

発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 1

玄海原子力発電所第 3 号機

発電用原子炉の設置の許可（本文（五号））との
整合性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 1-1

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

頁

1. 概 要	1 (3) - 1 - 1
2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性	1 (3) - 1 - 1

1. 概 要

本資料は、今回の申請に係る設計及び工事の計画の内容が、発電用原子炉の設置の許可のうち、玄海原子力発電所発電用原子炉設置変更許可申請書（令和 3 年 4 月 28 日付け原規規発第 2104282 号までに許可された発電用原子炉設置変更許可申請書）（以下「設置変更許可申請書」という。）の「本文（五号）」に抵触するものでないことを説明するものである。

2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性

今回の設計及び工事の計画のうち、「基本設計方針」の設置変更許可申請書に係る内容は、令和 3 年 10 月 11 日付け原規規発第 21101112 号までに認可された設計及び工事の計画（以下「既設計及び工事の計画」という。）と同様である。

設置許可申請書との整合性は、既設計及び工事の計画の添付資料 1「発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書」で確認しており、当該設計及び工事の計画の認可以降に今回の設計及び工事の計画に係る内容の設置変更許可申請書の変更はない。

また、今回の設計及び工事の計画のうち、「機器等の仕様に関する記載事項」は、平成 24 年 2 月 9 日付け平成 24・01・23 原第 5 号にて認可された工事計画から変更はなく、許可整合に影響を与えるものではない。

以上のことから、今回の申請に係る設計及び工事の計画の内容は設置変更許可申請書の「本文（五号）」に抵触するものではない。

発電用原子炉の設置の許可（本文（十一号））との
整合性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 1-2

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	1 (3) - 2 - 1
2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性	1 (3) - 2 - 1

1. 概 要

本資料は、今回の申請に係る設計及び工事の計画の内容が、発電用原子炉の設置の許可のうち、玄海原子力発電所発電用原子炉設置変更許可申請書（令和 3 年 4 月 28 日付け原規規発第 2104282 号までに許可された発電用原子炉設置変更許可申請書）（以下「設置変更許可申請書」という。）の「本文（十一号）」に抵触するものでないことを説明するものである。

2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性

今回の設計及び工事の計画のうち、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」の設置変更許可申請書に係る内容は、令和 3 年 6 月 30 日付け原規規発第 2106302 号にて認可された設計及び工事の計画（以下「既設計及び工事の計画」という。）と同様である。

設置許可申請書との整合性は、既設計及び工事の計画の添付資料 1「発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書」で確認しており、当該設計及び工事の計画の認可以降に今回の設計及び工事の計画に係る内容の設置変更許可申請書の変更はない。

以上のことから、今回の申請に係る設計及び工事の計画の内容は設置変更許可申請書の「本文（十一号）」に抵触するものではない。

発電用原子炉施設の自然現象等による
損傷の防止に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 2

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	2 (3) - 1
2. 基本方針	2 (3) - 1
3. 外部からの衝撃への配慮	2 (3) - 1
4. 組合せ	2 (3) - 1
5. まとめ	2 (3) - 1

1. 概 要

本資料は、今回の変更認可申請について、自然現象等の外部からの衝撃への配慮に関して説明するものである。「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 5 条（地震による損傷の防止）及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）については、添付資料 8「耐震性に関する説明書」にてその適合性を説明するため、本資料においては、地震を除く自然現象等の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計が、技術基準規則第 6 条（津波による損傷の防止）及び技術基準規則第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）並びにそれらの解釈に適合することを説明する。

本工事は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」（以下「新規制工事計画時の自然現象等損傷防止に関する説明書」という。）において適合性が確認された地震を除く自然現象等の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計に影響を与えないことを説明する。

2. 基本方針

自然現象等による損傷の防止に関する基本方針は、新規制工事計画時の自然現象等損傷防止に関する説明書の 2.から変更はない。

3. 外部からの衝撃への配慮

自然現象等による損傷の防止に関する外部からの衝撃への配慮は、新規制工事計画時の自然現象等損傷防止に関する説明書の 3.から変更はない。

4. 組合せ

自然現象等による損傷の防止に関する組合せは、新規制工事計画時の自然現象等損傷防止に関する説明書の 4.から変更はない。

5. まとめ

今回の変更認可申請については、想定される自然現象及び人為事象に対する防護措置や自然現象等の組合せを変更するものではなく、新規制工事計画時の自然現象等損傷防止に関する説明書において適合性が確認された地震を除く自然現象等による損傷の防止に関する設計に影響を与えないことを確認した。

安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下に
おける健全性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 3

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	3 (3) -1
2. 基本方針	3 (3) -1
3. まとめ	3 (3) -1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第9条（発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に基づき、今回の変更認可申請が、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された工事計画の添付資料6「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」（以下「新規制工事計画時の健全性に関する説明書」という）において適合性が確認された安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する設計に影響を与えないことを説明するものである。

2. 基本方針

安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する基本方針は、新規制工事計画時の健全性に関する説明書の2.から変更はない。

3. まとめ

今回の変更認可申請については、新規制工事計画時の健全性に関する説明書のうち添付資料6－別添3「発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について」における発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止、出入り管理及び持込み物品の点検等及び不正アクセス行為の防止対策を変更するものではなく、新規制工事計画時の健全性に関する説明書において適合性が確認された安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する設計に影響を与えないことを確認した。

発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 4

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	4 (3) - 1
2. 火災防護に関する影響確認	4 (3) - 1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 11 条及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」が適合することを要求している「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（平成 25 年 6 月 19 日制定）」に基づき、今回の変更認可申請が火災防護に関する設計に影響を与えないことを説明するものである。

2. 火災防護に関する影響確認

2.1 影響確認方法

今回の変更認可申請の内容が火災防護に関する設計に影響を与えないことを確認する。なお、弁に付属するケーブル及び配管に施工する保温材の取替え並びに設置箇所の変更は実施しない。

2.2 影響確認結果

今回の変更認可申請について、火災の発生防止として、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 7「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」（以下「新規制工事計画時の火災防護に関する説明書」という。）と同様に不燃性材料を使用する設計としており、変更認可申請を行う弁及び配管は、いずれも金属で構成されている。なお、弁に付属するケーブル及び配管に施工する保温材については、取替えを実施しないことから新規制工事計画時の火災防護に関する説明書に示す設計から変更はない。

また、耐震クラス及び施設の区分に応じて十分な支持性能を持つ地盤に設置するとともに、耐震クラス及び施設の区分に応じた耐震設計とすることから新規制工事計画時の火災防護に関する説明書に示す設計から変更がなく、火災防護の対策に影響を及ぼさないことを確認した。

火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減については、弁及び配管の設置箇所に変更がないことから、設置される火災区域の火災感知設備及び消火設備並びに火災の影響軽減の設計は、新規制工事計画時の火災防護に関する説明書に示す設計から変更がないことを確認した。

以上のことから、今回の変更認可申請については、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする新規制工事計画時の火災防護に関する説明書に影響を及ぼさないため、技術基準規則に適合している。

発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 5

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	5 (3) - 1
2. 溢水防護に関する評価	5 (3) - 1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第 12 条（発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止）及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に基づき、今回の変更認可申請が溢水防護に関する設計及び評価に影響を与えないことを説明するものである。

2. 溢水防護に関する評価

原子炉施設内において発生を想定する溢水に対し、没水、被水及び蒸気影響については、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」及び平成 31 年 2 月 6 日付け原規規発第 19020611 号にて認可された工事計画の添付資料 2「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」において、今回の変更認可申請対象の弁及び配管が溢水の影響を受けても要求される機能を損なうおそれがないことを確認している。また、今回の変更認可申請において、防護設計、溢水源、溢水量及び機能喪失高さに変更はないことから評価結果に影響を及ぼすものではない。

以上のことから、今回の変更認可申請については、溢水防護に関する設計及び評価に影響を与えないことを確認した。

安全避難通路に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 6

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	6 (3) -1
2. 基本方針	6 (3) -1
3. 施設の詳細設計方針	6 (3) -1
4. まとめ	6 (3) -1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第13条第1項第1号に基づき、今回の変更認可申請の内容が、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された工事計画の添付資料10「安全避難通路に関する説明書」（以下「新規制工事計画時の安全避難通路に関する説明書」という。）において適合性が確認された安全避難通路に関する設計に影響を与えないことを説明するものである。

2. 基本方針

安全避難通路に関する基本方針は、新規制工事計画時の安全避難通路に関する説明書の2.から変更はない。

3. 施設の詳細設計方針

安全避難通路に関する施設の詳細設計方針は、新規制工事計画時の安全避難通路に関する説明書の3.から変更はない。

4. まとめ

今回の変更認可申請については、非常灯や誘導灯を配置した安全避難通路を変更するものではなく、新規制工事計画時の安全避難通路に関する説明書において適合性が確認された安全避難通路の設計に影響を与えないことを確認した。

非常用照明に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 7

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	7 (3) -1
2. 基本方針	7 (3) -1
3. 施設の詳細設計方針	7 (3) -1
4. まとめ	7 (3) -1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第13条第1項第1号に基づき、今回の変更認可申請の内容が、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された工事計画の添付資料11「非常用照明に関する説明書」（以下「新規制工事計画時の非常用照明に関する説明書」という。）において適合性が確認された非常用照明に関する設計に影響を与えないことを説明するものである。

2. 基本方針

非常用照明に関する基本方針は、新規制工事計画時の非常用照明に関する説明書の2.から変更はない。

3. 施設の詳細設計方針

非常用照明に関する施設の詳細設計方針は、新規制工事計画時の非常用照明に関する説明書の3.から変更はない。

4. まとめ

今回の変更認可申請については、作業用照明や避難用照明を変更するものではなく、新規制工事計画時の非常用照明に関する説明書において適合性が確認された非常用照明の設計に影響を与えないことを確認した。

耐震性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8

玄海原子力発電所第3号機

目 次

添付資料 8-1 耐震設計の基本方針

添付資料 8-2 波及的影響に係る基本方針

添付資料 8-3 配管の耐震計算方法

添付資料 8-4 配管の耐震計算結果

添付資料 8-5 配管支持構造物の強度及び耐震性に関する説明書

添付資料 8-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

耐震設計の基本方針

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 1 - 1
2. 耐震の基本方針	8 (3) - 1 - 1
2.1 基本方針	8 (3) - 1 - 1
2.2 適用規格	8 (3) - 1 - 1
3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分	8 (3) - 1 - 3
3.1 耐震重要度分類	8 (3) - 1 - 3
3.2 重大事故等対処施設の施設区分	8 (3) - 1 - 4
3.3 波及的影響に対する考慮	8 (3) - 1 - 4
4. 耐震設計の基本事項	8 (3) - 1 - 5
4.1 構造計画	8 (3) - 1 - 5
4.2 設計用地震力	8 (3) - 1 - 6
4.3 荷重の組合せ及び許容応力	8 (3) - 1 - 9

1 概要

本資料は、変更認可申請を行う弁（3V-CS-005A,B,C）及び配管（弁 3V-CS-005A,B,C～格納容器貫通部（貫通部番号 436）、弁 3V-CS-008～非再生冷却器）（以下「抽出オリフィス廻り弁・配管」という。）の耐震設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 4 条（地盤）及び第 5 条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。

また、耐震設計の基本方針は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-1「耐震設計の基本方針」に従う。

2 耐震の基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合する設計とする。

抽出オリフィス廻り弁・配管を設置する原子炉格納施設等並びに原子炉格納施設等の地盤に関する耐震設計の基本方針は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-1「耐震設計の基本方針」に従い行う。

2.2 適用規格

既に認可された工事計画の添付資料で実績のある以下の規格を適用する。

- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」（社）日本電気協会

（以降、「JEAG4601」と記載しているものは上記 3 指針を指す。）

- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012 年版）〈第 I 編 軽水炉規格〉 JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME S NC1-2012」という。）
- ・ 「発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版） JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME S NJ1-2012」という。）

但し、JEAG4601に記載されているAsクラスを含むAクラスの施設をSクラスの施設とした上で、基準地震動S2、S1をそれぞれ基準地震動Ss、弾性設計用地震動Sdと読み替える。

また、JEAG4601中の「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号、最終改正平成15年7月29日経済産業省告示第277号）に関する内容については、JSME S NC1-2012及びJSME S NJ1-2012に従うものとする。

3 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分

3.1 耐震重要度分類

設備名称	機器名称	耐震クラス ^(注)
原子炉冷却系統施設 8. 化学体積制御設備	3V-CS-005A,B,C	S
	弁 3V-CS-005A,B,C ～ 格納容器貫通部 (貫通部番号 436)	S
	弁 3V-CS-008 ～ 非再生冷却器	B

(注) 耐震クラスは、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-4「耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」による。

3.2 重大事故等対処施設の施設区分

設備名称	機器名称	設備分類 ^(注)
原子炉冷却系統施設 8. 化学体積制御設備	3V-CS-005A,B,C	—
	弁 3V-CS-005A,B,C ～ 格納容器貫通部 (貫通部番号 436)	
	弁 3V-CS-008 ～ 非再生冷却器	

(注) 設備分類は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-4 「耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」による。

3.3 波及的影響に対する考慮

波及的影響に対する考慮については、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5 「波及的影響に係る基本方針」による。

本工事において、この方針に基づき波及的影響に対する考慮を実施した結果については、資料 8-2 「波及的影響に係る基本方針」に示す。

4 耐震設計の基本事項

4.1 構造計画

配管系は、原則として剛構造とする。

主要区分	計画の概要		摘 要
	主体構造	支持構造	
弁 ^(注)	止め弁	<p>弁駆動部は必要に応じ支持構造物により剛に固定し、弁本体に偏心荷重が加わらないようにする。</p> <p>接続する配管は弁近傍を支持構造物により剛に固定し、配管反力の影響を小さくする。</p>	

(注) 止め弁の弁箱及び弁ふた等の強度部材については十分な肉厚設計としているため、当該止め弁の耐震計算は配管の耐震計算に包絡される。

4.2 設計用地震力

4.2.1 静的地震力

静的地震力は、次の震度に基づき算定する。

種別	耐震クラス	水平震度	鉛直震度
配管弁	S	$3.6C_i$ (注)	0.288
配管	B	$1.8C_i$ (注)	—

(注) C_i : 標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数 0.8

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 0.2

4.2.2 動的地震力

動的地震力は、耐震重要度分類に応じて、以下の入力地震動に基づき算定する。

本工事における動的地震力の水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた影響評価方針は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-8「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」によるものとし、その結果は、資料 8-6「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

(設計基準対象施設)

種 別	耐震クラス	入力地震動 ^(注1)	
		水平地震動	鉛直地震動
配管 弁	S	設計用床応答曲線 Sd	設計用床応答曲線 Sd
		設計用床応答曲線 Ss	設計用床応答曲線 Ss
配管	B	設計用床応答曲線 Sd × 1/2 ^(注2)	設計用床応答曲線 Sd × 1/2 ^(注2)

(注 1) 設計用床応答曲線は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-7「設計用床応答曲線の作成方針」によるものとする。

(注 2) 水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

4.2.3 設計用地震力

(設計基準対象施設)

種 別	耐震 クラス	水 平	鉛 直	摘 要
配管 弁	S	静的震度 $3.6C_i$	静的震度 (0.288)	(注1) 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。
		設計用床応答曲線 Sd	設計用床応答曲線 Sd	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法による。
		設計用床応答曲線 Ss	設計用床応答曲線 Ss	(注2) 荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法による。
配管	B	静的震度 $1.8C_i$	—	(注2)(注4) 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法による。
		設計用床応答曲線 $Sd \times 1/2$ (注3)	設計用床応答曲線 $Sd \times 1/2$ (注3)	

(注1) 水平における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的と静的の大きい方の地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

(注2) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

(注3) 水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

(注4) 水平における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

4.3 荷重の組合せ及び許容応力

4.3.1 記号の説明

- D** : 死荷重
- P_D** : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_D** : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_d** : 弾性設計用地震動 **S_d** により定まる地震力又は **S** クラス設備に適用される静的地震力
- S_s** : 基準地震動 **S_s** により定まる地震力
- S_B** : 耐震 **B** クラスの設備に適用される地震動により定まる地震力又は静的地震力
- Ⅲ_{AS}** : **JSME S NC1-2012** の供用状態 **C** 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- Ⅳ_{AS}** : **JSME S NC1-2012** の供用状態 **D** 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- B_{AS}** : 耐震 **B** クラス設備の地震時の許容応力状態
- S_y** : 設計降伏点 **JSME S NJ1-2012 Part3** 第 1 章表 6 に規定される値
- S_u** : 設計引張強さ **JSME S NJ1-2012 Part3** 第 1 章表 7（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」」の要件を付したものに規定される値
- S_m** : 設計応力強さ **JSME S NJ1-2012 Part3** 第 1 章表 1 に規定される値。
- S** : 許容引張応力 **JSME S NJ1-2012 Part3** 第 1 章表 3（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」」の要件を付したものに規定される値。

- f_t : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値
ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(1)により規定される値
- f_s : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(2)により規定される値
ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(2)により規定される値
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(3)により規定される値
- f_b : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により規定される値
- f_p : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(5)により規定される値
- $f_t^*, f_s^*, f_c^*, f_b^*, f_p^*$: 上記の f_t, f_s, f_c, f_b, f_p の値を算出する際にJSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)a本文中 S_y 及び $S_y(RT)$ を $1.2S_y$ 及び $1.2S_y(RT)$ と読み替えて算出した値(JSME S NC1-2012 SSB-3121.3及び3133)ただし、その他の支持構造物の上記 $f_t \sim f_p^*$ においては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)aのF値は、次に定める値とする。
 S_y 及び $0.7S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35S_y, 0.7S_u$ 又は $S_y(RT)$ のいずれか小さい方の値
また、 $S_y(RT)$ は 40°C における設計降伏点の値
- T_L : 形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重(N)
(同一仕様につき 3 個の試験の最小値又は 1 個の試験の 90%)
- S_{yd} : 最高使用温度における設計降伏点 JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 6 に規定される値
- S_{yt} : 試験温度における設計降伏点 JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 6 に規定される値

4.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

荷重の組合せ及び許容応力のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを以下の表に示す。なお、荷重の組合せ及び許容応力は、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-9 「機能維持の方針」に示す荷重の組合せ及び許容応力から変更はない。

(a) S クラスの配管系

(1) クラス 2 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力 ^(注4)	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D+P_D+M_D+S_d$ ^(注1)	Ⅲ _{AS}	^(注2) Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	Sy ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。		^(注3) Sd 又は Ss 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2Sy 以下であれば、疲労解析は行わない。
	$D+P_D+M_D+S_s$	Ⅳ _{AS}	0.6Su ^(注2)	左欄の 1.5 倍の値		

(注 1) P_D 及び M_D について、ECCS 等に属する設備に対しては運転状態Ⅳ(L)の荷重を含むものとする。

(注 2) 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ_{AS} の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

(注 3) 2Sy を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1-2012 PPB-3536 (同(3)、(6)及び(7)を除く。また、Sm は 2/3Sy に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

(注 4) 配管に生じる地震応力は曲げによるものが支配的であるため、一次応力で代表して評価を実施している。

(2) クラス 2 弁 (弁箱)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	^(注1) $D + P_D + M_D + S_d$	III _{AS}	_____ (注2)			
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV _{AS}				

(注 1) P_D 及び M_D について、ECCS 等に属する設備に対しては運転状態IV(L)の荷重を含むものとする。

(注 2) バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、JSME S NC1-2012 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

(3) クラス 2 支持構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注1)(注2)(注3) (ボルト以外)										(注2)(注8) 許容限界 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一 次 応 力					一次+二次応力					一次応力		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	(注7) 座屈	引張	せん断	
S	^(注9) D+P _D +M _D +S _d	Ⅲ _{AS}	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p	3f _t	^(注4) 3f _s	^(注5) 3f _b	^(注6) 1.5f _p	^(注7) 座屈 ^(注5) 1.5f _b , ^(注6) 1.5f _s 又は 1.5f _c	1.5f _t	1.5f _s	$T_K \frac{1}{2} \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D+P _D +M _D +S _s	Ⅳ _{AS}	1.5f _t *	1.5f _s *	1.5f _c *	1.5f _b *	1.5f _p *	〔S _d 又は S _s 地震 動のみによる応 力振幅について 評価する。〕			^(注6) 1.5f _p *	1.5f _t *	1.5f _s *	$T_K \cdot 0.6 \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$	

(注 1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002 年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注 2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注 3) 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

(注 4) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5f_s とする。

(注 5) JSME S NC1-2012 SSB-3121.1 (4)により求めた f_b とする。

(注 6) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注 7) 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

(注 8) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ_{AS} の許容応力を一次引張応力に対しては f_t、一次せん断応力に対しては f_s として、また、Ⅳ_{AS}→Ⅲ_{AS} として応力評価を行う。

(注 9) P_D 及び M_D について、ECCS 等に属する設備に対しては運転状態Ⅳ(L)の荷重を含むものとする。

(b) Bクラスの配管系

(1) クラス 2 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界		
			一次一般膜応力 ^(注3)	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	D+P _D +M _D +S _B	B _{AS}	^(注1) S _y と 0.6S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ス テンレス鋼及び高ニッケル 合金については上記値と 1.2S との大きい方。	S _y ただし、オーステナイト系ス テンレス鋼及び高ニッケル 合金については上記値と 1.2S との大きい方。	— ^(注2)

(注1) 軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

(注2) 異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して2S_yとする。

(注3) 配管に生じる地震応力は曲げによるものが支配的であるため、一次応力で代表して評価を実施している。

(2) クラス 2 支持構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注1) (注2) (ボ ル ト 以 外)										(注2) (注6) 許容限界 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一 次 応 力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断	
B	D+P _D +M _D +S _B	B _{AS}	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p	3f _t	(注3) 3f _s	(注4) 3f _b	(注5) 1.5f _p	(注4) (注5) 1.5f _b , 1.5f _s 又は 1.5f _c	1.5f _t	1.5f _s	$T_L \times \frac{1}{2} \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$

(注1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注3) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5f_sとする。

(注4) JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により求めたf_bとする。

(注5) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注6) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、B_{AS}許容応力を一次引張応力に対してはf_t、一次せん断応力に対してはf_sとして応力評価を行う。

波及的影響に係る基本方針

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-2

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 2 - 1
2. 基本方針	8 (3) - 2 - 1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計の観点	8 (3) - 2 - 1
3.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく検討	8 (3) - 2 - 1
3.2 地震被害事例に基づく事象の検討	8 (3) - 2 - 1
4. 波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の選定	8 (3) - 2 - 2
4.1 不等沈下又は相対変位の観点	8 (3) - 2 - 2
4.2 接続部の観点	8 (3) - 2 - 2
4.3 屋内施設の損傷・転倒及び落下の観点	8 (3) - 2 - 2
4.4 屋外施設の損傷・転倒及び落下の観点	8 (3) - 2 - 2
5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	8 (3) - 2 - 3

1. 概 要

本資料は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」のうち「3.3 波及的影響に対する考慮」に基づき、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

2. 基本方針

設計基準対象施設のうち耐震重要施設（以下「S クラス施設」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、それぞれその安全機能に必要な機能を損なわないように設計する。

3. 波及的影響を考慮した施設の設計の観点

3.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく検討

S クラス施設の設計においては、「設置許可基準規則の解釈別記 2」（以下「別記 2」という。）に記載の以下の 4 つの観点で実施する。

- ①設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響
- ②耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響
- ③建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
- ④建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

(1) 検討方針

別記 2 に例示された事項以外に設計の観点に含める事項がないかを確認する観点で、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」に示すとおり、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）に登録された地震を対象に被害情報を確認する。

(2) 検討結果

(1)の方針に基づき、検討を行った結果、3.1 項で整理した波及的影響の具体的な検討事象（4 つの観点）に追加考慮すべき事項が無いことを確認した。

4. 波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の選定

4.1 不等沈下又は相対変位の観点

(1) 地盤の不等沈下による影響

変更認可申請を行う配管及び弁の設置場所に変更はないことから、波及的影響の設計対象についても、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はなく、地盤の不等沈下による影響の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

(2) 建物間の相対変位による影響

変更認可申請を行う配管及び弁の設置場所に変更はないことから、波及的影響の設計対象についても、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はなく、建屋間の相対変位による影響の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

4.2 接続部の観点

変更認可申請を行う配管及び弁が接続される系統に変更がないことから、波及的影響の設計対象についても、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はなく、接続部の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

4.3 屋内施設の損傷・転倒及び落下の観点

変更認可申請を行う配管及び弁の設置場所に変更はないことから、波及的影響の設計対象についても、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はなく、屋内施設の損傷・転倒及び落下の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

4.4 屋外施設の損傷・転倒及び落下の観点

変更認可申請を行う配管及び弁は屋内設置であることから屋外施設の損傷・転倒及び落下の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

以上より、今回の工事において変更認可申請を行う配管及び弁の設置場所に変更がないことから、波及的影響の設計対象についても、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はなく、新たに波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の対象はない。

5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、設計基準対象施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、変更認可申請を行う配管が設置された原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は、別記 2 の 4 つの観点のうち、③の観点、すなわち建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響について、プラントウォークダウン等により実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと、又は間に衝撃に耐えうる障壁、緩衝物等が設置されていること、仮置資材等については固縛など、転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

但し、仮置機器等の下位クラス施設自体が、明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討を行う。すなわち、下位クラス施設の配置を変更したり、間に緩衝物等を設置したり、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

また、工事段階における確認の後も、波及的影響を防止するように現場を保持するため、保安規定に機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。

配管の耐震計算方法

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-3

玄海原子力発電所 第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 3 - 1
2. 評価方針	8 (3) - 3 - 1
3. 配管の耐震計算について	8 (3) - 3 - 3
3.1 概 要	8 (3) - 3 - 3
3.2 耐震評価範囲	8 (3) - 3 - 4
3.3 地震応答解析及び応力評価	8 (3) - 3 - 7

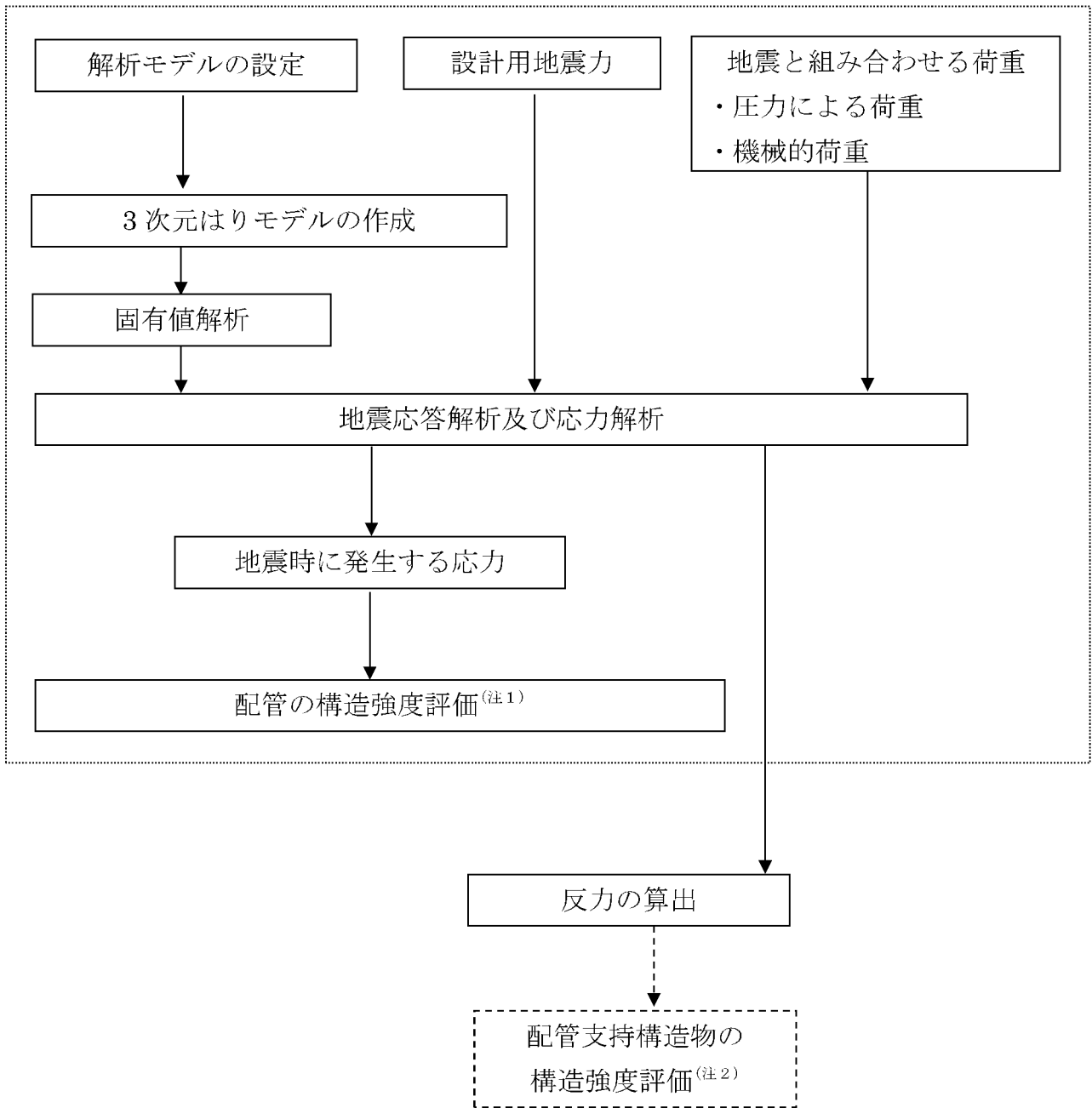
1. 概 要

本資料は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」に基づき、変更認可申請を行う弁（3V-CS-005A,B,C）及び配管（弁 3V-CS-005A,B,C～格納容器貫通部（貫通部番号 436）、弁 3V-CS-008～非再生冷却器）（以下「抽出オリフィス廻り弁・配管」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認するための耐震計算方法について説明するものである。抽出オリフィス廻り弁・配管の耐震評価は、地震応答解析及び応力評価により行う。なお、弁は配管より肉厚構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、配管の応力解析では弁も配管と同一仕様としたうえで、弁質量を付加することで安全側の評価を行っており、弁の応力評価は配管の応力評価に包絡されることから、弁を含む配管系をモデル化し評価を行う。

2. 評価方針

抽出オリフィス廻り弁・配管の耐震評価は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、「3.2 耐震評価範囲」にて設定する範囲に作用する応力が許容限界内に収まることを、「3.3 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を、資料 8-4「配管の耐震計算結果」に示す。

配管及び配管支持構造物の耐震評価の手順を第 2-1 図に示す。



(注 1) 本資料にて記載。

(注 2) 本評価に関する耐震計算方法は、資料 8-5 「配管支持構造物の強度及び耐震性に関する説明書」に示す。

第 2-1 図 配管及び配管支持構造物の耐震評価手順

3. 配管の耐震計算について

3.1 概 要

配管系を適切にブロック分割し、構造解析用コード MSAP（配管）を使用し、固有値解析、地震応答解析を実施する。

解析モデルは、配管、弁及び支持装置を 3 次元はりモデルに置き換える。

モデル化にあたり原則として配管及び保温材等の質量は、集中質量として支持点及び分岐点等の質点分割点間の中央に設けるが、近傍に弁等の集中質量がある場合は集中質量に含める。また、支持点間距離が短い場合も近傍の質点にまとめる。

弁については配管上の付加質量とし、駆動部を有する弁については、JEAG4601 に基づき 2 質点モデル化を行う。弁質量を駆動部と弁箱部に分割し、これらの質点間を弁ヨーク部と等価な断面剛性を用いてモデル化する。

その他の配管付属設備についても、集中質量として

解析モデルの節点については、質点、支持点、曲がり部、分岐部、弁、レジューサ及び配管仕様の区分点に設定するが、解析モデルにおける変更認可申請範囲外の節点については、質点、配管仕様の区分点及び最大発生応力点のみを示している。

支持点については、拘束方向及び支持機能に基づきモデル化し、

(注)

3.2 耐震評価範囲

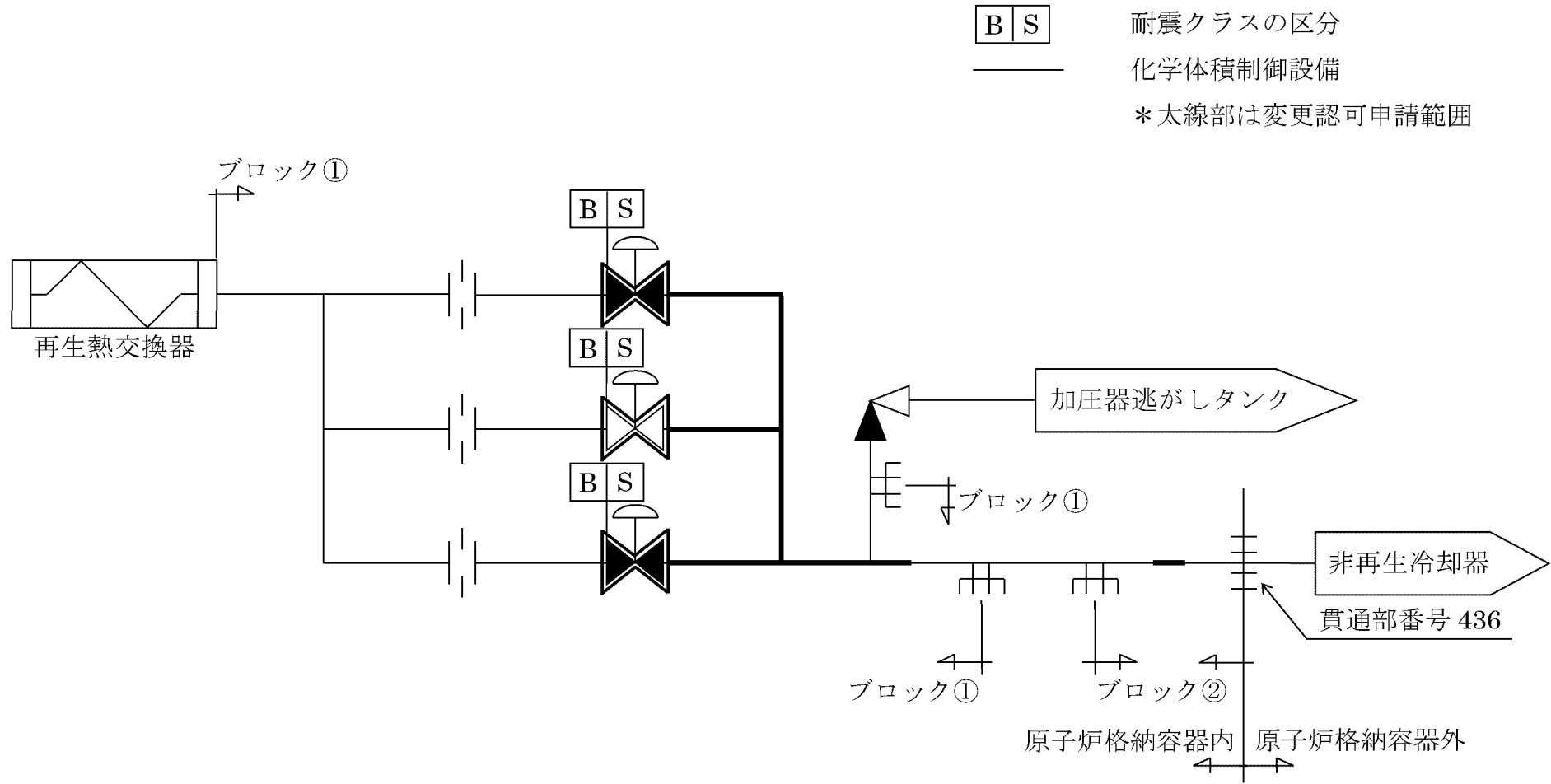
変更認可申請範囲を含むように、第 3-1 図に示すブロック①～③について固有値解析及び地震応答解析を行う。

耐震クラスの境界を

S	B
---	---

 にて記載する。

なお、ブロック①～③に含まれる配管はすべてクラス 2 管である。



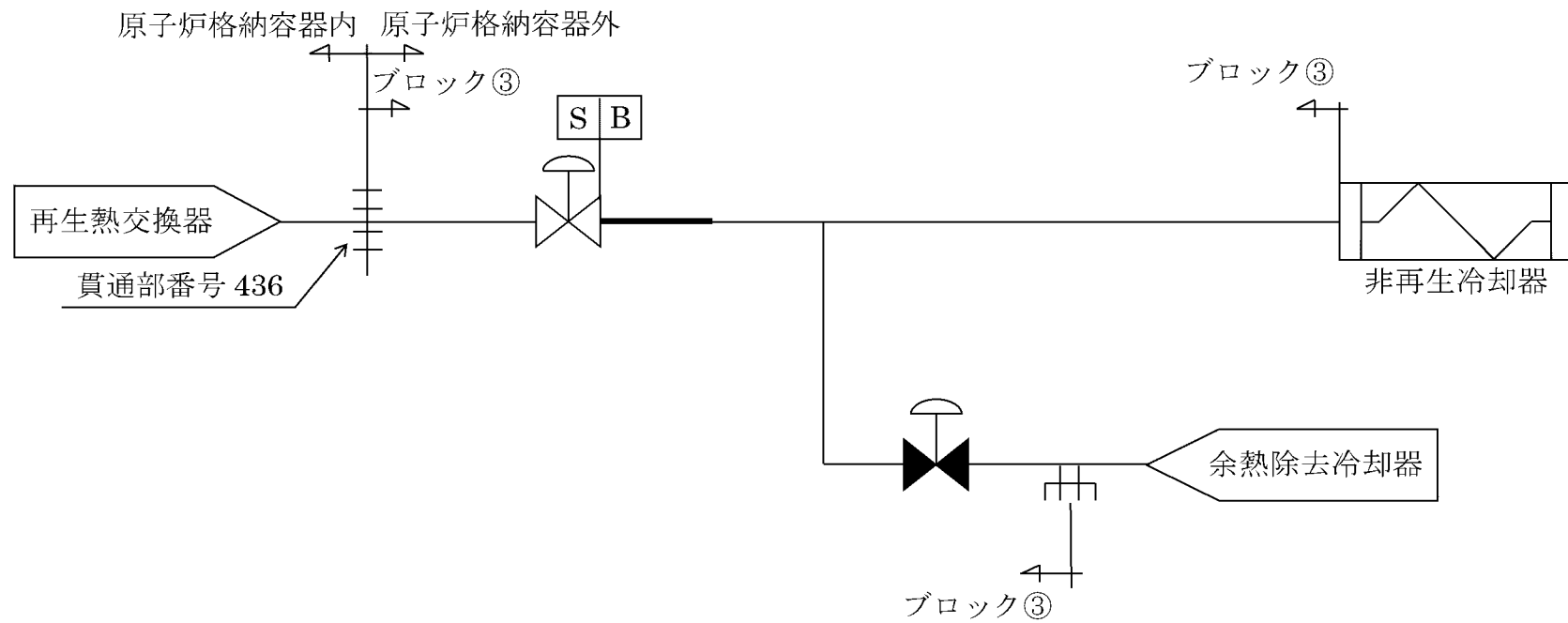
第 3-1 図 (1/2) 耐震評価範囲

B | S

耐震クラスの区分

化学体積制御設備

* 太線部は変更認可申請範囲



第 3-1 図 (2/2) 耐震評価範囲

3.3 地震応答解析及び応力評価

3.3.1 基本方針

- (1) 配管の固有振動数及び地震荷重を算定するための地震応答解析並びにその結果を用いた応力評価は、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された工事計画にて実績のある3次元はりモデルによるスペクトルモーダル解析及び応力評価を行う。
- (2) 解析コードはMSAP（配管）を使用する。なお、評価に用いる解析コードMSAP（配管）の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。
- (3) 許容応力について、JSME S NJ1-2012を用いて計算する際に、温度が表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 疲労評価に用いる地震荷重の変動回数は基準地震動Ssでは200回、弾性設計用地震動Sdでは300回とする。

3.3.2 圧力及び使用材料の許容応力

変更認可申請範囲の圧力及び使用材料の許容応力を第3-1表に示す。

第3-1表 圧力及び使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価設備	材料	温度条件 (°C)		圧力 (MPa)		使用材料の 許容応力 (MPa)		
						S	Sy	Su
ブロック①	SUS316TP	最高使用温度	343	最高使用圧力	17.16	114	127	427
		最高使用温度	200	最高使用圧力	4.5	134	148	440
ブロック②	SUS316TP	最高使用温度	200	最高使用圧力	4.5	134	148	440
ブロック③	SUS316TP	最高使用温度	200	最高使用圧力	4.5	134	148	440

3.3.3 設計用地震力

耐震設計に使用する設計用地震力は、資料 8-1 「耐震設計の基本方針」に従って設定する。

(1) 静的地震力

静的地震力は、以下の震度に基づき算定する。

耐震クラス	静的震度	
	水 平	鉛 直
S	$3.6C_i$ (注)	0.288
B	$1.8C_i$ (注)	—

(注) C_i : 標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数 0.8

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 0.2

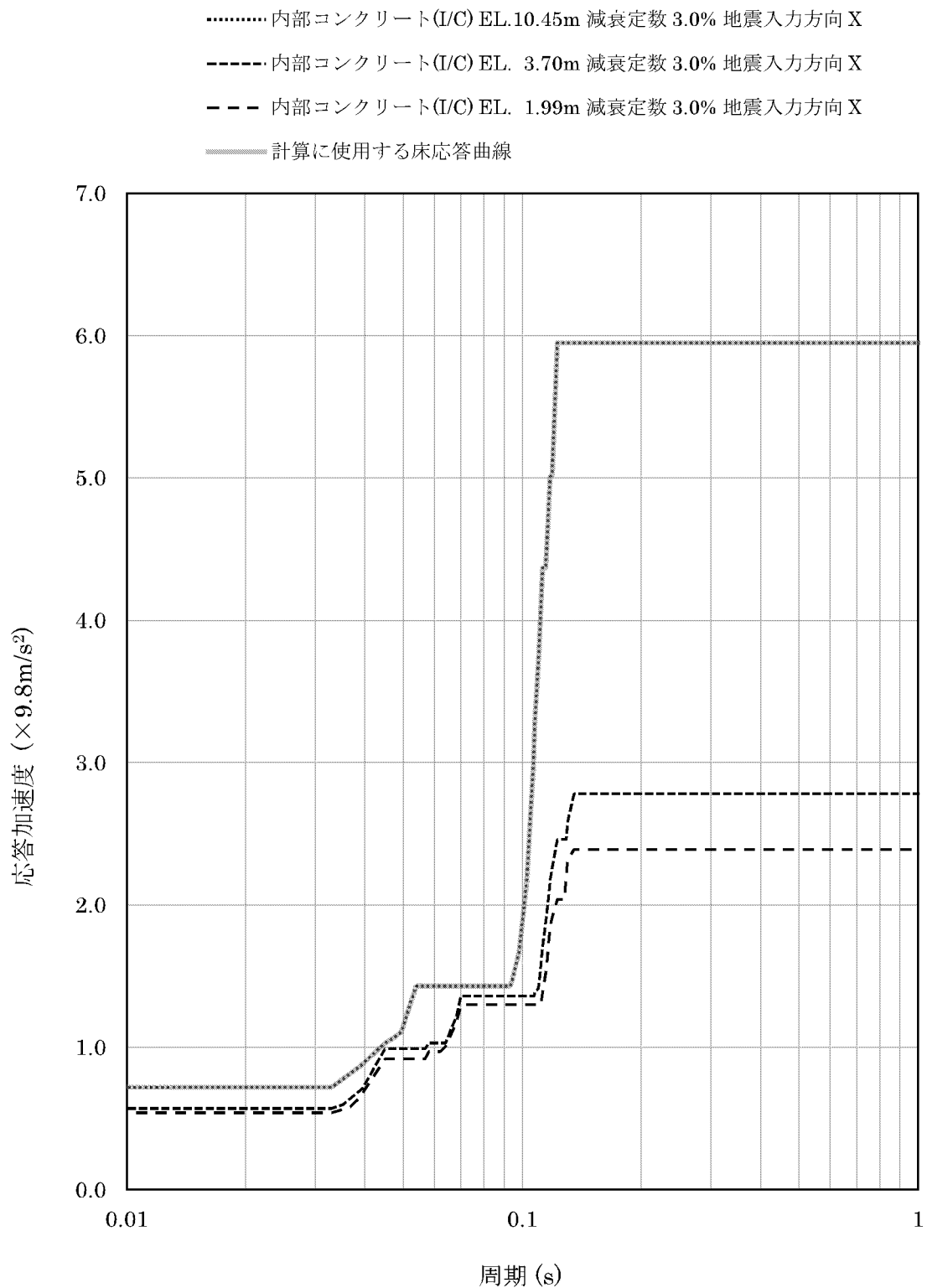
(2) 動的地震力

動的地震力は、以下に示す条件の設計用床応答曲線 S_s 及び設計用床応答曲線 S_d を用いて算定した値とする。ブロックごとに、設計用床応答曲線を包絡させて使用する。

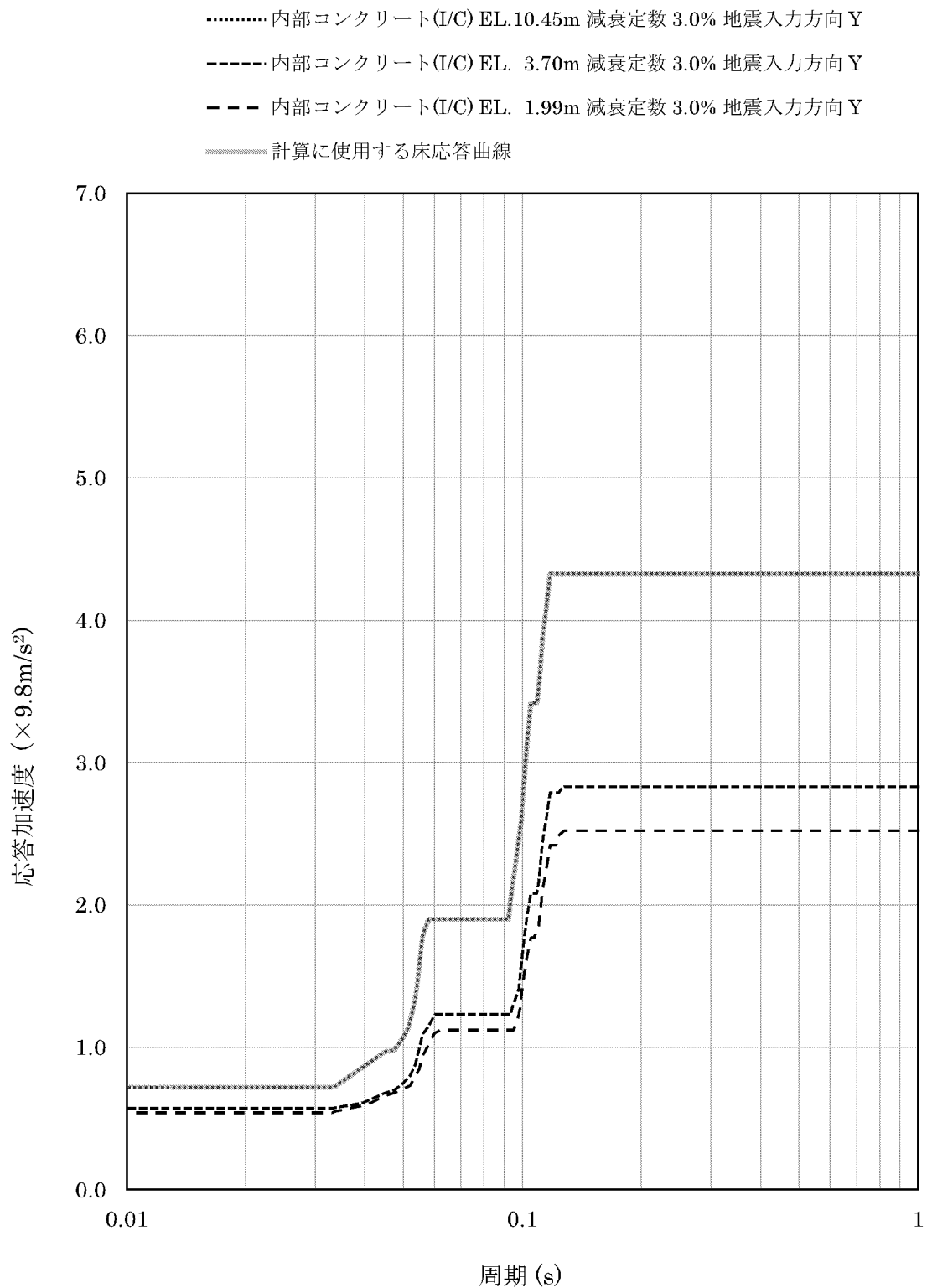
設計用床応答曲線の水平方向については、 $S_s-1 \sim S_s-5$ の X 方向の包絡曲線及び Y 方向の包絡曲線を用いる。鉛直方向については、 $S_s-1 \sim S_s-5$ の包絡曲線を用いる。なお、耐震 B クラス配管の動的震度には $S_d/2$ を用いる。

ブロック①の設計用床応答曲線 S_d を第 3-2 図、設計用床応答曲線 S_s を第 3-3 図に、ブロック②の設計用床応答曲線 S_d を第 3-4 図に、設計用床応答曲線 S_s を第 3-5 図に、ブロック③の設計用床応答曲線 S_d を第 3-6 図に、設計用床応答曲線 S_s を第 3-7 図に示す。

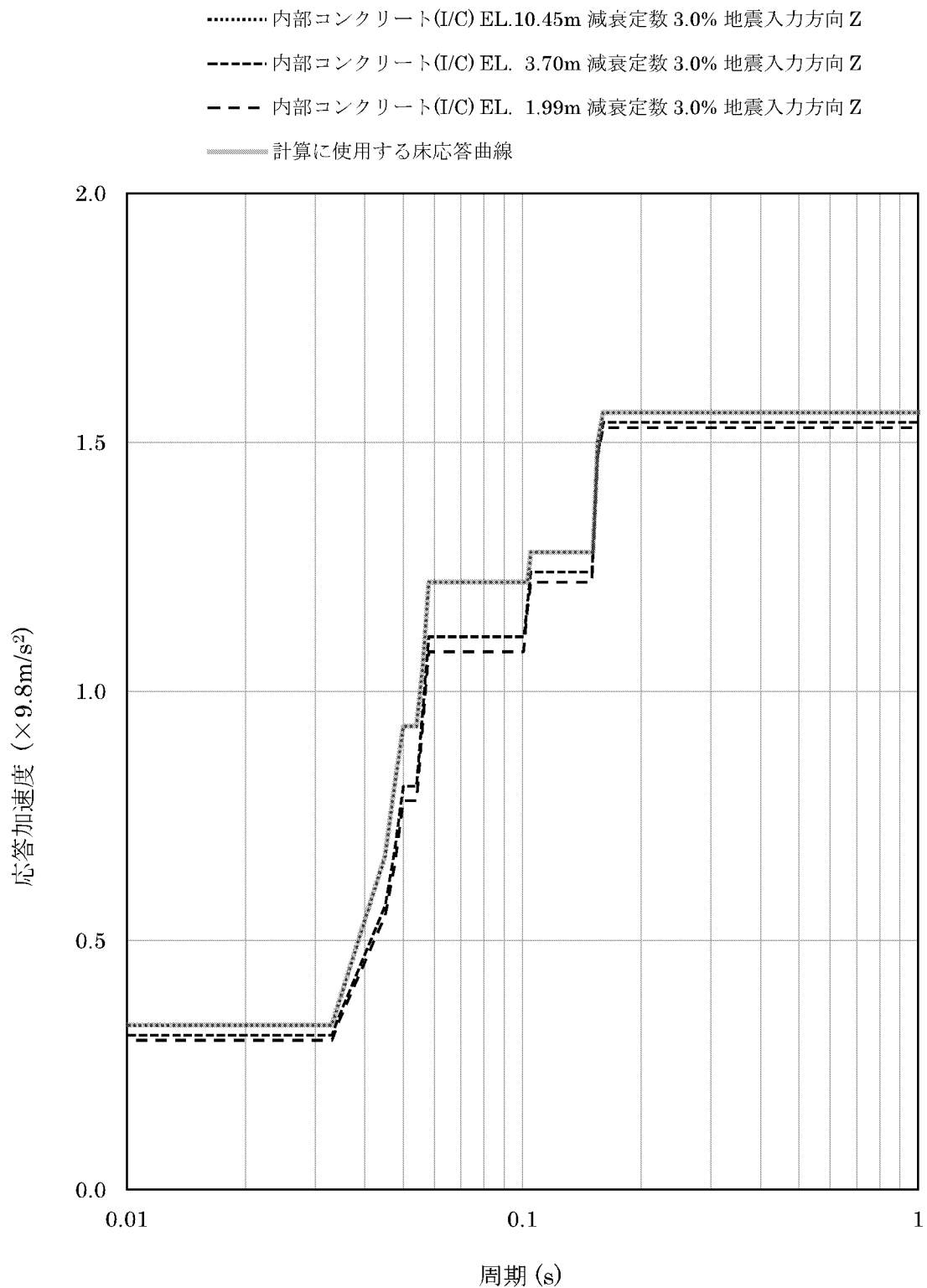
ブロック 番号	場 所	高さ EL. (m)	減衰定数(%)
①	内部コンクリート (I/C)	10.45	3.0
		3.70	
		1.99	
②	原子炉格納容器 (PCCV)	4.60	1.5
	内部コンクリート (I/C)	0.80	
		1.99	
基礎 (B/M)	0.60		
		-10.10	
③	原子炉格納容器 (PCCV)	4.60	2.0
	原子炉周辺建屋 (RE/B)	0.80	
		3.70	
基礎 (B/M)	-10.10		



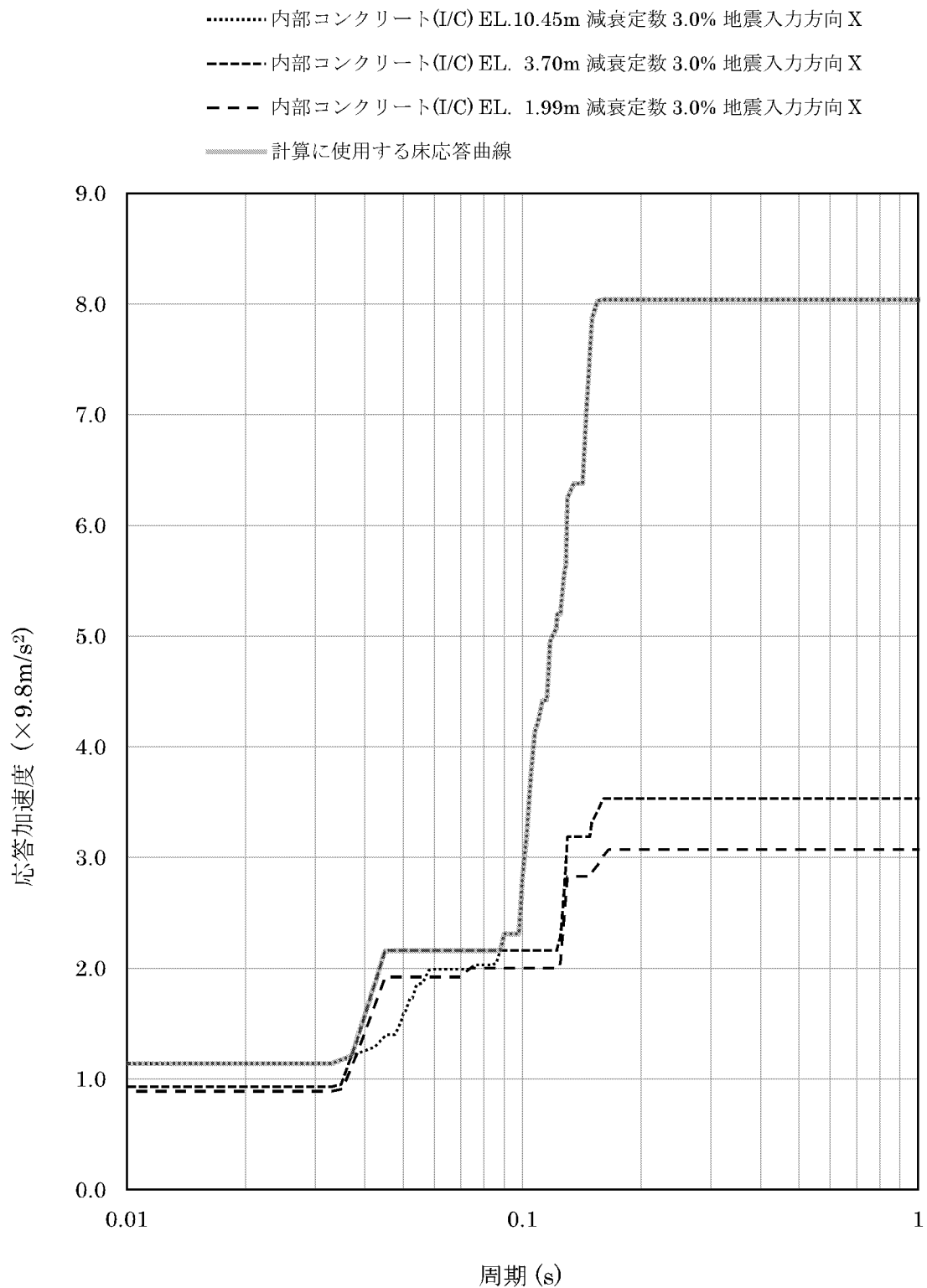
第3-2図(1/3) 設計用床応答曲線 (Sd地震) (ブロック①) (X方向)



第 3-2 図(2/3) 設計用床応答曲線 (Sd 地震) (ブロック①) (Y 方向)

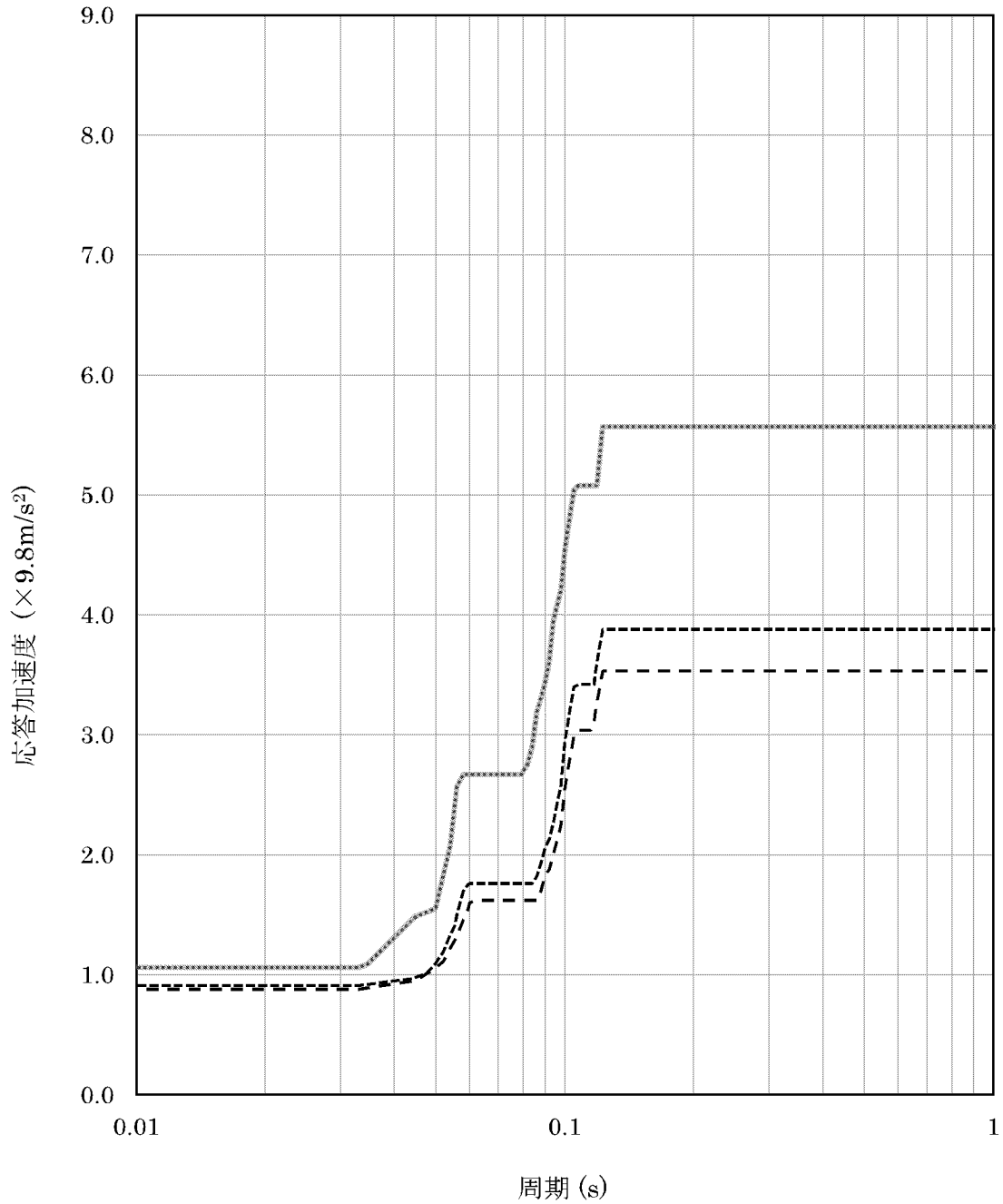


第 3-2 図(3/3) 設計用床応答曲線 (Sd 地震) (ブロック①) (Z 方向)

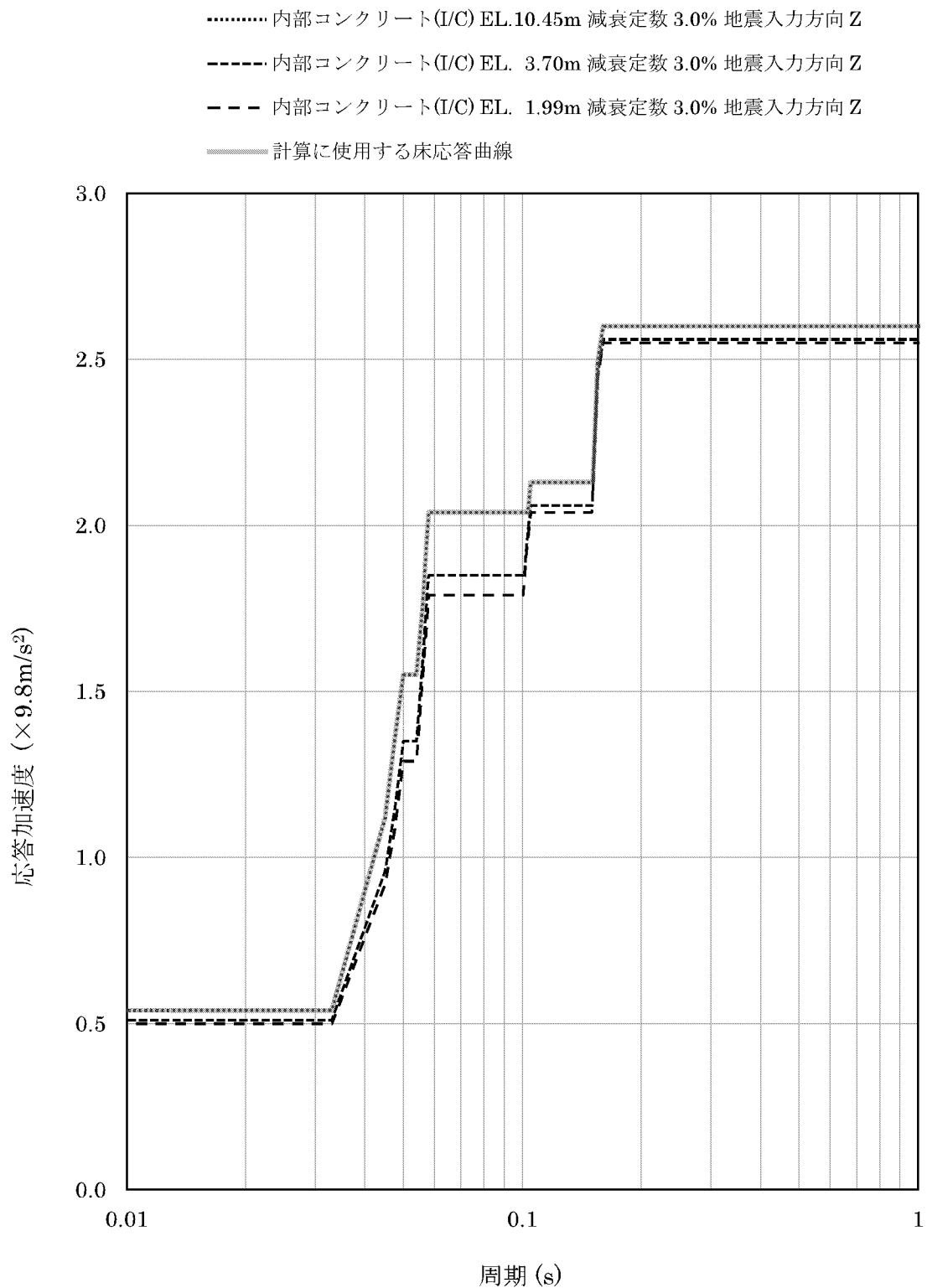


第 3-3 図(1/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック①) (X 方向)

- 内部コンクリート(I/C) EL.10.45m 減衰定数 3.0% 地震入力方向 Y
- 内部コンクリート(I/C) EL. 3.70m 減衰定数 3.0% 地震入力方向 Y
- - - 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 3.0% 地震入力方向 Y
- 計算に使用する床応答曲線

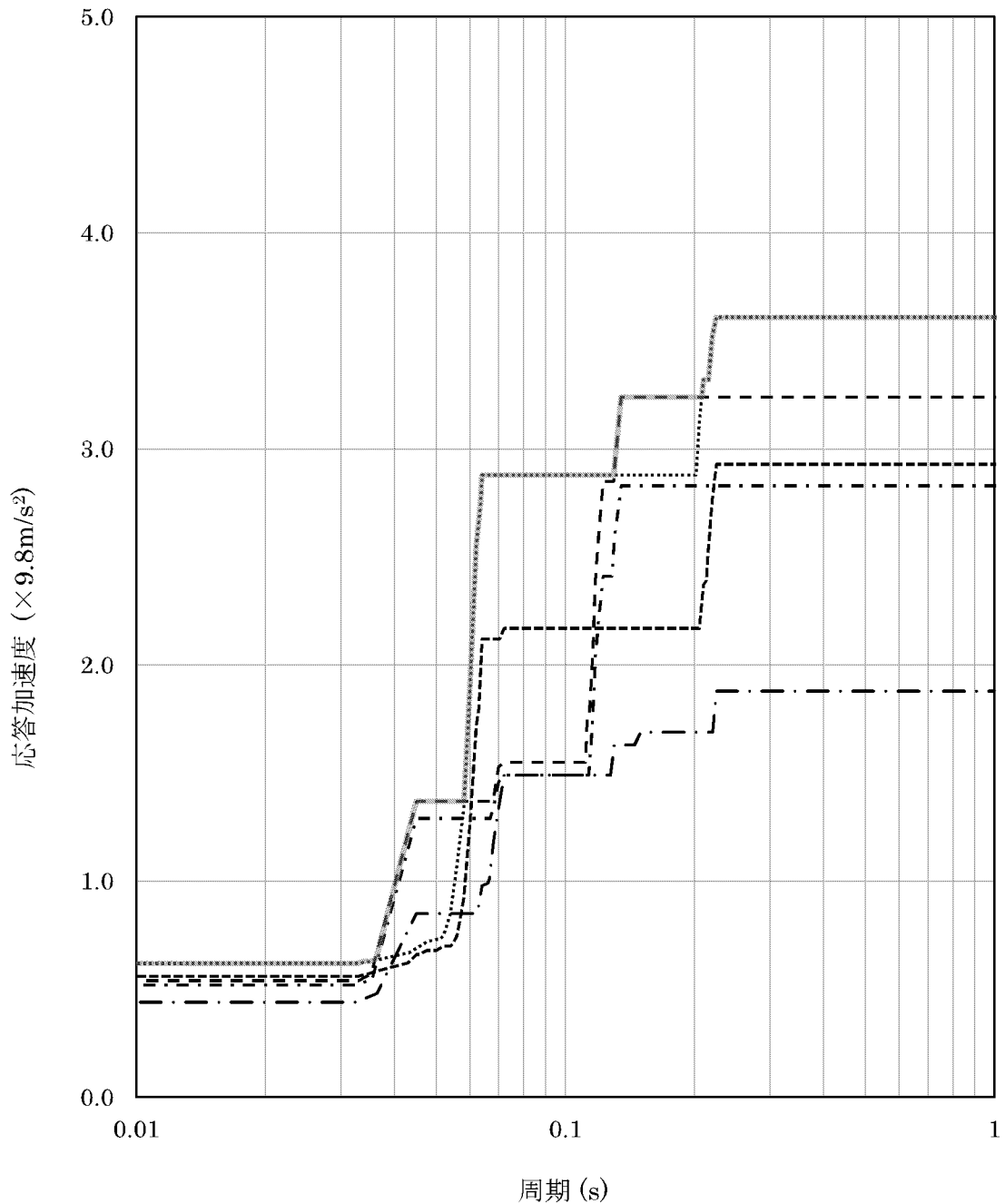


第 3-3 図(2/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック①) (Y 方向)



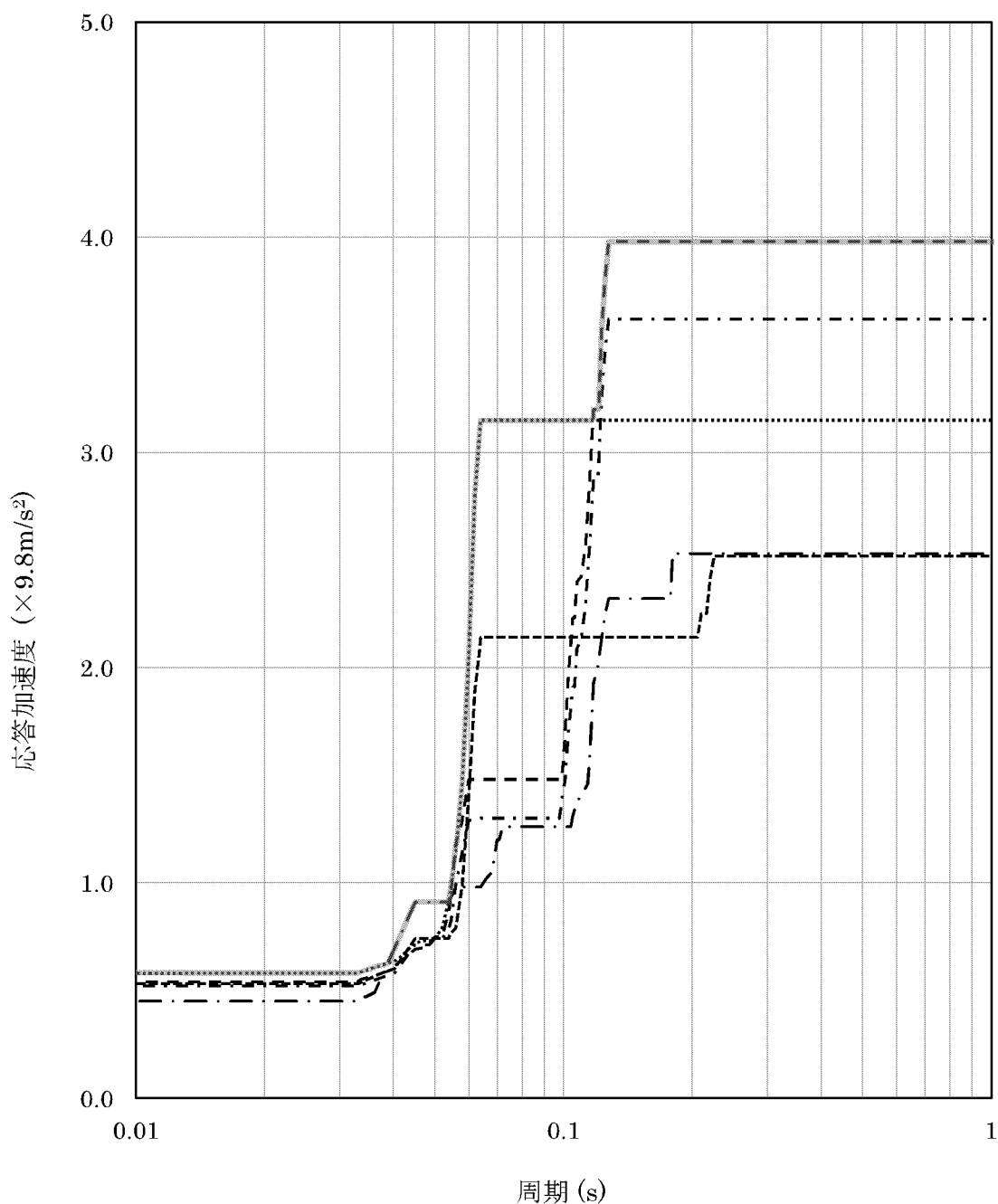
第 3-3 図(3/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック①) (Z 方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- - - 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- · · · 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- · - 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- 計算に使用する床応答曲線



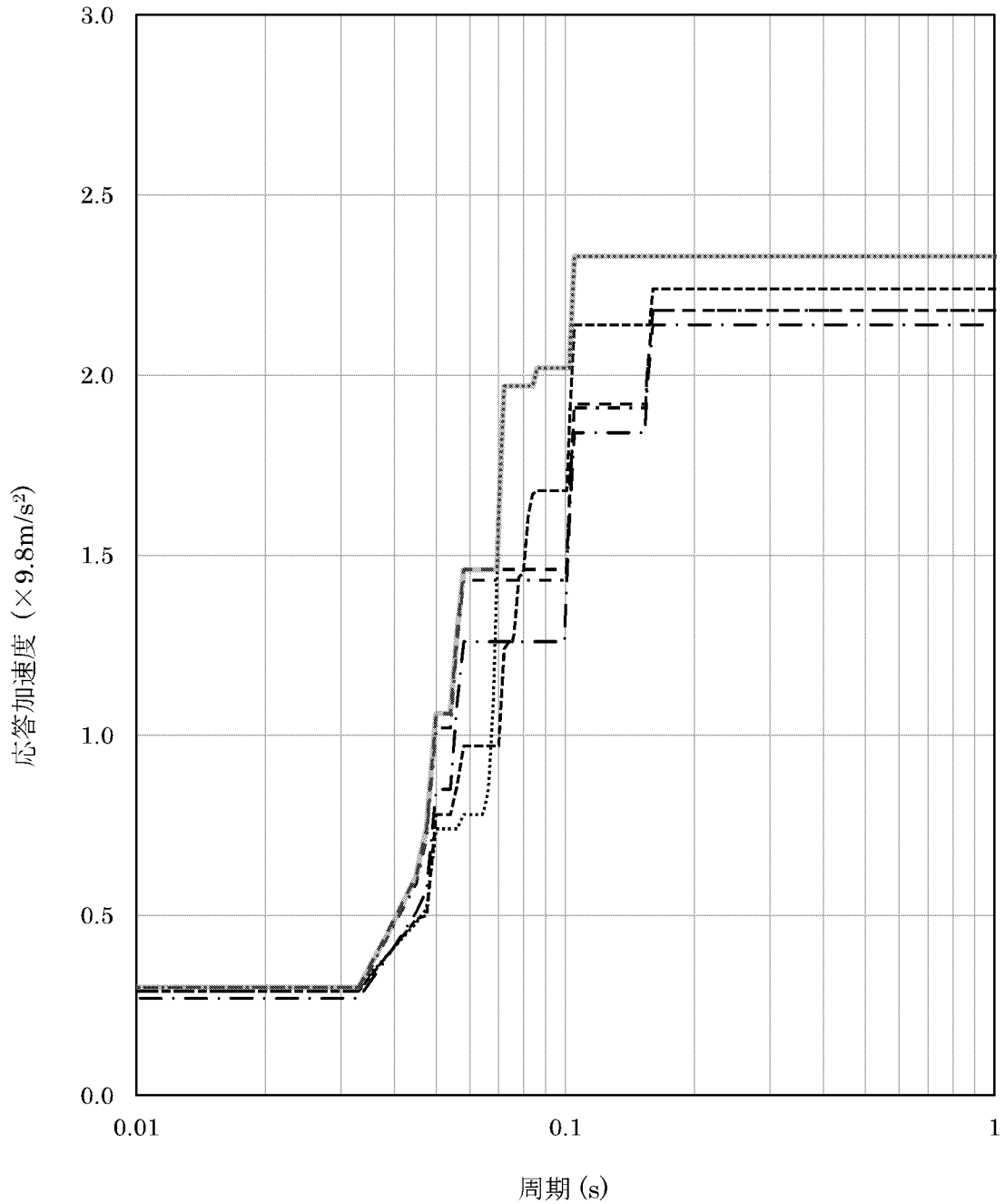
第3-4図(1/3) 設計用床応答曲線 (Sd 地震) (ブロック②) (X方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- .-.- 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- .-.- 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 計算に使用する床応答曲線



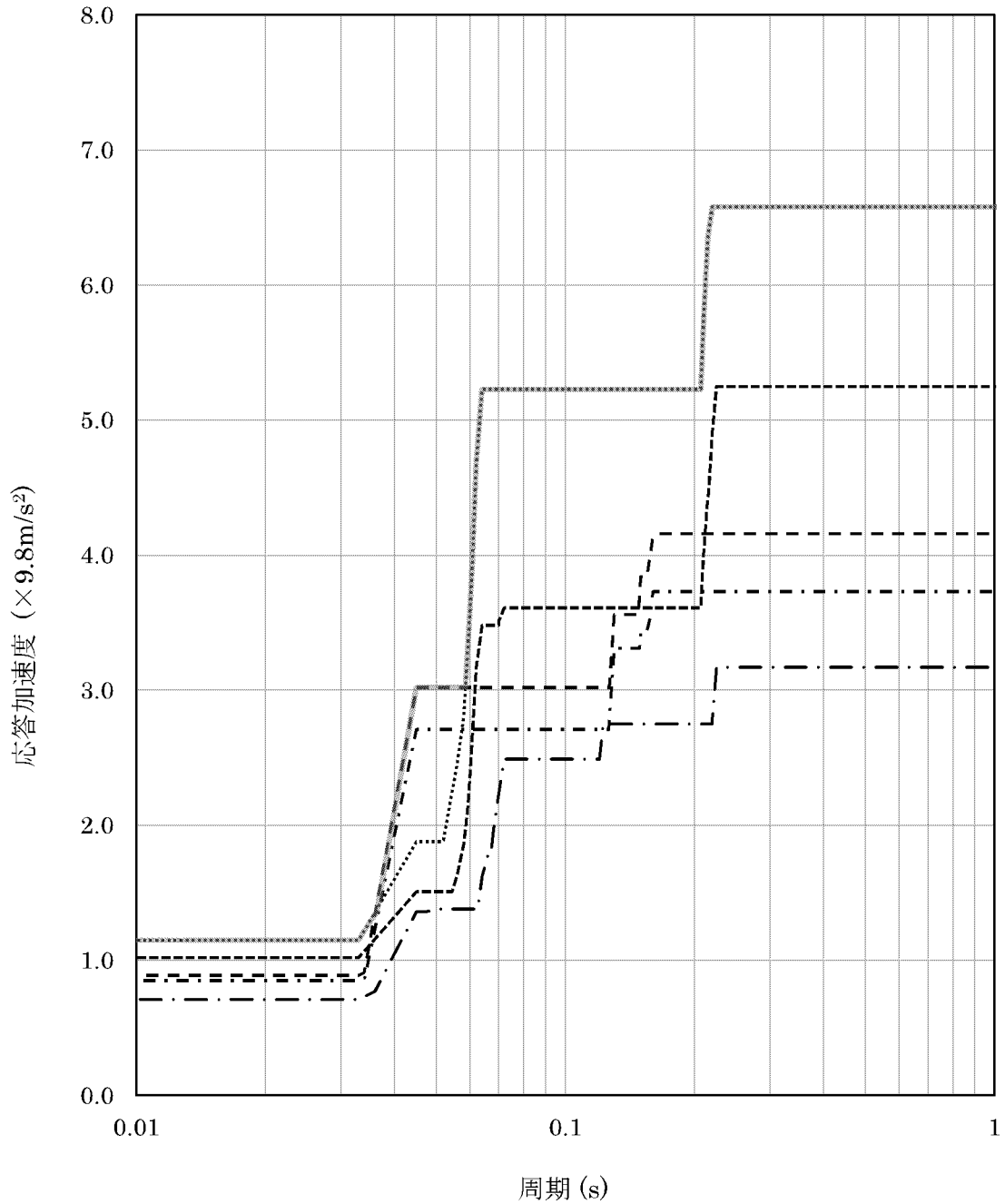
第3-4図(2/3) 設計用床応答曲線 (Sd 地震) (ブロック②) (Y方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- .-.- 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- .-.- 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 計算に使用する床応答曲線



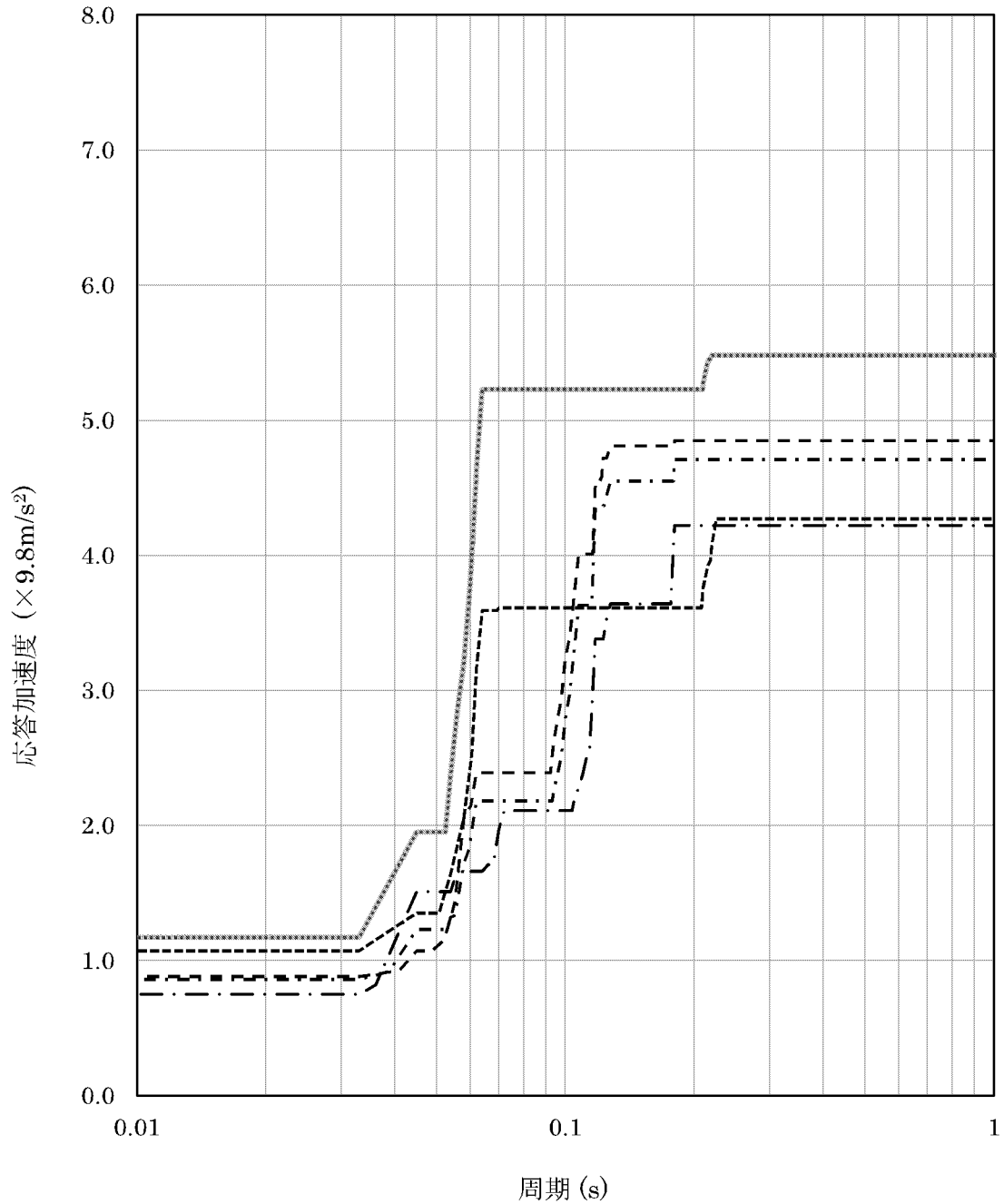
第 3-4 図(3/3) 設計用床応答曲線 (Sd 地震) (ブロック②) (Z 方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- .-.- 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- .-.- 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 X
- 計算に使用する床応答曲線



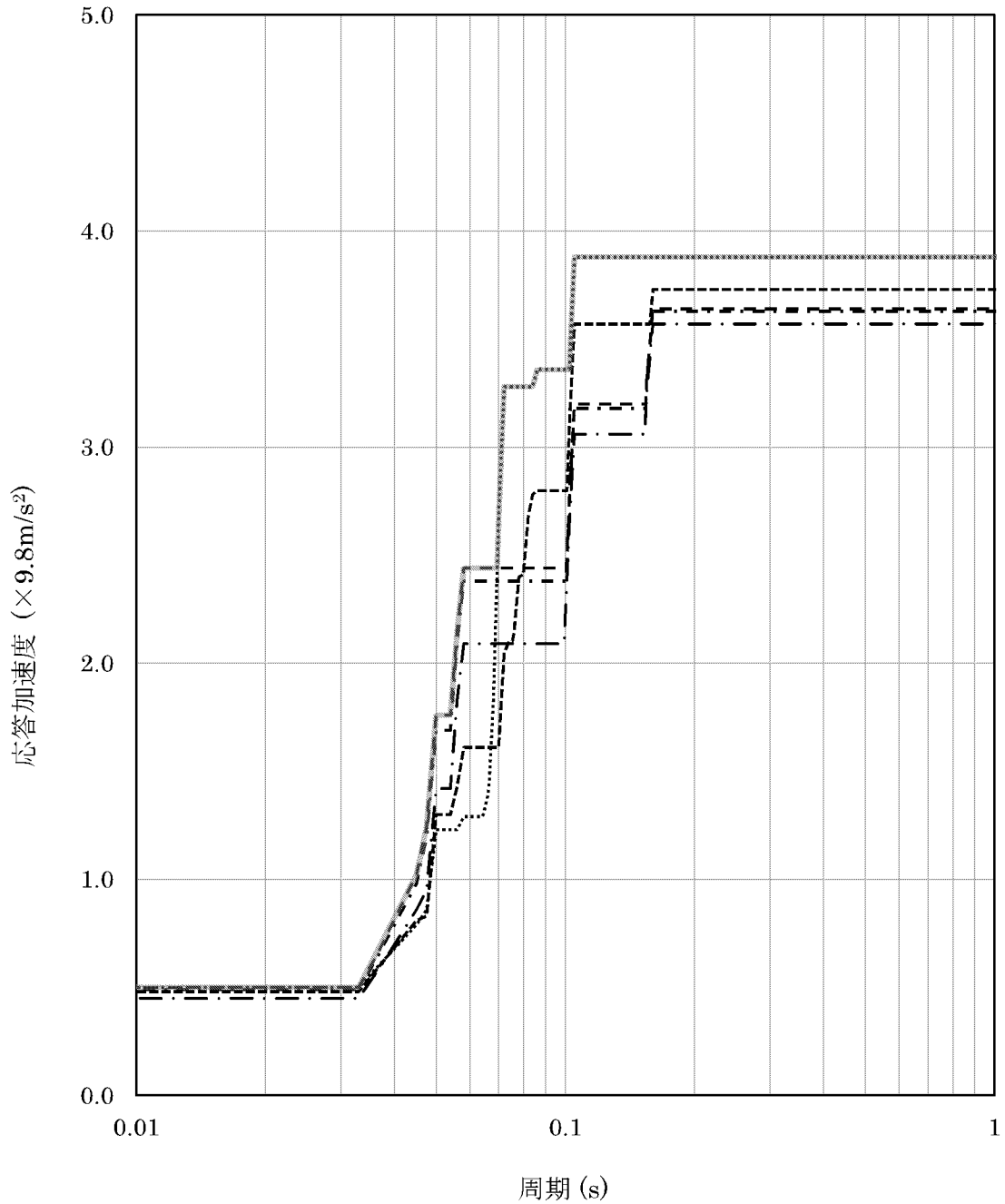
第 3-5 図(1/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック②) (X 方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- · - · 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- · - 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Y
- 計算に使用する床応答曲線



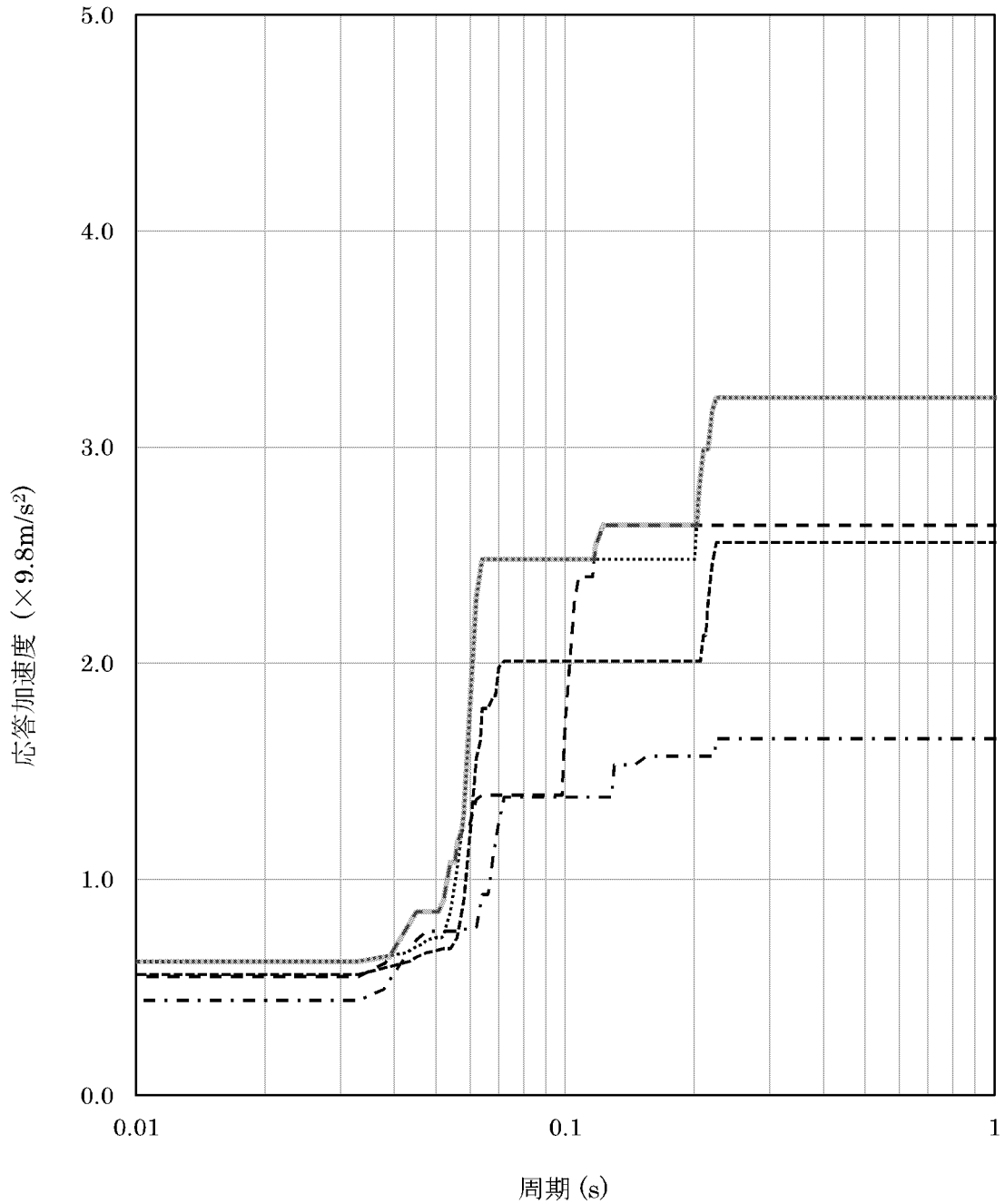
第 3-5 図(2/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック②) (Y 方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 内部コンクリート(I/C) EL. 1.99m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- · - · 内部コンクリート(I/C) EL. 0.60m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- · - 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 1.5% 地震入力方向 Z
- 計算に使用する床応答曲線



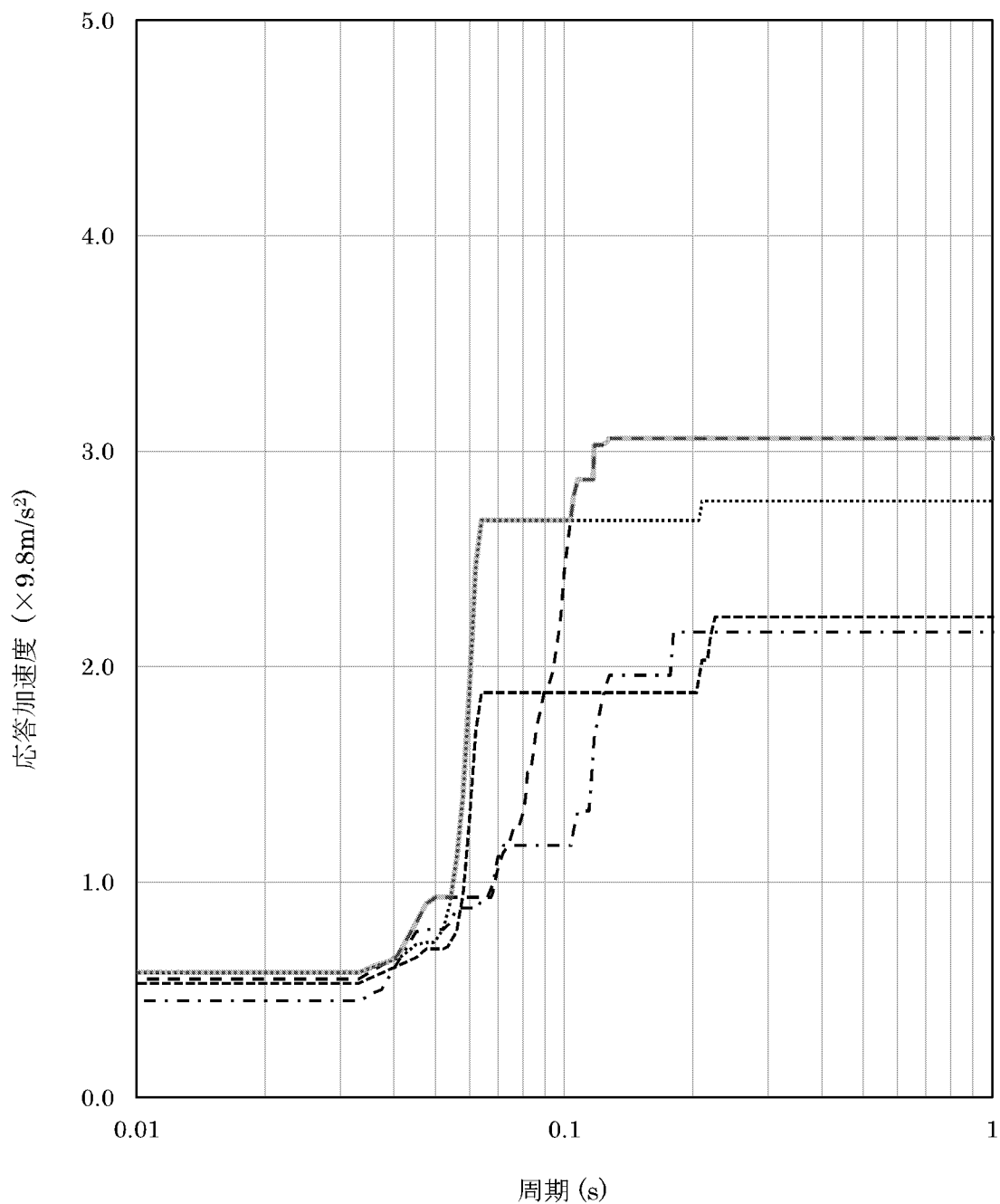
第 3-5 図(3/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック②) (Z 方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- . . . 基礎(B/M) EL. 10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- 計算に使用する床応答曲線



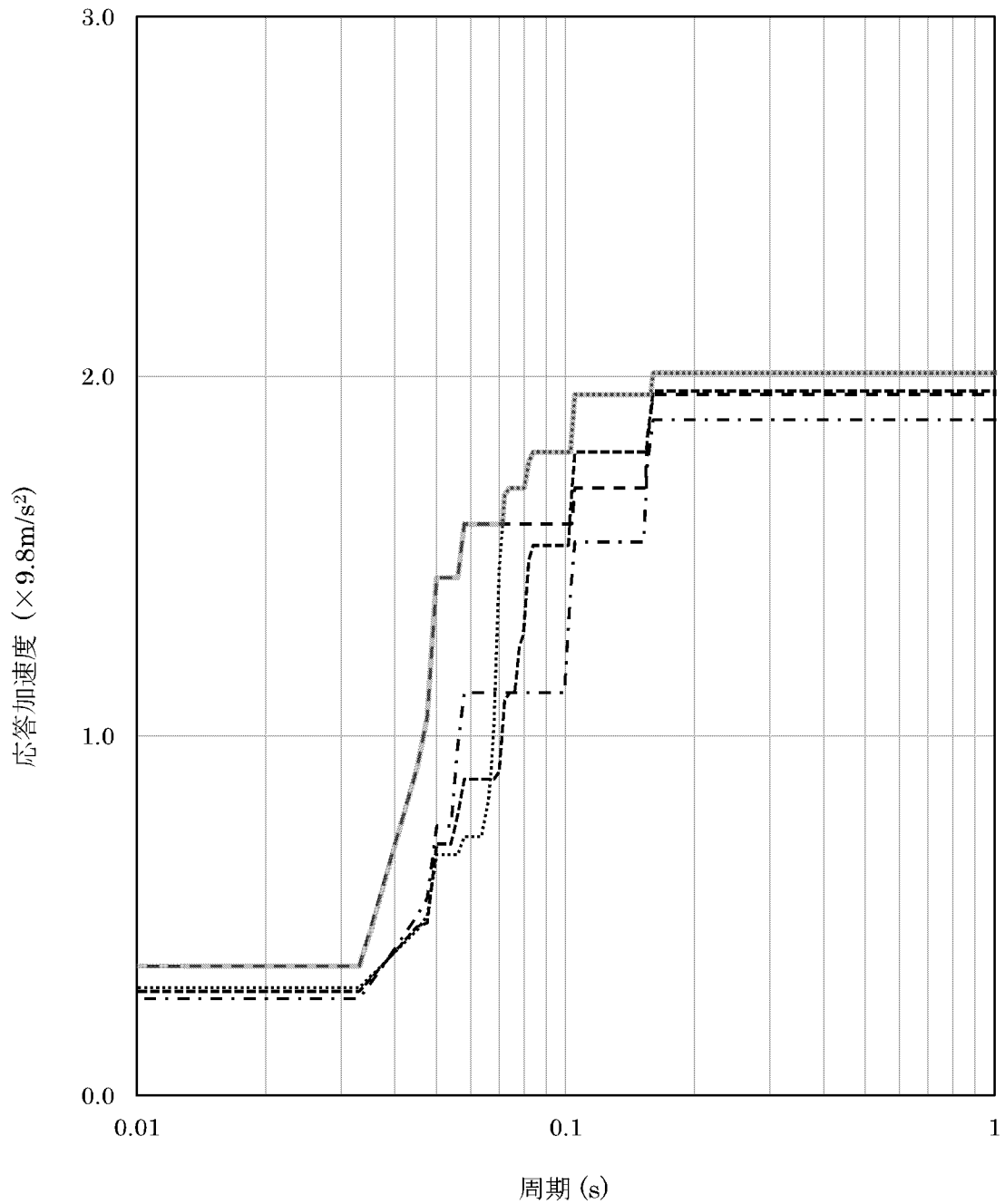
第3-6図(1/3) 設計用床応答曲線 (Sd地震) (ブロック③) (X方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- . . . 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- 計算に使用する床応答曲線



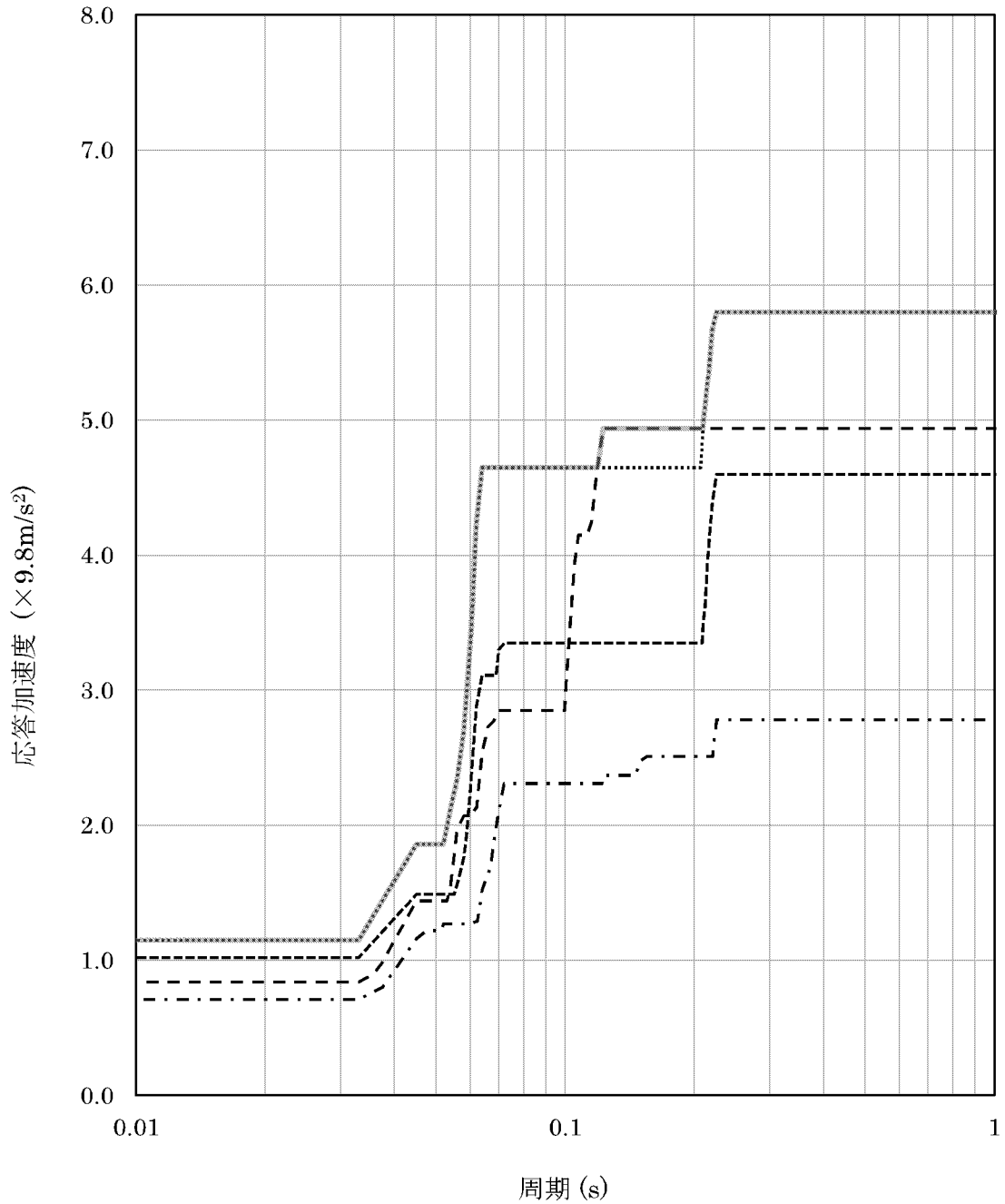
第3-6図(2/3) 設計用床応答曲線 (Sd地震) (ブロック③) (Y方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- . . . 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- 計算に使用する床応答曲線



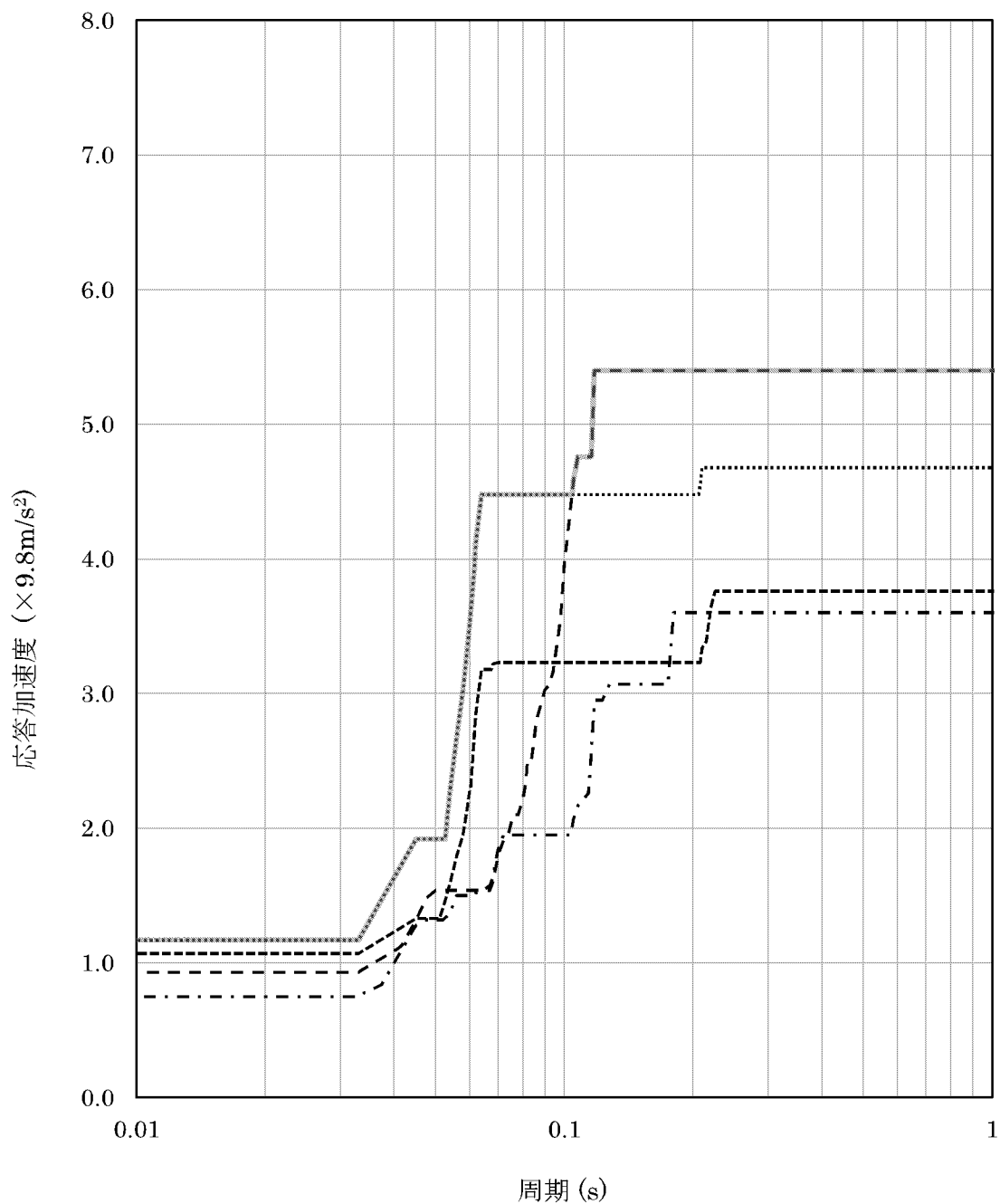
第3-6図(3/3) 設計用床応答曲線 (Sd地震) (ブロック③) (Z方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- . . . 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 X
- 計算に使用する床応答曲線



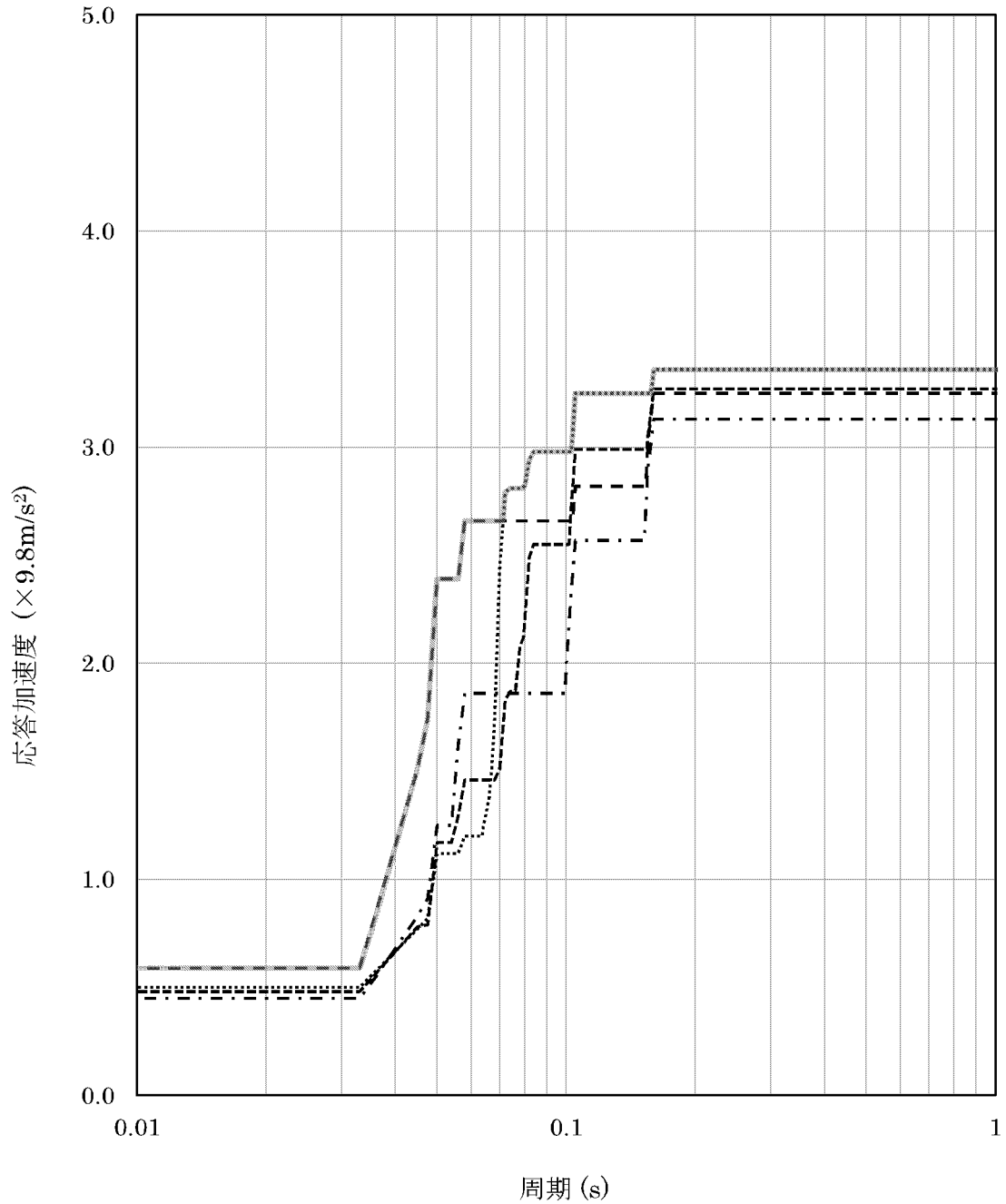
第3-7図(1/3) 設計用床応答曲線 (Ss地震) (ブロック③) (X方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- . . . 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Y
- 計算に使用する床応答曲線



第3-7図(2/3) 設計用床応答曲線 (Ss地震) (ブロック③) (Y方向)

- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 4.60m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- 原子炉格納容器(PCCV) EL. 0.80m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- - - 原子炉周辺建屋(RE/B) EL. 3.70m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- . . . 基礎(B/M) EL. -10.10m 減衰定数 2.0% 地震入力方向 Z
- 計算に使用する床応答曲線



第 3-7 図(3/3) 設計用床応答曲線 (Ss 地震) (ブロック③) (Z 方向)

(3) 設計用地震力

Sd 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は静的地震力と動的地震力のいずれか大きい方とする。水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。

Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。
設計用地震力を第 3-2 表及び 3-3 表に示す。

第 3-2 表 解析ブロック①及び②における設計用地震力

許容応力状態	水平地震力		鉛直地震力	摘要
	動的地震力	静的地震力		
Ⅲ _{AS}	設計用 床応答曲線 Sd (X 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	節点ごとに、3 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う。
	設計用 床応答曲線 Sd (Y 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	
	—	静的震度 解析ブロック① 0.890 解析ブロック② 0.677	静的震度 0.288	
Ⅳ _{AS}	設計用 床応答曲線 S _s (X 方向)	—	設計用 床応答曲線 S _s	節点ごとに、2 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う。
	設計用 床応答曲線 S _s (Y 方向)	—	設計用 床応答曲線 S _s	

第 3-3 表 解析ブロック③における設計用地震力

許容応力状態	水平地震力		鉛直地震力	摘要
	動的地震力	静的地震力		
BAS	設計用 床応答曲線 Sd/2 (X 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd/2	節点ごとに、3 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う。
	設計用 床応答曲線 Sd/2 (Y 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd/2	
	—	静的震度 解析ブロック③ 0.308	—	

3.3.4 解析モデル及び諸元

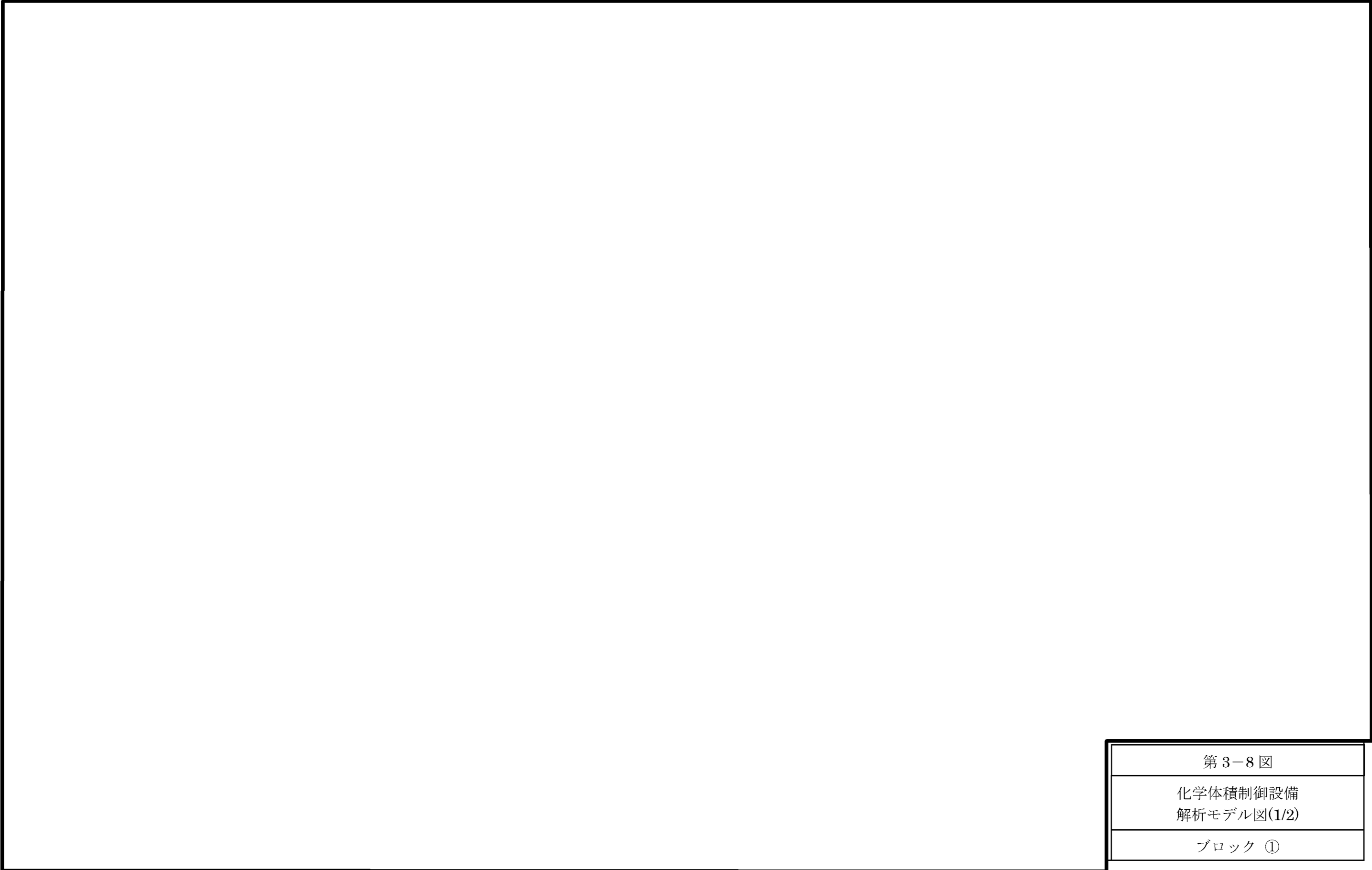
ブロック①について、第 3-8 図及び第 3-9 図に配管系の解析モデル図を示す。また、応力評価に用いる配管仕様の一覧表を第 3-4 表に、地震応答解析の部材の諸元を第 3-5 表に、地震応答解析の支持条件を第 3-6 表に、質点質量の一覧表を第 3-7 表に示す。

ブロック②について、第 3-10 図に配管系の解析モデル図を示す。

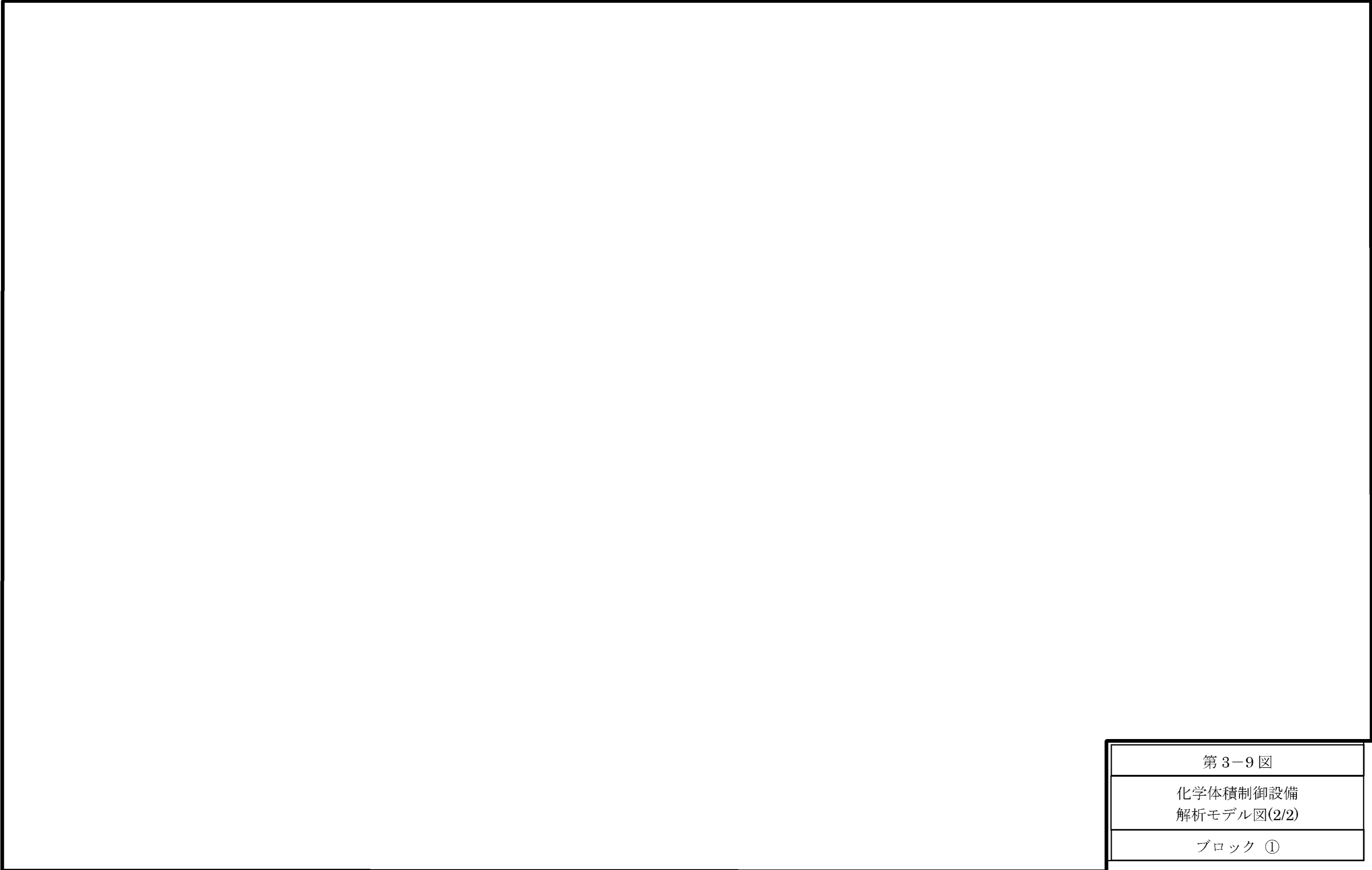
また、応力評価に用いる配管仕様の一覧表を第 3-8 表に、地震応答解析の部材の諸元を第 3-9 表に、地震応答解析の支持条件を第 3-10 表に、質点質量の一覧表を第 3-11 表に示す。

ブロック③について、第 3-11 図に配管系の解析モデル図を示す。

また、応力評価に用いる配管仕様の一覧表を第 3-12 表に、地震応答解析の部材の諸元を第 3-13 表に、地震応答解析の支持条件を第 3-14 表に、質点質量の一覧表を第 3-15 表に示す。



第 3-8 図
化学体積制御設備 解析モデル図(1/2)
ブロック ①



第 3-9 図
化学体積制御設備 解析モデル図(2/2)
ブロック ①

第3-4表 ブロック① 配管仕様 (1/2)

名 称	単 位	節点 2811 から 189	節点 189 から 188	節点 188 から 187	節点 189 から 905	節点 188 から 903	節点 187 から 186	節点 186 から 901
外 径	mm	89.1	89.1	89.1	60.5	60.5	89.1/60.5	60.5
厚 さ	mm	11.1	11.1	11.1	8.7	8.7	11.1/8.7	8.7
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP
最高使用圧力	MPa	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16
最高使用温度	℃	343	343	343	343	343	343	343

第3-4表 ブロック① 配管仕様 (2/2)

名 称	単 位	節点 905 から 201	節点 903 から 201	節点 901 から 155	節点 201 から 155	節点 155 から 146	節点 146 から 1100	節点 146 から 311	節点 311 から 1816
外 径	mm	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP	SUS304TP
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200	200	200	200	200	200

第3-5表 ブロック① 地震応答解析の部材の諸元 (1/2)

機器名称	節点番号		縦弾性係数		配管要素		はり要素			
	始端	終端	種類	E (MPa)	外径 (mm)	厚さ (mm)	断面積 (cm ²)	断面二次モーメント(cm ⁴)		
								I _x ^(注1)	I _y ^(注1)	I _z ^(注1)
配管	2811	189	ステンレス	173000	89.1	11.1	—	—	—	—
	189	188	ステンレス	173000	89.1	11.1	—	—	—	—
	188	187	ステンレス	173000	89.1	11.1	—	—	—	—
	189	905	ステンレス	173000	60.5	8.7	—	—	—	—
	188	903	ステンレス	173000	60.5	8.7	—	—	—	—
	187	186	ステンレス	173000	89.1 /60.5	11.1 /8.7	—	—	—	—
	186	901	ステンレス	173000	60.5	8.7	—	—	—	—
	905	201	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	903	201	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	901	155	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	201	155	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	155	146	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	146	1100	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	146	311	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	311	1816	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—

(注1) 配管内部流体の流れ方向を X 方向とし、鉛直方向を Z 方向とする。

第3-5表 ブロック① 地震応答解析の部材の諸元 (2/2)

機器名称	節点番号		縦弾性係数		配管要素		はり要素			
	始端	終端	種類	E (MPa)	外径 (mm)	厚さ (mm)	断面積 (cm ²)	断面二次モーメント(cm ⁴)		
								I _x ^(注1)	I _y ^(注1)	I _z ^(注1)
弁 (ヨーク部)	901	911	炭素鋼 ^(注2)	202000	—	—				
	903	913	炭素鋼 ^(注2)	202000	—	—				
	905	915	炭素鋼 ^(注2)	202000	—	—				

(注2) 種類は JSME S NJ1-2012 Part3 第2章表1による。

炭素鋼：炭素量が0.3%以下の炭素鋼。

第 3-6 表 ブロック① 地震応答解析の支持条件

部位	記号	ばね定数
アンカサポート	K_1	
リジットサポート	K_2	

第3-7表 ブロック① 質点質量 (1/2)

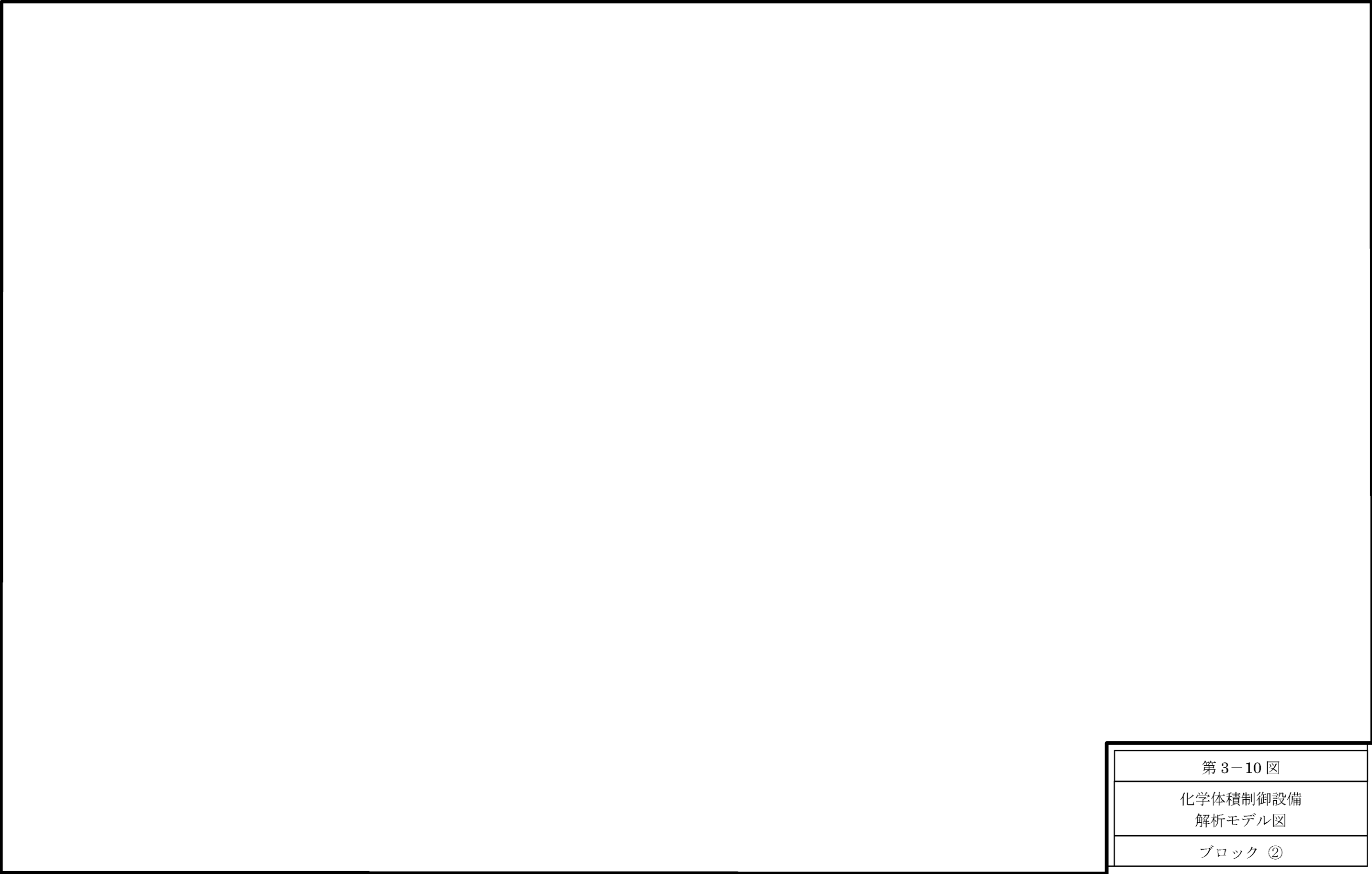
(単位 : kg)

質点番号	配管 ^(注)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量
901					
911					
903					
913					
905					
915					
902					
904					
906					
600					
601					
142					
602					
148					
251					
157					
614					
603					
604					
605					
606					
607					
608					
609					
619					
610					
625					
611					
612					
613					
615					
257					
620					
616					

第3-7表 ブロック① 質点質量 (2/2)

(単位 : kg)

質点番号	配管 ^(注)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量
617					
618					
280					
207					
621					
622					
623					
624					
<div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 20px; margin-left: 10px;"></div>					



第3-10 図
化学体積制御設備 解析モデル図
ブロック ②

第3-8表 ブロック② 配管仕様

名 称	単 位	節点 1808 から 111	節点 111 から 107	節点 107 から 100	節点 100 から 2436
外 径	mm	60.5	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	3.5	3.5	5.5
材 料	—	SUS304TP	SUS316TP	SUS304TP	SUS304TP
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200	200

第3-9表 ブロック② 地震応答解析の部材の諸元

機器名称	節点番号		縦弾性係数		配管要素		はり要素			
	始端	終端	種類	E (MPa)	外径 (mm)	厚さ (mm)	断面積 (cm ²)	断面二次モーメント(cm ⁴)		
								I _x ^(注)	I _y ^(注)	I _z ^(注)
配管	1808	111	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	111	107	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	107	100	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	100	2436	ステンレス	183000	60.5	5.5	—	—	—	—



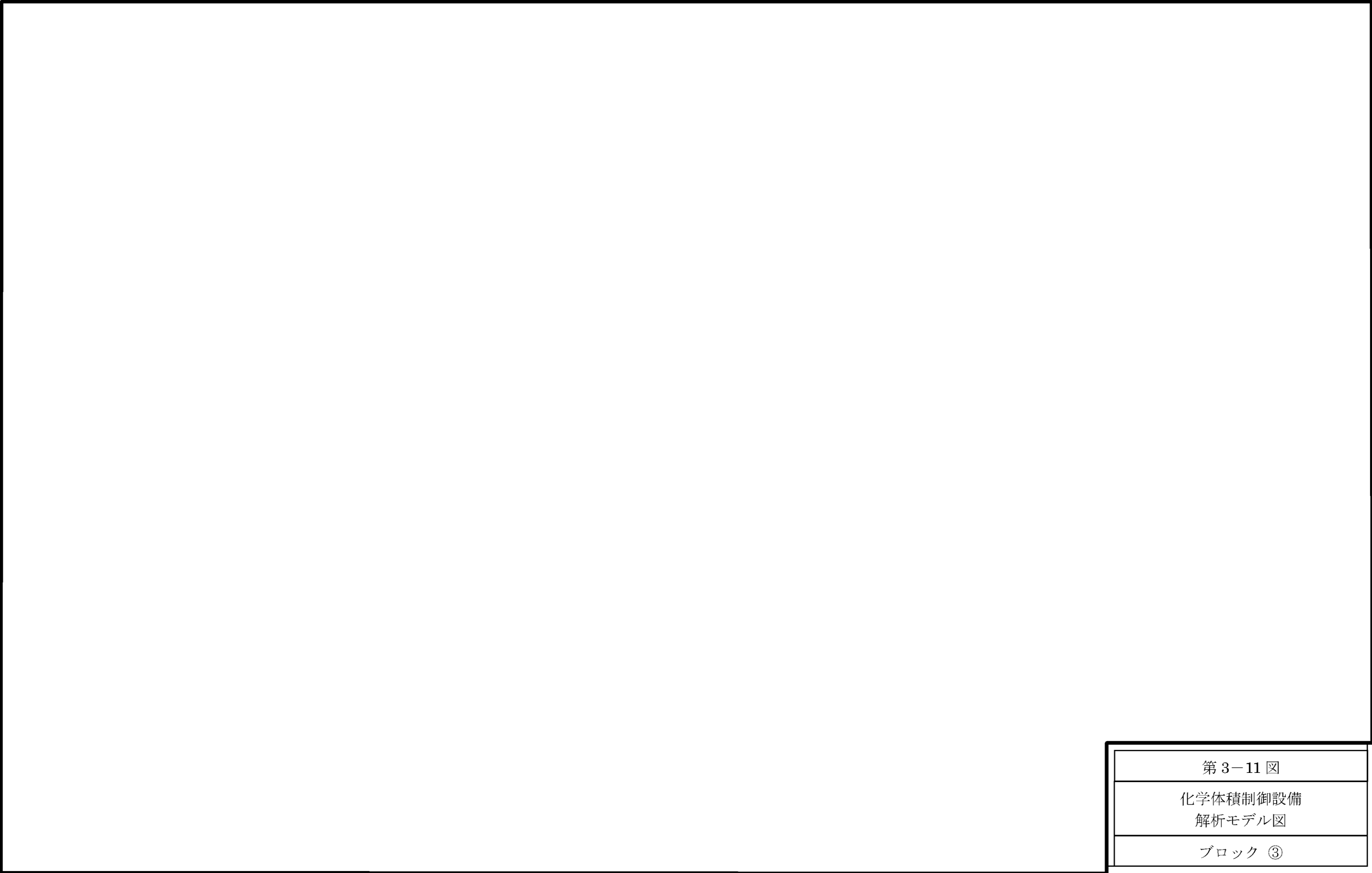
第 3-10 表 ブロック② 地震応答解析の支持条件

部位	記号	ばね定数
アンカサポート	K_1	
リジットサポート	K_2	

第3-11表 ブロック② 質点質量

(単位 : kg)

質点番号	配管 ^(注)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量
109					
600					
601					
602					
603					
604					
605					
606					
607					
608					
<div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 20px; margin-left: 10px;"></div>					



第3-11 図
化学体積制御設備 解析モデル図
ブロック ③

第3-12表 ブロック③ 配管仕様 (1/2)

名 称	単 位	節点 2436 から 102	節点 102 から 901	節点 901 から 250	節点 250 から 121	節点 121 から 124	節点 124 から 126	節点 126 から 2001
外 径	mm	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5/89.1	89.1	89.1
厚 さ	mm	5.5	3.5	3.5	3.5	3.5/4.0	4.0	4.0
材 料	—	SUS304TP	SUS304TP	SUS316TP	SUS304TP	SUS304TP	SUS304TP	SUS304TP
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200	200	200	200	200

第3-12表 ブロック③ 配管仕様 (2/2)

名 称	単 位	節点 2002 から 126
外 径	mm	89.1
厚 さ	mm	4.0
材 料	—	SUS304TP
最高使用圧力	MPa	4.5
最高使用温度	°C	200

第3-13表 ブロック③ 地震応答解析の部材の諸元

機器名称	節点番号		縦弾性係数		配管要素		はり要素			
	始端	終端	種類	E (MPa)	外径 (mm)	厚さ (mm)	断面積 (cm ²)	断面二次モーメント(cm ⁴)		
								I _x ^(注1)	I _y ^(注1)	I _z ^(注1)
配管	2436	102	ステンレス	183000	60.5	5.5	—	—	—	—
	102	901	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	901	250	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	250	121	ステンレス	183000	60.5	3.5	—	—	—	—
	121	124	ステンレス	183000	60.5 /89.1	3.5 /4.0	—	—	—	—
	124	126	ステンレス	183000	89.1	4.0	—	—	—	—
	126	2001	ステンレス	183000	89.1	4.0	—	—	—	—
	2002	126	ステンレス	183000	89.1	4.0	—	—	—	—
弁 (ヨーク部)	901	911	炭素鋼 ^(注2)	202000	—	—				
	902	912	炭素鋼 ^(注2)	202000	—	—				

(注2) 種類は JSME S NJ1-2012 Part3 第2章 表1による。

炭素鋼：炭素量が0.3%以下の炭素鋼。

第 3-14 表 ブロック③ 地震応答解析の支持条件

部位	記号	ばね定数
アンカサポート	K ₁	
リジットサポート	K ₂	

第3-15表 ブロック③ 質点質量

(単位 : kg)

質点番号	配管 ^(注)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量
901					
911					
902					
912					
112					
600					
121					
603					
609					
612					
601					
602					
610					
611					
604					
605					
606					
607					
608					

3.3.5 応力評価方法

(1) 記号の説明

	記号	単位	説明
応力計算に使用するもの	i_1	—	応力係数で JSME S NC1-2012 PPC-3810 に規定される値又は 1.33 のいずれか大きい方の値
	i_2	—	応力係数で JSME S NC1-2012 PPC-3810 に規定される値又は 1.0 のいずれか大きい方の値
	D_o	mm	管の外径
	M_a	N・mm	管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る）により生ずるモーメント
	M_b	N・mm	管の機械的荷重（地震を含めた短期的荷重）により生ずるモーメント
	M_b^*	N・mm	地震動の慣性力により生じるモーメントの全振幅
	M_c	N・mm	地震動による相対変位により生じるモーメントの全振幅
	P	MPa	地震と組合せるべき運転状態における圧力
	S	MPa	一次応力
	S_n	MPa	一次応力と二次応力を加えて求めた応力
	t	mm	管の厚さ
	Z	mm ³	管の断面係数

(2) 応力の算出

クラス 2 管に発生する応力を、JEAG 4601 及び JSME S NC1-2012 に基づく以下の計算式により求める。

a. 一次応力

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

b. 一次+二次応力

$$S_n = \frac{0.75i_1 \cdot M_b^* + i_2 \cdot M_c}{Z}$$

配管の耐震計算結果

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-4

玄海原子力発電所 第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 4 - 1
2. 固有値解析結果	8 (3) - 4 - 1
3. 応力評価結果	8 (3) - 4 - 13
3.1 変更申請範囲における発生応力	8 (3) - 4 - 13
3.2 変更申請範囲及び解析範囲における最大発生応力の評価	8 (3) - 4 - 13

1. 概 要

本資料は、変更認可申請を行う弁（3V-CS-005A,B,C）及び配管（弁 3V-CS-005A,B,C～格納容器貫通部（貫通部番号 436）、弁 3V-CS-008～非再生冷却器）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

耐震計算は、資料 8-3「配管の耐震計算方法」に基づき行う。

2. 固有値解析結果

ブロック①の固有値を第 2-1 表に、振動モード図を第 2-1 図～第 2-3 図、ブロック②の固有値を第 2-2 表に、振動モード図を第 2-4 図～第 2-6 図、ブロック③の固有値を第 2-3 表に、振動モード図を第 2-7 図～第 2-9 図に示す。

第 2-1 表 ブロック① 固有値

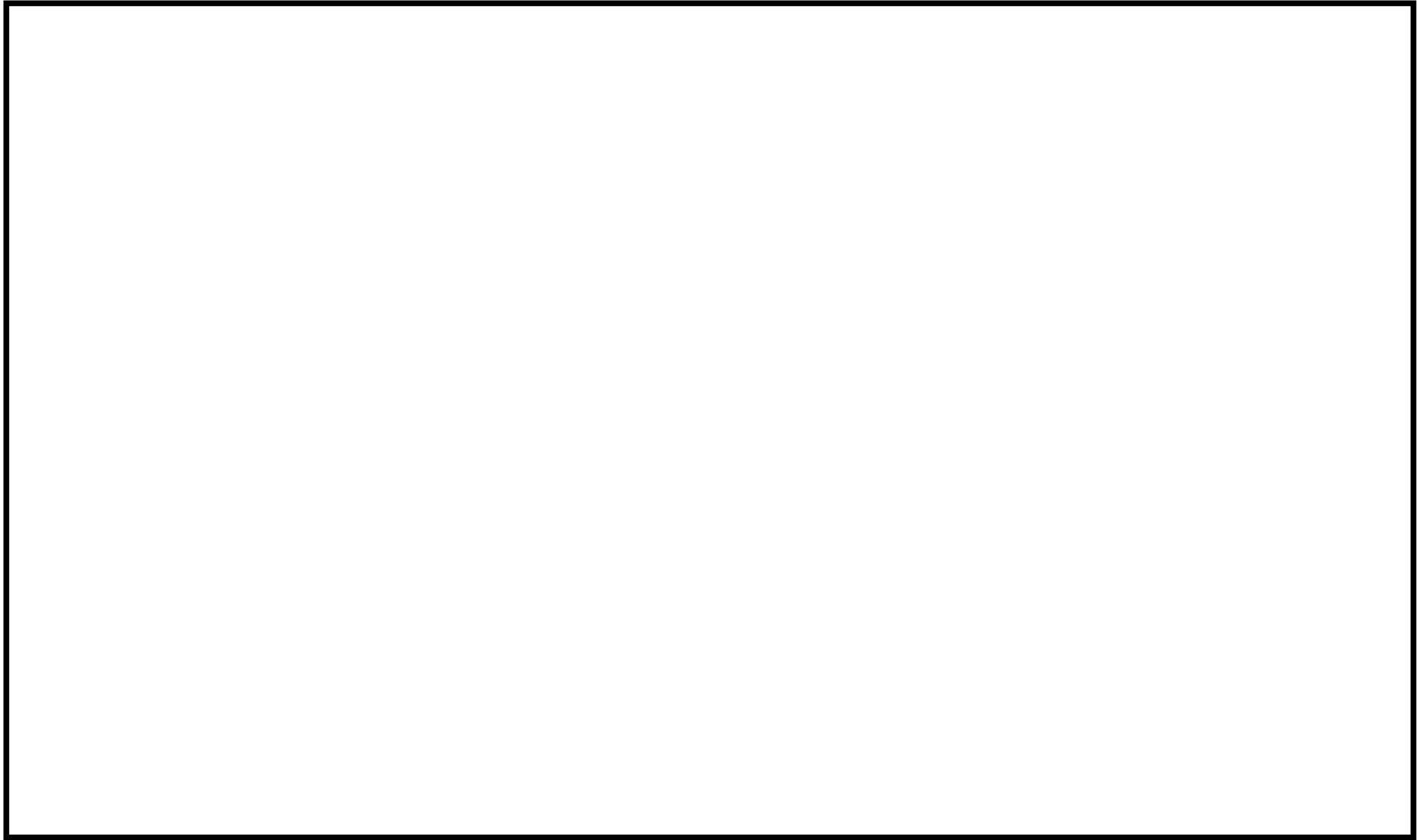
振動次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数		
		X	Y	Z
1	16.1	0.37	-0.37	0.68
2	16.5	0.40	0.46	0.02
3	18.1	0.53	-0.50	-0.31
4	23.7	0.39	0.39	0.07
5	25.3	0.06	-0.30	0.16
6	27.6	0.16	0.10	0.12
7	29.2	0.62	0.55	0.13
8	30.7	-0.06	-0.10	-0.03
9	31.7	-0.37	-0.34	-0.15
10	34.1	-0.44	0.57	-0.34
11	34.6	0.38	-0.31	-0.85
12	35.7	0.21	0.77	0.05
13	36.6	0.39	0.32	0.10
14	36.8	-0.25	0.13	0.62
15	38.9	0.77	-0.23	-0.10

第2-2表 ブロック② 固有値

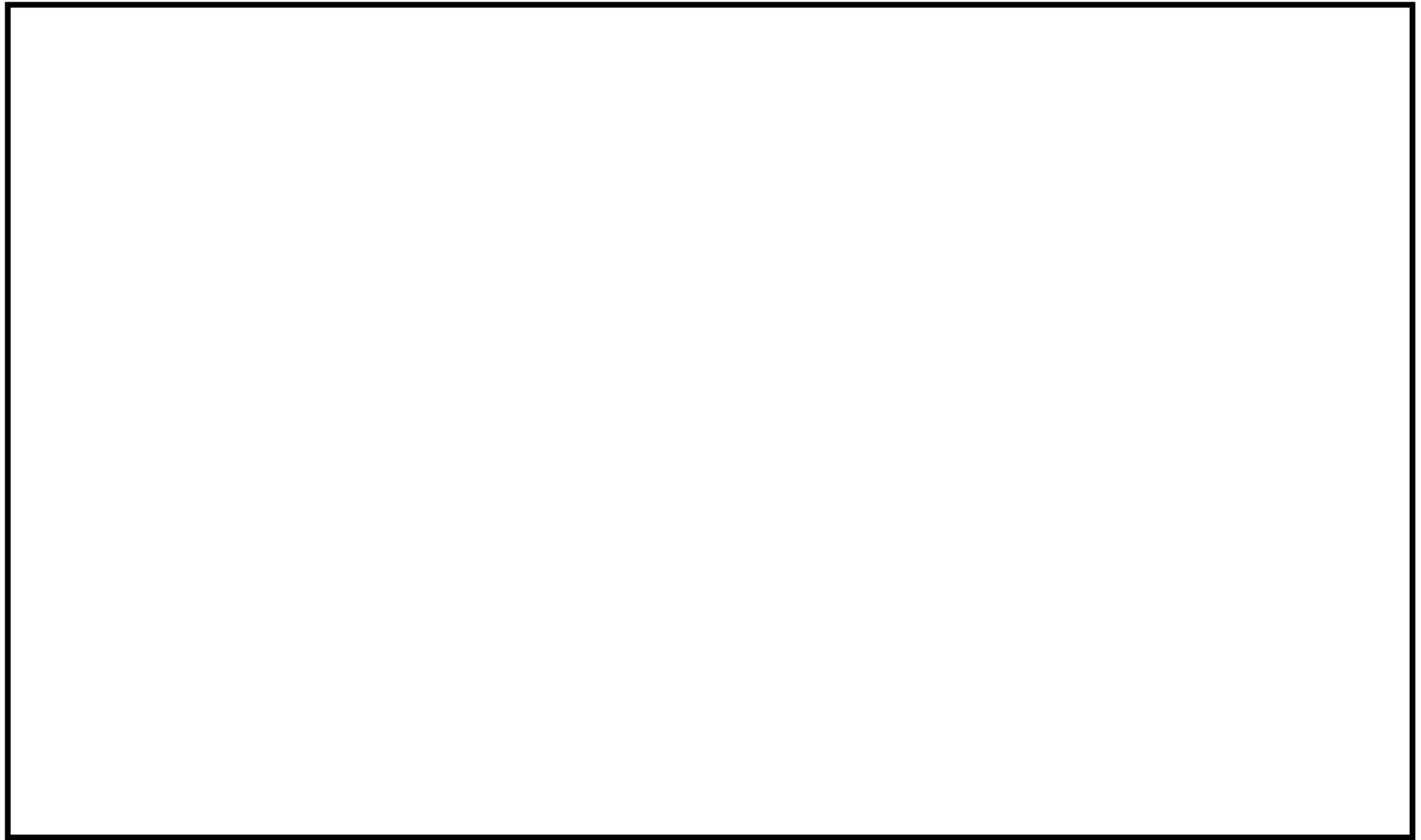
振動次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数		
		X	Y	Z
1	13.8	0.11	-0.28	-0.07
2	14.7	0.05	0.01	-0.45
3	17.8	-0.50	0.08	-0.09
4	20.3	-0.07	-0.17	0.01
5	21.2	-0.11	0.17	-0.14
6	23.8	-0.11	0.02	0.90
7	24.9	-0.36	-0.18	0.35
8	27.1	0.42	0.15	-0.04
9	28.0	0.23	-0.44	0.11
10	30.8	-0.97	0.01	-0.05
11	31.8	-0.04	1.22	0.00
12	35.3	0.38	0.90	0.48
13	37.0	0.05	-0.43	0.44
14	42.2	0.16	-0.34	-0.80
15	44.1	0.27	-0.54	0.50

第2-3表 ブロック③ 固有値

振動次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数		
		X	Y	Z
1	15.9	-1.02	-0.02	-0.05
2	17.1	0.02	-0.04	-0.54
3	26.1	0.23	0.58	-0.56
4	26.5	-0.04	-0.35	-0.57
5	29.8	0.13	-0.08	0.14
6	30.2	-0.32	0.23	-0.03
7	32.7	0.55	-0.12	0.12
8	40.1	0.15	-0.27	0.04
9	41.8	0.12	0.05	-0.89
10	42.4	-0.19	-0.76	-0.20
11	43.4	0.06	-0.38	0.11
12	43.8	0.13	0.12	0.12
13	46.7	-0.19	0.10	-1.01
14	49.5	-0.75	-0.05	0.61
15	53.1	0.68	0.24	-0.02



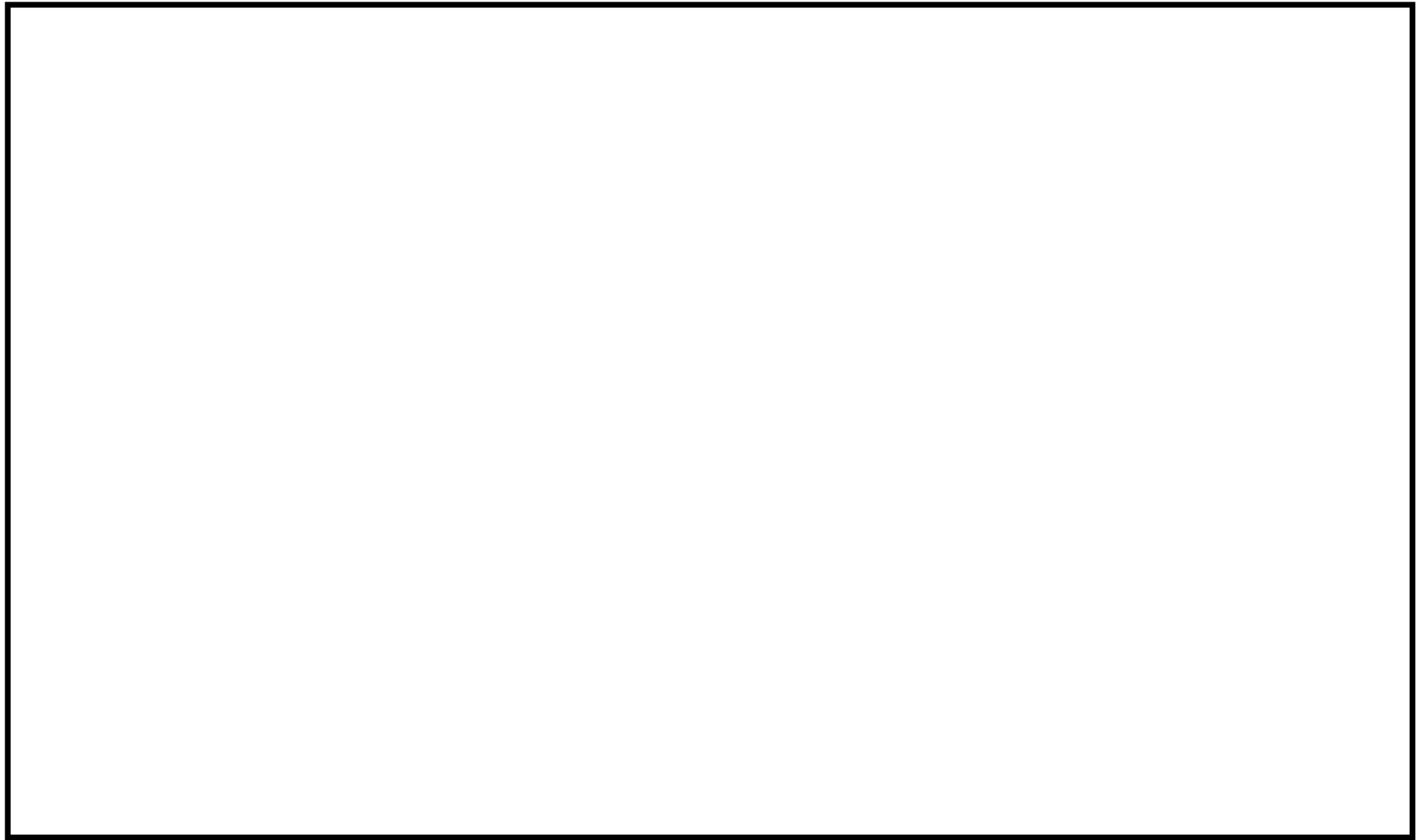
第 2-1 図 ブロック① 振動モード図 1 次モード 16.1Hz



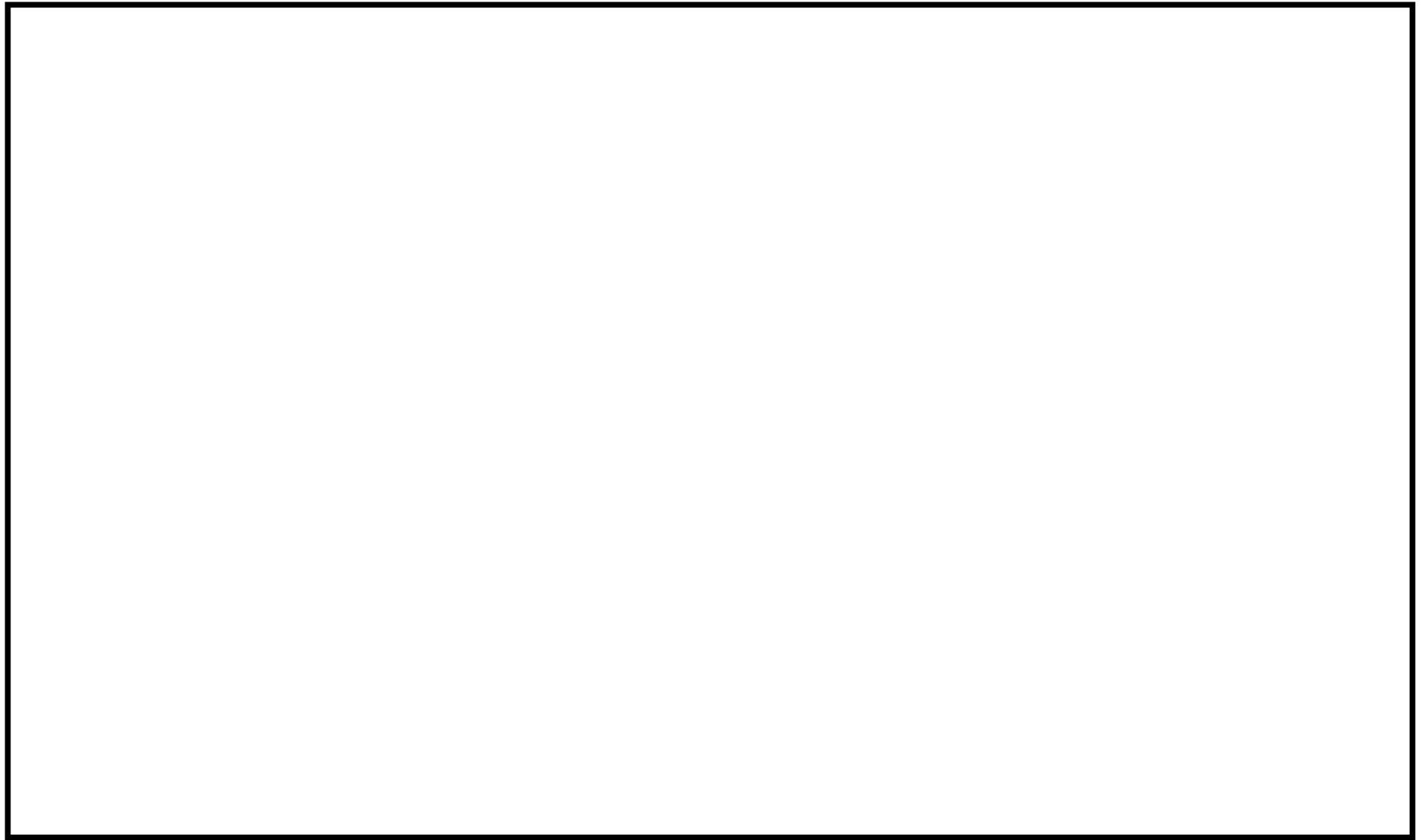
第 2-2 図 ブロック① 振動モード図 2 次モード 16.5Hz



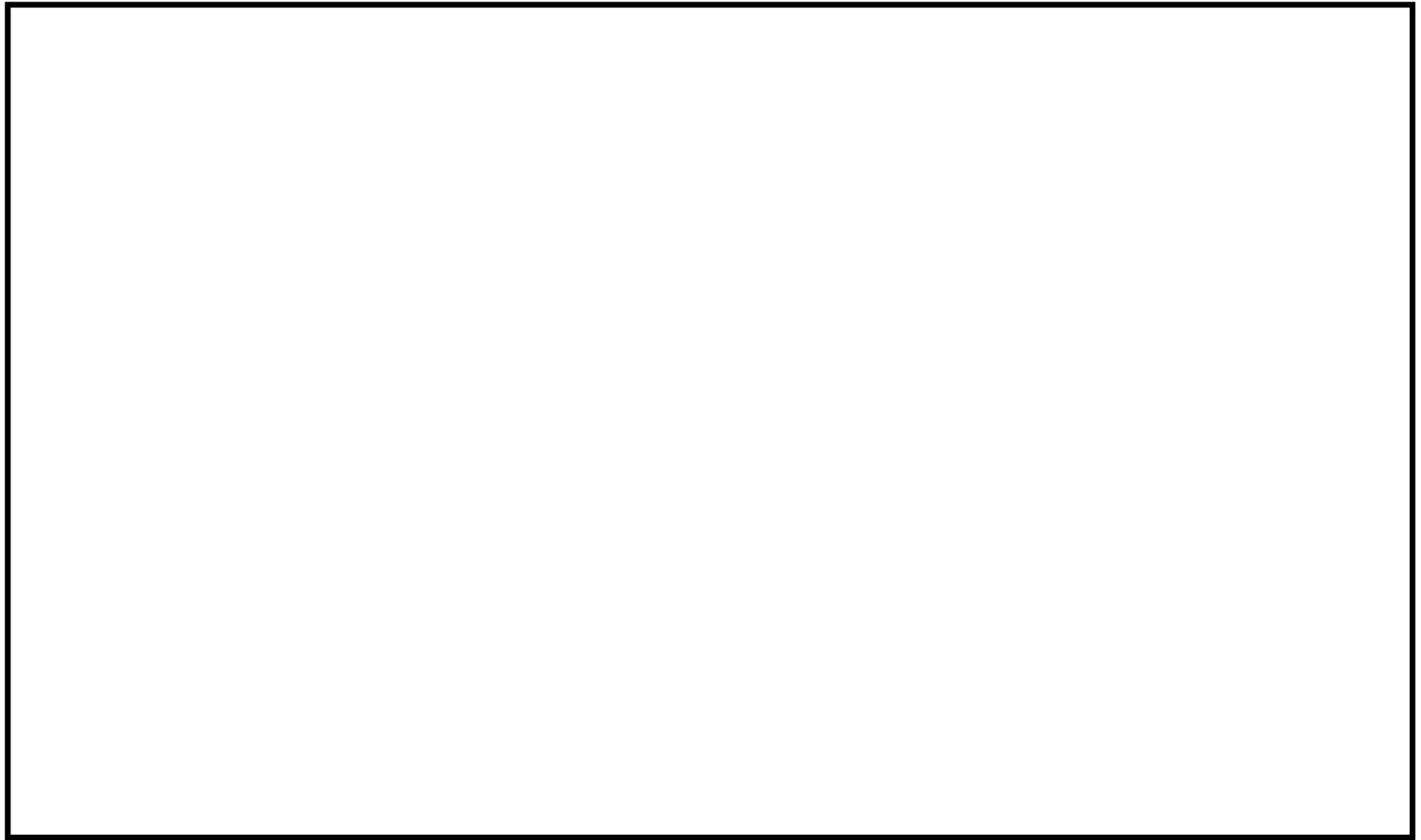
第 2-3 図 ブロック① 振動モード図 3 次モード 18.1Hz



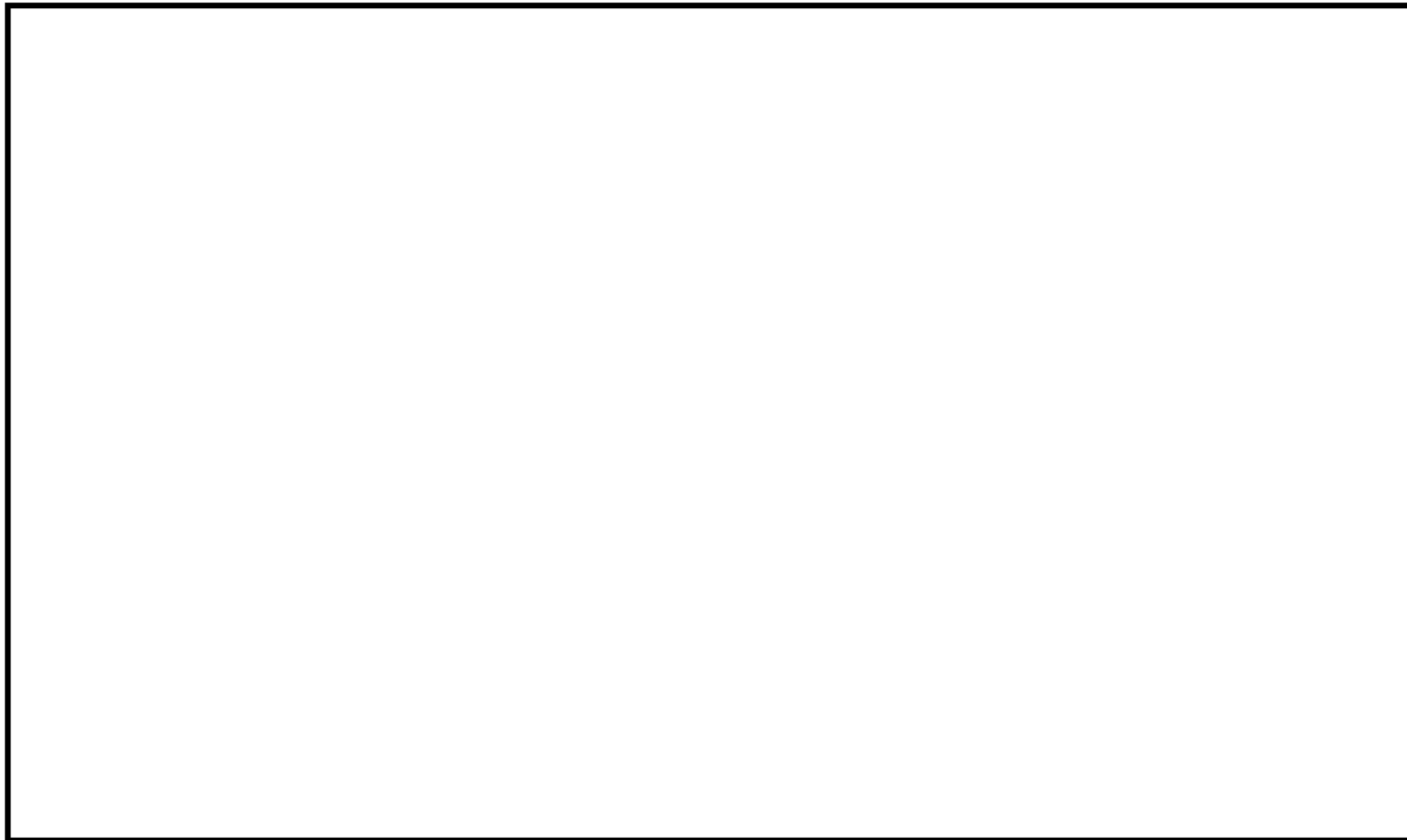
第 2-4 図 ブロック② 振動モード図 1 次モード 13.8Hz



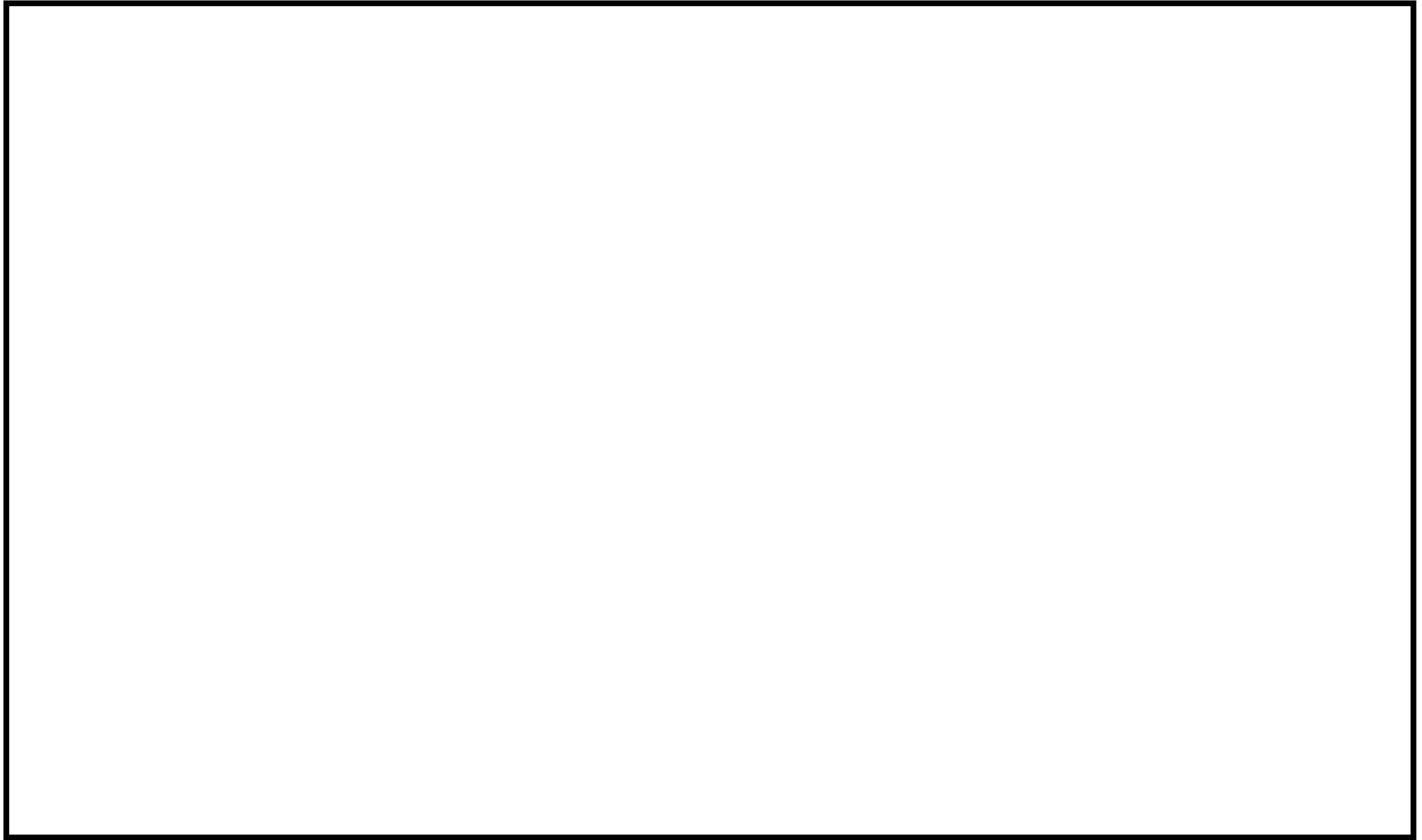
第 2-5 図 ブロック② 振動モード図 2 次モード 14.7Hz



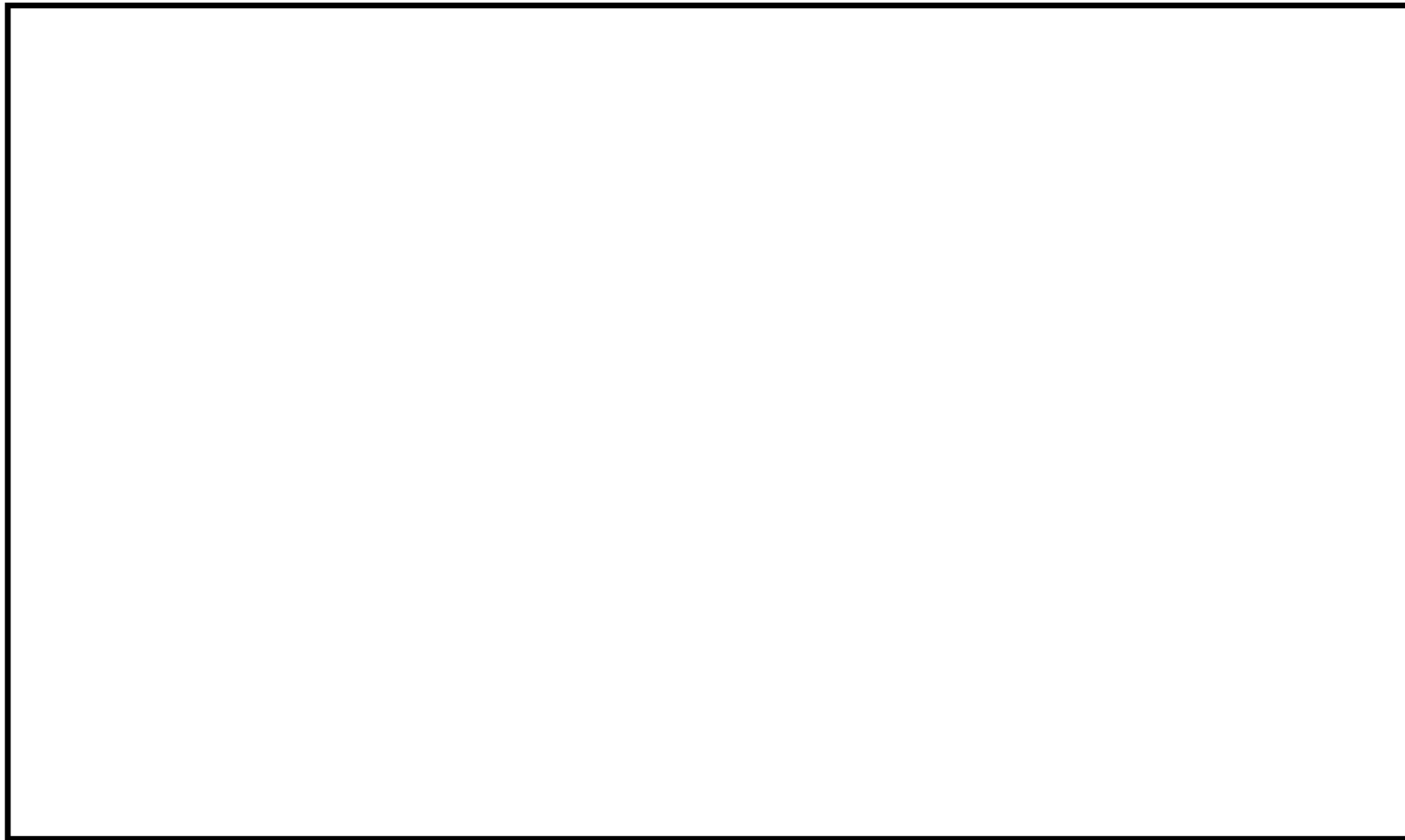
第 2-6 図 ブロック② 振動モード図 3 次モード 17.8Hz



第 2-7 図 ブロック③ 振動モード図 1 次モード 15.9Hz



第 2-8 図 ブロック③ 振動モード図 2 次モード 17.1Hz



第 2-9 図 ブロック③ 振動モード図 3 次モード 26.1Hz

3. 応力評価結果

3.1 変更認可申請範囲における発生応力

設計用床応答曲線 S_d による発生応力を第 3-1~3 表に、設計用床応答曲線 S_s による発生応力を第 3-4~5 表に示す。なお、ブロック①及びブロック②は耐震 S クラス、ブロック③は耐震 B クラスの結果を記載する。

計算結果については、変更認可申請範囲にある節点数が 15 点以下である場合はすべてを記載するが、16 点以上である場合は原則下記条件で選んだ 15 点を代表として記載する。

- ① 一次応力が最大となる節点
- ② 地震による一次+二次応力の大きい順の節点

3.2 変更認可申請範囲及び解析範囲における最大発生応力の評価

変更認可申請範囲及び解析範囲において許容値に対する最大発生応力の比が最小となる節点の評価結果を第 3-6~8 表及び第 3-9~11 表に示す。

第3-1表 ブロック① 地震時の一次応力及び一次+二次応力(D+P_D+M_D+S_d)

(単位：MPa)

節点 番号	一 次 応 力			地震による 二次応力	地震による 一次+二次応力
	地震を除く 一次応力	地震による 一次応力	合計応力		
363	35.0	5.3	40.3	0.0	10.6
905	46.0	17.7	63.7	0.0	35.4
361	23.1	9.8	32.9	0.0	19.6
840	21.0	11.5	32.5	0.0	23.0
359	21.2	19.5	40.7	0.0	39.0
357	20.5	12.1	32.6	0.0	24.3
207	20.4	12.6	33.1	0.0	25.3
205	20.9	20.0	41.0	0.0	40.1
838	21.9	8.5	30.4	0.0	17.1
903	52.1	13.5	65.6	0.0	27.0
201	21.3	7.6	28.9	0.0	15.3
901	52.4	13.7	66.2	0.0	27.4
159	23.1	4.9	28.0	0.0	9.8
155	21.7	11.5	33.2	0.0	23.0
146	20.2	5.8	26.0	0.0	11.6

第3-2表 ブロック② 地震時の一次応力及び一次+二次応力(D+P_D+M_D+S_d)

(単位：MPa)

節点 番号	一 次 応 力			地震による 二次応力	地震による 一次+二次応力
	地震を除く 一次応力	地震による 一次応力	合計応力		
111	20.3	2.0	22.3	7.0	11.0
603	21.1	2.7	23.8	7.5	12.8
109	20.0	2.7	22.7	10.5	15.9
107	19.8	3.2	23.1	6.5	13.0

第3-3表 ブロック③ 地震時の一次応力及び一次+二次応力(D+P_D+M_D+S_B)

(単位：MPa)

節点 番号	一 次 応 力			地震による 二次応力	地震による 一次+二次応力
	地震を除く 一次応力	地震による 一次応力	合計応力		
110	27.7	5.2	33.0	4.4	14.9
802	33.1	3.7	36.8	7.6	15.0
112	28.4	2.7	31.2	8.6	14.0
601	24.0	2.5	26.6	1.8	6.9
114	22.1	1.5	23.7	1.3	4.5
116	20.0	0.9	21.0	0.8	2.7
250	23.3	1.6	24.9	1.6	4.9

第3-4表 ブロック① 地震時の一次応力及び一次+二次応力(D+P_D+M_D+S_s)

(単位：MPa)

節点 番号	一 次 応 力			地震による 二次応力	地震による 一次+二次応力
	地震を除く 一次応力	地震による 一次応力	合計応力		
363	35.0	8.0	43.1	0.0	16.1
905	46.0	27.7	73.8	0.0	55.5
361	23.1	14.8	37.9	0.0	29.6
840	21.0	17.2	38.2	0.0	34.5
359	21.2	29.3	50.5	0.0	58.6
357	20.5	18.3	38.8	0.0	36.6
207	20.4	19.0	39.5	0.0	38.1
205	20.9	30.1	51.1	0.0	60.3
838	21.9	12.8	34.7	0.0	25.7
903	52.1	21.5	73.6	0.0	43.0
201	21.3	11.5	32.8	0.0	23.0
901	52.4	21.8	74.3	0.0	43.6
159	23.1	7.5	30.7	0.0	15.1
155	21.7	17.3	39.0	0.0	34.6
146	20.2	8.7	28.9	0.0	17.4

第3-5表 ブロック② 地震時の一次応力及び一次+二次応力(D+P_D+M_D+S_s)

(単位：MPa)

節点 番号	一 次 応 力			地震による 二次応力	地震による 一次+二次応力
	地震を除く 一次応力	地震による 一次応力	合計応力		
111	20.3	3.8	24.2	15.0	22.8
603	21.1	5.5	26.7	15.9	27.0
109	20.0	5.5	25.5	22.5	33.6
107	19.8	6.9	26.8	13.9	27.8

第 3-6 表 変更認可申請範囲における最大発生応力の評価 (ブロック①)

(単位 : MPa)

管種	項 目		最大発生応力	許容値
ク ラ ス 2 管	Sd 地 震 時	一次応力	67 (節点 901)	137
		一次+二次応力 ^(注)	36 (節点 905)	255
	Ss 地 震 時	一次応力	75 (節点 901)	384
		一次+二次応力 ^(注)	56 (節点 905)	255

(注) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

第 3-7 表 変更認可申請範囲における最大発生応力の評価 (ブロック②)

(単位 : MPa)

管種	項 目		最大発生応力	許容値
ク ラ ス 2 管	Sd 地 震 時	一次応力	24 (節点 603)	160
		一次+二次応力 ^(注)	16 (節点 109)	296
	Ss 地 震 時	一次応力	27 (節点 107)	396
		一次+二次応力 ^(注)	34 (節点 109)	296

(注) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

第 3-8 表 変更認可申請範囲における最大発生応力の評価 (ブロック③)

(単位 : MPa)

管種	項 目		最大発生応力	許容値
ク ラ ス 2 管	1/2 Sd 地 震 時	一次応力	37 (節点 802)	160
		一次+二次応力 ^(注)	15 (節点 802)	296

(注) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

第 3-9 表 解析範囲における最大発生応力の評価 (ブロック①)

(単位 : MPa)

管種	項 目		最大発生応力	許容値
ク ラ ス 2 管	Sd 地 震 時	一次応力	67 ^(注2) (節点 901)	137
		一次+二次応力 ^(注1)	36 ^(注2) (節点 905)	255
	Ss 地 震 時	一次応力	75 ^(注2) (節点 901)	384
		一次+二次応力 ^(注1)	56 ^(注2) (節点 905)	255
	1/2 Sd 地 震 時	一次応力	51 (節点 375)	137
		一次+二次応力 ^(注1)	21 (節点 375)	255

(注 1) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

(注 2) 変更認可申請範囲の評価点である。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

第3-10表 解析範囲における最大発生応力の評価（ブロック②）

（単位：MPa）

管種	項 目		最大発生応力	許容値
クラス 2 管	Sd 地震時	一次応力	40 (節点 606)	151
		一次+二次応力 ^(注)	46 (節点 103)	288
	Ss 地震時	一次応力	48 (節点 606)	361
		一次+二次応力 ^(注)	98 (節点 103)	288

(注) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

第3-11表 解析範囲における最大発生応力の評価（ブロック③）

（単位：MPa）

管種	項目		最大発生応力	許容値
クラス2管	Sd 地震時	一次応力	49 (節点 901)	151
		一次+二次応力 ^(注)	96 (節点 108)	288
	Ss 地震時	一次応力	55 (節点 901)	361
		一次+二次応力 ^(注)	188 (節点 108)	288
	1/2 Sd 地震時	一次応力	46 (節点 808)	151
		一次+二次応力 ^(注)	33 (節点 808)	288

(注) 地震時のみによる一次+二次応力変動値。

上表に示すとおり、発生する応力はすべて許容値以下である。

配管支持構造物の強度及び耐震性に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-5

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 5 - 1
2. 支持構造物の強度及び耐震計算方法	8 (3) - 5 - 1
2.1 適用基準及び適用規格	8 (3) - 5 - 1
2.2 機器等の区分	8 (3) - 5 - 1
2.3 支持構造物の許容応力	8 (3) - 5 - 2
2.4 支持構造物の設計荷重	8 (3) - 5 - 4
2.5 評価の方針	8 (3) - 5 - 4
2.6 強度及び耐震計算式	8 (3) - 5 - 11
3. 強度及び耐震性評価結果	8 (3) - 5 - 18

1. 概要

本資料では、資料 8-1「耐震設計の基本方針」に基づき、今回の変更認可申請範囲及び解析範囲に設置する支持構造物が十分な強度及び耐震性を有していることを説明するものである。その評価は支持構造物を含む配管の地震応答解析及び支持構造物の応力評価により行う。

なお、支持構造物は、強度及び耐震性評価における基本式が同一であることから、強度計算及び耐震計算の方針を併せて示す。

2. 支持構造物の強度及び耐震計算方法

2.1 適用基準及び適用規格

強度計算は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）〈第 I 編 軽水炉規格〉 JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME S NC1-2012」という。）に基づき実施する。

耐震計算は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」の「2. 適用規格」による。

2.2 機器等の区分

(1) 強度評価における機器等の区分

設備名称	機器クラス ^(注)
原子炉冷却系統施設 8. 化学体積制御設備	クラス 2

(注) 支持構造物を取り付ける配管の区分を示す。

(2) 耐震性評価における機器等の区分

設備名称	耐震クラス ^(注)
原子炉冷却系統施設	S
8. 化学体積制御設備	B

(注) 支持構造物を取り付ける配管の区分を示す。

2.3 支持構造物の許容応力

2.3.1 記号の説明

- f_t : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値。ボルト等に対しては JSME S NC1-2012 SSB-3131(1)により規定される値
- f_s : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して JSME S-2012 NC1 SSB-3121.1(2)により規定される値。ボルト等に対しては JSME S NC1-2012 SSB-3131(2)により規定される値
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(3)により規定される値
- f_b : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により規定される値
- f_p : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(5)により規定される値

$f_t^*, f_s^*, f_c^*, f_b^*, f_p^*$: 左記 $f_t^* \sim f_p^*$ の F 値においては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1 (1)中「材料規格 Part 3 第 1 章 表 6 に規定する設計降伏点」とあるのを「材料規格 Part 3 第 1 章 表 6 に規定する設計降伏点の 1.2 倍」と読み替えて算出した値。

2.3.2 許容応力

支持構造物を取り付ける配管の区分に応じ、次の許容応力を準用する。

(1) 強度評価における許容応力

区分	項目	供用状態	規格番号	許容応力				
				一次応力 ^(注)				
				引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧
クラス 2 支持構造物	A	JSME S NC1-2012	SSB-3121.1	f_t	f_s	f_c	f_b	f_p
	B							

(注) 上記応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(2) 耐震性評価における荷重の組合せ及び許容応力

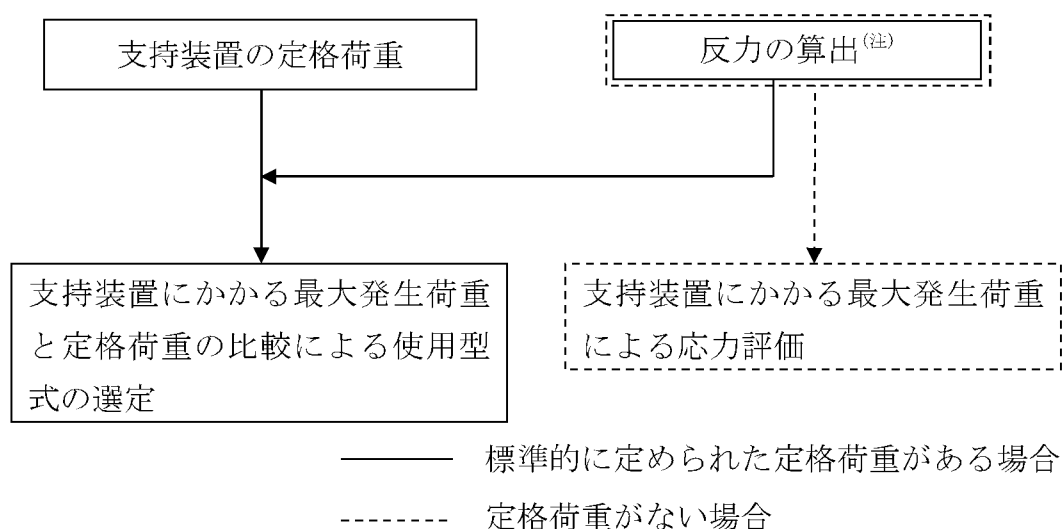
耐震性評価における荷重の組合せ及び許容応力は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」の「4.3 荷重の組合せ及び許容応力」による。

2.4 支持構造物の設計荷重

支持構造物の評価には、供用状態 A,B における許容応力を用いることとし、評価に使用する設計荷重は、供用状態 A,B で生じる荷重と地震荷重を、供用状態 A,B における荷重に換算した上で比較し、最も厳しい荷重とする。

2.5 評価の方針

評価は、配管の解析結果（資料 8-4「配管の耐震計算結果」及び資料 9-3「強度計算書」による。）より得られた最大発生荷重に対し、標準的に定められた定格荷重との比較又は発生応力と許容応力の比較により支持構造物が十分な強度を有することを確認する。さらに、定格荷重との比較を行う支持構造物についても、その定格荷重において強度部材の評価を行う。なお、変更認可申請範囲外も含んだ解析範囲に設置される支持装置の評価は、種類及び型式ごとの最大反力点について行う。配管支持構造物の評価フローを第 2-1 図に示す。



(注) 資料 8-4「配管の耐震計算結果」及び資料 9-3「強度計算書」に示す解析から得られる反力を用いる。

第 2-1 図 配管支持構造物の評価フロー

今回の変更認可申請範囲及び解析範囲に設置される支持装置は次のとおりである。

- ・ U ボルト
- ・ U バンド
- ・ ビーム

変更認可申請範囲に設置される支持装置を第 2-1 表に、解析範囲における種類及び型式ごとの最大反力点の支持装置を第 2-2 表に示す。

第 2-1 表 変更認可申請範囲に設置される支持装置

ブロック 番号	支持構造物 番号	(注) 節点 番号	支持装置種別	型式	最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-27R	840	U ボルト	—	第 2-3 表参照
	3C1-CS-436I-27A	819	U ボルト	—	第 2-3 表参照
	U-RC0-09-508	818	U ボルト	—	第 2-3 表参照
	3C2-CS-81-4A	820	U バンド	—	第 2-5 表参照
	3C2-CS-81-14A	830	U バンド	—	第 2-5 表参照
	3C2-CS-81-5R	828	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-6R	851	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-6R	851	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-15R	852	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-15R	852	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-29R	853	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-29R	853	ビーム	—	第 2-8 表参照
	3C2-CS-81-19R	838	ビーム	—	第 2-8 表参照
③	P-RC7-05-517	802	U バンド	—	第 2-5 表参照

(注) 節点番号は資料 8-3 「配管の耐震計算方法」による。

第2-2表 解析範囲における種類及び型式ごとの最大反力点の支持装置

ブロック 番号	支持構造物 番号	(注1) 節点 番号	支持装置種別	型式	最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-9R	822	Uボルト	—	第2-4表参照
	3C2-CS-81-4A	820 (注2)	Uバンド	—	第2-6表参照
	3C2-CS-81-39A	856	Uバンド	—	第2-6表参照
	3C2-CS-81-1A	1100	Uバンド	—	第2-7表参照
	3C2-CS-81-29R	853 (注2)	ビーム	—	第2-9表参照
②	U-RC0-06-511	800	Uボルト	—	第2-4表参照
	U-RC0-06-004	801	Uバンド	—	第2-6表参照
	U-RC0-10-004	1808	Uバンド	—	第2-7表参照
	U-RC0-06-008	802	ビーム	—	第2-9表参照
③	P-RC7-05-519	804	Uボルト	—	第2-4表参照
	P-RC7-05-521	811	Uボルト	—	第2-4表参照
	P-RC7-05-517	802 (注2)	Uバンド	—	第2-6表参照
	P-RC7-05-506	807	Uバンド	—	第2-6表参照
	P-RC7-04-569	2002	Uバンド	—	第2-7表参照
	P-RC7-05-516	801	ビーム	—	第2-9表参照

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 変更認可申請範囲の評価点である。

(1) Uボルト

Uボルトは配管軸直2方向支持を目的としており、引張及びせん断荷重が作用する。

したがって、本評価では、選定されたUボルトに最大発生荷重が作用した場合に発生する最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。なお、Uボルトには、引張及びせん断荷重が作用するため、評価結果には組合せ応力が最大となるものを記載する。

第2-3表及び表2-4表にUボルトの最大発生荷重を示す。

第2-3表 Uボルトの最大発生荷重（変更認可申請範囲）

ブロック 番号	支持構造物 番号	(注) 節点 番号	口径 (B)	引張方向 最大発生荷重 (N)	せん断方向 最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-27R	840	2	3,600	2,300
	3C1-CS-436I-27A	819	2	2,500	1,400
	U-RC0-09-508	818	2	2300	320

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

第2-4表 Uボルトの最大発生荷重（解析範囲の最大反力点）

ブロック 番号	支持構造物 番号	(注) 節点 番号	口径 (B)	引張方向 最大発生荷重 (N)	せん断方向 最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-9R	822	2	2,100	4,300
②	U-RC0-06-511	800	2	840	3,400
③	P-RC7-05-519	804	2	1,200	350
	P-RC7-05-521	811	3	1,600	320

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(2) Uバンド

Uバンドは、配管軸直2方向及び軸方向支持を目的としており、引張及びせん断荷重が作用する。なお、モーメントを拘束するUバンドは、曲げモーメントによっても、引張及びせん断荷重が作用する。

したがって、本評価では、選定されたUバンドに発生する最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。

表2-5表及び表2-6表にUバンドの最大発生荷重、第2-7表にモーメントを拘束するUバンドの最大発生荷重を示す。

表2-5表 Uバンドの最大発生荷重（変更認可申請範囲）

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点 番号 ^(注)	呼び径 (B)	引張方向 最大発生荷重 (N)	せん断方向 最大発生荷重 (N)	軸方向 最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-4A	820	2	2,600	5,800	5,700
	3C2-CS-81-14A	830	2	1,700	1,400	2,300
③	P-RC7-05-517	802	2	5,400	3,600	1,700

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

表2-6表 Uバンドの最大発生荷重（解析範囲の最大反力点）

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点 番号 ^(注1)	呼び径 (B)	引張方向 最大発生荷重 (N)	せん断方向 最大発生荷重 (N)	軸方向 最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-4A	820 ^(注2)	2	2,600	5,800	5,700
	3C2-CS-81-39A	856	3	1,300	3,300	3,300
②	U-RC0-06-004	801	2	1,700	3,800	580
③	P-RC7-05-517	802 ^(注2)	2	5,400	3,600	1,700
	P-RC7-05-506	807	3	3,100	3,900	1,500

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 変更認可申請範囲の評価点である。

第2-7表 Uバンド（モーメント拘束）の最大発生荷重（解析範囲の最大反力点）

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点 番号 ^(注)	呼び径 (B)	最大発生荷重					
				P (N)	Q (N)	F (N)	M _P (N・m)	M _Q (N・m)	M _F (N・m)
①	3C2-CS-81-1A	1100	2	5,500	4,000	2,200	410	640	810
②	U-RC0-10-004	1808	2	420	140	440	80	290	20
③	P-RC7-04-569	2002	3	190	43	1,100	24	110	71

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(3) ビーム

ビームは、配管と架構の間に設置して荷重を伝達することを目的としている。応力評価は、ビームに発生する応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。

第2-8表及び第2-9表にビームの最大発生荷重を示す。

第2-8表 ビームの最大発生荷重（変更認可申請範囲）

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注)	最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-5R	828	960
	3C2-CS-81-6R	851	730
	3C2-CS-81-6R	851	750
	3C2-CS-81-15R	852	740
	3C2-CS-81-15R	852	750
	3C2-CS-81-29R	853	740
	3C2-CS-81-29R	853	960
	3C2-CS-81-19R	838	140

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

第2-9表 ビームの最大発生荷重（解析範囲の最大反力点）

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注1)	最大発生荷重 (N)
①	3C2-CS-81-29R	853 ^(注2)	960
②	U-RC0-06-008	802	290
③	P-RC7-05-516	801	2,500

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 変更認可申請範囲の評価点である。

2.6 強度及び耐震計算式

2.6.1 強度及び耐震計算に使用する記号の説明

支持装置の強度及び耐震計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

	記号	単位	定義
Uボルト及びUバンドの耐震計算に使用するもの	A_0	mm^2	Uボルトの断面積
	B	mm	Uボルトの曲げ半径
	D	mm	配管の外径
	d_0	mm	Uボルトの呼び径
			Uバンドのボルト呼び径
	F	N	軸方向荷重
	F_0	N	Uバンドの軸方向の許容荷重
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_t	MPa	引張応力
	f_b	MPa	許容曲げ応力
	f_s	MPa	許容せん断応力
	f_t	MPa	許容引張応力
	ℓ	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
	ℓ_1	mm	配管中心からボルト穴までの距離
ℓ_2	mm	ナット2面幅の半分	
ℓ_3	mm	対角ボルト穴間の距離	
ℓ_4	mm	隣接ボルト穴間の距離	

	記号	単位	定義
Uボルト及びUバンドの耐震計算に使用するもの	M_a	N・mm	Uバンドのねじりモーメントの許容モーメント
	M_F	N・mm	配管軸方向に生ずるモーメント
	M_0	N・mm	ボルトの締付けトルク
	M_P	N・mm	配管軸直方向に生じるモーメント
	M_Q	N・mm	配管軸直方向に生じるモーメント
	n	本	ボルトの本数
	P, P'	N	引張方向荷重
	Q	N	せん断方向荷重
	T	N	ボルトの締付け力
	t	mm	Uバンドの厚さ
	w	mm	Uバンド幅
μ	—	摩擦係数 <input type="text"/>	

	記 号	単 位	定 義
ビームの耐震計算に使用するもの	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	L_1	mm	ビームの長さ寸法
	L_2	mm	ビームの長さ寸法
	L_3	mm	ビームの長さ寸法
	M_0	$\text{N}\cdot\text{mm}$	作用する荷重によるモーメント
	P	N	最大発生荷重
	r_1	mm	ビームの丸みの半径
	r_2	mm	ビームの丸みの半径
	t_1	mm	ビームの厚さ
	t_2	mm	ビームの厚さ
	t_{wp}	mm	すみ肉溶接脚長
	Z	mm^3	ビームの断面係数

2.6.2 計算式

a. U ボルト

U ボルトには、せん断方向荷重及び引張方向荷重による引張応力が発生する。また、安全側にせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するとして評価を行う。発生応力は、次の計算式により求める。



評価は、次に示すとおり引張及びせん断応力が許容応力以下であることを確認する。



b. U バンド

U バンドのボルトには、せん断方向荷重及び軸方向荷重によるせん断応力並びに引張方向荷重による引張応力が発生する。なお、モーメントを拘束する U バンドのボルトは、モーメントによっても、引張応力及びせん断応力が発生する。U バンドのパイプバンドには、引張方向荷重により曲げ応力が発生する。発生応力は、次の計算式により求める。

(a) ボルト

イ. 引張応力評価

引張応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



なお、モーメントを拘束する U バンドにあっては以下の式による。

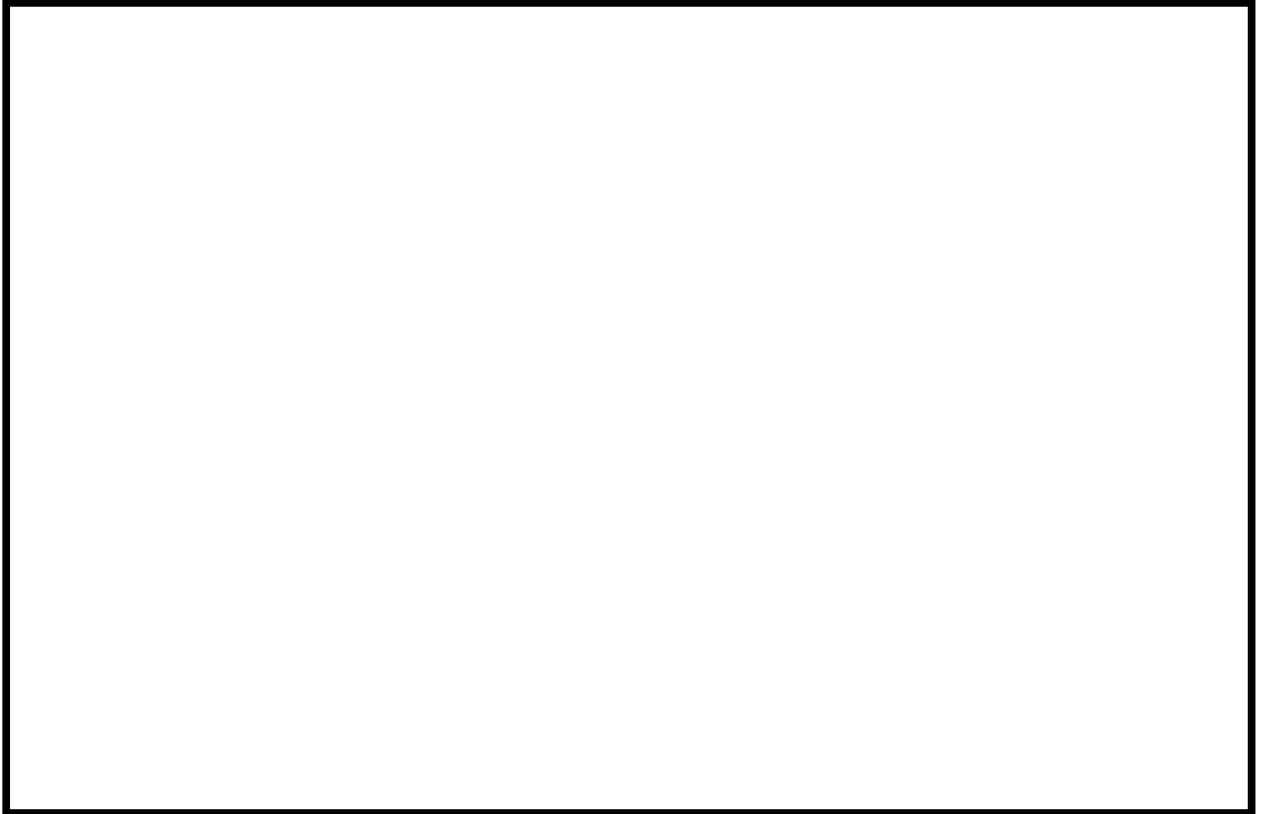


ロ. せん断応力評価

せん断応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



なお、モーメントを拘束する U バンドにあっては以下の式による。



ハ. 組合せ応力評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



(b) パイプバンド

イ. 曲げ応力評価

曲げ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



なお、モーメントを拘束する U バンドにあっては補強リブを設置しており、曲げ応力は十分小さいため評価しない。

U バンドの軸方向荷重に対する許容荷重は、ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。したがって、U バンドの軸方向の許容荷重は、次の計算式で表され、軸方向荷重が軸方向の許容荷重以下となるようにする。



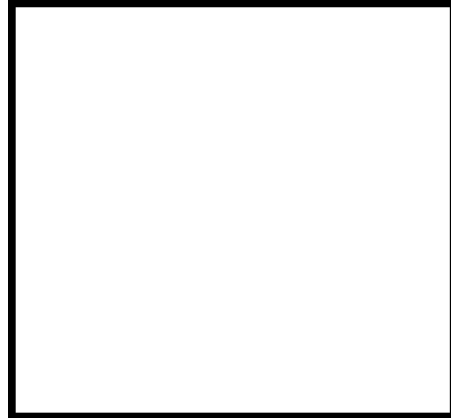
また、回転方向を拘束する U バンドのねじりモーメントに対する許容モーメントは、ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。したがって、U バンドのねじりモーメントの許容モーメントは、次の計算式で表され、ねじりモーメントが許容モーメント以下となるようにする。



c. ビーム

(a) ビーム

曲げ応力が許容曲げ応力以下であることを確認する。



(b) 溶接部

せん断応力が許容せん断応力以下であることを確認する。



3. 強度及び耐震性評価結果

2.6 項に示した強度及び耐震性評価方法に基づき、支持装置の評価を行った結果を第3-1表に示す。

第3-1表 支持装置の応力評価結果

番号	支持装置	荷重条件	設計温度	評価結果の表番
1	Uボルト	最大発生荷重	343℃ 200℃	第3-2表
2	Uバンド	最大発生荷重	343℃ 200℃	第3-3表 第3-4表
3	ビーム	最大発生荷重	200℃	第3-5表

第3-2表 Uボルト 強度及び耐震性評価結果

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点 番号 ^(注1)	呼び径 (B)	材質	引張方向 荷重	せん断方向 荷重	引張応力		せん断応力		組合せ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
					P (N)	Q (N)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	$F_t + 1.6F_s$ (MPa)	$1.4f_t$ (MPa)	
①	3C2-CS-81-9R	822 ^(注2)	2		2,100	4,300	34	111	51	64	116	155	○
③	P-RC7-05-521	811 ^(注2)	3		1,600	320	7	129	3	74	12	180	○

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 組合せ応力評価の最も厳しくなる節点を記載。

第3-3表 Uバンド 強度及び耐震性評価結果

(1) 作用する最大発生荷重

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注1)	呼び径 (B)	P (N)	Q (N)	F (N)
①	3C2-CS-81-4A	820 ^(注2)	2	2,600	5,800	5,700
	3C2-CS-81-39A	856	3	1,300	3,300	3,300

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 変更認可申請範囲の評価点である。

(2) 応力評価結果

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注1)	引張応力		せん断応力		組合せ応力		曲げ応力		許容 荷重	評価
			発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力		
			F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	$F_t + 1.6F_s$ (MPa)	$1.4f_t$ (MPa)	F_b (MPa)	f_b (MPa)		
①	3C2-CS-81-4A	820 ^{(注2)(注3)}	6	123	49	71	85	172	21	149	9,525	○
	3C2-CS-81-39A	856 ^(注3)	3	102	29	59	50	142	12	128	9,525	○

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 変更認可申請範囲の評価点である。

(注3) 組合せ応力評価の最も厳しくなる節点を記載。

第3-4表 Uバンド（モーメント拘束） 強度及び耐震性評価結果

(1) 作用する最大発生荷重

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注)	呼び径 (B)	P (N)	Q (N)	F (N)	M _P (N・m)	M _Q (N・m)	M _F (N・m)
①	3C2-CS-81-1A	1100	2	5,500	4,000	2,200	410	640	810

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(2) 応力評価結果

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注1)	引張応力		せん断応力		組合せ応力		許容 荷重	許容ねじり モーメント	評価
			発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力			
			F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _t +1.6F _s (MPa)	1.4f _t (MPa)			
①	3C2-CS-81-1A	1100 ^(注2)	58	268	37	155	118	375	18,750	1,134	○

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) 組合せ応力評価の最も厳しくなる節点を記載。

第3-5表 ビーム 強度及び耐震性評価結果

a ビーム

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注)	材質	最大発生荷重	曲げ応力		評価
					発生応力	許容応力	
				P (N)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	
③	P-RC7-05-516	801		2,500	18	128	○

(注) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

b 溶接部

ブロック 番号	支持構造物 番号	節点番号 ^(注1)	材質	最大発生荷重	せん断応力		評価
					発生応力	許容応力	
				P (N)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
③	P-RC7-05-516	801		2,500	3	33 ^(注2)	○

(注1) 節点番号は資料8-3「配管の耐震計算方法」による。

(注2) JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)b を適用した値

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する
影響評価結果

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 8-6

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	8 (3) - 6 - 1
2. 影響評価に用いる地震動	8 (3) - 6 - 1
3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価	8 (3) - 6 - 1
3.1 影響検討対象部位	8 (3) - 6 - 1
3.2 構造上の特徴による抽出結果	8 (3) - 6 - 2
3.3 発生値の増分の観点による抽出結果	8 (3) - 6 - 3
3.4 影響評価方法	8 (3) - 6 - 5
3.5 影響評価結果	8 (3) - 6 - 5
4. まとめ	8 (3) - 6 - 9

1. 概 要

本資料は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2 設計用地震力」に基づき、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、変更認可申請を行う配管（弁 3V-CS-005A,B,C～格納容器貫通部（貫通部番号 436）、弁 3V-CS-008～非再生冷却器）（以下、「抽出オリフィス廻り弁・配管」という。）が有する耐震性に及ぼす影響について評価した結果を説明するものである。

2. 影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、玄海原子力発電所の基準地震動 Ss-1 から Ss-5 を用いる。

3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価

3.1 影響検討対象部位

抽出オリフィス廻り弁・配管の検討対象部位を機種毎に分類した結果を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備	部 位
配管、配管支持構造物 (多質点はりモデル解析)	配管
	配管支持構造物

3.2 構造上の特徴による抽出結果

機種毎に構造上の特徴から水平 2 方向の地震力が重複する観点、もしくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い、水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出した。その結果を以下に示す。

(1) 水平 2 方向の地震力が重複する観点

水平 1 方向の地震に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平 2 方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な部位以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下のいずれかに該当する場合は、水平 2 方向の地震力による影響が軽微な部位である。

- a. 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの
- b. 水平 2 方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの
- c. 水平 2 方向の地震を組み合わせても水平 1 方向の地震による応力と同等といえるもの
- d. 従来評価にて保守性を考慮しており、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響を考慮しても影響が軽微であるもの

第 3-1 表に示す配管及び配管支持構造物の各部位については、以上の a.～d.に該当しないことから影響の可能性のある部位として抽出した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じ、さらに新たな応力成分が作用する可能性のある部位を抽出する。

配管及び配管支持構造物の場合、各構成要素は水平各軸方向に対して均等な構造であり有意なねじれ振動は起こらないが、系全体として考えた場合は、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動モードが想定される設備は、従来設計より 3 次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される設備はなかった。

3.3 発生値の増分の観点による抽出結果

「3.2 構造上の特徴による抽出結果」にて影響の可能性のある部位として抽出された配管及び配管支持構造物の各部位について、水平 2 方向の地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合にかかる荷重や応力を求め、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し、その増分により影響の程度を確認し、水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある部位を抽出する。

水平 2 方向の地震力の組合せは米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮した Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares (以下「非同時性を考慮した SRSS 法」という。)により組み合わせ、発生値の増分を算出する。以下の場合、水平 2 方向の地震力による影響が軽微な部位であると整理した。

- a. 従来の設計手法による発生値が、地震・地震以外の応力に分離可能であり、地震以外の応力が支配的であるもの
- b. 解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いて設計しており、水平 2 方向の地震力の組合せが設計荷重に包絡されるもの
- c. 厳しい応力が発生する応答軸が明確な設備で、その応答軸へ地震力を入力しているもの

第 3-1 表に示す配管及び配管支持構造物の各部位のうち、配管については、上記の a.~c.に該当しないことから影響の可能性のある部位として抽出した。配管支持構造物については、水平各方向の地震力について非同時性を考慮した SRSS 法により発生値の増分を確認した結果、影響が軽微な部位であると判断した。

また、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」における建物・構築物及び屋外重要土木構造物の影響評価において、機器・配管系への影響を検討した結果、耐震性への影響が懸念されるものは抽出されておらず、今回の工事は、建物・構築物及び屋外重要土木構造物を変更するものではないため、本検討結果への影響はない。

第3-2表 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価部位の抽出結果

(凡例) ○：影響の可能性あり
△：影響軽微

(1) 構造強度評価

設備（機種）及び 部位	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響の可能性		
	3.2項の観点 ^(注)	3.3項の観点 ^(注)	検討結果
配管、配管支持構造物 (多質点はりモデル解析)	○ (配管)	○ (配管)	影響評価結果は 第3-3表参照
	○ (配管支持 構造物)	△ (配管支持 構造物)	配管支持構造物については 水平各方向の地震力につい て非同時性を考慮したSRSS 法により発生値の増分を確 認した結果、水平2方向及び 鉛直方向地震力による増分は 耐震性への影響が懸念される ものではない。

(注) 括弧内は部位を示す。

3.4 影響評価方法

第 3-2 表で抽出された部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値を以下の方法により算出する。発生値の算出にあたっては、非同時性を考慮した SRSS 法を適用する。

配管は水平各方向の床応答曲線をそれぞれ用いた配管の地震応答解析を考慮し発生値を算定し耐震評価を実施しているため、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせて水平 2 方向を考慮した発生値の算出を行う。

$$\text{水平 2 方向発生値} = \sqrt{\{(X+Z \text{ 方向地震力による発生値})^2 + (Y+Z \text{ 方向地震力による発生値})^2\}}$$

3.5 影響評価結果

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価結果を第 3-3 表に示す。従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の発生値を、非同時性を考慮した SRSS 法にて組み合わせて水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値を算定し、評価基準値を満足することを確認した。

第3-3表(1/3) ブロック① 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価結果

評価対象設備			評価部位	応力分類	従来発生値	2方向想定発生値	評価基準値	備考 (節点番号) ^(注)
					MPa	MPa	MPa	
原子炉冷却 系統施設	化学体積制 御設備	主配管	配管	一次応力	75	107	384	(901)
				一次+二次 応力	56	80	255	(905)

(注) 節点番号については、資料 8-3 「配管の耐震計算方法」を参照。

第3-3表(2/3) ブロック② 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価結果

評価対象設備			評価部位	応力分類	従来発生値	2方向想定発生値	評価基準値	備考 (節点番号) ^(注)
					MPa	MPa	MPa	
原子炉冷却 系統施設	化学体積制 御設備	主配管	配管	一次応力	48	68	361	(606)
				一次+二次 応力	98	139	288	(103)

(注) 節点番号については、資料 8-3 「配管の耐震計算方法」を参照。

第3-3表(3/3) ブロック③ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価結果

評価対象設備			評価部位	応力分類	従来発生値	2方向想定発生値	評価基準値	備考 (節点番号) ^(注)
					MPa	MPa	MPa	
原子炉冷却 系統施設	化学体積制 御設備	主配管	配管	一次応力	55	78	361	(901)
				一次+二次 応力	188	266	288	(108)

(注) 節点番号については、資料 8-3 「配管の耐震計算方法」を参照。

4. まとめ

申請配管の水平 2 方向の地震力の影響を受ける可能性がある部位について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果、従来設計の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が評価基準値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. 概 要	8 (3) - 別紙 - 1
別紙 1 MSAP (配管)	8 (3) - 別紙 - 2

1. 概 要

本資料は、添付資料 8「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。使用した解析コードの一覧を第 1 表に示す。

第 1 表 耐震設計に係る解析コード

評価対象設備	プログラム名	資料名	参照元
化学体積制御設備	MSAP（配管）	別紙 1	添付資料 8-3 添付資料 8-4 添付資料 8-5

別紙 1 MSAP (配管)

項目 \ コード名	MSAP (配管)
開発機関	三菱重工業株式会社
開発時期	[]
使用したバージョン	[]
使用目的	3次元有限要素法 (はり要素) による固有値解析、地震応答解析、応力算出
コードの概要	<p>強度及び耐震計算で使用している解析コード MSAP (配管) は、</p> <p>[]</p> <p>対話方式による入力及び構造解析の出力データを基に規格基準の算出式に従った評価が可能である。</p> <p>[]</p>
<p>検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)</p>	<p>今回の解析は、耐震 S クラス及び耐震 B クラスの 3次元有限要素法 (はり要素) による固有値解析、地震応答解析、応力算出である。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ [] 開発元より発行されている例題集の中で、モデル要素ごとに静的及び動的解析の例題に対して、解析結果と理論モデルによる理論解または他の計算プログラムでの計算結果と概ね一致していることを確認している。また、サンプルモデルに対する固有値解析結果が、手計算と一致することを確認している。 ・ 対話方式により入力されたデータはインプットファイルとして出力され、入力データと一致していることを確認している。 ・ 入力データが正しく構造解析に受け渡されていること、構造解析データが正しく規格計算に受け渡されていることをそれぞれ確認している。 ・ 構造解析結果として出力されたデータを規格基準に従い、発生応力、疲労累積係数を算出しており、その過程が理論解を再現できることを確認している。

検証(Verification)
及び
妥当性確認(Validation)

- ・地震動の組合せ処理及び応力算出処理は、本解析コード内で処理しており、アウトプットファイルと手計算結果が一致していることを確認している。
- ・本解析コードの適用制限として使用節点数・要素数があるが、適用範囲内であることを確認している。
- ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。

【妥当性確認(Validation)】

本解析コードの妥当性確認の内容は以下の通りである。

- ・ JEAG4601-1987 6.5.2 項の 1 次冷却ループの多質点 3 次元はりモデルによる解析の妥当性確認として、

- ・ 上記妥当性確認を行ったのは 1 次冷却ループの 3 次元はりモデルであるが、1 次冷却ループに含まれる 1 次冷却材管は今回解析する配管と幾何学的に類似しており、同様の 3 次元はりモデルを用いてモデル化している。
- ・ 今回の申請で行う 3 次元はりモデルによる固有値解析、地震応答解析、応力算出の用途、適用範囲が、上述の妥当性確認範囲内にあることを確認している。

強度に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

添付資料 9-1 強度計算の基本方針

添付資料 9-1-1 強度計算の基本方針の概要

添付資料 9-1-2 クラス 2 機器の強度計算の基本方針

添付資料 9-2 強度計算方法

添付資料 9-2-1 強度計算方法の概要

添付資料 9-2-2 クラス 2 管の強度計算方法

添付資料 9-2-3 クラス 2 弁の強度計算方法

添付資料 9-3 強度計算書

添付資料 9-3-1 強度計算書の概要

添付資料 9-3-2 クラス 2 管の強度計算書

添付資料 9-3-3 クラス 2 弁の強度計算書

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

強度計算の基本方針

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-1

玄海原子力発電所第3号機

強度計算の基本方針の概要

設計及び工事計画変更認可申請添付資料9-1-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 1 - 1 - 1
2. 基本方針の概要	9 (3) - 1 - 1 - 1

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第6号）第17条に規定されている設計基準対象施設に属する管及び弁の材料及び構造について、適切な材料を使用し、適切な構造及び十分な強度を有することを説明するものである。

2. 基本方針の概要

強度計算及び強度評価の基本方針については、変更認可申請を行うクラス2管及び弁が十分な強度を有することを確認するための強度計算及び強度評価の基本方針を説明するものであり、以下の資料により構成する。

但し、クラス2管及び弁を支持する支持構造物の強度計算については、計算方法が耐震計算と同じであり、かつ支持構造物に作用する荷重は供用状態における荷重と地震荷重を考慮し評価を実施することから、添付資料8-5「配管支持構造物の強度及び耐震性に関する説明書」にて説明する。

添付資料9-1-2 クラス2機器の強度計算の基本方針

クラス 2 機器の強度計算の基本方針

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-1-2

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 1 - 2 - 1
2. クラス 2 機器の強度計算の基本方針	9 (3) - 1 - 2 - 2

1. 概 要

クラス 2 機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第 6 号）（以下「技術基準規則」という。）第 17 条第 1 項第 2 号及び第 9 号に規定されており、適切な材料を使用し、適切な構造及び十分な強度を有することが要求されている。

本資料は、変更認可申請を行うクラス 2 管及び弁が十分な強度を有することを確認するための強度計算の基本方針について説明するものである。

2. クラス 2 機器の強度計算の基本方針

クラス 2 機器の材料及び構造については、技術基準規則第 17 条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号）第 17 条 11 において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）」＜第 I 編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012 年版）＜第 I 編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME 2012」という。）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）によることとされているが、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、変更認可申請を行うクラス 2 管及び弁の強度評価は、JSME 2012 及び材料規格による評価を実施する。

変更認可申請を行うクラス 2 管及び弁の材料については、材料規格に規定されている材料を使用する設計とする。

強度計算方法

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-2

玄海原子力発電所第 3 号機

強度計算方法の概要

設計及び工事計画変更認可申請添付資料9-2-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 2 - 1 - 1

1. 概 要

本資料は、資料 9-1「強度計算の基本方針」に基づき、クラス 2 管及び弁が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格設計・建設規格（2012 年版）＜第 I 編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2012」（日本機械学会）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版） JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）の規定を基本とした強度計算方法について説明するものであり、以下の資料により構成する。

添付資料 9-2-2 クラス 2 管の強度計算方法

添付資料 9-2-3 クラス 2 弁の強度計算方法

クラス 2 管の強度計算方法

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-2-2

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 2 - 2 - 1
2. クラス 2 管の強度計算方法	9 (3) - 2 - 2 - 2
2.1 記号の定義	9 (3) - 2 - 2 - 2
2.2 強度計算方法	9 (3) - 2 - 2 - 6
3. 強度計算書のフォーマット	9 (3) - 2 - 2 - 11
3.1 強度計算書のフォーマットの概要	9 (3) - 2 - 2 - 11
3.2 記載する数値に関する注意事項	9 (3) - 2 - 2 - 11
3.3 強度計算書のフォーマット	9 (3) - 2 - 2 - 11

1. 概 要

本資料は、資料 9-1-2「クラス 2 機器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス 2 管が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012 年版）＜第 I 編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME 2012」という。）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版） JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものであり、クラス 2 管の強度計算方法及び強度計算書のフォーマットにより構成する。

なお、変更認可申請範囲の管には、平板、フランジ、レジューサ、鏡板、伸縮継手及び補強計算が必要となる穴を使用しない。

2. クラス 2 管の強度計算方法

2.1 記号の定義

管の厚さ計算及び応力計算に用いる記号について、以下に説明する。

(1) 管の厚さ計算に使用するもの

	記号	単位	定義
管の厚さ計算に使用するもの	D_o	mm	管の外径
	P	MPa	最高使用圧力
	S	MPa	最高使用温度における材料規格 Part 3 第 1 章表 3 に規定する材料の許容引張応力 ^(注1)
	t	mm	管の計算上必要な厚さ
	η	—	長手継手の効率 ^(注2)

(注 1) 溶接鋼管の許容引張応力は、材料規格 Part 3 第 1 章表 3【備考】に規定する鉄鋼材料及び非破壊検査程度に応じた品質係数を掛けた値とする。

(注 2) 継手効率 η については、JSME 2012 PPC-3411 の規定により JSME 2012 PVC-3130 に定められたものを用いることとし、以下のとおりとする。
但し、品質係数が 1 未満となる場合は、継手の効率は 1.00 とする。

JSME 2012 表 PVC-3130-1 継手効率の値

継手の種類	効 率	
	「発電用原子力設備規格 溶接規格(2012年版(2013年追補含む。)) JSME S NB1-2012/2013」(日本機械学会)N-6100(1)1項の規定に準じて放射線透過試験を行い、同規格(2)1項の規定に適合するもの	その他のもの
突合せ両側溶接、裏当金を使用した突合せ片側溶接（溶接後裏当金を取り除いたものに限る。）およびこれらと同等以上の効果が得られる方法による溶接	1.00	0.70
裏当金を使用した突合せ片側溶接（溶接後裏当金を取り除いたものを除く。）	0.90	0.65
裏当金を使用しない突合せ片側溶接	0.60	0.60

(2) 応力計算に使用するもの

	記号	単位	定 義
応力計算に使用するもの	B_1, B_2 B_{2b}, B_{2r}	—	JSME 2012 PPB-3810 に規定する応力係数
	D_o	mm	管の外径
	M_a	N・mm	管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る。）により生ずるモーメント
	M_{ab}	N・mm	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る。）により生ずるモーメント
	M_{ar}	N・mm	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る。）により生ずるモーメント
	M_c	N・mm	管の熱による支持点の変位及び熱膨張により生ずるモーメント
	P	MPa	最高使用圧力
	S_a	MPa	許容応力
	S_c	MPa	室温における材料規格 Part 3 第 1 章表 3 に規定する材料の許容引張応力 ^(注)
	S_h	MPa	JSME PPC-3520(1) 最高使用温度における材料規格 Part 3 第 1 章表 3 に規定する材料の許容引張応力 ^(注)
			JSME PPC-3530(1) 使用温度における材料規格 Part 3 第 1 章表 3 に規定する材料の許容引張応力 ^(注)
S_n	MPa	一次応力と二次応力を加えて求めた応力	
S_{prm}	MPa	一次応力	

	記号	単位	定 義
応力計算に使用するもの	Z_b	mm^3	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の断面係数
	Z_r	mm^3	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の断面係数
	Z	mm^3	管の断面係数
	f	—	JSME 2012 PPC-3530 に規定する許容応力低減係数
	i_1, i_2	—	JSME 2012 PPC-3810 に規定する応力係数
	t	mm	管の厚さ

(注) 溶接鋼管の許容引張応力は、材料規格 Part 3 第 1 章表 3【備考】に規定する鉄鋼材料及び非破壊検査程度に応じた品質係数を掛けた値とする。

2.2 強度計算方法

ここでは、クラス 2 管の計算上必要な厚さ及び管の応力解析の方法を示す。

材料の設計引張応力は、材料規格 Part 3 第 1 章表 3 に応じた値のうち、管の最高使用温度又は使用温度に応じた値を用いる。材料規格 Part 3 第 1 章表 3 記載の温度の中間の値の場合は、比例法を用いて計算し、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算は JSME 2012 に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(1) 管の厚さ計算 (JSME 2012 PPC-3411)

管の厚さ (最小厚さ) は、JSME 2012 PPC-3411 に規定されている次の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

管と管を溶接する場合、それらの管の軸に垂直な断面で溶接するものとし、管継手については、以下に示す JIS のいずれかに適合するものとする。

JIS B 2312(2009) 「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」

JIS B 2313(2009) 「配管用鋼板製突合せ溶接式管継手」

JIS B 2316(2007) 「配管用鋼製差込み溶接式管継手」

区 分	適用規格番号	計算式
内圧を受ける管	JSME 2012 PPC-3411(1)	$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot \eta + 0.8P} \text{ (注)}$

(注) 継手効率 η は前述する 2.1(1)項 (注 2) の JSME 2012 表 PVC-3130-1 の値を用いる。

(2) 管の応力解析(JSME 2012 PPC-3500)

ここでは、変更認可申請を行う化学体積制御設備配管について、JSME 2012 PPC-3500 に適合することを確認する方法を示す。

評価方法は、3次元はりモデルによる応力解析を行う。

JSME 2012 PPC-3520 及び JSME 2012 PPC-3530 の規定には、長期的荷重に対する応力評価と短期的荷重に対する応力評価が規定されている。変更認可申請を行う化学体積制御設備配管には、安全弁等が設置されていないため、最高使用圧力及び長期的荷重に対する応力評価のみを行う。JSME 2012 PPC-3520 及び JSME 2012 PPC-3530 のうち、次の計算式以外の応力計算、許容応力は適用しない。

a. 一次応力 (JSME 2012 PPC-3520)

設計条件における一次応力は、JSME 2012 PPC-3520 に規定されている(a)項の計算式により求められる値が、(b)項の許容応力を超えないことを確認する。

(a) 一次応力

荷重の組合せ ^(注)	適用規格番号	計算式
① + ②	JSME 2012 PPC-3520(1)a.	管台及び突合せ溶接式ティー $S_{prm} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_o}{2t} + \frac{B_{2b} \cdot M_{ab}}{Z_b} + \frac{B_{2r} \cdot M_{ar}}{Z_r}$
	JSME 2012 PPC-3520(1)b.	管台及び突合せ溶接式ティー以外の管 $S_{prm} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_o}{2t} + \frac{B_2 \cdot M_a}{Z}$

(b) 許容応力

荷重の組合せ ^(注)	適用規格番号	許容応力
① + ②	JSME 2012 PPC-3520(1)a.	1.5S _h
	JSME 2012 PPC-3520(1)b.	

(注) 区分の記号説明

① : 内圧による荷重

② : 管の機械的荷重 (自重その他の長期的荷重に限る。)

b. 一次＋二次応力(JSME 2012 PPC－3530)

供用状態 A 及び供用状態 B における一次＋二次応力は、JSME 2012 PPC－3530 に規定されている(a)項の計算式により求められる値が、(b)項の許容応力を超えないことを確認する。

(a) 一次＋二次応力

荷重の組合せ ^(注)	適用規格番号	計算式
①＋②＋③	JSME 2012 PPC－3530(1)a.	$S_n = \frac{P \cdot D_o}{4t} + \frac{0.75i_1 \cdot M_a + i_2 \cdot M_c}{Z}$

(b) 許容応力

荷重の組合せ ^(注)	適用規格番号	計算式
①＋②＋③	JSME 2012 PPC－3530(1)c.	$S_a = 1.25f \cdot S_c + (1+0.25f)S_h$

(注) 区分の記号説明

①：内圧による荷重

②：管の機械的荷重(自重その他の長期的荷重に限る。)

③：管の熱による支持点の変位及び熱膨張による荷重

3. 強度計算書のフォーマット

3.1 強度計算書のフォーマットの概要

強度計算書のフォーマットは、管の種類及び構造について以下の 3.3 項のフォーマットを必要に応じて組み合わせるものとし、フォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

3.2 記載する数値に関する注意事項

フォーマットに挙げた諸元のうち、計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の欄には

—

 として記載する。

3.3 強度計算書のフォーマット

強度計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

(1) クラス 2 管の規定に基づく強度計算

FORMAT－I 管の厚さ計算

FORMAT－II 管の応力計算

FORMAT - II

管の応力計算結果

一次応力

(単位:MPa)

節点番号	圧力による 応力	自重による 応力	合計応力	許容値

一次+二次応力

(単位:MPa)

節点番号	圧力による 応力	自重による 応力	二次応力	合計応力	許容値

クラス 2 弁の強度計算方法

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-2-3

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 2 - 3 - 1
2. クラス 2 弁の強度計算方法	9 (3) - 2 - 3 - 2
2.1 記号の定義	9 (3) - 2 - 3 - 2
2.2 強度計算方法	9 (3) - 2 - 3 - 4
3. 強度計算書のフォーマット	9 (3) - 2 - 3 - 8
3.1 強度計算書のフォーマットの概要	9 (3) - 2 - 3 - 8
3.2 記載する数値に関する注意事項	9 (3) - 2 - 3 - 8
3.3 強度計算書のフォーマット	9 (3) - 2 - 3 - 8

1. 概 要

本資料は、資料 9-1-2 「クラス 2 機器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス 2 弁が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2012 年版) <第 I 編 軽水炉規格> JSME S NC1-2012」(日本機械学会) (以下「JSME 2012」という。) 及び「発電用原子力設備規格 材料規格 (2012 年版) JSME S NJ1-2012」(日本機械学会) (以下「材料規格」という。) の規定に基づく強度計算方法について説明するものであり、クラス 2 弁の強度計算方法及び強度計算書のフォーマットにより構成する。

なお、変更認可申請範囲の弁は、外径が 115 ミリメートル以下の管に接続され、管台はない。

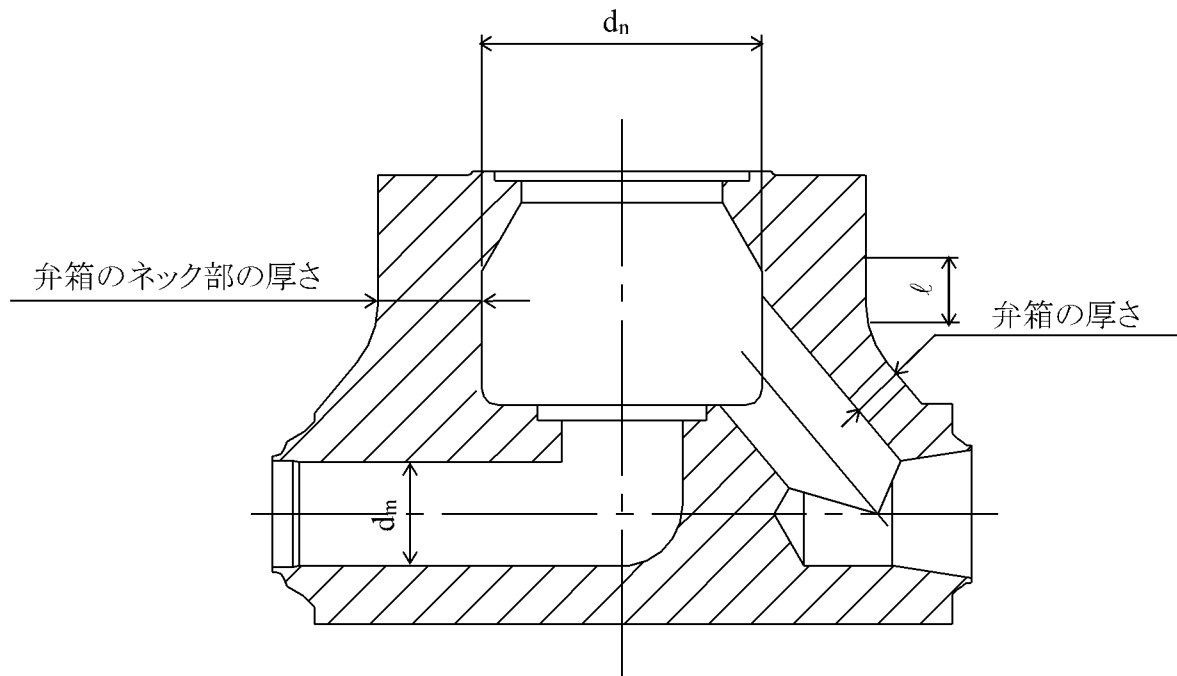
2. クラス 2 弁の強度計算方法

2.1 記号の定義

クラス 2 弁の弁箱等の厚さ計算に用いる記号について、以下に説明する。

(1) 弁箱等の厚さ計算に使用するもの

	記号	単位	定 義
弁箱等の厚さ計算に使用するもの	d_m	mm	第 2-1 図に示す弁入口流路内径
	d_n	mm	第 2-1 図に示すネック部内径
	P	MPa	最高使用圧力
	P_1	MPa	最高使用温度における JSME 2012 別表 1-1 に規定する許容圧力の欄のうち、最高使用圧力より低く、かつ、最も近い呼び圧力の項の許容圧力
	P_2	MPa	最高使用温度における JSME 2012 別表 1-1 に規定する許容圧力の欄のうち、最高使用圧力より高く、かつ、最も近い呼び圧力の項の許容圧力
	t	mm	弁箱又は弁ふたの計算上必要な厚さ
	t_m	mm	弁箱のネック部の計算上必要な厚さ
	t_1, t_2	mm	それぞれ JSME 2012 別表 3 の呼び圧力 (JSME 2012 別表 1-1 において、 P_1, P_2 に対応する呼び圧力をいう。) の欄のうち当該弁の弁入口流路内径に対応する値
	ℓ	mm	第 2-1 図に示すネック部の厚さが t 以上必要な部分の範囲



第2-1図 ネック部内径 d_n 及び弁入口流路内径 d_m

2.2 強度計算方法

ここでは、クラス 2 弁を構成する弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の計算上必要な厚さ計算方法を示す。

強度計算は JSME 2012 に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(1) 一般要求 (JSME 2012 VVC-3010)

変更認可申請を行う弁は、金属ベロー弁又は金属ダイヤフラム弁ではない。

(2) 圧力温度基準の一般要求 (JSME 2012 VVC-3110)

変更認可申請を行う弁の設計には、材料の種類及び使用する温度に従い、JSME 2012 別表 1-1 に規定する許容圧力（圧力温度基準）を用いる。なお、中間温度での許容圧力は比例法により求めた値を使用する。

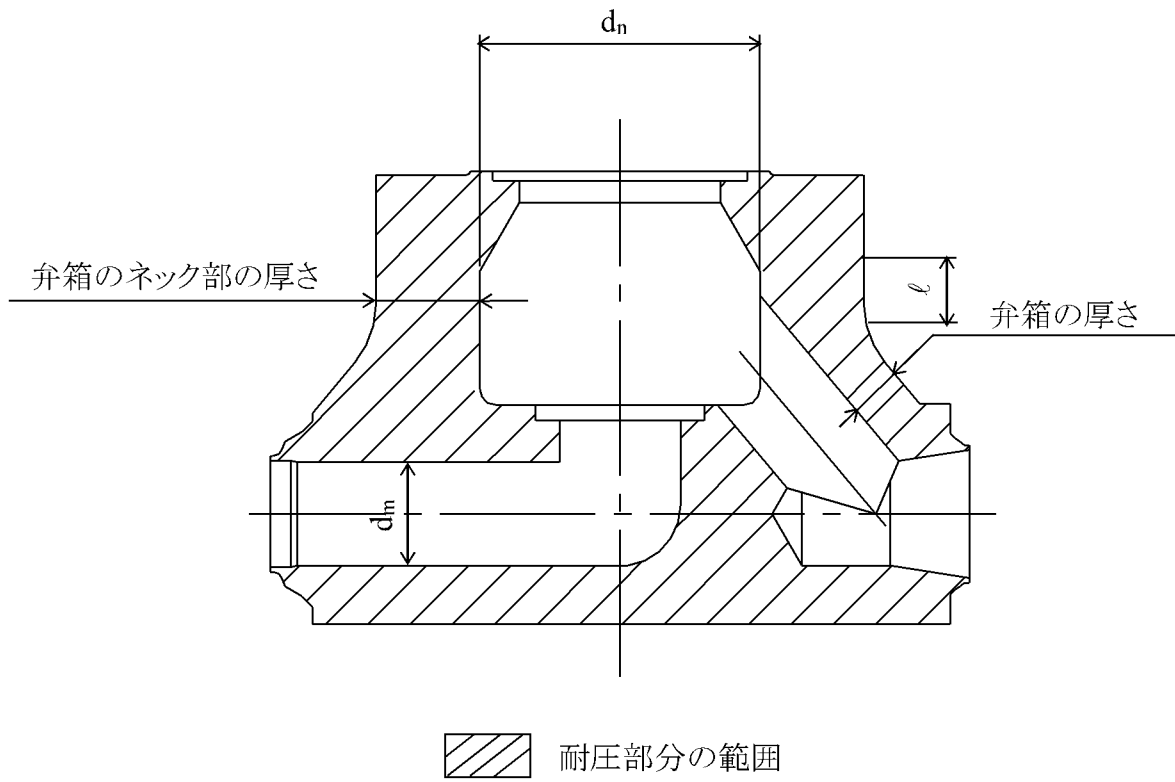
材料は、JSME 2012 別表 1-1 に規定する温度範囲で使用する。

(3) 弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の厚さ計算 (JSME 2012 VVC-3210)

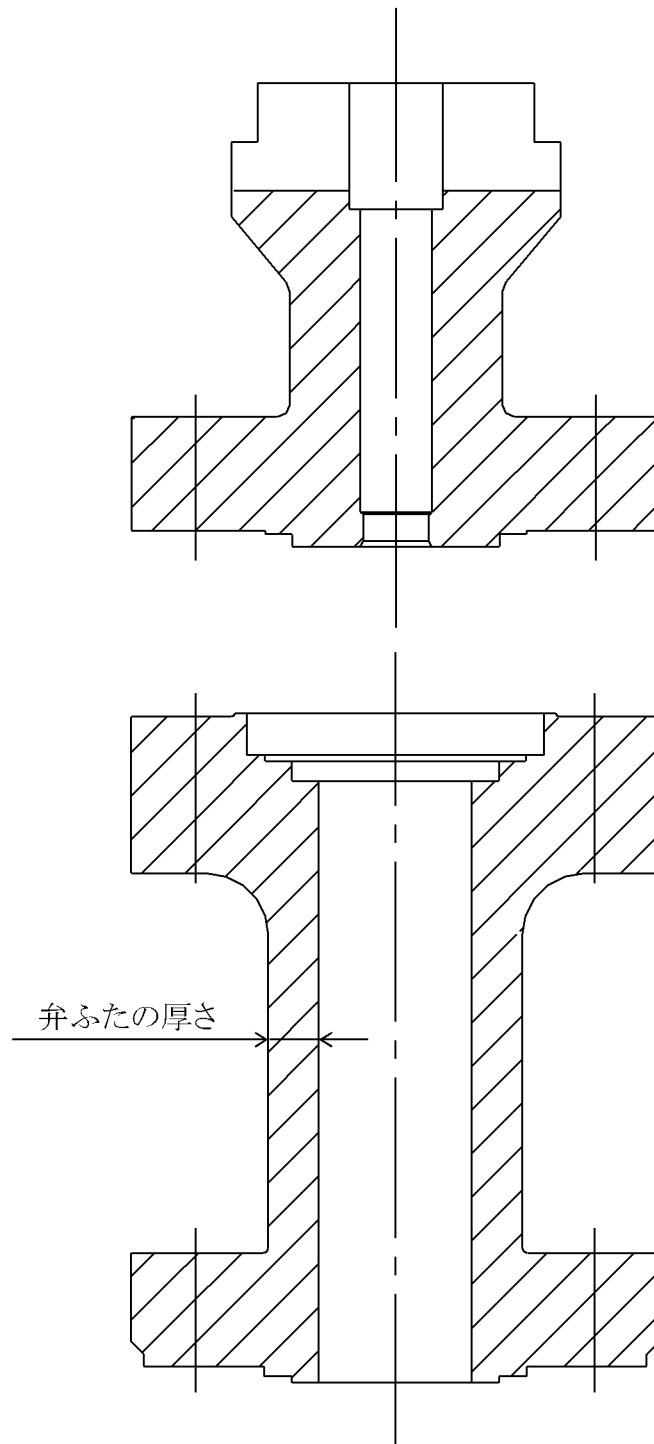
耐圧部分^(注)のうち弁箱、弁ふた及び弁箱のネック部の実際使用最小厚さは、JSME 2012 VVC-3210 に規定されている次の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。


区 分	適用規格番号	計算式
弁箱または弁ふたの計算上必要な厚さ $\frac{d_n}{d_m}$ が 1.5 を超えるものの弁箱のネック部を除く。	JSME 2012 VVC-3210(1)	$t = t_1 + \frac{(P - P_1)(t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$
弁箱のネック部の計算上必要な厚さ	JSME 2012 VVC-3210(2)	$\frac{d_n}{d_m}$ が 1.5 を超える場合 $t_m = \frac{2d_n \cdot t}{3d_m}$
		$\frac{d_n}{d_m}$ が 1.5 以下の場合 ①第 2-2 図「弁箱及び弁箱のネック部の耐圧部分の範囲」に示す ℓ (次の計算式により計算した値とする) の範囲の厚さ t_m は $t_m = t$ $\ell = 1.1 \sqrt{d_m \cdot t}$ ② ℓ の範囲以外の厚さ t_m は $t_m = \frac{2d_n \cdot t}{3d_m}$

(注) 弁箱及び弁箱のネック部の耐圧部分の範囲を第 2-2 図に、弁ふたの耐圧部分の範囲を第 2-3 図に示す。



第 2-2 図 弁箱及び弁箱のネック部の耐圧部分の範囲



 耐圧部分の範囲

第 2-3 図 弁ふたの耐圧部分の範囲

3. 強度計算書のフォーマット

3.1 強度計算書のフォーマットの概要

強度計算書のフォーマットは、弁の種類及び構造について以下の 3.3 項のフォーマットを必要に応じて組み合わせるものとし、フォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

3.2 記載する数値に関する注意事項

計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の欄には

—

 として記載する。

3.3 強度計算書のフォーマット

強度計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

(1) クラス 2 弁の規定に基づく強度計算

FORMAT-I 弁の設計仕様

FORMAT-II 弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の厚さ

(1) クラス 2 弁の規定に基づく強度計算

FORMAT- I

弁の強度計算結果

1. 弁の設計仕様

名称	主要寸法 (呼び径 B)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)

FORMAT- II

2. 弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の厚さ

最高使用 圧 力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	許容圧力 (MPa)	P ₁ ,P ₂ に対応 する別表 3 に規定する 値 (mm)	弁 入 口 流 路 内 径 d _m (mm)	弁箱及び弁ふたの厚さ		ネック部 内径 d _n (mm)	d _n /d _m	ℓ = 1.1√d _m ·t	弁箱ネック部の厚さ										
					計算上必要な 厚さ t (mm)	実際使用 最小厚さ (mm)				d _n /d _m ≤ 1.5				d _n /d _m > 1.5						
										ℓ = 1.1√d _m ·t の範囲		ℓ = 1.1√d _m ·t の範囲外								
										計算上必 要な厚さ t _m (mm)	実際使用 最小厚さ (mm)	計算上必 要な厚さ t _m (mm)	実際使用 最小厚さ (mm)	計算上必 要な厚さ t _m (mm)	実際使用 最小厚さ (mm)					
		P ₁	t ₁			弁箱														
		P ₂	t ₂			弁ふた														

強度計算書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-3

玄海原子力発電所第3号機

強度計算書の概要

設計及び工事計画変更認可申請添付資料9-3-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	9 (3) - 3 - 1 - 1

1. 概 要

本資料は、資料 9-1「強度計算の基本方針」に基づき、クラス 2 管及び弁が十分な強度を有することの確認結果を示すものであり、以下の資料により構成する。

添付資料 9-3-2 クラス 2 管の強度計算書

添付資料 9-3-3 クラス 2 弁の強度計算書

クラス 2 管の強度計算書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-3-2

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 化学体積制御設備のクラス 2 管の強度計算結果	9 (3) - 3 - 2 - 1
1.1 管の設計仕様	9 (3) - 3 - 2 - 1
1.2 管の厚さ計算結果	9 (3) - 3 - 2 - 2
1.3 管の応力計算結果	9 (3) - 3 - 2 - 3

1. 化学体積制御設備のクラス2管の強度計算結果

1.1 管の設計仕様

名 称		最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材 料	番号
化 学 体 積 制 御 設 備	弁 3V-CS-005A,B,C ～ 格納容器貫通部 (貫通部番号 436)	4.5	200	(注1) 60.5	(注1) 3.5	SUS316TP	1
		4.5	200	(注1) 60.5	(注1) (注2) 3.5	SUS316TP	2
		4.5	200	(注1) 60.5 /	(注1) 3.5 /	SUS316TP	3
				60.5 /	3.5 /		
	4.5	200	(注1) 60.5 /	(注1) 3.5 /	SUS316TP	4	
			— /	— /			
弁 3V-CS-008 ～ 非再生冷却器	4.5	200	(注1) 60.5	(注1) 3.5	SUS316TP	5	
	4.5	200	(注1) 60.5 /	(注1) 3.5 /	SUS316TP	6	
60.5 /			3.5 /				
				—	—		

(注1) 公称値

(注2) エルボを示す。

1.2 管の厚さ計算結果 (JSME PPC-3411)

設備区分 原子炉冷却系統施設

化学体積制御設備

クラス2管

番号	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	外 径 D ₀ (mm)	継手の効率 η	計算上必要な 厚さ t (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
1	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
2	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
3	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
4	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
5	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
6	4.5	200	SUS316TP	134	60.5	1.00	1.1	3.5 (3.0)
評 価：上記鋼管の最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。								

1.3 管の応力計算結果

変更認可申請範囲を含むように、第 1-3-1 図に示すブロック①からブロック③について計算を行う。なお、変更認可申請範囲は全てクラス 2 管である。

配管系の解析モデル図を第 1-3-2 図に示す。なお、応力解析に使用した解析コードは MSAP（配管）である。

ブロック①については、第 1-3-1 表に示す配管仕様及び第 1-3-2 表に示す質点質量を用いて計算を行う。

ブロック②については、第 1-3-6 表に示す配管仕様及び第 1-3-7 表に示す質点質量を用いて計算を行う。

ブロック③については、第 1-3-11 表に示す配管仕様及び第 1-3-12 表に示す質点質量を用いて計算を行う。

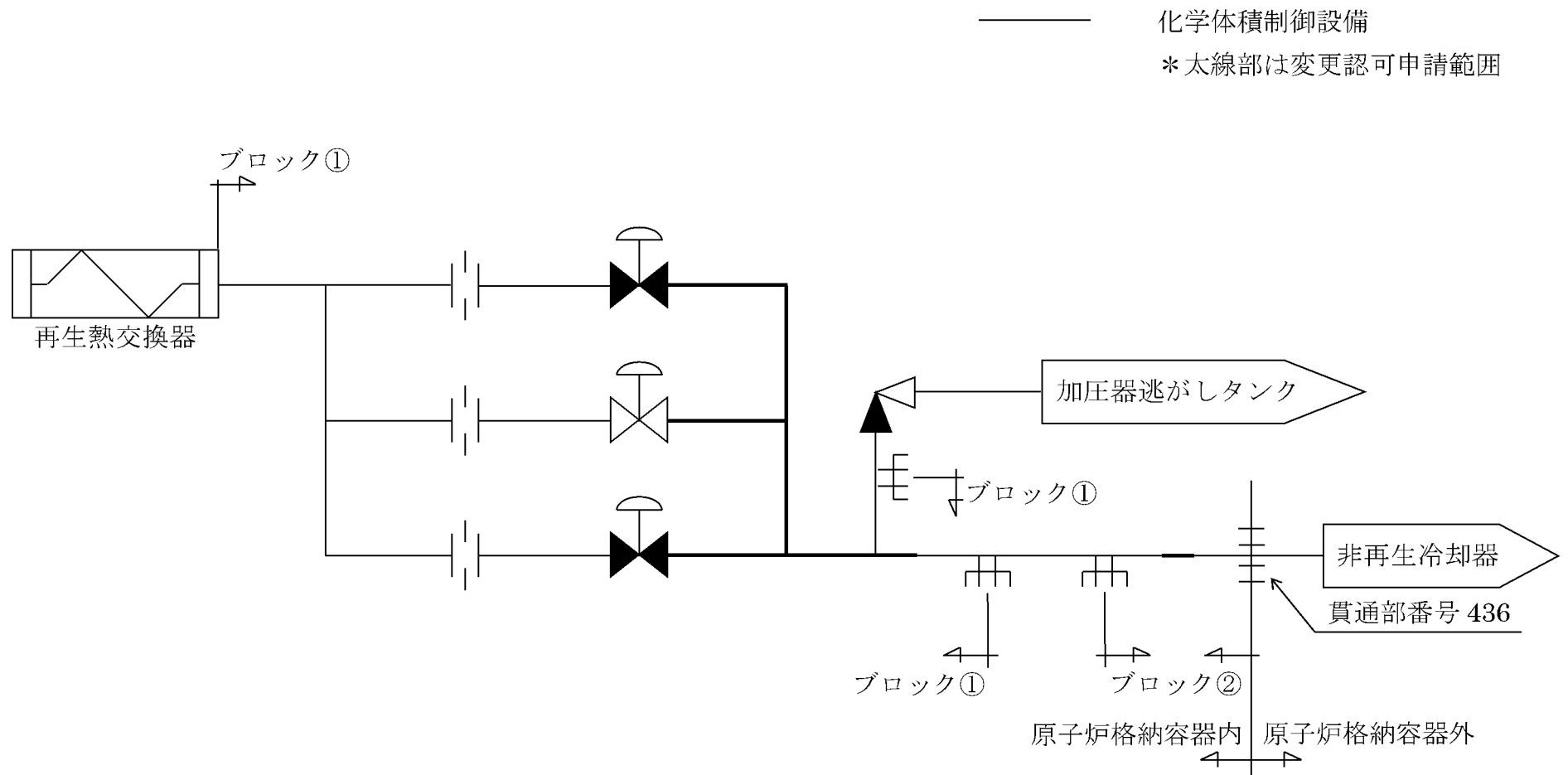
ブロック①について、一次応力計算結果を第 1-3-3 表に、一次＋二次応力計算結果を第 1-3-4 表に、最大応力点の評価を第 1-3-5 表に示す。

ブロック②について、一次応力計算結果を第 1-3-8 表に、一次＋二次応力計算結果を第 1-3-9 表に、最大応力点の評価を第 1-3-10 表に示す。

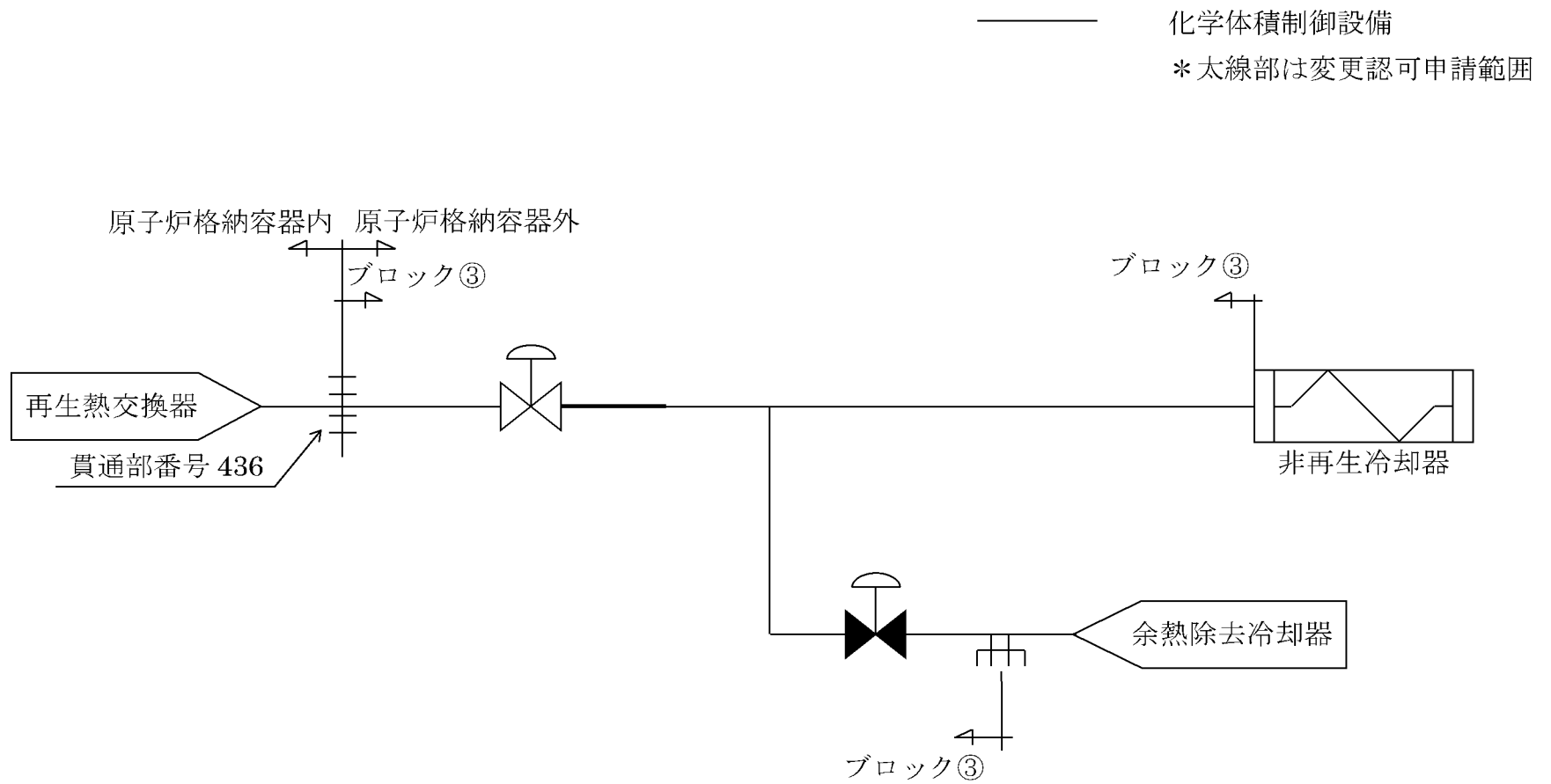
ブロック③について、一次応力計算結果を第 1-3-13 表に、一次＋二次応力計算結果を第 1-3-14 表に、最大応力点の評価を第 1-3-15 表に示す。

計算結果について、変更認可申請範囲にある節点数が 15 点以下である場合は全てを記載するが、16 点以上である場合は、原則、以下の条件で選定した 15 点を代表として記載する。

- ・設計条件における一次応力の大きい順の節点
- ・供用状態 A および B における一次＋二次応力の大きい順の節点



第 1-3-1 図 (1/2) 化学体積制御設備配管ブロック分割図



第 1-3-1 図 (2/2) 化学体積制御設備配管ブロック分割図

第 1-3-2 図

化学体積制御設備
解析モデル図(1/2)

ブロック ①

第 1-3-2 図

化学体積制御設備
解析モデル図(2/2)

ブロック ①

第 1-3-2 図

化学体積制御設備
解析モデル図

ブロック ②

第 1-3-2 図

化学体積制御設備
解析モデル図

ブロック ③

ブロック①

第 1-3-1 表 ブロック①配管仕様 (1/6)

名 称	単 位	節点 2811 から 189	節点 189 から 188	節点 188 から 187
外 径	mm	89.1	89.1	89.1
厚 さ	mm	11.1	11.1	11.1
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.73	1.73	1.73
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.79	1.79	1.79
最高使用圧力	MPa	17.16	17.16	17.16
最高使用温度	℃	343	343	343
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—	—

(注 1) 最高使用温度における値を示す。

(注 2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

第1-3-1表 ブロック①配管仕様 (2/6)

名 称	単 位	節点 189 から 905	節点 188 から 903	節点 187 から 186
外 径	mm	60.5	60.5	89.1/60.5
厚 さ	mm	8.7	8.7	11.1/8.7
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.73	1.73	1.73
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.79	1.79	1.79
最高使用圧力	MPa	17.16	17.16	17.16
最高使用温度	℃	343	343	343
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—	—

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

第1-3-1表 ブロック①配管仕様 (3/6)

名 称	単 位	節点 186 から 901	節点 905 から 201	節点 903 から 201
外 径	mm	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	8.7	3.5	3.5
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.73	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.79	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	17.16	4.5	4.5
最高使用温度	℃	343	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	134 ^(注1)	134 ^(注1)
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	339 ^(注3)	339 ^(注3)

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

(注3) 使用温度における値を示す。

第1-3-1表 ブロック①配管仕様 (4/6)

名 称	単 位	節点 901 から 155	節点 201 から 155	節点 155 から 146
外 径	mm	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	3.5	3.5
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	134 ^(注1)	134 ^(注1)	134 ^(注1)
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	339 ^(注3)	339 ^(注3)	339 ^(注3)

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

(注3) 使用温度における値を示す。

第1-3-1表 ブロック①配管仕様 (5/6)

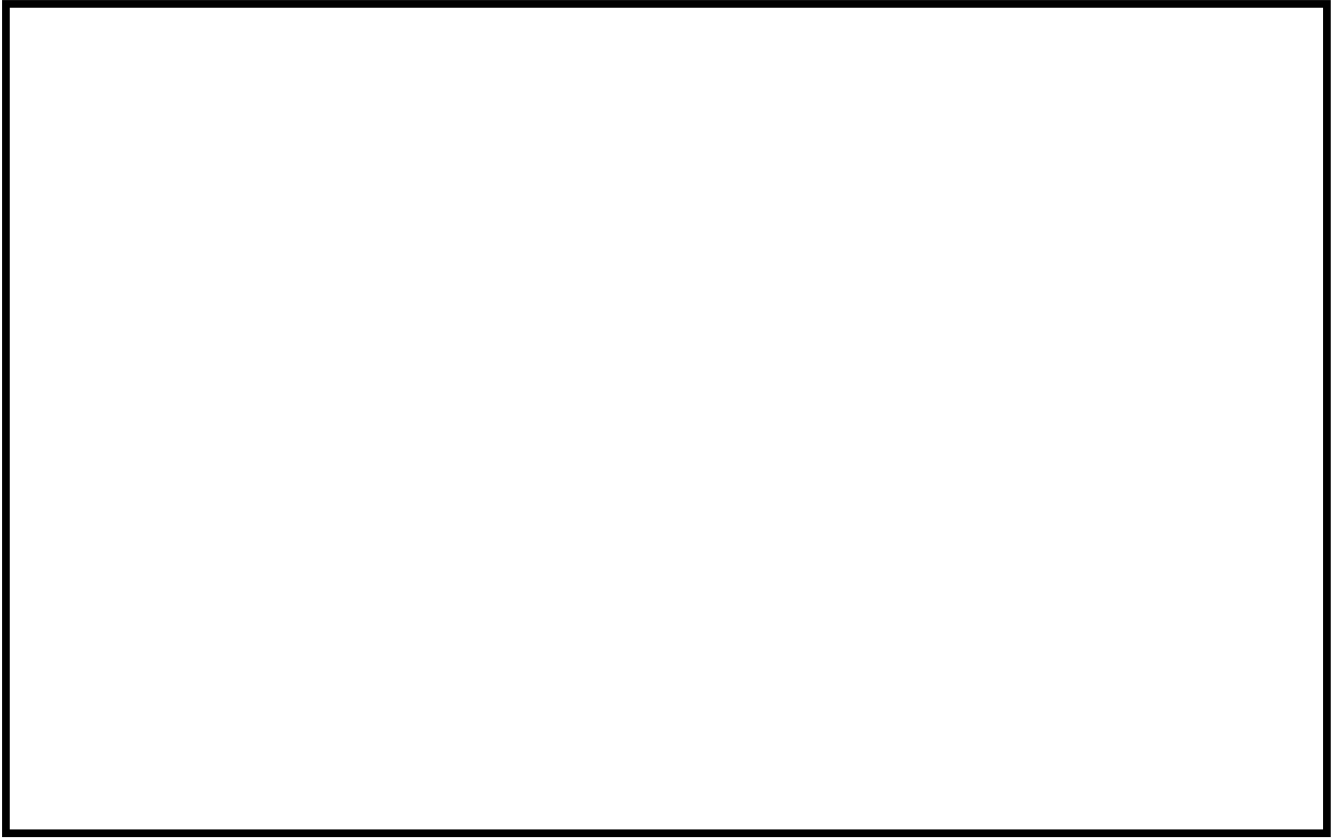
名 称	単 位	節点 146 から 1100	節点 146 から 311	節点 311 から 1816
外 径	mm	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	3.5	3.5
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP	SUS304TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	134 ^(注1)	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	339 ^(注3)	—

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

(注3) 使用温度における値を示す。

第1-3-1表 ブロック①配管仕様 (6/6)



第1-3-2表 ブロック①質点質量 (1/2)

(単位：kg)

質点番号	(注) 配 管	弁	保 温	その他 付加質量	合計質量
901					
911					
903					
913					
905					
915					
902					
904					
906					
600					
601					
142					
602					
148					
251					
157					
614					
603					
604					
605					
606					
607					
608					
609					

第1-3-2表 ブロック①質点質量 (2/2)

(単位：kg)

質点番号	(注) 配 管	弁	保 温	その他 付加質量	合計質量
619					
610					
625					
611					
612					
613					
615					
257					
620					
616					
617					
618					
280					
207					
621					
622					
623					
624					

第1-3-3表 ブロック① 一次応力 (クラス2 配管)

(単位 : MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	合計応力	許容値
361	19.4	3.6	23.1	201
359	19.4	3.3	22.8	201
205	19.4	2.8	22.3	201
838	19.4	2.4	21.9	201
261	19.4	5.8	25.3	201
830	19.4	3.3	22.8	201
259	19.4	6.9	26.4	201
257	19.4	4.9	24.4	201
201	19.4	3.5	23.0	201
161	19.4	5.7	25.2	201
820	19.4	3.5	23.0	201
159	19.4	7.1	26.6	201
157	19.4	5.0	24.5	201
155	19.4	4.2	23.7	201
150	19.4	3.8	23.3	201

(注)変更認可申請範囲の節点のうち、合計応力の厳しいものから代表 15 節点を記載している。

第1-3-4表 ブロック① 一次+二次応力 (クラス2配管)

(単位:MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	二次応力	合計応力	許容値
359	19.4	1.7	87.9	109.1	339
207	19.4	1.0	77.9	98.4	339
205	19.4	1.5	107.9	128.9	339
261	19.4	5.9	80.2	105.6	339
830	19.4	3.3	61.2	83.9	339
259	19.4	3.6	96.5	119.6	339
201	19.4	1.8	189.6	211.0	339
161	19.4	5.9	62.4	87.7	339
159	19.4	3.7	44.9	68.1	339
157	19.4	2.6	83.2	105.3	339
155	19.4	2.3	81.8	103.6	339
148	19.4	1.1	64.5	85.1	339
146	19.4	0.8	157.9	178.1	339
142	19.4	1.3	67.7	88.5	339
818	19.4	0.7	73.8	94.0	339

(注)変更認可申請範囲の節点のうち、第1-3-3表の評価結果の最も厳しい節点を含み、かつ合計応力の厳しいものから代表15節点を記載している。

第1-3-5表 ブロック① 評価

(単位：MPa)

管種	項目	最大発生応力 ^(注)	許容値
クラス2配管	一次応力	27 (節点 159)	201
	一次 + 二次応力	211 (節点 201)	339

(注) 評価点は各解析箇所での評価のうち最も厳しい節点である。

上表に示すとおり、配管に発生する応力はすべて許容値以下である。

ブロック②

第1-3-6表 ブロック②配管仕様 (1/3)

名 称	単 位	節点 1808 から 111	節点 111 から 107
外 径	mm	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	3.5
材 料	—	SUS304TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	134 ^(注1)
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	339 ^(注3)

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

(注3) 使用温度における値を示す。

第1-3-6表 ブロック②配管仕様 (2/3)

名 称	単 位	節点 107 から 100	節点 100 から 2436
外 径	mm	60.5	60.5
厚 さ	mm	3.5	5.5
材 料	—	SUS304TP	SUS304TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

第1-3-6表 ブロック②配管仕様 (3/3)

--

第1-3-7表 ブロック②質点質量

(単位：kg)

質点番号	(注) 配 管	弁	保 温	その他 付加質量	合計質量
109					
600					
601					
602					
603					
604					
605					
606					
607					
608					

第1-3-8表 ブロック② 一次応力 (クラス2配管)

(単位 : MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	合計応力	許容値
111	19.4	0.8	20.3	201
603	19.4	1.6	21.1	201
109	19.4	0.8	20.3	201
107	19.4	0.4	19.9	201

(注) 変更認可申請範囲の評価節点をすべて記載している。

第1-3-9表 ブロック② 一次+二次応力 (クラス2配管)

(単位：MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	二次応力	合計応力	許容値
111	19.4	0.8	27.9	48.3	339
603	19.4	1.6	57.4	78.5	339
109	19.4	0.5	103.5	123.5	339
107	19.4	0.4	65.8	85.7	339

(注) 変更認可申請範囲の評価節点をすべて記載している。

第 1-3-10 表 ブロック② 評価

(単位 : MPa)

管種	項 目	最大発生応力 ^(注)	許 容 値
ク ラ ス 2 配 管	一 次 応 力	22 (節点 603)	201
	一 次 + 二 次 応 力	124 (節点 109)	339

(注) 評価点は各解析箇所での評価のうち最も厳しい節点である。

上表に示すとおり、配管に発生する応力はすべて許容値以下である。

ブロック③

第1-3-11表 ブロック③配管仕様 (1/4)

名 称	単 位	節点 2436 から 102	節点 102 から 901	節点 901 から 250
外 径	mm	60.5	60.5	60.5
厚 さ	mm	5.5	3.5	3.5
材 料	—	SUS304TP	SUS304TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—	134 ^(注1)
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—	339 ^(注3)

(注1) 最高使用温度における値を示す。

(注2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

(注3) 使用温度における値を示す。

第 1-3-11 表 ブロック③配管仕様 (2/4)

名 称	単 位	節点 250 から 121	節点 121 から 124	節点 124 から 126
外 径	mm	60.5	60.5/89.1	89.1
厚 さ	mm	3.5	3.5/4.0	4.0
材 料	—	SUS304TP	SUS304TP	SUS304TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200
使用温度	℃	193.3	193.3	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—	—

(注 1) 最高使用温度における値を示す。

(注 2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

第 1-3-11 表 ブロック③配管仕様 (3/4)

名 称	単 位	節点 126 から 2001	節点 2002 から 902	節点 902 から 126
外 径	mm	89.1	89.1	89.1
厚 さ	mm	4.0	4.0	4.0
材 料	—	SUS304TP	SUS304TP	SUS304TP
縦弾性係数 ^(注1)	×10 ⁵ MPa	1.83	1.83	1.83
熱膨張係数 ^(注1)	×10 ⁻⁵ mm/mm℃	1.70	1.70	1.70
最高使用圧力	MPa	4.5	4.5	4.5
最高使用温度	℃	200	200	200
使用温度	℃	193.3	177	193.3
許容引張応力 ^(注2) (S)	MPa	—	—	—
許容応力 ^(注2) (S _a)	MPa	—	—	—

(注 1) 最高使用温度における値を示す。

(注 2) 変更認可申請範囲の許容値のみを記載する。

第 1-3-11 表 ブロック③配管仕様 (4/4)



第 1-3-12 表 ブロック③質点質量

(単位 : kg)

質点番号	(注) 配 管	弁	保 温	その他 付加質量	合計質量
901					
911					
902					
912					
112					
600					
121					
603					
609					
612					
601					
602					
610					
611					
604					
605					
606					
607					
608					

第 1-3-13 表 ブロック③ 一次応力 (クラス 2 配管)

(単位 : MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	合計応力	許容値
110	29.2	7.9	37.1	201
802	19.4	13.6	33.1	201
112	19.4	17.8	37.3	201
601	19.4	4.5	24.0	201
114	19.4	4.1	23.6	201
116	19.4	0.9	20.4	201
250	19.4	3.8	23.3	201

(注) 変更認可申請範囲の評価節点をすべて記載している。

第 1-3-14 表 ブロック③ 一次+二次応力 (クラス 2 配管)

(単位 : MPa)

節点番号 ^(注)	圧力による 応力	自重による 応力	二次応力	合計応力	許容値
110	19.4	8.3	200.0	227.8	339
802	19.4	13.6	115.6	148.7	339
112	19.4	9.0	113.1	141.5	339
601	19.4	4.5	40.1	64.2	339
114	19.4	2.6	72.1	94.2	339
116	19.4	0.6	79.9	100.0	339
250	19.4	3.8	46.2	69.5	339

(注) 変更認可申請範囲の評価節点をすべて記載している。

第 1-3-15 表 ブロック③ 評価

(単位 : MPa)

管種	項 目	最大発生応力 ^(注)	許 容 値
クラス 2 配管	一 次 応 力	38 (節点 112)	201
	一 次 + 二 次 応 力	228 (節点 110)	339

(注) 評価点は各解析箇所での評価のうち最も厳しい節点である。

上表に示すとおり、配管に発生する応力はすべて許容値以下である。

クラス 2 弁の強度計算書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 9-3-3

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 化学体積制御設備のクラス 2 弁の強度計算結果	9 (3) - 3 - 3 - 1
1.1 弁の設計仕様	9 (3) - 3 - 3 - 1
1.2 強度計算結果	9 (3) - 3 - 3 - 2

1. 化学体積制御設備のクラス 2 弁の強度計算結果

1.1 弁の設計仕様

名 称		主要寸法 (呼び径 B)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)
化学体積 制御設備	3V-CS-005A,B,C	2	17.16	343

1.2 強度計算結果 (JSME VVC-3210)

弁番号 3V-CS-005A,B,C

呼び径 2B

弁箱の材料 SUSF316

弁ふたの材料 SUSF316

弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の厚さ

最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	許容圧力 (MPa)	P ₁ , P ₂ に対応する別表 3 に規定する値 (mm)	弁入口径内径 d _m (mm)	弁箱及び弁ふたの厚さ		ネック部内径 d _n (mm)	d _n /d _m	ℓ = 1.1√d _m · t	弁箱ネック部の厚さ					
					計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ (mm)				d _n /d _m ≤ 1.5				d _n /d _m > 1.5	
										ℓ = 1.1√d _m · t の範囲		ℓ = 1.1√d _m · t の範囲外			
					計算上必要な厚さ t _m (mm)	実際使用最小厚さ (mm)				計算上必要な厚さ t _m (mm)	実際使用最小厚さ (mm)	計算上必要な厚さ t _m (mm)	実際使用最小厚さ (mm)		
17.16	343	P ₁ 17.01	t ₁ 10.44		10.6			2.7	—	—	—	—	—	19.3	
		P ₂ 28.35	t ₂ 17.22												

評価

弁箱、弁ふた及び弁箱ネック部の実際使用最小厚さは、計算上必要な厚さ以上である。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

	頁
1. はじめに	9 (3) - 別紙 - 1
2. 解析コードの概要	9 (3) - 別紙 - 1
(1) MSAP (配管)	9 (3) - 別紙 - 1

1. はじめに

本資料は、「強度に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

(1) MSAP (配管)

項目 \ コード名	MSAP (配管)
開発機関	三菱重工業株式会社
開発時期	[Redacted]
使用したバージョン	[Redacted]
使用目的	3次元有限要素法 (はり要素) による 構造解析、応力算出
コードの概要	<p>強度及び耐震計算で使用している解析コード MSAP (配管) は、</p> <p>[Redacted]</p> <p>対話方式による入力及び構造解析の出力データを基に規格基準の算出式に従った評価が可能である。</p> <p>[Redacted]</p>
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>MSAP (配管) は、JSME クラス 2 配管の 3次元有限要素法 (はり要素) による構造解析、応力算出で使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ [Redacted] 開発元より発行されている例題集の中で、モデル要素ごとに静的及び動的解析の例題に対して、解析結果と理論モデルによる理論解又は他の計算プログラムでの計算結果と概ね一致していることを確認している。また、サンプルモデルに対する固有値解析結果が、手計算と一致することを確認

<p style="text-align: center;"> 検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation) </p>	<p>している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対話方式により入力されたデータはインプットファイルとして出力され、入力データと一致していることを確認している。 ・入力データが正しく構造解析に受け渡されていること、構造解析データが正しく規格計算に受け渡されていることをそれぞれ確認している。 ・構造解析結果として出力されたデータを規格基準に従い、発生応力、疲労累積係数を算出しており、その過程が理論解を再現できることを確認している。 ・地震動の組合せ処理は、本コード内で処理しており、アウトプットファイルと手計算結果が一致していることを確認している。 ・本解析コードの適用制限として使用節点数・要素数があるが、適用範囲内であることを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・JEAG4601-1987 6.5.2 項の 1 次冷却ループの多質点 3 次元はりモデルによる解析の妥当性確認として、 <div style="border: 2px solid black; height: 150px; width: 100%; margin: 10px 0;"></div> <ul style="list-style-type: none"> ・上記妥当性確認を行ったのは 1 次冷却ループの 3 次元は
--	---

<p>検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)</p>	<p>りモデルであるが、1次冷却ループに含まれる1次冷却材管は今回解析する配管と幾何学的に類似しており、同様の3次元はりモデルを用いてモデル化している。</p> <ul style="list-style-type: none">・今回の申請で行う3次元はりモデルによる構造解析、応力算出の用途、適用範囲が、上述の妥当性確認範囲にあることを確認している。
--	---

設計及び工事に係る品質マネジメントシステム
に関する説明書

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 10

玄海原子力発電所第3号機

設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 10-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要	10 (3) - 1 - 1
2. 基本方針	10 (3) - 1 - 2
3. 設計及び工事の計画における設計、工事及び検査に係る 品質管理の方法等	10 (3) - 1 - 5
3.1 設計、工事及び検査に係る組織 (組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。)	10 (3) - 1 - 5
3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査	10 (3) - 1 - 7
3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画 ..	10 (3) - 1 - 12
3.4 工事に係る品質管理の方法	10 (3) - 1 - 23
3.5 使用前事業者検査	10 (3) - 1 - 25
3.6 設工認における調達管理の方法	10 (3) - 1 - 34
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ	10 (3) - 1 - 39
3.8 不適合管理	10 (3) - 1 - 44
4. 適合性確認対象設備の施設管理	10 (3) - 1 - 45
5. 様 式	10 (3) - 1 - 47

1. 概 要

本資料は、設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」（以下「設工認品管計画」という。）及び原子炉施設保安規定（以下「保安規定」という。）に基づき、設工認の技術基準規則等に対する適合性の確保に必要な設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画、並びに、工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を記載する。

2. 基本方針

本資料では、設工認における、「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」及び「工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」を、以下のとおり説明する。

(1) 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画

「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」として、以下に示す2つの段階を経て実施した設計の管理の方法を「3. 設計及び工事の計画における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

これらの方法で行った管理の具体的な実績を、様式-1「本設計及び工事の計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）」（以下「様式-1」という。）を用いて資料10-2に示す。

- a. 実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認対象設備に対する技術基準規則の条文ごとの基本設計方針の作成
- b. 「a.」で作成した条文ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則の別表第二に示された事項に対して必要な設計を含む技術基準規則等への適合に必要な設備の設計

これらの設計に係る記載事項には、設計の要求事項として明確にしている事項及びその審査に関する事項、設計の体制として組織内外の部門間の相互関係、設計開発の各段階における審査等に関する事項並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(2) 工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画

「工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」として、設工認対象設備

に関する事項等を含めて記載する。

(3) 設工認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備（該当する場合には、設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含む。）は、必要な機能・性能を発揮できる状態に維持されていることが不可欠であり、その維持の管理の方法について「4. 適合性確認対象設備の施設管理」で記載する。

(4) 設工認で記載する設計、工事及び検査以外の品質保証活動

設工認に必要な設計、工事及び検査は、設工認品管計画に基づく管理の下で実施するため、(1)～(3)に関する事項以外の事項については、保安規定の品質マネジメントシステム計画（以下「品質マネジメントシステム計画」という。）に従った管理を実施する。具体的には、責任と権限（品質マネジメントシステム計画「5.5 責任、権限及び情報の伝達」）、原子力の安全の確保の重視（品質マネジメントシ

ステム計画「5.2 原子力の安全の確保の重視」)、必要な要員の力量管理を含む資源の管理(品質マネジメントシステム計画「6 資源の管理」)及び評価及び改善(品質マネジメントシステム計画「8 評価及び改善」)等の必要な管理を実施する。

また、当社の品質保証活動は、健全な安全文化を育成し維持するための活動と一体となった活動を実施している。

設工認申請(届出)時点で設置されている設備に対して適合性確認を行う場合でも、対象設備の中には、現在のような健全な安全文化を育成し維持するための活動を意識したものとなっていなかった時期に導入している設備もあるが、それらの設備についても現在の安全文化につながる様々な品質保証活動を行っている。(添付-1「建設時からの品質保証体制」 第1表参照)

3. 設計及び工事の計画における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等

設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理は、品質マネジメントシステムに基づき実施する。これには、以下に示す特定重大事故等対処施設に係る秘匿性を保持する必要がある情報の管理を含む。

(1) 秘密情報の管理

「実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイドにおける航空機等の特性等」（平成 26 年 9 月 18 日原子力規制委員会）及び同ガイドを用いて作成された情報であって、その内容が推測できるもの並びにこれを複製・複写したもの（以下「秘密情報」という。）については、秘密情報の管理に係る管理責任者の指定、秘密情報を扱う者の名簿での登録管理、電子情報に第三者がアクセスできないよう専用のサーバーによる管理等を実施する。

(2) セキュリティ情報の管理

特定の建造物への不法な侵入又は破壊を招くおそれがある情報、特定のシステムへの不法な侵入又は破壊を招くおそれがある情報及びその他、テロの立案を容易にするおそれがある情報含む文書を「セキュリティ情報」といい、これらにおいては、施設名が特定されない名称を設定するとともに、特定重大事故等対処施設に係る調達の際に、調達要求事項に秘密保持に係る要求を設け情報管理を行う等の管理を実施する。

以下に、設計、工事及び検査、調達管理等のプロセスを示す。

3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。）

設工認に基づく設計、工事及び検査は、品質マネジメントシステム計画の「5.5.1 責任及び権限」に従い、本店組織及び発電所組織に係る体制で実施する。

設計（「3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画」、工事（「3.4 工事に係る品質管理の方法」、検査（「3.5 使用前事業者検査」）並びに調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」）の各プロセスにおける主管組織を第 3.1-1 表に示す。第 3.1-1 表に示す各主管組織の長は、担当する設備に関する設計、工事及び検査並びに調達について、責任と権限を持つ。

各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意思疎通を図る。

設計から工事及び検査への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達等、

組織内外の部門間や組織間の情報伝達については、設工認に従い確実に実施する。

3.1.1 設計に係る組織

設工認に基づく設計は、第 3.1-1 表に示す主管組織のうち、「3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画」に係る組織が設計を主管する組織として実施する。この設計は、設計を主管する組織を統括する部長（所長）の責任の下で実施する。

設工認に基づき実施した設計の具体的な体制については、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1 を用いて資料 10-2 に示す。

3.1.2 工事及び検査に係る組織

設工認に基づく工事は、第 3.1-1 表に示す主管組織のうち、「3.4 工事に係る品質管理の方法」に係る組織が工事を主管する組織として実施する。

設工認に基づく検査は、第 3.1-1 表に示す主管組織のうち、「3.5 使用前事業者検査」に係る箇所が検査を主管する組織として実施する。

設工認に基づき実施した工事及び検査の具体的な体制については、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1 を用いて資料 10-2 に示す。

第 3.1-1 表 設計及び工事の実施の体制

項番号	プロセス	主管組織
3.3	設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画	保修第二課
3.4	工事に係る品質管理の方法	保修第二課
3.5	使用前事業者検査	保修第二課 安全品質保証統括室
3.6	設工認における調達管理の方法	保修第二課

3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査

3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用

設工認における設計は、設工認対象設備（該当する場合には設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含む。）に対し、第 3.2-1 表に示す「設工認における設計等、工事及び検査の各段階」に従って技術基準規則等の要求事項への適合性を確保するために実施する工事に係る設計である。

この設計は、設工認品管計画「3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用」に示すグレード（添付-2「当社におけるグレード分けの考え方」第 1 表参照）に従い、「設計・調達管理基準」に基づき管理する。

3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査

設工認として必要な設計、工事及び検査の基本的な流れを第 3.2-1 図及び第 3.2-2 図に示す。また、設工認における設計、設工認申請（届出）手続き、工事及び検査の各段階と品質マネジメントシステム計画との関係を第 3.2-1 表に示す。

品質マネジメントシステム計画「7.3.4 設計開発レビュー」に基づき設計の結果が要求事項を満たせるかどうかを評価し、問題を明確にし、必要な処置を提案する設計の各段階におけるレビューは、適切な段階において設計を主管する組織が実施するとともに、「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき記録を管理する。設計におけるレビューの対象となる段階を第 3.2-1 表に「※」で示す。

このレビューについては、第 3.1-1 表に示す設計又は工事を主管する組織で当該設備の設計に関する力量を有する専門家を含めて実施する。

(1) 実用炉規則別表第二対象設備に対する管理

設工認のうち、実用炉規則別表第二対象設備における適合性確認に必要な作業と検査の繋がりを第 3.2-1 図に示す。

なお、実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認申請（届出）が不要な工事を行う場合は、設工認品管計画のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、工事が設工認のとおりであること及び技術基準規則に適合していることを確認する。

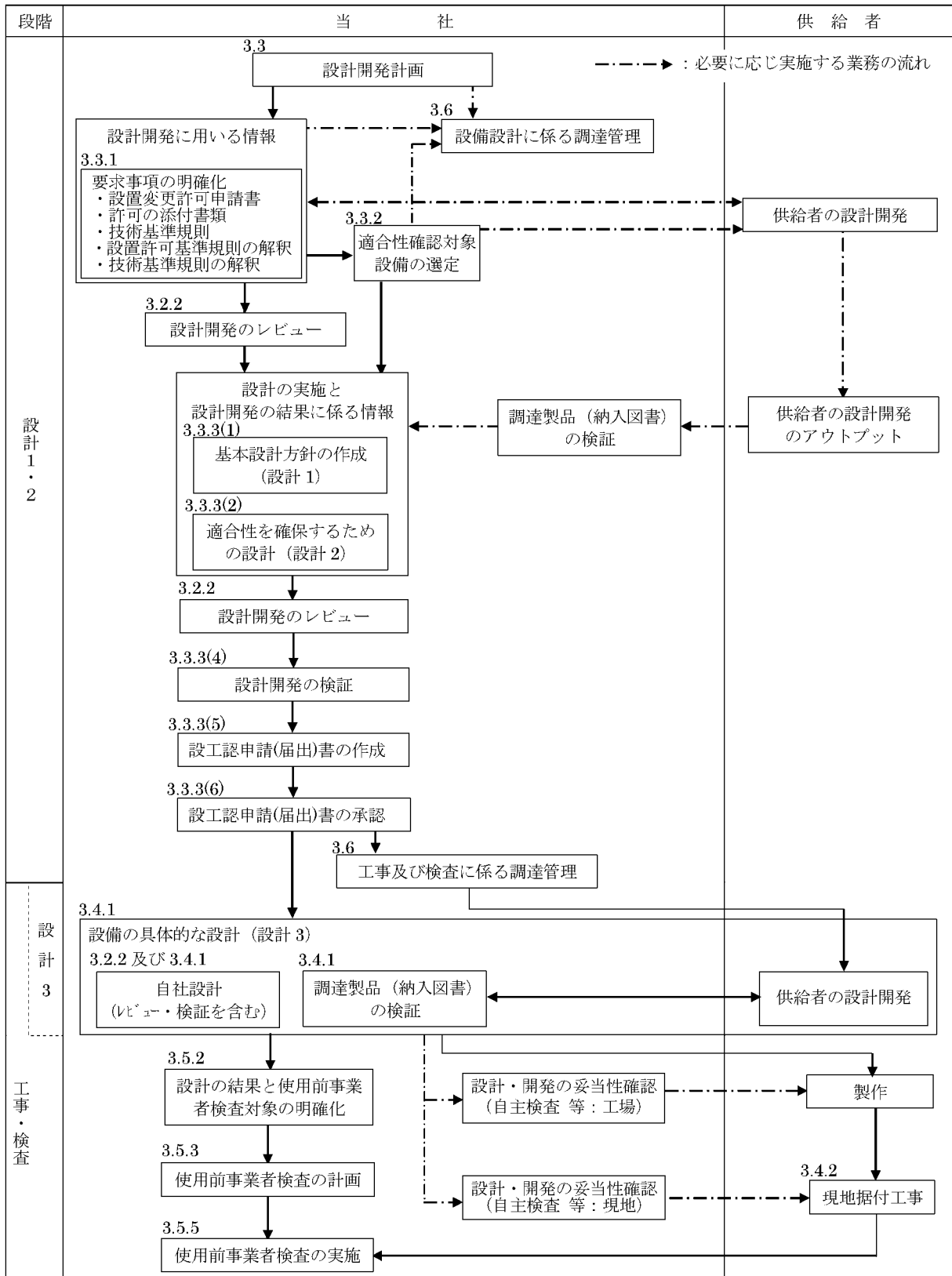
(2) 主要な耐圧部の溶接部に対する管理

設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な設計、工事及び検査の管理は、「3.4 工事に係る品質管理の方法」、「3.5 使用前事業者検査」及び「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す事項（第 3.2-1 表における「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」～「3.6 設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、工事が設工認のとおりであること及び技術基準に適合していることを確認する。

第 3.2-1 表 設工認における設計等、工事及び検査の各段階

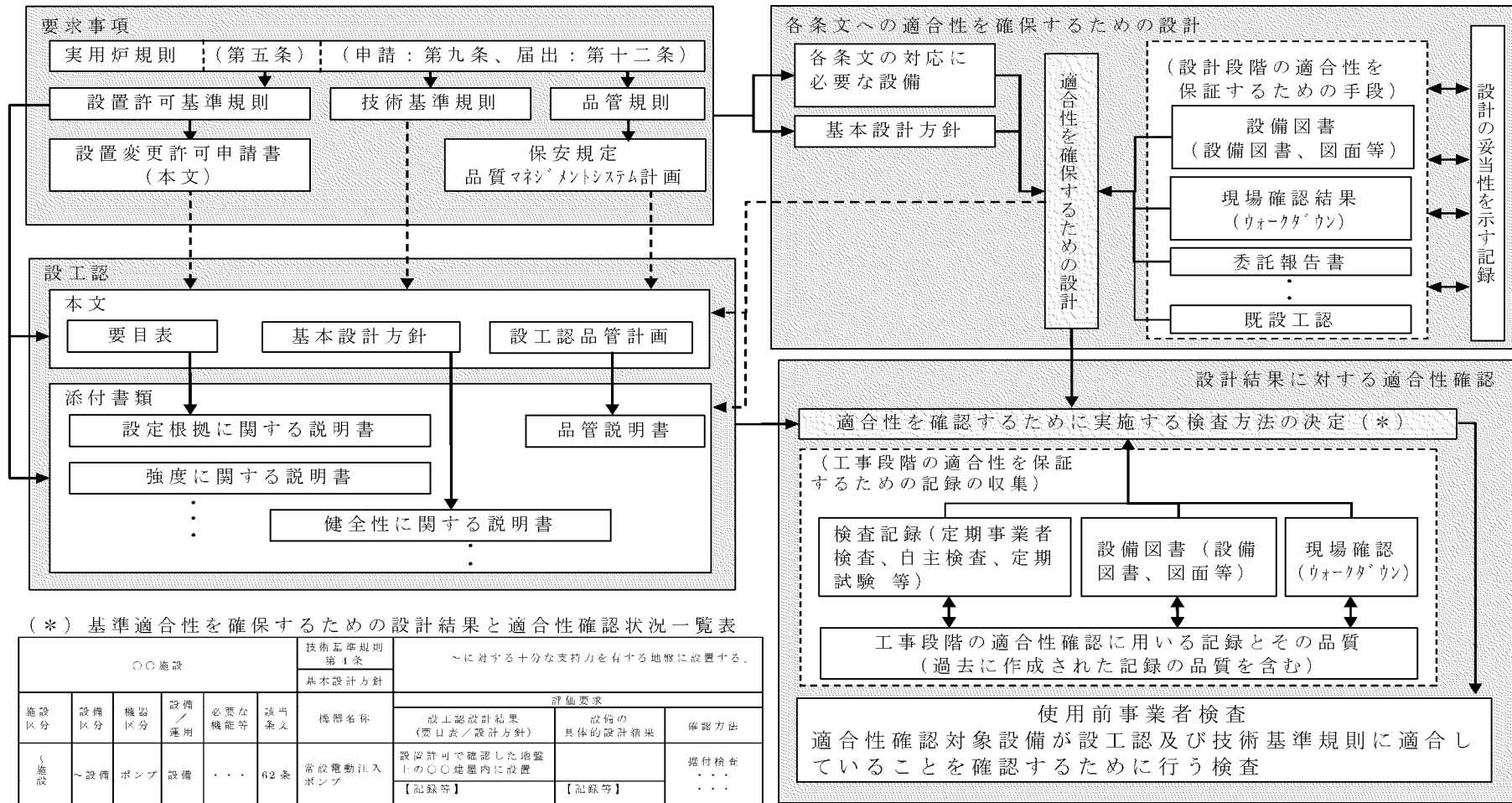
各段階		品質マネジメントシステム計画の対応項目	概要
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画	7.3.1 設計開発計画 適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1※	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計開発に用いる情報 設計に必要な要求事項の明確化
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	— 要求事項に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.3(1)※	基本設計方針の作成（設計 1）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2)※	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 適合性確認対象設備に必要な設計の実施
	3.3.3(4)	設計開発の結果に係る情報に対する検証	7.3.5 設計開発の検証 基準適合性を確保するための設計の妥当性のチェック
	3.3.3(5)	設工認申請（届出）書の作成	— 実用炉規則 第九条に従った申請書又は実用炉規則 第十二条に従った届出書の作成
	3.3.3(6)	設工認申請（届出）書の承認	— 作成した設工認申請（届出）書の承認
	3.3.4※	設計における変更	7.3.7 設計開発の変更の管理 設計対象の追加や変更時の対応
工事及び検査	3.4.1※	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 7.3.5 設計開発の検証 設工認を実現するための具体的な設計
	3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施	— 適合性確認対象設備の工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	— 使用前事業者検査における確認すべき事項の整理
	3.5.2	設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がり の明確化	— 検査に先立ち設計の結果と使用前事業者検査の対象との繋がりを整理
	3.5.3	使用前事業者検査の計画	— 適合性確認対象設備が、設工認への適合性を確認する計画と方法の決定
	3.5.4	検査計画の管理	— 使用前事業者検査の工程等の管理
	3.5.5	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	— 溶接が特殊工程であることを踏まえた使用前事業者検査の管理
	3.5.6	使用前事業者検査の実施	7.3.6 設計開発の妥当性確認 8.2.4 機器等の検査等 認可された設工認どおり、要求事項に対する適合性が確保されていることを確認
調達	3.6	設工認における調達管理の方法	7.4 調達 設工認に必要な、設計、工事及び検査に係る調達管理

※：「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査」でいう、品質マネジメントシステム計画の「7.3.4 設計開発レビュー」対応項目



*1: バックフィットにおける「設計」は、要求事項を満足した設備とするための基本設計方針を作成(設計1)し、その結果を要求事項として、既に設置されている適合性確認対象設備の現状を念頭に置きながら各要求事項に適合させるための詳細設計(設計2)を行う行為をいう。

第 3.2-1 図 適合性を確保するために必要な当社の活動 (基本フロー)



第 3.2-2 図 適合性確認に必要な作業と検査の繋がり

3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画

設計を主管する組織の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計を、「設計・調達管理基準」に基づき、要求事項の明確化、適合性確認対象設備の選定、基本設計方針の作成及び適合性を確保するための設計の段階を設計開発計画に明確化し、この計画に従い実施する。

以下に設計開発計画で明確化した各段階における活動内容を示す。

3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

設工認における設計に必要な要求事項は、以下のとおりとする。

- ・「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 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 5 号）」（以下「設置許可基準規則」という。）に適合しているとして許可された設置変更許可申請書
- ・技術基準規則

また、必要に応じて以下を参照する。

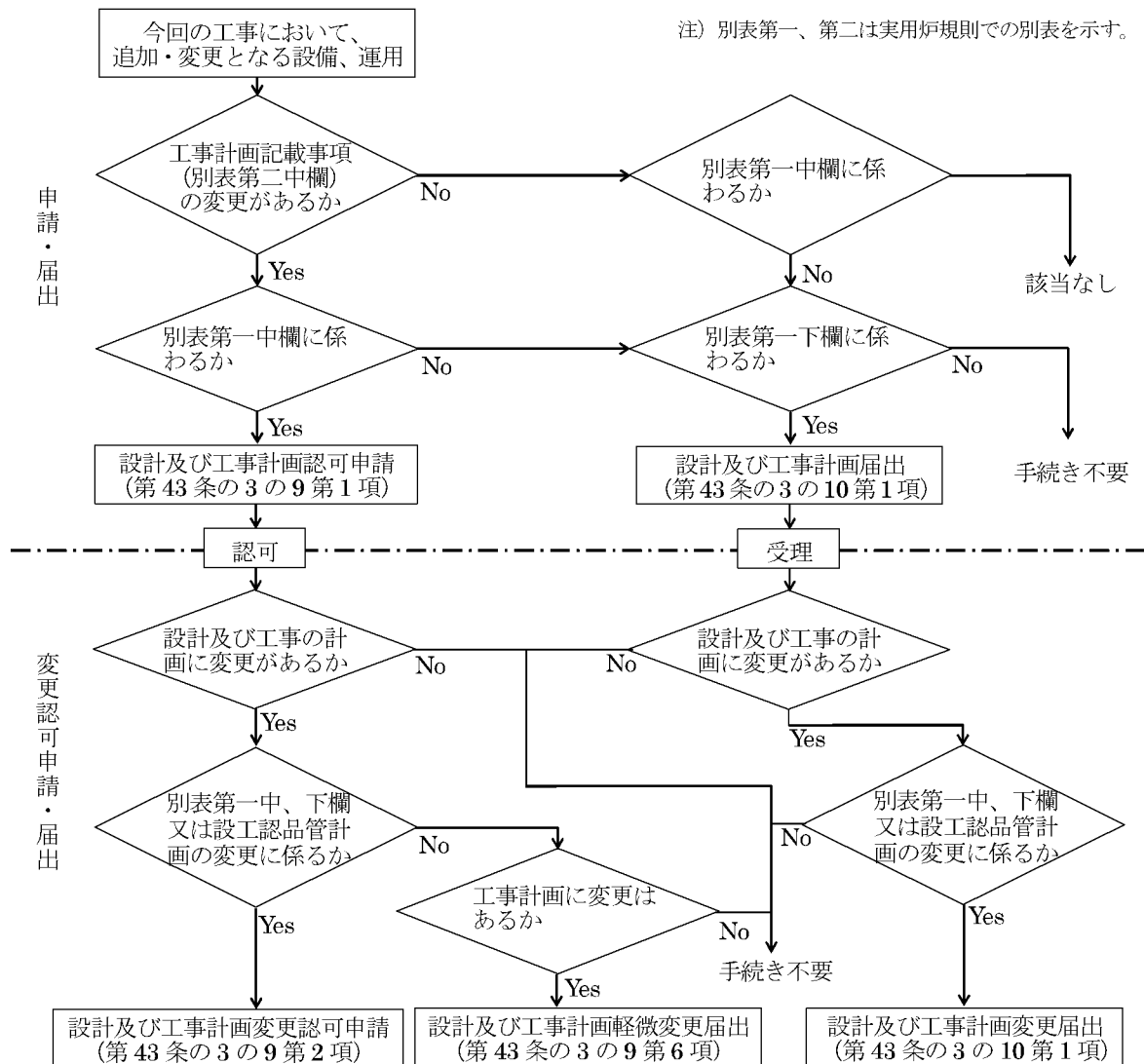
- ・許可された設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

適合性確認対象設備に対する要求事項への適合性を確保するため、設置変更許可申請書に記載されている設備及び技術基準規則への対応に必要な設備（運用を含む。）を、実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備を含めた適合性確認対象設備として、以下に従って抽出する。

適合性確認対象設備を明確にするため、設工認に関連する工事において追加・変更となる設備・運用のうち設工認の対象となる設備・運用を、要求事項への適合性を確保するために実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備・運用を考慮しつつ第 3.3-1 図に示すフローに基づき抽出する。

抽出した結果を様式-2「設備リスト（例）」（以下「様式-2」という。）の該当する条文の設備等欄に整理するとともに、設備／運用、既設／新設、追加要求事項に対して必須の設備・運用の有無、実用炉規則 別表第二の記載対象設備に該当の有無、既設工認での記載の有無、実用炉規則 別表第二に関連する施設区分／設備区分及び設置変更許可申請書添付八主要設備記載の有無等の必要な要件を明確にする。



第 3.3-1 図 適合性確認対象設備の抽出について

3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証

適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するために、「設計 1」、「設計 2」を以下のとおり実施する。

(1) 基本設計方針の作成（設計 1）

様式-2 で整理した適合性確認対象設備の要求事項に対する適合性確保に必要な詳細設計を「設計 2」で実施するに先立ち、適合性確認対象設備に必要な要求事項のうち、設置変更許可申請書及び技術基準規則に対する設計を漏れなく実施するために、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに関連する要求事項を含めて設計すべき事項を明確にした基本設計方針を作成する。

a. 適合性確認対象設備と適用条文の整理

適合性確認対象設備の技術基準規則への適合に必要な設計を確実に実施するため、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則を条項号単位で明確にする。

- (a) 技術基準規則の条文ごとに実用炉規則 別表第二の発電用原子炉施設の種類に示された各施設区分との関係を明確にし、明確にした結果とその理由を、様式-3「技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方(例)」(以下「様式-3」という。)の「適用要否判断」欄と「理由」欄に取りまとめる。
- (b) 様式-3に取りまとめた結果を、様式-4「施設と条文の対比一覧表(例)」(以下「様式-4」という。)の該当箇所を星取りにて取りまとめ、施設ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。
- (c) 適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の各条文の関係を様式-3及び様式-4に代え整理することが可能な場合には、様式-3及び様式-4に代えることができる。
- (d) 様式-2で明確にした適合性確認対象設備を、実用炉規則 別表第二の発電用原子炉施設の種類に示された施設区分ごとに、様式-5-1「技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表(例)」(以下「様式-5-1」という。)及び様式-5-2「設工認添付書類星取表(例)」(以下「様式-5-2」という。)に反映する。様式-4でまとめた結果を用いて、設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にし、各条文と設工認との関連性を含めて様式-5-1で整理する。

b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成

適合性確認対象設備に必要な要求事項を具体化し、漏れなく適用していくための基本設計方針を、設工認の適合性確認対象設備に適用される技術基準規則の条文ごとに作成する。

基本設計方針の作成に当たっては、基本設計方針の作成を統一的に実施するための考え方を定めた「工事計画業務要領」に従い、これに基づき技術基準規則の条文ごとに作成する。この基本設計方針の作成に当たっての統一的な考え方の概要を添付-3の「技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方」に示す。

具体的には、様式-7「要求事項との対比表(例)」(以下「様式-7」という。)に、基本設計方針の作成に必要な情報として、技術基準規則の各条

文とその解釈、関係する設置変更許可申請書本文とその添付書類に記載されている内容を引用し、その内容を確認しながら、設計すべき項目を漏れなく作成する。

基本設計方針の作成に併せて、基本設計方針として記載する事項とそれらの技術基準規則への適合性の考え方、基本設計方針として記載しない場合の考え方及び詳細な検討が必要な事項として含めるべき実用炉規則 別表第二に示された添付書類との関係を明確にし、それらを様式-6「各条文の設計の考え方（例）」（以下「様式-6」という。）に取りまとめる。

作成した基本設計方針をもとに、抽出した適合性確認対象設備に対する耐震重要度分類、機器クラス、兼用する際の登録の考え方及び当該適合性確認対象設備に必要な設工認書類との関連性を様式-5-2 に明確にする。なお、過去に作成した基本設計方針が適用できる場合には、「3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」で作成する様式-2 に項目をおこして明確にすることができる。

(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）

様式-2 で整理した適合性確認対象設備に対し、今回新たに設計が必要な基本設計方針への適合性を確保するための詳細設計を、「設計 1」の結果を用いて実施する。

具体的には、適合性確認対象設備に係る設計すべき事項を明確化した様式-5-1、様式-5-2 及び様式-7 等の「設計 1」の結果（適合性確認対象設備、技術基準規則、作成が必要な設工認本文・添付資料の項目、基本設計方針との関係）を踏まえ、適合性確認対象設備を技術基準規則に適合させるための必要となる詳細設計（対象設備の仕様の決定を含む。）を実施し、設備の具体的設計の方針を決定する。詳細設計に関しては、基本設計方針の要求種別に応じて第 3.3-1 表に示す要求種別ごとの「主な設計事項」に示す内容について実施する。具体的には、「3.7.1 文書及び記録の管理」で管理されている設備図書等の品質記録や「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達からの委託報告書をインプットとして、基本設計方針に対し、適合性確認対象設備が技術基準規則等の必要な設計要求事項への適合性を確保するための設計の方針（要求機能、性能目標、防護方針等を含む。）を定めるための設計を実施する。

設工認申請（届出）時点で設置されている設備に対して適合性確認を行う場合は、その設備が定められた設計の方針を満たす機能・性能を有している

ことを確認した上で、設工認申請（届出）に必要な設備の仕様等を決定する。

この詳細設計は、様式-6 で明確にした詳細な検討を必要とした事項を含めて実施するとともに、以下に該当する場合は、その内容に従った設計を実施する。

a. 評価（解析を含む）を行う場合

詳細設計として評価を実施する場合は、基本設計方針を基に詳細な評価方針及び評価方法を定め、評価を実施する。また、評価の実施において、解析を行う場合は、「3.3.3(3) 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理」に基づく管理を行うことにより信頼性を確保する。

b. 複数の機能を兼用する設備の設計を行う場合

複数の機能（施設間を含む。）を兼用する設備の設計を行う場合は、兼用する全ての機能を踏まえた設計を確実に実施するため、組織間の情報伝達を確実にし、兼用する機能ごとの系統構成を把握し、兼用する機能を集約したうえで、兼用する全ての機能を満たすよう設計を実施する。この場合の具体的な設計の流れを第 3.3-2 図に示す。

c. 設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合

設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合は、設計が確実に行われるようにするために、組織間の情報伝達を確実にし、設計をまとめて実施する側で複数の対象を考慮した設計を実施したのち、設計を委ねている側においても、その設計結果を確認する。

d. 他号機と共用する設備の設計を行う場合

様式-2 をもとに他号機と共用する設備の設計を行う場合は、設計が確実に行われることを確実にするため、組織間の情報伝達を確実にし、号機ごとの設計範囲を明確にし、必要な設計が確実に行われるよう管理する。

上記 4 つの場合において、設計の妥当性を検証し、設計の方針を満たすことを確認するために検査を実施しなければならない場合は、検査の条件及び方法を定め、実施する。

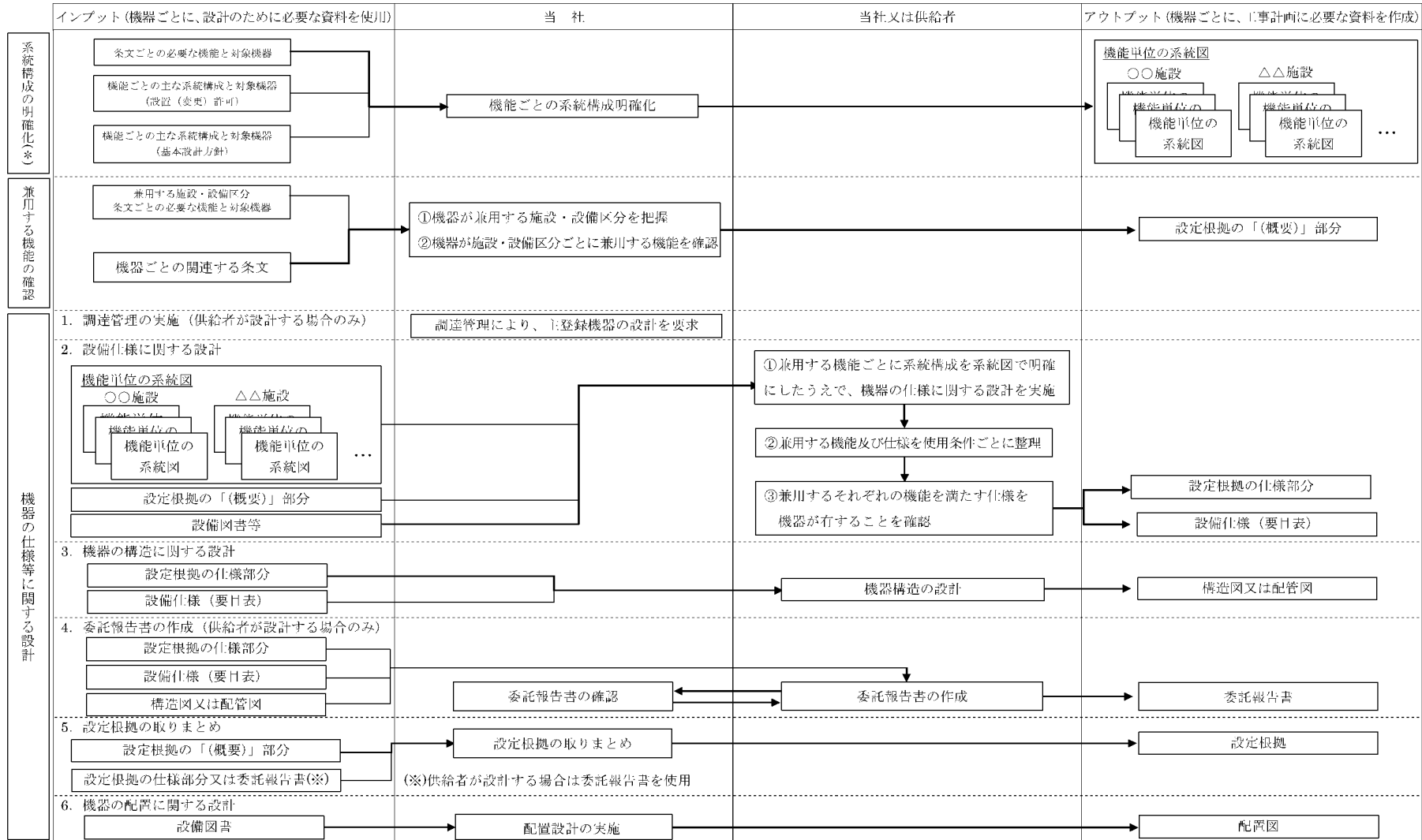
これらの設計として実施したプロセスの実績を様式-1 で明確にする。

第 3.3-1 表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、本店組織の保安規定を取りまとめる組織にて、保安規定として必要な対応を実施する。

第 3.3-1 表 要求種別ごとの適合性の確保に必要な主な設計事項とその妥当性を示すための記録との関係

要求種別		主な設計事項	設計方針の妥当性を示す記録
設備	設置要求	必要となる機能を有する設備の選定	設置変更許可申請書に記載した機能を持つために必要な設備等の選定 ・社内決定文書 等
	設計要求	系統構成	目的とする機能を実際に発揮させるために必要な具体的な系統構成・設備構成 設置変更許可申請書の記載を基にした、実際に使用する系統構成・設備構成の決定 ・社内決定文書 ・有効性評価結果(設置変更許可申請書での安全解析の結果を含む) ・系統図 ・設備図書(図面、構造図、仕様書) 等
		機能要求	目的とする機能を実際に発揮させるために必要な設備の具体的な仕様 仕様設計 構造設計 強度設計(クラスに応じて) 耐震設計(クラスに応じて) 耐環境設計 配置設計 ・社内決定文書 ・設備図書(図面、構造図、仕様書) ・インターロック線図 ・算出根拠(計算式等) ・カタログ 等
		評価要求	対象設備が目的とする能力を持つことを示すための方法とそれに基づく評価 仕様決定のための解析 基準適合性確認のための解析 条件設定のための解析 実証試験 ・社内決定文書 ・解析計画(解析方針) ・委託報告書(解析結果) ・手計算結果 等
運用	運用要求	運用方法について保安規定に基づき計画 維持・運用のための計画の作成 —	

第 3.3-2 図 主要な設備の設計



(*) 系統設計を伴う場合

(3) 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、信頼性を確保するため以下の管理を実施する。

a. 調達による解析の管理

基本設計方針に基づく詳細設計で解析を実施する場合は、解析結果の信頼性を確保するため、設工認品管計画に基づく品質保証活動を行う上で、特に以下の点に配慮した活動を実施し、品質を確保する。

(a) 調達による解析

調達により解析を実施する場合は、解析の信頼性を確保するために、供給者に対し、次に示す管理を確実にするための品質保証要求事項や解析業務に関する要求事項等の調達要求事項を調達仕様書により要求し、それに従った品質保証体制の下で解析を実施させるよう「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達管理を実施する。解析の調達管理に関する具体的な流れを添付－4「設工認における解析管理について」（以下「添付－4」という。）第1表に示す。

イ. 解析を実施する要員の力量管理（品質マネジメントシステム計画「6 資源の管理」）

- ・ 解析対象業務の経験等により、当該解析に関する力量を有しているとされた要員による解析の実施

ロ. 解析業務に関する業務の計画（解析業務計画書）の作成とそれに基づく業務の実施（品質マネジメントシステム計画「7 個別業務に関する計画の策定及び個別業務の実施」）

- ・ 解析業務着手時に、従事する要員に対して、実施する解析の重要性を意識付けするための教育の実施
- ・ 使用するコードが正しい値を出力できることを確実にするためのコードの検証（「(b) 計算機プログラム（解析コード）の管理」参照）
- ・ 適切な入力情報の使用（「(c) 解析業務で用いる入力情報の伝達」参照）と、それに基づく入力根拠の作成（「(d) 入力根拠の作成」参照）
- ・ 作成した入力データのコードへの正しい入力

- ・得られた解析結果の検証
- ・解析結果を基にした報告書の作成 等

ハ. 当該業務に関する不適合管理及び是正処置（品質マネジメントシステム計画「8 評価及び改善」）

(b) 計算機プログラム（解析コード）の管理

計算機プログラムは、評価目的に応じた解析結果を保証するための重要な役割を持っていることから、使用実績や使用目的に応じ、解析コードが適正なものであることを以下のような方法等により検証し、使用する。

- ・簡易的なモデルによる解析解の検算
- ・標準計算事例を用いた解析による検証
- ・実験、ベンチマーク試験結果との比較
- ・他の計算機プログラムによる計算結果との比較

(c) 解析業務で用いる入力情報の伝達

設工認に関する解析に係る供給者との情報伝達について以下に示す。

設工認に必要な解析業務が、設備や土木建築構造物を設置した供給者と同一の供給者が主体となっている場合、解析を実施する供給者が所有する図面とそれを基に作成され納入されている当社所有の設備図書は、同じ最新性が確保されている。

当社は供給者に対し調達管理に基づく品質保証上の要求事項として、JISQ9001 の要求事項を踏まえた文書及び記録の管理の実施を要求し、適切な版を管理することを要求している。

また、設備を設置した供給者以外で実施する解析の場合、当社で管理している図面を提供し、供給者は、最新性の確保された図面で解析を行っている。

(d) 入力根拠の作成

供給者に、解析業務計画書等に基づき解析ごとの入力根拠書を作成させ、また計算機プログラムへの入力間違いがないか確認させることで、入力根拠の妥当性及び入力データが正しく入力されたことの品質を確保する。

この入力根拠の作成に際し、解析の品質管理を強化する必要がある場合には、異なる 2 名の者が入力根拠から作成し、入力根拠と入力結果を同時にチェックする「入力クロスチェック」(添付-4 第 1 図参照)を行わせる。

b. 手計算による自社解析の管理

自社で実施する解析(手計算)は、評価を実施するために必要な計算方法及び入力データを明確にし、当該業務の力量を持つ要員が実施する。

実施した解析結果に間違いがないようにするために、入力根拠、入力結果及び解析結果について、解析を実施した者以外の者によるダブルチェックを実施し、解析結果の信頼性を確保する。

自社で実施した解析ごとの具体的な管理方法を添付-4 第 2 表に示す。

(4) 設計開発の結果に係る情報に対する検証

「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」の設計 1 及び設計 2 で取りまとめた様式-3~7 及び適合性確認対象設備を技術基準規則に適合させるための必要となる詳細設計の結果について、当該業務を直接実施した原設計者以外の者に検証を実施させる。

(5) 設工認申請(届出)書の作成

様式-2 に取りまとめた適合性確認対象設備について、設工認の設計として実施した「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」の(1)~(4)からの結果を基に、「工事計画業務要領」に従って、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。

a. 「要目表」の作成

「3.3.3 (2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計(設計 2)」からの結果に係る情報となる詳細設計結果(図面等の設計資料)を基に、実用炉規則 別表第二の「設備別記載事項」の要求に従って、必要な事項(種類、主要寸法、材料、個数等)を設備ごとに表(要目表)や図面等に取りまとめる。

b. 「基本設計方針」、「適用基準及び適用規格」及び「工事の方法」の作成

「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計 1）」の「b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」で作成した条文ごとの基本設計方針を整理した様式-7、基本設計方針作成時の考え方を整理した様式-6 及び各施設に適用される技術基準規則の条文を明確にした様式-4 を用いて、実用炉規則 別表第二に示された発電用原子炉施設の施設ごとの基本設計方針としてまとめ直すことにより、設工認として必要な基本設計方針を作成する。

また、技術基準規則に規定される機能・性能を満足させるための基本的な規格及び基準を「適用基準及び適用規格」に、実用炉規則別表第二に基づき、工事及び使用前事業者検査を適切に実施するための基本事項を「工事の方法」として取りまとめる。

c. 各添付書類の作成

「3.3.3 (2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）」からの結果に係る情報となる詳細設計結果を基に、基本設計方針に対して詳細な設計結果や設計の妥当性に関する説明が必要な事項を取りまとめた様式-6 及び様式-7 を用いて、設工認と実用炉規則 別表第二の関係を整理した様式-5-2 に示された添付書類を作成する。

実用炉規則 別表第二に示された添付書類において、解析コードを使用している場合には、当該添付書類の別紙として、使用した解析コードに関する内容を記載した「計算機プログラム（解析コード）の概要」を作成する。

d. 設工認申請（届出）書案のチェック

本店組織の設工認の取りまとめを主管する組織の長は、作成した「設工認申請（届出）書」の案について、「工事計画業務要領」に基づき、以下の要領で本店及び発電所の関係組織のチェックを受ける。

- (a) 本店及び発電所の関係組織のチェック分担を明確にする。
- (b) 本店及び発電所の関係組織からチェックの結果が返却された際に、コメントが付されている場合には、その反映要否を検討し、必要であれば資料を修正のうえ、再度、チェックを依頼する。
- (c) 必要に応じ、これらを繰り返し、設工認申請（届出）書案のチェックを完了する。

(6) 設工認申請（届出）書の承認

「(4) 設計開発の結果に係る情報に対する検証」及び「(5) d. 設工認申請（届出）書案のチェック」が終了した後、設工認申請（届出）書を原子力発電安全委員会へ付議し、審議・了承を得た後、原子力建設部長の承認を得る。

3.3.4 設計における変更

設計対象の追加や変更が必要となった場合、「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」～「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」の各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じ修正する。

3.4 工事に係る品質管理の方法

工事を主管する組織の長は、第 3.2-1 表及び第 3.2-1 図に示す工事段階において、設工認に基づく設備の具体的な設計（設計 3）を「設計・調達管理基準」、その結果を反映した設備を導入するために必要な工事を「保修基準」、「土木建築基準」及び「設計・調達管理基準」に基づき実施する。

なお、実用炉規則別表第二対象設備外の設備の主要な耐圧部の溶接部においては、設計 3 の実施に先立ち該当設備の抽出を「設計・調達管理基準」に基づき実施する。

また、これらの活動を調達する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」を適用して実施する。

具体的な管理の方法を以下に示す。

3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）

設工認に基づく製品実現のための設備の具体的な設計（設計 3）（主要な耐圧部の溶接部については溶接部に係る設計が設工認対象となる。）を、以下のいずれかの方法で実施する。

(1) 自社で設計する場合

設計を主管する組織の長が設計 3 を実施し、適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）との照合を行う。また、設計開発の検証として「(2) 設計 3 を本店組織の設計を主管する組織の長が調達管理として管理する場合」と同等の対応を行う。設計の妥当性確認については使用前事業者検査にて行う。

- (2) 設計 3 を本店組織の設計を主管する組織の長が調達管理として管理する場合
本店組織の設計を主管する組織の長が「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により設計 3 を実施する。
本店組織の設計を主管する組織の長は、その調達の中で供給者が実施する設計 3 の管理を、調達管理として行う設計の検証及び設計の妥当性確認を行うことにより管理する。
- (3) 設計 3 を発電所組織の工事を主管する組織の長が工事の調達に含めて調達し、本店組織の設計を主管する組織が管理する場合
発電所組織の工事を主管する組織の長が「3.6 設工認における調達管理の方法」に従って実施する工事の調達の中で、設計 3 を含めて調達する。
本店組織の設計を主管する組織の長は、その調達の中で供給者が実施する設計 3 の管理を、調達管理として行う設備の具体的な設計の検証及び設計の妥当性確認を行うことにより管理する。
- (4) 設計 3 を発電所組織の工事を主管する組織の長が調達管理として管理する場合
発電所組織の工事を主管する組織の長が「3.6 設工認における調達管理の方法」に従って実施する工事の調達の中で、設計 3 を含めて調達する。
発電所組織の工事を主管する組織の長は、その調達の中で供給者が実施する設計 3 の管理を、調達管理として行う設計の検証及び設計の妥当性確認を行うことにより管理する。

3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施

設工認に基づく設備を設置するための工事を「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い実施する。

設工認に基づく設備のうち、設工認申請（届出）時点で設置されて新たな工事を伴わない範囲の適合性確認対象設備がある場合については、「3.5 使用前事業者検査」以降の検査段階から実施する。

3.5 使用前事業者検査

検査を主管する組織の長は、適合性確認対象設備が設工認のとおりに行われていること、技術基準規則に適合していることを確認するため、設計を主管する組織の長及び工事を主管する組織の長とともに保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、「試験・検査基準」に従い、工事を主管する組織のうち、「3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施」を実施する組織からの独立性を確保した検査体制のもと実施する。

3.5.1 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、以下の項目について実施する。

I 実設備の仕様の適合性確認

II 実施した工事が、「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」及び「3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施」に記載したプロセス並びに「工事の方法」のとおり行われていること。

これらの項目のうち、I を設工認品管計画の第 3.5-1 表に示す検査として、II を品質管理の方法等に関する使用前事業者検査（以下「QA 検査」という。）として実施する。

II については工事全般に対して実施するものであるが、「3.5.5 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理」を実施する場合は、工事を主管する組織が実施する溶接に関するプロセス管理が適切に行われていることの確認を QA 検査に追加する。

また、QA 検査では上記 II に加え、上記 I のうち工事を主管する組織（供給者含む。）が検査記録を採取する場合（工事を主管する組織が採取した記録・ミルシートや検査における自動計測等）には記録の信頼性の確認（記録確認検査や抜取検査の信頼性確保）を行い、設工認に基づく工事の信頼性を確保する。

なお、主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査では、供給者が作成する検査項目毎の記録（溶接作業検査、熱処理検査、放射線透過試験等）を用いるが、検査を主管する組織（供給者含む。）が「3.5.5 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理」に基づく管理を行うため工事を主管する組織（供給者含む。）が実施する検査項目毎の信頼性は確保済みであるため、この範囲は QA 検査の対象外とする。

3.5.2 設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がり の明確化

設計 1～3 の結果と適合性確認対象の繋がりを明確化するために様式-8「基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）」（以下「様

式-8」という。)を以下のとおり使用前事業者検査に先立ちとりまとめる。

(1) 基本設計方針の整理

基本設計方針(「3.3.3(1) 基本設計方針の作成(設計1)」の「b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」参照)に基づく設計の結果を踏まえた適合性の確認を漏れなく実施するため、基本設計方針の内容を以下に従い分類し、適合性の確認が必要な要求事項を整理する。

- ・ 条文ごとに作成した基本設計方針を設計項目となるまとまりごとに整理
- ・ 整理した設計方針进行分类するためのキーワードを抽出
- ・ 抽出したキーワードをもとに要求事項を第 3.3-1 表に示す要求種別に分類

整理した結果は、設計項目となるまとまりごとに、様式-8 の「基本設計方針」欄に反映する。

また、設工認の設計に不要な以下の基本設計方針を、様式-8 の該当する基本設計方針に「網掛け」することにより区別し、設計が必要な要求事項に変更があった条文に対応した基本設計方針を明確にする。

- ・ 「定義」: 基本設計方針で使用されている用語の説明
- ・ 「冒頭宣言」: 設計項目となるまとまりごとの概要を示し、「冒頭宣言」以降の基本設計方針で具体的な設計項目が示されているもの
- ・ 「規制要求に変更のない既設設備に適用される基本設計方針」: 既設設備のうち、過去に当該要求事項に対応するための設計が行われており、様式-4 及び様式-5-1 で従来の技術基準規則から変更がないとした条文に対応した基本設計方針
- ・ 「適合性確認対象設備に適用されない基本設計方針」: 当該適合性確認対象設備に適用されず、設計が不要となる基本設計方針

(2) 設計結果の反映

設計2(「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計(設計2)」参照)で実施した詳細設計結果及び「3.3.3(5) 設工認申請(届出)書の作成」で作成した設工認申請(届出)書の本文、添付資料のうち「(1) 基本設計方針の整理」で整理した基本設計方針に対応する設計結果を、様式-8 の「設工認設計結果(要目表/設計方針)」欄に整理する。

設計3(「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施(設計3)」参照)で実施した設備の具体的な設計結果の結果を様式-8 の「設備の具体的な設計結果」欄に取りまとめる。

なお、設工認に基づく設備の設置において、設工認申請（届出）時点で設置されている設備がある場合は、既の実施された具体的な設計の結果が設工認に適合していることを確認し、設計 2 の結果を満たす具体的な設計の結果を様式-8 の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

3.5.3 使用前事業者検査の計画

技術基準規則に適合するよう実施した設計結果を取りまとめた様式-8 の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄ごとに設計の妥当性確認を含む使用前事業者検査を計画する。

使用前事業者検査は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び第 3.3-1 表の要求種別ごとに定めた設工認品管計画第 3.5-1 表に示す確認項目、確認視点及び主な検査項目をもとに計画を策定する。

適合性確認対象設備のうち、技術基準規則上の措置（運用）に必要な設備についても、使用前事業者検査を計画する。

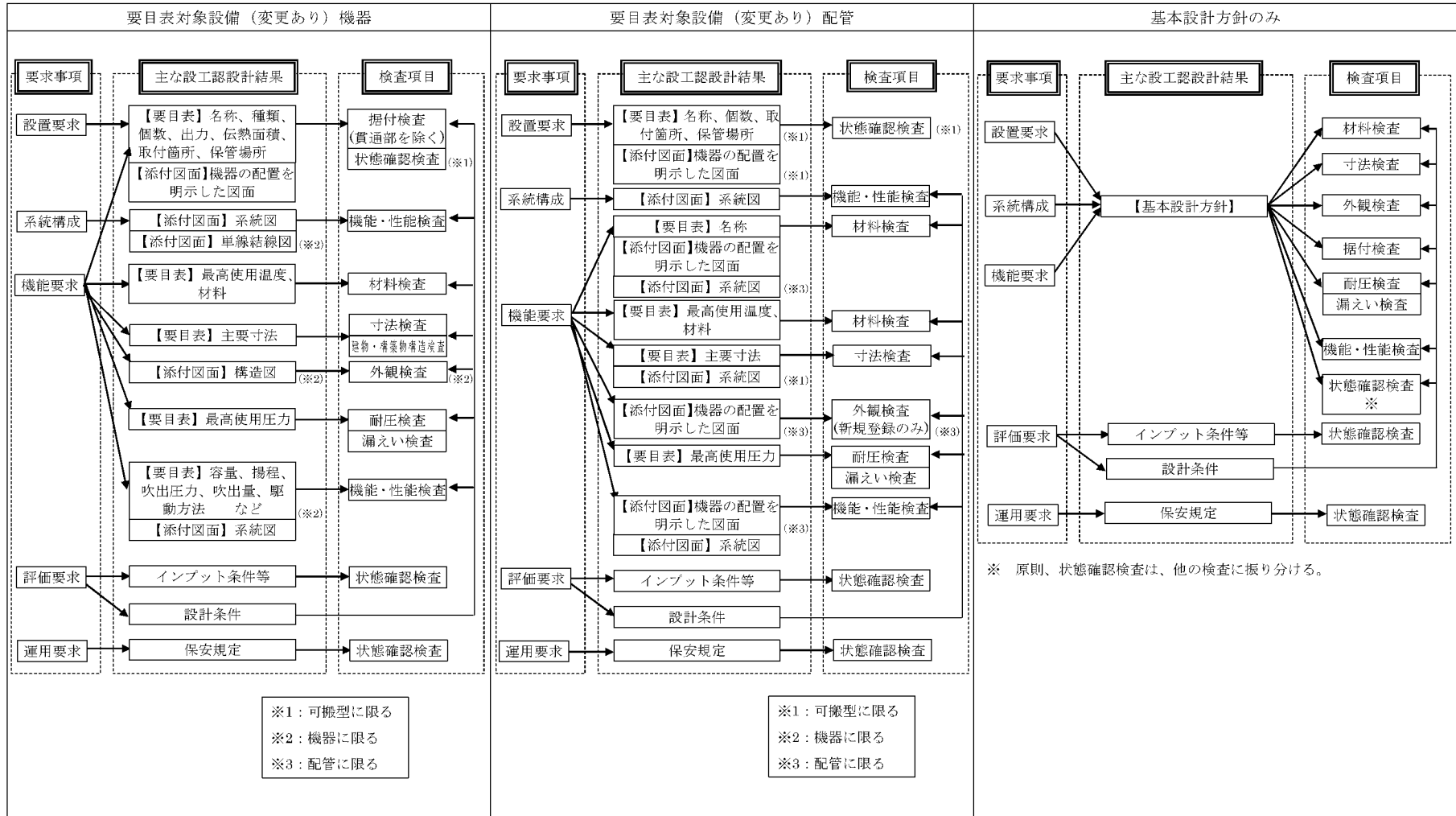
個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8 に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

(1) 使用前事業者検査の方法の決定

使用前事業者検査の実施に先立ち、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び第 3.3-1 表の要求種別ごとに定めた設工認品管計画第 3.5-1 表に示す確認項目、確認視点、主な検査項目、第 3.5-1 表に示す検査項目の分類の考え方を使得、確認項目ごとに設計結果に関する具体的な検査概要及び判定基準を以下の手順により使用前事業者検査の方法として明確にする。設工認品管計画第 3.5-1 表の検査項目ごとの概要及び判定基準の考え方を第 3.5-2 表に示す。

- a. 様式-8 の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」及び「設備の具体的設計結果」欄に記載された内容と該当する要求種別を基に、設工認品管計画第 3.5-1 表、第 3.5-1 表を用いて検査項目を決定する。
- b. 決定された検査項目より、第 3.5-2 表に示す「検査項目、概要、判定基準の考え方について（代表例）」を参照し適切な検査方法を決定する。
- c. 決定した各設備に対する「検査項目」及び「検査方法」の内容を、様式-8 の「確認方法」欄に取りまとめる。

第 3.5-1 表 主な設工認設計結果に対する検査項目



第 3.5-2 表 検査項目、概要、判定基準の考え方について（代表例）

検査項目	検査概要	判定基準の考え方
材料検査	使用されている材料が設計結果のとおりであること、関係規格 ^{※1} ^{※2} 等に適合することを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	使用されている材料が設計結果のとおりであり、関係法令及び規格等に適合すること。
寸法検査	主要寸法が設計結果のとおりであり、許容範囲内であることを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は実測により確認する。	主要寸法が設計結果の数値に対して許容範囲にあること。
外観検査	有害な欠陥のないことを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。
組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）	常設設備の組立て状態、据付け位置及び状態が設計結果のとおりであることを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	設計結果のとおりに設置されていること。
耐圧検査	技術基準規則の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	検査圧力に耐え、異常のないこと。
漏えい検査	耐圧検査終了後、技術基準規則の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	検査圧力により著しい漏えいのないこと。
建物・構築物 構造検査	建物・構築物が設計結果のとおり製作され、組立てられていること、関係法令及び規格 ^{※2} 等に適合することを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。	主要寸法が設計結果の数値に対して許容範囲内にあり、関係法令及び規格等に適合すること。
機能・性能検査 特性検査	<ul style="list-style-type: none"> ・系統構成確認検査^{※3} 実際に使用する系統構成及び可搬型設備等の接続が可能なることを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実際に使用する系統構成になっていること。 ・可搬型設備等の接続が可能なること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・運転性能検査、通水検査、系統運転検査、容量確認検査 設計で要求される機能・性能について、実際に使用する系統状態、模擬環境により試運転等を行い、機器単体又は系統の機能・性能を適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実際に使用する系統構成になっていること。 ・目的とする機能・性能が発揮できること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁耐力検査 電気設備と大地との間に、試験電圧を連続して規定時間加えたとき、絶縁性能を有することを適合性確認対象設備の状態を示す記録（工場での試験記録等を含む。）又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・目的とする絶縁性能を有すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ロジック回路動作検査、警報検査、インターロック検査 電気設備又は計測制御設備についてロジック、インターロック確認及び警報確認等により機能・性能又は特性を適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロジック、インターロック及び警報が正常に動作すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・外観検査 建物、構築物、非常用電源設備等の完成状態を適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。 ・設計結果のとおりに設置されていること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・計測範囲確認検査、設定値確認検査 計測制御設備の計測範囲又は設定値を適合性確認対象設備の状態を示す記録（工場での校正記録等を含む。）又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・接続確認検査 電源の接続が設計結果のとおりであること、受電状態で機器が正常に動作することを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計結果のとおりに接続されていること。 ・受電状態で機器が正常に動作すること。
状態確認検査 ^{※4}	<ul style="list-style-type: none"> ・設置要求及び機能要求における機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が設計結果のとおりであることを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 ・評価要求に対するインプット条件（耐震サポート等）との整合性確認を適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。 ・運用可能な手順が設計結果のとおりであることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が適切であること。 ・評価条件を満足していること。 ・運用可能な手順が設計結果のとおり定められ、利用できる状態となっていることが確認できること。

※1 消防法及び JIS

※2 設計の時に採用した適用基準、規格

※3 通水検査を分割して検査を実施する等、使用時の系統での通水ができない場合に実施。（通水検査と同系統である場合には、検査時に系統構成を確認するため不要）

※4 検査対象機器の動作確認は、機能・性能検査を主とするが、技術基準規則第 54 条の検査として、適用可能な手順を用いて動作できることの確認を行う場合は、その操作が可能な構造であることを状態確認検査で確認する。

3.5.4 検査計画の管理

使用前事業者検査を適切な時期で実施するため、本店及び発電所の関係組織と調整のうえ、発電所全体の主要工程、「工事の方法」に示す検査時期を踏まえた使用前事業者検査の検査計画を立案する。また、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを以下のとおり管理する。

- ・ 検査の管理は、使用前事業者検査実施要領書単位で行い計画及び実績を、別途、発電所内にて作成する使用前事業者検査計画表で管理する。
- ・ 使用前事業者検査の進捗状況に応じ、検査計画又は主要工程の変更を伴う場合は、速やかに関係組織と調整を行うとともに、検査工程を変更する。

3.5.5 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理

溶接が特殊工程であることを踏まえ、工程管理等の計画を策定し、溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視を行う。また、溶接継手に対する要求事項は、溶接部詳細一覧表（溶接方法、溶接材料、溶接施工法、熱処理条件、検査項目等）により管理し、これに係る関連図書を含め、業務の実施に当たって必要な図書を溶接施工工場に提出させ、それを審査、確認し、必要な管理を実施する。

3.5.6 使用前事業者検査の実施

使用前事業者検査は、「試験・検査基準」に基づき、以下のとおり実施する。

(1) 使用前事業者検査の検査要領書の作成

適合性確認対象設備が設工認に適合していることを確認するため「3.5.3 (1) 使用前事業者検査の方法の決定」で決定し、様式-8の「確認方法」欄で明確にした確認方法を基に、使用前事業者検査を実施するための検査要領書を作成する。

検査要領書は、工事を主管する組織の長が、検査目的、検査対象範囲、検査項目、検査方法、判定基準、検査体制、不適合管理、検査手順及び検査成績書の事項を記載した検査要領書を作成し、品質保証担当の審査を経て検査実施責任者が制定する。検査要領書では、検査の確認対象範囲として含まれる技術基準規則の条文を明確にする。

実施する検査が代替検査となる場合は、「(2) 代替検査の確認方法の決定」に従い、代替による使用前事業者検査の方法を決定する。

(2) 代替検査の確認方法の決定

a. 代替検査の決定

使用前事業者検査の実施に当たり、以下の条件に該当する場合には代替検査の評価を行い、その結果を当該の検査要領書に添付する。

b. 代替検査の条件

代替検査とは、通常の方法で検査ができない場合に用いる手法であり、以下の場合をいう。

- (a) 当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）※
- (b) 構造上外観が確認できない場合
- (c) 耐圧検査で圧力を加えることができない場合
- (d) 系統に実注入ができない場合
- (e) 電路に通電できない場合 等

※：「当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）」とは、以下の場合をいう。

- ・材料検査で材料検査証明書（ミルシート）がない場合
- ・寸法検査記録がなく、実測不可の場合

c. 代替検査の評価

代替検査を用いる場合、代替検査として用いる方法が本来の検査目的に対する代替性を有していることの評価を実施する。その結果は、「(1) 使用前事業者検査の検査要領書の作成」で作成する検査要領書の一部として添付し、検査実施責任者の承認を得て適用する。

検査目的に代替性の評価に当たっては、以下の内容を明確にする。

- (a) 設備名称
- (b) 検査項目
- (c) 検査目的
- (d) 通常の方法で検査ができない理由※¹
- (e) 代替検査の手法、判定基準※²
- (f) 検査目的に対する代替性の評価※²

※1：記載に当たって考慮すべき事項

- ・既存の原子炉施設に悪影響を及ぼすことによる困難性
- ・現状の設備構成上の困難性
- ・作業環境における困難性 等

※2：記録の代替検査の手法、評価については「3.7.1 文書及び記録の管理」に従い、記録の成立性を評価する。

(3) 使用前事業者検査の体制

使用前事業者検査実施要領書で明確にする使用前事業者検査の体制を、第3.5-1 図に示す当該検査における力量を有する者等で構成される体制とする。

a. 統括責任者

保安に関する業務を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。

b. 主任技術者

検査の指導・監督を行う。

検査成績書の内容を確認する。

検査の指導・監督を行うに当たり、以下に示す主任技術者と検査内容に応じた所掌の調整等を実施することで情報の共有を図る。

- 原子炉主任技術者は、主に原子炉の核的特性や性能に係る事項等、原子炉の運転に関する保安の監督を行う。
- ボイラー・タービン主任技術者は、主に機械設備の構造及び機能・性能に係る事項等、原子力設備の工事、維持及び運用（電気設備に係るものを除く。）に関する保安の監督を行う。
- 電気主任技術者は、主に電気設備の構造及び機能・性能に係る事項等、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督を行う。

c. 品質保証担当

品質保証の観点から、検査対象範囲、検査方法等の妥当性の確認を実施するとともに、検査要領書の制定・改訂が適切に行われていることを審査する。

d. 検査実施責任者

検査要領書の制定及び改訂を行う。適合性評価並びにリリースを伴う検査の結果を確認する。

e. 検査担当者

検査の力量を持った者で、適合性評価並びにリリースを伴う検査を直接行うとともに、検査成績書を作成する。

f. 検査助勢者

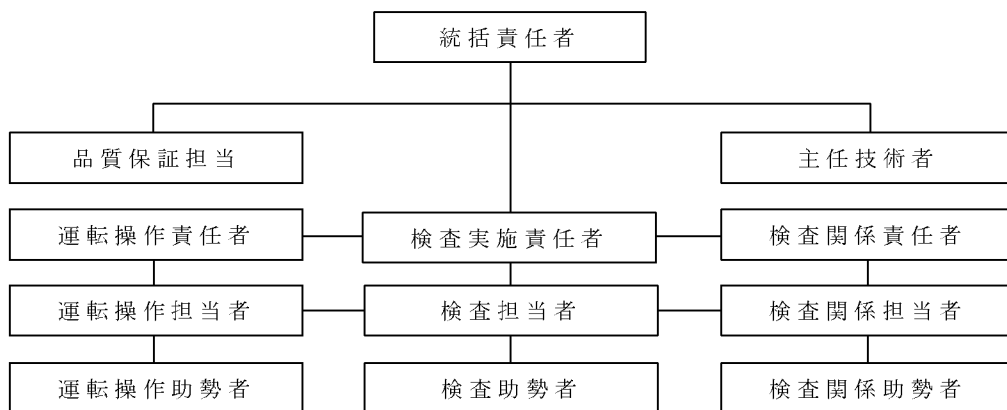
検査実施責任者又は検査担当者の指示に従い、検査に係る作業の助勢を行う。

(4) 使用前事業者検査の実施

検査担当者は、検査要領書に基づき、確立された検査体制の下で、使用前事業者検査を実施し、その結果を検査実施責任者に報告する。

報告を受けた検査実施責任者は、検査プロセスが検査要領書に基づき適正に実施されたこと及び検査結果が判定基準に適合していることを確認後、主任技術者の確認を受ける。

実施した使用前事業者検査の結果として、使用前事業者検査実施要領書の番号を様式-8の「確認方法」欄に取りまとめる。



第 3.5-1 図 検査実施体制 (例)

3.6 設工認における調達管理の方法

設工認に係る業務を調達する、設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長（以下「調達を担当する組織の長」という。）は、調達管理を「設計・調達管理基準」に基づき以下のとおり実施する。

3.6.1 供給者の技術的評価

供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、「供給者評価チェックシート」を用いて、以下の項目について供給者の技術的評価を実施する。

- ・ 技術的能力及び製造能力の有無
- ・ 調達製品の納入・使用実績の有無
- ・ 調達製品のサンプルの検査・試験結果等の良否（使用実績がない場合、必要に応じ確認）
- ・ 品質保証に関する能力の有無（第 3.6-1 表参照）
- ・ 前回評価から再評価までの間の確認事項の良否（再評価時のみ実施）

これらの項目の確認・評価結果を基に、調達文書の要求事項に適合する製品又は役務を供給する総合的な能力の有無を判断する。

また、供給者の再評価を、5 年を限度として定期的に行い、供給者が重大な不適合を発生させた場合にも再評価を行う。

第 3.6-1 表 品質保証に関する能力の有無の判定表

		業務の区分 A,B	業務の区分 C,D	業務の区分 E
品質保証に関する能力	①品質保証計画 (品質マニュアル)	いずれか 1 つは「良」であること。	いずれか 1 つは「良」又は「有」であること。	いずれか 1 つは「良」又は「有」であること。
	②当社による品質保証監査の結果			
	③品質保証に関する公的認証	—	—	
	④供給実績等における評価	—	—	

3.6.2 供給者の選定

設工認に必要な調達を行う場合、原子力安全に対する影響や供給者の実績等を考慮し、業務の重要度に応じた業務の区分（添付－2「当社におけるグレード分けの考え方」（以下「添付－2」という。）第5表参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、資材調達部門へ供給者の選定を依頼する。

資材調達部門は、「3.6.1 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者の中から供給者を選定する。

3.6.3 調達製品の調達管理

調達の実施に際し、原子力安全に及ぼす影響に応じたグレードを適用する。

調達に関する品質保証活動を行うに当たっては、原子力安全に対する影響や供給者の実績等を考慮し、業務の区分（添付－2 第5表参照）を明確にした上で、以下の調達管理を実施する。また、一般産業工業品については、調達に先立ち、あらかじめ採用しようとする一般産業工業品について、原子炉施設の安全機能に係る機器等として使用するための技術的な評価を行う。

(1) 調達仕様書の作成

業務の内容に応じ、以下の a.～m.を記載した調達仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理する。（「(2) 調達製品の管理」参照）

- a. 仕様明細
- b. 設計要求事項
- c. 材料・機器の管理に関する要求事項
- d. 製作・据付に関する要求事項
- e. 試験・検査に関する要求事項
- f. 適用法令等に関する要求事項
- g. 品質保証要求事項（添付－2 第6表参照）
- h. 調達物品等の不適合の報告及び処理に係る要求事項
- i. 健全な安全文化を育成し維持するための活動に関する必要な要求事項
- j. 解析業務に関する要求事項（解析委託の管理については、添付－4 参照）
- k. 安全上重要なポンプの主軸の調達における要求事項
- l. 原子炉施設に係る情報システムの開発及び改造に関する要求事項
- m. 一般汎用品を原子炉施設に使用するに当たっての要求事項

これらに加え、以下の事項を供給者に要求する。

- ・ 調達製品の調達後における維持又は運用に必要な保安に係る技術情報の取得に関する事項
- ・ 不適合の報告（偽造品又は模造品の報告を含む。）及び処理に関する事項
- ・ 当社が供給先で検査を行う際に原子力規制委員会の職員が同行して工場等の施設に立ち入る場合があることに関する事項
- ・ 調達製品を受領する際に要求事項への適合状況を記録した文書の提出に関する事項

なお、取得した保安に係る技術情報は、必要に応じてほかの原子炉設置者と共有する。

(2) 調達製品の管理

調達仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、「設計・調達管理基準」、「保修基準」及び「土木建築基準」に基づき、業務の実施に当たって必要な図書（品質保証計画書（業務の区分 A,B）、作業要領書等）を供給者に提出させ、それを審査、確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。

(3) 調達製品の検証

調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、業務の区分、調達数量・調達内容等を考慮した調達製品の検証を行う。

供給先で検証を実施する場合、あらかじめ調達文書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証は、以下のいずれかの方法により実施する。

a. 検査

「試験・検査基準」に基づき、工場あるいは発電所で設計の妥当性確認を含む検査を実施する。検査の実施に当たっては、検証に関する管理要領を検討する。

当社が立会い又は記録確認を行う検査に関しては、供給者に以下の項目のうち必要な項目を含む検査要領書を作成させ、当社が事前に審査、確認した上で、検査要領書に基づき実施する。

- ・対象設備、目的、範囲、条件
- ・実施体制、方法、手順
- ・記録項目
- ・合否判定基準
- ・時期、頻度
- ・適用法令、基準、規格
- ・使用する測定機器
- ・不適合管理

可搬式ポンプ及びそれに接続するホース等の型番指定の汎用品を添付ー2 第5表に示す「業務の区分 E,F」で管理し購入する場合で、設備個々の機能・性能を調達段階の工事又は検査中で確認できないものについては、当社にて検査要領書を作成し、受入後に、機能・性能の確認を実施する。

b. 受入検査の実施

製品の受入れに当たり、受入検査を実施し、現品、発送許可証、その他の記録の確認を行う。

c. 記録の確認

作業日報、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。

d. 報告書の確認

調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。このうち、設計を調達した場合は供給者から提出させる納入図書に対して設計の検証を実施する。

e. 作業中のコミュニケーション等

調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会い等を実施することにより検証を行う。

f. 受注者品質保証監査（「3.6.4 受注者品質保証監査」参照）

3.6.4 受注者品質保証監査

供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成し維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、受注者品質保証監査を実施する。

(受注者品質保証監査を実施する場合の例)

(設備) 添付-2 第5表に定める業務の区分Aに該当し、機能・性能の大幅な変更がある場合

(役務) 過去3年以内に監査実績がない供給者で、添付-2 第5表に定める業務の区分Bに該当する場合

但し、過去(5年を目安)に同種製品又は役務の調達を実施され、監査結果が良好な場合は除外可能とする。

供給者の発注先(安全上重要な機能に係る主要業務を行う企業)(以下「外注先」という。)について、下記に該当する場合は、直接外注先に監査を行う。

- ・当社が行う供給者に対する監査において、供給者における外注先の品質保証活動の確認が不十分と認められる場合
- ・不適合等が発生して、外注先の調査が必要となった場合
- ・設計・製作の主体が外注先である場合

設工認に係る供給者については、供給者の評価を実施し、供給者の調達製品を供給する能力に問題はないことを確認しており、必要に応じて監査を実施する。

3.6.5 設工認における調達管理の特例

設工認の対象となる適合性確認対象設備のうち、設工認申請(届出)時点で設置されている設備がある場合は、設置当時に調達を終えており、「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づく管理は適用しない。

3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1 文書及び記録の管理

設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長は、設工認に係る文書及び記録について、以下の管理を実施する。

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

設計、工事及び検査に係る文書及び記録については、品質マネジメントシステム計画の「別図 1 保安規定品質マネジメントシステム計画に係る規定文書体系図」に示す規定文書、規定文書に基づき業務ごとに作成される文書（一般図書）、それらに基づき作成される品質記録（設備図書、一般図書）があり、これらを「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき管理する。

当社の品質記録は、設備に関する情報として最新性を維持するための管理が行われている「設備図書」と、活動の結果を示す記録として管理する「一般図書」に分けて管理している。設工認に係る主な品質記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第 3.7-1 表に示す。

設工認では、主に第 3.7-1 図に示す文書及び記録を使って、技術基準規則等への適合性を確保するための設計、工事及び検査を実施するが、これらの中には、原子力発電所の建設時からの記録等、過去の品質保証体制で作成されたものも含まれている。

これらの記録であっても、建設以降の品質保証体制が品管規則の文書及び記録の管理に関する要求事項に適合したものとなっていることから、品質マネジメントシステム計画に基づく品質保証体制下の文書及び記録と同等の品質が確保されている。

建設時からの文書及び記録に関する管理とそのベースとなる民間規格等の変遷及びそれらが品管規則の趣旨と同等であることについて、添付-1 第 2 表に示す。

(2) 供給者が所有する当社の管理下でない図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において当社の管理下でない供給者が所有する図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質保証体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書が当該設備としての識別が可能な場合において、適用可能な図書として扱う。

この供給者が所有する図書を入手した場合は、当社の文書管理下で第 3.7

－1 表に示す設備図書又は一般図書として管理する。

当該設備に関する図書がない場合で、代替可能な図書が存在する場合は、供給者の品質保証体制をプロセス調査することによりその図書の品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための図書として用いる。

(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

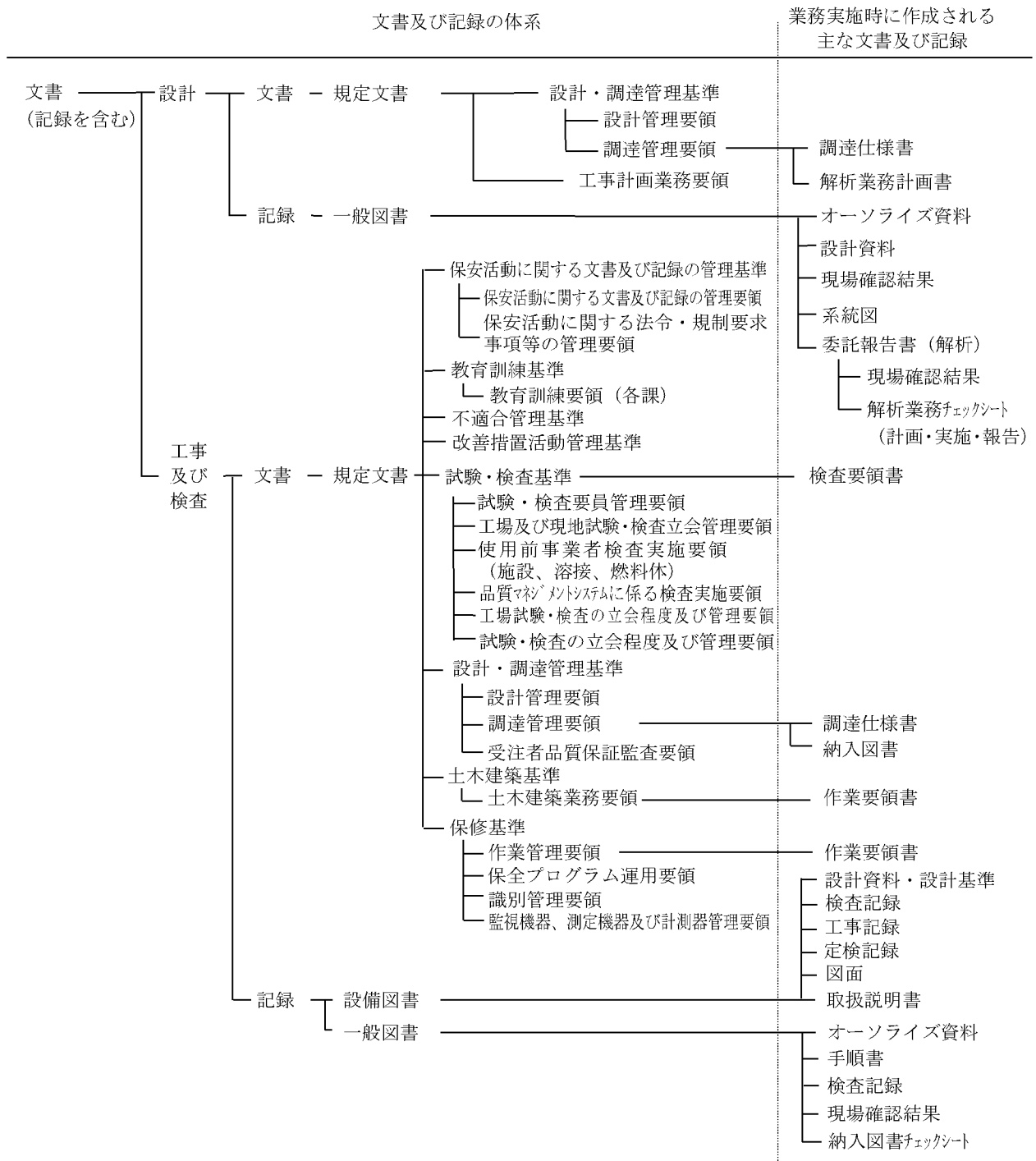
使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合に用いる記録は、原則として最新性が確保されている「設備図書」を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備に設工認申請（届出）時点で設置されている設備が含まれている場合があり、この場合は、「設備図書」だけでなく、第 3.7－1 表に示す「一般図書」も用いることもあり、この場合は、「一般図書」の内容が、実施する使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであることを、型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であることを確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

使用前事業者検査に用いた「一般図書」は、供用開始後に、「設備図書」として管理する。

第 3.7-1 表 品質記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
設備図書	品質保証体制下で作成され、建設当時から同様の方法で、設備の改造等に合わせて、図書を最新に管理している図書
一般図書 (主な一般図書)	作成当時の品質保証体制下で作成され、記録として管理している図書（試験・検査の記録を含む。） 設備図書のように最新に維持されているものではないが、設備の状態を示すものであることを確認することにより、設備図書と同等の記録となる図書
既設工認	設置又は改造当時の工事計画、設計及び工事の計画の認可を受けた図書で、当該計画に基づく使用前検査の合格若しくは使用前確認の確認を以って、その設備の状態を示す図書
設計文書（記録）	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録（自社解析の記録を含む。）
自主検査結果（記録）	品質保証体制下で行った当該設備の状態を確認するための試験及び検査の記録
工事中の設備に関する納入図書	設備の工事中の図書であり、このうち、図面等の最新版の維持が必要な図書は、工事竣工後に「設備図書」として管理する図書
委託報告書	品質保証体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果（解析結果を含む。）
供給者から入手した設計図書等	供給者を通じて、供給者所有の設計図書、製作図書等を入手した図書
製品仕様書、又は仕様 がわかるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書、又は仕様を確認できるカタログ等で設計に関する事項が確認できる資料
現場確認（ウォークダウン）結果	品質保証体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録



【定義】 (保安活動に関する文書及び記録の管理基準)

- ・ 規定文書：統一した取扱いを必要とする事項について定めた文書
- ・ 業務要領：規定文書のうち「基準」を補足する詳細な手順を定めた文書
- ・ 一般図書：規定文書、業務要領及び設備図書以外の文書及び記録
- ・ 記録：業務の実施結果又は、活動の証拠で、設備図書、一般図書の2種類に区分して管理

第 3.7-1 図 設計、工事及び検査に係る品質マネジメントシステムに関する文書体系

3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ

設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長は、設工認に係る識別及びトレーサビリティについて、以下の管理を実施する。

(1) 計測器の管理

a. 当社所有の計測器の管理

(a) 校正・検証

定めた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証又はその両方を行う。また、そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。

なお、適合性確認対象設備で、調達当時の考え方によりトレーサブルな記録がない場合は、調達当時の計測器の管理として、国際又は国家計量標準につながる管理が行われていたことを確認する。

(b) 識別管理

イ. 計測器管理台帳による識別

校正の状態を明確にするため、計測器管理台帳に、校正日及び校正頻度を記載し、有効期限内であることを識別する。計測器が故障等で使用できない場合、使用禁止を計測器管理台帳に記載する。修理等で使用可能となれば、使用禁止から校正日へ記載を変更することで、使用可能であることを明確にする。

ロ. 計測器管理ラベルによる識別

計測器の校正の状態を明確にするよう、計測器管理ラベルに必要事項を記載し、計測器の目立ちやすいところに貼付し識別する。

b. 当社所有以外の計測器の管理

供給者持込計測器の管理については、使用する前までに計測器名、型式、製造番号、校正頻度、トレーサビリティを校正記録等で確認する。

(2) 機器、弁及び配管等の管理

機器類、弁及び配管類は、刻印、タグ、銘板、台帳、塗装表示等にて管理する。

3.8 不適合管理

設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長は、設工認に係る設計、工事及び検査において発生した不適合については、「不適合管理基準」及び「改善措置活動管理基準」に基づき管理を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

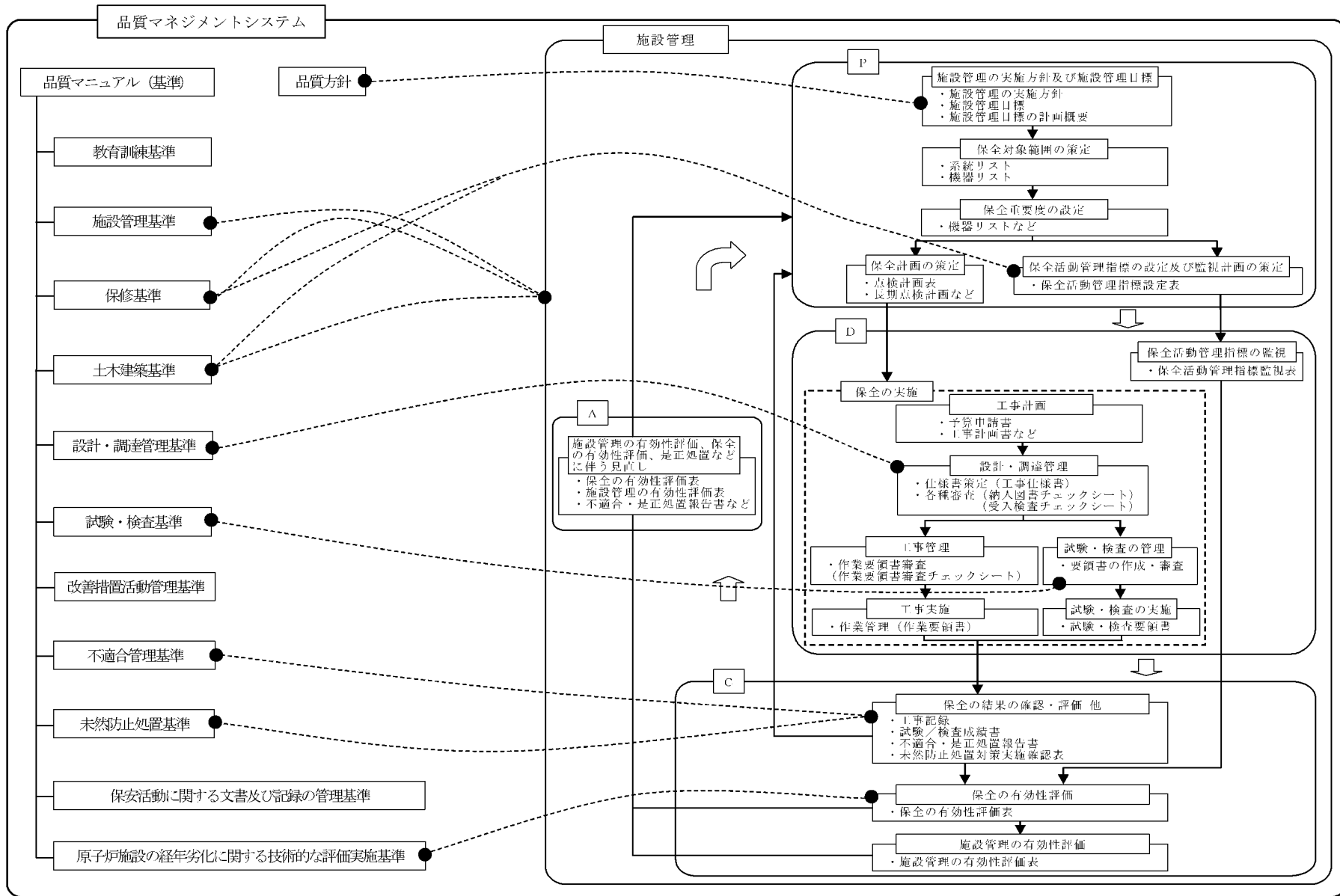
設工認に基づく工事は、「保守基準」及び「土木建築基準」の「保全計画の策定」の中の「設計及び工事の計画」として、保安規定に基づく施設管理に係る業務プロセス

実施している。

施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連を第 4-1 図に示す。

設工認申請（届出）時点で設置されている適合性確認対象設備がある場合は、巡視点検、日常の保守及び保全計画に基づく点検等を実施し、異常のないことを確認している。

適合性確認対象設備については、技術基準規則への適合性を、使用前事業者検査を実施することにより確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づき保全重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。



第4-1図 施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連

5. 様式

- (1) 様式-1：本設計及び工事の計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）
- (2) 様式-2：設備リスト（例）
- (3) 様式-3：技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）
- (4) 様式-4：施設と条文の対比一覧表（例）
- (5) 様式-5-1：技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表（例）
- (6) 様式-5-2：設工認添付書類星取表（例）
- (7) 様式-6：各条文の設計の考え方（例）
- (8) 様式-7：要求事項との対比表（例）
- (9) 様式-8：基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）

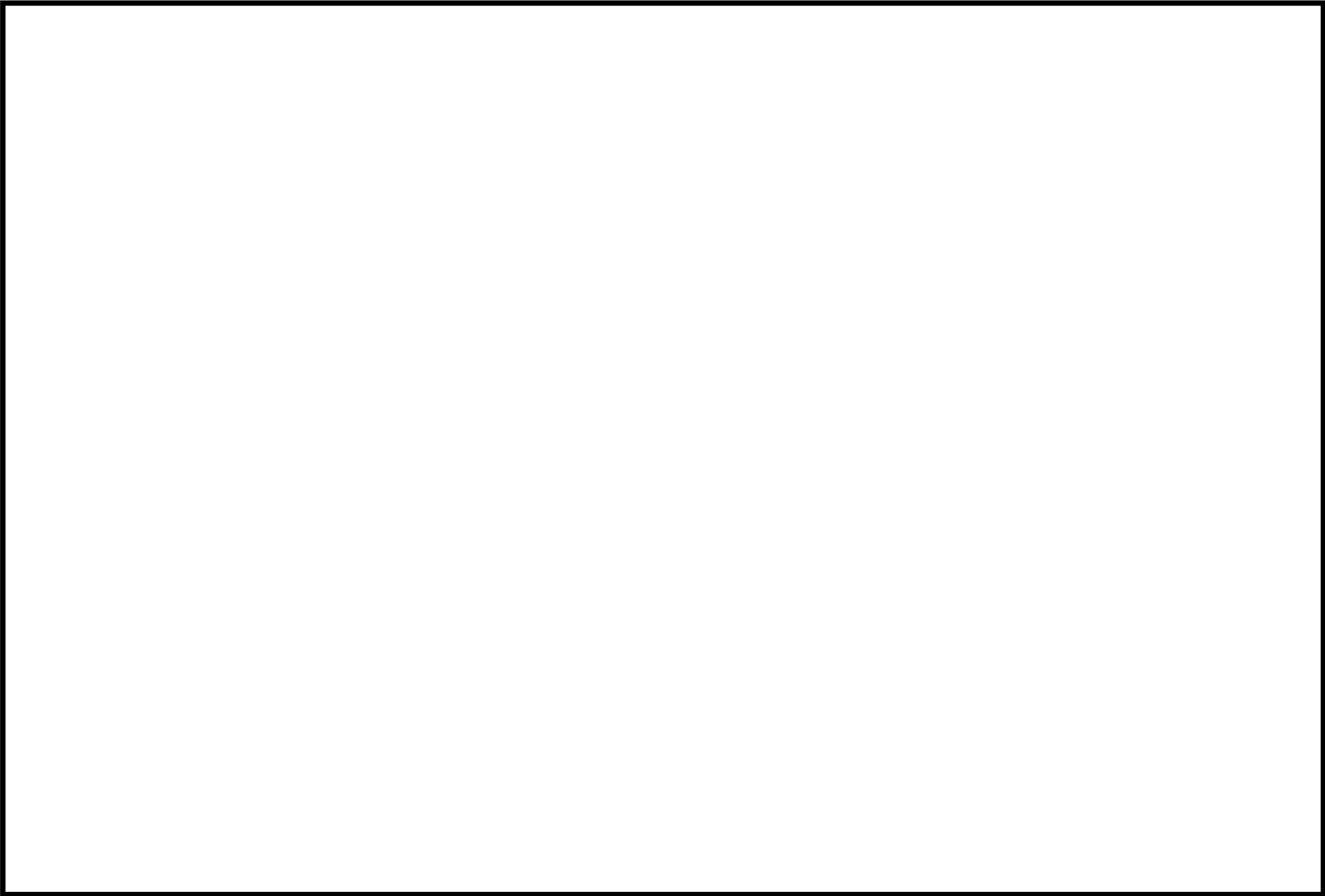
本設計及び工事の計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）

各段階	プロセス 実績：3.3.1~3.3.3(4) 計画：3.4.1~3.5.6	組 織						インプット	アウトプット	他の記録類
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化									
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定									
3.3.3(1)	基本設計方針の作成（設計1）									
3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）									
3.3.3(3)										
3.3.3(4)	設計開発の結果に係る情報に対する検証									
3.4.1	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）									
3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施									
3.5.2	設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がり の明確化									
3.5.3	使用前事業者検査の計画									
3.5.4	検査計画の管理									
3.5.6	使用前事業者検査の実施									

設備リスト【重大事故等対処設備】(例)

設置許可 基準規則 ／ 技術基準 規則 条文	技術基 準規則 及び 解釈	必要な 機能等	設備等	設備 ／ 運用	既設 ／ 新設	追加要求 事項に対 して必須 の設備、 運用か (○、×)	実用炉規則 別表第二の 記載対象 設備か (○、×)	既設工認 に記載が されてい ないか (○、×)	必要な対 策が(a),(b) のうち、 どこに対 応するか	実用炉規則 別表第二に 関連する施 設・設備区 分	添入主要 設備記載 有無	備 考
○○設備												
○○設備												

(注) (a)は適合性確認対象設備のうち未設工認設備、(b)は適合性確認対象設備のうち既設工認設備を示す。



技術基準規則の各条文と各施設における適用可否の考え方（例）

技術基準規則 第〇〇条（〇〇〇〇〇）		条文の分類	
実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則		実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈	
対象施設	適用可否判断 (○or△)	理由	備考
原子炉本体			
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設			
原子炉冷却系統施設			
計測制御系統施設			
放射性廃棄物の廃棄施設			
放射線管理施設			
原子炉格納施設			
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備		
	常用電源設備		
	補助ボイラー		
	火災防護設備		
	浸水防護施設		
	補機駆動用燃料設備		
	非常用取水設備		
	敷地内土木構造物		
	緊急時対策所		
第7、13条への対応に必要となる施設（原子炉冷却系統施設）			

施設と条文の対比一覧表 (例)

条文	重大事故等対処施設																													
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
	地盤	地震	津波	火災	特重設備	重大事故等対処設備	材料構造	破壊の防止	安全弁	耐圧試験	未臨界	高圧時の冷却	パウンダリの減圧	低圧時の冷却	最終ヒートシンク	CV冷却	CV過圧破損防止	下部溶融炉心冷却	CV水素爆発	原子炉建屋水素爆発	SFP冷却	拡散抑制	水の供給	電源設備	計装設備	原子炉制御室	監視測定設備	緊急時対策所	通信	準用
原子炉施設の種類	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
原子炉本体																														
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設																														
原子炉冷却系統施設																														
計測制御系統施設																														
放射性廃棄物の廃棄施設																														
放射線管理施設																														
原子炉格納施設																														
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備																													
	常用電源設備																													
	補助ボイラー																													
	火災防護設備																													
	浸水防護施設																													
	補機駆動用燃料設備																													
	非常用取水設備																													
	敷地内土木構造物																													
緊急時対策所																														

- ：条文要求に追加・変更がある又は追加設備がある
- △：条文要求に追加・変更がないため当該条文の変更要求に対する設備がないが、他条文の変更等により対応する追加設備があるため基準への適合性を確認する必要があるもの
- －：条文要求を受ける設備がない
- ：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある
- ◇：条文要求の一部準用（特定重大事故等対処施設を構成する設備の性質から必要と考えられる要求事項を踏まえた設計とする）

技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表 (例)

〇〇施設							第〇〇条			第〇〇条								
							第〇項			第〇項			第〇項					
							基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面			
施設区分	設備区分	機器区分	設備／運用	必要な機能等	該当条文	設備名称	基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面			
〇〇施設																		
	技術基準 要求設備 (要目表と して記載要 求のない設 備)																	

各条文の設計の考え方 (例)

第〇条 (〇〇〇〇〇〇)					
1. 技術基準規則の条文、解釈への適合性に関する考え方					
No.	基本設計方針で 記載する事項	適合性の考え方 (理由)	項号	解釈	説明資料等
2. 設置許可本文のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方	説明資料等		
3. 設置許可添人のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方	説明資料等		
4. 詳細な検討が必要な事項					
No.	記載先				

要求事項との対比表 (例)

技術基準規則・解釈*	設工認 基本設計方針	設置(変更)許可(〇〇年〇〇 月〇〇日付け)本文	設置(変更)許可(〇〇年〇 〇月〇〇日付け)添付書類八	備 考

*技術基準規則・解釈については、記載内容が少ない場合は、この欄を省略することを「可」とする。

基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）

〇〇施設						技術基準 規則 第〇〇条							
						基本 設計 方針							
施設 区分	設備 区分	機器 区分	設備 ／ 運用	必要 な機 能等	該当 条文	機器名称	設工認設計結果 (要目表/設計方針)	設備の具体 的設計結果	確認方法	設工認設計結果 (要目表/設計方針)	設備の具体 的設計結果	確認方法	
							〇〇施設	技術基準 要求設備 として記 載要求の ない設備)				〇〇条	
【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】								
		【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】								
技術基準 要求設備 として記 載要求の ない設備)					〇〇条					【検査項目】			【検査項目】
								【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】
										【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】
技術基準 要求設備 として記 載要求の ない設備)					〇〇条				【検査項目】			【検査項目】	
							【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】	
									【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】	

建設時からの品質保証体制

当社は、日本電気協会が原子力発電所の品質保証活動推進のために民間指針として昭和47年に制定した「原子力発電所建設の品質保証手引き」(JEAG4101-1972)の内容を反映した「原子力発電所建設工事品質管理要則」(昭和51年10月1日制定)を定めることにより最初の品質保証体制を構築した。その後、川内原子力発電所第1号機(昭和54年1月工事着工)、同第2号機(昭和56年5月工事着工)、玄海原子力発電所第3/4号機(昭和60年8月工事着工)の建設を開始することになるが、JEAG4101の改正を適宜反映しながら、発電所の建設工事に関する品質を確保してきた。平成15年には品質保証計画書を保安規定に定めることが義務化され、それに合わせて、JEAG4101からJEAC4111「原子力発電所における安全のための品質保証規程」に移行されたことを受けて、当社の品質保証体制を再構築し、現在に至っている。

このような品質保証活動の中で、一貫して行ってきた根幹となる品質保証活動と安全文化を醸成するための活動につながる視点を用いて整理した結果を第1表に示す。

また、建設当時からの文書及び記録に関する管理とそのベースとなる民間規格の変遷及びそれらが品管規則と同等の趣旨の管理を求めていたことについて、第2表に示す。

第1表 安全文化を醸成する活動につながる品質保証活動

	安全文化を醸成するための活動につながる主な視点	品質保証体制を構築した以降の安全文化を醸成するための活動につながる品質保証活動
1	原子力安全に対する個人及び集団としての決意の表明と実践	・品質保証体制の把握と確実な遂行の確認
2	原子力安全に対する当事者意識の高揚	
3	コミュニケーションの奨励と報告を重視する開かれた文化の構築	・必要な会議の実施 ・工場検査立会い時の日報作成(コミュニケーション)
4	欠陥に関する報告	・懸案事項とその処置の検討 ・不具合に対する処置と是正処置の確認
5	改善提案に対する迅速な対応	
6	安全と安全文化の更なる醸成とその継続的な改善	・安全に関する基本的設計条件を満たすことの確認 ・試験時の安全管理
7	組織及び個人の責任と説明責任	・組織及び業務分担の明確化
8	問い掛ける姿勢及び学習する姿勢の奨励と慢心を戒める方策の模索と実施	・品質管理に関する教育の実施 ・検査時の基本的姿勢の明確化(単なる検査にならないよう)
9	安全及び安全文化に関する重要な要素についての共通の理解	・業務の各段階におけるルールの明確化 ・試験時の安全管理
10	リスクの意識とその共通理解	・問題点、懸案事項に対する検討と処置
11	慎重な意思決定	・審査・承認の明確化 ・受注者の供給者に対する管理方法の明確化

第2表 文書及び記録に関する管理と文書体系の主な変遷

文書管理と文書管理に適用する規格との関係図	JEAG4101に基づく管理		JEAC4111に基づく管理	
	JEAG4101-1981 (IAEA50-C-QA(1978)反映) 原子力発電所の設計から運転段階における品質保証指針として改定 JEAG4101-1985 運転・保守管理の追加 S51.10.1	JEAG4101-1990 (IAEA50-C-QA(1988)の反映) JEAG4101-1993 独立監査組織に関する要求事項追加 JEAG4101-2000 IAEA50-C/SG-Q(1996)反映	JEAC4111-2003 (原子力発電所における安全のための品質保証規程として制定) JEAC4111-2009 ISO9001-2008 反映 H15.11.1	品管規則に基づく管理 H25.7.1
品管規則と適用規格など	JEAG4101-1972 (10CFR50AppBを参考に、原子力発電所建設の品質保証手引きとして制定) 2. 一般事項 (4) 設置者は、図面、仕様書、試験、検査記録、監査記録等、品質保証に関する文書について、設置者と受注者がそれぞれ保管管理すべきものを明確にし、責任を持って管理し、また管理させること。	3.1 文書管理 12.品質記録管理	4.2.3 文書管理 4.2.4 記録の管理	品管規則 (括弧内は改正品管規則条項) (文書の管理) 第六条 (第七条) (記録の管理) 第七条 (第八条)
品質保証上の文書管理に関する要求事項	原子力発電所建設工事品質管理要則【S51.10.1版】 2.3 図面、仕様書の管理 2.13 品質管理記録の管理 建設所における品質管理基準【S54.3.13版】 3.4 文書、記録管理 (1)法令に基づく願、届、報告書、検査記録等 (2)図面、仕様書、要領書等 (3)台帳類 (4)記録写真 (5)工事記録、検査記録、チェックシート等 (6)建設記録 (7)その他の文書、記録	原子力発電所建設工事品質保証要則【H5.3.1版】 4. 文書管理 12.品質記録の管理	原子力発電所品質マニュアル (要則)【H15.11.1版】 4.2.3 文書管理 4.2.4 記録の管理	原子力発電所品質マニュアル (要則)【H25.7.1版】 4.2.3 文書管理 4.2.4 記録の管理
品質記録の管理方法 (設備図書と一般図書の扱い)	図面、資料整理基準【S52.11版】 (適用対象：管理課[現技術課]) 2. 適用範囲 (1)本基準による整理対象は次のものとする a. 図面及び資料 (現在の設備図書を含む。) ・ 工事中変更箇所が生じた場合、受注者は図面を修正し、再承認申請を行う。 ・ 再承認を行った図面及び資料は関係各課へ送付し、各課にて保管を行う。 b. 官方関係資料 c. 一般図書 文書、記録管理基準【S52.10版】 (適用対象：技術課[現保修課]) 1.1 文書類の基本分類 文書、資料、図面、工事写真 2. 文書 3. 資料 (現在の設備図書を含む。) ・ 「図面、資料整理基準」に従い、配布された資料の回覧、保管を行う。 4. 図面 (現在の設備図書を含む。) ・ 「図面、資料整理基準」に従い、配布された図面の回覧、保管を行う。 5. 工事写真	文書管理要項【S63.4.11版】 2.1 管理すべき文書の区分 1. 設備図書 (1)取扱説明書 (2)設計資料、設計基準 (3)検査記録 (4)台帳、リスト (5)改造工事記録 (6)定検記録 (7)建設記録 (8)契約仕様書 (9)図面 2. 一般図書 2.5 文書の改訂 2 設備図書の改訂 設備図書の管理手順に従い、図書を修正するとともに改訂内容を周知徹底する。 技術要項【H4.2.28版】 設備・運用方法等変更時の規定類等反映管理要領に従い、設備の変更を実施する場合、設備図書の変更要否を確認し、設備の工事完了あるいは運用開始までに変更を行う。※	品質保証活動に関する文書及び記録の管理基準【H15.11.1版】 1.4 用語の定義 (1)設備図書 (2)一般図書 3 品質記録管理基準 品質保証関連記録は、設備図書、一般図書(記録)の2種類に区分して管理する。 技術基準【H15.11.1版】 設備・運用方法等変更時の管理要領に従い、設備の変更を実施する場合、設備図書の変更要否を確認し、設備の運用開始までに変更を行う。	保安活動に関する文書及び記録の管理基準【H25.7.1版】 1.4 用語の定義 (1)設備図書 (2)一般図書 3 記録管理 記録は、設備図書、一般図書の2種類に区分して管理する。 技術基準【H25.7.1版】 設備・運用方法等変更時の管理要領に従い、設備の変更を実施する場合、設備図書の変更要否を確認し、設備の運用開始までに変更を行う。

当社におけるグレード分けの考え方

1. 設計管理、調達管理におけるグレード分けの考え方

当社では業務の実施に際し、原子力安全に及ぼす影響に応じて、グレード分けの考え方を適用している。設工認に係る「設計・開発」管理（品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」）や「調達」管理（品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」）に係るグレード分けについては、次のとおりである。

(1) 設備の「設計開発」管理に係るグレード分けの考え方

設工認に係る設備の「設計開発」の管理におけるグレード分けの考え方は、第1表のとおりである。

第1表 設備の「設計開発」の管理に係るグレード分け

グレード	工事区分	設計区分
グレード1	原子力発電所の安全上重要な設備及び構築物等に関する工事	実用炉規則別表第二対象設備に該当する原子炉施設に関する工事の要求事項への適合性を確保するための設計*1（以下「要求事項への適合性を確保するための設計」という。）
グレード2		実用炉規則別表第二対象設備以外の原子炉施設の工事のための設計
グレード3	上記以外の原子力施設に関する工事	

*1：この設計には、新たな規制基準等の要求事項を既存の施設等へ適用する場合を含む。

(2) 設備の「設計開発」の管理に係るグレードごとの適用範囲

設工認に係る設備の「設計開発」の管理におけるグレードに応じて適用する管理の段階は、第2表のとおりであり、各管理の段階とその実施内容は、第3表のとおりである。

第2表 管理の段階とグレード毎の適用範囲

管理の段階		管理のグレード		
		グレード1	グレード2	グレード3
I	設備導入の計画	○	○	○
II	要求事項への適合性を確保するための設計（設計1、設計2）	○	—	—
III	調達文書作成（必要により）	○	○	○
IV	設備の具体的な設計（設計3）	○	○※3	○※3,※4
	工事及び試験・検査	○※1	○	○
V	一般汎用品に対する機能・性能確認	○※2	—	—

※1 一般汎用品の機能・性能を当社により管理できる場合を含む。

※2 一般汎用品の機能・性能を管理の段階IVの工事及び検査で確認できない場合

※3 自社設計の場合、以下に示す必要な管理を実施する。

・グレード2：「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」～「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）」

・グレード3：「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）」

※4 一般汎用品を除く。

第3表 管理の段階毎の実施内容

管理の段階		実施内容
I	設備導入の計画	主要工事業務計画、オーソライズにより、設計対象設備の基本仕様、工事完了までに必要となる業務、関係箇所の役割分担を含めた設備導入の計画を作成する。
II	要求事項への適合性を確保するための設計 (設計1、設計2)	要求事項への適合性を確保するための設計を、「3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画」～「3.3.3(4) 設計開発の結果に係る情報に対する検証」に基づき、実施する。 設計業務をアウトソースする場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき管理する。
III	調達文書作成 (必要により)	調達文書を「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき作成し、供給者に設備の設計業務をアウトソースする。
IV	設備の具体的な設計 (設計3)	設備の具体的な設計を実施する。設計業務をアウトソースする場合は、「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施(設計3)」に基づき管理する。
	工事及び試験・検査	工事を、設計結果に基づき実施する。工事をアウトソースする場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき管理する。 検査は、「3.5 使用前事業者検査」に基づき、工場製作段階又は現地工事段階において実施する。
V	一般汎用品に対する機能・性能確認	一般汎用品に対する機能・性能確認を「3.6.3 調達製品の調達管理」の「(3) 調達製品の検証」に基づき実施する。

(3) 設備の「調達」管理に係るグレード分けの考え方

設備の「調達」管理に係るグレード分けの考え方は、以下に示す品質保証上の要求事項に対し、業務の重要度に応じたグレード分けを適用する。

a. 業務の区分に応じた品質保証上の要求事項

当社は、供給者に対し、「業務の区分」(第5表参照)に応じた品質保証上の要求(第6表参照)を行うことにより、供給者に品質保証体制を確立させた上で、調達管理を実施する。

この「業務の区分」は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に定める重要度に供給信頼度(稼働率)を加味した「品質重要度分類」(第4表参照)等の業務の重要度に応じて定め、該当する業務の区分が複数ある場合は、業務の区分が高い方を適用する。

第4表 品質重要度分類

安全性 稼働率	クラス1		クラス2		クラス3		クラス外
	PS-1	MS-1	PS-2	MS-2	PS-3	MS-3	
R1*1	A				B		
R2*2							
R3*3					C1*4	C2*5	

- *1 その設備の故障により発電停止となる設備
- *2 その故障がプラント運転に重大な影響を及ぼす設備（R1を除く。）
- *3 上記以外でその故障がプラント稼働にほとんど影響を及ぼさない設備
- *4 ①第3者機関の検査を受ける設備、②予備機がなくかつ保守・取替等の作業が出来ない機器、③原子炉格納容器内の設備、④特殊な条件下での信頼性維持を求められている設備
- *5 A,B,C1以外の設備

第5表 業務の重要度に応じた業務の区分

業務の重要度		業務の区分（高⇔低）*3					
		A	B	C	D	E	F
設備	品質重要度分類 A,B の工事	○	—	—	—	○*1	—
	品質重要度分類 C(C1,C2)の工事	—	—	○	—	—	—
	設工認申請又は届出対象の工事	○	—	—	—	○*1	—
	上記以外の工事	—	—	—	—	—	○
*2 役務	品質重要度分類 A,B に関する役務	—	○	—	—	—	—
	品質重要度分類 C(C1,C2)に関する役務	—	—	—	○	—	—
	設工認申請又は届出対象の工事に関する役務	—	○	—	—	—	—
	保安規定に直接関連する役務	—	○	—	—	—	—
	品質マネジメントシステムの運用管理に関する役務	—	—	—	○	—	—
	上記以外の役務	—	—	—	—	—	○

- *1 過去に設計を行った設備と同じ設備の型番購入において実績があること。また、一般汎用品の型番購入においては、原子力特有の技術仕様書を基に設計・製作されたものでない一般汎用品の中からそれに合致する設備を当社が設計の中で特定し、その設備を調達するものであることから、供給者に対する品質保証上の要求事項（第6表参照）は必要なものに限定している。
- *2 役務には、本設工認に係る解析業務が該当
- *3 上記に示した「業務の区分」よりも高いグレードを適用する場合がある。

第6表 業務の区分ごとの供給者の品質保証体制に対する品質保証上の要求

品質保証活動に関する要求項目	業務の区分					
	A	B	C	D	E	F
①品質保証体制の構築（組織の状況）	○	○	○	○	—	—
②経営者の責任（リーダーシップ）	○	○	—	—	—	—
③計画並びにリスク及び機会への取組み（予防処置を含む）	○	○	○	○	—	—
④資源の運用管理（支援）	○	○	○	○	—	—
⑤監視機器及び測定機器の管理	○	○	○	○	○	—
⑥コミュニケーション	○	○	○	○	—	—
⑦文書及び記録の管理（文書化した情報）	○	○	○	○	—	—
⑧業務の計画及び管理	○	○	○	○	—	—
⑨設計管理（製品及び役務の設計・開発）	○	○	○	○	—	—
⑩調達管理（外部から提供されるプロセス、製品及び役務の管理）	○	○	○	○	—	—
⑪業務の実施及び特殊工程管理	○	○	○	○	—	—
⑫識別及びトレーサビリティ	○	○	○	○	○	—
⑬当社の所有物	○	○	○	○	○	○
⑭中間品及びアウトプットの保存	○	○	○	○	—	—
⑮引渡し後の活動	○	○	○	○	—	—
⑯変更の管理	○	○	○	○	—	—
⑰監視及び測定（製品及び役務のリリース）	○	○	○	○	—	—
⑱不適合及び是正処置（不適合の報告及び処 理に係る要求を含む）	○	○	○	○	—	—
⑲パフォーマンス評価	○	○	○	○	—	—
⑳改善	○	○	—	—	—	—

技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方

1. 設置変更許可申請書との整合性を確保する観点から、設置変更許可申請書本文に記載している、適合性確認対象設備に関する設置許可基準規則に適合させるための「設備の設計方針」や、設備と一体となって適合性を担保するための「運用」を基にした詳細設計が必要な設計要求事項を記載する。
2. 技術基準規則及びその解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文以外で詳細設計が必要な設計要求事項（多様性拡張設備 等）がある場合は、その理由を「各条文の設計の考え方」に明確にした上で記載する。
3. 自主的に設置したものは、原則として記載しない。
4. 基本設計方針は、必要に応じて並び替えることにより、技術基準規則の記載順となるように構成し、箇条書きにするなど表現を工夫する。
5. 基本設計方針の作成に当たっては、必要に応じ、以下に示す考え方で作成する。
 - (1) 設置変更許可申請書本文記載事項のうち、「性能」を記載している設計方針は、技術基準規則への適合性を確保する上で、その「性能」を持たせるために特定できる手段がわかるように記載する。

また、技術基準規則への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

なお、手段となる「仕様」が要目表で明確な場合は記載しない。
 - (2) 設置変更許可申請書本文記載事項のうち「運用」は、「基本設計方針」として、運用の継続的改善を阻害しない範囲で必ず遵守しなければならない条件がわかる程度の記載を行うとともに、運用を定める箇所（品質マネジメントシステムの 2 次文書で定める場合は「保安規定」を記載）の呼び込みを記載し、必要に応じ、当該施設に関連する別表第二に示す添付書類の中でその運用の詳細を記載する。

また、技術基準規則及びその解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

- (3) 設置変更許可申請書本文で評価を伴う記載がある場合は、設工認資料にて担保する条件を以下の方法を使い分けることにより記載する。
- a. 評価結果が示されている場合、評価結果を受けて必要となった措置のみを設工認対象とする。
 - b. 今後評価することが示されている場合、評価する段階（「設計」若しくは「工事」）を明確にし、評価の方法及び条件、その評価結果に応じて取る措置の両者を設計対象とする。
- (4) 第 10 条など、要求事項が該当しない条文については、該当しない旨の理由を記載する。
- (5) 条項号のうち、適用する設備がない要求事項は、「適合するものであることを確認する」という設工認審査の観点を踏まえ、当該要求事項の対象となる設備を設置しない旨を記載する。
- (6) 技術基準規則の解釈等に示された指針・行政文書・他省令の呼び込みがある場合は、以下の要領で記載を行う。
- a. 設置時に適用される要求など、特定の版の使用が求められている場合は、引用する文書名及び版を識別するための情報（施行日等）を記載する。
 - b. 監視試験片の試験方法を示した規格など、条文等で特定の版が示されているが施設管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先の表示に加え、当該文書名とそのコード番号（必要時）を記載する。
 - c. 解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題で記載する。
 - d. 条件付の民間規格や設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。また、設置変更許可申請書の添付を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼び込みは行わない。

設工認における解析管理について

1. 設工認対象工事における解析管理

設工認に必要な解析のうち、調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」参照）を通じて実施した解析は、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（平成 26 年 3 月 一般社団法人 原子力安全推進協会）」（以下「解析業務ガイドライン」という。）に示される要求事項に、耐震バックチェック不適合を踏まえた当社独自の要求事項を加えて策定した「設計・調達管理基準」に従い、供給者への解析要求事項を明確にしている。

解析業務における具体的な活動内容を、以下に示す。また、事業者と供給者の解析業務の流れ、及び組織内外の部門間の相互関係を第 1 表に示す。

調達によらない解析業務の管理（自社解析）の実績を第 2 表に示す。

(1) 調達仕様書の作成

調達を担当する組織の長は、解析業務における以下の要求事項を記載した調達仕様書を作成する。

a. 解析業務計画書の作成

解析業務計画書には、以下の内容を含む。

- (a) 解析業務の作業手順
 - (b) 解析結果の検証
 - (c) 委託報告書の確認
 - (d) 解析業務の変更管理
 - (e) 品質記録の保管管理
 - (f) 教育の実施
- b. 教育の実施
- c. 計算機プログラムの検証
- d. 入力根拠の明確化
- e. 入力結果の確認
- f. 解析結果の検証
- g. 委託報告書の確認
- h. 解析業務の変更管理
- i. 品質記録の保管管理
- j. 調達

(2) 調達製品（解析業務）の調達管理

調達管理における当社の管理を「a.当社が実施する解析業務の管理」に、供給者の管理を「b.供給者が実施する解析業務の管理」に示す。

a. 当社が実施する解析業務の管理

(a) 解析業務計画の確認

調達を担当する組織の長は、供給者に提出を求めた「解析業務計画書」（又は「委託実施要領書」）で以下のイ. ～ へ. の計画が明確にされていることを、「解析業務チェックシート（解析業務計画書用）」により確認する。

イ. 解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）

(イ) 計算機プログラムが適正であることの検証及び管理の方法

(ロ) 解析ごとの入力根拠の明確化

(ハ) 入力根拠の整理方法

(ニ) 入力根拠の確認及び入力が正確に実施されていることの確認

(ホ) 入力クロスチェック（必要時）*やダブルチェックによるデータの信頼性の確保

*入力クロスチェックとは、解析担当者以外で解析に精通した者で、解析担当者とは別の入力根拠を独立して作成し、そのデータと解析担当者が出力したエコーデータ（入力したデータの計算機出力）を照合することをいう。（入力クロスチェックの流れは第1図を参照）

この入力クロスチェックは、以下の条件に合致する供給者に対して適用する。

- ・当社における解析の委託実績がない供給者
- ・当該解析において、解析対象物に対し供給者で一般的に使用されていない解析手法を用いたり、実績のない対象に係る解析を実施する場合
- ・その他、調達を担当する組織の長が必要と判断した場合

ロ. 解析結果の検証

ハ. 委託報告書の確認

ニ. 解析業務の変更管理

ホ. 品質記録の保管管理

へ. 教育の実施

(b) 解析実施状況の確認

調達を担当する組織の長は「解析業務チェックシート（解析実施状況確認用）」を用いて現地調査による以下の実施状況を確認する。

- イ. 教育の実施状況
- ロ. 計算機プログラムの検証状況
- ハ. 計算機への入力が正しく行われたことの確認状況
- ニ. 解析結果の検証状況
- ホ. 解析業務の変更管理

(c) 解析業務結果の確認

調達を担当する組織の長は、供給者から提出された「委託報告書」を「解析業務チェックシート（委託報告書用）」により確認し、供給者が解析業務の計画に基づき適切に解析業務を実施したことを確認する。

b. 供給者が実施する解析業務の管理

供給者は、当社の調達仕様書の要求事項に基づき、以下のとおり、解析業務を実施する。

(a) 解析業務計画書の作成

供給者は、解析業務を実施するに当たり、あらかじめ解析業務の計画を解析業務計画書として策定し、事前に当社に提出して確認を受ける。

解析業務の計画では、以下の計画を明確にする。

イ. 解析業務の作業手順

- (イ) 計算機プログラムが適正であることの検証及び管理の方法（「(c) 計算機プログラムの検証」の内容を含む。）
- (ロ) 解析ごとの入力根拠の明確化（「(d) 入力根拠の明確化」の内容を含む。）
- (ハ) 計算機プログラムへの入力が正確に実施されたことの確認（「(e) 入力結果の確認」の内容を含む。）

(ニ) 入力及び計算式を含めた手計算結果の確認

- ロ. 解析結果の検証（「(f) 解析結果の検証」の内容を含む。）
- ハ. 委託報告書の確認（「(g) 委託報告書の確認」の内容を含む。）
- ニ. 解析業務の変更管理（「(h) 解析業務の変更管理」の内容を含む。）
- ホ. 品質記録の保管管理（「(i) 品質記録の保管管理」の内容を含む。）
- ヘ. 教育の実施（「(b) 教育の実施」の内容を含む。）

(b) 教育の実施

解析業務の実施に先立ち、当該の解析を実施する要員に対し、入力根拠・入力データに対する確認の重要性とそれを誤った場合の結果の重大性、及びそれらの誤りを見つけることの重要性に関する教育を実施する。

(c) 計算機プログラムの検証

計算機プログラムが適正なものであることを事前に検証する。

(d) 入力根拠の明確化

解析業務計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした文書を作成する。

(e) 入力結果の確認

イ. 解析担当者は、計算機プログラムへの入力が正確に実施されていることの確認を行う。建屋の耐震安全性評価の場合は、解析担当者及びそれ以外の者の2名によりダブルチェックする。

ロ. 入力根拠の確認及び入力が正確に実施されていることの確認を目的として、入力クロスチェック者が入力クロスチェックを実施する(必要時)。建屋の耐震安全性評価の場合は、入力クロスチェック者及びそれ以外の者によりダブルチェックする。

(f) 解析結果の検証

イ. 解析結果の検証として、あらかじめ策定した解析業務計画書等に従い、以下の観点を参考に審査を行う。

- ・ 入力根拠を明確にし、計算機プログラムへ入力しているか。
- ・ 汎用表計算ソフトウェアを使用する場合、その使用を明確にし、入力した計算式を事前に検証して登録しているか。
- ・ 解析結果が受容できるものであることを次の例に示すような方法で確認しているか。

(イ) 類似解析結果との比較

(ロ) 物理的あるいは工学的整合性の確認

- ・ 新設計の燃料、炉心、系統・設備等を採用した場合、あるいは新しい解析手順や計算機プログラムを適用した場合など、許認可申請用の設計解析に設計変更又は新規性が認められる場合には、デザインレビュー等により解析の妥当性を確認しているか。
- ・ 新たな解析を行わず、過去の検証済みの解析結果をそのまま使用する場合には、適用する設計インプットが同等であることを個々の仕様ごとに検証しているか。

- ・過去の検証済みの解析結果に適用された検証方法・内容程度が、最新の手順と同等でない場合には、最新の手順に従って改めて検証を行うか、あるいは不足分に対する追加の検証を行っているか。

ロ．審査者の検証活動を明確にして審査を行う。

(g) 委託報告書の確認

解析業務の結果を、当社の指定する書式又は当社の確認を得た書式に加工、編集して以下の内容を含めた委託報告書を作成する。

イ．教育の実施結果

ロ．計算機プログラムを用いた解析結果・汎用表計算ソフトウェアを用いた計算結果又は手計算による計算結果

ハ．解析ごとの入力根拠が正しく作成されたことの確認結果

ニ．計算機プログラムへ入力が正確に実施されたことの確認結果（入力クロスチェックの結果を含む。）

ホ．計算機プログラムの検証結果

検証結果として、「計算機コード（プログラム）名」、「開発機関」、「バージョン」、「開発時期」、「解析コード等の概要」、「検証方法」を記載する。

開発元が提示する例題や理論解との比較の実施状況などを確認し、計算機能が適正であることを検証する。

(h) 解析業務の変更管理

調達を担当する組織の長の要求に従い、以下の変更管理を実施する。

イ．解析業務の変更有無や変更があった場合は、変更内容を文書化し、解析業務の各段階において、その変更内容を反映する。

ロ．供給者から当社へ解析モデル・条件等を提案した後に供給者がそれらを変更する場合は、当社の確認を得てから変更する。

(i) 品質記録の保管管理

解析業務に係る必要な文書を、期限を定めて品質記録として管理する。

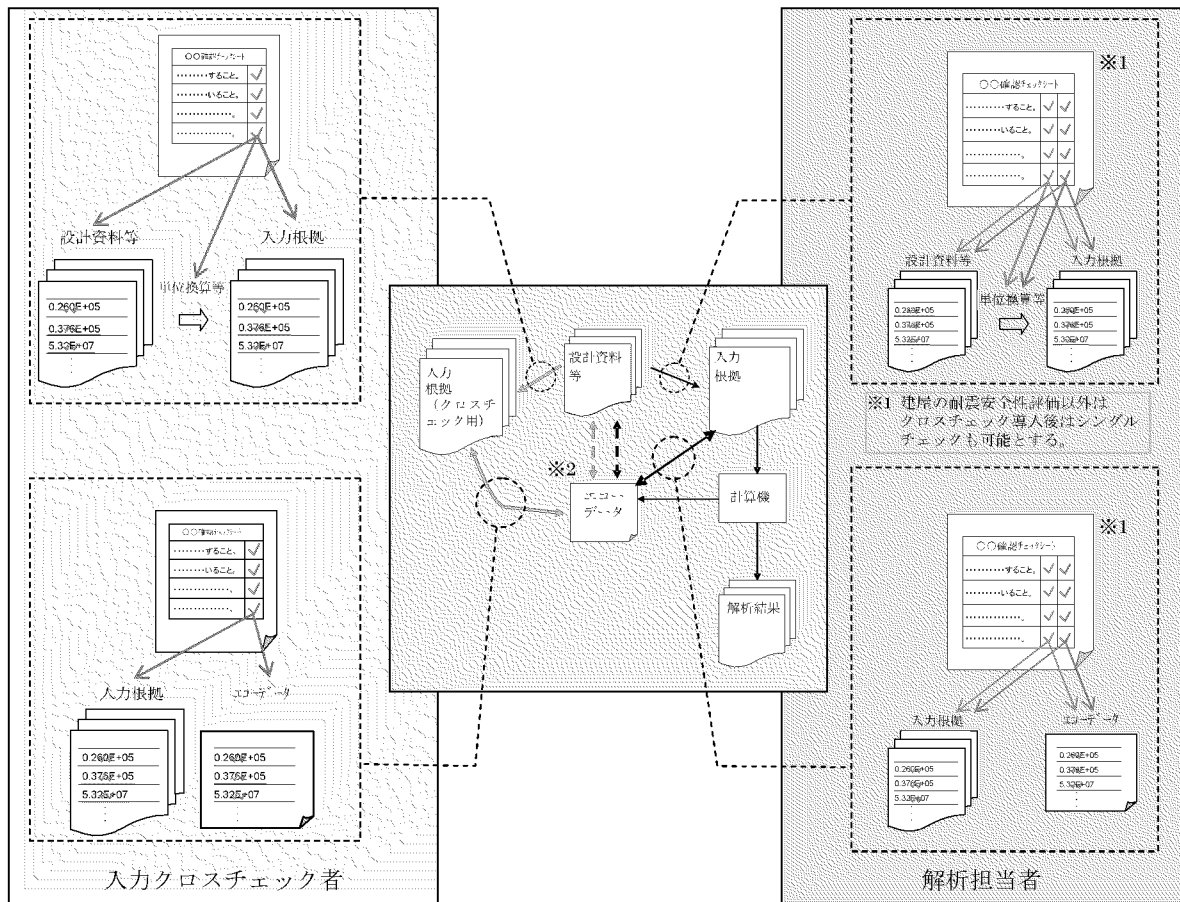
(j) 調 達

イ．解析業務のプロセスをアウトソースする場合には、あらかじめその内容を明確にする。また、アウトソースすることについて当社の確認を得る。

ロ．解析業務に係る必要な品質保証活動として、当社からの解析に関する要求事項を、購入仕様書や文書等で供給者の調達先にも要求する。

第1表 解析の業務フロー

管理の段階	当社（本店）	供給者（解析者）	解析結果を保証するための品質管理のポイント	当社における具体的な調達（解析）の管理の方法	証拠書類	備考（背景）
調達仕様書作成	①調達仕様書作成 ↓ 解析業務発注	解析業務受注	① 当社は、当社からの解析に関する要求事項（③、⑤～⑩、⑫、⑬）を、調達仕様書で確実に要求する。	（当社） ①「(1)調達仕様書の作成」参照	・仕様書	①「解析業務ガイドライン」
解析業務計画確認	②「解析業務計画書」の確認	③解析業務の計画 ③変更管理	② 当社は、供給者の活動を確実に管理するため、供給者が行う活動内容（⑤～⑩、⑫、⑬）を事前に解析業務計画書（③）にて提出させ確認する。	（当社） ②「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」a.(a)参照（供給者） ③「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(a)参照	・解析業務計画書（供給者提出） ・解析業務チェックシート（解析業務計画書用）	②、③「解析業務ガイドライン」
解析実施状況確認	④ 解析業務計画書に基づき、供給者に対する解析業務実施状況について現地調査にて確認し、適宜、監査を実施 ・教育の実施状況 ・計算機プログラムの検証状況 ・入力根拠の作成状況 ・入力結果（手計算結果含む。）の確認状況 ・入力クロスチェックの状況（必要時） ・解析結果の検証状況（審査の実施状況、デザインレビュー等の実施状況を含む。） ・変更管理の状況	⑤教育の実施 ⑥計算機プログラムの検証 ⑦-1入力根拠の明確化（解析担当者） ⑦-2入力根拠の作成（入力クロスチェック者）（必要時） 入力根拠及び計算式の明確化（解析担当者） 手計算の場合 手計算実施 手計算結果ダブルチェック ⑧入力結果の確認 解析実施 ⑨解析結果の検証	④ 当社は、供給者が解析業務計画書に基づき、解析業務を確実に活動していることを確認するため、以下の活動の実施状況を現地に確認し、適宜、監査を実施する。 ・入力データ確認の重要性等の意識付けを行うための教育の実施状況（⑤） ・入力根拠の妥当性の確認と入力データが確実にインプットされていることの確認のための入力クロスチェック（⑦-1、⑦-2、⑧）の実施状況（必要時） ・計算方法が適切な方法で確実に行われていることの確認のための計算機プログラムの検証（⑥）の実施状況 ・解析結果が妥当であることの確認のための解析結果の検証（⑨）の実施状況 ・解析業務に変更が生じた場合の変更管理（⑬）の実施状況	（当社） ④「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」a.(b)参照 （供給者） ⑤「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(b)参照 ⑥「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(c)参照 ⑦「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(d)参照 ⑧「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(e)参照 ⑨「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(f)参照 ⑬「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(h)参照	・解析業務チェックシート（解析実施状況確認用）	④、⑤「耐震 BC 不適合」を受けた管理の強化 ⑥「解析業務ガイドライン」 ⑦ 1「解析業務ガイドライン」 ⑦ 2「耐震 BC 不適合」を受けた管理の強化 ⑧、⑨、⑬「解析業務ガイドライン」
解析結果確認	⑪「委託報告書」の確認	委託報告書作成 ⑩委託報告書の確認 委託報告書提出 ⑫品質記録の保管	⑩ 当社は、供給者の活動が確実に実施されたかを確認するため、供給者が確認した委託報告書（⑩）を提出させ、当社も確認する。	（当社） ⑩「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」a.(c)参照 （供給者） ⑩「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(g)参照 ⑫「(2)調達製品（解析業務）の調達管理」b.(i)参照	・報告書（供給者提出） ・解析業務チェックシート（委託報告書用）	⑩～⑫「解析業務ガイドライン」

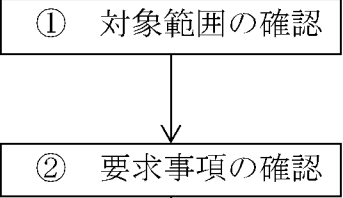
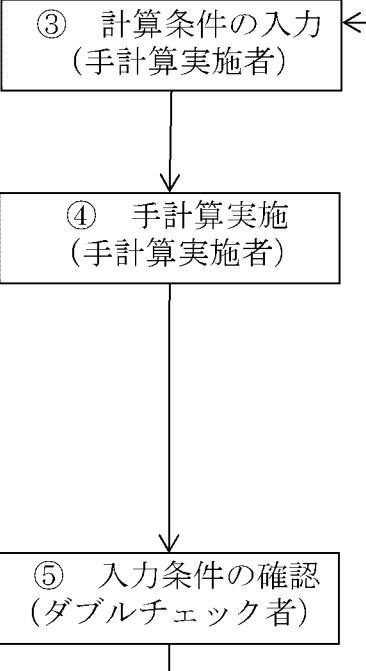
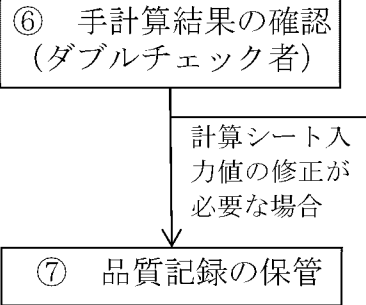


※2 入力クロスチェック者は、設計資料等から直接エコーデータの確認ができる場合は、設計資料等とエコーデータを直接照合してよいものとする。

↔ :入力クロスチェック者による照合 → :データの流れ

第1図 入力クロスチェックのフロー

第2表 設工認に係る手計算実施時の品質管理について（例：耐震計算）

管理 段階	当 社	手計算結果を保証するための 品質管理のポイント	備考 (背景)
実施の 必要性 確認		<p>① 当社は、耐震計算を実施するに当たり、「設備リスト」「要目表」「系統図」等を用いて評価対象範囲を明確にする。</p> <p>② 当社は、評価対象範囲について、技術基準規則^(注1)の要求事項に基づき、JEAG4601-1991（追補版）の適用する規格等で規定されている適切な評価式を選定し、評価式を用いて手計算を実施する必要があることを確認する。</p>	<p>（注1）実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則</p>
手計算 実施 状況 確認		<p>③ 当社は、手計算を確実に実施するために、以下に示すとおり、計算条件を入力する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 手計算実施者は、JEAG4601-1991（追補版）等で規定される評価式による計算に必要なパラメータを「要目表」「図面」等より整理する。 <p>④ 当社は、手計算を確実に実施するために、以下に示すとおり、手計算の過程を明確にする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 手計算実施者は、JEAG4601-1991（追補版）等で規定される評価式に計算条件を当てはめ、計算式を作成する。 手計算実施者は、作成された計算式を用いて手計算を実施し、その過程及び結果を整理する。 手計算実施者は、正しいパラメータが入力されていることを確認する。 <p>⑤ 当社は、手計算を確実に実施するために、以下に示すとおり、入力条件を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ダブルチェック者は、計算に必要なパラメータが適切に収集されていることを確認する。 ダブルチェック者は、収集されたパラメータが整理されていることを確認する。 手計算実施者は、必要に応じ、入力の修正を行う。 	
手計算 結果 確認		<p>⑥ 当社は、手計算を確実に実施するために、以下に示すとおり、手計算の過程及び結果を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ダブルチェック者は、計算過程及び計算結果に正しいパラメータが入力されていることを確認する。 手計算実施者は、必要に応じ、入力の修正を行う。 <p>⑦ 当社は、耐震計算を実施するに当たり、計算結果を品質記録として保管する。</p>	

本設計及び工事の計画に係る設計の実績、
工事及び検査の計画

設計及び工事計画変更認可申請添付資料 10-2

玄海原子力発電所第3号機

設計及び工事に係る
品質管理の方法等に関する実績又は計画について

1. 概 要

本資料は、本文「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づく設計に係るプロセスの実績、工事及び検査に係るプロセスの計画について説明するものである。

2. 基本方針

設計に係るプロセスとその実績について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に示した設計の段階ごとに、組織内外の部門関係、進捗実績及び具体的な活動実績について説明する。

工事及び検査に関する計画として、組織内外の部門関係、進捗実績及び具体的な活動計画について説明する。

3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画

「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に基づき実施した、設計の実績、工事及び検査の計画について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」の様式-1により示す。

本設計及び工事の計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画

[組織の星取における凡例 ◎：主担当箇所 ○：関係箇所 ◆：調達]

各段階	プロセス 実績：3.3.1～3.3.3(4) 計画：3.4.1～3.5.6	組織				インプット	アウトプット	他の記録類
		保修第二課	原子力設備G	原子力工事G	安全品質保証統括室			
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	◎	○	○	—	設置（変更）許可、技術基準規則・解釈、設置許可基準規則・解釈	基本設計書	設計・開発へのインプットレビューチェックシート
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	◎	—	—	—	実用炉規則別表第二、設置（変更）許可、技術基準規則・解釈、設置許可基準規則・解釈、既工事計画の設計結果	様式-2	—
3.3.3(1)	基本設計方針の作成（設計1）	◎	○	○	—	実用炉規則別表第二、設置（変更）許可、技術基準規則・解釈、設置許可基準規則・解釈、既工事計画の設計結果、様式-2	様式-3、様式-4、様式-5-1、様式-5-2、様式-6、様式-7	設計・開発からのアウトプットレビューチェックシート
3.3.3(2) 3.3.3(3)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）							
	1.本文							
	要目表	◎	○	—	—	様式-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、委託報告書	要目表	委託業務の検証
	工事の方法	◎	○	—	—	様式-2、基本設計方針、保安規定	工事の方法	—
	2.添付資料							
	発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	—
	安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	—
	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	—
	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	—
	安全避難通路に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	安全避難通路に関する説明書	—
	非常用照明に関する説明書	◎	○	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設備図書	非常用照明に関する説明書	—
	耐震性に関する説明書	◎	—	○	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、既工事計画の設計結果、設置（変更）許可、JEAG等の適用規格、設備図書、委託報告書	耐震性に関する説明書	委託業務の検証、解析業務チェックシート
	強度に関する説明書	◎	—	○	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、JSME等の適用規格、設備図書、委託報告書	強度に関する説明書	委託業務の検証、解析業務チェックシート
	設計結果の取りまとめ	◎	○	○	—	設計2のアウトプット	設計及び工事の計画設計資料	設計・開発からのアウトプットレビューチェックシート
3.3.3(4)	設計開発の結果に係る情報に対する検証	◎	—	—	—	設計及び工事の計画設計資料	設計及び工事の計画設計資料	設計・開発からのアウトプット検証チェックシート

各段階	プロセス 実績：3.3.1～3.3.3(4) 計画：3.4.1～3.5.6	組 織				インプット	アウトプット	他の記録類
		保修第二課	原子力設備G	原子力工事G	安全品質保証統括室			
3.4.1	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）	◎ ◆	—	—	—	設計及び工事の計画設計資料、調達仕様書	納入図書	納入図書チェックシート
3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施	◎ ◆	—	—	—	納入図書、調達仕様書、作業実施要領書	工事記録	—
3.5.2	設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がり の明確化	◎	—	—	—	既工事計画の設計結果、設計及び工事の計画設計資料	様式-8	基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況チェックシート
3.5.3	使用前事業者検査の計画	◎	—	—	◎	様式-8	検査計画、検査整理表	—
3.5.4	検査計画の管理	◎	—	—	◎	検査計画、検査整理表	検査計画、検査整理表	—
3.5.6	使用前事業者検査の実施	○	—	—	◎	様式-8	検査記録、様式-8	基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況チェックシート