

## 設計及び工事計画届出書

（玄海原子力発電所第3号機  
原子炉本体、原子炉冷却系統施設及び  
計測制御系統施設の修理の工事）

原発本第111号  
令和3年9月30日

原子力規制委員会 殿

福岡市中央区渡辺通二丁目1番82号  
九州電力株式会社  
代表取締役 池辺和弘  
社長執行役員

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第43条の  
3の10第1項の規定により設計及び工事の計画を届け出ます。

## 目 次

	頁
1. 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名 .....	(3) - 1
2. 工事計画 .....	(3) - 2
3. 工事工程表 .....	(3) - 117
4. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム .....	(3) - 119
5. 変更の理由 .....	(3) - 132
6. 添付書類 .....	(3) - 134

1. 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名

名	称	九州電力株式会社
住	所	福岡市中央区渡辺通二丁目 1 番 82 号
代表者の氏名	代表取締役	社長執行役員 池辺 和弘

## 2. 工事計画

各発電用原子炉施設に共通

### 1. 発電用原子炉を設置する工場又は事業所の名称及び所在地

名 称	玄海原子力発電所
所 在 地	佐賀県東松浦郡玄海町大字今村

### 2. 発電用原子炉施設の出力及び周波数

出 力	3,478,000kW
第1号機	559,000kW
第2号機	559,000kW
第3号機	1,180,000kW (今回届出分)
第4号機	1,180,000kW
周 波 数	60Hz



【届出範囲】（設計及び工事の計画の修理に該当するものに限る。）

#### 原子炉本体

##### 7 原子炉容器

###### (1) 原子炉容器本体及び監視試験片

- ・原子炉容器

##### 8 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格

##### 9 原子炉本体に係る工事の方法

#### 原子炉冷却系統施設※

##### 11 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の基本設計方針、適用基準及び適用規格

##### 12 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）に係る工事の方法

#### 計測制御系統施設※

##### 4 ほう酸注入機能を有する設備

###### (2) 容器

###### 常設

- ・原子炉容器

##### 10 計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）の基本設計方針、適用基準及び適用規格

##### 11 計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）に係る工事の方法

※：原子炉本体の原子炉容器を、原子炉冷却系統施設のうち一次冷却材の循環設備及び計測制御系統施設のうちほう酸注入機能を有する設備として兼用し、重大事故等時に流路として使用する。

原子炉本体

加圧水型発電用原子炉施設に係るものにあつては、次の事項

7 原子炉容器に係る次の事項

(1) 原子炉容器本体の名称、種類、最高使用圧力、最高使用温度、主要寸法、材料及び個数並びに監視試験片の種類、初装荷個数及び取付箇所

(1/2)

			変 更 前	変 更 後		
名 称			原子炉容器 <sup>(注1)</sup>			
原 子 炉 容 器	種 類	—	たて置円筒上下半球鏡容器			
	容 量 <sup>(注2)(注3)</sup>	m <sup>3</sup>	— <sup>(注4)</sup>			
	最 高 使 用 圧 力	MPa	17.16 18.9 <sup>(注3)</sup>			
	最 高 使 用 温 度	℃	343 362 <sup>(注3)</sup>			
子 炉 容 器 本 体	主 要 寸 法	胴 内 径	mm	上部：4,349.8 <sup>(注5)</sup> 下部：4,405.2 <sup>(注5)</sup>	変更なし	
		胴 板 厚 さ	mm	上部：□(277.9 <sup>(注5)</sup> ) 下部：□(225 <sup>(注5)</sup> )		
		鏡 板 内 半 径	mm	上部：2,184.4 <sup>(注5)</sup> 下部：2,245.5 <sup>(注5)</sup>		
		鏡 板 厚 さ	mm	上部：□(183 <sup>(注5)</sup> ) 下部：□(140 <sup>(注5)</sup> )		
		内 張 り 厚 さ	mm	5.5 <sup>(注5)</sup>		
		高 さ	mm	12,906.7 <sup>(注5)</sup>		
	寸 法	入 口 管 台 内 径	mm	709.5 <sup>(注5)</sup>		
		入 口 管 台 厚 さ	mm	□(70.25 <sup>(注5)</sup> )		□ <sup>(注6)</sup> (70.25 <sup>(注5)</sup> )
		入 口 管 台 セ ー フ エ ン ド 内 径	mm	698.25 <sup>(注5)</sup>		変更なし
		入 口 管 台 セ ー フ エ ン ド 厚 さ	mm	□(75.875 <sup>(注5)</sup> )		□(75.875 <sup>(注5)</sup> ) 一部□ <sup>(注6)</sup>
		出 口 管 台 内 径	mm	747.6 <sup>(注5)</sup>		変更なし
		出 口 管 台 厚 さ	mm	□(67.2 <sup>(注5)</sup> )		□ <sup>(注7)</sup> (67.2 <sup>(注5)</sup> )
		出 口 管 台 セ ー フ エ ン ド 内 径	mm	736.35 <sup>(注5)</sup>		変更なし
		出 口 管 台 セ ー フ エ ン ド 厚 さ	mm	□(72.825 <sup>(注5)</sup> )		□(72.825 <sup>(注5)</sup> ) 一部□ <sup>(注7)</sup>
		空 気 抜 管 外 径	mm	34 <sup>(注5)</sup>		
		空 気 抜 管 厚 さ	mm	□(6.4 <sup>(注5)</sup> )		変更なし
スタッドボルト呼び径(本数)	mm	177.8 <sup>(注5)</sup> (54本)				

				変 更 前	変 更 後
原 子 炉 容 器 本 体	材 料	上 部 ふ た フ ラ ン ジ	—	SFVQ1A	変更なし
		上 部 胴 フ ラ ン ジ	—	SFVQ1A	
		上 部 胴	—	SFVQ1A	
		下 部 胴	—	SFVQ1A	
		ト ラ ン ジ シ ョ ン リ ン グ	—	SFVQ1A	
		入 口 管 台	—	SFVQ1A	
		出 口 管 台	—	SFVQ1A	
		上 部 鏡 板	—	SQV2A	
		下 部 鏡 板	—	SQV2A	
		入 口 管 台 セ ー フ エ ン ド	—	SUSF316	
		出 口 管 台 セ ー フ エ ン ド	—	SUSF316	
		空 気 抜 管	—	NCF600TP	
		ス タ ッ ド ボ ル ト 、 ナ ッ ト	—	SNB24-3	
		内 張 り 材	—	ステンレス鋼 (溶接クラッド)	
	個 数	—	1		
取 付 箇 所	(注2) 系 統 名 ( ラ イ ン 名 )	—	原子炉容器 1次冷却材循環ライン		
	設 置 床	—	原子炉格納容器 EL.2.75m		
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—	—		
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—	—		
監 視 試 験 片	種 類	—	カプセル型		
	初 装 荷 個 数	—	6		
	取 付 箇 所	—	炉心周囲		

- (注1) 原子炉冷却系統施設のうち一次冷却材の循環設備及び計測制御系統施設のうちほう酸注入機能を有する設備と兼用。
- (注2) 計測制御系統施設のうちほう酸注入機能を有する設備に使用する場合の記載事項。
- (注3) 重大事故等時における使用時の値。
- (注4) 流路として使用するため容量は設定しない。
- (注5) 公称値
- (注6) 入口管台厚さの設計確認値□mm、及び入口管台セーフエンド厚さの設計確認値□mmの範囲は、資料5-4「耐震計算結果」の第3-2-1図に示す1箇所（全周×130mm）の範囲である。
- (注7) 出口管台厚さの設計確認値□mm、及び出口管台セーフエンド厚さの設計確認値□mmの範囲は、資料5-4「耐震計算結果」の第3-3-1図に示す1箇所（全周×130mm）の範囲である。

8 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格（届出に係るものに限る。）

(1) 基本設計方針

変更前	変更後
<p>用語の定義は「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」の第2条（定義）による。</p> <p>それ以外の用語については以下に定義する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置許可基準規則第12条第2項に規定される「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（解釈を含む。）を重要施設とする。（以下「重要施設」という。）</li> <li>2. 設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものを安全施設とする。（以下「安全施設」という。）</li> <li>3. 安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものを重要安全施設とする。（以下「重要安全施設」という。）</li> </ol>	<p>変更なし</p>
<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉本体の共通項目である「1. 地盤等、2. 自然現象、3. 火災、4. 溢水等、5. 設備に対する要求（5.2 特定重大事故等対処施設、5.6 安全弁等、5.7 逆止め弁、5.8 内燃機関及びガスタービンの設計条件、5.9 電気設備の設計条件を除く。）、6. その他」の基本設計方針については、原子炉冷却系統施設の基本設計方針「第1章 共通項目」に基づく設計とする。</p>	<p>変更なし</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>3. 原子炉容器</p> <p>3.1 原子炉容器本体</p> <p>原子炉容器の原子炉冷却材圧力バウンダリに係る基本設計方針については、原子炉冷却系統施設の基本設計方針「第2章個別項目 2.1 原子炉冷却材圧力バウンダリ」に基づく設計とする。</p> <p>原子炉容器は、円筒形の胴部に半球形の上部ふた及び底部を付した鋼製容器であり、上部ふたをボルト締めする構造とする。</p> <p>原子炉容器内の1次冷却材の流路は、1次冷却材入口ノズル（胴上部4箇所）から入り、炉心槽の外側を下方向に流れ、方向を変えて炉心の真下から上方向に炉心</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>内を通り抜け、1次冷却材出口ノズル（胴上部4箇所）から出る設計とする。</p> <p>原子炉容器の支持方法は、1次冷却材入口及び出口ノズル下部に取り付けた支持金物により、原子炉容器周囲のコンクリート壁に支持する設計とする。</p> <p>原子炉容器は最低使用温度を <input type="text"/> に設定し、関連温度（初期）を <input type="text"/> に管理することで脆性破壊が生じない設計とする。</p> <p>中性子照射脆化の影響を受ける原子炉容器にあつては、日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法」（JEAC4206-2007）に基づき、適切な破壊じん性を有する設計とする。</p>	<p>変更なし</p>
<p>5. 主要対象設備</p> <p>原子炉本体の対象となる主要な設備について、「表 1 原子炉本体の主要設備リスト」に示す。</p>	<p>変更なし</p>

表1 原子炉本体の主要設備リスト（設計基準対象施設及び重大事故等対処設備）

		変 更 前					変 更 後				
設備区分	機器区分	名 称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備		名 称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備	
			耐震重要度 分類	機器 クラス	設備分類	重大事故等 機器クラス		耐震重要度 分類	機器 クラス	設備分類	重大事故等 機器クラス
原子炉容器	原子炉容器本体 及び監視試験片	原子炉容器	S	クラス1	—	—	変更なし	変更なし	変更なし	変更なし	変更なし

(注1) 表1に用いる略語の定義は「付表1」による。

付表1 略語の定義(1/3)

		略語	定義
設計基準対象施設	耐震重要度分類	S	耐震重要度分類におけるSクラス(津波防護機能を有する設備(以下「津波防護施設」という。)、浸水防止機能を有する設備(以下「浸水防止設備」という。))及び敷地における津波監視機能を有する施設(以下「津波監視設備」という。)を除く)
		S*	Sクラスの施設のうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備 なお、基準地震動による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能(津波防護機能、浸水防止機能及び津波監視機能をいう。)を保持するものとする。
		B	耐震重要度分類におけるBクラス(B-1,B-2及びB-3を除く)
		B-1	Bクラスの設備のうち、共振のおそれがあるため、弾性設計用地震動Sdに2分の1を乗じたものによる地震力に対して耐震性を保持できる設計とするもの
		B-2	Bクラスの設備のうち、波及的影響によって、耐震重要施設がその安全機能を損なわないように設計するもの
		B-3	Bクラスの設備のうち、基準地震動による地震力に対して、使用済燃料ピットの冷却、給水機能を保持できる設計とするもの
		C	耐震重要度分類におけるCクラス(C-1,C-2及びC-3を除く)
		C-1	Cクラスの設備のうち、波及的影響によって、耐震重要施設がその安全機能を損なわないように設計するもの
		C-2	Cクラスの設備のうち、基準地震動による地震力に対して、火災感知及び消火の機能並びに地震時の溢水の伝ばを防止する機能を保持できる設計とするもの
		C-3	Cクラスの設備のうち、屋外重要土木構造物であるため、基準地震動による地震力に対して安全機能を保持できる設計とするもの
		—	当該施設において設計基準対象施設として使用しないもの



付表1 略語の定義(2/3)

		略語	定義
設計基準対象施設	機器クラス	クラス1	技術基準規則第二条第二項第三十二号に規定する「クラス1容器」、「クラス1管」、「クラス1ポンプ」、「クラス1弁」又はこれらを支持する構造物
		クラス2	技術基準規則第二条第二項第三十三号に規定する「クラス2容器」、「クラス2管」、「クラス2ポンプ」、「クラス2弁」又はこれらを支持する構造物
		クラス3	技術基準規則第二条第二項第三十四号に規定する「クラス3容器」又は「クラス3管」
		クラス4	技術基準規則第二条第二項第三十五号に規定する「クラス4管」
		格納容器 <sup>(注1)</sup>	技術基準規則第二条第二項第二十八号に規定する「原子炉格納容器」
		炉心支持構造物	原子炉圧力容器の内部において燃料集合体を直接に支持するか又は拘束する部材
		火力技術基準	発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の規定を準用するもの
		Non	上記以外の容器、管、ポンプ、弁又は支持構造物
		—	当該施設において設計基準対象施設として使用しないもの又は上記以外のもの

付表1 略語の定義(3/3)

		略語	定義
重大事故等 対処設備	設備 分類	常設／防止	技術基準規則第四十九条第一号に規定する「常設重大事故防止設備」
		常設耐震／防止	技術基準規則第四十九条第一号に規定する「常設耐震重要重大事故防止設備」
		常設／緩和	技術基準規則第四十九条第三号に規定する「常設重大事故緩和設備」
		常設／その他	常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備以外の常設重大事故等対処設備
		可搬／防止	重大事故防止設備のうち可搬型のもの
		可搬／緩和	重大事故緩和設備のうち可搬型のもの
		可搬／その他	可搬型重大事故防止設備及び可搬型重大事故緩和設備以外の可搬型重大事故等対処設備
		—	当該施設において重大事故等対処設備として使用しないもの
	重大事故等 機器 クラス	SAクラス2	技術基準規則第二条第二項第三十八号に規定する「重大事故等クラス2容器」、「重大事故等クラス2管」、「重大事故等クラス2ポンプ」、「重大事故等クラス2弁」又はこれらを支持する構造物
		SAクラス3	技術基準規則第二条第二項第三十九号に規定する「重大事故等クラス3容器」、「重大事故等クラス3管」、「重大事故等クラス3ポンプ」又は「重大事故等クラス3弁」
		火力技術基準	発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の規定を準用するもの又は使用条件を踏まえ、十分な強度を有していることを確認できる一般産業品規格を準用するもの
		—	当該施設において重大事故等対処設備として使用しないもの又は上記以外のもの

(注1) 「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)における「クラスMC」である。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第 1 章 共通項目</p> <p>原子炉本体に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設の「(2) 適用基準及び適用規格 第 1 章 共通項目」に示す。</p>	<p>変更なし</p>
<p>第 2 章 個別項目</p> <p>原子炉本体に適用する個別項目の基準及び規格のうち、本工事計画において適用する基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 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)</li></ul>	<p>変更なし</p>

9 原子炉本体に係る工事の方法

変更前	変更後
<p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の方法として、原子炉設置（変更）許可を受けた事項、及び「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」という。）の要求事項に適合するための設計（基本設計方針及び要目表）に従い実施する工事の手順と、それら設計や工事の手順に従い工事が行われたことを確認する使用前事業者検査の方法を以下に示す。</p> <p>これらの工事の手順及び使用前事業者検査の方法は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に定めたプロセス等に基づいたものとする。</p> <p>1. 工事の手順</p> <p>1.1 工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事における工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図 1 に示す。</p> <p>1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図 2 に示す。</p> <p>1.3 燃料体に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>燃料体に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図 3 に示す。</p> <p>2. 使用前事業者検査の方法</p> <p>構造、強度及び漏えいを確認するために十分な方法、機能及び性能を確認するために十分な方法、その他設置又は変更の工事がその設計及び工事の計画に従って行われたものであることを確認するために十分な方法により、使用前事業者検査を図 1、図 2 及び図 3 のフローに基づき実施する。使用前事業者検査は「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、抽出されたものの検査を実施する。</p> <p>また、使用前事業者検査は、検査の時期、対象、方法、検査体制に加えて、検査の内容と重要度に応じて、立会、抜取り立会、記録確認のいずれかとするを要領書等で定め実施する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前

変更後

2.1 構造、強度又は漏えいに係る検査

2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査

構造、強度又は漏えいに係る検査ができるようになったとき、表1に示す検査を実施する。

表1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。）<sup>(注1)</sup>

検査項目	検査方法		判定基準
「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、当該工事における構造、強度又は漏えいに係る確認事項として次に掲げる項目の中から抽出されたもの。 ・材料検査 ・寸法検査 ・外観検査 ・組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） ・状態確認検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 ・建物・構築物の構造を確認する検査	材料検査	使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。
	寸法検査	主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。	設工認に記載されている主要寸法の計測値が、許容寸法を満足すること。
	外観検査	有害な欠陥がないことを確認する。	健全性に影響を及ぼす有害な欠陥がないこと。
	組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）	組立て状態並びに据付け位置及び状態が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおり組立て、据付けされていること。
	状態確認検査	評価条件、手順等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること。

変更なし

変更前

変更後

表 1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。）<sup>(注1)</sup>

検査項目	検査方法	判定基準
<sup>(注2)</sup> 耐圧検査	技術基準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、異常のないことを確認する。耐圧検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。	検査圧力に耐え、かつ、異常のないこと。
<sup>(注2)</sup> 漏えい検査	耐圧検査終了後、技術基準の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を確認する。なお、漏えい検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。	著しい漏えいのないこと。
原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査	地盤の地質状況が、原子炉格納施設の基盤として十分な強度を有することを確認する。	設工認のとおりであること。
建物・構築物の構造を確認する検査	主要寸法、組立方法、据付位置及び据付状態等が工事計画のとおり製作され、組み立てられていることを確認する。	設工認のとおりであること。

変更なし

(注 1) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

(注 2) 耐圧検査及び漏えい検査の方法について、表 1 によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「耐圧試験等」の方針によるものとする。

変更前	変更後
<p>2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査は、技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号、並びに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「技術基準解釈」という。）に適合するよう、以下の(1)及び(2)の工程ごとに検査を実施する。</p> <p>(1) あらかじめ確認する事項</p> <p>次の①及び②については、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 溶接規格(JSME S NB1-2007)又は(JSME S NB1-2012/2013)」(以下「溶接規格」という。)第 2 部 溶接施工法認証標準及び第 3 部 溶接士技能認証標準に従い、表 2-1、表 2-2 に示す検査を行う。その際、以下のいずれかに該当する特殊な溶接方法は、その確認事項の条件及び方法の範囲内で①溶接施工法に関することを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の認可を受けた特殊な溶接方法</li> <li>・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験により適合性確認を受けた特殊な溶接方法</li> </ul> <p>① 溶接施工法に関すること</p> <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <p>なお、①又は②について、既に、以下のいずれかにより適合性が確認されているものは、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に表 2-1、表 2-2 に示す検査は要さないものとする。</p> <p>① 溶接施工法に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 12 年 6 月 30 日以前に電気事業法（昭和 39 年法律第 170 号）に基づき国の認可証又は合格証を取得した溶接施工法</li> <li>・平成 12 年 7 月 1 日から平成 25 年 7 月 7 日に、電気事業法に基づく溶接事業者検査において、各設置者が技術基準への適合性を確認した</li> </ul>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>溶接施工法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 25 年 7 月 8 日以降、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）に基づき、各設置者が技術基準への適合性を確認した溶接施工法</li> <li>・前述と同等の溶接施工法として、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）における他の施設にて、認可を受けたもの、溶接安全管理検査、使用前事業者検査等で溶接施工法の確認を受けたもの又は客観性を有する方法により確認試験が行われ判定基準に適合しているもの。ここで、他の施設とは、加工施設、試験研究用等原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設、特定第一種廃棄物埋設施設、特定廃棄物管理施設をいう。</li> </ul> <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準によって認定されたものと同等と認められるものとして、技術基準解釈別記-5 に示されている溶接士が溶接を行う場合</li> <li>・溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準に適合する溶接士が、技術基準解釈別記-5 の有効期間内に溶接を行う場合</li> </ul>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>



変更前		変更後
表 2-1 あらかじめ確認すべき事項（溶接施工法）		
検査項目	検査方法及び判定基準	
溶接施工法の内容確認	計画している溶接施工法の内容が、技術基準に適合する方法であることを確認する。	
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。	
開先確認	試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。	
溶接作業中確認	溶接施工法及び溶接設備等が計画どおりのものであり、溶接条件等が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。	
外観確認	試験材について、目視により外観が良好であることを確認する。	
溶接後熱処理確認	溶接後熱処理の方法等が技術基準に基づき計画した内容に適合していることを確認する。	変更なし
浸透探傷試験確認	技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面における開口した欠陥の有無を確認する。	
機械試験確認	溶接部の強度、延性及び靱性等の機械的性質を確認するため、継手引張試験、曲げ試験及び衝撃試験により溶接部の健全性を確認する。	
断面検査確認	管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。	
(判定) <sup>(注)</sup>	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接施工法は技術基準に適合するものとする。	

(注) ( ) 内は検査項目ではない。

変更前		変更後
表 2-2 あらかじめ確認すべき事項（溶接士）		
検査項目	検査方法及び判定基準	
溶接士の試験内容の確認	検査を受けようとする溶接士の氏名、溶接訓練歴等、及びその者が行う溶接施工法の範囲を確認する。	
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。	
開先確認	試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。	
溶接作業中確認	溶接士及びその溶接士が行う溶接作業が溶接検査計画書のとおりであり、溶接条件が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。	
外観確認	目視により外観が良好であることを確認する。	
浸透探傷試験確認	技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面に開口した欠陥の有無を確認する。	変更なし
機械試験確認	曲げ試験を行い、欠陥の有無を確認する。	
断面検査確認	管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。	
(判定) <sup>(注)</sup>	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接士は技術基準に適合する技能を持った者とする。	
(注) ( ) 内は検査項目ではない。		

変更前	変更後
<p>(2) 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項</p> <p>発電用原子炉施設のうち技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号の主要な耐圧部の溶接部について、表 3-1 に示す検査を行う。</p> <p>また、以下の①又は②に限り、原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器に対してテンパービード溶接を適用することができ、この場合、テンパービード溶接方法を含む溶接施工法の溶接部については、表 3-1 に加えて表 3-2 に示す検査を実施する。</p> <p>① 平成 19 年 12 月 5 日以前に電気事業法に基づき実施された検査において溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <p>② 以下の規定に基づく溶接施工法確認試験において、溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の許可を受けた特殊な溶接方法</li> <li>・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験による適合性確認を受けた特殊な溶接方法</li> </ul>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前		変更後
表 3-1 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項		
検査項目	検査方法及び判定基準	
適用する溶接施工法、溶接士の確認	適用する溶接施工法、溶接士について、表 2-1 及び表 2-2 に示す適合確認がなされていることを確認する。	
材料検査	溶接に使用する材料が技術基準に適合するものであることを確認する。	
開先検査	開先形状、開先面の清浄及び継手面の食違い等が技術基準に適合するものであることを確認する。	
溶接作業検査	あらかじめの確認において、技術基準に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。	
熱処理検査	溶接後熱処理の方法、熱処理設備の種類及び容量が、技術基準に適合するものであること、また、あらかじめの確認において技術基準に適合していることを確認した溶接施工法の範囲により実施しているかを確認する。	
非破壊検査	溶接部について非破壊試験を行い、その試験方法及び結果が技術基準に適合するものであることを確認する。	変更なし
機械検査	溶接部について機械試験を行い、当該溶接部の機械的性質が技術基準に適合するものであることを確認する。	
耐圧検査 <sup>(注1)</sup>	規定圧力で耐圧試験を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを確認する。規定圧力で行うことが著しく困難な場合は、可能な限り高い圧力で試験を実施し、耐圧試験の代替として非破壊試験を実施する。 (外観の状況確認) 溶接部の形状、外観及び寸法が技術基準に適合することを確認する。	
(適合確認) <sup>(注2)</sup>	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接部は技術基準に適合するものとする。	
<p>(注 1) 耐圧検査の方法について、表 3-1 によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「材料及び構造等」の方針によるものとする。</p> <p>(注 2) ( ) 内は検査項目ではない。</p>		

変更前						変更後
<p align="center">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p>						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
材料検査	1. 中性子照射 $10^{19}\text{nvt}$ 以上受ける設備を溶接する場合に使用する溶接材料の銅含有量は、0.10%以下であることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 溶接材料の表面は、錆、油脂付着及び汚れ等がないことを確認する。	適用	適用	適用	適用	
開先検査	1. 当該施工部位は、溶接規格に規定する溶接後熱処理が困難な部位であることを図面等で確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 当該施工部位は、過去に当該溶接施工法と同一又は類似の溶接後熱処理が不要な溶接方法を適用した経歴を有していないことを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	3. 溶接を行う機器の面は、浸透探傷試験又は磁粉探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	4. 溶接深さは、母材の厚さの2分の1以下であること。	適用	—	適用	—	
	5. 個々の溶接部の面積は $650\text{cm}^2$ 以下であることを確認する。	適用	—	適用	—	
	6. 適用する溶接施工法に、クラッド材の溶接開先底部とフェライト系母材との距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。	—	適用	—	—	
	7. 適用する溶接施工法に、溶接開先部がフェライト系母材側へまたがって設けられ、そのまたがりの距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。	—	—	適用	—	
						変更なし

変更前						変更後
<p align="center">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p>						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
溶接作業検査	自動ティグ溶接を適用する場合は、次によることを確認する。					
	1. 自動ティグ溶接は、溶加材を通電加熱しない方法であることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 溶接は、適用する溶接施工法に規定された方法に適合することを確認する。					
	①各層の溶接入熱が当該施工法に規定する範囲内で施工されていることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	②2層目端部の溶接は、1層目溶接端の母材熱影響部(1層目溶接による粗粒化域)が適切なテンパー効果を受けるよう、1層目溶接端と2層目溶接端の距離が1mmから5mmの範囲であることを確認する。	適用	—	適用	—	
	③予熱を行う溶接施工法の場合は、当該施工法に規定された予熱範囲及び予熱温度を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	④当該施工法にパス間温度が規定されている場合は、温度制限を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
⑤当該施工法に、溶接を中断する場合及び溶接終了時の温度保持範囲と保持時間が規定されている場合は、その規定を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用		
⑥余盛り溶接は、1層以上行われていることを確認する。	適用	—	適用	—		
⑦溶接後の温度保持終了後、最終層ビードの除去及び溶接部が平滑となるよう仕上げ加工されていることを確認する。	適用	—	適用	—		
						変更なし

変更前						変更後
表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
非破壊検査	溶接部の非破壊検査は、次によることを確認する。					
	1. 1層目の溶接終了後、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	-	-	-	
	2. 溶接終了後の試験は、次によることを確認する。					
	①溶接終了後の非破壊試験は、室温状態で48時間以上経過した後に実施していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	②予熱を行った場合はその領域を含み、溶接部は磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	③超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	-	適用	適用	-	
④超音波探傷試験又は2層目以降の各層の磁粉探傷試験若しくは浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	-	-	-		
⑤放射線透過試験又は超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	-	-	-	適用		
3. 温度管理のために取り付けた熱電対がある場合は、機械的方法で除去し、除去した面に欠陥がないことを確認する。	適用	適用	適用	適用		
						変更なし

変更前	変更後
<p>2.1.3 燃料体に係る検査</p> <p>燃料体については、以下(1)～(3)の加工の工程ごとに表 4 に示す検査を実施する。なお、燃料体を発電用原子炉に受け入れた後は、原子炉本体として機能又は性能に係る検査を実施する。</p> <p>(1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品については、組成、構造又は強度に係る試験をすることができる状態になった時</p> <p>(2) 燃料要素の加工が完了した時</p> <p>(3) 加工が完了した時</p> <p>また、燃料体については構造、強度又は漏えいに係る検査を実施することにより、技術基準への適合性が確認できることから、構造、強度又は漏えいに係る検査の実施をもって工事の完了とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>



変更前

変更後

表 4 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体）<sup>（注1）</sup>

検査項目	検査方法		判定基準
(1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品の化学成分の分析結果の確認その他これらの部品の組成、構造又は強度に係る検査	<sup>（注2）</sup> 材料検査	使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。
	寸法検査	主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。	
(2) 燃料要素に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 表面汚染密度検査 四 溶接部の非破壊検査 五 圧力検査 六 漏えい検査（この表の(3)三に掲げる検査が行われる場合を除く。）	外観検査	有害な欠陥等がないことを確認する。	
	表面汚染密度検査	表面に付着している核燃料物質の量が技術基準の規定を満足することを確認する。	
	溶接部の非破壊検査	溶接部の健全性を非破壊検査等により確認する。	
	漏えい検査	漏えい試験における漏えい量が、技術基準の規定を満足することを確認する。	
	圧力検査	初期圧力が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。	
	質量検査	燃料集合体の総質量が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。	
(3) 組み立てられた燃料体に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 漏えい検査（この表の(2)六に掲げる検査が行われる場合を除く。） 四 質量検査	寸法検査	寸法が工事計画のとおりであることを確認する。	
	外観検査	外観に異常がないことを確認する。	
	漏えい検査	漏えい試験における漏えい量が、技術基準の規定を満足することを確認する。	
	質量検査	燃料集合体の総質量が工事計画のとおりであることを確認する。	

変更なし

（注1）基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

（注2）MOX燃料における実際の製造段階で確定するプルトニウム含有率の燃料体平均、プルトニウム含有率及び核分裂プルトニウム富化度のペレット最大並びにウラン 235 濃度の設計値と許容範囲は使用前事業者検査要領書に記載し、要目表に記載した条件に合致していることを確認する。

変更前	変更後						
<p>2.2 機能又は性能に係る検査</p> <p>機能又は性能を確認するため、以下のとおり検査を行う。</p> <p>但し、表 1 の表中に示す検査により機能又は性能を確認できる場合は、表 5、表 6 又は表 7 の表中に示す検査を表 1 の表中に示す検査に替えて実施する。</p> <p>また、改造、修理又は取替の工事であって、燃料体を挿入できる段階又は臨界反応操作を開始できる段階と工事完了時が同じ時期の場合、工事完了時として実施することができる。</p> <p>構造、強度又は漏えいを確認する検査と機能又は性能を確認する検査の内容が同じ場合は、構造、強度又は漏えいを確認する検査の記録確認をもって、機能又は性能を確認する検査とすることができる。</p> <p>2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査</p> <p>発電用原子炉に燃料体を挿入することができる状態になったとき表 5 に示す検査を実施する。</p> <p style="text-align: center;">表 5 燃料体を挿入できる段階の検査<sup>(注)</sup></p> <table border="1" data-bbox="281 1050 1460 1554"> <thead> <tr> <th>検査項目</th> <th>検査方法</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査</td> <td>発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。</td> <td>原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。</p>	検査項目	検査方法	判定基準	発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。	<p style="text-align: center;">変更なし</p>
検査項目	検査方法	判定基準					
発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。					

変更前

変更後

2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査

発電用原子炉の臨界反応操作を開始することができる状態になったとき、表 6 に示す検査を実施する。

表 6 臨界反応操作を開始できる段階の検査<sup>(注)</sup>

検査項目	検査方法	判定基準
発電用原子炉が臨界に達する時に必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉の出力を上げるにあたり、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態での確認項目として、燃料体の炉内配置及び原子炉の核的特性等を確認する。また、工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ機能又は性能を確認できない設備について、機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉の臨界反応操作を開始するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

2.2.3 工事完了時の検査

全ての工事が完了したとき、表 7 に示す検査を実施する。

表 7 工事完了時の検査<sup>(注)</sup>

検査項目	検査方法	判定基準
発電用原子炉の出力運転時における発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する検査、その他工事の完了を確認するために必要な検査	工事の完了を確認するために、発電用原子炉で発生した蒸気を用いる施設の試運転等により、当該各系統の機能又は性能の最終的な確認を行う。 発電用原子炉の出力を上げた状態における確認項目として、プラント全体での最終的な試運転により発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する。	当該原子炉施設の供用を開始するにあたり、原子炉施設の安全性を確保するために必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

変更なし

変更前

変更後

2.3 基本設計方針検査

基本設計方針のうち「構造、強度又は漏えいに係る検査」及び「機能又は性能に係る検査」では確認できない事項について、表 8 に示す検査を実施する。

表 8 基本設計方針検査

検査項目	検査方法	判定基準
基本設計方針検査	基本設計方針のうち表 1、表 4、表 5、表 6、表 7 では確認できない事項について、基本設計方針に従い工事が実施されたことを工事中又は工事完了時における適切な段階で確認する。	「基本設計方針」のとおりであること。

2.4 品質マネジメントシステムに係る検査

実施した工事が、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセス、「1. 工事の手順」並びに「2. 使用前事業者検査の方法」のとおり行われていることの実施状況を確認するとともに、使用前事業者検査で記録確認の対象となる工事の段階で作成される製造メーカー等の記録の信頼性を確保するため、表 9 に示す検査を実施する。

変更なし

表 9 品質マネジメントシステムに係る検査

検査項目	検査方法	判定基準
品質マネジメントシステムに係る検査	工事が設工認の「工事の方法」及び「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に示すプロセスのとおり実施していることを品質記録や聞取り等により確認する。この確認には、検査における記録の信頼性確認として、基となる記録採取の管理方法の確認やその管理方法の遵守状況の確認を含む。	設工認で示す「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」及び「工事の方法」のとおりに行われていること。

変更前	変更後
<p>3. 工事上の留意事項</p> <p>3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の実施にあたっては、発電用原子炉施設保安規定を遵守するとともに、従事者及び公衆の安全確保や既設の安全上重要な機器等への悪影響防止等の観点から、以下に留意し工事を進める。なお、工事の手順と使用前事業者検査との関係については、図 1、図 2 及び図 3 に示す。</p> <p>a. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう製造から供用開始までの間、管理する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺監視区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「核原料物質又は核燃料物質の精錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。</p> <p>h. 修理の方法は、基本的に「図 1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体を除く。）」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部に</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>ついて、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取り替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。</p> <p>i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。</p> <p>3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項</p> <p>燃料体の加工に係る工事の実施にあたっては、以下に留意し工事を進める。</p> <p>a. 工事対象設備について、周辺資機材、他の加工施設及び環境条件から波及的影響を受けないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事を行うことにより、他の供用中の加工施設が有する安全機能に影響を与えないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 工事対象設備について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. 加工施設の状況に応じて、検査・試験等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 工事対象設備について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう維持する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 放射線業務従事者に対する適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。</p>	<p>変更なし</p>

変更前

変更後

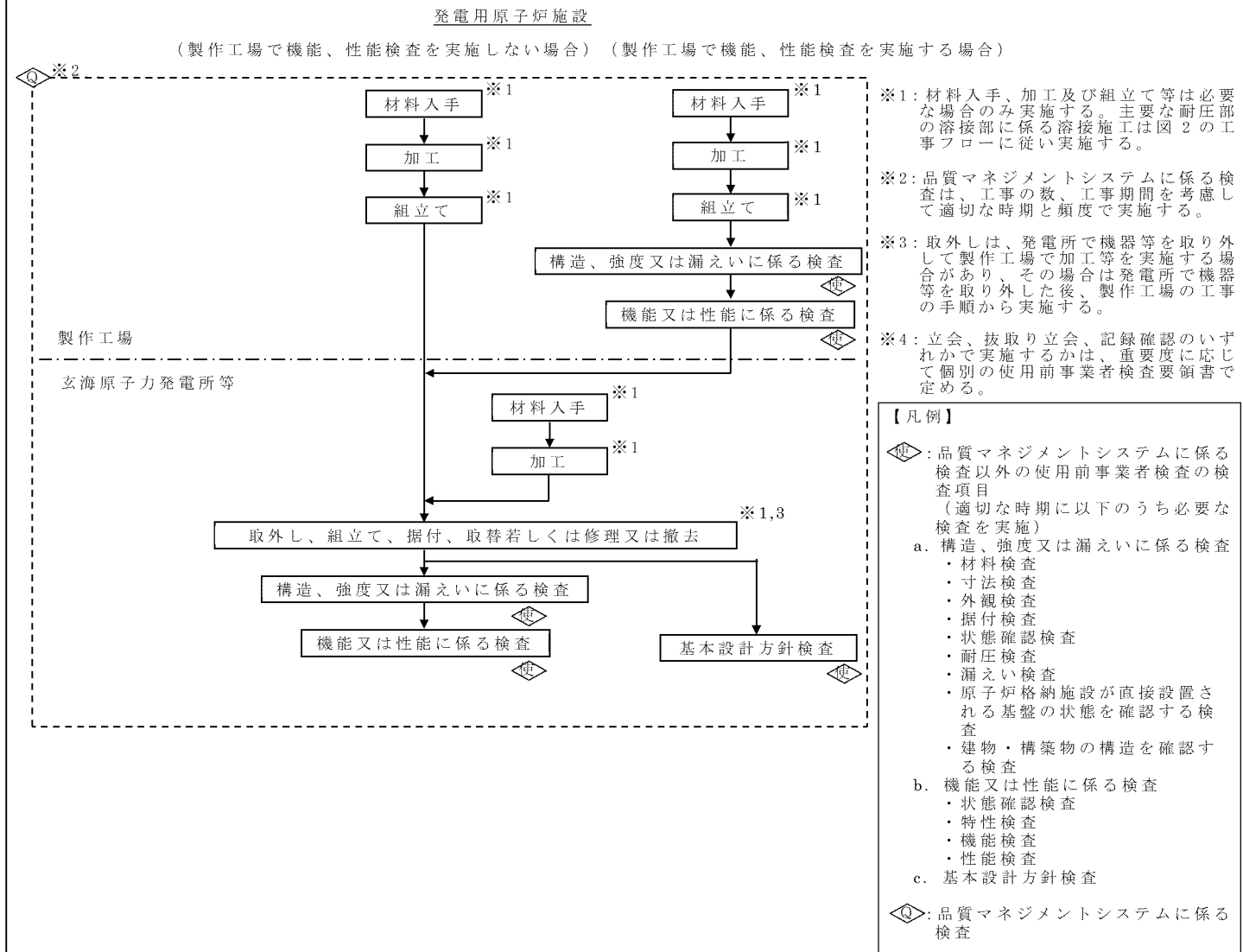


図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー (燃料体を除く。)

変更なし

変更前

変更後

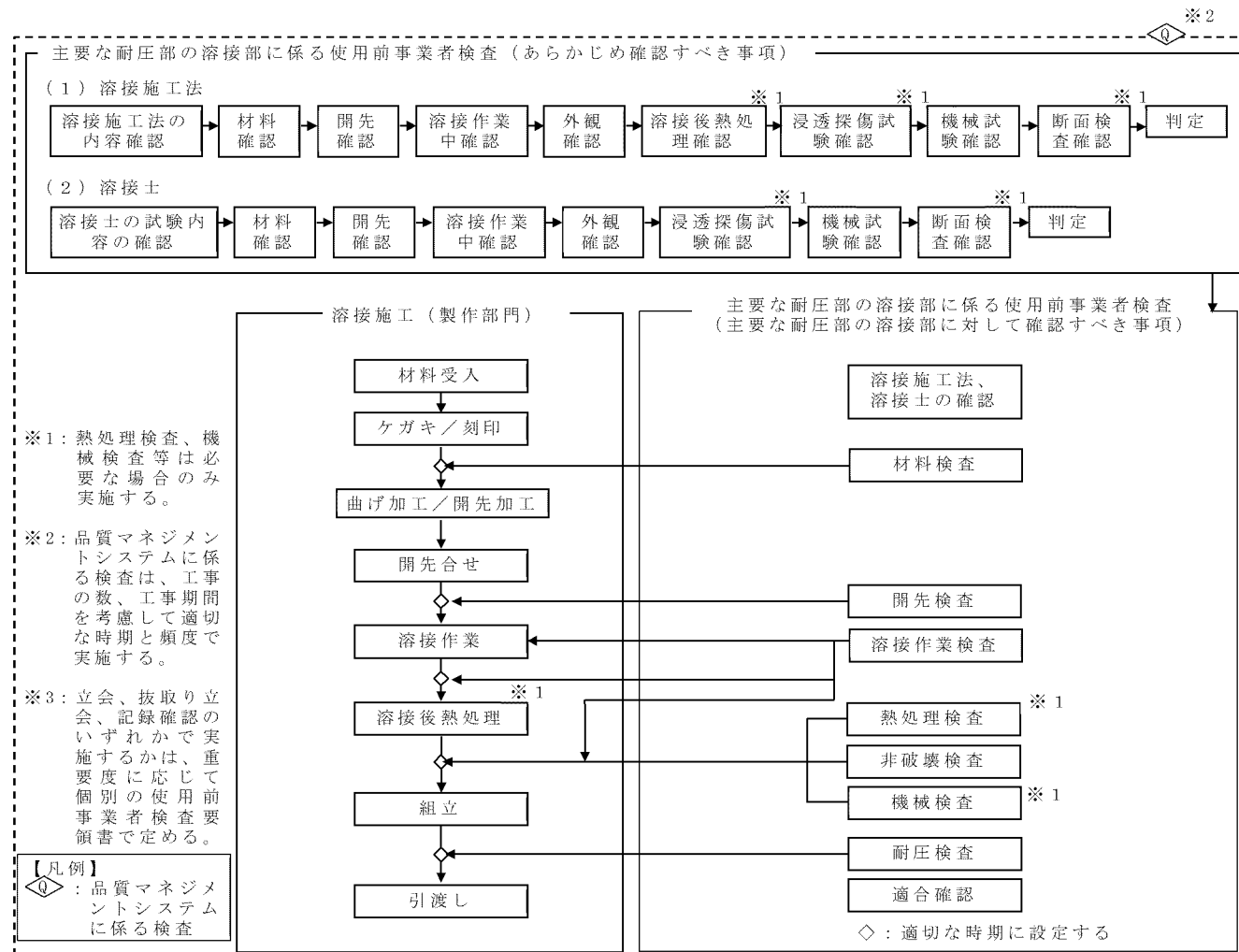


図2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査のフロー

変更なし



変更前

変更後

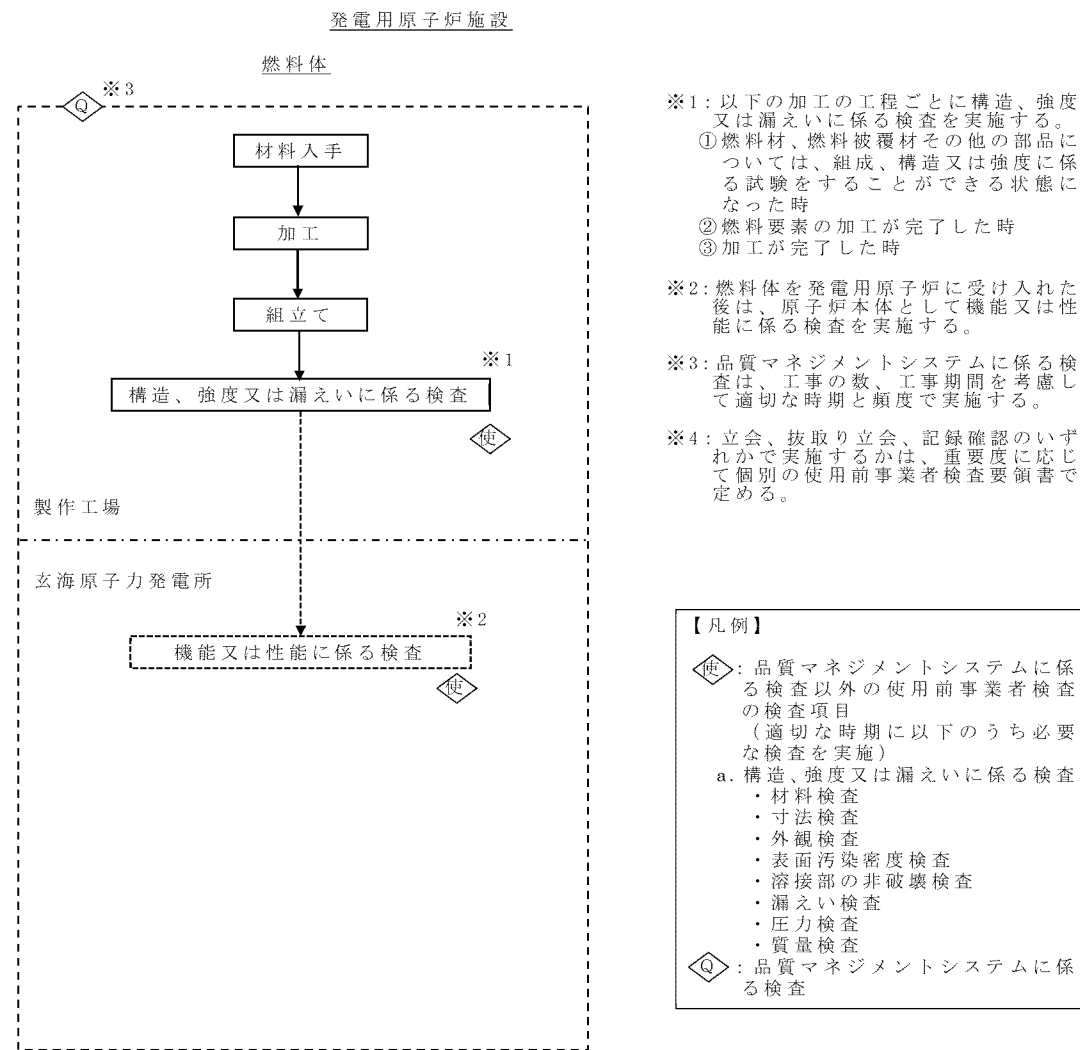


図3 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体）

変更なし

11 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の基本設計方針、適用基準及び適用規格（届出に係る部分に限る。）

(1) 基本設計方針

変更前	変更後
<p>用語の定義は「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」の第2条（定義）による。</p> <p>それ以外の用語については以下に定義する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置許可基準規則第12条第2項に規定される「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（解釈を含む。）を重要施設とする。（以下「重要施設」という。）</li> <li>2. 設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものを安全施設とする。（以下「安全施設」という。）</li> <li>3. 安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものを重要安全施設とする。（以下「重要安全施設」という。）</li> <li>4. 設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生じるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きい施設を耐震重要施設とする。（以下「耐震重要施設」という。）</li> <li>5. 重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、自重や運転時の荷重等に加え、その供用中に大きな影響を及ぼすおそれがある地震動を基準地震動とする。（以下「基準地震動」という。）</li> <li>6. 設置許可基準規則第2条第2項第11号に規定される「重大事故等対処施設」は、設置許可基準規則第2条第2項第12号に規定される「特定重大事故等対処施設」を含まないものとする。</li> <li>7. 設置許可基準規則第2条第2項第14号に規定される「重大事故等対処設備」は、設置許可基準規則第2条第2項第12号に規定される「特定重大事故等対処施設」を含まないものとする。</li> <li>8. 浸水防止機能を有する設備を浸水防止設備という。なお、特に断りがない場合、浸水防止設備は基準津波に対するものをいい、基準津波を一定程度超える津波に対するものについては、これを付記し、基準津波を一定程度超える津波に対するものを含めて浸水防止設備という場合は、浸水防止設備（基準津波を一定程度超える津波に対するものを含む。）とする。</li> </ol>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>第 1 章 共通項目</p> <p>2. 自然現象</p> <p>2.1 地震による損傷の防止</p> <p>2.1.1 耐震設計</p> <p>2.1.1.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p>(1) 耐震設計の基本方針</p> <p>耐震設計は、以下の項目に従って行う。</p> <p>a. 設計基準対象施設のうち、地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震（設置（変更）許可（平成 29 年 1 月 18 日）を受けた基準地震動（以下「基準地震動」という。)) による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>b. 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて、S クラス、B クラス又は C クラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計とする。</p> <p>重大事故等対処施設については、施設の各設備が有する重大事故等に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）、常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）及び可搬型重大事故等対処設備に分類す</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>る。</p> <p>重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に十分に耐えることができる設計とする。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設と常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の両方に属する重大事故等対処施設については、基準地震動による地震力を適用するものとする。</p> <p>c. 建物・構築物とは、建物、構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の総称とする。</p> <p>また、屋外重要土木構造物とは、耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、若しくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物をいう。</p> <p>d. Sクラスの施設（f.に記載のもののうち、津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。）、浸水防止設備及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を除く。）は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。</p> <p>建物・構築物については、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有する設計とする。</p> <p>機器・配管系については、その施設に要求される機能を保持する設計とし、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない設計とする。また、動的機器等については、その設備に要求される機能を保持する設計とする。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>また、設置（変更）許可（平成 29 年 1 月 18 日）の弾性設計用地震動（以下「弾性設計用地震動」という。）による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。</p> <p>建物・構築物については、発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>機器・配管系については、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる設計とする。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>建物・構築物については、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有する設計とする。</p> <p>機器・配管系については、その施設に要求される機能を保持する設計とし、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない設計とする。また、動的機器等については、その設備に要求される機能を保持する設計とする。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認する。</p> <p>e. Sクラスの施設（f.に記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）について、静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。</p> <p>また、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものと</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>する。</p> <p>f. 屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物は、基準地震動による地震力に対して、構造全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できる設計とする。</p> <p>なお、基準地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物は、基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>g. Bクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。</p> <p>また、共振のおそれがある施設については、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。</p> <p>Cクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設は、上記に示す、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に対して、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。</p> <p>h. 耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設が、それ以外の発電所内にある施設（資機材等含む。）の波及的影響によって、それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。</p> <p>i. 可搬型重大事故等対処設備については、地震による周辺斜面の崩壊等の影響</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>を受けないように「5.1.5 環境条件等」に基づく設計とする。</p> <p>j. 代替緊急時対策所の耐震設計の基本方針については、「(6) 緊急時対策所」に示す。</p> <p>k. 炉心内の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下の設計とする。</p> <p>弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全面的におおむね弾性状態に留まる設計とする。</p> <p>基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>(2) 設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分</p> <p>a. 設計基準対象施設の耐震重要度分類</p> <p>設計基準対象施設の耐震重要度を次のように分類する。</p> <p>(a) Sクラスの施設</p> <p>地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいものであり、次の施設を含む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系</li> <li>・使用済燃料を貯蔵するための施設</li> <li>・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設</li> <li>・原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設</li> <li>・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するため</li> </ul>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設</li> <li>・放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設</li> <li>・津波防護施設及び浸水防止設備</li> <li>・津波監視設備</li> </ul> <p>(b) Bクラスの施設</p> <p>安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設であり、次の施設を含む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設</li> <li>・放射性廃棄物を内蔵している施設（但し、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）」第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。）</li> <li>・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設</li> <li>・使用済燃料を冷却するための施設</li> <li>・放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設</li> </ul> <p>(c) Cクラスの施設</p> <p>Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設</p> <p>上記に基づくクラス別施設を第2.1.1表に示す。</p> <p>同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動についても併記する。</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>b. 重大事故等対処設備の設備分類</p> <p>重大事故等対処設備について、施設の各設備が有する重大事故等に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、以下の区分に分類する。</p> <p>(a) 常設重大事故防止設備</p> <p>重大事故等対処設備のうち、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合であって、設計基準事故対処設備の安全機能又は使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能が喪失した場合において、その喪失した機能（重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能に限る。）を代替することにより重大事故の発生を防止する機能を有する設備であって常設のもの</p> <p>イ 常設耐震重要重大事故防止設備</p> <p>常設重大事故防止設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの</p> <p>ロ 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備</p> <p>常設重大事故防止設備であって、イ以外のもの</p> <p>(b) 常設重大事故緩和設備</p> <p>重大事故等対処設備のうち、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止し、又はその影響を緩和するための機能を有する設備であって常設のもの</p> <p>(c) 可搬型重大事故等対処設備</p> <p>重大事故等対処設備であって可搬型のもの</p> <p>重大事故等対処設備のうち、耐震評価を行う主要設備の設備分類について、第 2.1.2 表に示す。</p> <p>(3) 地震力の算定方法</p> <p>耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。</p> <p>a. 静的地震力</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>設計基準対象施設に適用する静的地震力は、Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数 <math>C_i</math> 及び震度に基づき算定するものとする。</p> <p>重大事故等対処施設については、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設について、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用する静的地震力を適用する。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>水平地震力は、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、更に当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。</p> <p>Sクラス 3.0 Bクラス 1.5 Cクラス 1.0</p> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_0</math> を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p>また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、Sクラス、Bクラス及びCクラスともに1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 <math>C_0</math> は1.0以上とする。</p> <p>Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。</p> <p>但し、土木構造物の静的地震力は、安全上適切と認められる規格及び基準を参考に、Cクラスに適用される静的地震力を適用する。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>静的地震力は、上記(a)に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記(a)の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。</p> <p>但し、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>上記(a)及び(b)の標準せん断力係数 C<sub>0</sub>等の割増係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。</p> <p>b. 動的地震力</p> <p>設計基準対象施設については、動的地震力は、Sクラスの施設、屋外重要土木構造物及びBクラスの施設のうち共振のおそれがあるものに適用する。</p> <p>Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）については、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。</p> <p>Bクラスの施設のうち共振のおそれがあるものについては、弾性設計用地震動から定める入力地震動の振幅を2分の1にしたものによる地震力を適用する。</p> <p>屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については、基準地震動による地震力を適用する。</p> <p>重大事故等対処施設については、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に、基準地震動による地震力を適用する。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設のうち、Bクラスの施設の機能を代替する共振のおそれがある施設については、共振のおそれがあるBクラスの施設に適用する地震力を適用する。</p> <p>常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、基準地震動による地震力を適用する。</p> <p>重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設の既往評価を適用できる基</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>本構造と異なる施設については、適用する地震力に対して、要求される機能及び構造健全性が維持されることを確認するため、当該施設の構造を適切にモデル化した上での地震応答解析又は加振試験等を実施する。</p> <p>動的解析においては、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。</p> <p>動的地震力は水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。</p> <p>動的地震力の水平 2 方向及び鉛直方向の組合せについては、水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた既往の耐震計算への影響の可能性のある施設・設備を抽出し、3次元応答性状の可能性も考慮した上で既往の方法を用いた耐震性に及ぼす影響を評価する。</p> <p>(a) 入力地震動</p> <p>解放基盤表面は、3号炉及び4号炉の地質調査の結果から、0.7km/s以上のS波速度(1.35km/s)を持つ堅固な岩盤が十分な広がりを持つていることが確認されているため、原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋基礎底版位置のEL.-15.0mとしている。</p> <p>建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動及び弾性設計用地震動を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで、必要に応じ2次元FEM解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。</p> <p>地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物位置と炉心位置での地質・速度構造の違いにも留意するとともに、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。</p> <p>また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地質・速度構造等の地盤条件を設定する。</p> <p>また、設計基準対象施設における耐震Bクラスの建物・構築物及び重大事故等対処施設における耐震Bクラスの施設の機能を代替する常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動を1/2倍し</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>たものを用いる。</p> <p>(b) 地震応答解析</p> <p>イ 動的解析法</p> <p>(イ) 建物・構築物</p> <p>動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。</p> <p>動的解析は、スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法による。また、3次元応答性状等の評価は、時刻歴応答解析法による。</p> <p>建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。</p> <p>動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばねは、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況、地盤の剛性等を考慮して定める。</p> <p>設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。</p> <p>地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。</p> <p>基準地震動及び弾性設計用地震動に対する応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>地震応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて材</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。</p> <p>また、ばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響を検討し、地盤物性等のばらつきを適切に考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。</p> <p>原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋については、3次元 FEM 解析等から、建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系への影響を評価する。</p> <p>動的解析に用いる解析モデルは、地震観測網により得られた観測記録により振動性状の把握を行い、解析モデルの妥当性の確認を行う。</p> <p>屋外重要土木構造物及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物の動的解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形又は非線形解析のいずれかにて行う。</p> <p>地震力については、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。</p> <p>(ロ) 機器・配管系</p> <p>動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、適切な規格及び基準又は試験等の結果に基づき設定する。</p> <p>機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル、有限要素モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。</p> <p>また、時刻歴応答解析法及びスペクトルモーダル解析法を用いる場合は地盤物性等のばらつきを適切に考慮する。</p> <p>配管系については、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点（燃料集合体、クレーン類）又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつきへの配慮をしつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。</p> <p>また、設備の3次元的な広がりを踏まえ、適切に応答を評価できるモデルを用い、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。</p> <p>剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。</p> <p>c. 設計用減衰定数</p> <p>地震応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。なお、建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等により、その妥当性を検討する。</p> <p>地盤と屋外重要土木構造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については、地中構造物としての特徴、同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。</p> <p>(4) 荷重の組合せと許容限界</p> <p>耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。</p> <p>a. 耐震設計上考慮する状態</p> <p>地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>設計基準対象施設については以下のイ～ハの状態、重大事故等対処施設については以下のイ～ニの状態を考慮する。</p> <p>イ 運転時の状態</p> <p>発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の下条件におかれている状態</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>但し、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。</p> <p>ロ 設計基準事故時の状態 発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態</p> <p>ハ 設計用自然条件 設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）</p> <p>ニ 重大事故等時の状態 発電用原子炉施設が、重大事故に至るおそれがある事故、又は重大事故時の状態で、重大事故等対処施設の機能を必要とする状態</p> <p>(b) 機器・配管系 設計基準対象施設については以下のイ～ニの状態、重大事故等対処施設については以下のイ～ホの状態を考慮する。</p> <p>イ 通常運転時の状態 発電用原子炉の起動、停止、出力運転、高温待機、燃料取替等が計画的又は頻繁に行われた場合であって、運転条件が所定の制限値以内にある運転状態</p> <p>ロ 運転時の異常な過渡変化時の状態 通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生じるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態</p> <p>ハ 設計基準事故時の状態 発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態</p> <p>ニ 設計用自然条件 設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）</p> <p>ホ 重大事故等時の状態 発電用原子炉施設が、重大事故に至るおそれがある事故、又は重大事故時の状態で、重大事故等対処施設の機能を必要とする状態</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>b. 荷重の種類</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>設計基準対象施設については以下のイ～ニの荷重、重大事故等対処施設については以下のイ～ホの荷重とする。</p> <p>イ 発電用原子炉のおかかっている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常的气象条件による荷重</p> <p>ロ 運転時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ハ 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ニ 地震力、風荷重、積雪荷重等</p> <p>ホ 重大事故等時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>但し、運転時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態での荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には、地震時の土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>設計基準対象施設については以下のイ～ニの荷重、重大事故等対処施設については以下のイ～ホの荷重とする。</p> <p>イ 通常運転時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ロ 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ハ 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ニ 地震力、風荷重、積雪荷重等</p> <p>ホ 重大事故等時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>c. 荷重の組合せ</p> <p>地震と組み合わせる荷重については「2.3 外部からの衝撃による損傷の防止」で設定している風及び積雪による荷重を考慮し、以下のとおり設定する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>(a) 建物・構築物（(c)に記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）</p> <p>イ Sクラスの建物・構築物及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。</p> <p>ロ Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力とを組み合わせる。</p> <p>ハ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物については、常時作用している荷重、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれがある事象による荷重と地震力とを組み合わせる。</p> <p>重大事故等による荷重は設計基準対象施設の耐震設計の考え方及び確率論的な考察を踏まえ、地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重として扱う。</p> <p>ニ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物については、常時作用している荷重、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重は、その事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。</p> <p>この組合せについては、事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、工学的、総合的に勘案の上、設定する。</p> <p>なお、継続時間については、対策の成立性も考慮した上で設定する。</p> <p>以上を踏まえ、原子炉格納容器バウンダリを構成する施設（原子炉格納容器内の圧力、温度の条件を用いて評価を行うその他の施設を含む。）については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と弾性設計用地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>なお、その際に用いる荷重の継続時間に係る復旧等の対応について、保</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>安規定に定める。</p> <p>保安規定に定める対応としては、故障が想定される機器に対してあらかじめ確保した取替部材を用いた既設系統の復旧手段、及び、あらかじめ確保した部材を用いた仮設系統の構築手段について、手順を整備するとともに、社内外から支援を受けられる体制を整備する。</p> <p>また、その他の施設については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と基準地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>ホ Bクラス及びCクラスの建物・構築物並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と静的地震力及び動的地震力（Bクラスの共振影響検討に係るもの又はBクラスの施設の機能を代替する常設重大事故防止設備の共振影響検討に係るもの）とを組み合わせる。</p> <p>(b) 機器・配管系（(c)に記載のものを除く。）</p> <p>イ Sクラスの機器・配管系及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、通常運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。</p> <p>ロ Sクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれがある事象によって施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。</p> <p>ハ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれがある事象によって施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。</p> <p>重大事故等による荷重は設計基準対象施設の耐震設計の考え方及び確率論的な考察を踏まえ、地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重として扱う。</p> <p>ニ Sクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>き起こされるおそれがない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。</p> <p>ホ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。</p> <p>この組合せについては、事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、工学的、総合的に勘案の上設定する。</p> <p>なお、継続時間については、対策の成立性も考慮した上で設定する。</p> <p>以上を踏まえ、重大事故等時の状態で施設に作用する荷重と地震力との組合せについては、以下を基本設計とする。</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する設備については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と弾性設計用地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>また、原子炉格納容器バウンダリを構成する設備（原子炉格納容器内の圧力、温度の条件を用いて評価を行うその他の施設を含む。）については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と弾性設計用地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>なお、その際に用いる荷重の継続時間に係る復旧等の対応について、保安規定に定める。</p> <p>保安規定に定める対応としては、故障が想定される機器に対してあらかじめ確保した取替部材を用いた既設系統の復旧手段、及び、あらかじめ確保した部材を用いた仮設系統の構築手段について、手順を整備するとともに、社内外から支援を受けられる体制を整備する。</p> <p>さらに、その他の施設については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と、基準地震動による地震力とを組み合わせる。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>へ Bクラス及びCクラスの機器・配管系並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、通常運転時の状態で施設に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重と静的地震力及び動的地震力(Bクラスの共振影響検討に係るもの又はBクラスの施設の機能を代替する常設重大事故防止設備の共振影響検討に係るもの)とを組み合わせる。</p> <p>(c) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物</p> <p>イ 津波防護施設及び浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と基準地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>ロ 浸水防止設備及び津波監視設備については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重等と基準地震動による地震力とを組み合わせる。</p> <p>上記(c)イ及びロについては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また、津波以外による荷重については、「b.荷重の種類」に準じるものとする。</p> <p>(d) 荷重の組合せ上の留意事項</p> <p>動的地震力については、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ、算定するものとする。</p> <p>d. 許容限界</p> <p>各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし、安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている許容応力等を用いる。</p> <p>(a) 建物・構築物((c)に記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>イ Sクラスの建物・構築物及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物</p> <p>(イ) 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>但し、1次冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリにおける長期的荷重との組合せを除く。）に対しては、下記(ロ)に示す許容限界を適用する。</p> <p>(ロ) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。</p> <p>また、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。</p> <p>ロ Bクラス及びCクラスの建物・構築物並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物（へ及びトに記載のものを除く。）</p> <p>上記イ(イ)による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>ハ 耐震重要度分類の異なる施設又は設備分類の異なる重大事故等対処施設を支持する建物・構築物（へ及びトに記載のものを除く。）</p> <p>上記イ(ロ)を適用するほか、耐震重要度分類の異なる施設又は設備分類の異なる重大事故等対処施設がそれを支持する建物・構築物の変形に対して、その支持機能を損なわないものとする。</p> <p>当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。</p> <p>ニ 建物・構築物の保有水平耐力（へ及びトに記載のものを除く。）</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度分類又は重大事故等対処施設が代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類に応じた安全余裕を有しているものとする。</p> <p>ここでは、常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、上記における重大事故等対処施設が代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類を S クラスとする。</p> <p>ホ 気密性、止水性、遮蔽性、通水機能を考慮する施設  構造強度の確保に加えて気密性、止水性、遮蔽性、通水機能が必要な建物・構築物については、その機能を維持できる許容限界を適切に設定するものとする。</p> <p>へ 屋外重要土木構造物及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物  (イ) 静的地震力との組合せに対する許容限界  安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(ロ) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界  構造部材の曲げについては、曲げ耐力、限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみに対して妥当な安全余裕を持たせることとし、構造部材のせん断については、せん断耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることを基本とする。</p> <p>但し、構造部材の曲げ、せん断に対する上記の許容限界に代わり、許容応力度を適用することで、安全余裕を考慮する場合もある。</p> <p>それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。</p> <p>ト その他の土木構造物及び常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物  安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>(b) 機器・配管系 ((c)に記載のものを除く。)</p> <p>イ Sクラスの機器・配管系</p> <p>(イ) 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>応答が全体的におおむね弾性状態に留まるものとする。</p> <p>但し、1次冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ(原子炉格納容器バウンダリ及び非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。)に対しては、下記(ロ)に示す許容限界を適用する。</p> <p>また、重大事故等時に作用する荷重との組合せに対しては、下記(ロ)に示す許容限界を適用する。</p> <p>(ロ) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさないように応力、荷重等を制限とする値を許容限界とする。</p> <p>また、地震時又は地震後に動的機能又は電氣的機能が要求される機器については、基準地震動による応答に対して試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。</p> <p>ロ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系</p> <p>イ(ロ)に示す許容限界を適用する。</p> <p>但し、原子炉格納容器バウンダリを構成する設備及び非常用炉心冷却設備等の弾性設計用地震動と設計基準事故の状態における長期的荷重との組合せに対する許容限界は、イ(イ)に示す許容限界を適用する。</p> <p>ハ Bクラス及びCクラスの機器・配管系並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>応答が全体的におおむね弾性状態に留まるものとする。</p> <p>ニ 燃料集合体 地震時に作用する荷重に対して、燃料集合体の1次冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生じることにより制御棒の挿入が阻害されないものとする。</p> <p>ホ 燃料被覆材 炉心内の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおりとする。 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震動のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まるものとする。 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないものとする。</p> <p>(c) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物 津波防護施設及び浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については、当該施設及び建物・構築物が構造全体としての変形能力（終局耐力時の変形）及び安定性について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能（津波防護機能及び浸水防止機能）が保持できるものとする。浸水防止設備及び津波監視設備については、その設備に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できるものとする。</p> <p>(5) 設計における留意事項 耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（以下「上位クラス施設」という。）は、下位</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>クラス施設の波及的影響によって、それぞれの安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能（以下「上位クラス施設の有する機能」という。）を損なわない設計とする。</p> <p>波及的影響については、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行う。</p> <p>なお、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間等を踏まえて適切に設定する。また、波及的影響においては水平 2 方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設、設備を選定し評価する。</p> <p>この設計における評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行う。ここで、下位クラス施設とは、上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む。）をいう。</p> <p>波及的影響を防止するよう現場を維持するため、保安規定に、機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。</p> <p>上位クラス施設に対する波及的影響については、以下に示す a. から d. の 4 つの事項から検討を行う。また、原子力発電所の地震被害情報等から新たに検討すべき事項が抽出された場合は、これを追加する。</p> <p>a. 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</p> <p>(a) 不等沈下</p> <p>上位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設の設置地盤の不等沈下により、上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。</p> <p>(b) 相対変位</p> <p>上位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設との相対変位により、上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>b. 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響  上位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、接続する下位クラス施設が損傷することにより、上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。</p> <p>c. 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上位クラス施設への影響  上位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力による建屋内の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。</p> <p>d. 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上位クラス施設への影響  上位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力による建屋外の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。</p> <p>(6) 緊急時対策所  代替緊急時対策所については、基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。  代替緊急時対策所の建物については、耐震構造とする。  また、代替緊急時対策所の居住性を確保するため、基準地震動による地震力に対する構造強度の確保に加え、遮蔽性及び緊急時対策所換気設備の性能とあいまった十分な気密性を維持する設計とする。  さらに、施設全体の更なる安全性を確保するため、基準地震動による地震力との組合せに対して、弾性範囲に収める設計とする。  地震力の算定方法及び荷重の組合せと許容限界については、「(3) 地震力の算定方法」及び「(4) 荷重の組合せと許容限界」に示す建物・構築物及び機器・配管系のものを適用する。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>2.1.2 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針</p> <p>2.1.2.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p>耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、設置（変更）許可を受けた、基準地震動による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前

変更後

第 2.1.1 表 クラス別施設 (1 / 8)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Sクラス	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	・原子炉容器 ・原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S S	・隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	・原子炉容器・蒸気発生器・1次冷却材ポンプ・加圧器の支持構造物 ・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S S	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋	Ss Ss Ss
	(ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設	・使用済燃料ピット ・使用済燃料ラック	S S	—	—	—	—	・原子炉周辺建屋	Ss
	(iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設	・制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置（トリップ機能に関する部分） ・化学体積制御設備のうち、ほう酸注入系	S S	・炉心支持構造物及び制御棒クラスタ案内管 ・非常用電源（燃料油系含む。）及び計装設備	S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss
	(iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	・主蒸気・主給水設備（主給水逆止弁より蒸気発生器2次側を経て、主蒸気隔離弁まで） ・補助給水設備 ・復水タンク ・余熱除去設備	S S S S	・原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係わるもの） ・原子炉補機冷却海水設備 ・燃料取替用水タンク ・炉心支持構造物（炉心冷却に直接影響するもの） ・非常用電源（燃料油系含む。）及び計装設備	S S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・燃料取替用水タンク建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss Ss

第 2.1.1 表 クラス別施設 (2 / 8)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Sクラス	(v) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	・安全注入設備 ・余熱除去設備（低圧注入系） ・燃料取替用水タンク	S S S	・原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係わるもの） ・原子炉補機冷却海水設備 ・中央制御室の遮蔽と空調設備 ・非常用電源（燃料油系含む。）及び計装設備	S S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・燃料取替用水タンク建屋 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss
	(vi) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設	・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	S S	・隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	・機器・配管等の支持構造物 ・電気計装設備の支持構造物	S S	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋	Ss Ss Ss Ss

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.1 表 クラス別施設 ( 3 / 8 )

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Sクラス	(vi) 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記(vi)の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設	・原子炉格納容器スプレイ設備 ・燃料取替用水タンク ・アニュラスシール ・アニュラス空気浄化設備 ・排気筒 ・安全補機室空気浄化設備	S S S S S S	・原子炉補機冷却水設備 (当該主要設備に係わるもの) ・原子炉補機冷却海水設備 ・非常用電源 (燃料油系含む。) 及び計装設備	S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉格納容器 ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・燃料取替用水タンク建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss Ss
	(vii) 津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備	・海水ポンプエリア防護壁 ・海水ポンプエリア水密扉 ・取水ビット搬入口蓋 ・原子炉周辺建屋水密扉 ・原子炉補助建屋水密扉	S S S S S	—	—	・機器等の支持構造物	S	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	Ss Ss Ss
	(ix) 敷地における津波監視機能を有する施設	・津波監視カメラ ・取水ビット水位計	S S	・非常用電源 (燃料油系含む。) 及び計装設備	S	・機器、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss

変更なし

第 2.1.1 表 クラス別施設 ( 4 / 8 )

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Sクラス	(x) その他	・使用済燃料ビット水補給設備 (非常用)	S	・非常用電源 (燃料油系含む。) 及び計装設備	S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss
		・炉内構造物	S	—	—	—	—	—	—

変更前

変更後

第 2.1.1 表 クラス別施設 (5 / 8)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Bクラス	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	・化学体積制御設備のうち、抽出系と余剰抽出系	B	-	-	・機器・配管等の支持構造物	B	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋	Sb Sb Sb
	(ii) 放射性廃棄物を内蔵している施設 (ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。)	・放射性廃棄物廃棄施設 (ただし、Cクラスに属するものは除く。)	B	-	-	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・廃棄物処理建屋 ・結晶体溶融処理建屋	Sb Sb Sb Sb
	(iii) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設	・使用済燃料ピット水浄化冷却設備 (浄化系) ・化学体積制御設備のうち、S及びCクラスに属する以外のもの ・放射線低減効果の大きい遮蔽 ・燃料取扱棟クレーン ・使用済燃料ピットクレーン ・燃料取替クレーン ・燃料移送装置	B B B B B B	-	-	・機器・配管等の支持構造物	B	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋	Sb Sb Sb

第 2.1.1 表 クラス別施設 (6 / 8)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注5)
Bクラス	(iv) 使用済燃料を冷却するための施設	・使用済燃料ピット水浄化冷却設備 (冷却系)	B	・原子炉補機冷却水設備 (当該主要設備に係わるもの) ・原子炉補機冷却海水設備 ・電気計装設備	B B B	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	B	・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	Sb Sb Sb
	(v) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放射を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設	-	-	-	-	-	-	-	-

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.1 表 クラス別施設 (7 / 8)

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用地震動 (注5)
Cクラス	(i) 原子炉の反応度を制御するための施設でS及びBクラスに属さない施設	・制御棒クラス駆動装置 (トリップ機能に関する部分を除く。)	C	-	-	・電気計装設備の支持構造物	C	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋	Sc Sc Sc
	(ii) 放射性物質を内蔵しているか、又はこれに関連した施設でS及びBクラスに属さない施設	・試料採取設備 ・床ドレン系 ・洗浄排水処理系 ・固化処理装置より下流の固体廃棄物取扱い設備 (貯蔵庫を含む。) ・ペイラ ・雑固体溶融処理設備のうち、溶融炉、セラミックフィルタ及び微粒子フィルタを除く。 ・化学体種制御設備のうち、ほう酸補給タンク廻り ・液体廃棄物処理設備のうち、ほう酸回収装置蒸留水側及び廃液蒸発装置蒸留水側 ・原子炉補給水設備 ・新燃料貯蔵設備 ・その他	C C C C C C C C C C C C C	-	-	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	C	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・廃棄物処理建屋 ・固体廃棄物貯蔵庫 ・雑固体溶融処理建屋	Sc Sc Sc Sc Sc Sc

第 2.1.1 表 クラス別施設 (8 / 8)

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用地震動 (注5)
Cクラス	(iii) 原子炉施設ではあるが、放射線安全に関係しない施設	・蒸気タービン設備 ・原子炉補機冷却水設備 ・補助ボイラ及び補助蒸気設備 ・消火設備 ・主発電機・変圧器 ・空調設備 ・蒸気発生器ブローダウン系 ・所内用圧縮空気設備 ・格納容器ポーラクレーン ・代替緊急時対策所 ・その他	C C C C C C C C C C C	-	-	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	C	・内部コンクリート ・原子炉周辺建屋 ・原子炉補助建屋 ・廃棄物処理建屋 ・雑固体溶融処理建屋 ・タービン建屋 ・代替緊急時対策所	Sc Sc Sc Sc Sc Sc

(注1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。  
 (注2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。  
 (注3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。  
 (注4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物 (建物・構築物) をいう。  
 (注5) Ss : 基準地震動により定まる地震力  
 Sd : 弾性設計用地震動により定まる地震力  
 Sb : Bクラス施設に適用される地震力  
 Sc : Cクラス施設に適用される静的地震力

変更なし



変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（1 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、代替する機能を有する設計基準 事故対処設備の属する耐震重要度分類）
I. 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備	常設重大事故防止設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの以外のもの	(i) 計測制御系統施設 ・格納容器圧力〔C〕 ・無線連絡設備〔C〕 ・衛星携帯電話設備〔C〕 ・緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）〔C〕 ・SPDSデータ表示装置〔C〕 (ii) 非常用取水設備 ・取水口〔C〕 ・取水管路〔C〕 ・取水ピット〔C〕

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（2 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる設備の耐震重要度分類）
II. 常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料ピット〔S〕</li> <li>・使用済燃料ラック〔S〕</li> </ul> </li> <li>(ii) 原子炉冷却系統施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気発生器〔S〕</li> <li>・1次冷却材ポンプ〔S〕</li> <li>・加圧器〔S〕</li> <li>・加圧器安全弁〔S〕</li> <li>・加圧器逃がし弁〔S〕</li> <li>・主蒸気安全弁〔S〕</li> <li>・主蒸気逃がし弁〔S〕</li> <li>・主蒸気隔離弁〔S〕</li> <li>・余熱除去冷却器〔S〕</li> <li>・余熱除去ポンプ〔S〕</li> <li>・余熱除去ポンプ入口弁〔S〕</li> <li>・高圧注入ポンプ〔S〕</li> <li>・充てんポンプ〔S〕</li> <li>・格納容器スプレイポンプ〔S〕</li> <li>・常設電動注入ポンプ</li> <li>・蓄圧タンク〔S〕</li> <li>・燃料取替用水タンク〔S〕</li> <li>・蓄圧タンク出口弁〔S〕</li> <li>・再生熱交換器〔S〕</li> <li>・復水タンク〔S〕</li> <li>・タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口弁〔S〕</li> <li>・格納容器再循環サンブ〔S〕</li> <li>・格納容器再循環サンブスクリーン〔S〕</li> <li>・原子炉補機冷却水冷却器〔S〕</li> <li>・原子炉補機冷却水ポンプ〔S〕</li> <li>・海水ポンプ〔S〕</li> <li>・原子炉補機冷却水サージタンク〔S〕</li> <li>・海水ストレーナ〔S〕</li> <li>・炉心支持構造物〔S〕</li> <li>・原子炉容器〔S〕</li> <li>・格納容器スプレイ冷却器〔S〕</li> <li>・電動補助給水ポンプ〔S〕</li> <li>・タービン動補助給水ポンプ〔S〕</li> </ul> </li> <li>(iii) 計測制御系統施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・制御棒クラスタ〔S〕</li> <li>・ほう酸ポンプ〔S〕</li> <li>・1次冷却材ポンプ〔S〕</li> <li>・充てんポンプ〔S〕</li> <li>・ほう酸タンク〔S〕</li> <li>・原子炉容器〔S〕</li> <li>・加圧器〔S〕</li> <li>・燃料取替用水タンク〔S〕</li> <li>・再生熱交換器〔S〕</li> <li>・ほう酸フィルタ〔S〕</li> <li>・加圧器逃がし弁〔S〕</li> <li>・緊急ほう酸注入弁〔S〕</li> <li>・中性子源領域中性子束検出器〔S〕</li> <li>・中間領域中性子束検出器〔S〕</li> <li>・出力領域中性子束検出器〔S〕</li> <li>・1次冷却材圧力計〔S〕</li> <li>・1次冷却材高温側温度計（広域）〔S〕</li> <li>・1次冷却材低温側温度計（広域）〔S〕</li> <li>・余熱除去流量計〔S〕</li> <li>・高圧注入ポンプ流量計〔S〕</li> <li>・AM用消火水積算流量計</li> <li>・原子炉容器水位計</li> </ul> </li> </ul>

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（3 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる設備の耐震重要度分類）
II. 常設耐震重要重大事故防止設備		(iii) 計測制御系統施設 ・加圧器水位計〔S〕 ・AM用格納容器圧力計〔S〕 ・格納容器内温度計〔C〕 ・格納容器内温度計〔SA〕 ・燃料取替用水タンク水位計〔S〕 ・原子炉補機冷却水サージタンク水位計〔S〕 ・復水タンク水位計〔S〕 ・蒸気発生器広域水位計〔S〕 ・蒸気発生器狭域水位計〔S〕 ・主蒸気ライン圧力計〔S〕 ・補助給水流量計〔S〕 ・ほう酸タンク水位計〔S〕 ・B格納容器スプレイ流量積算流量計 ・格納容器再循環サンプ水位計（広域）〔S〕 ・格納容器再循環サンプ水位計（狭域）〔S〕 ・原子炉下部キャビティ水位計 ・原子炉格納容器水位計 ・格納容器再循環ユニット入口温度計 ・格納容器再循環ユニット出口温度計 ・炉外核計装保護盤〔S〕 ・主盤〔S〕 ・原子炉補助盤〔S〕 ・多様化自動作動設備 ・原子炉トリップ遮断器 ・炉心支持構造物〔S〕 ・蒸気発生器〔S〕 (iv) 放射線管理施設 ・格納容器内高レンジエアモニタ（低レンジ）〔S〕 ・格納容器内高レンジエアモニタ（高レンジ）〔S〕 ・中央制御室循環ファン〔S〕 ・中央制御室空調ファン〔S〕 ・中央制御室非常用循環ファン〔S〕 ・中央制御室非常用循環フィルタユニット〔S〕 ・中央制御室遮蔽〔S〕 ・外部遮蔽〔S〕 ・補助遮蔽（原子炉周辺棟）〔B〕 ・中央制御室空調ユニット〔S〕 (v) 原子炉格納施設 ・原子炉格納容器〔S〕 ・格納容器スプレイ冷却器〔S〕 ・格納容器スプレイポンプ〔S〕 ・常設電動注入ポンプ ・燃料取替用水タンク〔S〕 ・復水タンク〔S〕 ・格納容器再循環サンプ〔S〕 ・格納容器再循環サンプスクリーン〔S〕 ・格納容器再循環ユニット〔C〕 (vi) 非常用電源設備 ・大容量空冷式発電機用給油ポンプ ・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ〔S〕 ・大容量空冷式発電機用燃料タンク ・燃料油貯蔵タンク〔S〕 ・燃料油貯油そう〔S〕 ・燃料油貯油そう（他号機）〔S〕 ・大容量空冷式発電機 ・ディーゼル発電機〔S〕 ・ディーゼル発電機（他号機）〔S〕

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（4 / 7）

設備分類	定義	主要設備 〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる 設備の耐震重要度分類
II. 常設耐震重要重大事故防止設備		(vi) 非常用電源設備 ・計装電源盤（3系統目蓄電池用） ・蓄電池（安全防護系用）〔S〕 ・蓄電池（重大事故等対処用） ・蓄電池（3系統目） ・号炉間電力融通電路 ・メタルクラッド開閉装置 ・パワーセンタ ・コントロールセンタ ・動力変圧器 ・重大事故等対処用変圧器盤 ・重大事故等対処用変圧器受電盤 ・常設電動注入ポンプ電源切替盤 ・重大事故等対処用直流コントロールセンタ ・重大事故等対処用分電盤 ・計装用電源切替盤 ・代替電源接続盤 1 ・代替電源接続盤 2 (vii) 補機駆動用燃料設備 ・燃料油貯蔵タンク〔S〕

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（5 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる設備の耐震重要度分類）
III. 常設重大事故緩和設備	重大事故等対処設備のうち、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止し、又はその影響を緩和するための機能を有する設備であって常設のもの	(i) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 ・使用済燃料ピット〔S〕 ・使用済燃料ラック〔S〕 ・使用済燃料ピット温度計〔SA〕 ・使用済燃料ピット水位計〔SA〕 ・使用済燃料ピット水位計〔広域〕 ・使用済燃料ピット状態監視カメラ (ii) 原子炉冷却系統施設 ・蒸気発生器〔S〕 ・1次冷却材ポンプ〔S〕 ・加圧器〔S〕 ・加圧器逃がし弁〔S〕 ・余熱除去冷却器〔S〕 ・余熱除去ポンプ〔S〕 ・高圧注入ポンプ〔S〕 ・充電ポンプ〔S〕 ・格納容器スプレイポンプ〔S〕 ・常設電動注入ポンプ ・燃料取替用水タンク〔S〕 ・再生熱交換器〔S〕 ・復水タンク〔S〕 ・原子炉補機冷却水冷却器〔S〕 ・原子炉補機冷却水ポンプ〔S〕 ・海水ポンプ〔S〕 ・原子炉補機冷却水サージタンク〔S〕 ・海水ストレーナ〔S〕 ・炉心支持構造物〔S〕 ・原子炉容器〔S〕 ・格納容器スプレイ冷却器〔S〕 (iii) 計測制御系統施設 ・1次冷却材圧力計〔S〕 ・1次冷却材高温側温度計〔広域〕〔S〕 ・1次冷却材低温側温度計〔広域〕〔S〕 ・余熱除去流量計〔S〕 ・高圧注入ポンプ流量計〔S〕 ・AM用消火水積算流量計 ・原子炉容器水位計 ・加圧器水位計〔S〕 ・AM用格納容器圧力計 ・格納容器圧力計〔S〕 ・格納容器内温度計〔C〕 ・格納容器内温度計〔SA〕 ・燃料取替用水タンク水位計〔S〕 ・原子炉補機冷却水サージタンク水位計〔S〕 ・復水タンク水位計〔S〕 ・補助給水流量計〔S〕 ・B格納容器スプレイ流量積算流量計 ・格納容器再循環サンブ水位計〔広域〕〔S〕 ・格納容器再循環サンブ水位計〔狭域〕〔S〕 ・原子炉下部キャビティ水位計 ・原子炉格納容器水位計 ・格納容器再循環ユニット入口温度計 ・格納容器再循環ユニット出口温度計 ・アニュラス水素濃度計 ・無線連絡設備〔C〕 ・衛星携帯電話設備〔C〕 ・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備〔C〕 ・緊急時運転パラメータ伝送システム〔SPDS〕〔C〕 ・SPDSデータ表示装置〔C〕

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（6 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる設備の耐震重要度分類）
III. 常設重大事故緩和設備		<ul style="list-style-type: none"> <li>(iii) 計測制御系統施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器〔C〕</li> <li>・格納容器雰囲気ガスサンプル湿分分離器〔C〕</li> <li>・重大事故等対処用制御盤</li> <li>・重大事故等対処用入出力盤</li> <li>・原子炉安全保護計装盤〔S〕</li> <li>・炉外核計装保護盤〔S〕</li> </ul> </li> <li>(iv) 放射線管理施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器内高レンジエリアモニタ（低レンジ）〔S〕</li> <li>・格納容器内高レンジエリアモニタ（高レンジ）〔S〕</li> <li>・使用済燃料ピット周辺線量率計測定器収納盤（低レンジ）</li> <li>・使用済燃料ピット周辺線量率計取付架台（低レンジ）</li> <li>・使用済燃料ピット周辺線量率計プリアンプ箱（中間レンジ・高レンジ）</li> <li>・使用済燃料ピット周辺線量率計取付架台（中間レンジ・高レンジ）</li> <li>・中央制御室循環ファン〔S〕</li> <li>・中央制御室空調ファン〔S〕</li> <li>・中央制御室非常用循環ファン〔S〕</li> <li>・中央制御室非常用循環フィルタユニット〔S〕</li> <li>・中央制御室遮蔽〔S〕</li> <li>・中央制御室空調ユニット〔S〕</li> <li>・放射線監視盤〔S〕</li> <li>・外部遮蔽〔S〕</li> <li>・補助遮蔽（原子炉周辺棟）〔B〕</li> <li>・緊急時対策所遮蔽（代替緊急時対策所）（壁、天井、床）</li> <li>・緊急時対策所遮蔽（待機所）（壁、天井）</li> </ul> </li> <li>(v) 原子炉格納施設               <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器〔S〕</li> <li>・格納容器スプレイ冷却器〔S〕</li> <li>・格納容器スプレイポンプ〔S〕</li> <li>・常設電動注入ポンプ</li> <li>・燃料取替用水タンク〔S〕</li> <li>・復水タンク〔S〕</li> <li>・格納容器再循環ユニット〔C〕</li> <li>・静的触媒式水素再結合装置</li> <li>・電気式水素燃焼装置</li> <li>・アニュラス空気浄化ファン〔S〕</li> <li>・アニュラス空気浄化フィルタユニット〔S〕</li> <li>・静的触媒式水素再結合装置動作監視装置</li> <li>・電気式水素燃焼装置動作監視装置</li> <li>・排気筒〔S〕</li> </ul> </li> <li>(vi) 非常用電源設備               <ul style="list-style-type: none"> <li>・大容量空冷式発電機用給油ポンプ</li> <li>・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ〔S〕</li> <li>・大容量空冷式発電機用燃料タンク</li> <li>・大容量空冷式発電機付き燃料タンク</li> <li>・燃料油貯蔵タンク〔S〕</li> <li>・燃料油貯油そう〔S〕</li> <li>・燃料油貯油そう（他号機）〔S〕</li> <li>・大容量空冷式発電機</li> <li>・ディーゼル発電機〔S〕</li> <li>・ディーゼル発電機（他号機）〔〔S〕〕</li> <li>・大容量空冷式発電機励磁装置</li> <li>・ディーゼル発電機励磁装置〔S〕</li> </ul> </li> </ul>

変更なし

変更前

変更後

第 2.1.2 表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類（7 / 7）

設備分類	定義	主要設備 （〔 〕内は、設計基準対象施設を兼ねる 設備の耐震重要度分類）
III. 常設重大事故緩和設備		(vi) 非常用電源設備 ・大容量空冷式発電機保護継電器 ・ディーゼル発電機保護継電器〔S〕 ・計装電源盤（3系統目蓄電池用） ・蓄電池（安全防護系用）〔S〕 ・蓄電池（重大事故等対処用） ・蓄電池（3系統目） ・号炉間電力融通回路 ・メタルクラッド開閉装置 ・パワーセンタ ・コントロールセンタ ・動力変圧器 ・重大事故等対処用変圧器盤 ・重大事故等対処用変圧器受電盤 ・常設電動注入ポンプ電源切替盤 ・重大事故等対処用直流コントロールセンタ ・発電機受電盤 ・通信・照明分電盤（100V） ・PC・コンセント分電盤（100V） ・動力分電盤（200V） ・重大事故等対処用分電盤 ・計装用電源切替盤 ・代替電源接続盤 1 ・代替電源接続盤 2 (vii) 補機駆動用燃料設備 ・燃料油貯蔵タンク〔S〕 (viii) 非常用取水設備 ・取水口〔C〕 ・取水管路〔C〕 ・取水ピット〔C〕 (ix) 緊急時対策所 ・緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）〔C〕 ・SPDSデータ表示装置〔C〕

変更なし

変更前	変更後
<p>5. 設備に対する要求</p> <p>5.1 安全設備、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備</p> <p>5.1.1 通常運転時の一般要求</p> <p>(1) 設計基準対象施設の機能</p> <p>設計基準対象施設は、通常運転時において発電用原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても発電用原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、発電用原子炉の反応度を制御することにより、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。</p> <p>保安規定に、高温停止状態及び低温停止状態において炉心を十分な未臨界状態に保つため炉心が有する設計とした反応度停止余裕を定めることにより臨界を防止する。</p> <p>(2) 通常運転時に漏えいを許容する場合の措置</p> <p>通常運転時において、放射性物質を含む流体が漏えいすることを許容しているポンプの軸封部及び原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁のグランド部は、系統外に漏えいさせることなく液体廃棄物処理設備に送水する設計とする。</p> <p>5.1.2 多様性及び位置的分散等</p> <p>(1) 多重性又は多様性及び独立性並びに位置的分散</p> <p>重要施設については、当該系統を構成する機器に「(2) 単一故障」にて記載する単一故障が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能を達成できるよう、十分高い信頼性を確保し、かつ維持し得る設計とし、原則として、多重性又は多様性、及び独立性を備える設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備は、共通要因としては、環境条件、自然現象、発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（以下「外部人為事象」という。）、溢水、火災及びサポート系の故障を考慮する。</p> <p>自然現象については、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を考慮する。</p> <p>自然現象による荷重の組合せについては、地震、津波、風（台風）、積雪及び火山の影響による荷重の組合せを考慮する。</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>外部人為事象については、飛来物（航空機落下等）、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害及び故意による大型航空機の衝突その他テロリズムを考慮する。</p> <p>故意による大型航空機衝突その他のテロリズムについては、可搬型重大事故等対処設備による対策を講じることとする。</p> <p>接続口から建屋内に水又は電力を供給する経路については、常設重大事故等対処設備として設計する。</p> <p>サポート系の故障については、系統又は機器に供給される電力、空気、油、冷却水を考慮する。</p> <p>重大事故緩和設備についても、可能な限り、多様性を有し、位置的分散を図ることを考慮する。</p> <p>a. 常設重大事故等対処設備</p> <p>常設重大事故防止設備は、設計基準事故対処設備の安全機能又は使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能と共通要因によって同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、可能な限り、多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ることを考慮して適切な措置を講じる設計とする。但し、常設重大事故防止設備のうち計装設備は、重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータの計測が困難となった場合に、当該パラメータを推定するために必要なパラメータを異なる物理量（水位、注水量等）又は測定原理とする等、重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータに対して可能な限り多様性を持った方法により計測できる設計とする。推定するために必要なパラメータは、重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータと可能な限り位置的分散を図る設計とする。</p> <p>環境条件に対しては、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、常設重大事故防止設備がその機能を確実に発揮できる設計とする。重大事故等時の環境条件については、「5.1.5 環境条件等」に基づく設計とする。風（台風）及び竜巻のうち風荷重、凍結、降水、積雪、火山の影響並びに電磁的障害に対して常設重大事故防止設備は、環境条件にて考慮し機能が損なわれない設計とする。</p> <p>地震に対して常設重大事故防止設備は、「1. 地盤等」に基づく地盤上に設置するとともに、地震、津波及び火災に対して常設重大事故防止設備は、「2.1</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>地震による損傷の防止」、二次的影響も含めて「2.2 津波による損傷の防止」及び「3.1 火災による損傷の防止」に基づく設計とする。</p> <p>溢水に対して常設重大事故防止設備は、「4.1 溢水等による損傷の防止」に基づく設計とするとともに、想定される溢水水位に対して機能を喪失しない位置に設置する。</p> <p>地震、津波、溢水及び火災に対して常設重大事故防止設備は、設計基準事故対処設備並びに使用済燃料貯蔵槽の冷却設備及び注水設備（以下「設計基準事故対処設備等」という。）と同時に機能を損なうおそれがないように、可能な限り設計基準事故対処設備等と位置的分散を図る。</p> <p>風（台風）、竜巻、落雷、生物学的事象、森林火災、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス及び船舶の衝突に対して常設重大事故防止設備は、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた施設内に設置するか、又は設計基準事故対処設備等と同時にその機能が損なわれないよう、設計基準事故対処設備等と位置的分散を図り、屋外に設置する。落雷に対して大容量空冷式発電機は、避雷設備又は接地設備により防護する設計とする。生物学的事象のうちネズミ等の小動物に対して屋外の常設重大事故防止設備は、侵入防止対策により重大事故等に対処するための必要な機能が損なわれるおそれのない設計とする。生物学的事象のうちクラゲ等の海生生物からの影響を受けるおそれのある屋外の常設重大事故防止設備は、多重性をもつ設計とする。</p> <p>高潮に対して常設重大事故防止設備（非常用取水設備は除く。）は、高潮の影響を受けない敷地高さに設置する。</p> <p>飛来物（航空機落下等）に対して常設重大事故防止設備は、設計基準事故対処設備等と同時にその機能が損なわれないよう、設計基準事故対処設備等と位置的分散を図り設置する。</p> <p>常設重大事故緩和設備についても、可能な限り、上記を考慮して多様性を有し、位置的分散を図る設計とする。</p> <p>サポート系の故障に対しては、常設重大事故防止設備は設計基準事故対処設備等と異なる駆動源又は冷却源を用いる設計とするか、駆動源又は冷却源が同じ場合は別の手段による対応が可能な設計とする。また、常設重大事故防止設備は設計基準事故対処設備等と可能な限り異なる水源をもつ設計とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>b. 可搬型重大事故等対処設備</p> <p>可搬型重大事故防止設備は、設計基準事故対処設備等又は常設重大事故防止設備と、共通要因によって同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、可能な限り、多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ることを考慮して適切な措置を講じる設計とする。</p> <p>また、可搬型重大事故等対処設備は、地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備等及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管する設計とする。</p> <p>環境条件に対しては、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、可搬型重大事故等対処設備がその機能を確実に発揮できる設計とする。重大事故等時の環境条件については「5.1.5 環境条件等」に基づく設計とする。風（台風）及び竜巻のうち風荷重、凍結、降水、積雪、火山の影響並びに電磁的障害に対して可搬型重大事故等対処設備は、環境条件にて考慮し機能が損なわれない設計とする。</p> <p>地震に対して屋内の可搬型重大事故等対処設備は、「1. 地盤等」に基づく地盤上に設置された建屋内に保管する。屋外の可搬型重大事故等対処設備は、地震により生じる敷地下斜面のすべり、液状化及び揺すり込みによる不等沈下、地盤支持力の不足及び地下構造物の損壊等の影響により必要な機能を喪失しない位置に保管する。</p> <p>地震及び津波に対して可搬型重大事故等対処設備は、「2.1 地震による損傷の防止」、二次的影響も含めて「2.2 津波による損傷の防止」にて考慮された設計とする。</p> <p>火災に対して可搬型重大事故等対処設備は、「3.1 火災による損傷の防止」に基づく火災防護を行う。</p> <p>溢水に対して可搬型重大事故等対処設備は、「4.1 溢水等による損傷の防止」に基づく設計とするとともに、想定される溢水水位に対して機能を喪失しない位置に保管する。</p> <p>地震、津波、溢水及び火災に対して可搬型重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等及び常設重大事故等対処設備と同時に機能を損なうおそれがないように、設計基準事故対処設備等の配置も含めて常設重大事故等対処設</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>備と位置的分散を図り複数箇所に分散して保管する。</p> <p>風（台風）、竜巻、落雷、生物学的事象、森林火災、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス及び船舶の衝突に対して可搬型重大事故等対処設備は、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた施設内に保管するか、又は設計基準事故対処設備等及び常設重大事故等対処設備と同時に機能を損なうおそれがないように、設計基準事故対処設備等の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り複数箇所に分散して、屋外に保管する。クラゲ等の海生生物からの影響を受けるおそれのある屋外の可搬型重大事故等対処設備は、複数の取水箇所を選定できる設計とする。</p> <p>高潮に対して可搬型重大事故等対処設備は、高潮の影響を受けない敷地高さに保管する。</p> <p>飛来物（航空機落下等）及び故意による大型航空機衝突その他のテロリズムに対して屋内の可搬型重大事故等対処設備は、可能な限り、設計基準事故対処設備等の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り、複数箇所に分散して保管する。</p> <p>屋外の可搬型重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等及び常設重大事故等対処設備が設置されている建屋並びに屋外の設計基準事故対処設備等又は常設重大事故等対処設備のそれぞれから 100m の離隔距離を確保した上で、複数箇所に分散して保管する。</p> <p>サポート系の故障に対しては、可搬型重大事故等対処設備は設計基準事故対処設備等又は常設重大事故等対処設備と異なる駆動源又は冷却源を用いる設計とするか、駆動源又は冷却源が同じ場合は別の手段による対応が可能な設計とする。また、可搬型重大事故等対処設備は設計基準事故対処設備等又は常設重大事故等対処設備と可能な限り異なる水源をもつ設計とする。</p> <p>c. 可搬型重大事故等対処設備と常設重大事故等対処設備の接続口</p> <p>可搬型重大事故等対処設備のうち、原子炉建屋の外から水又は電力を供給する設備と、常設設備との接続口は、共通要因によって接続することができなくなることを防止するため、それぞれ互いに異なる複数の場所に設置する設計とする。</p> <p>環境条件に対しては、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、その機能を確実に発揮できる設計と</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>するとともに、屋内又は建屋面に設置する場合は、異なる建屋面の隣接しない位置に、屋外に設置する場合は、接続口から建屋又は地中の配管ダクトまでの経路が十分な離隔距離を確保した位置に複数箇所設置する。重大事故等時の環境条件については「5.1.5 環境条件等」に基づく設計とする。風（台風）及び竜巻のうち風荷重、凍結、降水、積雪、火山の影響並びに電磁的障害に対しては、環境条件にて考慮し機能が損なわれない設計とする。</p> <p>地震に対して、接続口を屋内又は建屋面に設置する場合は、「1. 地盤等」に基づく地盤上の建屋において、異なる建屋面の隣接しない位置に複数箇所設置する。</p> <p>屋外に設置する場合は、地震により生じる敷地下斜面の滑り、液状化及び揺すり込みによる不等沈下、地盤支持力の不足及び地下構造物の損壊等の影響を受けない位置に設置するとともに、接続口から建屋又は地中の配管ダクトまでの経路が十分な離隔距離を確保した位置に複数箇所設置する。</p> <p>地震、津波及び火災に対しては、「2.1 地震による損傷の防止」、「2.2 津波による損傷の防止」及び「3.1 火災による損傷の防止」に基づく設計とする。</p> <p>溢水に対しては、想定される溢水水位に対して機能を喪失しない位置に設置する。</p> <p>地震、津波、溢水及び火災に対しては、屋内又は建屋面に設置する場合は、異なる建屋面の隣接しない位置に、屋外に設置する場合は、接続口から建屋又は地中の配管ダクトまでの経路が十分な離隔距離を確保した位置に複数箇所設置する。</p> <p>風（台風）、竜巻、落雷、生物学的事象、森林火災、飛来物（航空機落下等）、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス、船舶の衝突及び故意による大型航空機衝突その他のテロリズムに対しては、屋内又は建屋面に設置する場合は、異なる建屋面の隣接しない位置に、屋外に設置する場合は、接続口から建屋又は地中の配管ダクトまでの経路が十分な離隔距離を確保した位置に複数箇所設置する。生物学的事象のうちネズミ等の小動物に対して屋外に設置する場合は、開口部の閉止により重大事故等に対処するための必要な機能が損なわれるおそれのない設計とする。</p> <p>高潮に対して接続口は、高潮の影響を受けない位置に設置する。</p> <p>また、複数の機能で一つの接続口を同時に使用しない設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>(2) 単一故障</p> <p>重要施設は、当該系統を構成する機器に短期間では動的機器の単一故障、又は長期間では動的機器の単一故障若しくは想定される静的機器の単一故障のいずれかが生じた場合であって、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能を達成できる設計とする。</p> <p>短期間と長期間の境界は 24 時間を基本とし、非常用炉心冷却系及び格納容器熱除去系の注入モードから再循環モードへの切替えのように、運転モードの切替えを行う場合は、その時点を短期間と長期間の境界とする。</p> <p>但し、アニュラス空気浄化設備のダクトの一部、安全補機室空気浄化設備のフィルタユニット及びダクトの一部、試料採取設備のうち事故時に 1 次冷却材をサンプリングする設備並びに格納容器スプレイ設備のうちスプレイリングについては、設計基準事故が発生した場合に長期間にわたって機能が要求される静的機器であるが、単一設計とするため、個別に設計を行う。</p> <p>5.1.3 悪影響防止等</p> <p>(1) 飛来物による損傷防止</p> <p>設計基準対象施設に属する設備は、蒸気タービン、発電機及び内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁の破損、配管の破断並びに高速回転機器の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする。</p> <p>発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう、蒸気タービン及び発電機は、破損防止対策等を行うとともに、原子力委員会 原子炉安全専門審査会「タービンミサイル評価について」により、原子炉格納容器、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び使用済燃料ピットが破損する確率を評価し、判定基準 <math>10^{-7}</math>/年以下となることを確認する。</p> <p>高温高圧の配管については材料選定、強度設計に十分な考慮を払う。さらに、安全性を高めるために、仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力、周辺雰囲気の変化等により、発電用原子炉施設の安全性が損なわれることのないよう配置上の考慮を払うとともに、それらの影響を低減させるための手段として、一次冷却材管、主蒸気・主給水管については配管ホイップレストレイントを設ける設計とする。</p> <p>高速回転機器のうち、1次冷却材ポンプフライホイールにあっては、安全性を損なわないよう、限界回転数が予想される最大回転数に比べて十分大きくなる</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>設計とする。また、その他の高速回転機器が損壊し、飛散物とならないように保護装置を設けること等によりオーバースピードとならない設計とする。</p> <p>損傷防止措置を行う場合、想定される飛散物の発生箇所と防護対象機器の距離を十分にとり、又は飛散物の飛散方向を考慮し、配置上の配慮又は多重性を考慮する設計とする。</p> <p>(2) 共用</p> <p>重要安全施設は、発電用原子炉施設間で原則として、共用しない設計とするが、安全性が向上する場合は、共用することを考慮する。</p> <p>重要安全施設以外の安全施設を発電用原子炉施設間で共用する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とする。</p> <p>常設重大事故等対処設備は、2以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とする。</p> <p>但し、共用対象の施設ごとに要求される技術的要件（重大事故等に対処するための必要な機能）を満たしつつ、2以上の発電用原子炉施設と共用することによって、安全性が向上する場合であって、更に同一の発電所内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は、共用できる設計とする。</p> <p>(3) 相互接続</p> <p>重要安全施設は、発電用原子炉施設間で原則として、相互に接続しない設計とするが、安全性が向上する場合は、相互に接続することを考慮する。</p> <p>重要安全施設以外の安全施設を発電用原子炉施設間で相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とする。</p> <p>(4) 悪影響防止</p> <p>重大事故等対処設備は発電用原子炉施設（他号機を含む。）内の他の設備（設計基準対象施設及び当該重大事故等対処設備以外の重大事故等対処設備）に対して悪影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>他の設備への悪影響としては、系統的な影響（電気的な影響を含む。）、設備兼用時の容量に関する影響、地震、火災、溢水、風（台風）及び竜巻による影響、タービンミサイル等の内部発生飛散物による影響を考慮する。</p> <p>系統的な影響に対しては、重大事故等対処設備は、弁等の操作によって設計基</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>準対象施設として使用する系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成とすること、重大事故等発生前（通常時）の分離された状態から接続により重大事故等対処設備としての系統構成とすること、他の設備から独立して単独で使用可能なこと、又は設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。特に放射性物質又は海水を含む系統と、含まない系統を接続する場合は、通常時に確実に閉止し、使用時に通水できるようにディスタンスピースを設けるか、又は通常時に確実に取り外し、使用時に取り付けできるように可搬型ホースを設けることにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>設備兼用時の容量に関する影響に対しては、重大事故等対処設備は、要求される機能が複数ある場合は、原則として、同時に複数の機能で使用しない設計とする。但し、可搬型重大事故等対処設備のうち、複数の機能を兼用することで、設置の効率化、被ばく低減を図れるものは、同時に要求される可能性がある複数の機能に必要な容量を合わせた容量とし、兼用できる設計とする。容量については「5.1.4 容量等」に基づく設計とする。</p> <p>地震による影響に対しては、重大事故等対処設備は、地震により他の設備に悪影響を及ぼさない設計とし、また、地震により火災源又は溢水源とならない設計とする。常設重大事故等対処設備については耐震設計を行い、可搬型重大事故等対処設備については、横滑りを含めて地震による荷重を考慮して機能を損なわない設計とすることにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。また、可搬型重大事故等対処設備は、設置場所でのアウトリガの設置、車輪止め等による固定又は固縛が可能な設計とする。</p> <p>常設重大事故等対処設備の耐震設計については「2.1 地震による損傷の防止」に基づく設計とする。</p> <p>地震起因以外の火災による影響に対しては、重大事故等対処設備は、火災発生防止、感知、消火による火災防護を行う。</p> <p>火災防護については「3.1 火災による損傷の防止」に基づく設計とする。</p> <p>地震起因以外の溢水による影響に対しては、想定する重大事故等対処設備の破損等により生じる溢水により、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。放水砲による建屋への放水により、放水砲の使用を想定する重大事故時において必要となる屋外の他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>風（台風）及び竜巻による影響については、重大事故等対処設備は、外部から</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>の衝撃による損傷の防止が図られた施設内に設置若しくは保管することで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とするか、又は風荷重を考慮し建屋内収納、浮き上がり若しくは横滑りを拘束、又は浮き上がり若しくは横滑りしても他の設備に衝突し損傷させない位置に設置若しくは保管することにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とするか、あるいは浮き上がり又は横滑りしても離れた場所にある同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し損傷させない位置に設置又は保管することにより、重大事故等に対処するために必要な機能に悪影響を及ぼさない設計とする。(「5.1.5 環境条件等」)</p> <p>内部発生飛散物による影響に対しては、内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁及び配管の破断、高速回転機器の破損、ガス爆発並びに重量機器の落下を考慮し、これらにより重大事故等対処設備が悪影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>5.1.4 容量等</p> <p>(1) 常設重大事故等対処設備</p> <p>常設重大事故等対処設備は、想定される重大事故等の収束において、想定する事象及びその事象の進展等を考慮し、重大事故等時に必要な目的を果たすために、事故対応手段としての系統設計を行う。重大事故等の収束は、これらの系統の組合せにより達成する。</p> <p>「容量等」とは、ポンプ流量、タンク容量、伝熱容量、弁放出流量、発電機容量及び蓄電池容量等並びに計装設備の計測範囲及び作動信号の設定値とする。</p> <p>常設重大事故等対処設備のうち設計基準事故対処設備の系統及び機器を使用するものについては、設計基準事故対処設備の容量等の仕様が、系統の目的に応じて必要となる容量等の仕様に対して十分であることを確認した上で、設計基準事故対処設備の容量等の仕様と同仕様の設計とする。</p> <p>常設重大事故等対処設備のうち設計基準事故対処設備の系統及び機器を使用するもので、重大事故等時に設計基準事故対処設備の容量等を補う必要があるものは、その後の事故対応手段と合わせて、系統の目的に応じて必要となる容量等を有する設計とする。</p> <p>常設重大事故等対処設備のうち設計基準事故対処設備以外の系統及び機器を使用するものは、常設重大事故等対処設備単独で、系統の目的に応じて必要となる容量等を有する設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>(2) 可搬型重大事故等対処設備</p> <p>可搬型重大事故等対処設備は、想定される重大事故等の収束において、想定する事象及びその事象の進展を考慮し、事故対応手段としての系統設計を行う。重大事故等の収束は、これらの系統の組合せにより達成する。</p> <p>「容量等」とは、ポンプ流量、タンク容量、発電機容量、蓄電池容量及びポンベ容量等並びに計装設備の計測範囲とする。</p> <p>可搬型重大事故等対処設備は、系統の目的に応じて 1 セットに必要な容量等を有する設計とするとともに、複数セット保有することにより、必要な容量等に加え、十分に余裕のある容量等を有する設計とする。</p> <p>可搬型重大事故等対処設備のうち複数の機能を兼用することで、設置の効率化、被ばく低減を図れるものは、同時に要求される可能性がある複数の機能に必要な容量等を合わせた容量等とし、兼用できる設計とする。</p> <p>可搬型重大事故等対処設備のうち、原子炉建屋の外から水又は電力を供給する注水設備及び電源設備は、必要となる容量等を賄うことができる設備を 1 基当たり 2 セット以上持つことに加え、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップを発電所全体で確保する。また、可搬型重大事故等対処設備のうち、負荷に直接接続する可搬型バッテリー、可搬型ポンベ等は、必要となる容量等を賄うことができる設備を 1 負荷当たり 1 セット持つことに加え、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップを発電所全体で確保する。但し、保守点検が目視点検等であり保守点検中でも使用可能なものは、保守点検による待機除外時のバックアップは考慮せずに、故障時のバックアップを発電所全体で確保する。</p> <p>可搬型ホースについては、取水時にホース使用本数が最多となる設置場所を選定した上で、必要なホース本数を 1 基当たり 2 セットに加え、保守点検が目視点検であり保守点検中でも使用可能なことから、保守点検用は考慮せずに、故障時のバックアップとし 1 本当たり最長のホースを発電所全体で 1 本以上持つ設計とする。</p> <p>5.1.5 環境条件等</p> <p>安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線、荷重、屋外の天候によ</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>る影響（凍結及び降水）、海水を通水する系統への影響、電磁的障害、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備は、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、その機能が有効に発揮できるよう、その設置（使用）・保管場所に応じた耐環境性を有する設計とするとともに、操作が可能な設計とする。</p> <p>重大事故等発生時の環境条件については、重大事故等時における温度（環境温度、使用温度）、放射線、荷重に加えて、その他の使用条件として環境圧力、湿度による影響、屋外の天候による影響（凍結及び降水）、重大事故等時に海水を通水する系統への影響、電磁的障害、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮する。荷重としては重大事故等が発生した場合における機械的荷重に加えて、環境圧力、温度及び自然現象（地震、風（台風）、竜巻、積雪、火山の影響）による荷重を考慮する。自然現象による荷重の組合せについては、地震、津波、風（台風）、積雪及び火山の影響を考慮する。</p> <p>これらの環境条件のうち、重大事故等時における環境温度、環境圧力、湿度による影響、屋外の天候による影響（凍結及び降水）、重大事故等時の放射線による影響及び荷重に対しては、重大事故等対処設備を設置（使用）・保管する場所に応じて、「(1) 環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響、屋外の天候による影響（凍結及び降水）並びに荷重」に示すように設備分類ごとに、必要な機能を有効に発揮できる設計とする。</p> <p>(1) 環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響、屋外の天候による影響（凍結及び降水）並びに荷重</p> <p>安全施設は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響、屋外の天候による影響（凍結及び降水）並びに荷重を考慮しても、安全機能を発揮できる設計とする。</p> <p>原子炉格納容器内の重大事故等対処設備は、重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件を考慮した設計とする。操作は中央制御室で可能な設計と</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>する。また、地震による荷重を考慮して、機能を損なわない設計とする。</p> <p>中央制御室内、原子炉周辺建屋内、原子炉補助建屋内、燃料取替用水タンク建屋内及び代替緊急時対策所内の重大事故等対処設備は、重大事故等時におけるそれぞれの場所の環境条件を考慮した設計とする。また、横滑りを含めて地震による荷重を考慮して、機能を損なわない設計とするとともに、可搬型重大事故等対処設備については、地震後においても機能及び性能を保持する設計とする。このうち、インターフェイスシステム LOCA 時、蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故時又は使用済燃料ピットに係る重大事故等時に使用する設備については、これらの環境条件を考慮した設計とするか、これらの環境影響を受けない区画等に設置する。特に、使用済燃料ピット状態監視カメラ及び使用済燃料ピット周辺線量率（低レンジ）（3,4号機共用）は、使用済燃料ピットに係る重大事故等時に使用するため、その環境影響を考慮して、空気を供給し冷却することで耐環境性向上を図る設計とする。操作は中央制御室、異なる区画若しくは離れた場所又は設置場所で可能な設計とする。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備は、重大事故等時における屋外の環境条件を考慮した設計とする。操作は中央制御室又は設置場所で可能な設計とする。</p> <p>また、横滑りも含めて地震、風（台風）、竜巻、積雪、火山の影響による荷重を考慮して、機能を損なわない設計とするとともに、可搬型重大事故等対処設備については、地震後においても機能及び性能を保持する設計とする。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備は、風（台風）及び竜巻による風荷重を考慮して、建屋内に収納又は浮き上がり若しくは横滑りを拘束することにより、当該設備の機能が損なわれない設計とするか、あるいは同じ機能を有する他の重大事故等対処設備にこれらの措置を講じることにより、重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮する設計とする。但し、浮き上がり又は横滑りを拘束する車両型等の重大事故等対処設備のうち地震時の横滑り等を考慮して地震後の機能を保持するものは、その機能を損なわないよう、通常時は拘束せず固縛し、竜巻襲来のおそれがある場合には、固縛のたるみを巻き取ることで拘束する。</p> <p>積雪及び火山の影響を考慮して、必要により除雪及び除灰等の措置を講じる。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備は、重大事故等時において、万が一、使用中に機能を喪失した場合であっても、可搬型重大事故等対処設備によるバックアップが可能となるよう、位置的分散を考慮して可搬型重大事故等対処設備を複数保管</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>する設計とする。</p> <p>原子炉格納容器内の安全施設及び重大事故等対処設備は、設計基準事故等及び重大事故等時に想定される圧力、温度等に対して、格納容器スプレイ水による影響を考慮しても、その機能を発揮できる設計とする。</p> <p>原子炉容器は最低使用温度を 21℃に設定し、関連温度（初期）を－12℃以下に管理することで脆性破壊が生じない設計とする。</p> <p>安全施設及び重大事故等対処設備において、主たる流路の機能を維持できるよう、主たる流路に影響を与える範囲について、主たる流路と同一又は同等の規格で設計する。</p> <p>(2) 海水を通水する系統への影響</p> <p>海水を通水する系統への影響に対しては、常時海水を通水する、海に設置する又は海で使用する安全施設及び重大事故等対処設備は、耐腐食性材料を使用する。常時海水を通水するコンクリート構造物については、腐食を考慮した設計とする。</p> <p>設計基準対象施設として淡水を通水するが、重大事故等時に海水を通水する可能性のある重大事故等対処設備は、海水影響を考慮した設計とする。また、八田浦貯水池又は海から直接取水する際の異物の流入防止を考慮した設計とする。</p> <p>(3) 電磁的障害</p> <p>電磁的障害に対しては、安全施設は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故が発生した場合、また、重大事故等対処設備は、重大事故等が発生した場合においても電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。</p> <p>(4) 周辺機器等からの悪影響</p> <p>安全施設は、自然現象、外部人為事象、火災及び溢水による他の設備からの悪影響により、発電用原子炉施設としての安全機能が損なわれないよう措置を講じた設計とする。</p> <p>また、重大事故等対処設備は、事故対応の多様性拡張のために設置・配備している設備や風（台風）及び竜巻等を考慮して当該設備に対し必要により講じた落下防止、転倒防止、固縛等の措置を含む周辺機器等からの悪影響により機能</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>を失うおそれがない設計とする。周辺機器等からの悪影響としては、自然現象、外部人為事象、火災及び溢水による波及的影響を考慮する。</p> <p>このうち、地震以外の自然現象及び外部人為事象による波及的影響に起因する周辺機器等からの悪影響により、それぞれ重大事故等に対処するための必要な機能を損なうおそれがないように、常設重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等と位置的分散を図り設置し、可搬型重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図るとともに、可搬型重大事故等対処設備は、その機能に応じて、全てを一つの保管場所又は隣接した保管場所に保管することなく、一部は離れた位置の保管場所に分散配置する。また、保管場所内の資機材等は、竜巻による風荷重が作用する場合においても、重大事故等に対処するための必要な機能を損なわないように、浮き上がり又は横滑りにより飛散しない設計とするか、当該保管エリア以外の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させない位置に保管する設計とする。位置的分散については「5.1.2 多様性及び位置的分散等」に示す。</p> <p>地震の波及的影響によりその機能を喪失しないように、常設重大事故等対処設備は、「2.1 地震による損傷の防止」に基づく設計とする。可搬型重大事故等対処設備は、地震の波及的影響により、重大事故等に対処するための必要な機能を損なわないように、可搬型重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り、その機能に応じて、全てを一つの保管場所に又は隣接した保管場所に保管することなく、一部は離れた位置の保管場所に分散配置する。また、屋内の可搬型重大事故等対処設備は、油内包機器による地震随伴火災の影響や、水又は蒸気内包機器による地震随伴溢水の影響によりその機能を喪失しない場所に保管するとともに、屋外の可搬型重大事故等対処設備は、地震により生じる敷地下斜面のすべり、液状化及び揺すり込みによる不等沈下、地盤支持力の低下及び地下構造物の損壊等の影響を受けない位置に保管する。</p> <p>溢水に対しては、重大事故等対処設備が溢水によりその機能を喪失しないように、想定される溢水水位に対して機能を喪失しない位置に設置又は保管する。</p> <p>火災防護については、「3.1 火災による損傷の防止」に基づく設計とする。</p> <p>(5) 冷却材の性状</p> <p>冷却材を内包する安全施設は、水質管理基準を定めて水質を管理することに</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>より異物の発生を防止する設計とする。</p> <p>安全施設及び重大事故等対処設備は、系統外部異物が流入する可能性のある系統に対しては、ストレーナ等を設置することにより、その機能を有効に発揮できる設計とする。</p> <p>(6) 設置場所における放射線</p> <p>安全施設の設置場所は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故が発生した場合においても操作及び復旧作業に支障がないように、遮蔽の設置や線源からの離隔により放射線量が高くなるおそれの少ない場所を設置場所として選定した上で、設置場所から操作可能、放射線の影響を受けない異なる区画若しくは離れた場所から遠隔で操作可能、又は中央制御室遮蔽区域内である中央制御室から操作可能な設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備の設置場所は、想定される重大事故等が発生した場合においても操作及び復旧作業に支障がないように、遮蔽の設置や線源からの離隔距離により放射線量が高くなるおそれの少ない場所を設置場所として選定した上で設置場所から操作可能、放射線の影響を受けない異なる区画若しくは離れた場所から遠隔で操作可能、又は中央制御室遮蔽区域内である中央制御室から操作可能な設計とする。</p> <p>可搬型重大事故等対処設備の設置場所は、想定される重大事故等が発生した場合においても設置及び常設設備との接続に支障がないように、遮蔽の設置や線源からの離隔距離により放射線量が高くなるおそれの少ない場所を選定することにより、当該設備の設置及び常設設備との接続が可能な設計とする。</p> <p>5.1.6 操作性及び試験・検査性</p> <p>(1) 操作性の確保</p> <p>重大事故等対処設備は、手順書の整備、訓練・教育による実操作及び模擬操作を行うことで、想定される重大事故等が発生した場合においても、操作環境、操作準備及び操作内容を考慮して確実に操作でき、発電用原子炉設置変更許可申請書「十、発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項」ハ. で考慮した要員数と想定時間内で、アクセスルートの確保を含め重大事故等に対処できる設</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>計とする。これらの運用に係る体制、管理等については、保安規定に定める。重大事故等対処設備の操作性に対する設計上の考慮事項を以下に示す。</p> <p>重大事故等対処設備は、想定される重大事故等が発生した場合においても操作を確実なものとするため、重大事故等時の環境条件に対し、操作が可能な設計とする（「5.1.5 環境条件等」）。操作する全ての設備に対し、十分な操作空間を確保するとともに、確実な操作ができるよう、必要に応じて操作台を近傍に配置できる設計とする。また、防護具、照明等は重大事故等発生時に迅速に使用できる場所に配備する。</p> <p>現場操作において工具を必要とする場合、一般的に用いられる工具又は専用の工具を用いて、確実に作業ができる設計とする。工具は、操作場所の近傍又はアクセスルートの近傍に保管する。可搬型重大事故等対処設備は運搬、設置が確実にできるように、人力又は資機材（ホース展張回収車 2 台以上、ユニック車 2 台以上及びフォークリフト 2 台以上）による運搬又は車両による移動ができるとともに、設置場所にてアウトリガの設置又は固縛等が可能な設計とする。</p> <p>現場の操作スイッチは運転員の操作性及び人間工学的観点を考慮した設計とする。また、電源操作が必要な設備は、感電防止のため充電露出部への近接防止を考慮した設計とする。操作に際しては手順どおりの操作でなければ接続できない構造の設計としている。現場で操作を行う弁は、手動操作又は専用工具による操作が可能な設計とする。現場での接続作業は、コネクタ、プラグ、ボルト締めフランジ又は簡便な接続規格等、接続規格を統一することにより、確実に接続ができる設計とする。ディスタンスピースはボルト締めフランジで取付ける構造とし、操作が確実にできる設計とする。また、重大事故等に対処するために迅速な操作を必要とする機器は、必要な時間内に操作できるように中央制御室での操作が可能な設計とする。中央制御室の制御盤の操作スイッチは運転員の操作性及び人間工学的観点を考慮した設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備のうち、本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあつては、重大事故等が発生した場合でも、通常時の系統から弁又は遮断器操作等にて速やかに切替える設計とする。</p> <p>可搬型重大事故等対処設備を常設設備と接続するものについては、容易かつ確実に接続できるように、原則として、ケーブルはコネクタ又はプラグを用い、配管は配管径や内部流体の圧力によって、大口径配管又は高圧環境においてはフランジを、小口径配管かつ低圧環境においては簡便な接続規格を用いる設計</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>



変更前	変更後
<p>とする。他の方法で容易かつ確実に接続できる場合は、専用の接続方法を用いる設計とする。また、発電用原子炉施設が相互に使用することができるように、3号機及び4号機とも同一規格又は同一形状とするとともに、同一ポンプを接続する配管のうち、当該ポンプを同容量かつ同揚程で使用する系統では同口径の接続とする等、複数の系統での規格の統一も考慮する。</p> <p>想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備は、資機材（ホース展開回収車2台以上、ユニック車2台以上及びフォークリフト2台以上）を用いて運搬又は車両により移動するとともに、又は他の設備の被害状況を把握するため、発電所内の道路及び通路が確保できるよう、以下の設計とする。</p> <p>アクセスルートは、自然現象、外部人為事象、溢水及び火災を想定しても、運搬、移動に支障をきたすことのないよう、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。</p> <p>屋内及び屋外アクセスルートは、自然現象に対して地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を考慮し、外部人為事象に対して飛来物（航空機落下等）、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス、船舶の衝突及び故意による大型航空機の衝突その他テロリズムを考慮する。</p> <p>アクセスルート及び火災防護に関する運用については、保安規定に定める。</p> <p>屋外アクセスルートに対する、地震による影響（周辺構築物の倒壊、周辺機器の損壊、周辺斜面の崩壊、道路面の滑り）、その他自然現象による影響（台風及び竜巻による飛来物、積雪、火山の影響）を想定し、複数のアクセスルートの中から、早期に復旧可能なアクセスルートを確保するため、障害物を除去可能なホイールローダを3号機及び4号機で1セット1台使用する。ホイールローダの保有数は、3号機及び4号機で1セット1台、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1台の合計2台（3号及び4号機共用）を分散して保管する設計とする。また、降水及び地震による屋外タンクからの溢水に対して、道路上の自然流下も考慮した上で、通行への影響を受けない箇所にアクセスルートを確保する設計とする。</p> <p>津波の影響については、基準津波による遡上高さに対して十分余裕を見た高さにアクセスルートを確保する設計とする。また、高潮に対して、通行への影響を受けない敷地高さにアクセスルートを確保する設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>自然現象のうち凍結及び森林火災、並びに外部人為事象のうち飛来物（航空機落下等）、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス及び船舶の衝突に対しては、迂回路も考慮した複数のアクセスルートを確認する設計とする。</p> <p>屋外アクセスルートは、基準地震動による地震力に対して、運搬、移動に支障をきたさない地盤に設定することで通行性を確保する設計とする。基準地震動に対して耐震裕度の低い周辺斜面の崩壊や道路面の地盤の滑りに対しては、崩壊土砂が広範囲に到達することを想定した上で、ホイールロードによる崩壊箇所の仮復旧を行うことで通行性を確保できる設計とする。不等沈下や地下構造物の損壊に伴う段差の発生が想定される箇所においては、段差緩和対策や陥没対策を講じるが、想定を上回る段差発生時にはホイールロードによる仮復旧により、通行性を確保できる設計とする。さらに、迂回路も考慮した複数のアクセスルートを確認する設計とする。</p> <p>屋内アクセスルートは、津波、その他自然現象による影響（台風及び竜巻による飛来物、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災）及び外部人為事象（飛来物（航空機落下等）、爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス及び船舶の衝突）に対して、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた施設内に確保する設計とする。</p> <p>屋内アクセスルートの設定に当たっては、油内包機器による地震随伴火災の影響や、水又は蒸気内包機器による地震随伴溢水の影響を考慮するとともに、迂回路を含む複数のルート選定が可能な配置設計とする。</p> <p>(2) 試験・検査性</p> <p>設計基準対象施設及び重大事故等対処設備は、健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検（試験及び検査を含む。）を実施できるよう、機能・性能の確認、漏えいの有無の確認、分解点検等ができる構造とする。また、接近性を考慮して必要な配置、空間等を備え、構造上接近又は検査が困難である箇所を極力少なくする。また、非破壊検査が必要な設備は、試験装置を設置できる設計とする。</p> <p>設計基準対象施設及び重大事故等対処設備は、使用前事業者検査及び定期事業者検査の法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検を実施できる設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>重大事故等対処設備は、原則として、系統試験及び漏えいの有無の確認が可能な設計とする。系統試験については、テストラインなどの設備を設置又は必要に応じて準備することで試験可能な設計とする。また、悪影響防止の観点から他と区分する必要があるもの又は単体で機能・性能を確認するものは、他の系統と独立して機能・性能確認（特性確認を含む。）が可能な設計とする。</p> <p>発電用原子炉の運転中に待機状態にある重大事故等対処設備は、試験及び検査によって発電用原子炉の運転に大きな影響を及ぼす場合を除き、運転中に定期的に試験及び検査ができる設計とする。また、多様性又は多重性を備えた系統及び機器にあつては、各々が独立して試験及び検査ができる設計とする。</p> <p>多様化自動作動設備は、運転中に重大事故等対処設備としての機能を停止したうえで試験ができるとともに、このとき原子炉停止系及び非常用炉心冷却系等の不必要な動作が発生しない設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備のうち電源は、電気系統の重要な部分として適切な定期的試験及び検査が可能な設計とする。</p> <p>構造・強度の確認又は内部構成部品の確認が必要な設備については、原則として、分解・開放（非破壊検査を含む。）が可能な設計とし、機能・性能確認、各部の経年劣化対策及び日常点検を考慮することにより、分解・開放が不要なものについては外観の確認が可能な設計とする。</p> <p>5.3 材料及び構造等</p> <p>5.3.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処設備</p> <p>設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）並びに重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて以下のとおりとし、その際、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）又は「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」（JSME CCV 規格）等に従い設計する。</p> <p>但し、重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の材料及び構造であつて、以下によらない場合は、当該機器及び支持構造物が、その設計上要求される強度を確保できるよう JSME 設計・建設規格又は JSME CCV 規格を参考に同等以上であることを確認する。また、重大事故等クラス 3 機器であつて、完成品</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>は、以下によらず、消防法に基づく技術上の規格等一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認し、使用環境及び使用条件に対して、要求される強度を確保できる設計とする。</p> <p>重大事故等クラス 2 容器及び重大事故等クラス 2 管のうち主要な耐圧部の溶接部の耐圧試験は、母材と同等の方法、同じ試験圧力にて実施する。</p> <p>なお、各機器等のクラス区分の適用については、「主要設備リスト」による。</p> <p>5.3.1.1 材料について</p> <p>(1) 機械的強度及び化学的成分</p> <p>a. クラス 1 機器、クラス 1 支持構造物及び炉心支持構造物は、その使用される圧力、温度、水質、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分（使用中の応力その他の使用条件に対する適切な耐食性を含む。）を有する材料を使用する。</p> <p>b. クラス 2 機器、クラス 2 支持構造物、クラス 3 機器、クラス 4 管、重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。</p> <p>c. 原子炉格納容器であって、鋼製部のみで原子炉格納容器の構造及び強度を持つ部分（以下「鋼製耐圧部」という。）及びコンクリート製原子炉格納容器の鋼製内張り部等は、その使用される圧力、温度、湿度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。</p> <p>d. 格納容器再循環サンプスクリーンは、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。</p> <p>e. 重大事故等クラス 3 機器は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して日本工業規格等に適合した適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。</p> <p>f. コンクリート製原子炉格納容器は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な圧縮強度を有するコンクリートを使用する。</p> <p>g. コンクリート製原子炉格納容器は、有害な膨張及び鉄筋腐食を起こさないよう、長期の耐久性を有するコンクリートを使用する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>h. コンクリート製原子炉格納容器のコンクリート部に強度部材として使用する鉄筋並びに緊張材及び定着具（以下「鉄筋等」という。）は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度、化学的成分及び形状寸法を有する材料を使用する。</p> <p>(2) 破壊じん性</p> <p>a. クラス 1 容器は、当該容器が使用される圧力、温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。また、破壊じん性は、寸法、材質又は破壊じん性試験により確認する。</p> <p>原子炉容器については、原子炉容器の脆性破壊を防止するため、中性子照射脆化の影響を考慮した最低試験温度を確認し、適切な破壊じん性を維持できるように、1 次冷却材温度及び圧力の制限範囲を設定することを保安規定に定めて管理する。</p> <p>b. クラス 1 機器（クラス 1 容器を除く。）、クラス 1 支持構造物（クラス 1 管及びクラス 1 弁を支持するものを除く。）、クラス 2 機器、クラス 3 機器（工学的安全施設に属するものに限る。）、鋼製耐圧部、コンクリート製原子炉格納容器の鋼製内張り部等、炉心支持構造物及び重大事故等クラス 2 機器は、その最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。また、破壊じん性は、寸法、材質又は破壊じん性試験により確認する。</p> <p>重大事故等クラス 2 機器のうち、原子炉容器については、重大事故等時における温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して損傷するおそれがない設計とする。</p> <p>c. 格納容器再循環サンプスクリーンは、その最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。また、破壊じん性は、寸法、材質又は破壊じん性試験により確認する。</p> <p>(3) 非破壊試験</p> <p>クラス 1 機器、クラス 1 支持構造物（棒及びボルトに限る。）、クラス 2 機器（鋳造品に限る。）、炉心支持構造物及び重大事故等クラス 2 機器（鋳造品に限る。）に使用する材料は、非破壊試験により有害な欠陥がないことを確認する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>5.3.1.2 構造及び強度について</p> <p>(1) 延性破断の防止</p> <p>a. クラス 1 機器、クラス 2 機器、クラス 3 機器、鋼製耐圧部、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート、炉心支持構造物、重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 3 機器は、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態（以下「設計上定める条件」という。）において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>b. クラス 1 支持構造物は、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>c. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ及び附属物（以下「貫通部スリーブ等」という。）が取り付く部分に限る。）、貫通部スリーブ及び定着金具（ライナアンカを除く。）は、荷重状態Ⅰ及び荷重状態Ⅱにおいて、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>また、ライナアンカについては、全ての荷重状態において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>d. クラス 1 支持構造物であって、クラス 1 容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス 1 容器の損壊を生じさせるおそれがあるものは、b.にかかわらず、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>e. クラス 1 容器（オメガシールその他のシールを除く。）、クラス 1 管、クラス 1 弁、クラス 1 支持構造物、鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。）、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート及び炉心支持構造物は、運転状態Ⅲにおいて、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。</p> <p>f. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。）、貫通部スリーブ及び定着金具（ライナアンカを除く。）は、荷重状態Ⅲにおいて、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。</p> <p>g. クラス 1 容器（オメガシールその他のシールを除く。）、クラス 1 管、クラス 1 支持構造物、鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>分に限る。)、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート及び炉心支持構造物は、運転状態Ⅳにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じない設計とする。</p> <p>h. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。）、貫通部スリーブ及び定着金具（ライナアンカを除く。）は、荷重状態Ⅳにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じない設計とする。</p> <p>i. クラス 4 管は、設計上定める条件において、延性破断に至る塑性変形を生じない設計とする。</p> <p>j. クラス 1 容器（ボルトその他の固定用金具、オメガシールその他のシールを除く。）、クラス 1 支持構造物（クラス 1 容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス 1 容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。）及び鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。）は、試験状態において、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。</p> <p>k. 格納容器再循環サンプスクリーンは、運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ及び運転状態Ⅳ（異物付着による差圧を考慮）において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>l. クラス 2 支持構造物であって、クラス 2 機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス 2 機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、延性破断が生じないように設計する。</p> <p>m. 重大事故等クラス 2 支持構造物であって、重大事故等クラス 2 機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス 2 機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあつては、設計上定める条件において、延性破断が生じない設計とする。</p> <p>(2) 進行性変形による破壊の防止</p> <p>a. クラス 1 容器（ボルトその他の固定用金具を除く。）、クラス 1 管、クラス 1 弁（弁箱に限る。）、クラス 1 支持構造物、鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。）及び炉心支持構造物は、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、進行性変形が生じない設計とする。</p> <p>b. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ等が取</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>り付く部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。) は、荷重状態Ⅰ及び荷重状態Ⅱにおいて、進行性変形が生じない設計とする。</p> <p>(3) 疲労破壊の防止</p> <p>a. クラスⅠ容器、クラスⅠ管、クラスⅠ弁(弁箱に限る。)、クラスⅠ支持構 造物、クラスⅡ管(伸縮継手を除く。)、鋼製耐圧部(著しい応力が生ずる部 分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態Ⅰ及び運 転状態Ⅱにおいて、疲労破壊が生じない設計とする。</p> <p>b. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート、貫通部スリーブ及び定 着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態Ⅰ及び荷重状態Ⅱにおいて、疲 労破壊が生じない設計とする。</p> <p>c. クラスⅡ機器、クラスⅢ機器及び重大事故等クラスⅡ機器の伸縮継手は、 設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じな い設計とする。</p> <p>d. 重大事故等クラスⅡ管(伸縮継手を除く。)は、設計上定める条件で応力が 繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。</p> <p>(4) 座屈による破壊の防止</p> <p>a. クラスⅠ容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のもの に限る。)、クラスⅠ支持構造物及び炉心支持構造物は、運転状態Ⅰ、運転状 態Ⅱ、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳにおいて、座屈が生じない設計とする。</p> <p>b. クラスⅠ容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のもの に限る。)及びクラスⅠ支持構造物(クラスⅠ容器に溶接により取り付けら れ、その損壊により、クラスⅠ容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに 限る。)は、試験状態において、座屈が生じない設計とする。</p> <p>c. クラスⅠ管、クラスⅡ容器、クラスⅡ管、クラスⅢ機器、重大事故等クラ スⅡ容器、重大事故等クラスⅡ管及び重大事故等クラスⅡ支持構造物(重大 事故等クラスⅡ機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等 クラスⅡ機器に損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)は、設計上定め る条件において、座屈が生じない設計とする。</p> <p>d. 鋼製耐圧部は、設計上定める条件並びに運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳにおい て、座屈が生じない設計とする。</p>	<p>変更なし</p>



変更前	変更後
<p>e. コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。）、貫通部スリーブ及び定着金具（ライナアンカを除く。）は、荷重状態Ⅰ、荷重状態Ⅱ、荷重状態Ⅲ及び荷重状態Ⅳにおいて、座屈が生じない設計とする。</p> <p>f. クラス 2 支持構造物であって、クラス 2 機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス 2 機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、座屈が生じないように設計する。</p> <p>(5) 圧縮破壊の防止  コンクリート製原子炉格納容器のコンクリートは、荷重状態Ⅰ、荷重状態Ⅱ及び荷重状態Ⅲにおいて、圧縮破壊が生じず、かつ、荷重状態Ⅳにおいて、コンクリート製原子炉格納容器が大きな塑性変形に至る圧縮破壊が生じない設計とする。</p> <p>(6) 引張破断の防止  コンクリート製原子炉格納容器の鉄筋等は、荷重状態Ⅰ、荷重状態Ⅱ及び荷重状態Ⅲにおいて、降伏せず、かつ、荷重状態Ⅳにおいて、破断に至るひずみが生じない設計とする。</p> <p>(7) せん断破壊の防止  コンクリート製原子炉格納容器のコンクリート部は、荷重状態Ⅰ、荷重状態Ⅱ及び荷重状態Ⅲにおいて、せん断破壊が生じず、かつ、荷重状態Ⅳにおいて、コンクリート製原子炉格納容器が大きな塑性変形に至るせん断破壊が生じない設計とする。</p> <p>(8) ライナプレートにおける荷重及びコンクリート部の変形等による強制ひずみの制限  コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート（貫通部スリーブ等が取り付く部分を除く。）は、荷重状態Ⅰ及び荷重状態Ⅱにおいて、著しい残留ひずみが生じず、かつ、荷重状態Ⅲ及び荷重状態Ⅳにおいて、破断に至らない設計とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>5.3.1.3 主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。）について</p> <p>クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3容器、クラス3管、クラス4管、原子炉格納容器、重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2管のうち主要な耐圧部の溶接部は、次のとおりとし、使用前事業者検査により適用基準及び適用規格に適合していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不連続で特異な形状でない設計とする。</li> <li>・溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認する。</li> <li>・適切な強度を有する設計とする。</li> <li>・適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることを機械試験その他の評価方法によりあらかじめ確認する。</li> </ul> <p>5.4 使用中の亀裂等による破壊の防止</p> <p>5.4.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処設備</p> <p>クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。</p> <p>使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊が引き起こされないよう、「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。</p> <p>使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。</p> <p>5.5 耐圧試験等</p> <p>5.5.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処設備</p> <p>(1) クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、次に定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。</p> <p>但し、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の〇・九倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。</p> <p>なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。</p> <p>a. 内圧を受ける機器に係る耐圧試験の圧力は、機器の最高使用圧力を超え、かつ、機器に生ずる全体的な変形が弾性域の範囲内となる圧力とする。</p> <p>但し、クラス 1 機器、クラス 2 管又はクラス 3 管であつて原子炉容器と一体で耐圧試験を行う場合の圧力は、燃料体の装荷までの間に試験を行った後においては、通常運転時の圧力を超える圧力とする。</p> <p>b. 内部が大気圧未満になることにより、大気圧による外圧を受ける機器の耐圧試験の圧力は、大気圧と内圧との最大の差を上回る圧力とする。この場合において、耐圧試験の圧力は機器の内面から加えることができる。</p> <p>(2) 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 3 機器に属する機器は、施設時に、当該機器の使用時における圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。</p> <p>なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。</p> <p>但し、使用時における圧力で試験を行うことが困難な場合は、運転性能試験結果を用いた評価等により確認する。</p> <p>重大事故等クラス 3 機器であつて、消防法に基づく技術上の規格等を満たす一般産業品の完成品は、上記によらず、運転性能試験や目視等による有害な欠陥がないことの確認とすることもできるものとする。</p> <p>(3) 使用中のクラス 1 機器、クラス 2 機器、クラス 3 機器及びクラス 4 管は、通常運転時における圧力で、使用中の重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 3 機器に属する機器は、当該機器の使用時における圧力で漏えい試験を行ったとき、著しい漏えいがないことを確認する。</p> <p>なお、漏えい試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」等に従って実施する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>但し、重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 3 機器に属する機器は使用時における圧力で試験を行うことが困難な場合は、運転性能試験結果を用いた評価等により確認する。</p> <p>重大事故等クラス 3 機器であって、消防法に基づく技術上の規格等を満たす一般産業品の完成品は、上記によらず、運転性能試験や目視等による有害な欠陥がないことの確認とすることもできるものとする。</p> <p>(4) 原子炉格納容器は、最高使用圧力の〇・九倍に等しい気圧で気密試験を行ったとき、著しい漏えいがないことを確認する。なお、漏えい率試験は、日本電気協会「原子炉格納容器の漏えい率試験規程」等に従って行う。</p> <p>但し、原子炉格納容器隔離弁の単一故障の考慮については、判定基準に適切な余裕係数を見込むか、内側隔離弁を開とし外側隔離弁を閉として試験を実施する。</p>	<p>変更なし</p>
<p>第 2 章 個別項目</p> <p>2. 1 次冷却材の循環設備</p> <p>2.1 原子炉冷却材圧力バウンダリ</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に生ずる衝撃、炉心の反応度の変化による荷重の増加その他の原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に加わる負荷に耐える設計とする。</p> <p>設計における衝撃荷重として、1 次冷却材喪失事故に伴うジェット反力等、安全弁等の開放に伴う荷重を考慮するとともに、反応度が炉心に投入されることにより 1 次冷却系の圧力が増加することに伴う荷重の増加（浸水燃料の破裂に加えて、ペレット／被覆管機械的相互作用を原因とする破損による衝撃圧力等に伴う荷重の増加を含む）を考慮した設計とする。</p> <p>なお、原子炉冷却材圧力バウンダリは、次の範囲の機器及び配管とする。</p> <p>(1) 原子炉容器及びその附属物（本体に直接付けられるもの及び制御棒駆動機構ハウジング等）</p> <p>(2) 1 次冷却系を構成する機器及び配管（1 次冷却材ポンプ、蒸気発生器の水室・管板・管、加圧器、1 次冷却系統配管及び弁等）</p> <p>また、原子炉冷却材圧力バウンダリは、以下に述べる事項を十分満足するように</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>設計、材料選定を行う。</p> <p>通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、原子炉冷却材圧力バウンダリの圧力及び温度変化は、1次冷却設備、工学的安全施設、余熱除去設備、主蒸気・主給水設備、蒸気タービン及び蒸気タービンの附属設備、計測制御系統施設の作動により、許容される範囲内に制御できる設計とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においては、最高使用圧力の1.1倍以下となるように設計する。</p> <p>1次冷却材に触れる原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、1次冷却材ポンプ、配管、弁等は、耐食性を考慮して、ステンレス鋼又はこれと同等以上の耐食性を有する材料を使用し、蒸気発生器の伝熱管には耐食性と機械的性質の点から特にニッケル・クロム・鉄合金を使用する。</p> <p>また、材料選定に加え、保安規定に基づき、水質管理を行うとともに、1次冷却材温度及び圧力の制限範囲を定めて管理することにより、材料の健全性を維持する。</p> <p>2.3 1次冷却設備</p> <p>2.3.4 流路に係る設備</p> <p>1次冷却設備の蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、原子炉容器（炉心支持構造物を含む。）及び加圧器は、重大事故等時の1次系のフィードアンドブリード時、充てんポンプ、高圧注入ポンプ若しくは余熱除去ポンプによる炉心注入時、B格納容器スプレイポンプ、常設電動注入ポンプ、B充てんポンプ若しくは可搬型ディーゼル注入ポンプ（3,4号機共用（以下同じ。））による代替炉心注入時、余熱除去ポンプによる低圧再循環時、高圧注入ポンプによる高圧再循環時又はB格納容器スプレイポンプ若しくはB高圧注入ポンプによる代替再循環運転時において、設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから、流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。</p> <p>炉心支持構造物にあっては、重大事故に至るおそれのある事故時において、1次冷却材の流路として炉心形状維持が十分確保できる設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>10. 主要対象設備</p> <p>原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の対象となる主要な設備について、「表 1 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の主要設備リスト」に示す。</p> <p>本施設の設備として兼用する場合に主要設備リストに記載されない設備については、「表 2 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の兼用設備リスト」に示す。</p>	<p>変更なし</p>

表 2 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の兼用設備リスト（設計基準対象施設及び重大事故等対処設備）

		変 更 前					変 更 後					
設備区分	機器区分	主たる機能の施設／設備区分	名 称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備		名 称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
一次冷却材の循環設備	—	原子炉本体 原子炉容器	原子炉容器	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	SAクラス2	変更なし	変更なし	—	—	変更なし

(注 1) 表 2 に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」に記載する「表 1 原子炉本体の主要設備リスト 付表 1」による。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格のうち、本工事計画において適用する基準及び規格は以下のとおり。</p> <p>なお、以下に示す原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については、「表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）」に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（JEAC4206-2007）</li><li>● 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）</li><li>● 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）</li><li>● 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1991 追補版）</li><li>● JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格</li><li>● JSME S NC1-2001 発電用原子力設備規格 設計・建設規格</li><li>● JSME S NC1-2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格</li><li>● JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格</li><li>● 【事例規格】発電用原子力設備における応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮（NC-CC-002）発電用原子力設備規格 設計・建設規格</li><li>● ASME BOILER&amp;PRESSURE VESSEL CODE SEC. II MATERIALS (2001 Edition)</li></ul>	<p>変更なし</p>

上記の他「耐震設計に係る工認審査ガイド」を参照する。



表 1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	原子炉冷却系統施設	計測制御系統施設
原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法 (JEAC4206-2007)	○		○
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)	○		○
原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)	○		○
原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991 追補版)	○		○
JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格	○		○
JSME S NC1-2001 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○		○
JSME S NC1-2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○		○
JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○		○
【事例規格】 発電用原子力設備における応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮 (NC-CC-002) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○		○
ASME BOILER&PRESSURE VESSEL CODE SEC. II MATERIALS (2001 Edition)	○		○

変更前	変更後
<p>第 2 章 個別項目</p> <p>原子炉冷却系統施設に適用する個別項目の基準及び規格のうち、本工事計画において適用する基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 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)</li></ul>	<p>変更なし</p>

12 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）に係る工事の方法

変更前	変更後
<p>原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）に係る工事の方法は、「原子炉本体」における「9 原子炉本体に係る工事の方法」（1.3 燃料体に係る工事の手順と使用前事業者検査、2.1.3 燃料体に係る検査及び3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項を除く。）に従う。</p>	<p>変更なし</p>

#### 計測制御系統施設

加圧水型発電用原子炉施設に係るもの（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に係るものを除く。）にあつては、次の事項

#### 4 ほう酸注入機能を有する設備に係る次の事項

(2) 容器の名称、種類、容量、最高使用圧力、最高使用温度、主要寸法、材料、個数及び取付箇所（常設及び可搬型の別に記載すること。）

以下の設備は、既存の原子炉本体のうち原子炉容器であり、ほう酸注入機能を有する設備として兼用する。

- ・常設  
原子炉容器

10 計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）の基本設計方針、適用基準及び適用規格(届出に係るものに限る。)

(1) 基本設計方針

変更前	変更後
<p>用語の定義は「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」の第2条（定義）による。</p> <p>それ以外の用語については以下に定義する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置許可基準規則第12条第2項に規定される「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」(解釈を含む。)を重要施設とする。(以下「重要施設」という。)</li> <li>2. 設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものを安全施設とする。(以下「安全施設」という。)</li> <li>3. 安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものを重要安全施設とする。(以下「重要安全施設」という。)</li> <li>4. 設置許可基準規則第2条第2項第11号に規定される「重大事故等対処施設」は、設置許可基準規則第2条第2項第12号に規定される「特定重大事故等対処施設」を含まないものとする。</li> <li>5. 設置許可基準規則第2条第2項第14号に規定される「重大事故等対処設備」は、設置許可基準規則第2条第2項第12号に規定される「特定重大事故等対処施設」を含まないものとする。</li> </ol>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>
<p>第1章 共通項目</p> <p>計測制御系統施設の共通項目である「1.地盤等、2.自然現象、3.火災、4.溢水等、5.設備に対する要求(5.8 内燃機関及びガスタービンの設計条件を除く。)、6.その他」の基本設計方針については、原子炉冷却系統施設の基本設計方針「第1章 共通項目」に基づく設計とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>1.計測制御系統施設</p> <p>1.1 反応度制御系統及び原子炉停止系統</p> <p>1.1.3 ほう酸注入設備</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における低温状態において、原子炉停止系統のうち化学体積制御設備による1次冷却材中へのほう酸注入は、キセノン崩壊による反応度添加及び高温状態から低温状態までの反応度添加を制御し、低温状態で炉心を未臨界に移行して維持できる設計とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>運転時の異常な過渡変化時において緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界に移行するための設備として重大事故等対処設備（ほう酸水注入）を設ける。</p> <p>制御棒クラスタ、原子炉トリップ遮断器又は原子炉安全保護ロジック盤の故障等により原子炉トリップに失敗した場合のほう酸水注入として、化学体積制御設備のほう酸ポンプ、緊急ほう酸注入弁、ほう酸タンク及び充てんポンプを使用する。</p> <p>ほう酸タンクを水源としたほう酸ポンプは、緊急ほう酸注入弁を介して充てんポンプにより炉心に十分な量のほう酸水を注入できる設計とする。</p> <p>ほう酸ポンプが故障により使用できない場合のほう酸水注入として、化学体積制御設備の充てんポンプ及び非常用炉心冷却設備の燃料取替用水タンクを使用する。</p> <p>燃料取替用水タンクを水源とした充てんポンプは、化学体積制御系統により炉心に十分な量のほう酸水を注入できる設計とする。</p> <p>化学体積制御設備を構成するほう酸フィルタ及び再生熱交換器は、重大事故等時のほう酸水注入時（ほう酸ポンプが故障により使用できない場合を含む。）に、設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから、流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。</p> <p>1次冷却設備の蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、原子炉容器（炉心支持構造物を含む。）及び加圧器は、重大事故等時のほう酸水注入時（ほう酸ポンプが故障により使用できない場合を含む。）において、設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから、流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。</p> <p>炉心支持構造物にあっては、重大事故に至るおそれのある事故時において、1次冷却材の流路として炉心形状維持が十分確保できる設計とする。</p>	<p>変更なし</p>

変更前	変更後
<p>2. 主要対象設備</p> <p>計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）の対象となる主要な設備について、「表 1 計測制御系統施設の主要設備リスト」に示す。</p> <p>本施設の設備として兼用する場合に主要設備リストに記載されない設備については「表 2 計測制御系統施設の兼用設備リスト」に示す。</p>	<p>変更なし</p>

表 1 計測制御系統施設の主要設備リスト（設計基準対象施設及び重大事故等対処設備）

設備区分		変更前					変更後					
		機器区分	名称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備		名称	(注1) 設計基準対象施設		(注1) 重大事故等対処設備	
				耐震重要度 分類	機器 クラス	設備分類	重大事故等 機器クラス		耐震重要度 分類	機器 クラス	設備分類	重大事故等 機器クラス
ほう酸注入機能を有する設備	容器	原子炉容器	—		常設耐震／防止	SAクラス2	変更なし		変更なし		変更なし	

(注 1) 表 1 に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」に記載する「表 1 原子炉本体の主要設備リスト 付表 1」による。



(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第 1 章 共通項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設の「(2) 適用基準及び適用規格 第 1 章 共通項目」に示す。</p>	<p>変更なし</p>
<p>第 2 章 個別項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する個別項目の基準及び規格のうち、本工事計画において適用する基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 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)</li></ul>	<p>変更なし</p>

11 計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）に係る工事の方法

変更前	変更後
<p>計測制御系統施設（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置を除く。）に係る工事の方法は、「原子炉本体」における「9 原子炉本体に係る工事の方法」（1.3 燃料体に係る工事の手順と使用前事業者検査、2.1.3 燃料体に係る検査及び3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項を除く。）に従う。</p>	<p>変更なし</p>

### 3. 工事工程表

第 1 表 工事工程表

年月 項目	令和 4 年							
	1	2	3	4	5	6	7	8
原子炉本体		□ ※	-----	-----	□◇ ※※		○ ※ ◎ ※	
原子炉冷却系統 施設		□ ※	-----	-----	□◇ ※※		○ ※ ◎ ※	
計測制御系統 施設		□ ※	-----	-----	□◇ ※※		○ ※ ◎ ※	

— : 現地工事期間

□ : 構造、強度又は漏えいに係る検査

◇ : 臨界反応操作を開始できる段階の検査

○ : 工事完了時の検査

◎ : 品質マネジメントシステムに係る検査

※ 検査時期は、設計及び工事の計画の進捗により変更となる可能性がある。

## 4. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

### 1. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

当社は、原子力の安全を確保するための品質マネジメントシステムを構築し、「玄海原子力発電所原子炉施設保安規定」（以下「保安規定」という。）に品質マネジメントシステム計画を定めている。

「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。）は品質マネジメントシステム計画に基づき、設計及び工事に係る具体的な品質管理の方法、組織等の計画された事項を示したものである。

### 2. 適用範囲・定義

#### 2.1 適用範囲

設工認品管計画は、玄海原子力発電所第3号機の原子炉施設の設計、工事及び検査に係る保安活動に適用する。

#### 2.2 定義

設工認品管計画における用語の定義は、以下を除き品質マネジメントシステム計画に従う。

##### (1) 実用炉規則

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年12月28日通商産業省令第77号）をいう。

##### (2) 技術基準規則

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（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）をいう。

##### (3) 実用炉規則別表第二対象設備

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年12月28日通商産業省令第77号）の別表第二「設備別記載事項」に示された設備をいう。

##### (4) 適合性確認対象設備

設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）に基づき、技術基準規則への適合性を確保するために必要となる設備をいう。

### 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以下のとおり実施する。

#### 3.1 設計、工事及び検査に係る組織

設計、工事及び検査は、品質マネジメントシステム計画に示す、本店組織及び発電所組織で構成する体制で実施する。

設計、工事及び検査に係る組織は、担当する設備に関する設計、工事及び検査について責任と権限を持つ。

#### 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

品質マネジメントシステムにおいて、設工認に係る設計・開発のグレード分けを以下のとおり定めている。

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
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	上記以外の原子炉施設に関する工事	

設工認におけるグレードは、原子炉施設の安全上の重要性に応じて以下のとおり適用する。

##### (1) 実用炉規則別表第二対象設備に係る管理

実用炉規則別表第二対象設備に係る設計は、「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」を適用し、グレード1として管理する。

##### (2) 主要な耐圧部の溶接部に係る管理

主要な耐圧部の溶接部に係る設計は、当該溶接部が含まれる設備に応じたグレードを適用し管理する。

### 3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査

設工認における設計、工事及び検査の各段階を第 3.2-1 表に示す。

原子力部門は、設計の各段階におけるレビューを、第 3.2-1 表に示す段階において実施するとともに、記録を管理する。このレビューについては、原子力部門で当該設備の設計に関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対する設計、工事及び検査の管理を第 3.2-1 表に示す。

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。

第 3.2-1 表 設工認における設計、工事及び検査の各段階

各段階		
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
	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)※	設計（設計 1、2）の実施
	3.3.3(2)	設計開発の結果に係る情報に対する検証
	3.3.4※	設計における変更
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）
	3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項
	3.5.2	設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がりでの明確化
	3.5.3	使用前事業者検査の計画
	3.5.4	検査計画の管理
	3.5.5	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理
3.5.6	使用前事業者検査の実施	
調達	3.6	設工認における調達管理の方法

※「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査」でいう、レビュー対応項目



### 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

原子力部門は、設工認における設計を実施するための設計開発計画を策定し、この計画に基づき設計を以下のとおり実施する。

#### 3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

原子力部門は、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に必要な要求事項を明確にする。

#### 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

原子力部門は、設工認に関連する工事において、追加・変更となる適合性確認対象設備（運用を含む。）のうち、対象となる適合性確認対象設備（運用を含む。）の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・構成で必要となる運用を考慮し選定する。

#### 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

原子力部門は、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の設計を以下のとおり実施する。

##### (1) 設計（設計 1、2）の実施

- a. 「設計 1」として、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を基に、必要な設計を漏れなく実施するための基本設計方針を明確化する。
- b. 「設計 2」として、「設計 1」で明確にした基本設計方針を用いて適合性確認対象設備に必要な詳細設計を実施する。

なお、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、その重要度に応じて個別に管理事項を計画し信頼性を確保する。

##### (2) 設計開発の結果に係る情報に対する検証

設計 1 及び設計 2 の結果について、原設計者以外の者に検証を実施させる。

### 3.3.4 設計における変更

原子力部門は、設計の変更が必要となった場合、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、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

原子力部門は、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）、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以下のとおり実施する。

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ついては、設計3の実施に先立ち該当設備の抽出を工事段階で実施する。

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。

### 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）

原子力部門は、工事段階において、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。）を実施する。

### 3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施

原子力部門は、設工認に基づく設備を設置するための工事を「工事の方法」並びに「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、新たな工事を伴わない設工認申請（届出）時点で設置されている設備がある場合には、使用前事業者検査により技術基準規則に適合していることを確認する。

### 3.5 使用前事業者検査

原子力部門は、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（設工認のうち、設工認品管計画については、認可（届出後 30 日経過）された内容から設計、工事及び検査プロセスが変更されている場合には、品質マネジメントシステム計画に従い変更した後の設計、工事及び検査プロセスに従っていることを確認する。）するため、保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、原子力部門に属する工事を主管する組織（以下「工事を主管する組織」という。）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

原子力部門は、以下の項目について使用前事業者検査を実施する。

- 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 を第 3.5-1 表に示す検査として、II を品質マネジメントシステムに係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には記録の信頼性の確認を行い、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（供給者を含む。）が実施する検査項目毎の記録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

原子力部門は、使用前事業者検査の実施に先立ち、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。

### 3.5.3 使用前事業者検査の計画

原子力部門は、「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 3.5-1 表に定める要求種別ごとに確認項目、確認視点及び主な検査項目をもとに使用前事業者検査の計画を策定する。

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、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。

また、使用前事業者検査の実施に先立ち、設計結果に関する具体的な検査概要及び判定基準を使用前事業者検査の方法として明確にする。

### 3.5.4 検査計画の管理

原子力部門は、使用前事業者検査を適切な時期で実施するため、関係組織と調整のうえ検査計画を作成し、使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

### 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

原子力部門は、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

原子力部門は、以下のとおり使用前事業者検査を実施する。

#### (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 使用前事業者検査の計画」で決定した確認方法を基に、使用前事業者検査実施要領書を作成する。

実施する検査が代替検査となる場合は、代替による使用前事業者検査の方法を決定する。

#### (2) 使用前事業者検査の体制

使用前事業者検査の体制は、検査要領書で明確にする。

#### (3) 使用前事業者検査の実施

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する。

第 3.5-1 表 要求事項に対する確認項目及び確認の視点

要求種別	確認項目	確認視点	主な検査項目		
設備	設置要求	名称、取付箇所、個数	設計要求のとおり（名称、取付箇所、個数）に設置されていることを確認する。	据付検査 状態確認検査	
	設計要求	系統構成	実際に使用できる系統構成になっていることを確認する。	機能・性能検査	
		機能要求	容量、揚程等の仕様（要目表）	要目表の記載のとおりである事を確認する。	材料検査 寸法検査 外観検査
			上記以外の所要の機能要求事項	目的とする能力（機能・性能）が発揮できることを確認する。	据付検査 耐圧検査 漏えい検査 建物・構築物構造検査 機能・性能検査 特性検査 状態確認検査
		評価要求	評価のインプット条件等の要求事項	評価条件を満足していることを確認する。	状態確認検査
			評価結果を設計条件とする要求事項	内容に応じて、設置要求、系統構成、機能要求として確認する。	内容に応じて、設置要求、系統構成、機能要求の検査を適用
	運用	運用要求	手順確認	手順化されていることを確認する。（保安規定）	状態確認検査

### 3.6 設工認における調達管理の方法

設工認で行う調達管理は、品質マネジメントシステム計画に基づき以下の管理を実施する。

#### 3.6.1 供給者の技術的評価

原子力部門は、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の技術的評価を実施する。

#### 3.6.2 供給者の選定

原子力部門は、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、「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を加味した品質重要度分類等に従いグレード分けを行い管理する。

#### 3.6.3 調達製品の調達管理

原子力部門は、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分けを適用し、以下の管理を実施する。

##### (1) 調達仕様書の作成

業務の内容に応じ、品質マネジメントシステム計画に基づく調達要求事項を含め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)

##### (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、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調達製品の検証を行う。また、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。

#### 3.6.4 受注者品質保証監査

原子力部門は、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。

### 3.6.5 設工認における調達管理の特例

原子力部門は、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

原子力部門は、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、それらに基づき作成される品質記録であり、これらを適切に管理する。

#### (2) 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の管理

設工認において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、供給者の品質保証能力の確認、かつ、対象設備での使用が可能な場合において、適用可能な図書として扱う。

#### (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、上記(1)、(2)を用いて実施する。

### 3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ

原子力部門は、設工認に係る識別及びトレーサビリティの管理を以下のとおり実施する。

#### (1) 計測器の管理

設計及び工事、検査で使用する計測器については、品質マネジメントシステム計画に従った、校正・検証及び識別等の管理を実施する。



(2) 機器、弁及び配管等の管理

機器類、弁及び配管類は、品質マネジメントシステム計画に従った管理を実施する。

3.8 不適合管理

原子力部門は、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、品質マネジメントシステム計画に基づき管理を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

原子力部門は、設工認に基づく工事を保安規定に基づき管理する。

## 5. 変更の理由

国内外において、原子炉容器の出入口管台と出入口管台セーフエンドの溶接部に応力腐食割れによる損傷事例が確認されている。このことから、予防保全の観点より入口管台と入口管台セーフエンドの溶接部、及び出口管台と出口管台セーフエンドの溶接部について、応力腐食割れ対策材料として多くの使用実績のある690系ニッケル基合金を適用する。

この工事に伴い、入口管台及び入口管台セーフエンド厚さ、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド厚さの設計確認値を変更する。

なお、これらの工事は原子炉本体に係るものの性能又は強度に影響を及ぼすものに該当する。

## 6. 添付書類

(1) 添付資料

(2) 添付図面

## (1) 添付資料

- |      |   |   |
|------|---|---|
| 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                |
| 添付資料 | 2 | 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書                     |
| 添付資料 | 3 | クラス 1 機器の応力腐食割れ対策に関する説明書                |
| 添付資料 | 4 | 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 |
| 添付資料 | 5 | 耐震性に関する説明書                              |
| 添付資料 | 6 | 強度に関する説明書                               |
| 添付資料 | 7 | 原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書                     |
| 添付資料 | 8 | 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            |

## (2) 添付図面

- 第 1 図 原子炉本体の構造図（原子炉容器本体）
- 第 2 図 原子炉冷却系統施設に係る機器の配置を明示した図面  
（一次冷却材の循環設備）（重大事故等対処設備）
- 第 3 図 原子炉冷却系統施設の系統図（一次冷却材の循環設備）  
（重大事故等対処設備）
- 第 4 図 計測制御系統施設に係る機器の配置を明示した図面  
（ほう酸注入機能を有する設備）（重大事故等対処設備）
- 第 5 図 計測制御系統施設の系統図（ほう酸注入機能を有する設備）  
（重大事故等対処設備）

## 添付資料目次

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
添付資料	1-1	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
添付資料	1-2	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
添付資料	2	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
添付資料	3	クラス1機器の応力腐食割れ対策に関する説明書
添付資料	4	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
添付資料	5	耐震性に関する説明書
添付資料	5-1	耐震設計の基本方針
添付資料	5-2	届出設備に係る耐震設計の基本方針
添付資料	5-3	耐震計算方法
添付資料	5-4	耐震計算結果
添付資料	5-5	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
添付資料	6	強度に関する説明書
添付資料	6-1	強度計算の基本方針
添付資料	6-1-1	強度計算の基本方針の概要
添付資料	6-1-2	クラス1容器の強度計算の基本方針

添付資料	6-1-3	重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針
添付資料	6-2	強度計算方法
添付資料	6-2-1	強度計算方法の概要
添付資料	6-2-2	クラス 1 容器の強度計算方法
添付資料	6-2-3	重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法
添付資料	6-3	強度計算書
添付資料	6-3-1	強度計算書の概要
添付資料	6-3-2	クラス 1 容器の強度計算書
添付資料	6-3-3	重大事故等クラス 2 容器の強度計算書
添付資料	6-別紙	計算機プログラム（解析コード）の概要
添付資料	7	原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書
添付資料	8	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
添付資料	8-1	設計及び工事に係る品質マネジメントシステム
添付資料	8-2	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



# 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 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

設計及び工事計画届出添付資料 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、今回の届出に係る設計及び工事の計画の内容が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計画のうち、「基本設計方針」及び「機器等の仕様に関する記載事項」の設置変更許可申請書に係る内容は、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（以下「既工事計画」という。）と同様である。

設置許可申請書との整合性は、既工事計画の添付資料 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、当該工事計画の認可以降に今回の工事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、今回の届出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

設計及び工事計画届出添付資料 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、今回の届出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、今回の届出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。

# 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 2

玄海原子力発電所第 3 号機



# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	2 (3) - 1
2. 原子炉本体の仕様設定根拠 .....	2 (3) - 2
2.1 原子炉容器 .....	2 (3) - 2
2.1.1 原子炉容器本体 .....	2 (3) - 2

## 1. 概 要

本資料は、原子炉本体の届出設備に係る仕様設定根拠について説明するものである。

## 2. 原子炉本体の仕様設定根拠

### 2.1 原子炉容器

#### 2.1.1 原子炉容器本体

名 称		原子炉容器
最高使用圧力	MPa	17.16, 18.9
最高使用温度	℃	343, 362
個 数	—	1

#### 【設 定 根 拠】

(概 要)

・設計基準対象施設及び重大事故等対処設備

設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の原子炉容器の概要、最高使用圧力、最高使用温度及び個数の設定根拠については、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「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」による。

# クラス 1 機器の応力腐食割れ対策に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 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. 応力腐食割れ発生の抑制策について .....	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（以下「技術基準規則」という。）」第 17 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（以下「解釈」という。）」に基づき、届出範囲のクラス 1 機器における応力腐食割れ発生の抑制を考慮した設計について説明するものである。

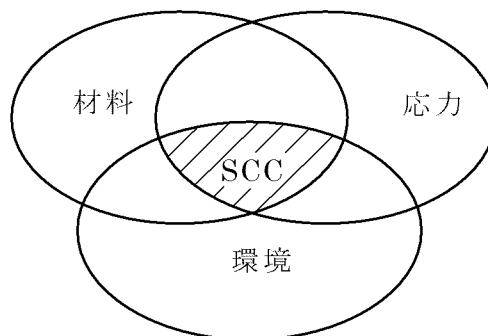
## 2. 基本方針

届出範囲におけるクラス 1 機器は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2001 年版及び 2005 年版）（JSME S NC1-2001）及び（JSME S NC1-2005）【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮(NC-CC-002)」（日本機械学会）」に基づき、応力腐食割れ発生環境下に対する適切な耐食性を有する材料の使用、運転中の引張応力を軽減する設計及び製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減対策の実施、並びに保安規定に基づく水質管理等の応力腐食割れ発生の抑制を考慮した設計とする。

## 3. 応力腐食割れ発生の抑制策について

### (1) 応力腐食割れ発生の前提条件について

応力腐食割れ(SCC)は、材料が特定の環境条件と応力条件にさらされたときに割れを生じる現象であり、第 3-1 図に示すとおり、材料・応力・環境の 3 要因が重畳した場合に発生する。



第 3-1 図 SCC の発生因子

一般的に応力腐食割れを抑制するためには、以下に示すように 3 要因のうちの 1 要因以上を取り除く必要がある。

- a. 応力腐食割れ発生環境下において、応力腐食割れ発生の可能性が高い材料の選定を避ける。
- b. 引張応力を軽減する設計と製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減処理技術を採用する。
- c. 応力腐食割れの発生に寄与する腐食環境を緩和する設計と水質管理技術を採用する。

(2) 届出範囲における応力腐食割れ発生の抑制策について

届出範囲におけるクラス 1 機器は、以下を考慮することにより、応力腐食割れの発生を抑制する。

a. 材料選定

入口管台及び出口管台（SFVQ1A）は内面にステンレス鋼の内張り材を施工しており、1 次冷却材と直接接しないため、SCC は発生しない。

入口管台と入口管台セーフエンドとの溶接部、並びに出口管台と出口管台セーフエンドとの溶接部に 690 系ニッケル基合金を適用し、材料の改良により、応力腐食割れの発生を抑制する。

690 系ニッケル基合金は、これまで応力腐食割れによる損傷事例が報告されている 600 系ニッケル基合金に比べ、応力腐食割れの感受性が低く、PWR の 1 次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多くの使用実績がある。

また、入口管台セーフエンド及び出口管台セーフエンドには、応力腐食割れの感受性が低く、PWR の 1 次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多くの使用実績がある 316 系ステンレス鋼を適用する。

b. 発生応力

当該部の溶接施工に関しては、技術的妥当性が確認された溶接施工法を用いる。さらに、当該部は、690 系ニッケル基合金で補修後、機械加工等を行うことから、引張残留応力を緩和するため、バフ仕上げを行うこととしている。

また、「発電用原子力設備規格 溶接規格（2007 年版）JSME S NB1-2007」（日本機械学会）に基づき十分な品質管理を行う。

c. 環 境

定格出力運転時の 1 次冷却材中の溶存酸素及びその他の不純物濃度が十分低くなるよう水質管理を行う。

製作・施工段階において塩化物イオン混入防止対策を行い、塩化物イオンに起因する応力腐食割れの発生を防止する。



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

設計及び工事計画届出添付資料 4

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	4 (3) - 1
2. 基本方針 .....	4 (3) - 2
2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散 .....	4 (3) - 2
2.2 悪影響の防止 .....	4 (3) - 2
2.3 環境条件 .....	4 (3) - 2
2.4 試験・検査性 .....	4 (3) - 8

## 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14条第2項、第15条第2項及び第54条第1項（第2号、第4号及び第6号を除く。）、第2項（第1号を除く。）並びにそれらの「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。）」に基づき、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ついて説明するものである。

今回は、原子炉容器の健全性として、安全設備及び重大事故等対処設備に要求される機能を有効に発揮するための、構造設計に係る事項を考慮して、「多重性又は多様性、独立性、位置的分散に係る要求事項を含めた多重性又は多様性、独立性、位置的分散に関する事項（技術基準規則第54条第2項第3号並びにそれらの解釈）」（以下「多重性又は多様性、独立性、位置的分散」という。）、「機器相互の悪影響（技術基準規則第54条第1項第5号及び第2項第2号並びにそれらの解釈）」（以下「悪影響の防止」という。）、「想定される環境条件（使用条件含む）における機器の健全性（技術基準規則第14条第2項及び第54条第1項第1号並びにそれらの解釈）」（以下「環境条件」という。）及び「要求される機能を達成するために必要な試験・検査性及び保守点検性等（技術基準規則第15条第2項及び第54条第1項第3号並びにそれらの解釈）」（以下「試験・検査性」という。）を説明する。

## 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ついて、以下の4項目に分け説明する。

### 2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散

重大事故等対処設備の多重性又は多様性、独立性、位置的分散については、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から変更はない。

但し、共通要因として考慮する自然現象のうち地震に対し、多重性又は多様性、独立性、位置的分散として設計上考慮する、重大事故等対処設備の耐震設計については、本設計及び工事計画において変更があることから、添付資料5「耐震性に関する説明書」のうち、添付資料5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

なお、環境条件については、想定される事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重及びその他の使用条件において、その機能を確実に発揮できる設計とすることを、「2.3 環境条件」に示す。

### 2.2 悪影響の防止

重大事故等対処設備の悪影響の防止については、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から変更はない。

但し、悪影響を及ぼす要因として考慮する地震に対し、悪影響の防止として設計上考慮する、重大事故等対処設備の耐震設計については、本設計及び工事計画において変更があることから、添付資料5「耐震性に関する説明書」のうち、添付資料5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

なお、考慮すべき地震による他の設備からの悪影響については、これら波及的影響により機能を損なわないことを、「2.3 環境条件」に示す。

### 2.3 環境条件

安全設備及び重大事故等対処設備は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。

安全設備の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線

量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。

安全設備の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、海水を通水する系統への影響、電磁的障害及び周辺機器等からの悪影響を考慮する。

荷重としては、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における環境圧力及び使用圧力を踏まえた圧力荷重、環境温度及び使用温度を踏まえた温度荷重並びに機械的荷重に加えて自然現象（地震）による荷重を考慮する。

重大事故等対処設備は、想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、その機能が有効に発揮できるよう、その設置場所に応じた耐環境性を有する設計とする。

重大事故等発生時の環境条件については、重大事故等時における温度（環境温度、使用温度）、放射線、荷重のみならず、その他の使用条件として環境圧力、湿度による影響、重大事故等時に海水を通水する系統への影響、電磁的障害及び周辺機器等からの悪影響を考慮する。

荷重としては重大事故等が発生した場合における環境圧力及び使用圧力を踏まえた圧力荷重、環境温度及び使用温度を踏まえた温度荷重並びに機械的荷重に加えて自然現象（地震）による荷重を考慮する。

安全設備及び重大事故等対処設備について、これらの環境条件の考慮事項ごとに、温度による影響、放射線による影響、荷重による影響、圧力による影響、湿度による影響、電磁的障害、周辺機器等からの悪影響及び海水を通水する系統への影響に分け、以下に各考慮事項に対する設計上の考慮を説明する。

#### (1) 環境条件による影響

- ・安全設備は、事故時等における環境条件を考慮した設計とする。また、地震による荷重を考慮して、機能を損なわない設計とする。
- ・原子炉格納容器内の重大事故等対処設備は、重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件を考慮した設計とする。また、地震による荷重を考慮して、機能を損なわない設計とする。
- ・原子炉格納容器内の安全設備及び重大事故等対処設備は、設計基準

事故等及び重大事故等時に想定される圧力、温度等に対し、格納容器スプレイ水による影響を考慮しても、その機能を発揮できる設計とする。

a. 温度による影響

安全設備及び重大事故等対処設備は、想定される環境温度にて機能を損なわない設計とする。

環境温度については、原子炉格納容器内における想定事故時に到達する最高値とし、環境温度以上の最高使用温度を機器仕様として設定する。

安全設備に対しては、発電用原子炉設置変更許可申請書「十、発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項」（以下「許可申請書十号」という。）ロ．において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の温度が最も高くなる「原子炉冷却材喪失（原子炉格納容器内での蒸気発生器出口側配管破断事故）」での温度約 135℃を包絡する温度（原子炉格納容器最高使用温度 144℃）を設定する。

重大事故等対処設備に対しては、「許可申請書十号」ハ．において評価した重大事故等の中で、原子炉格納容器内の温度が最も高くなる「格納容器過圧破損（大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗）」での最高温度（144℃）を設定する。

設定した環境温度に対して機器が機能を損なわないように、機器が使用される環境温度下において、部材に発生する応力に耐えられることとする。

環境温度に対する確認の方法としては、環境温度と機器の最高使用温度との比較によるものとする。

b. 放射線による影響

安全設備及び重大事故等対処設備は、想定される放射線にて機能を損なわない設計とする。放射線については、原子炉格納容器内における想定事故時に到達する最大放射線量に対して、遮蔽等の効果を考慮して、機能を損なわない材料、構造、原理等を用いる設計とする。

安全設備に対しては、「許可申請書十号」ロ.において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる「原子炉冷却材喪失」を選定し、LOCA 時の最大放射線量を包絡する線量として、1.5MGy/年以下を設定する。

重大事故等対処設備に対しては、「許可申請書十号」ハ.において評価した重大事故等の中で、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる事象として、「格納容器過圧破損（大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗）」での最大放射線量を包絡する線量として、0.5MGy/7日間以下を設定する。

第 2-1-1 表～第 2-1-3 表にこれらの放射線量評価に用いた評価条件等を示す。

放射線による影響に対して機器が機能を損なわないように、耐圧部にあっては、耐圧部を構成する部品の性能が有意に低下する放射線量に到達しないこととする。

確認の方法としては、環境放射線を再現した試験環境下において機器が機能することを確認した実証試験等により得られた機器の機能が維持される積算線量を放射線に対する耐性値とし、環境放射線条件と比較することとする。

放射線の影響の考慮として、原子炉容器は中性子照射の影響を受けるため、想定される環境において脆性破壊を防止することにより、その機能を発揮できる設計とする。原子炉容器は最低使用温度を  に設定し、関連温度（初期）を  に管理することで脆性破壊が生じない設計とする。

原子炉容器の破壊靱性に対する評価については、添付資料 7「原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書」に示す。

### c. 荷重による影響

#### (a) 圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重

安全設備及び重大事故等対処設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、設計基準事故時、想定される重大事故等時に想定される圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重が作用する場合においても機能を有効に発揮できる設計とする。

安全設備及び重大事故等対処設備が機能を有効に発揮するため、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、設計基準事故時、想定さ

れる重大事故等時に想定される圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重を踏まえた耐震設計については、添付資料 5「耐震性に関する説明書」のうち、添付資料 5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

また、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、設計基準事故時、想定される重大事故等時に想定される圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重を踏まえた十分な構造及び強度を有する設計については、添付資料 6「強度に関する説明書」のうち、添付資料 6-1「強度計算の基本方針」に基づき実施する。

(b) 自然現象による荷重

安全設備及び重大事故等対処設備は、地震による荷重の評価を行い、機能を有効に発揮できる設計とする。

安全設備及び重大事故等対処設備が機能を有効に発揮するための地震荷重に対する設計については、添付資料 5「耐震性に関する説明書」のうち、添付資料 5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

d. 圧力による影響

安全設備及び重大事故等対処設備は、想定される環境圧力が加わっても、機能を損なわない設計とする。

安全設備に対しては、「許可申請書十号」ロ. において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の圧力が最も高くなる「原子炉冷却材喪失（原子炉格納容器内での蒸気発生器出口側配管破断事故）」での最高圧力約 0.320MPa[gage]を包絡する圧力（原子炉格納容器最高使用圧力 0.392MPa[gage]）を設定する。

重大事故等対処設備に対しては、「許可申請書十号」ハ. において評価した重大事故等の中で、原子炉格納容器内の圧力が最も高くなる「格納容器過圧破損（大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗）」での最高圧力（0.444MPa[gage]）を設定する。

設定した環境圧力に対して機器が機能を損なわないように、機器が使用される環境圧力下において、部材に発生する応力に耐えられることとする。

確認の方法としては、環境圧力と機器の最高使用圧力との比較によるものとする。



e. 湿度による影響

安全設備及び重大事故等対処設備は、想定される湿度にて機能を損なわない設計とする。

湿度については、原子炉格納容器内における想定事故時に到達する最高値とし、原子炉格納容器内の湿度以上の最高使用湿度を機器仕様として設定する。

安全設備に対しては、「許可申請書十号」ロ. において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の温度が最も高くなる「原子炉冷却材喪失（原子炉格納容器内での蒸気発生器出口側配管破断事故）」での湿度 100%を設定する。

重大事故等対処設備に対しては、「許可申請書十号」ハ. において評価した重大事故等の中で、原子炉格納容器内の温度が最も高くなる「格納容器過圧破損（大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗）」での湿度 100%を設定する。

設定した湿度に対して機器が機能を損なわないように、当該構造部が気密性・水密性を有し、一定の肉厚を有する金属製の構造とすることで、湿度の環境下であっても耐圧機能が維持される設計とする。

湿度に対する確認の方法としては、環境湿度と機器仕様の比較によるものとする。

f. 電磁的障害

安全設備及び重大事故等対処設備のうち、電磁波に対する考慮が必要な機器は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、設計基準事故時、想定される重大事故等が発生した場合においても電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

g. 周辺機器等からの悪影響

安全設備は、自然現象（地震）、火災及び溢水による他の設備からの悪影響により、発電用原子炉施設としての安全機能が損なわれないよう措置を講じた設計とする。

重大事故等対処設備は、事故対応の多様性拡張のために設置・配備している設備を考慮して周辺機器等からの悪影響により、重大事

故等に対処するために必要な機能を失うおそれがない設計とする。

重大事故等対処設備が受ける周辺機器等からの悪影響としては、自然現象（地震）、火災及び溢水による波及的影響を考慮する。

安全設備及び重大事故等対処設備が受ける周辺機器等からの悪影響のうち、火災及び溢水に係る設計については、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から変更はない。

地震の波及的影響によりその機能を喪失しないように、安全設備及び重大事故等対処設備は、技術基準規則第 5 条及び第 50 条「地震による損傷の防止」に基づく設計とする。

波及的影響を含めた安全設備及び重大事故等対処設備の耐震設計については、添付資料 5「耐震性に関する説明書」のうち、添付資料 5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

#### h. 海水を通水する系統への影響

安全設備として淡水を通水するが、重大事故等時に海水を通水する可能性のある重大事故等対処設備は、海水影響を考慮した設計とする。

海水を通水する機器であって常時海水を通水しない機器については、可能な限り淡水源からの給水を優先することとし、海水通水時においても、高温時の格納容器再循環サンプルからの取水との併用を行わないことにより、低温の海水を短期間であれば健全性が維持できる金属材料を用いる設計とする。

## 2.4 試験・検査性

安全設備及び重大事故等対処設備の試験・検査性については、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から変更はない。

但し、上記の既工事計画における「使用前検査、施設定期検査、定期安全管理審査、溶接安全管理検査」は、「使用前事業者検査及び定期事業者検査」に読み替える。

第 2-1-1 表 (1/2) 放射線の環境条件設定方法 (設計基準事故時)

対象区画	環境条件設定方法			環境条件
	想定する事象	線源等	線量評価	
原子炉格納容器内	原子炉格納容器内で発生する事象として、原子炉格納容器内に放出される放射性物質の量が多くなることから、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる「原子炉冷却材喪失」を想定する。	「許可申請書十号」ロ. において評価した設計基準事故のうち「原子炉冷却材喪失」時に原子炉格納容器内に放出される放射性物質の線源強度 (第 2-1-2 表) を用いる。	原子炉格納容器自由体積を保存し区画内に線源が均一に分布するとして線量を評価した結果、約 0.5MGy/年となるため、環境条件は $\leq 1.5\text{MGy/年}$ と設定する。	$\leq 1.5\text{MGy/年}$

第 2-1-1 表 (2/2) 放射線の環境条件設定方法 (重大事故等時)

対象区画	環境条件設定方法			環境条件
	想定する事象	線源等	線量評価	
原子炉格納容器内	有効性評価のうち、最も炉心溶融が早く、格納容器スプレイ注入失敗により原子炉格納容器内に浮遊する放射性物質が多くなり、原子炉格納容器内の線量が高くなる事象として「大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗」を想定する。	「許可申請書十号」ハ. において評価した重大事故等のうち「格納容器過圧破損 (大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗)」時に原子炉格納容器内に放出される放射性物質の線源強度 (第 2-1-3 表) を用いる。	原子炉格納容器自由体積を保存し、区画内に線源が均一に分布するとして線量を評価した結果、約 0.4MGy/7 日となるため、環境条件は $\leq 0.5\text{MGy}/7$ 日と設定する。	$\leq 0.5\text{MGy}/7$ 日

第 2-1-2 表 「原子炉冷却材喪失」時の原子炉格納容器内線源強度

代表エネルギー (MeV/dis)	積算線源強度 (MeV/年)
0.4	9.4E+23
0.8	2.0E+24
1.3	2.0E+23
1.7	2.6E+23
2.5	1.7E+23

第 2-1-3 表 「大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+格納容器スプレイ注入失敗」時の原子炉格納容器内線源強度

代表エネルギー (MeV/dis)	積算線源強度 (MeV/7 日)
0.1	2.5E+23
0.125	3.1E+22
0.225	4.5E+23
0.375	5.2E+23
0.575	2.3E+24
0.85	1.9E+24
1.25	8.6E+23
1.75	1.8E+23
2.25	1.2E+23
2.75	1.0E+22
3.5	1.6E+21
5	2.5E+20
7	1.7E+12
9.5	2.6E+11

# 耐震性に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 5

玄海原子力発電所第3号機

## 目 次

添付資料	5-1	耐震設計の基本方針
添付資料	5-2	届出設備に係る耐震設計の基本方針
添付資料	5-3	耐震計算方法
添付資料	5-4	耐震計算結果
添付資料	5-5	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

## 耐震設計の基本方針

設計及び工事計画届出添付資料 5-1

玄海原子力発電所第 3 号機



## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	5 (3) - 1 - 1
2. 適用規格 .....	5 (3) - 1 - 1
3. 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分 .....	5 (3) - 1 - 1
3.1 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分 .....	5 (3) - 1 - 1
3.2 波及的影響に対する考慮 .....	5 (3) - 1 - 1
4. 設計用地震力 .....	5 (3) - 1 - 2
4.1 地震力の算定法 .....	5 (3) - 1 - 2
4.2 設計用地震力 .....	5 (3) - 1 - 2

## 1. 概 要

本資料は、届出設備の耐震設計が「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 5 条及び第 50 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」に従い行う。

## 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(2005年版(2007年追補版を含む))  
(第 I 編 軽水炉規格) JSME S NC1-2005/2007」(日本機械学会)(以下「JSME S NC1」という。)

但し、JEAG4601 に記載されている  $A_s$  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  $S_2$ 、 $S_1$  をそれぞれ基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  と読み替える。

また、「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 に従うものとする。

## 3. 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分

### 3.1 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分

耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分は、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「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 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3-1「耐震設計の基本方針」によるものとする。

届出対象である原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドは、他設備の損傷、転倒及び落下等の影響を受ける場所にないことから、本設計及び工事計画で波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の対象はない。

#### 4. 設計用地震力

##### 4.1 地震力の算定法

耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

###### (1) 静的地震力

静的地震力の算定は、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」によるものとする。

###### (2) 動的地震力

動的地震力の算定は、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」によるものとする。

また、動的地震力の水平2方向及び鉛直方向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5-5「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。

##### 4.2 設計用地震力

「4.1 地震力の算定法」に基づく設計用地震力は、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「機能維持の基本方針」に従い算定するものとする。

## 届出設備に係る耐震設計の基本方針

設計及び工事計画届出添付資料 5-2

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	5 (3) - 2 - 1
2. 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分 .....	5 (3) - 2 - 1
2.1 耐震重要度分類 .....	5 (3) - 2 - 1
2.2 重大事故等対処施設の施設区分 .....	5 (3) - 2 - 1
3. 耐震設計の基本事項 .....	5 (3) - 2 - 2
3.1 構造の説明 .....	5 (3) - 2 - 2
3.2 設計用地震力 .....	5 (3) - 2 - 3
3.3 荷重の組合せ及び許容応力 .....	5 (3) - 2 - 7

## 1. 概 要

本資料は、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド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方針について説明するものである。

## 2. 耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分

### 2.1 耐震重要度分類

設 備 名 称	機器名称	耐震重要度分類 <sup>(注)</sup>
原子炉本体 7. 原子炉容器	原子炉容器	S

(注) 耐震重要度分類は、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「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。

### 2.2 重大事故等対処施設の施設区分

設 備 名 称	機器名称	重大事故等対処施設の施設区分 <sup>(注)</sup>
原子炉冷却系統施設 4. 一次冷却材の循環設備	原子炉容器	常設耐震／防止 常設／緩和
計測制御系統施設 4. ほう酸注入機能を有する設備	原子炉容器	常設耐震／防止

(注) 重大事故等対処施設の施設区分は、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「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. 耐震設計の基本事項

#### 3.1 構造の説明

機器は、原則として剛構造とする。原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの構造計画を第3-1表に示す。

第3-1表 原子炉容器出入口管台及び出入口管台セーフエンドの構造計画

主要区分	計画の概要		摘 要
	主体構造	支持構造	
原子炉容器	たて置円筒上下半球鏡容器	内部コンクリートに固定された空冷式の8個の鋼製支持構造物により支持する。原子炉容器鉛直方向（下向き）、接線方向の移動を拘束し、原子炉容器半径方向及び鉛直方向（上向き）の熱膨張による変位に対してはこれを拘束しない構造とする。	

## 3.2 設計用地震力

### 3.2.1 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 重要度分類	水平震度	鉛直震度
機器	S	3.6C <sub>I</sub> <sup>(注)</sup>	0.288

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

$$C_I = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R<sub>t</sub>：振動特性係数 0.8

A<sub>i</sub>：C<sub>I</sub>の分布係数

C<sub>0</sub>：標準せん断力係数 0.2

なお、3.6C<sub>I</sub>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。

### 3.2.2 動的地震力

動的地震力は、耐震重要度分類、重大事故等対処施設の施設区分に応じ、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 5-5「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	耐震重要度分類	入力地震動	
		水平地震動	鉛直地震動
機器	S	弾性設計用地震動 Sd	弾性設計用地震動 Sd
		基準地震動 Ss	基準地震動 Ss

(重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注1) 耐震重要度 分類	入力地震動	
			水平地震動	鉛直地震動
機器	常設耐震重要重大 事故防止設備、常 設重大事故緩和設 備	S	基準地震動 Ss	基準地震動 Ss

(注1) 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス。

また、常設重大事故緩和設備については、当該クラスを S と表記する。

### 3.2.3 設計用地震力

(設計基準対象施設)

種別	耐震重要度分類	水 平	鉛 直	摘 要
機器	S	静的震度 3.6C <sub>1</sub>	静的震度 (0.288)	(注1)(注2) 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には同時に不利な方向に作用するものとする。
		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には二乗和平方根(SRSS)法による。
		基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	(注2) 荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法による。

(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。

(重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注1) 耐震 重要度 分類	水 平	鉛 直	摘 要
機器	常設耐震 重要重大 事故防止 設備、常 設重大事 故緩和設 備	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	(注2) 荷重の組合せは、 二乗和平方根 (SRSS)法による。

(注1) 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス。

また、常設重大事故緩和設備については、当該クラスを S と表記する。

(注2) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

### 3.3 荷重の組合せ及び許容応力

#### 3.3.1 記号の説明

- D : 死荷重
- P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ、Ⅴは除く）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ、Ⅴは除く）で設備に作用している機械的荷重
- 〔各運転状態における P 及び M については、安全側に設定された値（最高使用圧力、設計機械荷重等）を用いてもよい。〕
- P<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き、その後に生じている圧力荷重
- M<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き、その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
- P<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的に作用する圧力荷重
- M<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的に作用する機械的荷重
- S<sub>d</sub> : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 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<sub>d</sub>\* : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> により定まる地震力
- S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> により定まる地震力
- Ⅲ<sub>AS</sub> : JSME S NC1 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<sub>AS</sub> : JSME S NC1 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
- V<sub>AS</sub> : 運転状態Ⅴ相当の応力評価を行う許容応力状態を基本として、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
- S<sub>y</sub> : 設計降伏点  
JSME S NC1 付録材料図表 Part 5 表 8 に規定される値
- S<sub>u</sub> : 設計引張強さ  
JSME S NC1 付録材料図表 Part 5 表 9 に規定される値
- S<sub>m</sub> : 設計応力強さ  
JSME S NC1 付録材料図表 Part 5 表 1 に規定される値

### 3.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### (1) クラス 1 容器、重大事故等クラス 2 容器 (クラス 1 容器)

(クラス 1 容器)

耐震 重要度 分類	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D+P+M+Sd	III <sub>A</sub> S	Sy と 2/3Su の小さい方。 但し、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 1.2Sm とする。	(注1) 左欄の α 倍の値	3Sm (注2) 〔Sd 又は Ss 地震動のみによる応力振幅について評価する。〕	(注3)(注4) Sd 又は Ss 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態 I、II における疲労累積係数との和を 1.0 以下とする。
	(注5) D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +Sd	IV <sub>A</sub> S	2/3Su 但し、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 2/3Su と 2.4Sm の小さい方。	(注1) 左欄の α 倍の値		
	D+P+M+Ss					

(注 1) α は純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は 1.5 のいずれか小さいほうの値とする。

(注 2) 3Sm を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く) の簡易弾塑性解析を用いる。

(注 3) JSME S NC1 PVB-3140(6)を満たすときは、疲労解析を行うことを要しない。但し、「応力の全振幅」は「Sd 又は Ss 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

(注 4) 運転状態 I、II において疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数が 1.0 以下とする。

(注 5) 冷却材喪失事故後の状態における圧力荷重 P<sub>L</sub> は、負荷の喪失時の圧力 P に比べて小さい。また、冷却材喪失事故後の状態で設備に作用する機械的荷重 M<sub>L</sub> はない。このことから、D+P<sub>L</sub>+M<sub>L</sub>+Sd は他の組合せで代表できる。

(重大事故等クラス2容器 (クラス1容器))

荷重の組合せ	許容応力状態	許 容 限 界			
		一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
D+P+M+Ss	IVAS	2/3Su 但し、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2/3Suと2.4Smの小さい方。	左欄の α倍の値 <sup>(注1)</sup>	3Sm <sup>(注2)</sup> 〔Sd又はSs地震動のみによる応力振幅について評価する。〕	Sd又はSs地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数との和を1.0以下とする。 <sup>(注3)(注4)</sup>
D+PL+ML+Sd* <sup>(注5)</sup>					
D+PSAL+MSAL+Sd* <sup>(注6)</sup>	VAS (VASとして右に示すIVASの許容限界を用いる)				

(注1) αは純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は1.5のいずれか小さいほうの値とする。

(注2) 3Smを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同PVB-3313を除く)の簡易弾塑性解析を用いる。

(注3) JSME S NC1 PVB-3140(6)を満たすときは、疲労解析を行うことを要しない。但し、「応力の全振幅」は「Sd又はSs地震動による応力の全振幅」と読み替える。

(注4) 運転状態Ⅰ、Ⅱにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数が1.0以下とする。

(注5) 冷却材喪失事故後の状態における圧力荷重PLは、負荷の喪失時の圧力Pに比べて小さい。また、冷却材喪失事故後の状態で設備に作用する機械的荷重MLはない。このことから、D+PL+ML+Sd\*は他の組合せで代表できる。

(注6) 重大事故後の状態における圧力荷重PSALは、負荷の喪失時の圧力Pに比べて小さい。また、重大事故後の状態で設備に作用する機械的荷重MSALはない。このことから、D+PSAL+MSAL+Sd\*は他の組合せで代表できる。

## 耐震計算方法

設計及び工事計画届出添付資料 5-3

玄海原子力発電所第3号機

## 目 次

	頁
1. 概 要	5 (3) - 3 - 1
2. 基本方針	5 (3) - 3 - 2
2.1 構造の説明	5 (3) - 3 - 2
2.2 評価方針	5 (3) - 3 - 3
3. 耐震評価箇所	5 (3) - 3 - 4
4. 地震応答解析	5 (3) - 3 - 5
4.1 設計用地震力	5 (3) - 3 - 6
4.2 応答荷重	5 (3) - 3 - 9
5. 設計荷重	5 (3) - 3 - 25
6. 応力評価	5 (3) - 3 - 26
6.1 基本方針	5 (3) - 3 - 26
6.2 荷重条件	5 (3) - 3 - 26
6.3 応力評価方法	5 (3) - 3 - 26



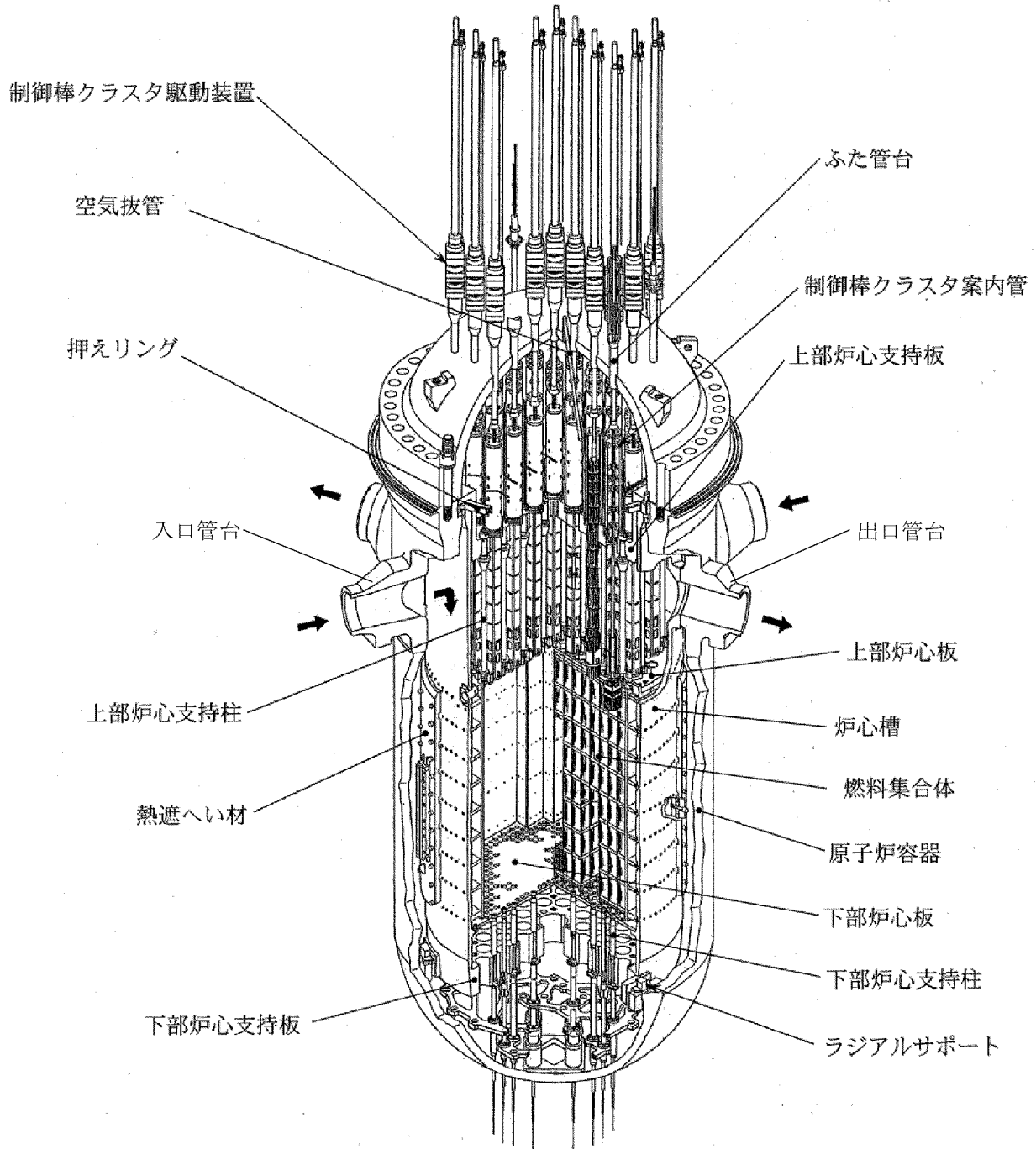
## 1. 概 要

本資料は、資料 5-2「届出設備に係る耐震設計の基本方針」に従い、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの耐震計算方法についてまとめたものである。その耐震評価は地震応答解析及び応力評価により行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造の説明

原子炉容器の構造を第2-1図に示す。



第2-1図 原子炉容器の構造説明図

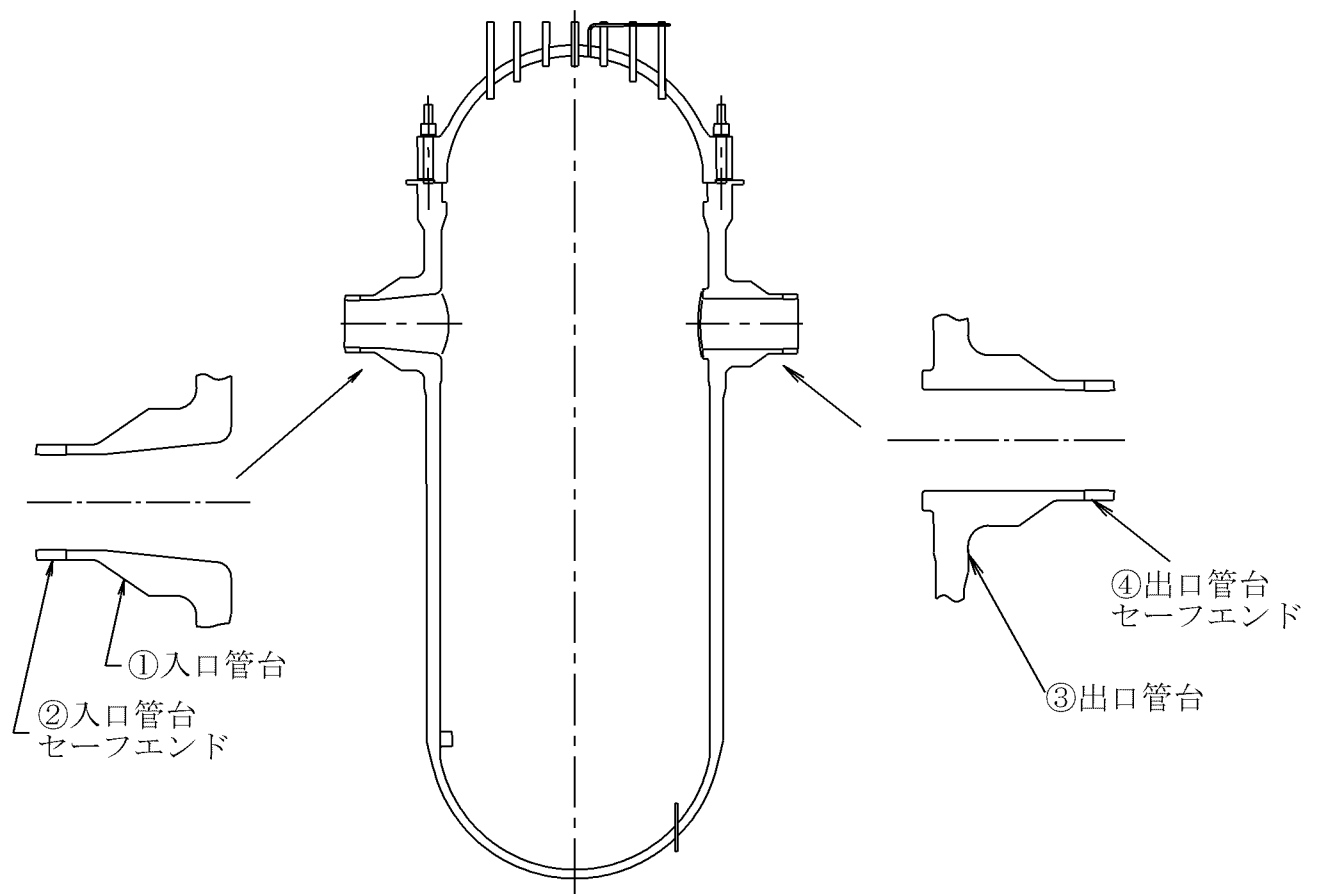
## 2.2 評価方針

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応力評価は、資料 5-2「届出設備に係る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に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す原子炉容器の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 地震応答解析」で設定した荷重による応力等が許容限界内に収まることを、「6. 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 5-4「耐震計算結果」に示す。

### 3. 耐震評価箇所

耐震評価箇所の説明図を第 3-1 図に示す。

- ①入口管台
- ②入口管台セーフエンド
- ③出口管台
- ④出口管台セーフエンド



第 3-1 図 耐震評価箇所

#### 4. 地震応答解析

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応力評価に用いる地震荷重を算定するための地震応答解析では、原子炉容器、1次冷却ループ（蒸気発生器、1次冷却材ポンプ及び1次冷却材管）、主蒸気管及び主給水管を多質点系はりモデルに置換し、静的解析及び動的解析を行う。

解析の基本方針、解析モデル及び諸元は、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 3-17-3-23「1次冷却材管の耐震計算書」による。

#### 4.1 設計用地震力

耐震計算に使用する設計用地震力は、資料 5-2「届出設備に係る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		摘 要
	水平方向	鉛直方向	
S	3.6C <sub>I</sub> (注)	0.288	内部コンクリート位置 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 15px;"></span> における値

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

$$C_I = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R<sub>t</sub>：振動特性係数 0.8

A<sub>i</sub>：C<sub>I</sub>の分布係数

C<sub>0</sub>：標準せん断力係数 0.2

なお、3.6C<sub>I</sub>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。

(2) 動的地震力

動的地震力は、以下に示す条件を用いて算定する。

入力地震動	減衰定数(%)
弾性設計用地震動 $S_d$	原子炉格納容器 : 3.0%
	原子炉周辺建屋 : 5.0%
	内部コンクリート : 5.0%
	原子炉容器 : 1.0%
	蒸気発生器 <sup>(注)</sup> : 3.0%
基準地震動 $S_s$	1次冷却材ポンプ <sup>(注)</sup> : 3.0%
	1次冷却材管 <sup>(注)</sup> : 3.0%
	主蒸気管 : 3.0%
	主給水管 : 3.0%
	1.0%

(注) 上段は水平方向の減衰定数、下段は鉛直方向の減衰定数である。

(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
機 器	S	静的震度 (3.6C <sub>1</sub> )	静的震度 (0.288)	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。
		弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	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。
		基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法による。

(重大事故等対処施設)

種 別	設備分類 <sup>(注)</sup>	水 平	鉛 直	摘 要
機 器	常設耐震／防止 常設／緩和	基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法による。

(注) 常設耐震／防止：常設耐震重要重大事故防止設備

常設／緩和：常設重大事故緩和設備



## 4.2 応答荷重

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに作用する応答荷重を以下の表に示す。なお、動的解析による応答荷重については設計上の裕度の係数を乗じた値である。

原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-1)	: 第 4-1 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-2)	: 第 4-2 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-3)	: 第 4-3 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-4)	: 第 4-4 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-5(EW))	: 第 4-5 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-5(NS))	: 第 4-6 表
原子炉容器入口管台部荷重 (静的地震)	: 第 4-7 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-1)	: 第 4-8 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-2)	: 第 4-9 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-3)	: 第 4-10 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-4)	: 第 4-11 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-5(EW))	: 第 4-12 表
原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-5(NS))	: 第 4-13 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-1)	: 第 4-14 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-2)	: 第 4-15 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-3)	: 第 4-16 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-4)	: 第 4-17 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-5(EW))	: 第 4-18 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-5(NS))	: 第 4-19 表
原子炉容器出口管台部荷重 (静的地震)	: 第 4-20 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-1)	: 第 4-21 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-2)	: 第 4-22 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-3)	: 第 4-23 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-4)	: 第 4-24 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-5(EW))	: 第 4-25 表
原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-5(NS))	: 第 4-26 表

表中の(A)はループ A、(B)はループ B、(C)はループ C、(D)はループ D の部位

における応答荷重を示す。また、表中の **E-W** 方向地震及び **N-S** 方向地震の応答荷重は鉛直方向地震の応答荷重を含む。

応答荷重の座標系を第 4-1 図及び第 4-2 図に示す。応答荷重は、正負両方向の荷重が作用する。

第4-1表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-1地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	407	369	56	39	103	445
	N-S 方向地震(A)	657	121	39	45	52	250
	E-W 方向地震(B)	410	373	56	39	102	452
	N-S 方向地震(B)	656	121	39	45	52	250
	E-W 方向地震(C)	407	362	56	40	101	434
	N-S 方向地震(C)	652	123	38	45	51	237
	E-W 方向地震(D)	410	366	56	40	101	440
	N-S 方向地震(D)	650	124	38	46	51	237

第4-2表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-2地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	177	134	27	16	49	144
	N-S 方向地震(A)	354	67	18	21	20	110
	E-W 方向地震(B)	178	135	28	16	49	145
	N-S 方向地震(B)	353	67	18	21	20	109
	E-W 方向地震(C)	176	132	27	16	48	140
	N-S 方向地震(C)	349	68	18	21	19	102
	E-W 方向地震(D)	177	132	27	16	49	140
	N-S 方向地震(D)	348	68	18	21	19	103

第4-3表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-3地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	253	185	40	26	73	217
	N-S 方向地震(A)	489	106	34	39	46	155
	E-W 方向地震(B)	257	189	41	26	75	223
	N-S 方向地震(B)	488	107	34	39	47	155
	E-W 方向地震(C)	250	181	40	26	73	210
	N-S 方向地震(C)	485	108	33	38	45	148
	E-W 方向地震(D)	253	185	41	26	74	216
	N-S 方向地震(D)	483	108	33	38	46	149

第4-4表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-4地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	415	314	42	28	73	346
	N-S 方向地震(A)	535	114	26	34	34	191
	E-W 方向地震(B)	416	314	43	27	74	347
	N-S 方向地震(B)	533	113	26	34	34	189
	E-W 方向地震(C)	411	309	42	28	72	340
	N-S 方向地震(C)	530	111	25	34	33	179
	E-W 方向地震(D)	412	309	42	28	73	341
	N-S 方向地震(D)	528	111	25	34	33	180

第 4-5 表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-5(EW)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	368	269	63	62	109	323
	N-S 方向地震(A)	639	154	54	64	79	244
	E-W 方向地震(B)	368	266	64	59	112	329
	N-S 方向地震(B)	642	153	55	62	82	238
	E-W 方向地震(C)	365	265	63	63	110	316
	N-S 方向地震(C)	631	150	53	64	80	224
	E-W 方向地震(D)	364	262	63	63	112	318
	N-S 方向地震(D)	632	151	54	64	82	223

第 4-6 表 原子炉容器入口管台部荷重 (Sd-5(NS)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	387	300	67	63	117	356
	N-S 方向地震(A)	568	137	55	63	83	257
	E-W 方向地震(B)	393	308	69	60	121	364
	N-S 方向地震(B)	569	139	56	61	86	252
	E-W 方向地震(C)	382	293	67	64	118	346
	N-S 方向地震(C)	562	145	54	63	83	232
	E-W 方向地震(D)	386	299	68	64	120	353
	N-S 方向地震(D)	562	143	55	63	85	232

第 4-7 表 原子炉容器入口管台部荷重 (静的地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	422	335	32	19	47	354
	N-S 方向地震(A)	635	123	25	11	36	154
	E-W 方向地震(B)	422	335	32	19	47	355
	N-S 方向地震(B)	634	122	24	11	36	154
	E-W 方向地震(C)	418	330	30	18	45	348
	N-S 方向地震(C)	628	124	24	11	35	149
	E-W 方向地震(D)	418	330	31	18	46	348
	N-S 方向地震(D)	627	123	23	10	35	149

第4-8表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-1地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	565	570	107	72	199	736
	N-S 方向地震(A)	955	192	67	77	93	398
	E-W 方向地震(B)	568	576	109	72	202	744
	N-S 方向地震(B)	954	192	67	77	94	396
	E-W 方向地震(C)	571	564	106	73	199	721
	N-S 方向地震(C)	946	195	67	78	91	378
	E-W 方向地震(D)	574	568	107	74	200	728
	N-S 方向地震(D)	945	195	67	79	92	378

第4-9表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-2地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	240	191	37	26	70	214
	N-S 方向地震(A)	550	114	29	36	38	152
	E-W 方向地震(B)	241	192	37	26	69	214
	N-S 方向地震(B)	548	115	29	35	38	153
	E-W 方向地震(C)	238	187	36	26	68	207
	N-S 方向地震(C)	542	116	28	36	37	148
	E-W 方向地震(D)	239	188	36	26	68	207
	N-S 方向地震(D)	540	115	28	35	37	149

第4-10表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-3地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	356	307	62	40	105	383
	N-S 方向地震(A)	794	153	48	52	60	244
	E-W 方向地震(B)	358	305	63	40	106	379
	N-S 方向地震(B)	792	154	49	51	62	242
	E-W 方向地震(C)	356	300	60	40	103	373
	N-S 方向地震(C)	781	156	47	51	57	226
	E-W 方向地震(D)	358	299	61	41	104	369
	N-S 方向地震(D)	781	156	47	52	58	228

第4-11表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-4地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	796	564	85	50	143	593
	N-S 方向地震(A)	889	183	46	54	56	308
	E-W 方向地震(B)	797	567	74	50	138	592
	N-S 方向地震(B)	885	181	46	53	55	304
	E-W 方向地震(C)	797	564	73	52	136	584
	N-S 方向地震(C)	879	177	44	54	53	287
	E-W 方向地震(D)	801	560	82	50	143	577
	N-S 方向地震(D)	877	177	44	54	53	290

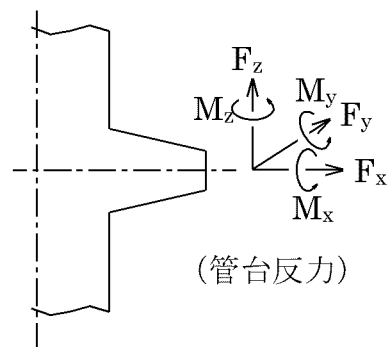


第 4-12 表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-5(EW)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	670	524	97	111	176	632
	N-S 方向地震(A)	854	214	84	105	135	365
	E-W 方向地震(B)	669	520	99	107	181	626
	N-S 方向地震(B)	856	212	85	101	140	365
	E-W 方向地震(C)	670	513	98	113	178	613
	N-S 方向地震(C)	848	212	83	106	135	369
	E-W 方向地震(D)	670	508	99	113	182	607
	N-S 方向地震(D)	846	209	84	106	140	359

第 4-13 表 原子炉容器入口管台部荷重 (Ss-5(NS)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
原子炉容器 入口管台	E-W 方向地震(A)	542	473	110	101	204	595
	N-S 方向地震(A)	929	223	83	103	124	370
	E-W 方向地震(B)	552	479	112	98	210	602
	N-S 方向地震(B)	931	221	84	99	130	364
	E-W 方向地震(C)	540	462	111	103	207	573
	N-S 方向地震(C)	918	218	82	103	125	349
	E-W 方向地震(D)	546	468	112	102	210	580
	N-S 方向地震(D)	917	218	83	103	130	343



第 4-1 図 原子炉容器入口管台部座標系

第4-14表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-1 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	507	48	213	57	504	129
	N-S 方向地震(A)	178	146	109	72	284	374
	E-W 方向地震(B)	506	48	212	57	499	129
	N-S 方向地震(B)	179	145	106	72	275	374
	E-W 方向地震(C)	506	47	213	57	502	123
	N-S 方向地震(C)	196	145	108	72	283	370
	E-W 方向地震(D)	508	47	213	57	503	124
	N-S 方向地震(D)	198	145	108	72	284	369

第4-15表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-2 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	190	18	89	26	212	51
	N-S 方向地震(A)	106	45	47	42	122	101
	E-W 方向地震(B)	190	18	89	26	211	51
	N-S 方向地震(B)	105	45	46	42	121	101
	E-W 方向地震(C)	190	17	89	26	211	44
	N-S 方向地震(C)	112	44	47	42	121	100
	E-W 方向地震(D)	190	17	89	26	211	43
	N-S 方向地震(D)	113	44	47	42	121	99

第4-16表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-3 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	345	27	147	40	353	73
	N-S 方向地震(A)	171	87	93	73	239	193
	E-W 方向地震(B)	344	27	145	40	348	72
	N-S 方向地震(B)	170	87	90	73	230	193
	E-W 方向地震(C)	347	24	146	40	353	65
	N-S 方向地震(C)	180	85	93	73	238	188
	E-W 方向地震(D)	347	24	146	40	354	64
	N-S 方向地震(D)	178	84	93	73	239	187

第4-17表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-4 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	303	30	138	42	323	77
	N-S 方向地震(A)	174	80	88	67	227	170
	E-W 方向地震(B)	303	30	137	42	320	77
	N-S 方向地震(B)	173	79	87	67	222	170
	E-W 方向地震(C)	308	29	138	42	323	74
	N-S 方向地震(C)	177	81	88	67	227	171
	E-W 方向地震(D)	310	28	137	42	324	73
	N-S 方向地震(D)	177	80	88	67	227	172

第4-18表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-5(EW)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	419	42	251	45	653	106
	N-S 方向地震(A)	239	132	205	62	554	310
	E-W 方向地震(B)	415	41	242	45	627	108
	N-S 方向地震(B)	234	132	193	62	523	311
	E-W 方向地震(C)	428	49	251	45	654	123
	N-S 方向地震(C)	246	132	205	62	555	316
	E-W 方向地震(D)	428	48	253	45	658	122
	N-S 方向地震(D)	243	131	207	62	560	317

第4-19表 原子炉容器出口管台部荷重 (Sd-5(NS)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	570	41	243	47	625	110
	N-S 方向地震(A)	232	134	205	58	555	335
	E-W 方向地震(B)	569	40	233	47	597	109
	N-S 方向地震(B)	226	134	193	58	523	335
	E-W 方向地震(C)	588	44	244	48	627	114
	N-S 方向地震(C)	246	132	205	58	555	328
	E-W 方向地震(D)	590	44	245	47	632	115
	N-S 方向地震(D)	244	132	206	58	560	328

第4-20表 原子炉容器出口管台部荷重（静的地震）

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	402	14	59	5	123	16
	N-S 方向地震(A)	227	93	59	2	131	169
	E-W 方向地震(B)	402	14	59	5	123	16
	N-S 方向地震(B)	276	93	59	2	131	169
	E-W 方向地震(C)	403	15	59	5	124	20
	N-S 方向地震(C)	282	93	60	2	133	170
	E-W 方向地震(D)	405	15	59	5	124	19
	N-S 方向地震(D)	282	92	60	2	132	168

第4-21表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-1 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	882	83	381	126	917	239
	N-S 方向地震(A)	288	235	187	127	485	578
	E-W 方向地震(B)	882	83	378	126	910	238
	N-S 方向地震(B)	287	235	182	127	470	577
	E-W 方向地震(C)	882	82	382	126	919	234
	N-S 方向地震(C)	301	236	186	127	482	578
	E-W 方向地震(D)	886	80	382	126	921	229
	N-S 方向地震(D)	307	234	186	127	484	574

第4-22表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-2 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	331	34	142	40	335	94
	N-S 方向地震(A)	162	80	79	65	204	184
	E-W 方向地震(B)	331	33	141	40	333	94
	N-S 方向地震(B)	161	80	78	65	201	184
	E-W 方向地震(C)	333	28	141	39	335	80
	N-S 方向地震(C)	171	79	78	64	203	176
	E-W 方向地震(D)	332	28	141	40	335	79
	N-S 方向地震(D)	171	78	78	64	203	175

第 4-23 表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-3 地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	472	41	235	63	568	115
	N-S 方向地震(A)	230	150	150	85	390	332
	E-W 方向地震(B)	471	42	232	63	558	115
	N-S 方向地震(B)	227	150	145	85	376	331
	E-W 方向地震(C)	472	39	235	63	567	105
	N-S 方向地震(C)	240	147	151	85	391	322
	E-W 方向地震(D)	474	39	235	63	568	107
	N-S 方向地震(D)	242	145	151	85	393	320

第 4-24 表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-4 地震)

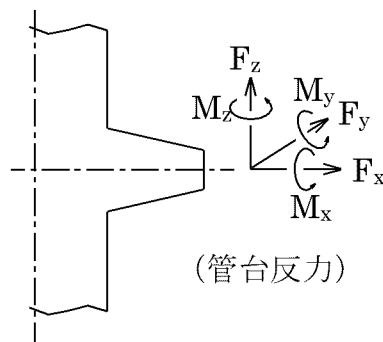
部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	483	59	271	79	623	158
	N-S 方向地震(A)	228	167	147	119	378	359
	E-W 方向地震(B)	514	63	281	79	651	167
	N-S 方向地震(B)	226	166	146	119	370	358
	E-W 方向地震(C)	529	57	281	79	656	152
	N-S 方向地震(C)	247	169	146	119	377	364
	E-W 方向地震(D)	493	55	271	80	621	146
	N-S 方向地震(D)	246	168	146	119	379	364

第 4-25 表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-5(EW)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	776	76	401	80	1071	201
	N-S 方向地震(A)	385	218	341	78	923	532
	E-W 方向地震(B)	771	75	385	80	1026	201
	N-S 方向地震(B)	375	218	322	78	871	532
	E-W 方向地震(C)	776	84	401	80	1070	220
	N-S 方向地震(C)	402	220	341	78	924	536
	E-W 方向地震(D)	775	83	403	80	1078	219
	N-S 方向地震(D)	397	218	344	78	934	533

第 4-26 表 原子炉容器出口管台部荷重 (Ss-5(NS)地震)

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
原子炉容器 出口管台	E-W 方向地震(A)	677	72	425	85	1094	195
	N-S 方向地震(A)	372	230	341	99	922	572
	E-W 方向地震(B)	674	72	409	84	1049	195
	N-S 方向地震(B)	361	230	321	99	869	572
	E-W 方向地震(C)	701	85	424	85	1096	230
	N-S 方向地震(C)	389	224	341	100	923	555
	E-W 方向地震(D)	704	85	426	84	1104	231
	N-S 方向地震(D)	388	223	343	100	932	555



第 4-2 図 原子炉容器出口管台部座標系



## 5. 設計荷重

応力評価に使用する荷重を第 5-1 表に示す。評価に用いる荷重は正負両方向の荷重を考慮する。

応力評価に使用する荷重は、「4.2 応答荷重」を次に示す要領で選定したものである。なお、動的地震応答解析による地震荷重については、設計上の裕度の係数を乗じる。

### (1) 自重の選定

モーメント： $(M_x^2 + M_y^2 + M_z^2)^{1/2}$  が最大となる管台の荷重値である。但し、モーメントが同値となる管台が複数ある場合は、軸力： $(F_x^2 + F_y^2 + F_z^2)^{1/2}$  が最大となる管台の自重を選定する。

### (2) Ss 地震荷重の選定

Ss 地震時において、荷重値 6 成分( $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $M_x$ 、 $M_y$ 、 $M_z$ )それぞれについて、ループ A、ループ B、ループ C、ループ D 及び E-W 方向、N-S 方向の中で最大となる荷重を選定する。

### (3) Sd 地震荷重の選定

Sd 地震時及び静的地震時において、荷重値 6 成分( $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $M_x$ 、 $M_y$ 、 $M_z$ )それぞれについて、ループ A、ループ B、ループ C、ループ D 及び E-W 方向、N-S 方向の中で最大となる荷重を選定する。

第 5-1 表 原子炉容器出入口管台部荷重

部 位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
原子炉容器 入口管台	自重	1	2	-68	41	87	9
	Ss 地震荷重	1351	815	159	160	297	1053
	Sd 地震荷重	930	528	98	91	172	640
原子炉容器 出口管台	自重	3	3	-158	4	374	-4
	Ss 地震荷重	1253	334	603	180	1562	818
	Sd 地震荷重	835	207	358	104	931	529

(注) 荷重の座標系は第 4-1 図及び第 4-2 図による。

## 6. 応力評価

### 6.1 基本方針

- (1) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応答荷重による応力解析を実施し、評価基準を満たすことを確認する。
- (2) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの耐震評価のうち、応力評価には、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評価手法を適用する。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、原則として、板厚は最小寸法、その他（径、長さ等）は公称寸法を用いる。
- (4) 荷重の組合せと許容応力状態及び許容応力は、添付資料 5-2「届出設備に係る耐震設計の基本方針」による。

### 6.2 荷重条件

地震と組み合わせる荷重条件は、資料 5-2「届出設備に係る耐震設計の基本方針」によるものとし、各部位の温度及び圧力条件をその条件下での材料物性と合わせて、設計基準対象施設の評価に用いるものを第 6-1 表に、重大事故等対処施設における評価に用いるものを第 6-2 表に示す。なお、疲労評価に用いる応答荷重の変動回数は基準地震動  $S_s$  では 200 回、弾性設計用地震動  $S_d$  では 300 回とする。また、荷重条件は、「5. 設計荷重」による。

### 6.3 応力評価方法

#### 6.3.1 応力評価

応力評価は、外荷重（地震荷重及び自重）に対しては、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にて実績のある、はりモデルの公式による手法を適用する。第 6-1 表及び第 6-2 表に記載の圧力荷重に対しては、添付資料 6-3-2「クラス 1 容器の強度計算書」の圧力荷重による応力評価結果に圧力比を乗じる方法を適用する。

供用状態 A 及び供用状態 B における疲労累積係数は、添付資料 6-3-2「クラス 1 容器の強度計算書」による。

### 6.3.2 疲労評価

地震の繰返し荷重に対する疲労評価を行う。評価の手順は、以下のとおりである。

#### (1) 使用材料による設計疲労線図のデジタル値の選定

材 料	使用する設計疲労線図のデジタル値
低合金鋼	JSME S NC-1 表 添付 4-2-1
オーステナイト系ステンレス鋼 及び高ニッケル合金	JSME S NC-1 表 添付 4-2-2

なお、繰返しピーク応力強さが JSME S NC-1 表 添付 4-2-1 又は表 添付 4-2-2 記載の応力の中間の値の場合は、JSME S NC-1 表 添付 4-2-1 式により求める。

#### (2) 繰返しピーク応力強さの算出

地震荷重によって生じた一次+二次+ピーク応力強さ最大値と最小値及び変動幅を求め、変動幅の 1/2 の値（繰返しピーク応力強さ）を求める。

#### (3) 疲労累積係数の確認

地震荷重による繰返しピーク応力強さに対応する許容繰返し回数を設計疲労線図のデジタル値から求め、これを N とする。

地震による疲労累積係数  $U(S_s)$  及び  $U(S_d)$  は、地震繰返し回数が各々 200 回、300 回であるため、下式で求められる。

$$U(S_s) = \frac{200}{N}$$

$$U(S_d) = \frac{300}{N}$$

供用状態 A,B の疲労累積係数  $U_I$  を組み合わせた合計疲労累積係数  $U_I + U(S_s)$  または  $U_I + U(S_d)$  が 1.0 を超えないことを確認する。

第6-1表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの  
材料、温度及び圧力（設計基準対象施設）

材料	温度条件 (°C)		圧力条件 (MPa)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	評価部位
	負荷の喪失		負荷の喪失					
SFVQ1A	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	184	302	478	入口管台
	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	184	300	471	出口管台
SUSF316	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	118	—	427	入口管台 セーフエンド
	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	115	—	427	出口管台 セーフエンド

第6-2表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの  
材料、温度及び圧力（重大事故等対処施設）

材料	温度条件 (°C)		圧力条件 (MPa)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	評価部位
	負荷の喪失		負荷の喪失					
SFVQ1A	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	184	—	478	入口管台
	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	184	—	471	出口管台
SUSF316	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	118	—	427	入口管台 セーフエンド
	負荷の喪失		負荷の喪失	18.00	115	—	427	出口管台 セーフエンド

## 耐震計算結果

設計及び工事計画届出添付資料 5-4

玄海原子力発電所第3号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	5 (3) - 4 - 1
2. 記号の説明 .....	5 (3) - 4 - 2
3. 応力解析結果及び評価 .....	5 (3) - 4 - 3
3.1 評価の概要 .....	5 (3) - 4 - 3
3.2 入口管台及び入口管台セーフエンド .....	5 (3) - 4 - 6
3.3 出口管台及び出口管台セーフエンド .....	5 (3) - 4 - 27

## 1. 概 要

本資料は、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドが十分な耐震性を有す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。

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの耐震計算は、資料 5-3「耐震計算方法」に従って行う。



## 2. 記号の説明

本資料で用いる記号については、次のとおりである。

記号	単位	定義
MIN(A,B)	MPa	A 又は B の 2 つの値のうち小さい方の値
$P_b$	MPa	一次曲げ応力
$P_L$	MPa	一次局部膜応力
$P_m$	MPa	一次一般膜応力
$Q$	MPa	二次応力
S1,S2,S3	MPa	主応力
S12	MPa	主応力差 (S1-S2)
S23	MPa	主応力差 (S2-S3)
S31	MPa	主応力差 (S3-S1)
$S_m$	MPa	設計応力強さ
$S_u$	MPa	設計引張強さ
$S_y$	MPa	設計降伏点
UI	—	供用状態 A,B の疲労累積係数
U(Ss)	—	Ss 地震時の疲労累積係数
U(Sd)	—	Sd 地震時の疲労累積係数
$\sigma_r$	MPa	半径(r)方向応力
$\sigma_t$	MPa	円周( $\theta$ )方向応力
$\sigma_x$	MPa	軸(x)方向応力
$\tau_{rx}$	MPa	軸径(rx)方向せん断応力
$\tau_{xt}$	MPa	軸周(x $\theta$ )方向せん断応力

### 3. 応力解析結果及び評価

#### 3.1 評価の概要

設計基準対象施設としての応力評価の概要を第 3-1-1 表及び第 3-1-2 表に示す。また、重大事故等対処施設としての応力評価の概要を第 3-1-3 表に示す。

第3-1-1表 Ss地震時の応力評価の概要（設計基準対象施設）

（単位：MPa（疲労評価を除く））

解析箇所 \ 評価項目	一次一般膜応力強さ			一次膜+一次曲げ応力強さ			一次+二次応力強さ			疲労評価		
	(注) 評価点	P <sub>m</sub>	許容値	(注) 評価点	P <sub>L</sub> +P <sub>b</sub>	許容値	(注) 評価点	P <sub>L</sub> +P <sub>b</sub> +Q	許容値	(注) 評価点	UI+U(Ss)	許容値
入口管台セーフエンド	2,4	92	283	4	114	385	4	113	354	4	0.001	1.0
入口管台	6,8	91	318	6	114	433	8	113	552	5	0.015	1.0
出口管台セーフエンド	2,4	87	276	4	141	375	4	134	345	6	0.003	1.0
出口管台	8	84	314	8	139	427	8	132	552	8	0.040	1.0

（注）評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である（評価点については、第3-2-1図及び第3-3-1図を参照）。

第3-1-2表 Sd地震時の応力評価の概要（設計基準対象施設）

（単位：MPa（疲労評価を除く））

解析箇所 \ 評価項目	一次一般膜応力強さ			一次膜+一次曲げ応力強さ			一次+二次応力強さ			疲労評価		
	(注) 評価点	P <sub>m</sub>	許容値	(注) 評価点	P <sub>L</sub> +P <sub>b</sub>	許容値	(注) 評価点	P <sub>L</sub> +P <sub>b</sub> +Q	許容値	(注) 評価点	UI+U(Sd)	許容値
入口管台セーフエンド	2,4	90	141	2	97	192	4	71	354	4	0.001	1.0
入口管台	6,8	90	302	6	94	410	8	71	552	5	0.015	1.0
出口管台セーフエンド	2,4	85	138	4	115	187	4	81	345	6	0.003	1.0
出口管台	8	81	300	8	113	408	8	80	552	8	0.038	1.0

（注）評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である（評価点については、第3-2-1図及び第3-3-1図を参照）。

第3-1-3表 Ss地震時の応力評価の概要（重大事故等対処施設）

（単位：MPa（疲労評価を除く））

解析箇所	一次一般膜応力強さ			一次膜+一次曲げ応力強さ			一次+二次応力強さ			疲労評価		
	(注) 評価点	$P_m$	許容値	(注) 評価点	$P_L+P_b$	許容値	(注) 評価点	$P_L+P_b+Q$	許容値	(注) 評価点	$UI+U(Ss)$	許容値
入口管台セーフエンド	2,4	92	283	4	114	385	4	113	354	4	0.001	1.0
入口管台	6,8	91	318	6	114	433	8	113	552	5	0.015	1.0
出口管台セーフエンド	2,4	87	276	4	141	375	4	134	345	6	0.003	1.0
出口管台	8	84	314	8	139	427	8	132	552	8	0.040	1.0

（注）評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である（評価点については、第3-2-1図及び第3-3-1図を参照）。

## 3.2 入口管台及び入口管台セーフエンド

### 3.2.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

入口管台及び入口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第 3-2-1 図に示す。

### 3.2.2 一次応力評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次応力強さは、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次一般膜応力強さを第 3-2-1 表～第 3-2-3 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次膜＋一次曲げ応力強さを第 3-2-4 表～第 3-2-6 表に示す。

### 3.2.3 一次＋二次応力評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力強さの変動幅は、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 3-2-7 表～第 3-2-9 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力を第 3-2-10 表～第 3-2-12 表に示す。

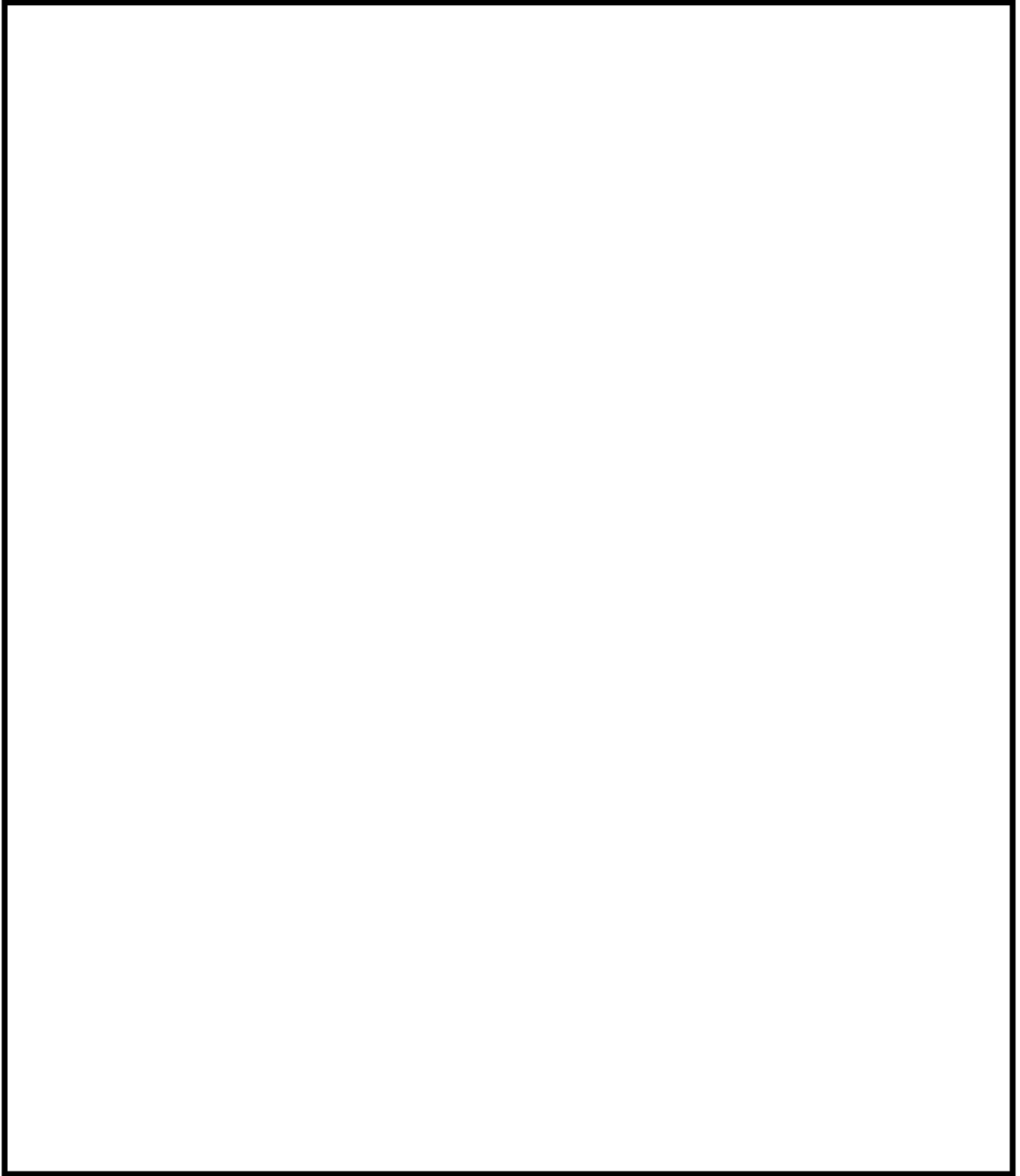
### 3.2.4 疲労評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の疲労累積係数は、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の疲労累積係数を第 3-2-13 表～第 3-2-15 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次＋ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 3-2-16 表～第 3-2-18 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次＋ピーク応力を第 3-2-19 表～第 3-2-21 表に示す。



第3-2-1図 入口管台及び入口管台セーフエンド

第3-2-1表 Ss地震時の一次一般膜応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.8	-6.2	-28.5	91.0	-62.6
2	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	85.1	-6.2	-29.1	91.4	-62.3
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.8	-6.2	-28.5	91.0	-62.6
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	85.1	-6.2	-29.1	91.4	-62.3
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.5	-6.1	-28.2	90.6	-62.4
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	84.8	-6.1	-28.8	90.9	-62.1
7	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.5	-6.1	-28.2	90.6	-62.4
8	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	84.8	-6.1	-28.8	90.9	-62.1
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	8.8	0.0	0.0	8.4	54.5	81.2	-1.1	-26.8	82.3	-55.5
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	8.8	0.0	0.0	8.9	54.1	81.6	-1.1	-27.4	82.6	-55.2

許容値 MIN(2.4S<sub>m</sub>, 2/3S<sub>u</sub>)=283MPa（評価点：1～4）

2/3S<sub>u</sub>=318MPa（評価点：5～10）

第3-2-2表 Sd地震時の一次一般膜応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	50.1	81.9	-6.2	1.4	6.3	0.0	0.0	5.6	55.2	83.1	-6.3	-27.8	89.3	-61.5
2	50.1	81.9	-6.2	1.4	6.3	0.0	0.0	6.0	55.1	83.2	-6.3	-28.1	89.5	-61.4
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	6.3	0.0	0.0	5.6	55.2	83.1	-6.3	-27.8	89.3	-61.5
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	6.3	0.0	0.0	6.0	55.1	83.2	-6.3	-28.1	89.5	-61.4
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	6.3	0.0	0.0	5.6	55.3	82.8	-6.1	-27.5	88.8	-61.3
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	6.3	0.0	0.0	6.0	55.1	82.9	-6.1	-27.8	89.0	-61.2
7	50.2	81.6	-6.0	1.4	6.3	0.0	0.0	5.6	55.3	82.8	-6.1	-27.5	88.8	-61.3
8	50.2	81.6	-6.0	1.4	6.3	0.0	0.0	6.0	55.1	82.9	-6.1	-27.8	89.0	-61.2
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	6.1	0.0	0.0	5.5	53.5	79.5	-1.1	-26.0	80.6	-54.5
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	6.1	0.0	0.0	5.8	53.3	79.6	-1.1	-26.3	80.7	-54.4

許容値  $1.2S_m=141\text{MPa}$ （評価点：1～4）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u)=302\text{MPa}$ （評価点：5～10）



第3-2-3表 Ss地震時の一次一般膜応力強さ（重大事故等対処施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.8	-6.2	-28.5	91.0	-62.6
2	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	85.1	-6.2	-29.1	91.4	-62.3
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.8	-6.2	-28.5	91.0	-62.6
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	85.1	-6.2	-29.1	91.4	-62.3
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.5	-6.1	-28.2	90.6	-62.4
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	84.8	-6.1	-28.8	90.9	-62.1
7	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	8.6	56.3	84.5	-6.1	-28.2	90.6	-62.4
8	50.2	81.6	-6.0	1.4	9.1	0.0	0.0	9.1	56.0	84.8	-6.1	-28.8	90.9	-62.1
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	8.8	0.0	0.0	8.4	54.5	81.2	-1.1	-26.8	82.3	-55.5
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	8.8	0.0	0.0	8.9	54.1	81.6	-1.1	-27.4	82.6	-55.2

許容値 MIN(2.4S<sub>m</sub>, 2/3S<sub>u</sub>)=283MPa（評価点：1～4）

2/3S<sub>u</sub>=318MPa（評価点：5～10）

第3-2-4表 Ss地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	49.3	93.6	-0.9	-4.2	46.4	0.0	0.0	4.7	99.5	89.9	-1.1	9.6	91.0	-100.6
2	49.3	93.6	-0.9	-4.2	52.6	0.0	0.0	5.2	104.5	91.1	-1.1	13.4	92.2	-105.6
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	49.2	0.0	0.0	4.7	100.5	80.7	-6.2	19.8	87.0	-106.7
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	55.8	0.0	0.0	5.2	107.0	80.8	-6.2	26.2	87.1	-113.3
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	49.2	0.0	0.0	4.7	100.5	80.4	-6.1	20.1	86.5	-106.6
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	55.8	0.0	0.0	5.2	107.1	80.5	-6.1	26.6	86.6	-113.1
7	50.2	81.1	-5.4	1.6	49.2	0.0	0.0	4.7	100.6	80.0	-5.4	20.6	85.5	-106.1
8	50.2	81.1	-5.4	1.6	55.9	0.0	0.0	5.2	107.2	80.1	-5.4	27.1	85.5	-112.6
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	48.2	0.0	0.0	4.5	97.8	77.3	-1.0	20.5	78.3	-98.8
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	54.9	0.0	0.0	5.0	104.4	77.3	-1.0	27.0	78.3	-105.4

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 385\text{MPa}$ （評価点：1~4）（内径=730.0mm 外径=850.0mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 433\text{MPa}$ （評価点：5~8）（内径=730.0mm 外径=850.0mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 433\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径=730.0mm 外径=853.04mm）

第3-2-5表 Sd地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	49.3	93.6	-0.9	-4.2	15.2	0.0	0.0	5.6	63.7	94.6	-1.2	-30.9	95.8	-64.9
2	49.3	93.6	-0.9	-4.2	16.7	0.0	0.0	5.9	65.0	94.8	-1.2	-29.8	96.0	-66.2
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	31.0	0.0	0.0	3.2	78.3	84.7	-6.2	-6.4	91.0	-84.6
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	35.1	0.0	0.0	3.5	87.5	79.7	-6.2	7.8	85.9	-93.7
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	31.0	0.0	0.0	3.2	78.2	84.6	-6.1	-6.4	90.6	-84.3
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	35.1	0.0	0.0	3.5	87.4	79.4	-6.1	8.0	85.5	-93.5
7	50.2	81.1	-5.4	1.6	31.1	0.0	0.0	3.2	84.4	78.1	-5.4	6.4	83.5	-89.9
8	50.2	81.1	-5.4	1.6	35.2	0.0	0.0	3.5	87.4	79.2	-5.4	8.2	84.6	-92.9
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	30.4	0.0	0.0	3.1	81.7	75.5	-1.0	6.2	76.6	-82.8
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	34.5	0.0	0.0	3.4	84.8	76.5	-1.0	8.3	77.5	-85.9

許容値  $1.2S_m \times 1.36 = 192\text{MPa}$ （評価点：1～4）（内径=730.0 mm 外径=850.0 mm）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u) \times 1.36 = 410\text{MPa}$ （評価点：5～8）（内径=730.0 mm 外径=850.0 mm）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u) \times 1.36 = 410\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径=730.0 mm 外径=853.04 mm）

第3-2-6表 Ss地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（重大事故等対処施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	49.3	93.6	-0.9	-4.2	46.4	0.0	0.0	4.7	99.5	89.9	-1.1	9.6	91.0	-100.6
2	49.3	93.6	-0.9	-4.2	52.6	0.0	0.0	5.2	104.5	91.1	-1.1	13.4	92.2	-105.6
3	50.1	81.9	-6.2	1.4	49.2	0.0	0.0	4.7	100.5	80.7	-6.2	19.8	87.0	-106.7
4	50.1	81.9	-6.2	1.4	55.8	0.0	0.0	5.2	107.0	80.8	-6.2	26.2	87.1	-113.3
5	50.2	81.6	-6.0	1.4	49.2	0.0	0.0	4.7	100.5	80.4	-6.1	20.1	86.5	-106.6
6	50.2	81.6	-6.0	1.4	55.8	0.0	0.0	5.2	107.1	80.5	-6.1	26.6	86.6	-113.1
7	50.2	81.1	-5.4	1.6	49.2	0.0	0.0	4.7	100.6	80.0	-5.4	20.6	85.5	-106.1
8	50.2	81.1	-5.4	1.6	55.9	0.0	0.0	5.2	107.2	80.1	-5.4	27.1	85.5	-112.6
9	48.4	78.3	-1.0	2.6	48.2	0.0	0.0	4.5	97.8	77.3	-1.0	20.5	78.3	-98.8
10	48.4	78.3	-1.0	2.6	54.9	0.0	0.0	5.0	104.4	77.3	-1.0	27.0	78.3	-105.4

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 385\text{MPa}$ （評価点：1～4）（内径＝730.0 mm 外径＝850.0 mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 433\text{MPa}$ （評価点：5～8）（内径＝730.0 mm 外径＝850.0 mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 433\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径＝730.0 mm 外径＝853.04 mm）

第3-2-7表 S<sub>s</sub>地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	46.6	0.3	46.3	-46.6	-0.3	-46.3	93.2	0.5	92.7
2	52.8	0.3	52.5	-52.8	-0.3	-52.5	105.6	0.6	105.0
3	49.4	0.3	49.1	-49.4	-0.3	-49.1	98.7	0.5	98.2
4	56.0	0.3	55.7	-56.0	-0.3	-55.7	112.1	0.6	111.5
5	49.4	0.3	49.1	-49.4	-0.3	-49.1	98.7	0.5	98.2
6	56.0	0.3	55.7	-56.0	-0.3	-55.7	112.1	0.6	111.5
7	49.4	0.3	49.2	-49.4	-0.3	-49.2	98.9	0.5	98.4
8	56.1	0.3	55.8	-56.1	-0.3	-55.8	112.3	0.6	111.7
9	48.4	0.2	48.2	-48.4	-0.2	-48.2	96.9	0.5	96.4
10	55.1	0.3	54.8	-55.1	-0.3	-54.8	110.2	0.5	109.6

許容値  $3S_m=354\text{MPa}$ （評価点：1～4）

$3S_m=552\text{MPa}$ （評価点：5～10）

第 3-2-8 表 Sd 地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅 (設計基準対象施設)

( 単位 : MPa )

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	29.2	0.1	29.0	-29.2	-0.1	-29.0	58.4	0.3	58.1
2	33.0	0.2	32.8	-33.0	-0.2	-32.8	66.0	0.3	65.6
3	31.0	0.1	30.8	-31.0	-0.1	-30.8	62.0	0.3	61.7
4	35.1	0.2	34.9	-35.1	-0.2	-34.9	70.1	0.3	69.8
5	31.0	0.1	30.8	-31.0	-0.1	-30.8	62.0	0.3	61.7
6	35.1	0.2	34.9	-35.1	-0.2	-34.9	70.1	0.3	69.8
7	31.0	0.1	30.9	-31.0	-0.1	-30.9	62.1	0.3	61.8
8	35.1	0.2	35.0	-35.1	-0.2	-35.0	70.3	0.3	70.0
9	30.4	0.1	30.3	-30.4	-0.1	-30.3	60.8	0.3	60.6
10	34.5	0.1	34.3	-34.5	-0.1	-34.3	69.0	0.3	68.7

許容値  $3S_m=354\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$3S_m=552\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

第3-2-9表 Ss地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（重大事故等対処施設）  
 （単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	46.6	0.3	46.3	-46.6	-0.3	-46.3	93.2	0.5	92.7
2	52.8	0.3	52.5	-52.8	-0.3	-52.5	105.6	0.6	105.0
3	49.4	0.3	49.1	-49.4	-0.3	-49.1	98.7	0.5	98.2
4	56.0	0.3	55.7	-56.0	-0.3	-55.7	112.1	0.6	111.5
5	49.4	0.3	49.1	-49.4	-0.3	-49.1	98.7	0.5	98.2
6	56.0	0.3	55.7	-56.0	-0.3	-55.7	112.1	0.6	111.5
7	49.4	0.3	49.2	-49.4	-0.3	-49.2	98.9	0.5	98.4
8	56.1	0.3	55.8	-56.1	-0.3	-55.8	112.3	0.6	111.7
9	48.4	0.2	48.2	-48.4	-0.2	-48.2	96.9	0.5	96.4
10	55.1	0.3	54.8	-55.1	-0.3	-54.8	110.2	0.5	109.6

許容値  $3S_m=354\text{MPa}$ （評価点：1～4）

$3S_m=552\text{MPa}$ （評価点：5～10）

第3-2-10表 S<sub>s</sub>地震時の一次+二次応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	46.1	0.0	0.0	3.6
2	52.2	0.0	0.0	4.0
3	48.9	0.0	0.0	3.6
4	55.5	0.0	0.0	4.0
5	48.9	0.0	0.0	3.6
6	55.5	0.0	0.0	4.0
7	48.9	0.0	0.0	3.6
8	55.6	0.0	0.0	4.0
9	47.9	0.0	0.0	3.5
10	54.5	0.0	0.0	3.9

第3-2-11表 S<sub>d</sub>地震時の一次+二次応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	28.9	0.0	0.0	2.1
2	32.7	0.0	0.0	2.3
3	30.7	0.0	0.0	2.1
4	34.8	0.0	0.0	2.3
5	30.7	0.0	0.0	2.1
6	34.8	0.0	0.0	2.3
7	30.8	0.0	0.0	2.1
8	34.8	0.0	0.0	2.3
9	30.1	0.0	0.0	2.0
10	34.2	0.0	0.0	2.3



第 3-2-12 表 S<sub>s</sub> 地震時の一次+二次応力 (重大事故等対処施設)  
(単位: MPa)

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	46.1	0.0	0.0	3.6
2	52.2	0.0	0.0	4.0
3	48.9	0.0	0.0	3.6
4	55.5	0.0	0.0	4.0
5	48.9	0.0	0.0	3.6
6	55.5	0.0	0.0	4.0
7	48.9	0.0	0.0	3.6
8	55.6	0.0	0.0	4.0
9	47.9	0.0	0.0	3.5
10	54.5	0.0	0.0	3.9

第 3-2-13 表 S<sub>s</sub> 地震時の疲労累積係数 (設計基準対象施設)

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00012	0.0	0.00012
4	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00020	0.0	0.00020
5	0.00712	0.0	0.00712	0.0	0.0	0.0	0.01400	0.0	0.01400
6	0.00440	0.0	0.00440	0.0	0.0	0.0	0.00731	0.0	0.00731
7	0.0	0.0	0.0	0.00432	0.0	0.00432	0.00154	0.0	0.00154
8	0.00325	0.0	0.00325	0.00080	0.0	0.00080	0.00142	0.0	0.00142
9	0.0	0.0	0.0	0.00128	0.0	0.00128	0.00009	0.0	0.00009
10	0.00319	0.0	0.00319	0.00046	0.0	0.00046	0.00205	0.0	0.00205

許容値  $UI+U(S_s)=1.0$

第3-2-14表 Sd地震時の疲労累積係数（設計基準対象施設）

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00012	0.0	0.00012
4	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00020	0.0	0.00020
5	0.00712	0.0	0.00712	0.0	0.0	0.0	0.01400	0.0	0.01400
6	0.00440	0.0	0.00440	0.0	0.0	0.0	0.00731	0.0	0.00731
7	0.0	0.0	0.0	0.00432	0.0	0.00432	0.00154	0.0	0.00154
8	0.00325	0.0	0.00325	0.00080	0.0	0.00080	0.00142	0.0	0.00142
9	0.0	0.0	0.0	0.00128	0.0	0.00128	0.00009	0.0	0.00009
10	0.00319	0.0	0.00319	0.00046	0.0	0.00046	0.00205	0.0	0.00205

許容値  $UI+U(Sd)=1.0$

第3-2-15表 S<sub>s</sub>地震時の疲労累積係数（重大事故等対処施設）

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00012	0.0	0.00012
4	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00020	0.0	0.00020
5	0.00712	0.0	0.00712	0.0	0.0	0.0	0.01400	0.0	0.01400
6	0.00440	0.0	0.00440	0.0	0.0	0.0	0.00731	0.0	0.00731
7	0.0	0.0	0.0	0.00432	0.0	0.00432	0.00154	0.0	0.00154
8	0.00325	0.0	0.00325	0.00080	0.0	0.00080	0.00142	0.0	0.00142
9	0.0	0.0	0.0	0.00128	0.0	0.00128	0.00009	0.0	0.00009
10	0.00319	0.0	0.00319	0.00046	0.0	0.00046	0.00205	0.0	0.00205

許容値  $UI+U(S_s)=1.0$

第3-2-16表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	24.9	2.9	22.0	-24.9	-2.9	-22.0	49.8	5.8	44.1
2	26.7	3.0	23.8	-26.7	-3.0	-23.8	53.5	5.9	47.6
3	25.3	2.8	22.5	-25.3	-2.8	-22.5	50.7	5.6	45.0
4	27.2	2.9	24.4	-27.2	-2.9	-24.4	54.5	5.8	48.7
5	25.3	2.8	22.5	-25.3	-2.8	-22.5	50.7	5.6	45.0
6	27.2	2.9	24.4	-27.2	-2.9	-24.4	54.5	5.8	48.7
7	49.4	0.3	49.2	-49.4	-0.3	-49.2	98.9	0.5	98.4
8	40.7	1.8	38.9	-40.7	-1.8	-38.9	81.5	3.6	77.9
9	24.7	2.7	22.0	-24.7	-2.7	-22.0	49.4	5.5	43.9
10	39.8	1.8	38.0	-39.8	-1.8	-38.0	79.6	3.5	76.1

第3-2-17表 Sd地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	15.7	1.8	13.9	-15.7	-1.8	-13.9	31.3	3.6	27.8
2	16.7	1.8	14.9	-16.7	-1.8	-14.9	33.4	3.6	29.8
3	15.9	1.7	14.2	-15.9	-1.7	-14.2	31.9	3.5	28.4
4	17.0	1.8	15.3	-17.0	-1.8	-15.3	34.1	3.6	30.5
5	15.9	1.7	14.2	-15.9	-1.7	-14.2	31.9	3.5	28.4
6	17.0	1.8	15.3	-17.0	-1.8	-15.3	34.1	3.6	30.5
7	31.0	0.1	30.9	-31.0	-0.1	-30.9	62.1	0.3	61.8
8	25.7	1.1	24.6	-25.7	-1.1	-24.6	51.3	2.2	49.1
9	15.5	1.7	13.8	-15.5	-1.7	-13.8	31.1	3.4	27.7
10	25.1	1.1	24.0	-25.1	-1.1	-24.0	50.1	2.1	48.0

第3-2-18表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（重大事故等対処施設）  
 （単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	24.9	2.9	22.0	-24.9	-2.9	-22.0	49.8	5.8	44.1
2	26.7	3.0	23.8	-26.7	-3.0	-23.8	53.5	5.9	47.6
3	25.3	2.8	22.5	-25.3	-2.8	-22.5	50.7	5.6	45.0
4	27.2	2.9	24.4	-27.2	-2.9	-24.4	54.5	5.8	48.7
5	25.3	2.8	22.5	-25.3	-2.8	-22.5	50.7	5.6	45.0
6	27.2	2.9	24.4	-27.2	-2.9	-24.4	54.5	5.8	48.7
7	49.4	0.3	49.2	-49.4	-0.3	-49.2	98.9	0.5	98.4
8	40.7	1.8	38.9	-40.7	-1.8	-38.9	81.5	3.6	77.9
9	24.7	2.7	22.0	-24.7	-2.7	-22.0	49.4	5.5	43.9
10	39.8	1.8	38.0	-39.8	-1.8	-38.0	79.6	3.5	76.1

第3-2-19表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力（設計基準対象施設）  
（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	19.1	0.0	0.0	-8.0
2	20.8	0.0	0.0	-8.4
3	19.7	0.0	0.0	8.0
4	21.5	0.0	0.0	8.4
5	19.7	0.0	0.0	-8.0
6	21.5	0.0	0.0	-8.4
7	48.9	0.0	0.0	3.6
8	37.1	0.0	0.0	8.4
9	19.2	0.0	0.0	7.7
10	36.3	0.0	0.0	8.2

第3-2-20表 Sd地震時の一次+二次+ピーク応力（設計基準対象施設）  
（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	12.1	0.0	0.0	-5.0
2	13.1	0.0	0.0	-5.2
3	12.4	0.0	0.0	5.0
4	13.5	0.0	0.0	5.2
5	12.4	0.0	0.0	-5.0
6	13.5	0.0	0.0	-5.2
7	30.8	0.0	0.0	2.1
8	23.5	0.0	0.0	5.2
9	12.2	0.0	0.0	4.8
10	22.9	0.0	0.0	5.1



第 3-2-21 表 Ss 地震時の一次+二次+ピーク応力 (重大事故等対処施設)

( 単位 : MPa )

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	19.1	0.0	0.0	-8.0
2	20.8	0.0	0.0	-8.4
3	19.7	0.0	0.0	8.0
4	21.5	0.0	0.0	8.4
5	19.7	0.0	0.0	-8.0
6	21.5	0.0	0.0	-8.4
7	48.9	0.0	0.0	3.6
8	37.1	0.0	0.0	8.4
9	19.2	0.0	0.0	7.7
10	36.3	0.0	0.0	8.2

### 3.3 出口管台及び出口管台セーフエンド

#### 3.3.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

出口管台及び出口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第 3-3-1 図に示す。

#### 3.3.2 一次応力評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次応力強さは、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次一般膜応力強さを第 3-3-1 表～第 3-3-3 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次膜＋一次曲げ応力強さを第 3-3-4 表～第 3-3-6 表に示す。

#### 3.3.3 一次＋二次応力評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力強さの変動幅は、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 3-3-7 表～第 3-3-9 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次応力を第 3-3-10 表～第 3-3-12 表に示す。

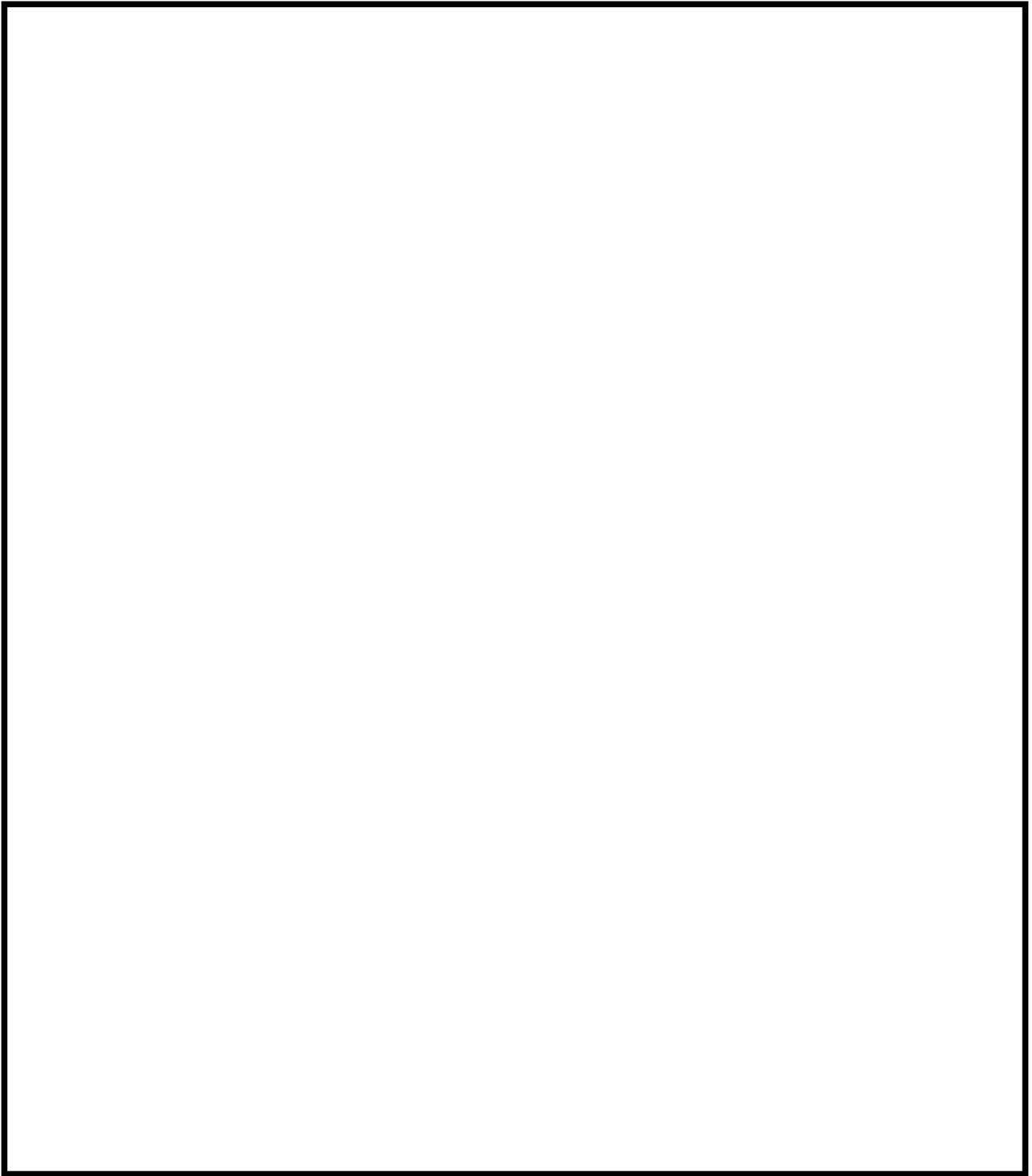
#### 3.3.4 疲労評価

Ss 地震時及び Sd 地震時の疲労累積係数は、次に示すとおり許容値を満足している。

Ss 地震時及び Sd 地震時の疲労累積係数を第 3-3-13 表～第 3-3-15 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次＋ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 3-3-16 表～第 3-3-18 表に示す。

Ss 地震時及び Sd 地震時の一次＋二次＋ピーク応力を第 3-3-19 表～第 3-3-21 表に示す。



第3-3-1図 出口管台及び出口管台セーフエンド

第3-3-1表 Ss地震時の一次一般膜応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	7.6	58.2	78.8	-7.6	-20.6	86.4	-65.8
2	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	8.0	57.9	79.1	-7.6	-21.2	86.7	-65.5
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	7.6	58.2	78.8	-7.6	-20.6	86.4	-65.8
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	8.0	57.9	79.1	-7.6	-21.2	86.7	-65.5
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	8.0	0.0	0.0	7.5	57.6	76.5	-6.6	-18.8	83.1	-64.3
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	8.0	0.0	0.0	7.9	57.3	76.8	-6.6	-19.5	83.4	-63.9
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	8.0	0.0	0.0	7.5	57.5	76.2	-6.5	-18.7	82.7	-64.0
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	8.0	0.0	0.0	7.9	57.2	76.5	-6.5	-19.4	83.0	-63.6
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	7.6	0.0	0.0	7.0	54.3	71.6	-3.5	-17.3	75.1	-57.8
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	7.6	0.0	0.0	7.5	54.0	71.9	-3.5	-17.9	75.4	-57.5

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) = 276\text{MPa}$ （評価点：1～6）

$2/3S_u = 314\text{MPa}$ （評価点：7～10）

第3-3-2表 Sd地震時の一次一般膜応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	53.1	75.5	-7.3	4.4	5.4	0.0	0.0	4.9	57.5	76.8	-7.6	-19.3	84.4	-65.1
2	53.1	75.5	-7.3	4.4	5.4	0.0	0.0	5.1	57.4	76.9	-7.6	-19.6	84.5	-65.0
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	5.4	0.0	0.0	4.9	57.5	76.8	-7.6	-19.3	84.4	-65.1
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	5.4	0.0	0.0	5.1	57.4	76.9	-7.6	-19.6	84.5	-65.0
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	5.3	0.0	0.0	4.8	57.2	74.3	-6.6	-17.1	80.9	-63.8
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	5.3	0.0	0.0	5.1	57.0	74.4	-6.6	-17.4	81.1	-63.7
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	5.3	0.0	0.0	4.8	57.1	74.0	-6.5	-16.9	80.5	-63.6
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	5.3	0.0	0.0	5.1	56.9	74.1	-6.5	-17.2	80.6	-63.4
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	5.0	0.0	0.0	4.6	54.0	69.5	-3.5	-15.5	73.0	-57.5
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	5.0	0.0	0.0	4.8	53.8	69.6	-3.5	-15.8	73.1	-57.3

許容値  $1.2S_m=138\text{MPa}$ （評価点：1～6）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u)=300\text{MPa}$ （評価点：7～10）

第3-3-3表 Ss地震時の一次一般膜応力強さ（重大事故等対処施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	7.6	58.2	78.8	-7.6	-20.6	86.4	-65.8
2	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	8.0	57.9	79.1	-7.6	-21.2	86.7	-65.5
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	7.6	58.2	78.8	-7.6	-20.6	86.4	-65.8
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	8.1	0.0	0.0	8.0	57.9	79.1	-7.6	-21.2	86.7	-65.5
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	8.0	0.0	0.0	7.5	57.6	76.5	-6.6	-18.8	83.1	-64.3
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	8.0	0.0	0.0	7.9	57.3	76.8	-6.6	-19.5	83.4	-63.9
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	8.0	0.0	0.0	7.5	57.5	76.2	-6.5	-18.7	82.7	-64.0
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	8.0	0.0	0.0	7.9	57.2	76.5	-6.5	-19.4	83.0	-63.6
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	7.6	0.0	0.0	7.0	54.3	71.6	-3.5	-17.3	75.1	-57.8
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	7.6	0.0	0.0	7.5	54.0	71.9	-3.5	-17.9	75.4	-57.5

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) = 276\text{MPa}$ （評価点：1～6）

$2/3S_u = 314\text{MPa}$ （評価点：7～10）

第3-3-4表 Ss地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	52.0	93.0	-2.8	-2.5	67.8	0.0	0.0	4.8	120.7	92.1	-2.8	28.6	94.9	-123.6
2	52.0	93.0	-2.8	-2.5	77.1	0.0	0.0	5.2	129.9	92.2	-2.8	37.7	95.0	-132.7
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	70.0	0.0	0.0	4.8	123.7	75.0	-7.5	48.7	82.5	-131.2
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	79.6	0.0	0.0	5.2	133.3	75.0	-7.5	58.3	82.5	-140.8
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	69.3	0.0	0.0	4.7	122.9	72.3	-6.4	50.5	78.7	-129.2
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	79.0	0.0	0.0	5.2	132.5	72.3	-6.4	60.1	78.7	-138.9
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	69.3	0.0	0.0	4.7	122.8	72.0	-6.2	50.7	78.3	-129.0
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	79.0	0.0	0.0	5.2	132.4	72.0	-6.2	60.4	78.2	-138.6
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	65.2	0.0	0.0	4.5	115.6	67.6	-3.1	48.0	70.7	-118.6
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	74.9	0.0	0.0	4.9	125.2	67.6	-3.0	57.6	70.7	-128.3

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 375\text{MPa}$ （評価点：1~4）（内径=762.0mm 外径=882.0mm）

$\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 375\text{MPa}$ （評価点：5,6）（内径=762.0mm 外径=883.3mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 427\text{MPa}$ （評価点：7,8）（内径=762.0mm 外径=883.3mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 427\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径=762.0mm 外径=890.02mm）

第3-3-5表 Sd地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	52.0	93.0	-2.8	-2.5	45.7	0.0	0.0	2.9	99.1	91.6	-2.8	7.5	94.4	-101.9
2	52.0	93.0	-2.8	-2.5	51.9	0.0	0.0	3.1	104.8	92.1	-2.8	12.7	95.0	-107.7
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	47.1	0.0	0.0	2.9	100.8	75.2	-7.5	25.6	82.6	-108.3
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	53.6	0.0	0.0	3.1	107.2	75.2	-7.5	32.1	82.7	-114.7
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	46.7	0.0	0.0	2.8	100.1	72.5	-6.4	27.6	78.9	-106.6
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	53.2	0.0	0.0	3.1	106.6	72.5	-6.4	34.1	78.9	-113.0
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	46.7	0.0	0.0	2.8	100.0	72.2	-6.3	27.9	78.5	-106.3
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	53.2	0.0	0.0	3.1	106.5	72.2	-6.3	34.3	78.5	-112.8
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	43.9	0.0	0.0	2.7	94.2	67.8	-3.2	26.5	70.9	-97.4
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	50.5	0.0	0.0	2.9	100.7	67.8	-3.1	33.0	70.9	-103.9

許容値  $1.2S_m \times 1.36 = 187\text{MPa}$ （評価点：1~4）（内径=762.0 mm 外径=882.0 mm）

$1.2S_m \times 1.36 = 187\text{MPa}$ （評価点：5,6）（内径=762.0 mm 外径=883.3 mm）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u) \times 1.36 = 408\text{MPa}$ （評価点：7,8）（内径=762.0 mm 外径=883.3 mm）

$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u) \times 1.36 = 408\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径=762.0 mm 外径=890.02 mm）



第3-3-6表 Ss地震時の一次膜+一次曲げ応力強さ（重大事故等対処施設）

（単位：MPa）

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	52.0	93.0	-2.8	-2.5	67.8	0.0	0.0	4.8	120.7	92.1	-2.8	28.6	94.9	-123.6
2	52.0	93.0	-2.8	-2.5	77.1	0.0	0.0	5.2	129.9	92.2	-2.8	37.7	95.0	-132.7
3	53.1	75.5	-7.3	4.4	70.0	0.0	0.0	4.8	123.7	75.0	-7.5	48.7	82.5	-131.2
4	53.1	75.5	-7.3	4.4	79.6	0.0	0.0	5.2	133.3	75.0	-7.5	58.3	82.5	-140.8
5	52.8	72.8	-6.1	5.7	69.3	0.0	0.0	4.7	122.9	72.3	-6.4	50.5	78.7	-129.2
6	52.8	72.8	-6.1	5.7	79.0	0.0	0.0	5.2	132.5	72.3	-6.4	60.1	78.7	-138.9
7	52.7	72.5	-6.0	5.7	69.3	0.0	0.0	4.7	122.8	72.0	-6.2	50.7	78.3	-129.0
8	52.7	72.5	-6.0	5.7	79.0	0.0	0.0	5.2	132.4	72.0	-6.2	60.4	78.2	-138.6
9	49.5	68.0	-2.7	7.0	65.2	0.0	0.0	4.5	115.6	67.6	-3.1	48.0	70.7	-118.6
10	49.5	68.0	-2.7	7.0	74.9	0.0	0.0	4.9	125.2	67.6	-3.0	57.6	70.7	-128.3

許容値  $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 375\text{MPa}$ （評価点：1~4）（内径=762.0mm 外径=882.0mm）

$\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u) \times 1.36 = 375\text{MPa}$ （評価点：5,6）（内径=762.0mm 外径=883.3mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 427\text{MPa}$ （評価点：7,8）（内径=762.0mm 外径=883.3mm）

$2/3S_u \times 1.36 = 427\text{MPa}$ （評価点：9,10）（内径=762.0mm 外径=890.02mm）

第3-3-7表 S<sub>s</sub>地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	57.0	0.4	56.6	-57.0	-0.4	-56.6	114.1	0.8	113.3
2	64.5	0.4	64.1	-64.5	-0.4	-64.1	129.1	0.8	128.2
3	58.7	0.4	58.3	-58.7	-0.4	-58.3	117.4	0.8	116.6
4	66.5	0.4	66.1	-66.5	-0.4	-66.1	133.0	0.8	132.1
5	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
6	66.0	0.4	65.6	-66.0	-0.4	-65.6	131.9	0.8	131.1
7	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
8	66.0	0.4	65.6	-66.0	-0.4	-65.6	131.9	0.8	131.1
9	54.7	0.4	54.3	-54.7	-0.4	-54.3	109.4	0.7	108.7
10	62.5	0.4	62.2	-62.5	-0.4	-62.2	125.1	0.7	124.3

許容値  $3S_m=345\text{MPa}$ （評価点：1～6）

$3S_m=552\text{MPa}$ （評価点：7～10）

第 3-3-8 表 Sd 地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅 (設計基準対象施設)

(単位: MPa)

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	34.5	0.2	34.3	-34.5	-0.2	-34.3	69.1	0.5	68.6
2	39.0	0.2	38.8	-39.0	-0.2	-38.8	78.0	0.5	77.5
3	35.5	0.2	35.3	-35.5	-0.2	-35.3	71.1	0.5	70.6
4	40.2	0.2	39.9	-40.2	-0.2	-39.9	80.3	0.5	79.9
5	35.2	0.2	35.0	-35.2	-0.2	-35.0	70.4	0.5	70.0
6	39.9	0.2	39.6	-39.9	-0.2	-39.6	79.7	0.5	79.2
7	35.2	0.2	35.0	-35.2	-0.2	-35.0	70.4	0.5	70.0
8	39.9	0.2	39.6	-39.9	-0.2	-39.6	79.7	0.5	79.2
9	33.1	0.2	32.9	-33.1	-0.2	-32.9	66.2	0.4	65.8
10	37.8	0.2	37.6	-37.8	-0.2	-37.6	75.6	0.4	75.1

許容値  $3S_m=345\text{MPa}$  (評価点: 1~6)

$3S_m=552\text{MPa}$  (評価点: 7~10)

第3-3-9表 Ss地震時の一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（重大事故等対処施設）  
（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	57.0	0.4	56.6	-57.0	-0.4	-56.6	114.1	0.8	113.3
2	64.5	0.4	64.1	-64.5	-0.4	-64.1	129.1	0.8	128.2
3	58.7	0.4	58.3	-58.7	-0.4	-58.3	117.4	0.8	116.6
4	66.5	0.4	66.1	-66.5	-0.4	-66.1	133.0	0.8	132.1
5	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
6	66.0	0.4	65.6	-66.0	-0.4	-65.6	131.9	0.8	131.1
7	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
8	66.0	0.4	65.6	-66.0	-0.4	-65.6	131.9	0.8	131.1
9	54.7	0.4	54.3	-54.7	-0.4	-54.3	109.4	0.7	108.7
10	62.5	0.4	62.2	-62.5	-0.4	-62.2	125.1	0.7	124.3

許容値  $3S_m=345\text{MPa}$ （評価点：1～6）

$3S_m=552\text{MPa}$ （評価点：7～10）

第3-3-10表 S<sub>s</sub>地震時の一次+二次応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	56.2	0.0	0.0	4.8
2	63.7	0.0	0.0	5.2
3	57.9	0.0	0.0	4.8
4	65.7	0.0	0.0	5.2
5	57.4	0.0	0.0	4.7
6	65.2	0.0	0.0	5.1
7	57.4	0.0	0.0	4.7
8	65.2	0.0	0.0	5.1
9	54.0	0.0	0.0	4.4
10	61.8	0.0	0.0	4.8

第3-3-11表 S<sub>d</sub>地震時の一次+二次応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	34.1	0.0	0.0	2.8
2	38.5	0.0	0.0	3.1
3	35.1	0.0	0.0	2.8
4	39.7	0.0	0.0	3.1
5	34.7	0.0	0.0	2.8
6	39.4	0.0	0.0	3.0
7	34.7	0.0	0.0	2.8
8	39.4	0.0	0.0	3.0
9	32.7	0.0	0.0	2.6
10	37.3	0.0	0.0	2.9

第 3-3-12 表 S<sub>s</sub> 地震時の一次+二次応力 (重大事故等対処施設)

(単位: MPa)

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	56.2	0.0	0.0	4.8
2	63.7	0.0	0.0	5.2
3	57.9	0.0	0.0	4.8
4	65.7	0.0	0.0	5.2
5	57.4	0.0	0.0	4.7
6	65.2	0.0	0.0	5.1
7	57.4	0.0	0.0	4.7
8	65.2	0.0	0.0	5.1
9	54.0	0.0	0.0	4.4
10	61.8	0.0	0.0	4.8

第3-3-13表 S<sub>s</sub>地震時の疲労累積係数（設計基準対象施設）

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
2	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00005	0.0	0.00005
3	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
4	0.00023	0.00003	0.00027	0.00000	0.0	0.00000	0.00038	0.00003	0.00041
5	0.00005	0.0	0.00005	0.0	0.0	0.0	0.00109	0.0	0.00109
6	0.00020	0.00003	0.00023	0.0	0.0	0.0	0.00257	0.00003	0.00260
7	0.00610	0.0	0.00610	0.0	0.0	0.0	0.01219	0.0	0.01219
8	0.02539	0.00161	0.02700	0.00010	0.0	0.00010	0.03782	0.00160	0.03942
9	0.0	0.0	0.0	0.00156	0.0	0.00156	0.00449	0.0	0.00449
10	0.01821	0.00132	0.01953	0.00019	0.0	0.00019	0.01906	0.00132	0.02037

許容値  $UI+U(S_s)=1.0$

第3-3-14表 Sd地震時の疲労累積係数（設計基準対象施設）

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)	UI	U(Sd)	UI+U(Sd)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
2	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00005	0.0	0.00005
3	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
4	0.00023	0.0	0.00023	0.00000	0.0	0.00000	0.00038	0.0	0.00038
5	0.00005	0.0	0.00005	0.0	0.0	0.0	0.00109	0.0	0.00109
6	0.00020	0.0	0.00020	0.0	0.0	0.0	0.00257	0.0	0.00257
7	0.00610	0.0	0.00610	0.0	0.0	0.0	0.01219	0.0	0.01219
8	0.02539	0.0	0.02539	0.00010	0.0	0.00010	0.03782	0.0	0.03782
9	0.0	0.0	0.0	0.00156	0.0	0.00156	0.00449	0.0	0.00449
10	0.01821	0.0	0.01821	0.00019	0.0	0.00019	0.01906	0.0	0.01906

許容値  $UI+U(Sd)=1.0$



第3-3-15表 S<sub>s</sub>地震時の疲労累積係数（重大事故等対処施設）

評価点	S12			S23			S31		
	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )	UI	U(S <sub>s</sub> )	UI+U(S <sub>s</sub> )
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
2	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00005	0.0	0.00005
3	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.0	0.00002
4	0.00023	0.00003	0.00027	0.00000	0.0	0.00000	0.00038	0.00003	0.00041
5	0.00005	0.0	0.00005	0.0	0.0	0.0	0.00109	0.0	0.00109
6	0.00020	0.00003	0.00023	0.0	0.0	0.0	0.00257	0.00003	0.00260
7	0.00610	0.0	0.00610	0.0	0.0	0.0	0.01219	0.0	0.01219
8	0.02539	0.00161	0.02700	0.00010	0.0	0.00010	0.03782	0.00160	0.03942
9	0.0	0.0	0.0	0.00156	0.0	0.00156	0.00449	0.0	0.00449
10	0.01821	0.00132	0.01953	0.00019	0.0	0.00019	0.01906	0.00132	0.02037

許容値  $UI+U(S_s)=1.0$

第3-3-16表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	57.0	0.4	56.6	-57.0	-0.4	-56.6	114.1	0.8	113.3
2	64.5	0.4	64.1	-64.5	-0.4	-64.1	129.1	0.8	128.2
3	58.7	0.4	58.3	-58.7	-0.4	-58.3	117.4	0.8	116.6
4	109.3	0.2	109.1	-109.3	-0.2	-109.1	218.7	0.5	218.2
5	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
6	108.6	0.2	108.3	-108.6	-0.2	-108.3	217.1	0.5	216.6
7	36.3	1.2	35.2	-36.3	-1.2	-35.2	72.7	2.3	70.3
8	108.6	0.2	108.3	-108.6	-0.2	-108.3	217.1	0.5	216.6
9	54.7	0.4	54.3	-54.7	-0.4	-54.3	109.4	0.7	108.7
10	102.9	0.2	102.7	-102.9	-0.2	-102.7	205.8	0.5	205.4

第3-3-17表 Sd地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（設計基準対象施設）  
（単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	34.5	0.2	34.3	-34.5	-0.2	-34.3	69.1	0.5	68.6
2	39.0	0.2	38.8	-39.0	-0.2	-38.8	78.0	0.5	77.5
3	35.5	0.2	35.3	-35.5	-0.2	-35.3	71.1	0.5	70.6
4	66.2	0.1	66.1	-66.2	-0.1	-66.1	132.5	0.3	132.2
5	35.2	0.2	35.0	-35.2	-0.2	-35.0	70.4	0.5	70.0
6	65.8	0.1	65.6	-65.8	-0.1	-65.6	131.5	0.3	131.2
7	23.3	0.6	22.7	-23.3	-0.6	-22.7	46.7	1.3	45.4
8	65.8	0.1	65.6	-65.8	-0.1	-65.6	131.5	0.3	131.2
9	33.1	0.2	32.9	-33.1	-0.2	-32.9	66.2	0.4	65.8
10	62.3	0.1	62.2	-62.3	-0.1	-62.2	124.7	0.3	124.4

第3-3-18表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値及び変動幅（重大事故等対処施設）  
 （単位：MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	57.0	0.4	56.6	-57.0	-0.4	-56.6	114.1	0.8	113.3
2	64.5	0.4	64.1	-64.5	-0.4	-64.1	129.1	0.8	128.2
3	58.7	0.4	58.3	-58.7	-0.4	-58.3	117.4	0.8	116.6
4	109.3	0.2	109.1	-109.3	-0.2	-109.1	218.7	0.5	218.2
5	58.1	0.4	57.8	-58.1	-0.4	-57.8	116.3	0.8	115.5
6	108.6	0.2	108.3	-108.6	-0.2	-108.3	217.1	0.5	216.6
7	36.3	1.2	35.2	-36.3	-1.2	-35.2	72.7	2.3	70.3
8	108.6	0.2	108.3	-108.6	-0.2	-108.3	217.1	0.5	216.6
9	54.7	0.4	54.3	-54.7	-0.4	-54.3	109.4	0.7	108.7
10	102.9	0.2	102.7	-102.9	-0.2	-102.7	205.8	0.5	205.4

第3-3-19表 Ss地震時の一次+二次+ピーク応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	56.2	0.0	0.0	-4.8
2	63.7	0.0	0.0	-5.2
3	57.9	0.0	0.0	-4.8
4	108.9	0.0	0.0	-5.2
5	57.4	0.0	0.0	-4.7
6	108.1	0.0	0.0	-5.1
7	34.0	0.0	0.0	-6.4
8	108.1	0.0	0.0	5.1
9	54.0	0.0	0.0	-4.4
10	102.5	0.0	0.0	4.8

第3-3-20表 Sd地震時の一次+二次+ピーク応力（設計基準対象施設）

（単位：MPa）

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	34.1	0.0	0.0	-2.8
2	38.5	0.0	0.0	-3.1
3	35.1	0.0	0.0	-2.8
4	66.0	0.0	0.0	-3.1
5	34.7	0.0	0.0	-2.8
6	65.5	0.0	0.0	-3.0
7	22.1	0.0	0.0	-3.8
8	65.5	0.0	0.0	3.0
9	32.7	0.0	0.0	-2.6
10	62.1	0.0	0.0	2.9

第 3-3-21 表 Ss 地震時の一次+二次+ピーク応力 (重大事故等対処施設)

(単位: MPa)

評価点	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
1	56.2	0.0	0.0	-4.8
2	63.7	0.0	0.0	-5.2
3	57.9	0.0	0.0	-4.8
4	108.9	0.0	0.0	-5.2
5	57.4	0.0	0.0	-4.7
6	108.1	0.0	0.0	-5.1
7	34.0	0.0	0.0	-6.4
8	108.1	0.0	0.0	5.1
9	54.0	0.0	0.0	-4.4
10	102.5	0.0	0.0	4.8

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する  
影響評価結果

設計及び工事計画届出添付資料 5-5

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

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



## 1. 概要

本資料は、資料 5-1「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により、施設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  $S_s-1\sim 5$  を用いる。基準地震動  $S_s$  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 3-2「基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の概要」による。

## 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

耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備の評価部位を検討対象とする。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
原子炉容器	入口管台、入口管台セーフエンド
	出口管台、出口管台セーフエンド

### 3.2 構造上の特徴による抽出結果

機種ごと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、又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部位を抽出した。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、更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. 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 表に示す原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドについては、上記の 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、更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。原子炉容器を含む、水平方向に広がりのある 1 次冷却ループ設備の場合、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部位はなかった。

### 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」にて影響の可能性がある部位について、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が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 法（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

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドについては、標準設計荷重を用いて耐震設計しており、水平 2 方向の地震力が標準設計荷重に包絡されるため、水平 2 方向の地震力による増分はない。

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」の 3.1.2 項及び 3.3.4 項における建物・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。

以上のとおり、第 3-1 表の影響検討対象設備について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力により耐震性への影響が懸念される評価部位は抽出されなかつ

た。

#### 4. まとめ

第3-1表の影響検討対象設備について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した場合、評価結果としては同等であり、施設が有する耐震性への影響はないことを確認した。

## 強度に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 6

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

### 資料6-1 強度計算の基本方針

資料6-1-1 強度計算の基本方針の概要

資料6-1-2 クラス1容器の強度計算の基本方針

資料6-1-3 重大事故等クラス2容器の強度計算の基本方針

### 資料6-2 強度計算方法

資料6-2-1 強度計算方法の概要

資料6-2-2 クラス1容器の強度計算方法

資料6-2-3 重大事故等クラス2容器の強度計算方法

### 資料6-3 強度計算書

資料6-3-1 強度計算書の概要

資料6-3-2 クラス1容器の強度計算書

資料6-3-3 重大事故等クラス2容器の強度計算書

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

設計及び工事計画届出添付資料 6-1

玄海原子力発電所第 3 号機

## 強度計算の基本方針の概要

設計及び工事計画届出添付資料 6-1-1

玄海原子力発電所第3号機



## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 1 - 1 - 1
2. 基本方針の概要 .....	6 (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及び第55条に規定されている重大事故等対処設備に属する容器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

強度計算の基本方針については、今回届出対象となる原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドがクラス1容器及び重大事故等クラス2容器としての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を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 6-1-2 クラス1容器の強度計算の基本方針

添付資料 6-1-3 重大事故等クラス2容器の強度計算の基本方針

## クラス 1 容器の強度計算の基本方針

設計及び工事計画届出添付資料 6-1-2

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 1 - 2 - 1
2. クラス 1 容器の強度計算の基本方針 .....	6 (3) - 1 - 2 - 2

## 1. 概 要

クラス 1 容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 号及び第 8 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、クラス 1 容器である原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド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 1 容器の強度計算の基本方針

クラス 1 容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）（以下「JSME」という。）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）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）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、クラス 1 容器である原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度評価は、JSME による評価を実施する。

原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの材料については、JSME に規定されている材料を使用する設計とする。

## 重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針

設計及び工事計画届出添付資料 6-1-3

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 1 - 3 - 1
2. 重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針 .....	6 (3) - 1 - 3 - 2
2.1 重大事故等クラス 2 容器の構造及び強度 .....	6 (3) - 1 - 3 - 3



## 1. 概 要

重大事故等クラス 2 容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 55 条第 2 号及び第 5 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、重大事故等クラス 2 容器である原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド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. 重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針

重大事故等クラス 2 容器の材料及び構造については、技術基準規則第 55 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）（以下「技術基準規則の解釈」という。）に従い、技術基準規則第 17 条（材料及び構造）の設計基準対象施設の規定を準用する。また、技術基準規則の解釈第 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）（以下「JSME」という。）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）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）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、重大事故等クラス 2 容器である原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度評価は、JSME に基づき実施する。

原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの材料については、JSME に規定されている材料を使用する設計とする。

## 2.1 重大事故等クラス 2 容器の構造及び強度

重大事故等クラス 2 容器は、技術基準規則第 55 条第 5 号イにおいて、「設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること」が要求されている。

原子炉容器については、重大事故等時に流路としての機能が要求され、重大事故等クラス 2 容器となることから、設計上定める条件として重大事故等時の使用圧力、使用温度、事故時荷重等が負荷された状態を想定し、全体的な変形を弾性域に抑えることについては、それと同等以上の性能を有していることを確認する。

重大事故等クラス 2 容器としての原子炉容器の入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度評価に当たっては、設計上定める条件である重大事故等時における使用圧力、使用温度及び事故時荷重を上回る運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価条件に対して、供用状態 D の許容応力<sup>(注)</sup>を目安とした十分な裕度を有する設計とし、その評価条件においても塑性変形が小さなレベルに留まって延性破断に対して十分な余裕を有し、流路としての十分な機能が保持できることを確認する。なお、上述の評価条件及び判断基準を満たす既に実施された評価結果がある場合は、その評価結果の確認を実施する。

(注) 供用状態 **D** の許容応力は、**JSME 解説 PVB-3111** において、鋼材の究極的な強さを基に、弾性計算により塑性不安定現象の評価を行うことへの理論的安全裕度を考慮して定めたものであり、以下のとおり規定されている。

	オーステナイト系ステンレス鋼 及び高ニッケル合金以外の材料	オーステナイト系ステンレス鋼 及び高ニッケル合金
$P_m$	$2/3S_u$	$\text{Min}(2.4S_m, 2/3S_u)$
$P_L$	$1.5(2/3S_u)$	$1.5\text{Min}(2.4S_m, 2/3S_u)$
$P_L + P_b$	$\alpha (2/3S_u)$	$\alpha \text{Min}(2.4S_m, 2/3S_u)$

一次一般膜応力( $P_m$ )は、断面の応力が設計引張強さ  $S_u$  に到達すると直ちに破損に至るため割下げ率 1.5 を考慮して規定されているが、一次局部膜応力( $P_L$ )及び一次局部膜応力( $P_L$ )＋一次曲げ応力( $P_b$ )は、断面表面が  $S_u$  に到達しても断面内部は更なる耐荷能力があり直ちに破損には至らないため割下げ率は 1.0 としている。**JSME** に規定されている供用状態 **D** の許容応力は、耐圧機能維持の観点から、安全評価上の仮定に保証を与えるものであり、それを適用することについては、材料の究極的な強さに対して適切かつ十分な裕度を持った設計となる。

## 強度計算方法

設計及び工事計画届出添付資料 6-2

玄海原子力発電所第 3 号機

## 強度計算方法の概要

設計及び工事計画届出添付資料 6-2-1

玄海原子力発電所第3号機

目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 2 - 1 - 1

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「強度計算の基本方針」に基づき、届出設備が十分な強度を有することを確認するための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 6-2-2 クラス 1 容器の強度計算方法

添付資料 6-2-3 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法



## クラス 1 容器の強度計算方法

設計及び工事計画届出添付資料 6-2-2

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 2 - 2 - 1
2. 記号の定義 .....	6 (3) - 2 - 2 - 2
3. 計算条件 .....	6 (3) - 2 - 2 - 3
3.1 解析方針 .....	6 (3) - 2 - 2 - 3
3.2 形状及び寸法 .....	6 (3) - 2 - 2 - 5
3.3 応力の分類と応力強さの限界及び許容限界 .....	6 (3) - 2 - 2 - 5
4. 荷重条件 .....	6 (3) - 2 - 2 - 11
4.1 設計条件 .....	6 (3) - 2 - 2 - 11
4.2 設計過渡条件 .....	6 (3) - 2 - 2 - 11
4.3 外荷重 .....	6 (3) - 2 - 2 - 11
4.4 各供用状態で考慮すべき運転状態での荷重 .....	6 (3) - 2 - 2 - 12
4.5 荷重の組合せ .....	6 (3) - 2 - 2 - 46
4.6 荷重の適用 .....	6 (3) - 2 - 2 - 48
5. 応力解析 .....	6 (3) - 2 - 2 - 51
5.1 概 要 .....	6 (3) - 2 - 2 - 51
5.2 温度分布計算 .....	6 (3) - 2 - 2 - 53
5.3 外荷重の算出 .....	6 (3) - 2 - 2 - 54
5.4 圧力、熱等による応力の計算 .....	6 (3) - 2 - 2 - 60
5.5 外荷重による応力の計算 .....	6 (3) - 2 - 2 - 61
5.6 応力集中係数 .....	6 (3) - 2 - 2 - 62

6.	強度評価	6 (3) - 2 - 2 - 63
6.1	概要	6 (3) - 2 - 2 - 63
6.2	応力強さの計算	6 (3) - 2 - 2 - 63
6.3	一次応力強さの評価 (JSME PVB-3111)	6 (3) - 2 - 2 - 63
6.4	一次+二次応力強さの評価 (JSME PVB-3112)	6 (3) - 2 - 2 - 64
6.5	疲労評価 (JSME PVB-3114及びPVB-3300)	6 (3) - 2 - 2 - 64
6.6	特別な応力等の評価	6 (3) - 2 - 2 - 68
7.	物性値	6 (3) - 2 - 2 - 69

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1-2 「クラス 1 容器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス 1 容器である原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの構成部材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（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）（以下「JSME」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る。

## 2. 記号の定義

本資料で用いる記号については、次のとおりである。

記号	単位	定義
F	MPa	ピーク応力
F <sub>x</sub>	N又はkN	X軸方向の荷重
F <sub>y</sub>	N又はkN	Y軸方向の荷重
F <sub>z</sub>	N又はkN	Z軸方向の荷重
M <sub>x</sub>	N・m又はkN・m	X軸回りのモーメント
M <sub>y</sub>	N・m又はkN・m	Y軸回りのモーメント
M <sub>z</sub>	N・m又はkN・m	Z軸回りのモーメント
MAX(A,B)	MPa	A又はBの2つの値のうち大きい方の値 (応力強さの限界)
MIN(A,B)	MPa	A又はBの2つの値のうち小さい方の値 (応力強さの限界)
N	回	設計繰返し回数
N*	回	許容繰返し回数
P <sub>b</sub>	MPa	一次曲げ応力
P <sub>L</sub>	MPa	一次局部膜応力
P <sub>m</sub>	MPa	一次一般膜応力
Q	MPa	二次応力
S <sub>a</sub>	MPa	繰返しピーク応力強さ (ピーク応力強さのサイクルにおいて、その極大値と極小値の差の1/2)
S <sub>ℓ</sub>	MPa	簡易弾塑性解析における繰返しピーク応力強さ
S <sub>m</sub>	MPa	各温度におけるJSME 付録材料図表 Part5 表1に定める設計応力強さ
S <sub>u</sub>	MPa	各温度におけるJSME 付録材料図表 Part5 表9に定める設計引張強さ
S <sub>y</sub>	MPa	各温度におけるJSME 付録材料図表 Part5 表8に定める設計降伏点
UI	—	供用状態A及び供用状態Bの疲労累積係数
U <sub>i</sub>	—	個々の応力振幅における疲労係数
σ <sub>1,σ<sub>2</sub>,σ<sub>3</sub></sub>	MPa	主応力
σ <sub>r</sub>	MPa	半径(r)方向応力
σ <sub>x</sub>	MPa	軸(x)方向応力
σ <sub>θ</sub>	MPa	周(θ)方向応力
τ <sub>rx</sub>	MPa	軸径(rx)方向せん断応力
τ <sub>xθ</sub>	MPa	軸周(x θ)方向せん断応力
τ <sub>θr</sub>	MPa	周径(θ r)方向せん断応力

### 3. 計算条件

#### 3.1 解析方針

応力解析は有限要素法及びはり理論の方法を用いて実施し、強度評価上厳しくなる材料及び構造上の不連続部を選定して行う。

評価はJSMEに従い、次のとおり実施する。

##### 3.1.1 一次応力評価

JSME PVB-3111に従い、設計条件、供用状態C、供用状態D及び試験状態の一次応力評価を行う。一次応力評価の内容は、後述する6.「強度評価」に記載する。

なお、JSME PVB-3160に規定される極限解析は、JSME PVB-3111の規定に従うため用いない。

##### 3.1.2 一次+二次応力評価

JSME PVB-3112に従い、供用状態A及び供用状態Bの一次+二次応力評価を行う。一次+二次応力評価の内容は、後述する6.「強度評価」に記載する。

##### 3.1.3 熱応力ラチェット評価

JSME PVB-3113に従い、供用状態A及び供用状態Bの熱応力ラチェットの評価を行う。熱応力ラチェット評価の内容は、後述する6.「強度評価」に記載する。

##### 3.1.4 疲労評価

JSME PVB-3114に従い、供用状態A及び供用状態Bの疲労評価を行う。疲労評価において、応力集中を考慮すべき部位については、JSME PVB-3130に従う。疲労評価の内容は、後述する6.「強度評価」に記載する。

なお、JSME PVB-3112の一次+二次応力評価の規定に適合しない場合は、JSME PVB-3300の簡易弾塑性解析への適合を確認する。

また、JSME PVB-3140に規定される疲労解析不要の条件は、JSME PVB-3114の規定に従うため適用しない。

### 3.1.5 純せん断荷重評価

JSME PVB-3115の純せん断荷重評価については、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに純せん断応力が発生しないことから評価の対象外である。

### 3.1.6 支圧荷重評価

JSME PVB-3116の支圧荷重評価については、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドには支圧荷重が発生しないことから評価の対象外である。

### 3.1.7 圧縮荷重評価

JSME PVB-3117の軸方向の圧縮荷重については、円筒形の胴に対する規定のため評価の対象外である。

### 3.1.8 ボルト材の応力評価

JSME PVB-3120のボルト等の応力評価については、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドにはボルトが存在しないことから評価の対象外である。

### 3.1.9 オメガシール及びキャノピーシールについての評価

JSME PVB-3150のオメガシール及びキャノピーシールについての応力評価については、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドにはオメガシール及びキャノピーシールが存在しないことから評価の対象外である。

### 3.1.10 外面に圧力を受ける容器

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドは外面に圧力を受けないため、JSME PVB-3200の対象外である。

### 3.1.11 減肉代

入口管台、出口管台及び上部胴の内張り材、並びに入口管台セーフエンド及び出口管台セーフエンドは、オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金であるため、JSME PVB-3410の減肉代は考慮しない。

### 3.1.12 クラッド容器に対する強度評価上の取扱い

入口管台、出口管台及び上部胴のクラッド部は、JSME PVB-3420に従い、強度部材として考慮しない。また、クラッド部の厚さが全板厚の0.1倍を超えるため、温度分布計算及び熱応力計算においてクラッド部を計算モデルに含める。

### 3.1.13 穴の設置

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドには、穴を設けないためJSME PVB-3500は対象外である。

### 3.1.14 流体の励振力を受ける管群

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドには、JSME PVB-3600に示される管群が存在しないことから評価の対象外である。

## 3.2 形状及び寸法

寸法は、原則として、板厚は最小寸法、その他（径、長さ等）は公称寸法を用いる。

## 3.3 応力の分類と応力強さの限界及び許容限界

容器に発生する応力は、その応力発生の原因及び場所により、一次応力、二次応力、ピーク応力等に分類し、各々に対して応力強さの限界及び許容限界（許容値）と比較評価する。

### 3.3.1 応力の分類

容器に発生する応力は、一次応力（一次一般膜応力、一次局部膜応力、一次曲げ応力）、二次応力、ピーク応力等に分類されるが、具体的には第3-1表に示す。

### 3.3.2 応力強さの限界及び許容限界

応力解析の結果について、評価を行う際の応力強さの限界を第3-2表に、各許容値を定めるために用いる温度を第3-3表に示す。また、熱応力ラチェットの許容限界については第3-4表に示す。



第3-1表 応力の分類 (JSME 表 PVA-3100-1)

容器の要素	位置	荷重の種類	応力の分類	
管台	補強の有効範囲外 (ノズルエンド、セーフエンド)	内 圧	膜応力 (形状不連続を無視)	$P_m$
			膜応力 (形状不連続を考慮)	$P_L$
			曲げ応力 (板厚方向勾配成分)	$Q$
			応力集中による応力増加分	$F$
	機械的外荷重	膜応力 (全断面平均応力)	$P_m$	
		曲げ応力 (モーメントによる応力)	$P_b$	
		応力集中による応力増加分	$F$	
	熱的外荷重	膜応力+曲げ応力	$Q$	
		応力集中による応力増加分	$F$	
	熱	膜応力+曲げ応力の等価直線成分	$Q$	
		曲げ応力の非直線成分	$F$	
		応力集中による応力増加分	$F$	

第3-2表 応力強さの限界 (JSME 表 PVB-3110-1)

応力分類 状態	一次一般膜 応力強さ	一次局部膜 応力強さ	<sup>(注1)</sup> <sup>(注2)</sup> 一次膜+一次 曲げ応力強さ	一次+二次 応力強さ	一次+二次 +ピーク 応力強さ
		$P_m$	$P_L$	$P_L+P_b, P_m+P_b$	$P_L+P_b+Q$
設計条件	$S_m$	$1.5S_m$	$\alpha(S_m)$	—	—
供用状態A 供用状態B	—	—	—	$3S_m$ <sup>(注6)</sup>	$UI \leq 1.0$ <sup>(注7)</sup>
供用状態C	$\text{MIN}(S_y, 2/3S_u)$ $1.2S_m$ <sup>(注3)</sup>	$1.5\text{MIN}(S_y, 2/3S_u)$ $1.5(1.2S_m)$ <sup>(注3)</sup>	$\alpha \text{MIN}(S_y, 2/3S_u)$ $\alpha(1.2S_m)$ <sup>(注3)</sup>	—	—
	$\text{MAX}(1.1S_m, 0.9S_y)$ <sup>(注4)</sup>	—	—		
供用状態D	$2/3S_u$ $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注3)</sup>	$1.5(2/3S_u)$ $1.5\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注3)</sup>	$\alpha(2/3S_u)$ $\alpha \text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注3)</sup>	—	—
試験状態	$0.9S_y$	$1.5(0.9S_y)$	$1.5(0.9S_y)$ <sup>(注5)</sup>	—	—

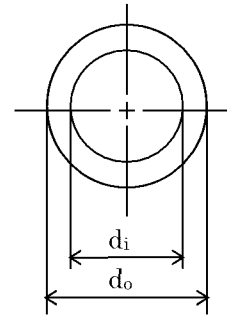
(注1)  $\alpha$ は応力解析における純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は1.5のいずれか小さい方の値であり、次式より求まる形状係数である。

$$\alpha = \text{MIN} \left[ \frac{32(1 - (d_i/d_o)^3)}{6\pi(1 - (d_i/d_o)^4)}, 1.5 \right]$$

ここで、

$d_i$  : 管台内径

$d_o$  : 管台外径



- (注2) 試験状態に適用する一次膜応力は一次一般膜応力である。
- (注3) オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に適用する。
- (注4) オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金以外の圧力荷重のみによる評価に適用する。
- (注5) 一次曲げ応力が発生する部位の一次一般膜応力強さが $2/3S_y$ を超える場合には $2.15S_y - 1.2P_m$ に置換える。
- (注6) 応力強さの全振幅に対する評価値であり、これを超える場合は簡易弾塑性解析を行う。
- (注7) 疲労評価において、設計繰返し回数が2種類以上あるので、疲労累積係数が1.0以下であること。

第3-3表 許容値を定めるために用いる温度

機器名 状態	原子炉容器 (入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド)
設計条件	最高使用温度
供用状態 A 供用状態 B	運転温度
供用状態 C	18.88MPa <sup>(注)</sup> に対する飽和温度
供用状態 D	運転温度 又は18.88MPa <sup>(注)</sup> に対する飽和温度
試験状態	21℃

(注) 運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事象のピーク圧力及び事故時荷重を上回る圧力(最高使用圧力を1.1倍した圧力。以下「包絡圧力」という。)である。

第3-4表 熱応力ラチェットの許容限界 (JSME PVB-3113)

供用状態	温度分布	応力条件	許容限界
供用状態A 供用状態B	厚さ方向の温度変化が放物線状に単調増加又は単調減少の場合以外	$\frac{\sigma_p}{S_y} \leq 0.5$	$\sigma_s \leq \frac{S_y^2}{\sigma_p}$
		$0.5 < \frac{\sigma_p}{S_y} \leq 1.0$	$\sigma_s \leq 4(S_y - \sigma_p)$

ここで、

$\sigma_p$  : 最大一次一般膜応力 (MPa)

$\sigma_s$  : 熱応力変動値 (MPa)

$S_y$ は、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金においては、 $1.5S_m$ を用いる。

#### 4. 荷重条件

荷重条件は、供用状態ごとに算出した荷重と外荷重とを組み合わせ、評価に用いる。

##### 4.1 設計条件

設計条件を第4-1表に示す。

##### 4.2 設計過渡条件

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計過渡条件を第4-2表に示す。

##### 4.3 外荷重

外荷重は、次の荷重である。

但し、各荷重の内容については、資料6-3-2「クラス1容器の強度計算書」による。

- (1) 機械的荷重（自重を除く。）<sup>(注)</sup>
- (2) 自重
- (3) 熱膨張荷重
- (4) 事故時荷重

(注) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドには安全弁等が設置されておらず、評価上有意な機械的荷重（自重は除く。）は作用しない。

#### 4.4 各供用状態で考慮すべき運転状態での荷重

運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳで考慮する荷重と供用状態A、供用状態B、供用状態C及び供用状態Dで考慮する荷重の対応を以下に示す。

運転状態 \ 供用状態	供用状態 A	供用状態 B	供用状態 C	供用状態 D
運転状態Ⅰ	○	—	—	—
運転状態Ⅱ	—	○	—	—
運転状態Ⅲ	—	—	○	—
運転状態Ⅳ	—	—	—	○

第4-1表 設計条件

状態	機器名 原子炉容器 (入口管台及び入口管台セーフエンド、並び に出口管台及び出口管台セーフエンド)
最高使用圧力	17.16MPa
最高使用温度	343℃
運 転 圧 力	15.41MPa
運 転 温 度	高温側 324.9℃ <sup>(注1)</sup> 低温側 289.2℃ <sup>(注2)</sup>
無負荷運転温度	291.7℃
低温停止温度	21℃

(注1) 出口管台及び出口管台セーフエンドに適用する。

(注2) 入口管台、入口管台セーフエンド及び上部胴に適用する。



第4-2表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計過渡条件 (1/3)

運 転 状 態 I				
記 号	過 渡 条 件	回 数	設 計 過 渡	備 考
I-a	起 動	120	第4-1図	
I-b	停 止	120	第4-1図	
I-c	負荷上昇 (15%から100%出力)	13,200	第4-2図	
I-d	負荷減少 (100%から15%出力)	13,200	第4-3図	
I-e	90%から100%へのステップ状負荷上昇	2,000	第4-4図	
I-f	100%から90%へのステップ状負荷減少	2,000	第4-5図	
I-g	100%からの大きいステップ状負荷減少	200	第4-6図	
I-h	定常負荷運転時の変動	$3 \times 10^6$	—	
I-i	燃料交換	80	—	
I-j	0%から15%への負荷上昇	1,400	第4-7図	
I-k	15%から0%への負荷減少	1,400	第4-8図	
I-l	1ループ停止 / 1ループ起動			
	(i) 停 止	80	第4-9図	
	(ii) 起 動	70	第4-10図	

第4-2表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計過渡条件 (2/3)

運 転 状 態 II				
記 号	過 渡 条 件	回 数	設 計 過 渡	備 考
II-a	負荷の喪失	80	第4-11図	
II-b	外部電源喪失	40	第4-12図	
II-c	1次冷却材流量の部分喪失	80	第4-13図	
II-d	100%からの原子炉トリップ			
	(i)不注意な冷却を伴わないトリップ	230	第4-14図	
	(ii)不注意な冷却を伴うトリップ	160	第4-15図	
	(iii)不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	10	第4-16図	
II-e	1次冷却系の異常な減圧	20	第4-17図	
II-f	制御棒クラスタの落下	80	第4-18図	
II-g	出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	40	第4-19図	
II-h	1次冷却系停止ループの誤起動	10	第4-20図	
II-i	タービン回転試験	10	第4-21図	
II-j	1次系漏えい試験	50	第4-22図	

第4-2表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計過渡条件 (3/3)

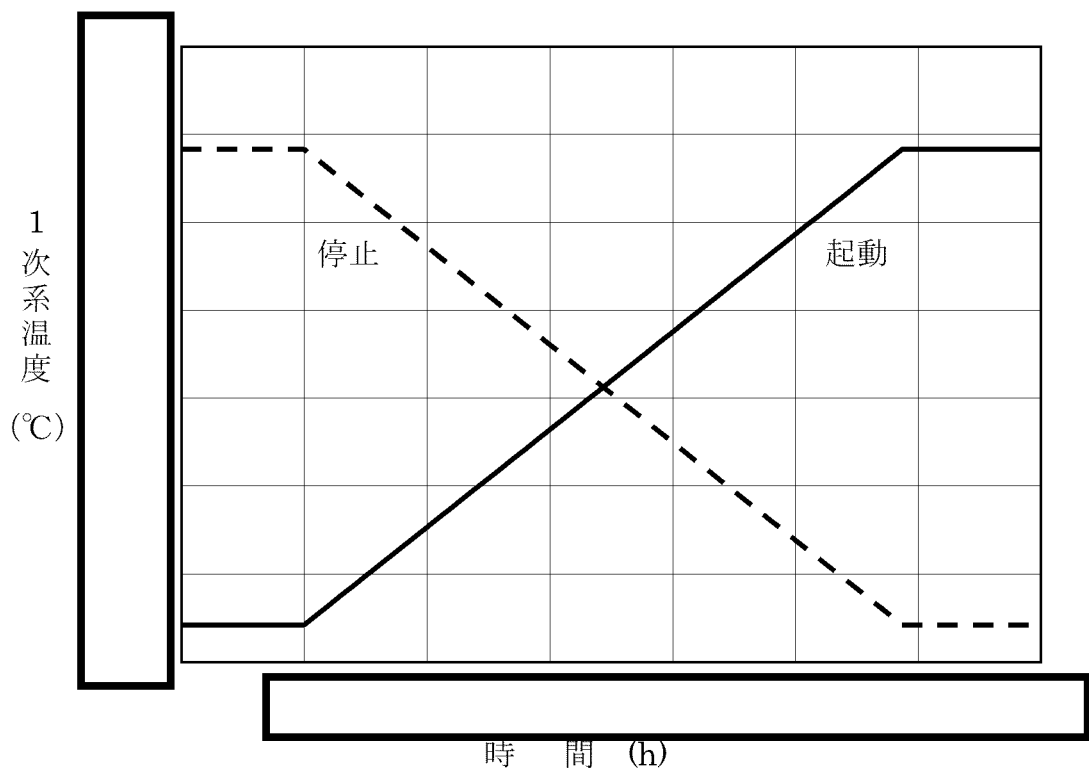
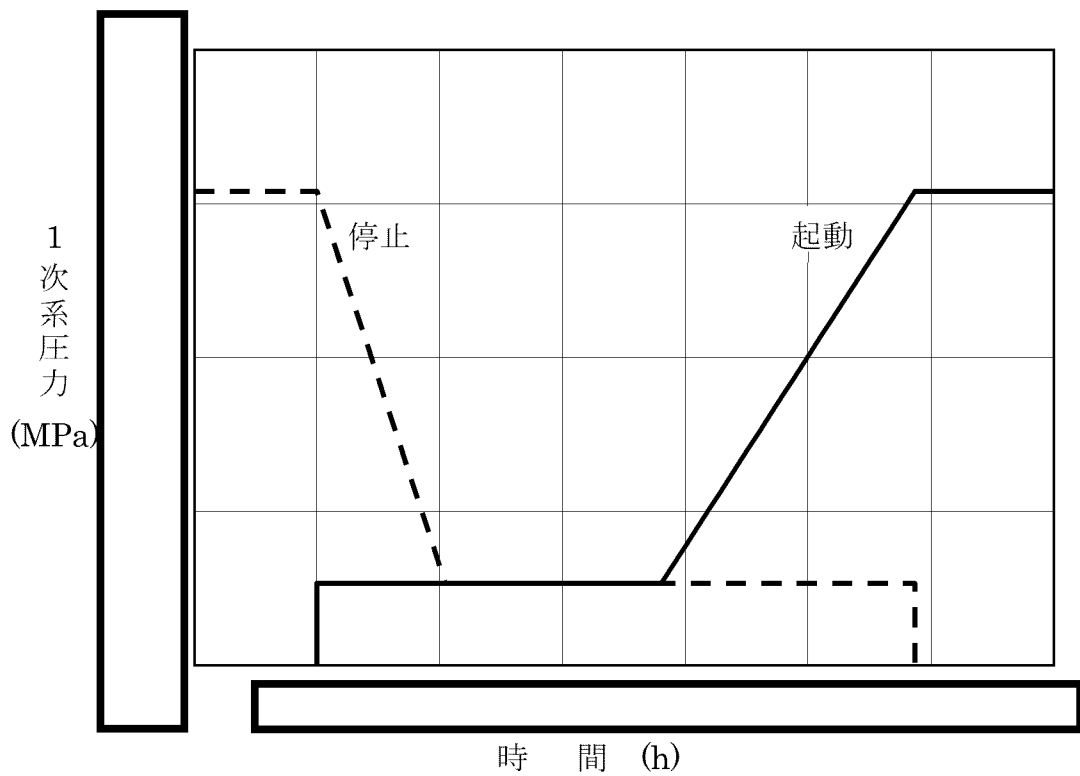
運 転 状 態 III					
記 号	過 渡 条 件	回 数	設 計 過 渡	備 考	
III-a	1次冷却系細管破断事故	5	—		
III-b	主蒸気管小破断事故	5	—		
III-c	1次冷却材流量喪失事故	5	—		
運 転 状 態 IV					
IV-a	1次冷却材喪失事故	1	—		
IV-b	主蒸気管破断事故	1	—		
IV-c	1次冷却材ポンプ軸固着事故	1	—		
IV-d	制御棒クラスタ飛出し事故	1	—		
IV-e	主給水管破断事故	1	—		
IV-f	蒸気発生器伝熱管破損事故	1	—		
試 験 状 態					
V-a	1次系水压試験	5	—		

(注1) 定常負荷運転時の圧力及び温度変動は次のとおりとする。

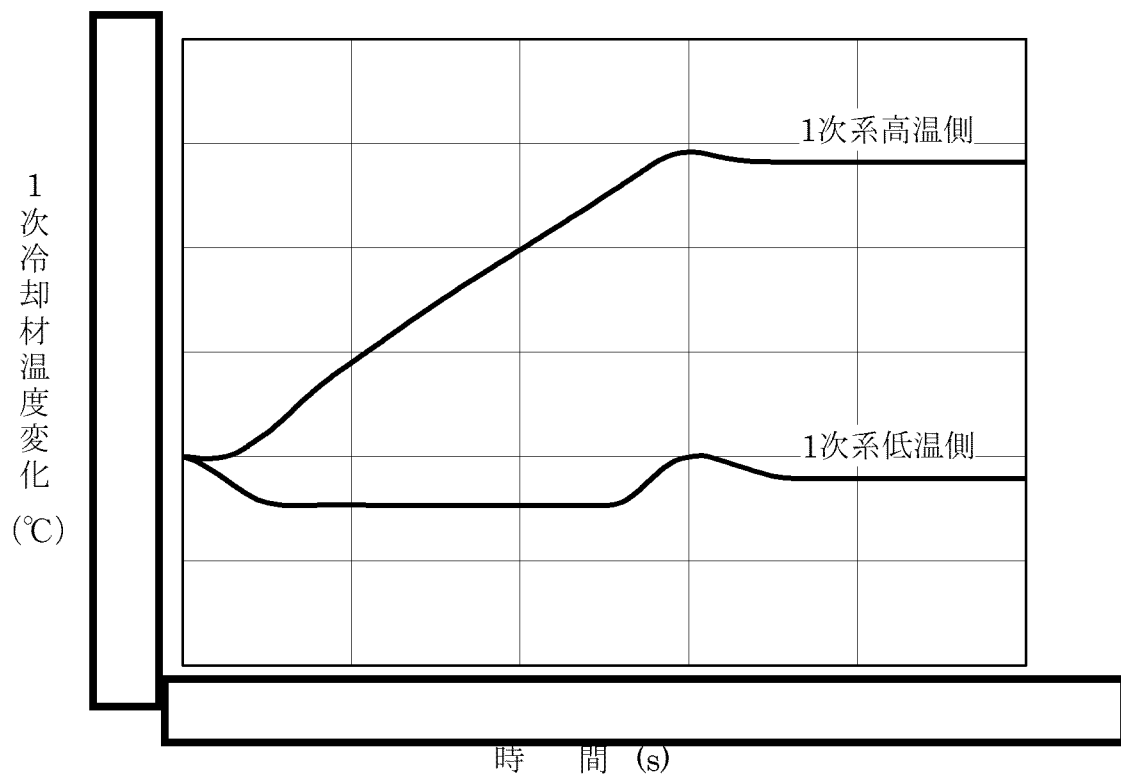
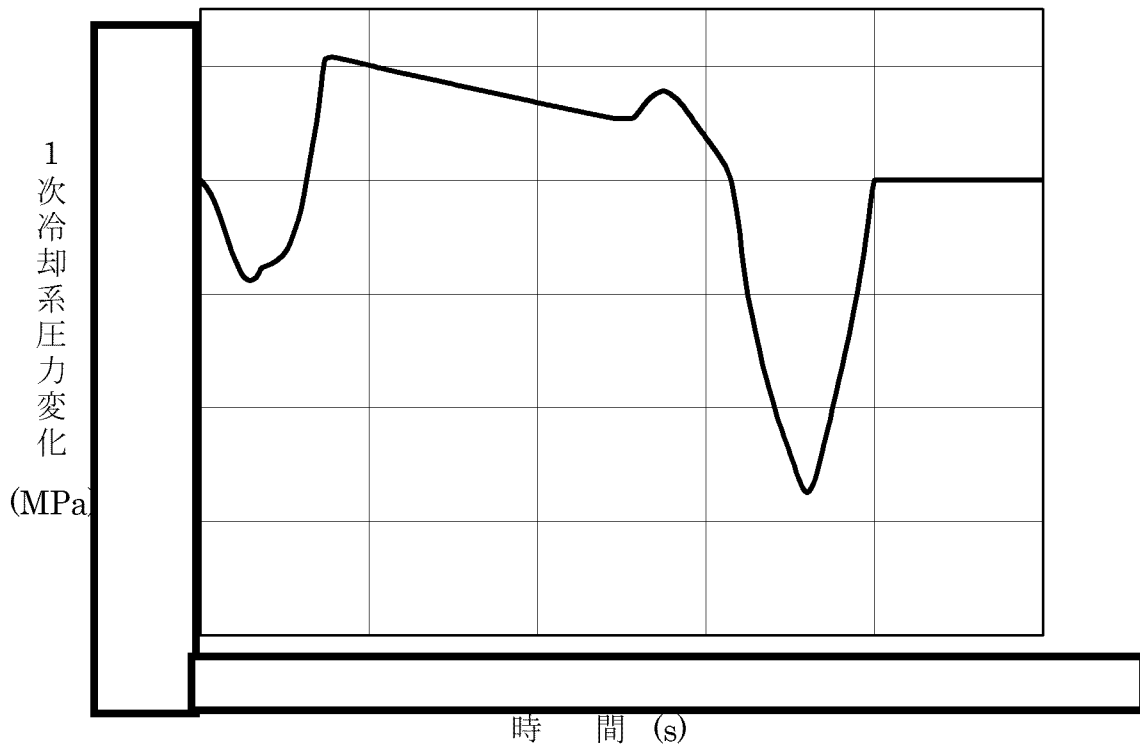
--

(注2) 初期運転条件は次のとおりとする。

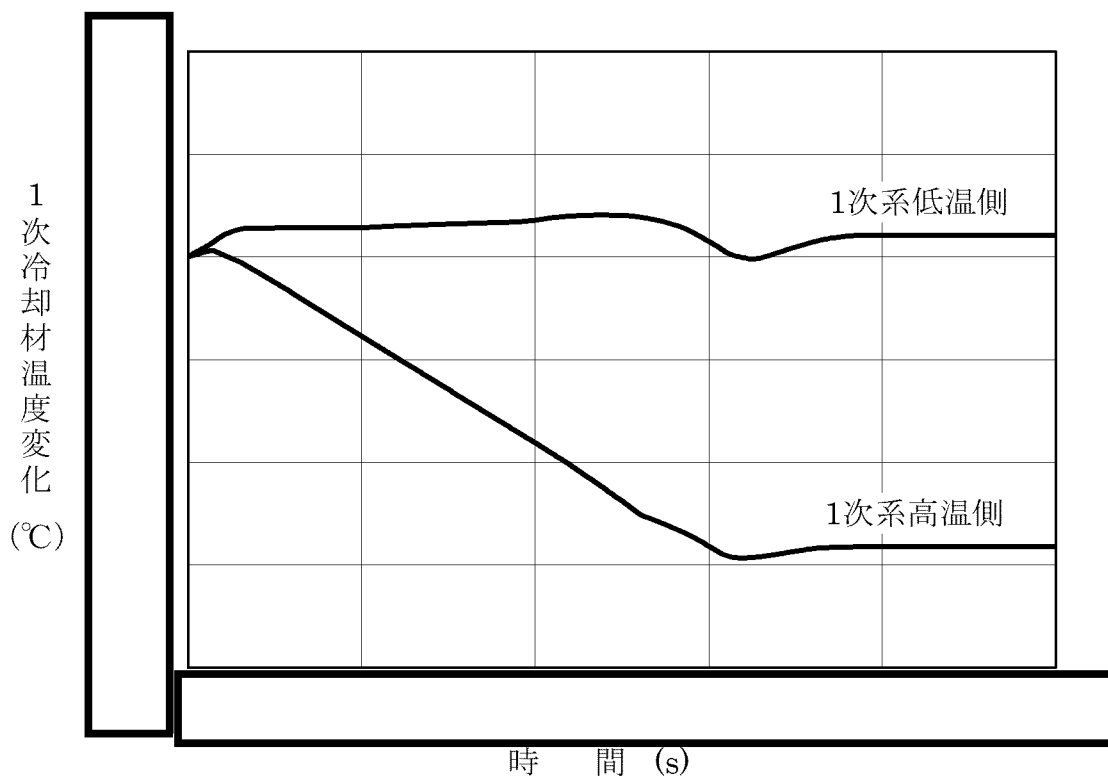
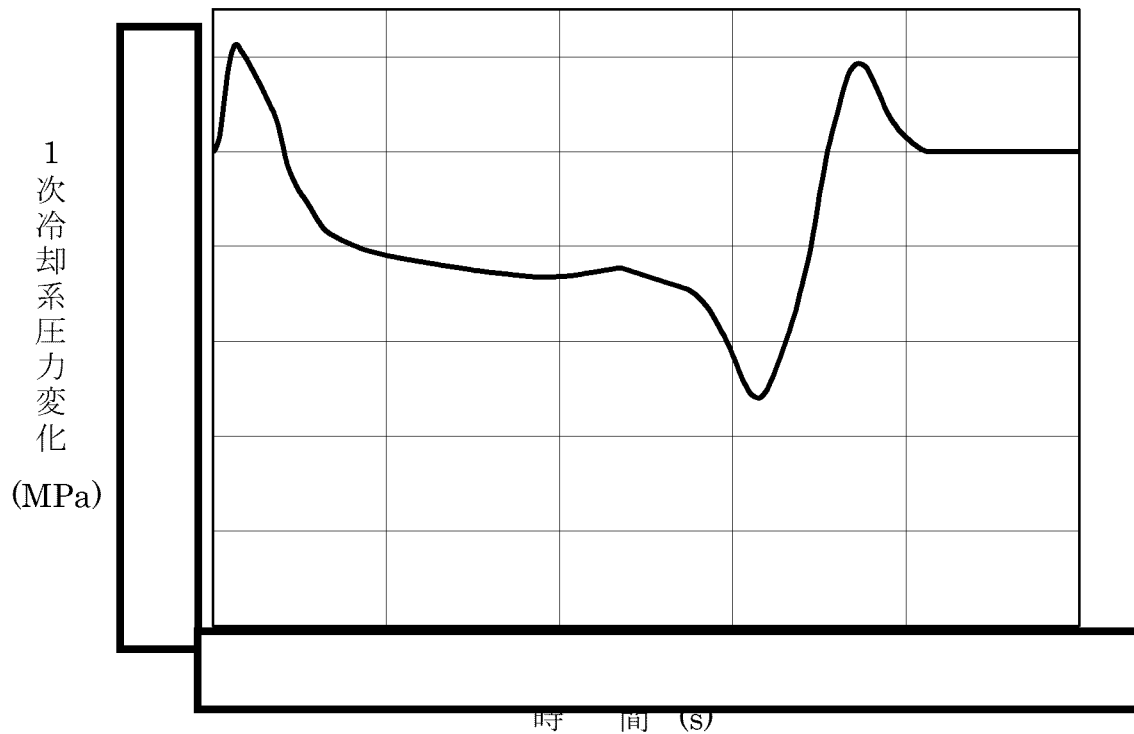
--



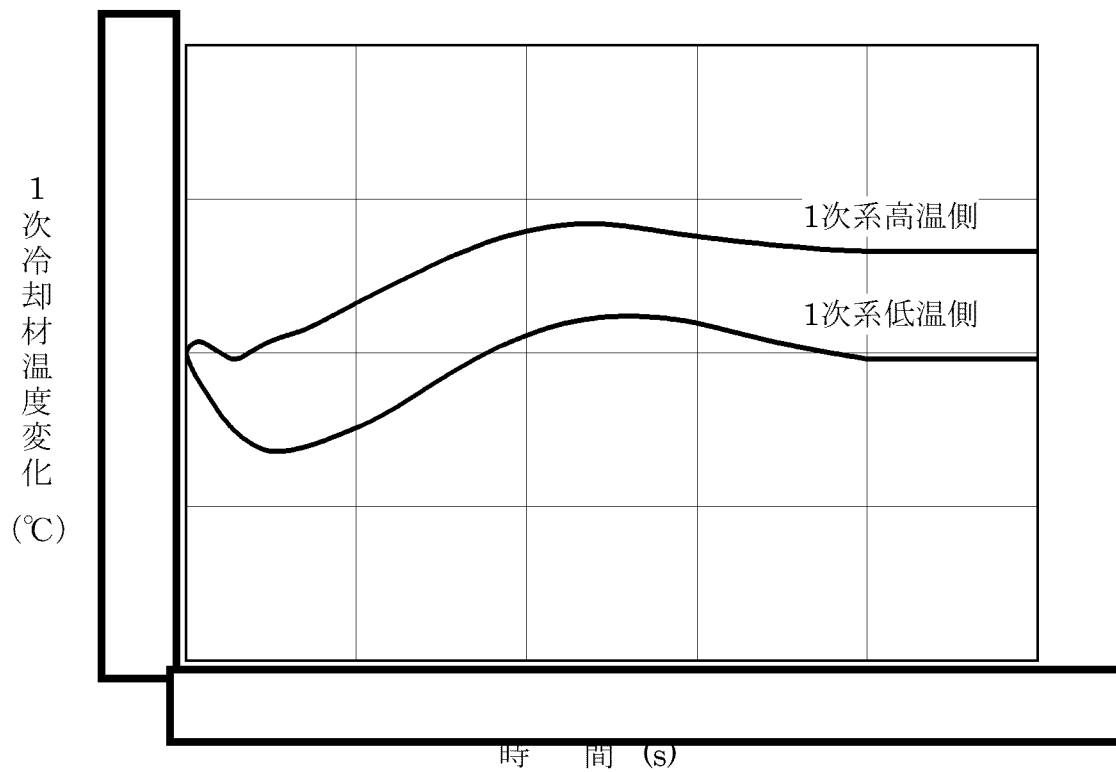
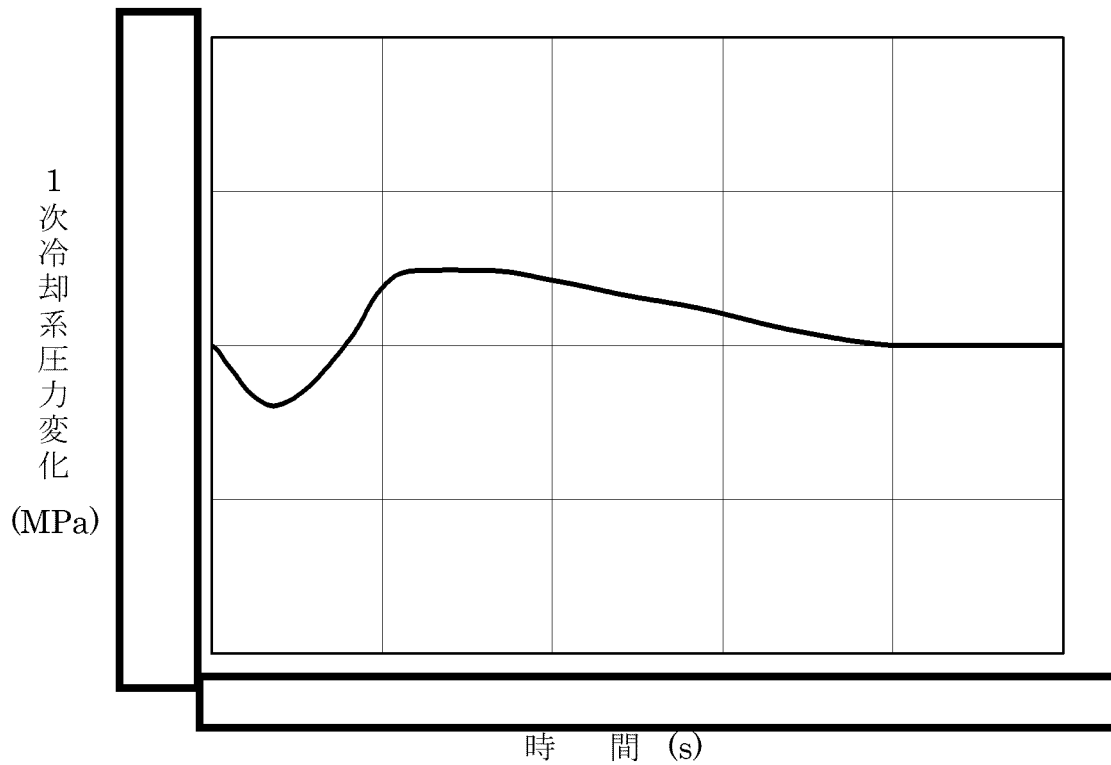
第4-1図 起動及び停止



第4-2図 負荷上昇 (15%から100%出力)

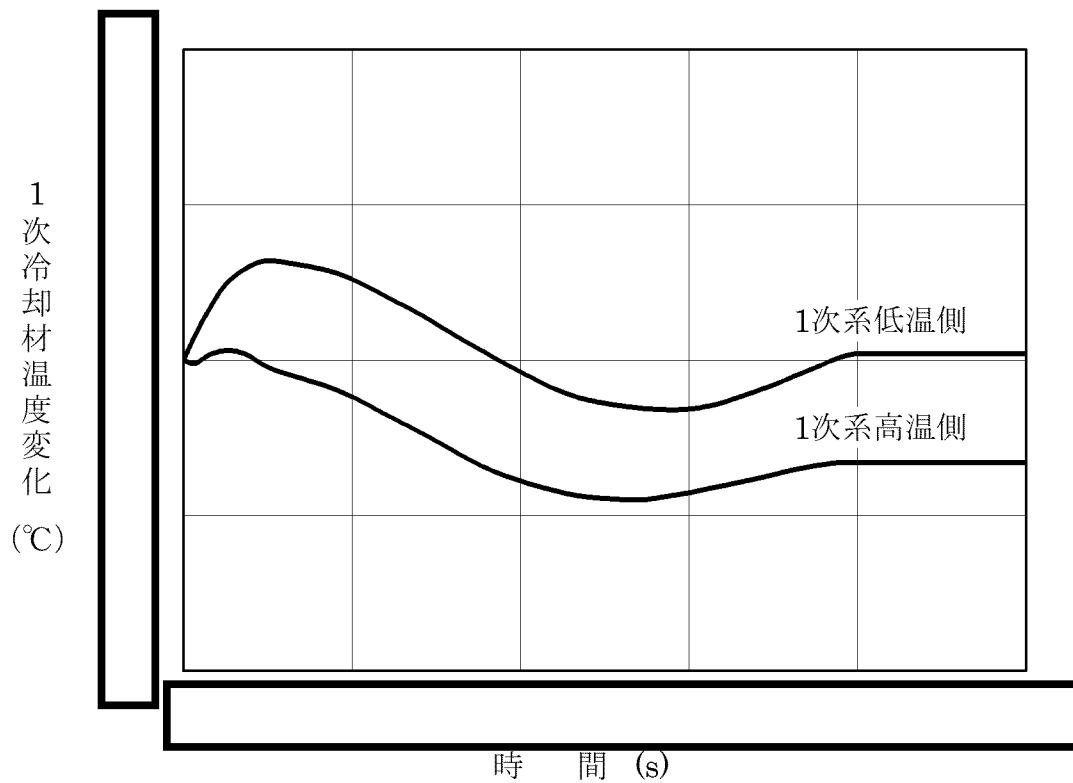
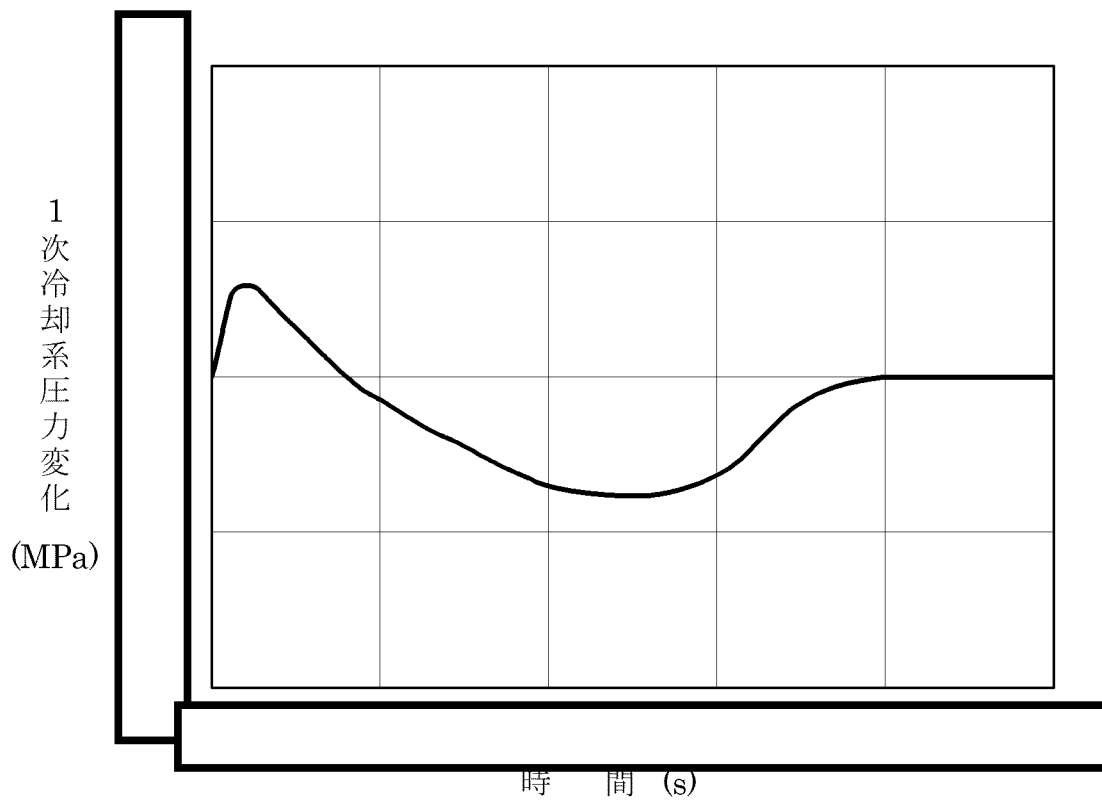


第4-3図 負荷減少 (100%から15%出力)

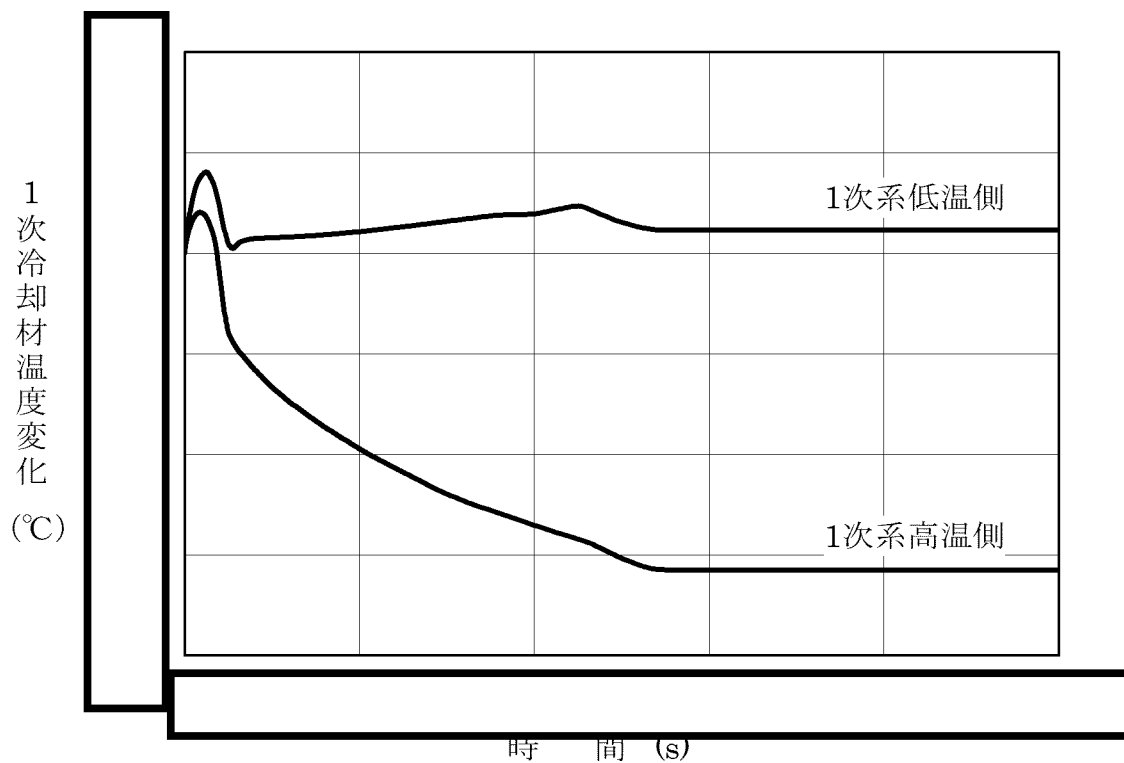
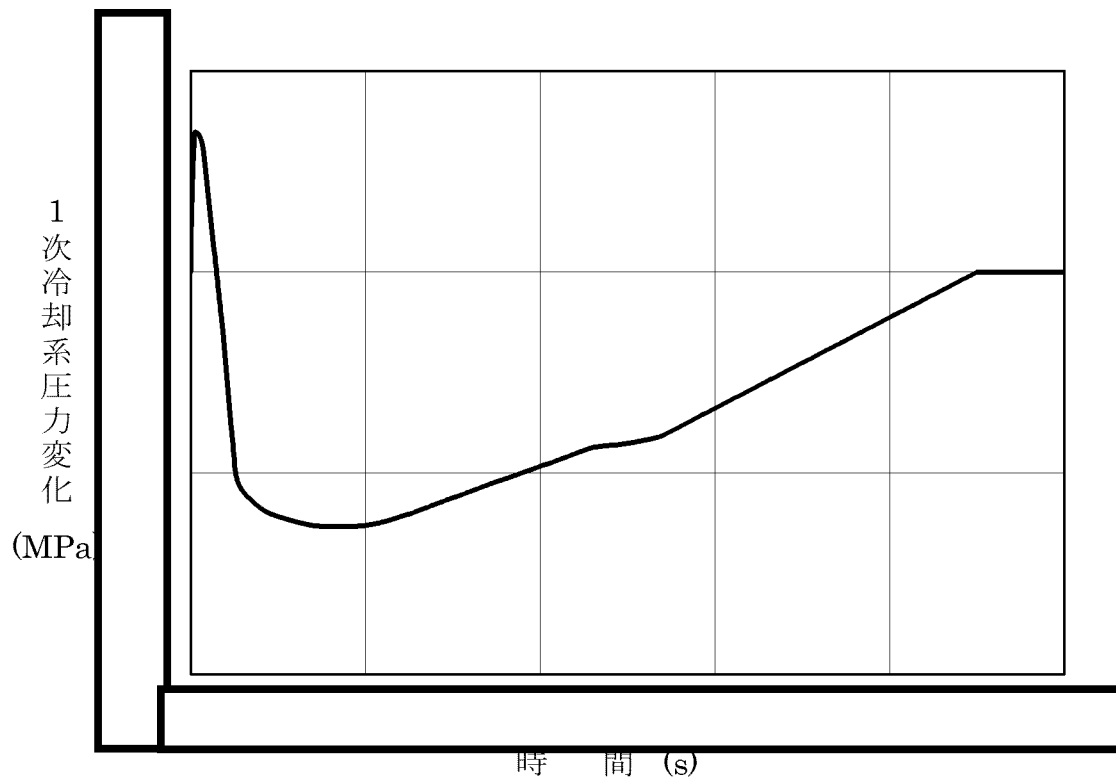


第4-4図 90%から100%へのステップ状負荷上昇

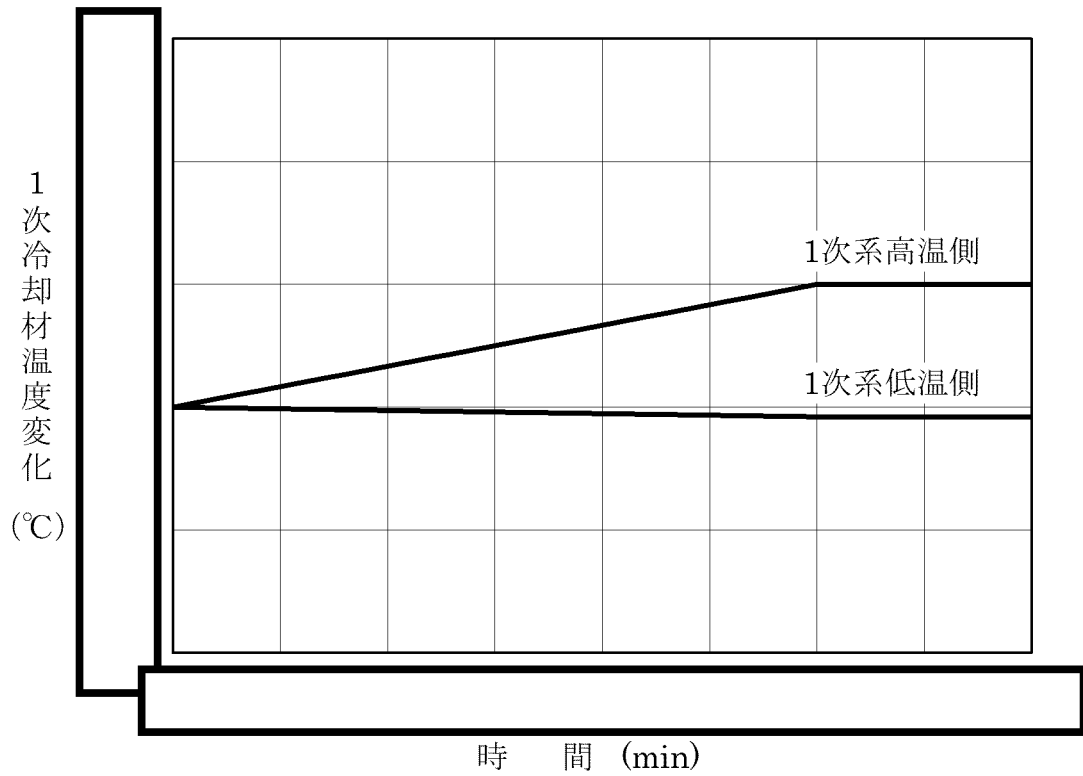




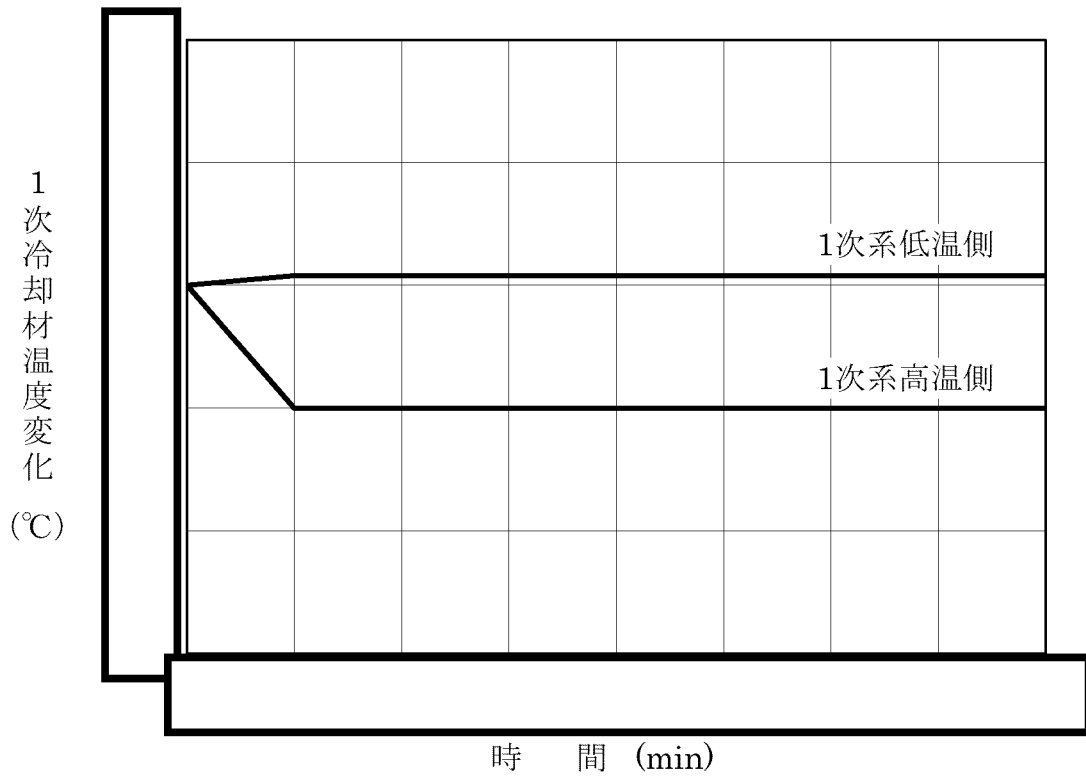
第4-5図 100%から90%へのステップ状負荷減少



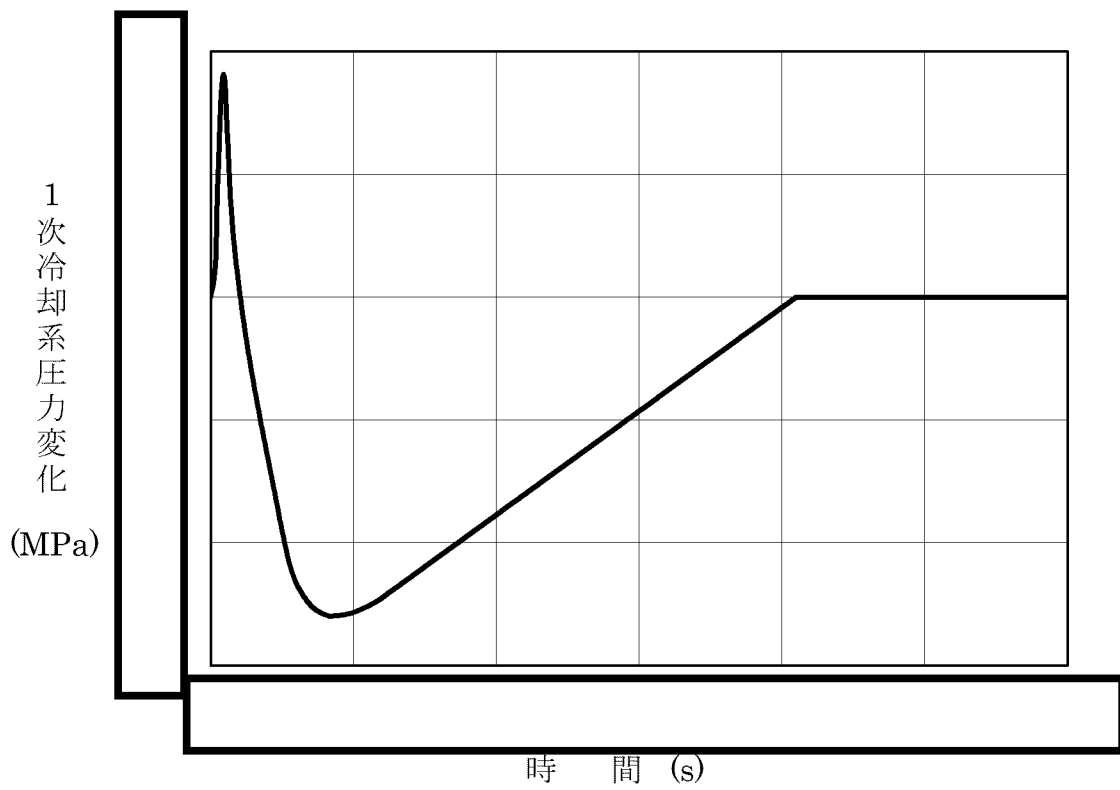
第4-6図 100%からの大きいステップ状負荷減少



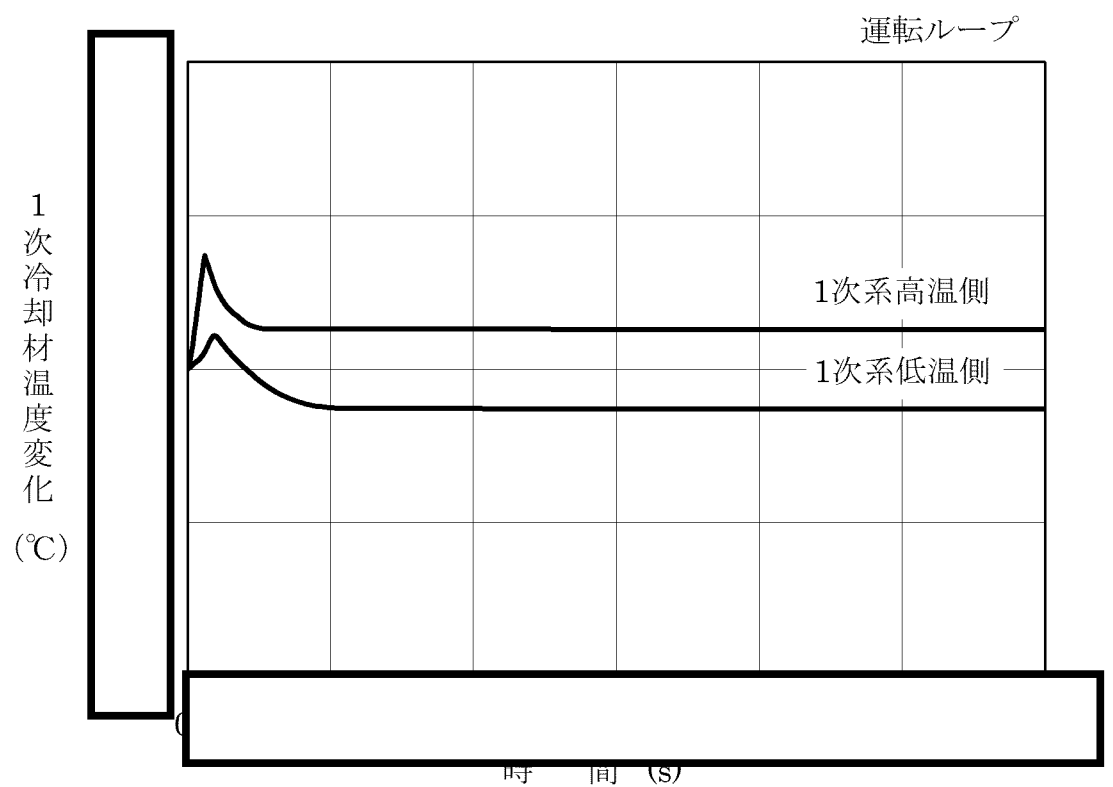
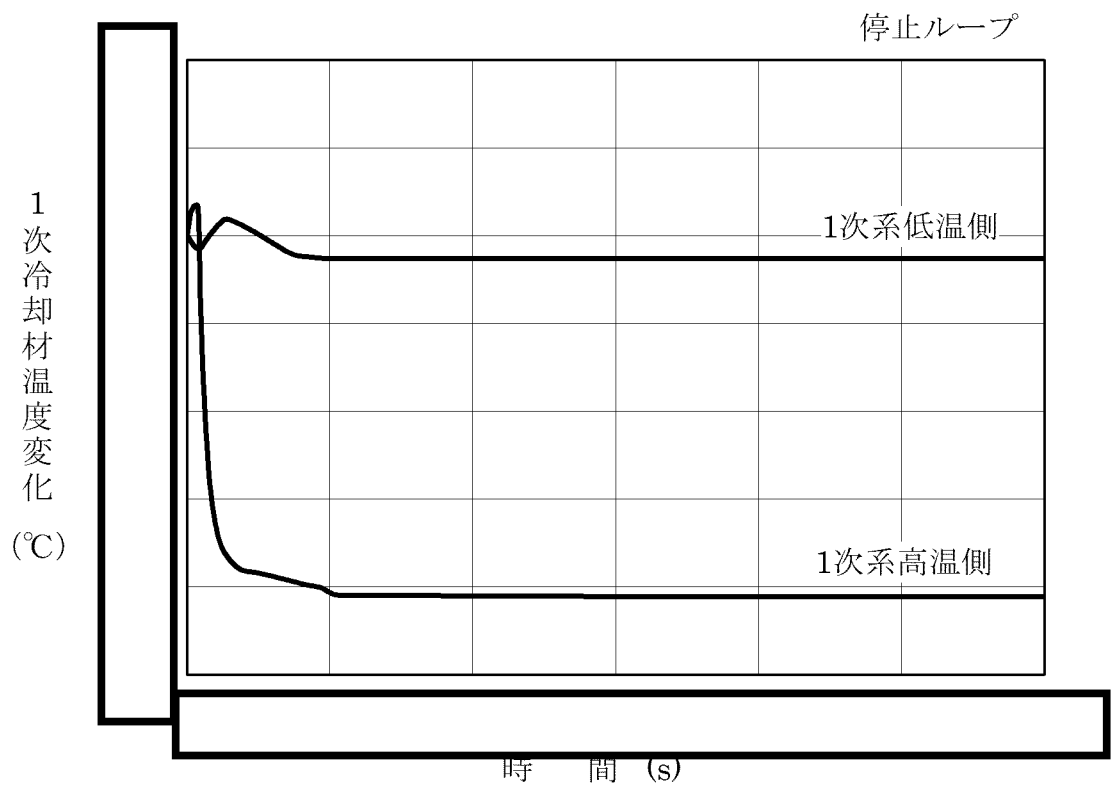
第4-7図 0%から15%への負荷上昇



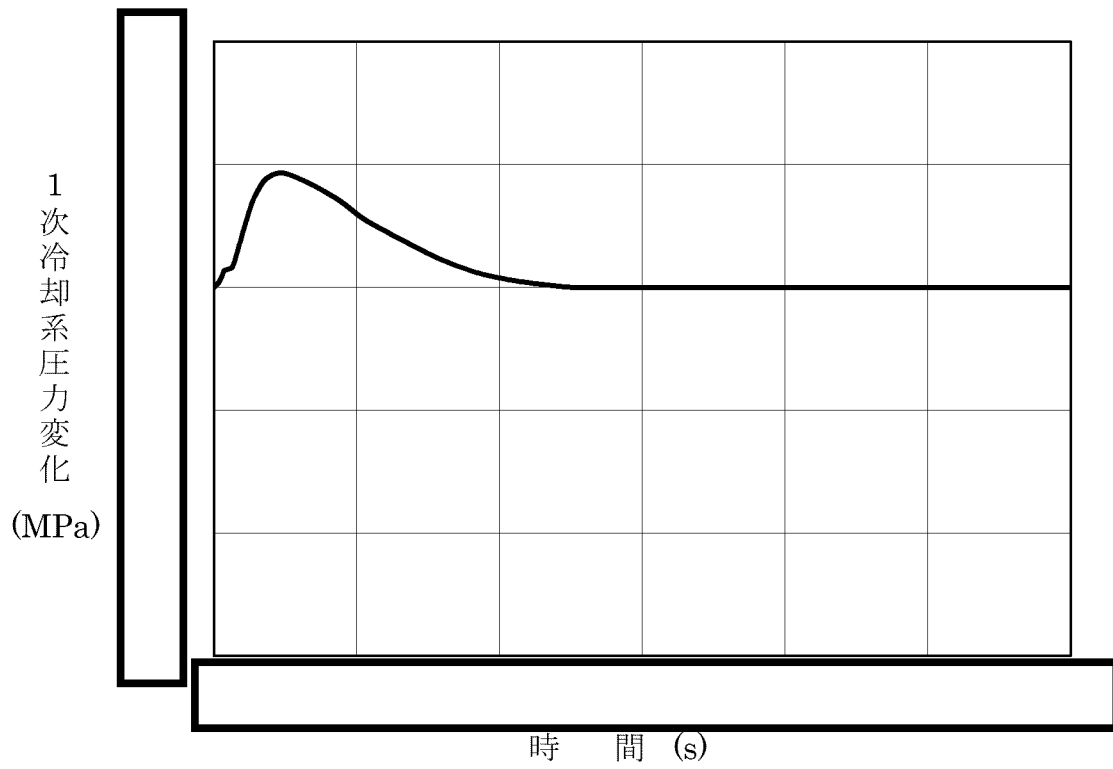
第4-8図 15%から0%への負荷減少



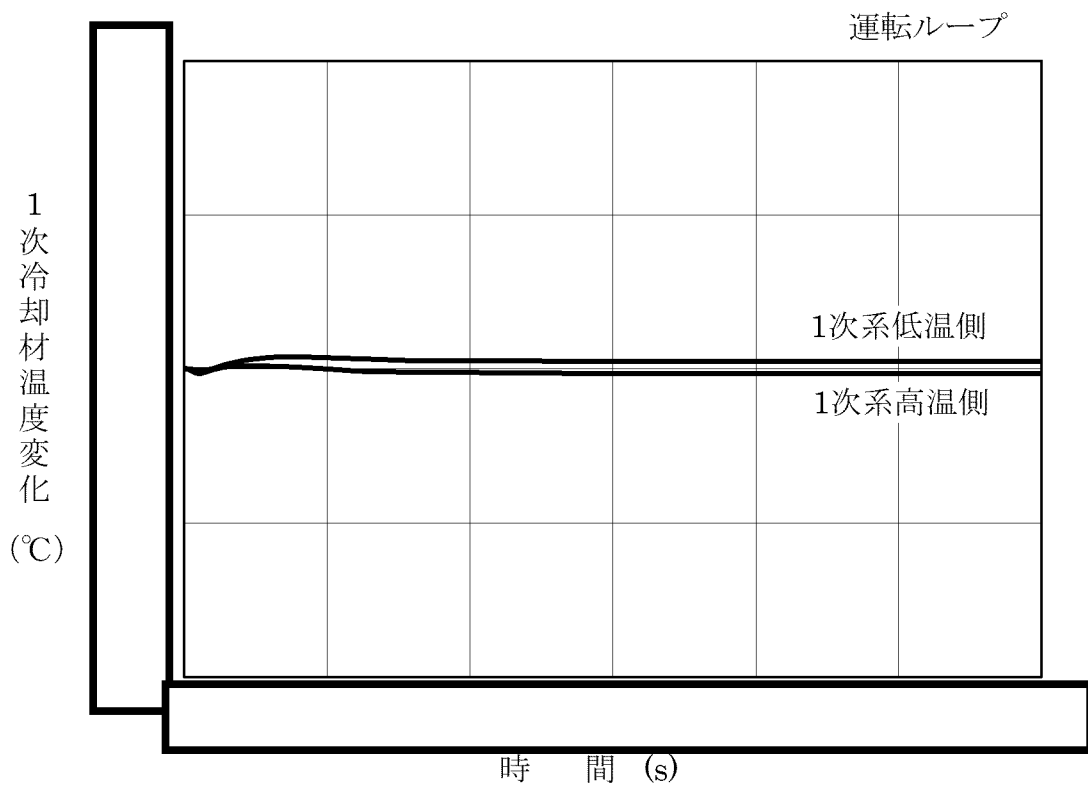
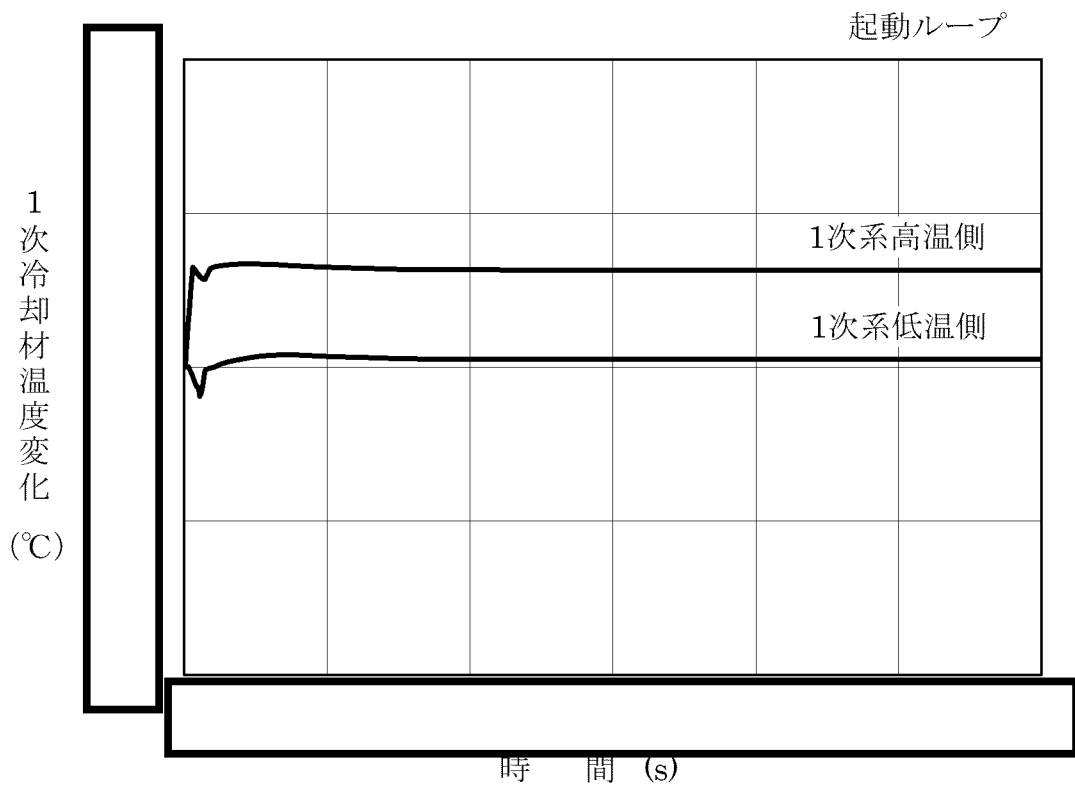
第4-9図 1ループ停止 (1/2)



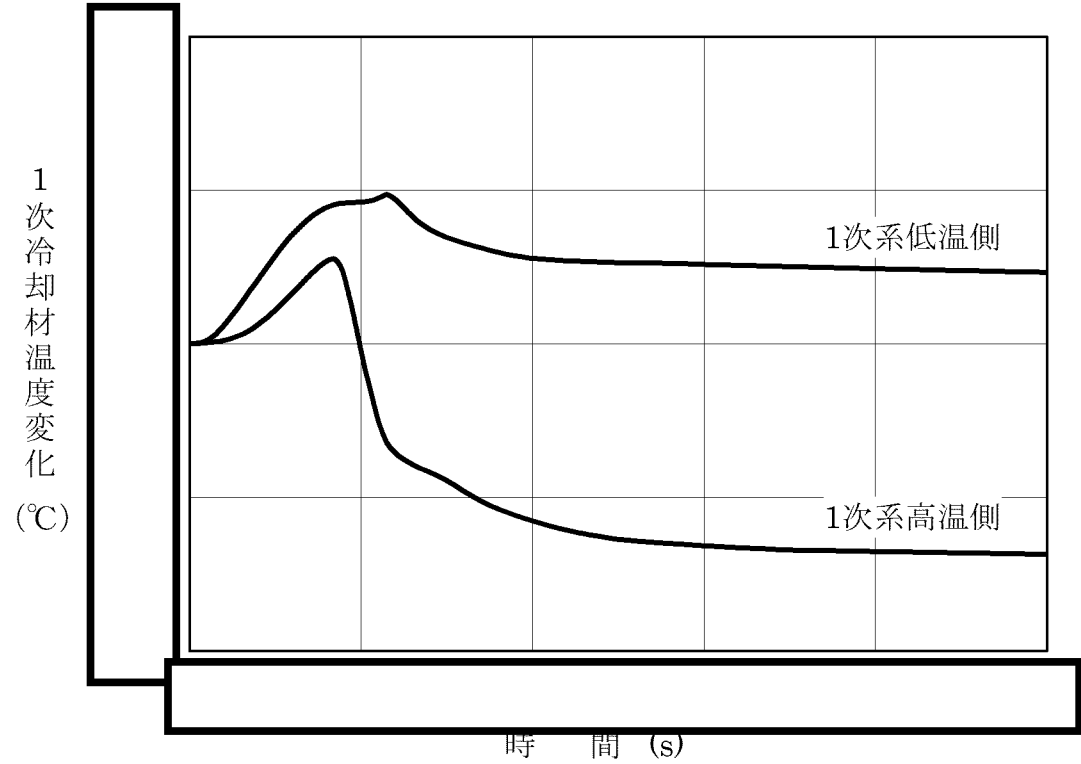
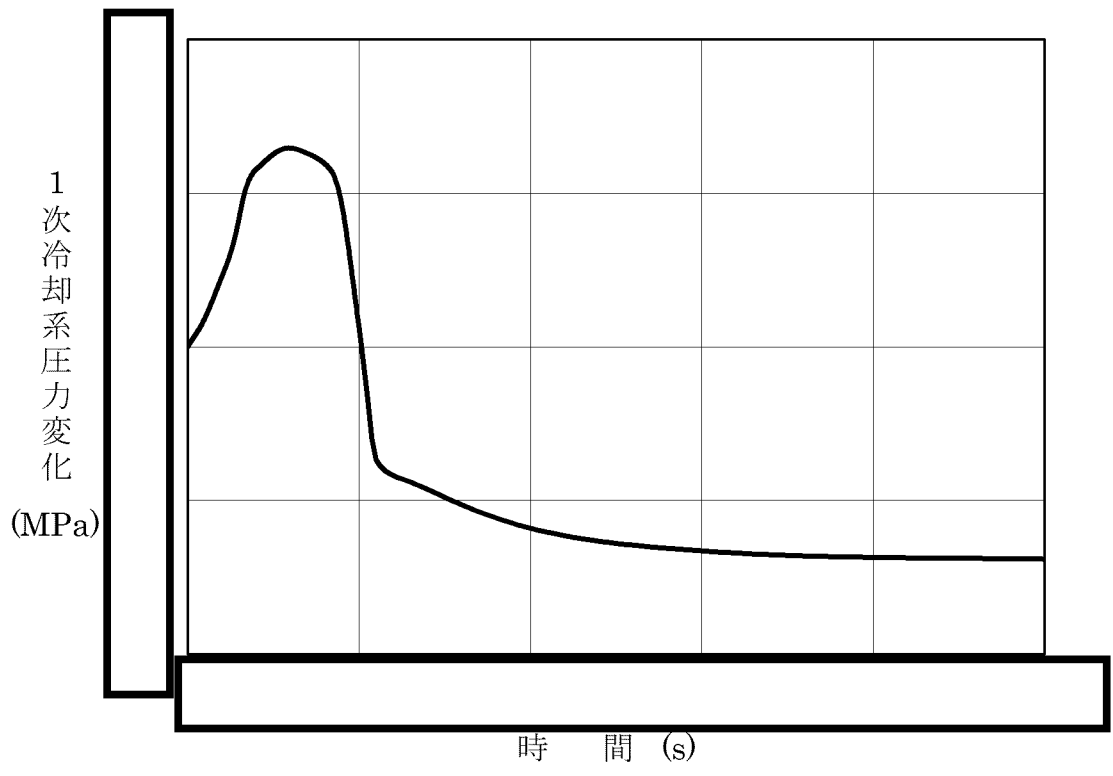
第4-9図 1ループ停止 (2/2)



第4-10図 1ループ起動 (1/2)

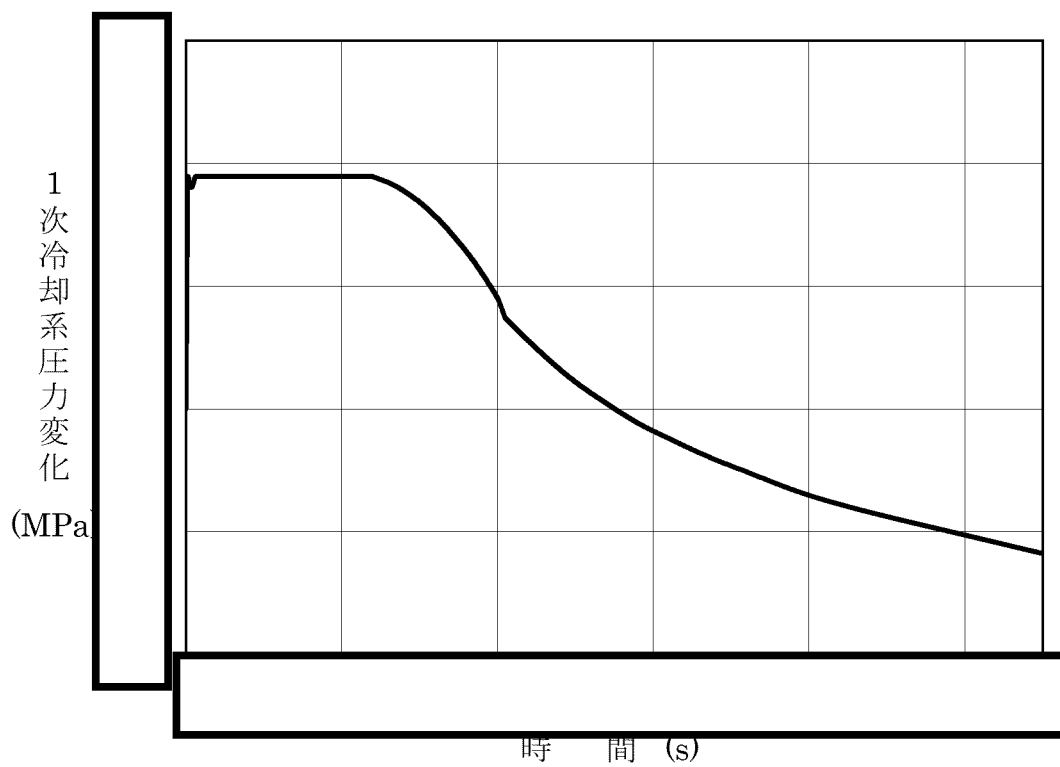


第4-10図 1ループ起動 (2/2)

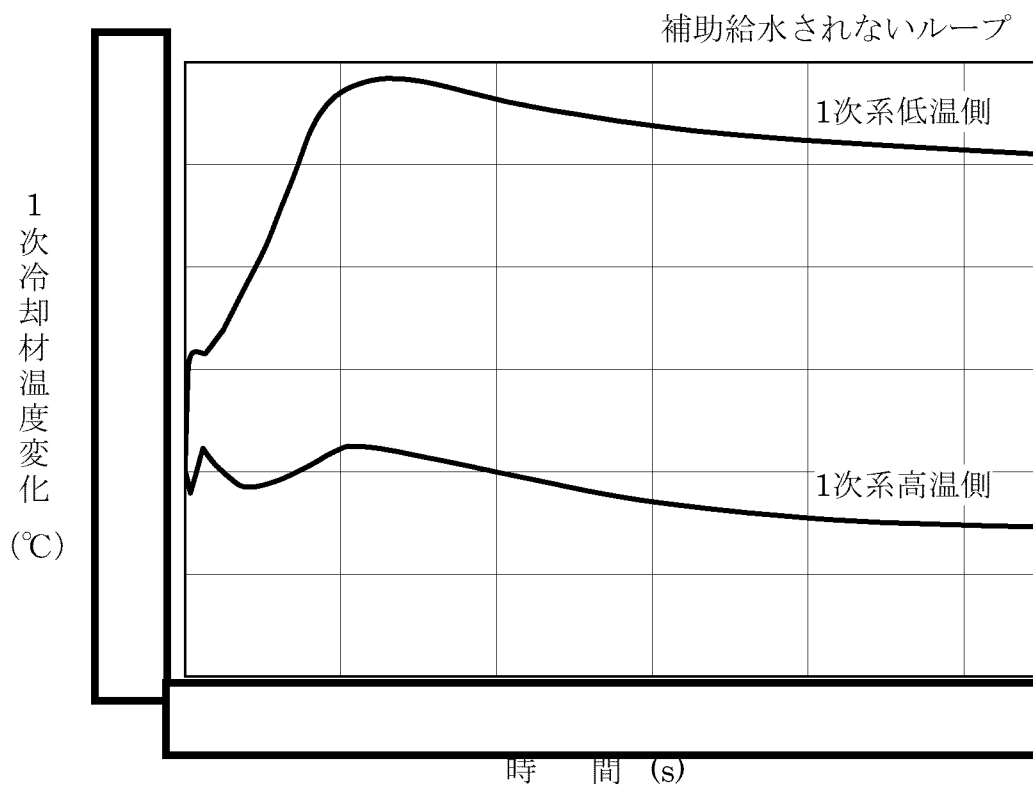
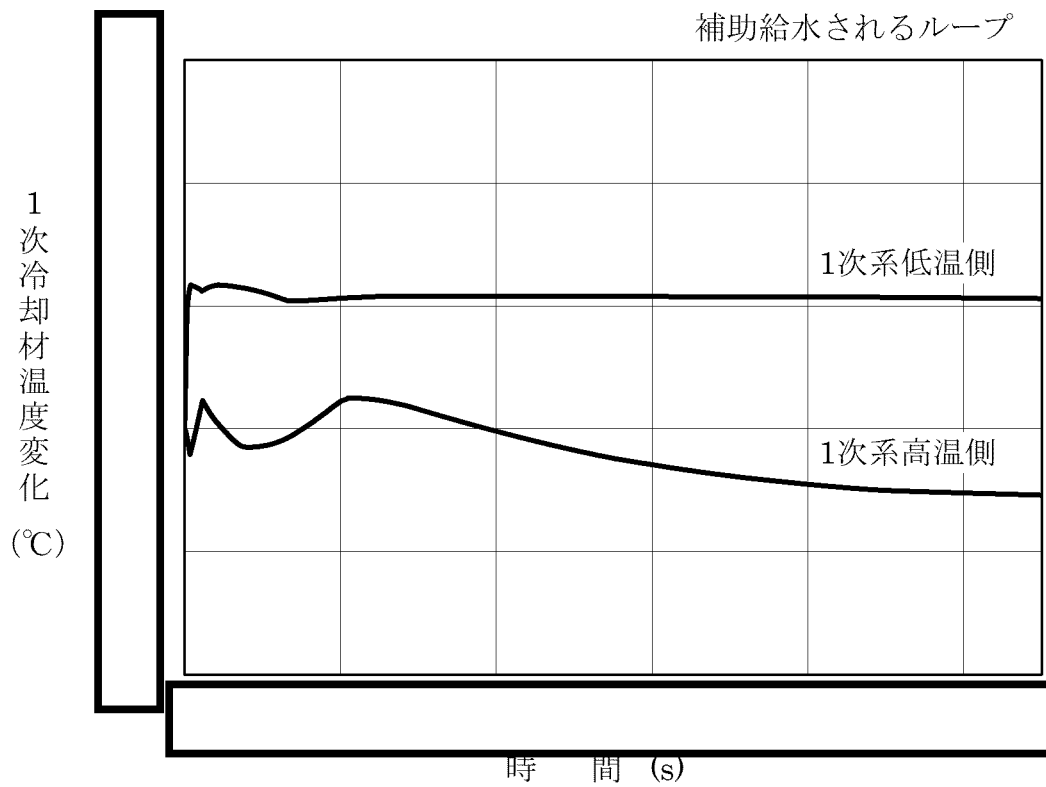


第4-11図 負荷の喪失

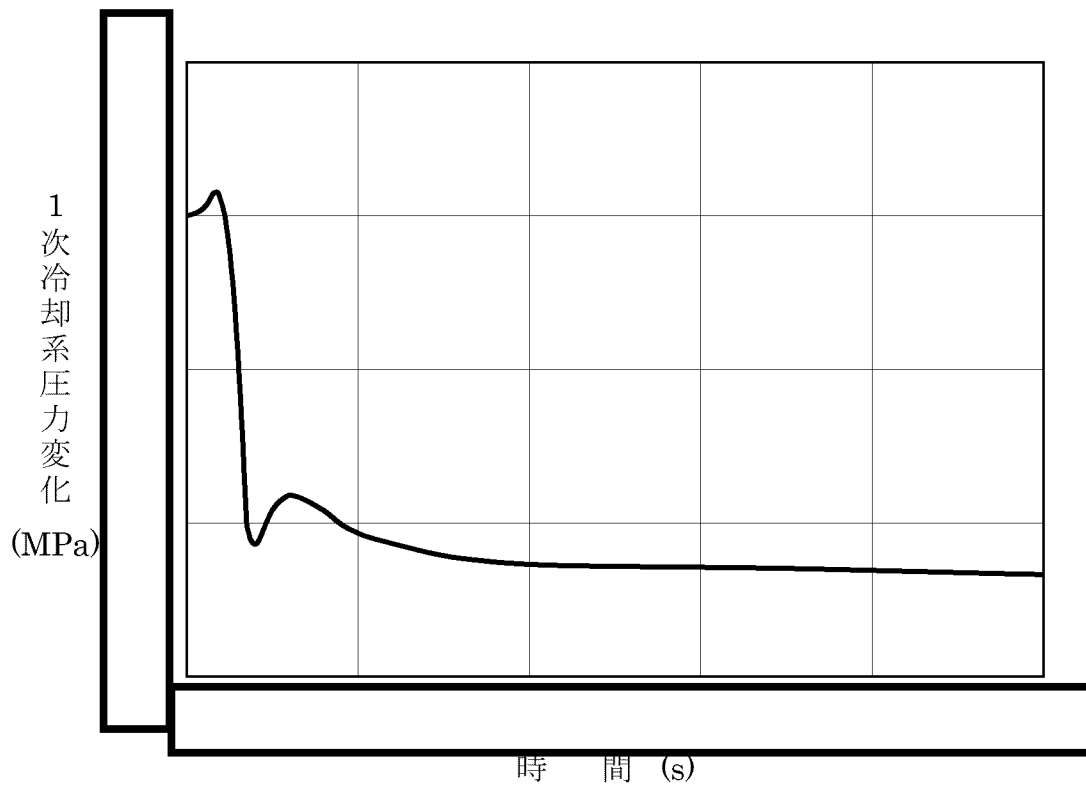




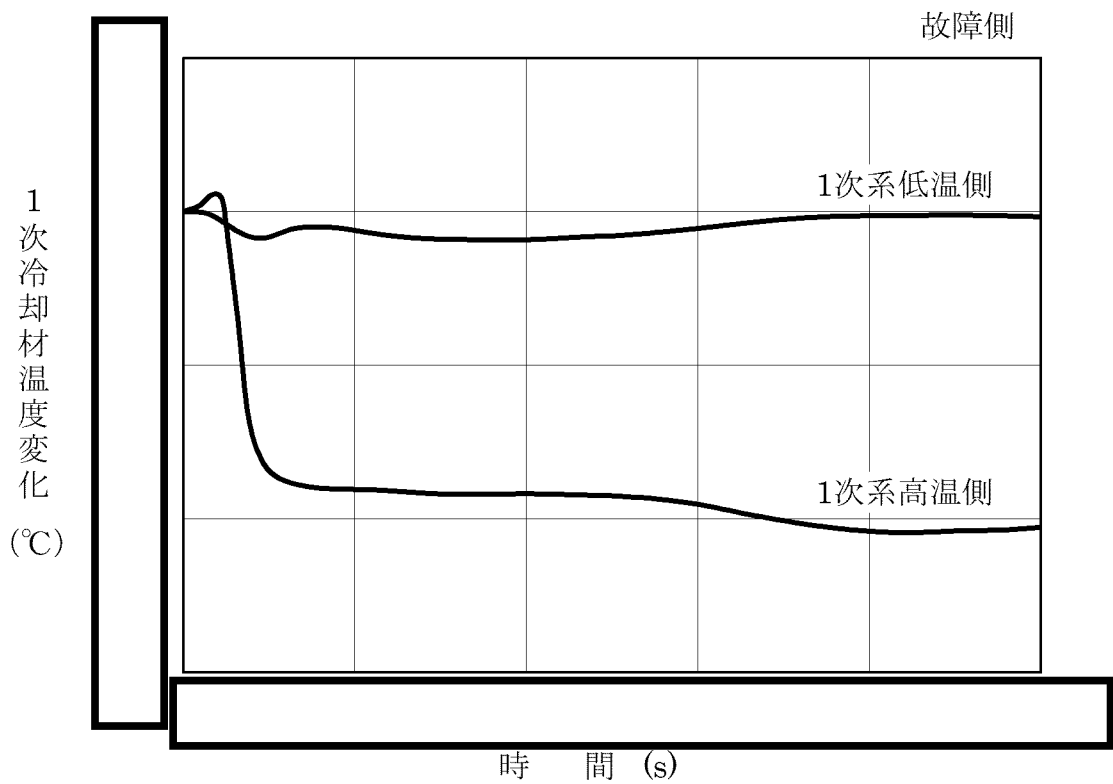
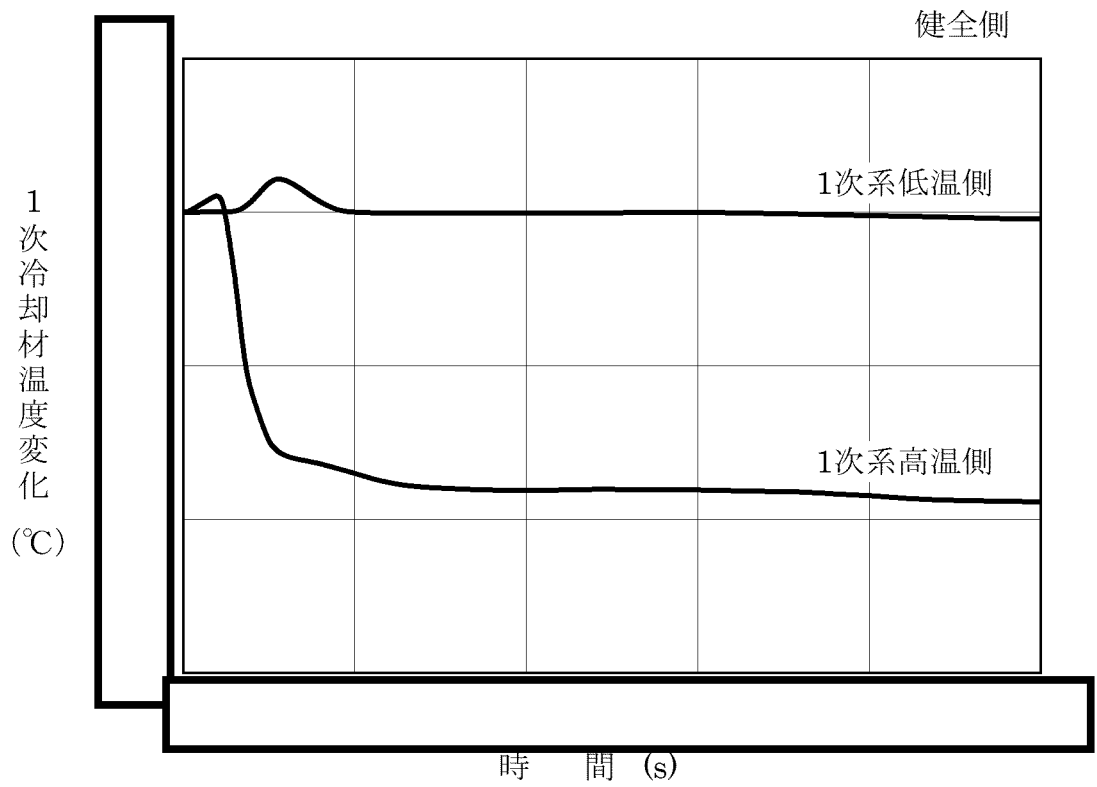
第4-12図 外部電源喪失 (1/2)



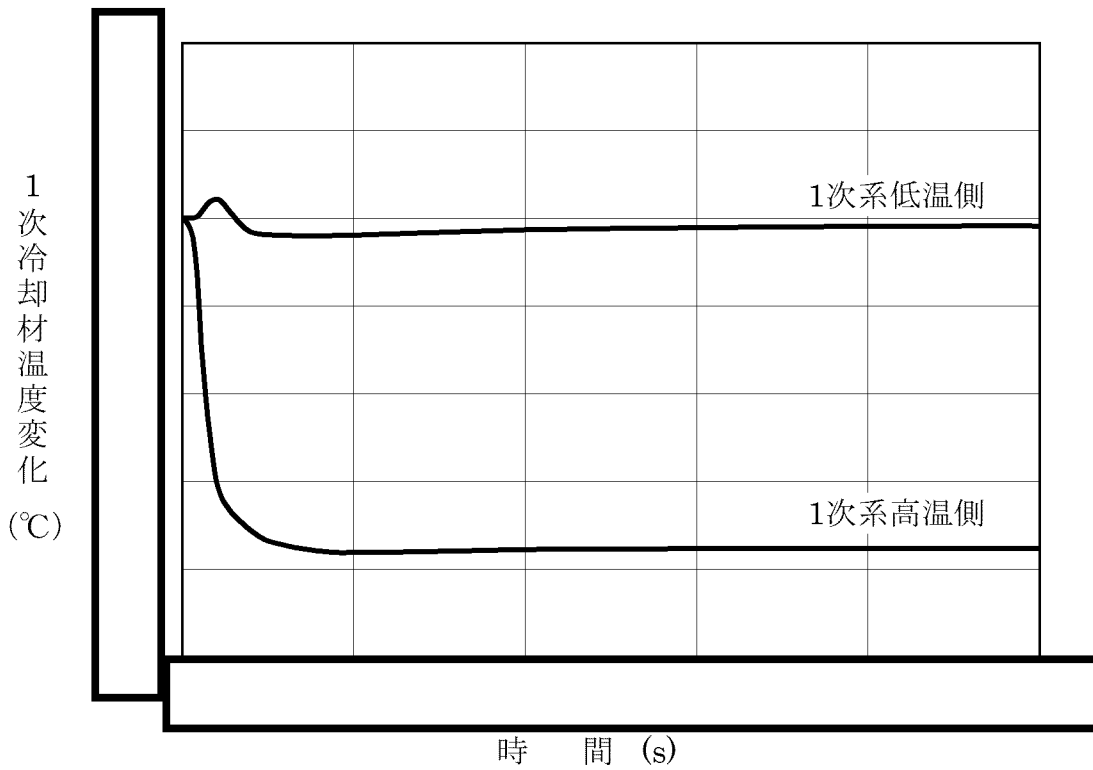
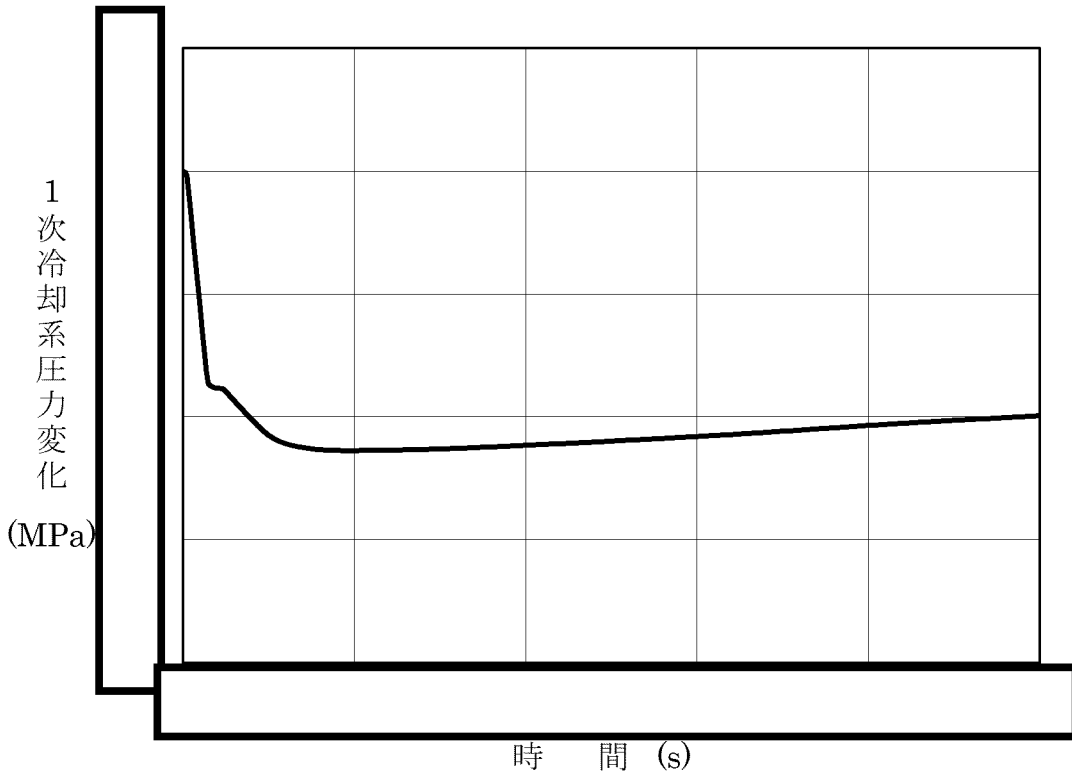
第4-12図 外部電源喪失 (2/2)



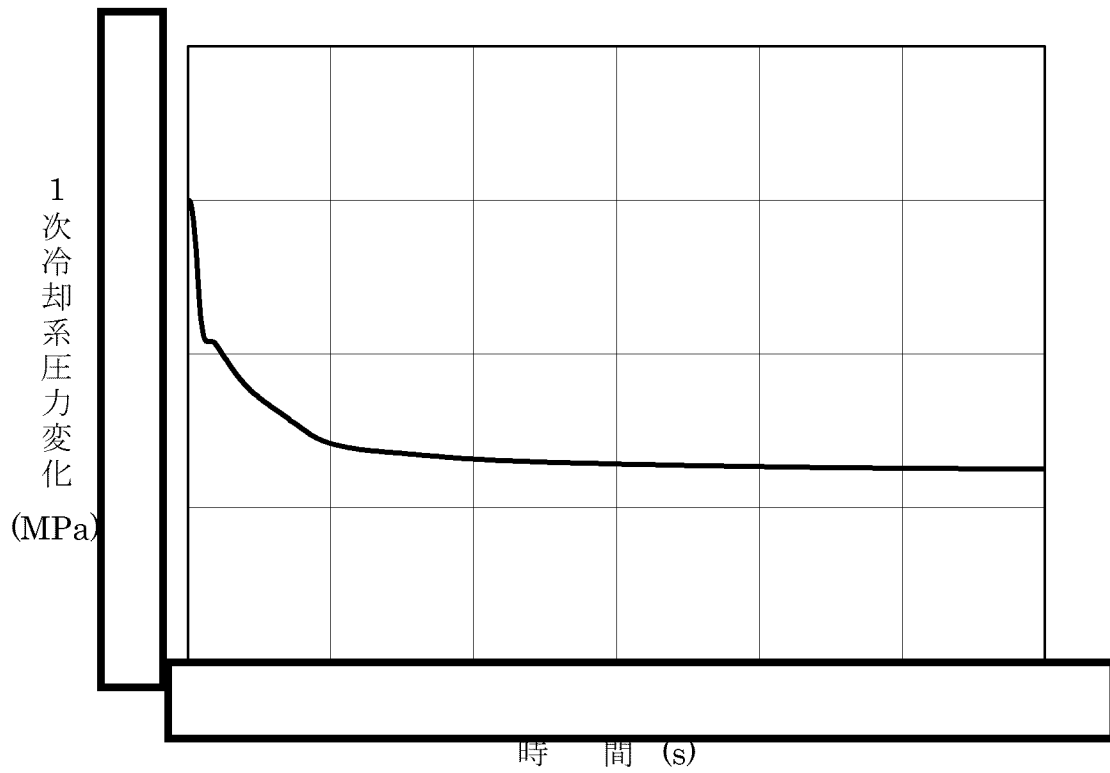
第4-13図 1次冷却材流量の部分喪失 (1/2)



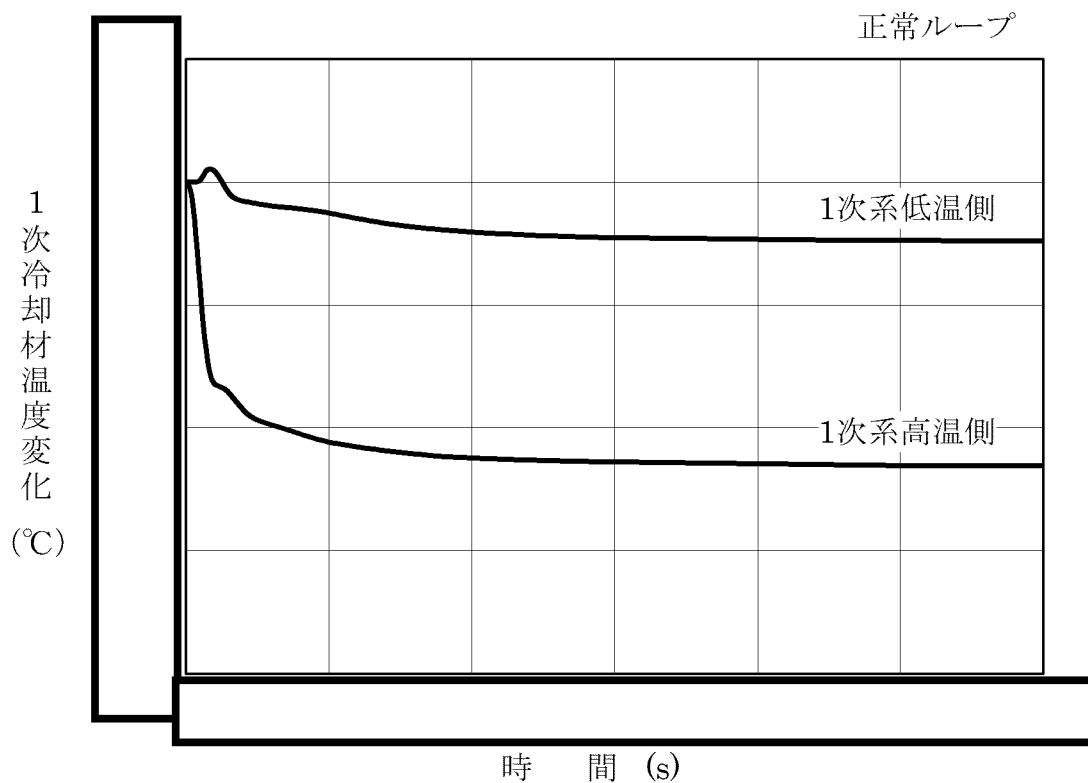
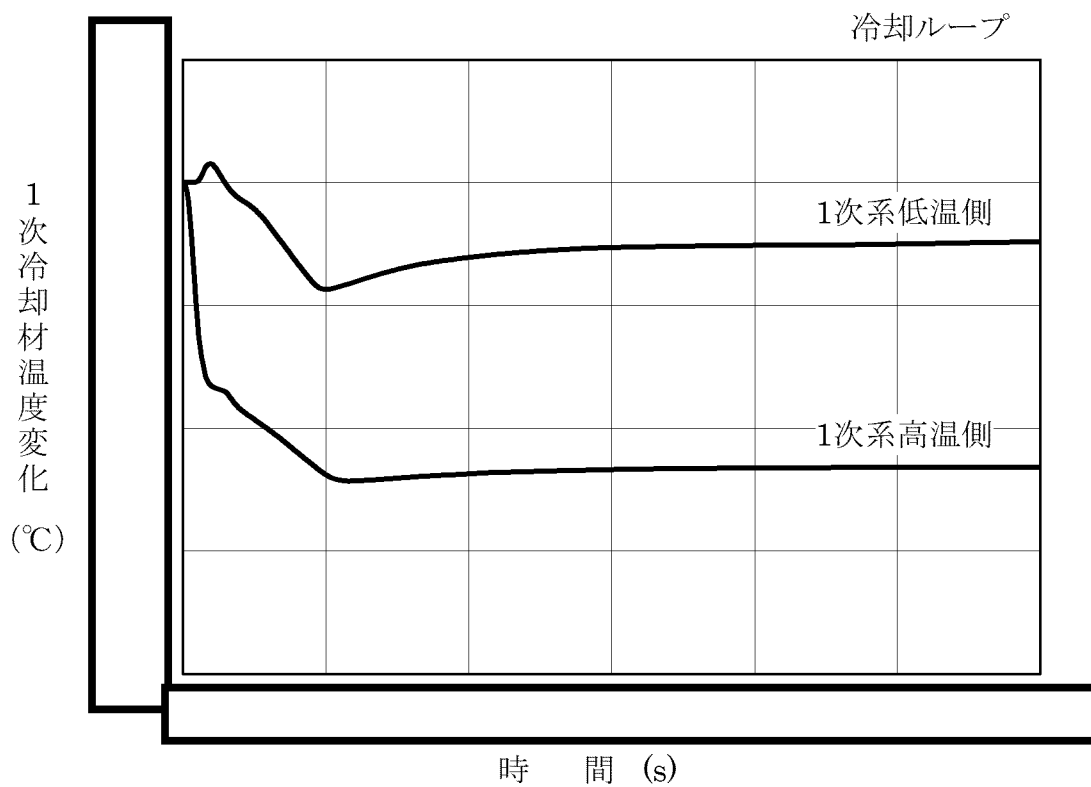
第4-13図 1次冷却材流量の部分喪失 (2/2)



第4-14図 100%からの原子炉トリップ  
 (i) 不注意な冷却を伴わないトリップ

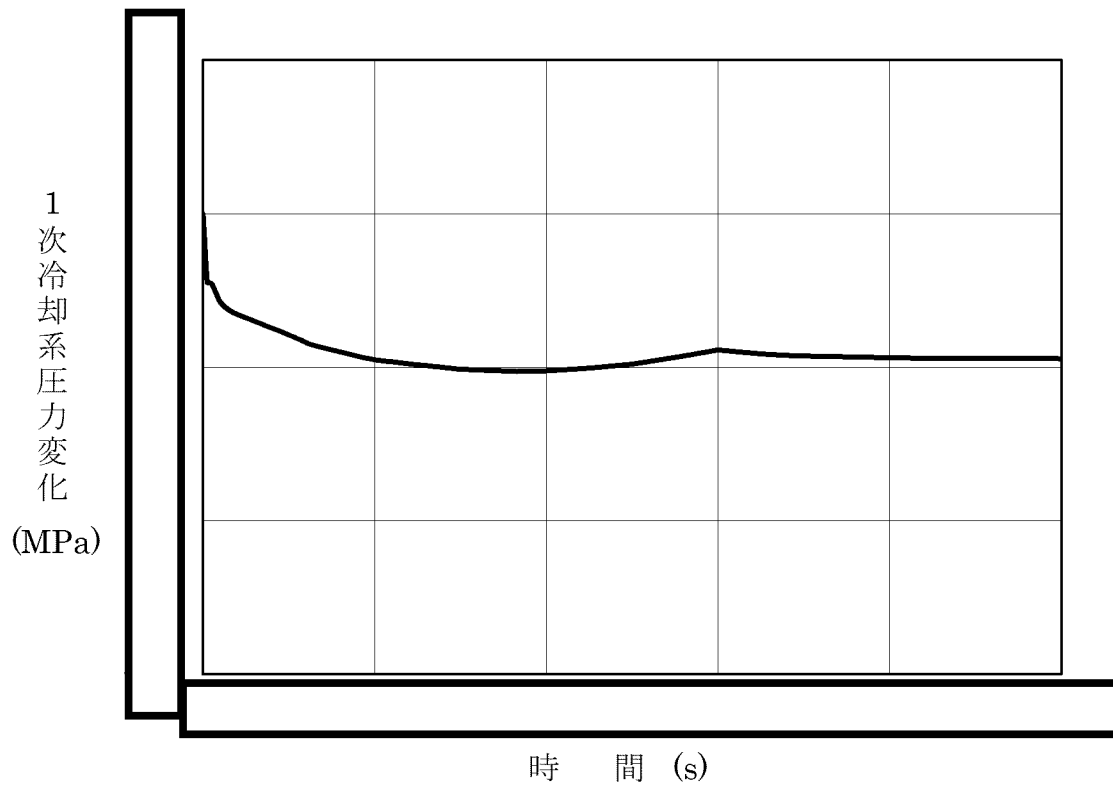


第4-15図 100%からの原子炉トリップ (1/2)  
(ii) 不注意な冷却を伴うトリップ



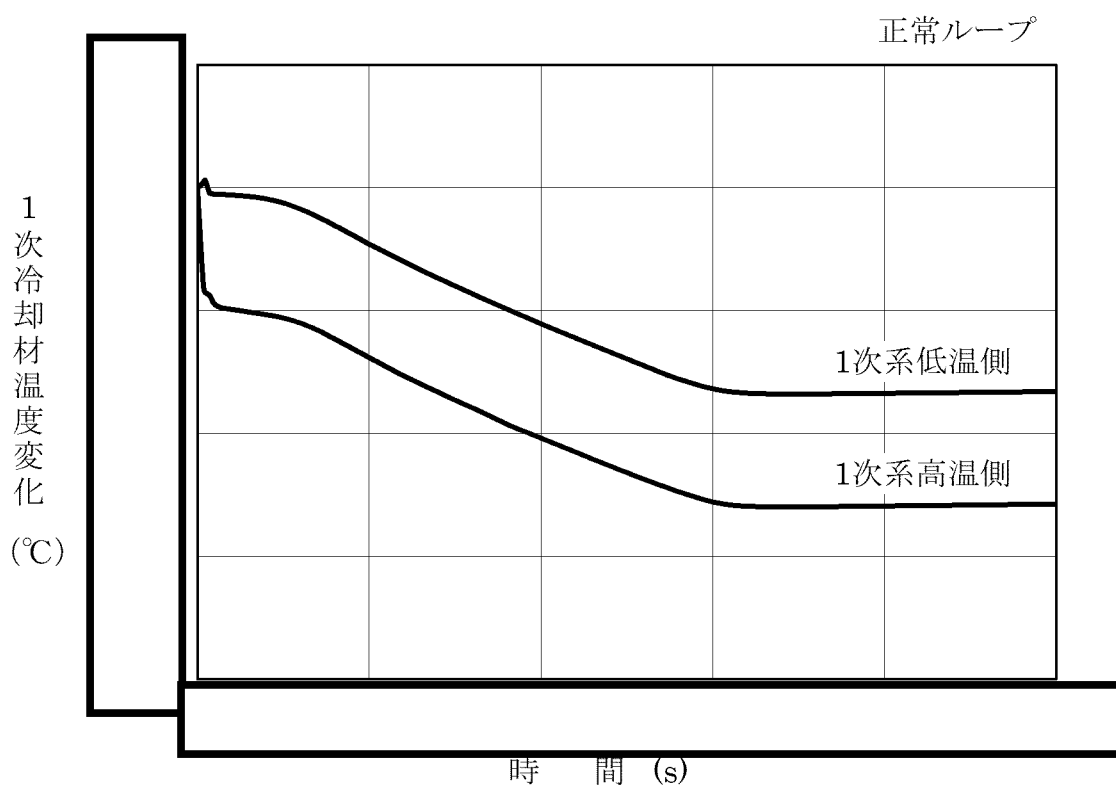
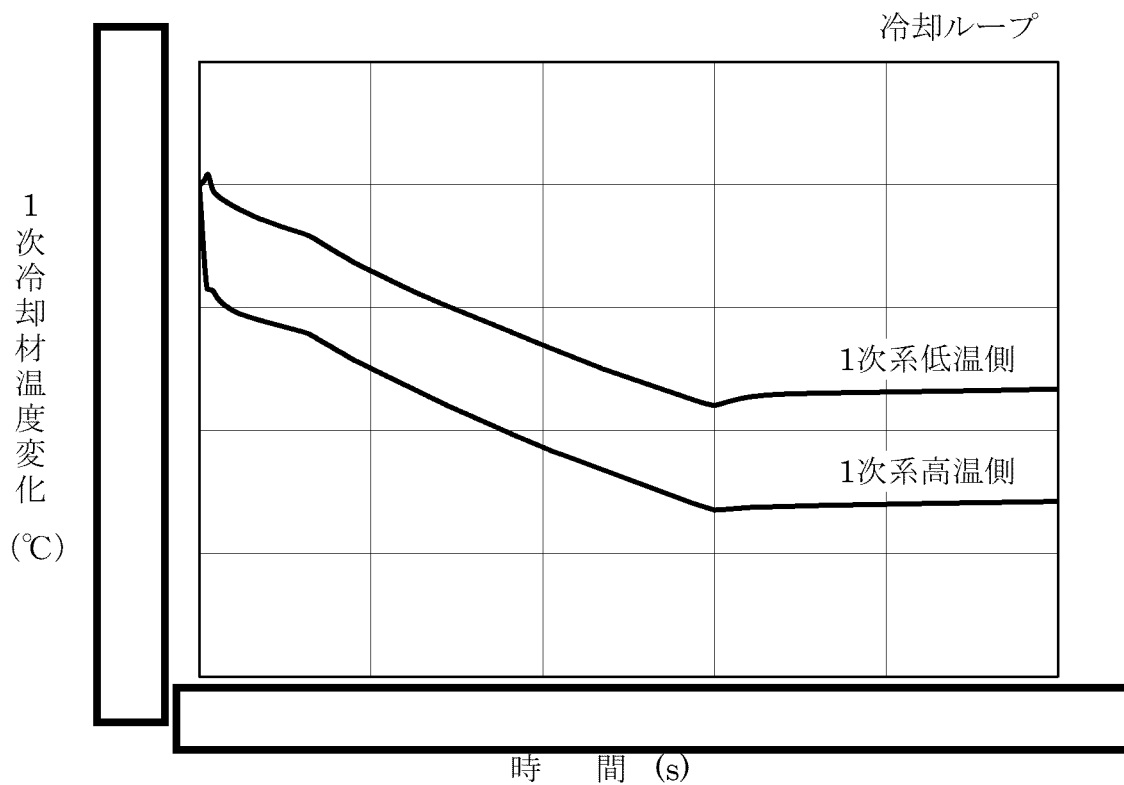
第4-15図 100%からの原子炉トリップ (2/2)

(ii) 不注意な冷却を伴うトリップ



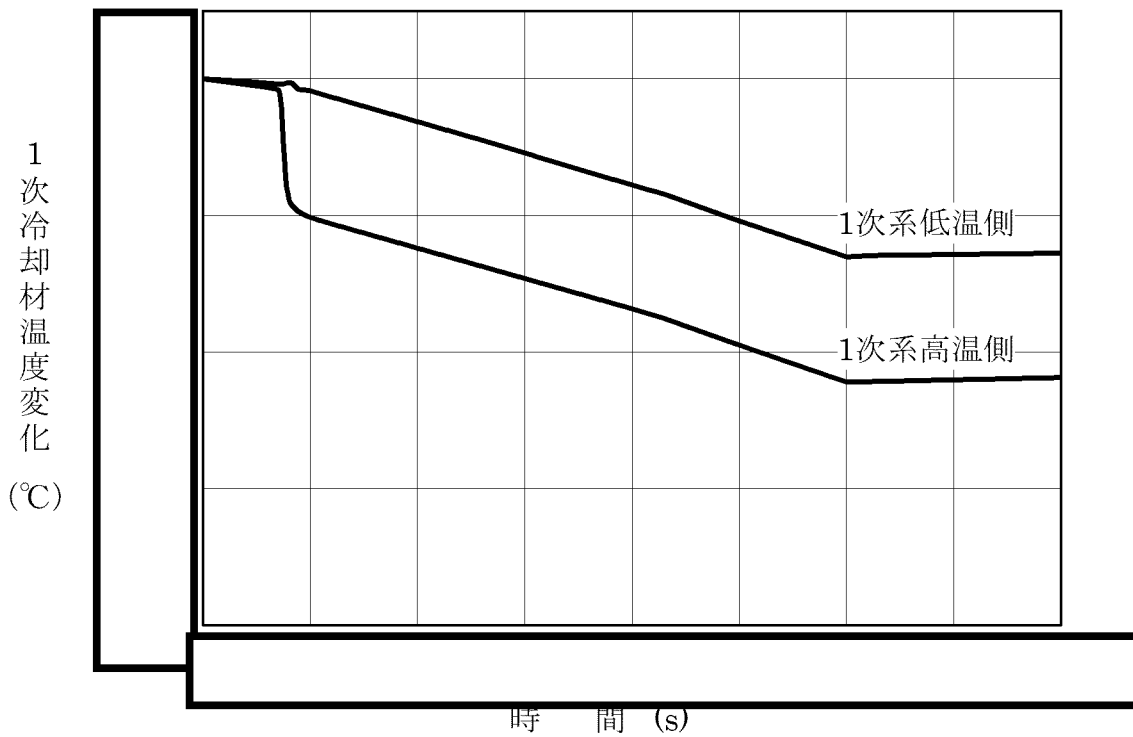
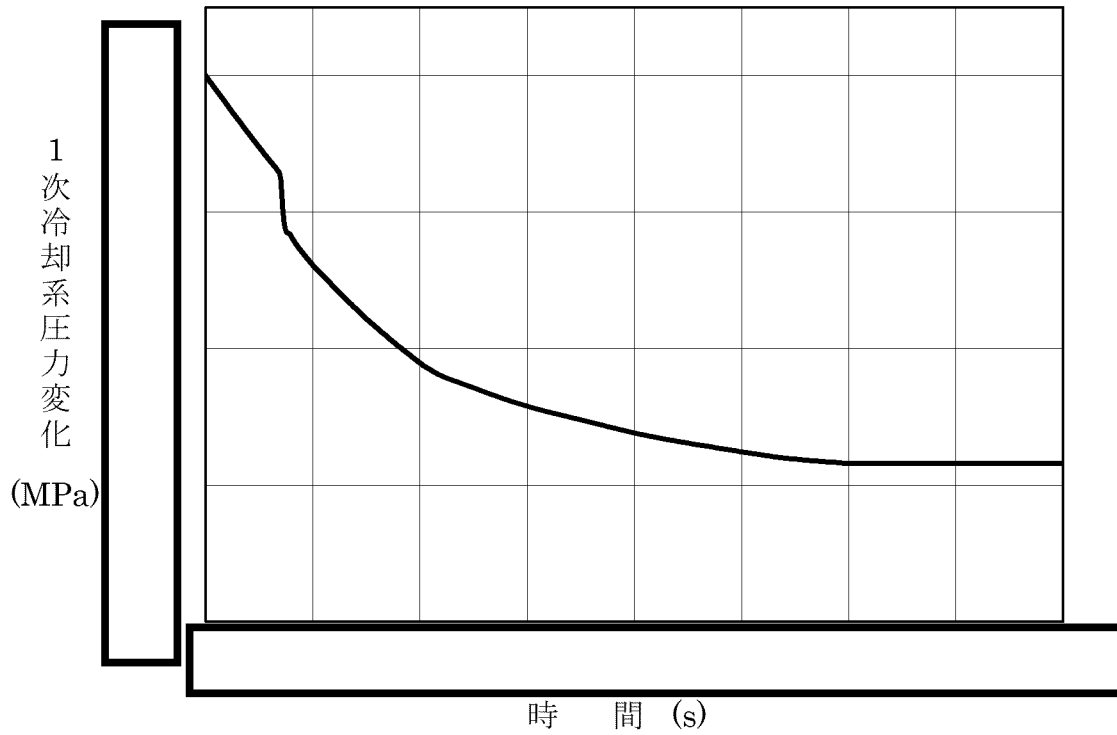
第4-16図 100%からの原子炉トリップ (1/2)  
 (iii) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ



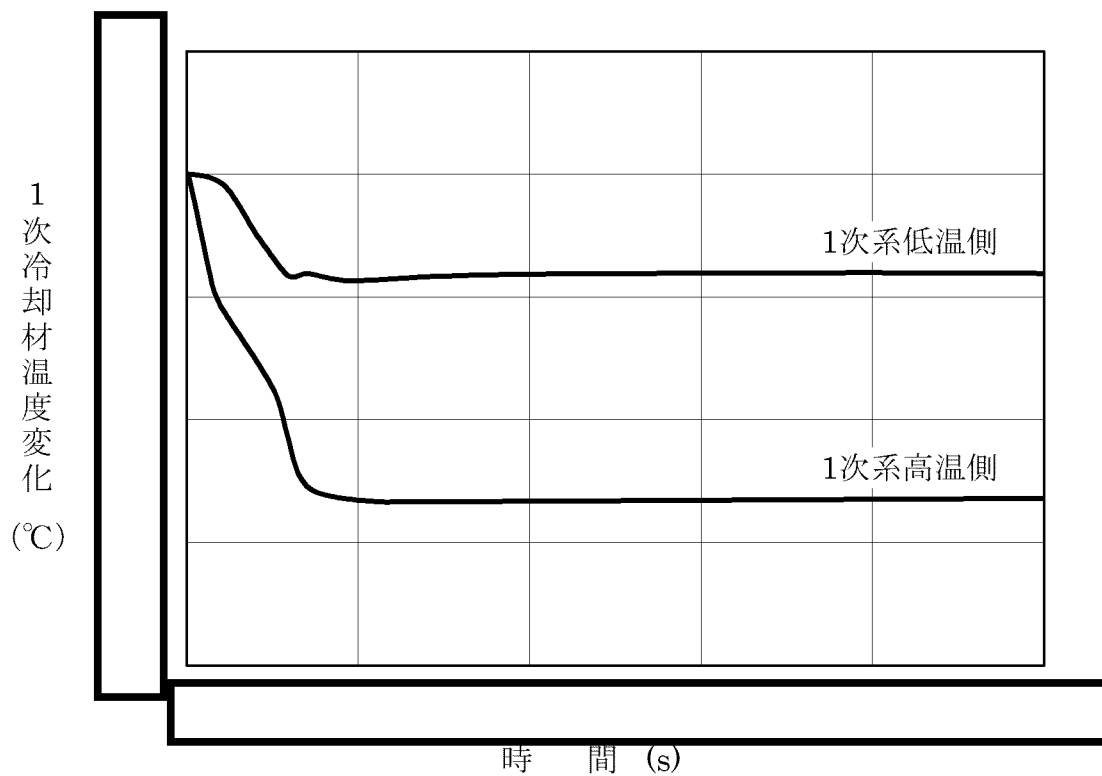
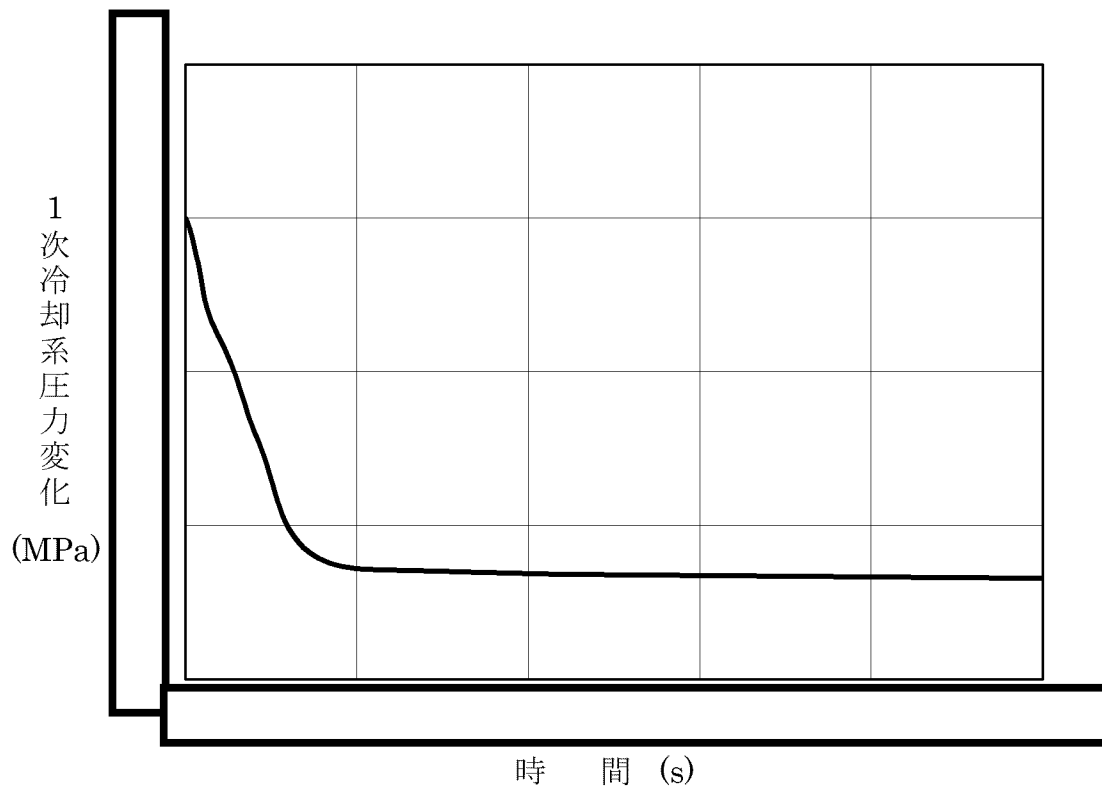


第4-16図 100%からの原子炉トリップ (2/2)

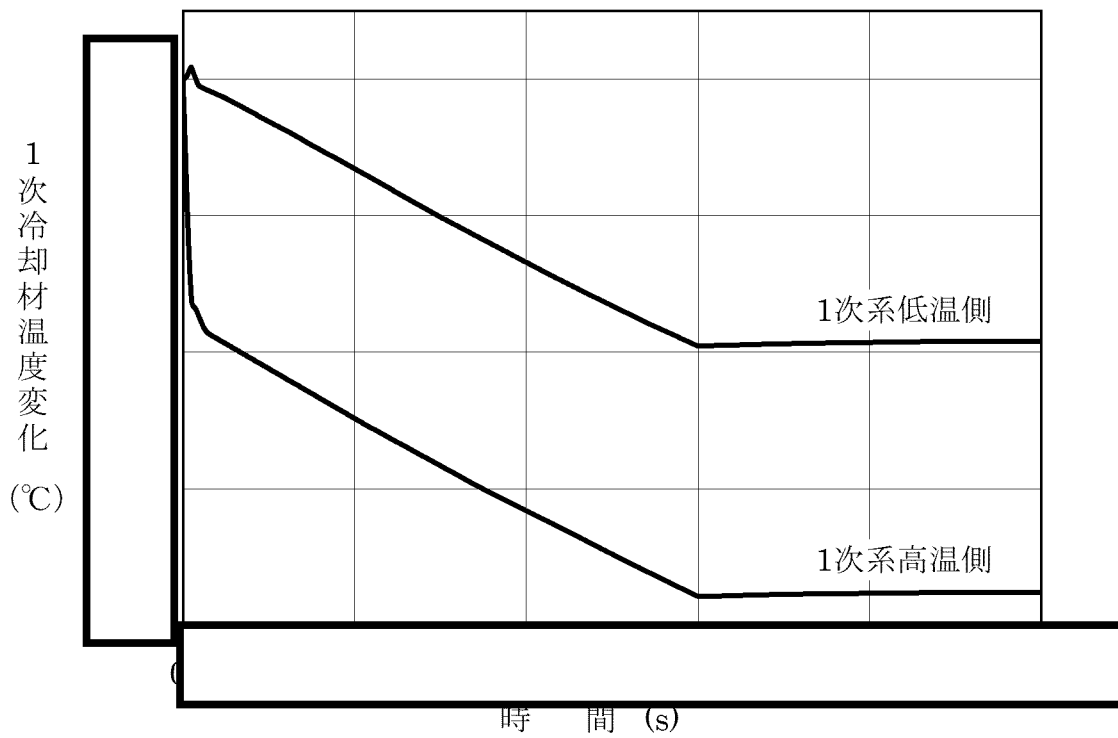
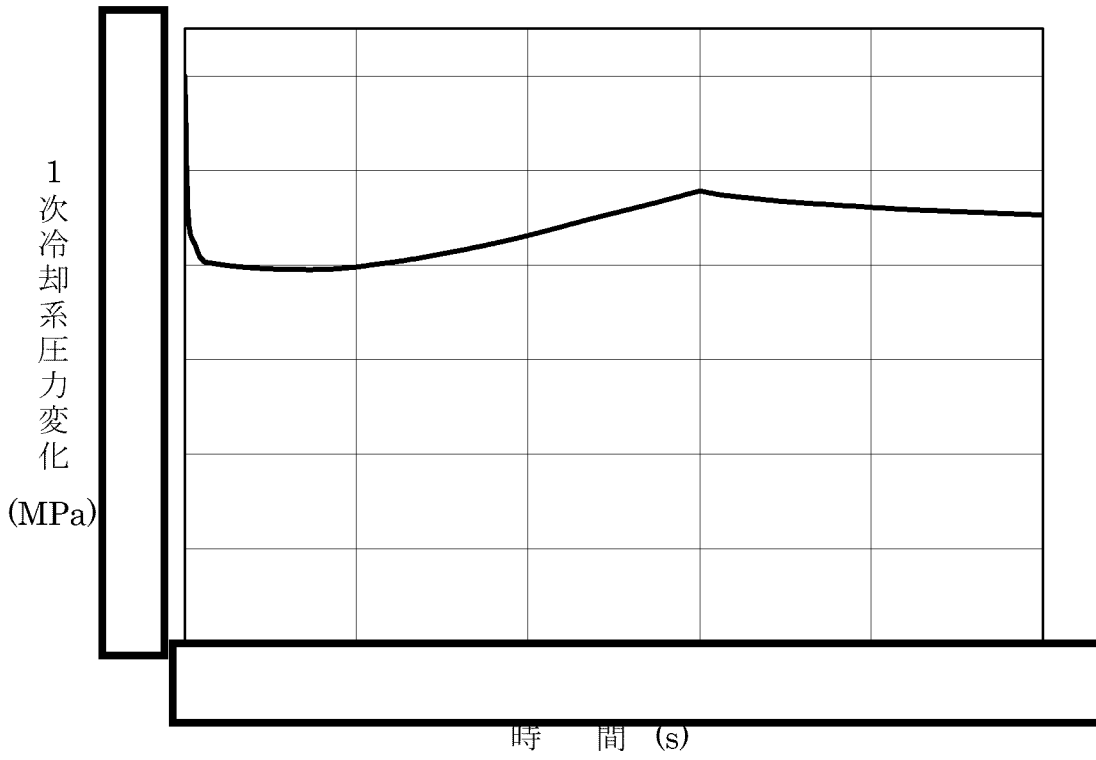
(iii) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ



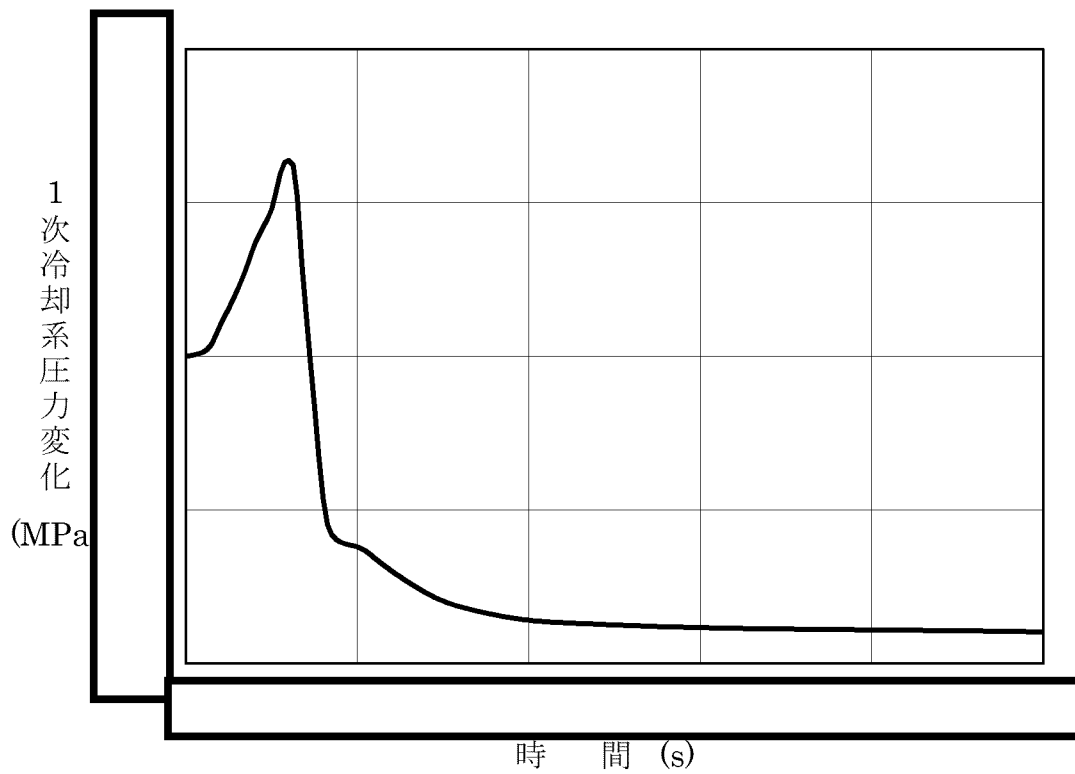
第4-17図 1次冷却系の異常な減圧



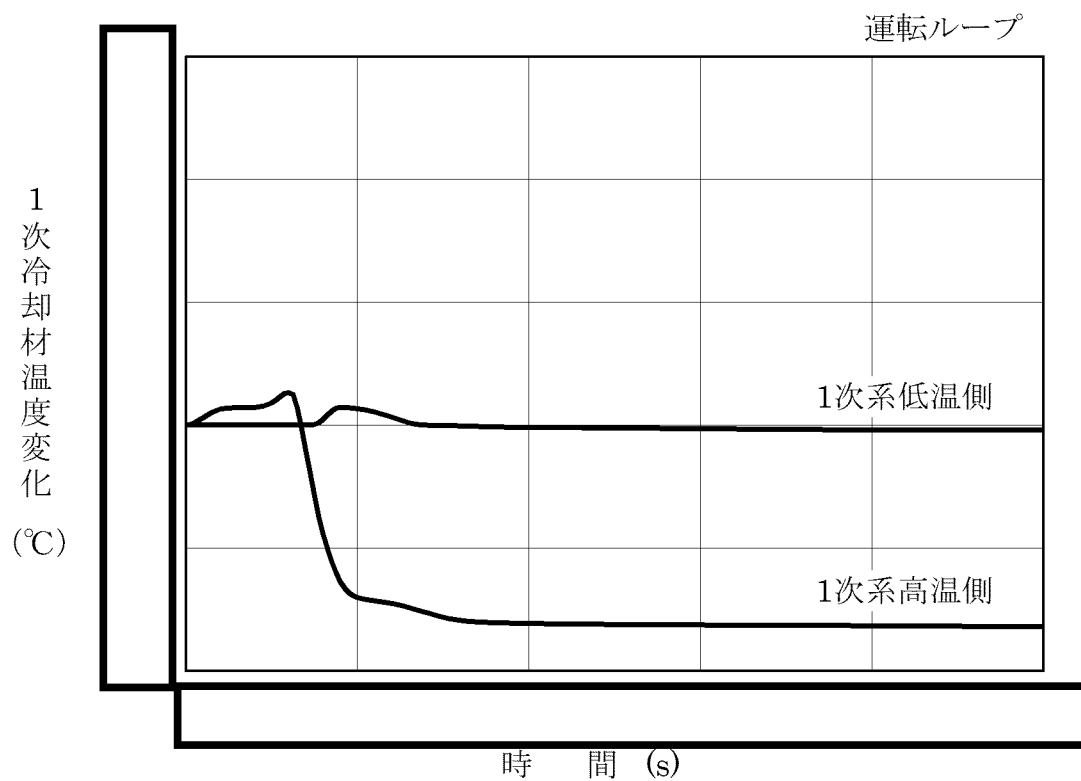
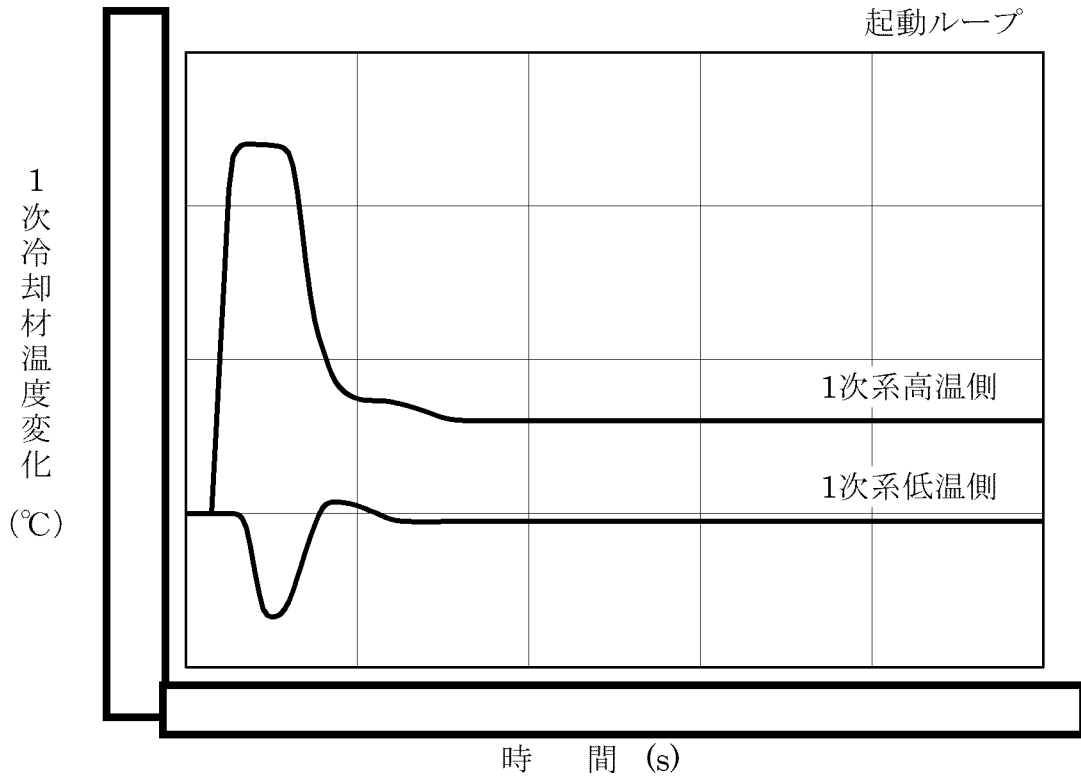
第4-18図 制御棒クラスタの落下



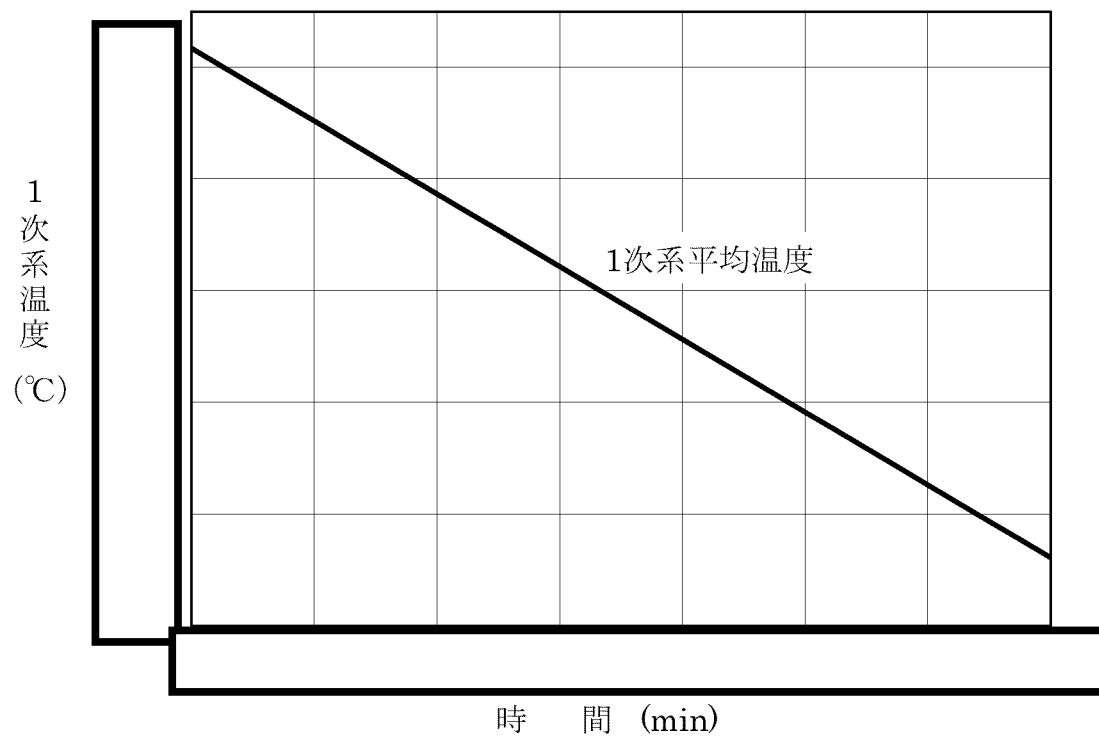
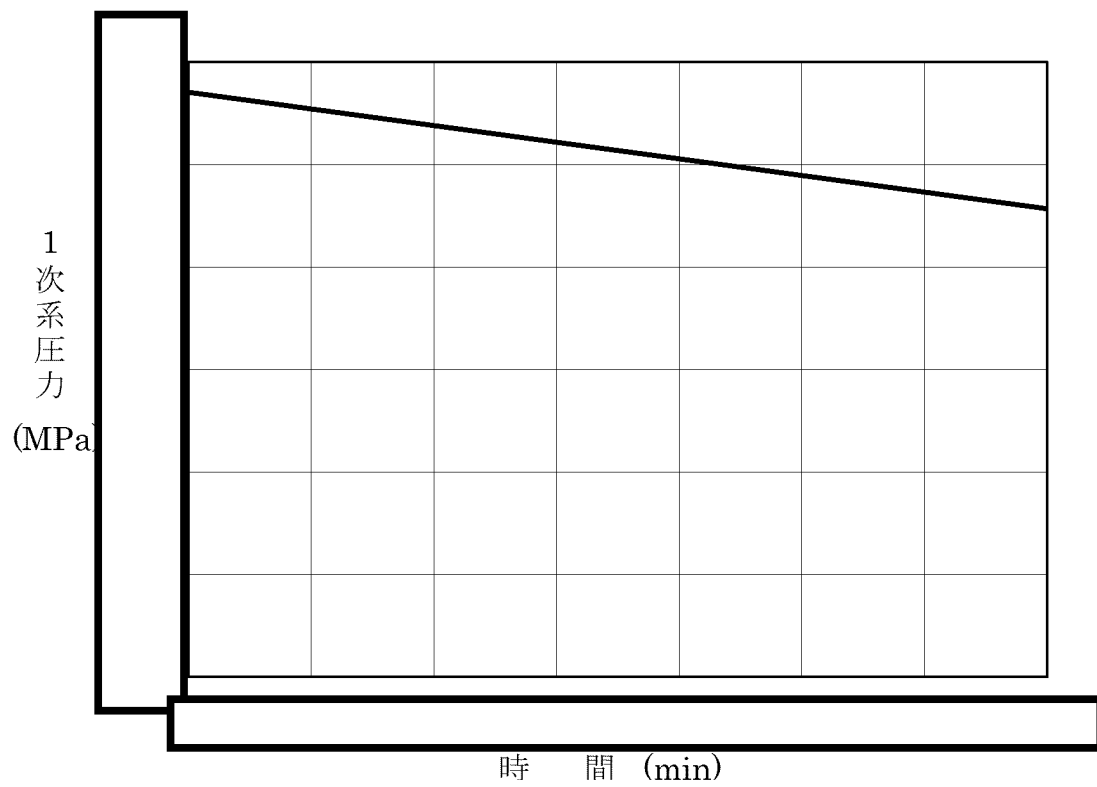
第4-19図 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動



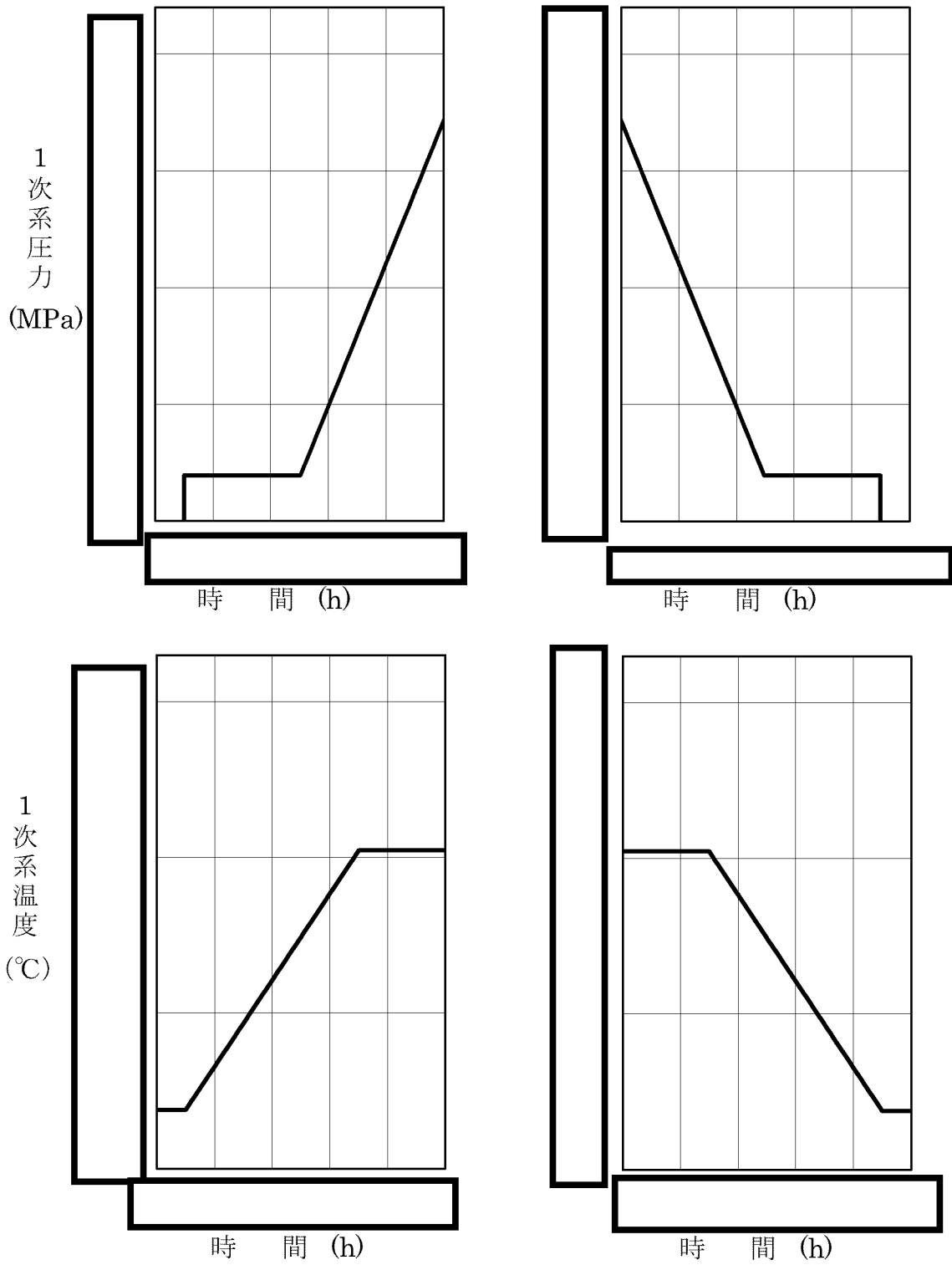
第4-20図 1次冷却系停止ループの誤起動 (1/2)



第4-20図 1次冷却系停止ループの誤起動 (2/2)



第4-21図 タービン回転試験



第4-22図 1次系漏えい試験 (17.16MPa)



#### 4.5 荷重の組合せ

応力解析を行う場合の各供用状態における荷重の組合せを第4-3表に示す。

第4-3表 荷重の組合せ

	圧 力	外 荷 重				熱過渡による 荷 重
		機械的荷重	自 重	熱膨張荷重	事故時荷重	
設 計 条 件	○ (注1)	—	○	—	—	—
供 用 状 態 A 供 用 状 態 B	○ (注2)	—	○	○	—	○ (注6)
供 用 状 態 C	○ (注3)	—	○	—	—	—
供 用 状 態 D	○ (注4)	—	○	—	○ (注5)	—
試 験 状 態	○ (注2)	—	○	—	—	—

(注1) 最高使用圧力を適用する。

(注2) 前述する4.2「設計過渡条件」の圧力を適用する。

(注3) 包絡圧力である18.88MPaを適用する。

(注4) 包絡圧力としては18.88MPaを適用し、「IV-a 1次冷却材喪失事故」又は「IV-b 主蒸気管破断事故」で評価する場合は、事故時のピーク圧力15.41MPaを適用する。

(注5) 「IV-a 1次冷却材喪失事故」又は「IV-b 主蒸気管破断事故」で評価する場合は、平成2年7月10日付け元資庁第15286号にて認可された工事計画の添付資料4-1「原子炉容器の強度計算書」に記載の荷重を加えて強度評価を行う。

(注6) 前述する4.2「設計過渡条件」により生ずる荷重。

## 4.6 荷重の適用

### (1) 設計条件

前述する 4.1 「設計条件」及び 4.3 「外荷重」に示した荷重を用いる。

### (2) 供用状態 A 及び供用状態 B

前述する 4.2 「設計過渡条件」及び 4.3 「外荷重」に示した荷重を用いる。

### (3) 供用状態 C 及び供用状態 D

運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事象において発生する荷重の概要と強度評価上の取扱いは、第 4-4 表のとおりである。

第 4-4 表の各事象における事故時荷重は評価対象部位である原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドへ作用する事故時荷重が小さいことから、供用状態 C の荷重は、包絡圧力に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。

供用状態 D については、包絡圧力、又は、1 次冷却材喪失事故及び主蒸気管破断事故時のピーク圧力に事故時荷重を加えたいずれか大きい方に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。

供用状態 C 及び供用状態 D の荷重に適用する圧力及び温度を第 4-5 表に示す。

ピーク圧力の算出は、強度評価の観点で厳しい温度、圧力変化が得られるように、公開文献「第 1 種機器の設計過渡説明書 (MAPI-1051 改 2 三菱原子力工業株式会社 平成 6 年)」に基づき設定した条件を「三菱 PWR の事故解析計算コードの概要 (MAPI-1017 改 2 三菱原子力工業株式会社 昭和 52 年)」及び「PWR 非常用炉心冷却系安全評価解析コード (MAPI-1035 改 4 三菱原子力工業株式会社 昭和 53 年)」に示される解析コードに入力して得られたものである。

### (4) 試験状態

前述する 4.2 「設計過渡条件」及び 4.3 「外荷重」に示した荷重を用いる。

第4-4表 運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事象に対する荷重の概要と強度評価上の取扱い

事象		事象の概略説明	事故時荷重 <sup>(注1)</sup> <sup>(注2)</sup>	ピーク圧力 (MPa)	強度評価上の取扱い
運 転 状 態 Ⅲ	Ⅲ-a 1次冷却系細管破断事故	口径1B以下の面積の破断を原子炉冷却材圧力バウンダリ内に想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も微小 ( $F_j=13\text{kN}$ )	15.41	包絡圧力に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。 包絡圧力：P=18.88MPa
	Ⅲ-b 主蒸気管小破断事故	口径6B以下の配管の破断を主蒸気管に想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も小さい。 ( $F_j=180\text{kN}$ )	17.31	
	Ⅲ-c 1次冷却材流量喪失事故	4個の1次冷却材ポンプのコーストダウンを想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、事故時荷重は生じない。	17.10	
運 転 状 態 Ⅳ	Ⅳ-a 1次冷却材喪失事故	口径1Bを超える面積の破断を原子炉冷却材圧力バウンダリ内に想定	1次系内の急激な圧力変動があり、ジェット反力も大きい。 ( $F_j=12,000\text{kN}$ )	15.41	包絡圧力、又は、1次冷却材喪失事故及び主蒸気管破断事故時のピーク圧力に事故時荷重を加えたいずれか大きい方に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。 包絡圧力：P=18.88MPa
	Ⅳ-b 主蒸気管破断事故	口径6Bを超える配管の破断を主蒸気管に想定	1次系内に急激な圧力変動はないが、ジェット反力が大きい。 ( $F_j=4,100\text{kN}$ )	15.41	
	Ⅳ-c 1次冷却材ポンプ軸固着事故	1個の1次冷却材ポンプの軸が瞬時に固着することを想定	短期的には1次冷却材ポンプ回りに水撃が起こるが、1次系内の急激な圧力変動は小さく、事故時荷重は生じない。	16.57	
	Ⅳ-d 制御棒クラスタ飛出し事故	最も反応度が高い単一制御棒の炉心からの瞬時放出を想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も微小 ( $F_j=50\text{kN}$ )	17.09	
	Ⅳ-e 主給水管破断事故	主給水管に破断を想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も比較的小さい。 ( $F_j=780\text{kN}$ )	17.56	
	Ⅳ-f 蒸気発生器伝熱管破損事故	1本の伝熱管の破断を想定	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も微小 ( $F_j=8\text{kN}$ )	15.41	

(注1) 事故時に発生する機械的荷重

(注2)  $F_j$ は、ジェット反力を示す。

第4-5表 供用状態C及び供用状態Dの圧力及び温度

供用状態	機器名 圧力、 温度	原子炉容器 (入口管台及び入口管台セーフエンド、並 びに出口管台及び出口管台セーフエンド)
供用状態C	圧 力	18.88 MPa
	温 度	361.3 °C (注1)
供用状態D	圧 力	15.41 MPa (注2) 18.88 MPa
	温 度	324.9 °C (注3) 289.2 °C (注4) 361.3 °C (注1)(注2)

(注1) 18.88MPaに対する飽和温度。

(注2) 事故時荷重を用いる場合に適用する。

(注3) 出口管台及び出口管台セーフエンドに適用する。

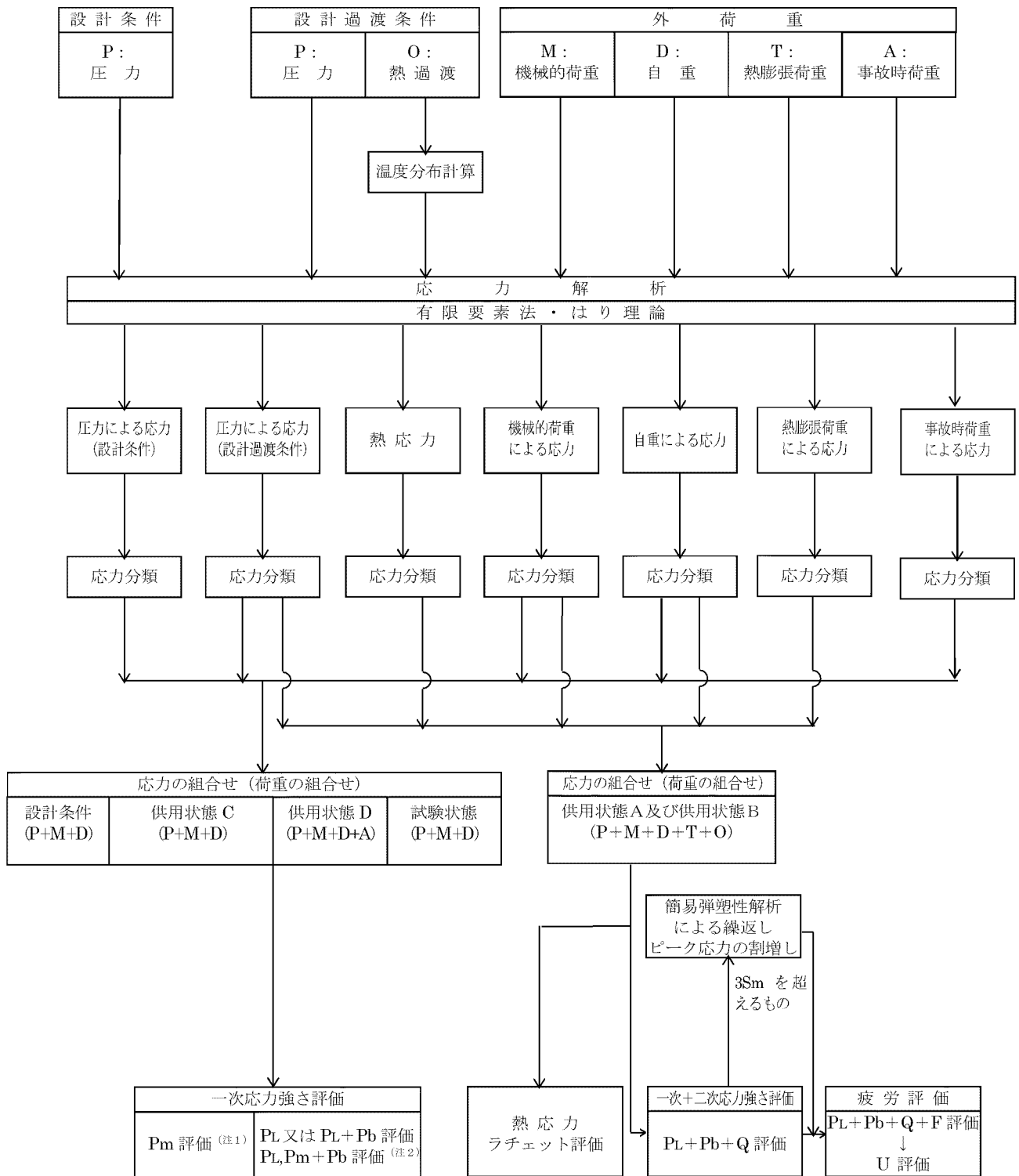
(注4) 入口管台及び入口管台セーフエンドに適用する。

## 5. 応力解析

### 5.1 概 要

第5-1図に示す手順に従って容器の形状、寸法、荷重条件に基づき、圧力、熱、外荷重による応力解析を行う。なお、熱による応力解析を行うに先立って温度分布計算を行う。

荷重条件は前述する4.「荷重条件」に示されているが、各部の計算においては、その部分に加わる荷重条件を選定して解析を行う。



(注1) 圧力による応力は、静力学の釣合いより求める。  
 (注2) 試験状態に適用。

3Sm以下

第5-1図 応力評価フローチャート

## 5.2 温度分布計算

### 5.2.1 温度条件

温度分布計算に用いる温度条件を第5-1表に示す。

なお、詳細については資料6-3-2「クラス1容器の強度計算書」による。

第5-1表 温度条件

機 器 名	適 用 箇 所	温 度 <sup>(注)</sup>
原子炉容器	出口管台及び出口管台セーフエンド	T <sub>H</sub>
	入口管台、入口管台セーフエンド及び上部胴	T <sub>C</sub>

(注) 温度の記号は次のとおりである。

T<sub>H</sub> : 1次系高温側温度

T<sub>C</sub> : 1次系低温側温度

### 5.2.2 計算方法

温度分布計算には有限要素法を用いる。

有限要素法は任意の形状の物体の定常状態及び非定常状態における温度分布を計算する手法である。

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの温度分布計算に用いる2次元有限要素法は対象とする物体をすべて軸対称として扱い、境界条件もすべて軸対称として扱う。

断面は任意の三角形又は四角形の有限要素に分割し、構造物はこれらの断面形状をしたドーナツ形の要素の集合体として計算する。



### 5.3 外荷重の算出

入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応力評価に用いる自重及び熱膨張荷重を算定するための自重解析及び熱膨張解析では、原子炉容器、1次冷却ループ（蒸気発生器、1次冷却材ポンプ及び1次冷却材管）、主蒸気管及び主給水管を多質点系はりモデルに置換し、自重解析及び熱膨張解析を行う。事故時荷重は平成2年7月10日付け元資庁第15286号にて認可された工事計画の添付資料4-1「原子炉容器の強度計算書」に記載の荷重を使用する。

#### 5.3.1 基本方針

自重解析及び熱膨張解析に使用する解析モデル及び諸元は、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3-17-3-23「1次冷却材管の耐震計算書」に示す解析モデル及び諸元から1次冷却設備の構成、材料、寸法及び質量の諸元に変更がないことから、同工事計画にて認可された解析モデル及び諸元を使用する。

#### 5.3.2 自重及び熱膨張荷重

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに使用する荷重を以下の表に示す。また、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに作用する荷重の軸力及び曲げモーメントの方向を第5-2図及び第5-3図に示す。評価に用いる荷重は正負両方向の荷重を考慮する。

応力解析に使用する自重及び熱膨張荷重は、モーメント： $(M_x^2+M_y^2+M_z^2)^{1/2}$ が最大となる管台の荷重値を選定する。

但し、モーメントが同値となる管台が複数ある場合は、軸力： $(F_x^2+F_y^2+F_z^2)^{1/2}$ が最大となる管台の自重を選定する。

入口管台部荷重（自重）	： 第5-2表
入口管台部荷重（熱膨張）	： 第5-3表
出口管台部荷重（自重）	： 第5-4表
出口管台部荷重（熱膨張）	： 第5-5表

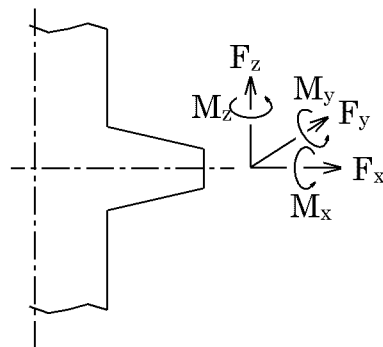
表中の(A)はループA、(B)はループB、(C)はループC、(D)はループDの部位における自重及び熱膨張荷重を示す。

第5-2表 入口管台部荷重（自重）

部位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
入口管台 (A)	自重	1	-2	-68	-41	87	-8
入口管台 (B)	自重	1	2	-68	41	87	9
入口管台 (C)	自重	6	5	-64	-37	82	13
入口管台 (D)	自重	6	-6	-64	37	82	-14

第5-3表 入口管台部荷重 (熱膨張)

部位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
入口管台 (A)	定格出力	136	142	-348	-373	906	217
	無負荷	-2	-7	-334	-392	875	75
	負荷損失	107	112	-372	-406	970	204
	外電有り	70	70	-353	-398	921	137
	外電無し	-1	-5	-382	-448	1000	94
入口管台 (B)	定格出力	136	-142	-348	373	906	-216
	無負荷	-2	7	-334	393	875	-75
	負荷損失	106	-111	-372	406	970	-203
	外電有り	70	-69	-353	398	921	-137
	外電無し	-2	5	-382	448	1000	-93
入口管台 (C)	定格出力	112	106	-334	-379	896	113
	無負荷	-26	-40	-330	-398	865	-21
	負荷損失	78	69	-367	-413	958	81
	外電有り	51	41	-350	-403	912	57
	外電無し	-31	-47	-337	-455	988	-28
入口管台 (D)	定格出力	113	-107	-334	379	896	-115
	無負荷	-25	40	-331	398	865	19
	負荷損失	78	-70	-367	413	958	-84
	外電有り	52	-42	-350	403	913	-60
	外電無し	-30	46	-378	455	988	26



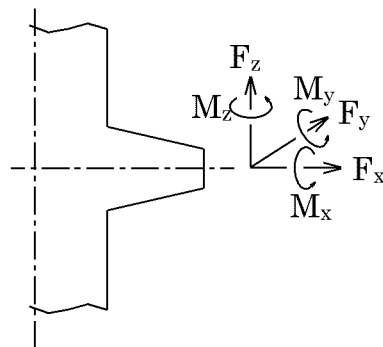
第5-2図 入口管台部座標系

第5-4表 出口管台部荷重（自重）

部位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
出口管台 (A)	自重	3	3	-158	4	374	-4
出口管台 (B)	自重	4	-2	-158	-5	373	5
出口管台 (C)	自重	-3	2	-148	-3	351	20
出口管台 (D)	自重	-3	-3	-146	4	348	-21

第5-5表 出口管台部荷重 (熱膨張)

部位	荷重の種類	軸力(kN)			曲げモーメント(kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
出口管台 (A)	定格出力	-176	118	-1032	-47	3126	335
	無負荷	24	61	-936	-38	2824	384
	負荷損失	-133	111	-1091	-50	3290	386
	外電有り	-78	90	-1011	-41	3069	348
	外電無し	22	71	-1072	-44	3229	447
出口管台 (B)	定格出力	-175	-117	-1032	47	3125	-334
	無負荷	25	-60	-936	37	2823	-383
	負荷損失	-131	-111	-1091	50	3288	-385
	外電有り	-77	-90	-1011	41	3068	-347
	外電無し	24	-70	-1071	43	3228	-445
出口管台 (C)	定格出力	-98	91	-1013	-15	3083	172
	無負荷	102	40	-914	-9	2774	245
	負荷損失	-40	82	-1068	-13	3239	201
	外電有り	-12	69	-990	-16	3023	224
	外電無し	120	43	-1047	-7	3172	264
出口管台 (D)	定格出力	-99	-91	-1013	16	3083	-176
	無負荷	101	-41	-914	11	2775	-249
	負荷損失	-41	-83	-1069	14	3239	-205
	外電有り	-14	-70	-990	17	3023	-228
	外電無し	118	-43	-1047	9	3172	-269



第5-3図 出口管台部座標系

### 5.3.3 事故時荷重

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに使用する荷重を以下の表に示す。また、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに作用する荷重の軸力及び曲げモーメントの方向を第5-2図及び第5-3図に示す。

入口管台部荷重（事故時荷重）：第5-6表

出口管台部荷重（事故時荷重）：第5-7表

第5-6表 入口管台部荷重（事故時荷重）

部位	荷重の種類		軸力(kN)			曲げモーメント (kN・m)		
			F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
入口管台	健全 ループ	管台 反力	837	-186	-97	32	138	205

(注) 平成2年7月10日付け元資庁第15286号にて認可された工事計画の添付資料4-1「原子炉容器の強度計算書」において記載されている、入口管台の強度評価に用いる事故時荷重をSI単位に換算したものの。

第5-7表 出口管台部荷重（事故時荷重）

部位	荷重の種類		軸力(kN)			曲げモーメント (kN・m)		
			F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
出口管台	破断 ループ	管台 反力	1,425	172	-293	4	370	533

(注) 平成2年7月10日付け元資庁第15286号にて認可された工事計画の添付資料4-1「原子炉容器の強度計算書」において記載されている、出口管台の強度評価に用いる事故時荷重をSI単位に換算したものの。

## 5.4 圧力、熱等による応力の計算

### 5.4.1 応力計算

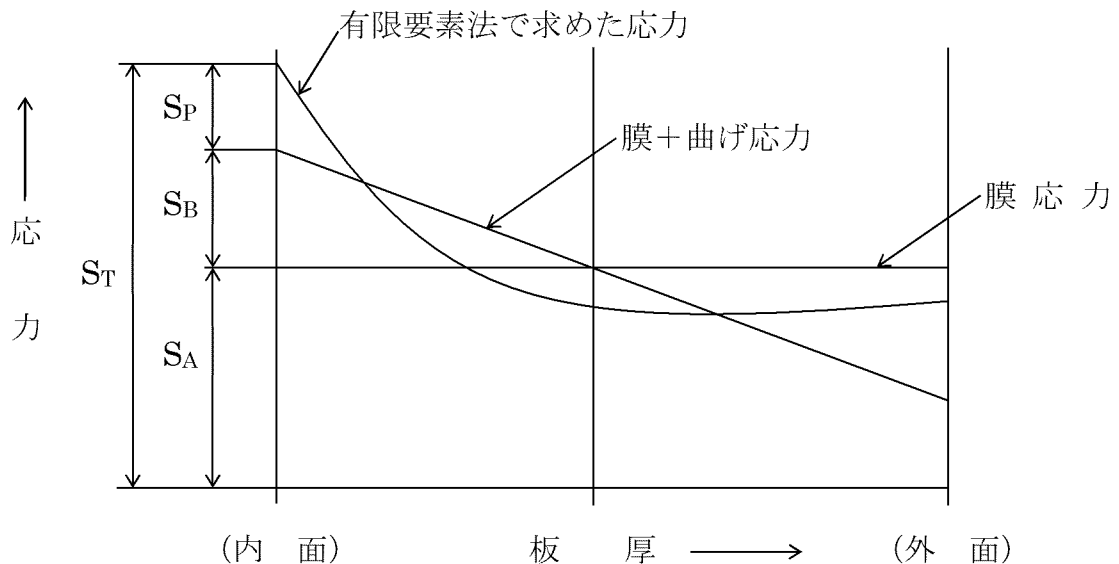
圧力による応力及び熱応力の算出に当たっては、有限要素法を用いる。

有限要素法では、解析しようとする構造物をすべて2次元弾性軸対称として扱い、荷重もすべて軸対称として扱う。断面は任意の三角形又は四角形の有限要素に分割し、構造物はこれらの断面形状をしたドーナツ形の要素の集合体として計算する。

### 5.4.2 応力分類

有限要素法で計算した応力は、膜+曲げ+ピーク応力(全応力)であり、応力評価を行うためには、この応力を下図に示すように、膜応力、曲げ応力及びピーク応力に分類する必要がある。

応力分類は、応力計算に引き続いて実施する。



$S_T$  : 膜+曲げ+ピーク応力 (内面における全応力)

$S_P$  : ピーク応力 (内面における)

$S_B$  : 曲げ応力 (内面における)

$S_A$  : 膜応力

## 5.5 外荷重による応力の計算

外荷重（機械的荷重、自重、熱膨張荷重）により圧力容器に取り付けられた管台に生じる応力は、以下の手順により求める。

### 5.5.1 荷重条件

解析に用いる荷重としては、第5-4図に示すような力及びモーメントが管台評価点に作用するものとする。

### 5.5.2 応力計算

管台に外荷重が作用する時、管台の断面に生じる応力は、次に示すはり理論の方法により求める。

$$\text{管台部の断面積 } A = \pi (r_o^2 - r_i^2)$$

$$\text{管台部の断面二次モーメント } I = \pi (r_o^4 - r_i^4) / 4$$

ここで、

$r$  : 半径 ( $r_o$  ; 外半径又は  $r_i$  ; 内半径)

#### (1) 膜応力

$$\text{引張又は圧縮応力 (A,B,C,D点)} \quad \sigma_x = \frac{F_x}{A}$$

$$\text{せん断応力 (A,B点)} \quad \tau = \frac{M_x \cdot r}{2I} \mp \frac{F_y}{A}$$

$$\text{(C,D点)} \quad \tau = \frac{M_x \cdot r}{2I} \mp \frac{F_z}{A}$$

#### (2) 膜+曲げ応力

$$\text{引張又は圧縮応力 (A,B点)} \quad \sigma_x = \frac{F_x}{A} \pm \frac{M_y - F_z \cdot L}{I} \cdot r$$

$$\text{(C,D点)} \quad \sigma_x = \frac{F_x}{A} \pm \frac{M_z + F_y \cdot L}{I} \cdot r$$

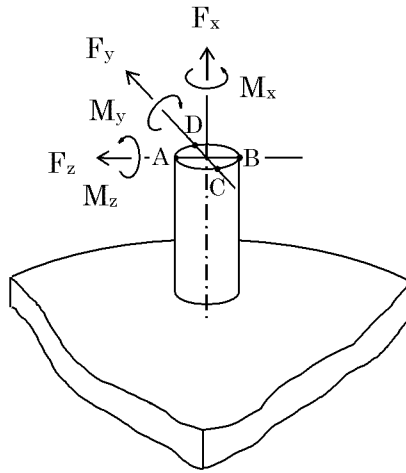
$$\text{せん断応力 (A,B点)} \quad \tau = \frac{M_x \cdot r}{2I} \mp \frac{F_y}{A}$$

$$\text{(C,D点)} \quad \tau = \frac{M_x \cdot r}{2I} \mp \frac{F_z}{A}$$



(3) ピーク応力

構造不連続部のピーク応力については、応力集中を考慮するため、(2)「膜＋曲げ応力」に応力集中係数を乗ずる。



第5-4図 管台に作用する荷重

5.6 応力集中係数

有限要素法にて計算した応力は、応力集中の影響を含んだ一次＋二次＋ピーク応力であるため、計算結果をそのまま使用する。

なお、外荷重によるピーク応力の算出に用いる応力集中係数については、JSME PVB-3130により設定する。

## 6. 強度評価

### 6.1 概要

応力解析結果を用いて、一次応力強さの評価、一次+二次応力強さの評価、疲労評価及び熱応力ラチェット評価を行う。

### 6.2 応力強さの計算

各荷重条件に対して計算された応力は、第3-1表に従って、応力成分ごとに一次応力、二次応力、ピーク応力に分類され、更に供用状態ごとに第4-3表に従って合計される。

この合計された応力は、一般に $\sigma_x, \sigma_\theta, \sigma_r, \tau_{x\theta}, \tau_{\theta r}, \tau_{rx}$ の6成分をもつが、主応力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ はこの6成分より次式を満足する3根として計算される。

$$\begin{aligned} \sigma^3 - (\sigma_x + \sigma_\theta + \sigma_r) \sigma^2 + (\sigma_\theta \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_x + \sigma_x \cdot \sigma_\theta - \tau_{x\theta}^2 \\ - \tau_{\theta r}^2 - \tau_{rx}^2) \sigma - \sigma_x \cdot \sigma_\theta \cdot \sigma_r + \sigma_x \cdot \tau_{\theta r}^2 + \sigma_\theta \cdot \tau_{rx}^2 \\ + \sigma_r \cdot \tau_{x\theta}^2 - 2 \tau_{x\theta} \cdot \tau_{rx} \cdot \tau_{\theta r} = 0 \end{aligned}$$

応力成分が $\sigma_x, \sigma_\theta, \sigma_r, \tau_{x\theta}$ だけのときは、次式で得られる。

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_\theta}{2} \pm \left( \left( \frac{\sigma_x - \sigma_\theta}{2} \right)^2 + \tau_{x\theta}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_3 = \sigma_r$$

応力強さは主応力の代数的な最大値と最小値の差であり、次式により計算した値のうち最大絶対値をいう。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1$$

### 6.3 一次応力強さの評価 (JSME PVB-3111)

$P_m, P_L, P_L + P_b$  (試験状態においては $P_m + P_b$ ) は、設計条件、供用状態C、供用状態D及び試験状態において評価する。

但し、 $P_L$ の許容値は $P_L + P_b$ の許容値以上であり、かつ設計条件、供用状態C及び供用状態Dにおける $P_L$ の最大値は、 $P_L + P_b$ の最大値以下であるため、 $P_b$ に分類すべき応力が発生する場合は、 $P_L$ の評価は $P_L + P_b$ の評価で代表する。

#### 6.4 一次＋二次応力強さの評価（JSME PVB－3112）

$P_L+P_b+Q$ の応力強さのサイクルにおける、その最大値と最小値との差を供用状態A及び供用状態Bにおいて評価する。

#### 6.5 疲労評価（JSME PVB－3114及びPVB－3300）

疲労解析は、破壊モードのひとつとして疲労破壊を考慮し、それに対する容器の健全性を保証するために行う。

供用状態A及び供用状態Bにおいて繰返し荷重に対する疲労解析を行う。

一次＋二次応力が $3S_m$ を超える部分については、後述する6.5.2「簡易弾塑性解析の適用の疲労解析(JSME PVB－3300)」により疲労解析を行う。

##### 6.5.1 一般の疲労解析（JSME PVB－3114）

疲労解析の手順は、以下のとおりである。

###### (1) 使用材料による設計疲労線図のデジタル値の選定

材 料	使用する設計疲労線図のデジタル値
炭素鋼、低合金鋼及び高張力鋼	JSME 表 添付 4-2-1
オーステナイト系ステンレス鋼 及び高ニッケル合金	JSME 表 添付 4-2-2

なお、繰返しピーク応力強さがJSME 表 添付 4-2-1又は表 添付 4-2-2記載の応力の中間の値の場合は、JSME 添付 4-2-1式により求める。

###### (2) 繰返しピーク応力強さの算出

供用状態A及び供用状態Bにおいて作用する荷重によって生じた一次＋二次＋ピーク応力強さのサイクルを求め、その極大値と極小値の差の $1/2$ の値（繰返しピーク応力強さ）を求める。

(3) 疲労累積係数の確認

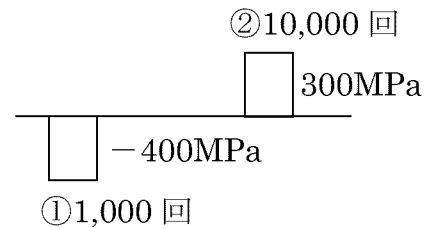
- a. 応力サイクルの型式1、型式2、型式3…型式n等と、その繰返し回数 $N_1, N_2, N_3 \dots N_n$ 等を決定する。

但し、 $N_1, N_2, N_3 \dots N_n$ 等を決定するに際し異なった原因から生じるサイクルを重ね合わせて、単独のサイクルの全振幅より大きい全体的な応力強さの全振幅を考えて決定しなければならない。

例えば、1つの応力変動①が0～-400MPaで1,000回、他方の応力変動②が0～300MPaで10,000回あるとすれば以下に示すように各値を決定する。

型式1のサイクル (①と②の組合せ)

$$N_1 = 1,000 \quad S_{a1} = \frac{1}{2} (400 + 300) \\ = 350 \text{MPa}$$



型式2のサイクル (②から $N_1$ を減ずる)

$$N_2 = 9,000 \quad S_{a2} = \frac{1}{2} (300 + 0) \\ = 150 \text{MPa}$$

- b.  $S_{a1}, S_{a2}, S_{a3} \dots S_{an}$ に対応する許容繰返し回数を設計疲労線図のデジタル値から求め、これを $N_1^*, N_2^*, N_3^* \dots N_n^*$ とする。

- c. 各種類のサイクルに対して設計繰返し回数と許容繰返し回数との比

$$U_1, U_2, U_3 \dots U_n \text{を} U_1 = \frac{N_1}{N_1^*}, U_2 = \frac{N_2}{N_2^*}, U_3 = \frac{N_3}{N_3^*} \dots U_n = \frac{N_n}{N_n^*} \text{とし}$$

て求める。

- d. 供用状態A及び供用状態Bの疲労累積係数 $UI = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$ を求め、 $UI$ が1.0を超えないことを確認する。

### 6.5.2 簡易弾塑性解析の適用の疲労解析 (JSME PVB-3300)

- (1) 簡易弾塑性解析を用いた疲労解析は、解析する箇所供用状態A及び供用状態Bにおける一次+二次応力強さの変動幅が $3S_m$ を超えた時にのみ適用する。

但し、次の4条件を満足する必要がある。

- a. 材料の最小降伏点と最小引張強さとの比 (JSME PVB-3311)

項 目	許 容 値
JSME 付録材料図表 Part5 表1に定める材料の最小降伏点と最小引張強さとの比	0.8以下

- b. 供用状態A及び供用状態Bにおいて生ずる最高温度 (JSME PVB-3312)

項 目	材 料	許容値
供用状態A及び供用状態Bにおける前述する4.2「設計過渡条件」の温度	低合金鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼及び炭素鋼	370°C
	オーステナイト系ステンレス鋼	430°C

- c. 供用状態A及び供用状態Bにおいて、熱曲げ応力を除く一次＋二次応力強さの変動幅が $3S_m$ 以内であること (JSME PVB-3313)。

- d. 供用状態A及び供用状態Bにおいて、疲労解析に用いる繰返しピーク応力強さが許容繰返し回数10回に対応する許容繰返しピーク応力強さを超えないこと (JSME PVB-3314)。

- (2) 供用状態A及び供用状態Bにおける一次＋二次応力強さのサイクルにおいて、次のとおり繰返しピーク応力強さ( $S_\ell$ )を求め、前述する6.5.1「一般の疲労解析 (JSME PVB-3114)」と同様に疲労解析を行い、UIが1.0を超えないことを確認する。(JSME PVB-3315)

- a. 供用状態A及び供用状態Bにおける一次＋二次応力強さのサイクルにおいて、その最大値と最小値の差が $3S_m$ を超えない場合

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

$S_p$  : 疲労解析によるピーク応力強さのサイクルにおいて、その極大値と極小値との差

- b. 供用状態A及び供用状態Bにおける一次＋二次応力強さのサイクルにおいて、その最大値と最小値の差が $3S_m$ を超える場合

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

$K_e$  : 次の計算式より計算した繰返しピーク応力強さに対する割増し係数

- (a)  $K < B_o$

$$\text{イ. } \frac{S_n}{3S_m} < \frac{\left(q + \frac{A_o}{K} - 1\right) - \sqrt{\left(q + \frac{A_o}{K} - 1\right)^2 - 4A_o (q-1)}}{2A_o}$$

$$K_e = K_e^* = 1 + A_o \left( \frac{S_n}{3S_m} - \frac{1}{K} \right)$$

$$\text{ロ. } \frac{S_n}{3S_m} \geq \frac{\left(q + \frac{A_o}{K} - 1\right) - \sqrt{\left(q + \frac{A_o}{K} - 1\right)^2 - 4A_o (q-1)}}{2A_o}$$

$$K_e = K_e' = 1 + (q-1) \left( 1 - \frac{3S_m}{S_n} \right)$$

- (b)  $K \geq B_o$

$$\text{イ. } \frac{S_n}{3S_m} < \frac{(q-1) - \sqrt{A_o \left(1 - \frac{1}{K}\right) (q-1)}}{a}$$

$$K_e = K_e^{**} = a \cdot \frac{S_n}{3S_m} + A_o \left( 1 - \frac{1}{K} \right) + 1 - a$$

$$\text{ロ. } \frac{S_n}{3S_m} \geq \frac{(q-1) - \sqrt{A_o \left(1 - \frac{1}{K}\right) (q-1)}}{a}$$

$$K_e = K_e' = 1 + (q-1) \left( 1 - \frac{3S_m}{S_n} \right)$$

ここで、

$$K = \frac{S_p}{S_n}$$

$$a = A_o \left(1 - \frac{1}{K}\right) + (q-1) - 2 \sqrt{A_o \left(1 - \frac{1}{K}\right) (q-1)}$$

$S_n$  : 一次応力と二次応力を加えて求めた応力解析による応力強さの  
サイクルにおいて、その極大値と極小値との差

$q, A_o$  及び  $B_o$  : 第6-1表に掲げる材料の種類に応じ、それぞれ同表に  
掲げる値

第6-1表  $q, A_o$  及び  $B_o$  の値 (JSME 表 PVB-3315.1-1)

材料の種類	q	$A_o$	$B_o$
低合金鋼	3.1	1.0	1.25
オーステナイト系ステンレス鋼	3.1	0.7	2.15

## 6.6 特別な応力等の評価

特別な荷重条件、あるいは特別な形状については、次の評価を行う。

### 6.6.1 熱応力ラチェット評価 (JSME PVB-3113)

圧力及び熱を受ける管台に生じる熱応力変動は、供用状態A及び供用状態Bにおいて熱応力ラチェットを評価する。

## 7. 物性値

温度分布計算及び応力計算に使用する材料の物性値は以下の資料に基づき決定する。

- (1) JSME 付録材料図表 Part6 表 1 及び表 2
- (2) ASME BOILER&PRESSURE VESSEL CODE SEC. II MATERIALS  
(2001 Edition,2003 Addenda)



## 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法

設計及び工事計画届出添付資料 6-2-3

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 2 - 3 - 1
2. 重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価方法	6 (3) - 2 - 3 - 2
2.1 確認内容 .....	6 (3) - 2 - 3 - 2
2.2 重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の 強度評価（原子炉停止機能喪失時を除く。）方法 .....	6 (3) - 2 - 3 - 4
2.3 重大事故等クラス 2 容器であって クラス 1 容器の原子炉停止機能喪失時の強度評価方法 .....	6 (3) - 2 - 3 - 5

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1-3 「重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス 2 容器である原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド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（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）（以下「JSME」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る。

## 2. 重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価方法

重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価（原子炉停止機能喪失時を除く。）については、以下の確認内容のとおり、クラス 1 容器の評価結果を用いることにより重大事故等クラス 2 容器の評価ができることから、クラス 1 容器における評価結果の確認による評価を実施する。

原子炉停止機能喪失時は、使用圧力及び使用温度が運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価圧力及び評価温度を上回ることから、資料 6-1-3「重大事故等クラス 2 容器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等時の評価条件に対して、供用状態 D の許容応力を目安とした評価を実施する。

### 2.1 確認内容

- (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」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第 6 号）第 17 条において、クラス 1 容器の材料、構造及び強度の要求は、重大事故等クラス 2 容器に要求される適切な機械的強度及び化学的成分、延性破断の防止等の要求に進行性変形による破壊の防止の要求を加えたものである。
- (2) 重大事故等事象は、設計基準事故事象が起因となって発生するものであり、また、起因事象発生後 1 次系内の圧力が下がりジェット反力が小さくなるなど、事象発生直後以降に有意な荷重は生じることはないと考えられるため、重大事故等時に至ったとしても新たに生じる荷重はない。重大事故等時の事故時荷重を第 2-1 表に示す。第 2-1 表に示すとおり、重大事故等時の事故時荷重は起因となる運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事故時荷重に包絡される。  
重大事故等時における使用圧力及び使用温度は、原子炉停止機能喪失時を除いて、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価圧力及び評価温度に包絡される。

第2-1表 重大事故等事象に対する荷重の整理表

重大事故等時				運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価との関係	
事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	事故時荷重 <sup>(注1)(注2)</sup>	ピーク圧力 <sup>(注3)</sup> (MPa)	(事故時荷重の包絡性)	(ピーク圧力の包絡性)
2次冷却系からの除熱機能喪失	主給水流量喪失+補助給水失敗	1次系内に急激な圧力変動はなく、事故時荷重は生じない。	16.8	配管破断によるジェット反力を伴わない事故シーケンスである。	包絡圧力(P=18.88MPa)に包絡される。
全交流動力電源喪失	全交流動力電源喪失+RCPシールLOCA 全交流動力電源喪失+RCPシールリーク	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も微小 ( $F_j < 13\text{kN}$ (Ⅲ-a (1次冷却系細管破断事故)よりも漏えいが軽微))	15.41	Ⅲ-a (1次冷却系細管破断事故)よりも荷重が小さく、これに包絡される。	Ⅲ-a (1次冷却系細管破断事故)のピーク圧力と同じである。
原子炉補機冷却機能喪失	CCW機能喪失+RCPシールLOCA	全交流動力電源喪失+RCPシールLOCAと同様			
原子炉格納容器の除熱機能喪失	大LOCA+低圧再循環失敗+CVスプレイ失敗	1次系内に急激な圧力変動があり、ジェット反力も大きい ( $F_j = 12,000\text{kN}$ )	15.41	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)と同じ荷重を考慮すべき事象である。	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)のピーク圧力と同じである。
原子炉停止機能喪失	負荷の喪失+原子炉自動停止失敗	1次系内に急激な圧力変動はなく、事故時荷重は生じない。	18.9	配管破断によるジェット反力を伴わない事故シーケンスである。	包絡圧力(P=18.88MPa)に包絡されないことから、今回評価を実施する。
ECCS注水機能喪失	中小LOCA+高圧注入失敗	1次系内に急激な圧力変動があり、ジェット反力も大きい ( $F_j = 12,000\text{kN}$ )	15.41	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)と同じ荷重を考慮すべき事象である。	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)のピーク圧力と同じである。
ECCS再循環機能喪失	大LOCA+高圧再循環失敗+低圧再循環失敗	1次系内に急激な圧力変動があり、ジェット反力も大きい ( $F_j = 12,000\text{kN}$ )	15.41	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)と同じ荷重を考慮すべき事象である。	Ⅳ-a (1次冷却材喪失事故)のピーク圧力と同じである。
バグイナパ容器	インターフェイスシステムLOCA	インターフェイスシステムLOCA (RHR系漏えい)	CV外破断を想定する事象であり、1次系に荷重が発生する事象でないため対象外		
	SGTR+破損SG隔離失敗	SGTR+破損側SG隔離失敗	1次系内に急激な圧力変動はなく、ジェット反力も微小 ( $F_j = 8\text{kN}$ )	15.41	Ⅳ-f (蒸気発生器伝熱管破断事故)と同じ荷重を考慮すべき事象である。

(注1) 事故時に発生する機械的荷重

(注2)  $F_j$ は、ジェット反力を示す。

(注3) 有効性評価において確認したピーク圧力を示す。なお、有効性評価では、不確かさを一律に重畳させた評価なども行っているが、今回の重大事故等事象に対する荷重の整理においては、有効性評価の不確かさの重畳までは考慮していない。

2.2 重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価（原子炉停止機能喪失時を除く。）方法

重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価（原子炉停止機能喪失時を除く。）は、クラス 1 容器の評価結果にてクラス 1 容器としての強度が十分であることを確認することにより、重大事故等クラス 2 容器として要求される強度が十分であることを確認する。

## 2.3 重大事故等クラス2容器であってクラス1容器の原子炉停止機能喪失時の強度評価方法

### 2.3.1 記号の定義

重大事故等クラス2容器であってクラス1容器の原子炉停止機能喪失時の強度計算に用いる記号について、以下に説明する。

記号	単位	定義
$F$	MPa	ピーク応力
$F_x$	N 又は kN	X 軸方向の荷重
$F_y$	N 又は kN	Y 軸方向の荷重
$F_z$	N 又は kN	Z 軸方向の荷重
$M_x$	N・m 又は kN・m	X 軸回りのモーメント
$M_y$	N・m 又は kN・m	Y 軸回りのモーメント
$M_z$	N・m 又は kN・m	Z 軸回りのモーメント
MIN(A,B)	MPa	A 又は B の 2 つの値のうち小さい方の値 (応力強さ限界)
$P_b$	MPa	一次曲げ応力
$P_L$	MPa	一次局部膜応力
$P_m$	MPa	一次一般膜応力
$S_m$	MPa	各温度における JSME 付録材料図表 Part5 表 1 に定める設計応力強さ
$S_u$	MPa	各温度における JSME 付録材料図表 Part5 表 9 に定める設計引張強さ
$S_y$	MPa	各温度における JSME 付録材料図表 Part5 表 8 に定める設計降伏点
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	MPa	主応力
$\sigma_r$	MPa	半径(r)方向応力
$\sigma_x$	MPa	軸(x)方向応力
$\sigma_\theta$	MPa	周( $\theta$ )方向応力
$\tau_{rx}$	MPa	軸径(rx)方向せん断応力
$\tau_{x\theta}$	MPa	軸周(x $\theta$ )方向せん断応力
$\tau_{\theta r}$	MPa	周径( $\theta r$ )方向せん断応力

## 2.3.2 計算条件

### (1) 解析方針

応力解析は有限要素法及びはり理論を用いて実施し、圧力、外荷重が加わることにより強度評価上厳しくなる材料及び構造上の不連続部を選定して行う。

評価は JSME に従い、次のとおり実施する。

#### a. 一次応力評価

JSME PVB-3111 に従い、重大事故等時の一次応力評価を行う。一次応力評価の内容は、後述する 2.3.5「強度評価」に記載する。

なお、JSME PVB-3160 の極限解析は、JSME PVB-3111 の規定に従うため用いない。

#### b. 減肉代

入口管台、出口管台及び上部胴の内張り材、並びに入口管台セーフエンド及び出口管台セーフエンドは、オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金であるため、JSME PVB-3410 の減肉代は考慮しない。

#### c. クラッド容器に対する強度評価上の取扱い

入口管台、出口管台及び上部胴のクラッド部は、JSME PVB-3420 に従い、強度部材として考慮しない。



(2) 形状及び寸法

寸法は、原則として、板厚は最小寸法、その他（径、長さ等）は公称寸法を用いる。

(3) 応力分類と応力強さの限界及び許容限界

容器に発生する応力は、その応力発生の原因及び場所により、一次応力、二次応力、ピーク応力等に分類し、一次応力に対して応力強さの限界及び許容応力（許容値）と比較評価する。

a. 応力の分類

容器に発生する応力は、一次応力（一次一般膜応力、一次局部膜応力、一次曲げ応力）、二次応力、ピーク応力等に分類されるが、具体的には資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の第 3-1 表に示す。

b. 応力強さの限界及び許容限界

応力解析の結果について、評価を行う際の応力強さの限界を第 2-2 表に、各許容値を定めるために用いる温度を第 2-3 表に示す。

第2-2表 応力強さの限界

状態	応力分類	一次一般膜 応力強さ	一次局部膜 応力強さ	一次膜+一次 曲げ応力強さ <sup>(注1)</sup>
		$P_m$	$P_L$	$P_L + P_b$
重大事故等時		$2/3S_u$ $\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注2)</sup>	$1.5(2/3S_u)$ $1.5\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注2)</sup>	$\alpha(2/3S_u)$ $\alpha\text{MIN}(2.4S_m, 2/3S_u)$ <sup>(注2)</sup>

(注1)  $\alpha$ は応力解析における純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は1.5のいずれか小さい方の値であり、次式より求まる形状係数である。

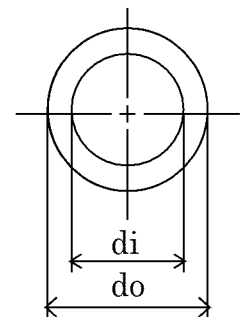
$$\alpha = \text{MIN} \left[ \frac{32(1 - (d_i/d_o)^3)}{6\pi(1 - (d_i/d_o)^4)}, 1.5 \right]$$

ここで、

$d_i$  : 管台の内径

$d_o$  : 管台の外径

(注2) オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に適用する。



第2-3表 許容値を定めるために用いる温度

機器名	原子炉容器 (入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド)
供用状態	
重大事故等時	362°C

### 2.3.3 荷重条件

荷重条件は、重大事故等時における荷重として算出した荷重と外荷重とを組み合わせ、評価に用いる。

#### (1) 重大事故等時の評価条件

重大事故等時の評価条件を第 2-4 表に示す。

#### (2) 外荷重

外荷重は、次の荷重である。

但し、各荷重の内容については、資料 6-3-3「重大事故等クラス 2 容器の強度計算書」による。

- a. 機械的荷重（自重を除く。）<sup>(注)</sup>
- b. 自重
- c. 熱膨張荷重
- d. 事故時荷重

(注) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドには安全弁等が設置されておらず、評価上有意な機械的荷重（自重は除く。）は作用しない。

#### (3) 荷重の組合せ

応力解析を行う場合の重大事故等時における荷重の組合せを第 2-5 表に示す。

第 2-4 表 重大事故等時の評価条件

	原子炉容器 (入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド)
重大事故等時における評価圧力	18.9MPa
重大事故等時における評価温度	362°C

第2-5表 荷重の組合せ

	圧 力	外 荷 重				熱過渡による 荷 重
		機械的荷重	自 重	熱膨張荷重	事故時荷重	
重大事故等時	○	—	○	—	○	—

#### (4) 荷重の適用

##### a. 重大事故等時

前述の 2.1(2)項に示すとおり、重大事故等時の事故時荷重は、起因となる運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事故時荷重に包絡されるが、原子炉停止機能喪失時の使用圧力は、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価圧力を上回ることから、原子炉停止機能喪失時における評価を実施する。

原子炉停止機能喪失時は、第 2-1 表に示すとおり、事故時荷重は生じないことから、使用圧力に自重を加えた荷重を用いる。

#### 2.3.4 応力解析

##### (1) 概 要

容器の形状、寸法、荷重条件に基づき、圧力、外荷重による応力解析を行う。

荷重条件は 2.3.3「荷重条件」に示されているが、各部の計算においては、その部分に加わる荷重条件を選定して解析を行う。

##### (2) 圧力による応力の計算

##### a. 応力計算

圧力による応力の算出に当たっては、有限要素法を用いる。

有限要素法では、解析しようとする構造物を 2次元の弾性体の要素でモデル化する。

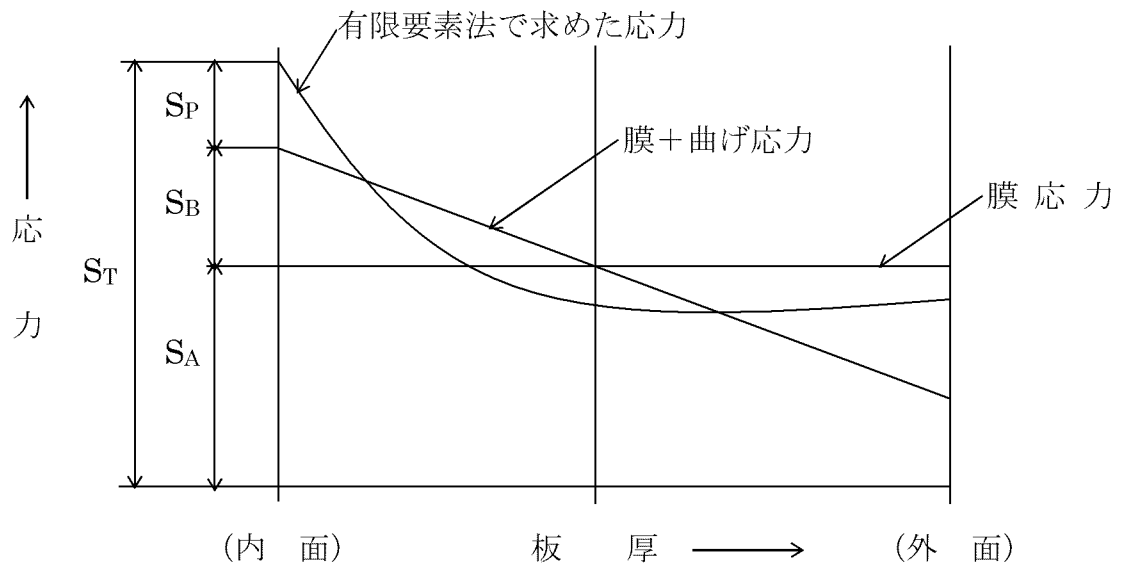
##### b. 応力分類

有限要素法で計算した応力は、膜+曲げ+ピーク応力（全応力）であり、応力評価を行うためには、この応力を下図に示すように、膜応力、曲げ応力及びピーク応力に分類する必要がある。

応力分類は、応力計算に引き続いて実施する。

膜応力 : 断面の任意の位置における応力を板厚方向で積分し、断面積で割ることにより求める。

曲げ応力 : 断面の任意の位置における曲げモーメントを求め、これを積分したものを断面係数で割ることにより求める。



$S_T$  : 膜+曲げ+ピーク応力 (内面における全応力)

$S_P$  : ピーク応力 (内面における)

$S_B$  : 曲げ応力 (内面における)

$S_A$  : 膜応力

(3) 外荷重による応力の計算

外荷重（自重）により原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに生じる応力は、以下の手順により求める。

a. 荷重条件

解析に用いる荷重としては、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の第 5-4 図に示すような力及びモーメントが管台評価点に作用するものとする。

b. 応力計算

管台の断面に生じる応力は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 5.5.2 「応力計算」に示すはり理論の応力計算式で計算する。

2.3.5 強度評価

(1) 概要

応力解析結果を用いて、一次応力強さの評価を行う。

(2) 応力強さの計算

応力強さの計算は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 6.2 「応力強さの計算」に従う。

(3) 一次応力強さの評価（JSME PVB-3111）

重大事故等時においては、 $P_m, P_L, P_L + P_b$  の評価を行う。

但し、 $P_L$  の許容値は  $P_L + P_b$  の許容値以上であり、かつ  $P_L$  の最大値は、 $P_L + P_b$  の最大値以下であるため、 $P_b$  に分類すべき応力が発生する場合は、 $P_L$  の評価は  $P_L + P_b$  の評価で代表する。

2.3.6 物性値

応力計算に使用する材料の物性値は以下の資料に基づき決定する。

(1) JSME 付録材料図表 Part6 表 1 及び表 2

# 強度計算書

設計及び工事計画届出添付資料6-3

玄海原子力発電所第3号機



## 強度計算書の概要

設計及び工事計画届出添付資料 6-3-1

玄海原子力発電所第 3 号機

目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 3 - 1 - 1

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-2「強度計算方法」に基づき、クラス 1 容器及び重大事故等クラス 2 容器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。

資料 6-3-2 クラス 1 容器の強度計算書

資料 6-3-3 重大事故等クラス 2 容器の強度計算書

# クラス 1 容器の強度計算書

設計及び工事計画届出添付資料 6-3-2

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 3 - 2 - 1
2. 記号の説明 .....	6 (3) - 3 - 2 - 2
3. 解析箇所 .....	6 (3) - 3 - 2 - 3
4. 荷重条件 .....	6 (3) - 3 - 2 - 4
4.1 設計条件 .....	6 (3) - 3 - 2 - 4
4.2 設計過渡条件 .....	6 (3) - 3 - 2 - 4
4.3 外荷重条件 .....	6 (3) - 3 - 2 - 4
4.4 温度条件 .....	6 (3) - 3 - 2 - 7
5. 応力強さの限界及び許容限界 .....	6 (3) - 3 - 2 - 8
5.1 応力強さの限界及び許容限界 .....	6 (3) - 3 - 2 - 8
5.2 熱応カラジェットに対する許容限界 .....	6 (3) - 3 - 2 - 8
5.3 設計応力強さ等 .....	6 (3) - 3 - 2 - 8
6. 応力解析結果及び評価 .....	6 (3) - 3 - 2 - 10
6.1 評価の概要 .....	6 (3) - 3 - 2 - 10
6.2 入口管台及び入口管台セーフエンド .....	6 (3) - 3 - 2 - 14
6.3 出口管台及び出口管台セーフエンド .....	6 (3) - 3 - 2 - 57

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」に従い、原子炉本体のクラス 1 容器としての原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度計算結果についてまとめたものである。

## 2. 記号の説明

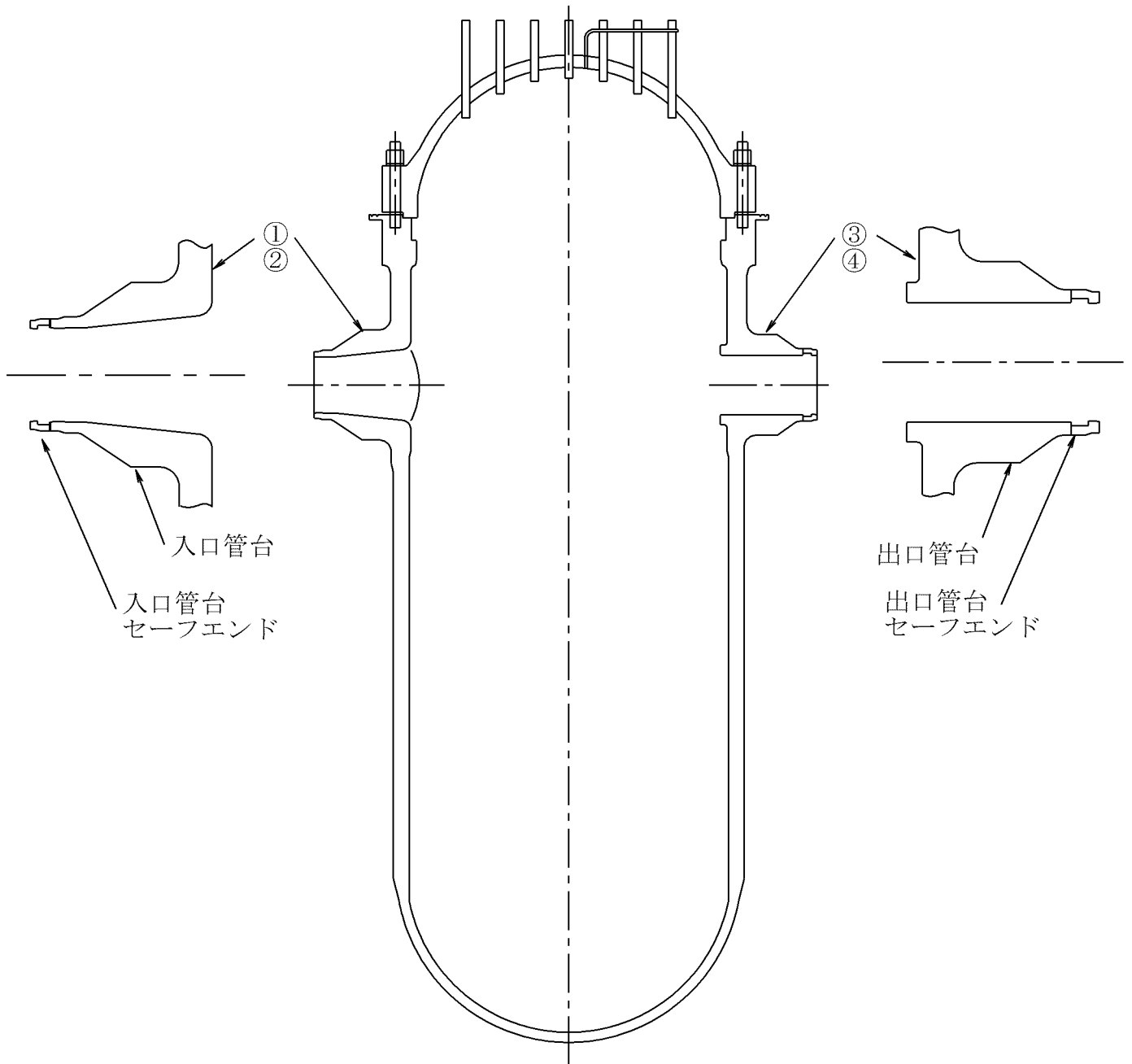
本資料で用いる記号については、次のとおりである。

記号	単位	定義
$A_{LT}$	MPa	繰返しピーク応力強さ
$A_{LT}'$	MPa	縦弾性係数で補正した繰返しピーク応力強さ
$F$	MPa	ピーク応力
$F_x$	kN	X 軸方向の荷重
$F_y$	kN	Y 軸方向の荷重
$F_z$	kN	Z 軸方向の荷重
$K_e$	—	繰返しピーク応力強さに対する割増し係数
$MAX(A,B)$	MPa	A 又は B の 2 つの値のうち大きい方の値
$MIN(A,B)$	MPa	A 又は B の 2 つの値のうち小さい方の値
$M_x$	kN・m	X 軸回りのモーメント
$M_y$	kN・m	Y 軸回りのモーメント
$M_z$	kN・m	Z 軸回りのモーメント
$N$	回	設計繰返し回数
$N^*$	回	許容繰返し回数
$P_b$	MPa	一次曲げ応力
$P_L$	MPa	一次局部膜応力
$P_m$	MPa	一次一般膜応力
$Q$	MPa	二次応力
$S_1, S_2, S_3$	MPa	主応力
$S_{12}$	MPa	主応力差 ( $S_1 - S_2$ )
$S_{23}$	MPa	主応力差 ( $S_2 - S_3$ )
$S_{31}$	MPa	主応力差 ( $S_3 - S_1$ )
$S_m$	MPa	設計応力強さ
$S_u$	MPa	設計引張強さ
$S_y$	MPa	設計降伏点
$UI$	—	供用状態 A 及び供用状態 B の疲労累積係数
$\sigma_p$	MPa	最大一次一般膜応力
$\sigma_r$	MPa	半径( $r$ )方向応力
$\sigma_t$	MPa	円周( $\theta$ )方向応力
$\sigma_x$	MPa	軸( $x$ )方向応力
$\tau_{rx}$	MPa	軸径( $rx$ )方向せん断応力
$\tau_{xt}$	MPa	軸周( $x\theta$ )方向せん断応力

### 3. 解析箇所

応力解析を行う原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの位置を第3-1図に示す。

- ① 入口管台
- ② 入口管台セーフエンド
- ③ 出口管台
- ④ 出口管台セーフエンド



第3-1図 応力解析箇所



## 4. 荷重条件

### 4.1 設計条件

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計条件は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 4.1 「設計条件」(第 4-1 表)による。

### 4.2 設計過渡条件

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計過渡条件は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 4.2 「設計過渡条件」(第 4-2 表)による。

### 4.3 外荷重条件

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの設計条件、供用状態 A、供用状態 B、供用状態 C 及び試験状態における外荷重は第 4-1 表に、供用状態 D における外荷重は第 4-2 表による。

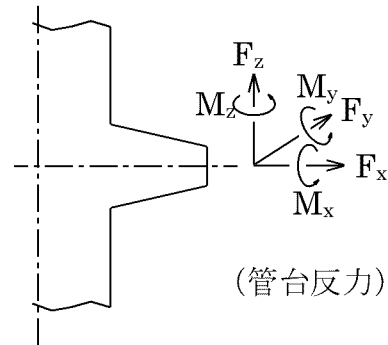
供用状態 C の荷重の適用については、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 4.6 「荷重の適用」(第 4-4 表)により、包絡圧力及び第 4-1 表に示す荷重を使用して解析する。

第4-1表 設計条件、供用状態A、供用状態B、供用状態C及び試験状態における外荷重

作用箇所	荷重の種類	軸力 (kN)			曲げモーメント (kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
入口管台 セーフエンド	自重	1	2	-68	41	87	9
	熱膨張 <sup>(注)</sup>	-1	-5	-382	-448	1,000	94
出口管台 セーフエンド	自重	3	3	-158	4	374	-4
	熱膨張 <sup>(注)</sup>	-133	111	-1,091	-50	3,290	386

(注) 熱膨張荷重は、供用状態A及び供用状態Bに適用する。

ここで、軸力及び曲げモーメントの方向は、下図に示す方向を正とする。



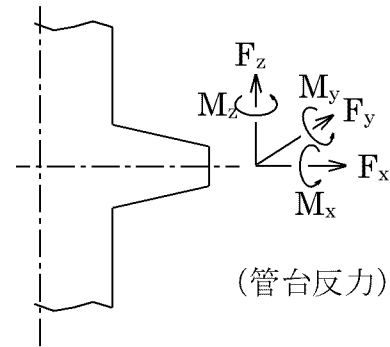
原子炉容器入口管台及び出口管台部座標系

第4-2表 供用状態Dにおける外荷重

作用箇所	荷重の種類	軸 力 (kN)			曲げモーメント (kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
入口管台 セーフエンド	管台反力	837	-186	-97	32	138	205
出口管台 セーフエンド	管台反力	1,425	172	-293	4	370	533

(注) 自重は第4-1表による。

ここで、軸力及び曲げモーメントの方向は、下図に示す方向を正とする。





原子炉容器入口管台及び出口管台部座標系

#### 4.4 温度条件

温度分布計算に用いる温度条件を第4-3表に示す。

第4-3表 温度条件

計 算 箇 所	温 度 条 件
入口管台及び入口管台セーフエンド	
出口管台及び出口管台セーフエンド	

ここで、

$T_H$  : 1次系高温側温度

$T_C$  : 1次系低温側温度

## 5. 応力強さの限界及び許容限界

### 5.1 応力強さの限界及び許容限界

一次応力強さ、一次＋二次応力強さ及び一次＋二次＋ピーク応力強さに対する応力強さの限界及び許容限界は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 3.3.2 項「応力強さの限界及び許容限界」（第 3-2 表）による。

### 5.2 熱応カラジェットに対する許容限界

熱応カラジェットに対する許容限界は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」の 3.3.2 項「応力強さの限界及び許容限界」（第 3-4 表）による。

### 5.3 設計応力強さ等

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに使用する材料の設計応力強さ、設計降伏点及び設計引張強さを第 5-1 表に示す。

第 5-1 表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに使用する材料の設計応力強さ、設計降伏点及び設計引張強さ

(単位 : MPa)

材 料	設計応力強さ等の種類	設計条件	供用状態 A 供用状態 B		供用状態 C	供用状態 D	試験状態	使用箇所
		343°C	289.2°C	324.9°C	361.3°C	361.3°C	21°C	
SFVQ1A	$S_m$	184	184	184	184	—	—	入口管台 出口管台
	$S_y$	—	304	301	297	—	345	
	$S_u$	—	—	—	462	462	—	
SUSF316	$S_m$	114	120	117	113	113	—	入口管台セーフエンド 出口管台セーフエンド
	$S_y$	—	—	—	—	—	205	
	$S_u$	—	—	—	—	427	—	

## 6. 応力解析結果及び評価

### 6.1 評価の概要

各供用状態における応力評価の概要を第 6-1-1 表に示す。また、熱応力ラチェットに対する評価の概要を第 6-1-2 表に示す。

第 6-1-1 表 応力評価の概要 (1/2)

(単位 : MPa (疲労評価を除く。))

解析箇所	供用状態	一次一般膜応力強さ			一次局部膜応力強さ			一次膜+ <sup>(注2)</sup> 一次曲げ応力強さ			一次+二次応力強さ			疲 勞 評 価		
		<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_m$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L+P_b$ $P_m+P_b$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L+P_b$ + $Q$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	UI	許容値
入口管台 セーフ エンド	設計条件	1~4	85	114	—	—	—	1,2	91	155	—	—	—	—	—	—
	供用状態 A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	397	360	4	0.001	1.0
	供用状態 B										4	221 <sup>(注4)</sup>				
	供用状態 C	1~4	93	135	—	—	—	1,2	100	184	—	—	—	—	—	—
	供用状態 D	1~4	93	271	—	—	—	1,2	100	368	—	—	—	—	—	—
試験状態	1~4	106	184	1,2	114	276	1~4	106	276	—	—	—	—	—	—	
入口管台	設計条件	5~8	84	184	—	—	—	5,6	84	250	—	—	—	—	—	—
	供用状態 A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	355	552	5	0.015	1.0
	供用状態 B															
	供用状態 C	5~8	93	297	—	—	—	5,6	93	403	—	—	—	—	—	—
	<sup>(注3)</sup> 供用状態 C	5~8	92	267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	供用状態 D	5~8	93	308	—	—	—	5,6	93	418	—	—	—	—	—	—
試験状態	5~8	105	310	5,6	105	465	5~8	105	465	—	—	—	—	—	—	

(注 1) 評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である (評価点については、第 6-2-1 図を参照)。

(注 2) 試験状態に適用する一次膜応力は、一次一般膜応力である。

(注 3) 圧力荷重のみによる値を示す (オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は評価対象外)。

(注 4) 熱曲げ応力を除いた値である。



第6-1-1表 応力評価の概要 (2/2)

(単位：MPa (疲労評価を除く。))

解析箇所	供用状態	一次一般膜応力強さ			一次局部膜応力強さ			一次膜+ <sup>(注2)</sup> 一次曲げ応力強さ			一次+二次応力強さ			疲 勞 評 価		
		<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_m$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L+P_b$ $P_m+P_b$	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	$P_L+P_b$ +Q	許容値	<sup>(注1)</sup> 評価点	UI	許容値
出口管台 セーフ エンド	設計条件	1~4	80	114	—	—	—	1,2	92	155	—	—	—	—	—	—
	供用状態 A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	498	351	6	0.003	1.0
	供用状態 B										5	337 <sup>(注4)</sup>				
	供用状態 C	1~4	88	135	—	—	—	1,2	101	184	—	—	—	—	—	—
	供用状態 D	1~4	88	271	—	—	—	1,2	101	368	—	—	—	—	—	—
試験状態	1~4	100	184	1,2	115	276	1~4	100	276	—	—	—	—	—	—	
出口管台	設計条件	7,8	76	184	—	—	—	8	76	250	—	—	—	—	—	—
	供用状態 A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	503	552	8	0.038	1.0
	供用状態 B															
	供用状態 C	7,8	83	297	—	—	—	7,8	84	403	—	—	—	—	—	—
	<sup>(注3)</sup> 供用状態 C	7,8	83	267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	供用状態 D	7,8	83	308	—	—	—	7,8	84	418	—	—	—	—	—	—
試験状態	7,8	95	310	7,8	95	465	7,8	95	465	—	—	—	—	—	—	

(注1) 評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である (評価点については、第6-3-1図を参照)。

(注2) 試験状態に適用する一次膜応力は、一次一般膜応力である。

(注3) 圧力荷重のみによる値を示す (オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は評価対象外)。

(注4) 熱曲げ応力を除いた値である。

第6-1-2表 熱応力ラチェットに対する評価の概要

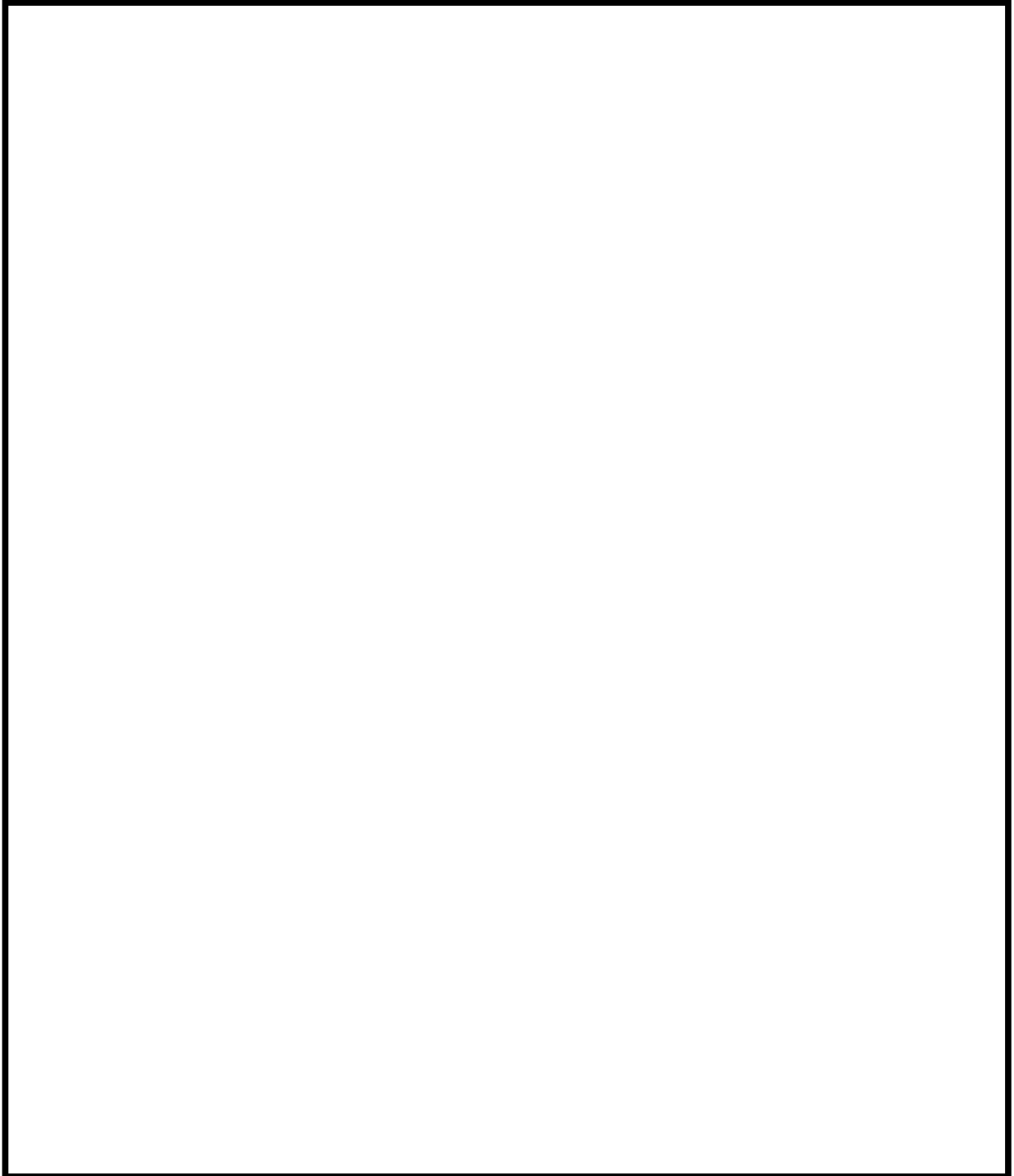
解析箇所	評価位置		供用状態	最大一次一般膜応力 $\sigma_p$ (MPa)	$\frac{\sigma_p}{S_y}$	熱応力変動値 (MPa)	許容値 $\frac{S_y^2}{\sigma_p}$ (MPa)
	参照図	(注) 評価点					
入口管台 セーフエンド	第6-2-1図	4	供用状態 A 供用状態 B	70.2	0.39	226	462
入口管台	第6-2-1図	6		69.9	0.24	199	1323
出口管台 セーフエンド	第6-3-1図	6		62.4	0.36	273	494
出口管台	第6-3-1図	8		62.1	0.21	196	1460

(注) 評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である。

## 6.2 入口管台及び入口管台セーフエンド

### 6.2.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

入口管台及び入口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第6-2-1図に示す。



第6-2-1図 入口管台及び入口管台セーフエンド

### 6.2.2 応力計算方法

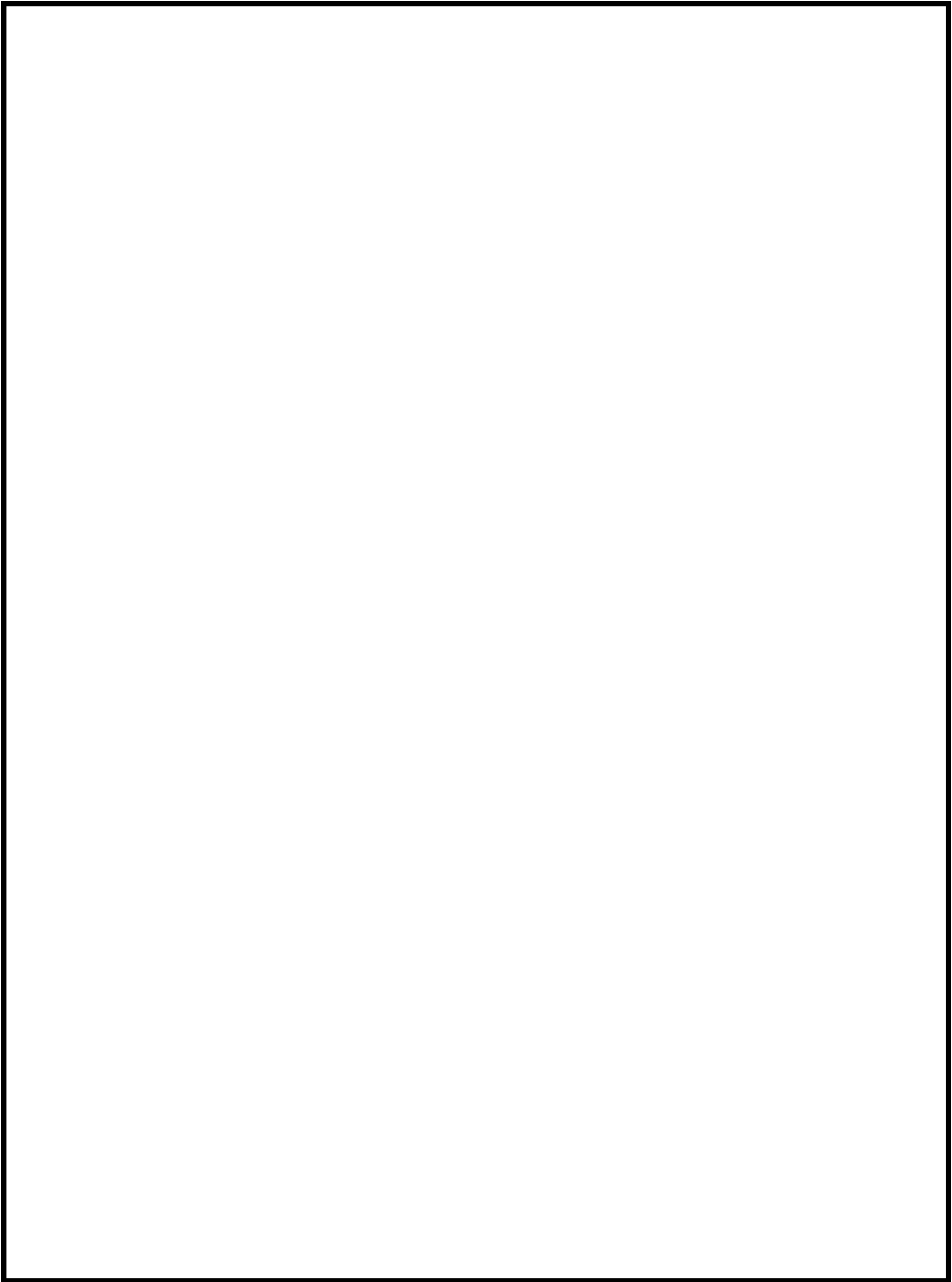
応力計算は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」に示す手法により行う。

ここで、有限要素法を使用する場合の解析モデルを第 6-2-2 図及び第 6-2-3 図に示す。入口管台及び上部胴の内張り材は、厚さが全板厚の 0.1 倍を超えるため、温度分布計算及び熱応力計算において、内張り材を計算モデルに含めている。解析モデルは、2 次元軸対称モデルとする。

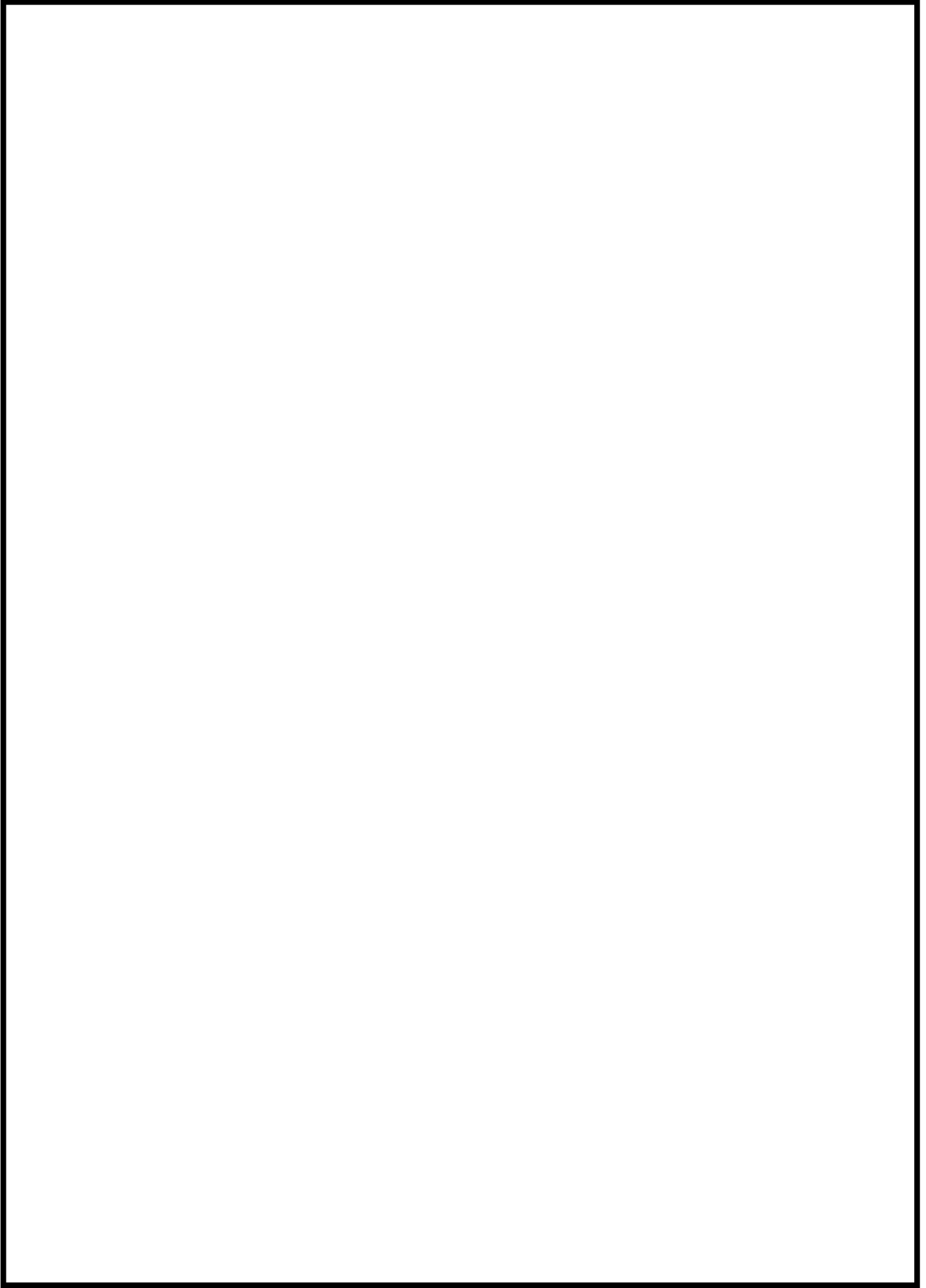
圧力及び外荷重による解析条件を第 6-2-4 図に、温度条件を第 4-3 表に示す。使用した解析コードは「ABAQUS」である。



第6-2-2図 解析モデル（圧力による応力計算用要素分割図）



第 6-2-3 図 解析モデル (温度分布計算及び熱応力計算用要素分割図)



第 6-2-4 図 解析条件

### 6.2.3 圧力荷重による応力の計算結果

単位圧力荷重(10MPa)による応力の計算結果を第 6-2-1 表に示す。

なお、圧力による応力は、この単位圧力荷重による計算結果に基づき、各評価の圧力に応じて比例法により求める。

一次応力の分類については、後述する 6.2.4「一次応力評価」に準じる。



第6-2-1表 単位圧力荷重(10MPa)による応力の計算結果

( 単位 : MPa )

評価点	P <sub>m</sub>				PL+P <sub>b</sub>				PL+P <sub>b</sub> +Q				PL+P <sub>b</sub> +Q+F			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$
1	27.9	45.5	-3.5	0.8	27.4	52.0	-0.5	-2.3	27.2	57.7	1.5	-6.5	36.7	62.6	7.3	-15.1
2	27.9	45.5	-3.5	0.8	27.4	52.0	-0.5	-2.3	27.6	46.3	-2.5	1.8	29.6	47.8	-0.1	0.0
3	27.9	45.5	-3.5	0.8	27.9	45.5	-3.5	0.8	18.1	45.7	-8.8	2.2	18.3	45.7	-10.4	0.2
4	27.9	45.5	-3.5	0.8	27.9	45.5	-3.5	0.8	37.6	45.3	1.8	-0.7	39.9	45.6	0.0	-0.5
5	27.9	45.3	-3.4	0.8	27.9	45.3	-3.4	0.8	18.1	45.5	-8.7	2.2	18.1	45.4	-10.4	0.2
6	27.9	45.3	-3.4	0.8	27.9	45.3	-3.4	0.8	37.6	45.1	1.9	-0.7	40.6	45.7	0.4	-0.4
7	27.9	45.3	-3.4	0.8	27.9	45.1	-3.0	0.9	18.4	45.3	-8.2	2.9	19.4	45.5	-9.8	0.2
8	27.9	45.3	-3.4	0.8	27.9	45.1	-3.0	0.9	37.4	44.9	2.2	-1.1	42.0	45.9	0.6	-1.1
9	26.9	43.5	-0.5	1.4	26.9	43.5	-0.5	1.4	20.5	45.7	-1.5	7.2	30.2	51.1	5.8	12.1
10	26.9	43.5	-0.5	1.4	26.9	43.5	-0.5	1.4	33.3	41.3	0.4	-4.3	40.1	43.9	1.8	-6.6

## 6.2.4 一次応力評価

### 6.2.4.1 一次一般膜応力評価

今回の評価対象箇所は、「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)(以下「JSME」という。)上、形状不連続部であり、一次一般膜応力についての評価要求は受けないが、一次局部膜応力を用いて、一次一般膜応力の評価を以下のとおり行う。

当該部に発生する膜応力は一次局部膜応力であることから、一次局部膜応力に対して一次局部膜応力の許容値より低い一次一般膜応力の許容値を用いることで保守的に一次一般膜応力を評価する。

但し、圧力による応力については、断面形状が同じである評価点1～評価点4は、構造不連続の影響が大きいと考えられる評価点1及び評価点2の一次局部膜応力強さは使用せず、評価点3及び評価点4の一次局部膜応力強さで評価点1及び評価点2の一次一般膜応力強さを評価し、また、断面形状が同じである評価点5～評価点8は、構造不連続の影響が大きいと考えられる評価点7及び評価点8の一次局部膜応力強さは使用せず、評価点5及び評価点6の一次局部膜応力強さで評価点7及び評価点8の一次一般膜応力強さを評価する。

なお、評価点9及び評価点10においては、各評価点の一次局部膜応力強さで一次一般膜応力強さを評価する。

### 6.2.4.2 一次局部膜応力評価

設計条件、供用状態C及び供用状態Dにおける一次局部膜応力評価については、一次局部膜応力強さの最大値は、一次膜+一次曲げ応力強さの最大値以下であり、かつ一次局部膜応力強さの許容値は、一次膜+一次曲げ応力強さの許容値以上であるため、一次局部膜応力強さの評価は後述する6.2.4.3「一次膜+一次曲げ応力評価」をもって評価する。

なお、試験状態における一次局部膜応力評価については、JSMEに基づき評価する。

### 6.2.4.3 一次膜+一次曲げ応力評価

一次局部膜応力と自重による一次曲げ応力を用いて、一次膜+一次曲げ応力評価を行う。

ここで、試験状態に適用する一次膜応力は、前述する 6.2.4.1「一次一般膜応力評価」に記載の一次一般膜応力である。

#### 6.2.4.4 評価結果

設計条件、供用状態 C、供用状態 D 及び試験状態における一次応力強さは、次に示すとおり許容値を満足している。

設計条件における一次一般膜応力強さを第 6-2-2 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-2-3 表に示す。

供用状態 C における一次一般膜応力強さを第 6-2-4 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-2-5 表に示す。

供用状態 C における圧力荷重のみによる一次一般膜応力強さを第 6-2-6 表に示す。

供用状態 D における一次一般膜応力強さを第 6-2-7 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-2-8 表に示す。

試験状態における一次一般膜応力強さを第 6-2-9 表に、一次局部膜応力強さを第 6-2-10 表に、一次一般膜＋一次曲げ応力強さを第 6-2-11 表に示す。

第6-2-2表 設計条件における一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.0	0.0	0.0	1.1	47.8	78.1	-6.0	-30.3	84.1	-53.8
2	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	47.8	78.1	-6.0	-30.3	84.1	-53.8
3	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.0	0.0	0.0	1.1	47.8	78.1	-6.0	-30.3	84.1	-53.8
4	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	47.8	78.1	-6.0	-30.3	84.1	-53.8
5	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.0	0.0	0.0	1.1	47.8	77.8	-5.8	-30.0	83.6	-53.6
6	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	47.8	77.8	-5.8	-30.0	83.6	-53.6
7	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.0	0.0	0.0	1.1	47.8	77.8	-5.8	-30.0	83.6	-53.6
8	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	47.8	77.8	-5.8	-30.0	83.6	-53.6
9	46.2	74.6	-0.9	2.5	0.0	0.0	0.0	1.1	46.3	74.7	-1.0	-28.4	75.7	-47.3
10	46.2	74.6	-0.9	2.5	0.0	0.0	0.0	1.2	46.3	74.7	-1.0	-28.4	75.7	-47.3

許容値  $S_m=114\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$S_m=184\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

第6-2-3表 設計条件における一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	47.0	89.2	-0.9	-4.0	-3.1	0.0	0.0	0.7	44.3	89.2	-1.3	-44.9	90.5	-45.5
2	47.0	89.2	-0.9	-4.0	-3.6	0.0	0.0	0.8	43.8	89.2	-1.3	-45.4	90.5	-45.0
3	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.3	0.0	0.0	1.1	48.1	78.1	-6.0	-30.0	84.1	-54.1
4	47.8	78.1	-5.9	1.3	0.4	0.0	0.0	1.2	48.1	78.1	-6.0	-30.0	84.1	-54.1
5	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.3	0.0	0.0	1.1	48.1	77.8	-5.8	-29.7	83.6	-53.9
6	47.8	77.7	-5.8	1.3	0.4	0.0	0.0	1.2	48.2	77.8	-5.8	-29.6	83.6	-54.0
7	47.9	77.4	-5.2	1.5	0.3	0.0	0.0	1.1	48.2	77.4	-5.2	-29.2	82.6	-53.4
8	47.9	77.4	-5.2	1.5	0.4	0.0	0.0	1.2	48.2	77.4	-5.2	-29.2	82.6	-53.4
9	46.2	74.6	-0.9	2.5	0.3	0.0	0.0	1.1	46.6	74.7	-1.0	-28.1	75.7	-47.6
10	46.2	74.6	-0.9	2.5	0.3	0.0	0.0	1.2	46.6	74.7	-1.0	-28.1	75.7	-47.6

許容値 1.36S<sub>m</sub>=155MPa (評価点 : 1~4) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm)  
 1.36S<sub>m</sub>=250MPa (評価点 : 5~8) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm)  
 1.36S<sub>m</sub>=250MPa (評価点 : 9,10) (内径=730.0 mm 外径=853.04 mm)

第6-2-4表 供用状態Cにおける一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
2	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
3	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
4	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
5	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.6	-6.4	-32.9	92.0	-59.0
6	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.6	-6.4	-33.0	92.0	-59.0
7	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.6	-6.4	-32.9	92.0	-59.0
8	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.6	-6.4	-33.0	92.0	-59.0
9	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	82.2	-1.1	-31.2	83.3	-52.1
10	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.2	50.9	82.2	-1.1	-31.3	83.3	-52.1

許容値  $1.2S_m = 135\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u) = 297\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

第6-2-5表 供用状態Cにおける一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	51.7	98.1	-1.0	-4.4	-3.1	0.0	0.0	0.7	49.0	98.1	-1.4	-49.1	99.5	-50.4
2	51.7	98.1	-1.0	-4.4	-3.6	0.0	0.0	0.8	48.5	98.2	-1.4	-49.6	99.5	-49.9
3	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.3	0.0	0.0	1.1	52.9	85.9	-6.6	-33.0	92.5	-59.5
4	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.4	0.0	0.0	1.2	52.9	85.9	-6.6	-33.0	92.5	-59.5
5	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.3	0.0	0.0	1.1	52.9	85.6	-6.4	-32.6	92.0	-59.3
6	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.4	0.0	0.0	1.2	53.0	85.6	-6.4	-32.6	92.0	-59.4
7	52.7	85.1	-5.7	1.7	0.3	0.0	0.0	1.1	53.0	85.1	-5.7	-32.1	90.9	-58.7
8	52.7	85.1	-5.7	1.7	0.4	0.0	0.0	1.2	53.0	85.2	-5.7	-32.1	90.9	-58.8
9	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.3	0.0	0.0	1.1	51.2	82.2	-1.1	-31.0	83.3	-52.4
10	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.3	0.0	0.0	1.2	51.3	82.2	-1.1	-30.9	83.3	-52.4

許容値  $1.36(1.2S_m)=184\text{MPa}$  (評価点 : 1~4) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm)  
 $1.36\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u) = 403\text{MPa}$  (評価点 : 5~8) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm)  
 $1.36\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u) = 403\text{MPa}$  (評価点 : 9,10) (内径=730.0 mm 外径=853.04 mm)

第6-2-6表 供用状態Cにおける圧力荷重のみによる一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
5	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	85.5	-6.4	-32.9	91.9	-59.0
6	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	85.5	-6.4	-32.9	91.9	-59.0
7	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	85.5	-6.4	-32.9	91.9	-59.0
8	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	85.5	-6.4	-32.9	91.9	-59.0
9	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	82.1	-1.1	-31.2	83.3	-52.1
10	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	82.1	-1.1	-31.2	83.3	-52.1

許容値  $\text{MAX}(1.1S_m, 0.9S_y) = 267\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

評価点 1~4 はオーステナイト系ステンレス鋼であるため評価対象外である。



第6-2-7表 供用状態Dにおける一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
2	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
3	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
4	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.9	-6.6	-33.3	92.5	-59.2
5	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.6	-6.4	-32.9	92.0	-59.0
6	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.6	-6.4	-33.0	92.0	-59.0
7	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	52.6	85.6	-6.4	-32.9	92.0	-59.0
8	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	52.6	85.6	-6.4	-33.0	92.0	-59.0
9	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	82.2	-1.1	-31.2	83.3	-52.1
10	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.2	50.9	82.2	-1.1	-31.3	83.3	-52.1

許容値 MIN (2.4S<sub>m</sub>, 2/3S<sub>u</sub>) = 271MPa (評価点 : 1~4)

2/3S<sub>u</sub> = 308MPa (評価点 : 5~10)

第6-2-8表 供用状態Dにおける一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	51.7	98.1	-1.0	-4.4	-3.1	0.0	0.0	0.7	49.0	98.1	-1.4	-49.1	99.5	-50.4
2	51.7	98.1	-1.0	-4.4	-3.6	0.0	0.0	0.8	48.5	98.2	-1.4	-49.6	99.5	-49.9
3	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.3	0.0	0.0	1.1	52.9	85.9	-6.6	-33.0	92.5	-59.5
4	52.6	85.9	-6.5	1.4	0.4	0.0	0.0	1.2	52.9	85.9	-6.6	-33.0	92.5	-59.5
5	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.3	0.0	0.0	1.1	52.9	85.6	-6.4	-32.6	92.0	-59.3
6	52.6	85.5	-6.3	1.4	0.4	0.0	0.0	1.2	53.0	85.6	-6.4	-32.6	92.0	-59.4
7	52.7	85.1	-5.7	1.7	0.3	0.0	0.0	1.1	53.0	85.1	-5.7	-32.1	90.9	-58.7
8	52.7	85.1	-5.7	1.7	0.4	0.0	0.0	1.2	53.0	85.2	-5.7	-32.1	90.9	-58.8
9	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.3	0.0	0.0	1.1	51.2	82.2	-1.1	-31.0	83.3	-52.4
10	50.8	82.1	-1.0	2.7	0.3	0.0	0.0	1.2	51.3	82.2	-1.1	-30.9	83.3	-52.4

許容値 1.36MIN (2.4S<sub>m</sub>, 2/3S<sub>u</sub>) = 368MPa (評価点 : 1~4) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm)

1.36 (2/3S<sub>u</sub>) = 418MPa (評価点 : 5~8) (内径=730.0 mm 外径=850.0 mm )

1.36 (2/3S<sub>u</sub>) = 418MPa (評価点 : 9,10) (内径=730.0 mm 外径=853.04 mm)

第6-2-9表 試験状態における一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.6	-7.5	-37.8	105.1	-67.2
2	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.6	-7.5	-37.9	105.1	-67.2
3	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.6	-7.5	-37.8	105.1	-67.2
4	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.6	-7.5	-37.9	105.1	-67.2
5	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.1
6	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.0
7	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.1
8	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.0
9	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	1.1	57.9	93.3	-1.3	-35.5	94.6	-59.2
10	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	1.2	57.9	93.3	-1.3	-35.5	94.6	-59.2

許容値  $0.9S_y=184\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$0.9S_y=310\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

判定  $2/3S_y=136\text{MPa} \geq P_m$  (評価点 : 1~4)

$2/3S_y=230\text{MPa} \geq P_m$  (評価点 : 5~10)

第6-2-10表 試験状態における一次局部膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	58.7	111.5	-1.1	-5.0	0.0	0.0	0.0	1.1	59.1	111.5	-1.5	-52.4	113.1	-60.7
2	58.7	111.5	-1.1	-5.0	0.0	0.0	0.0	1.2	59.1	111.5	-1.5	-52.4	113.1	-60.7
3	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.6	-7.5	-37.8	105.1	-67.2
4	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.6	-7.5	-37.9	105.1	-67.2
5	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.1	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.1
6	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	59.8	97.2	-7.2	-37.4	104.5	-67.0
7	59.9	96.7	-6.5	1.9	0.0	0.0	0.0	1.1	59.9	96.7	-6.5	-36.8	103.2	-66.4
8	59.9	96.7	-6.5	1.9	0.0	0.0	0.0	1.2	59.9	96.7	-6.5	-36.8	103.2	-66.4
9	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	1.1	57.9	93.3	-1.3	-35.5	94.6	-59.2
10	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	1.2	57.9	93.3	-1.3	-35.5	94.6	-59.2

許容値  $1.35S_y=276\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)  
 $1.35S_y=465\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

第6-2-11表 試験状態における一次一般膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.3	0.0	0.0	1.1	60.1	97.6	-7.5	-37.6	105.1	-67.5
2	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.3	0.0	0.0	1.2	60.1	97.6	-7.5	-37.5	105.1	-67.6
3	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.3	0.0	0.0	1.1	60.1	97.6	-7.5	-37.5	105.1	-67.5
4	59.8	97.6	-7.4	1.6	0.4	0.0	0.0	1.2	60.1	97.6	-7.5	-37.5	105.1	-67.6
5	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.3	0.0	0.0	1.1	60.1	97.2	-7.2	-37.1	104.5	-67.4
6	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.4	0.0	0.0	1.2	60.2	97.2	-7.2	-37.1	104.5	-67.4
7	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.3	0.0	0.0	1.1	60.1	97.2	-7.2	-37.1	104.5	-67.4
8	59.8	97.2	-7.2	1.6	0.4	0.0	0.0	1.2	60.2	97.2	-7.2	-37.1	104.5	-67.4
9	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.3	0.0	0.0	1.1	58.2	93.3	-1.3	-35.2	94.6	-59.4
10	57.7	93.3	-1.1	3.1	0.3	0.0	0.0	1.2	58.2	93.3	-1.3	-35.2	94.6	-59.5

許容値  $1.35S_y=276\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$1.35S_y=465\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

### 6.2.5 一次＋二次応力評価

供用状態 A 及び供用状態 B における一次＋二次応力評価は、次に示すとおり許容値を満足している。なお、表中で用いる過渡条件の記号を第 6-2-12 表に示す。

一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 6-2-13 表に、材料ごとに一次＋二次応力強さの変動幅が最大となる評価点の一次＋二次応力強さを第 6-2-14 表及び第 6-2-15 表に示す。第 6-2-14 表及び第 6-2-15 表は、第 6-2-13 表における一次＋二次応力強さの変動幅の最大値に対応した応力強さの最大値及び最小値を含む表である。また、第 6-2-14 表及び第 6-2-15 表は、この一次＋二次応力強さの成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における応力、主応力及び応力強さを示している。

第 6-2-13 表より、評価点 4 において許容値  $3S_m$  を超えるため、簡易弾塑性解析への適合を確認した。簡易弾塑性解析への適合のうち、一次＋二次応力強さの変動幅（熱曲げ応力を除く）は、第 6-2-16 表より、 $3S_m$  を超えないことを確認した。

評価点 4 について、一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（熱曲げ応力を除く）を第 6-2-16 表に、一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）を第 6-2-17 表に示す。第 6-2-17 表は、第 6-2-16 表における一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）の変動幅の最大値に対応した応力強さ（熱曲げ応力を除く）の最大値及び最小値を含む表である。また、第 6-2-17 表は、この一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）の成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における熱曲げ応力を除く応力、主応力及び応力強さを示している。

第6-2-12表 過渡条件の記号の説明(1/5)

記号		過渡条件	
		計算点	過渡条件名称
1A1	1A11	1.0h	I-a 起 動
	1A12	4.87h	
	1A13	5.1h	
*0		—	無負荷運転状態
1B1	1B11	1.04h	I-b 停 止
	1B12	4.87h	
	1B13	5.0h	
	1B14	6.0h	
1C1	1C11	0.5s	I-c 負 荷 上 昇
	1C12	200.0s	
	1C13	250.0s	
	1C14	600.0s	
	1C15	985.0s	
	1C16	1,035.0s	
	1C17	1,225.0s	
*100		—	100%負荷運転状態
1D1	1D11	55.0s	I-d 負 荷 減 少
	1D12	130.0s	
	1D13	950.0s	
	1D14	1,050.0s	
	1D15	1,275.0s	
	1D16	1,300.0s	
1E1	1E11	50.0s	I-e 90%から100%へのステップ状負荷上昇
	1E12	70.0s	
	1E13	140.0s	
	1E14	260.0s	
	1E15	290.0s	
	1E16	350.0s	

第 6-2-12 表 過渡条件の記号の説明(2/5)

記号		過渡条件	
		計算点	過渡条件名称
1F1	1F11	50.0s	I-f 100%から90%へのステップ状負荷減少
	1F12	90.0s	
	1F13	150.0s	
	1F14	270.0s	
	1F15	312.0s	
	1F16	355.0s	
1G1	1G11	11.0s	I-g 100%からの大きいステップ状負荷減少
	1G12	36.0s	
	1G13	50.0s	
	1G14	70.0s	
	1G15	355.0s	
	1G16	900.0s	
	1G17	1,100.0s	
1H1	1H11	120.0s	I-h 定常負荷運転時の変動
	1H12	180.0s	
	1H13	180.1s	
	1H14	359.9s	
	1H15	360.0s	
1I1	1I11	0.5min	I-i 燃料交換
	1I12	4.0min	
	1I13	10.0min	
	1I14	12.0min	
	1I15	14.0min	
	1I16	16.0min	
	1I17	30.0min	
1J1	1J11	5.0min	I-j 0%から15%への負荷上昇
	1J12	10.0min	
	1J13	20.0min	
	1J14	30.0min	



第 6-2-12 表 過渡条件の記号の説明(3/5)

記 号		過 渡 条 件			
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称		
1J1	1J15	35.0min	I-j 0%から15%への負荷上昇		
	1J16	40.0min			
1K1	1K11	5.0min	I-k 15%から0%への負荷減少		
	1K12	10.0min			
	1K13	30.0min			
	1K14	40.0min			
1L1	1L11	105.0s	停止ループ	(i)停 止	I-l 1ループ停止/ 1ループ起動
	1L12	200.0s			
	1L13	300.0s			
	1L14	600.0s	運転ループ		
	1L15	9.0s			
	1L16	25.0s			
	1L17	45.0s			
1L2	1L21	13.0s	起動ループ	(ii)起 動	
	1L22	60.0s	運転ループ		
	1L23	74.0s			
	1L24	600.0s			
2A1	2A11	2.5s	II-a 負荷の喪失		
	2A12	11.8s			
	2A13	16.8s			
	2A14	60.0s			
	2A15	100.0s			
2B1	2B11	128.0s	補助給水されるループ		II-b 外部電源喪失
	2B12	11,000.0s	補助給水されないループ		
	2B13	22.0s			
	2B14	1,800.0s			
	2B15	2,100.0s			
	2B16	3,000.0s			
	2B17	11,000.0s			

第 6-2-12 表 過渡条件の記号の説明(4/5)

記 号		過 渡 条 件		
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称	
2C1	2C11	3.5s	健 全 側	II-c 1次冷却材流量の 部分喪失
	2C12	45.0s		
	2C13	38.3s	故 障 側	
	2C14	54.0s		
	2C15	100.0s		
2D1	2D11	1.0s	(i) 不注意な冷却を伴わないトリップ	
	2D12	9.4s		
	2D13	38.0s		
	2D14	70.0s		
	2D15	100.0s		
	2D16	200.0s		
2D2	2D21	12.0s	冷却ループ	II-d 100%からの 原子炉トリッ プ
	2D22	80.0s		
	2D23	100.0s		
	2D24	250.0s		
	2D25	300.0s		
	2D26	1.1s	正常ループ	
2D3	2D31	10.0s	冷却ループ	(iii) 不注意な冷却と 安全注入を伴う トリップ
	2D32	11.0s		
	2D33	600.0s		
	2D34	610.0s		
	2D35	1,000.0s		
2E1	2E11	2.0s	II-e 1次冷却系の異常な減圧	
	2E12	83.0s		
	2E13	600.0s		
	2E14	750.0s		
	2E15	800.0s		

第 6-2-12 表 過渡条件の記号の説明(5/5)

記 号		過 渡 条 件		
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称	
2F1	2F11	0.7s	II-f 制御棒クラスタの落下	
	2F12	7.8s		
	2F13	150.0s		
	2F14	200.0s		
2G1	2G11	5.0s	II-g 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	
	2G12	9.5s		
	2G13	10.5s		
	2G14	600.0s		
	2G15	700.0s		
	2G16	800.0s		
	2G17	1,000.0s		
2H1	2H11	12.0s	起動ループ	II-h 1次冷却系停止 ループの誤起動
	2H12	50.0s		
	2H13	100.0s		
	2H14	12.0s	運転ループ	
	2H15	13.0s		
	2H16	50.0s		
2I1	2I11	2.0min	II-i タービン回転試験	
	2I12	20.0min		
	2I13	28.0min		
2J1	2J11	0.5h	加 圧	II-j 1次系漏えい試験
	2J12	1.0h		
	2J13	5.0h		
	2J14	2.0h	減 圧	
	2J15	4.5h		
	2J16	5.0h		

第6-2-13表 一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅

( 単位 : MPa )

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	0.0	71.0	69.1	-104.2	-23.5	0.0	104.2	94.5	69.1
2	57.4	93.7	46.8	0.0	-75.1	-115.9	57.4	168.8	162.8
3	184.2	112.9	0.0	0.0	-5.5	-251.5	184.2	118.5	251.5
4	163.3	146.1	111.2	-61.4	-55.6	-285.5	224.8	201.6	396.7
5	68.9	55.0	147.3	-196.3	-45.8	-73.4	265.2	100.7	220.7
6	0.0	35.5	354.5	-293.2	-103.3	0.0	293.2	138.8	354.5
7	33.5	101.4	97.9	-191.1	-22.1	-36.5	224.6	123.5	134.4
8	0.0	81.4	284.3	-260.3	-57.6	0.0	260.3	139.0	284.3
9	72.6	171.1	0.0	-64.3	-3.6	-188.7	136.9	174.7	188.7
10	0.0	147.3	203.2	-198.7	-44.8	0.0	198.7	192.1	203.2

許容値  $3S_m=360\text{MPa}$  (評価点 : 1~4)

$3S_m=552\text{MPa}$  (評価点 : 5~10)

第6-2-14表 一次+二次応力強さ(1/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位: MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	28.8	-0.9	-22.4	15.6	10.0	12.0	0.5	-0.2	-5.2	11.1	-21.9	-7.4	15.4	0.4	15.1	-31.4	-14.7	46.5	-31.8
1A12	41.6	-88.2	-121.6	96.2	57.9	69.7	2.8	-1.1	55.5	-18.4	-118.8	-7.4	95.1	97.7	-18.7	-160.7	116.5	142.0	-258.4
*0	-15.3	-139.6	-128.7	106.7	57.9	69.7	2.8	-1.1	-1.4	-69.9	-125.8	-7.4	105.6	59.3	-70.1	-186.3	129.4	116.2	-245.6
1B13	-37.4	-32.8	-4.3	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-81.4	-32.8	-4.3	-7.4	7.3	-83.2	-31.8	-3.6	-51.4	-28.1	79.5
1C11	-15.2	-139.4	-128.5	106.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-1.4	-69.7	-125.6	-7.4	105.5	59.2	-69.9	-186.0	129.1	116.1	-245.3
1C15	-21.0	-142.4	-127.2	105.9	58.3	70.2	2.9	-1.1	-6.7	-72.2	-124.3	-7.4	104.8	55.0	-72.4	-185.8	127.3	113.4	-240.7
*100	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	57.9	69.7	2.8	-1.1	-1.2	-68.7	-124.7	-7.4	104.7	58.9	-68.9	-184.6	127.7	115.7	-243.5
1D13	-9.7	-135.2	-128.5	106.3	56.9	68.6	2.8	-1.1	3.3	-66.6	-125.7	-7.4	105.2	62.5	-66.8	-184.7	129.3	117.9	-247.2
1D16	-18.8	-143.0	-128.7	106.8	56.2	67.7	2.7	-1.1	-6.7	-75.3	-125.9	-7.4	105.7	55.4	-75.5	-187.8	130.9	112.3	-243.2
1E12	-20.0	-142.9	-127.8	106.2	57.7	69.5	2.8	-1.1	-6.3	-73.4	-124.9	-7.4	105.1	55.3	-73.6	-186.4	128.9	112.8	-241.7
1E15	-12.9	-136.1	-127.4	105.6	58.3	70.3	2.9	-1.1	1.5	-65.8	-124.5	-7.4	104.5	60.8	-66.1	-183.7	126.9	117.6	-244.5
1F12	-10.1	-134.0	-127.4	105.5	57.7	69.6	2.8	-1.1	3.6	-64.4	-124.6	-7.4	104.4	62.3	-64.6	-183.1	127.0	118.5	-245.4
1F15	-18.3	-141.5	-127.8	106.1	56.9	68.5	2.8	-1.1	-5.4	-73.0	-125.0	-7.4	105.0	55.9	-73.2	-186.1	129.1	112.9	-242.1
1G13	-4.6	-128.9	-127.2	105.1	58.6	70.6	2.9	-1.1	9.9	-58.3	-124.3	-7.4	103.9	66.9	-58.6	-181.0	125.4	122.5	-247.9
1G15	-11.8	-136.3	-127.9	105.9	53.1	64.0	2.6	-1.0	-2.7	-72.3	-125.3	-7.4	104.9	57.8	-72.5	-185.6	130.3	113.1	-243.5
1H12	-10.1	-134.3	-127.6	105.6	59.4	71.5	2.9	-1.1	5.2	-62.8	-124.7	-7.4	104.5	63.6	-63.0	-182.9	126.7	119.8	-246.5
1H14	-20.6	-143.4	-127.7	106.1	56.8	68.4	2.8	-1.1	-7.8	-75.0	-125.0	-7.4	105.1	54.2	-75.1	-186.8	129.3	111.7	-241.0
1I12	-26.8	-40.2	-18.2	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-70.8	-40.2	-18.2	-7.4	16.6	-13.3	-39.0	-77.0	25.7	38.1	-63.8
1I14	-72.4	-63.7	-9.1	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-116.4	-63.7	-9.1	-7.4	12.8	-118.9	-62.7	-7.6	-56.2	-55.1	111.2
1J11	-15.4	-139.8	-128.7	106.7	57.9	69.7	2.8	-1.1	-1.5	-70.0	-125.8	-7.4	105.6	59.2	-70.2	-186.3	129.4	116.1	-245.5
1J15	-15.6	-139.8	-128.5	106.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-1.7	-70.0	-125.7	-7.4	105.5	59.0	-70.2	-186.2	129.2	116.0	-245.2
1K11	-14.6	-138.9	-128.5	106.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-0.7	-69.2	-125.7	-7.4	105.5	59.7	-69.4	-185.9	129.1	116.5	-245.6
1K12	-14.6	-139.0	-128.6	106.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-0.7	-69.3	-125.7	-7.4	105.5	59.7	-69.5	-186.0	129.2	116.5	-245.7
1L13	-20.3	-142.5	-127.5	106.0	57.2	68.9	2.8	-1.1	-7.1	-73.6	-124.7	-7.4	104.9	54.7	-73.8	-186.3	128.5	112.4	-240.9
1L15	-14.8	-138.3	-127.7	105.9	59.2	71.4	2.9	-1.1	0.4	-66.9	-124.8	-7.4	104.7	60.2	-67.1	-184.3	127.3	117.2	-244.5
1L21	-15.9	-139.8	-128.3	106.5	58.0	69.9	2.8	-1.1	-1.9	-69.9	-125.5	-7.4	105.4	58.8	-70.2	-185.9	128.9	115.8	-244.7
1L23	-14.2	-138.3	-128.3	106.4	58.5	70.5	2.9	-1.1	0.3	-67.8	-125.4	-7.4	105.2	60.4	-68.0	-185.2	128.4	117.2	-245.6
2A11	-14.9	-138.2	-127.5	105.8	59.7	72.0	2.9	-1.1	0.8	-66.3	-124.6	-7.4	104.6	60.4	-66.5	-184.0	126.9	117.5	-244.4
2A13	-5.4	-129.7	-127.2	105.2	66.5	80.1	3.3	-1.3	17.1	-49.6	-124.0	-7.4	103.9	72.5	-49.8	-179.1	122.3	129.3	-251.6
2B13	-10.3	-134.1	-127.4	105.5	65.0	78.3	3.2	-1.2	10.7	-55.7	-124.2	-7.4	104.2	67.7	-56.0	-181.0	123.7	125.0	-248.7
2B15	19.1	-123.9	-139.4	113.3	65.0	78.3	3.2	-1.2	40.1	-45.6	-136.2	-7.4	112.0	94.8	-45.9	-190.7	140.7	144.8	-285.5
2C11	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	58.5	70.5	2.9	-1.1	-0.6	-67.9	-124.7	-7.4	104.7	59.3	-68.1	-184.4	127.5	116.3	-243.8
2C14	-19.6	-142.5	-127.7	106.1	49.3	59.4	2.4	-0.9	-14.3	-83.0	-125.3	-7.4	105.2	49.4	-83.2	-188.8	132.6	105.6	-238.2
2D11	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	57.8	69.6	2.8	-1.1	-1.4	-68.8	-124.7	-7.4	104.7	58.8	-69.0	-184.6	127.8	115.6	-243.4
2D15	-17.6	-140.6	-127.6	105.9	49.6	59.8	2.4	-1.0	-12.0	-80.8	-125.2	-7.4	105.0	51.0	-81.0	-187.9	132.0	107.0	-239.0

第6-2-14表 一次+二次応力強さ(2/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D25	-34.5	-152.4	-126.4	105.8	44.7	53.9	2.2	-0.9	-33.8	-98.5	-124.2	-7.4	105.0	35.6	-98.6	-193.4	134.2	94.8	-229.0
2D26	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	57.7	69.6	2.8	-1.1	-1.4	-68.8	-124.7	-7.4	104.7	58.8	-69.0	-184.7	127.8	115.6	-243.4
2D31	-13.7	-137.2	-127.5	105.7	51.1	61.5	2.5	-1.0	-6.7	-75.7	-125.0	-7.4	104.7	54.7	-75.8	-186.2	130.6	110.4	-241.0
2D35	-98.7	-181.7	-109.2	96.6	43.7	52.6	2.1	-0.8	-99.0	-129.1	-107.1	-7.4	95.7	-7.0	-128.9	-199.2	121.9	70.3	-192.2
2E11	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	57.6	69.3	2.8	-1.1	-1.6	-69.1	-124.7	-7.4	104.7	58.6	-69.3	-184.7	127.9	115.4	-243.3
2E15	-95.5	-189.2	-117.3	102.4	15.2	18.3	0.7	-0.3	-124.4	-170.9	-116.5	-7.4	102.1	-18.1	-170.5	-223.1	152.4	52.6	-205.0
2F11	-15.1	-138.4	-127.5	105.8	57.6	69.3	2.8	-1.1	-1.6	-69.1	-124.7	-7.4	104.7	58.6	-69.3	-184.7	127.9	115.4	-243.3
2F14	-48.5	-165.2	-127.0	106.8	40.3	48.5	2.0	-0.8	-52.2	-116.7	-125.0	-7.4	106.0	23.8	-116.8	-200.9	140.5	84.2	-224.7
2G11	-14.9	-138.2	-127.5	105.8	51.9	62.5	2.5	-1.0	-7.0	-75.7	-125.0	-7.4	104.8	54.5	-75.9	-186.4	130.4	110.5	-240.9
2G17	-65.6	-165.6	-117.4	100.9	52.4	63.1	2.6	-1.0	-57.2	-102.5	-114.9	-7.4	99.9	18.2	-102.6	-190.3	120.8	87.7	-208.5
2H13	-17.3	-139.2	-126.5	105.0	51.2	61.6	2.5	-1.0	-10.2	-77.6	-124.0	-7.4	104.0	51.8	-77.8	-185.8	129.6	108.0	-237.6
2H14	-15.0	-137.3	-126.5	104.9	62.7	75.5	3.1	-1.2	3.7	-61.8	-123.4	-7.4	103.7	62.1	-62.0	-181.6	124.1	119.6	-243.7
2I11	-20.6	-144.1	-128.7	107.0	57.3	69.0	2.8	-1.1	-7.3	-75.1	-125.9	-7.4	105.9	55.0	-75.3	-188.0	130.4	112.7	-243.1
2I13	-69.0	-169.0	-116.9	100.7	49.4	59.5	2.4	-0.9	-63.7	-109.6	-114.5	-7.4	99.7	14.1	-109.6	-192.2	123.7	82.7	-206.3
2J13	-0.2	-87.7	-88.1	71.6	64.5	77.7	3.2	-1.2	20.3	-10.1	-84.9	-7.4	70.3	56.2	-10.6	-120.3	66.8	109.6	-176.4
2J15	-47.9	-51.3	-14.7	16.4	7.4	8.9	0.4	-0.1	-84.5	-42.5	-14.3	-7.4	16.3	-89.3	-41.4	-10.7	-47.8	-30.8	78.6

第6-2-15表 一次+二次応力強さ(1/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	23.8	43.4	22.3	17.1	10.0	12.0	0.5	-0.2	-10.2	55.4	22.8	-7.4	16.9	-18.0	56.3	29.6	-74.3	26.7	47.6
*0	-42.2	114.0	124.9	114.3	58.0	69.5	3.0	-1.1	-28.3	183.5	127.9	-7.4	113.2	-87.8	181.6	189.4	-269.4	-7.8	277.2
1B11	-70.7	66.6	103.5	98.1	10.0	12.0	0.5	-0.2	-104.7	78.6	104.0	-7.4	97.9	-143.7	78.7	142.9	-222.3	-64.2	286.5
1B14	-9.2	-7.5	0.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-53.2	-7.5	0.1	-7.4	1.7	-54.5	-6.3	0.1	-48.2	-6.4	54.6
1C13	-50.9	106.3	124.6	114.4	58.0	69.5	3.0	-1.1	-37.0	175.8	127.6	-7.4	113.3	-94.8	174.8	186.4	-269.7	-11.5	281.2
1C17	-37.6	116.5	123.3	112.8	58.2	69.8	3.0	-1.1	-23.4	186.3	126.3	-7.4	111.7	-83.1	182.7	189.7	-265.8	-7.0	272.8
*100	-41.9	113.1	123.9	113.3	58.0	69.5	3.0	-1.1	-27.9	182.6	126.9	-7.4	112.2	-86.9	180.5	188.0	-267.4	-7.5	275.0
1D12	-37.3	117.0	123.9	113.0	58.4	70.0	3.0	-1.1	-23.0	187.0	126.9	-7.4	111.9	-82.9	183.4	190.4	-266.3	-7.0	273.3
1D16	-45.7	110.8	125.0	114.3	56.3	67.5	2.9	-1.1	-33.5	178.2	127.9	-7.4	113.2	-92.0	177.1	187.5	-269.1	-10.4	279.5
1E12	-46.7	108.9	124.0	113.6	57.8	69.3	3.0	-1.1	-32.9	178.2	127.0	-7.4	112.5	-91.2	176.9	186.5	-268.1	-9.6	277.7
1E15	-39.7	115.1	123.8	113.1	58.4	70.1	3.0	-1.1	-25.2	185.1	126.8	-7.4	112.0	-84.7	182.2	189.2	-266.9	-7.0	273.9
1F12	-37.0	117.3	123.9	113.0	57.8	69.3	3.0	-1.1	-23.1	186.7	126.9	-7.4	111.9	-83.0	183.2	190.2	-266.2	-7.0	273.2
1F15	-45.0	110.4	124.1	113.5	57.0	68.3	2.9	-1.1	-32.1	178.7	127.0	-7.4	112.5	-90.4	177.4	186.7	-267.8	-9.4	277.1
1G14	-30.6	123.0	123.8	112.6	57.2	68.5	3.0	-1.1	-17.4	191.5	126.8	-7.4	111.5	-78.2	185.4	193.7	-263.7	-8.3	271.9
1G17	-40.4	115.2	125.1	114.1	55.0	66.0	2.8	-1.0	-29.4	181.2	127.9	-7.4	113.0	-88.6	179.7	188.6	-268.4	-8.9	277.2
1H11	-37.2	117.1	123.9	113.1	59.5	71.3	3.1	-1.1	-21.7	188.4	127.0	-7.4	111.9	-81.9	184.2	191.4	-266.1	-7.2	273.3
1H14	-47.3	108.5	124.1	113.6	56.9	68.2	2.9	-1.1	-34.4	176.7	127.0	-7.4	112.5	-92.3	175.6	186.0	-267.9	-10.4	278.4
1I13	-71.8	-41.2	12.2	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-115.8	-41.2	12.2	-7.4	15.0	-118.3	-40.5	14.0	-77.8	-54.5	132.2
1I17	-37.3	-30.6	-4.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-81.3	-30.6	-4.2	-7.4	0.2	-82.4	-29.6	-4.2	-52.8	-25.4	78.2
1J13	-42.6	113.6	124.9	114.2	58.0	69.5	3.0	-1.1	-28.6	183.2	127.9	-7.4	113.1	-88.1	181.3	189.2	-269.4	-7.9	277.3
1J16	-42.5	113.6	124.8	114.2	58.0	69.5	3.0	-1.1	-28.5	183.2	127.8	-7.4	113.1	-88.0	181.3	189.1	-269.3	-7.8	277.1
1K11	-41.5	114.4	124.8	114.1	58.0	69.5	3.0	-1.1	-27.6	184.0	127.8	-7.4	113.0	-87.2	181.9	189.5	-269.1	-7.6	276.7
1K14	-42.0	114.2	124.9	114.2	58.0	69.5	3.0	-1.1	-28.0	183.7	127.9	-7.4	113.1	-87.6	181.7	189.5	-269.4	-7.7	277.1
1L12	-46.8	109.0	123.9	113.6	56.7	68.0	2.9	-1.1	-34.1	176.9	126.9	-7.4	112.5	-92.1	175.8	186.0	-267.9	-10.2	278.1
1L16	-40.5	114.4	124.0	113.3	57.7	69.2	3.0	-1.1	-26.8	183.7	127.0	-7.4	112.2	-86.0	181.3	188.6	-267.4	-7.3	274.7
1L21	-42.8	113.1	124.6	114.0	58.1	69.7	3.0	-1.1	-28.7	182.8	127.6	-7.4	112.9	-88.0	180.9	188.8	-268.9	-7.9	276.8
1L23	-41.1	114.6	124.6	113.9	58.6	70.3	3.0	-1.1	-26.5	184.9	127.6	-7.4	112.8	-86.2	182.5	189.7	-268.6	-7.3	275.9
2A12	-36.3	118.0	124.0	112.9	67.7	81.2	3.5	-1.3	-12.6	199.2	127.5	-7.4	111.7	-74.5	188.1	200.5	-262.6	-12.4	275.0
2A14	-22.5	130.1	123.7	112.0	48.0	57.5	2.5	-0.9	-18.5	187.7	126.1	-7.4	111.1	-78.9	183.5	190.7	-262.4	-7.2	269.6
2B11	-19.8	132.3	124.0	112.3	65.1	78.1	3.4	-1.2	1.3	210.3	127.3	-7.4	111.0	-63.5	211.2	191.3	-274.7	19.9	254.8
2B17	-46.4	125.4	137.1	125.6	53.5	64.2	2.8	-1.0	-36.9	189.6	139.9	-7.4	124.6	-101.4	189.0	205.0	-290.4	-16.1	306.4
2C11	-41.9	113.1	123.9	113.3	58.6	70.3	3.0	-1.1	-27.3	183.3	126.9	-7.4	112.1	-86.4	181.0	188.4	-267.5	-7.3	274.8
2C14	-46.3	109.2	123.9	113.6	49.4	59.2	2.6	-0.9	-40.9	168.4	126.5	-7.4	112.6	-97.7	167.8	183.8	-265.5	-16.0	281.5
2D11	-41.9	113.1	123.9	113.3	57.9	69.4	3.0	-1.1	-28.0	182.4	126.9	-7.4	112.2	-87.0	180.4	188.0	-267.4	-7.6	275.0
2D14	-44.2	111.0	123.9	113.4	49.5	59.4	2.6	-0.9	-38.7	170.4	126.5	-7.4	112.5	-95.8	169.7	184.2	-265.5	-14.5	280.0

第6-2-15表 一次+二次応力強さ(2/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D23	-65.0	92.8	124.0	114.6	45.3	54.3	2.3	-0.9	-63.7	147.1	126.4	-7.4	113.8	-117.1	147.0	179.9	-264.1	-32.9	297.0
2D26	-41.9	113.1	123.9	113.3	57.8	69.3	3.0	-1.1	-28.0	182.4	126.9	-7.4	112.2	-87.1	180.4	187.9	-267.4	-7.6	275.0
2D31	-40.5	114.3	123.9	113.2	51.1	61.3	2.6	-1.0	-33.4	175.6	126.6	-7.4	112.2	-91.4	174.6	185.6	-265.9	-11.0	276.9
2D33	-159.9	7.0	113.7	111.7	44.6	53.5	2.3	-0.8	-159.3	60.5	116.0	-7.4	110.9	-198.6	60.7	155.2	-259.2	-94.5	353.8
2E11	-41.9	113.1	123.9	113.3	57.6	69.1	3.0	-1.1	-28.2	182.2	126.9	-7.4	112.2	-87.2	180.2	187.8	-267.4	-7.7	275.1
2E13	-126.9	36.6	117.3	112.7	15.2	18.2	0.8	-0.3	-155.7	54.9	118.1	-7.4	112.4	-196.1	55.0	158.4	-251.1	-103.3	354.5
2F11	-41.9	113.1	123.9	113.3	57.6	69.1	3.0	-1.1	-28.2	182.2	126.9	-7.4	112.2	-87.2	180.2	187.8	-267.4	-7.7	275.1
2F13	-73.8	85.4	123.6	114.5	40.5	48.5	2.1	-0.8	-77.4	133.9	125.7	-7.4	113.7	-128.5	133.8	176.8	-262.3	-43.0	305.3
2G12	-41.2	113.6	123.9	113.2	51.4	61.7	2.7	-1.0	-33.8	175.3	126.6	-7.4	112.2	-91.7	174.3	185.5	-266.0	-11.2	277.2
2G14	-107.3	54.5	118.7	112.6	53.4	64.0	2.8	-1.0	-97.9	118.5	121.4	-7.4	111.6	-144.9	118.5	168.4	-263.4	-49.9	313.3
2H12	-44.0	110.0	123.0	112.5	51.4	61.6	2.7	-1.0	-36.6	171.6	125.6	-7.4	111.5	-93.6	170.8	183.4	-264.4	-12.6	276.9
2H15	-41.5	112.2	122.9	112.3	61.9	74.2	3.2	-1.2	-23.6	186.4	126.1	-7.4	111.2	-82.9	182.4	189.5	-265.3	-7.1	272.4
2I11	-47.5	109.4	124.9	114.5	57.4	68.8	3.0	-1.1	-34.1	178.2	127.8	-7.4	113.4	-92.6	177.1	187.5	-269.8	-10.3	280.1
2I12	-84.9	71.8	117.3	110.7	51.9	62.2	2.7	-1.0	-77.0	134.1	120.0	-7.4	109.7	-126.1	134.0	169.2	-260.1	-35.2	295.2
2J12	17.9	33.4	17.5	13.7	7.4	8.8	0.4	-0.1	-18.8	42.3	17.9	-7.4	13.6	-24.0	43.3	22.1	-67.3	21.1	46.1
2J14	-50.2	51.2	76.8	72.2	18.4	22.1	1.0	-0.3	-75.8	73.2	77.8	-7.4	71.8	-104.4	73.3	106.4	-177.7	-33.1	210.8



第 6-2-16 表 一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（熱曲げ応力を除く）

（単位： MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
4	91.2	87.0	59.3	-45.8	-23.4	-161.3	137.0	110.4	220.6

許容値  $3S_m = 360\text{MPa}$ （評価点：4）

第6-2-17表 一次+二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）(1/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	4.5	-14.0	-25.3	1.9	10.0	12.0	0.5	-0.2	-29.5	-2.0	-24.8	-7.4	1.7	-31.8	-0.1	-24.4	-31.7	24.3	7.4
1A12	-7.7	-113.8	-132.7	18.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	6.2	-44.1	-129.8	-7.4	17.5	9.4	-45.1	-132.1	54.5	87.0	-141.5
*0	-20.4	-144.6	-138.6	26.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.6	-74.8	-135.8	-7.4	25.5	-1.0	-75.5	-140.6	74.5	65.1	-139.7
1B13	-7.9	-20.5	-3.8	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-51.9	-20.5	-3.8	-7.4	5.7	-54.2	-18.9	-3.1	-35.3	-15.8	51.1
1C12	-22.4	-146.8	-137.9	26.9	57.4	69.2	2.8	-1.1	-9.0	-77.7	-135.1	-7.4	25.8	-3.2	-78.3	-140.2	75.1	61.8	-136.9
1C17	-18.7	-141.5	-137.3	26.4	58.1	70.0	2.8	-1.1	-4.7	-71.5	-134.4	-7.4	25.3	0.8	-72.2	-139.2	73.0	67.0	-140.0
*100	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.3	-73.5	-134.5	-7.4	25.3	-0.8	-74.2	-139.4	73.5	65.2	-138.6
1D12	-18.9	-141.7	-137.7	26.2	58.3	70.2	2.9	-1.1	-4.6	-71.5	-134.8	-7.4	25.1	0.8	-72.2	-139.5	72.9	67.3	-140.3
1D15	-21.4	-145.4	-138.3	26.5	56.0	67.4	2.7	-1.1	-9.5	-78.0	-135.6	-7.4	25.4	-3.8	-78.7	-140.6	74.9	61.9	-136.8
1E11	-21.6	-145.2	-137.3	26.6	57.3	69.0	2.8	-1.1	-8.4	-76.2	-134.5	-7.4	25.5	-2.7	-76.9	-139.5	74.2	62.6	-136.8
1E14	-19.5	-142.3	-137.4	26.4	58.5	70.4	2.9	-1.1	-5.0	-71.9	-134.5	-7.4	25.2	0.5	-72.6	-139.3	73.0	66.7	-139.8
1F11	-18.7	-141.4	-137.5	26.2	58.5	70.5	2.9	-1.1	-4.2	-70.9	-134.7	-7.4	25.1	1.2	-71.6	-139.4	72.8	67.7	-140.5
1F14	-21.0	-144.5	-137.5	26.5	56.5	68.1	2.8	-1.1	-8.6	-76.4	-134.7	-7.4	25.4	-2.9	-77.1	-139.6	74.2	62.5	-136.7
1G12	-17.0	-139.1	-137.7	26.1	59.6	71.8	2.9	-1.1	-1.4	-67.3	-134.7	-7.4	24.9	3.9	-68.0	-139.3	71.9	71.2	-143.2
1G15	-19.6	-142.8	-138.0	26.3	53.1	64.0	2.6	-1.0	-10.5	-78.8	-135.4	-7.4	25.2	-4.9	-79.5	-140.3	74.6	60.8	-135.5
1H12	-19.1	-142.0	-137.8	26.2	59.4	71.5	2.9	-1.1	-3.7	-70.4	-134.9	-7.4	25.1	1.6	-71.2	-139.5	72.8	68.4	-141.2
1H14	-21.5	-145.1	-137.2	26.6	56.8	68.4	2.8	-1.1	-8.7	-76.6	-134.4	-7.4	25.5	-3.0	-77.3	-139.4	74.3	62.1	-136.4
1I11	-2.5	-21.7	-20.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-46.5	-21.7	-20.5	-7.4	4.0	-49.1	-18.7	-20.9	-30.4	2.1	28.2
1I16	-15.2	-23.2	-2.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-59.2	-23.2	-2.2	-7.4	4.8	-61.1	-21.8	-1.8	-39.3	-20.0	59.3
1J12	-20.5	-144.6	-138.6	26.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.6	-74.8	-135.7	-7.4	25.5	-1.0	-75.5	-140.6	74.5	65.1	-139.6
1J14	-20.5	-144.6	-138.5	26.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.6	-74.8	-135.6	-7.4	25.5	-1.0	-75.5	-140.5	74.5	65.0	-139.5
1K11	-20.2	-144.2	-138.5	26.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.4	-74.4	-135.6	-7.4	25.5	-0.8	-75.1	-140.5	74.3	65.4	-139.7
1K14	-20.4	-144.4	-138.6	26.6	57.9	69.7	2.8	-1.1	-6.5	-74.7	-135.7	-7.4	25.5	-1.0	-75.4	-140.6	74.4	65.2	-139.7
1L11	-21.4	-145.0	-137.4	26.6	56.0	67.4	2.7	-1.1	-9.4	-77.5	-134.6	-7.4	25.5	-3.7	-78.2	-139.7	74.5	61.5	-135.9
1L15	-20.0	-143.2	-137.5	26.4	59.2	71.4	2.9	-1.1	-4.8	-71.8	-134.6	-7.4	25.3	0.7	-72.5	-139.4	73.2	66.9	-140.1
1L21	-20.8	-144.7	-138.2	26.6	58.0	69.9	2.8	-1.1	-6.8	-74.8	-135.4	-7.4	25.5	-1.2	-75.5	-140.2	74.3	64.8	-139.1
1L22	-20.1	-143.8	-138.2	26.5	58.6	70.6	2.9	-1.1	-5.5	-73.2	-135.4	-7.4	25.4	0.0	-73.9	-140.2	73.9	66.3	-140.2
2A13	-14.5	-136.2	-137.6	25.9	66.5	80.1	3.3	-1.3	8.0	-56.0	-134.4	-7.4	24.6	12.9	-56.8	-138.6	69.7	81.8	-151.4
2A15	-15.4	-137.2	-138.6	25.7	47.5	57.2	2.3	-0.9	-11.9	-80.0	-136.3	-7.4	24.8	-6.4	-80.7	-141.1	74.3	60.4	-134.6
2B12	-21.3	-148.5	-142.5	27.2	53.5	64.4	2.6	-1.0	-11.8	-84.1	-139.9	-7.4	26.2	-6.0	-84.7	-145.1	78.7	60.4	-139.1
2B15	-16.1	-144.7	-151.4	25.4	65.0	78.3	3.2	-1.2	4.9	-66.4	-148.2	-7.4	24.1	9.3	-67.1	-152.0	76.4	84.8	-161.3
2C11	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	58.5	70.5	2.9	-1.1	-5.7	-72.8	-134.5	-7.4	25.3	-0.2	-73.5	-139.3	73.3	65.8	-139.2
2C13	-21.8	-145.3	-137.3	26.6	49.4	59.5	2.4	-0.9	-16.4	-85.8	-134.8	-7.4	25.6	-10.4	-86.5	-140.2	76.1	53.7	-129.8
2D11	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	57.8	69.6	2.8	-1.1	-6.4	-73.6	-134.6	-7.4	25.3	-0.9	-74.3	-139.4	73.5	65.0	-138.5
2D13	-21.0	-144.3	-137.3	26.5	49.3	59.4	2.4	-0.9	-15.7	-84.9	-134.9	-7.4	25.5	-9.7	-85.5	-140.2	75.8	54.7	-130.5

第6-2-17表 一次+二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）(2/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D22	-27.1	-152.2	-136.5	27.2	45.5	54.8	2.2	-0.9	-25.7	-97.5	-134.2	-7.4	26.3	-18.9	-98.1	-140.4	79.1	42.3	-121.4
2D26	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	57.7	69.6	2.8	-1.1	-6.4	-73.7	-134.6	-7.4	25.3	-0.9	-74.4	-139.4	73.5	65.0	-138.5
2D31	-19.3	-142.2	-137.4	26.3	51.1	61.5	2.5	-1.0	-12.3	-80.7	-134.9	-7.4	25.4	-6.5	-81.4	-140.0	74.8	58.6	-133.5
2D34	-45.8	-168.4	-120.6	31.5	44.5	53.6	2.2	-0.9	-45.3	-114.8	-118.5	-7.4	30.6	-33.6	-115.0	-130.0	81.4	15.0	-96.4
2E11	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	57.6	69.3	2.8	-1.1	-6.6	-73.9	-134.6	-7.4	25.3	-1.1	-74.6	-139.4	73.5	64.8	-138.3
2E15	-35.0	-154.8	-122.5	29.8	15.2	18.3	0.7	-0.3	-63.8	-136.5	-121.7	-7.4	29.5	-50.9	-138.8	-132.4	88.0	-6.5	-81.5
2F11	-20.2	-143.3	-137.4	26.4	57.6	69.3	2.8	-1.1	-6.6	-73.9	-134.6	-7.4	25.3	-1.1	-74.6	-139.4	73.5	64.8	-138.3
2F14	-27.5	-151.9	-134.6	27.7	40.3	48.5	2.0	-0.8	-31.2	-103.4	-132.7	-7.4	26.9	-23.9	-103.9	-139.4	80.0	35.5	-115.5
2G11	-20.0	-143.1	-137.4	26.4	51.9	62.5	2.5	-1.0	-12.2	-80.6	-134.9	-7.4	25.4	-6.4	-81.3	-139.9	74.9	58.7	-133.5
2G15	-33.0	-154.9	-127.2	29.1	52.9	63.7	2.6	-1.0	-24.1	-91.2	-124.6	-7.4	28.1	-16.1	-91.8	-132.1	75.7	40.3	-116.0
2H13	-20.4	-142.7	-136.1	26.3	51.2	61.6	2.5	-1.0	-13.3	-81.0	-133.6	-7.4	25.3	-7.4	-81.7	-138.7	74.3	57.0	-131.3
2H14	-19.9	-142.1	-136.3	26.2	62.7	75.5	3.1	-1.2	-1.3	-66.6	-133.2	-7.4	25.0	4.1	-67.3	-137.8	71.4	70.5	-141.9
2I11	-21.9	-146.4	-138.2	26.8	57.3	69.0	2.8	-1.1	-8.6	-77.3	-135.4	-7.4	25.7	-2.9	-78.0	-140.5	75.1	62.5	-137.6
2I13	-29.6	-148.8	-123.6	28.6	49.4	59.5	2.4	-0.9	-24.3	-89.3	-121.2	-7.4	27.7	-16.2	-89.9	-128.6	73.7	38.7	-112.4
2J13	-10.2	-93.2	-94.9	16.6	64.5	77.7	3.2	-1.2	10.2	-15.5	-91.7	-7.4	15.4	14.3	-17.3	-94.0	31.6	76.7	-108.3
2J16	-5.7	-22.5	-11.1	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.7	-22.5	-11.1	-7.4	5.5	-52.3	-20.7	-10.2	-31.5	-10.5	42.0

### 6.2.6 疲労評価

供用状態 A 及び供用状態 B における疲労累積係数は、次に示すとおり許容値を満足している。

疲労累積係数を第 6-2-18 表に、材料ごとに疲労累積係数が最大となる評価点の疲労解析結果を第 6-2-19 表及び第 6-2-20 表に、一次＋二次＋ピーク応力強さの変動を第 6-2-5 図及び第 6-2-6 図に、一次＋二次＋ピーク応力強さを第 6-2-21 表及び第 6-2-22 表に示す。第 6-2-5 図及び第 6-2-6 図は、第 6-2-19 表及び第 6-2-20 表における疲労解析に用いた各過渡条件の一次＋二次＋ピーク応力強さの極値と回数を図示している。また、第 6-2-21 表及び第 6-2-22 表は、この一次＋二次＋ピーク応力強さの成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における応力、主応力及び応力強さを示している。なお、各図表中の過渡条件の記号は前述する 6.2.5 「一次＋二次応力評価」を参照のこと。

また、一次＋二次応力評価で許容値  $3S_m$  を超えた評価点 4 については、次の 4 項目の許容値を満足したため、簡易弾塑性解析を用いた疲労評価を実施した。

評価点	評価項目	数値	許容値
4	材料の最小降伏点と最小引張強さの比	0.4	0.8
	供用状態 A 及び供用状態 B における最高温度 (°C)	327.6 <sup>(注)</sup>	430
	熱曲げ応力を除く一次＋二次応力強さの変動幅(MPa)	221	360
	疲労解析に用いる繰返しピーク応力強さ(MPa)	217	4,881

(注) 供用状態 A 及び供用状態 B における 1 次系低温側の最高温度

簡易弾塑性解析による疲労解析結果は第 6-2-19 表を参照のこと。

第 6-2-18 表 疲労累積係数

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.00000	0.00012
4	0.00000	0.0	0.00020
5	0.00712	0.0	0.01400
6	0.00440	0.0	0.00731
7	0.0	0.00432	0.00154
8	0.00325	0.00080	0.00142
9	0.0	0.00128	0.00009
10	0.00319	0.00046	0.00205

許容値  $UI = 1.0$

第 6-2-19 表 疲労解析

評価点 - 4  
( S31 )

応力強さ ( 単位 : MPa )					繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
108.0	-219.5	1.19	195.6	216.7	40	462000	0.00009
108.0	-209.0	1.05	167.2	185.3	40	1160000	0.00003
79.6	-209.0	1.0	144.3	159.9	80	1880000	0.00004
79.6	-185.7	1.0	132.6	147.0	40	2660000	0.00002
73.5	-185.7	1.0	129.6	143.6	40	2940000	0.00001
73.5	-179.3	1.0	126.4	140.0	10	3270000	0.00000
0.0	-179.3	1.0	89.6	99.3	170	47600000	0.00000
-106.7	-179.3	1.0	36.3	40.2	10		0.0
疲労累積係数 =							0.00020

Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(195000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数

第 6-2-20 表 疲労解析

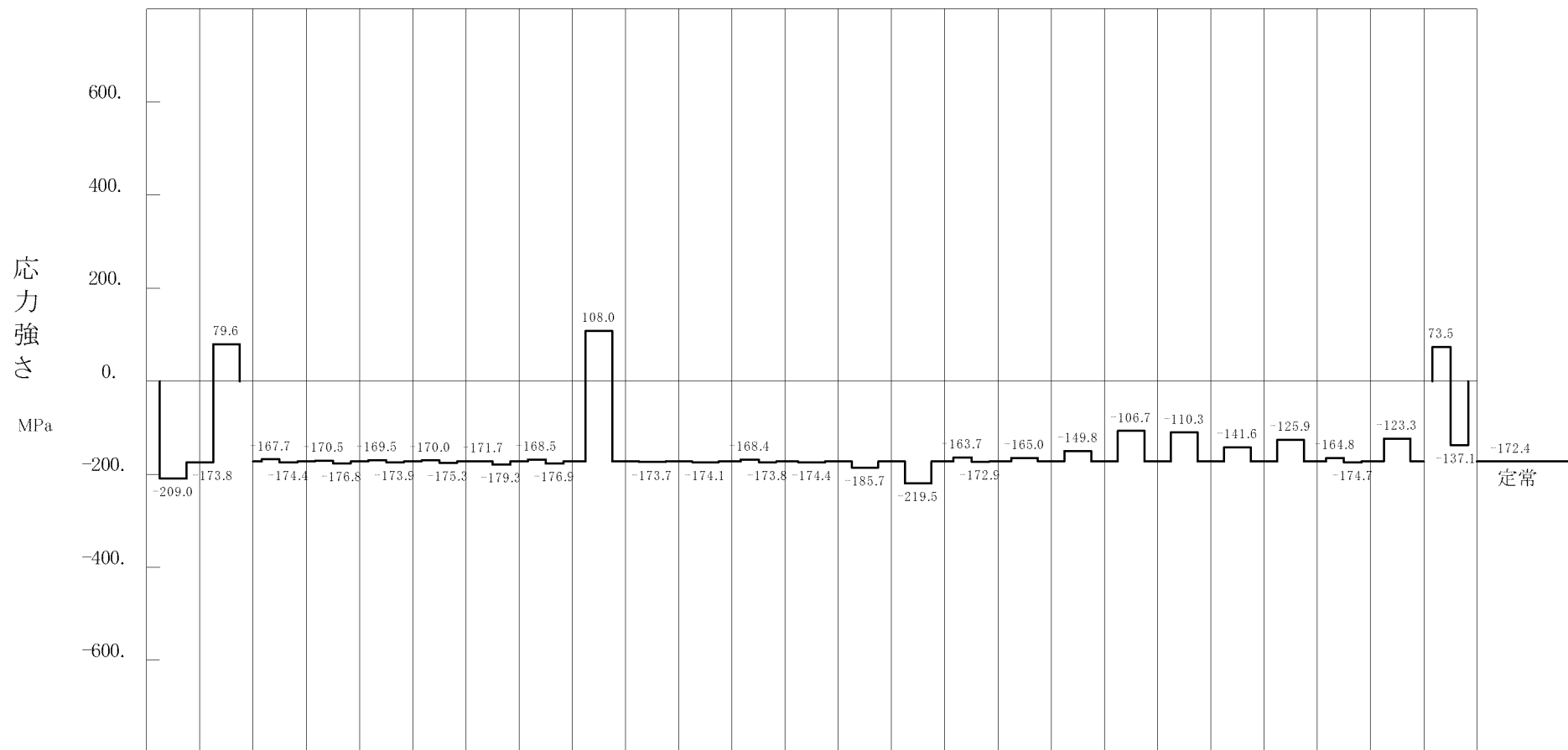
評価点 - 5  
( S31 )

応力強さ			( 単位 : MPa )			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*		
316.6	-76.8	1.0	196.7	231.4	40	15200	0.00263	
285.0	-76.8	1.0	180.9	212.8	40	20300	0.00197	
285.0	-72.6	1.0	178.8	210.3	80	21100	0.00379	
280.8	-72.6	1.0	176.7	207.8	40	21900	0.00183	
280.8	0.0	1.0	140.4	165.1	40	44400	0.00090	
279.3	0.0	1.0	139.7	164.3	130	45200	0.00288	
279.3	194.0	1.0	42.7	50.2	50		0.0	
疲労累積係数 =								0.01400

Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数

評価点 4

応力強さ S31



- 6 (3) - 3 - 2 - 51 -

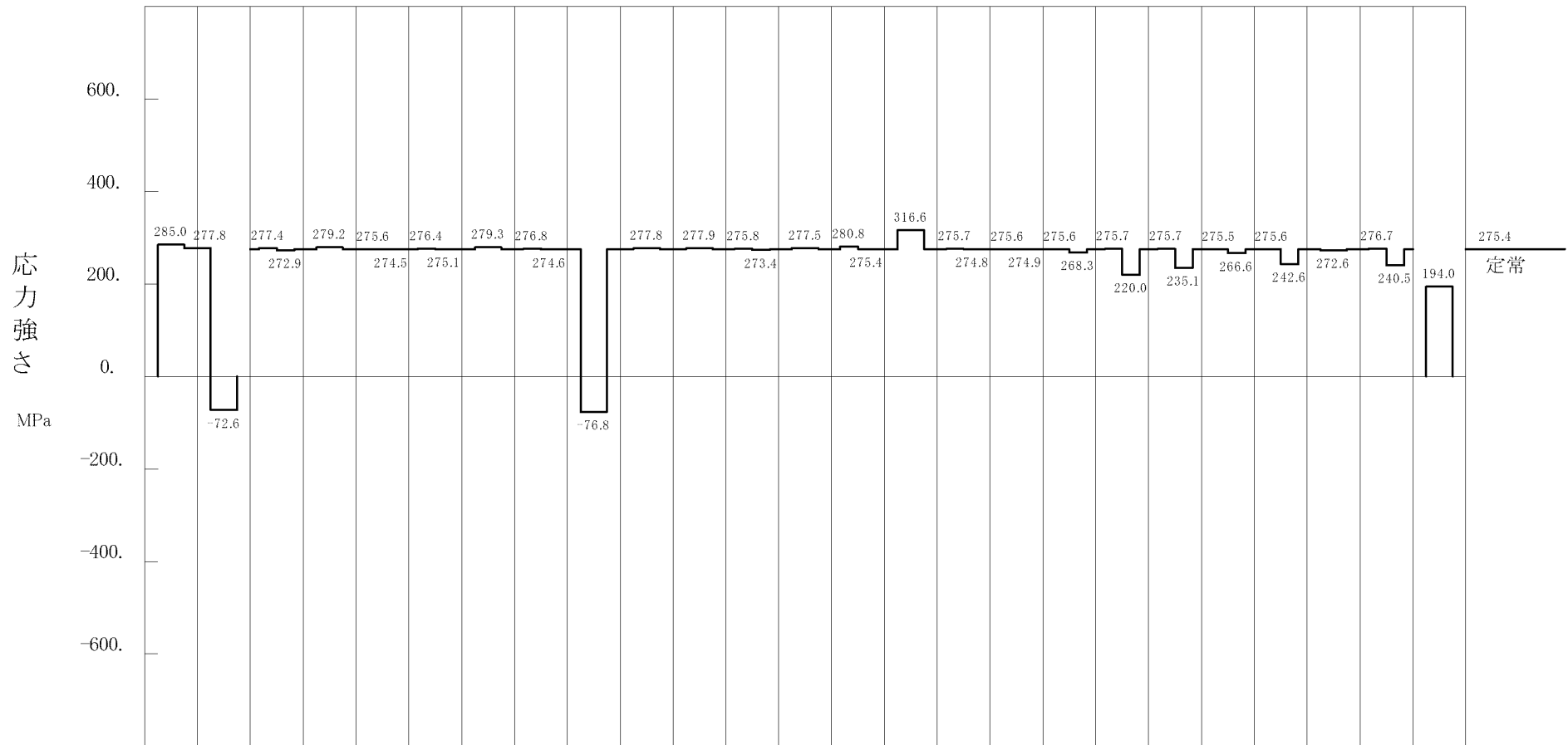
过渡条件	1A1	1B1	1C1	1D1	1E1	1F1	1G1	1H1	1I1	1J1	1K1	1L1	1L2	2A1	2B1	2C1	2D1	2D2	2D3	2E1	2F1	2G1	2H1	2I1	2J1
繰返し回数	120	120	13200	13200	2000	2000	200	$3 \times 10^6$	80	1400	1400	80	70	80	40	80	230	160	10	20	80	40	10	10	50

第6-2-5図 各过渡条件における一次+二次+ピーク応力強さの変動



評価点 5

応力強さ S31



過渡条件	1A1	1B1	1C1	1D1	1E1	1F1	1G1	1H1	1I1	1J1	1K1	1L1	1L2	2A1	2B1	2C1	2D1	2D2	2D3	2E1	2F1	2G1	2H1	2I1	2J1
繰返し回数	120	120	13200	13200	2000	2000	200	$3 \times 10^6$	80	1400	1400	80	70	80	40	80	230	160	10	20	80	40	10	10	50

第6-2-6図 各過渡条件における一次+二次+ピーク応力強さの変動

第6-2-21表 一次+二次+ピーク応力強さ(1/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

(単位: MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	33.9	0.2	-16.8	10.1	10.6	12.1	0.0	-0.1	0.5	12.4	-16.8	-7.4	10.0	1.1	16.6	-21.6	-15.5	38.2	-22.7
1A12	68.1	-73.6	-89.4	57.6	61.4	70.3	0.0	-0.8	85.5	-3.3	-89.3	-7.4	56.8	102.8	-3.7	-106.2	106.5	102.5	-209.0
*0	14.0	-119.7	-92.7	61.3	61.4	70.3	0.0	-0.8	31.5	-49.5	-92.7	-7.4	60.4	56.5	-49.8	-117.3	106.3	67.5	-173.8
1B13	-36.4	-30.2	-2.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-80.5	-30.2	-2.1	-7.4	2.5	-81.6	-29.1	-2.0	-52.5	-27.1	79.6
1C14	6.4	-123.9	-91.8	60.9	62.1	71.0	0.0	-0.8	24.5	-52.9	-91.8	-7.4	60.0	50.4	-53.2	-117.3	103.7	64.1	-167.7
1C17	17.2	-115.2	-91.6	60.5	61.6	70.5	0.0	-0.8	34.9	-44.7	-91.5	-7.4	59.6	59.0	-45.1	-115.3	104.1	70.3	-174.4
*100	13.9	-118.7	-91.9	60.7	61.4	70.3	0.0	-0.8	31.3	-48.4	-91.9	-7.4	59.9	56.1	-48.8	-116.3	104.9	67.5	-172.4
1D13	19.3	-115.9	-92.7	61.1	60.4	69.1	0.0	-0.8	35.8	-46.8	-92.7	-7.4	60.3	60.1	-47.1	-116.7	107.2	69.5	-176.8
1D16	11.1	-122.2	-92.6	61.3	59.6	68.2	0.0	-0.8	26.7	-54.1	-92.6	-7.4	60.5	52.5	-54.4	-118.1	106.8	63.7	-170.5
1E12	9.7	-122.2	-91.9	60.9	61.2	70.0	0.0	-0.8	26.9	-52.2	-91.9	-7.4	60.0	52.4	-52.6	-117.1	105.0	64.5	-169.5
1E15	15.7	-117.0	-91.8	60.7	61.9	70.8	0.0	-0.8	33.6	-46.2	-91.8	-7.4	59.8	58.0	-46.5	-115.9	104.5	69.4	-173.9
1F12	18.2	-115.2	-91.9	60.7	61.3	70.1	0.0	-0.8	35.5	-45.1	-91.9	-7.4	59.8	59.6	-45.5	-115.7	105.1	70.3	-175.3
1F15	11.3	-121.1	-92.0	60.9	60.4	69.0	0.0	-0.8	27.6	-52.1	-91.9	-7.4	60.0	53.0	-52.4	-117.0	105.4	64.6	-170.0
1G13	22.8	-111.1	-91.9	60.6	62.2	71.1	0.0	-0.8	41.0	-40.1	-91.9	-7.4	59.7	64.3	-40.4	-114.9	104.8	74.5	-179.3
1G15	17.2	-116.8	-92.2	60.9	56.4	64.5	0.0	-0.8	29.6	-52.4	-92.2	-7.4	60.1	54.7	-52.7	-117.0	107.4	64.3	-171.7
1H12	18.5	-115.3	-92.0	60.7	63.0	72.0	0.0	-0.9	37.4	-43.3	-92.0	-7.4	59.9	61.3	-43.7	-115.5	105.0	71.9	-176.9
1H14	9.1	-122.7	-91.9	60.9	60.3	68.9	0.0	-0.8	25.4	-53.8	-91.9	-7.4	60.1	51.1	-54.1	-117.3	105.2	63.3	-168.5
1I11	1.8	-18.4	-13.8	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-42.2	-18.4	-13.8	-7.4	9.0	-46.6	-17.2	-10.4	-29.4	-6.8	36.2
1I15	-66.5	-50.5	-3.9	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-110.6	-50.5	-3.9	-7.4	4.7	-111.7	-49.6	-3.7	-62.1	-46.0	108.0
1J11	13.9	-119.8	-92.7	61.3	61.4	70.3	0.0	-0.8	31.3	-49.6	-92.6	-7.4	60.4	56.3	-49.9	-117.4	106.3	67.4	-173.7
1J14	13.6	-119.9	-92.6	61.2	61.4	70.3	0.0	-0.8	31.0	-49.7	-92.6	-7.4	60.4	56.1	-50.0	-117.3	106.1	67.3	-173.4
1K12	14.6	-119.2	-92.6	61.2	61.4	70.3	0.0	-0.8	32.0	-49.0	-92.6	-7.4	60.4	56.9	-49.3	-117.2	106.2	67.9	-174.1
1K14	14.2	-119.6	-92.7	61.3	61.4	70.3	0.0	-0.8	31.7	-49.3	-92.6	-7.4	60.4	56.6	-49.6	-117.3	106.3	67.7	-173.9
1L12	9.5	-122.2	-91.9	60.8	60.0	68.7	0.0	-0.8	25.5	-53.5	-91.8	-7.4	60.0	51.2	-53.8	-117.2	105.0	63.4	-168.4
1L15	14.2	-118.6	-92.0	60.8	62.9	71.9	0.0	-0.9	33.1	-46.7	-91.9	-7.4	60.0	57.6	-47.0	-116.2	104.6	69.2	-173.8
1L21	13.3	-120.0	-92.4	61.1	61.6	70.4	0.0	-0.8	30.9	-49.6	-92.4	-7.4	60.3	55.9	-49.9	-117.1	105.8	67.2	-173.0
1L23	14.9	-118.7	-92.4	61.1	62.1	71.0	0.0	-0.8	32.9	-47.7	-92.4	-7.4	60.2	57.6	-48.0	-116.8	105.7	68.8	-174.4
2A11	14.1	-118.5	-91.9	60.7	63.4	72.5	0.0	-0.9	33.5	-46.0	-91.9	-7.4	59.9	57.9	-46.4	-116.0	104.3	69.6	-173.9
2A13	23.1	-110.8	-91.9	60.6	70.6	80.7	0.0	-1.0	49.7	-30.1	-91.9	-7.4	59.6	71.9	-30.5	-113.7	102.4	83.2	-185.7
2B12	15.0	-122.7	-95.3	62.9	56.7	64.9	0.0	-0.8	27.7	-57.8	-95.2	-7.4	62.2	54.1	-58.1	-121.3	112.2	63.2	-175.4
2B14	52.3	-101.9	-100.1	65.2	69.0	78.9	0.0	-0.9	77.3	-23.1	-100.1	-7.4	64.3	98.5	-23.4	-121.0	121.9	97.5	-219.5
2C11	13.9	-118.7	-91.9	60.7	62.1	71.0	0.0	-0.8	32.0	-47.7	-91.9	-7.4	59.9	56.6	-48.0	-116.2	104.7	68.2	-172.9
2C14	10.1	-121.9	-91.9	60.8	52.4	59.9	0.0	-0.7	18.4	-62.0	-91.8	-7.4	60.1	45.3	-62.3	-118.4	107.6	56.2	-163.7
2D11	13.9	-118.7	-91.9	60.7	61.3	70.1	0.0	-0.8	31.2	-48.6	-91.9	-7.4	59.9	56.0	-48.9	-116.3	104.9	67.4	-172.3
2D14	11.9	-120.4	-91.9	60.8	52.5	60.0	0.0	-0.7	20.3	-60.4	-91.8	-7.4	60.1	46.9	-60.6	-118.1	107.5	57.5	-165.0

第6-2-21表 一次+二次+ピーク応力強さ(2/2)

評価点 - 4

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-44.0	0.0	0.0	-7.4

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D24	-5.9	-132.1	-90.9	60.7	47.5	54.3	0.0	-0.6	-2.3	-77.7	-90.9	-7.4	60.0	28.4	-77.9	-121.4	106.3	43.6	-149.8
2D26	13.9	-118.7	-91.9	60.7	61.3	70.1	0.0	-0.8	31.2	-48.6	-91.9	-7.4	59.9	56.0	-48.9	-116.3	104.9	67.4	-172.3
2D31	15.2	-117.5	-91.9	60.7	54.2	62.0	0.0	-0.7	25.4	-55.6	-91.9	-7.4	60.0	51.1	-55.9	-117.3	107.0	61.4	-168.3
2D35	-72.1	-157.7	-76.8	53.1	46.4	53.0	0.0	-0.6	-69.8	-104.6	-76.8	-7.4	52.5	-20.4	-103.8	-127.1	83.5	23.2	-106.7
2E11	13.9	-118.7	-91.9	60.7	61.1	69.8	0.0	-0.8	31.0	-48.8	-91.9	-7.4	59.9	55.8	-49.2	-116.4	105.0	67.2	-172.2
2E14	-68.6	-166.4	-83.6	57.6	16.1	18.4	0.0	-0.2	-96.5	-148.0	-83.6	-7.4	57.3	-32.2	-153.5	-142.4	121.4	-11.1	-110.3
2F11	13.9	-118.7	-91.9	60.7	61.1	69.8	0.0	-0.8	31.0	-48.8	-91.9	-7.4	59.9	55.8	-49.2	-116.4	105.0	67.2	-172.2
2F14	-16.7	-140.8	-90.8	60.9	42.7	48.9	0.0	-0.6	-18.0	-92.0	-90.8	-7.4	60.3	16.4	-91.9	-125.2	108.4	33.3	-141.6
2G11	14.1	-118.5	-91.9	60.7	55.1	63.0	0.0	-0.7	25.1	-55.5	-91.9	-7.4	60.0	50.9	-55.8	-117.3	106.7	61.4	-168.2
2G16	-46.3	-151.9	-85.1	57.9	55.9	63.9	0.0	-0.8	-34.4	-87.9	-85.0	-7.4	57.1	3.2	-87.9	-122.7	91.1	34.8	-125.9
2H13	11.7	-119.3	-91.1	60.3	54.3	62.1	0.0	-0.7	22.0	-57.2	-91.1	-7.4	59.6	48.0	-57.5	-116.8	105.5	59.3	-164.8
2H14	13.8	-117.7	-91.1	60.3	66.5	76.0	0.0	-0.9	36.3	-41.7	-91.1	-7.4	59.4	60.1	-42.0	-114.6	102.1	72.6	-174.7
2I11	9.2	-123.4	-92.6	61.3	60.8	69.5	0.0	-0.8	26.0	-53.9	-92.5	-7.4	60.5	51.9	-54.2	-118.1	106.1	63.9	-170.0
2I13	-40.5	-145.7	-83.0	56.3	52.4	59.9	0.0	-0.7	-32.1	-85.8	-83.0	-7.4	55.6	4.1	-85.7	-119.2	89.8	33.5	-123.3
2J13	20.8	-74.2	-63.8	41.7	68.4	78.2	0.0	-0.9	45.2	4.1	-63.8	-7.4	40.8	59.7	3.2	-77.4	56.4	80.7	-137.1
2J15	-43.9	-45.9	-9.4	7.6	7.8	8.9	0.0	-0.1	-80.1	-37.0	-9.4	-7.4	7.5	-82.1	-35.8	-8.6	-46.3	-27.2	73.5

第6-2-22表 一次+二次+ピーク応力強さ(1/2)

評価点 - 5

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
37.7	0.0	0.0	-6.3

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	6.0	34.4	38.1	-27.5	4.8	12.1	-2.8	0.1	48.5	46.5	35.3	-6.3	-27.4	13.2	45.9	71.2	-32.7	-25.2	57.9
1A13	87.9	186.1	196.3	-142.0	27.8	69.9	-16.1	0.4	153.5	256.0	180.2	-6.3	-141.7	24.4	255.7	309.5	-231.3	-53.7	285.0
*0	111.4	180.9	197.0	-139.1	27.8	69.9	-16.1	0.4	177.0	250.8	180.9	-6.3	-138.7	40.1	250.6	317.9	-210.5	-67.3	277.8
1B12	30.6	1.6	4.0	-0.1	4.8	12.1	-2.8	0.1	73.1	13.7	1.2	-6.3	0.0	73.8	13.1	1.2	60.7	11.8	-72.6
1C11	111.2	180.6	196.7	-138.9	27.8	69.9	-16.1	0.4	176.8	250.6	180.6	-6.3	-138.5	40.1	250.4	317.5	-210.2	-67.2	277.4
1C16	113.3	178.8	194.0	-136.6	28.0	70.4	-16.2	0.4	179.1	249.2	177.8	-6.3	-136.3	42.1	249.0	315.0	-206.9	-66.0	272.9
*100	110.6	179.4	195.3	-137.8	27.8	69.9	-16.1	0.4	176.2	249.3	179.2	-6.3	-137.5	40.1	249.1	315.5	-209.0	-66.4	275.4
1D11	109.8	179.3	195.5	-138.0	28.3	71.0	-16.3	0.4	175.8	250.2	179.2	-6.3	-137.6	39.8	250.0	315.4	-210.3	-65.4	275.6
1D14	108.7	180.8	197.6	-139.7	27.3	68.6	-15.8	0.4	173.7	249.4	181.8	-6.3	-139.3	38.3	249.2	317.4	-211.0	-68.2	279.2
1E13	112.9	180.3	194.7	-137.4	28.3	71.0	-16.4	0.4	179.0	251.3	178.3	-6.3	-137.1	41.5	251.1	316.0	-209.6	-64.9	274.5
1E16	109.7	178.9	195.6	-138.0	27.9	70.1	-16.1	0.4	175.3	249.0	179.4	-6.3	-137.6	39.7	248.8	315.3	-209.1	-66.5	275.6
1F13	108.6	178.8	196.0	-138.3	27.5	68.9	-15.9	0.4	173.8	247.7	180.1	-6.3	-138.0	38.9	247.5	315.2	-208.7	-67.7	276.4
1F16	112.2	180.2	195.0	-137.7	27.7	69.6	-16.0	0.4	177.7	249.8	179.0	-6.3	-137.3	40.9	249.6	316.0	-208.7	-66.4	275.1
1G11	110.4	180.1	195.4	-137.9	29.1	73.1	-16.8	0.4	177.2	253.2	178.5	-6.3	-137.5	40.2	252.9	315.7	-212.7	-62.8	275.5
1G16	107.6	180.3	197.7	-139.7	26.2	65.9	-15.2	0.3	171.5	246.2	182.5	-6.3	-139.4	37.4	246.0	316.8	-208.6	-70.8	279.3
1H13	107.9	178.7	196.3	-138.5	27.3	68.6	-15.8	0.4	173.0	247.3	180.5	-6.3	-138.1	38.4	247.1	315.2	-208.7	-68.1	276.8
1H15	113.7	180.7	194.6	-137.4	27.8	69.9	-16.1	0.4	179.3	250.6	178.5	-6.3	-137.1	41.7	250.4	316.3	-208.7	-65.9	274.6
1I14	42.9	16.9	3.0	-3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	80.6	16.9	3.0	-6.3	-3.4	2.9	16.3	81.4	-13.4	-65.1	78.5
1I16	36.4	9.0	-2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	74.2	9.0	-2.0	-6.3	1.3	74.8	8.4	-2.0	66.4	10.4	-76.8
1J11	111.4	180.9	196.9	-139.0	27.8	69.9	-16.1	0.4	177.0	250.8	180.9	-6.3	-138.7	40.2	250.6	317.9	-210.4	-67.3	277.8
1J16	111.4	180.7	196.7	-138.9	27.8	69.9	-16.1	0.4	177.0	250.6	180.6	-6.3	-138.5	40.2	250.4	317.6	-210.2	-67.3	277.4
1K11	110.9	180.6	196.9	-139.0	27.8	69.9	-16.1	0.4	176.5	250.5	180.8	-6.3	-138.6	39.9	250.3	317.6	-210.4	-67.2	277.7
1K13	111.2	180.9	197.0	-139.1	27.8	69.9	-16.1	0.4	176.8	250.8	180.9	-6.3	-138.7	40.0	250.6	317.9	-210.6	-67.3	277.9
1L14	112.7	179.1	194.1	-136.9	27.8	69.9	-16.1	0.4	178.2	249.1	178.0	-6.3	-136.5	41.5	248.8	314.9	-207.3	-66.1	273.4
1L17	110.0	179.1	195.7	-138.0	27.3	68.5	-15.8	0.4	175.0	247.6	179.9	-6.3	-137.7	39.6	247.4	315.5	-207.7	-68.1	275.8
1L21	111.1	180.1	196.5	-138.6	27.9	70.1	-16.1	0.4	176.7	250.1	180.3	-6.3	-138.3	40.1	249.9	317.1	-209.8	-67.2	277.0
1L24	110.8	180.5	196.7	-138.9	27.8	69.9	-16.1	0.4	176.4	250.4	180.6	-6.3	-138.5	39.8	250.2	317.3	-210.4	-67.1	277.5
2A11	110.7	179.6	195.3	-137.9	28.7	72.1	-16.6	0.4	177.1	251.7	178.7	-6.3	-137.5	40.3	251.5	315.7	-211.1	-64.2	275.4
2A15	99.1	175.6	198.7	-139.9	22.8	57.3	-13.2	0.3	159.6	232.9	185.5	-6.3	-139.6	32.2	232.8	313.0	-200.6	-80.2	280.8
2B13	109.1	179.8	195.7	-138.1	31.3	78.5	-18.1	0.4	178.1	258.3	177.6	-6.3	-137.7	40.1	258.1	315.9	-218.0	-57.8	275.8
2B16	107.9	203.1	220.4	-158.0	30.9	77.5	-17.9	0.4	176.5	280.6	202.5	-6.3	-157.6	31.3	280.4	347.9	-249.1	-67.5	316.6
2C12	110.1	179.1	195.4	-137.9	23.7	59.6	-13.7	0.3	171.6	238.7	181.7	-6.3	-137.6	38.9	238.5	314.6	-199.6	-76.1	275.7
2C15	112.3	180.1	194.8	-137.5	23.6	59.3	-13.7	0.3	173.7	239.4	181.1	-6.3	-137.2	40.1	239.3	314.9	-199.2	-75.6	274.8
2D12	110.8	179.9	195.2	-137.9	24.7	61.9	-14.2	0.3	173.2	241.8	181.0	-6.3	-137.6	39.4	241.6	315.0	-202.2	-73.3	275.6
2D16	111.7	179.6	194.9	-137.5	24.3	60.9	-14.0	0.3	173.7	240.5	180.9	-6.3	-137.2	39.9	240.4	314.8	-200.4	-74.5	274.9

第6-2-22表 一次+二次+ピーク応力強さ(2/2)

評価点 - 5

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
37.7	0.0	0.0	-6.3

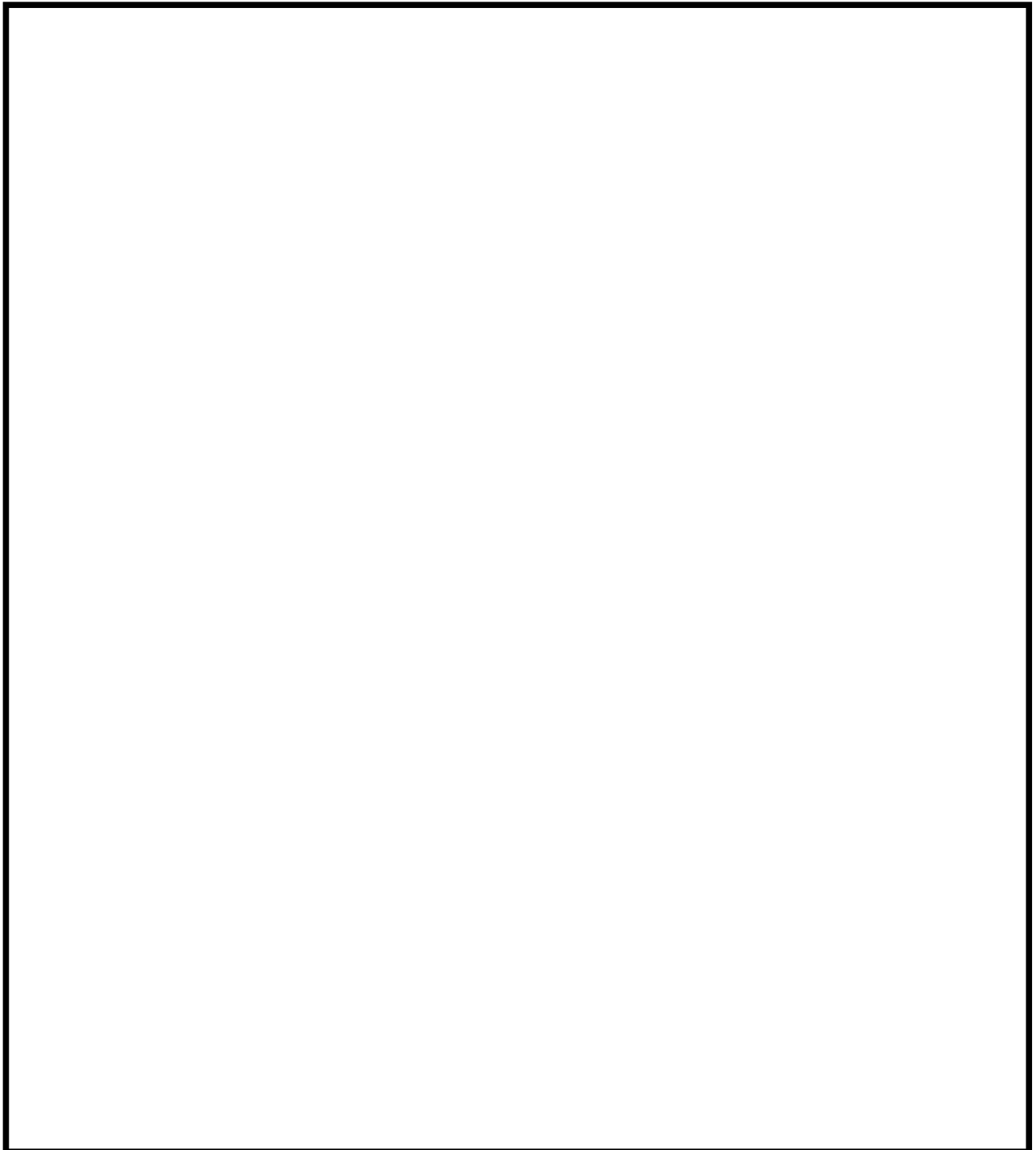
( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D21	110.8	180.0	195.3	-137.9	24.2	60.8	-14.0	0.3	172.7	240.8	181.3	-6.3	-137.6	39.3	240.7	314.9	-201.4	-74.2	275.6
2D25	120.6	180.2	190.7	-134.2	21.5	54.0	-12.4	0.3	179.9	234.2	178.2	-6.3	-134.0	45.0	234.0	313.3	-189.0	-79.2	268.3
2D32	110.7	180.1	195.3	-137.9	24.5	61.5	-14.2	0.3	172.9	241.6	181.1	-6.3	-137.6	39.3	241.5	314.9	-202.2	-73.5	275.7
2D35	143.8	154.1	155.6	-106.0	21.0	52.8	-12.1	0.3	202.6	206.9	143.4	-6.3	-105.7	63.1	206.6	283.1	-143.5	-76.5	220.0
2E12	111.8	179.8	195.0	-137.7	19.0	47.8	-11.0	0.2	168.5	227.5	184.0	-6.3	-137.4	38.5	227.4	314.1	-188.9	-86.7	275.7
2E15	147.6	170.2	168.3	-116.6	7.3	18.3	-4.2	0.1	192.6	188.5	164.1	-6.3	-116.5	60.9	188.4	295.9	-127.6	-107.5	235.1
2F12	110.6	179.2	195.3	-137.8	25.0	62.9	-14.5	0.3	173.4	242.0	180.9	-6.3	-137.5	39.5	241.9	314.9	-202.4	-73.0	275.5
2F14	128.4	183.1	188.9	-133.3	19.4	48.6	-11.2	0.3	185.5	231.8	177.7	-6.3	-133.1	48.4	231.6	315.0	-183.2	-83.4	266.6
2G13	110.7	179.8	195.3	-137.9	24.7	61.9	-14.3	0.3	173.1	241.7	181.0	-6.3	-137.5	39.4	241.6	314.9	-202.2	-73.4	275.6
2G17	131.7	166.5	173.2	-120.1	25.2	63.2	-14.6	0.3	194.7	229.7	158.7	-6.3	-119.7	55.5	229.5	298.1	-174.0	-68.6	242.6
2H11	108.9	174.9	194.1	-136.5	30.1	75.7	-17.4	0.4	176.8	250.6	176.7	-6.3	-136.1	40.5	250.4	313.2	-209.8	-62.8	272.6
2H16	109.7	177.8	193.8	-136.7	24.7	62.0	-14.3	0.3	172.1	239.7	179.6	-6.3	-136.4	39.3	239.6	312.5	-200.3	-73.0	273.3
2I11	114.1	181.4	196.1	-138.5	27.6	69.2	-15.9	0.4	179.4	250.6	180.2	-6.3	-138.1	41.5	250.4	318.2	-208.8	-67.8	276.7
2I13	132.8	165.1	171.6	-119.0	23.7	59.6	-13.7	0.3	194.3	224.7	157.8	-6.3	-118.7	55.9	224.5	296.4	-168.6	-71.9	240.5
2J11	7.9	11.8	12.4	-8.6	3.5	8.9	-2.0	0.0	49.2	20.7	10.4	-6.3	-8.6	8.4	19.6	52.2	-11.2	-32.6	43.8
2J13	74.6	128.6	135.3	-95.9	31.0	77.9	-17.9	0.4	143.4	206.4	117.4	-6.3	-95.5	33.9	205.5	227.9	-171.6	-22.4	194.0

### 6.3 出口管台及び出口管台セーフエンド

#### 6.3.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

出口管台及び出口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第6-3-1図に示す。



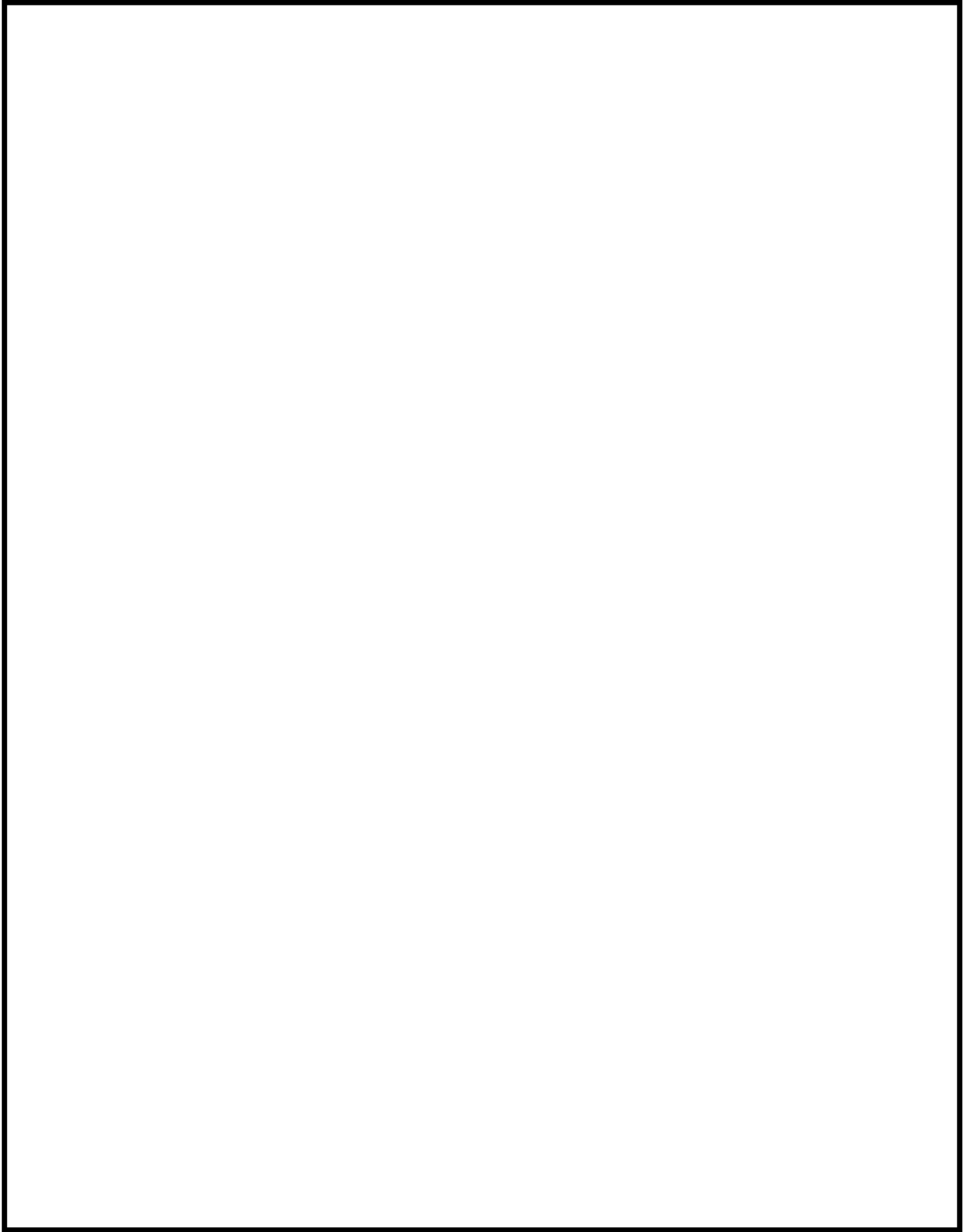
第6-3-1図 出口管台及び出口管台セーフエンド

### 6.3.2 応力計算方法

応力計算は、資料 6-2-2 「クラス 1 容器の強度計算方法」に示す手法により行う。

ここで、有限要素法を使用する場合の解析モデルを第 6-3-2 図及び第 6-3-3 図に示す。出口管台及び上部胴の内張り材は、厚さが全板厚の 0.1 倍を超えるため、温度分布計算及び熱応力計算において、内張り材を計算モデルに含めている。解析モデルは、2次元軸対称モデルとする。

圧力及び外荷重による解析条件を第 6-3-4 図に、温度条件を第 4-3 表に示す。使用した解析コードは「ABAQUS」である。

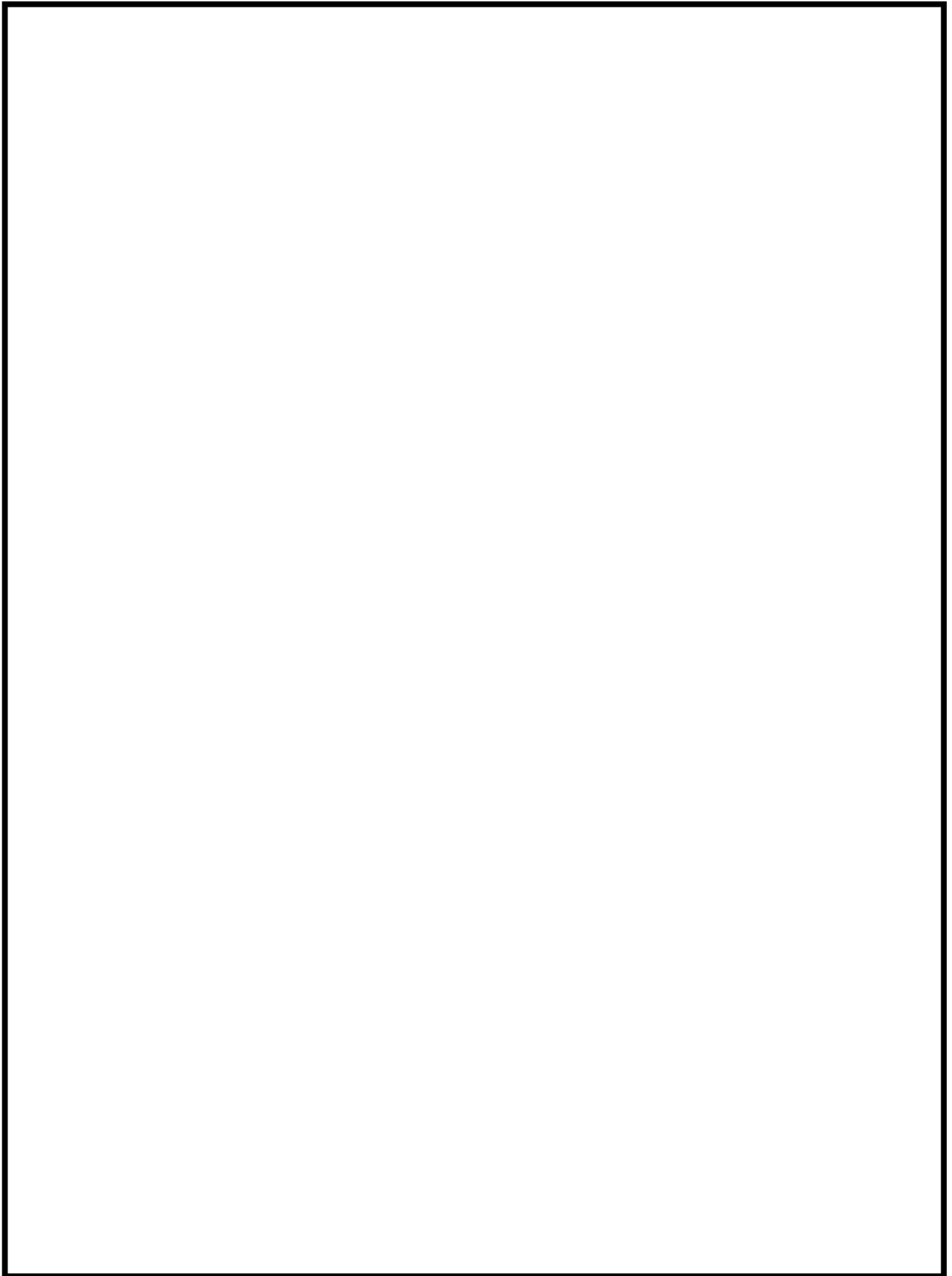


第6-3-2図 解析モデル（圧力による応力計算用要素分割図）





第6-3-3図 解析モデル（温度分布計算及び熱応力計算用要素分割図）



第6-3-4図 解析条件

### 6.3.3 圧力荷重による応力の計算結果

単位圧力荷重(10MPa)による応力の計算結果を第 6-3-1 表に示す。

なお、圧力による応力は、この単位圧力荷重による計算結果に基づき、各評価の圧力に応じて比例法により求める。

一次応力の分類については、後述する 6.3.4「一次応力評価」に準じる。

第6-3-1表 単位圧力荷重(10MPa)による応力の計算結果

( 単位 : MPa )

評価点	P <sub>m</sub>				PL+P <sub>b</sub>				PL+P <sub>b</sub> +Q				PL+P <sub>b</sub> +Q+F			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$
1	29.5	41.9	-4.1	2.4	28.9	51.6	-1.5	-1.4	26.1	55.9	-1.2	-5.0	35.4	60.4	3.5	-13.0
2	29.5	41.9	-4.1	2.4	28.9	51.6	-1.5	-1.4	31.7	47.4	-1.9	2.1	33.7	48.7	-0.1	0.1
3	29.5	41.9	-4.1	2.4	29.5	41.9	-4.1	2.4	30.3	44.8	-9.6	3.2	29.8	44.9	-10.5	0.2
4	29.5	41.9	-4.1	2.4	29.5	41.9	-4.1	2.4	28.7	39.1	1.4	1.7	31.0	39.7	0.4	-0.4
5	29.3	40.4	-3.4	3.2	29.3	40.4	-3.4	3.2	34.5	44.6	-8.5	5.2	35.5	45.0	-9.8	0.6
6	29.3	40.4	-3.4	3.2	29.3	40.4	-3.4	3.2	24.1	36.3	1.7	1.2	27.7	37.3	0.7	-2.1
7	29.3	40.3	-3.3	3.1	29.3	40.3	-3.3	3.1	34.7	44.5	-8.3	5.2	35.3	44.8	-9.7	-0.2
8	29.3	40.3	-3.3	3.1	29.3	40.3	-3.3	3.1	23.9	36.0	1.6	1.1	27.1	36.9	0.5	-2.3
9	27.5	37.8	-1.5	3.9	27.5	37.8	-1.5	3.9	41.6	46.4	-0.1	9.2	53.4	53.5	10.5	17.8
10	27.5	37.8	-1.5	3.9	27.5	37.8	-1.5	3.9	13.5	29.2	-2.8	-1.4	15.1	31.0	0.6	-3.3

## 6.3.4 一次応力評価

### 6.3.4.1 一次一般膜応力評価

今回の評価対象箇所は、JSME 上、形状不連続部であり、一次一般膜応力についての評価要求は受けないが、一次局部膜応力を用いて、一次一般膜応力の評価を以下のとおり行う。

当該部に発生する膜応力は一次局部膜応力であることから、一次局部膜応力に対して一次局部膜応力の許容値より低い一次一般膜応力の許容値を用いることで保守的に一次一般膜応力を評価する。

但し、圧力による応力については、断面形状が同じである評価点 1～評価点 4 は、構造不連続の影響が大きいと考えられる評価点 1 及び評価点 2 の一次局部膜応力強さは使用せず、評価点 3 及び評価点 4 の一次局部膜応力強さで評価点 1 及び評価点 2 の一次一般膜応力強さを評価する。

なお、評価点 5～評価点 10 においては、各評価点の一次局部膜応力強さで一次一般膜応力強さを評価する。

### 6.3.4.2 一次局部膜応力評価

設計条件、供用状態 C 及び供用状態 D における一次局部膜応力評価については、一次局部膜応力強さの最大値は、一次膜＋一次曲げ応力強さの最大値以下であり、かつ一次局部膜応力強さの許容値は、一次膜＋一次曲げ応力強さの許容値以上であるため、一次局部膜応力強さの評価は後述する 6.3.4.3 「一次膜＋一次曲げ応力評価」をもって評価する。

なお、試験状態における一次局部膜応力評価については、JSME に基づき評価する。

### 6.3.4.3 一次膜＋一次曲げ応力評価

一次局部膜応力と自重による一次曲げ応力を用いて、一次膜＋一次曲げ応力評価を行う。

ここで、試験状態に適用する一次膜応力は、前述する 6.3.4.1 「一次一般膜応力評価」に記載の一次一般膜応力である。

#### 6.3.4.4 評価結果

設計条件、供用状態 C、供用状態 D 及び試験状態における一次応力強さは、次に示すとおり許容値を満足している。

設計条件における一次一般膜応力強さを第 6-3-2 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-3-3 表に示す。

供用状態 C における一次一般膜応力強さを第 6-3-4 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-3-5 表に示す。

供用状態 C における圧力荷重のみによる一次一般膜応力強さを第 6-3-6 表に示す。

供用状態 D における一次一般膜応力強さを第 6-3-7 表に、一次膜＋一次曲げ応力強さを第 6-3-8 表に示す。

試験状態における一次一般膜応力強さを第 6-3-9 表に、一次局部膜応力強さを第 6-3-10 表に、一次一般膜＋一次曲げ応力強さを第 6-3-11 表に示す。

第6-3-2表 設計条件における一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	50.7	72.0	-7.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	72.0	-7.3	-21.1	79.3	-58.2
2	50.7	72.0	-7.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	72.0	-7.3	-21.1	79.3	-58.2
3	50.7	72.0	-7.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	72.0	-7.3	-21.1	79.3	-58.2
4	50.7	72.0	-7.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.1	50.9	72.0	-7.3	-21.1	79.3	-58.2
5	50.4	69.4	-5.8	5.5	0.0	0.0	0.0	1.1	50.8	69.4	-6.4	-18.6	75.8	-57.2
6	50.4	69.4	-5.8	5.5	0.0	0.0	0.0	1.1	50.8	69.5	-6.4	-18.6	75.8	-57.2
7	50.3	69.1	-5.7	5.4	0.0	0.0	0.0	1.1	50.8	69.1	-6.2	-18.4	75.4	-57.0
8	50.3	69.1	-5.7	5.4	0.0	0.0	0.0	1.1	50.7	69.1	-6.2	-18.4	75.4	-57.0
9	47.2	64.9	-2.5	6.7	0.0	0.0	0.0	1.0	48.1	64.9	-3.4	-16.9	68.3	-51.5
10	47.2	64.9	-2.5	6.7	0.0	0.0	0.0	1.0	48.1	64.9	-3.4	-16.9	68.3	-51.5

許容値  $S_m=114\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)  
 $S_m=184\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

第6-3-3表 設計条件における一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	49.6	88.6	-2.6	-2.4	-11.6	0.0	0.0	0.1	38.2	88.6	-2.8	-50.5	91.4	-40.9
2	49.6	88.6	-2.6	-2.4	-13.4	0.0	0.0	0.1	36.4	88.6	-2.8	-52.3	91.4	-39.2
3	50.7	72.0	-7.0	4.2	-12.0	0.0	0.0	0.1	39.0	72.0	-7.4	-32.9	79.3	-46.4
4	50.7	72.0	-7.0	4.2	-13.9	0.0	0.0	0.1	37.2	72.0	-7.4	-34.8	79.3	-44.5
5	50.4	69.4	-5.8	5.5	-11.9	0.0	0.0	0.1	39.1	69.4	-6.5	-30.3	75.9	-45.6
6	50.4	69.4	-5.8	5.5	-13.8	0.0	0.0	0.1	37.3	69.4	-6.5	-32.1	75.9	-43.8
7	50.3	69.1	-5.7	5.4	-11.9	0.0	0.0	0.1	39.0	69.1	-6.4	-30.1	75.4	-45.4
8	50.3	69.1	-5.7	5.4	-13.8	0.0	0.0	0.1	37.2	69.1	-6.4	-31.9	75.5	-43.6
9	47.2	64.9	-2.5	6.7	-11.2	0.0	0.0	0.1	37.1	64.9	-3.7	-27.7	68.5	-40.8
10	47.2	64.9	-2.5	6.7	-13.1	0.0	0.0	0.1	35.3	64.9	-3.7	-29.6	68.6	-39.0

許容値 1.36S<sub>m</sub>=155MPa (評価点 : 1~4) (内径=762.0 mm 外径=882.0 mm)  
 1.36S<sub>m</sub>=155MPa (評価点 : 5,6) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)  
 1.36S<sub>m</sub>=250MPa (評価点 : 7,8) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)  
 1.36S<sub>m</sub>=250MPa (評価点 : 9,10) (内径=762.0 mm 外径=890.02 mm)



第6-3-4表 供用状態Cにおける一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
2	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
3	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
4	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
5	55.4	76.3	-6.4	6.0	0.0	0.0	0.0	1.1	55.9	76.4	-7.0	-20.5	83.4	-63.0
6	55.4	76.3	-6.4	6.0	0.0	0.0	0.0	1.1	55.9	76.4	-7.0	-20.5	83.4	-62.9
7	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	1.1	55.8	76.1	-6.9	-20.2	82.9	-62.7
8	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	1.1	55.8	76.1	-6.9	-20.2	82.9	-62.7
9	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	1.0	52.9	71.4	-3.8	-18.5	75.2	-56.6
10	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	1.0	52.9	71.4	-3.8	-18.5	75.2	-56.6

許容値  $1.2S_m = 135\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)

$\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u) = 297\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

第6-3-5表 供用状態Cにおける一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	54.6	97.5	-2.9	-2.7	-11.6	0.0	0.0	0.1	43.1	97.5	-3.1	-54.4	100.6	-46.2
2	54.6	97.5	-2.9	-2.7	-13.4	0.0	0.0	0.1	41.3	97.5	-3.1	-56.2	100.6	-44.4
3	55.7	79.2	-7.7	4.6	-12.0	0.0	0.0	0.1	44.1	79.2	-8.1	-35.0	87.3	-52.2
4	55.7	79.2	-7.7	4.6	-13.9	0.0	0.0	0.1	42.3	79.2	-8.1	-36.9	87.3	-50.4
5	55.4	76.3	-6.4	6.0	-11.9	0.0	0.0	0.1	44.2	76.3	-7.1	-32.1	83.5	-51.3
6	55.4	76.3	-6.4	6.0	-13.8	0.0	0.0	0.1	42.4	76.3	-7.2	-34.0	83.5	-49.5
7	55.3	76.0	-6.3	5.9	-11.9	0.0	0.0	0.1	44.1	76.0	-7.0	-31.9	83.0	-51.1
8	55.3	76.0	-6.3	5.9	-13.8	0.0	0.0	0.1	42.3	76.0	-7.0	-33.7	83.0	-49.3
9	51.9	71.4	-2.8	7.4	-11.2	0.0	0.0	0.1	41.9	71.4	-4.0	-29.4	75.3	-45.9
10	51.9	71.4	-2.8	7.4	-13.1	0.0	0.0	0.1	40.1	71.4	-4.0	-31.2	75.4	-44.2

許容値  $1.36(1.2S_m)=184\text{MPa}$  (評価点 : 1~4) (内径=762.0 mm 外径=882.0 mm)

$1.36(1.2S_m)=184\text{MPa}$  (評価点 : 5,6) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)

$1.36\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u)=403\text{MPa}$  (評価点 : 7,8) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)

$1.36\text{MIN}(S_{y,2}/3S_u)=403\text{MPa}$  (評価点 : 9,10) (内径=762.0 mm 外径=890.02 mm)

第6-3-6表 供用状態Cにおける圧力荷重のみによる一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
7	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	55.9	76.0	-6.9	-20.1	82.9	-62.7
8	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	55.9	76.0	-6.9	-20.1	82.9	-62.7
9	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.9	71.4	-3.8	-18.4	75.1	-56.7
10	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.9	71.4	-3.8	-18.4	75.1	-56.7

許容値  $\text{MAX}(1.1S_m, 0.9S_y) = 267\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

評価点 1~6 はオーステナイト系ステンレス鋼であるため評価対象外である。

第6-3-7表 供用状態Dにおける一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
2	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
3	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
4	55.7	79.2	-7.7	4.6	0.0	0.0	0.0	1.1	56.0	79.2	-8.0	-23.2	87.2	-64.0
5	55.4	76.3	-6.4	6.0	0.0	0.0	0.0	1.1	55.9	76.4	-7.0	-20.5	83.4	-63.0
6	55.4	76.3	-6.4	6.0	0.0	0.0	0.0	1.1	55.9	76.4	-7.0	-20.5	83.4	-62.9
7	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	1.1	55.8	76.1	-6.9	-20.2	82.9	-62.7
8	55.3	76.0	-6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	1.1	55.8	76.1	-6.9	-20.2	82.9	-62.7
9	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	1.0	52.9	71.4	-3.8	-18.5	75.2	-56.6
10	51.9	71.4	-2.8	7.4	0.0	0.0	0.0	1.0	52.9	71.4	-3.8	-18.5	75.2	-56.6

許容値 MIN  $(2.4S_m, 2/3S_u) = 271\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)

$2/3S_u = 308\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

第6-3-8表 供用状態Dにおける一次膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	54.6	97.5	-2.9	-2.7	-11.6	0.0	0.0	0.1	43.1	97.5	-3.1	-54.4	100.6	-46.2
2	54.6	97.5	-2.9	-2.7	-13.4	0.0	0.0	0.1	41.3	97.5	-3.1	-56.2	100.6	-44.4
3	55.7	79.2	-7.7	4.6	-12.0	0.0	0.0	0.1	44.1	79.2	-8.1	-35.0	87.3	-52.2
4	55.7	79.2	-7.7	4.6	-13.9	0.0	0.0	0.1	42.3	79.2	-8.1	-36.9	87.3	-50.4
5	55.4	76.3	-6.4	6.0	-11.9	0.0	0.0	0.1	44.2	76.3	-7.1	-32.1	83.5	-51.3
6	55.4	76.3	-6.4	6.0	-13.8	0.0	0.0	0.1	42.4	76.3	-7.2	-34.0	83.5	-49.5
7	55.3	76.0	-6.3	5.9	-11.9	0.0	0.0	0.1	44.1	76.0	-7.0	-31.9	83.0	-51.1
8	55.3	76.0	-6.3	5.9	-13.8	0.0	0.0	0.1	42.3	76.0	-7.0	-33.7	83.0	-49.3
9	51.9	71.4	-2.8	7.4	-11.2	0.0	0.0	0.1	41.9	71.4	-4.0	-29.4	75.3	-45.9
10	51.9	71.4	-2.8	7.4	-13.1	0.0	0.0	0.1	40.1	71.4	-4.0	-31.2	75.4	-44.2

許容値 1.36MIN (2.4S<sub>m,2</sub>/3S<sub>u</sub>) = 368MPa (評価点 : 1~4) (内径=762.0 mm 外径=882.0 mm)

1.36MIN (2.4S<sub>m,2</sub>/3S<sub>u</sub>) = 368MPa (評価点 : 5,6) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)

1.36 (2/3S<sub>u</sub>) = 418MPa (評価点 : 7,8) (内径=762.0 mm 外径=883.3 mm)

1.36 (2/3S<sub>u</sub>) = 418MPa (評価点 : 9,10) (内径=762.0 mm 外径=890.02 mm)

第6-3-9表 試験状態における一次一般膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
2	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
3	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
4	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
5	62.9	86.7	-7.3	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.6	86.8	-8.0	-23.2	94.7	-71.5
6	62.9	86.7	-7.3	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.6	86.8	-8.0	-23.2	94.7	-71.5
7	62.8	86.3	-7.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.5	86.4	-7.8	-22.9	94.2	-71.3
8	62.8	86.3	-7.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.5	86.4	-7.8	-22.9	94.2	-71.3
9	59.0	81.1	-3.2	8.4	0.0	0.0	0.0	1.0	60.1	81.1	-4.3	-21.0	85.4	-64.4
10	59.0	81.1	-3.2	8.4	0.0	0.0	0.0	1.0	60.1	81.1	-4.3	-21.0	85.4	-64.4

許容値  $0.9S_y=184\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)

$0.9S_y=310\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

判定  $2/3S_y=136\text{MPa} \geq P_m$  (評価点 : 1~6)

$2/3S_y=230\text{MPa} \geq P_m$  (評価点 : 7~10)

第6-3-10表 試験状態における一次局部膜応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	62.0	110.8	-3.3	-3.0	0.0	0.0	0.0	1.1	62.1	110.8	-3.4	-48.7	114.2	-65.6
2	62.0	110.8	-3.3	-3.0	0.0	0.0	0.0	1.1	62.1	110.8	-3.4	-48.7	114.2	-65.6
3	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
4	63.3	89.9	-8.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	63.7	90.0	-9.1	-26.3	99.1	-72.8
5	62.9	86.7	-7.3	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.6	86.8	-8.0	-23.2	94.7	-71.5
6	62.9	86.7	-7.3	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.6	86.8	-8.0	-23.2	94.7	-71.5
7	62.8	86.3	-7.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.5	86.4	-7.8	-22.9	94.2	-71.3
8	62.8	86.3	-7.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.1	63.5	86.4	-7.8	-22.9	94.2	-71.3
9	59.0	81.1	-3.2	8.4	0.0	0.0	0.0	1.0	60.1	81.1	-4.3	-21.0	85.4	-64.4
10	59.0	81.1	-3.2	8.4	0.0	0.0	0.0	1.0	60.1	81.1	-4.3	-21.0	85.4	-64.4

許容値  $1.35S_y=276\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)

$1.35S_y=465\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

第6-3-11表 試験状態における一次一般膜+一次曲げ応力強さ

( 単位 : MPa )

評価点	圧力による応力				外荷重による応力				主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1	63.3	89.9	-8.7	5.2	-11.6	0.0	0.0	0.1	52.2	89.9	-9.2	-37.7	99.1	-61.4
2	63.3	89.9	-8.7	5.2	-13.4	0.0	0.0	0.1	50.4	89.9	-9.2	-39.5	99.1	-59.6
3	63.3	89.9	-8.7	5.2	-12.0	0.0	0.0	0.1	51.8	89.9	-9.2	-38.2	99.1	-60.9
4	63.3	89.9	-8.7	5.2	-13.9	0.0	0.0	0.1	49.9	89.9	-9.2	-40.0	99.1	-59.1
5	62.9	86.7	-7.3	6.8	-11.9	0.0	0.0	0.1	51.8	86.7	-8.1	-34.9	94.8	-59.9
6	62.9	86.7	-7.3	6.8	-13.8	0.0	0.0	0.1	50.0	86.7	-8.1	-36.8	94.8	-58.1
7	62.8	86.3	-7.1	6.8	-11.9	0.0	0.0	0.1	51.7	86.3	-7.9	-34.6	94.3	-59.6
8	62.8	86.3	-7.1	6.8	-13.8	0.0	0.0	0.1	49.9	86.3	-7.9	-36.5	94.3	-57.8
9	59.0	81.1	-3.2	8.4	-11.2	0.0	0.0	0.1	49.1	81.1	-4.5	-31.9	85.6	-53.6
10	59.0	81.1	-3.2	8.4	-13.1	0.0	0.0	0.1	47.3	81.1	-4.5	-33.8	85.6	-51.8

許容値  $1.35S_y=276\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)  
 $1.35S_y=465\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)



### 6.3.5 一次＋二次応力評価

供用状態 A 及び供用状態 B における一次＋二次応力評価は、次に示すとおり許容値を満足している。なお、表中で用いる過渡条件の記号を第 6-3-12 表に示す。

一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅を第 6-3-13 表に、材料ごとに一次＋二次応力強さの変動幅が最大となる評価点の一次＋二次応力強さを第 6-3-14 表及び第 6-3-15 表に示す。第 6-3-14 表及び第 6-3-15 表は、第 6-3-13 表における一次＋二次応力強さの変動幅の最大値に対応した応力強さの最大値及び最小値を含む表である。また、第 6-3-14 表及び第 6-3-15 表は、この一次＋二次応力強さの成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における応力、主応力及び応力強さを示している。

第 6-3-13 表より、評価点 5 及び評価点 6 において許容値  $3S_m$  を超えるため、簡易弾塑性解析への適合のうち、一次＋二次応力強さの変動幅（熱曲げ応力を除く）は、第 6-3-16 表より、 $3S_m$  を超えないことを確認した。

評価点 5 及び評価点 6 について、一次＋二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（熱曲げ応力を除く）を第 6-3-16 表に、一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）を第 6-3-17 表に示す。第 6-3-17 表は、第 6-3-16 表における一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）の変動幅の最大値に対応した応力強さ（熱曲げ応力を除く）の最大値及び最小値を含む表である。また、第 6-3-17 表は、この一次＋二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）の成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における熱曲げ応力を除く応力、主応力及び応力強さを示している。

第 6-3-12 表 過渡条件の記号の説明(1/5)

記 号		過 渡 条 件	
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称
1A1	1A11	1.0h	I-a 起 動
	1A12	2.0h	
	1A13	4.87h	
*0		—	無負荷運転状態
1B1	1B11	1.04h	I-b 停 止
	1B12	4.87h	
	1B13	5.0h	
	1B14	6.0h	
1C1	1C11	50.0s	I-c 負 荷 上 昇
	1C12	100.0s	
	1C13	250.0s	
	1C14	1,150.0s	
	1C15	1,200.0s	
	1C16	1,225.0s	
	1C17	2,000.0s	
*100		—	100%負荷運転状態
1D1	1D11	55.0s	I-d 負 荷 減 少
	1D12	60.0s	
	1D13	1,260.0s	
	1D14	1,300.0s	
	1D15	2,000.0s	
1E1	1E11	28.0s	I-e 90%から 100%へのステップ状負荷上昇
	1E12	36.0s	
	1E13	210.0s	
	1E14	260.0s	
	1E15	290.0s	
	1E16	500.0s	

第 6-3-12 表 過渡条件の記号の説明(2/5)

記 号		過 渡 条 件	
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称
1F1	1F11	21.5s	I-f 100%から90%へのステップ状負荷減少
	1F12	25.0s	
	1F13	270.0s	
	1F14	290.0s	
	1F15	500.0s	
1G1	1G11	24.0s	I-g 100%からの大きいステップ状負荷減少
	1G12	36.0s	
	1G13	50.0s	
	1G14	200.0s	
	1G15	550.0s	
	1G16	1,030.0s	
	1G17	1,100.0s	
	1G18	2,000.0s	
1H1	1H11	150.0s	I-h 定常負荷運転時の変動
	1H12	180.0s	
	1H13	359.9s	
1I1	1I11	0.5min	I-i 燃 料 交 換
	1I12	10.0min	
	1I13	12.0min	
	1I14	14.0min	
	1I15	30.0min	
1J1	1J11	5.0min	I-j 0%から15%への負荷上昇
	1J12	30.0min	
	1J13	40.0min	
1K1	1K11	5.0min	I-k 15%から0%への負荷減少
	1K12	10.0min	
	1K13	40.0min	

第 6-3-12 表 過渡条件の記号の説明(3/5)

記 号		過 渡 条 件			
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称		
1L1	1L11	105.0s	停止ループ	(i)停 止	I-0 1ループ停止/ 1ループ起動
	1L12	200.0s			
	1L13	300.0s			
	1L14	12.0s	運転ループ		
	1L15	25.0s			
	1L16	34.0s			
	1L17	45.0s			
	1L18	410.0s			
1L2	1L21	1.0s	起動ループ	(ii)起 動	
	1L22	47.0s			
	1L23	74.0s			
	1L24	150.0s			
	1L25	300.0s			
	1L26	31.0s	運転ループ		
	1L27	300.0s			
	1L28	400.0s			
2A1	2A11	15.0s	II-a 負荷の喪失		
	2A12	16.8s			
	2A13	23.0s			
	2A14	100.0s			
2B1	2B11	2,100.0s	補助給水されるループ	II-b 外部電源喪失	
	2B12	11,000.0s			
	2B13	230.0s	補助給水されないループ		
	2B14	2,100.0s			
	2B15	3,000.0s			
	2B16	9,000.0s			
	2B17	11,000.0s			

第 6-3-12 表 過渡条件の記号の説明(4/5)

記号		過渡条件			
		計算点	過渡条件名称		
2C1	2C11	3.5s	健全側	II-c 1次冷却材流量の 部分喪失	
	2C12	3.8s			
	2C13	7.3s			
	2C14	100.0s	故障側		
2D1	2D11	1.0s	(i) 不注意な冷却を伴わないトリップ	II-d 100%からの 原子炉トリップ	
	2D12	5.7s			
	2D13	100.0s			
	2D14	150.0s			
	2D15	200.0s			
2D2	2D21	140.0s	冷却ループ		(ii) 不注意な冷却を 伴うトリップ
	2D22	200.0s	正常ループ		
	2D23	300.0s			
	2D24	1.1s			
	2D25	6.0s			
2D3	2D31	6.0s	冷却ループ	(iii) 不注意な冷却と 安全注入を伴う トリップ	
	2D32	600.0s			
	2D33	610.0s			
	2D34	666.0s			
	2D35	1,000.0s			
	2D36	5.5s	正常ループ		
2E1	2E11	2.0s	II-e 1次冷却系の異常な減圧		
	2E12	74.0s			
	2E13	600.0s			
	2E14	650.0s			
	2E15	700.0s			
	2E16	800.0s			
2F1	2F11	0.7s	II-f 制御棒クラスタの落下		
	2F12	6.2s			
	2F13	150.0s			
	2F14	200.0s			

第 6-3-12 表 過渡条件の記号の説明(5/5)

記 号		過 渡 条 件		
		計 算 点	過 渡 条 件 名 称	
2G1	2G11	5.0s	II-g 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	
	2G12	400.0s		
	2G13	500.0s		
	2G14	600.0s		
	2G15	700.0s		
	2G16	800.0s		
	2G17	1,000.0s		
2H1	2H11	12.6s	起動ループ	II-h 1次冷却系停止 ループの誤起動
	2H12	26.0s		
	2H13	12.0s	運転ループ	
	2H14	12.5s		
	2H15	100.0s		
2I1	2I11	2.0min	II-i タービン回転試験	
	2I12	10.0min		
	2I13	28.0min		
2J1	2J11	0.5h	加 圧	II-j 1次系漏えい試験
	2J12	1.0h		
	2J13	3.5h		
	2J14	5.0h		
	2J15	2.0h	減 圧	
	2J16	2.48h		
	2J17	4.5h		
	2J18	5.0h		

第 6-3-13 表 一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅

( 単位 : MPa )

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
1	0.0	69.2	145.9	-177.6	-22.1	0.0	177.6	91.2	145.9
2	184.9	91.5	0.0	0.0	-118.1	-248.5	184.9	209.6	248.5
3	216.6	50.4	0.0	0.0	-37.3	-265.5	216.6	87.7	265.5
4	145.7	43.6	121.2	-14.6	-177.6	-154.5	160.3	221.3	275.7
5	291.9	114.5	0.0	0.0	-1.4	-401.9	291.9	115.8	401.9
6	165.0	164.0	201.4	-152.1	-54.0	-295.6	317.1	218.0	497.0
7	0.0	83.1	230.3	-282.5	-1.4	0.0	282.5	84.5	230.3
8	0.0	42.7	502.7	-381.5	-132.6	0.0	381.5	175.4	502.7
9	153.3	179.5	0.0	0.0	-0.3	-320.9	153.3	179.8	320.9
10	0.0	129.3	355.1	-317.6	-43.4	0.0	317.6	172.7	355.1

許容値  $3S_m=351\text{MPa}$  (評価点 : 1~6)

$3S_m=552\text{MPa}$  (評価点 : 7~10)

第6-3-14表 一次+二次応力強さ(1/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma x$	$\sigma t$	$\sigma r$	$\tau xt$
-133.4	0.0	0.0	0.0

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma x$	$\sigma t$	$\sigma r$	$\tau rx$	$\sigma x$	$\sigma t$	$\sigma r$	$\tau rx$	$\sigma x$	$\sigma t$	$\sigma r$	$\tau xt$	$\tau rx$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A12	38.8	-22.1	-50.1	34.7	6.4	9.7	0.4	0.3	-88.2	-12.4	-49.7	0.0	35.0	-29.0	-12.4	-108.9	-16.6	96.5	-79.9
*0	-28.8	-151.6	-138.8	108.2	37.2	55.9	2.6	1.8	-125.0	-95.6	-136.2	0.0	110.0	-20.4	-95.6	-240.7	75.2	145.1	-220.3
1B12	-56.4	-47.4	-9.8	12.4	6.4	9.7	0.4	0.3	-183.4	-37.8	-9.4	0.0	12.7	-184.3	-37.8	-8.5	-146.5	-29.3	175.8
1C13	-19.8	-145.7	-140.7	109.0	37.2	55.9	2.6	1.8	-116.0	-89.8	-138.1	0.0	110.8	-15.7	-89.8	-238.4	74.1	148.6	-222.6
1C17	1.5	-140.8	-150.3	114.0	37.2	55.9	2.6	1.8	-94.7	-84.9	-147.7	0.0	115.8	-2.4	-84.9	-240.0	82.5	155.1	-237.6
*100	-17.8	-152.6	-153.3	117.0	37.2	55.9	2.6	1.8	-114.1	-96.7	-150.7	0.0	118.8	-12.2	-96.7	-252.6	84.5	156.0	-240.5
1D11	-17.0	-151.8	-153.3	117.0	37.8	56.8	2.6	1.8	-112.7	-95.1	-150.7	0.0	118.8	-11.4	-95.1	-252.0	83.7	156.9	-240.6
1D15	-47.0	-164.0	-144.2	112.7	37.2	55.9	2.6	1.8	-143.2	-108.0	-141.6	0.0	114.5	-27.9	-108.0	-256.9	80.1	148.9	-229.0
1E12	-18.9	-152.5	-151.9	116.2	36.7	55.2	2.6	1.8	-115.6	-97.3	-149.3	0.0	117.9	-13.3	-97.3	-251.6	83.9	154.3	-238.3
1E16	-12.5	-148.5	-152.4	116.1	37.2	55.9	2.6	1.8	-108.7	-92.6	-149.8	0.0	117.9	-9.6	-92.6	-248.9	83.0	156.3	-239.4
1F11	-17.7	-152.4	-153.3	117.0	37.9	57.0	2.6	1.8	-113.2	-95.5	-150.7	0.0	118.9	-11.6	-95.5	-252.3	83.8	156.8	-240.7
1F15	-24.2	-156.5	-152.9	117.1	37.2	55.9	2.6	1.8	-120.4	-100.5	-150.3	0.0	118.9	-15.5	-100.5	-255.2	85.0	154.6	-239.6
1G14	-44.0	-174.6	-154.4	119.0	34.3	51.5	2.4	1.6	-143.2	-123.1	-152.0	0.0	120.7	-26.8	-123.1	-268.3	96.3	145.2	-241.5
1G18	-47.9	-163.4	-142.7	111.8	37.2	55.9	2.6	1.8	-144.1	-107.5	-140.1	0.0	113.5	-28.5	-107.5	-255.7	79.0	148.2	-227.1
1H12	-14.8	-150.2	-153.3	116.9	38.1	57.3	2.7	1.8	-110.1	-92.9	-150.7	0.0	118.7	-9.9	-92.9	-250.8	82.9	157.9	-240.9
1H13	-21.3	-155.6	-153.5	117.3	36.5	54.9	2.5	1.8	-118.2	-100.7	-151.0	0.0	119.1	-14.4	-100.7	-254.8	86.3	154.1	-240.4
1I12	-76.2	-68.1	-14.8	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-209.6	-68.1	-14.8	0.0	16.8	-13.4	-68.1	-211.1	54.7	143.0	-197.7
1I13	-77.8	-64.9	-12.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-211.2	-64.9	-12.0	0.0	14.8	-212.3	-64.9	-10.9	-147.4	-54.0	201.4
1J11	-27.3	-150.5	-138.8	108.1	37.2	55.9	2.6	1.8	-123.5	-94.6	-136.2	0.0	109.9	-19.7	-94.6	-240.0	74.8	145.4	-220.2
1J13	-23.7	-149.6	-140.4	109.0	37.2	55.9	2.6	1.8	-119.9	-93.7	-137.8	0.0	110.8	-17.7	-93.7	-240.1	76.0	146.4	-222.3
1K11	-36.4	-158.5	-140.8	109.9	37.2	55.9	2.6	1.8	-132.6	-102.6	-138.2	0.0	111.7	-23.6	-102.6	-247.1	78.9	144.6	-223.5
1K13	-31.0	-152.8	-139.1	108.5	37.2	55.9	2.6	1.8	-127.2	-96.9	-136.5	0.0	110.3	-21.4	-96.9	-242.3	75.5	145.4	-220.9
1L11	-102.4	-221.3	-152.5	120.8	36.0	54.1	2.5	1.7	-199.8	-167.3	-150.0	0.0	122.6	-49.9	-167.3	-300.0	117.4	132.7	-250.2
1L17	-14.6	-146.6	-148.8	113.9	36.4	54.8	2.5	1.8	-111.5	-91.8	-146.3	0.0	115.7	-11.9	-91.8	-245.9	79.9	154.1	-233.9
1L22	-18.9	-141.8	-136.9	106.4	37.7	56.6	2.6	1.8	-114.6	-85.2	-134.3	0.0	108.2	-15.8	-85.2	-233.1	69.4	148.0	-217.3
1L26	-27.3	-151.5	-140.4	109.2	37.6	56.5	2.6	1.8	-123.2	-95.0	-137.8	0.0	111.0	-19.3	-95.0	-241.7	75.8	146.7	-222.5
2A13	-17.4	-151.9	-153.3	116.9	33.3	50.1	2.3	1.6	-117.5	-101.8	-150.9	0.0	118.5	-14.5	-101.8	-253.9	87.3	152.1	-239.4
2A14	-70.1	-197.8	-155.9	121.4	30.5	45.9	2.1	1.5	-172.9	-151.9	-153.8	0.0	122.9	-40.1	-151.9	-286.6	111.8	134.7	-246.5
2B12	-24.9	-157.6	-151.5	116.8	34.4	51.6	2.4	1.7	-123.9	-106.0	-149.1	0.0	118.5	-17.4	-106.0	-255.7	88.6	149.7	-238.3
2B15	-24.1	-160.2	-154.5	119.2	41.3	62.0	2.9	2.0	-116.3	-98.2	-151.6	0.0	121.2	-11.5	-98.2	-256.4	86.7	158.2	-245.0
2C13	-21.8	-156.0	-153.5	117.3	32.2	48.4	2.2	1.5	-123.0	-107.6	-151.3	0.0	118.8	-17.5	-107.6	-256.9	90.1	149.2	-239.4
2C14	-102.3	-224.6	-157.0	123.6	31.6	47.5	2.2	1.5	-204.1	-177.1	-154.8	0.0	125.2	-51.9	-177.1	-307.0	125.2	129.9	-255.1
2D12	-23.2	-157.1	-153.6	117.4	33.2	49.9	2.3	1.6	-123.4	-107.3	-151.3	0.0	119.0	-17.5	-107.3	-257.2	89.8	149.9	-239.7
2D14	-101.1	-219.7	-155.3	122.5	32.2	48.3	2.2	1.5	-202.3	-171.3	-153.0	0.0	124.1	-51.2	-171.3	-304.2	120.1	132.8	-253.0
2D21	-121.4	-237.2	-156.2	124.1	28.9	43.5	2.0	1.4	-225.8	-193.6	-154.2	0.0	125.5	-59.5	-193.6	-320.5	134.1	126.8	-261.0



第6-3-14表 一次+二次応力強さ(2/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-133.4	0.0	0.0	0.0

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D25	-24.5	-158.3	-153.7	117.5	32.8	49.3	2.3	1.6	-125.0	-108.9	-151.4	0.0	119.1	-18.4	-108.9	-258.1	90.6	149.1	-239.7
2D33	-204.4	-272.0	-140.4	119.3	28.6	43.0	2.0	1.4	-309.2	-229.0	-138.4	0.0	120.6	-76.0	-229.0	-371.6	153.0	142.6	-295.6
2D36	-28.8	-162.1	-154.0	118.0	32.9	49.4	2.3	1.6	-129.3	-112.7	-151.7	0.0	119.5	-20.4	-112.7	-260.6	92.2	147.9	-240.1
2E12	-24.7	-158.5	-153.7	117.6	26.5	39.8	1.8	1.3	-131.6	-118.8	-151.9	0.0	118.9	-22.5	-118.8	-261.0	96.3	142.3	-238.6
2E13	-176.6	-257.9	-144.2	119.9	9.8	14.7	0.7	0.5	-300.3	-243.2	-143.6	0.0	120.4	-78.3	-243.2	-365.6	165.0	122.3	-287.3
2F12	-25.5	-159.2	-153.8	117.7	33.9	51.0	2.4	1.6	-125.0	-108.2	-151.4	0.0	119.3	-18.2	-108.2	-258.3	90.1	150.0	-240.1
2F13	-133.7	-246.5	-156.2	124.7	26.0	39.0	1.8	1.2	-241.1	-207.5	-154.4	0.0	126.0	-64.5	-207.5	-331.0	142.9	123.5	-266.5
2G13	-146.5	-237.5	-146.2	119.5	33.7	50.7	2.4	1.6	-246.2	-186.9	-143.9	0.0	121.1	-63.5	-186.9	-326.5	123.3	139.7	-263.0
2G17	-117.7	-199.7	-133.7	109.7	33.7	50.6	2.4	1.6	-217.4	-149.1	-131.4	0.0	111.3	-55.0	-149.1	-293.7	94.0	144.7	-238.7
2H12	-2.9	-121.5	-128.7	99.8	33.7	50.6	2.4	1.6	-102.6	-71.0	-126.3	0.0	101.5	-12.4	-71.0	-216.6	58.6	145.7	-204.3
2H15	-84.3	-207.0	-153.1	120.1	32.9	49.4	2.3	1.6	-184.8	-157.6	-150.8	0.0	121.7	-44.9	-157.6	-290.7	112.7	133.1	-245.8
2I12	-58.1	-171.6	-137.4	108.8	35.3	53.0	2.5	1.7	-156.2	-118.6	-134.9	0.0	110.5	-34.6	-118.6	-256.6	84.0	138.0	-222.0
2I13	-86.4	-180.7	-128.0	103.9	31.7	47.7	2.2	1.5	-188.1	-133.0	-125.8	0.0	105.5	-47.0	-133.0	-266.9	86.0	133.9	-219.9
2J11	-1.6	-9.6	-8.8	6.8	4.7	7.1	0.3	0.2	-130.3	-2.5	-8.5	0.0	7.0	-130.7	-2.5	-8.1	-128.2	5.6	122.6
2J17	-57.1	-56.3	-18.5	19.0	4.7	7.1	0.3	0.2	-185.8	-49.2	-18.2	0.0	19.2	-16.0	-49.2	-188.0	33.2	138.8	-172.0

第6-3-15表 一次+二次応力強さ(1/2)

評価点 - 8

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-133.4	0.0	0.0	0.0

(単位: MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	26.2	42.6	22.0	15.4	6.4	9.6	0.4	0.3	-100.8	52.2	22.4	0.0	15.7	-102.8	52.2	24.4	-155.0	27.8	127.2
*0	-48.5	105.3	118.1	112.4	36.9	55.6	2.5	1.7	-145.0	160.8	120.6	0.0	114.2	-187.3	160.8	162.9	-348.1	-2.1	350.3
1B11	-80.9	58.2	96.7	98.2	6.4	9.6	0.4	0.3	-208.0	67.8	97.1	0.0	98.5	-237.0	67.8	126.1	-304.8	-58.4	363.2
1B14	-11.9	-8.4	-0.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-145.3	-8.4	-0.1	0.0	2.5	-145.3	-8.4	-0.1	-136.9	-8.3	145.2
1C11	-47.3	109.3	120.2	113.9	36.7	55.3	2.5	1.7	-144.0	164.6	122.8	0.0	115.6	-187.1	164.6	165.9	-351.7	-1.3	353.0
1C14	-1.5	150.7	127.8	114.7	37.2	56.0	2.6	1.7	-97.7	206.8	130.4	0.0	116.4	-146.7	206.8	179.3	-353.4	27.5	326.0
*100	-39.7	133.1	132.4	121.8	36.9	55.6	2.5	1.7	-136.2	188.7	134.9	0.0	123.5	-184.0	188.7	182.7	-372.7	5.9	366.7
1D12	-38.8	133.8	132.4	121.7	37.4	56.3	2.6	1.7	-134.8	190.2	135.0	0.0	123.4	-182.8	190.2	182.9	-373.0	7.3	365.7
1D13	-84.3	92.2	124.3	120.6	35.6	53.7	2.5	1.7	-182.1	145.8	126.7	0.0	122.2	-224.6	145.8	169.3	-370.4	-23.4	393.8
1E11	-40.6	130.3	131.0	120.8	36.5	54.9	2.5	1.7	-137.5	185.2	133.5	0.0	122.5	-184.7	185.2	180.7	-369.9	4.6	365.4
1E14	-31.7	137.7	131.3	120.3	37.3	56.1	2.6	1.7	-127.9	193.8	133.9	0.0	122.0	-175.9	193.8	182.0	-369.7	11.8	357.9
1F12	-39.5	133.3	132.4	121.7	37.6	56.6	2.6	1.8	-135.3	189.9	135.0	0.0	123.5	-183.3	189.9	182.9	-373.1	7.0	366.2
1F13	-49.0	125.4	132.1	122.3	36.0	54.2	2.5	1.7	-146.4	179.6	134.5	0.0	124.0	-193.3	179.6	181.4	-372.9	-1.9	374.7
1G13	-34.1	137.9	132.4	121.3	37.3	56.2	2.6	1.7	-130.2	194.1	135.0	0.0	123.0	-178.4	194.1	183.3	-372.6	10.8	361.7
1G15	-82.6	96.7	128.1	122.7	34.1	51.4	2.3	1.6	-181.9	148.1	130.4	0.0	124.3	-225.4	148.1	173.8	-373.4	-25.8	399.2
1H11	-36.7	135.6	132.5	121.6	37.8	57.0	2.6	1.8	-132.3	192.5	135.1	0.0	123.3	-180.5	192.5	183.3	-373.1	9.2	363.8
1H13	-43.0	130.3	132.4	122.0	36.2	54.5	2.5	1.7	-140.2	184.8	134.9	0.0	123.7	-187.7	184.8	182.4	-372.5	2.5	370.0
1I11	-8.1	14.7	17.5	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-141.5	14.7	17.5	0.0	16.6	-143.2	14.7	19.2	-157.8	-4.6	162.4
1I12	-76.4	-42.3	9.9	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-209.8	-42.3	9.9	0.0	16.7	-211.0	-42.3	11.2	-168.7	-53.5	222.2
1J12	-42.1	111.6	119.7	112.9	36.9	55.6	2.5	1.7	-138.6	167.2	122.2	0.0	114.6	-181.8	167.2	165.4	-349.0	1.8	347.3
1J13	-43.7	110.8	120.0	113.3	36.9	55.6	2.5	1.7	-140.3	166.4	122.6	0.0	115.0	-183.5	166.4	165.8	-349.9	0.6	349.3
1K11	-56.1	101.9	119.5	114.2	36.9	55.6	2.5	1.7	-152.7	157.4	122.1	0.0	115.9	-195.0	157.4	164.4	-352.4	-7.0	359.4
1K13	-50.7	104.4	118.1	112.8	36.9	55.6	2.5	1.7	-147.2	160.0	120.7	0.0	114.5	-189.5	160.0	163.0	-349.5	-3.0	352.4
1L12	-129.0	53.3	124.5	123.9	36.1	54.3	2.5	1.7	-226.4	107.6	127.0	0.0	125.6	-266.5	107.6	167.1	-374.1	-59.5	433.5
1L16	-36.0	130.5	128.3	118.5	36.4	54.9	2.5	1.7	-132.9	185.3	130.8	0.0	120.2	-179.5	185.3	177.4	-364.8	8.0	356.8
1L24	-35.1	114.8	117.4	110.7	37.0	55.8	2.5	1.7	-131.5	170.5	119.9	0.0	112.4	-174.5	170.5	162.9	-345.0	7.7	337.3
1L27	-47.9	108.2	119.7	113.5	36.9	55.6	2.5	1.7	-144.4	163.7	122.2	0.0	115.2	-187.3	163.7	165.1	-351.0	-1.4	352.4
2A12	-34.2	137.8	132.6	121.3	42.4	63.8	2.9	2.0	-125.2	201.6	135.5	0.0	123.2	-174.2	201.6	184.5	-375.9	17.1	358.8
2A14	-90.6	90.2	131.9	126.0	30.3	45.6	2.1	1.4	-193.8	135.7	133.9	0.0	127.4	-237.5	135.7	177.6	-373.2	-41.9	415.1
2B13	-36.9	135.6	132.4	121.6	41.4	62.4	2.9	1.9	-128.9	197.9	135.2	0.0	123.5	-177.7	197.9	184.0	-375.6	13.9	361.7
2B16	-54.6	115.2	129.5	123.7	34.8	52.4	2.4	1.6	-153.2	167.6	131.9	0.0	125.3	-200.5	167.6	179.2	-368.1	-11.6	379.7
2C12	-39.0	133.7	132.4	121.7	37.2	56.1	2.6	1.7	-135.2	189.7	135.0	0.0	123.4	-183.1	189.7	182.9	-372.8	6.9	366.0
2C14	-122.1	64.0	131.3	128.1	31.3	47.2	2.2	1.5	-224.2	111.1	133.4	0.0	129.6	-266.2	111.1	175.4	-377.3	-64.3	441.6
2D11	-39.8	133.0	132.4	121.8	36.8	55.4	2.5	1.7	-136.3	188.5	134.9	0.0	123.5	-184.1	188.5	182.7	-372.6	5.8	366.8
2D14	-120.8	65.8	129.9	126.9	31.9	48.0	2.2	1.5	-222.3	113.8	132.1	0.0	128.4	-264.0	113.8	173.7	-377.8	-59.9	437.7

第6-3-15表 一次+二次応力強さ(2/2)

評価点 - 8

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-133.4	0.0	0.0	0.0

(単位: MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D21	-140.6	49.3	129.8	128.4	28.7	43.2	2.0	1.3	-245.3	92.5	131.8	0.0	129.7	-285.6	92.5	172.1	-378.1	-79.6	457.7
2D24	-39.8	133.0	132.4	121.8	36.8	55.4	2.5	1.7	-136.4	188.4	134.9	0.0	123.5	-184.2	188.4	182.7	-372.6	5.7	366.9
2D31	-50.5	123.9	132.0	122.7	32.6	49.1	2.2	1.5	-151.3	173.0	134.2	0.0	124.2	-197.8	173.0	180.7	-370.7	-7.7	378.5
2D32	-219.9	-21.5	110.1	123.0	28.4	42.8	2.0	1.3	-324.9	21.2	112.0	0.0	124.3	-357.8	21.2	144.9	-379.0	-123.7	502.7
2E11	-39.7	133.1	132.4	121.8	36.7	55.2	2.5	1.7	-136.5	188.3	134.9	0.0	123.5	-184.2	188.3	182.7	-372.5	5.6	366.9
2E13	-193.4	1.4	114.8	123.7	9.7	14.6	0.7	0.5	-317.1	15.9	115.5	0.0	124.1	-350.2	15.9	148.6	-366.1	-132.6	498.8
2F11	-39.8	133.0	132.4	121.8	36.7	55.2	2.5	1.7	-136.5	188.2	134.9	0.0	123.5	-184.3	188.2	182.7	-372.5	5.6	367.0
2F13	-152.5	39.4	129.2	129.0	25.7	38.8	1.8	1.2	-260.2	78.1	131.0	0.0	130.2	-299.6	78.1	170.3	-377.7	-92.2	469.9
2G11	-47.0	126.9	132.1	122.3	33.1	49.8	2.3	1.5	-147.3	176.7	134.4	0.0	123.9	-194.0	176.7	181.1	-370.7	-4.4	375.2
2G12	-159.3	32.8	121.4	124.9	32.8	49.5	2.3	1.5	-259.9	82.3	123.6	0.0	126.5	-297.8	82.3	161.6	-380.1	-79.3	459.4
2H11	-21.9	117.7	111.6	104.1	39.8	59.9	2.7	1.9	-115.5	177.6	114.3	0.0	106.0	-156.9	177.6	155.7	-334.5	21.8	312.6
2H15	-104.1	75.0	128.7	124.5	32.6	49.1	2.2	1.5	-204.9	124.1	130.9	0.0	126.1	-247.0	124.1	173.0	-371.0	-48.9	419.9
2I11	-54.0	100.6	117.9	112.8	36.5	55.0	2.5	1.7	-150.9	155.6	120.4	0.0	114.5	-192.8	155.6	162.3	-348.4	-6.7	355.1
2I13	-103.3	51.7	104.4	107.6	31.5	47.4	2.2	1.5	-205.3	99.1	106.6	0.0	109.1	-239.6	99.1	141.0	-338.7	-41.9	380.6
2J12	19.2	32.6	17.2	12.5	4.7	7.1	0.3	0.2	-109.5	39.7	17.6	0.0	12.8	-110.8	39.7	18.8	-150.5	20.9	129.6
2J15	-57.0	45.2	71.9	72.0	11.7	17.6	0.8	0.5	-178.7	62.8	72.7	0.0	72.5	-198.1	62.8	92.1	-260.9	-29.3	290.2

第 6-3-16 表 一次+二次応力強さの最大値と最小値及び変動幅（熱曲げ応力を除く）

（単位： MPa）

評価点	応力強さの最大値			応力強さの最小値			応力強さの変動幅		
	S12	S23	S31	S12	S23	S31	S12	S23	S31
5	246.6	105.1	0.0	0.0	-19.1	-336.5	246.6	124.2	336.5
6	262.4	70.9	0.0	0.0	-19.1	-315.5	262.4	90.0	315.5

許容値  $3S_m = 351\text{MPa}$ （評価点：5,6）

第6-3-17表 一次+二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）(1/2)

評価点 - 5

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
113.7	0.0	0.0	-1.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	-3.3	-17.0	-25.6	1.9	9.2	11.9	-2.3	1.4	126.2	-5.1	-27.9	-1.4	3.3	126.3	-5.1	-27.9	131.4	22.8	-154.2
1A13	-9.8	-123.7	-136.6	18.4	53.2	68.7	-13.1	8.0	157.1	-55.0	-149.7	-1.4	26.5	159.4	-55.0	-151.9	214.4	97.0	-311.4
*0	-21.7	-151.6	-144.1	26.3	53.2	68.7	-13.1	8.0	145.2	-82.9	-157.2	-1.4	34.3	149.1	-82.9	-161.0	232.0	78.1	-310.1
1B13	-7.6	-19.7	-5.3	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	106.1	-19.7	-5.3	-1.4	5.6	106.4	-19.7	-5.6	126.1	-14.1	-112.0
1C12	-22.0	-152.3	-146.4	26.1	52.6	67.9	-12.9	7.9	144.4	-84.3	-159.4	-1.4	34.1	148.2	-84.3	-163.2	232.5	78.8	-311.3
1C14	-15.5	-147.5	-154.5	24.0	53.7	69.3	-13.2	8.1	151.9	-78.2	-167.7	-1.4	32.1	155.1	-78.2	-170.9	233.3	92.7	-326.0
*100	-23.4	-155.9	-159.4	25.4	53.2	68.7	-13.1	8.0	143.6	-87.2	-172.5	-1.4	33.4	147.1	-87.2	-176.0	234.3	88.8	-323.1
1D11	-23.2	-155.6	-159.5	25.4	54.0	69.7	-13.3	8.1	144.6	-85.9	-172.7	-1.4	33.5	148.1	-85.9	-176.2	234.0	90.4	-324.4
1D13	-29.5	-160.2	-151.0	27.6	51.4	66.4	-12.6	7.7	135.6	-93.8	-163.6	-1.4	35.4	139.8	-93.8	-167.7	233.6	73.9	-307.5
1E12	-23.2	-155.4	-157.9	25.5	52.5	67.8	-12.9	7.9	143.1	-87.6	-170.8	-1.4	33.4	146.6	-87.6	-174.3	234.2	86.7	-320.9
1E13	-21.6	-153.5	-158.4	25.3	53.9	69.6	-13.3	8.1	146.1	-83.9	-171.6	-1.4	33.4	149.6	-83.9	-175.1	233.5	91.2	-324.6
1F12	-23.3	-155.8	-159.4	25.4	54.2	70.0	-13.3	8.2	144.7	-85.8	-172.8	-1.4	33.6	148.2	-85.8	-176.3	234.0	90.5	-324.5
1F13	-25.1	-157.9	-158.8	25.7	52.0	67.1	-12.8	7.8	140.6	-90.8	-171.6	-1.4	33.6	144.1	-90.8	-175.2	235.0	84.3	-319.3
1G11	-22.1	-154.3	-159.5	25.3	55.5	71.6	-13.6	8.4	147.1	-82.7	-173.2	-1.4	33.7	150.6	-82.7	-176.7	233.3	94.0	-327.3
1G16	-29.6	-159.8	-150.2	27.8	50.3	65.0	-12.4	7.6	134.5	-94.8	-162.6	-1.4	35.4	138.7	-94.8	-166.7	233.5	71.9	-305.4
1H12	-22.8	-155.3	-159.6	25.3	54.6	70.4	-13.4	8.2	145.5	-84.9	-173.1	-1.4	33.6	149.0	-84.9	-176.6	233.9	91.7	-325.5
1H13	-24.0	-156.7	-159.3	25.5	52.2	67.4	-12.8	7.9	141.9	-89.3	-172.2	-1.4	33.4	145.4	-89.3	-175.7	234.7	86.4	-321.1
1I11	-2.8	-22.7	-21.3	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	110.9	-22.7	-21.3	-1.4	3.9	111.0	-22.8	-21.4	133.8	-1.4	-132.4
1I15	-6.8	-6.7	3.5	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	106.9	-6.7	3.5	-1.4	2.4	106.9	-6.8	3.5	113.7	-10.2	-103.5
1J11	-21.5	-151.4	-144.3	26.2	53.2	68.7	-13.1	8.0	145.5	-82.7	-157.4	-1.4	34.2	149.3	-82.7	-161.2	232.0	78.5	-310.5
1J12	-21.0	-151.3	-145.8	25.9	53.2	68.7	-13.1	8.0	146.0	-82.6	-158.9	-1.4	34.0	149.7	-82.6	-162.6	232.3	80.0	-312.4
1K12	-23.2	-153.1	-145.0	26.5	53.2	68.7	-13.1	8.0	143.8	-84.4	-158.1	-1.4	34.5	147.7	-84.4	-162.0	232.1	77.6	-309.7
1K13	-22.1	-151.9	-144.3	26.4	53.2	68.7	-13.1	8.0	144.8	-83.2	-157.4	-1.4	34.4	148.7	-83.2	-161.3	231.9	78.1	-310.0
1L12	-38.4	-171.6	-148.6	28.7	52.0	67.1	-12.8	7.8	127.4	-104.5	-161.4	-1.4	36.6	131.9	-104.5	-165.9	236.4	61.4	-297.9
1L14	-20.9	-152.1	-155.1	25.5	54.1	69.8	-13.3	8.1	146.9	-82.3	-168.4	-1.4	33.6	150.5	-82.3	-172.0	232.8	89.7	-322.4
1L21	-21.6	-150.9	-142.8	26.2	53.2	68.7	-13.1	8.0	145.4	-82.2	-155.9	-1.4	34.2	149.2	-82.2	-159.8	231.4	77.6	-309.0
1L23	-18.8	-147.4	-143.4	25.9	53.8	69.4	-13.2	8.1	148.7	-78.0	-156.6	-1.4	33.9	152.5	-78.0	-160.3	230.5	82.3	-312.8
2A11	-20.9	-152.9	-159.5	25.3	61.7	79.7	-15.2	9.3	154.6	-73.2	-174.7	-1.4	34.6	158.2	-73.2	-178.3	231.4	105.1	-336.5
2A14	-35.1	-170.5	-157.3	27.0	43.7	56.4	-10.7	6.6	122.3	-114.1	-168.1	-1.4	33.6	126.2	-114.1	-171.9	240.3	57.8	-298.1
2B12	-23.9	-159.0	-157.4	26.7	49.2	63.4	-12.1	7.4	139.0	-95.6	-169.5	-1.4	34.1	142.7	-95.6	-173.2	238.3	77.6	-315.9
2B14	-23.4	-159.5	-160.3	26.5	59.8	77.1	-14.7	9.0	150.0	-82.4	-175.0	-1.4	35.5	153.9	-82.4	-178.9	236.3	96.5	-332.8
2C11	-23.0	-155.4	-159.4	25.4	53.8	69.4	-13.2	8.1	144.5	-86.0	-172.7	-1.4	33.5	148.0	-86.0	-176.2	234.0	90.2	-324.2
2C14	-40.7	-177.1	-155.5	28.0	45.2	58.3	-11.1	6.8	118.2	-118.8	-166.6	-1.4	34.8	122.4	-118.8	-170.8	241.2	52.0	-293.2
2D11	-23.4	-155.9	-159.4	25.4	53.1	68.6	-13.1	8.0	143.4	-87.4	-172.5	-1.4	33.4	146.9	-87.4	-176.0	234.3	88.6	-322.9
2D13	-39.2	-175.1	-155.7	27.8	45.6	58.9	-11.2	6.9	120.2	-116.2	-166.9	-1.4	34.7	124.3	-116.2	-171.0	240.5	54.8	-295.3

第6-3-17表 一次+二次応力強さ（熱曲げ応力を除く）(2/2)

評価点 - 5

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
113.7	0.0	0.0	-1.4

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D22	-40.8	-174.7	-151.7	29.0	41.2	53.2	-10.1	6.2	114.2	-121.5	-161.9	-1.4	35.2	118.6	-121.5	-166.3	240.1	44.8	-284.9
2D24	-23.5	-156.0	-159.4	25.4	53.1	68.5	-13.1	8.0	143.4	-87.4	-172.5	-1.4	33.4	146.9	-87.4	-176.0	234.3	88.5	-322.8
2D31	-29.2	-163.0	-159.2	25.9	47.0	60.7	-11.6	7.1	131.6	-102.3	-170.7	-1.4	32.9	135.1	-102.4	-174.3	237.5	71.9	-309.4
2D34	-49.3	-171.9	-130.6	32.7	40.6	52.3	-10.0	6.1	105.0	-119.6	-140.6	-1.4	38.8	111.0	-119.6	-146.6	230.6	27.0	-257.5
2E11	-23.4	-155.9	-159.4	25.4	52.9	68.3	-13.0	8.0	143.2	-87.6	-172.4	-1.4	33.4	146.8	-87.6	-175.9	234.3	88.3	-322.7
2E14	-46.8	-172.8	-136.6	31.7	14.0	18.0	-3.4	2.1	80.9	-154.8	-140.0	-1.4	33.8	85.9	-154.8	-145.1	240.7	-9.7	-231.0
2F11	-23.5	-156.0	-159.4	25.4	52.9	68.3	-13.0	8.0	143.2	-87.7	-172.4	-1.4	33.4	146.7	-87.7	-175.9	234.4	88.2	-322.6
2F14	-43.1	-177.3	-150.8	29.4	37.0	47.8	-9.1	5.6	107.6	-129.5	-159.9	-1.4	35.0	112.1	-129.5	-164.4	241.6	34.9	-276.5
2G11	-27.4	-160.9	-159.2	25.7	47.7	61.6	-11.7	7.2	134.0	-99.3	-171.0	-1.4	32.9	137.5	-99.3	-174.5	236.8	75.2	-312.0
2G15	-40.5	-165.4	-137.5	30.8	48.6	62.8	-12.0	7.3	121.8	-102.7	-149.5	-1.4	38.1	127.1	-102.7	-154.7	229.8	52.1	-281.8
2H13	-21.5	-152.3	-156.2	25.2	57.6	74.4	-14.2	8.7	149.8	-77.9	-170.4	-1.4	33.9	153.4	-77.9	-173.9	231.3	96.0	-327.3
2H15	-36.7	-171.0	-153.2	27.3	47.1	60.7	-11.6	7.1	124.1	-110.2	-164.8	-1.4	34.4	128.1	-110.2	-168.8	238.3	58.6	-296.9
2I11	-23.0	-153.0	-143.8	26.4	52.7	68.0	-13.0	7.9	143.4	-85.0	-156.7	-1.4	34.4	147.3	-85.0	-160.6	232.4	75.6	-307.9
2I13	-29.2	-151.5	-129.1	28.1	45.4	58.6	-11.2	6.8	129.9	-92.9	-140.3	-1.4	34.9	134.4	-92.9	-144.7	227.3	51.8	-279.1
2J14	-11.3	-98.3	-98.2	16.4	59.3	76.5	-14.6	8.9	161.7	-21.8	-112.8	-1.4	25.3	164.0	-21.8	-115.1	185.8	93.3	-279.1
2J18	-5.8	-22.6	-12.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	107.9	-22.6	-12.5	-1.4	5.5	108.2	-22.6	-12.8	130.8	-9.8	-121.0

### 6.3.6 疲労評価

供用状態 A 及び供用状態 B における疲労累積係数は、次に示すとおり許容値を満足している。

疲労累積係数を第 6-3-18 表に、材料ごとに疲労累積係数が最大となる評価点の疲労解析結果を第 6-3-19 表及び第 6-3-20 表に、一次+二次+ピーク応力強さの変動を第 6-3-5 図及び第 6-3-6 図に、一次+二次+ピーク応力強さを第 6-3-21 表及び第 6-3-22 表に示す。第 6-3-5 図及び第 6-3-6 図は、第 6-3-19 表及び第 6-3-20 表における疲労解析に用いた各過渡条件の一次+二次+ピーク応力強さの極値と回数を図示している。また、第 6-3-21 表及び第 6-3-22 表は、この一次+二次+ピーク応力強さの成分が各過渡条件で最大及び最小となる時刻における応力、主応力及び応力強さを示している。なお、各図表中の過渡条件の記号は前述する 6.3.5 「一次+二次応力評価」を参照のこと。

また、一次+二次応力評価で許容値  $3S_m$  を超えた評価点 5,6 については、次の 4 項目の許容値を満足したため、簡易弾塑性解析を用いた疲労評価を実施した。

評価点	評価項目	数値	許容値
5,6	材料の最小降伏点と最小引張強さの比	0.4	0.8
	供用状態 A 及び供用状態 B における最高温度 (°C)	336.0 <sup>(注1)</sup>	430
	熱曲げ応力を除く一次+二次応力強さの変動幅(MPa)	337 <sup>(注2)</sup>	351
	疲労解析に用いる繰返しピーク応力強さ(MPa)	301 <sup>(注3)</sup>	4,881

(注 1) 供用状態 A 及び供用状態 B における 1 次系高温側の最高温度

(注 2)  $3S_m$  を超えた評価点の値のうち、許容値に対して最も厳しい評価点 5 の値である。

(注 3)  $3S_m$  を超えた評価点の値のうち、許容値に対して最も厳しい評価点 6 の値である。

簡易弾塑性解析による疲労解析結果は第 6-3-19 表を参照のこと。

第 6-3-18 表 疲労累積係数

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1	0.0	0.0	0.00002
2	0.00000	0.00000	0.00005
3	0.00000	0.0	0.00002
4	0.00023	0.00000	0.00038
5	0.00005	0.0	0.00109
6	0.00020	0.0	0.00257
7	0.00610	0.0	0.01219
8	0.02539	0.00010	0.03782
9	0.0	0.00156	0.00449
10	0.01821	0.00019	0.01906

許容値  $UI = 1.0$



第 6-3-19 表 疲労解析

評価点 - 6  
( S31 )

応力強さ		( 単位 : MPa )			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
0.0	-424.2	1.26	268.2	300.5	170	69200	0.00246
-143.8	-424.2	1.26	177.3	198.7	80	845000	0.00009
-215.0	-424.2	1.26	132.2	148.2	10	2560000	0.00000
-224.1	-424.2	1.26	126.5	141.8	20	3100000	0.00001
-263.6	-424.2	1.26	101.5	113.8	40	9600000	0.00000
-286.7	-424.2	1.26	86.9	97.4	80	86200000	0.00000
-296.0	-424.2	1.26	81.0	90.8	10		0.0
疲労累積係数 =							0.00257

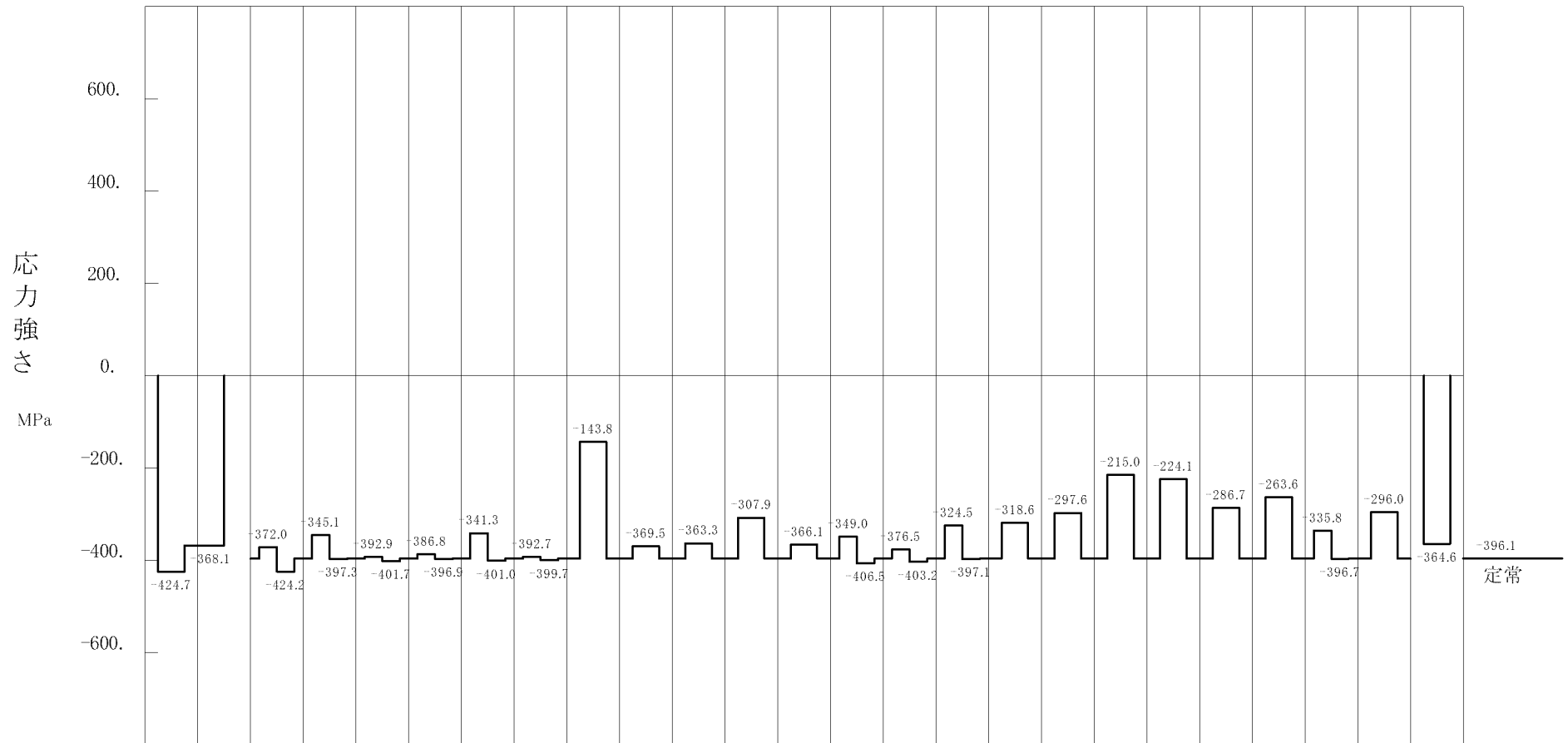
Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(195000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数

第 6-3-20 表 疲労解析

評価点 - 8  
( S31 )

応力強さ		( 単位 : MPa )			繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
600.0	0.0	1.0	300.0	359.0	10	3850	0.00260
599.5	0.0	1.0	299.7	358.7	20	3860	0.00518
556.0	0.0	1.0	278.0	332.7	80	4920	0.01626
548.8	0.0	1.0	274.4	328.3	40	5120	0.00781
541.0	0.0	1.0	270.5	323.7	20	5340	0.00375
541.0	251.2	1.0	144.9	173.4	80	38200	0.00209
541.0	381.5	1.0	79.8	95.4	50	445000	0.00011
541.0	383.2	1.0	78.9	94.4	10	466000	0.00002
519.9	390.7	1.0	64.6	77.3	80		0.0
疲労累積係数 =							0.03782

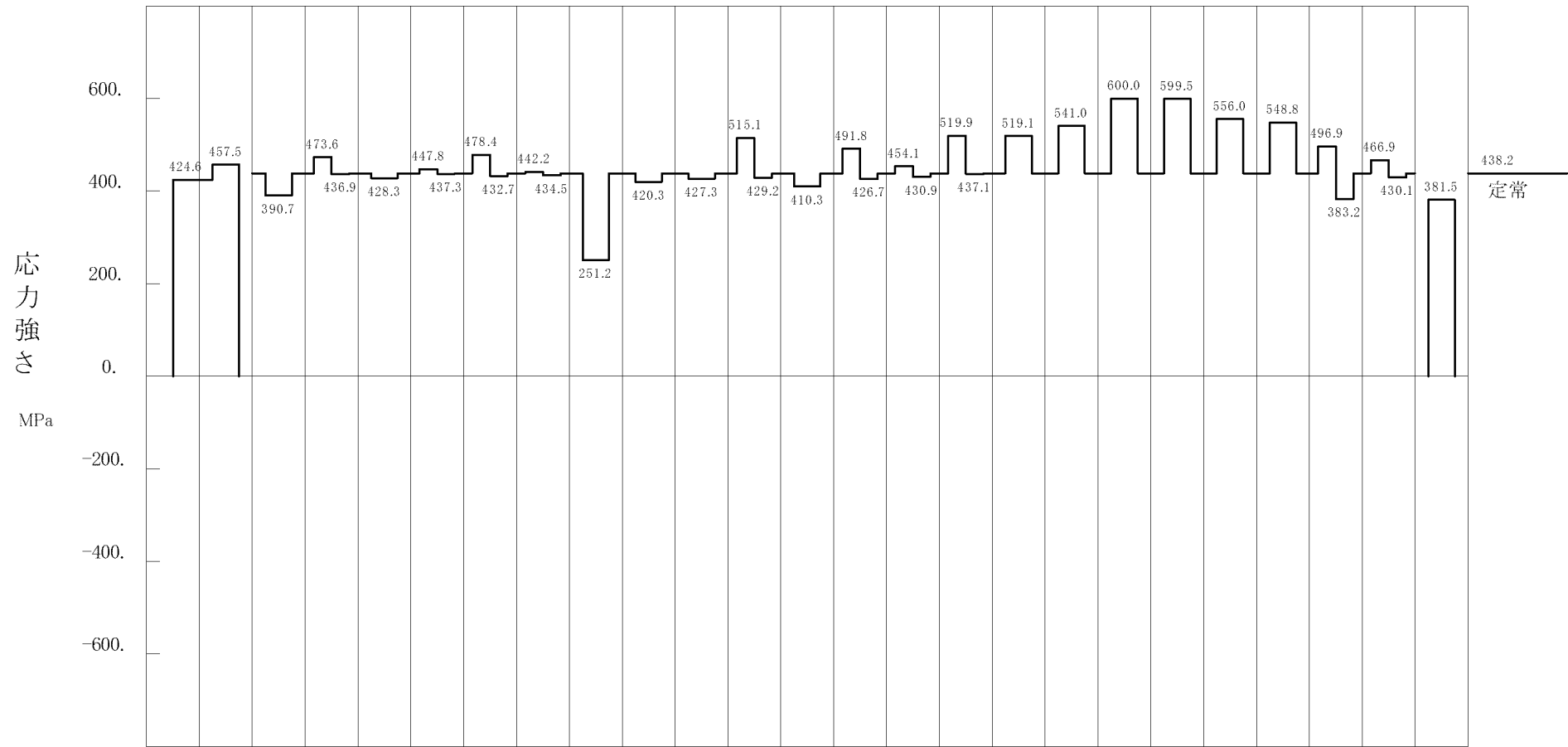
Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数



第6-3-5図 各過渡条件における一次+二次+ピーク応力強さの変動

評価点 8

応力強さ S31



— 6(3) - 3 - 2 - 95 —

过渡条件	1A1	1B1	1C1	1D1	1E1	1F1	1G1	1H1	1H	1J1	1K1	1L1	1L2	2A1	2B1	2C1	2D1	2D2	2D3	2E1	2F1	2G1	2H1	2H	2J1
繰返し回数	120	120	13200	13200	2000	2000	200	$3 \times 10^6$	80	1400	1400	80	70	80	40	80	230	160	10	20	80	40	10	10	50

第6-3-6図 各过渡条件における一次+二次+ピーク応力強さの変動

第6-3-21表 一次+二次+ピーク応力強さ(1/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
213.5	0.0	0.0	-1.5

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	33.7	-2.2	-20.1	6.9	7.4	9.9	0.2	-0.6	254.6	7.7	-19.9	-1.5	6.4	254.7	7.7	-20.1	247.0	27.8	-274.8
1A13	47.7	-91.7	-110.8	51.5	42.6	57.5	1.0	-3.3	303.8	-34.2	-109.8	-1.5	48.3	309.4	-34.2	-115.3	343.6	81.2	-424.7
*0	-23.2	-143.2	-117.5	61.1	42.6	57.5	1.0	-3.3	233.0	-85.7	-116.5	-1.5	57.8	242.3	-85.7	-125.8	328.0	40.1	-368.1
1B12	-59.9	-44.3	-6.6	8.8	7.4	9.9	0.2	-0.6	161.0	-34.4	-6.5	-1.5	8.2	161.4	-34.4	-6.9	195.8	-27.5	-168.2
1C12	-21.1	-143.2	-119.5	61.8	42.2	56.9	1.0	-3.2	234.6	-86.3	-118.4	-1.5	58.6	244.1	-86.3	-127.9	330.4	41.6	-372.0
1C15	28.2	-118.2	-125.1	60.3	42.8	57.8	1.0	-3.3	284.6	-60.5	-124.0	-1.5	57.0	292.4	-60.5	-131.8	352.8	71.4	-424.2
*100	-10.0	-143.2	-130.4	66.2	42.6	57.5	1.0	-3.3	246.2	-85.7	-129.4	-1.5	62.9	256.4	-85.7	-139.7	342.1	54.0	-396.1
1D12	-9.2	-142.6	-130.4	66.1	43.3	58.3	1.1	-3.3	247.6	-84.2	-129.4	-1.5	62.8	257.8	-84.2	-139.6	342.0	55.3	-397.3
1D14	-58.1	-166.9	-124.5	67.5	41.4	55.8	1.0	-3.2	196.8	-111.1	-123.5	-1.5	64.3	209.2	-111.1	-135.9	320.3	24.7	-345.1
1E11	-11.3	-143.2	-129.2	65.7	42.1	56.9	1.0	-3.2	244.4	-86.3	-128.1	-1.5	62.4	254.6	-86.4	-138.3	340.9	52.0	-392.9
1E15	-2.5	-137.4	-129.3	65.0	43.0	58.0	1.1	-3.3	254.0	-79.5	-128.3	-1.5	61.7	263.7	-79.5	-138.0	343.2	58.5	-401.7
1F12	-9.8	-143.0	-130.4	66.2	43.4	58.6	1.1	-3.3	247.1	-84.4	-129.4	-1.5	62.8	257.3	-84.4	-139.6	341.8	55.2	-396.9
1F14	-19.4	-149.5	-130.4	67.0	41.7	56.3	1.0	-3.2	235.8	-93.2	-129.3	-1.5	63.8	246.6	-93.2	-140.1	339.9	46.9	-386.8
1G12	-5.6	-139.8	-130.4	65.8	43.9	59.2	1.1	-3.4	251.8	-80.5	-129.3	-1.5	62.4	261.8	-80.5	-139.2	342.3	58.7	-401.0
1G17	-60.3	-167.0	-123.6	67.2	40.5	54.6	1.0	-3.1	193.6	-112.4	-122.6	-1.5	64.1	206.2	-112.4	-135.1	318.6	22.7	-341.3
1H12	-7.0	-141.2	-130.5	66.0	43.7	59.0	1.1	-3.4	250.2	-82.2	-129.4	-1.5	62.6	260.3	-82.2	-139.5	342.5	57.2	-399.7
1H13	-13.1	-145.6	-130.6	66.5	41.8	56.4	1.0	-3.2	242.2	-89.2	-129.5	-1.5	63.3	252.7	-89.2	-140.0	341.8	50.8	-392.7
1I11	-3.9	-22.0	-17.5	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	209.6	-22.0	-17.5	-1.5	9.1	210.0	-22.0	-17.8	232.0	-4.2	-227.8
1I14	-78.1	-52.8	-6.8	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	135.4	-52.8	-6.8	-1.5	10.7	136.2	-52.8	-7.6	189.0	-45.2	-143.8
1J11	-21.7	-142.3	-117.6	61.0	42.6	57.5	1.0	-3.3	234.5	-84.8	-116.5	-1.5	57.7	243.7	-84.8	-125.8	328.5	41.0	-369.5
1J12	-16.0	-140.0	-118.7	61.0	42.6	57.5	1.0	-3.3	240.1	-82.5	-117.7	-1.5	57.8	249.2	-82.5	-126.8	331.7	44.3	-376.0
1K12	-30.1	-147.8	-118.6	62.2	42.6	57.5	1.0	-3.3	226.1	-90.3	-117.6	-1.5	58.9	235.9	-90.3	-127.4	326.2	37.1	-363.3
1K13	-25.5	-144.3	-117.7	61.4	42.6	57.5	1.0	-3.3	230.6	-86.8	-116.7	-1.5	58.1	240.1	-86.8	-126.1	326.9	39.3	-366.2
1L13	-101.3	-196.1	-123.4	70.9	42.1	56.8	1.0	-3.2	154.3	-139.3	-122.4	-1.5	67.6	169.9	-139.4	-138.0	309.3	-1.4	-307.9
1L18	-8.1	-140.1	-127.1	64.4	42.6	57.5	1.0	-3.3	248.0	-82.6	-126.1	-1.5	61.1	257.8	-82.6	-135.8	340.3	53.2	-393.6
1L21	-23.8	-142.7	-116.4	60.6	42.6	57.5	1.0	-3.3	232.3	-85.2	-115.4	-1.5	57.3	241.5	-85.2	-124.6	326.7	39.4	-366.1
1L25	-10.2	-134.8	-117.0	59.7	42.6	57.5	1.0	-3.3	245.9	-77.2	-116.0	-1.5	56.4	254.5	-77.2	-124.6	331.7	47.3	-379.0
2A12	-4.4	-138.8	-130.3	65.7	49.0	66.1	1.2	-3.8	258.1	-72.7	-129.1	-1.5	61.9	267.7	-72.7	-138.8	340.5	66.1	-406.5
2A14	-57.5	-178.7	-131.2	70.7	35.0	47.2	0.9	-2.7	191.0	-131.5	-130.4	-1.5	68.0	204.8	-131.5	-144.2	336.3	12.7	-349.0
2B11	-7.6	-142.6	-130.8	66.2	47.9	64.6	1.2	-3.7	253.7	-78.1	-129.6	-1.5	62.5	263.7	-78.1	-139.5	341.8	61.5	-403.2
2B17	-26.7	-157.4	-128.8	67.0	39.4	53.1	1.0	-3.0	226.2	-104.3	-127.8	-1.5	64.0	237.4	-104.3	-139.1	341.7	34.8	-376.5
2C11	-9.3	-142.6	-130.4	66.1	43.1	58.1	1.1	-3.3	247.3	-84.5	-129.4	-1.5	62.8	257.5	-84.5	-139.6	342.0	55.0	-397.1
2C14	-88.1	-200.5	-131.4	73.4	36.2	48.8	0.9	-2.8	161.6	-151.7	-130.5	-1.5	70.7	177.8	-151.7	-146.7	329.5	-5.0	-324.5
2D11	-10.0	-143.2	-130.4	66.2	42.6	57.4	1.0	-3.3	246.0	-85.8	-129.4	-1.5	62.9	256.3	-85.8	-139.7	342.1	53.8	-396.0
2D15	-92.7	-197.2	-129.2	72.9	37.1	50.1	0.9	-2.9	157.9	-147.2	-128.3	-1.5	70.0	174.1	-147.2	-144.5	321.3	-2.7	-318.6

第6-3-21表 一次+二次+ピーク応力強さ(2/2)

評価点 - 6

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
213.5	0.0	0.0	-1.5

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D23	-109.9	-202.5	-126.3	73.1	33.0	44.5	0.8	-2.5	136.5	-158.1	-125.5	-1.5	70.5	154.3	-158.1	-143.3	312.4	-14.8	-297.6
2D24	-10.1	-143.3	-130.4	66.2	42.5	57.4	1.0	-3.3	245.9	-85.9	-129.4	-1.5	62.9	256.2	-85.9	-139.7	342.1	53.8	-395.9
2D31	-21.0	-151.8	-130.7	67.2	37.7	50.8	0.9	-2.9	230.2	-101.0	-129.8	-1.5	64.3	241.3	-101.0	-140.9	342.4	39.9	-382.3
2D34	-198.9	-240.1	-113.3	74.6	32.5	43.8	0.8	-2.5	47.1	-196.2	-112.5	-1.5	72.1	74.8	-196.2	-140.2	271.1	-56.0	-215.0
2E11	-10.0	-143.2	-130.4	66.2	42.4	57.2	1.0	-3.3	245.9	-86.0	-129.4	-1.5	62.9	256.2	-86.0	-139.7	342.2	53.7	-395.9
2E15	-169.3	-225.4	-116.0	73.2	11.2	15.1	0.3	-0.9	55.3	-210.3	-115.7	-1.5	72.4	81.9	-210.3	-142.2	292.2	-68.1	-224.1
2F11	-10.1	-143.3	-130.4	66.2	42.4	57.2	1.0	-3.3	245.8	-86.1	-129.4	-1.5	62.9	256.1	-86.1	-139.7	342.2	53.6	-395.8
2F14	-124.9	-218.7	-128.8	75.6	29.7	40.0	0.7	-2.3	118.3	-178.6	-128.1	-1.5	73.3	138.4	-178.7	-148.3	317.1	-30.4	-286.7
2G11	-17.5	-149.1	-130.6	66.9	38.2	51.5	0.9	-2.9	234.2	-97.6	-129.7	-1.5	63.9	245.2	-97.6	-140.6	342.7	43.0	-385.7
2G14	-147.2	-215.9	-119.1	72.7	39.3	53.0	1.0	-3.0	105.6	-162.9	-118.1	-1.5	69.7	125.5	-162.9	-138.1	288.5	-24.9	-263.6
2H14	-8.7	-139.8	-127.7	64.7	46.1	62.2	1.1	-3.5	250.9	-77.6	-126.5	-1.5	61.2	260.5	-77.6	-136.2	338.2	58.6	-396.7
2H15	-71.5	-186.2	-128.5	70.6	37.7	50.8	0.9	-2.9	179.7	-135.3	-127.6	-1.5	67.7	194.0	-135.3	-141.8	329.3	6.5	-335.8
2I11	-28.6	-147.0	-117.5	61.5	42.2	56.9	1.0	-3.2	227.1	-90.1	-116.4	-1.5	58.3	236.7	-90.1	-126.1	326.8	36.0	-362.8
2I13	-83.8	-168.5	-106.9	61.2	36.4	49.0	0.9	-2.8	166.0	-119.4	-106.0	-1.5	58.4	178.0	-119.5	-118.0	297.5	-1.5	-296.0
2J13	49.5	-51.9	-74.7	32.9	22.1	29.8	0.5	-1.7	285.1	-22.2	-74.1	-1.5	31.2	287.8	-22.2	-76.8	310.0	54.7	-364.6
2J17	-60.0	-52.5	-14.0	12.5	5.4	7.3	0.1	-0.4	158.9	-45.2	-13.9	-1.5	12.0	159.8	-45.2	-14.7	205.0	-30.5	-174.5

第6-3-22表 一次+二次+ピーク応力強さ(1/2)

評価点 - 8

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-216.7	0.0	0.0	0.0

(単位：MPa)

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力				主応力			応力強さ			
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
1A11	17.7	37.7	20.1	9.7	7.2	9.8	0.1	-0.6	-191.7	47.5	20.2	0.0	9.1	-192.1	47.5	20.6	-239.7	26.9	212.8
*0	-115.3	82.5	108.2	75.9	41.7	56.9	0.8	-3.6	-290.2	139.4	109.0	0.0	72.4	-302.9	139.4	121.7	-442.4	17.8	424.6
1B11	-139.1	41.0	88.9	67.4	7.2	9.8	0.1	-0.6	-348.5	50.8	89.1	0.0	66.8	-358.5	50.8	99.0	-409.3	-48.2	457.5
1B14	-13.3	-8.4	0.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-230.0	-8.4	0.3	0.0	1.8	-230.0	-8.4	0.3	-221.6	-8.7	230.3
1C12	-114.7	86.4	110.1	77.0	41.3	56.3	0.7	-3.5	-290.1	142.7	110.8	0.0	73.4	-303.1	142.7	123.9	-445.8	18.8	427.0
1C14	-70.4	123.7	117.1	76.1	42.1	57.4	0.8	-3.6	-245.0	181.1	117.8	0.0	72.5	-258.9	181.1	131.8	-440.0	49.4	390.7
*100	-112.2	108.0	120.8	82.8	41.7	56.9	0.8	-3.6	-287.1	164.9	121.5	0.0	79.2	-301.9	164.9	136.3	-466.8	28.6	438.2
1D12	-111.3	108.7	120.8	82.7	42.3	57.7	0.8	-3.6	-285.7	166.4	121.6	0.0	79.1	-300.5	166.4	136.4	-466.9	30.0	436.9
1D13	-155.4	70.9	113.4	83.3	40.3	55.0	0.7	-3.4	-331.7	125.9	114.1	0.0	79.9	-345.6	125.9	128.0	-471.5	-2.1	473.6
1E11	-112.4	105.5	119.5	82.1	41.2	56.2	0.7	-3.5	-287.9	161.7	120.3	0.0	78.6	-302.5	161.7	134.9	-464.2	26.9	437.3
1E14	-103.8	111.9	120.0	81.4	42.1	57.5	0.8	-3.6	-278.4	169.4	120.7	0.0	77.8	-293.0	169.4	135.3	-462.4	34.0	428.3
1F12	-112.0	108.2	120.8	82.7	42.5	58.0	0.8	-3.6	-286.1	166.2	121.5	0.0	79.1	-301.0	166.2	136.4	-467.1	29.8	437.3
1F14	-121.4	101.2	120.3	83.5	40.8	55.6	0.7	-3.5	-297.2	156.8	121.0	0.0	80.0	-312.0	156.8	135.8	-468.8	21.0	447.8
1G12	-107.8	111.5	120.9	82.3	43.0	58.6	0.8	-3.7	-281.5	170.1	121.7	0.0	78.7	-296.3	170.1	136.5	-466.3	33.6	432.7
1G15	-154.4	75.4	116.5	84.9	38.6	52.6	0.7	-3.3	-332.5	128.0	117.2	0.0	81.7	-346.9	128.0	131.5	-474.9	-3.5	478.4
1H12	-109.2	110.2	120.9	82.5	42.8	58.3	0.8	-3.7	-283.1	168.5	121.7	0.0	78.9	-298.0	168.5	136.5	-466.5	32.0	434.5
1H13	-115.4	105.7	120.7	83.1	40.9	55.8	0.7	-3.5	-291.1	161.5	121.5	0.0	79.6	-305.9	161.5	136.3	-467.4	25.2	442.2
1I11	-17.5	11.5	16.0	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-234.2	11.5	16.0	0.0	11.3	-234.7	11.5	16.5	-246.2	-4.9	251.2
1I12	-85.6	-40.3	7.3	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-302.3	-40.3	7.3	0.0	13.7	-302.9	-40.3	7.9	-262.6	-48.2	310.7
1J11	-113.9	83.6	108.3	75.8	41.7	56.9	0.8	-3.6	-288.8	140.5	109.1	0.0	72.3	-301.5	140.5	121.8	-442.1	18.7	423.3
1J12	-109.2	88.4	109.6	76.1	41.7	56.9	0.8	-3.6	-284.1	145.3	110.4	0.0	72.5	-297.0	145.3	123.3	-442.3	22.0	420.3
1K11	-123.6	79.7	109.3	77.5	41.7	56.9	0.8	-3.6	-298.5	136.6	110.1	0.0	73.9	-311.5	136.6	123.1	-448.0	13.5	434.5
1K13	-117.8	81.8	108.3	76.3	41.7	56.9	0.8	-3.6	-292.7	138.7	109.1	0.0	72.7	-305.5	138.7	121.8	-444.1	16.8	427.3
1L12	-198.0	37.6	112.3	87.3	40.8	55.6	0.7	-3.5	-373.9	93.3	113.1	0.0	83.9	-388.0	93.3	127.1	-481.2	-33.8	515.1
1L15	-107.6	104.9	117.3	80.3	41.5	56.6	0.7	-3.5	-282.7	161.6	118.0	0.0	76.7	-296.9	161.6	132.2	-458.5	29.3	429.2
1L24	-101.8	90.8	107.8	74.2	41.9	57.1	0.8	-3.6	-276.6	147.9	108.6	0.0	70.6	-289.1	147.9	121.1	-437.0	26.8	410.3
1L28	-115.3	85.2	109.6	76.7	41.7	56.9	0.8	-3.6	-290.2	142.1	110.4	0.0	73.2	-303.2	142.1	123.3	-445.3	18.8	426.5
2A12	-106.6	112.4	120.9	82.2	47.9	65.4	0.9	-4.1	-275.3	177.8	121.8	0.0	78.1	-290.2	177.8	136.6	-467.9	41.2	426.7
2A14	-159.6	72.1	119.3	87.2	34.2	46.7	0.6	-2.9	-342.1	118.8	119.9	0.0	84.3	-356.9	118.8	134.8	-475.7	-16.1	491.8
2B13	-109.7	110.0	120.8	82.5	46.9	63.9	0.8	-4.0	-279.5	173.9	121.7	0.0	78.5	-294.4	173.9	136.5	-468.3	37.4	430.9
2B17	-127.6	90.0	118.5	83.4	38.5	52.5	0.7	-3.3	-305.8	142.6	119.2	0.0	80.1	-320.4	142.6	133.8	-462.9	8.8	454.1
2C12	-111.4	108.6	120.8	82.7	42.1	57.4	0.8	-3.6	-286.0	166.0	121.5	0.0	79.1	-300.8	166.0	136.4	-466.8	29.7	437.1
2C14	-190.0	49.4	118.2	89.9	35.4	48.3	0.6	-3.0	-371.2	97.7	118.8	0.0	86.9	-386.2	97.7	133.8	-483.9	-36.0	519.9
2D11	-112.2	108.0	120.8	82.8	41.7	56.8	0.7	-3.6	-287.2	164.8	121.5	0.0	79.2	-302.0	164.8	136.3	-466.8	28.4	438.4
2D15	-192.9	48.3	116.1	88.9	36.3	49.6	0.7	-3.1	-373.2	97.9	116.7	0.0	85.8	-387.8	97.9	131.3	-485.7	-33.4	519.1

第6-3-22表 一次+二次+ピーク応力強さ(2/2)

評価点 - 8

外荷重による応力			
$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$
-216.7	0.0	0.0	0.0

( 単位 : MPa )

過渡条件	熱による応力				圧力による応力				合計応力					主応力			応力強さ		
	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{rx}$	$\sigma_x$	$\sigma_t$	$\sigma_r$	$\tau_{xt}$	$\tau_{rx}$	S1	S2	S3	S12	S23	S31
2D22	-211.9	34.2	115.0	90.4	32.3	44.1	0.6	-2.8	-396.3	78.3	115.6	0.0	87.6	-410.9	78.3	130.2	-489.2	-51.8	541.0
2D24	-112.3	107.9	120.8	82.8	41.6	56.8	0.7	-3.6	-287.3	164.7	121.5	0.0	79.2	-302.1	164.7	136.3	-466.8	28.4	438.5
2D31	-123.1	99.4	120.5	83.8	36.9	50.3	0.7	-3.1	-302.9	149.7	121.2	0.0	80.7	-317.8	149.7	136.0	-467.4	13.7	453.7
2D32	-290.2	-31.6	99.0	89.6	32.1	43.8	0.6	-2.7	-474.7	12.2	99.6	0.0	86.9	-487.6	12.2	112.5	-499.8	-100.3	600.0
2E11	-112.2	108.0	120.8	82.8	41.5	56.6	0.7	-3.5	-287.4	164.6	121.5	0.0	79.2	-302.2	164.6	136.3	-466.8	28.3	438.5
2E13	-263.5	-10.4	103.4	89.3	10.9	14.9	0.2	-0.9	-469.2	4.6	103.6	0.0	88.4	-482.5	4.6	116.9	-487.1	-112.4	599.5
2F11	-112.3	107.9	120.8	82.8	41.5	56.6	0.7	-3.5	-287.5	164.5	121.5	0.0	79.2	-302.3	164.5	136.3	-466.8	28.2	438.6
2F14	-224.4	25.0	114.3	91.3	29.0	39.6	0.5	-2.5	-412.0	64.5	114.8	0.0	88.8	-426.6	64.5	129.4	-491.2	-64.9	556.0
2G11	-119.6	102.1	120.6	83.5	37.4	51.0	0.7	-3.2	-298.9	153.1	121.3	0.0	80.3	-313.7	153.1	136.1	-466.9	17.1	449.8
2G13	-235.4	12.6	106.8	88.2	37.8	51.6	0.7	-3.2	-414.2	64.2	107.5	0.0	85.0	-427.7	64.2	121.0	-491.9	-56.8	548.8
2H11	-85.4	94.3	102.3	69.2	45.0	61.3	0.8	-3.8	-257.1	155.7	103.1	0.0	65.3	-268.6	155.7	114.6	-424.2	41.1	383.2
2H15	-171.3	58.8	116.2	86.7	36.9	50.3	0.7	-3.1	-351.1	109.1	116.9	0.0	83.5	-365.6	109.1	131.3	-474.7	-22.2	496.9
2I11	-120.6	78.5	108.0	76.4	41.3	56.3	0.7	-3.5	-296.0	134.8	108.7	0.0	72.8	-308.7	134.8	121.4	-443.5	13.4	430.1
2I13	-167.0	34.2	95.8	74.4	35.6	48.5	0.6	-3.0	-348.1	82.7	96.4	0.0	71.4	-359.3	82.7	107.6	-442.0	-24.9	466.9
2J12	12.3	28.7	15.9	7.9	5.3	7.2	0.1	-0.5	-199.1	35.9	16.0	0.0	7.5	-199.3	35.9	16.3	-235.3	19.7	215.6
2J16	-104.2	15.7	55.7	44.2	5.3	7.2	0.1	-0.5	-315.5	22.9	55.8	0.0	43.8	-320.6	22.9	60.9	-343.6	-37.9	381.5



## 重大事故等クラス 2 容器の強度計算書

設計及び工事計画届出添付資料 6-3-3

玄海原子力発電所第 3 号機

## 目 次

	頁
1. 解析箇所 .....	6 (3) - 3 - 3 - 2
2. 荷重条件 .....	6 (3) - 3 - 3 - 3
3. 評価用荷重 .....	6 (3) - 3 - 3 - 4
4. 許容応力、設計応力強さ及び設計引張強さ .....	6 (3) - 3 - 3 - 6
4.1 許容応力 .....	6 (3) - 3 - 3 - 6
4.2 設計応力強さ及び設計引張強さ .....	6 (3) - 3 - 3 - 6
5. 応力解析結果及び評価 .....	6 (3) - 3 - 3 - 8
5.1 応力評価結果 .....	6 (3) - 3 - 3 - 8
5.2 入口管台及び入口管台セーフエンド .....	6 (3) - 3 - 3 - 10
5.3 出口管台及び出口管台セーフエンド .....	6 (3) - 3 - 3 - 13

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度計算結果

- (1) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド（原子炉停止機能喪失時を除く。）

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド（原子炉停止機能喪失時を除く。）は、資料 6-2-3「重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」の 2.「重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価方法」に示すとおり、クラス 1 容器としての強度が十分であることを確認することにより、重大事故等クラス 2 容器として要求される強度が十分であることを確認できる。

- (2) 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド（原子炉停止機能喪失時）

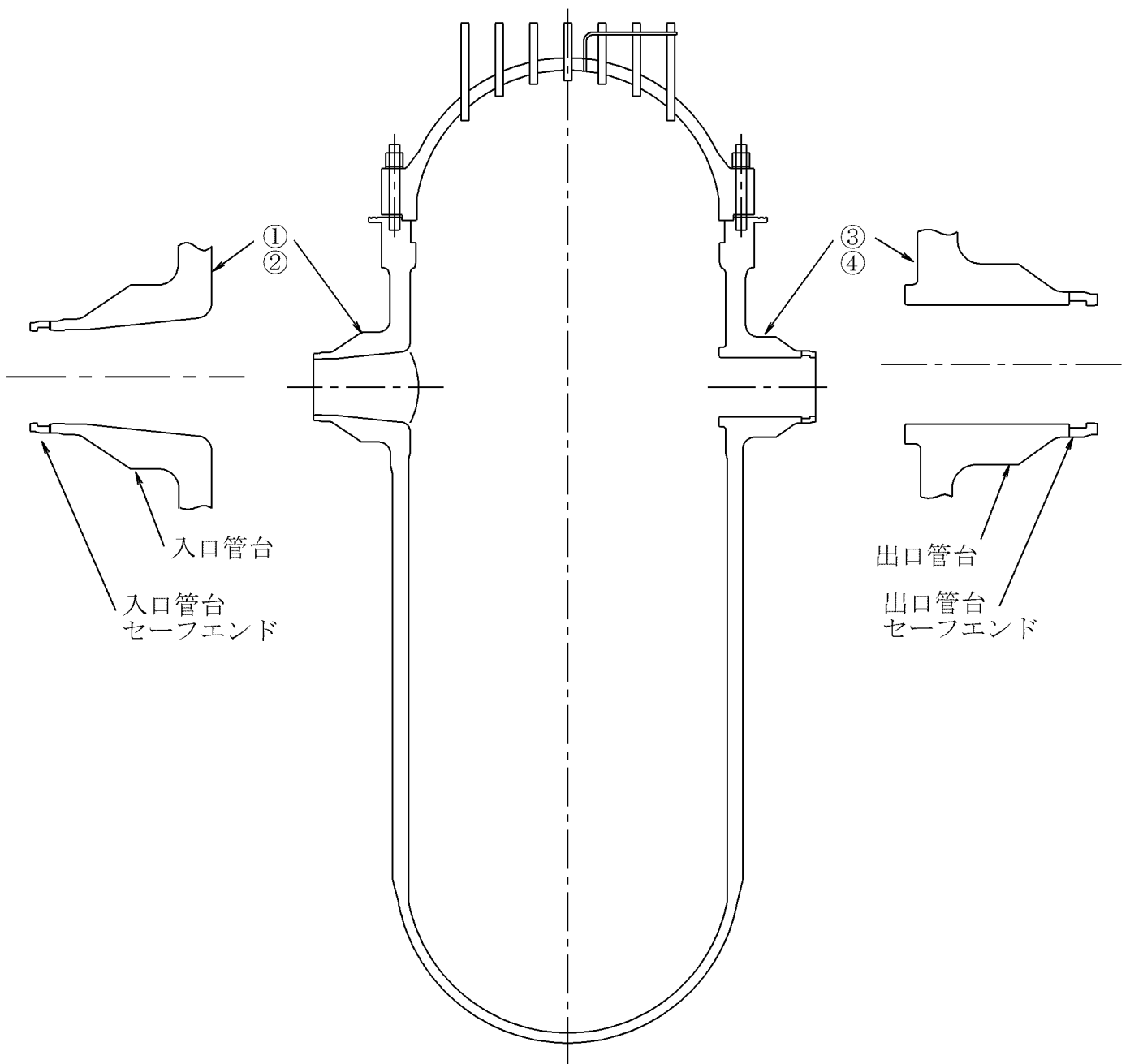
原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド（原子炉停止機能喪失時）は、資料 6-2-3「重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」の 2.「重大事故等クラス 2 容器であってクラス 1 容器の強度評価方法」に基づき、重大事故等時の評価条件に対して、供用状態 D の許容応力を目安とした評価を実施し、第 5-1-1 表に示すとおり、重大事故等クラス 2 容器として要求される強度が十分であることを確認できる。

以上のことから、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの重大事故等クラス 2 容器として要求される強度は十分である。

## 1. 解析箇所

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応力解析は、第1-1図に示す代表箇所において、強度評価上厳しくなる材料及び構造不連続部を選定して行う。

- ① 入口管台
- ② 入口管台セーフエンド
- ③ 出口管台
- ④ 出口管台セーフエンド



第1-1図 応力解析箇所

## 2. 荷重条件

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度評価では、資料 6-2-3 「重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に従い圧力及び自重を考慮する。重大事故等時における評価条件を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 重大事故等時の評価条件

圧力 (MPa)	温度 (°C)
18.9	362

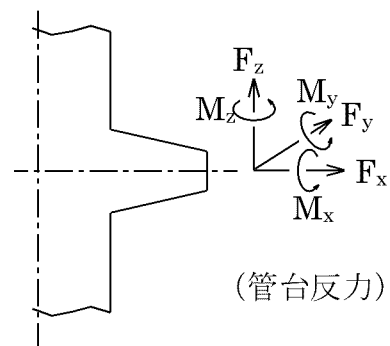
### 3. 評価用荷重

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの応力解析に用いる外荷重を第3-1表に示す。

第3-1表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの外荷重

作用箇所	荷重の種類	軸 力 (kN)			曲げモーメント (kN・m)		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
入口管台 セーフエンド	自重	1	2	-68	41	87	9
出口管台 セーフエンド	自重	3	3	-158	4	374	-4

ここで、軸力及び曲げモーメントの方向は、下図に示す方向を正とする。



原子炉容器入口管台及び出口管台部座標系

#### 4. 許容応力、設計応力強さ及び設計引張強さ

##### 4.1 許容応力

応力強さに対する許容値は、資料 6-2-3「重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」による。

##### 4.2 設計応力強さ及び設計引張強さ

原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドに使用する材料の設計応力強さ及び設計引張強さを第 4-2-1 表に示す。



第4-2-1表 原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び  
 出  
 口管台セーフエンドに使用する材料の設計応力強さ及び設計引張強さ  
 (単位 : MPa)

材料	設計応力 強さ等の 種類	状態	使用箇所
		重大事故等時	
		362°C	
SFVQ1A	$S_u$	462	入口管台 出口管台
SUSF316	$S_m$	113	入口管台セーフエンド 出口管台セーフエンド
	$S_u$	427	

## 5. 応力解析結果及び評価

### 5.1 応力評価結果

重大事故等時の評価条件における応力強さは、次に示すとおり許容応力以下であるため、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの強度は十分である。

重大事故等時の評価条件における、原子炉容器入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの一次応力評価結果を第 5-1-1 表に示す。

第5-1-1表 一次応力評価結果

(単位：MPa)

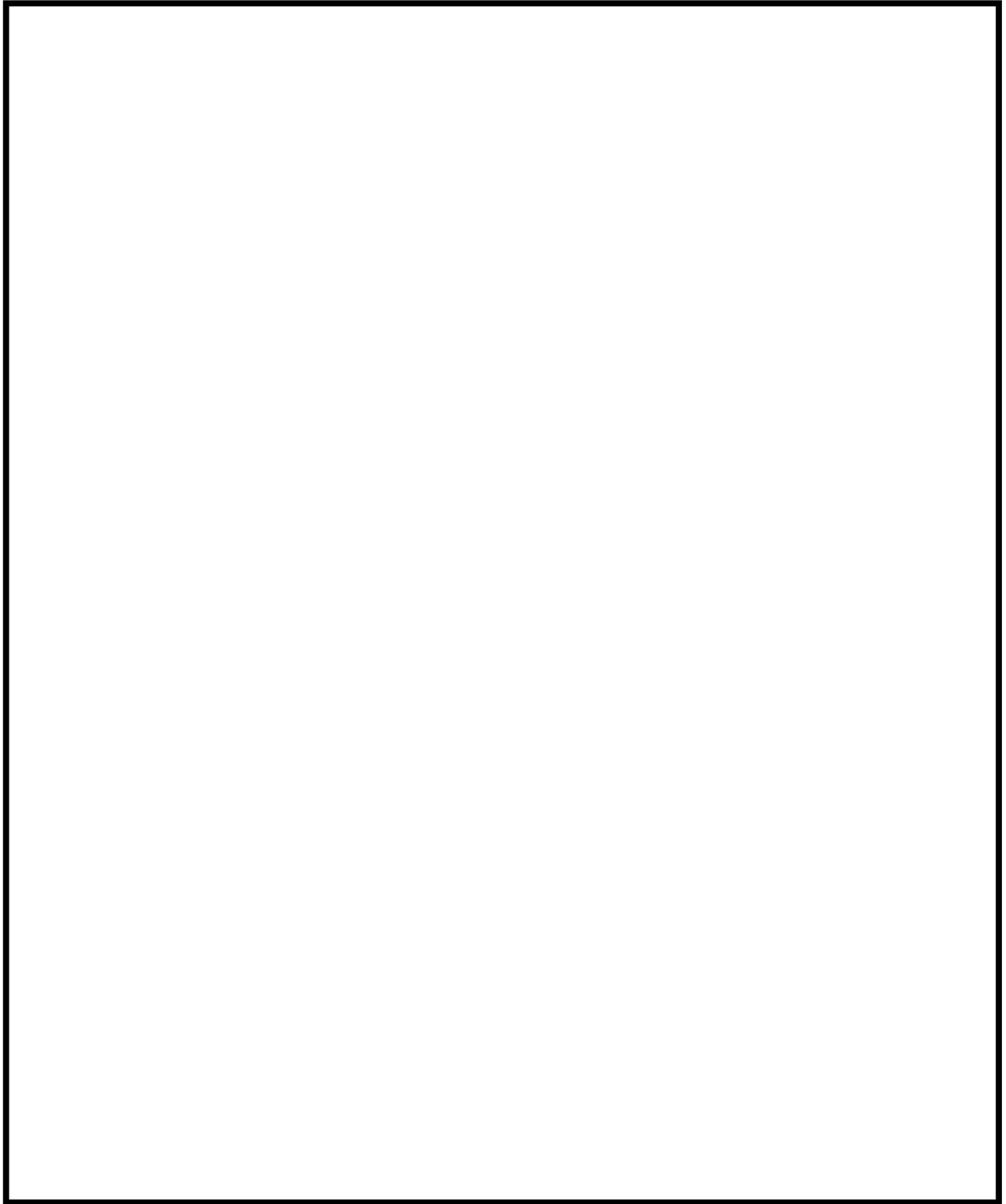
解析箇所	評価範囲	一次一般膜応力強さ			一次局部膜応力強さ			一次膜+一次曲げ応力強さ		
		評価点	$P_m$	許容値	評価点	$P_L$	許容値	評価点	$P_L+P_b$	許容値
入口管台	5~10 (SFVQ1A)	6,8	93	308	—	—	—	6	93	418
入口管台 セーフエンド	1~4 (SUSF316)	1~4	93	271	—	—	—	1,2	100	368
出口管台	7~10 (SFVQ1A)	7,8	84	308	—	—	—	7,8	84	418
出口管台 セーフエンド	1~6 (SUSF316)	1~4	88	271	—	—	—	1,2	101	368

(注) 評価点は、解析箇所での評価のうち最も厳しい位置である。なお、各解析箇所における評価点は、第5-2-1図、第5-3-1図を参照のこと。

## 5.2 入口管台及び入口管台セーフエンド

### 5.2.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

入口管台及び入口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第5-2-1図に示す。

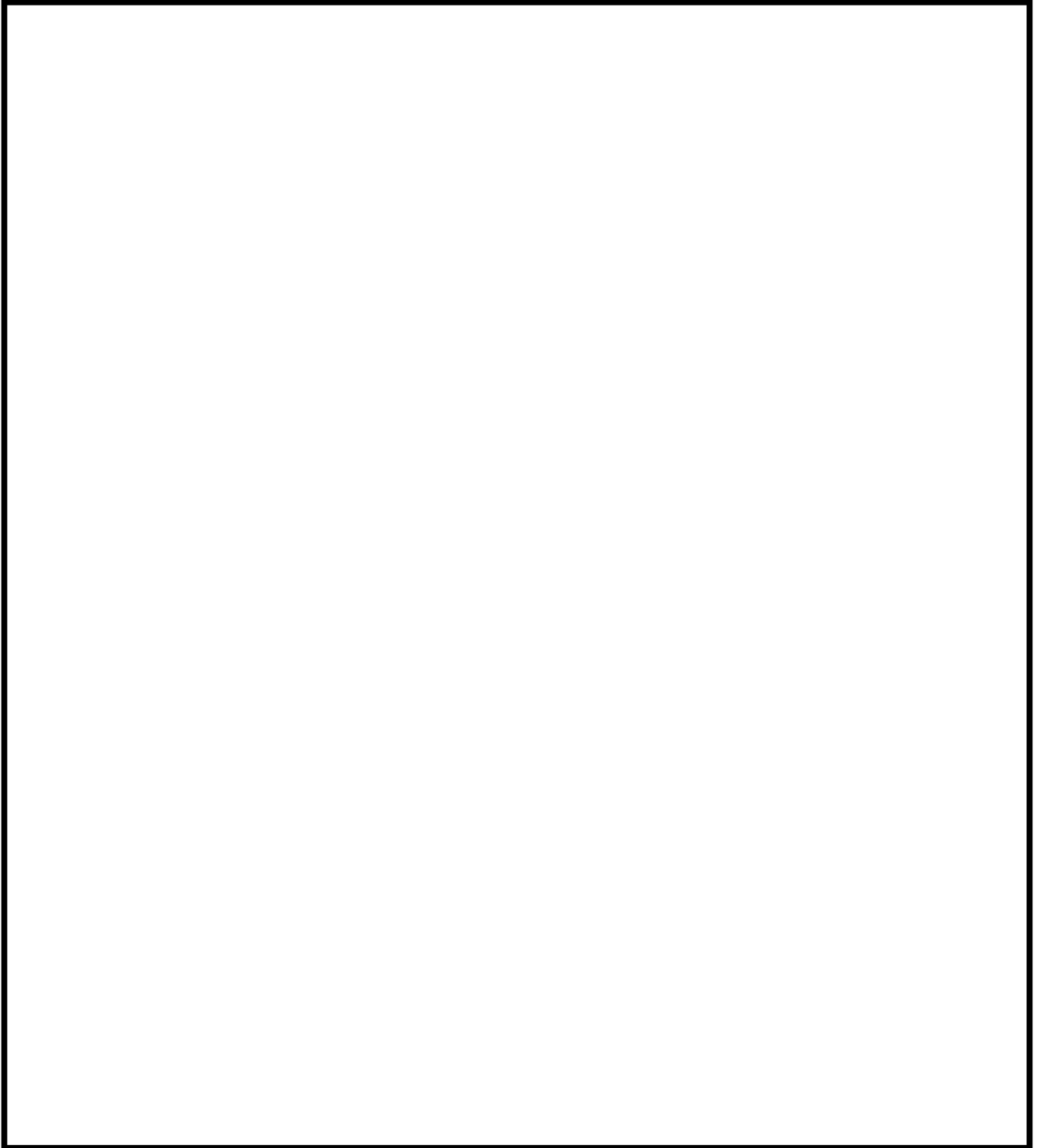


第5-2-1図 入口管台及び入口管台セーフエンド

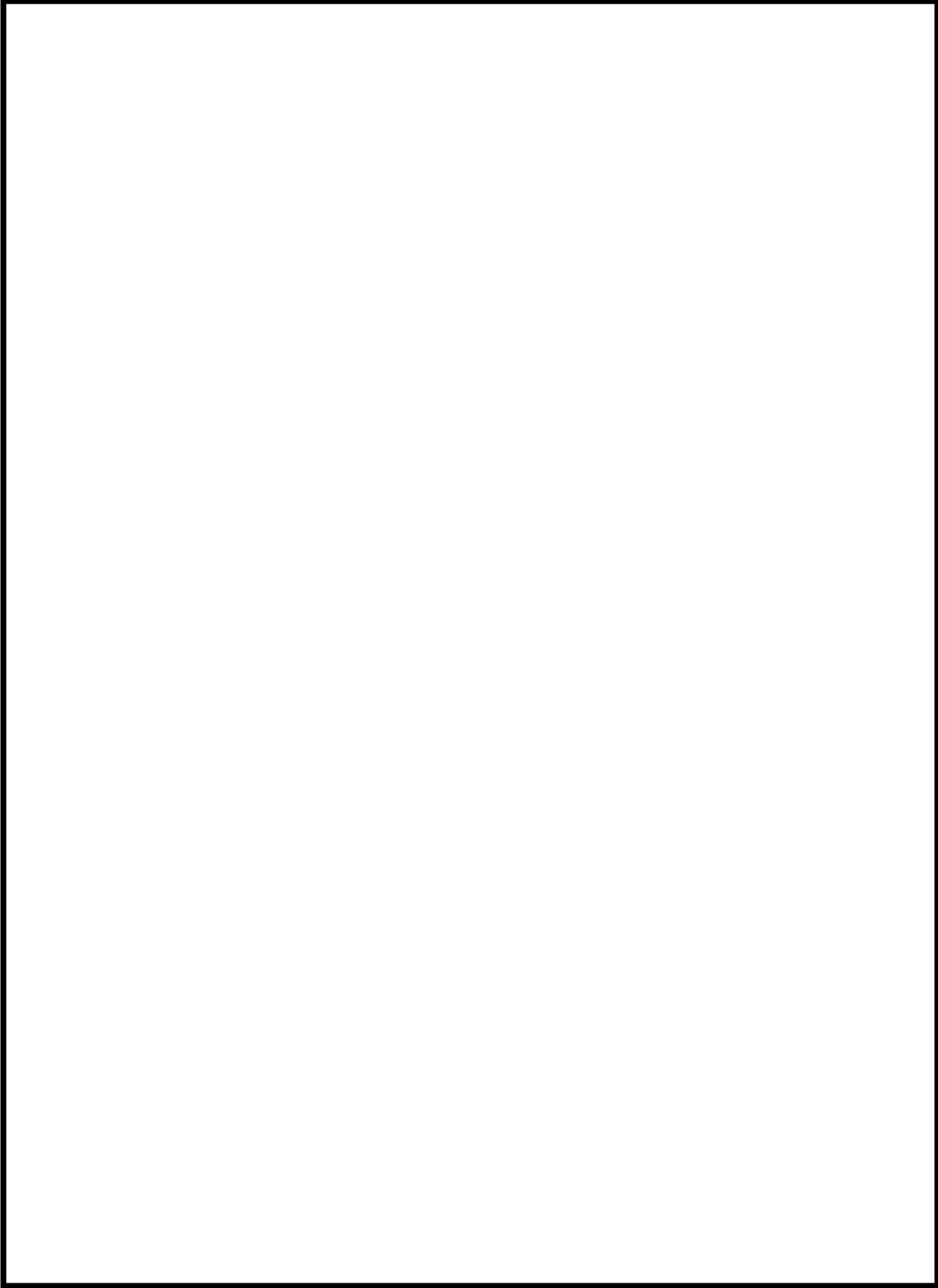
### 5.2.2 解析モデル及び解析条件

応力計算を行うための解析モデルを第 5-2-2 図に、解析条件を第 5-2-3 図に示す。解析モデルは、2次元軸対称モデルとする。

応力計算は、有限要素法を用いて解析した。使用した解析コードは「ABAQUS」である。



第 5-2-2 図 解析モデル (要素分割図)

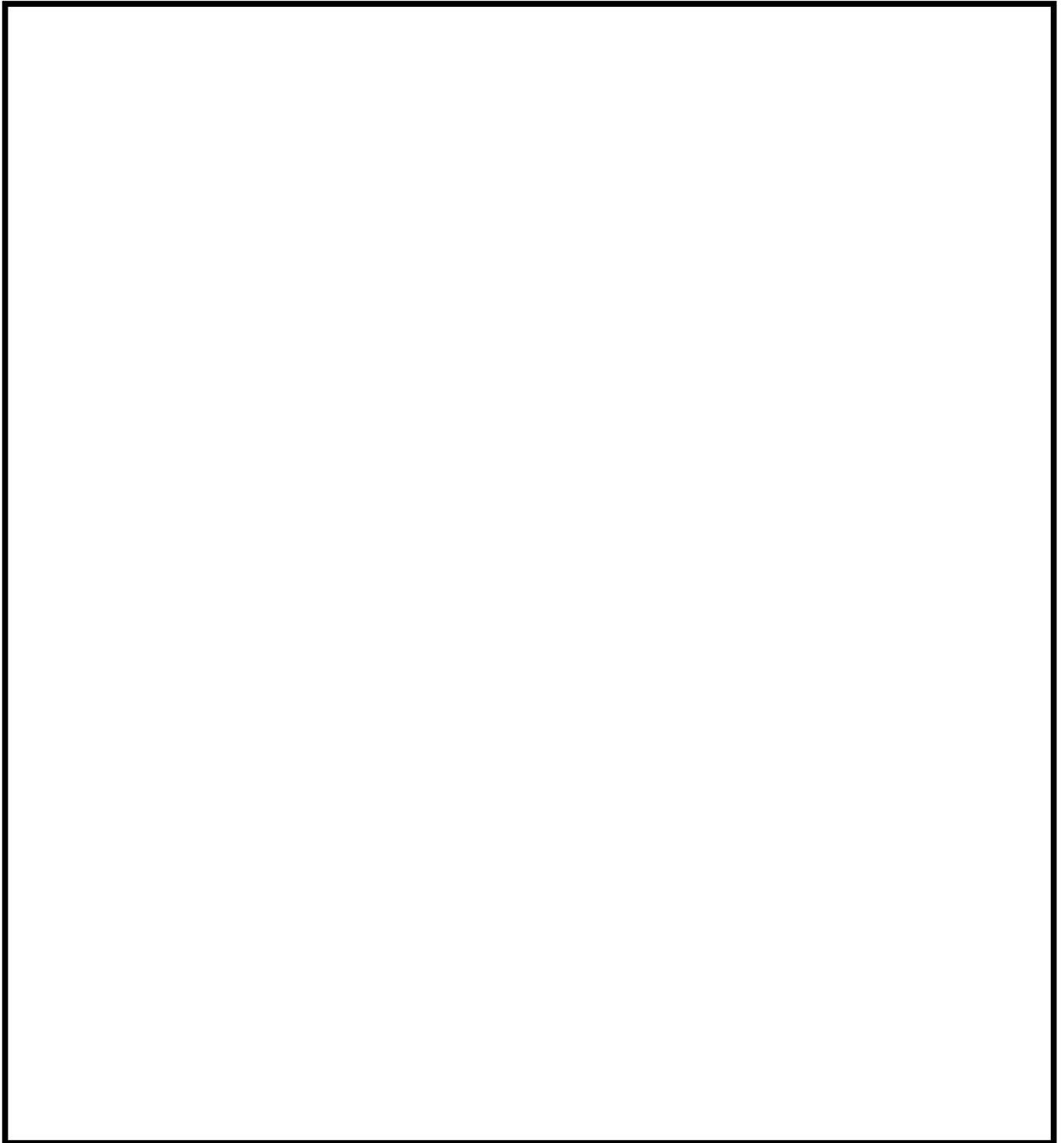


第 5-2-3 図 解析条件

### 5.3 出口管台及び出口管台セーフエンド

#### 5.3.1 形状、寸法、材料及び応力評価点

出口管台及び出口管台セーフエンドの形状、寸法、材料及び応力評価点を第5-3-1図に示す。



第5-3-1図 出口管台及び出口管台セーフエンド

### 5.3.2 解析モデル及び解析条件

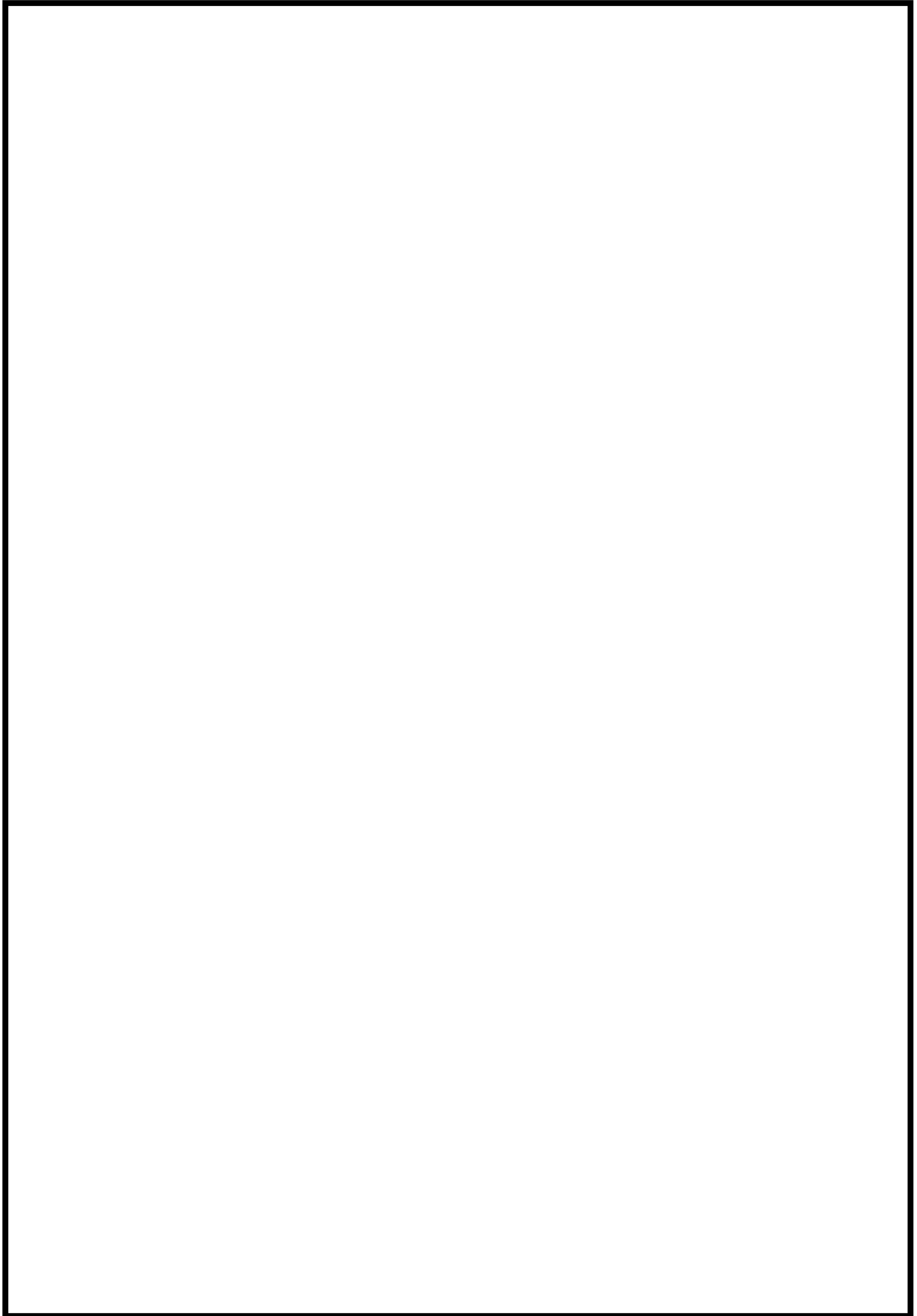
応力計算を行うための解析モデルを第 5-3-2 図に、解析条件を第 5-3-3 図に示す。解析モデルは、2次元軸対称モデルとする。

応力計算は、有限要素法を用いて解析した。使用した解析コードは「ABAQUS」である。



第 5-3-2 図 解析モデル (要素分割図)





第5-3-3図 解析条件

別紙

## 計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (3) - 別紙 - 1
別紙 1 ABAQUS	

## 1. 概 要

本資料は、資料6「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。

「強度に関する説明書」で使用した解析コード一覧を第1表に示す。

第1表 機器・配管系の強度設計に係る解析コード

評価対象	プログラム名	資料名	参照元
原子炉容器	ABAQUS	別紙1	資料6-3

別紙1 ABAQUS

DB/SA：原子炉容器

項目 \ コード名	ABAQUS
開発機関	ダッソー・システムズ社 (旧 HKS (Hibbitt, Karlsson & Sorensen) 社)
開発時期	1978年
使用したバージョン	Ver. 6.3
使用目的	2次元軸対称有限要素法(ソリッド要素)による応力解析
コードの概要	<p>米国HKS社によって開発され、現在はダッソー・システムズ(株)によって保守されている有限要素法による構造解析用汎用コードである。</p> <p>応力解析、熱応力解析、伝熱解析などを行うことができ、特に非線形解析が容易に行えることが特徴であり、多くの民間・国立研究所、大学及び産業界で利用されている実績を持つ。</p>
<p>検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)</p>	<p>ABAQUS Ver.6.3は汎用市販コードであり、JSMEクラス1容器である原子炉容器の2次元軸対称有限要素法(ソリッド要素)による応力解析で使用している。</p> <p><b>【検証(Verification)】</b></p> <p>本解析コードの検証内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 材料力学分野における一般知見により解を求めることができる体系について応力解析(2次元軸対称有限要素法(ソリッド要素)による線形解析機能による応力解析)を行い、解析解が理論モデルによる理論解と一致することを確認している。</li> <li>・ 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。</li> </ul>

<p style="text-align: center;">       検証(Verification)        及び        妥当性確認(Validation)     </p>	<p><b>【妥当性確認(Validation)】</b></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"> <li>・ 本解析コードは、自動車、航空宇宙、防衛、工業製品、学術研究などの様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。</li> <li>・ 今回の届出で行う解析と類似する三菱重工業（株）が実施した配管ティー継手を対象とした3次元有限要素法（ソリッド要素）を用いた応力解析の事例がある。  <b>(PVP2012-78686 : COMPARISON BETWEEN PRESSURE TESTS AND SIMULATIONS FOR THICKNESS MANAGEMENT OF WALL THINNING T-JOINTS)</b></li> <li>・ 開発機関が提示するマニュアルにより、本届出で使用する2次元軸対称有限要素法（ソリッド要素）による応力解析に本解析コードが適用できることを確認している。</li> <li>・ 検証の体系と本届出で使用する体系が同等であることから、解析解と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性も確認できる。</li> <li>・ 今回の届出で行う2次元軸対称有限要素法（ソリッド要素）による応力解析の用途、適用範囲が、上述の妥当性確認範囲内であることを確認している。</li> </ul>
--	--

# 原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書

設計及び工事計画届出添付資料 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. 脆性破壊防止に対する設計 .....	7(3) - 2
3.1 原子炉容器に使用する材料 .....	7(3) - 2
4. 評価 .....	7(3) - 2
4.1 評価方針 .....	7(3) - 2
4.2 評価対象となる材料の抽出 .....	7(3) - 3
4.3 破壊靱性の評価方法 .....	7(3) - 4
4.4 評価結果 .....	7(3) - 10

## 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14条第2項及び第54条第1項第1号並びにそれらの「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。))に基づき、設計基準対象施設としての原子炉容器の破壊靱性及び想定される重大事故等が発生した場合に、原子炉容器が重大事故等に対処するために流路としての機能を有効に発揮できることを確認するため、破壊靱性に対する評価について説明するものである。あわせて、技術基準規則第17条第1項第1号及び第55条第1項第2号並びにそれらの解釈に対して、原子炉容器の材料が適切である事を説明する。

今回、設計基準対象設備としての原子炉容器について、入口管台及び入口管台セーフエンド厚さ、並びに出口管台及び出口管台セーフエンド厚さの設計確認値を変更することから、改めて設計基準対象設備としての入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの破壊靱性に対する評価について説明する。なお、重大事故等対処設備としての原子炉容器の破壊靱性に対する評価については、評価対象の炉心領域部に変更はないことから、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「原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書」から変更はない。

## 2. 基本方針

原子炉容器に使用する材料は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において使用される圧力、温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な破壊靱性を有する設計とする。

原子炉容器に使用する材料は、中性子照射の影響を考慮した最低試験温度を確認し、適切な破壊靱性を維持できるよう、保安規定に1次冷却材温度及び圧力の制限範囲を設定することを定めて、原子炉容器の脆性破壊を防止するよう管理する。

放射線に対する影響については、中性子照射量が他部位に比べ1桁以上多い下部胴で代表して評価するため、入口管台及び入口管台セーフエンド、並びに出口管台及び出口管台セーフエンドの評価においては平成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「原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書」から変更はない。

原子炉容器の脆性破壊防止以外の温度、荷重その他の使用条件に対して健全性を維持することについては、添付資料4「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」に示している。

### 3. 脆性破壊防止に対する設計

#### 3.1 原子炉容器に使用する材料

技術基準規則第 17 条を踏まえ、原子炉容器に使用する材料は、強度と靱性に優れた低合金鋼の鋼板及び鍛鋼品で構成し、1 次冷却材と接触する原子炉容器内面部分はステンレス鋼で肉盛りし、耐食性を向上させた設計とする。原子炉容器は脆性破壊防止の観点から、最低使用温度を設定し、適切な温度で使用する。

### 4. 評価

#### 4.1 評価方針

技術基準規則第 14 条への適合性を確認するため、技術基準規則第 14 条の解釈に示される「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法 JEAC4206－2007」(日本電気協会)(以下「JEAC4206－2007」という。)の手法を用いて、評価を行う。

設計基準対象施設としては、供用状態 A 及び供用状態 B で考慮している設計過渡条件において、原子炉容器の材料に脆性破壊が生じるおそれがないことを、JEAC4206－2007 附属書 A に基づき、施設時の落重試験方法に依拠して、必要関連温度が材料の関連温度を上回っていることで確認する。

試験状態については、JEAC4206－2007 附属書 A に基づき、施設時の落重試験方法に依拠して、最低試験温度を確認する。

供用状態 C 及び供用状態 D の評価については、評価対象である炉心領域部に変更がないことから、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「原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書」から変更はない。

また、原子炉容器の材料の上部柵吸収エネルギーの評価についても、評価対象である炉心領域部に変更がないことから、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「原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書」から変更はない。

#### 4.2 評価対象となる材料の抽出

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))<第I編 軽水炉規格>JSME S NC1-2005/2007」(日本機械学会)(以下「JSME S NC1」という。)に基づいて、評価対象となる材料を抽出する。

評価対象となる材料は、原子炉容器を構成する材料のうち、耐圧部を構成する材料であり、かつ、JSME S NC1 PVB-2311に示される脆性破壊が生じにくい板厚、断面積、外径及び指定材料等の条件により、破壊靱性試験が必要となる材料を全て抽出し、評価を行う。評価対象となる材料を第1表に示す。

第1表 原子炉容器の材料(耐圧部材)

名 称	材 料	備 考 <sup>(注)</sup>
入 口 管 台 出 口 管 台	SFVQ1A	t>16mm

(注)t:材料の厚さ

### 4.3 破壊靱性の評価方法

原子炉容器の耐圧部材料に使用される低合金鋼はフェライト鋼であり、脆性破壊が懸念される材料であることから、評価においては破壊力学を適用する。破壊力学では、欠陥の先端近傍の応力場の強さを応力拡大係数で表し、応力拡大係数が破壊靱性を超えると破壊すると判断する。原子炉容器の材料の評価に当たっては、保守的に欠陥が存在するものと仮定し、欠陥の先端に生じる欠陥の進展力(応力拡大係数)を、供用期間中に想定される圧力・温度条件等から算出する。破壊靱性については、落重試験及び衝撃試験から得られる関連温度( $RT_{NDT}$ )が金属温度と関数の関係にあることから、関連温度を用いて各温度の破壊靱性を算出する。

また、経年劣化事象により破壊靱性の低下が懸念される部位については、供用期間中における劣化を考慮した評価を行う。軽水炉における材料の破壊靱性の低下を伴う劣化事象としては、熱時効と中性子照射脆化が挙げられる。熱時効については、原子炉容器の材料である低合金鋼に対する影響を、財団法人発電設備技術検査協会の研究<sup>(注)</sup>において検証されており、有意な劣化事象ではない。一方、中性子照射脆化については、JEAC4201-2007/2013 において監視試験の対象となる中性子照射量  $10^{17}$  ( $n/cm^2$ ,  $E > 1MeV$ ) 以上となる炉心領域部が含まれるため、考慮が必要である。但し、中性子照射脆化は 4.1「評価方針」のとおり炉心領域部で代表するため、入口管台及び出口管台が対象の本工事計画では評価対象外とする。

(注) プラント長寿命化技術開発 低合金鋼・ステンレス鋼等腐食環境材料試験(低合金鋼・ステンレス鋼)(PWR) (平成6年3月 財団法人 発電設備技術検査協会)

#### 4.3.1 原子炉容器の最低使用温度

原子炉容器の最低使用温度は、設置環境(格納容器内)、使用材料の関連温度等を総合的に考慮し、に設定している。原子炉容器がを下回らないように、燃料取替用水の管理水温の下限値等を設計する。

#### 4.3.2 供用状態 A、供用状態 B 及び試験状態の破壊靱性に対する評価方法

JEAC4206-2007 FB-4100に基づき、供用状態 A 及び供用状態 B については、参照破壊靱性と各過渡状態において材料に生じる応力拡大係数の接点から求められる必要関連温度の最低値が、材料の関連温度(初期)を上回っていることを確認する。

また、試験状態については最低試験温度を求め、脆性破壊が生じるおそれのない耐圧・漏えい試験温度を確認する。

##### 4.3.2.1 参照破壊靱性を表わす式

供用状態 A、供用状態 B 及び試験状態における破壊靱性を評価するため、JEAC4206-2007 附属書 A の参照破壊靱性( $K_{IR}$ )の曲線を用いる。

参照破壊靱性を表わす式は、施設時<sup>(注)</sup>の規格要求である 2 パスビード法による落重試験の場合に適用する(4.1)式を用いる。

$$K_{IR} = 29.43 + 1.344 \exp \{0.0261 (T - RT_{NDT} + 88.9)\} \dots\dots (4.1)$$

$K_{IR}$  : 参照破壊靱性(MPa $\sqrt{m}$ )  
T : 金属温度(°C)  
 $RT_{NDT}$  : 材料の関連温度(°C)

(注)平成 2 年 7 月 10 日付け元資庁第 15286 号にて認可された工事計画による。

##### 4.3.2.2 応力拡大係数の計算

応力拡大係数は、材料に欠陥の存在を想定した場合、過渡時の温度・圧力変化による欠陥の進展力を係数で表わす。

供用状態 A、供用状態 B 及び試験状態における応力拡大係数は、添付資料 6-3-2「クラス 1 容器の強度計算書」において有限要素法により算出した膜応力及び曲げ応力を基に算出する。

###### (1) 最大仮想欠陥

JEAC4206-2007 附属書 A より、仮想欠陥は最大応力に垂直な鋭い半円形表面の表面欠陥とし、各材料の板厚  $t$  に対して、以下の深さ及び長さの欠

陥を想定する。

- a.  $60\text{mm} \leq t < 100\text{mm}$  の断面： 仮想欠陥深さ 25mm、長さ 150mm
- b.  $100\text{mm} \leq t \leq 300\text{mm}$  の断面： 仮想欠陥深さ  $1/4t$ 、長さ  $1.5t$
- c.  $t > 300\text{mm}$  の断面： 仮想欠陥深さ 75mm、長さ 450mm

評価においては、応力が最大となり得る構造不連続部付近で複数の評価点・方向(軸又は周方向)の想定欠陥に対し応力評価を実施し、その中で応力拡大係数が最大となる想定欠陥を評価対象とする。

(2) 応力拡大係数の計算式

応力拡大係数については、JEAC4206-2007 附属書 A による。

$$K_I = S_F \cdot K_{Ip} + K_{Iq}$$

$$K_{Ip} = K_{IM} + K_{IB}$$

$$K_{Iq} = K_{Im} + K_{Ib}$$

供用期間中の耐圧・漏えい試験時:  $S_F = 1.5$

それ以外:  $S_F = 2$

$K_I$ : 応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{Ip}$ : 一次応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{Iq}$ : 二次応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{IM}$ : 一次膜応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{IB}$ : 一次曲げ応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{Im}$ : 二次膜応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{Ib}$ : 二次曲げ応力による応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$S_F$ : 安全係数

a. 供用状態 A 及び供用状態 B での応力拡大係数

供用状態 A 及び供用状態 B での応力拡大係数  $K_I$  は次式で計算する。

$$K_I = 2K_{IM} + 2K_{IB} + K_{Im} + K_{Ib} \dots\dots\dots (4.2)$$

過渡条件については、運転状態 I 及び運転状態 II の設計過渡条件のうち、圧力が供用前耐圧試験圧力の  を超え、かつ冷却材温度が  となるものを評価の対象とする。

b. 試験状態での応力拡大係数

試験状態での応力拡大係数  $K_I$  は次式で計算する。

$$K_I = 1.5K_{IM} + 1.5K_{IB} + K_{Im} + K_{Ib} \dots\dots\dots(4.3)$$

ここで、応力拡大係数の算出については、JEAC4206-2007 附属書 F による。

膜応力が作用するときの応力拡大係数  $K_I$  は、次式で計算する。

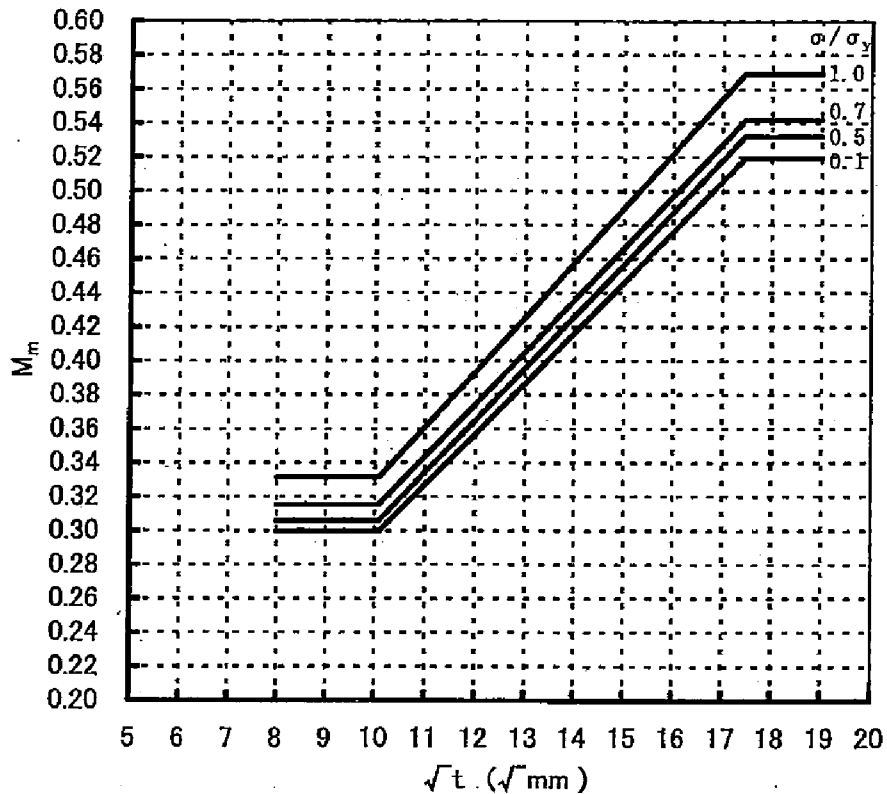
$$K_{IM} \text{ 又は } K_{Im} = M_m \times (\text{膜応力}) \dots\dots\dots(4.4)$$

$M_m$  : 第 1 図で与える係数 ( $\sqrt{m}$ )

曲げ応力(熱応力を含む)が作用するときの応力拡大係数  $K_I$  は、次式で計算する。

$$K_{IB} \text{ 又は } K_{Ib} = M_b \times (\text{曲げ応力}) \dots\dots\dots(4.5)$$

$M_b$  :  $2/3M_m(\sqrt{m})$



第 1 図  $M_m$  と厚さの関係



第 1 図で次の記号を使用している。

- t : 材料の板厚 (mm)
- $\sigma$  : 実応力 ( $\sigma = \sigma_M + \sigma_B + \sigma_m + \sigma_b$ ) (MPa)
- $\sigma_y$  : 降伏応力 (MPa)
- $\sigma_M$  : 一次膜応力 (MPa)
- $\sigma_B$  : 一次曲げ応力 (MPa)
- $\sigma_m$  : 二次膜応力 (MPa)
- $\sigma_b$  : 二次曲げ応力 (MPa)

#### 4.3.2.3 判定基準(必要関連温度、最低試験温度)

供用状態 A 及び供用状態 B において、材料が適切な破壊靱性を有することを確認するため、判定基準となる必要関連温度 ( $RT_{NDT, req}$ ) を求める。

また、試験状態において、材料が適切な破壊靱性を有する試験温度に管理できるよう、最低試験温度を求める。

原子炉容器の材料については、施設時の適用規格に基づく試験方法により関連温度を確認する。評価に当たっては、関連温度(初期)は保守的に、材料調達時における設計要求の上限値を用いる。

#### 4.3.2.4 供用状態 A 及び供用状態 B における必要関連温度

脆性破壊は、材料の応力拡大係数 ( $K_I$ ) が参照破壊靱性 ( $K_{IR}$ ) より小さい場合には発生しない。参照破壊靱性 ( $K_{IR}$ ) は、関連温度 ( $RT_{NDT}$ ) の関数であるため、関連温度 ( $RT_{NDT}$ ) を管理することで脆性破壊を防止できる。

必要関連温度 ( $RT_{NDT, req}$ ) は、4.3.2.1「参照破壊靱性を表わす式」に示す式  $K_{IR} = 29.43 + 1.344 \exp\{0.0261(T - RT_{NDT} + 88.9)\}$  を(4.6)式に変形し、 $K_I = K_{IR}$  とおいて、4.3.2.2「応力拡大係数の計算」により計算する応力拡大係数 ( $K_I$ ) 及び金属温度 (T) を用いて算出する。

$$RT_{NDT, req} = T + 88.9 - \frac{1}{0.0261} \ln\left(\frac{K_I - 29.43}{1.344}\right) \dots\dots\dots(4.6)$$

- $K_I$  : 応力拡大係数 ( $MPa\sqrt{m}$ )
- T : 金属温度 ( $^{\circ}C$ )
- $RT_{NDT, req}$  : 必要関連温度 ( $^{\circ}C$ )

#### 4.3.2.5 試験状態における最低試験温度

試験状態に対しては、試験中における脆性破壊を防止するため、4.3.2.1「参照破壊靱性を表わす式」に示す式  $K_{IR} = 29.43 + 1.344 \exp\{0.0261(T - RT_{NDT} + 88.9)\}$  を(4.7)式に変形し、 $K_I = K_{IR}$  とおいて、4.3.2.2「応力拡大係数の計算」により計算する応力拡大係数( $K_I$ )及び4.3.2.3「判定基準(必要関連温度、最低試験温度)」で決定する材料の関連温度( $RT_{NDT}$ )を用いて最低試験温度( $T_{MIN}$ )を求める。

$$T_{MIN} = \frac{1}{0.0261} \ln\left(\frac{K_I - 29.43}{1.344}\right) - 88.9 + RT_{NDT} \dots\dots\dots(4.7)$$

- $K_I$  : 応力拡大係数(MPa $\sqrt{m}$ )
- $T_{MIN}$  : 最低試験温度(°C)
- $RT_{NDT}$  : 材料の関連温度(°C)

## 4.4 評価結果

### 4.4.1 供用状態 A、供用状態 B 及び試験状態における評価結果

#### 4.4.1.1 供用状態 A 及び供用状態 B における評価結果

供用状態 A 及び供用状態 B における原子炉容器の材料の破壊靱性を評価する。

原子炉容器の材料の関連温度 ( $RT_{NDT}$ ) は、4.3.1「原子炉容器の最低使用温度」に示す最低使用温度 [ ] より 33 °C 低い<sup>(注)</sup> [ ] とならないよう管理することで、最低使用温度以上では脆性破壊が生じないため、材料調達時に設計要求を [ ] としていることから、[ ] を材料の関連温度 (初期) とする。

評価対象となる材料の関連温度 ( $RT_{NDT}$ ) 並びに供用状態 A 及び供用状態 B における各部の材料に対する必要関連温度 ( $RT_{NDT, req}$ ) の最低値を第 2 表に示す。

必要関連温度は、材料の関連温度を上回っており、破壊靱性の要求を満足する。

保安規定では、中性子照射の影響を考慮し適切な破壊靱性を維持できるよう、監視試験片の評価結果に基づきプラント起動・停止時の 1 次冷却材温度及び圧力の制限範囲を設定することを定めて、原子炉容器の脆性破壊を防止するよう管理する。

(注) Pellini らの研究により、関連温度 + 33 °C より高温では脆性破壊が生じないことが確認されており、新設される容器の耐圧試験温度は、この知見に基づき設定されている。

#### 4.4.1.2 試験状態における評価結果

評価対象となる材料に対する最低試験温度を第 3 表に示す。

供用期間中の耐圧・漏えい試験を最低試験温度以上で実施すれば、脆性破壊が生じるおそれがないため、破壊靱性の要求を満足する。

保安規定では、中性子照射の影響を考慮し適切な破壊靱性を維持できるよう、監視試験片の評価結果に基づき試験時の 1 次冷却材温度及び圧力の制限範囲を設定することを定めて、原子炉容器の脆性破壊を防止するよう管理する。

第 2 表 供用状態 A 及び供用状態 B における必要関連温度

名 称	材 料	応力拡大係数 $K_I$ ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )	必要関連温度の 最低値 ( $^{\circ}\text{C}$ )	材料の関連温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
入 口 管 台	SFVQ1A	52.4	172	<input type="text"/>
出 口 管 台	SFVQ1A	48.5	179	<input type="text"/>

第 3 表 最低試験温度

名 称	材 料	応力拡大係数 $K_I^{(注)}$ ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )	最低試験温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
入 口 管 台	SFVQ1A	71.6	32
出 口 管 台	SFVQ1A	67.8	28

(注) 圧力は、17.16MPa。

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

設計及び工事計画届出添付資料 8

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

設計及び工事計画届出添付資料 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. 基本方針 .....	8 (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 .....	8 (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。) .....	8 (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 .....	8 (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 ..	8 (3) - 1 - 12
3.4 工事に係る品質管理の方法 .....	8 (3) - 1 - 23
3.5 使用前事業者検査 .....	8 (3) - 1 - 25
3.6 設工認における調達管理の方法 .....	8 (3) - 1 - 34
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ .....	8 (3) - 1 - 39
3.8 不適合管理 .....	8 (3) - 1 - 44
4. 適合性確認対象設備の施設管理 .....	8 (3) - 1 - 45
5. 様 式 .....	8 (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8-2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（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。）の工事及び検査に係る品質管理の方法を「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「3.4 工事に係る品質管理の方法」及び「3.5 使用前事業者検査」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、様式-1 を用いて資料 8-2 に示す。

工事及び検査に係る記載事項には、工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びその審査に関する事項、工事及び検査の体制として組織内外の部門間の相互関係（使用前事業者検査等の独立性、資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む。）、工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視測定、妥当性確認及び検査等に関する事項（記録、識別管理、トレーサビリティ等に関する事項を含む。）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。

(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・性能を發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。

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 8-2 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 8-2 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	原子力管理部門 原子力設備グループ
3.4	工事に係る品質管理の方法	玄海原子力発電所
3.5	使用前事業者検査	原子力管理部門 原子力設備グループ 玄海原子力発電所
3.6	設工認における調達管理の方法	原子力管理部門 原子力設備グループ 玄海原子力発電所

### 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

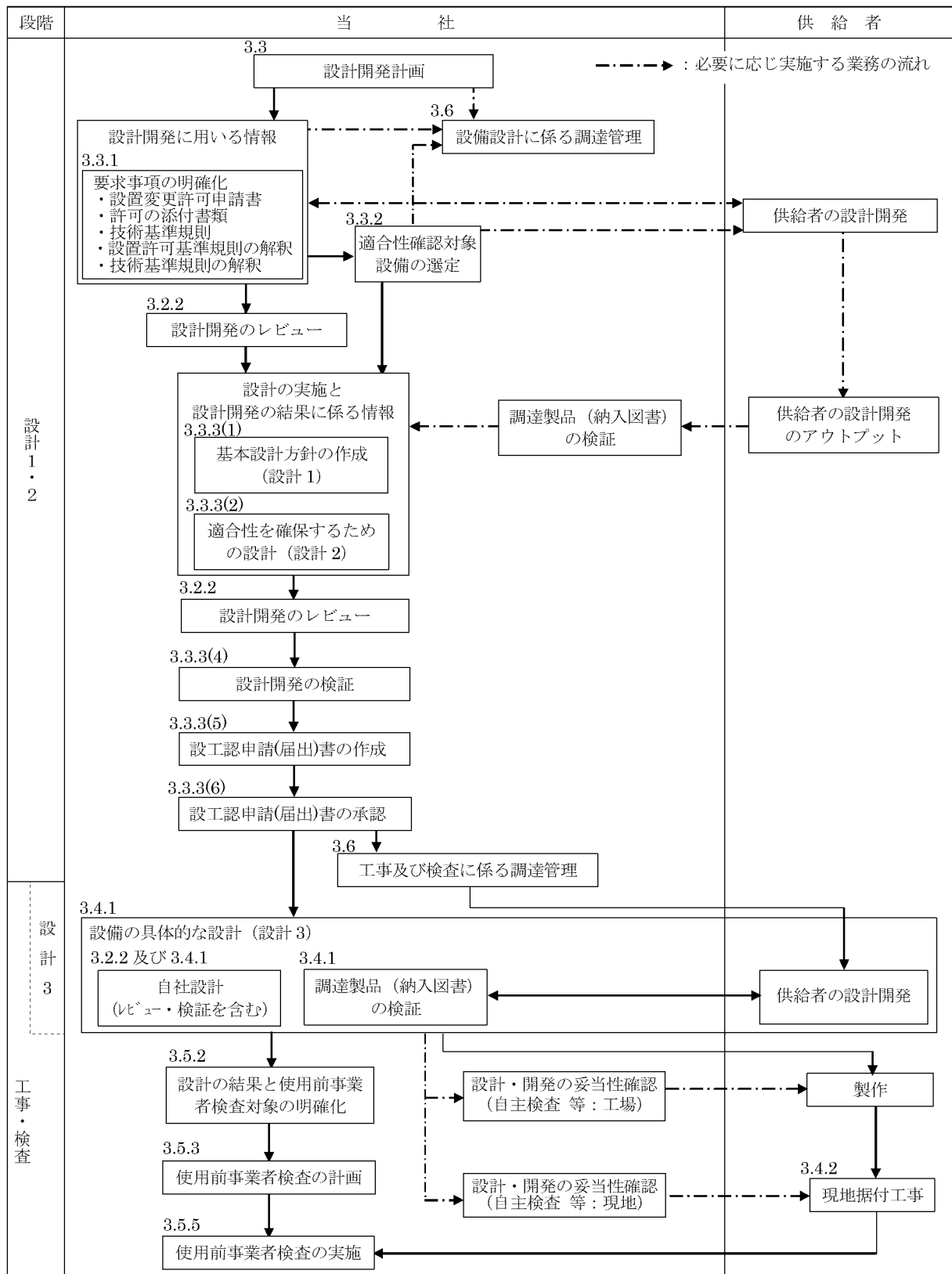
設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な設計、工事及び検査の管理は、「3.4 工事に係る品質管理の方法」、「3.5 使用前事業者検査」及び「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す事項（第 3.2-1 表における「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」～「3.6 設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、工事が設工認のとおりであること及び技術基準に適合していることを確認する。

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	— 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

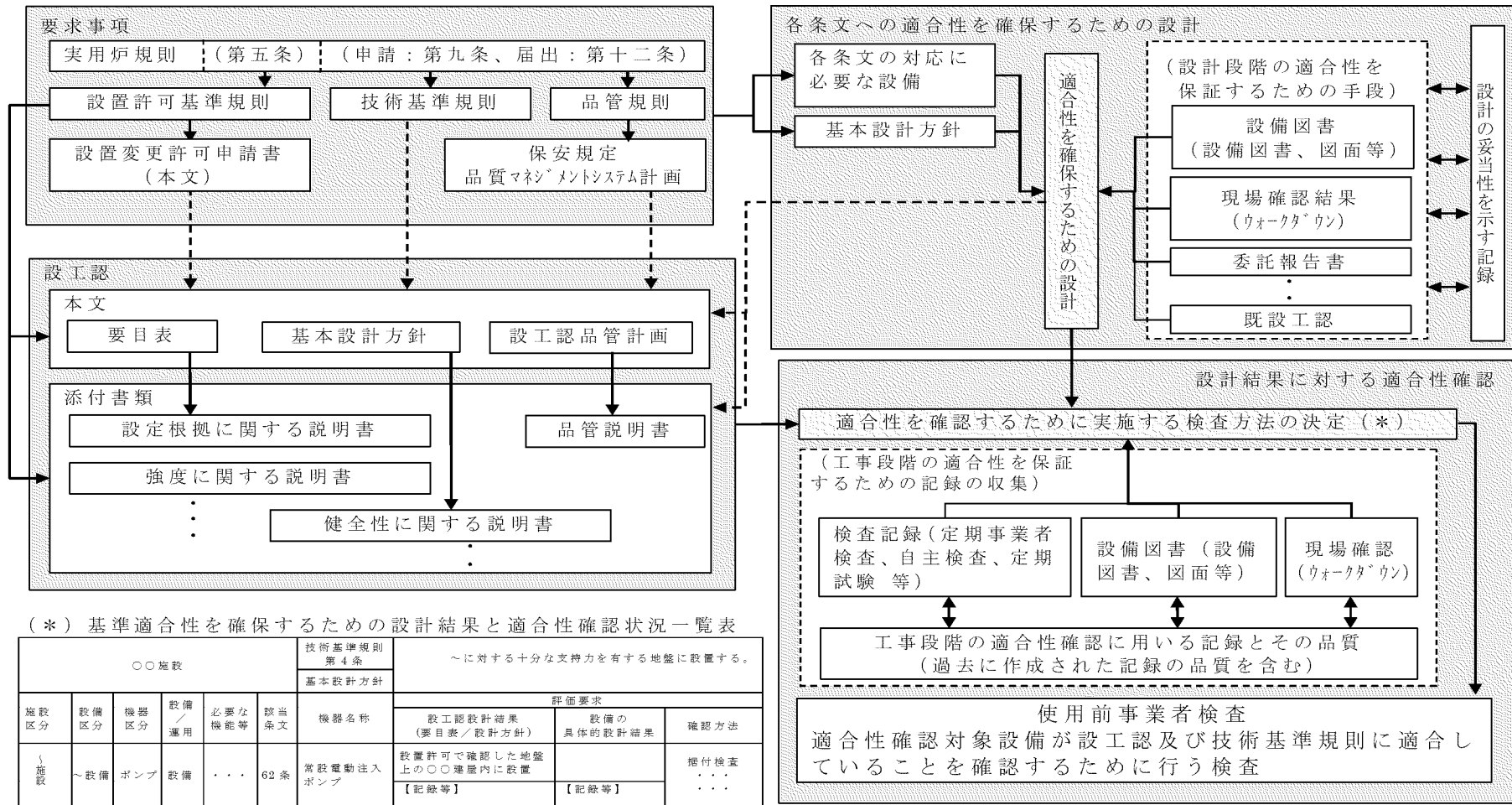
※：「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査」でいう、品質マネジメントシステム計画の「7.3.4 設計開発レビュー」対応項目





\*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。

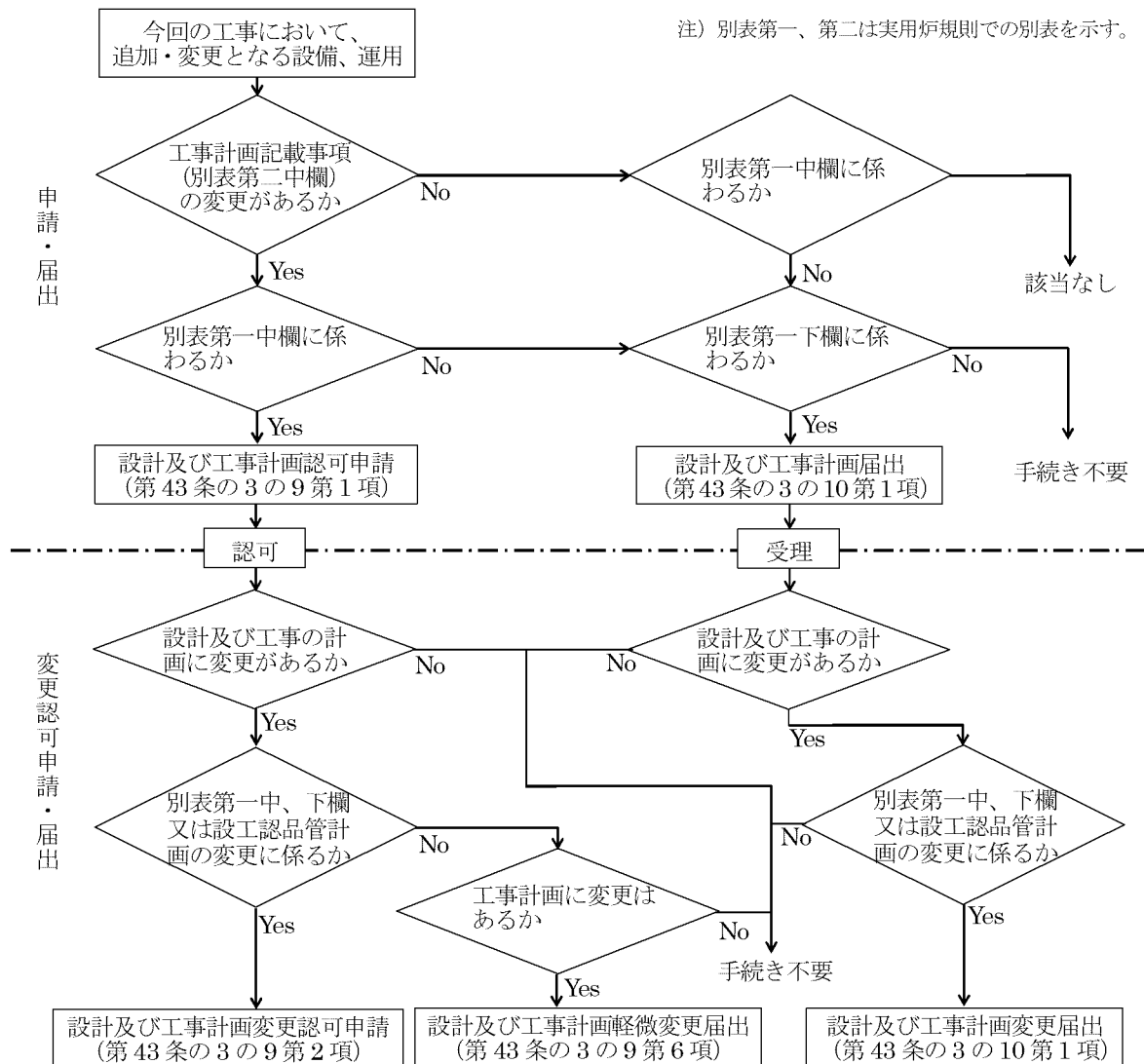
- ・許可された設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

#### 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。

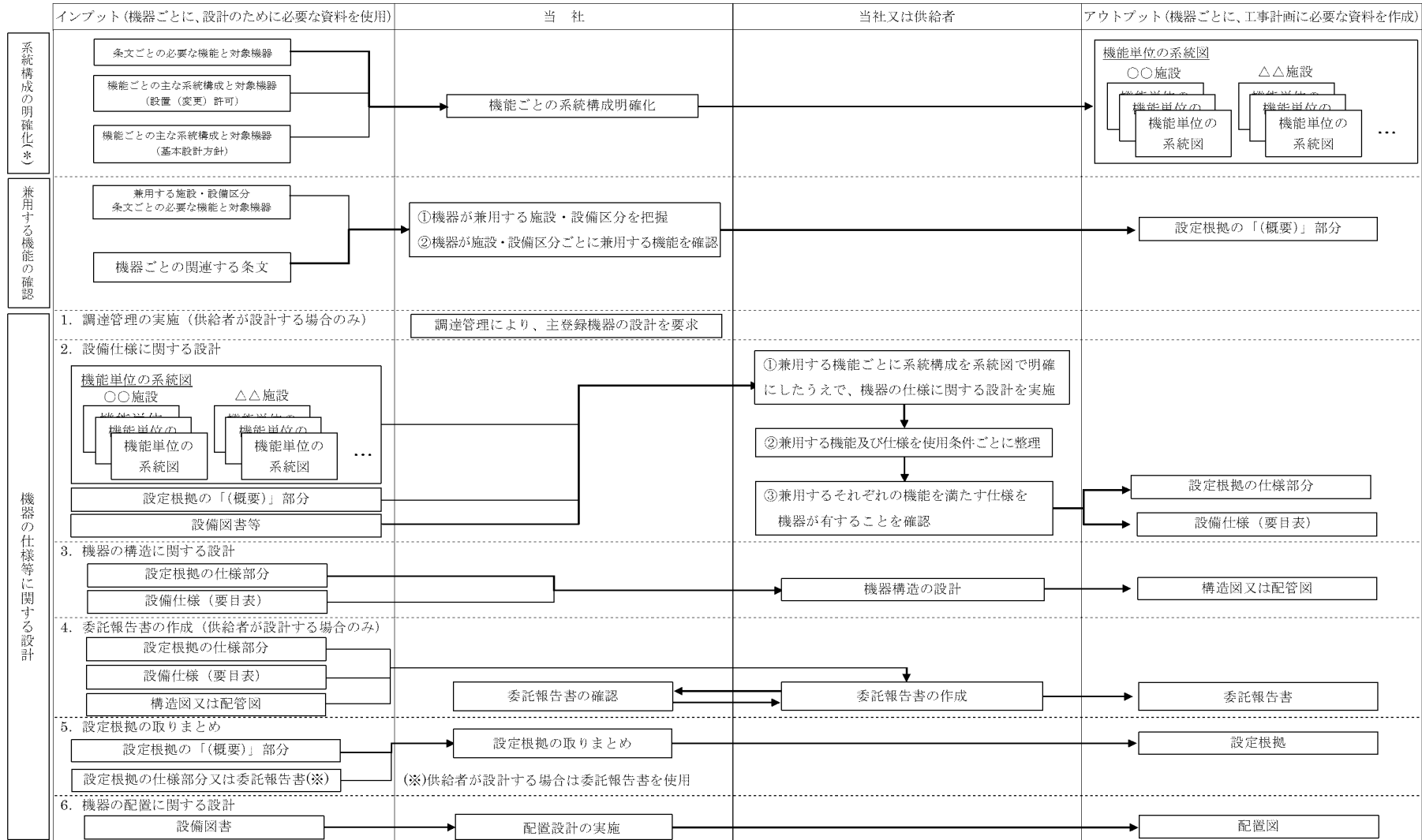
第 3.3-1 表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、本店組織の保安規定を取りまとめる組織にて、保安規定として必要な対応を実施する。

第 3.3-1 表 要求種別ごとの適合性の確保に必要となる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



(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
- ・ 整理した設計方針を分類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、既に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。

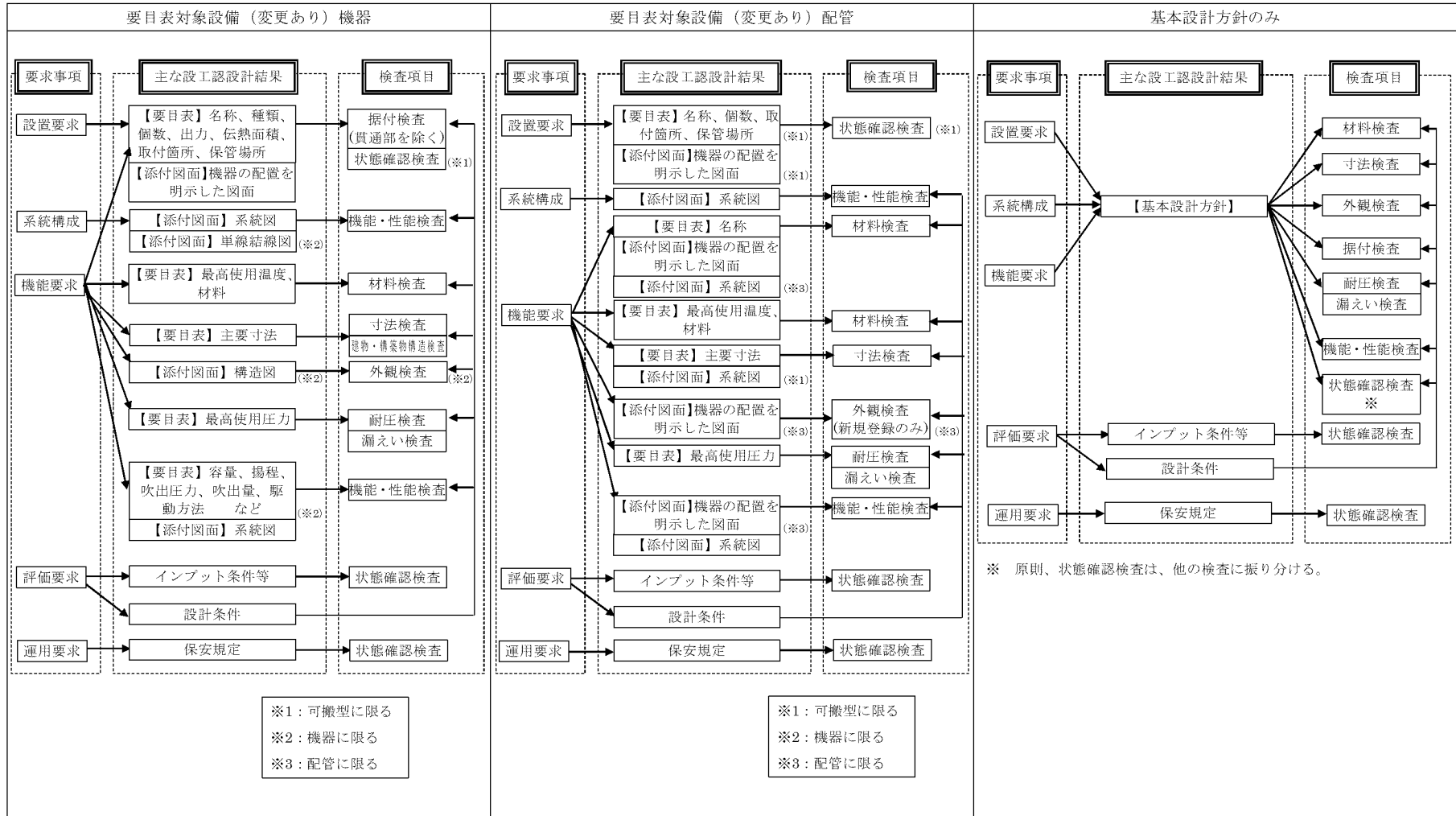
個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8 に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

#### (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 <sup>※1</sup> <sup>※2</sup> 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内にあること。
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 <sup>※2</sup> 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"> <li>・系統構成確認検査<sup>※3</sup> 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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に使用する系統構成になっていること。</li> <li>・可搬型設備等の接続が可能なこと。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に使用する系統構成になっていること。</li> <li>・目的とする機能・性能が発揮できること。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的とする絶縁性能を有すること。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。</li> <li>・設計結果のとおりに設置されていること。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。</li> </ul>
状態確認検査 <sup>※4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・評価条件を満足していること。</li> <li>・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。</li> </ul>

※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※<sup>1</sup>
- (e) 代替検査の手法、判定基準※<sup>2</sup>
- (f) 検査目的に対する代替性の評価※<sup>2</sup>

※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

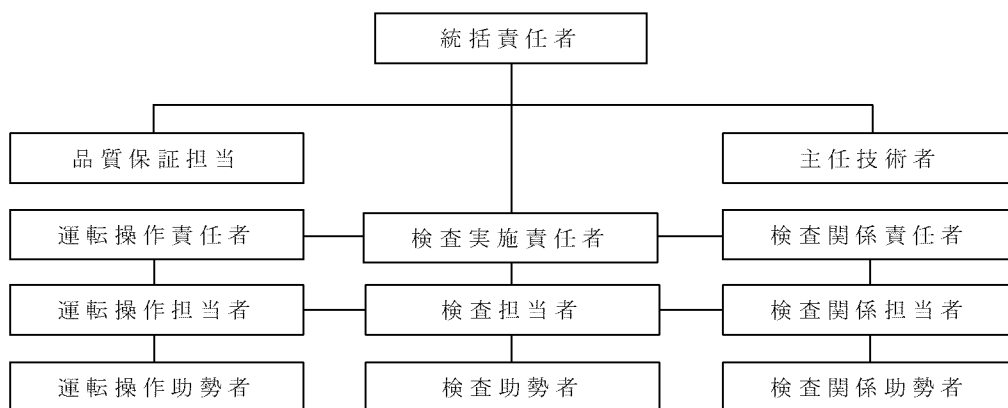
検査実施責任者又は検査担当者の指示に従い、検査に係る作業の助勢を行う。

(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を実施し、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の実施され、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

ー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ー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。

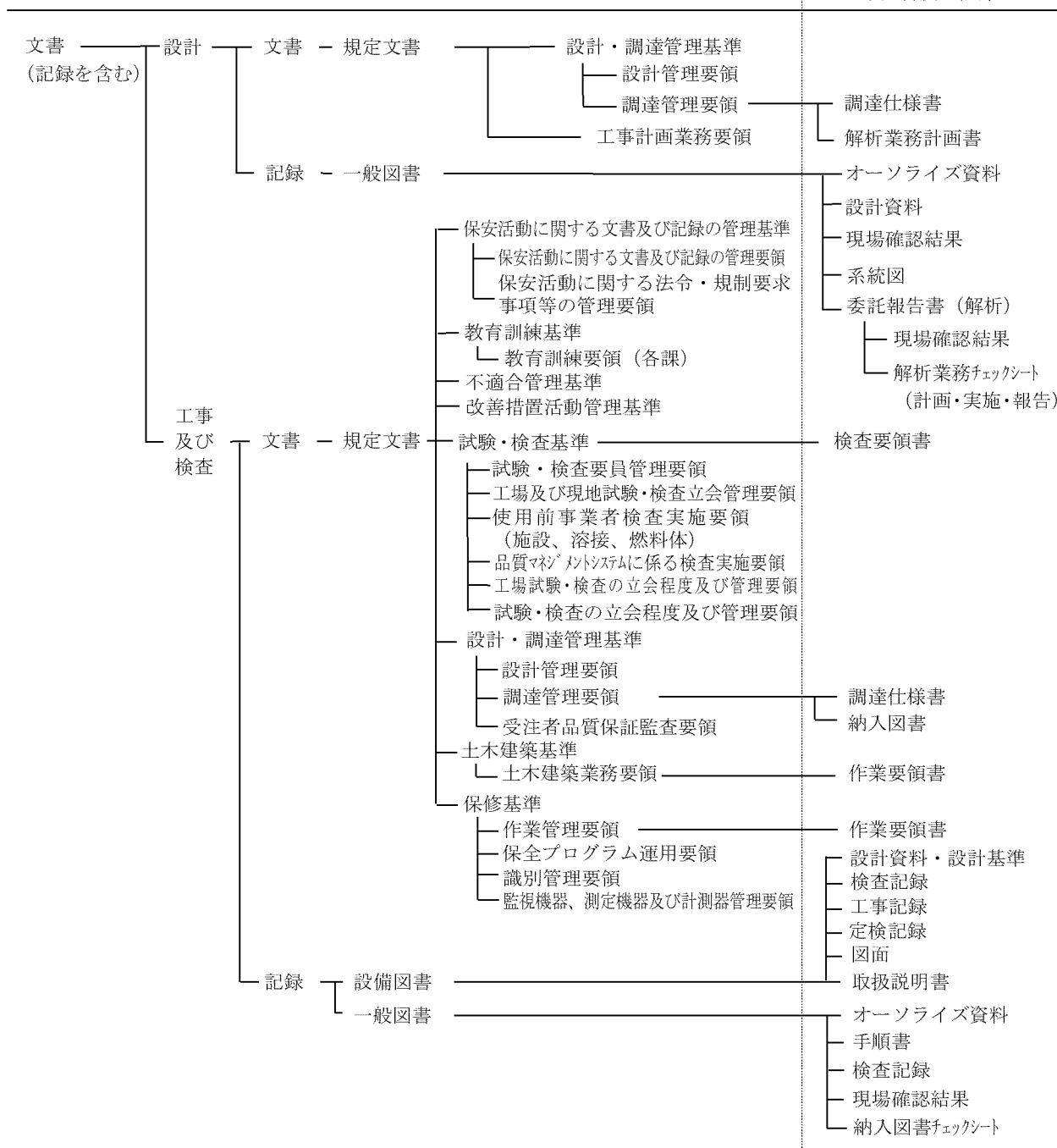
第 3.7-1 表 品質記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

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、又は仕様が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



文書及び記録の体系

業務実施時に作成される  
主な文書及び記録



【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：統一的な取扱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

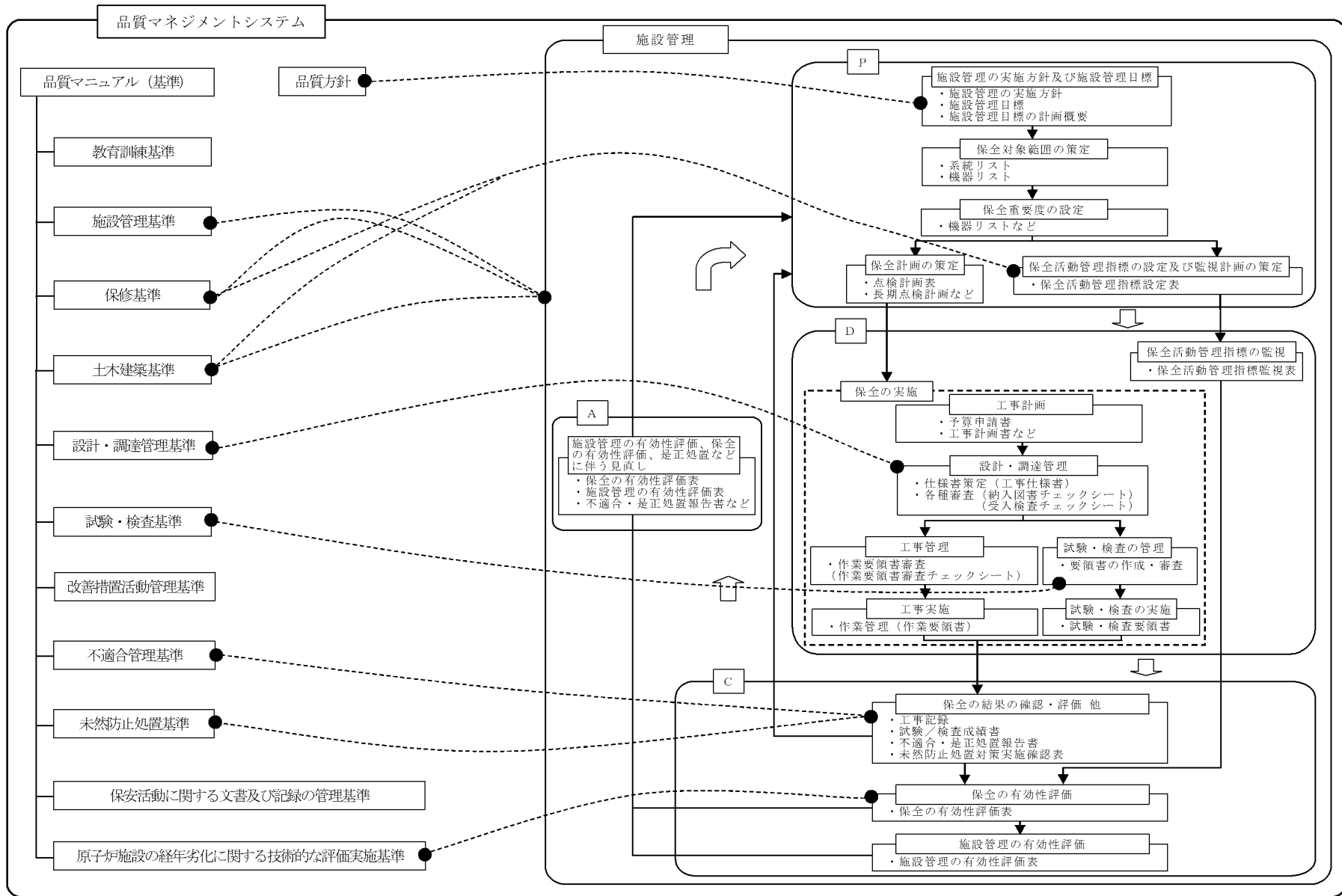
設工認に基づく工事は、「保修基準」及び「土木建築基準」の「保全計画の策定」の中の「設計及び工事の計画」として、保安規定に基づく施設管理に係る業務プロセス

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									

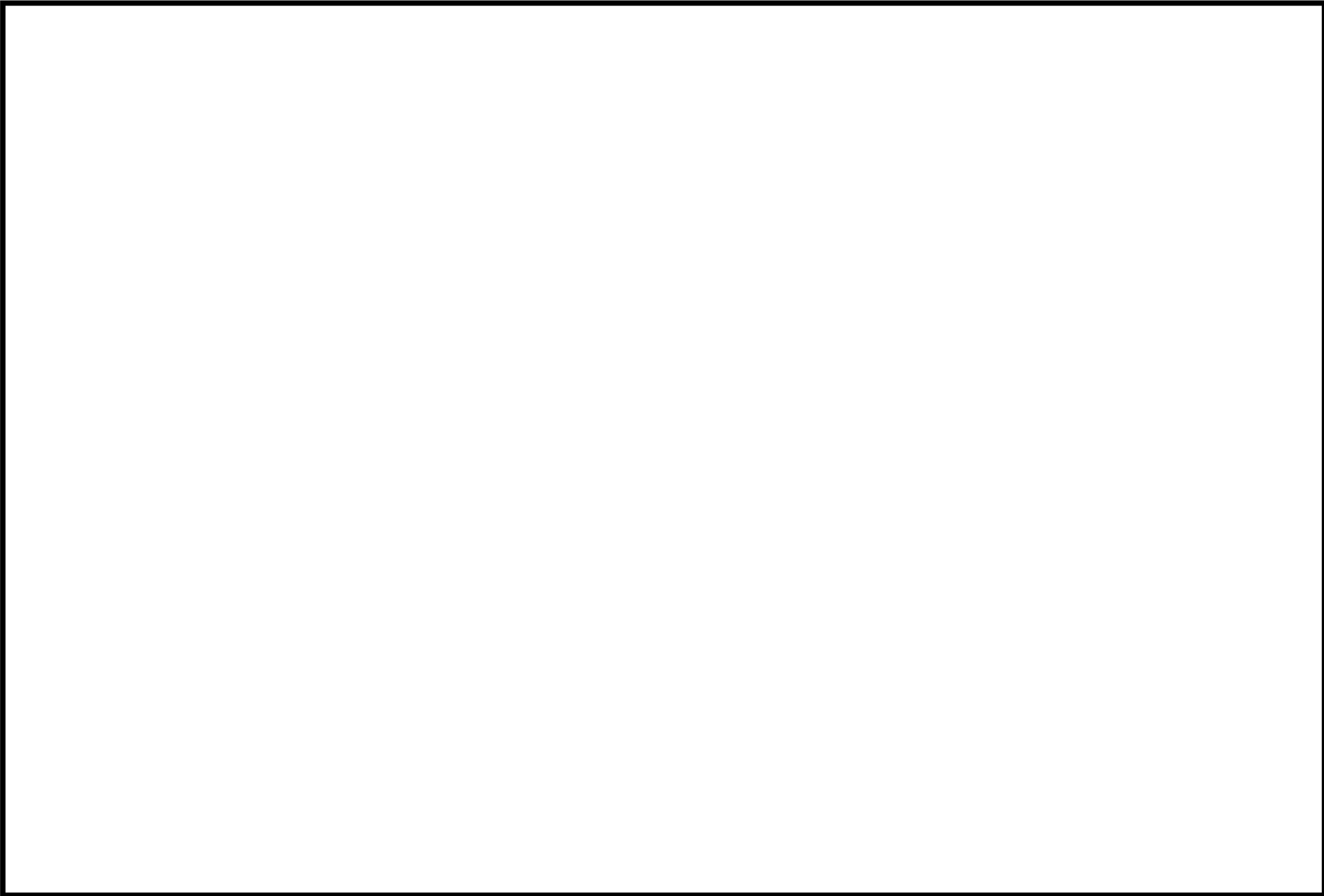




設備リスト【重大事故等対処設備】(例)

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)					
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. 設置許可添八のうち、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				【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】	
	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】
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】	

## 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ることについて、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 S51.10.1 運転・保守管理の追加	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	JEAC4111-2009 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)	JEAG4101-1990 (IAEA50-C-QA(1988)の反映)	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)	品管規則 (括弧内は改正品管規則条項)
品質保証上の文書管理に関する要求事項	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。 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	3.1 文書管理 12.品質記録管理 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	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)【H15.11.1版】 4.2.3 文書管理 4.2.4 記録の管理	(文書の管理) 第六条 (第七条) (記録の管理) 第七条 (第八条) 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.官庁関係資料 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修・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、解析担当者と業務の独立性が確保された者が、入力根拠及び入力 that 正確に実施されていることの確認として、解析担当者が作成した入力根拠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

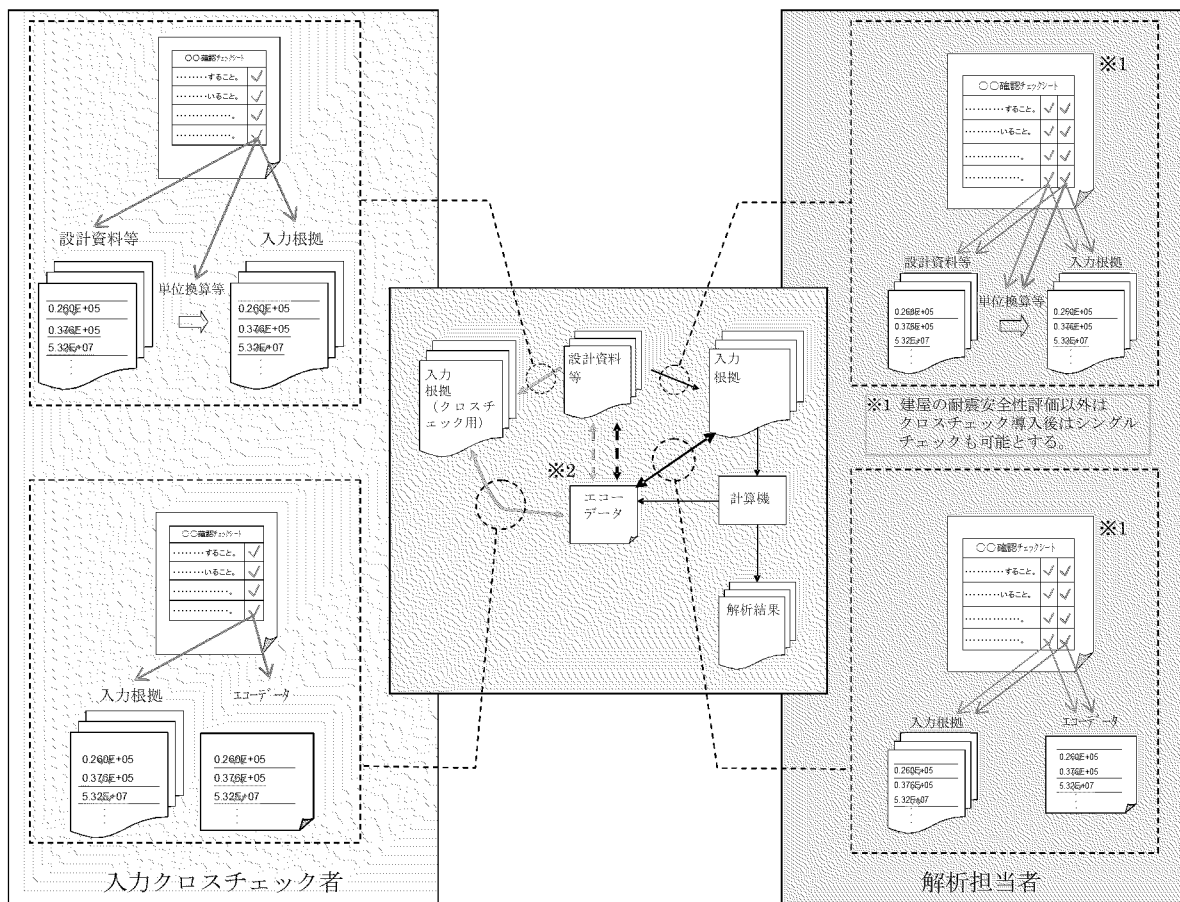
イ．解析業務のプロセスをアウトソースする場合には、あらかじめその内容を明確にする。また、アウトソースすることについて当社の確認を得る。

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	<p>①調達仕様書作成</p> <p>↓</p> <p>解析業務発注</p>	<p>解析業務受注</p>	<p>① 当社は、当社からの解析に関する要求事項(③、⑤～⑩、⑬、⑭)を、調達仕様書で確実に要求する。</p>	<p>(当社)</p> <p>①「(1)調達仕様書の作成」参照</p>	<p>・仕様書</p>	<p>①「解析業務ガイドライン」</p>
解析業務計画確認	<p>②「解析業務計画書」の確認</p>	<p>③解析業務の計画</p> <p>⑤教育の実施</p> <p>⑥計算機プログラムの検証</p> <p>⑦-1入力根拠の明確化(解析担当者)</p> <p>⑦-2入力根拠の作成(入力クロスチェック者)(必要時)</p> <p>⑧入力結果の確認</p> <p>⑨解析結果の検証</p> <p>⑩委託報告書の確認</p> <p>⑪「委託報告書」の確認</p>	<p>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、⑬、⑭)を事前に解析業務計画書(③)にて提出させ確認する。</p>	<p>(当社)</p> <p>②「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」a.(a)参照</p> <p>(供給者)</p> <p>③「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(a)参照</p>	<p>・解析業務計画書(供給者提出)</p> <p>・解析業務チェックシート(解析業務計画書用)</p>	<p>②、③「解析業務ガイドライン」</p>
解析実施状況確認	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教育の実施状況</li> <li>・計算機プログラムの検証状況</li> <li>・入力根拠の作成状況</li> <li>・入力結果(手計算結果含む。)の確認状況</li> <li>・入力クロスチェックの状況(必要時)</li> <li>・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。)</li> <li>・変更管理の状況</li> </ul>	<p>⑥計算機プログラムの検証</p> <p>⑦-1入力根拠の明確化(解析担当者)</p> <p>⑦-2入力根拠の作成(入力クロスチェック者)(必要時)</p> <p>⑧入力結果の確認</p> <p>⑨解析結果の検証</p> <p>⑩委託報告書の確認</p> <p>⑪「委託報告書」の確認</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・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)</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・解析業務に変更が生じた場合の変更管理(⑬)の実施状況</li> </ul>	<p>(当社)</p> <p>④「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」a.(b)参照</p> <p>(供給者)</p> <p>⑤「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(b)参照</p> <p>⑥「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(c)参照</p> <p>⑦「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(d)参照</p> <p>⑧「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(e)参照</p> <p>⑨「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(f)参照</p> <p>⑬「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(h)参照</p>	<p>・解析業務チェックシート(解析実施状況確認用)</p>	<p>④、⑤「耐震BC不適合」を受けた管理の強化</p> <p>⑥「解析業務ガイドライン」</p> <p>⑦-1「解析業務ガイドライン」</p> <p>⑦-2「耐震BC不適合」を受けた管理の強化</p> <p>⑧、⑨、⑬「解析業務ガイドライン」</p>
解析結果確認	<p>⑪「委託報告書」の確認</p>	<p>委託報告書作成</p> <p>⑩委託報告書の確認</p> <p>委託報告書提出</p> <p>⑫品質記録の保管</p>	<p>⑪ 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。</p>	<p>(当社)</p> <p>⑪「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」a.(c)参照</p> <p>(供給者)</p> <p>⑩「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(g)参照</p> <p>⑫「(2)調達製品(解析業務)の調達管理」b.(i)参照</p>	<p>・報告書(供給者提出)</p> <p>・解析業務チェックシート(委託報告書用)</p>	<p>⑩～⑫「解析業務ガイドライン」</p>

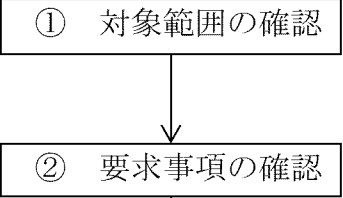
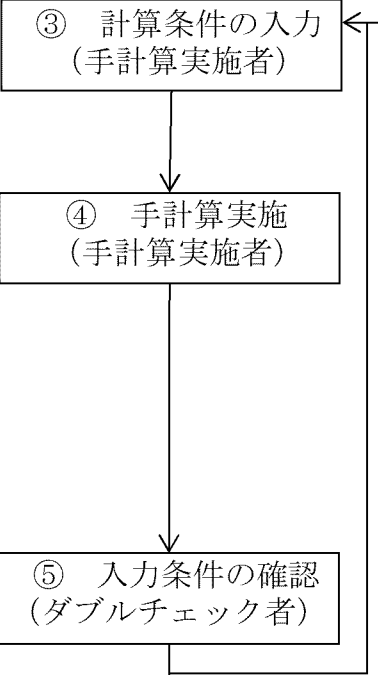
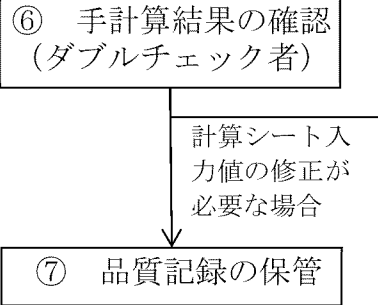


※2 入力クロスチェック者は、設計資料等から直接エコーデータの確認ができる場合は、設計資料等とエコーデータを直接照合してよいものとする。

↔ :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<sup>(注1)</sup>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"> <li>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。</li> </ul> <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"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul> <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"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>手計算実施者は、必要に応じ、入力の修正を行う。</li> </ul>	
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"> <li>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。</li> <li>手計算実施者は、必要に応じ、入力の修正を行う。</li> </ul> <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

設計及び工事計画届出添付資料 8-2

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
		原子力設備G	原子力工事G	玄海原子力発電所			
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、設備図書、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						
	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	◎ ◆	-	-	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、委託報告書	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	委託業務の検証
	クラス1機器の応力腐食割れ対策に関する説明書	◎ ◆	-	-	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、JSME等の適用規格、設備図書、委託報告書	クラス1機器の応力腐食割れ対策に関する説明書	委託業務の検証
	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、委託報告書	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	委託業務の検証
	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、既工事計画の設計結果、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
	原子炉容器の脆性破壊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、JEAC等の適用規格、設備図書、委託報告書	原子炉容器の脆性破壊防止に関する説明書	委託業務の検証、解析業務チェックシート
	3.添付図面						
	構造図	◎ ◆	-	-	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、委託報告書	構造図	委託業務の検証
	配置図	◎ ◆	-	-	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、委託報告書	配置図	委託業務の検証
	系統図	◎ ◆	-	-	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、委託報告書	系統図	委託業務の検証
	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
		原子力設備G	原子力工事G	玄海原子力発電所			
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

## 添付図面目次

### <原子炉本体>

- ・ 原子炉本体の構造図（原子炉容器本体）

【第 1 図】

- ・ 【第 1 図】 の補足

### <原子炉冷却系統施設>

- ・ 原子炉冷却系統施設に係る機器の配置を明示した図面（一次冷却材の循環設備）  
（重大事故等対処設備）

【第 2 図】

- ・ 原子炉冷却系統施設の系統図（一次冷却材の循環設備）  
（重大事故等対処設備）

【第 3 図】

### <計測制御系統施設>

- ・ 計測制御系統施設に係る機器の配置を明示した図面（ほう酸注入機能を有する設備）  
（重大事故等対処設備）

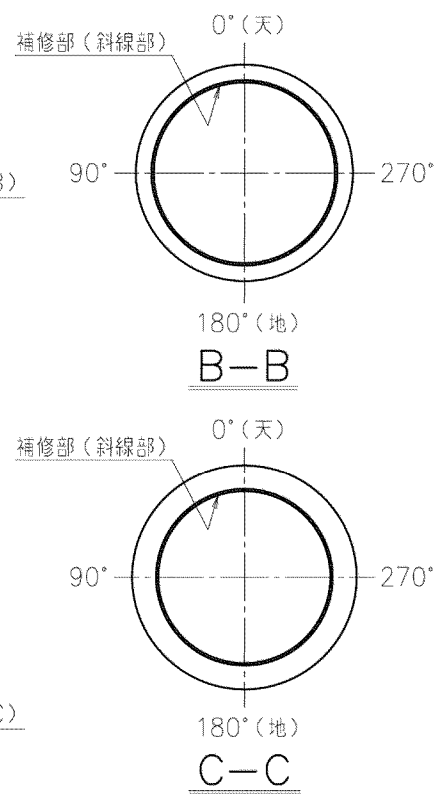
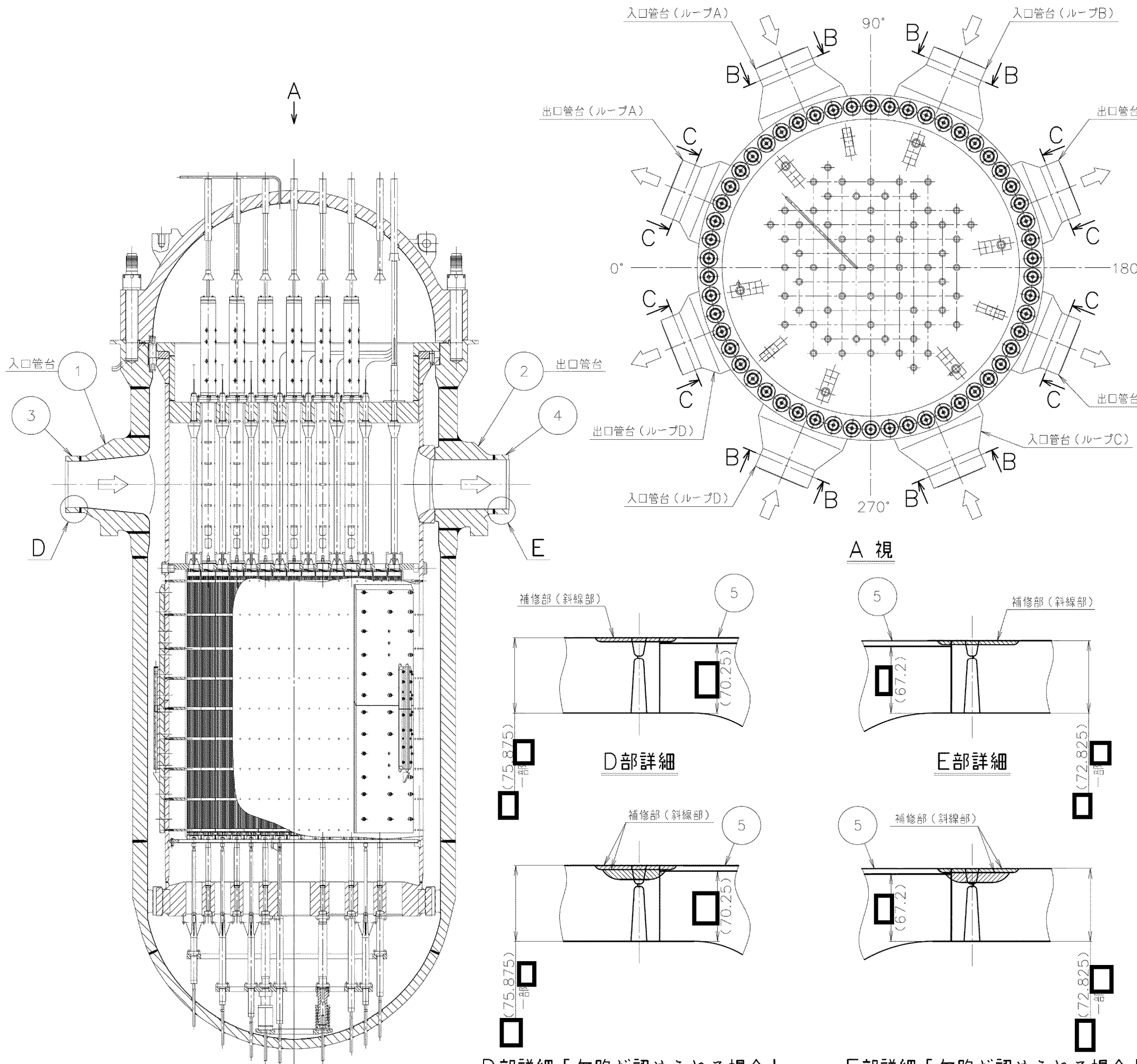
【第 4 図】

- ・ 計測制御系統施設の系統図（ほう酸注入機能を有する設備）  
（重大事故等対処設備）

【第 5 図】



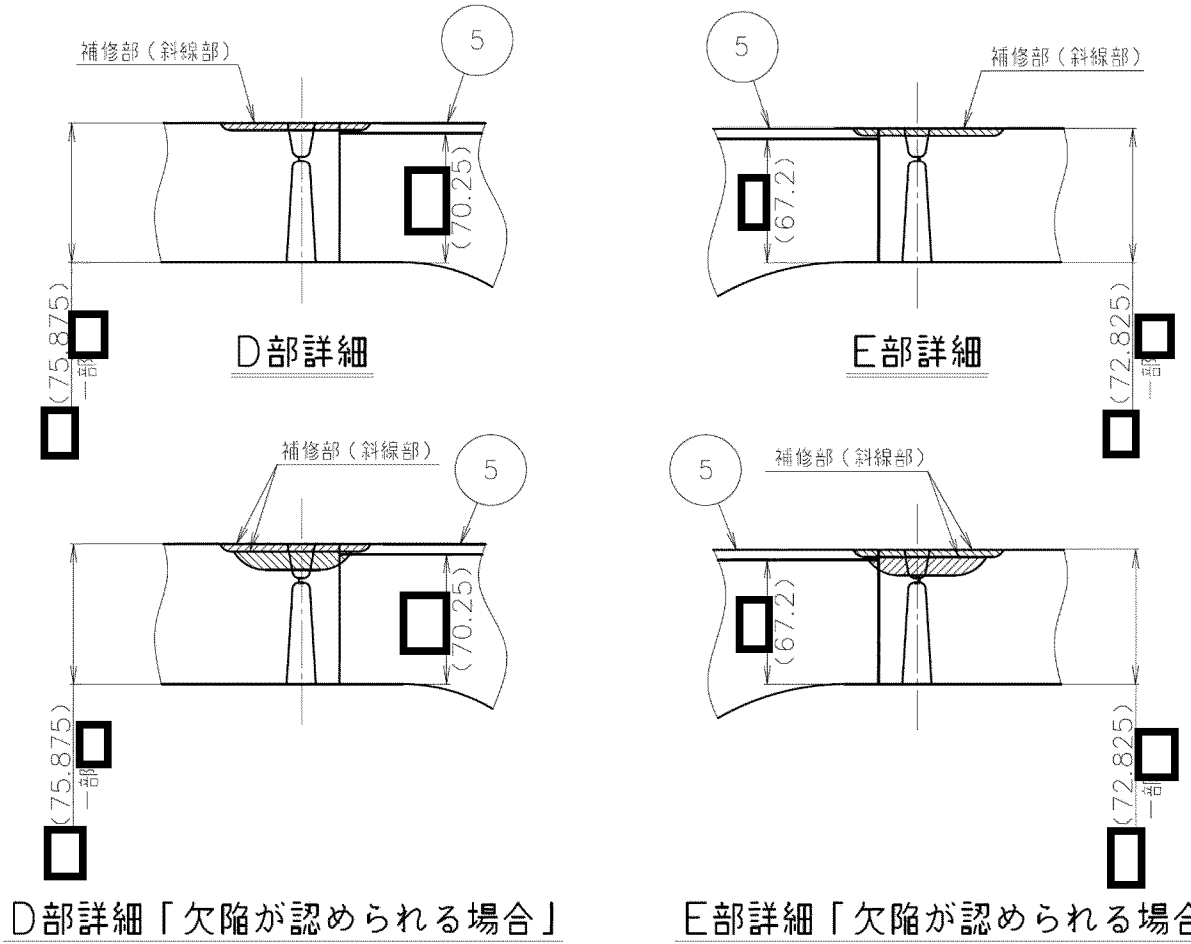
(単位：mm)



主要目表		
名称	—	原子炉容器 <sup>(注1)</sup>
種類	—	たて置円筒上下半球鏡容器
最高使用圧力	MPa	17.16 18.9 <sup>(注2)</sup>
最高使用温度	℃	343 362 <sup>(注2)</sup>
個数	—	1

番号	名称	材料	個数
1	入口管台	SFVQ1A	4
2	出口管台	SFVQ1A	4
3	入口管台セーフエンド	SUSF316	4
4	出口管台セーフエンド	SUSF316	4
5	内張り材	ステンレス鋼 (溶接クラッド)	—

(注1) 本図は、原子炉冷却系統施設及び計測制御系統施設の構造図を兼ねる。  
 (注2) 重大事故等時における使用時の値。  
 (注3) ( ) は、公称値を示す。




設計及び工事計画届出	第1図
玄海原子力発電所第3号機	
原子炉本体の構造図 (原子炉容器本体)	
九州電力株式会社	

第 1 図「原子炉本体の構造図（原子炉容器本体）」の補足

(1) 原子炉本体の寸法許容範囲

原子炉容器出入口管台溶接部計画保全工事に伴う工事計画書記載の原子炉容器に関する公称値の許容範囲は次のとおり。

名 称		適用寸法 (mm)			備 考
		最 大 値	公 称 値	最 小 値	
原子 炉 容 器	入口管台厚さ	規定しない	70.25		第 1 図
	入口管台セーフエ ンド厚さ	規定しない	75.875		
	出口管台厚さ	規定しない	67.2		
	出口管台セーフエ ンド厚さ	規定しない	72.825		

(2) 許容範囲の根拠

許容範囲の根拠となる許容差等は次のとおり。

名 称		許容差	根 拠
原子炉容器	入口管台厚さ		<p>【プラス側公差】</p> <p>本工事計画は既存の入口管台を対象とし、厚さの増加要因がないため、プラス側公差に対する規定はない</p> <p>【マイナス側公差】</p> <p>製造能力、製造実績を考慮したメーカー基準</p>
	入口管台セーフエンド厚さ		<p>【プラス側公差】</p> <p>本工事計画は既存の入口管台を対象とし、厚さの増加要因がないため、プラス側公差に対する規定はない</p> <p>【マイナス側公差】</p> <p>製造能力、製造実績を考慮したメーカー基準</p>
	出口管台厚さ		<p>【プラス側公差】</p> <p>本工事計画は既存の出口管台を対象とし、厚さの増加要因がないため、プラス側公差に対する規定はない</p> <p>【マイナス側公差】</p> <p>製造能力、製造実績を考慮したメーカー基準</p>
	出口管台セーフエンド厚さ		<p>【プラス側公差】</p> <p>本工事計画は既存の出口管台を対象とし、厚さの増加要因がないため、プラス側公差に対する規定はない</p> <p>【マイナス側公差】</p> <p>製造能力、製造実績を考慮したメーカー基準</p>

設計及び工事計画届出 第 2 図

玄海原子力発電所第 3 号機

原子炉冷却系統施設に係る  
機器の配置を明示した図面  
(一次冷却材の循環設備)  
(重大事故等対処設備)

九州電力株式会社

設計及び工事計画届出	第3図
玄海原子力発電所第3号機	
原子炉冷却系統施設の系統図 (一次冷却材の循環設備) (重大事故等対処設備)	
九州電力株式会社	

設計及び工事計画届出 第4図

玄海原子力発電所第3号機

計測制御系統施設に係る  
機器の配置を明示した図面  
(ほう酸注入機能を有する設備)  
(重大事故等対処設備)

九州電力株式会社

設計及び工事計画届出	第 5 図
玄海原子力発電所第 3 号機	
計測制御系統施設の系統図 (ほう酸注入機能を有する設備) (重大事故等対処設備)	
九州電力株式会社	