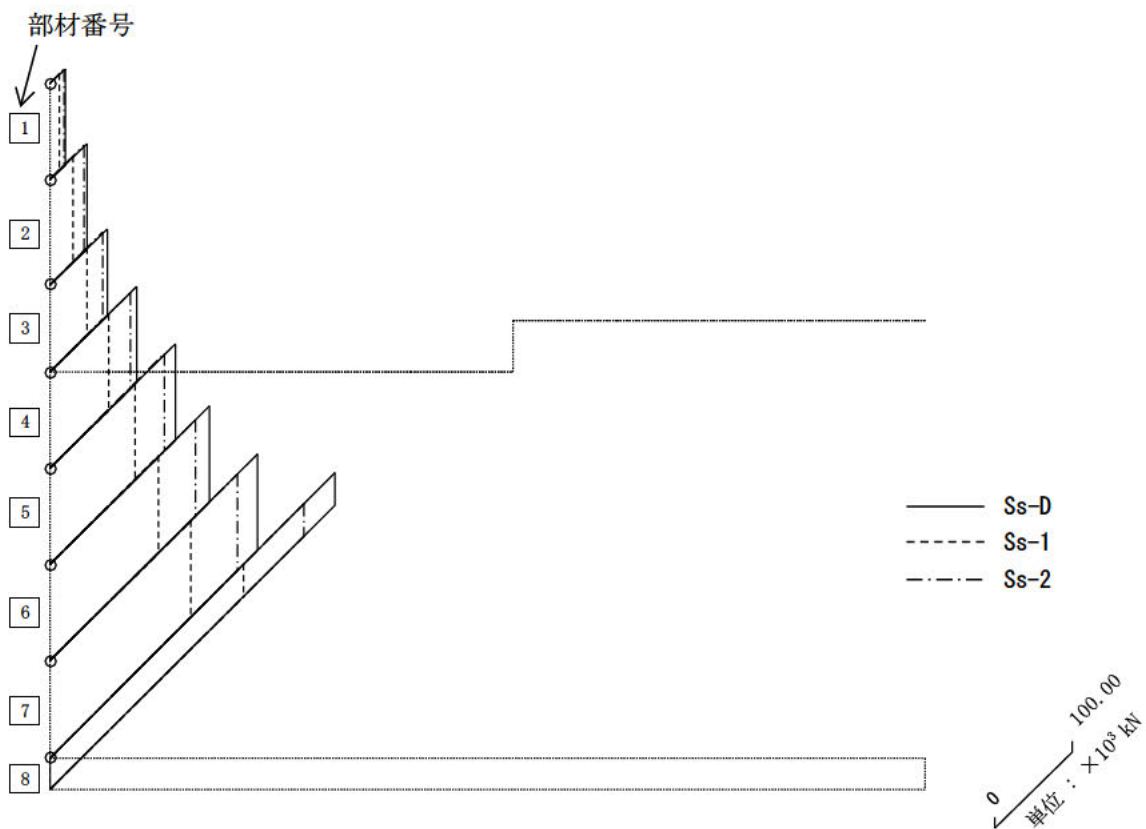
図-5-14 最大応答曲げモーメント (EW 方向)



単位 : cm/s²

質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	652	416	606
2	625	406	582
3	595	400	541
4	578	398	525
5	571	391	510
6	566	384	496
7	564	379	483
8	561	370	471
9	561	369	470
10	579	406	566
11	2146	758	2809
12	3224	1005	3872
13	2146	758	2809
14	579	406	566
15	818	389	800
16	1079	506	1022
17	879	593	900

図-5-15 最大応答加速度 (UD 方向)



単位：×10³kN

部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	19.21	12.26	17.89
2	46.66	30.29	43.92
3	73.19	48.53	68.73
4	112.31	75.77	103.99
5	162.17	110.34	149.04
6	207.34	141.15	189.03
7	268.85	182.99	242.61
8	371.06	251.53	329.90

図-5-16 最大応答軸力 (UD 方向)

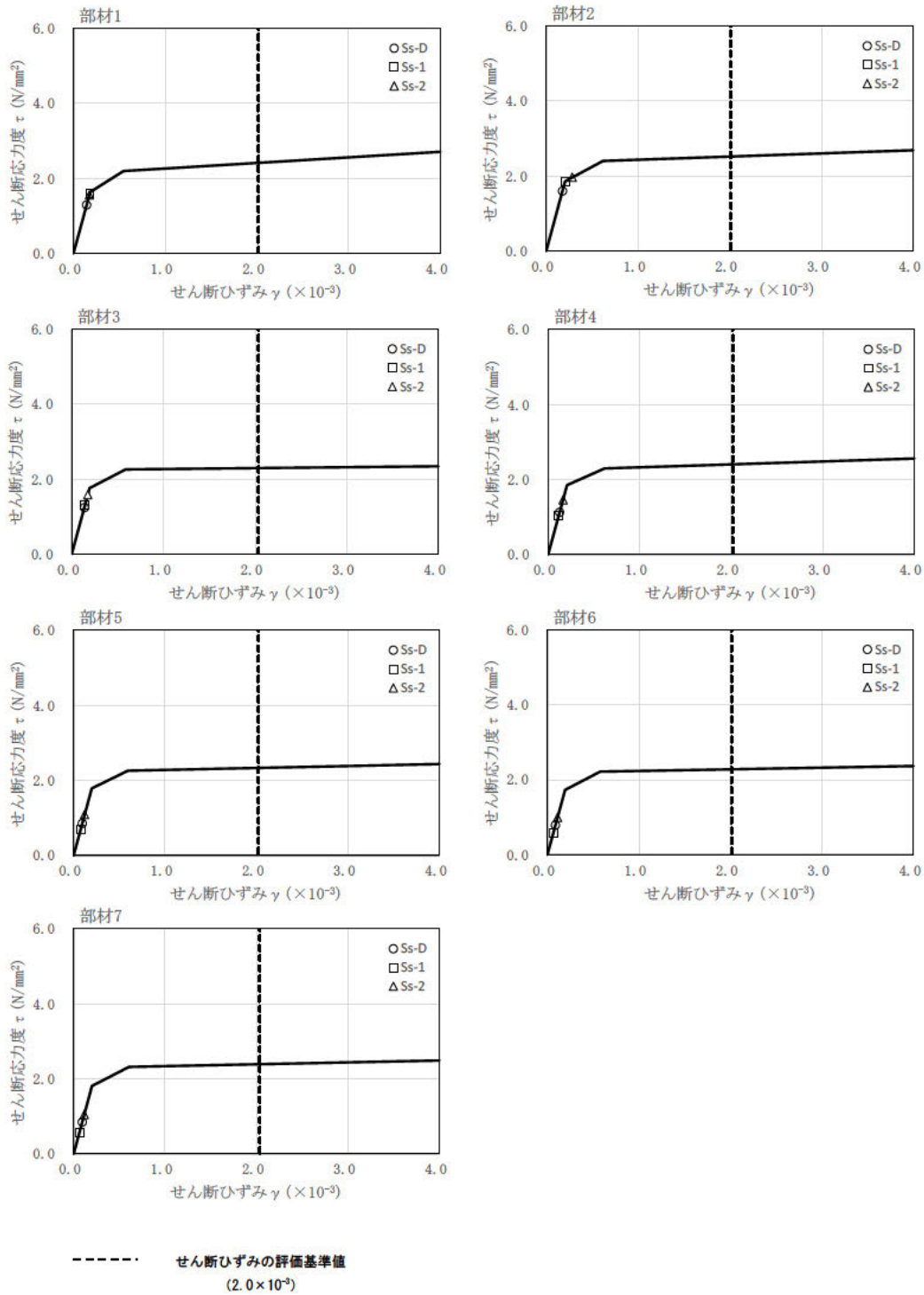


図-5-17 セン断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS方向、29通り～15通り)

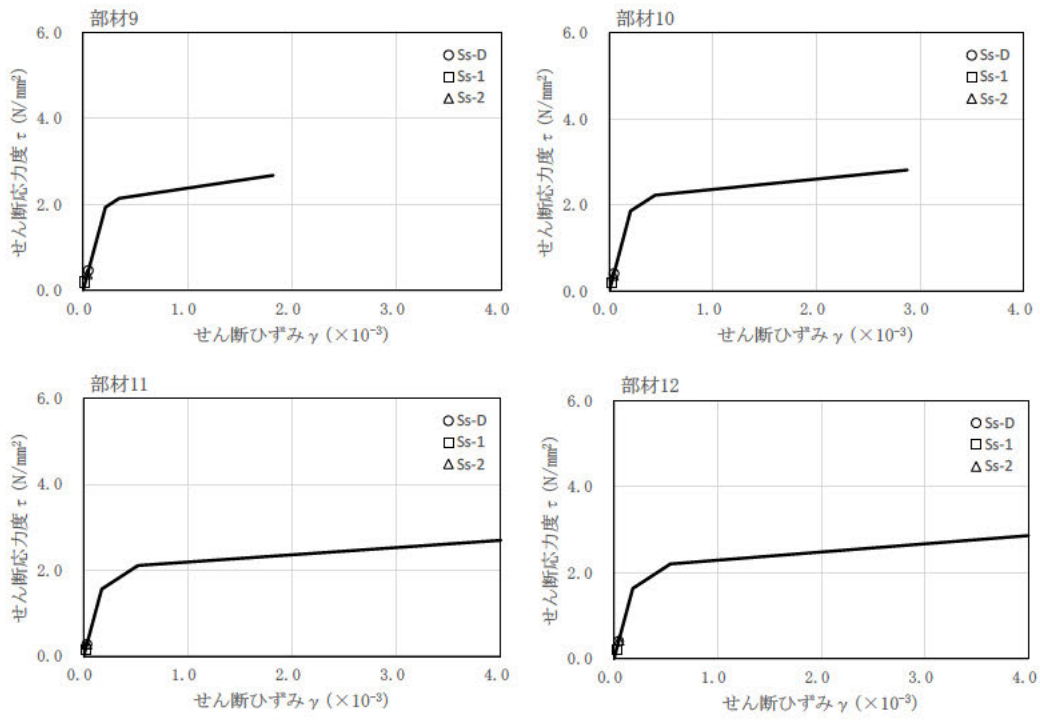


図-5-18 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS方向、14通り～8通り)

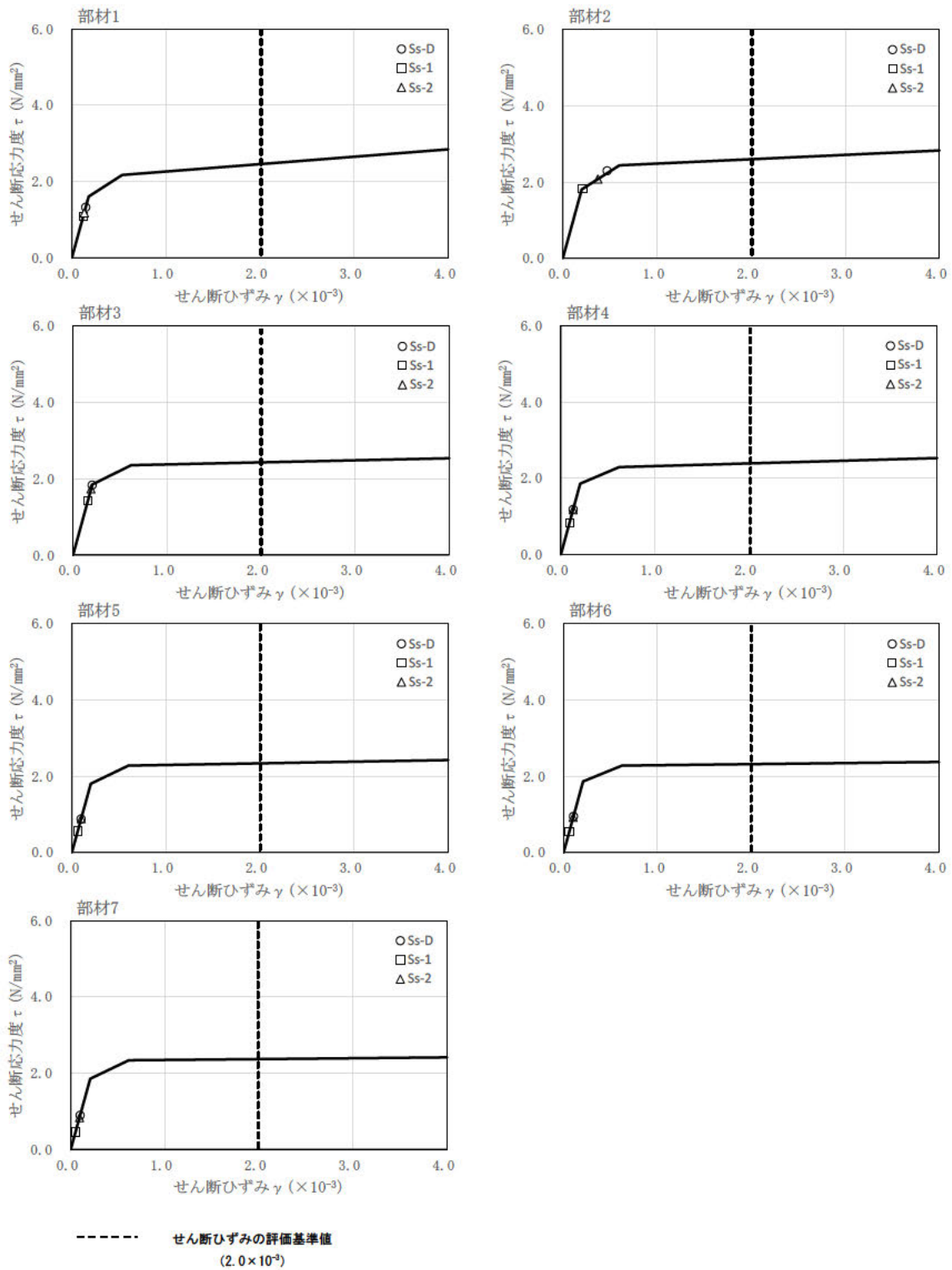


図-5-19 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(EW方向)

6. 基礎浮き上がりの検討

Ssによる地震応答解析の結果に基づく最小接地率の一覧表を表-6-1に示す。地震時の最大接地圧は、地反力分布を三角形分布と仮定し、鉛直方向の地震力を組合せ係数法(組合せ係数0.4)により考慮して算定する。最大接地圧の一覧表を表-6-2に示す。

接地率は、浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値(65%以上)を満足していることを確認した。

接地圧は、基礎地盤における平板載荷試験の結果から設定した極限支持力度 2350 kN/m^2 を超えないことを確認した。

表-6-1 最小接地率

(a)NS 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Ss-D	7.17	4.86	100.0
Ss-1		3.08	100.0
Ss-2		5.77	100.0

(b)EW 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Ss-D	7.17	4.74	100.0
Ss-1		2.26	100.0
Ss-2		3.95	100.0

表-6-2 最大接地圧

地震動	方向	最大接地圧 (kN/m ²)
Ss-D	NS	241
	EW	239
Ss-1	NS	195
	EW	180
Ss-2	NS	250
	EW	217

※評価基準値は極限支持力度 2350 kN/m²

7. 評価結果

分離精製工場(MP)の耐震性評価としてSsによる地震応答解析を行い、接地率が浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値を満足していること、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧が評価基準値を超えないことを確認した。以上により、分離精製工場(MP)はSsに対して耐震余裕を有していることを確認した。

別添-1-2

廃止措置計画用設計津波に対する
分離精製工場(MP)建家の影響評価

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計津波による波力及び漂流物の衝突に対して、分離精製工場（MP）建家が十分な強度を保持することを説明するものである。

廃止措置計画用設計津波（以下「設計津波」という。）は、別添 6-1-1-3「基準津波の策定」に示す、敷地前面の沖合約 19 km（水深 100 m 地点）の位置で策定された基準津波とする。分離精製工場（MP）建家が受ける設計津波の遡上波の津波浸水深及び津波流速については、別添 6-1-3-1「再処理施設の津波影響評価に関する説明書「再処理施設の津波影響評価」」で示した敷地への遡上解析の結果に基づき設定する。また、漂流物としては添付資料 6-1-3-1-2「再処理施設における代表漂流物の妥当性の検証について」で選定された代表漂流物を考慮する。

設計津波の影響に対する強度評価は「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」*（以下「津波避難ビル等の指針」という。）に基づき強度評価を行うこととし、許容限界は終局耐力を基本とする。

※「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」－2011年11月17日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」（国住指第2570号）の別添

2. 一般事項

2.1 位置

別添-1-1 に示したとおり。

2.2 構造概要

別添-1-1 に示したとおり。

2.3 評価方針

評価にあたっては「津波避難ビル等の指針」に基づき、分離精製工場（MP）の建家が設計津波による津波荷重等を考慮した荷重に対して構造強度を有することを確認する。

評価項目は建家の健全性とし、波力等が作用した際に各階が受ける層せん断力が各階の保有水平耐力以下となることを確認する。なお、波力等を受けた場合に外壁に作用する局所的な荷重が終局耐力を上回り部分的に損傷する可能性があることから、保守的に建家全周の外壁の耐力を含まない保有水平耐力を用いる。

2.4 準拠規格・基準

分離精製工場（MP）の強度評価において、適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（2011年11月17日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」（国住指第2570号）の別添）
- (2) 津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料 第673号、平成24年）
- (3) 建築基準法・同施行令
- (4) 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（建築行政情報センター・日本建築防災協会編集、2015年）
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会、2018年）
- (6) 建築物荷重指針・同解説（日本建築学会、2015年）
- (7) 道路橋示方書・同解説 I 共通編、V 耐震設計編（日本道路協会、2017年）

3. 強度評価方法

3.1 評価条件

強度評価の条件を表-3-1 に示す。

考慮する波力は、遡上解析の結果より求まる分離精製工場（MP）建家位置における波力算定用津波高さ（T.P.※+11.9 m）とし、水深係数（ α ）を 3.0 として建家に及ぼす水平荷重を評価する。

漂流物の衝突速度を津波漂流物の影響防止施設の周辺の津波流速の最大値である 5.6 m/s とする。設計で考慮する漂流物は表-3-2 に示す代表漂流物とし、最大質量であることから最も衝突エネルギーが大きくなる還水タンク（約 14 t）を強度評価の対象とする。

波力と重畳させる余震については、別添 6-1-3-1「IV 耐津波設計における津波荷重と組み合わせる余震荷重」と同様とし、余震に対する建家の応答解析から得られる建家各層の最大応答せん断力を余震荷重とする。余震に対する建家の応答解析の結果については別添-1-3 に示す。

※T.P.：東京湾平均海面

表-3-1 津波影響に対する強度評価の条件

項目	条件	設定の理由
浸水高さ	T. P. +11.9 m	遡上解析より求めた分離精製工場 (MP) の建家位置における進行波の高さ (波力算定用津波高さ T. P. +11.64 m に潮位のばらつき 0.18 m を加えた高さ T. P. +11.82 m) より保守的に T. P. +11.9 m とした。
水深係数 (α)	3.0	設計津波に対する津波荷重 (動水圧の影響) を保守的に評価するため。
津波の流速	5.6 m/s	施設周辺における最大の流速 (5.52 m/s) より設定
海水密度 (ρ_0)	10.1 kN/m ³	理科年表より。

表-3-2 代表漂流物

分類	漂流物	質量 (t)	選定理由	防護方法
建物・設備	還水タンク	約14	漂流物候補中、最大質量の水素タンク (約30 t) は令和2年11月に撤去済み。次点の窒素タンク (約28 t) は漂流しないように固縛を補強する計画としたことから、3番目に質量が大きく、固縛補強が難しい還水タンクを選定	漂流物影響防止施設による防護
流木	防砂林	約0.55	遡上解析に基づく軌跡解析により、防護対象施設へ到達する恐れのあるものとして選定	防護対象施設外壁で防護
船舶	小型船舶	約57	遡上解析に基づく軌跡解析により、施設近傍の海上にある船舶は防護対象施設に到達しないことを確認	—
車両	中型バス	約9.7	遡上解析に基づく軌跡解析により、敷地外の公道を走行する大型車両は防護対象施設に到達しないことを確認。敷地内の車両の内、最大質量の中型バスを選定	漂流物影響防止施設による防護

3.2 許容限界

既往の「再処理施設に関する設計及び工事の方法 建物（その1）」に基づき復元力特性の第三折れ点のせん断力（終局耐力）と各層のせん断断面積から求めた保有水平耐力を表-3-3に示す。

表-3-3 建家の津波影響に対する強度評価における許容限界（保有水平耐力）

方向	T. P. 高さ (m)	階	建家外壁の耐力を考慮しない 場合の保有水平耐力 Qu (kN)	(参考) 保有水平耐力
NS	■	2	539,800	594,100
	■	1	693,600	784,200
EW	■	2	505,300	597,300
	■	1	609,000	697,000

3.3 評価方法

各荷重の組合せによる層せん断力を算定し、許容限界とした保有水平耐力と比較する。

荷重の組合せとしては、津波の進行波による波力と漂流物の衝突荷重の組合せと、津波の進行波による波力と余震荷重の組合せを考慮する。建家の水密性は保証しないことから、建家周囲の浸水時における浮力と余震荷重、水圧の組合せは考慮しない。

① 波力と余震による地震力又は漂流物の衝突荷重との組合せ

a. 余震による層せん断力

余震による層せん断力は、別添-1-3 において算定した、各階の最大応答せん断力を用いる。

b. 波力による層せん断力

波力による層せん断力 (R) は、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料第 673 号、平成 24 年）」により算定する。

$$R = \int_H^{h_T} w(x) \times B(x) dx$$

R : 波力による層せん断力

h_T : 水深係数 (α) \times 浸水高さ (h)

H : 層せん断力を算定する対象階の下端の高さ

x : G. L. ± 0 m からの評価対象階の高さ

$w(x)$: G. L. ± 0 m からの高さ x の位置での波圧

$$w(x) = \rho_0 \cdot (h_T - x)$$

$B(x)$: G. L. ± 0 m からの高さ x の位置での受圧面の幅

② 波力と余震荷重の組合せ

a. 波力による層せん断力

波力による層せん断力 (R) は、①と同様に算定する。

b. 漂流物衝突荷重による層せん断力

漂流物衝突荷重は、「道路橋示方書」により算定する。

$$P = 0.1 \times W_1 \times V_1$$

P : 漂流物衝突荷重

W_1 : 漂流物重量

V_1 : 表面流速

漂流物衝突荷重は、保守的に全ての階に作用させ、層せん断力を算定する。

4. 評価結果

評価結果を表-4-1 に示す。建家各層に作用する層せん断力が保有水平耐力以下であることにより、許容限界を満足していることを確認した。

表-4-1 保有水平耐力の評価結果

方向	高さ (m)	階	①保有 水平耐力 Qu (kN) [※]	②波力による 層せん断力 Q (kN)	③漂流物による 層せん断力 Q (kN)	④余震による 層せん断力 Q (kN)	波力・漂流物 重畳に対する 検定比 (②+③)/①	波力・余震 重畳に対す る検定比 (②+④)/①
NS	■	2	539,800	74,402	77	119,450	0.14	0.36
	■	1	693,600	119,608	77	147,600	0.18	0.39
EW	■	2	505,300	90,345	77	134,800	0.18	0.45
	■	1	609,000	145,238	77	160,870	0.24	0.51

※ 津波を受けた際の外壁の損傷を保守的に考慮してすべての建家外壁を除いた場合の保有水平耐力

5. 評価結果

分離精製工場(MP)の津波影響に対する強度評価として設計津波による波力と代表漂流物による衝突荷重又は余震荷重との組合せに対して建家の保有水平耐力は十分な裕度を有することから、分離精製工場(MP)の建家は漂流物の影響防止施設として必要な強度を有していることを確認した。

別添-1-3

分離精製工場 (MP) 建家の余震による地震応答計算書

1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-1 「IV 耐津波設計における津波荷重と組み合わせる余震荷重」において設定した余震（以下「Sd-D」という。）を用いた分離精製工場(MP)の地震応答解析を説明するものである。この地震応答解析による応答値は、別添-1-2 における余震荷重として用いる。

敷地の解放基盤表面における Sd-D の応答スペクトルを図-1-1 及び図-1-2 に、時刻歴波形を図-1-3 に示す。解放基盤表面は、S波速度が 0.7 km/s 以上である T.P.※-303 m(G.L. - 309 m)とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

- Sd-D
- 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9 $X_{eq}=86$ km

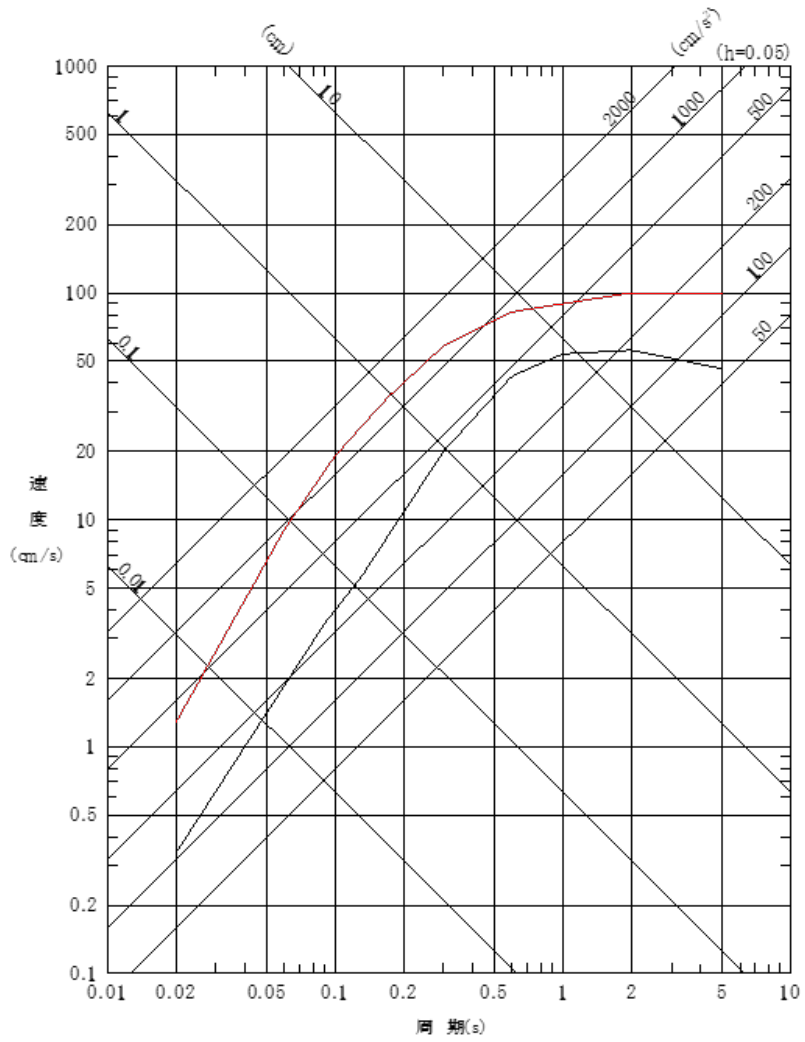


図-1-1 Sd-D の応答スペクトル(水平成分)

- Sd-D
- 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9 $X_{eq}=86$ km

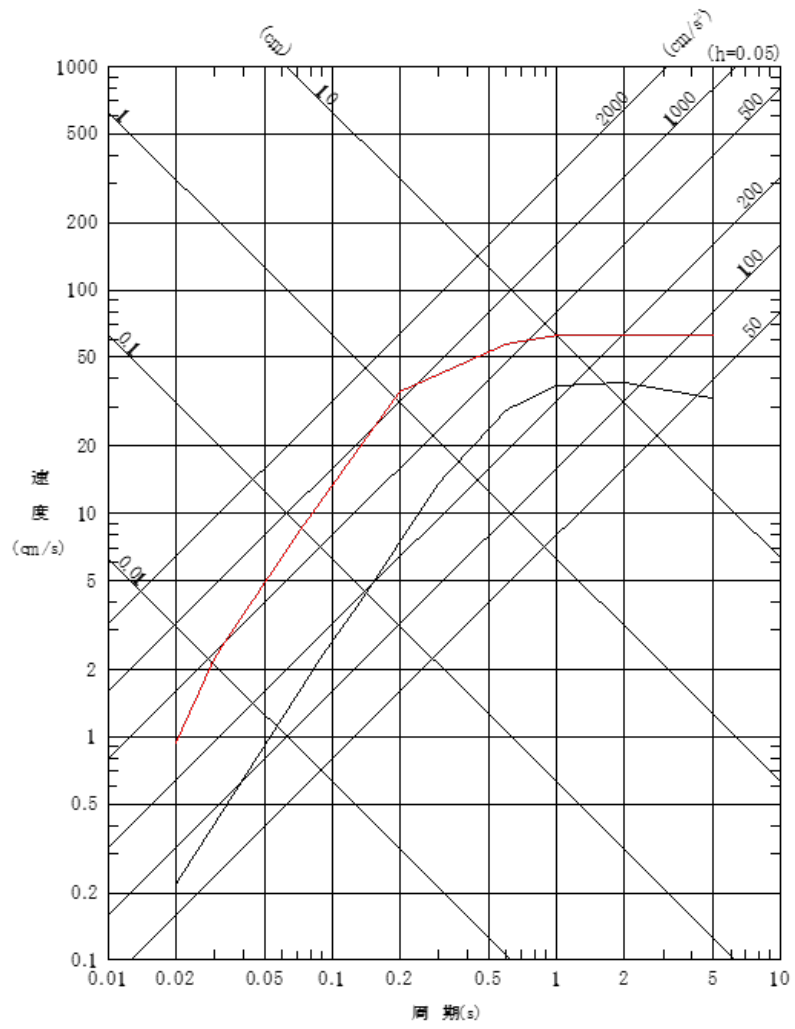
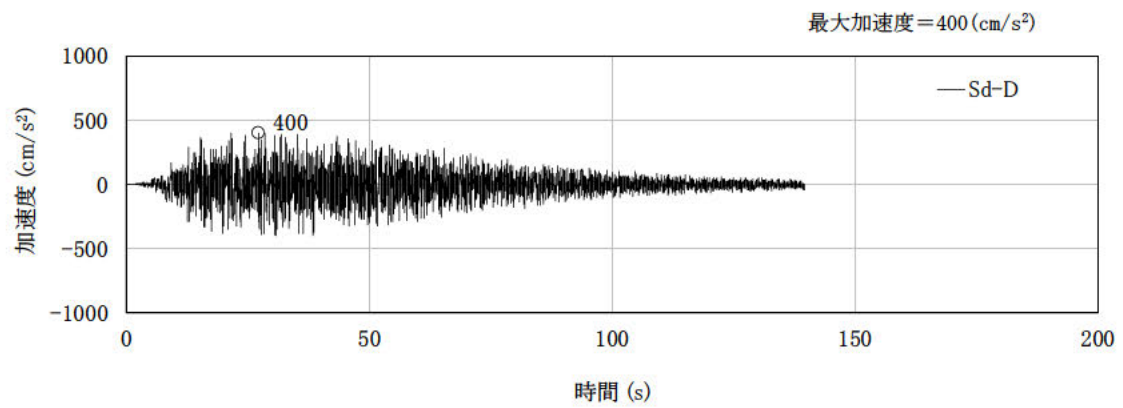
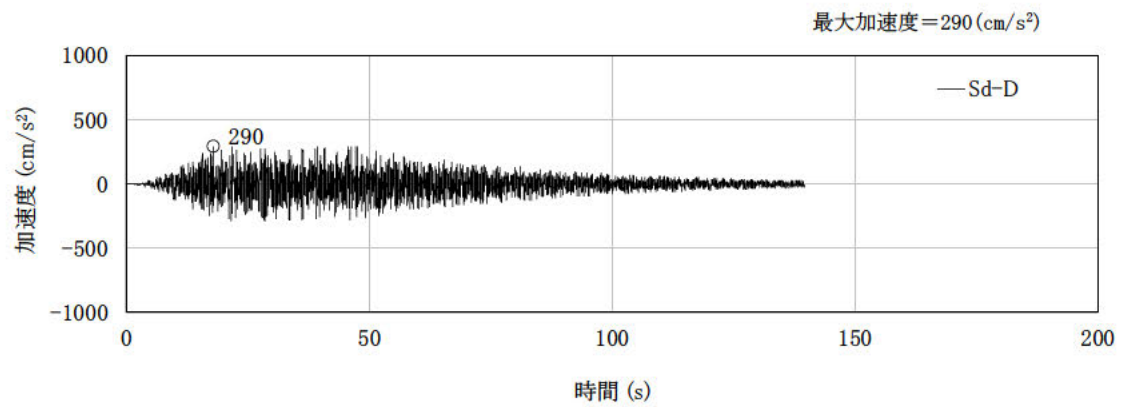


図-1-2 Sd-D の応答スペクトル(鉛直成分)



(水平成分)



(鉛直成分)

図-1-3 Sd-D の時刻歴波形

2. 一般事項

2.1 位置

分離精製工場(MP)の位置を図-2-1に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は、 35.7° である。

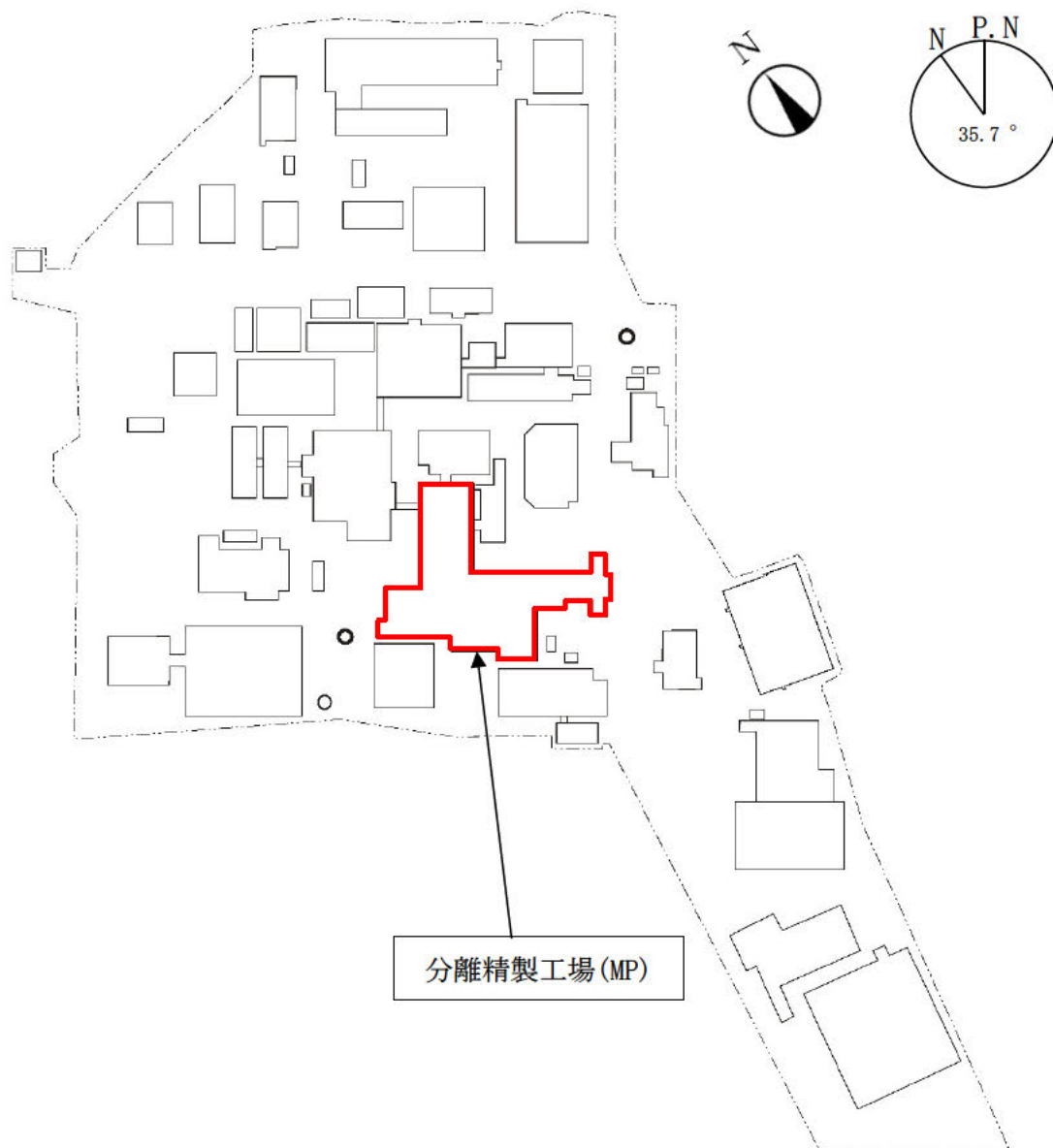


図-2-1 分離精製工場(MP)の位置

2.2 構造概要

分離精製工場(MP)は、平面形状が [REDACTED] の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建家である。基礎は、べた基礎とし、基礎地盤である久米層(砂質泥岩)に設置されている。

建家の代表的な平面図及び断面図を図-2-2 から図-2-5 までに、基礎地盤(久米層)の等高線図及び断面図を図-2-6 及び図-2-7 に示す。

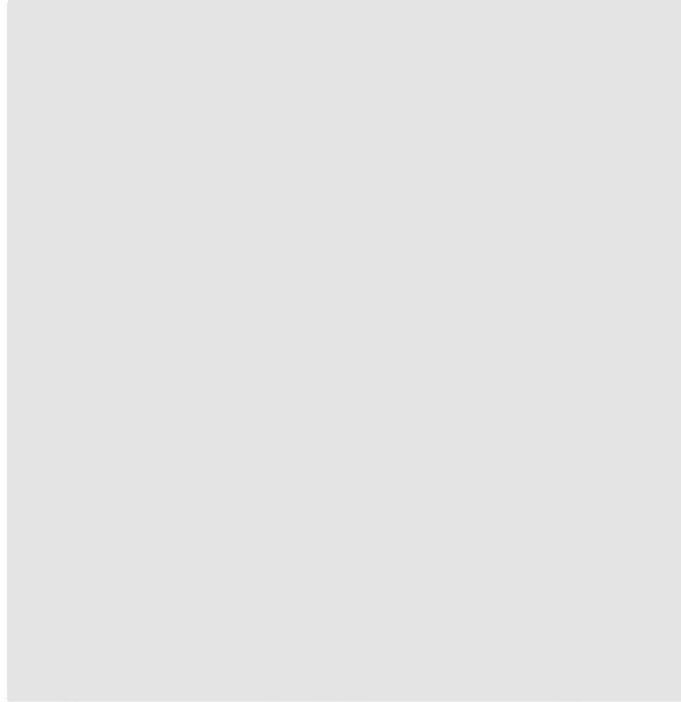


図-2-2 分離精製工場(MP)平面図(地下1階)

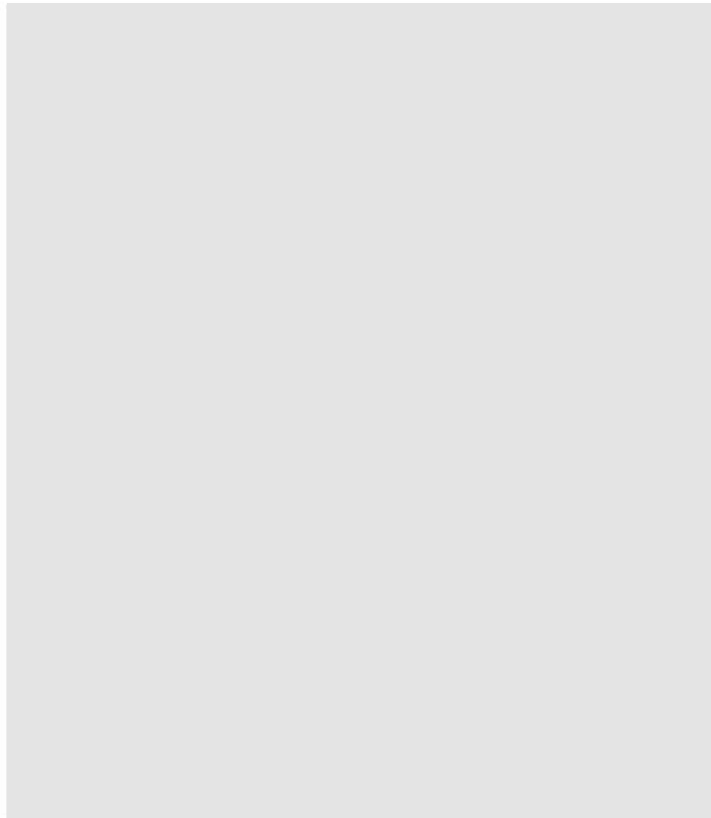


図-2-3 分離精製工場(MP)平面図(2階)

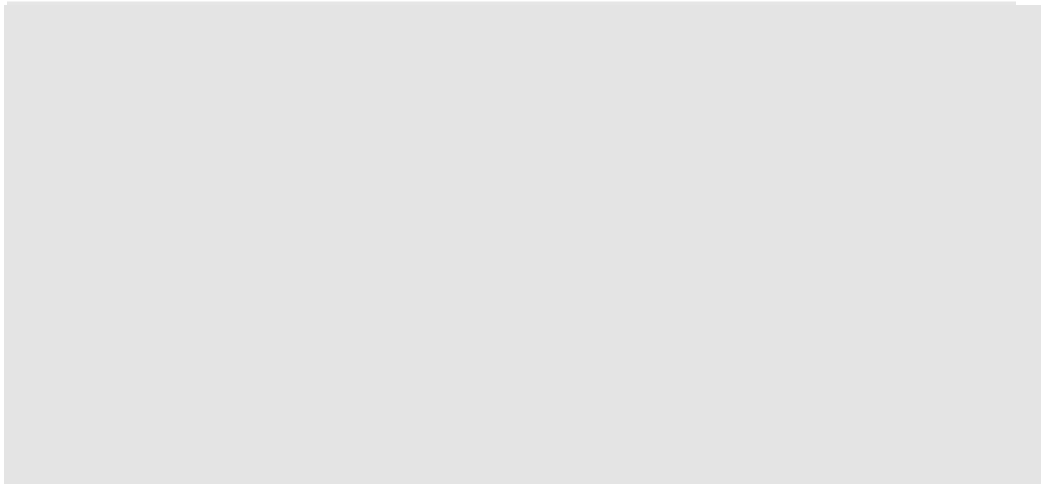


図-2-4 分離精製工場(MP)断面図(NS断面)

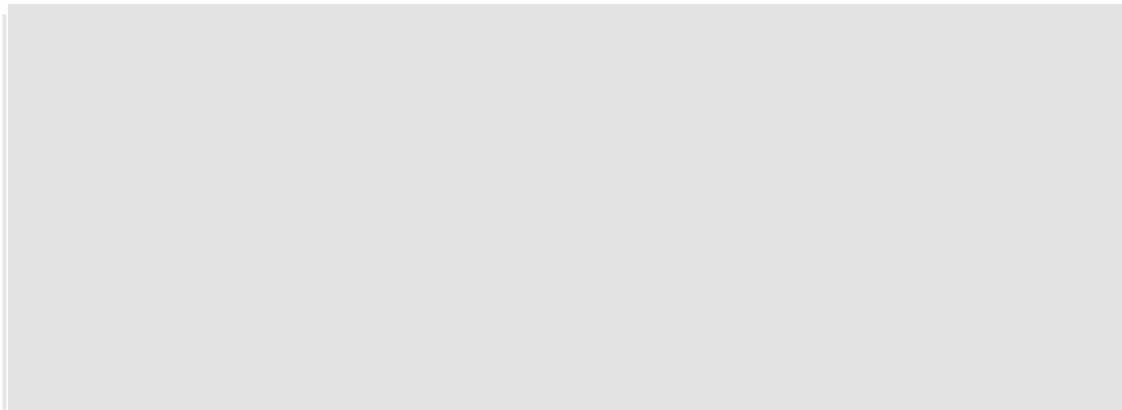


図-2-5 分離精製工場(MP)断面図(EW断面)

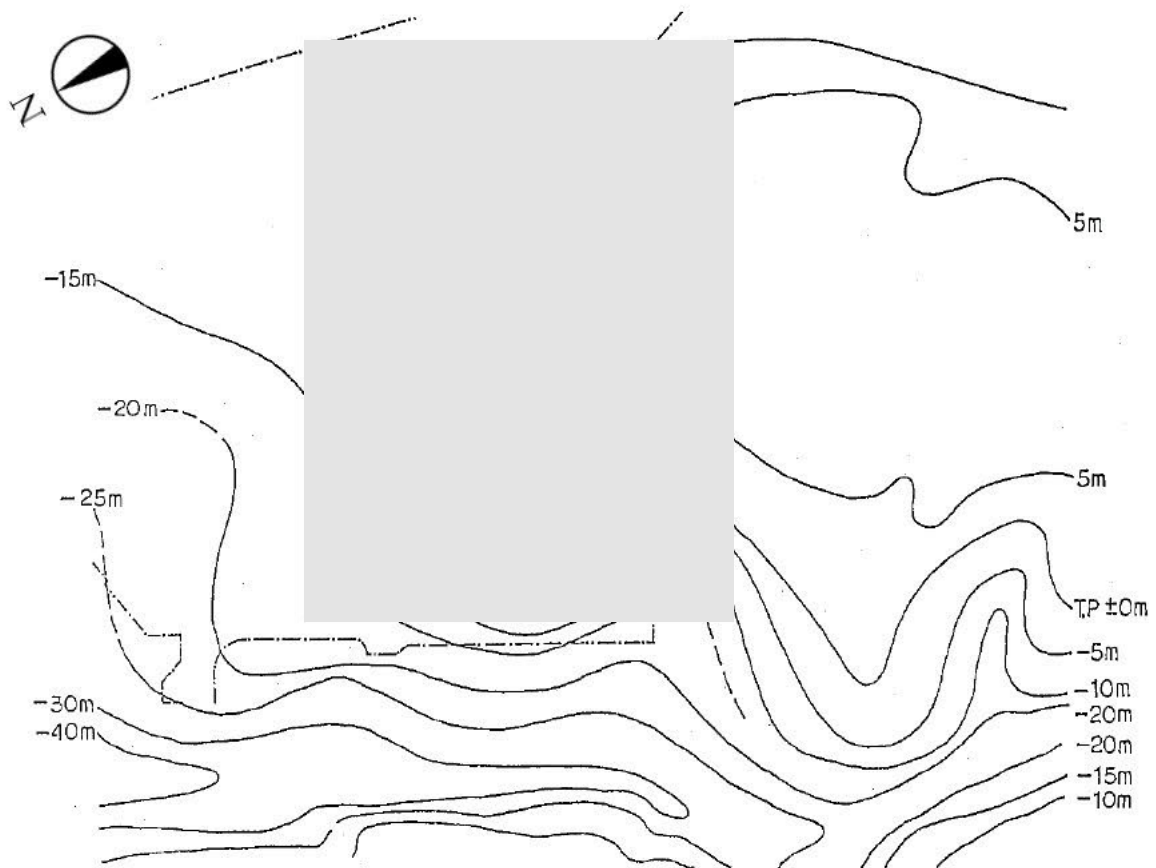
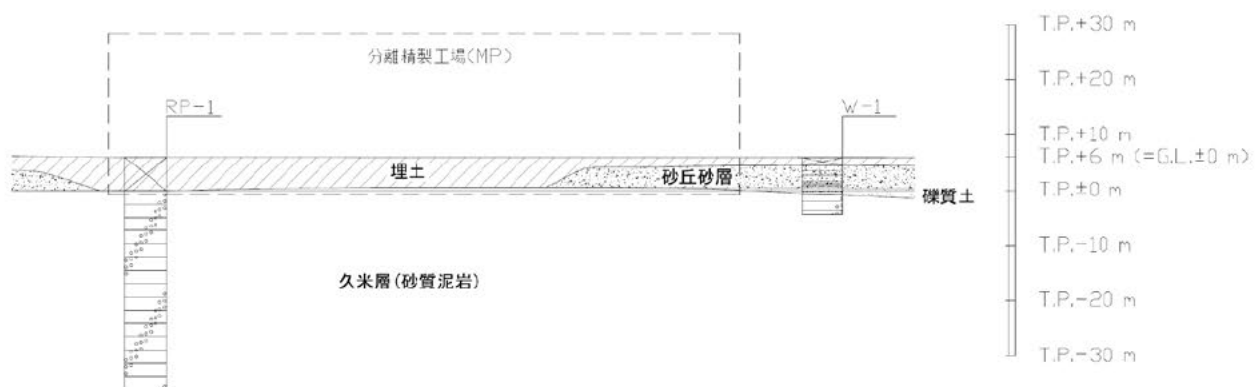
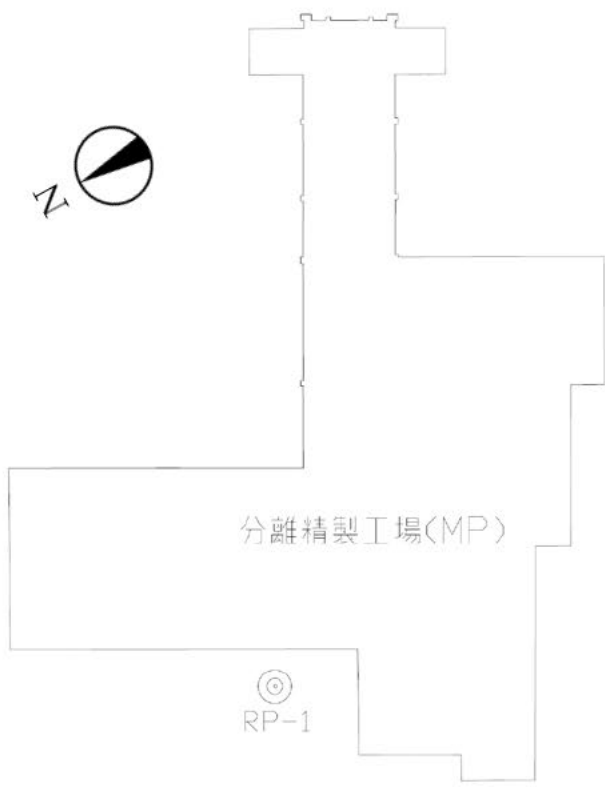


図-2-6 基礎地盤(久米層)の等高線図



◎
W-1



◎ボーリング位置

図-2-7 基礎地盤(久米層)の断面図

2.3 解析方針

地震応答解析は、Sd-D を用いて建物・構築物の形状、構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS、EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

地震応答解析による応答値は、別添-1-2 における余震荷重として用いる。

なお、接地率を算出し、基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。

分離精製工場(MP)の解析フローを図-2-8 に示す。

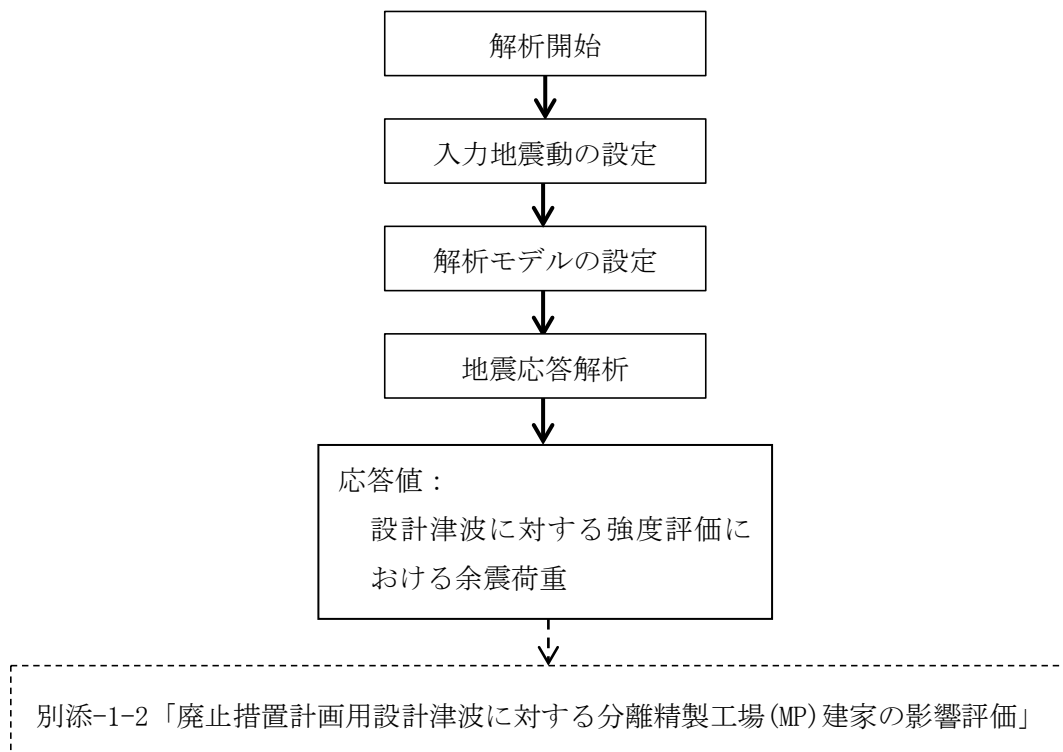


図-2-8 解析フロー

2.4 準拠規格・基準

分離精製工場(MP)の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601(日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601(日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会)
- ・ 建築基礎構造設計指針(日本建築学会)
- ・ 鋼構造設計規準 -許容応力度設計法- (日本建築学会)
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書
(建築行政情報センター・日本建築防災協会)

2.5 使用材料

地震応答解析に用いるコンクリート及び鋼材の材料定数は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その1)」を用いて鉄筋コンクリート構造計算規準及び鋼構造設計規準に基づき設定する。コンクリートの材料定数及び鋼材の材料定数を表-2-1及び表-2-2に示す。

表-2-1 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
コンクリート	20.6	2.15×10 ⁴	0.2

表-2-2 鋼材の材料定数

対象	基準強度 F (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
鉄骨(鋼材)	235	2.05×10 ⁵	0.3

3. 入力地震動

3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、Sd-D を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した分離精製工場(MP)の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮し、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

水平方向の入力地震動算定の概要を図-3-1 に、地盤の物性値を表-3-1 に、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図-3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

Sd-D による地盤の地震応答解析結果を図-3-3 に、建家の基礎底面位置における水平方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルをそれぞれ図-3-4 及び図-3-5 に示す。

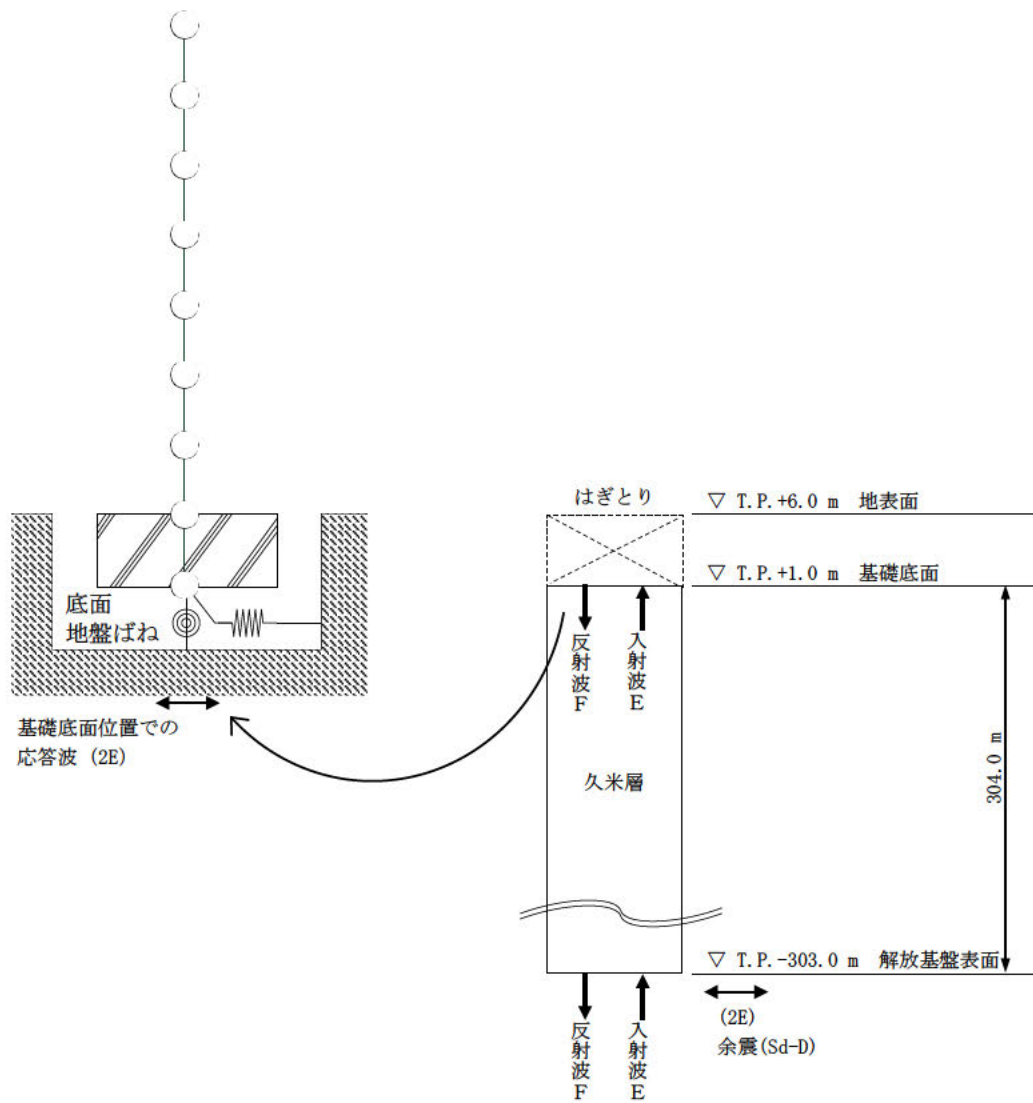
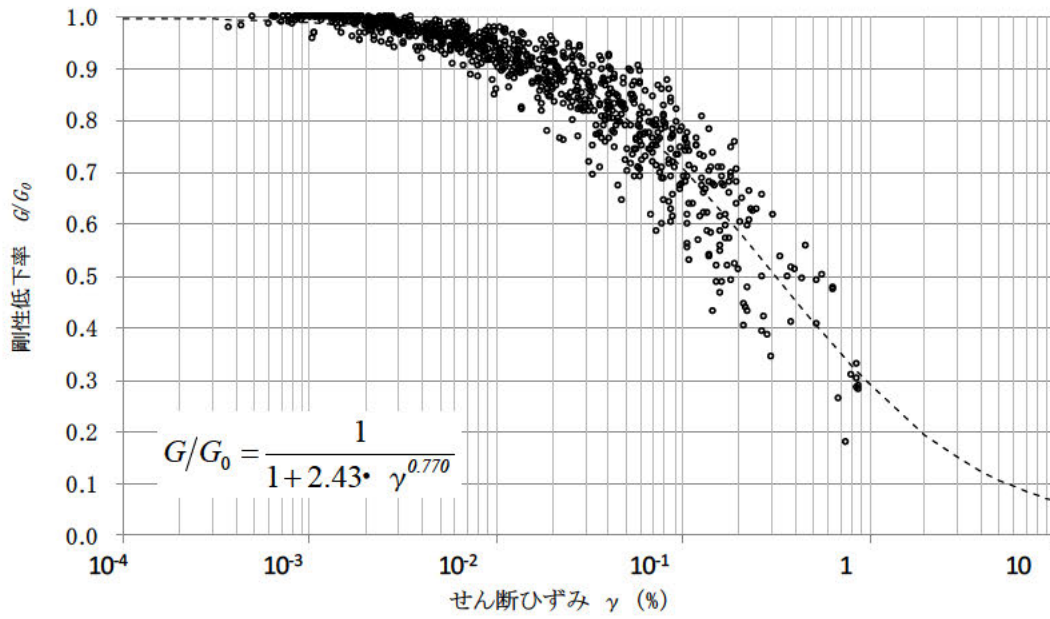


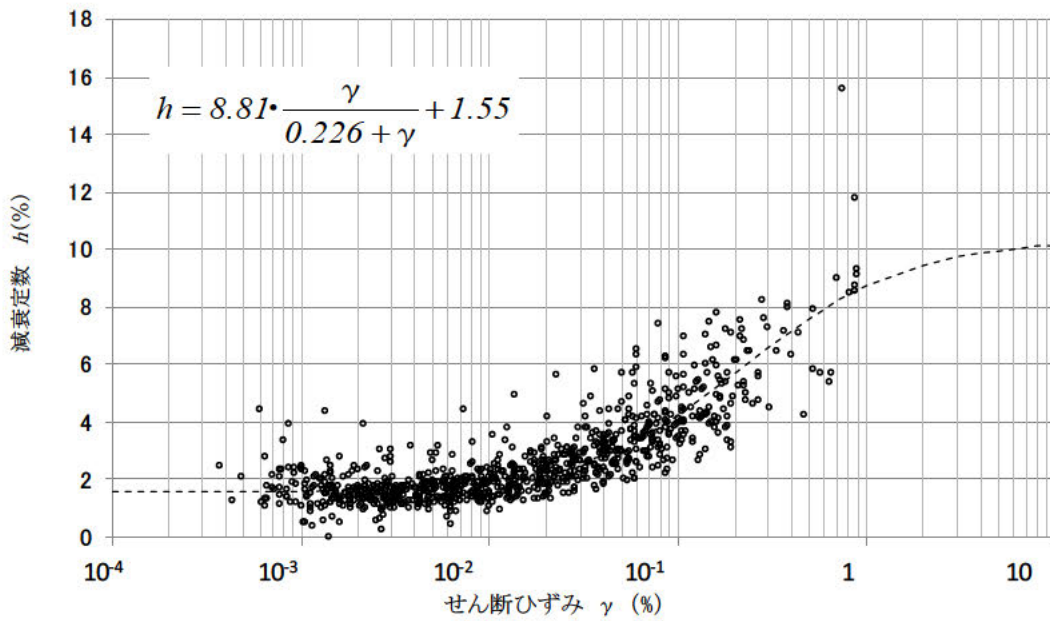
図-3-1 入力地震動算定の概要(水平方向)

表-3-1 地盤の物性値

標高 T.P. (m)	地質名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)
1.0					
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	427
-62.0		Km2	1.77	0.451	466
-92.0		Km3	1.77	0.447	515
-118.0		Km4	1.77	0.444	549
-169.0		Km5	1.77	0.440	596
-215.0		Km6	1.77	0.436	655
-261.0		Km7	1.77	0.431	711
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867



(a) 動せん断弾性係数



(b) 減衰定数

図-3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性(久米層)

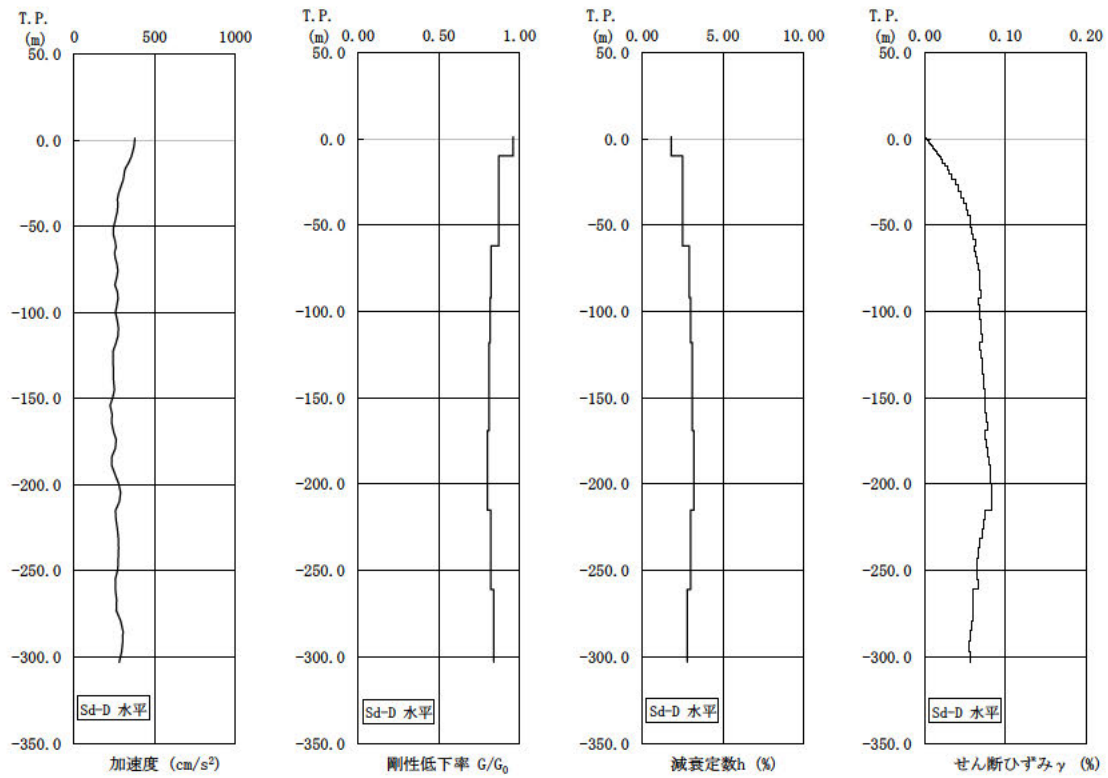


図-3-3 地盤の地震応答解析結果(水平方向、Sd-D)

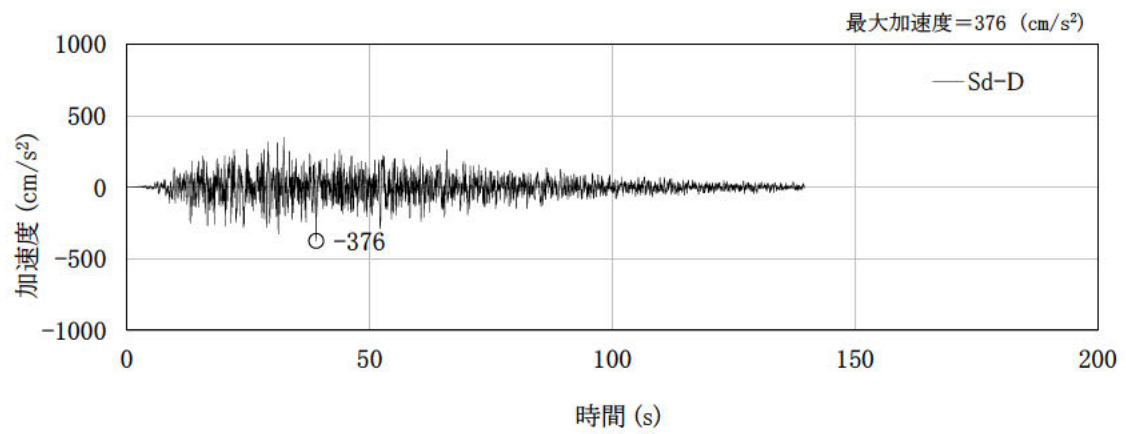


図-3-4 入力地震動の加速度時刻歴波形(水平方向、Sd-D、基礎底面位置)

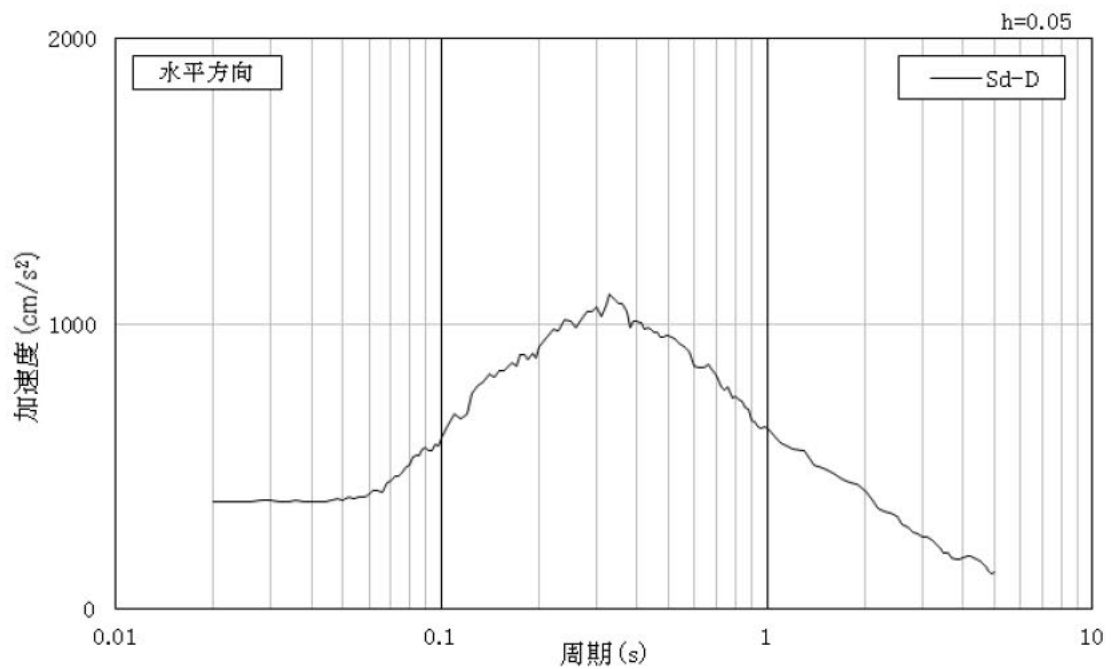


図-3-5 入力地震動の加速度応答スペクトル(水平方向、Sd-D、基礎底面位置)

3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、Sd-D を解放基盤表面に入力して次元波動論により算定した分離精製工場(MP)の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を図-3-6 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

Sd-D による地盤の地震応答解析結果を図-3-7 に、分離精製工場(MP)の基礎底面位置における鉛直方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図-3-8 及び図-3-9 に示す。

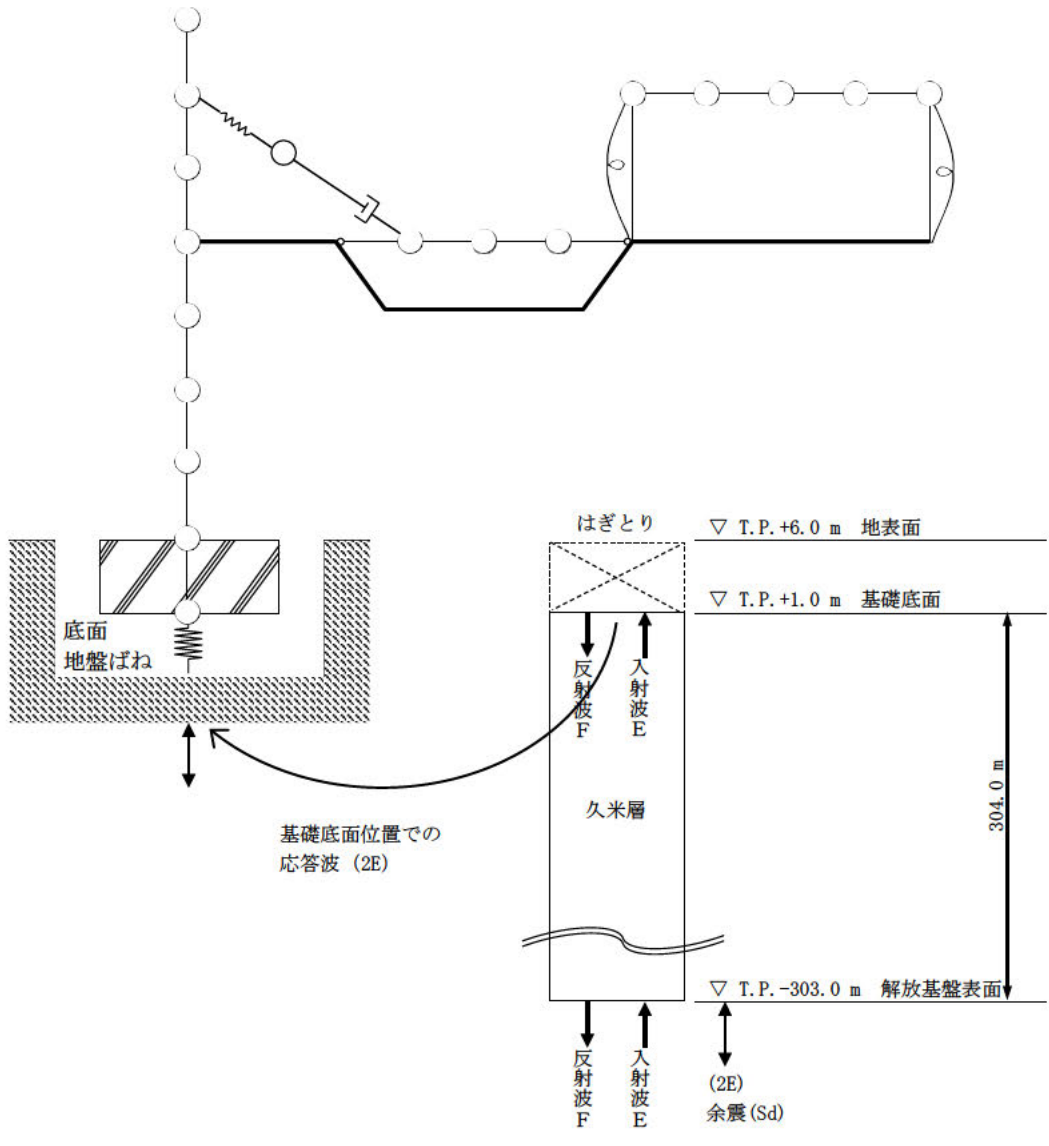
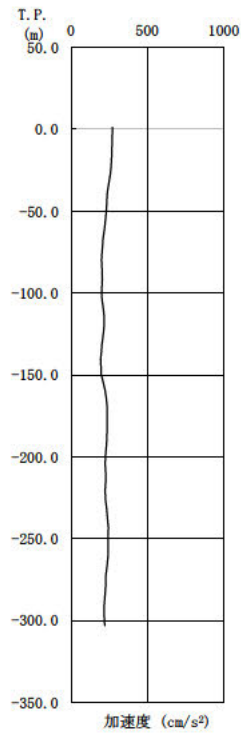


図-3-6 入力地震動算定の概要(鉛直方向)



(a) Sd-D

図-3-7 地盤の地震応答解析結果(鉛直方向、Sd-D)

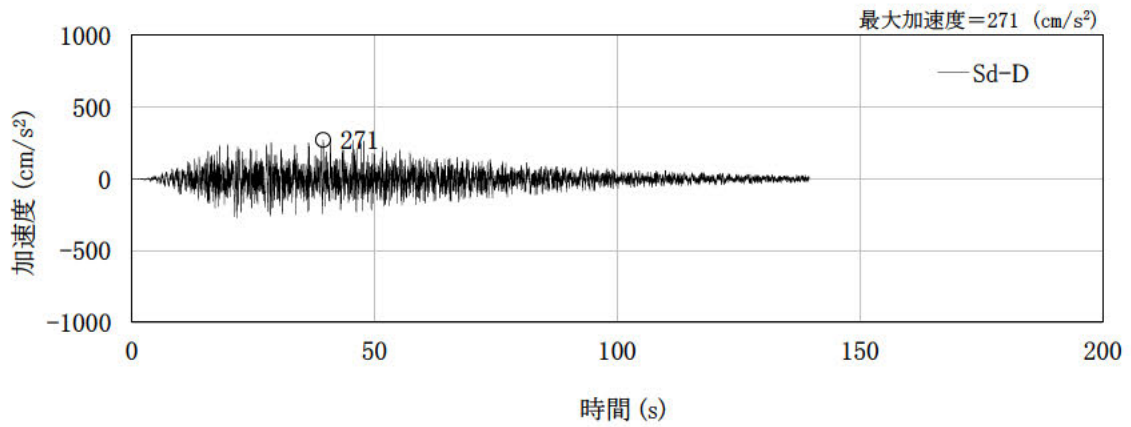


図-3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形(鉛直方向、Sd-D、基礎底面位置)

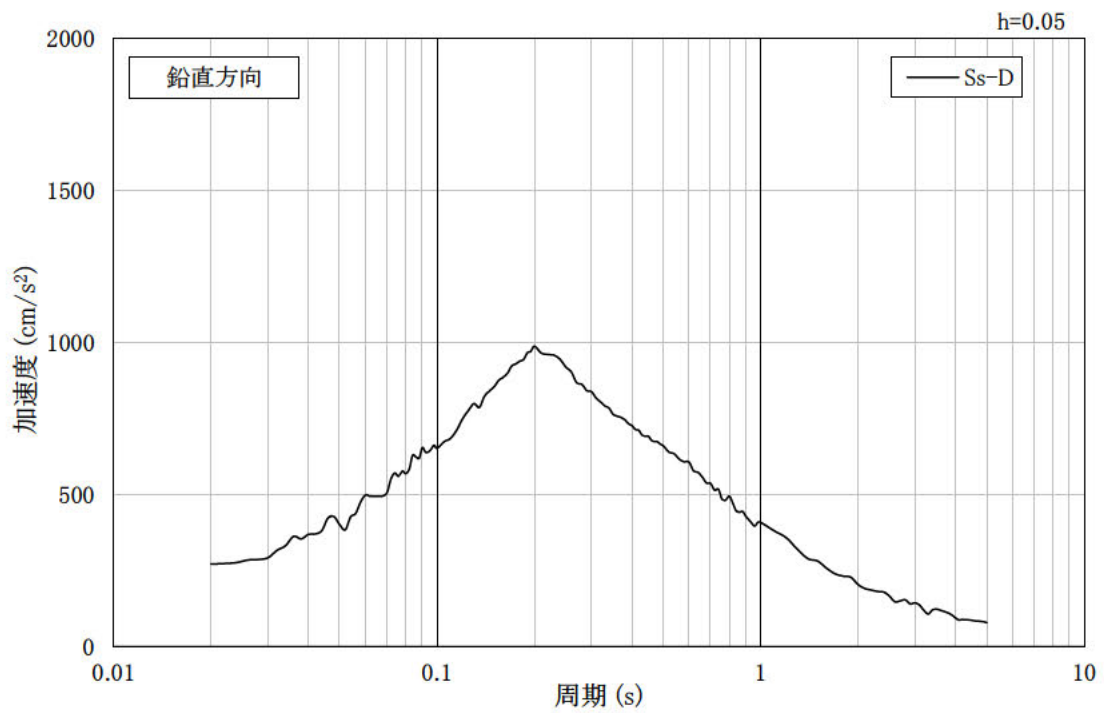


図-3-9 入力地震動の加速度応答スペクトル(鉛直方向、Ss-D、基礎底面位置)

4. 解析モデル

4.1 水平方向の解析モデル

水平方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデルとする。NS 方向は 29 通りから 15 通りが壁構造、14 通りから 8 通りがラーメン構造であり、構造種別が異なるため、2 軸モデルとする。

水平方向の解析モデルを図-4-1 及び図-4-2 に、解析モデルの諸元を表-4-1 から表-4-3 までに示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その 1)」の構造図に基づき設定する。

耐震壁のせん断の復元力特性は、図-4-3 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性は最大点指向型とする。曲げの復元力特性は、図-4-4 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性はディグレイディングトリリニア型とする。せん断及び曲げのスケルトンカーブを表-4-4 から表-4-7 までに示す。

基礎下の底面地盤ばねは、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601-1991 追補版」という。）に基づき、薄層要素法により振動数依存の複素ばねを算定し、地盤ばね定数は 0.1 Hz での実部(静的ばね値)により、減衰係数は地盤-建家連成系 1 次固有円振動数での虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾きにより、それぞれ設定する。底面地盤回転ばねは、基礎の浮き上がりを考慮する非線形ばねとする。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「SuperFLUSH/3D(株式会社構造計画研究所)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表-4-8 及び表-4-9 に、地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要を図-4-5 に、底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)を図-4-6 に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算定する。建家の減衰定数は鉄筋コンクリート部 3%、鉄骨部 2%とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「NUPP4(鹿島建設株式会社)」である。

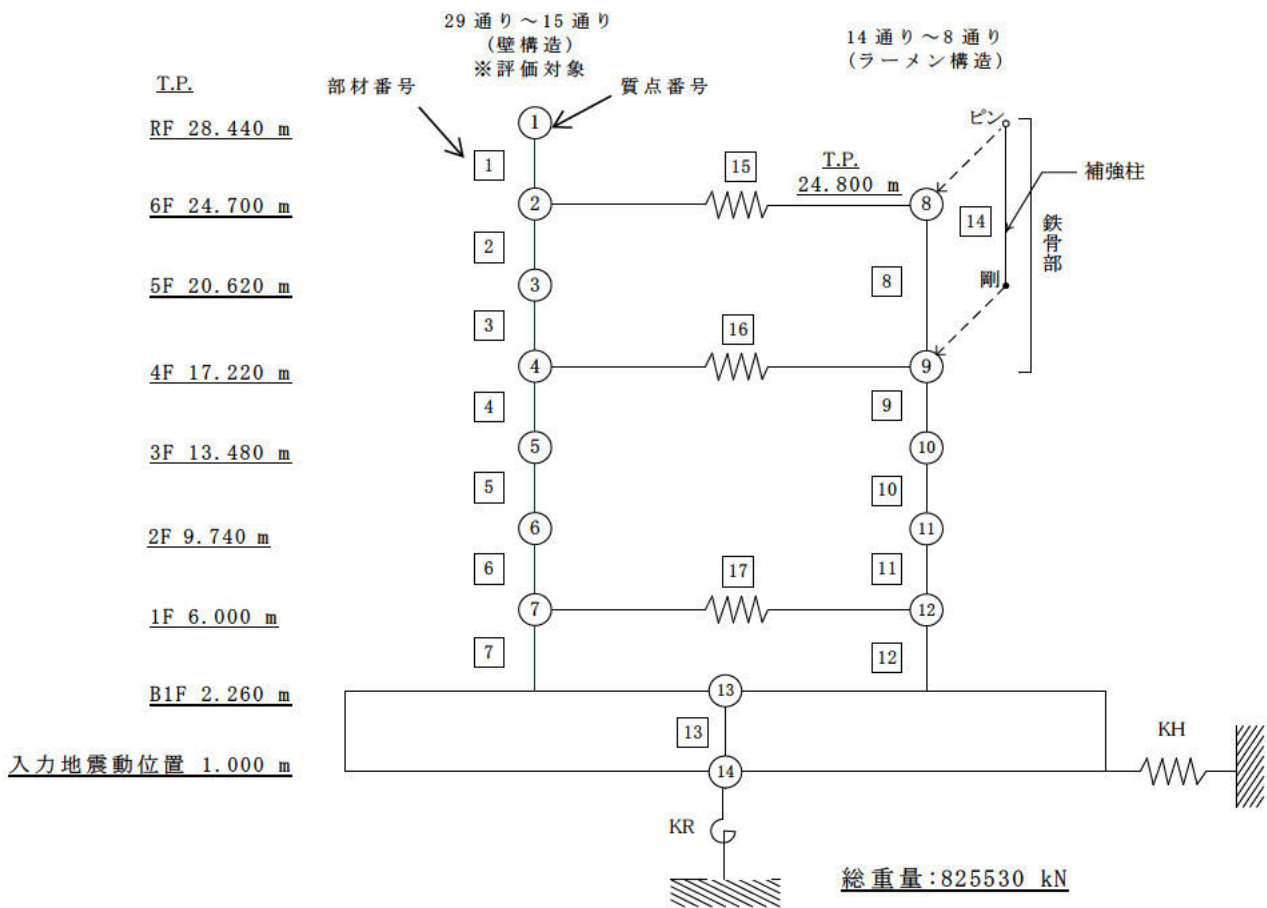
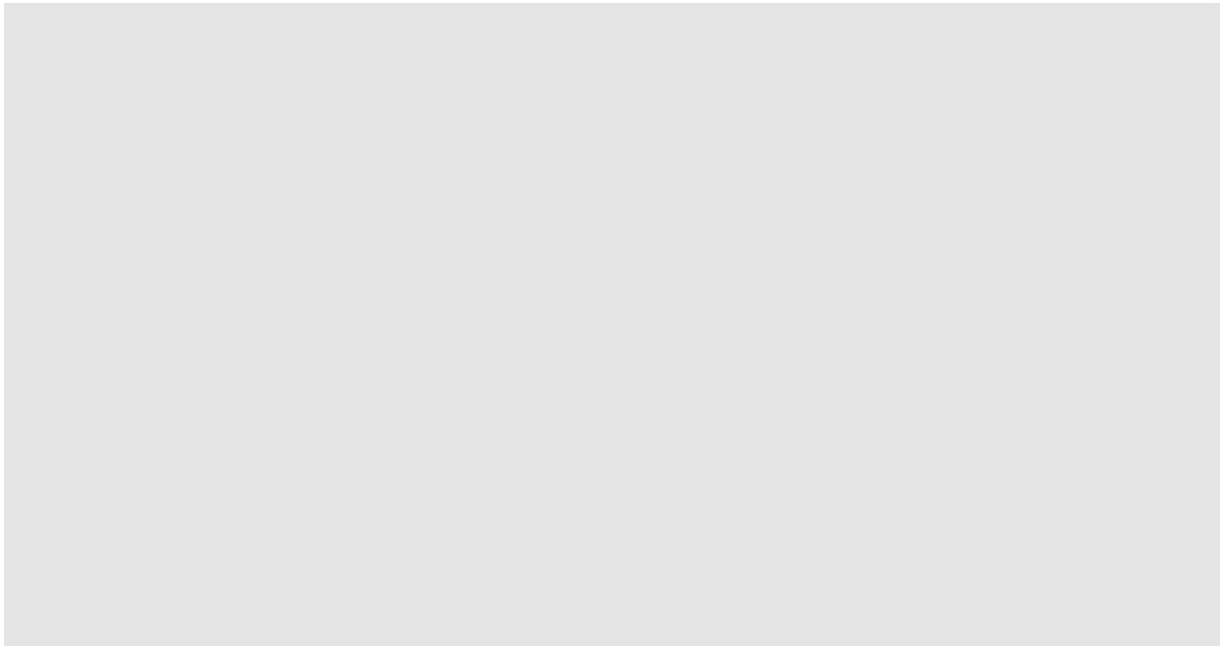


図-4-1 解析モデル(NS 方向)

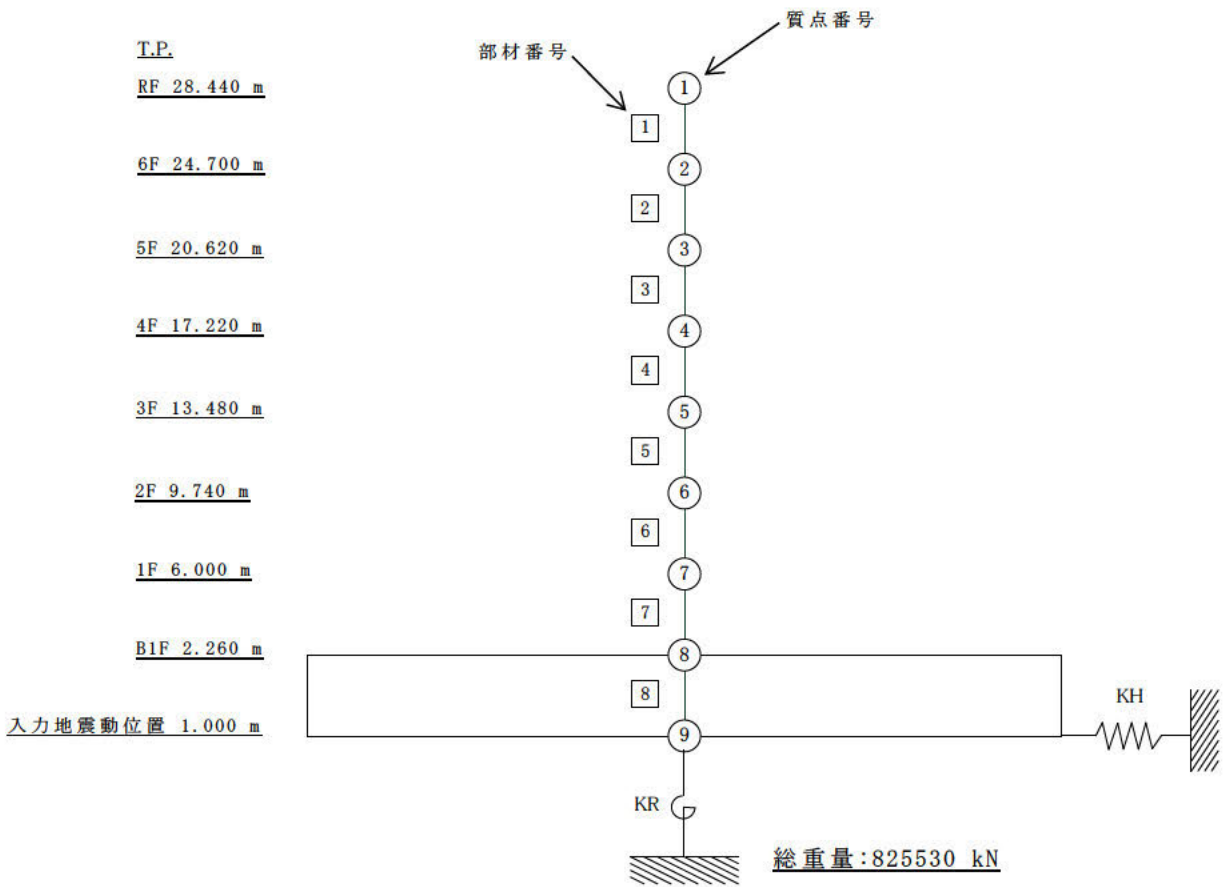
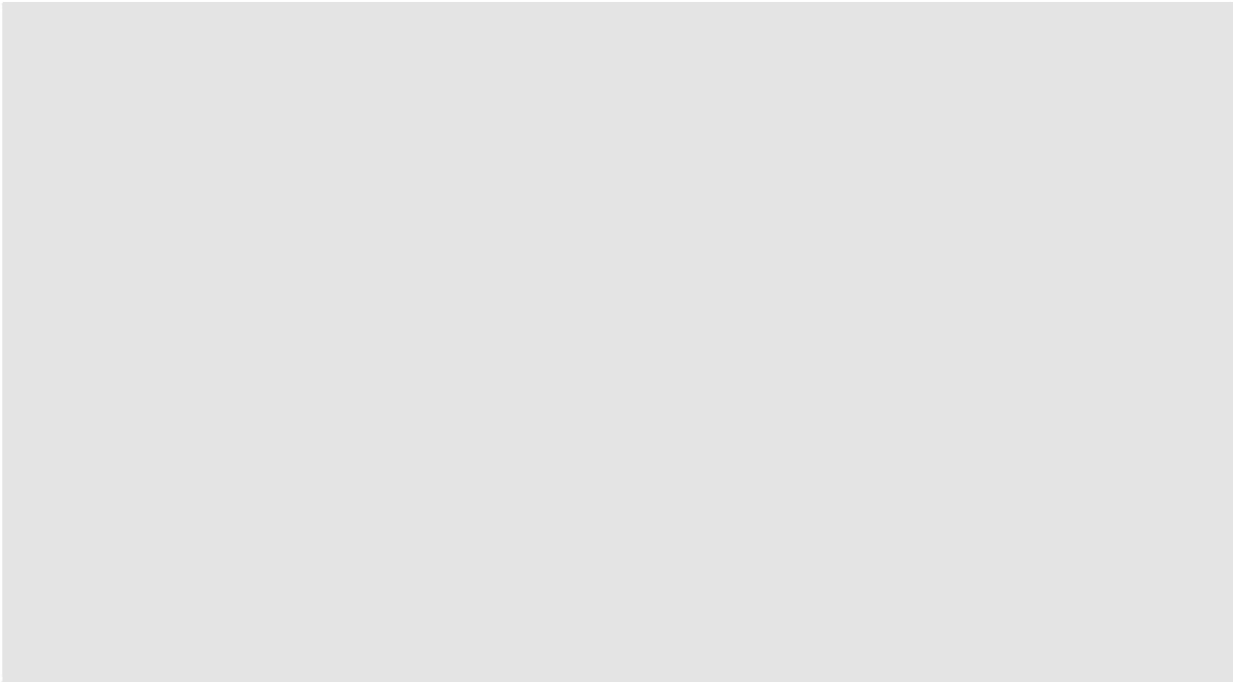


図-4-2 解析モデル(EW方向)

表-4-1 解析モデルの諸元(NS 方向)

質点 番号	高さ T. P. (m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^5$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント ($\times 10^2$ m 4)
1	28.440	28860	—	1	21.85	112.4
2	24.700	43175	—	2	40.88	224.1
3	20.620	45050	—	3	80.58	423.1
4	17.220	60640	—	4	129.3	657.0
5	13.480	82990	—	5	244.3	917.7
6	9.740	73230	—	6	331.6	1076
7	6.000	97770	—	7	392.5	1476
8	24.800	1665	—	8	0.000791 [※]	—
9	17.220	5850	—	9	15.91	2.25
10	13.480	3720	—	10	25.16	15.18
11	9.740	6170	—	11	52.4	25.71
12	6.000	11430	—	12	57.73	38.22
13	2.260	182490	—	13	4784.7	22762
14	1.000	182490	3964	14	0.102	0.0002364

※ 部材番号 8 はせん断剛性及び曲げ剛性を考慮した等価せん断断面積とする。

表-4-2 解析モデルの諸元(NS方向)(ばね要素)

部材番号	床ばね($\times 10^4$ kN/m)
15	0.210
16	7.40
17	60.5

表-4-3 解析モデルの諸元(EW方向)

質点 番号	高さ T.P. (m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^5$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント ($\times 10^2$ m 4)
1	28.440	28860	—	1	24.49	59.82
2	24.700	44840	—	2	33.02	98.51
3	20.620	45050	—	3	59.93	158.6
4	17.220	66490	—	4	133.9	339.5
5	13.480	86710	—	5	246.8	597.0
6	9.740	79400	—	6	293.4	614.4
7	6.000	109200	—	7	405.2	968.1
8	2.260	182490	—	8	4784.7	35037
9	1.000	182490	6082			

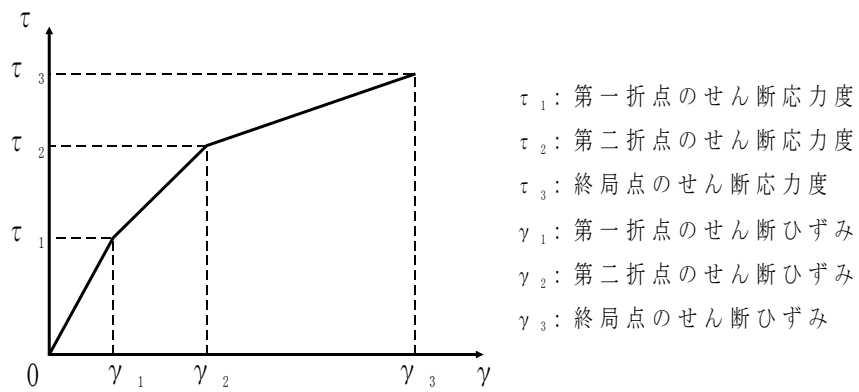


図-4-3 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係)

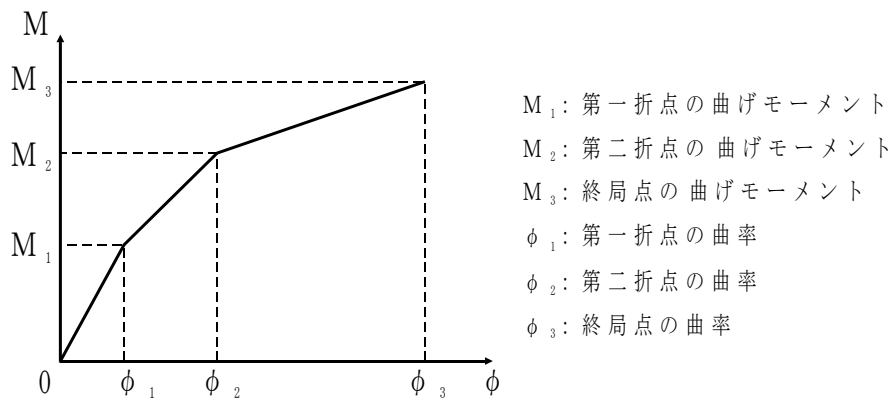


図-4-4 曲げのスケルトンカーブ (M - ϕ 関係)

表-4-4 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係、NS 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.64	0.182	2.19	0.545	2.71	4.000
2	1.86	0.206	2.40	0.619	2.69	4.000
3	1.76	0.196	2.26	0.588	2.34	4.000
4	1.85	0.205	2.30	0.616	2.56	4.000
5	1.78	0.198	2.26	0.594	2.43	4.000
6	1.73	0.192	2.21	0.576	2.36	4.000
7	1.81	0.201	2.32	0.604	2.49	4.000
9	1.93	0.215	2.14	0.347	2.68	1.819
10	1.85	0.206	2.23	0.442	2.81	2.875
11	1.56	0.174	2.11	0.521	2.69	4.000
12	1.63	0.181	2.20	0.543	2.86	4.000

表-4-5 曲げのスケルトンカーブ (M - ϕ 関係、NS 方向)

部材 番号	M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	6.82	0.28	8.65	2.90	14.24	58.03
2	20.35	0.42	29.52	2.86	43.15	57.25
3	32.03	0.35	46.97	2.55	67.82	50.92
4	45.88	0.32	75.45	2.66	123.30	53.25
5	53.20	0.27	118.20	2.57	190.20	51.41
6	70.36	0.30	133.50	2.83	209.20	56.56
7	105.60	0.33	186.50	2.85	285.20	57.01
9	0.59	1.22	0.78	15.08	1.34	264.10
10	2.33	0.71	2.87	7.49	4.93	143.50
11	5.19	0.94	6.05	9.64	10.60	192.80
12	7.48	0.91	8.84	9.07	17.35	181.30
14*	0.1584	326.85	-	-	-	-

※ 部材番号 14 の鉄骨部の復元力特性はバイリニアとする。

表-4-6 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係、EW 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.60	0.178	2.17	0.535	2.84	4.00
2	1.80	0.200	2.44	0.601	2.83	4.00
3	1.85	0.206	2.35	0.617	2.53	4.00
4	1.85	0.206	2.29	0.618	2.53	4.00
5	1.80	0.200	2.27	0.600	2.42	4.00
6	1.86	0.207	2.28	0.622	2.38	4.00
7	1.85	0.205	2.33	0.616	2.41	4.00

表-4-7 曲げのスケルトンカーブ (M- ϕ 関係、EW 方向)

部材 番号	M ₁ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M ₂ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M ₃ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	5.42	0.42	7.21	4.22	12.20	84.48
2	10.60	0.50	13.49	4.13	21.91	82.67
3	18.15	0.53	24.82	4.04	36.87	80.75
4	35.13	0.48	58.78	3.82	91.30	76.45
5	60.04	0.47	95.60	3.72	148.90	74.48
6	63.34	0.48	110.60	3.88	168.80	77.63
7	93.29	0.45	146.00	3.66	224.30	73.13

表-4-8 地盤ばね定数及び減衰係数(NS 方向、Sd-D)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Sd-D	底面	水平	KH	9.976×10^7	5.106×10^6
		回転	KR	1.788×10^{11}	4.870×10^9

表-4-9 地盤ばね定数及び減衰係数(EW 方向、Sd-D)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Sd-D	底面	水平	KH	9.814×10^7	5.318×10^6
		回転	KR	2.655×10^{11}	8.471×10^9

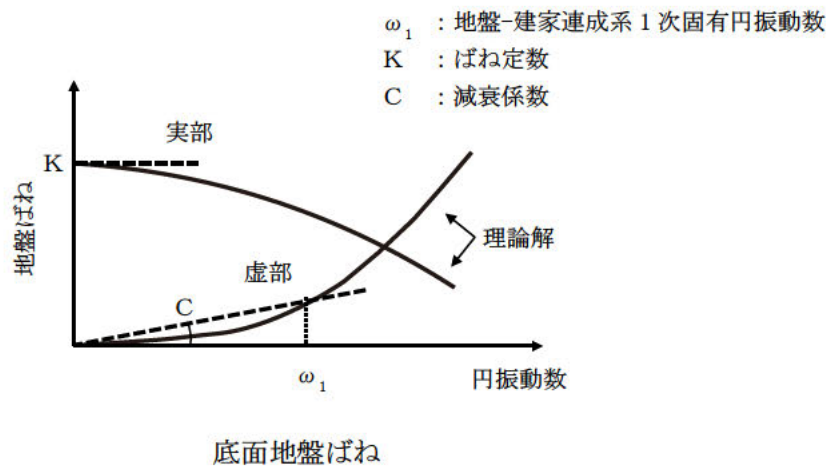


図-4-5 地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要

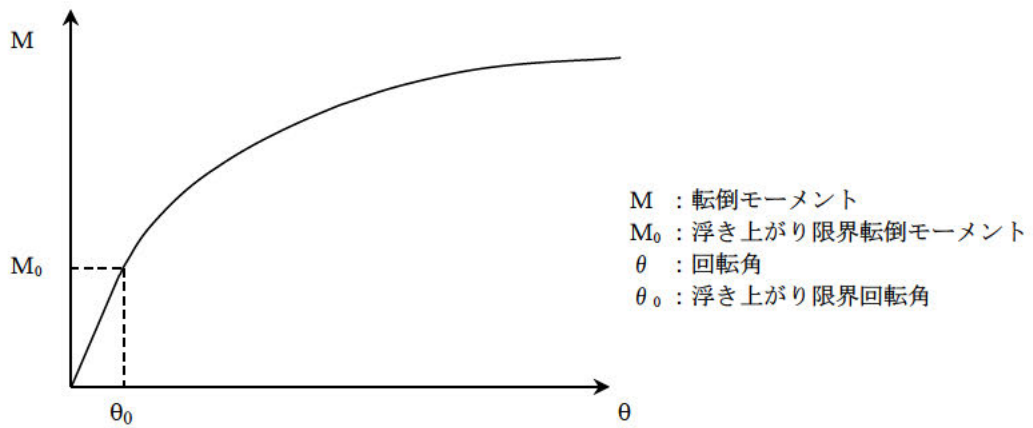


図-4-6 底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)

4.2 鉛直方向の解析モデル

鉛直方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデルとする。建家部分は質点を水平及び鉛直方向のばね等で連結しモデル化する。鉛直方向の解析モデルを図-4-7に、解析モデルの諸元を表-4-10及び表-4-11に示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(その1)」の構造図に基づき設定し、設置されているダンパー付き鋼管を考慮する。解析モデル(ダンパーつき鋼管部)の諸元を表-4-12に示す。

基礎下の底面地盤ばねは、JEAG4601-1991 追補版に基づき、薄層要素法により算定する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「SuperFLUSH/3D(株式会社構造計画研究所)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表-4-13に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算出する。建家の減衰定数は鉄筋コンクリート部 3%、鉄骨部 2%とする。

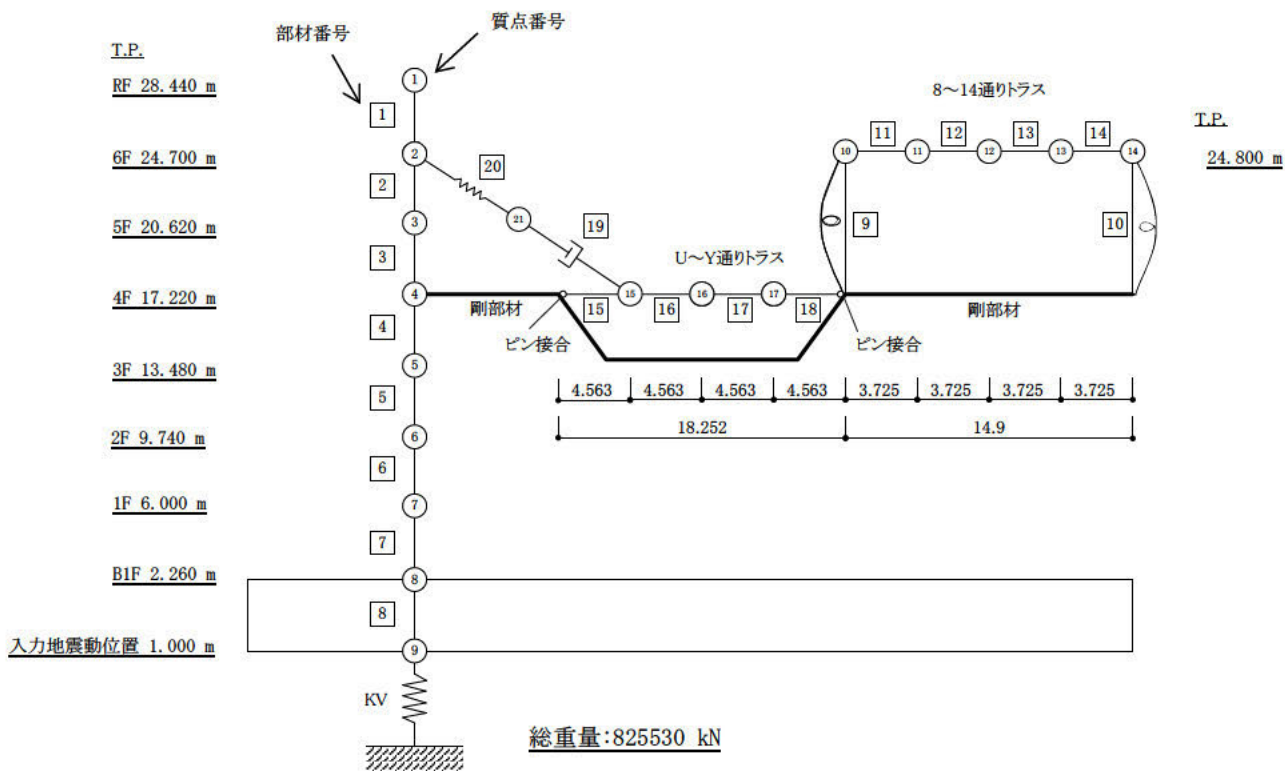


図-4-7 解析モデル(鉛直方向)

表-4-10 解析モデルの諸元(鉛直方向)

質点 番号	高さ T.P. (m)	重量 (kN)	部材 番号	軸ばね ($\times 10^{10}$ N/m)	せん断 断面積 (cm^2)	断面二次 モーメント ($\times 10^6$ cm^4)
1	28.440	28860	1	49.42	—	—
2	24.700	43611	2	53.17	—	—
3	20.620	45050	3	115.77	—	—
4	17.220	66022	4	169.00	—	—
5	13.480	86710	5	262.81	—	—
6	9.740	79400	6	360.15	—	—
7	6.000	109200	7	426.86	—	—
8	2.260	182490	8	8164.30	—	—
9	1.000	182490	11	—	56.17	0.861
10	24.800	336	12	—	47.46	0.861
11	24.800	179	13	—	47.46	0.861
12	24.800	179	14	—	56.17	0.861
13	24.800	179	15	—	53.90	0.955
14	24.800	336	16	—	37.20	0.955
15	17.220	156	17	—	37.20	0.955
16	17.220	156	18	—	53.90	0.955
17	17.220	156				
21	20.620	20				

表-4-11 解析モデルの諸元(鉛直方向)(ばね要素)

部材 番号	軸ばね (N/m)	回転ばね (N・m/rad)
9	2.75×10^9	2.352×10^8
10	2.75×10^9	2.352×10^8

表-4-12 解析モデルの諸元(ダンパーつき鋼管部)

部材 番号	減衰係数、軸ばね (N・s/m、N/m)	備考
19	1.0×10^6	減衰係数
20	1.25×10^8	軸ばね

表-4-13 地盤ばね定数及び減衰係数(鉛直方向、Sd-D)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (kN/m)	減衰係数 C (kN・s/m)
	位置	成分	記号		
Sd-D	底面	鉛直	KV	1.389×10^8	1.188×10^7

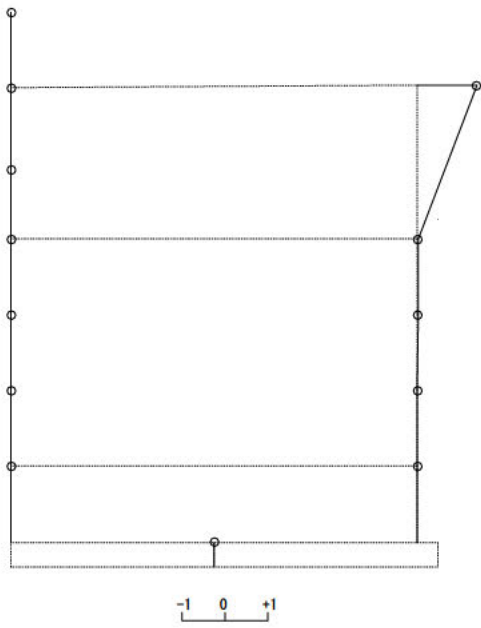
5. 解析結果

5.1 固有値解析結果

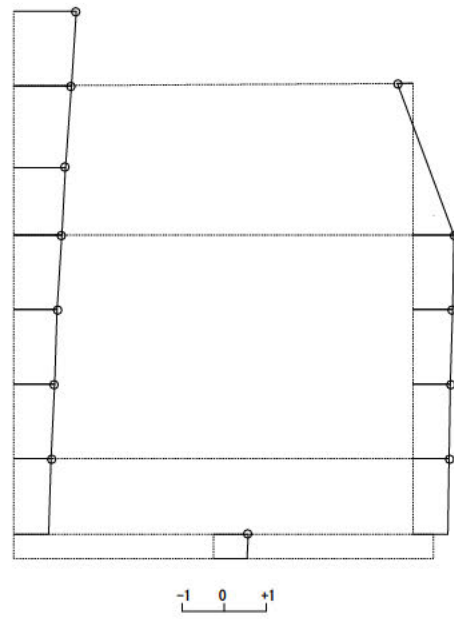
解析モデルの固有値解析結果を表-5-1 に示す。Sd-D による刺激関数を図-5-1 から図-5-8 までに示す。

表-5-1 固有値解析結果(Sd-D)

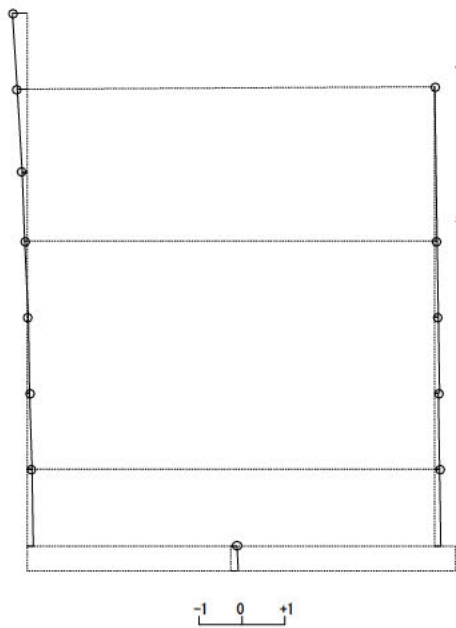
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.398	2.51	1.349	
	2	0.199	5.02	1.484	全体1次
	3	0.103	9.66	-0.382	
	4	0.077	12.92	-0.178	
	5	0.050	20.05	0.058	
	6	0.044	22.58	-0.163	
	7	0.032	30.99	0.036	
	8	0.025	39.70	0.017	
EW	1	0.202	4.956	1.524	全体1次
	2	0.104	9.571	-0.415	
	3	0.084	11.85	-0.188	
	4	0.047	21.32	0.106	
	5	0.033	30.23	-0.036	
	6	0.027	37.39	0.021	
	7	0.021	48.54	0.011	
	8	0.016	61.10	0.006	
UD	1	0.304	3.29	1.676	
	2	0.210	4.76	2.866	
	3	0.157	6.36	-1.913	全体1次
	4	0.096	10.43	0.000	
	5	0.080	12.51	0.000	
	6	0.062	16.12	0.052	
	7	0.053	18.88	0.053	
	8	0.036	27.92	-0.180	



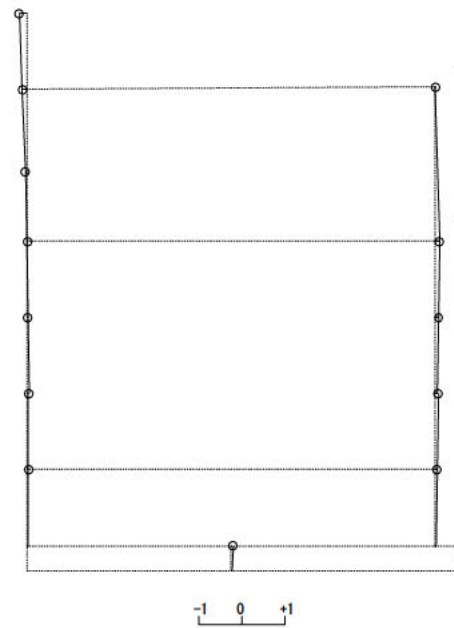
(1次)



(2次)

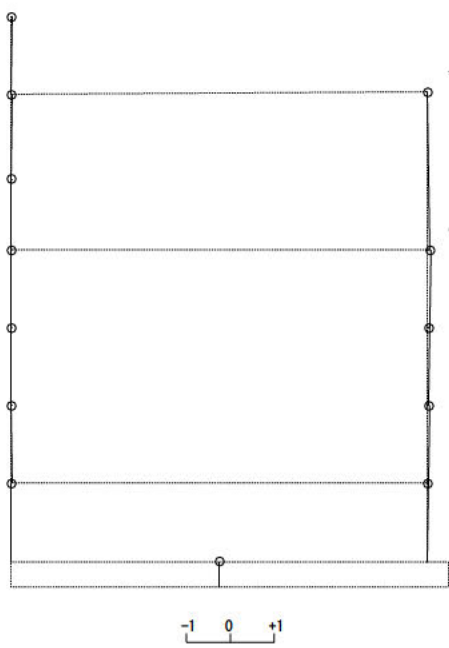


(3次)

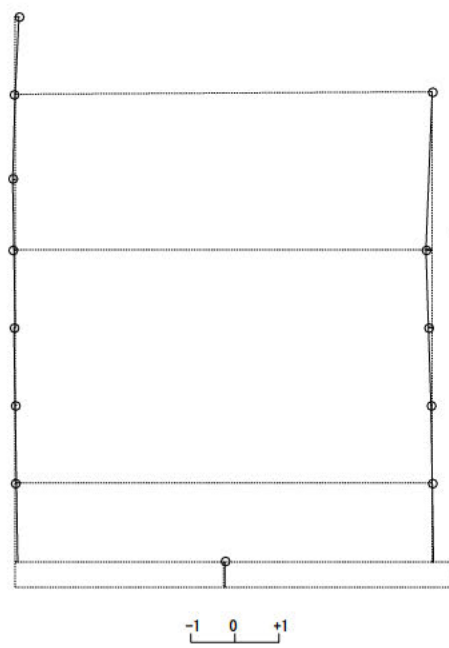


(4次)

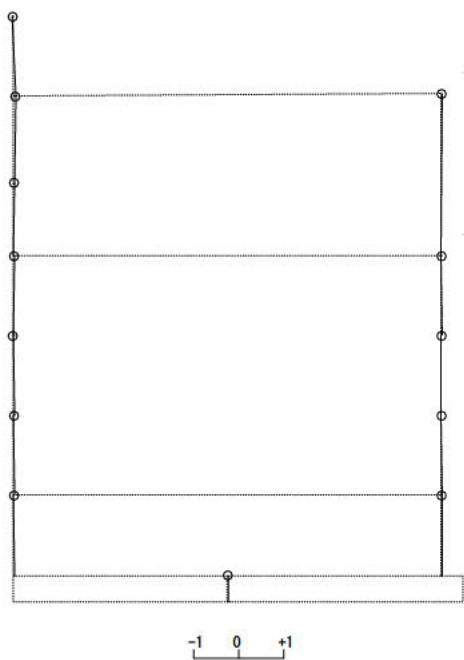
図-5-1 刺激関数(NS方向、Sd-D、1~4次)



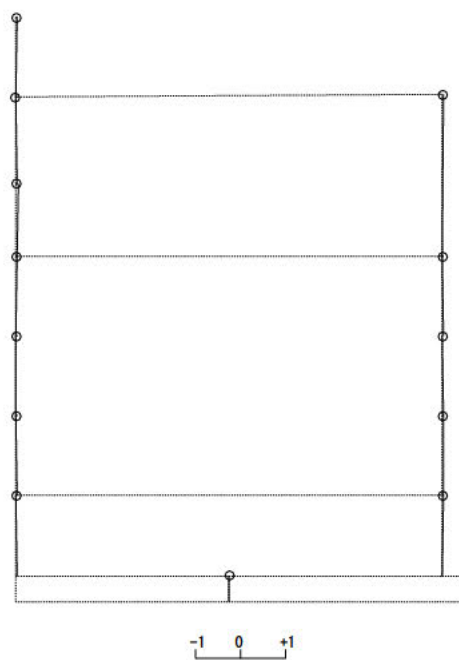
(5次)



(6次)

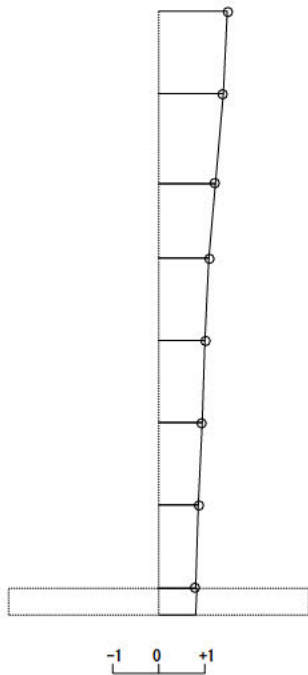


(7次)

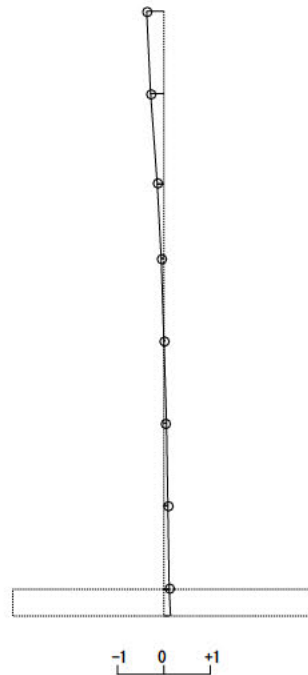


(8次)

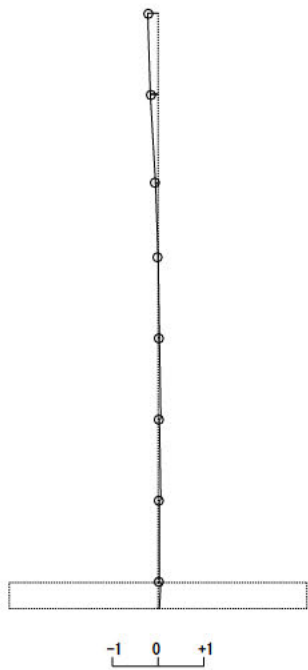
図-5-2 刺激関数(NS方向、Sd-D、5~8次)



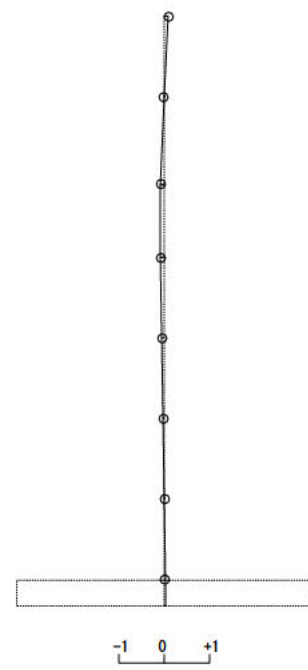
(1次)



(2次)

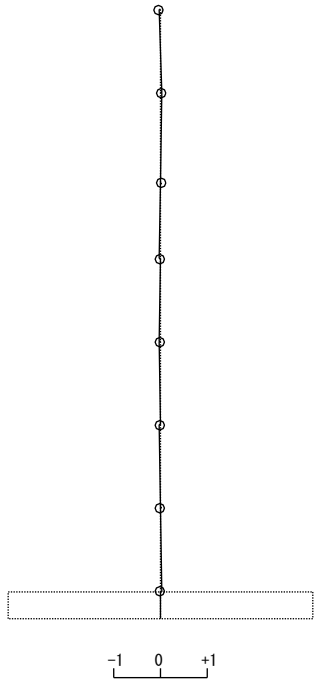


(3次)

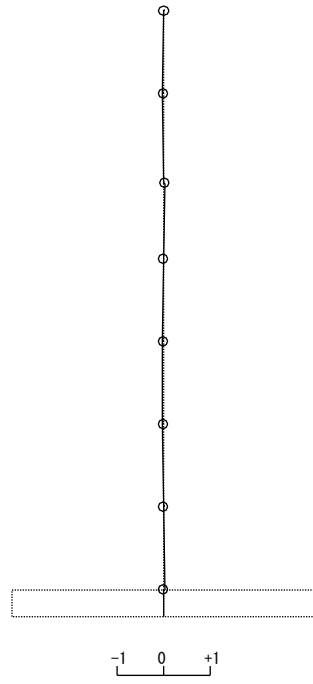


(4次)

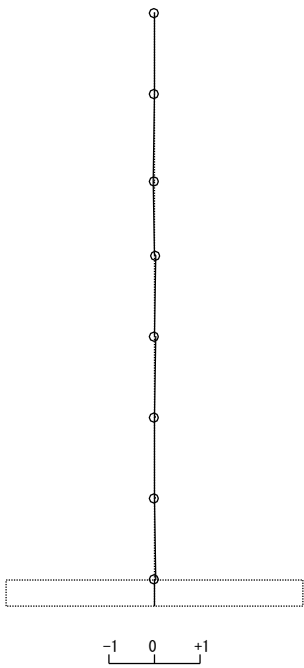
図-5-3 刺激関数(EW方向、Sd-D、1~4次)



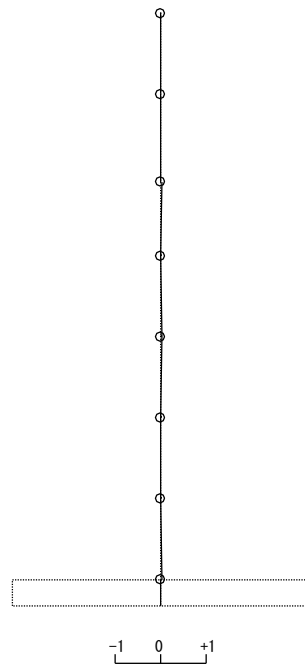
(5次)



(6次)

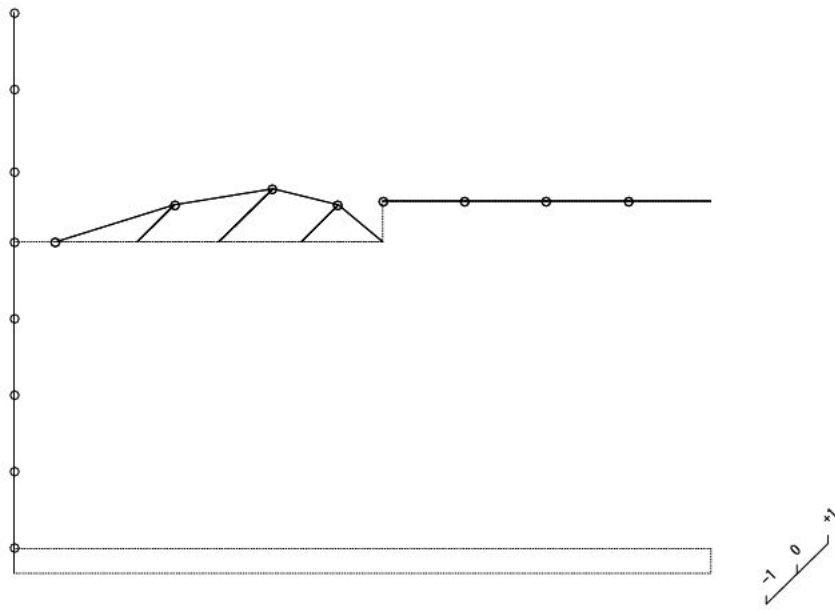


(7次)

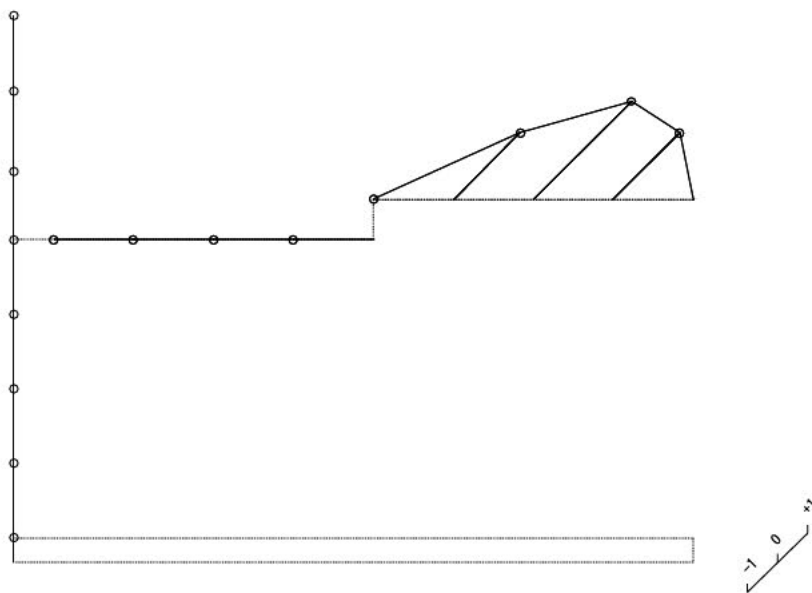


(8次)

図-5-4 刺激関数(EW方向、Sd-D、5~8次)

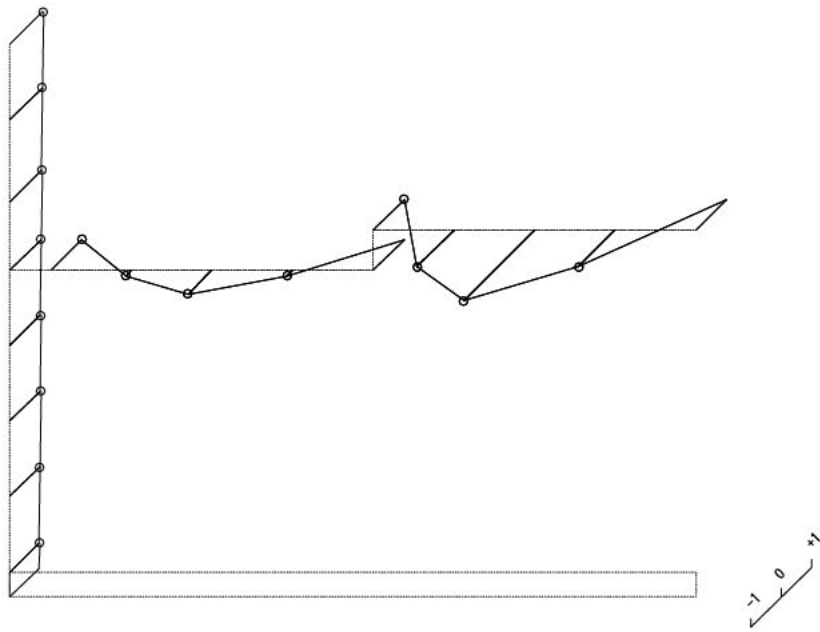


(1次)

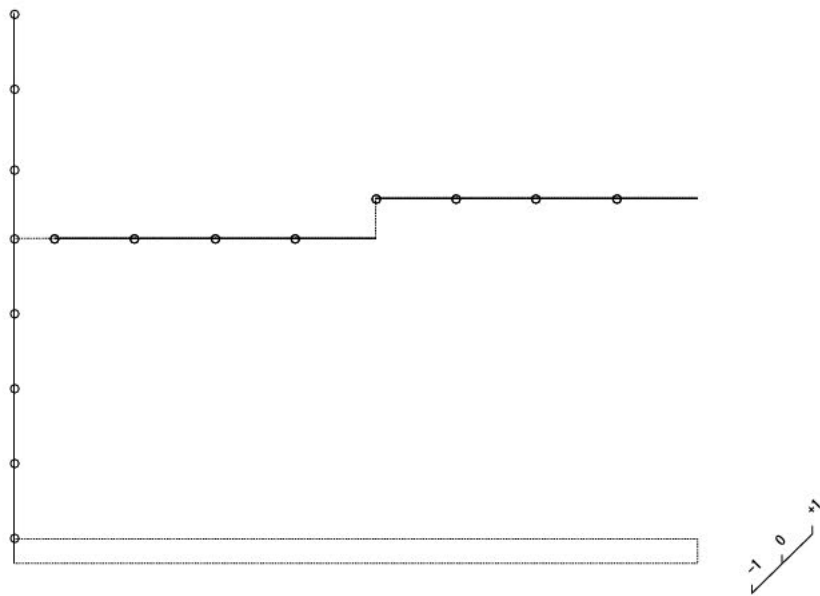


(2次)

図-5-5 刺激関数(UD方向、Sd-D、1~2次)

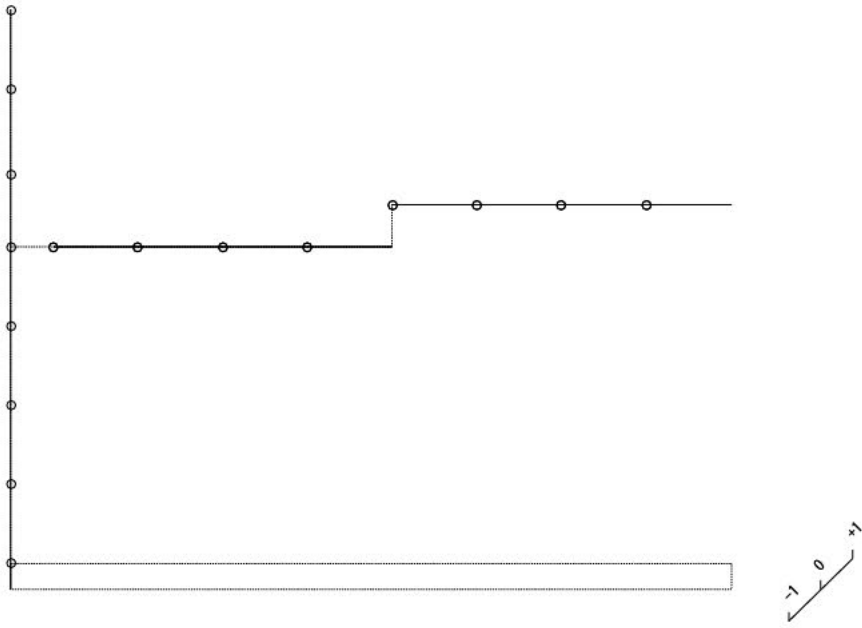


(3次)

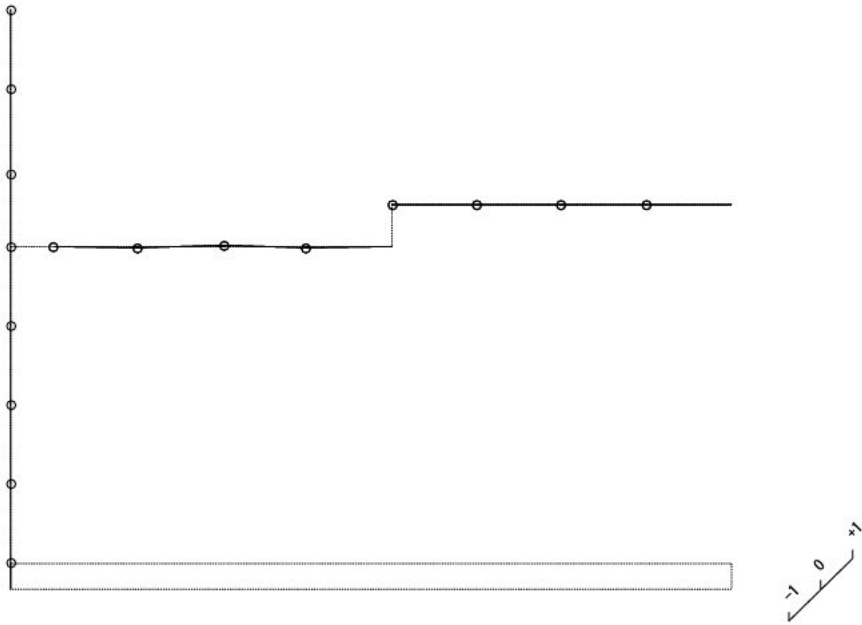


(4次)

図-5-6 刺激関数(UD方向、Sd-D、3~4次)

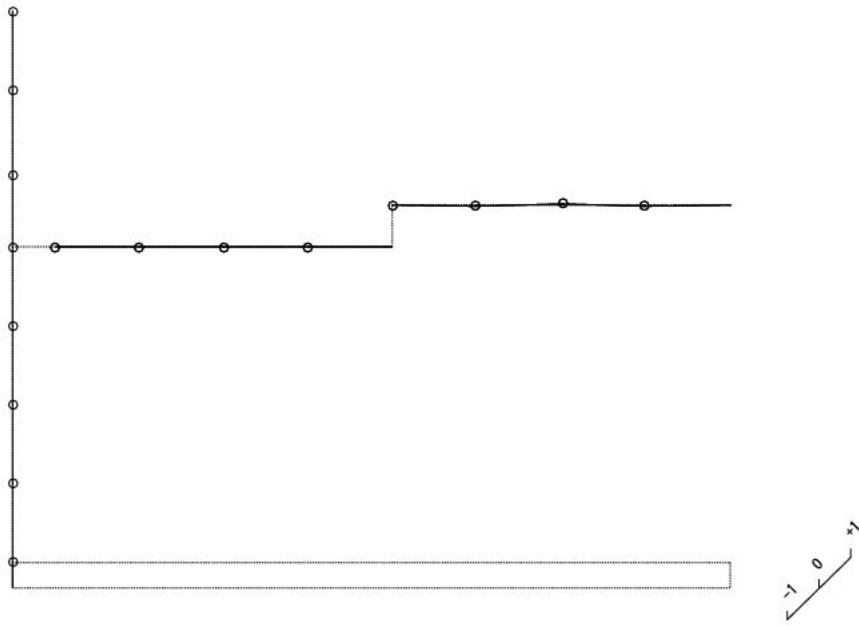


(5 次)

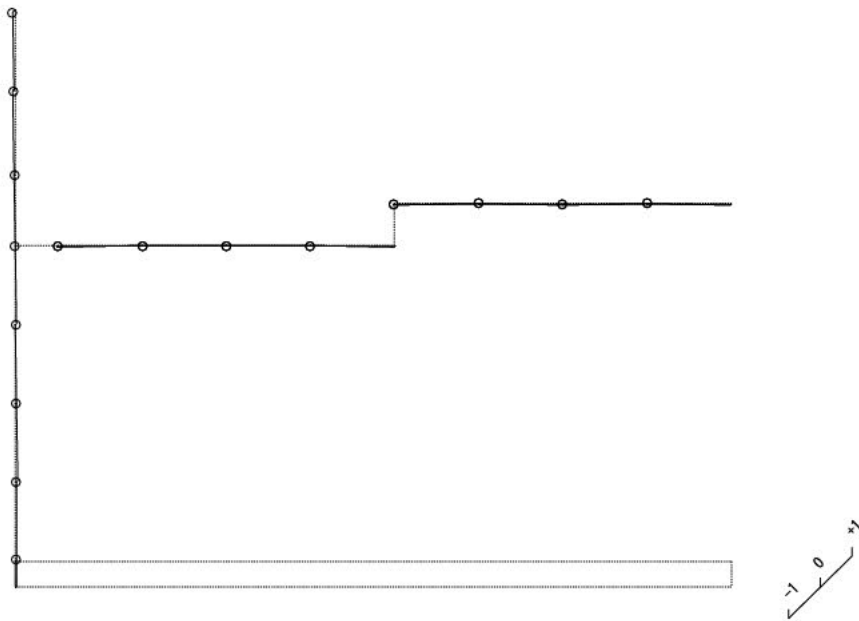


(6 次)

図-5-7 刺激関数(UD 方向、Sd-D、5~6 次)



(7次)

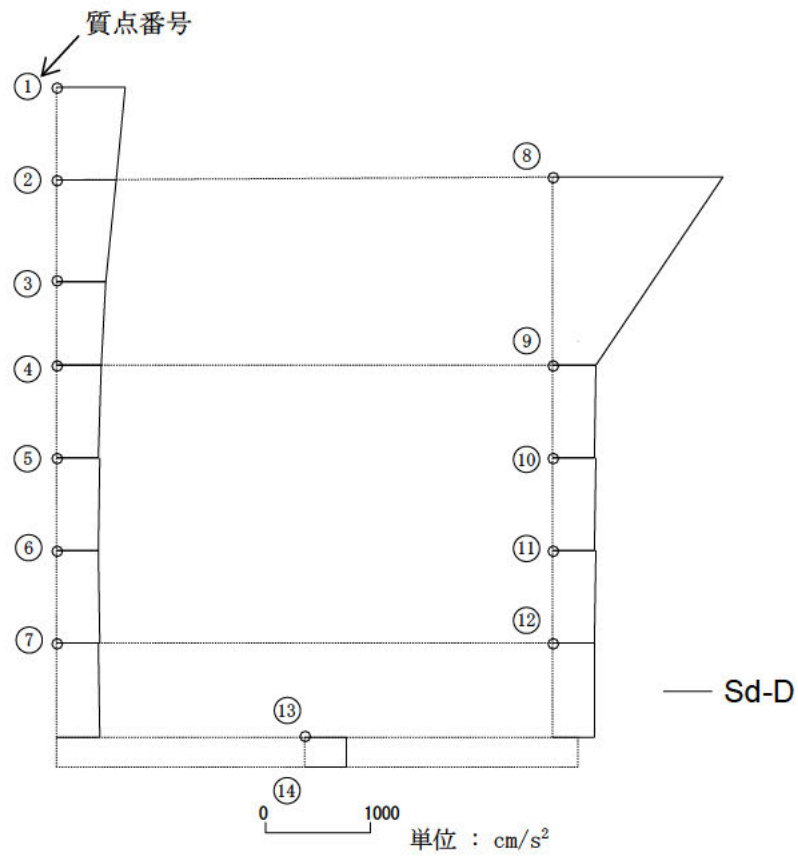


(8次)

図-5-8 刺激関数(UD方向、Sd-D、7~8次)

5.2 地震応答解析結果

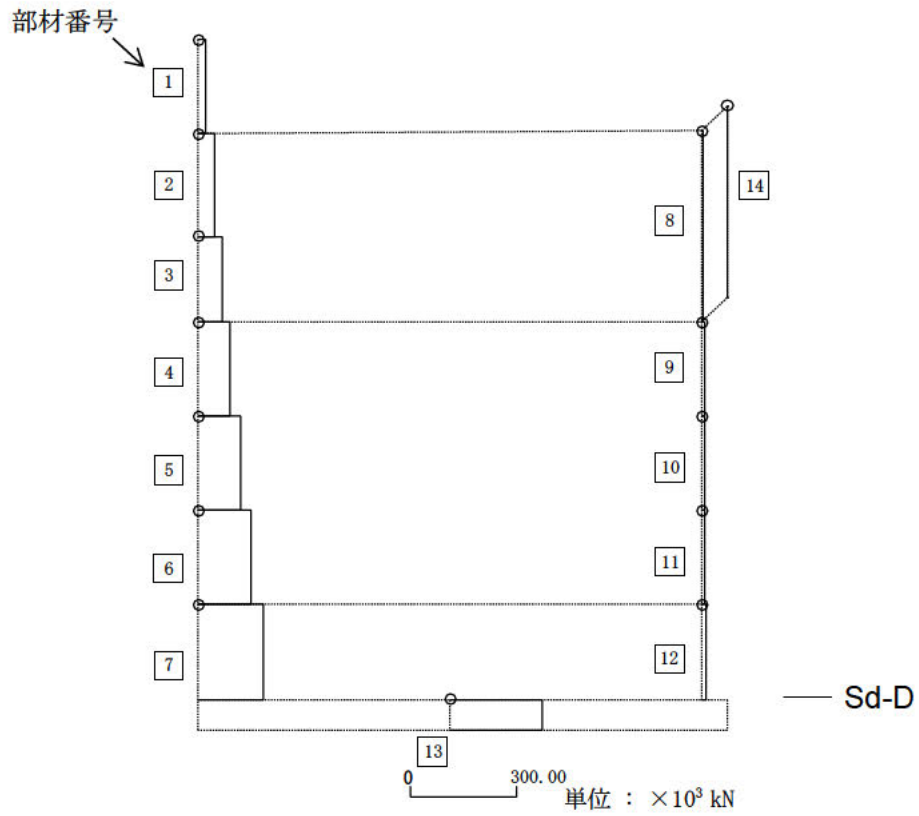
Sd-Dによる水平方向の最大応答加速度、最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図-5-9から図-5-14までに、鉛直方向の最大応答加速度及び最大応答軸力を図-5-15及び図-5-16に示す。また、せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値は、図-5-17から図-5-19までに示すとおり、弾性範囲内にある。



単位 : cm/s²

質点	Sd-D
1	655
2	563
3	462
4	424
5	399
6	388
7	391
8	1622
9	405
10	400
11	397
12	395
13	394
14	394

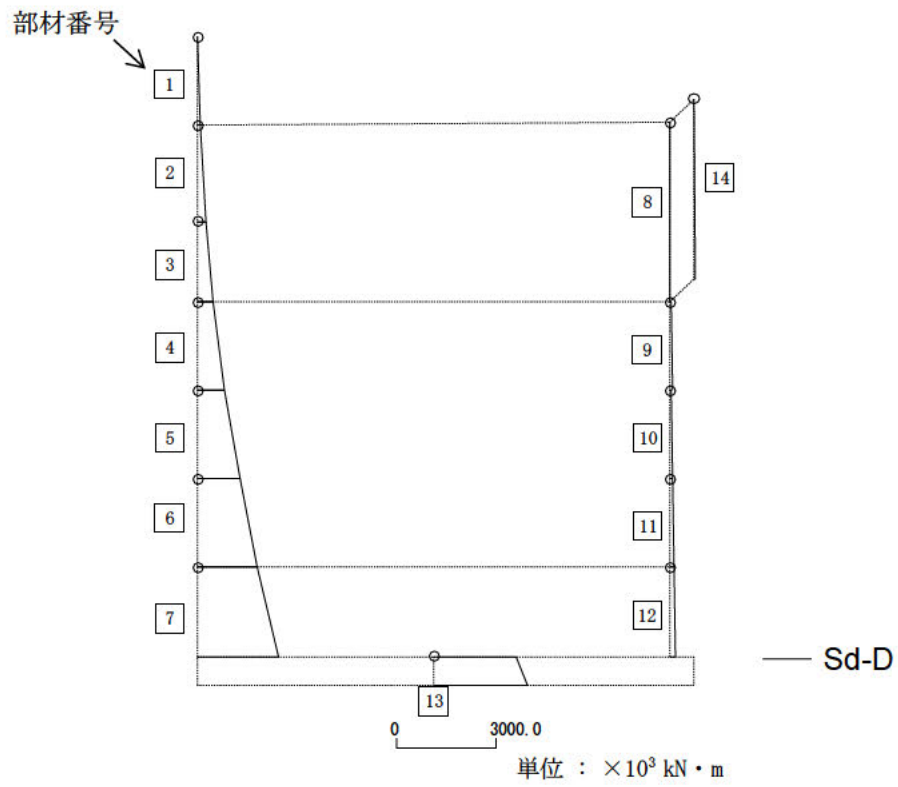
図-5-9 最大応答加速度 (Sd-D、NS 方向)



単位： $\times 10^3$ kN

部材	Sd-D
1	19.34
2	44.14
3	65.07
4	89.68
5	119.45
6	147.60
7	183.96
8	0.53
9	4.97
10	6.42
11	8.73
12	12.96
13	260.61
14	2.09

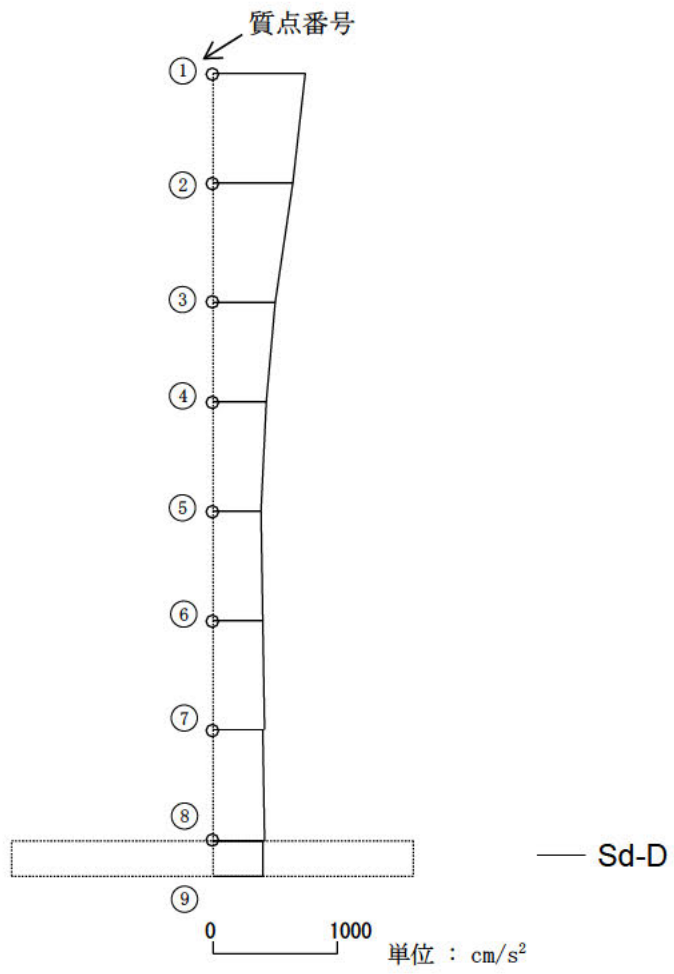
図-5-10 最大応答せん断力 (Sd-D、NS 方向)



単位： $\times 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

部材	Sd-D
1	0.0 72.3
2	72.3 252.4
3	252.4 473.4
4	473.4 807.7
5	807.7 1252.1
6	1252.1 1785.6
7	1785.6 2427.5
8	0.0 4.0
9	19.8 38.2
10	38.2 62.1
11	62.1 94.7
12	94.7 143.0
13	2487.1 2811.8
14	0.0 15.8

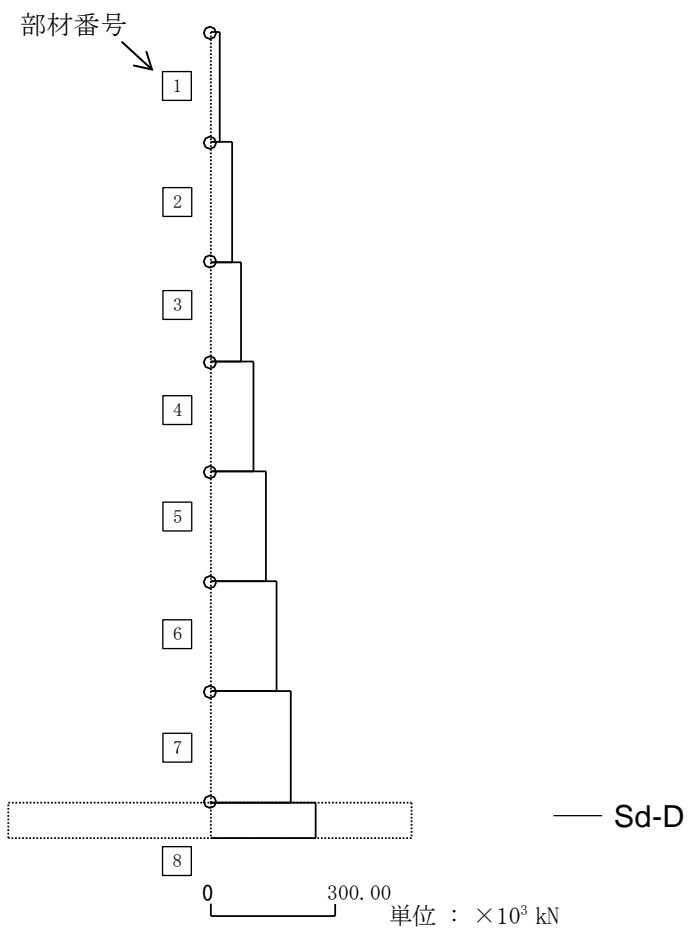
図-5-11 最大応答曲げモーメント (Sd-D、NS 方向)



単位 : cm/s^2

質点	Sd-D
1	751
2	653
3	510
4	428
5	399
6	402
7	405
8	407
9	407

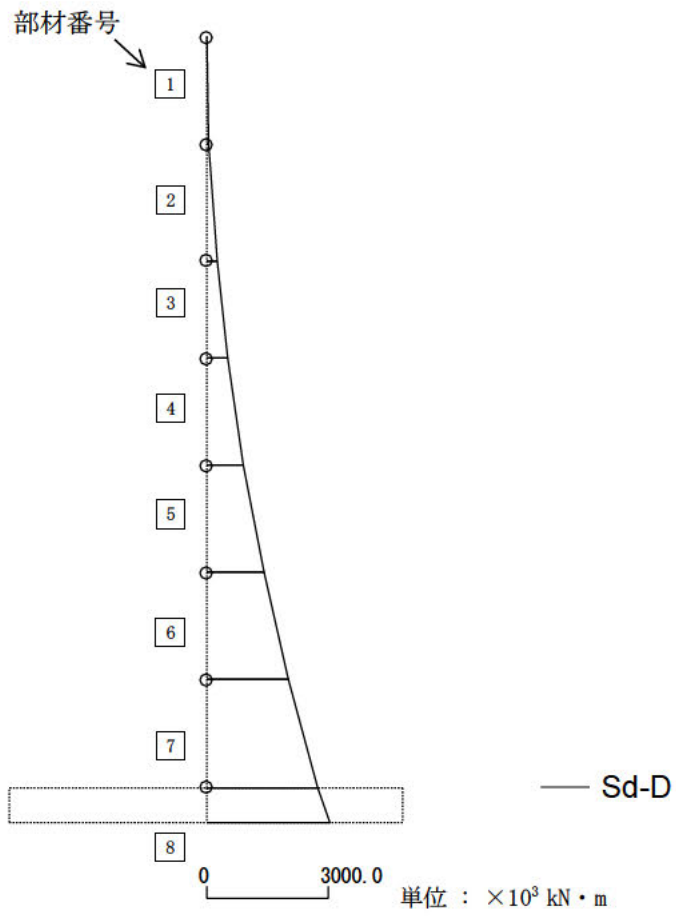
図-5-12 最大応答加速度 (Sd-D、EW 方向)



単位 : $\times 10^3$ kN

部材	Sd-D
1	22.11
2	51.97
3	74.91
4	102.99
5	134.80
6	160.87
7	192.69
8	255.72

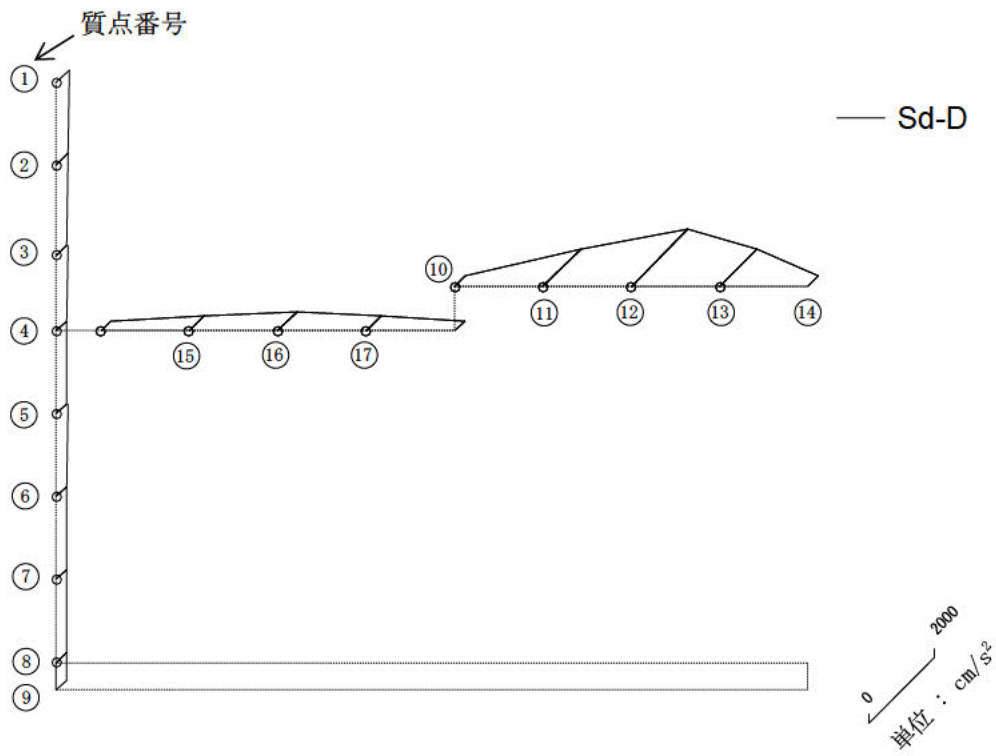
図-5-13 最大応答せん断力 (Sd-D、EW 方向)



単位 : $\times 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

部材	Sd-D
1	0.0 82.7
2	82.7 294.7
3	294.7 549.0
4	549.0 932.4
5	932.4 1433.5
6	1433.5 2031.8
7	2031.8 2748.5
8	2748.5 3049.8

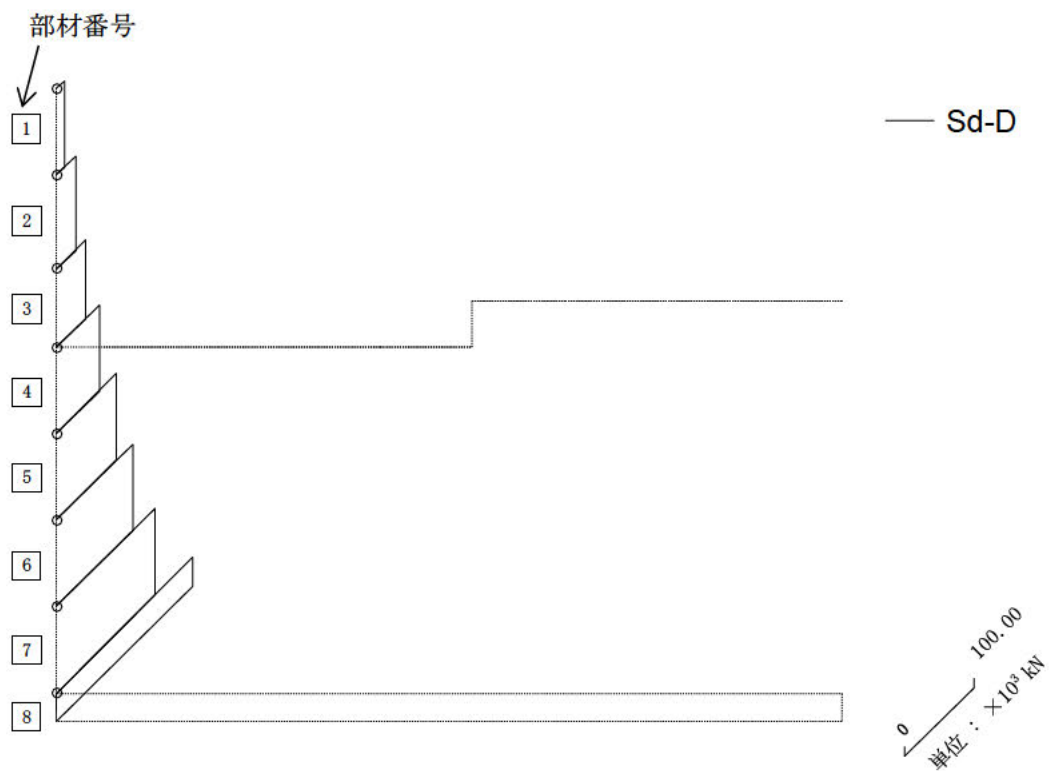
図-5-14 最大応答曲げモーメント (Sd-D、EW 方向)



単位: cm/s^2

質点	Sd-D
1	374
2	354
3	320
4	308
5	302
6	299
7	298
8	297
9	296
10	316
11	1143
12	1722
13	1143
14	316
15	441
16	582
17	463

図-5-15 最大応答加速度 (Sd-D、UD 方向)



単位： $\times 10^3$ kN

部材	Sd-D
1	11.00
2	26.66
3	41.21
4	60.98
5	86.95
6	110.73
7	143.08
8	196.69

図-5-16 最大応答軸力 (Sd-D、UD 方向)

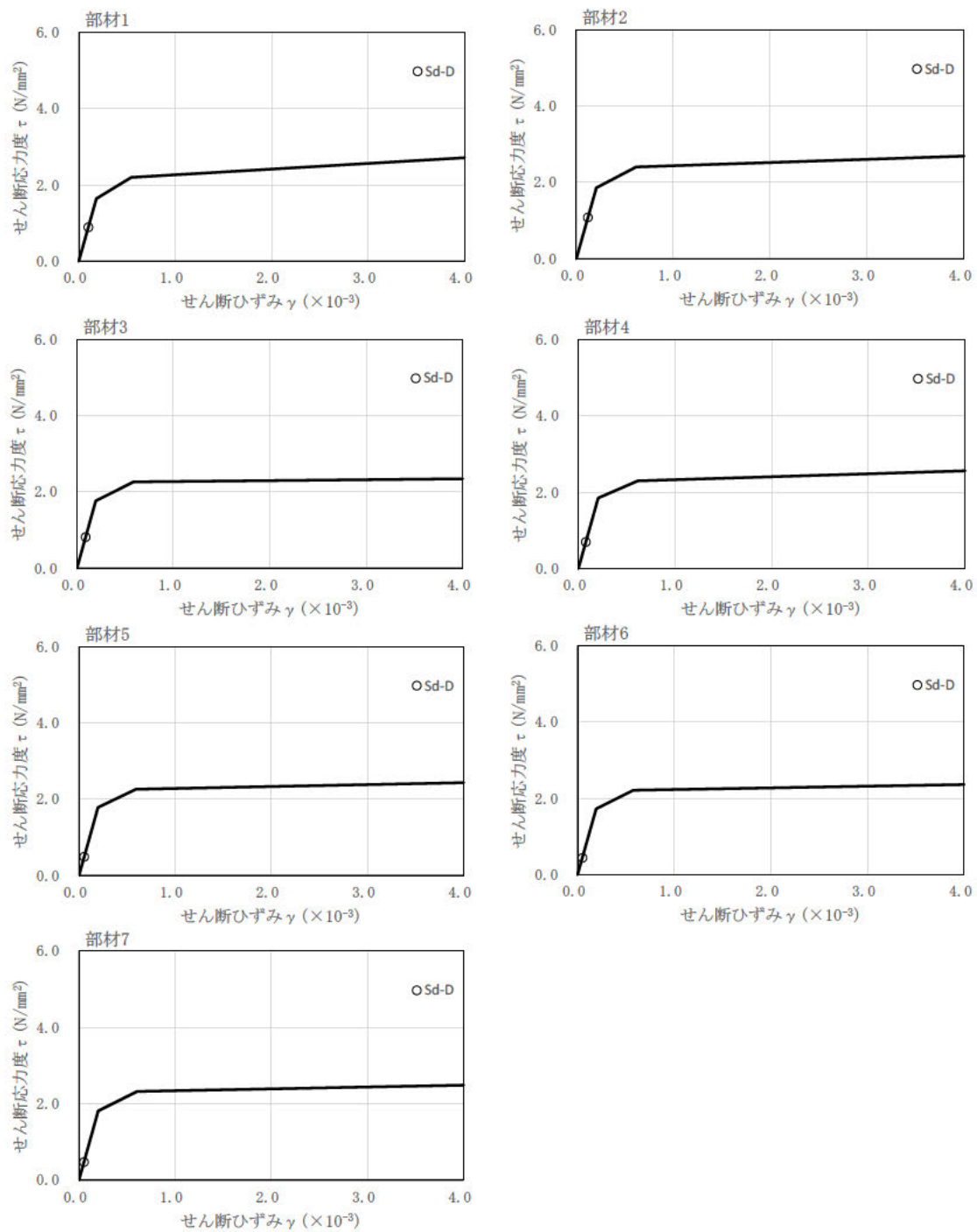


図-5-17 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS方向、29通り～15通り、Sd-D)

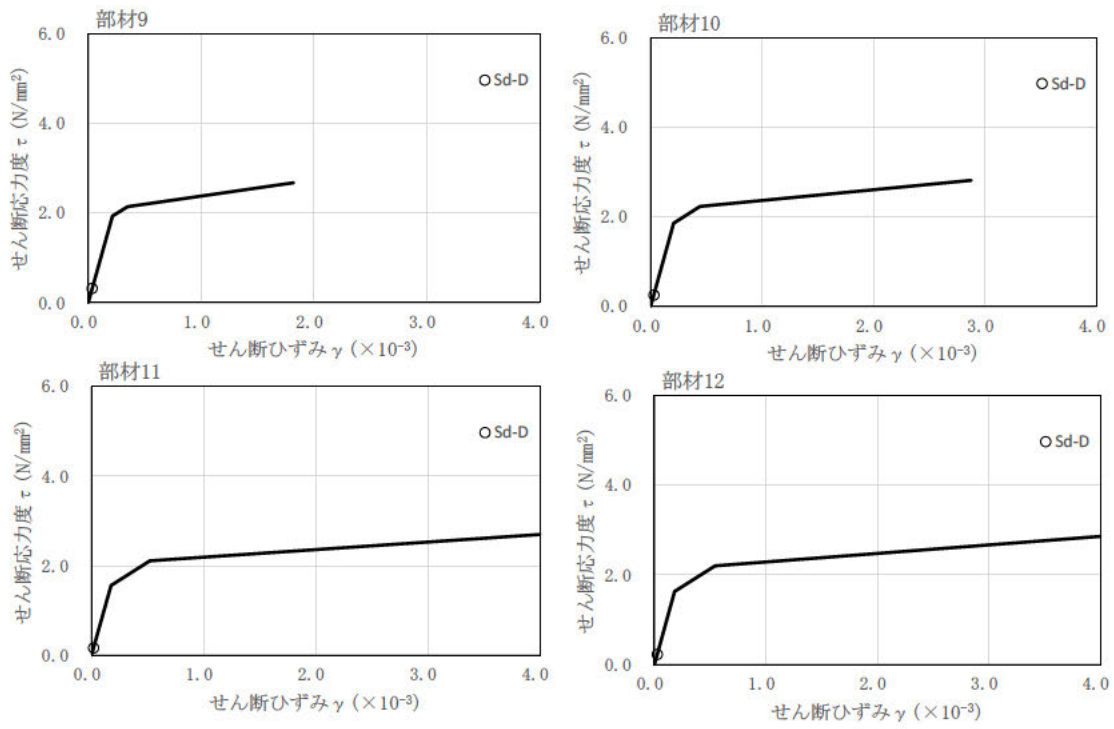


図-5-18 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS 方向、14 通り～8 通り、Sd-D)

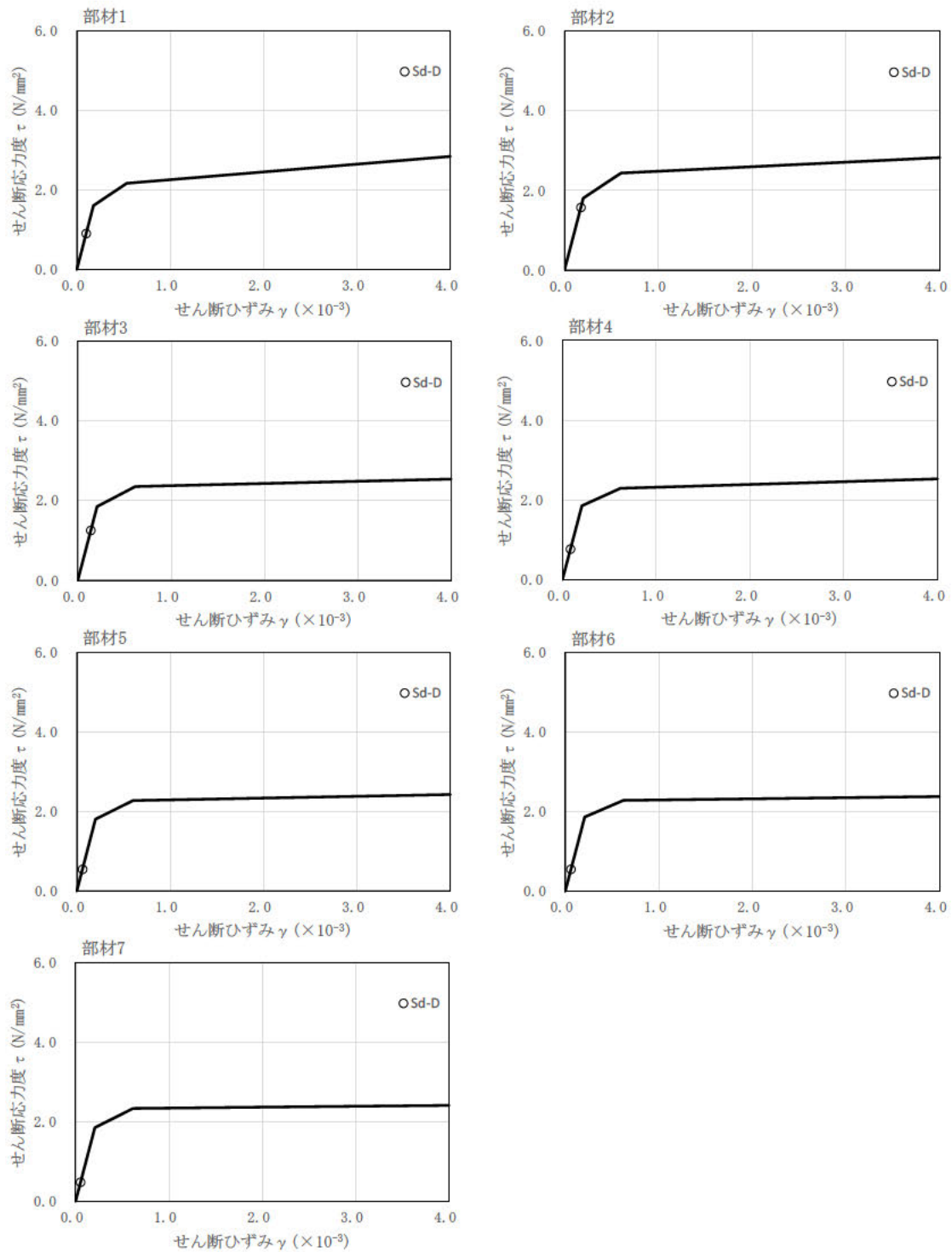


図-5-19 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(EW方向、Sd-D)

6. 基礎浮き上がりの検討

Sd-Dによる地震応答解析の結果に基づく最小接地率の一覧表を表-6-1に示す。

接地率は、浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値(65%以上)を満足していることを確認した。

表-6-1 最小接地率

(a)NS 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-D	7.17	2.62	100.0

(b)EW 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-D	7.17	2.49	100.0

7. 評価結果

分離精製工場(MP)について、Sd-D による地震応答解析を行い、接地率が浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値を満足していることを確認した。地震応答解析による応答値は、別添-1-2 における余震荷重として用いる。

別添-2

津波漂流物防護柵の耐震及び耐津波に係る計算書

I 共通事項

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して、津波漂流物防護柵が津波漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないことを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 位置

津波漂流物防護柵の位置を図-1 に示す。

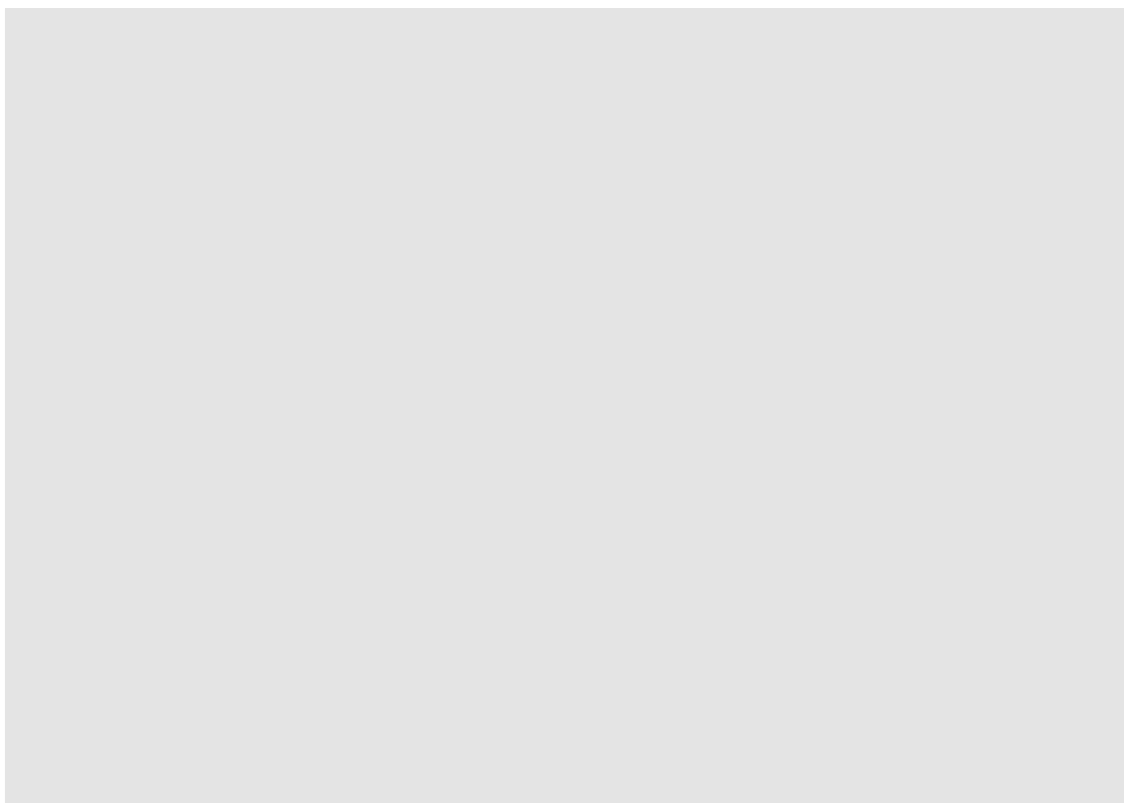


図-1 津波漂流物防護柵の位置

2.2 構造概要

津波漂流物防護柵は主に鋼管及びワイヤロープで構成される。

鋼管は支柱部分（径 1.6 m×板厚 19 mm～29 mm）及び基礎杭部分（径 1.6 m×板厚 29 mm）となっており、溶接により一体化させる。

基礎杭は基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に支持させる。なお、基礎杭の周囲の地盤については液状化対策としての地盤改良を行う。

ワイヤロープは構造用ワイヤロープ（構造用ストランドロープ 7×7、径 25 mm）の他、支柱との固定のためのネジエンド、カプラー、調整ロッドなどが付属する。鋼管をおおむね一定間隔で列状に設置し、それら鋼管の高さ方向にワイヤロープを 300 mm 間隔で所定高さまで複数本設置することにより津波漂流物防護柵を形成する。なお、支柱にはワイヤロープを固定させる端部の支柱と、ワイヤロープを貫通させる中間の支柱がある。また、付属するネジエンド等は構造用ワイヤロープよりも大きい強度を確保する。

津波漂流物防護柵の姿図を図-2 に、平面詳細図を図-3 に、地盤改良断面図を図-4 に示す。標準的な支柱間隔は 9.5 m とする。津波漂流物防護柵の延長距離については、図-1 に示す 1-17 間は約 134 m、18-22 間は約 34 m、23-26 間は約 29 m、27-29 間は約 19 m とする。最も長い単一のワイヤロープ長さは約 48 m として、約 48 m を超える場合については接続部（支柱間隔約 3 m）を設け、津波漂流物防護柵への影響が大きい還水タンクが通過しないようにする。

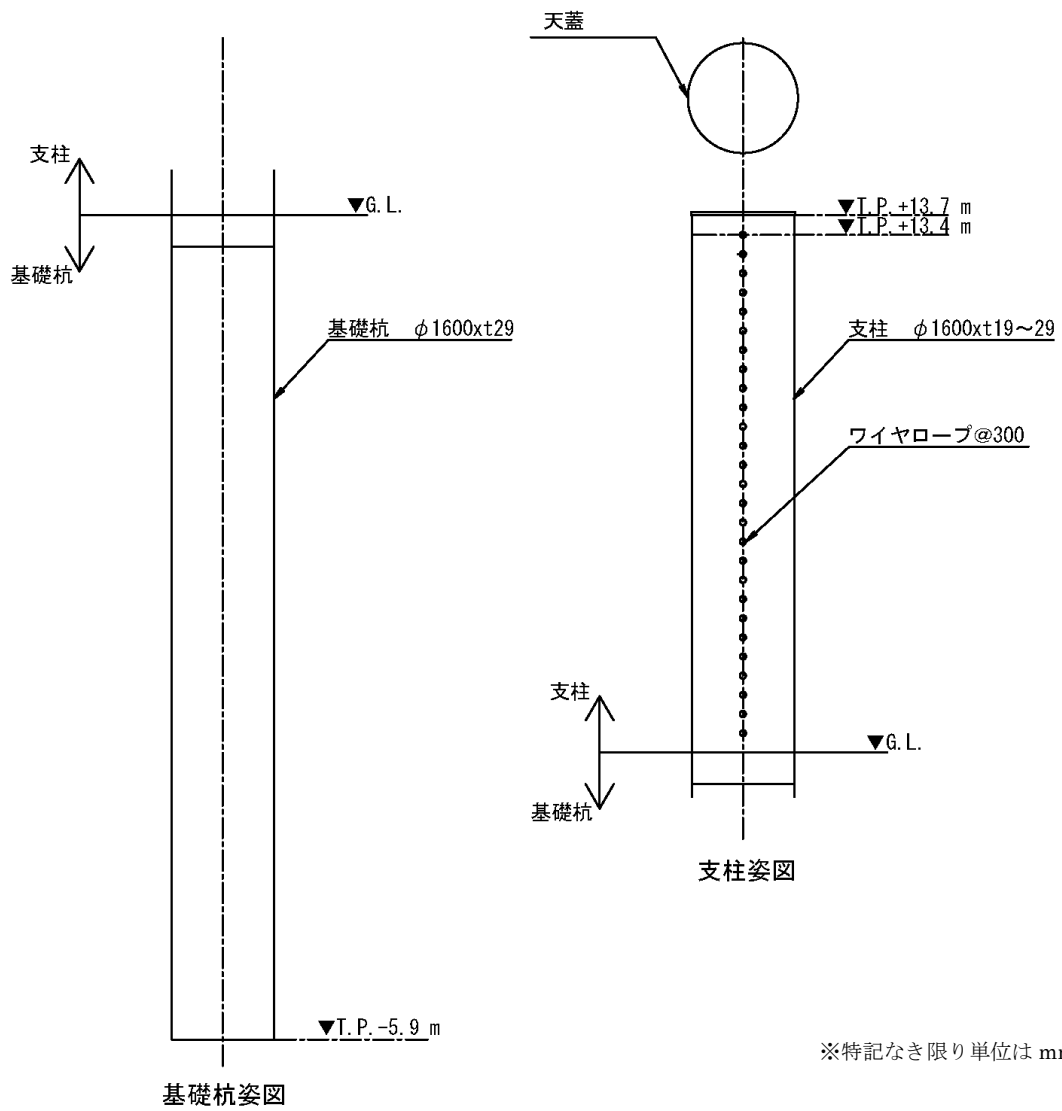


図-2 津波漂流物防護柵 姿図

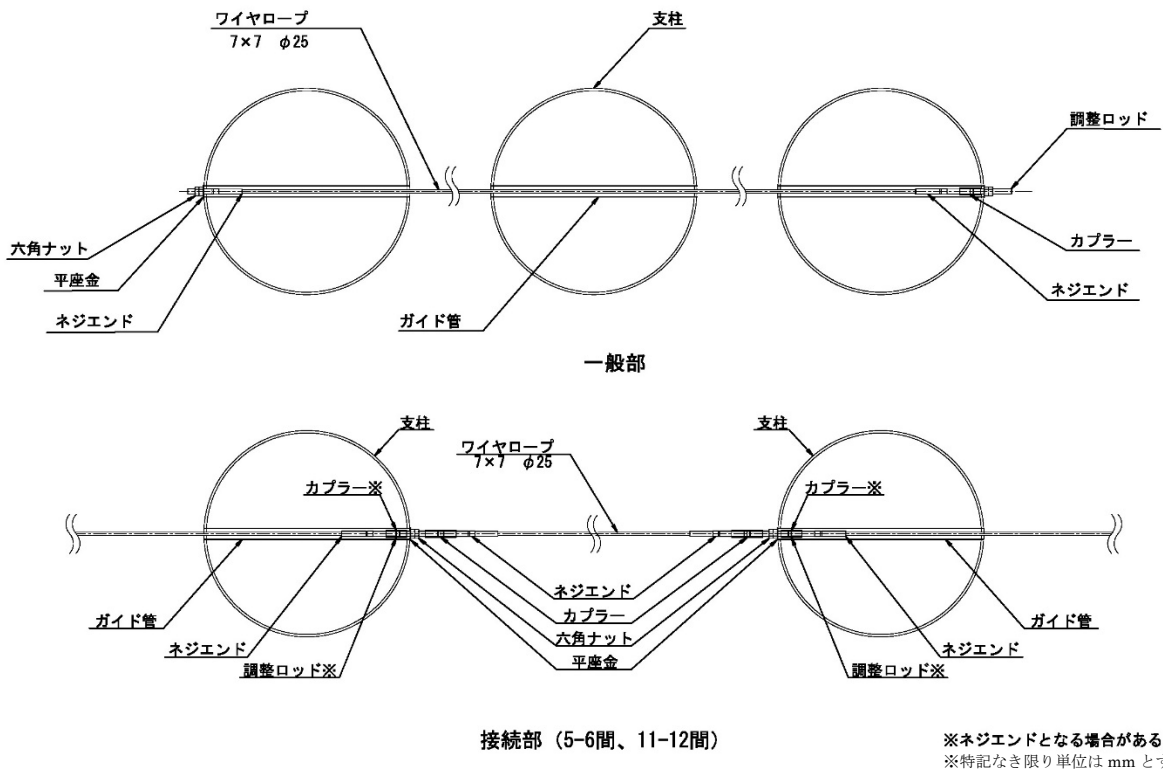


図-3 津波漂流物防護柵 平面詳細図

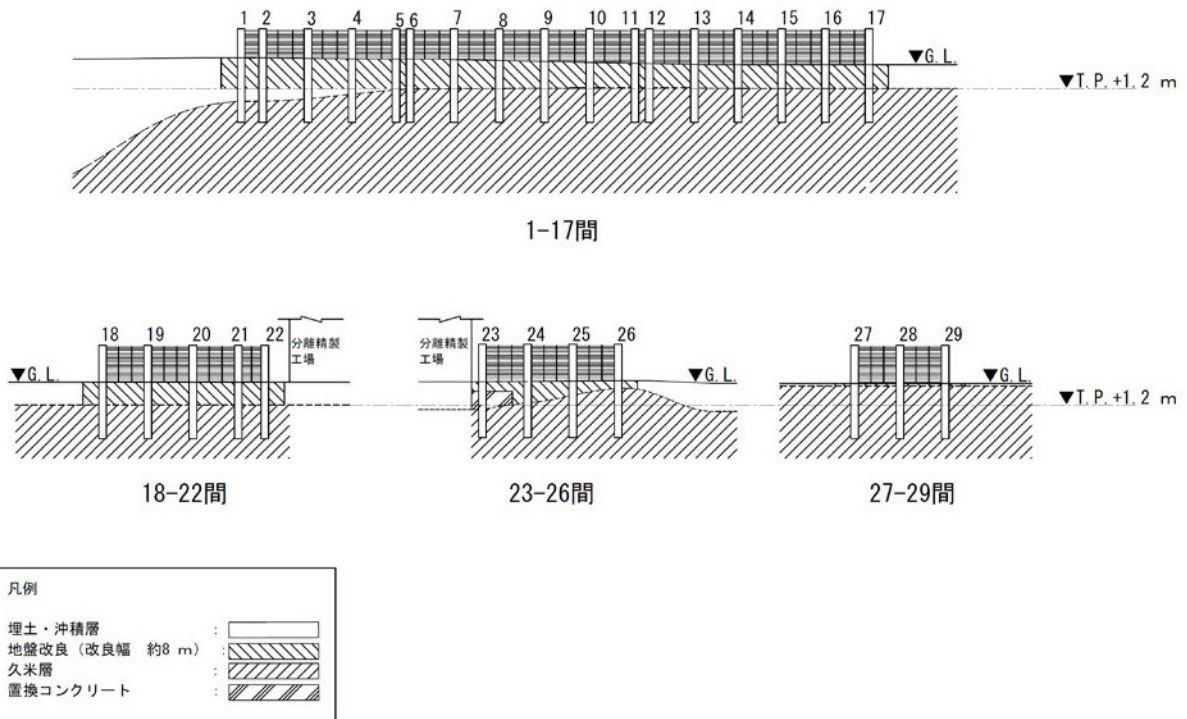


図-4 津波漂流物防護柵 地盤改良断面図

2.3 評価方針

- 津波漂流物防護柵は廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して耐震性及び耐津波性を有する設計とする。
- 耐震性を有する設計として、支柱及び基礎杭の許容応力度に対して廃止措置計画用設計地震動による地震力によって生じる応力が下回ることを確認する。
- 耐津波性を有する設計として、廃止措置計画用設計津波によって生じる津波漂流物による衝突及びワイヤロープが津波漂流物で全面閉塞した状態で津波を受けることで生じる抗力に対して支柱、基礎杭及びワイヤロープが必要な強度を確保することを確認する。

(衝突エネルギーに対する検討)

- ・ 津波漂流物の衝突エネルギーが支柱の吸収エネルギーを下回る。
- ・ 津波漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープの吸収エネルギーを下回る。

(抗力に対する検討)

- ・ 津波による抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回る。

(伝達力に対する検討)

- ・ 支柱に津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて隣接支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに抗力が作用している場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の静的降伏応力を下回る。
- 津波襲来時に余震が発生することを考慮し、余震による荷重と津波で生じる抗力による荷重を重畳した場合に対しても支柱が降伏しないことを確認する。

2.4 準拠規格・基準

津波漂流物防護柵の評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）
- ・ 「日本産業規格（JIS）」
- ・ 「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」（沿岸技術研究センター、寒地港湾技術研究センター）
- ・ 「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案）」（水産庁漁港漁場整備部）
- ・ 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）
- ・ 「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）
- ・ 「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）
- ・ 「杭基礎設計便覧」（日本道路協会）
- ・ 「落石対策便覧」（日本道路協会）

2.5 使用材料

2.5.1 使用材料

(1) 鋼材

SKK490 支柱及び基礎杭

ST1470 ワイヤロープ

2.5.2 許容応力度及び材料強度

(1) 鋼材

鋼材の許容応力度等を表-1 に示す。

表-1 鋼材の許容応力度等

津波時

鋼材記号	引張 (N/mm ²)	降伏点又は耐力 (N/mm ²)
SKK490	490	315
ST1470	1470	1080

地震時

鋼材記号	引張・圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
SKK490	277.5	157.5

(2) 地盤改良土

地盤改良土の物性値を表-2 に示す。

表-2 地盤改良土の物性値

圧縮強度 (kN/m ²)
700

3. 検討ケース及び荷重の諸元

3.1 検討ケース

津波漂流物防護柵の評価に係る検討ケースを表-3に示す。

表-3 検討ケース一覧

検討ケース	評価部材	津波		地震力	
		津波漂流物 衝突荷重	抗力	廃止措置 計画用 設計地震動	余震
耐震性評価					
①地震力が作用するケース	支柱	—	—	○	—
	基礎杭				
耐津波性評価					
(1) 衝突エネルギーに対する検討					
①津波漂流物が支柱に衝突するケース	支柱	○	—	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突するケース	ワイヤロープ	○	—	—	—
(2) 抗力に対する検討					
①ワイヤロープに抗力が生じるケース	ワイヤロープ	—	○	—	—
(3) 伝達力に対する検討					
①津波漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	支柱	○	—	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	支柱	○	—	—	—
③ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	支柱	—	○	—	—
(4) 基礎杭に対する検討					
①津波漂流物又は抗力が作用した場合	基礎杭	○	○	—	—
(5) 津波荷重と余震との重畳に対する検討					
①抗力と余震が作用するケース	支柱	—	○	—	○
(6) ワイヤロープ取付け部の検討					
①ワイヤロープに最大張力が作用するケース	ねじ部 カップラー	○	○	—	—

3.2 津波

3.2.1 浸水高さ及び流速

津波漂流物防護柵の設計に用いる浸水高さは津波漂流物防護柵周辺の施設における津波高さ及び地盤高さを踏まえて、流速は津波漂流物防護柵周辺の施設における流速を踏まえて設定する。

設計に用いる浸水高さ及び流速を表-4に示す。

表-4 浸水高さ及び流速

項目	設定値	根拠
浸水高さ	G. L. +7.0 m	津波漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の津波高さに対し、設置場所付近で最小となる地盤高さを差し引いて設定
津波の流速	5.6 m/s	津波漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の流速より設定

3.2.2 津波漂流物

設計上考慮する津波漂流物を表-5に示す。設計において用いる津波漂流物としては重量が最も重く、衝突による津波漂流物防護柵への影響が大きい還水タンク（直径2 m×長さ4.5 m、喫水1.71 m）とする。

表-5 設計上考慮する津波漂流物

分類	津波漂流物	質量 (t)
建物・設備	還水タンク	約14
流木	防砂林	約0.55
車両	中型バス	約9.7

3.2.3 津波による荷重

津波による荷重としては、津波漂流物による衝突荷重（衝突エネルギー）及びワイヤロープが津波漂流物によって閉塞した際に生じる抗力とし、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に従い設定する。

3.3 地震力

3.3.1 廃止措置計画用設計地震動

廃止措置計画用設計地震動はを用いる。

廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図-5-1 から図-5-3 までに、時刻歴波形を図-5-4 から図-5-6 までに示す。解放基盤表面は、S 波速度が 0.7 km/s 以上である T.P.
※ -303 m とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

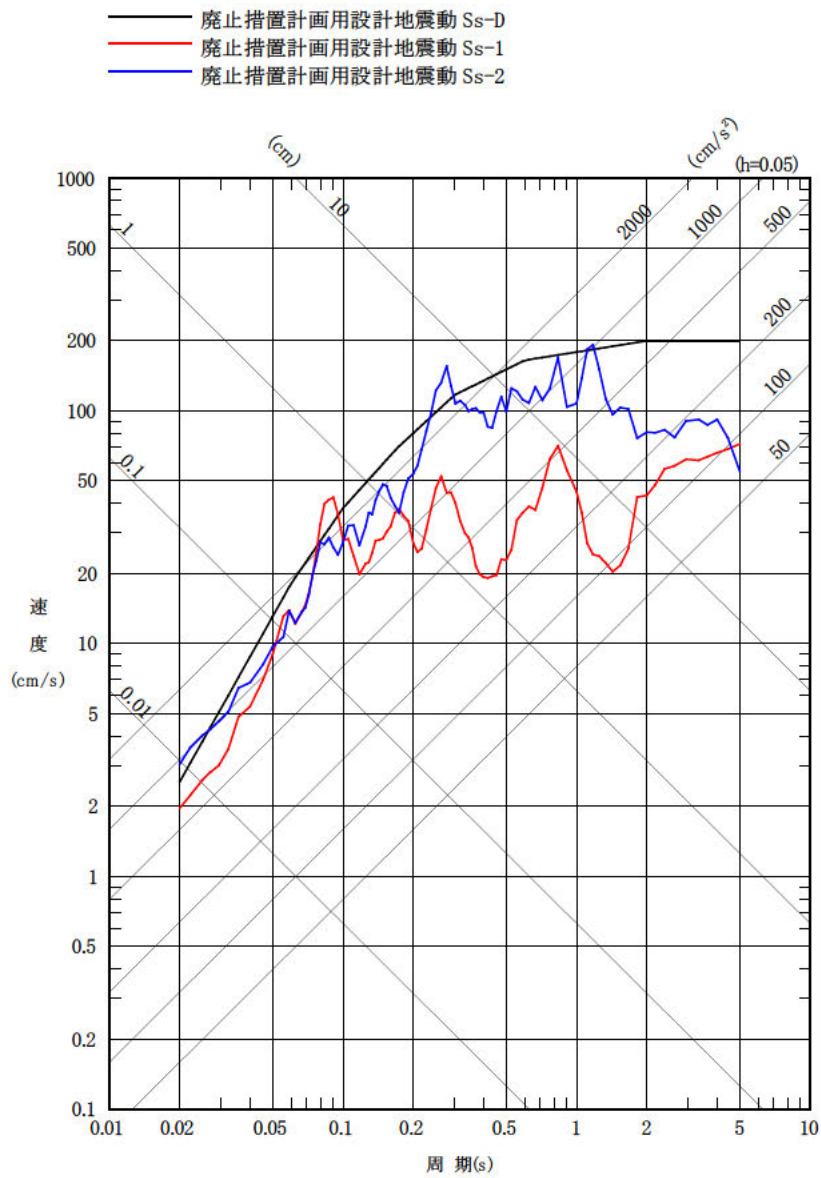


図-5-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS成分)

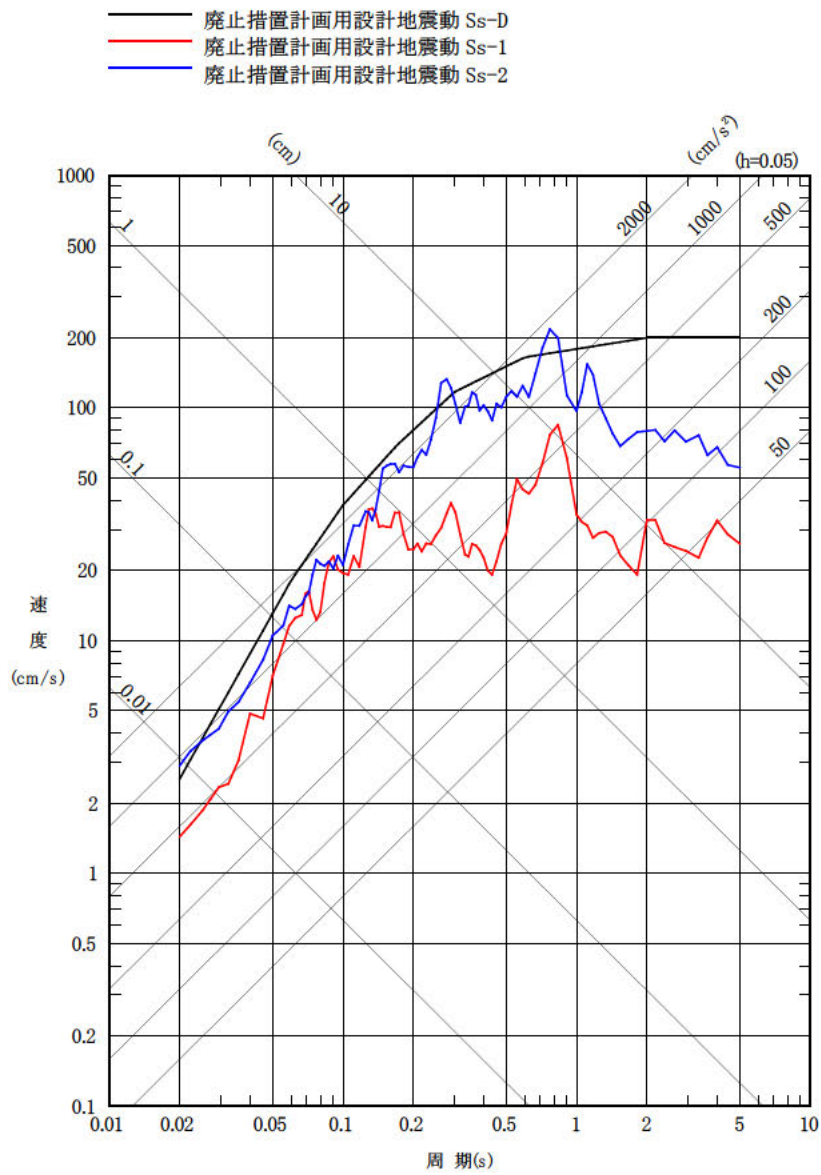


図-5-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

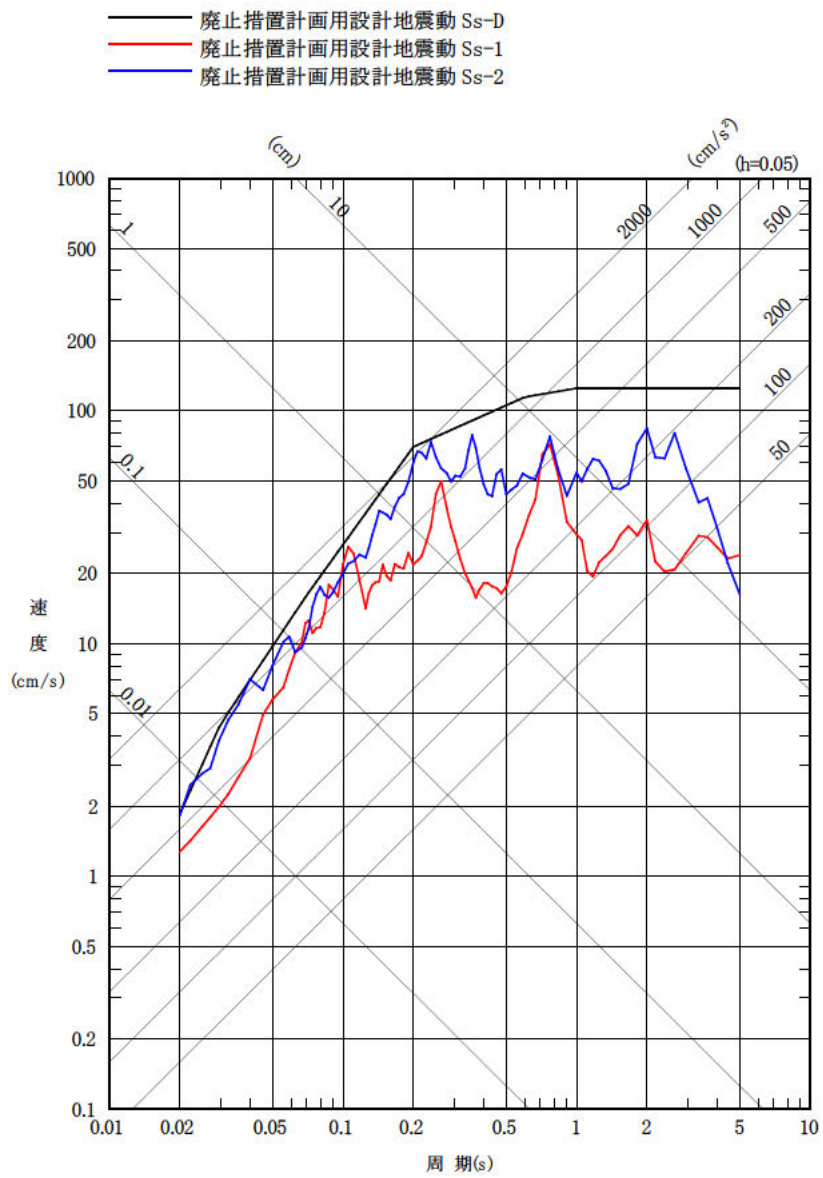


図-5-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

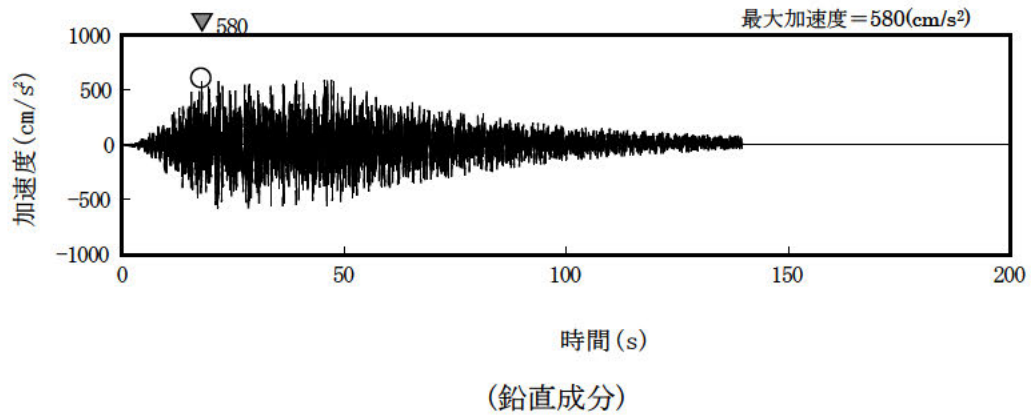
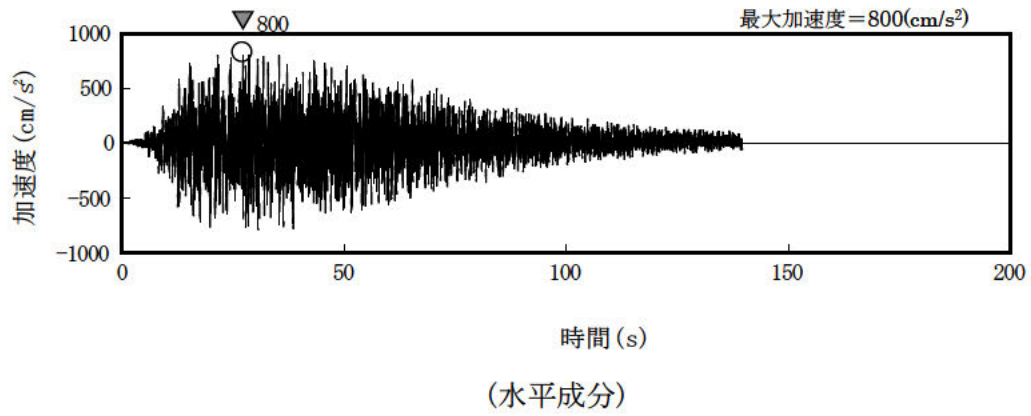


図-5-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

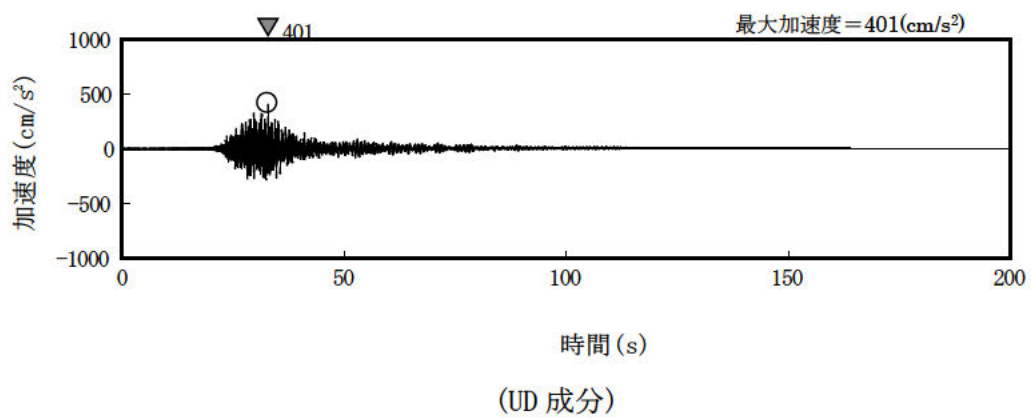
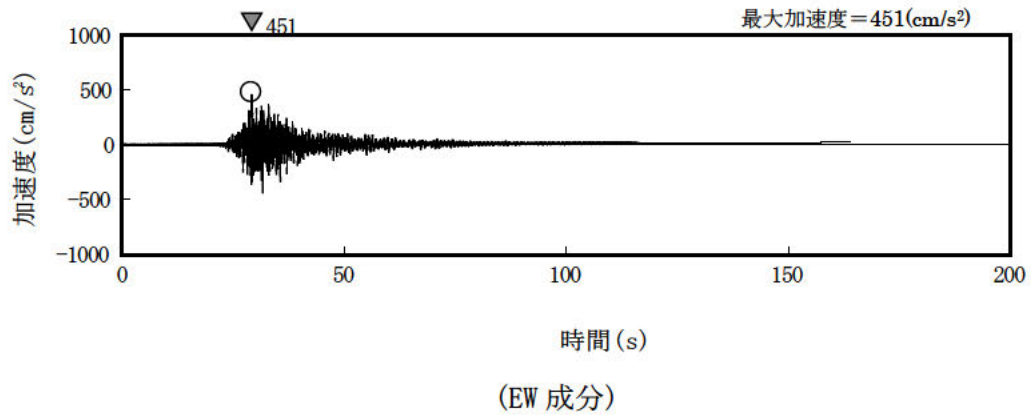
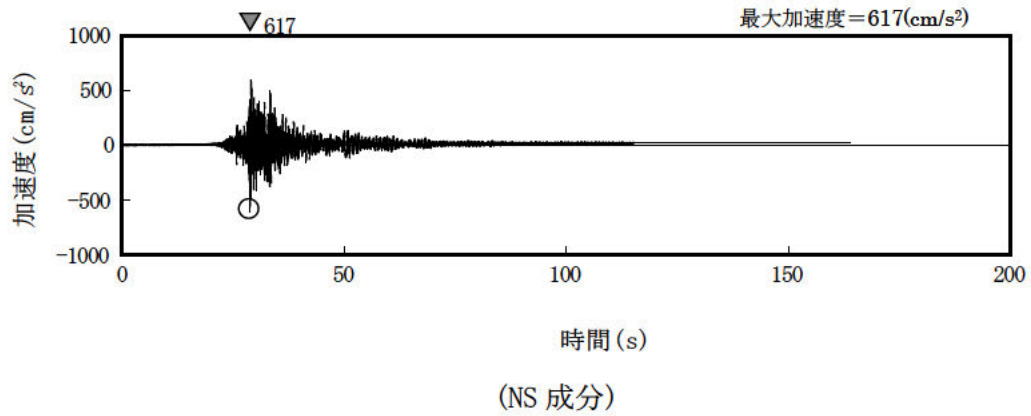


図-5-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形

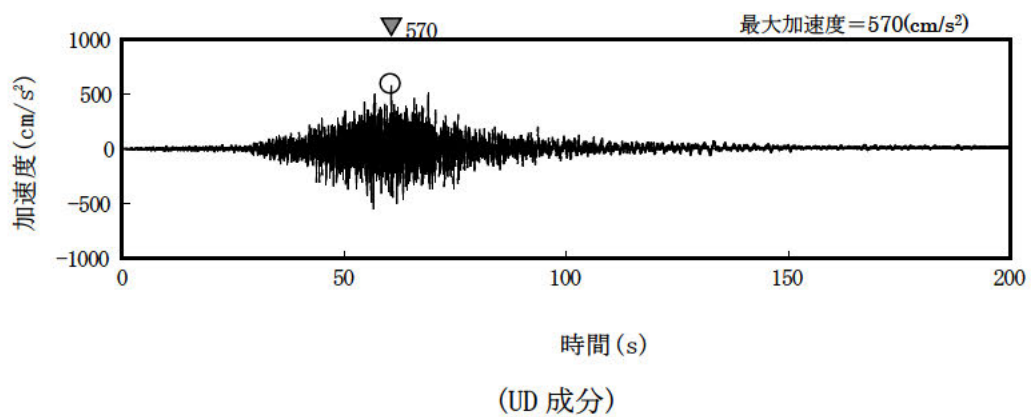
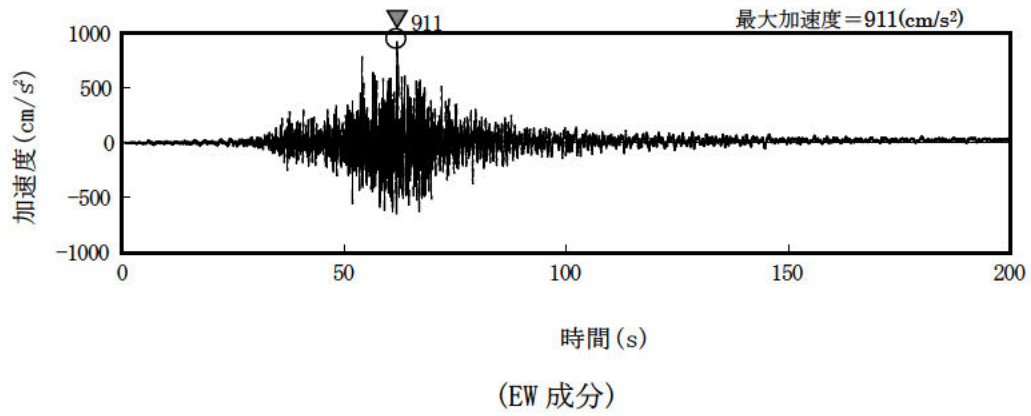
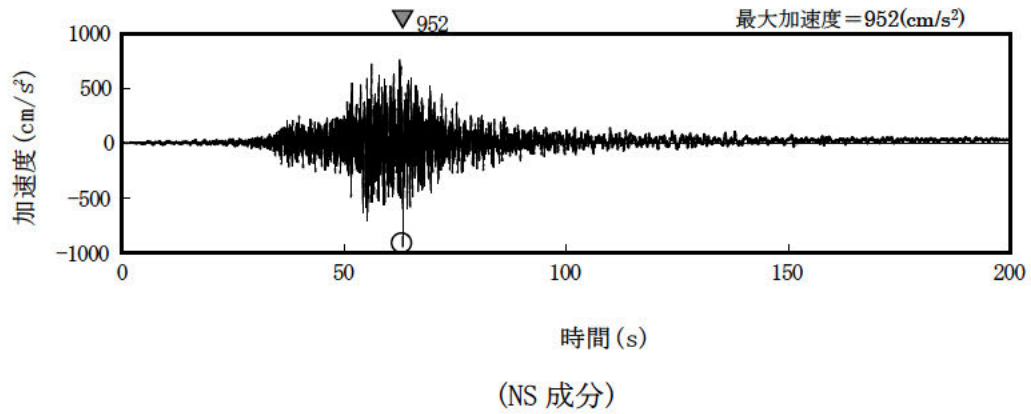


図-5-6 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-2) の時刻歴波形

3.3.2 余震

余震として、別添 6-1-3-1「再処理施設の津波影響評価に関する説明書「再処理施設の津波影響評価」」の「IV 耐津波設計における津波荷重と組み合わせる余震荷重」に基づき敷地の解放基盤表面における Sd-D を用いる。

余震の応答スペクトルを図-6-1 から図-6-2 までに、時刻歴波形を図-6-3 に示す。解放基盤表面は、S 波速度が 0.7 km/s 以上である T.P. -303 m とする。

- Sd-D
- 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9 $X_{eq}=86$ km

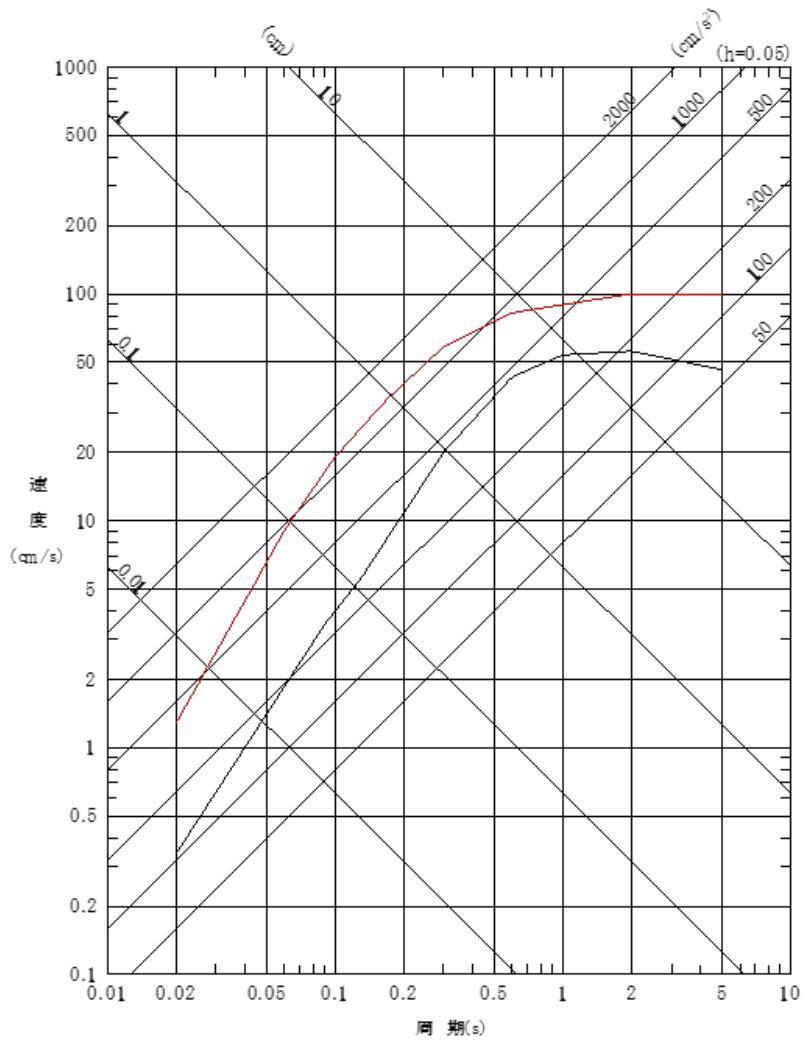


図-6-1 Sd-D の応答スペクトル(水平成分)

- Sd-D
- 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9 $X_{eq}=86$ km

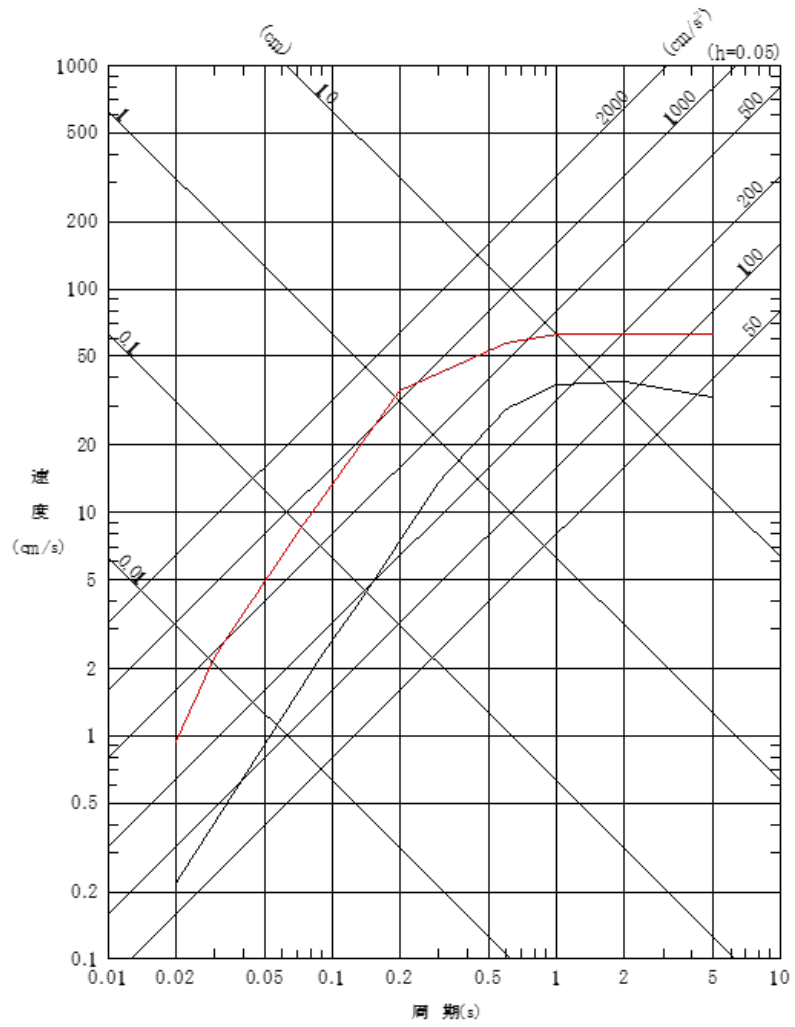
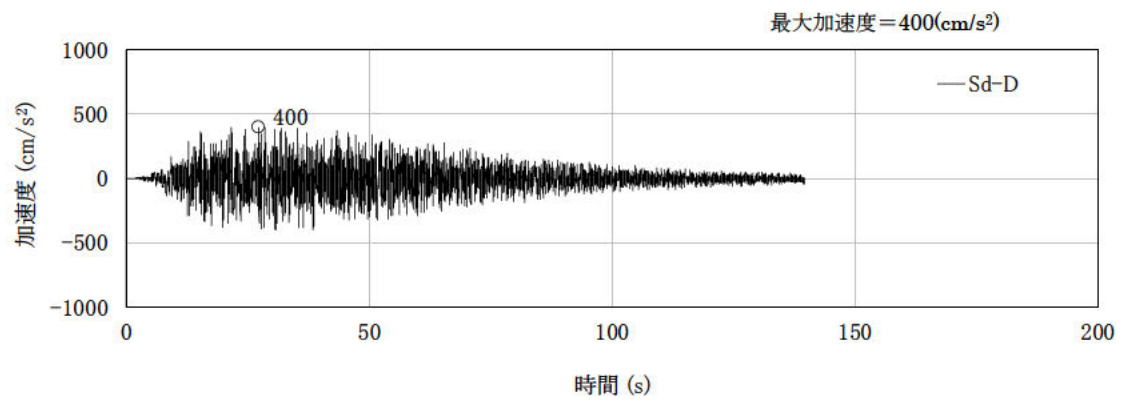
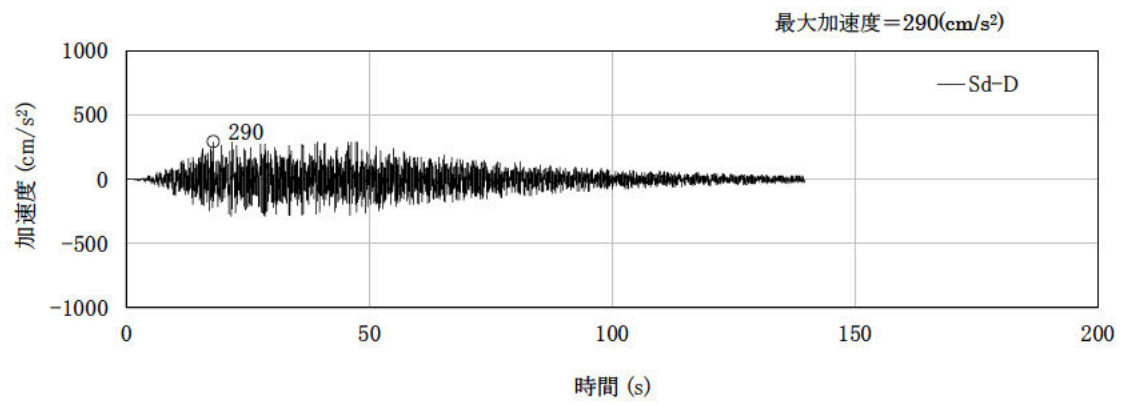


図-6-2 Sd-D の応答スペクトル(鉛直成分)



(水平成分)



(鉛直成分)

図-6-3 Sd-D の時刻歴波形

Ⅱ 耐震性評価

1. 評価方針

支柱及び基礎杭に地震力が作用した場合について、「道路橋示方書・同解説」に準拠して検討を行う。

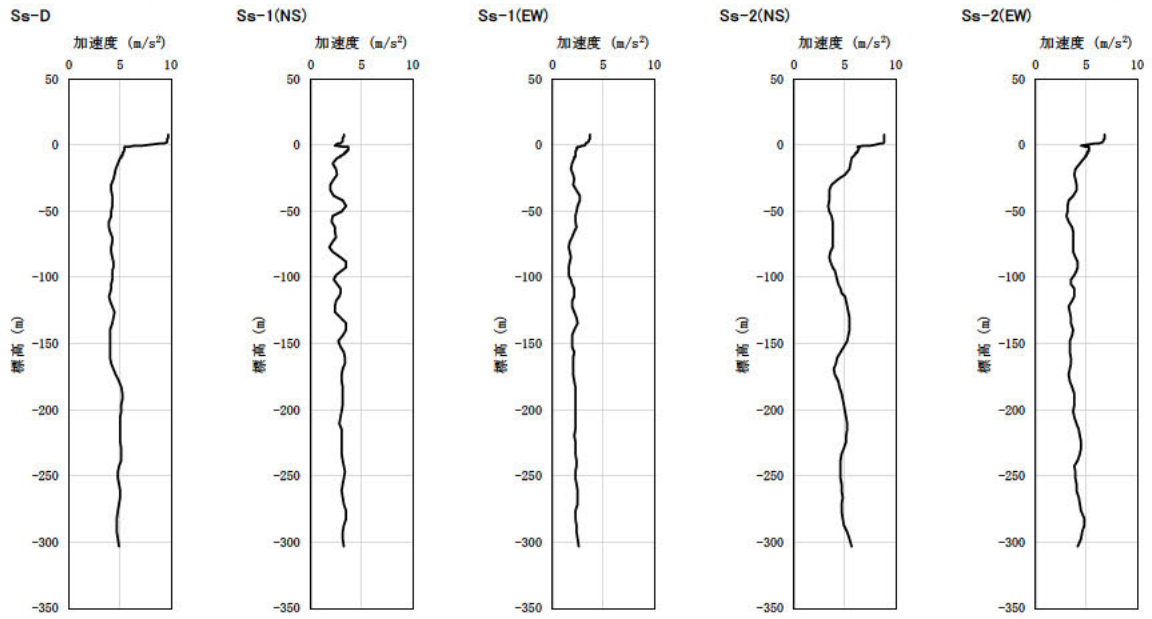
2. 地盤の地震応答解析

敷地の解放基盤表面で設定される廃止措置計画用設計地震動より一次元波動論を用いて算出した地表面の応答加速度及び地中の応答変位を用いる。地表面の応答加速度及び地中の応答変位の算定に使用する解析コードは「D-PROP(伊藤忠テクノソリューションズ株式会社)」である。

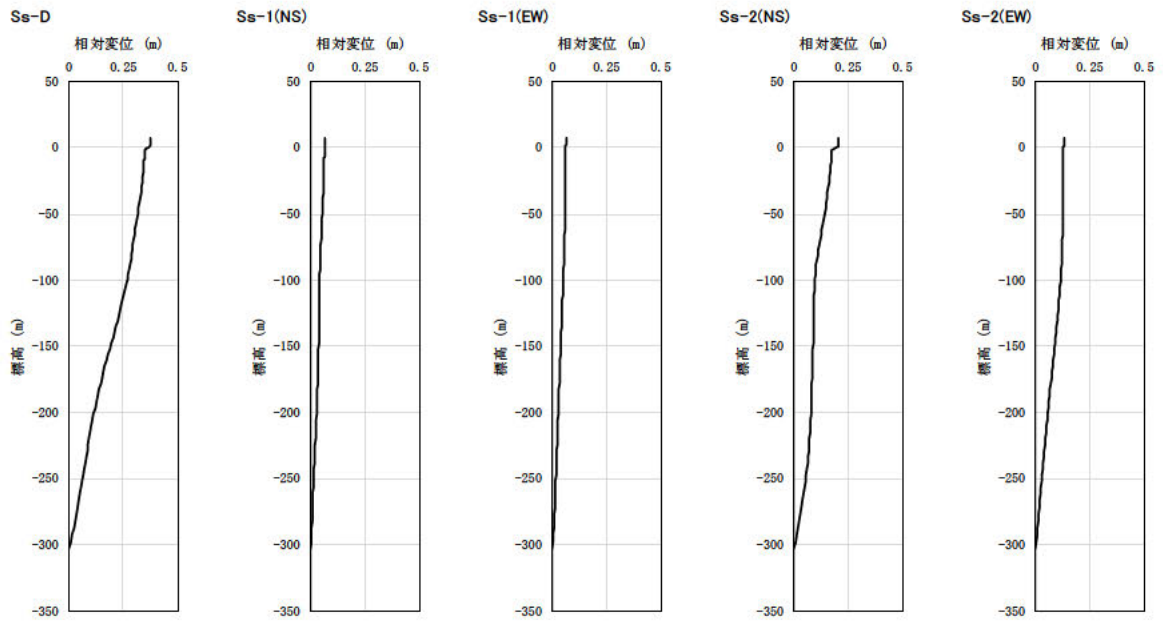
地盤の物性値を表-6、地盤の地震応答解析結果を図-7 に示す。

表-6 地盤の物性値

標高 T.P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)	$G/G_0 \sim \gamma$ (%)	$h(\%) \sim \gamma$ (%)
7.7							
5.8	地盤改良土 (久米層相当)	Km(B)	1.77	0.456	414	$1/(1+2.43 \cdot \gamma^{0.770})$	$8.81 \cdot \gamma / (\gamma + 0.226) + 1.55$
3.1		Km(As)	1.77	0.455	417		
2.2		Km(As)	1.77	0.455	419		
0.9	沖積層	Ag1	2.00	0.470	123	$1/(1+10.8 \cdot \gamma^{0.908})$	$21.6 \cdot \gamma / (\gamma + 0.074) + 1.18$
-1.5		Ac1	1.77	0.500	37	$1/(1+3.43 \cdot \gamma^{0.812})$	$18.2 \cdot \gamma / (\gamma + 0.376) + 2.33$
-4.5	久米層	Km1	1.77	0.455	426	$1/(1+2.43 \cdot \gamma^{0.770})$	$8.81 \cdot \gamma / (\gamma + 0.226) + 1.55$
-10.0		Km2	1.77	0.454	431		
-62.0		Km3	1.77	0.451	466		
-92.0		Km4	1.77	0.447	515		
-118.0		Km5	1.77	0.444	549		
-169.0		Km6	1.77	0.440	596		
-215.0		Km7	1.77	0.436	655		
-261.0		Km8	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面 Km9	1.77	0.426	764		
	解放基盤		1.77	0.417	867		



(a) 加加速度



(b) 相対変位

図-7 地盤の地震応答解析結果

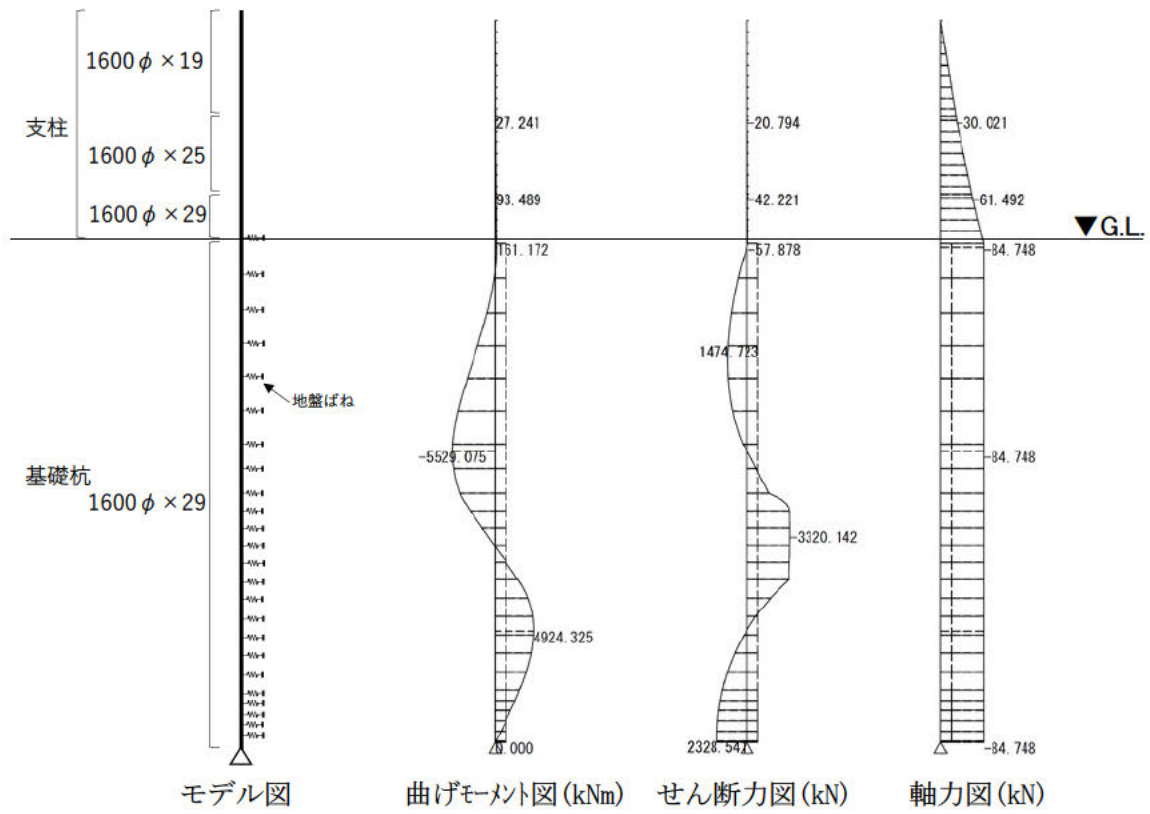
3. 支柱及び基礎杭の応力解析

地盤の地震応答解析結果を踏まえ、支柱については地表面の応答加速度を重力加速度で除した震度を用いて、基礎杭については地盤の応答変位を用いて応力解析を行う。応力解析には水平動及び鉛直動の重ね合わせを考慮し、図-7 より地表面の応答加速度が最大となる S_s-D と、基礎杭位置(地表面～基礎杭下端)での相対変位が最大となる S_s-2(NS) について行う。応力解析に用いた震度及び相対変位を表-7 に示す。

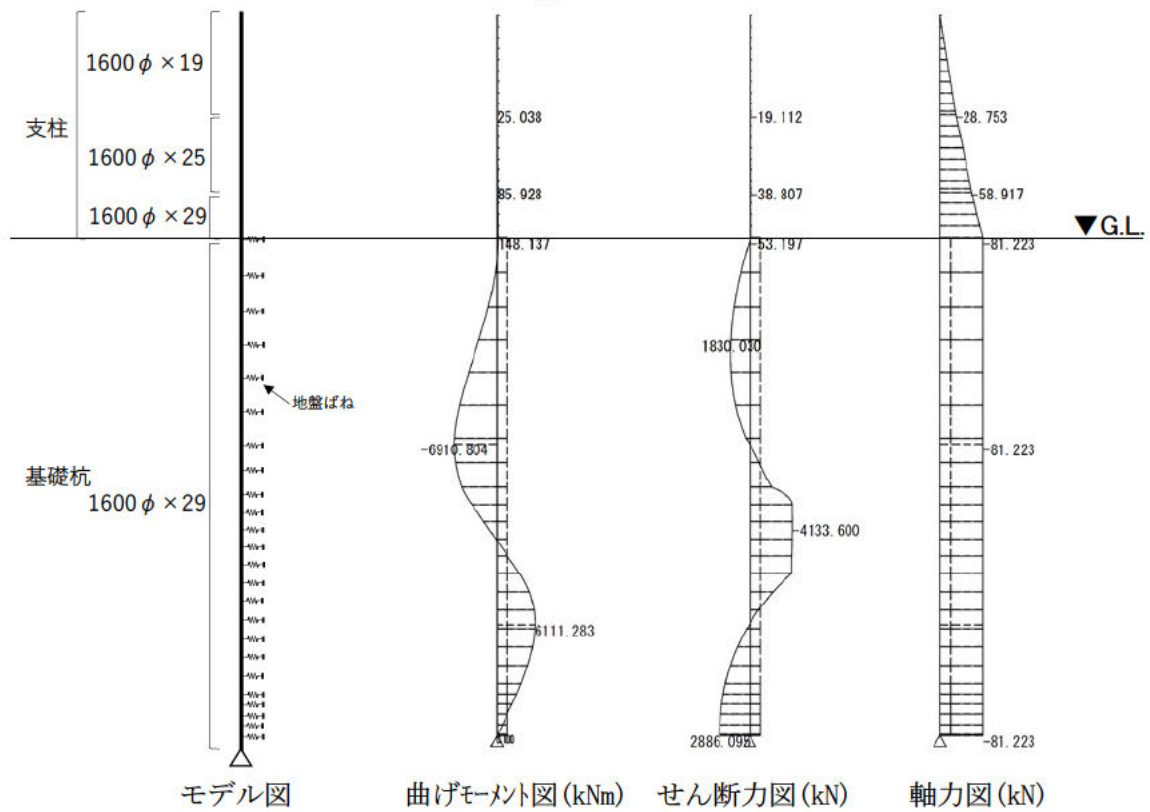
支柱及び基礎杭の荷重図及び応力図を図-8 に示す。

表-7 応力解析に用いる震度及び相対変位

	震度		相対変位(m)
	水平方向	鉛直方向	
S _s -D	0.99	0.53	0.027
S _s -2(NS)	0.91	0.47	0.034



(a) Ss-D



(b) Ss-2(NS)

図-8 支柱及び基礎杭の荷重図及び応力図

4. 支柱及び基礎杭の強度評価結果

強度評価については、地震力によって生じる応力が支柱及び基礎杭の許容応力度を下回ることを確認する。

支柱及び基礎杭の強度評価結果を表-8 から表-11 までに示す。

表-8 支柱の強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力が支柱に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	4 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	0.4 N/mm ²	OK

表-9 基礎杭の強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力が基礎杭に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	104 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	24 N/mm ²	OK

表-10 支柱の強度評価結果 (Ss-2(NS))

評価項目		結果				判定	
地震力が支柱に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	3 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	0.4 N/mm ²	OK

表-11 基礎杭の強度評価結果 (Ss-2(NS))

評価項目		結果				判定	
地震力が基礎杭に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	130 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	30 N/mm ²	OK

III 耐津波評価

1. 衝突エネルギーに対する検討

津波漂流物が支柱又はワイヤロープに衝突した場合について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。

照査については、津波漂流物の衝突エネルギーが支柱又はワイヤロープの吸収エネルギーを下回ることを確認する。

(1) 津波漂流物の衝突エネルギー

津波漂流物の衝突エネルギーは以下の式を用いて算出する。

$$E = \frac{WV^2}{2g}$$

ここに、 E : 衝突エネルギー (kJ)
 W : 津波漂流物の仮想重量 (kN)
 V : 流速 (m/s)
 g : 重力加速度 (m/s^2)

$$W = W_0 + W' = W_0 + \frac{\pi}{4} D^2 L \gamma_w$$

ここに、 W : 津波漂流物の仮想重量 (kN)
 W_0 : 津波漂流物の重量 (kN)
 W' : 付加重量 (kN)
 D : 喫水 (m)
 L : 津波漂流物の長さ又は幅 (m)
 γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m^3) = 10.1 kN/m^3

(2) 支柱の吸収エネルギー

支柱の吸収エネルギーは以下の式を用いて算出する。

$$E_T = E_R + E_P$$

ここに、 E_T : 支柱の吸収エネルギー (kJ)
 E_R : 支柱の衝突断面の局部変形による吸収エネルギー (kJ)
 E_P : 支柱の梁変形による吸収エネルギー (kJ)

$$E_R = P_0 \cdot \frac{\delta_{L0}}{1.8} = \frac{Z_p \sigma_{yd}}{H} \cdot D \left\{ \frac{4Z_p}{KHt_p^2} \right\}^{1.25} / 1.8$$

ここに、 P_0 : 支柱基部が降伏状態となる荷重 (kN)
 δ_{L0} : 鋼管に荷重 P_0 が作用した時の鋼管の局部変形量 (m)

$$Z_p : \text{鋼管の塑性断面係数 (m}^3\text{)} = \frac{D^3}{6} \left\{ 1 - \left(1 - 2 \frac{t_p}{D} \right)^3 \right\}$$

$$\sigma_{yd} : \text{動的降伏応力 (kN/m}^2\text{)} = 1.2\sigma_y$$

$$\sigma_y : \text{静的降伏応力 (kN/m}^2\text{)} = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104} \times 1000$$

H : 荷重の作用高 (m)

D : 鋼管径 (m)

K : 実験定数 = 185

t_p : 鋼管肉厚 (m)

$$E_P = P_0 \cdot \delta_{pa}$$

ここに、 P_0 : 支柱基部が降伏状態となる荷重 (kN)

$$\delta_{pa} : \text{塑性変形量 (m)} = \theta_{pa} \times H$$

$$\theta_{pa} : \text{塑性回転角 (rad)} = \frac{1.355}{D/t_p}$$

評価は、津波漂流物が支柱に衝突した際に支柱基部に発生する応力が最も大きくなる浸水高さ位置で算定する。支柱の強度評価結果を表-12 に示す。

表-12 支柱の強度評価結果

評価項目	結果			判定	
衝突エネルギー に対する評価	吸収 エネルギー	1,448 kJ	≥	衝突 エネルギー 386 kJ	OK

(3) ワイヤロープの吸収エネルギー

ワイヤロープの吸収エネルギーは以下の式を用いて算出する (図-9 参照)。

$$E_R = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3}$$

$$E_{R1} = \frac{n_s L}{2E_w A} (T^2 - T_0^2) \quad T_0 < T < T_y$$

$$E_{R2} = n_s (T_y + T') \times (\Delta L' - \Delta L_e) \times L/2 \quad \Delta L_e < \Delta L < 1.5\%$$

$$E_{R3} = 0.9n_s \times T_b \times L \times (\Delta L - 1.5\%) \quad 1.5\% < \Delta L < 3.0\%$$

ここに、 E_R : ワイヤロープの伸びによる吸収エネルギー (kJ)

n_s : 津波漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)

L : ワイヤロープの長さ (m)

E_w : ワイヤロープの弾性係数 (kN/m²)

A : ワイヤロープの断面積 (m²)

- T : ワイヤロープに作用する張力 (kN)
- T_y : ワイヤロープの降伏荷重 (kN)
- T_0 : ワイヤロープに作用する初期張力 (kN) = 5 kN
(支柱No. 5~6及び11~12間のワイヤロープを除く)
- T' : 伸び率が $\Delta L'$ の時の張力 (kN)
- $\Delta L'$: E_{R2} 区間内のワイヤロープの伸び率 (最大1.5%)
- ΔL_e : ワイヤロープ弾性限界における伸び率
- T_b : ワイヤロープの破断荷重 (kN)
- ΔL : ワイヤロープの伸び率 (最大3.0%)

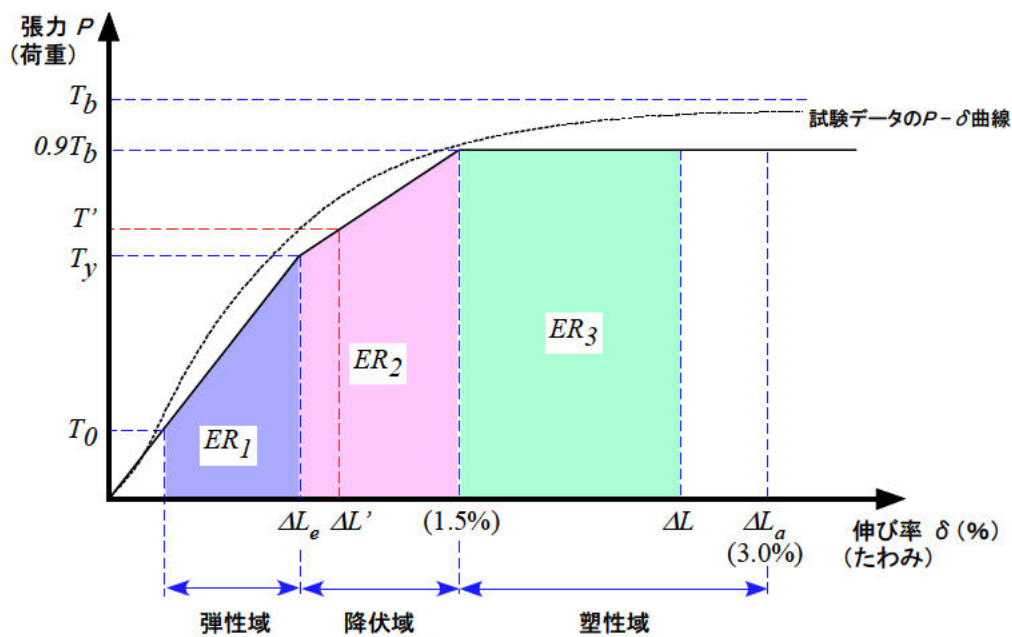


図-9 ワイヤロープの吸収エネルギーの評価モデル

評価は、ワイヤロープの吸収エネルギーが最も小さくなる箇所（ワイヤロープの長さ 19 m）で算定する。ワイヤロープの強度評価結果を表-13 に示す。

表-13 ワイヤロープの強度評価結果

評価項目	結果		判定
衝突エネルギー に対する評価	吸収 エネルギー	1,127 kJ ≥ 衝突 エネルギー 386 kJ	OK

※ ワイヤロープの長さ 28.5 m の場合、吸収エネルギー : 1,691 kJ ≥ 衝突エネルギー : 386 kJ となる。

2. 抗力に対する検討

抗力がワイヤロープに作用している場合について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。

照査については、抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回ることを確認する。

(1) 抗力

抗力は以下の式を用いて算出する。

$$F_D = C_D \frac{\gamma_w}{2g} AU^2$$

- ここに、 F_D : 津波漂流物で遮られた場合の抗力 (kN/m)
 C_D : 抗力係数=1.24 (設計ガイドライン表-3.4.7より算出)
 A : 物体の流れ方向の投影面積 (m²/m) = 浸水深 (m)
 U : 流速 (m/s)

(2) ワイヤロープの最大抵抗荷重

ワイヤロープの最大抵抗荷重は以下の式を用いて算出する。

$$F_R = \frac{8T_R\delta_R n_s}{a^2 \sqrt{1+16\left(\frac{\delta_R}{a}\right)^2}}$$

- ここに、 F_R : ワイヤロープの最大抵抗荷重 (kN/m)
 T_R : 設計引張耐力 (kN)
 δ_R : 設計引張耐力作用時の垂下量 (m)
 n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)
 a : 支柱設置間隔 (m)

評価は、ワイヤロープに作用する抗力が大きくなる箇所（ワイヤロープの長さ 47.5 m）で算定し、その際の支柱設置間隔は標準の 9.5 m とする。ワイヤロープの強度評価結果を表-14 に示す。

表-14 ワイヤロープの強度評価結果

評価項目	結果			判定
ワイヤロープが津波漂流物により閉塞した場合の評価	最大抵抗荷重	359 kN/m	≥ 抗力 140 kN/m	OK

※ ワイヤロープの長さ 28.5 m の場合、最大抵抗荷重 : 359 kN/m ≥ 抗力 : 135 kN/m となる。

計画している津波漂流物防護柵の配置は図-1 に示したとおりであるが、当該場所には既設の埋設物等が多く存在し、津波漂流物防護柵の支柱据付時においてこれらとの干渉

を避けるために位置調整を行う可能性がある。位置調整時の支柱間隔の変動は±0.5 m以内に管理する。支柱間隔が大きくなるほどワイヤロープの最大抵抗荷重が低減するが、仮に支柱間隔が10 m（標準の支柱設置間隔9.5 m+ 0.5 m）となってもワイヤロープの最大抵抗荷重は341 kN/mであり、上記の判定結果は変わらない。

3. 伝達力に対する検討

支柱又はワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合又は閉塞による抗力が作用している場合におけるワイヤロープから支柱への伝達力について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。

照査については、津波漂流物が支柱又はワイヤロープに衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が動的降伏応力を下回ることを確認し、抗力が作用している場合についてはワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が静的降伏応力を下回ることを確認する。

(1) 支柱の降伏応力

支柱の動的降伏応力は以下の式で算出する。

$$\sigma_{yd} = 1.2\sigma_y$$

ここに、 σ_{yd} : 動的降伏応力 (N/mm²)

σ_y : 静的降伏応力 (N/mm²)

支柱の静的降伏応力は以下の式で算出する。

$$\sigma_y = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104}$$

ここに、 D : 鋼管径 (m)

t_p : 鋼管肉厚 (m)

(2) 津波漂流物が支柱に衝突した場合

津波漂流物が支柱に衝突した場合にワイヤロープからの張力を通して隣接する支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T_y H_r}{Z_p}$$

ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への動的降伏応力 (kN/m²)

n_s : 津波漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)

T_y : ワイヤロープの降伏張力 (kN)

H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)

Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

評価は、津波漂流物を捕捉した際に発生する応力が最も大きくなるワイヤロープの設置高さで算定する。支柱の強度評価結果を表-15に示す。

表-15 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
支柱に津波漂流物が衝突した場合の隣接支柱への伝達力の評価	動的降伏応力 533 N/mm ² ≥ 曲げ応力 280 N/mm ²	OK

(3) 津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合

津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合のワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T_y H_r}{Z_p}$$

- ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への伝達応力 (kN/m²)
 n_s : 漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)
 T_y : ワイヤロープの降伏張力 (kN)
 H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)
 Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

評価は、津波漂流物を捕捉した際に発生する応力が最も大きくなるワイヤロープの設置高さで算定する。支柱の強度評価結果を表-16 に示す。

表-16 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合の支柱への伝達力の評価	動的降伏応力 533 N/mm ² ≥ 曲げ応力 280 N/mm ²	OK

(4) ワイヤロープが閉塞した場合

ワイヤロープに抗力が作用している場合の支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T H_r}{Z_p}$$

- ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への伝達応力 (kN/m²)
 n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)
 T : 閉塞に伴う作用抗力が作用した場合のワイヤロープ張力 (kN)
 H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)
 Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

$$T = \frac{F_D a^2}{8\delta_D n_s} \sqrt{1 + 16 \left(\frac{\delta_D}{a}\right)^2}$$

$$\delta_D = \sqrt{\frac{3a\delta}{8}}$$

$$\delta = \frac{T \cdot a}{E_w \cdot A}$$

ここに、 T : 閉塞に伴う作用抗力が作用した場合のワイヤロープ張力 (kN)

F_D : 閉塞に伴う作用抗力 (kN/m)

a : 支柱設置間隔 (m)

δ_D : 支柱間中央での垂下量 (m)

n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)

δ : ワイヤロープの伸び量 (m)

E_w : ワイヤロープの弾性係数 (kN/m²)

A : ワイヤロープの断面積 (m²)

評価は、ワイヤロープに作用する抗力が大きくなる箇所(ワイヤロープの長さ 47.5 m)で算定し、その際の支柱設置間隔は標準の 9.5 m とする。支柱の強度評価結果を表-17 に示す。

表-17 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
ワイヤロープが津波漂流物により閉塞した場合の支柱への伝達力の評価	静的降伏 応力 444 N/mm ² ≥ 曲げ応力 274 N/mm ²	OK

※ ワイヤロープの長さ 28.5 m の場合、静的降伏荷重 : 444 N/mm² ≥ 曲げ応力 : 266 N/mm² となる。

計画している津波漂流物防護柵の配置は図-1 に示した通りであるが、当該場所には既設の埋設物等が多く存在し、津波漂流物防護柵の支柱据付時においてこれらとの干渉を避けるために位置調整を行う可能性がある。位置調整時の支柱間隔の変動は±0.5 m 以内に管理する。支柱間隔が大きくなるほど支柱に生じる応力は大きくなるが、仮に支柱間隔が 10 m (標準の支柱設置間隔 9.5 m + 0.5 m) となっても支柱に生じる応力は 283 N/mm² であり、上記の判定結果は変わらない。

4. 取付け部の検討

(1) 検討方針

ワイヤロープ取付け部の検討は、ワイヤロープの破断荷重による張力により取付け部材に発生する引張応力が部材の許容引張応力度を下回ること（ワイヤロープより取付け部の強度が高いこと）を確認する。

取付けの部の詳細を図-10 に示す。

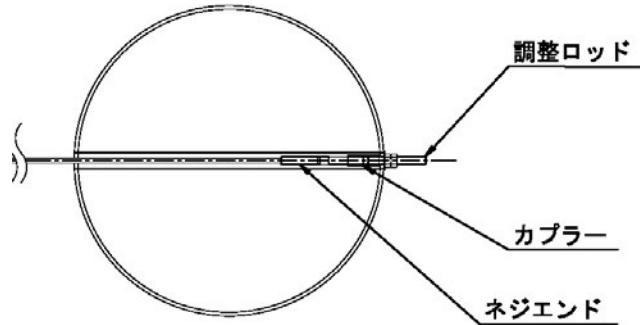


図-10 取付け部詳細図

(2) 部材及び使用材料

ワイヤロープ 25φ-7×7 : ST1470

ネジエンド M39 : SCM415

カプラー 外径 = 62 mm、内径 = 39 mm : SCM415

(3) ワイヤの破断荷重及び許容応力度

ワイヤロープ破断荷重 403 kN（規格値）

ネジエンド及びカプラー許容引張応力 $\sigma_s = 540 \text{ N/mm}^2$

(4) 評価結果

取付け部材に発生する引張応力についての評価結果を表-18 に示す。

表-18 取付け部材の強度評価結果

評価対象	結果				判定	
ねじ部 (ネジエンド・調整ロッド)	許容引張応力	540 N/mm ²	≥	発生引張応力	413 N/mm ²	OK
カプラー	許容引張応力	540 N/mm ²	≥	発生引張応力	221 N/mm ²	OK

5. 基礎杭に対する検討

基礎杭の評価方法は、「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）」に準拠して行う。なお、基礎杭の腐食代については「道路橋示方書・同解説」に準拠して1mmとする。

照査については、基礎杭の降伏曲げ耐力に対して基礎杭に生じる最大曲げモーメントが下回ることを確認する。

また、地盤特性値を用いて杭長（地盤面下への必要長さ）を算出する。

なお、評価に用いたボーリング調査位置を図-11に、柱状図を図-12-1から図-12-3に示す。

(1) 最大曲げモーメント

最大曲げモーメントは、以下の式により算出する。

$$M_{max} = M \times \Phi_m(\beta, h)$$

$$\Phi_m(\beta, h) = \frac{\{(1+2\beta h)^2 + 1\}^{\frac{1}{2}}}{2\beta h} \exp\left[-\tan^{-1}\left(\frac{1}{1+2\beta h}\right)\right]$$

$$\beta = \sqrt[4]{k_h B / 4EI}$$

ここに、 M_{max} : 最大曲げモーメント (kN・m)

M : 支柱基部に生じる曲げモーメント (kN・m)

β : 地盤の特性値 (m^{-1})

h : 作用高 (m)

k_h : 横方向地盤反力係数 (kN/m^3) = $2000 \times N$ (N 値)

B : 杭幅 (m)

E : 杭の弾性係数 (kN/m^2)

I : 杭の断面二次モーメント (m^4)

(2) 降伏曲げ耐力

基礎杭の降伏曲げ耐力は、以下の式により算出する。

$$M_R = Z\sigma_{yd}$$

ここに、 M_R : 降伏モーメント (kNm)

Z : 杭の断面係数 (m^3)

σ_{yd} : 降伏応力 (kN/m^2)

基礎杭の強度評価結果を表-19に示す。

表-19 基礎杭の強度評価結果

評価項目	結果				判定	
基礎杭の評価	降伏 曲げ耐力	29,625 kNm	≥	最大 曲げモーメント	26,665 kNm	OK

(3) 基礎杭の必要長さ

地盤の特性値を用いて基礎杭の必要長さを算出する。算出にあたっては $\Sigma\beta L \geq 3.0$ となるようにする。算出した結果を表-20に示す。算出結果より、保守的に基礎杭の先端深さを T.P. -5.9 m (=T.P. +7.65 m -13.55 m) に設定した。

表-20 基礎杭の必要長さの検討結果

標高 T.P. (m)	地層名	層厚 L_0 (m)	kh (kN/m ²)	杭幅 B (m)	杭の 断面二次モーメント I (m ⁴)	地盤の 特性値 β (m ⁻¹)	βL_0	L	βL
7.65									
5.77	地盤改良土 (久米層相当)	1.88	100,000	1.598	0.043	0.262	0.4926	1.88	0.4926
2.2		3.57	100,000			0.262	0.9353	3.57	0.9353
0.87	沖積層	1.33	92,000			0.256	0.3405	1.33	0.3405
-1.48		2.35	8,000			0.139	0.3267	2.35	0.3267
-7.35	久米層	5.87	100,000			0.262	1.5379	4.42	1.1580
		$\Sigma=15$				$\Sigma=3.633$	$\Sigma=13.55$	$\Sigma=3.2531$	

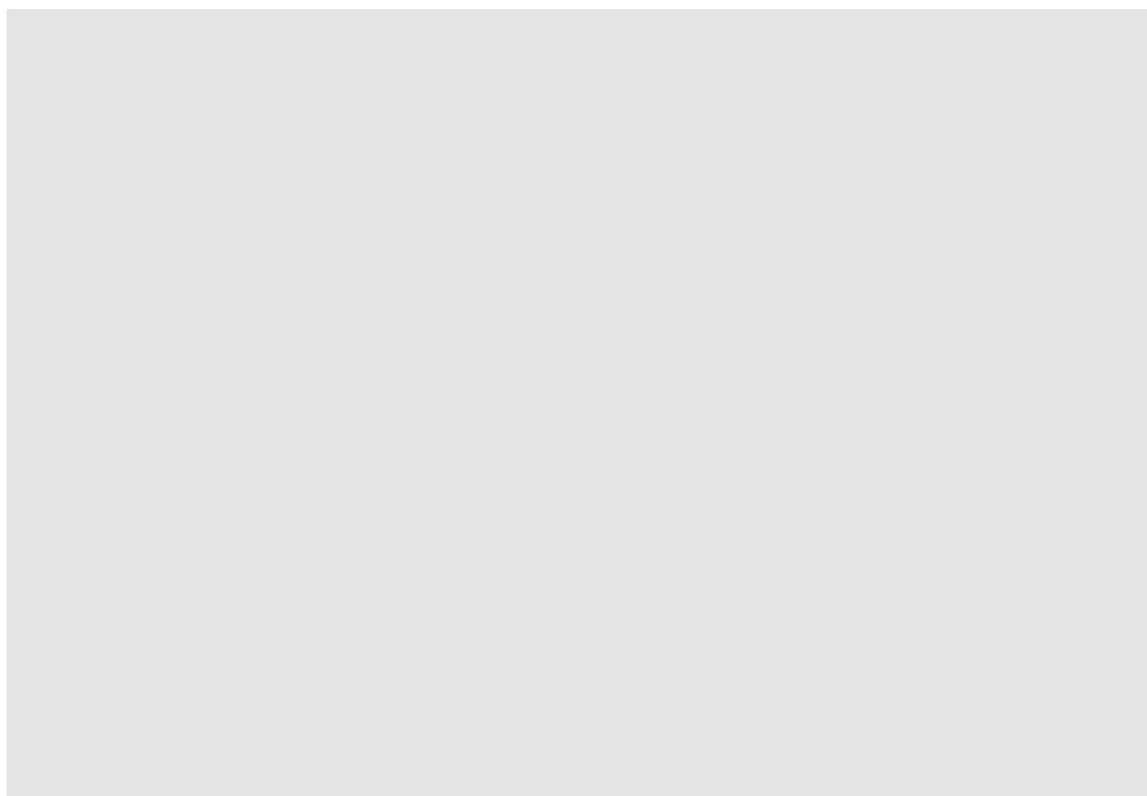


図-11 ボーリング調査位置

ボーリング名	No. 1	孔口標高	T.P. +5.70m	総掘進長	9.00m
--------	-------	------	----------------	------	-------

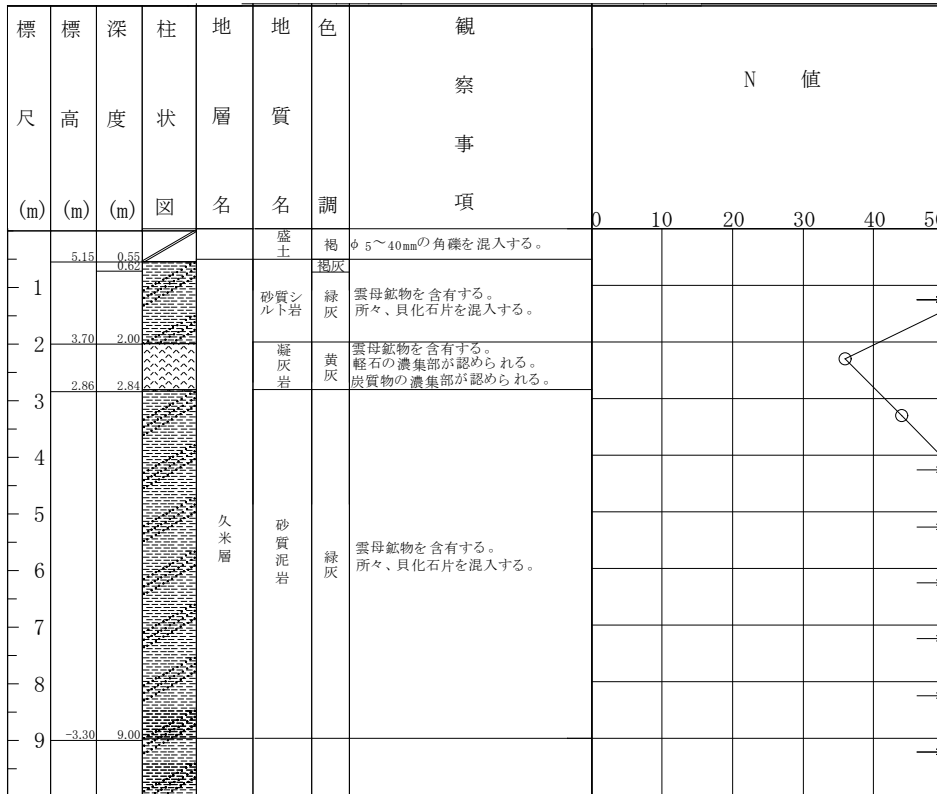


図-12-1 ボーリング柱状図 (No. 1)

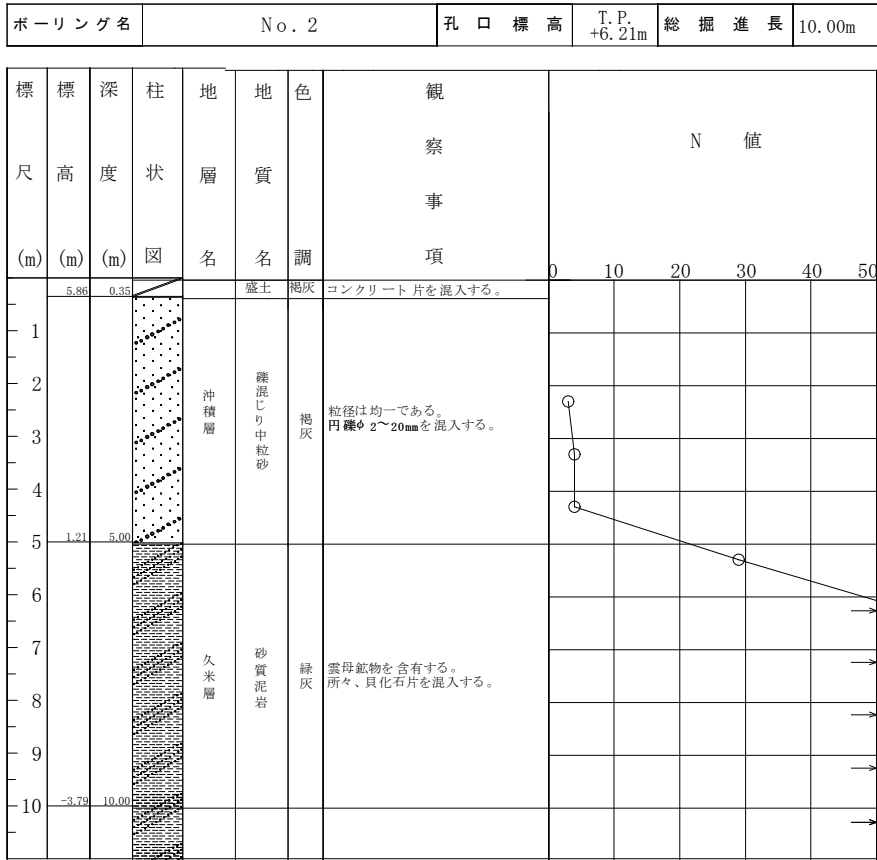


図-12-2 ボーリング柱状図 (No. 2)

ボーリング名	No. 3	孔口標高	T.P. +7.65m	総掘進長	15.00m
--------	-------	------	----------------	------	--------

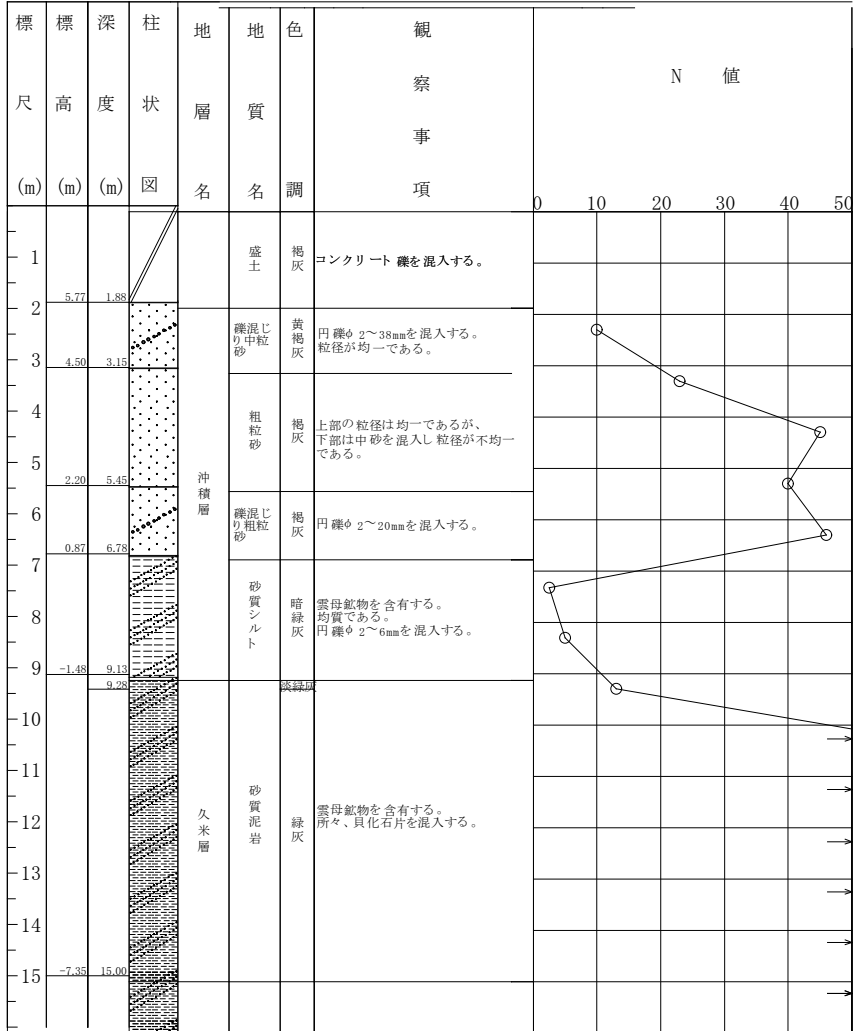


図-12-3 ボーリング柱状図 (No. 3)

6. 津波による荷重と余震との重畳に対する検討

津波襲来時に余震が発生する可能性があるため、津波による荷重と余震との重畳に対する検討を行う。津波による荷重は抗力とする。

照査については、津波による荷重と余震との重畳により生じる曲げ応力が支柱の降伏応力を下回ることを確認する。

強度評価結果を表-21 に示す。

表-21 支柱の強度評価結果

評価項目	結 果	判定
津波と余震との重畳	静的降伏応力 444 N/mm ² ≥ 曲げ応力 276 N/mm ²	OK

IV 安定性評価

1. 液状化に対する検討

1.1 液状化の評価方法

液状化の評価については「道路橋示方書・同解説」に準拠して行う。

(1) 液状化検討対象層の抽出

沖積層の土層で次の3つの条件全てに該当する土層を液状化の判定を行う必要がある土層として抽出する。

- ① 地下水位が地表面から10 m以内にあり、かつ、地表面から20 m以内の深さに存在する飽和土層
- ② 細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、FCが35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層
- ③ 50%粒径 D_{50} が10 mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が1 mm以下である土層

図-13 に液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順を示す。

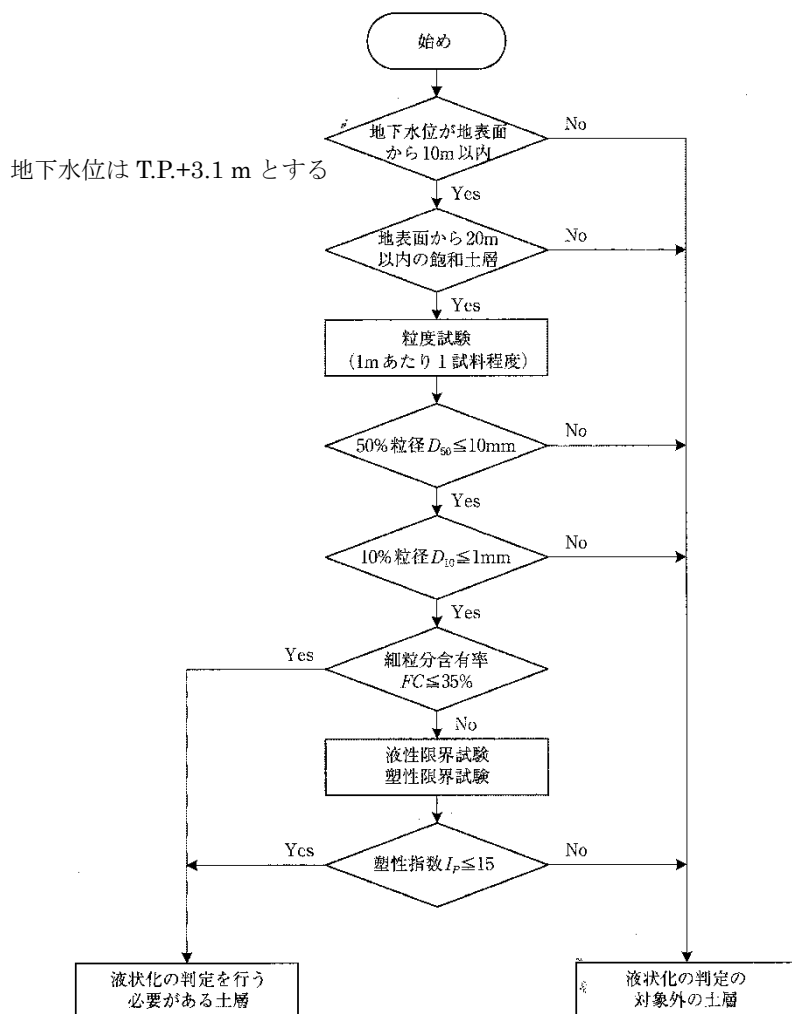


図-13 液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順

(2) 液状化の判定方法

液状化の判定を行う必要がある土層を対象に、液状化の判定を行う。
液状化の判定を行う必要がある土層の液状化の判定式を以下に示す。

$$F_L = \frac{R}{L}$$

ここに、 F_L ：液状化に対する抵抗率

R ：動的せん断強度比

L ：地震時せん断応力比

F_L が1.0以下の土層については液状化が生じると判定する。

① 動的せん断強度比 R

$$R = C_w \cdot R_L$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt[1.7]{N_a} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt[1.7]{N_a} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

ここに、 R ：動的せん断強度比

C_w ：地震動特性による補正係数=1.0

R_L ：繰返し三軸強度比

〈砂質土の場合〉

$$N_a = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_{vb} + 70)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

〈礫質土の場合〉

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1$$

N ：N値

N_1 ：有効上載圧 100 kN/m² 相当に換算したN値

N_a ：粒度の影響を考慮した補正N値

σ'_{vb} ：標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける

有効上載圧 (kN/m²)

FC ：細粒分含有率 (%)

D_{50} ：50%粒径 (mm)

② 地震時せん断応力比 L

$$L = \frac{r_d \cdot k_{hgL} \cdot \sigma_v}{\sigma'_v}$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x$$

$$k_{hgL} = c_z \cdot k_{hgL0}$$

ここに、 L : 地震時せん断応力比

r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

k_{hgL} : 地盤面の設計水平震度

c_z : 地域別補正係数

k_{hgL0} : 地盤面の設計水平震度の標準値

x : 地表面から深さ (m)

σ_v : 地表面から深さ x m における全上載圧 (kN/m²)

σ'_v : 地表面から深さ x m における有効上載圧 (kN/m²)

1.2 液状化の評価結果

(1) 液状化検討対象層の抽出結果

表-22 に液状化検討対象層の抽出結果を示す。なお、ボーリング No. 1 については久米層上端が地下水 TP+3.1 m 以浅にあるため液状化検討対象外となる。

表-22 液状化検討対象層の抽出結果

(a) ボーリング No. 1

地質記号	時代	層相	地表面から20m以内	細粒分含有率 (%)	塑性指数 I _p	D ₅₀ (mm)	液状化検討対象層
B	—	盛土・埋土	○	8.4	17.4	0.347	—
Km	新第三系	砂質泥岩					

(b) ボーリング No. 2

地質記号	時代	層相	地表面から20m以内	細粒分含有率 (%)	塑性指数 I _p	D ₅₀ (mm)	液状化検討対象層
B	—	盛土・埋土	○	8.4	17.4	0.347	—
As	—	砂	○	4.8	—	0.423	○

(c) ボーリング No. 3

地質記号	時代	層相	地表面から20m以内	細粒分含有率 (%)	塑性指数 I _p	D ₅₀ (mm)	液状化検討対象層
B	—	盛土・埋土	○	8.4	17.4	0.347	—
As	—	砂	○	4.8	—	0.423	○
Ag1	沖積	砂礫	○	6.6	—	1.054	○
Ac1	沖積	粘土	○	70.6	54.5	0.046	—

(2) 液状化の判定結果

液状化検討対象層に対する液状化の判定結果を表-23 に示す。

表-23 液状化判定結果

(a) ボーリング No. 2 (Ss-2(NS))

T.P. (m)	層種	N値	廃止措置計画用 設計地震動	
			F L	判定
6.2				
6.0	盛土	4.3	—	—
5.9	埋土	4.3	—	—
4.9	砂	3	—	—
4.0		3	—	—
3.1		3	—	—
2.2		4	0.253	NG
1.2		4	0.239	NG

▼地下水位

判定：OK＝液状化しない、NG＝液状化する

(b) ボーリング No. 3 (Ss-2(EW))

T.P. (m)	層種	N値	廃止措置計画用 設計地震動	
			F L	判定
7.7				
6.7	盛土	4.3	—	—
5.8	埋土	4.3	—	—
4.9	砂	10	—	—
4.0		23	—	—
3.1		45	—	—
2.2		40	13.85	OK
1.5	砂礫	46	24.38	OK
0.9		46	18.58	OK

▼地下水位

判定：OK＝液状化しない、NG＝液状化する

1.3 液状化の対策

液状化の評価結果を踏まえ、砂層が液状化するおそれがあることから、保守的に砂層以浅について地盤改良を行う。

地盤改良の幅については「道路橋示方書・同解説」に基づき算出される地盤の特性係数を用いて算出する。

$$W = \frac{D}{2} + \frac{1}{\beta} \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\beta = \sqrt[4]{k_h B / 4EI}$$

ここに、 W : 杭芯からの地盤改良の幅 (m)

β : 地盤の特性値 (m^{-1})

k_h : 横方向地盤反力係数 (kN/m^3) = $k_{H0} \cdot (B_H/0.3)^{-\frac{3}{4}}$

k_{H0} : $\frac{1}{0.3} \alpha E_0$

E_0 : $2800 \times N$

B_H : $\sqrt{D/\beta}$

D : 杭幅 (m)

E : 杭の弾性係数 (kN/m^2)

I : 杭の断面二次モーメント (m^4)

ϕ : 内部摩擦角 (地盤改良土については 0° とする)

評価の結果、地盤改良の幅は杭芯から 4.1 m 範囲とする。なお、地盤改良の特性値としては久米層 (砂質泥岩) と同等以上となるよう、圧縮強度を $700 \text{ kN}/\text{m}^2$ と設定した。

2. 不等沈下に対する検討

基礎杭を十分な支持性能を有する久米層（砂質泥岩）に設置するため、不等沈下は発生しない。

別添-3

評価で使った計算機プログラム（解析コード）の概要

1. 概要

「再処理施設に関する設計及び工事の計画（津波漂流物防護柵の設置工事）」において使用した計算機プログラム（解析コード）の概要を示す。使用した計算機プログラムで、他の原子力施設の審査に用いられている実績例も併せて示す。

2. 使用した計算プログラム

項目 \ コード名	NUPP4
対象	分離精製工場(MP)
使用目的	建家・構築物の地震応答解析
開発機関	鹿島建設株式会社
使用したバージョン	Ver. 1.4.13
コードの概要	原子力発電所建屋の地震応答解析用として開発された質点系モデルによる解析コードである。地震応答解析は、線形解析及び非線形解析を時間領域における数値積分により行うことが可能である。
使用実績	日本原子力発電株式会社 東海第二発電所で使用実績あり。

項目 \ コード名	Nshake
対象	分離精製工場(MP)
使用目的	1次元地盤の地震応答解析（建家入力地震動の算定）
開発機関	株式会社ニュージェック
使用したバージョン	Ver. 1.1
コードの概要	重複反射理論に基づく1次元地盤の地震応答解析を行うことが可能な解析プログラムである。地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形化法により考慮することができる。
使用実績	関西電力株式会社 美浜発電所、高浜発電所で使用実績あり。

項目	コード名 SuperFLUSH/3D
対象	分離精製工場(MP)
使用目的	建家解析モデルに用いる底面地盤ばねの算定
開発機関	株式会社構造計画研究所
使用したバージョン	Ver. 3.0A01
コードの概要	薄層要素法に基づき水平、鉛直、回転に対する底面地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。
使用実績	日本原子力発電株式会社 東海第二発電所で使用実績あり。

項目	コード名 D-PROP
対象	津波漂流物防護柵
使用目的	1次元地盤の地震応答解析（入力地震動の算定）
開発機関	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
使用したバージョン	Ver. 1.1.21
コードの概要	重複反射理論に基づく1次元地盤の地震応答解析を行うことが可能な解析プログラムである。地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形化法により考慮することができる。
使用実績	東京電力株式会社 柏崎刈羽発電所で使用実績あり。

(別冊 1 - 2 5)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新)

脱硝施設（その2）ウラン脱硝施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	8
6. 工事の工程	12

別 図 一 覧

- 別図－1 ウラン脱硝施設 冷水設備の系統概要図（既設）
- 別図－2 ウラン脱硝施設 冷水設備の系統概要図（更新後）
- 別図－3 ウラン脱硝施設 地下1階 機器配置図
- 別図－4 ウラン脱硝施設 1階 機器配置図
- 別図－5 ウラン脱硝施設 冷水設備の計装系統図
- 別図－6 ウラン脱硝施設 機器（冷凍機）構造概要図
- 別図－7 ウラン脱硝施設 機器（膨張水槽）構造概要図
- 別図－8 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る工事フロー

表 一 覧

- 表－1 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る設計条件
- 表－2 更新に用いる機器の仕様
- 表－3 更新に用いる配管の仕様（1／2）～（2／2）
- 表－4 更新に用いる主な配管付属品の仕様
- 表－5 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 1 月 14 日付け原規規発第 2101142 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回、ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る廃止措置計画の変更認可の申請は、昭和 57 年 12 月 4 日に認可（57 安（核規）第 585 号）を受けた「脱硝施設（その 2）ウラン脱硝施設」のうち、冷水設備の一部について、設備の構成及び配置を変更した上で機器を更新するものである。

本冷水設備は、廃止措置の一環として行う工程洗浄を踏まえ、計画保全としてウラン脱硝施設の冷水設備の一部を更新し、高経年化した設備の維持管理を図るものである。

なお、今後の工程洗浄の詳細な検討結果によって、本冷水設備の冷却性能の見直しが必要になった場合は、廃止措置計画の変更認可の申請を行う。

ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に関する設計及び工事の計画に係る廃止措置計画の変更認可の申請は、昭和 61 年 3 月 28 日の使用前検査合格証（61 安（核規）第 152 号）の取得後、最初のものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

(昭和 32 年法律第 166 号)

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「電気用品安全法」(昭和 36 年法律第 234 号)

「電気設備に関する技術基準を定める省令」(平成 9 年通商産業省令第 52 号)

「日本産業規格(JIS)」

「日本電機工業会標準規格(JEM)」

「電気規格調査会標準規格(JEC)」(電気学会)

「発電用原子力設備規格(JSME)」

「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」

「鋼構造設計基準」

「機械設備工事監理指針」

3. 設計の基本方針

本申請で一部更新を行う冷水設備は、ウラン脱硝施設における脱硝工程機器のオフガス等を冷却する冷水を製造及び供給する設備であり、脱硝工程が停止している間は、冷水の供給は必要ない。このため、万一、脱硝工程の運転中に本冷水設備で異常があった場合は、脱硝工程の停止操作を行うことで施設の安全を維持することができる。また、工事期間中は、脱硝工程が停止しているため、冷水設備を運転する必要はないことから、仮設設備を配置することなく工事を実施する。

本冷水設備の一部更新は、設備の構成及び配置を変更した上で機器を更新するものであり、屋上に設置されている既設の冷凍機 2 基のうち 1 基 (264X881) をウラン脱硝施設の屋外 (地表) に基礎を設けて更新するとともに、補給水槽 (264V883) は、ユーティリティ室 (G0 21) に設ける膨張水槽 (264V883) に更新する。また、配管の一部を更新し、新設冷凍機 (264X881) 及び膨張水槽 (264V883) 並びに既設の冷水ポンプ (264P8821、264P8822) 及び冷却水冷却器 (264H862) を接続し、冷水設備の系統を構成する。冷水設備の系統概要を別図－1 及び別図－2、機器配置を別図－3 及び別図－4 に示す。

当該冷水設備には、温度指示計、圧力指示計等を設ける。計装系統図を別図－5 に示す。

なお、本工事で不要な設備となる既設の冷凍機 (264X881、264X882)、補給水槽 (264V883)、電気室空調機 (264X964)、冷水ポンプ (264P8811、264P8812) 及び一部の冷水配管については、水抜き及び閉止処置を行い、ウラン脱硝施設の廃止措置に併せて適時撤去する。

ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、再処理施設の技術基準に関する規則 (令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号) 第 6 条第 1 項、第 11 条第 3 項、第 12 条第 1 項、第 16 条第 2 項及び第 3 項並びに第 17 条第 1 項及び第 2 項に規定する技術上の基準を満足するように行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新の範囲は、ユーティリティ室（G0 21）内の一部の冷水配管及び屋上の冷凍機（264X881）並びに補給水槽（264V883）である。また、既設の冷水ポンプ（264P8821、264P8822）及び動力分電盤の電源ユニットは、部品交換等の保守により機能を確保する。また、本冷水設備の一部更新では、既設の制御回路の変更はないが、新設冷凍機の運転及び停止操作が行えるように配線する。

新設冷凍機は、廃止措置段階にあるウラン脱硝施設の運用状況を踏まえた必要な性能を有する冷凍機（補足資料「冷凍機の性能変更に伴う設計熱量の算定」参照）とし、ウラン脱硝施設の屋外（地表）に設けた基礎に据付ボルトで固定し耐震性を確保する。また、新設冷凍機の電源ケーブルは、既設のケーブルラック、ダクト、新設電線管等を用いて難燃性ケーブルを敷設する。

配管は、ウラン脱硝施設のユーティリティ室（G0 21）内の配管を撤去した上で、既設の配管と同等以上の強度及び肉厚を有する配管を用いる。配管の接続は、溶接又はフランジ継手で接続し、漏れ難い構造とする。また、既設のサポートに加え、新たにサポートを増設し、定ピッチスパン法に基づく間隔で配管を支持する。

配管外表面は、塗装を施した上で保温する。また、ステンレス製の既設の配管と炭素鋼製の新設配管のフランジ接続箇所、ステンレス製の新設冷凍機（264X881）と炭素鋼製の新設配管のフランジ接続箇所は、電気的な絶縁処置として絶縁ボルトを用いて接続し、異種金属間接触腐食を抑制する。

本工事で不要な設備となるウラン脱硝施設屋上からユーティリティ室（G0 21）間の配管、電気室（W1 21）内の電気室空調機（264X964）及び配管、屋上の既設の冷凍機（264X881、264X882）及び補給水槽（264V883）並びに配管、サプライヘッダ（264V8813）及びリターンヘッダ（264V8814）、冷水ポンプ（264P8811、264P8812）は、系統内の水抜き後、配管開口部に閉止板の溶接、閉止フランジ、ねじ込み継手等で系統の閉止処置を行う。また、電源ケーブル及び計装ケーブルは、解線処置を行うとともに、制御室では、当該設備に係る制御盤上の表示やスイッチを取り外し、盤面開口部を閉口する。これら不要な設備となる機器類は、接続配管を含め、ウラン脱硝施設の廃止措置に併せて適時撤去する。

ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る設計条件を表－1に示す。

表－1 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る設計条件

名称	設置場所	流体	最高使用温度	最高使用圧力	放射能濃度	溶接機器区分	耐震区分
冷水設備	ウラン脱硝施設及び屋外（地表）	冷水（浄水）	50℃	0.74 MPa	—	—	C

(2) 仕様

新設冷凍機及び膨張水槽は、一般市販品（汎用品）を調達して配置する。

新設冷凍機及び膨張水槽の構造概要図を、それぞれ別図－6及び別図－7に示す。

配管は、既設と同等以上の強度及び肉厚を有するものを用い、必要な弁や継手類の配管付属品を配置する。これらの仕様は、それぞれ表－2、表－3及び表－4に示す。

表－2 更新に用いる機器の仕様

仕様										備考
既設					新設					
名称	性能	最大許容圧力	設置数（基）	設置場所	名称	性能	最大許容圧力	設置数（基）	設置場所	
冷凍機	冷却性能 93,000 kcal/h	0.79 MPa	2	2階屋上	冷凍機	冷却性能 85 kW (約73,000 kcal/h)	1.0 MPa	1	屋外（地表）	別図-6参照
補給水槽	内容積 2.5 m ³	—	1	3階屋上	※膨張水槽	内容積 0.099 m ³	0.8 MPa	1	地下1階（G0 21）	別図-7参照

※ 既設の冷水設備は、補給水槽を用いた開放式循環冷却としていたが、更新後は、膨張水槽を用いた密閉式循環冷却とする。

表－3 更新に用いる配管の仕様（1 / 2）

名称	仕様						備考
	既設			新設			
	材料（適用規格）	呼び径	管の厚さ	材料（適用規格）	呼び径	管の厚さ（スケジュール）	
配管	SGP (JIS G3452)	80A	4.2 mm	STPG370 (JIS G3454)	80A	5.5 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 3070 mm 以下
	SGP (JIS G3452)	65A	4.2 mm	STPG370 (JIS G3454)	65A	5.2 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 2840 mm 以下
	SGP (JIS G3452)	50A	3.8 mm	STPG370 (JIS G3454)	50A	3.9 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 2500 mm 以下

表-3 更新に用いる配管の仕様 (2 / 2)

名称	仕様						備考
	既設			新設			
	材料 (適用規格)	呼び径	管の厚さ	材料 (適用規格)	呼び径	管の厚さ (スケジュール)	
配管	SGP (JIS G3452)	40A	3.5 mm	STPG370 (JIS G3454)	40A	3.7 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 2240 mm 以下
	SGP (JIS G3452)	25A	3.2 mm	STPG370 (JIS G3454)	25A	3.4 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 1860 mm 以下
	SGP (JIS G3452)	15A	2.8 mm	STPG370 (JIS G3454)	15A	2.8 mm (Sch40)	直管支持間隔※ 1430 mm 以下

※ 配管重量、液体、保温材等を加味し、固有振動数が 20 Hz 以上となる支持間隔を算出

表-4 更新に用いる主な配管付属品の仕様

名称	材料(適用規格)	呼び径	呼び圧力	備考
フランジ	SFVC 1 (JIS G3202)	80A	10K	
	SFVC 1 (JIS G3202)	65A	10K	
	SFVC 1 (JIS G3202)	50A	10K	
	SFVC 1 (JIS G3202)	40A	10K	
	SFVC 1 (JIS G3202)	25A	10K	
	SFVC 1 (JIS G3202)	15A	10K	
弁	FCD-S (JIS B2051)	65A	10K	
	FCD-S (JIS B2051)	50A	10K	
	FCD-S (JIS B2051)	25A	10K	
	FCD-S (JIS B2051)	15A	10K	
ティー	PT370 (JIS B2312)	80A×80A×80A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	65A×65A×65A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	50A×50A×50A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	50A×50A×25A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	25A×25A×25A	10K	
エルボ	PT370 (JIS B2312)	80A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	65A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	50A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	25A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	15A	10K	
レギュレーサ	PT370 (JIS B2312)	80A×50A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	65A×50A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	65A×25A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	50A×25A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	50A×40A	10K	
	PT370 (JIS B2312)	25A×15A	10K	
フレキシブル管	SUS304	50A	10K	

(3) 保守

本冷水設備は、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。保守により交換する部品類は、弁類、継手、計器類、ボルト・ナット、ガスケット、冷凍機及びポンプの消耗部品類であり、適時、これら予備品を入手し、再処理施設保安規定に基づき交換する。また、更新後、経年変化に伴う配管の腐食、漏えい等が発生した場合は、速やかに補修資材等で応急処置を行い、既設と同等以上の性能を有した機器、配管等を用いて保守する。

5. 工事の方法

本申請に係るウラン脱硝施設の冷水設備は、再処理施設の事業指定を受けたものである。本申請における工事については、「再処理施設の技術基準に関する規則」に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを試験・検査により適時確認する。

(1) 工事の手順

本冷水設備の一部更新に用いる冷凍機及び膨張水槽は、一般市販品（汎用品）を調達し、所定の位置に基礎を設置した後、機器の仕様を確認した上で現場に搬入し据付ける。冷凍機の基礎は、ウラン脱硝施設の屋外（地表）に設置する。基礎は、設置場所の地表の土砂を掘削及び整地した後、鉄筋及び据付ボルトを配置し、型枠の組み立て及び材料の配合を確認したコンクリートを充填し、乾燥、硬化させる。

膨張水槽の基礎は、ウラン脱硝施設のユーティリティ室（G0 21）に設置する。基礎は、設置場所の床面をはつり、既存の鉄筋と接合するよう配筋するとともに、据付ボルトを配置し、型枠の組み立て及び材料の配合を確認したコンクリートを充填し、乾燥、硬化させる。

本工事を行うに当たっては、事前に冷水設備内の水抜きを行うとともに、冷凍機、冷水ポンプ等の関連設備の電源を遮断する等の隔離処置を行い、工事期間中は、ウラン脱硝施設の脱硝工程は運転しない。

隔離処置後、更新範囲の配管を切断及び撤去するとともに、不要な機器及び配管の開口部は、閉止板の溶接、閉止フランジ、ねじ込み継手等により、系統の閉止処置を行い、壁を貫通している配管は、開口部をモルタルで閉止する。

一部の配管は、材料を入手後、工場での開先加工や配管付属品の溶接を行った上で現場に搬入する。現場では、既設の配管を撤去後、所定の管路となるよう新設配管を配置し、溶接又はフランジで接続する。また、異種金属間のフランジ接続箇所は、絶縁ボルトで接続する。

新設冷凍機と動力分電盤間の電源ケーブル及び制御盤間の計装ケーブルは、既設のケーブルラック、ダクト、新設電線管等を用いて敷設及び接続する。屋外から屋内に敷設する配管及びケーブルは、ウラン脱硝施設のユーティリティ室（G0 21）と屋外の境界扉を加工して施設内へ取り込むとともに、扉と貫通配管等との隙間は、鉄板等

で隙間なく塞ぐ。電源ケーブル及び計装ケーブルの敷設及び接続に当たっては、電源を遮断するとともに、無電圧であることを確認した上で実施する。

これらの工事により、機器、配管等を据付け、試験・検査を適時実施し、その後、更新範囲の配管の塗装及び保温を行う。本工事フローを別図－８に示す。

本工事で実施する試験・検査項目、検査対象、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料検査

対 象： 配管、フランジ、据付ボルト等

方 法： 配管、フランジ、据付ボルト等の材料証明書等を確認する。

判 定： 表－３、表－４、別図－６及び別図－７に示す仕様のとおりであること。

② 冷凍機の性能検査

対 象： 冷凍機

方 法： 冷凍機の冷却性能を機器の性能表等で確認する。

判 定： 冷却性能 79 kW 以上の性能を有していること。

③ 冷凍機の作動確認

対 象： 冷凍機

方 法： 制御室（G2 13）の制御盤から、冷凍機の運転及び停止操作を行い、制御盤上の表示灯の表示及び現場で冷凍機の作動を確認する。

判 定： 運転操作により表示灯が点灯し、現場で冷凍機が運転すること。また、停止操作で表示灯が消灯し、現場で冷凍機が停止すること。

④ 耐圧・漏えい検査（１）（耐圧試験）

対 象： 配管

方 法： 最高使用圧力（0.74 MPa）の 1.5 倍（1.11 MPa）以上の水圧をかけて目視で漏えいの有無を確認する。

判 定： 試験圧力が保持されること。また、漏えいがないこと。

⑤ 耐圧・漏えい検査（２）（通水試験）

対 象： 冷水設備

方 法： 運転圧力による通水を行い、目視により漏えいの有無を確認する。

判 定： 漏えいがないこと。

⑥ 絶縁抵抗検査

対 象： 電源ケーブル

方 法： 動力分電盤から冷凍機までの動力回路に対し、500 V の電圧を印加した

ときの絶縁抵抗を絶縁抵抗計で測定する。

判定：絶縁抵抗値が1 MΩ以上であること。

⑦ 据付・外観検査（1）配管等

対象：配管、フランジ

方法：敷設した配管の系統構成及び外観を目視で確認する。

また、異種金属間のフランジ接続箇所の絶縁処置を目視で確認する。

判定：敷設した配管が別図－2の系統で構成されていること。

配管の外観に有害な傷及び変形がないこと。

異種金属間のフランジ接続箇所は、絶縁ボルトで接続されていること。

⑧ 据付・外観検査（2）配管支持間隔

対象：サポート

方法：配管のサポートの間隔を金尺等で測定する。

判定：配管のサポートの間隔が定ピッチスパン法に基づく間隔の範囲内で支持されていること。

⑨ 据付・外観検査（3）機器の据付状態

対象：冷凍機、膨張水槽

方法：冷凍機及び膨張水槽の外観に有害な傷及び変形がないことを目視で確認する。また、冷凍機及び膨張水槽の据付ボルトのサイズ及び本数を確認するとともに、ボルト間隔を金尺等で測定する。

判定：冷凍機及び膨張水槽の外観に有害な傷、変形がないこと。

冷凍機の据付ボルトのサイズがM24、本数が4本及びボルト間隔が894 mm以上であること。また、膨張水槽の据付ボルトのサイズがM10、本数が4本及びボルト間隔が378 mm以上であること。

⑩ 据付・外観検査（4）配管貫通部

対象：配管貫通部（境界扉と配管との隙間）

方法：貫通部復旧後、外観を目視で確認する。

判定：貫通部に隙間がないこと。

⑪ 据付・外観検査（5）既設配管閉止部

対象：既設配管閉止部

方法：既設配管の閉止部を目視で確認する。

判定：既設配管の開口部が閉止処置されていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に基づき、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、冷水設備の一部更新に係る作業手順、装備、汚染管理、連絡体制等について十分に検討した一般作業計画書及び特殊放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事における更新範囲は、冷水設備内の水抜き、弁操作及び電源の遮断処置により隔離する。
- ④ 本工事における水抜き及び通水作業では、現場で系統の確認を行う等、十分に検討を行った要領に従い実施し、溢水を防止する。
- ⑤ 本工事においては、必要に応じて革手袋、保護メガネ等の保護具を着用し、災害防止に努める。また、作業箇所周辺の養生を行う等、配管内の残水の飛散を防止する。
- ⑥ 本工事におけるグラインダーや溶接作業等の火気使用時は、作業区域の可燃物の撤去及び不燃シートによる養生を行い、火災を防止するための必要な処置を講じる。
- ⑦ 本工事における足場作業及び高所作業時は、墜落制止用器具の着用及び使用を徹底し、転落及び墜落災害の防止に努める。
- ⑧ 電気及び計装工事を行う場合は、工事範囲の電源の遮断及び測定器で無電圧を確認するとともに、必要な養生を施し、絶縁手袋等を着用して電気事故を防止する。
- ⑨ 本工事においては、管理区域と非管理区域（屋外）間に配管及びケーブルを敷設するために境界扉を加工し開口を設ける。このため、加工作業中及び扉開放時は、ユーティリティ室（G0 21）への入室を制限し、施設内の負圧が維持されることを確認するとともに、核物質防護上の処置を図る。
- ⑩ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を適時実施するとともに、必要に応じて除染、遮蔽等の処置を講じ作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。
- ⑪ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

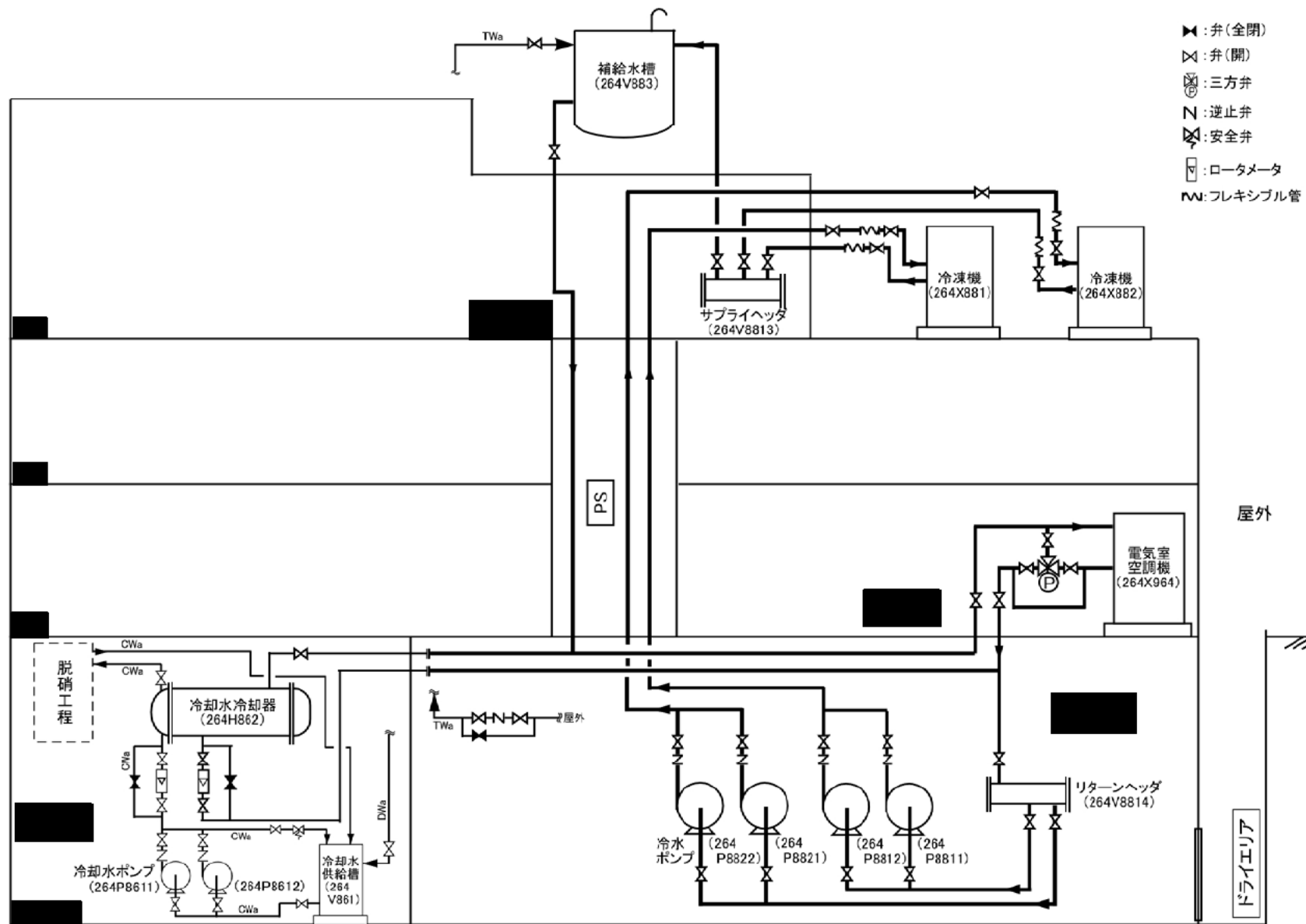
6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表－5に示す。

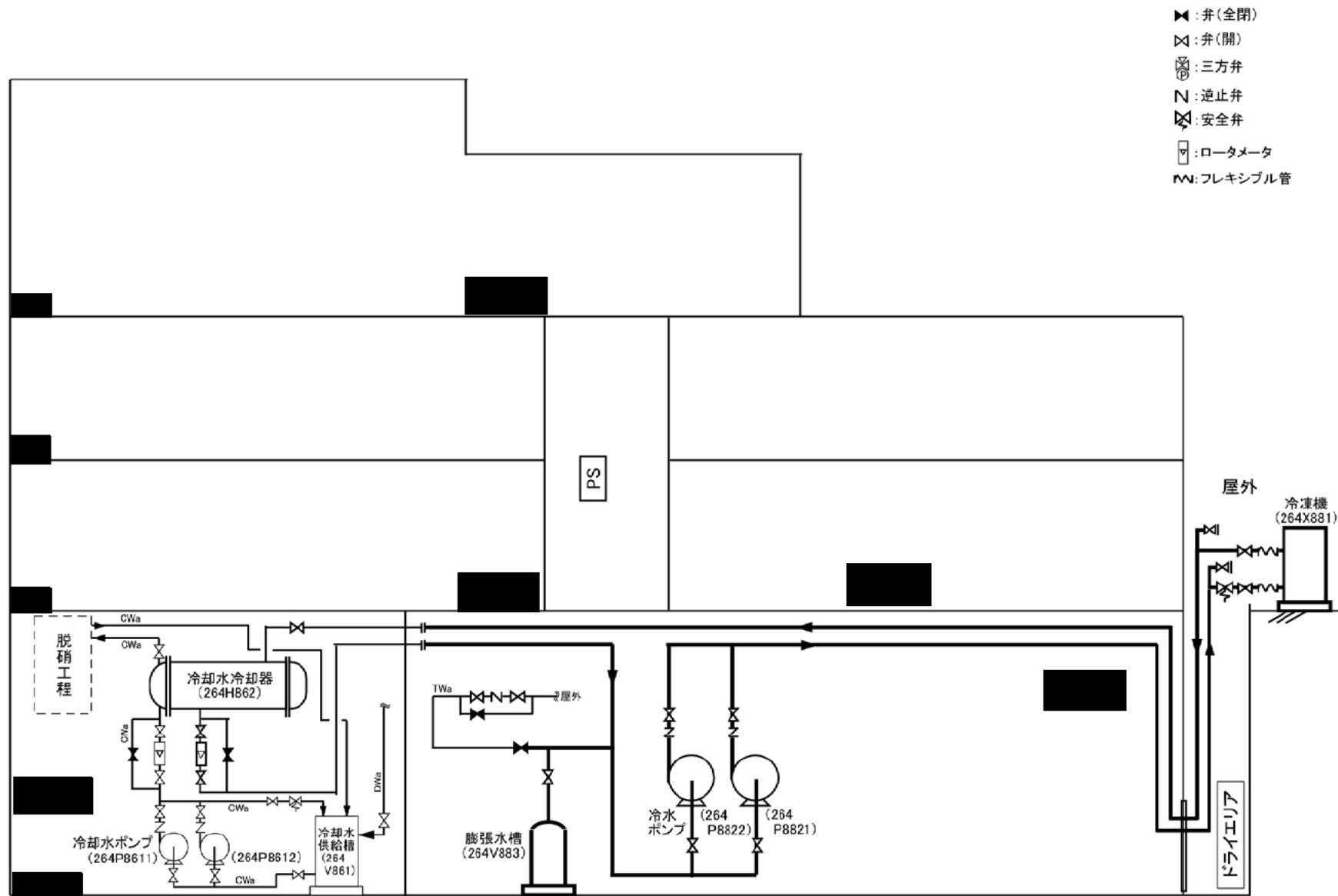
表－5 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る工事工程表

	令和3年度							備考
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
ウラン脱硝施設の 冷水設備の一部更新								以降、適宜交換
			工 事					

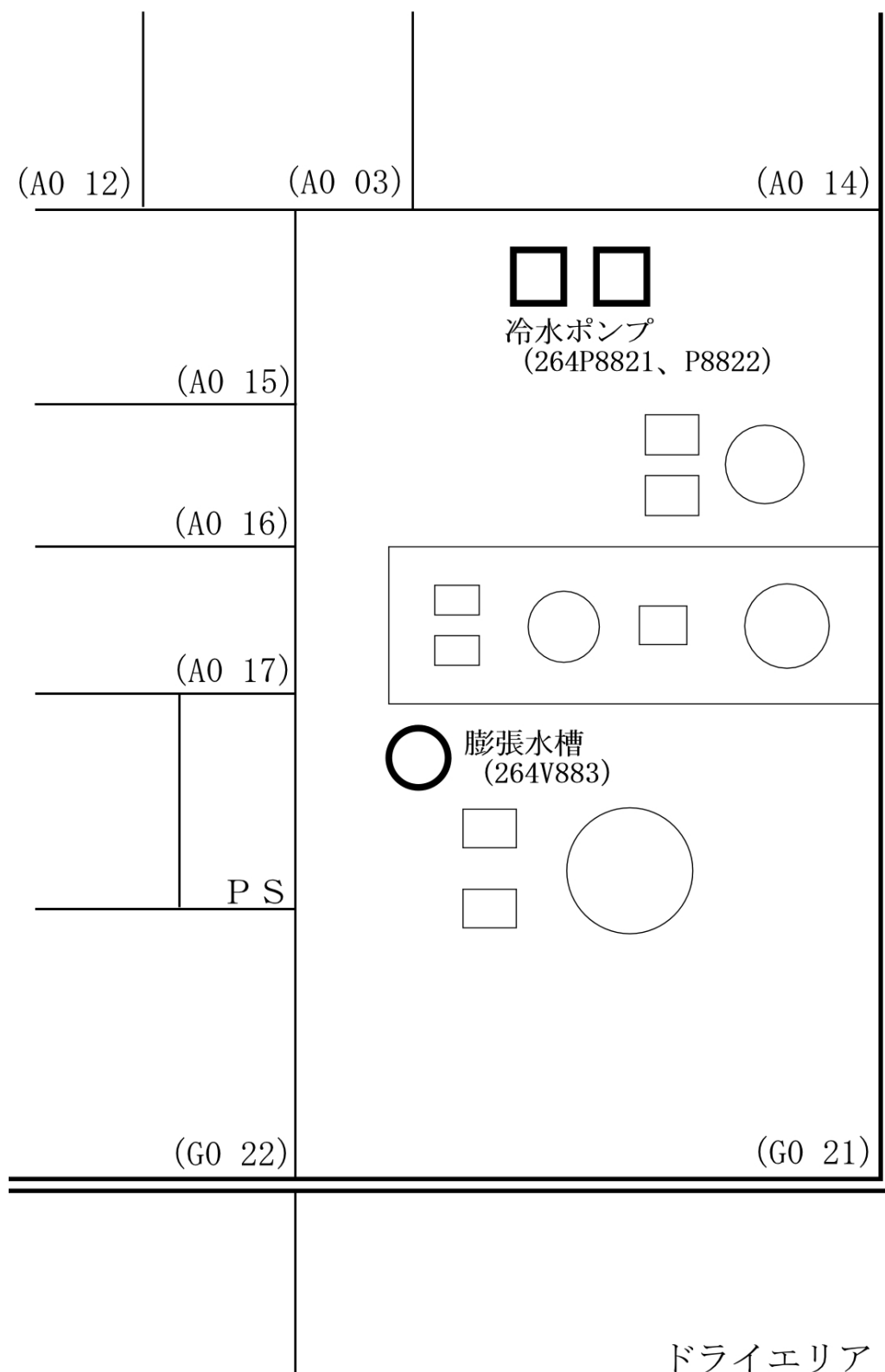
別 図



別図-1 ウラン脱硝施設 冷水設備の系統概要図 (既設)

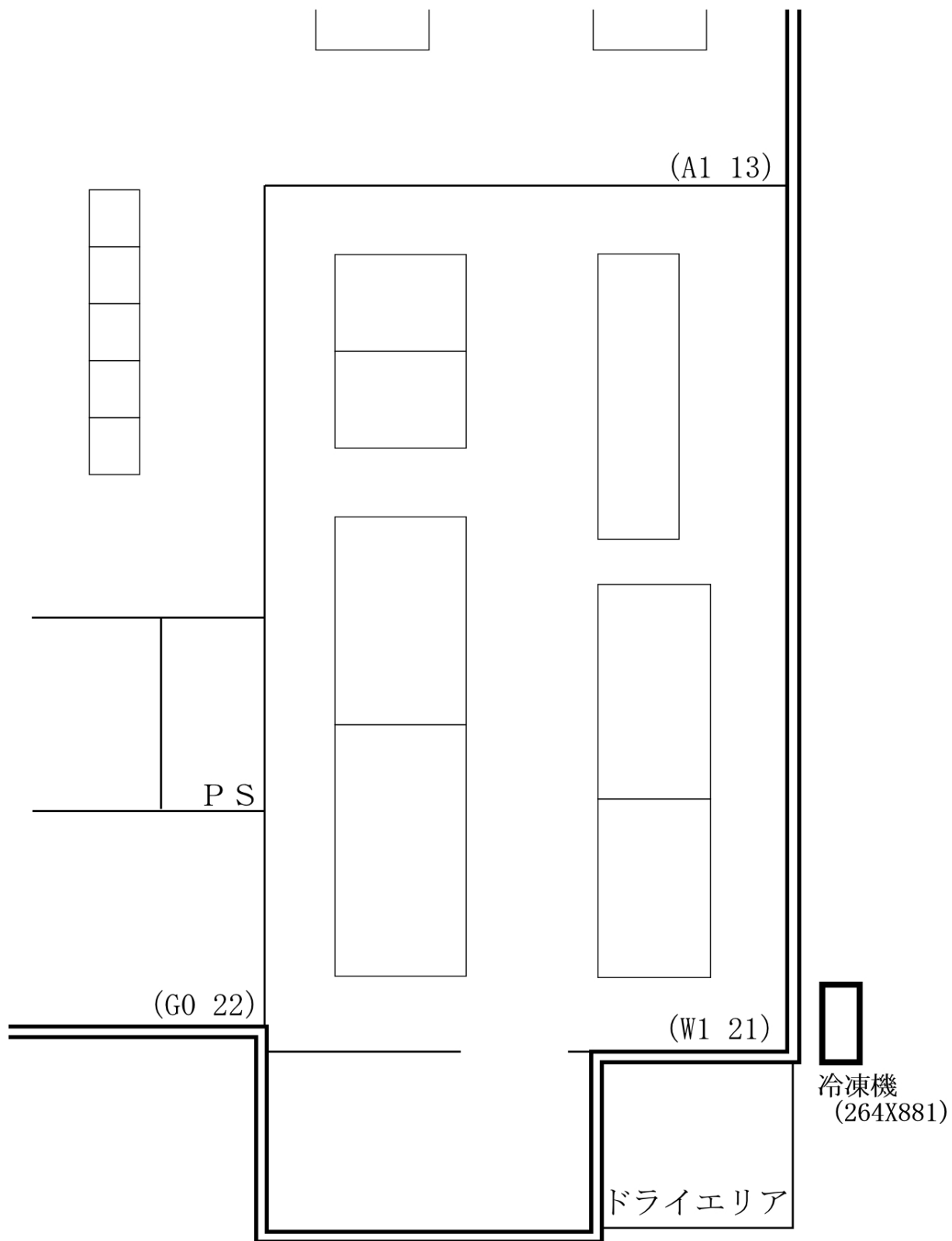


別図-2 ウラン脱硝施設 冷水設備の系統概要図 (更新後)

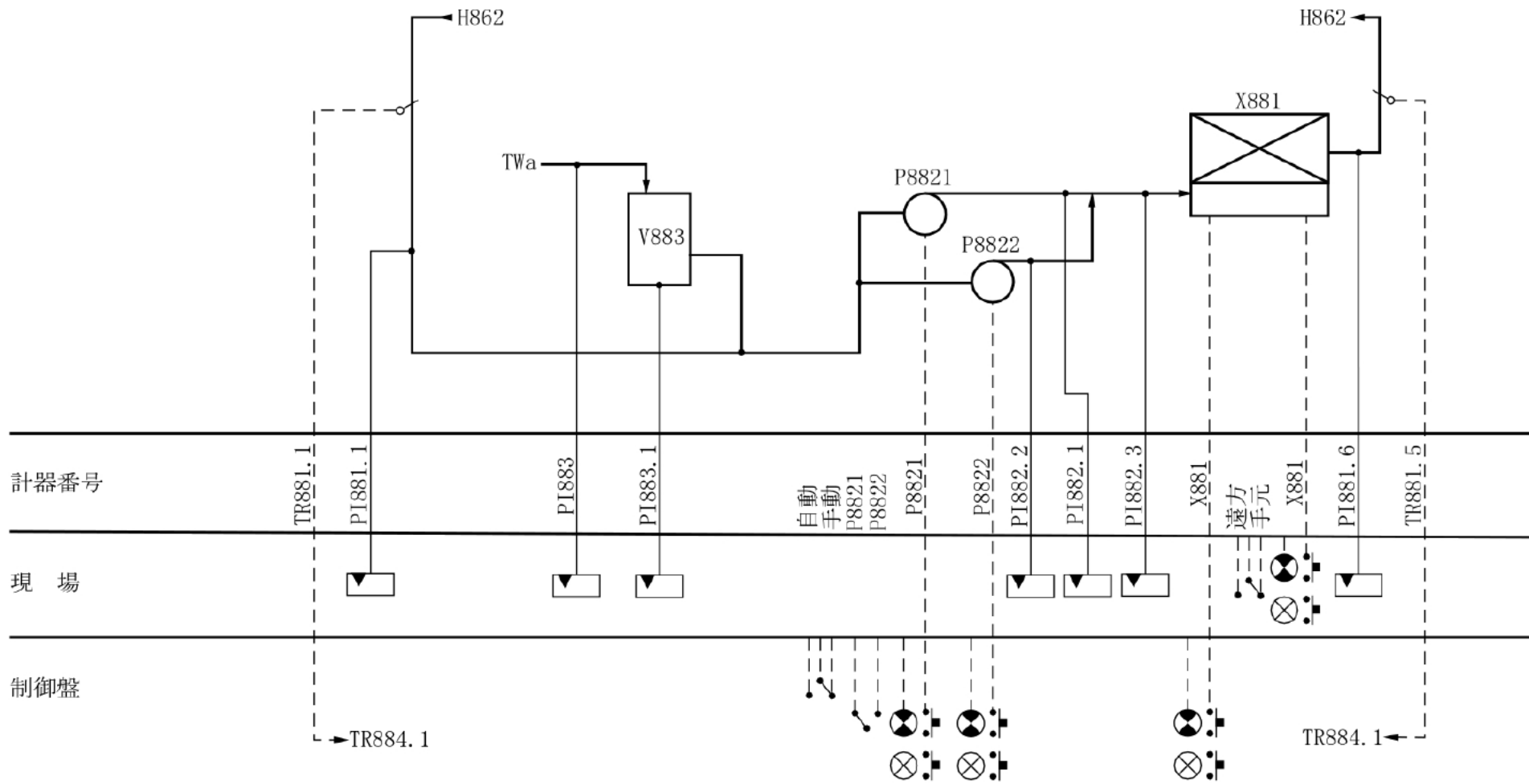


地下1階平面図

別図-3 ウラン脱硝施設 地下1階 機器配置図

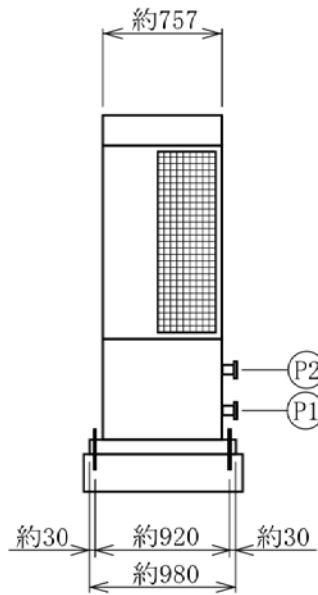
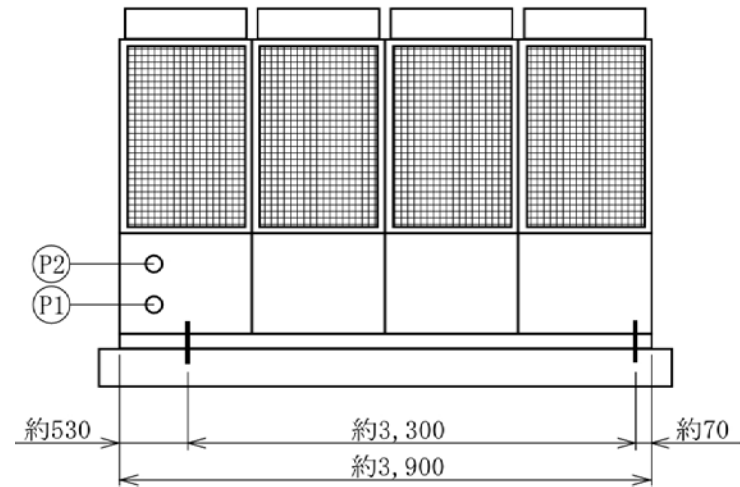
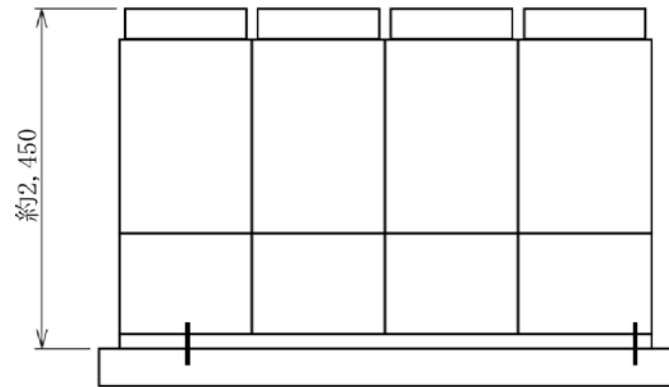
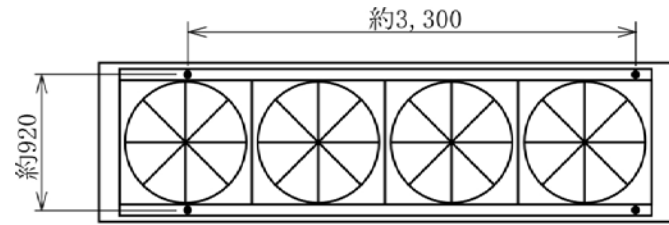


1 階平面図



計装系統図

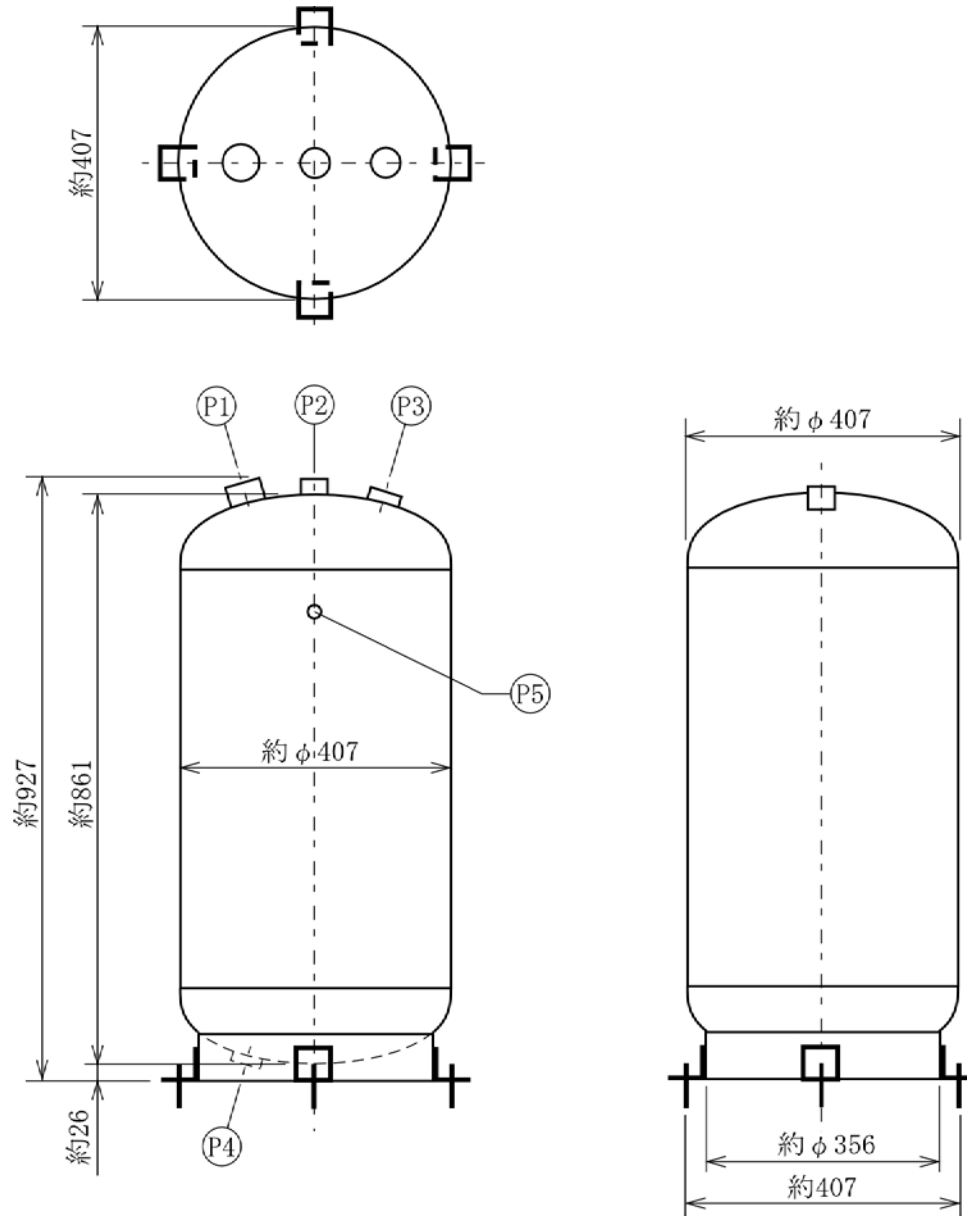
別図－5 ウラン脱硝施設 冷水設備の計装系統図



基数	1		
冷却能力	85 kW (約73,000 kcal/h)		
設置場所	屋外		
流体名	冷水(浄水)		
最大許容圧力	1.0	MPa	
質量(運転質量)	1,260 (1,290)	kg	
据付ボルト	4-M24 (SS400)		
国内法規	—		
ノズル一覧			
符号	名称	呼び径	材質
P1	冷水入口	50A	SUS304
P2	冷水出口	50A	SUS304

(単位：mm)

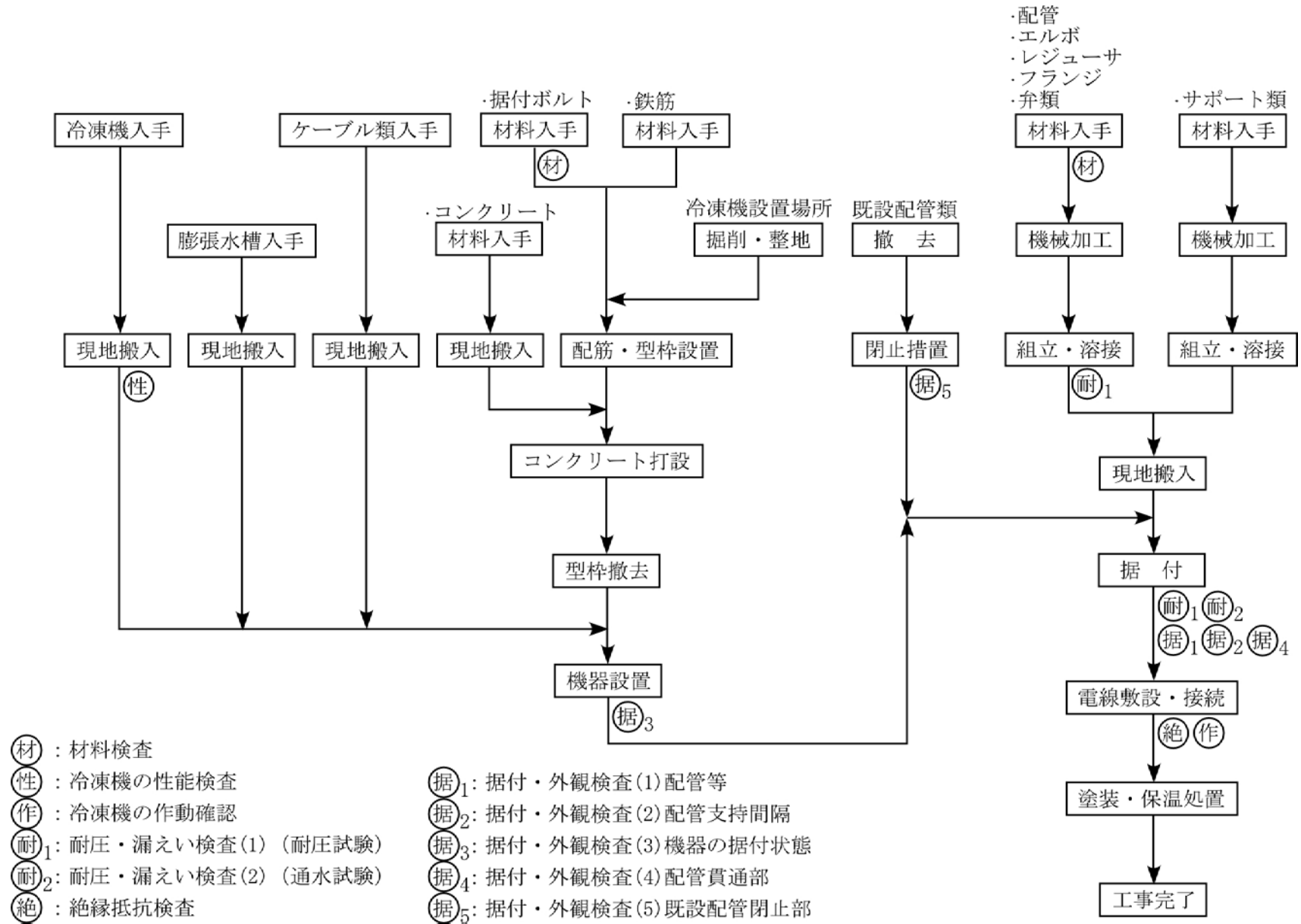
別図-6 ウラン脱硝施設 機器(冷凍機) 構造概要図



基数	1		
内容積(吸収容量)	0.099 (0.059) m ³		
設置場所	G0 21		
流体名	冷水(浄水)		
最大許容圧力	0.8 MPa		
質量	45 kg		
材質	SA-414-G 胴板、鏡板 (SGV450相当: JIS G3118)		
据付ボルト	4-M10 (SS400)		
国内法規	第二種圧力容器		
ノズル一覧			
符号	名称	呼び径	材質
P1	空気封入口	6A	SA-181-70 (SF490A相当: JIS G3201)
P2	配管接続口	25A	SA-182F304 (SUSF304相当: JIS G3214)
P3	上部点検口	32A	SA-181-70 (SF490A相当: JIS G3201)
P4	下部点検口	32A	SA-181-70 (SF490A相当: JIS G3201)
P5	圧力計口	6A	SA-181-70 (SF490A相当: JIS G3201)

(単位: mm)

別図-7 ウラン脱硝施設 機器(膨張水槽) 構造概要図



別図－8 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の
規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法
第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2
項の規定により届け出たところによるものであること
を説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第1項	別紙-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	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第3項	別紙-2に示すとおり
第十二条	再処理施設内における ^{いっ} 溢水による損傷の防止	有	第1項	別紙-3に示すとおり
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙-4に示すとおり
第十七条	材料及び構造	有	第1、2項	別紙-5に示すとおり
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四條	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）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、事業指定基準規則第七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 ウラン脱硝施設の冷水設備（耐震分類 C 類）は、冷凍機（264X881）及び膨張水槽（264V883）の配置を変更して更新するが、耐震クラスの変更はない。また、新たに基礎を設け、その上に機器を配置し、据付ボルトで固定することで転倒を防止する。配管は、すべて定ピッチスパン法に基づく間隔で支持し、地震力に対してその安全性が損なわれるおそれがないように設置する。

第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気中有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏れ出した場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

- 7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。
- 8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。
- 9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。
- 1 0 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。
- 1 1 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 1 2 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。
- 3 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、冷凍機（264X881）の配置を変更して更新するため、新たに敷設する電源ケーブルや計装ケーブルは、難燃性のものを使用する。また、工事期間中の火気使用時は、作業区域の可燃物の撤去及び不燃シートによる養生を行い、火災を防止するための必要な処置を講じる。

第十二条（再処理施設内における^{いっ}溢水による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、再処理施設内における^{いっ}溢水の発生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 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、更新する配管の近傍に溢水の影響により安全性を損なうおそれがある施設はない。

なお、工事期間中の水抜き及び通水作業では、現場で系統の確認を行う等、十分に検討を行った要領に従い実施し、溢水を防止する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、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。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

- 2 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、設備の構成及び配置を変更した上で機器を更新するものであるが、脱硝工程の停止中に冷水設備の検査又は試験が可能であり、冷水設備の健全性及び能力を確認するための検査又は試験に影響を与えない。
- 3 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、設備の構成及び配置を変更した上で機器を更新するものであるが、脱硝工程の停止中に冷水設備の適切な保守及び修理が可能であり、冷水設備の機能を維持するために行う保守及び修理に影響を与えない。

第十七条（材料及び構造）

安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号及び第三号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

- 一 容器等に使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。
- 二 容器等の構造及び強度は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
 - ロ 容器等に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
 - ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
- 三 容器等の主要な溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 不連続で特異な形状でないものであること。
 - ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。
 - ハ 適切な強度を有するものであること。
 - ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

- 2 安全機能を有する施設に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。

1 ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、既設の配管と同等以上の強度及び肉厚を有する配管を用いる。配管の接続は、溶接又はフランジ継手で接続し、漏れ難い構造とする。また、配管外表面は、塗装を行い耐食性を確保する。

異種金属間のフランジ接続箇所は、電気的な絶縁処置として絶縁ボルトを用いて接続し、異種金属間接触腐食を抑制する。

これらのことから、ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、設計上要求される強度及び耐食性を確保できる。

2 本申請に係る配管の更新箇所は、耐圧・漏えい検査を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを試験、検査により確認する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

冷凍機の性能変更に伴う設計熱量の算定

1. 既設の冷水設備概要

ウラン脱硝施設には、脱硝工程から生じる工程廃気の冷却や洗浄、蒸発缶や溶解槽等から発生する蒸発蒸気及び分解ガスの凝縮、機器の熱除去等の冷却を行うための設備が設けられている。冷却系統設備の概要図を図-1 に示す。

冷却系統設備は、次の一次側及び二次側の系統で脱硝工程機器等を冷却している。

- ・一次側冷却水系統：脱硝工程機器を直接冷却し、冷却水冷却器で熱交換する系統。
- ・二次側冷水系統：冷却水冷却器で一次側と熱交換し、冷凍機で再冷却するとともに熱を大気へ放熱する系統（更新する系統）。

なお、二次側の冷水系統の冷水設備は、冷凍機 1 基に対し冷水ポンプ 2 基を 1 組とし、熱負荷の増加に応じて 2 組目の冷凍機及び冷水ポンプを並列で運転する。

2. 冷凍機の性能変更

(1) 廃止措置段階にあるウラン脱硝施設の運用状況

ウラン脱硝施設の冷水設備の一部更新は、1 項に示す二次側の冷水設備の一部を更新するものであり、設備の構成及び配置を変更するとともに、冷凍機の性能を既設より下げる変更を行う。表-1 に冷水設備の熱負荷及び各設計熱量一覧を示すが、変更にあたっては、以下のウラン脱硝施設の運用状況等を踏まえ、必要な脱硝工程機器の最大設計熱量を冷却できるように設計する。

- ・冷水設備は、図-1 に示す冷却水冷却器を介して脱硝工程機器を冷却するとともに、直接空気圧縮機及び電気室空調機が冷却できるように設置されているが、このうち、空気圧縮機と電気室空調は使用していない。
- ・ウラン脱硝施設の脱硝工程は、受入れ・蒸発濃縮・脱硝を行う脱硝操作、脱硝操作を終えた後、脱硝塔の洗浄を行う操作がある。また、脱硝塔内で塊状の UO_3 が発生した場合に溶解を行える操作があるが、本操作の運転実績はほぼない。

(2) 運用状況等を踏まえた冷凍機の設計熱量

上記の廃止措置段階にあるウラン脱硝施設の運用状況を考慮し、ウラン脱硝施設における必要な冷却性能は、脱硝操作時における最大設計熱量（約 79 kW）を賄えるもので充分であり、これを冷却可能な冷凍機性能（85 kW）に変更する。

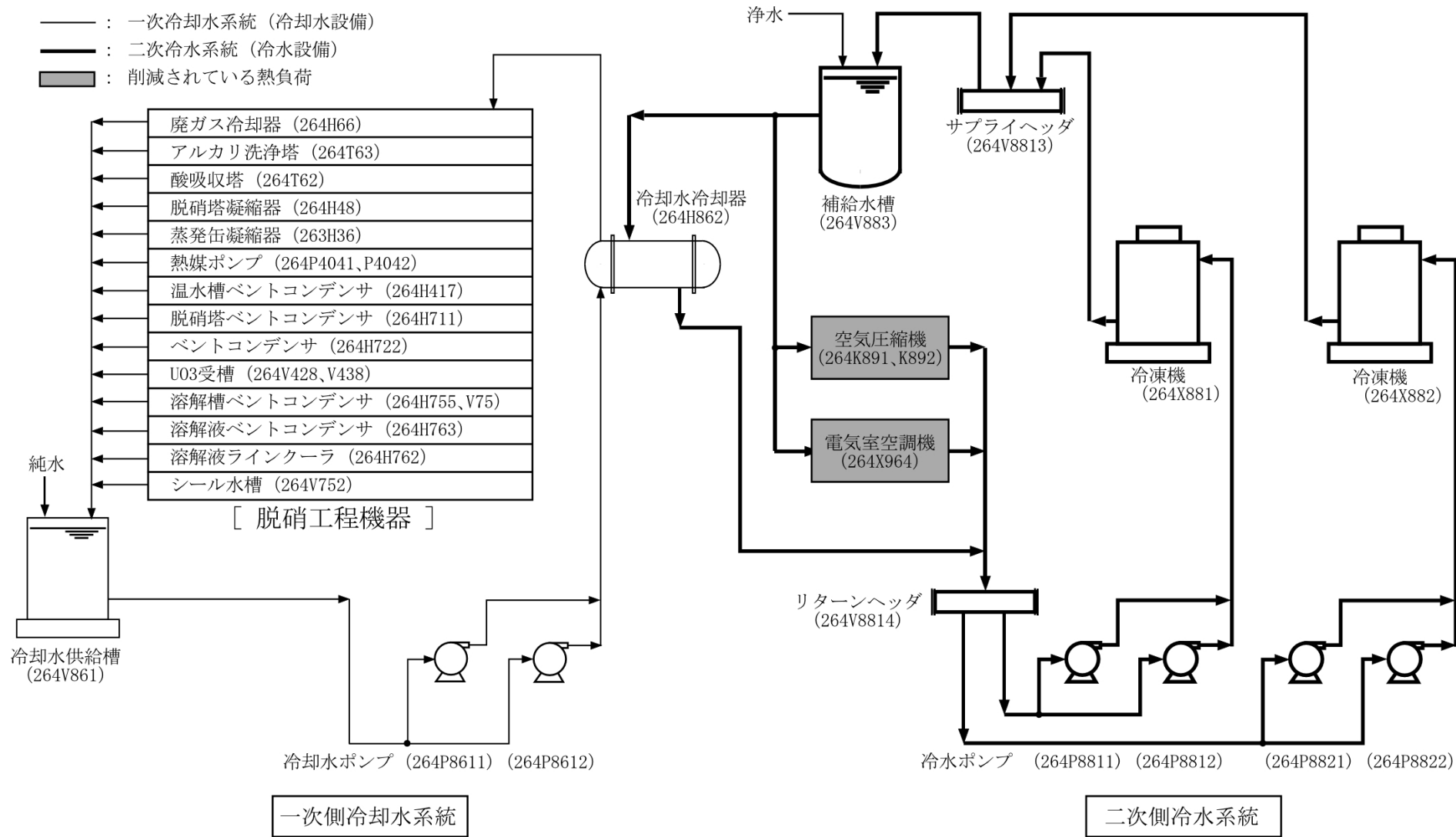


図-1 ウラン脱硝施設の冷却系統設備(既設)の概要図

表-1 冷水設備の熱負荷及び設計熱量一覧

脱硝工程	脱硝工程機器 (機器番号)	建設時設計	脱硝操作時	脱硝塔の洗浄時	溶解操作時
		kW (kcal/h)	kW	kW	kW
廃気系	廃ガス冷却器 (264H66)	1.396 (1,200)	1.396	1.396	1.396
	アルカリ洗浄塔 (264T63)	2.094 (1,800)	2.094	2.094	2.094
	酸吸収塔 (264T62)	6.978 (6,000)	6.978	—	—
脱硝系	脱硝塔凝縮器 (264H48)	18.608 (16,000)	18.608	—	—
	蒸発缶凝縮器 (263H36)	43.031 (37,000)	43.031	—	—
	熱媒ポンプ (264P4041、P4042)	5.815 (5,000)	5.815	—	—
	温水槽ベントコンデンサ (264H417)	0.004 (3)	0.004	—	—
	脱硝塔ベントコンデンサ (264H711)	0.408 (350)	—	0.408	—
	ベントコンデンサ (264H722)	0.007 (6)	—	0.007	—
	UO3受槽 (264V428、V438)	0.233 (200)	0.233	—	—
溶解系	溶解槽ベントコンデンサ (264H755、V75)	1.512 (1,300)	—	—	1.512
	溶解液ベントコンデンサ (264H763)	0.014 (12)	—	—	0.014
	溶解液ラインクーラ (264H762)	3.141 (2,700)	—	—	3.141
	シール水槽 (264V752)	3.489 (3,000)	—	—	3.489
ユーティリティ系	圧空設備 (264K891、K892)	18.608 (16,000)			
	電気室空調機 (264X964)	15.585 (13,400)			
最大設計熱量		120.919 (103,971)	78.159	3.905	11.646

設計熱量は、旧単位 (kcal/h) をSI単位に換算 (1 kcal/h = 1.163 W) し、保守的に切り上げた数値 (kW) を示す。