

# 耐震性に関する説明書

設計及び工事計画認可申請添付資料 6

玄海原子力発電所第 4 号機

目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 1
2. 資料構成 .....	6 (4) - 1

## 1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の耐震設計が「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 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。

当該申請設備は、蓄電池（3 系統目）、計装電源盤（3 系統目蓄電池用）、充電器盤（3 系統目蓄電池用）及び蓄電池（3 系統目）切替盤である。

なお、特に高い信頼性を有する直流電源設備とすることを目的として、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ことに加え、弾性設計用地震動による地震力また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第 72 条に係る電源設備の耐震性については別添 1 にて説明する。

## 2. 資料構成

申請設備の耐震設計の基本方針については、資料 6-1「耐震設計の基本方針」、申請設備に対する下位クラスの波及的影響に係る基本方針については、資料 6-2「波及的影響に係る基本方針」にて説明する。申請設備の耐震計算方法については、資料 6-3「耐震計算方法」、耐震計算結果については、資料 6-4「耐震計算結果」にてそれぞれ説明する。なお、申請設備の設置及びそれに付随する建屋の工事に伴う原子炉補助建屋の重量変化等による建屋の地震応答解析及び耐震性への影響確認、並びに原子炉補助建屋内の申請設備近傍に新設する壁が申請設備に対して波及的影響を与えないことの確認について、資料 6-5「原子炉補助建屋の耐震説明書」にて説明する。また、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響の検討については、資料 6-6「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」にて説明する。

以上より、耐震性に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

資料6-1 耐震設計の基本方針

資料6-2 波及的影響に係る基本方針

資料6-3 耐震計算方法

資料6-3-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法

資料6-3-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

資料6-3-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

資料6-3-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

資料6-4 耐震計算結果

資料6-4-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果

資料6-4-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

資料6-4-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

資料6-4-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算結果

資料6-5 原子炉補助建屋の耐震説明書

資料6-6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

別添1 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震性に関する説明書

別添1-1 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震設計の基本方針

別添1-2 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震計算方法

別添1-2-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法

別添1-2-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

別添1-2-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

別添1-2-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

別添1-3 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震計算結果

別添1-3-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果

別添1-3-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

別添1-3-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

別添1-3-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算結果

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要



## 耐震設計の基本方針

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-1

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 1 - 1
2. 適用規格 .....	6 (4) - 1 - 1
3. 重大事故等対処施設の設備の分類 .....	6 (4) - 1 - 2
3.1 重大事故等対処施設の施設区分 .....	6 (4) - 1 - 2
3.2 波及的影響の考慮 .....	6 (4) - 1 - 2
4. 耐震設計の基本事項 .....	6 (4) - 1 - 4
4.1 構造計画 .....	6 (4) - 1 - 4
4.2 設計用地震力 .....	6 (4) - 1 - 6
4.3 荷重の組合せ及び許容応力 .....	6 (4) - 1 - 8
4.4 電氣的機能維持の基本方針 .....	6 (4) - 1 - 11

## 1. 概 要

本資料は、当該申請設備の耐震設計の基本方針について説明するものである。耐震設計の基本方針は、平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-1「耐震設計の基本方針」に従い行う。

## 2. 適用規格

既に認可された設計及び工事の計画の添付資料で実績のある以下の規格を適用する。

- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(社) 日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」(社) 日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」(社) 日本電気協会  
(以降、「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2012年版)〈第I編 軽水炉規格〉 JSME S NC1-2012」(日本機械学会)
- ・ 「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)

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

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

### 3. 重大事故等対処施設の設備の分類

#### 3.1 重大事故等対処施設の施設区分

重大事故等対処施設の設備について、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-4「重要度分類および重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」に示す方針に基づき、耐震設計上の区分を、設備が有する重大事故等に対処するために必要な機能を踏まえて分類する。この分類に基づき耐震評価を行う申請設備の設備分類を以下の第 3-1 表に示す。

#### 3.2 波及的影響の考慮

申請設備の波及的影響に係る基本方針は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」による。この方針に基づいて調査・検討を行い、波及的影響を考慮すべき下位クラス施設を第 3-1 表、第 3-2 表に示す。

また、申請設備に係る波及的影響を考慮した設計の詳細な方針を資料 6-2「波及的影響に係る基本方針」に示す。

第3-1表 重大事故等対処施設の耐震設計上の分類別施設（玄海4号機 第3直流電源設置工事）

耐震設計上の分類	機能別分類	設 備 (注1)	直接支持構造物	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
基準地震動Ssによる地震力に対して重大事故時に対処するために必要な機能が損なわれるおそれのないよう設計するもの	I.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	(vi)非常用電源設備 ・蓄電池（3系統目） ・計装電源盤（3系統目蓄電池用）	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	・原子炉補助建屋（新設の壁を含む）	・廃棄物処理建屋 (注2) ・タービン建屋 (注2)
基準地震動Ssによる地震力に対して重大事故時に対処するために必要な機能が損なわれるおそれのないよう設計するもの	II.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	(vi)非常用電源設備 ・蓄電池（3系統目） ・計装電源盤（3系統目蓄電池用）	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	・原子炉補助建屋（新設の壁を含む）	・廃棄物処理建屋 (注2) ・タービン建屋 (注2)

(注1) 申請設備のうち、実用炉規則別表第二の中欄に該当するものに限る。

(注2) 廃棄物処理建屋及びタービン建屋による波及的影響の評価は、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-18-2-1「廃棄物処理建屋の耐震計算書」及び同資料3-18-2-2「タービン建屋の耐震計算書」による。

第3-2表 重大事故等対処設備の設備の分類

設備名称 (注)	施設名称	耐震重要度分類 設備分類	波及的影響を考慮すべき施設
6. 非常用電源設備 (2)その他の電源装置（非常用のものに限る。） ○蓄電池（安全防護系用）	重大事故等対処施設	・常設耐震重要重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	— (注2)
○計装電源盤（3系統目蓄電池用）	重大事故等対処施設	・常設耐震重要重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	— (注2)

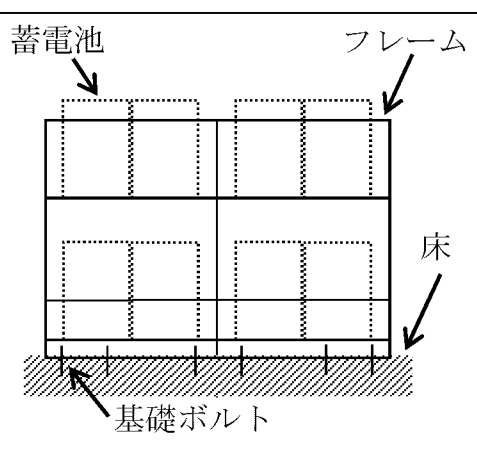
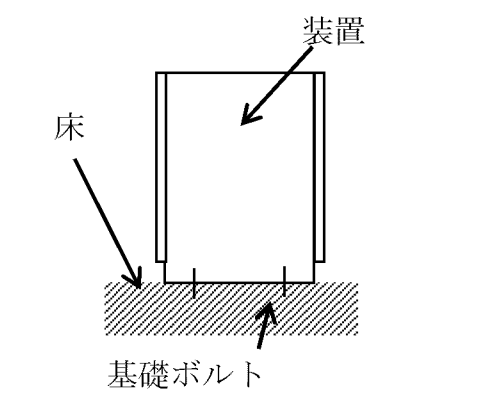
(注1) 申請設備のうち、実用炉規則別表第二の中欄に該当するものに限る。

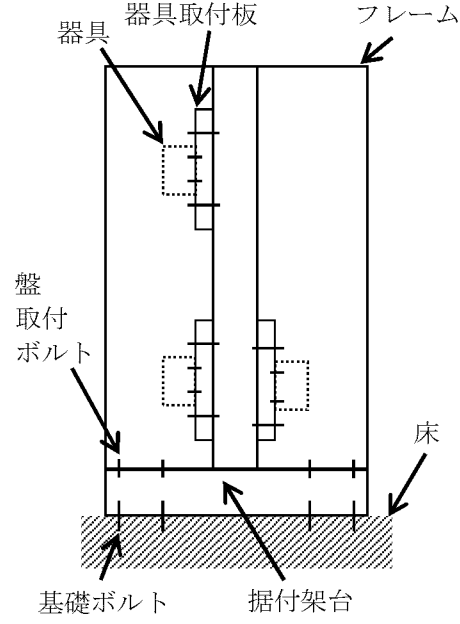
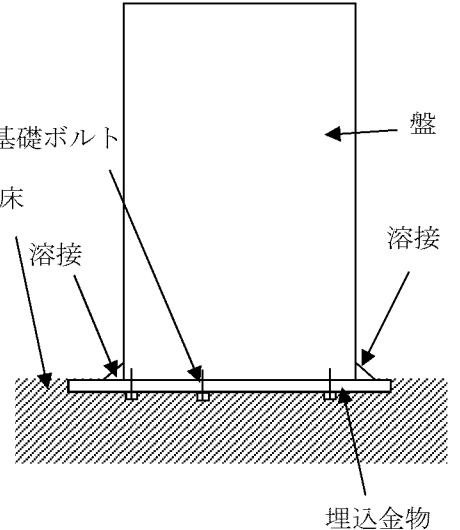
(注2) 原子炉補助建屋のうち、申請設備の近傍に新設する壁については、資料6-5「原子炉補助建屋の耐震説明書」において基準地震動Ssによる地震力に対する健全性を確認する。

#### 4. 耐震設計の基本事項

##### 4.1 構造計画

機器は、原則として剛構造とする。

主要区分	計画の概要		概要図
	主体構造	支持構造	
蓄電池 (3系統目)	制御弁式 鉛蓄電池	蓄電池はフレームにて固定する。 フレームは基礎ボルトにて床面に据え付ける。	 <p>蓄電池</p> <p>フレーム</p> <p>床</p> <p>基礎ボルト</p>
計装電源盤 (3系統目蓄電池用)	自立閉鎖型	装置を基礎ボルトにて床に剛に据え付ける。	 <p>装置</p> <p>床</p> <p>基礎ボルト</p>

<p>充電器盤（3系統目蓄電池用）</p>	<p>自立閉鎖型</p>	<p>器具はボルトにて器具取付板に固定する。器具取付板はボルトにてフレームに固定する。フレームは盤取付ボルトにて据付架台に固定する。据付架台は、基礎ボルトにて床面に据え付ける。</p>	
<p>蓄電池（3系統目）切替盤</p>	<p>自立閉鎖型</p>	<p>盤を建屋床面に埋め込まれた埋込金物に溶接及び基礎ボルトにより据え付ける。</p>	

## 4.2 設計用地震力

### 4.2.1 動的地震力

動的地震力は、重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分に応じて、以下の入力地震動に基づき算定する。

本工事における動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた影響評価方針は、平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料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6-6「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

#### (重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注1) 耐震 クラス	入力地震動 (注2)	
			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	設計用床応答曲線 S <sub>s</sub> 又は 基準地震動 S <sub>s</sub>	設計用床応答曲線 S <sub>s</sub> 又は 基準地震動 S <sub>s</sub>

(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) 設計用床応答曲線は、平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-7「設計用床応答曲線の作成方針」によるものとする。



#### 4.2.2 設計用地震力

##### (重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注1) 耐震 クラス	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	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 基準地震動 $S_s$	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 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。

## 4.3 荷重の組合せ及び許容応力

### 4.3.1 記号の説明

- D** : 死荷重
- P<sub>D</sub>** : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M<sub>D</sub>** : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- P<sub>SAD</sub>** : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた設計圧力による荷重
- M<sub>SAD</sub>** : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S<sub>s</sub>** : 基準地震動 S<sub>s</sub> により定まる地震力
- IV<sub>AS</sub>** : JSME S NC1-2012 の供用状態 D 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- 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 NJ1-2012 Part3 第 1 章表 6 に規定される値
- S<sub>u</sub>** : 設計引張強さ JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 7（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」」の要件を付したもの）<sup>(注 1)</sup>に規定される値
- f<sub>t</sub>** : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値  
ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(1)により規定される値
- f<sub>s</sub>** : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(2)により規定される値  
ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(2)により規定される値
- f<sub>c</sub>** : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME

- S NC1-2012 SSB-3121.1(3)により規定される値
- $f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により規定される値
- $f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(5)により規定される値
- F : JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値
- F\* : F 値を求める際において、JSME S NC1-2012 SSB-3121.3 の規定に従い、 $S_y$  及び  $S_y(RT)$  を  $1.2 S_y$  及び  $1.2 S_y(RT)$  と読み替えた値
- $f_t^*, f_s^*, f_c^*, f_b^*, f_p^*$  : 上記の  $f_t, f_s, f_c, f_b, f_p$  の値を算出する際に JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)a 本文中  $S_y$  及び  $S_y(RT)$  を  $1.2 S_y$  及び  $1.2 S_y(RT)$  と読み替えて算出した値 (JSME S NC1-2012 SSB-3121.3 及び 3133)  
ただし、その他の支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)a の F 値は、次に定める値とする。  
 $S_y$  及び  $0.7 S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35 S_y$ 、 $0.7 S_u$  又は  $S_y(RT)$  のいずれか小さい方の値  
また、 $S_y(RT)$  は  $40^\circ\text{C}$  における設計降伏点の値

(注1) 重大事故等対処施設の評価にあたっては、JSME S NJ1-2012 の許容引張応力 (S 値) を以下のとおり、JSME S NC1-2005/2007 の付録材料図表の値に読み替えるものとする。

S : 「JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 3 又は表 4 (ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって (別記-2)」」の要件を付したものを)」を「JSME S NC1-2005/2007 付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6」に読み替える。

### 4.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

その他支持構造物（重大事故等対処施設）

荷重の組合せ <sup>(注8)</sup>	許容 応力 状態	許 容 限 界 <sup>(注1)(注2)(注3)</sup> (ボルト以外)										<sup>(注2)(注7)</sup> 許容限界 (ボルト等)	
		一 次 応 力					一次+二次応力					一次応力	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ と して右に 示す $IV_{AS}$ の許容限 界を用い る)	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_c^*$	$1.5f_b^*$	$1.5f_p^*$	$3f_t$	<sup>(注4)</sup> $3f_s$	<sup>(注5)</sup> $3f_b$	<sup>(注6)</sup> $1.5f_p^*$	<sup>(注5)</sup> <sup>(注6)</sup> $1.5f_b,$ $1.5f_s$ 又は $1.5f_c$	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$

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

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

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

(注4) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5f_s$ とする。

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

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

(注7) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、 $III_{AS}$ の許容応力を一次引張応力に対しては $f_t$ 、一次せん断応力に対しては $f_s$ として、また、 $IV_{AS} \rightarrow III_{AS}$ として応力評価を行う。

(注8) 運転状態及び重大事故時の状態における圧力荷重  $P_D$ 、 $P_{SAD}$  と、機械的荷重  $M_D$ 、 $M_{SAD}$  は設備に作用しないため、「 $D + P_D + M_D + S_s$ 」の組合せによる評価は「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の組合せで代表できる。

#### 4.4 電氣的機能維持の基本方針

機能維持の基本方針については、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-9「機能維持の基本方針」によるものとする。

## 波及的影響に係る基本方針

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-2

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 2 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 2 - 1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針 .....	6 (4) - 2 - 2
3.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく検討 .....	6 (4) - 2 - 2
3.2 地震被害事例に基づく事象の検討 .....	6 (4) - 2 - 2
4. 波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の選定結果 .....	6 (4) - 2 - 3
4.1 不等沈下又は相対変位の観点 .....	6 (4) - 2 - 3
4.2 接続部の観点 .....	6 (4) - 2 - 3
4.3 屋内施設の損傷・転倒及び落下等の観点 .....	6 (4) - 2 - 3
4.4 屋外施設の損傷・転倒及び落下等の観点 .....	6 (4) - 2 - 4
5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討 .....	6 (4) - 2 - 5

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」のうち「3.2 波及的影響の考慮」に基づき、波及的影響を考慮した設計の詳細な考え方を説明するものである。

## 2. 基本方針

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、常設重大事故緩和設備及びこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「SA施設」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないように設計する。



### 3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

#### 3.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく検討

SA 施設の設計においては、設置許可基準規則の解釈別記 2（以下、「別記 2」とする。）における「耐震重要施設」を「SA 施設」に、「安全機能」を「重大事故等に対処するために必要な機能」に読み替えて適用する。

- ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響
- ② 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
- ③ 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による上位クラス施設への影響
- ④ 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による上位クラス施設への影響

以上の①～④の具体的な設計方針は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」によるものとし、その方針に従い実施した上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設の選定結果を 4 項に示す。

#### 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

##### (1) 検討方針

別記 2 に例示された事項以外に設計の観点に含める事項がないかを確認する観点で、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）に登録された地震を対象に被害情報を確認する。

##### (2) 検討結果

(1)の方針に基づく検討は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-5「波及的影響に係る基本方針」に示すとおりで、3.1 項で整理した波及的影響の具体的な検討事象に追加考慮すべき事項が無いことを確認した。

#### 4. 波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の選定結果

##### 4.1 不等沈下又は相対変位の観点

###### (1) 地盤の不等沈下による影響

今回の工事における申請設備が設置される原子炉周辺建屋及び原子炉補助建屋に変更がないことから、不等沈下による影響の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

###### (2) 建屋間の相対変位による影響

今回の工事において、建屋間の相対変位を受ける場所に施設する設備はないことから、建屋間の相対変位による影響の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

##### 4.2 接続部の観点

今回の工事における申請設備は、下位クラス施設と接続する設計とはしていないため、接続部の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

##### 4.3 屋内施設の損傷・転倒及び落下等の観点

屋内施設の損傷・転倒及び落下等の観点で机上検討を実施した結果、今回の工事に付随して新規に設置する計装電源盤室(3系統目)の壁は、Sクラス施設の間接支持構造物である原子炉補助建屋の一部として、資料 6-5「原子炉補助建屋の耐震説明書」に示す通り、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して各部材の健全性を維持できる設計となっていること、また、今回申請設備に波及的影響を及ぼす恐れのある位置に設置されている下位クラス施設はないことから、波及的影響を及ぼす恐れはないことを確認した。

さらに、屋内施設の損傷・転倒及び落下等の観点でプラントウォークダウンを実施した結果、今回の工事における申請設備に波及的影響を及ぼす恐れのある下位クラス施設が抽出されたが、今回の申請設備を設置するまでに撤去または移設し、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても衝突しない程度に、十分な距離をとって配置する設計となっていることを確認した。

したがって、屋内施設の損傷・転倒及び落下等の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

#### 4.4 屋外施設の損傷・転倒及び落下等の観点

今回の工事における申請設備は屋内設置であることから、屋外施設の損傷・転倒及び落下等の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

以上より、3項に基づき検討した結果、選定された下位クラス施設はない。

## 5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、重大事故等対処施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における調査・検討として、3項に示した4つの観点のうち、③及び④の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響について、プラントウォークダウンを実施する。

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

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

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

また、工事段階における確認の後も、波及的影響を防止するように現場の保持管理を行う。

## 耐震計算方法

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-3

玄海原子力発電所第4号機

耐震計算方法は、以下の資料により構成されている。

資料6-3-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法

資料6-3-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

資料6-3-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

資料6-3-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

## 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-3-1

玄海原子力発電所 第 4 号機

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 3 - 1 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 1 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 3 - 1 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 3 - 1 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 3 - 1 - 3
4. 地震応答解析及び応力評価 .....	6 (4) - 3 - 1 - 4
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 1 - 4
4.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 3 - 1 - 4
4.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 3 - 1 - 6
4.4 解析モデル及び諸元 .....	6 (4) - 3 - 1 - 9
4.5 応力評価方法 .....	6 (4) - 3 - 1 - 11
4.6 応力評価条件 .....	6 (4) - 3 - 1 - 14
5. 機能維持評価 .....	6 (4) - 3 - 1 - 14
5.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 3 - 1 - 14



## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、蓄電池（3 系統目）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説明するための耐震計算方法について説明するものである。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

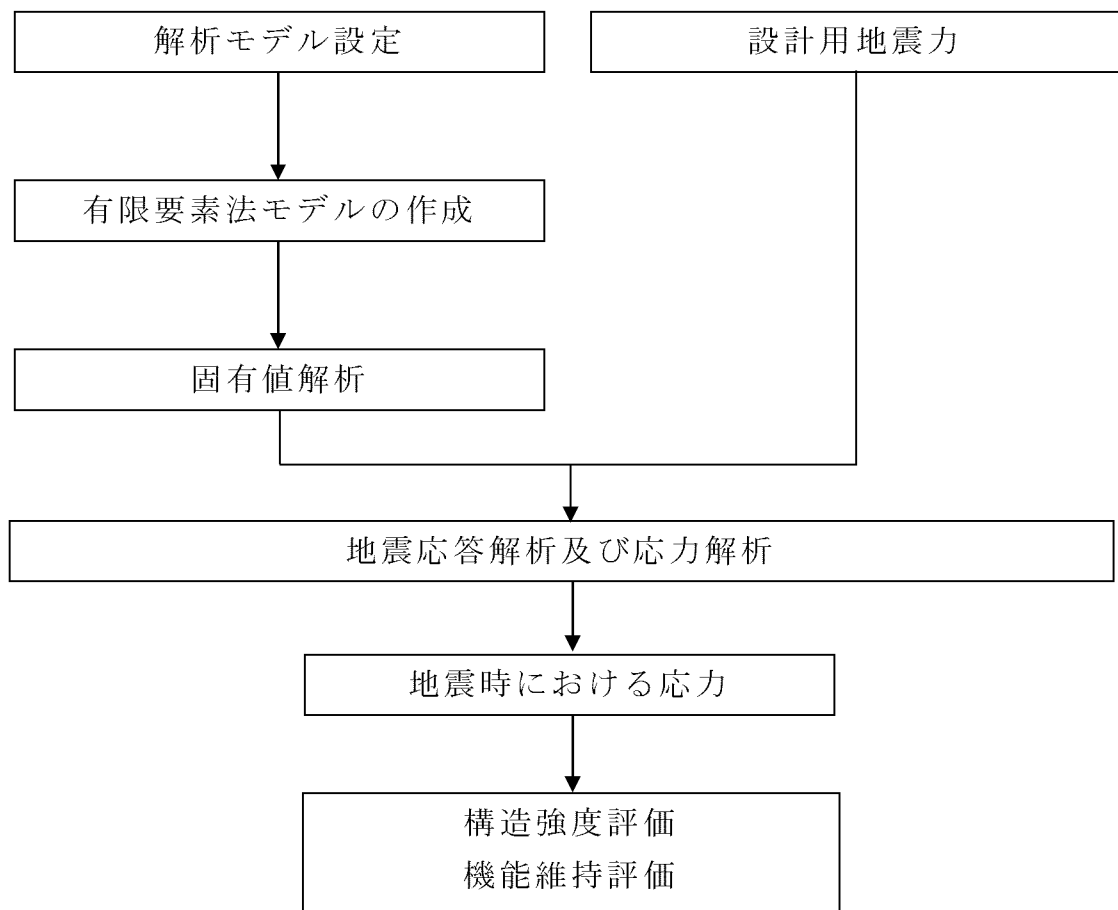
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

蓄電池（3系統目）の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す蓄電池（3系統目）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、蓄電池（3系統目）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の最大発生応力が許容応力以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

蓄電池（3系統目）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 蓄電池（3系統目）の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

蓄電池（3系統目）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなるフレーム及び基礎ボルトを選定して実施する。

## 4. 地震応答解析及び応力評価

### 4.1 基本方針

- (1) 蓄電池（3系統目）を構成する [ ] としてモデル化した3次元 FEM モデルによる固有値解析を行い、固有振動数が 30Hz 以上である場合は最大床加速度の 1.2 倍を用いた静解析を、20Hz 以上 30Hz 未満である場合はスペクトルモーダル解析及び最大床加速度の 1.2 倍を用いた静解析を、20Hz 未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 蓄電池は、 [ ] 要素として付加する。
- (3) 解析コードは MSC NASTRAN Ver.2008.0.4 を使用する。なお、評価に用いる解析コード MSC NASTRAN Ver.2008.0.4 の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。
- (4) 拘束条件は基礎ボルトで [ ] を固定とする。 [ ]  
[ ]
- (5) 許容応力について、JSME S NJ1-2012 の Part3 を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 4.2 使用材料の許容応力

蓄電池（3系統目）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第 4-1 表に示す。

第4-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	Sy (MPa)	Su (MPa)	F* (MPa)
フレーム	SS400 ( $t \leq 16\text{mm}$ )	49 (雰囲気温度)	241	395	276
	SS400 ( $40\text{mm} < t$ )		211	395	253
基礎ボルト	SS400		241	395	276

### 4.3 設計用地震力

#### (1) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 4-2 表に示す。

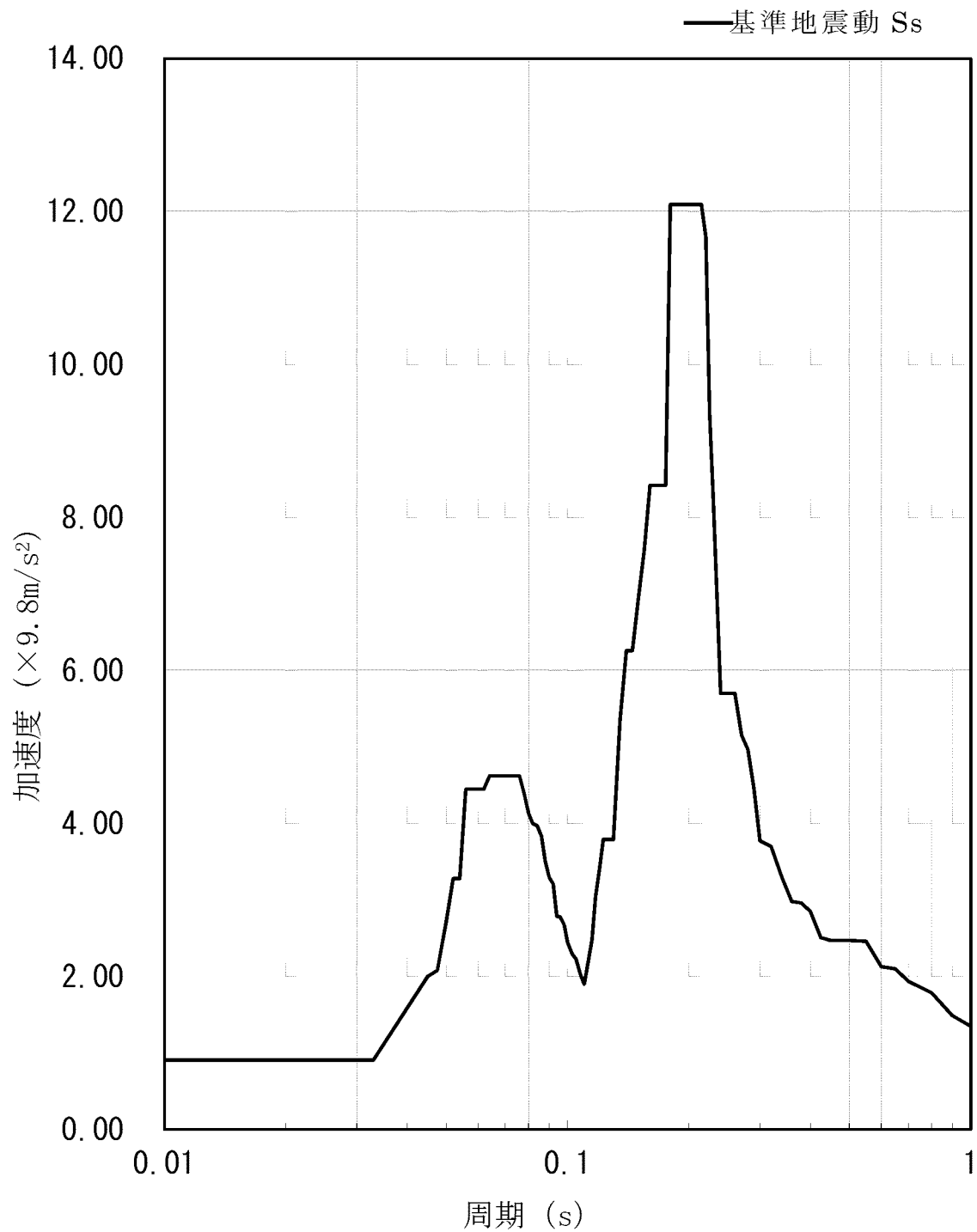
動的地震力は第 4-1 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

第 4-2 表 設計用床応答曲線区分及び減衰定数

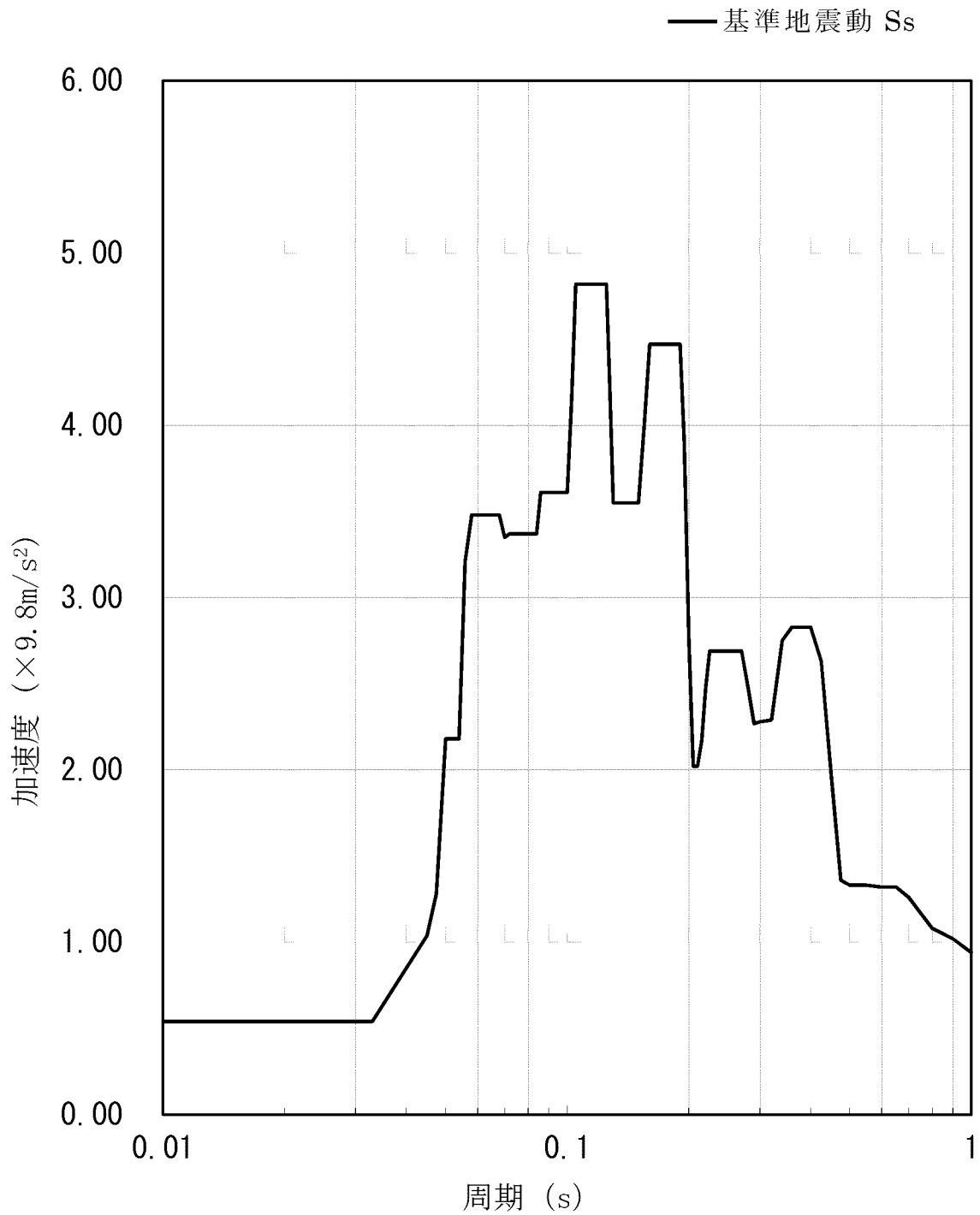
地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	水平	1.0
			鉛直	1.0

#### (2) 設計用地震力

S<sub>s</sub> 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。



第 4-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL. -3.50m 減衰定数 1.0% 水平方向 包絡)

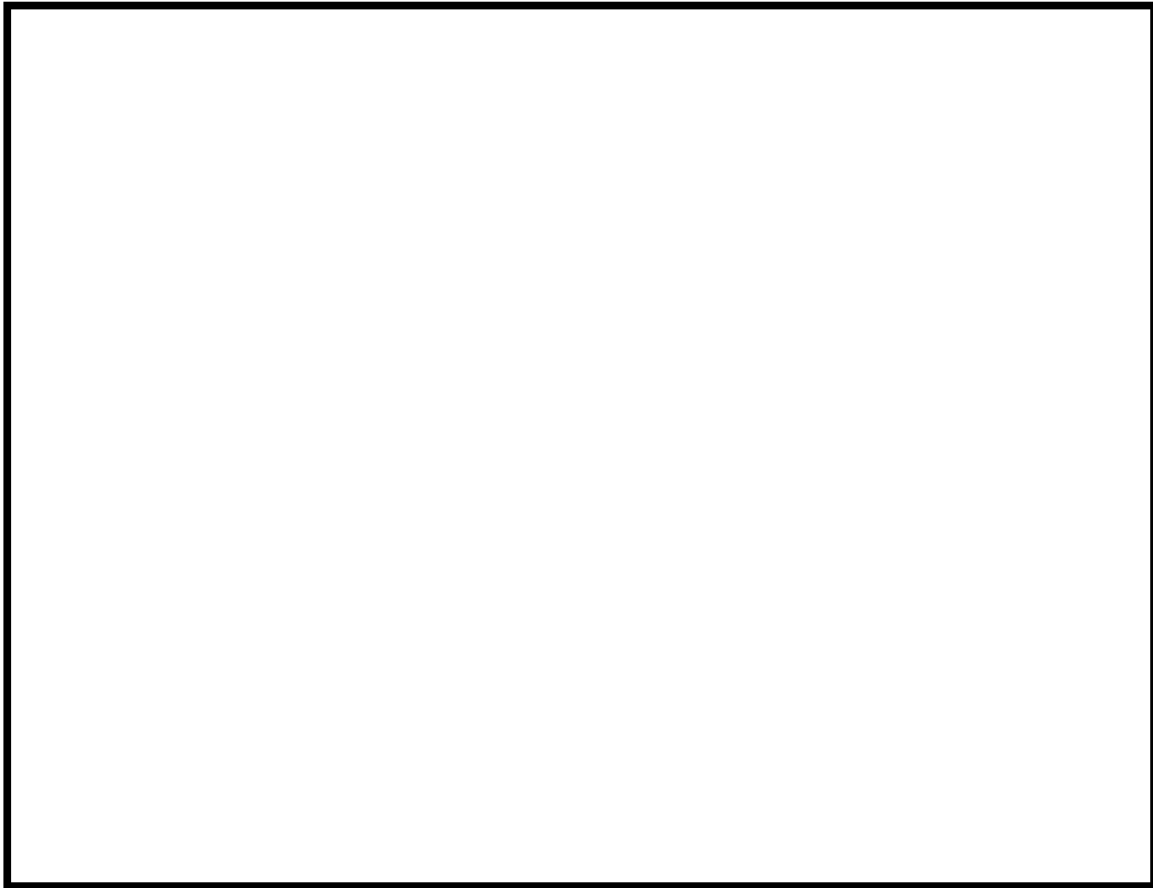


第 4-1 図(2/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL. - 3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)



#### 4.4 解析モデル及び諸元

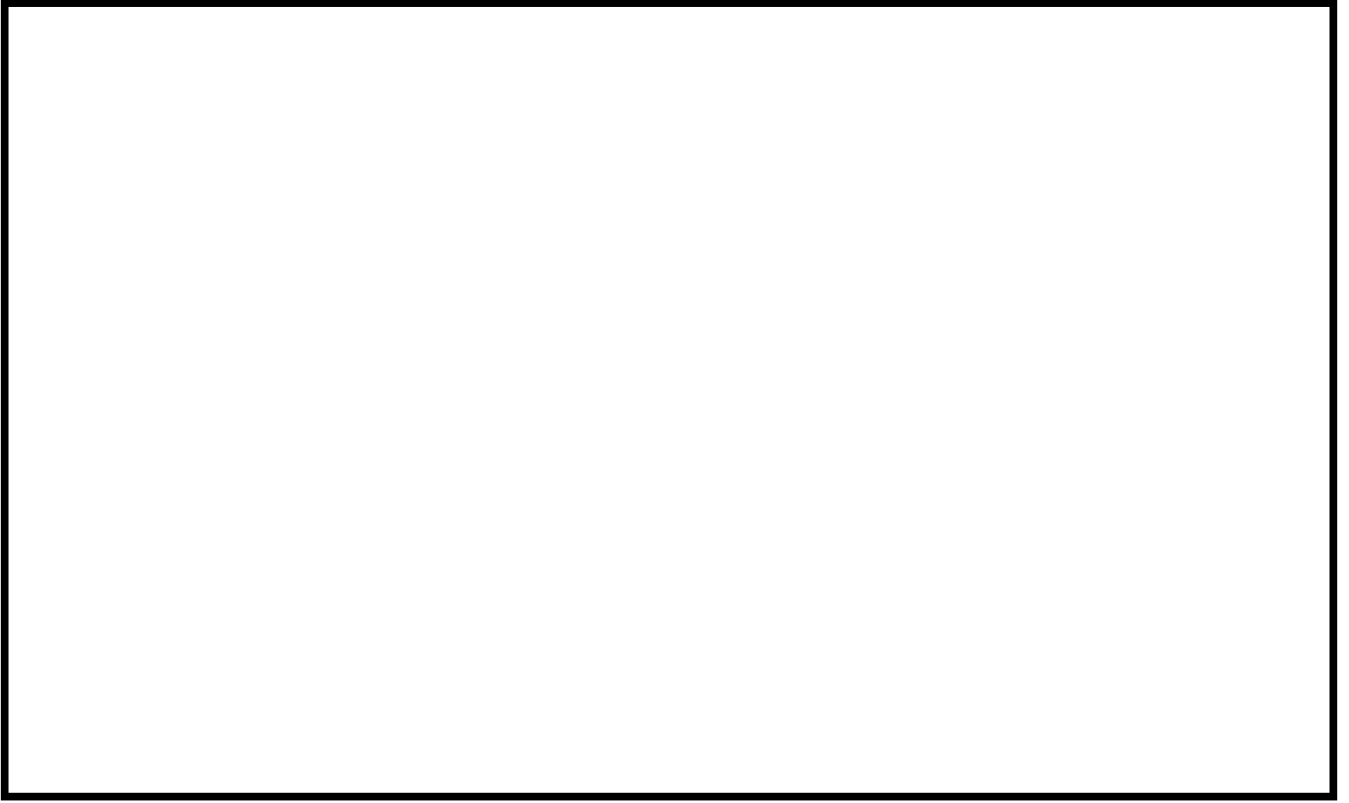
解析モデルは、蓄電池（3系統目）を構成する  としてモデル化した 3次元 FEM モデルである。解析モデルを第 4-2 図に、解析モデルの諸元を第 4-3 表に示す。



第 4-2 図 解析モデル

第 4-3 表 解析モデルの諸元

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
温度条件(雰囲気温度)	T	℃	49
質量	—	kg	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>
縦弾性係数	$E$	MPa	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
寸法	—	—	第 4-3 図
要素数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>
節点数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>



(単位 : mm)

第 4-3 図 蓄電池 (3 系統目) 外形図

## 4.5 応力評価方法

### 4.5.1 の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる  の荷重、モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類		単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_t$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
圧縮応力 $\sigma_c$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
曲げ応力 $\sigma_b$		MPa	$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$
せん断応力 $\tau$		MPa	$\frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$
組合せ	引張+曲げ	—	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$
	圧縮+曲げ	—	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

ここで、

(左右+上下)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$2.43 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$3.15 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.34 \times 10^3$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.57 \times 10^4$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.07 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$9.80 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$1.70 \times 10^5$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$5.64 \times 10^2$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$5.64 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$1.04 \times 10^3$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$7.50 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.55 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.55 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.68 \times 10^3$

(前後+上下)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$6.74 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$6.93 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$2.25 \times 10^2$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.21 \times 10^3$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$3.88 \times 10^{-1}$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$1.75 \times 10^6$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$8.54 \times 10^4$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.71 \times 10^3$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.71 \times 10^3$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$9.00 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$9.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$2.16 \times 10^5$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$7.51 \times 10^4$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$6.61 \times 10^3$

#### 4.5.2 基礎ボルト

FEM 解析の結果から得られる基礎ボルト部の最大荷重を用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_b$	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$
せん断応力 $\tau_b$	MPa	$\frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{A_b}$
組合せ応力	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$

ここで、

基礎ボルト（左右+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$1.12 \times 10^4$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.35 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$3.24 \times 10^2$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$2.24 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$7.10 \times 10^1$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$7.03 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

#### 4.6 応力評価条件

##### (1) フレーム

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
寸法	—	—	第4-3図

##### (2) 基礎ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
基礎ボルト呼び径	$d$	mm	16

#### 5. 機能維持評価

蓄電池(3系統目)の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

##### 5.1 機能維持評価方法

蓄電池は、JEAG4601-1987において「装置」に分類され、一般に剛構造であるため、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

# 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-3-2

玄海原子力発電所第4号機

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 3 - 2 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 2 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 3 - 2 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 3 - 2 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 3 - 2 - 3
4. 固有値測定試験 .....	6 (4) - 3 - 2 - 3
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 2 - 3
4.2 固有振動数の測定方法 .....	6 (4) - 3 - 2 - 3
5. 応力評価 .....	6 (4) - 3 - 2 - 4
5.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 2 - 4
5.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 3 - 2 - 4
5.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 3 - 2 - 5
5.4 応力評価方法 .....	6 (4) - 3 - 2 - 8
5.5 応力評価条件 .....	6 (4) - 3 - 2 - 10
6. 機能維持評価 .....	6 (4) - 3 - 2 - 12
6.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 3 - 2 - 12



## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、計装電源盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は、応力評価及び機能的維持評価により行う。

## 2. 基本方針

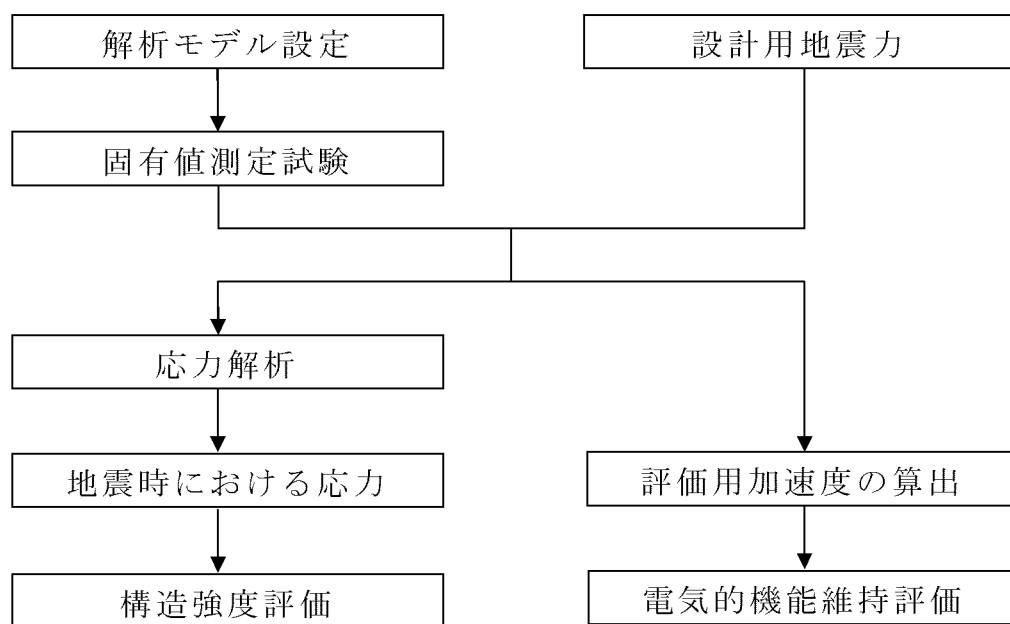
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す計装電源盤（3系統目蓄電池用）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、計装電源盤（3系統目蓄電池用）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを選定して実施する。

### 4. 固有値測定試験

計装電源盤(3 系統目蓄電池用)の固有振動数測定方法について以下に示す。

#### 4.1 基本方針

正弦波掃引試験にて計装電源盤(3 系統目蓄電池用)の固有振動数を求める。

#### 4.2 固有振動数の測定方法

計装電源盤(3 系統目蓄電池用)については、実機相当の模擬盤を用いて実機据付状態と同様な方法で加振台へ固定し、正弦波掃引試験により固有振動数を測定する。

## 5. 応力評価

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の応力評価方法について以下に示す。

### 5.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは 1 質点系モデルとし、盤の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 許容応力について、JSME S NJ1-2012 の Part3 を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 使用材料の許容応力

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第 5-1 表に示す。

第5-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材質	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト	SS400	49 (雰囲気温度)	231	395	276

### 5.3 設計用地震力

#### (1) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 5-2 表に示す。

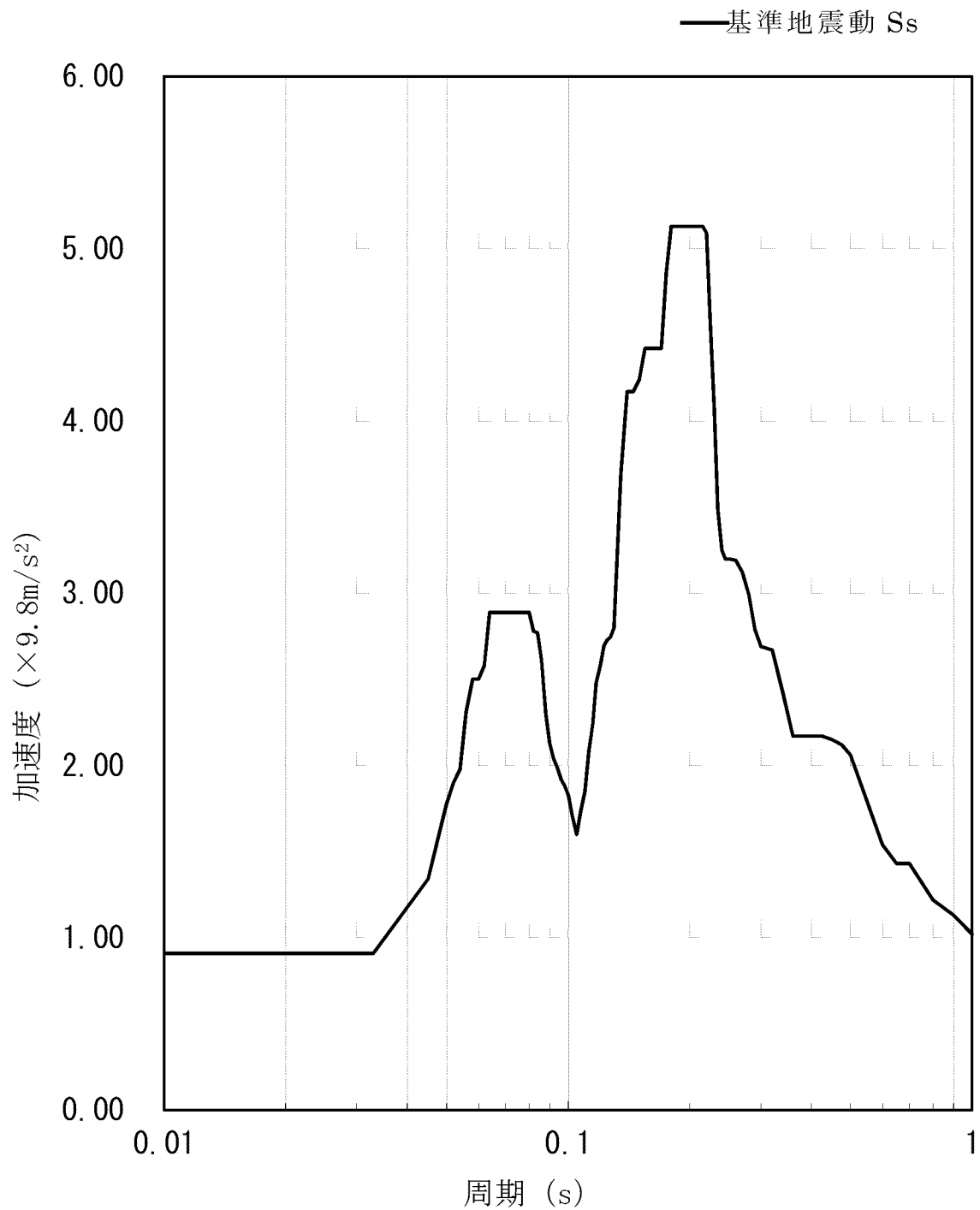
動的地震力は、第 5-1 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

第 5-2 表 設計用地震力及び減衰定数

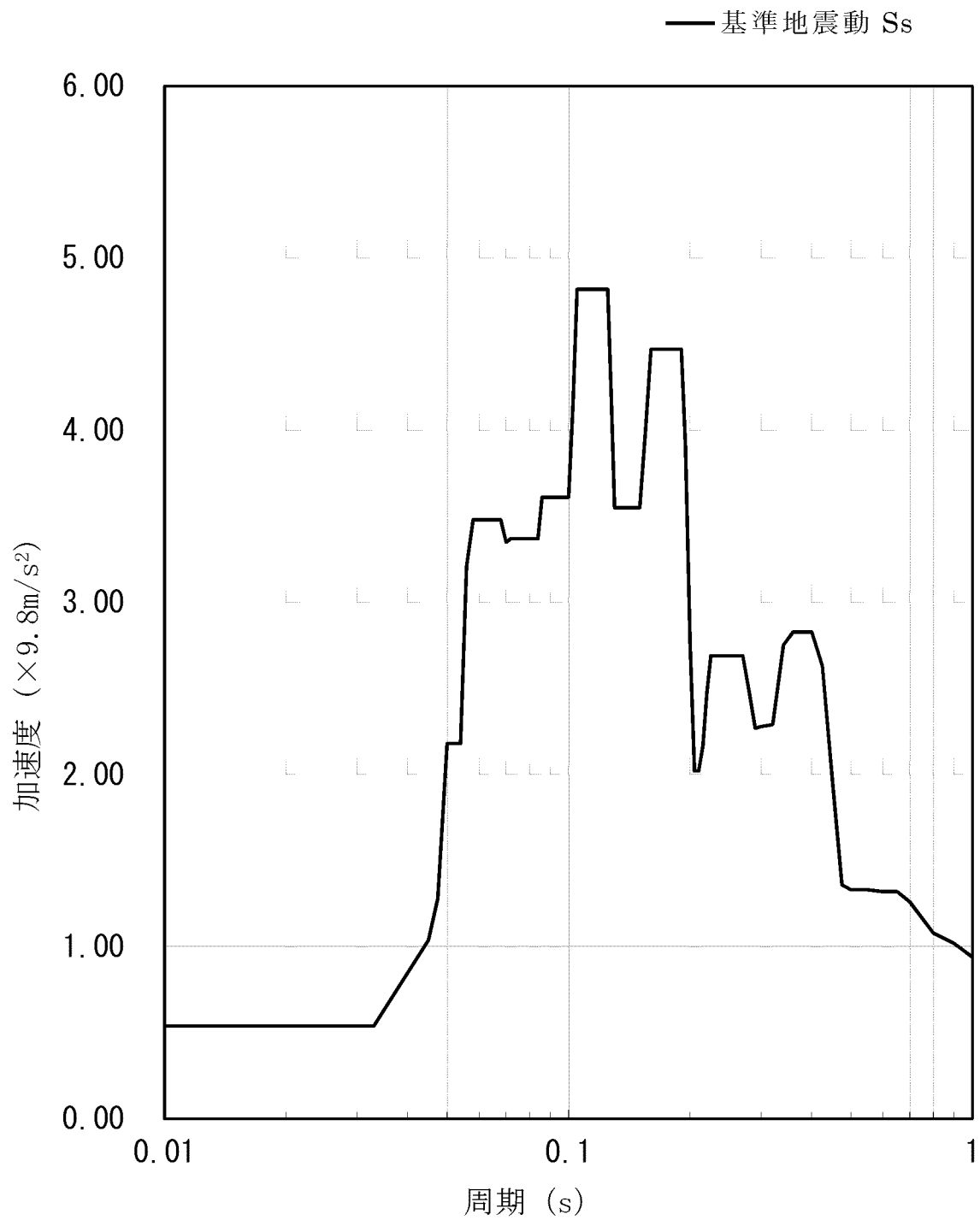
地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 補助建屋 EL. - 3.50	原子炉 補助建屋 EL. - 3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0

#### (2) 設計用地震力

S<sub>s</sub> 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。



第 5-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)



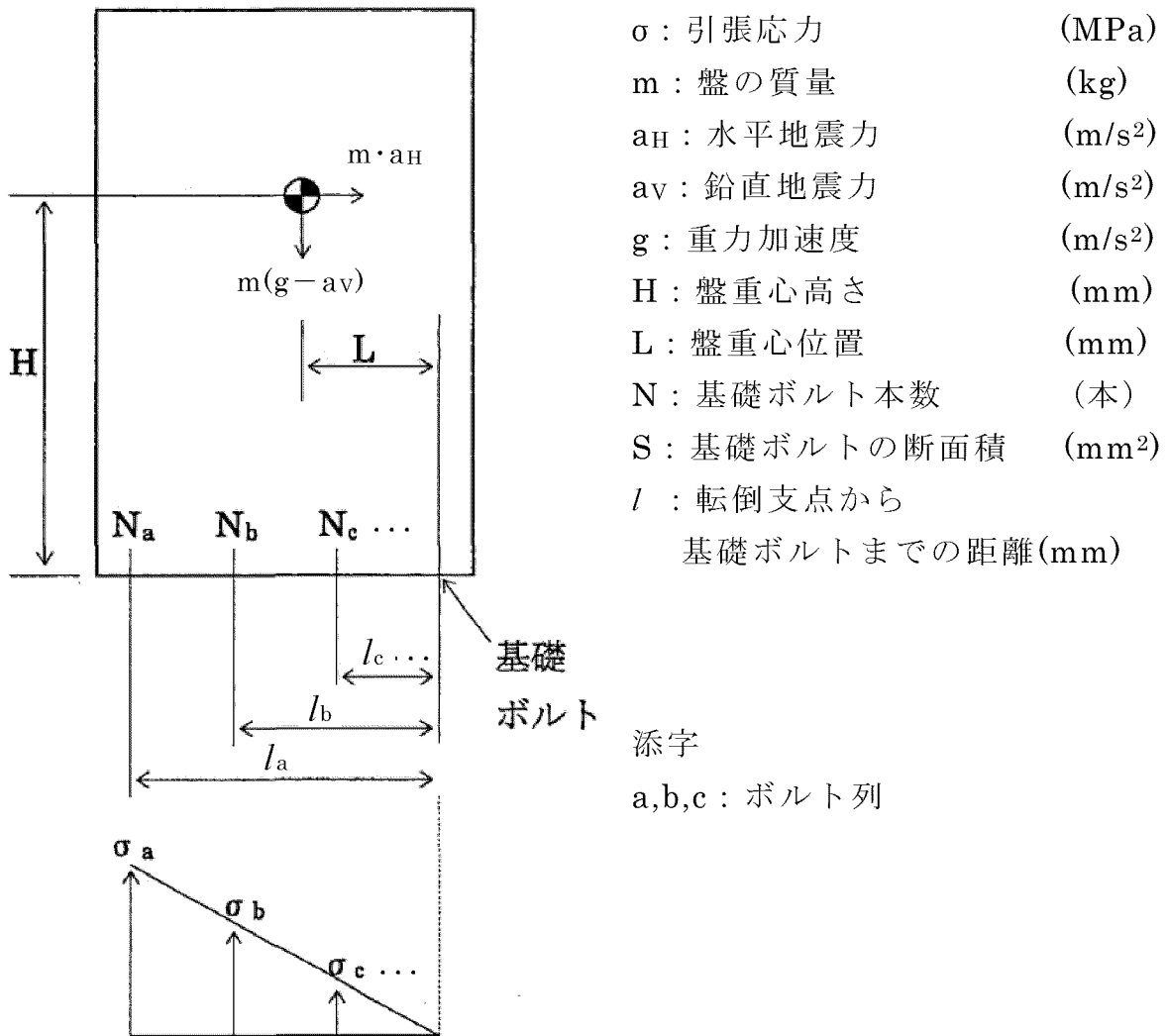
第 5-1 図(2/2) 基準地震動 S<sub>s</sub>  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

#### 5.4 応力評価方法

応力算出の概念を示す図及び計算式を以下に示す。

基礎ボルトの配置概略図を第5-2図に示す。

なお、以降に示す計算方法は、左右・前後方向共通である。



第5-2図 基礎ボルト配置概略図



#### 5.4.1 基礎ボルトの引張応力

地震時の引張応力は、ボルト端列を支点とし各ボルト列応力が支点からの距離に比例するとして、モーメントのつり合い式より計算する。

$$\frac{\sigma_a}{l_a} = \frac{\sigma_b}{l_b} = \frac{\sigma_c}{l_c} = \dots \quad \text{①}$$

$$\begin{aligned} & (N_a \times S) \times \sigma_a \times l_a + (N_b \times S) \times \sigma_b \times l_b + (N_c \times S) \times \sigma_c \times l_c + \dots \\ & = m \times a_H \times H - m \times (g - a_V) \times L \end{aligned} \quad \text{②}$$

①、②式より

$$\sigma_{\max} = \sigma_a = \frac{l_a \times m \times \{a_H \times H - (g - a_V) \times L\}}{(N_a \times l_a^2 + N_b \times l_b^2 + N_c \times l_c^2 + \dots) \times S} \quad \text{③}$$

#### 5.4.2 基礎ボルトのせん断応力

せん断応力は以下の式より計算する。

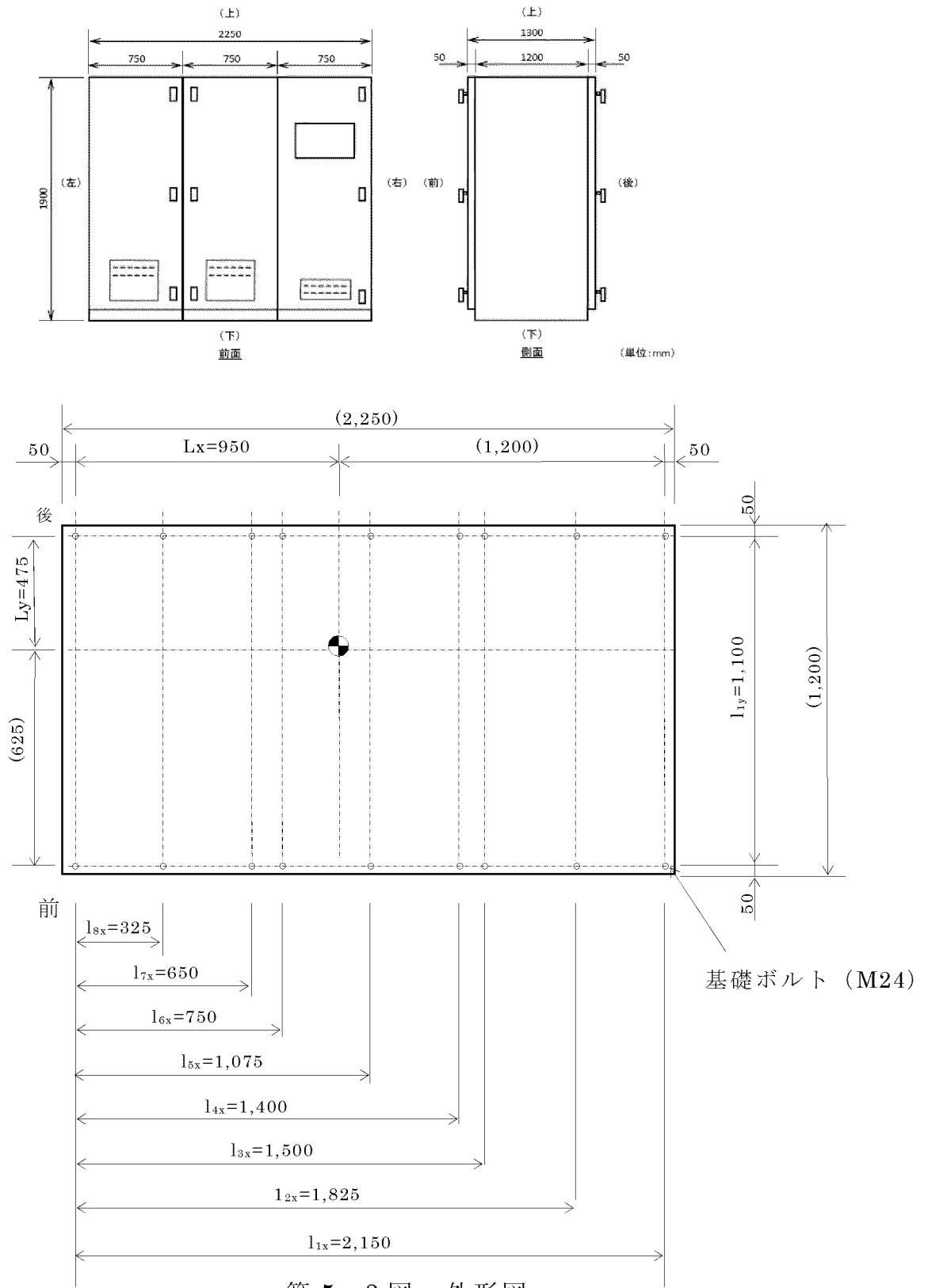
$$\tau = \frac{m \times a_H}{N \times S}$$

ここで、

$\tau$	:	せん断応力	(MPa)
$m$	:	盤の質量	(kg)
$N$	:	ボルト本数	(本)
$a_H$	:	水平地震力	(m/s <sup>2</sup> )
$S$	:	基礎ボルト有効断面積	(mm <sup>2</sup> )

### 5.5 応力評価条件

外形図を第 5-3 図に、評価条件を第 5-3 表に示す。



第 5-3 図 外形図

第 5-3 表 応力評価条件

項目		記号	単位	数値等
盤の質量		m	kg	4,200
重力加速度		g	m/s <sup>2</sup>	9.80665
盤重心位置	高さ	H	mm	775
	左右方向	Lx	mm	950 <sup>(注)</sup>
	前後方向	Ly	mm	475 <sup>(注)</sup>
基礎ボルト	支点からの基礎ボルト距離 (左右方向)	$l_{1x}$	mm	2,150
		$l_{2x}$	mm	1,825
		$l_{3x}$	mm	1,500
		$l_{4x}$	mm	1,400
		$l_{5x}$	mm	1,075
		$l_{6x}$	mm	750
		$l_{7x}$	mm	650
		$l_{8x}$	mm	325
	支点からの基礎ボルト距離 (前後方向)	$l_{1y}$	mm	1,100
	材料	—	—	SS400
	呼び径	—	—	M24
	有効断面積	S	mm <sup>2</sup>	353
	本数	N	本	18
雰囲気温度条件	—	℃	49	

(注) ボルト列からの距離

## 6. 機能維持評価

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

### 6.1 機能維持評価方法

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体（主回路部品、制御回路部品並びに主回路部品および制御回路部品の機能保持に必要な補助部品）の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第 6-1 表に示す。

第 6-1 表 機能確認済加速度

方向	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

## 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

設計及び工事計画認可申請添付資料6-3-3

玄海原子力発電所第4号機

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 3 - 3 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 3 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 3 - 3 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 3 - 3 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 3 - 3 - 3
4. 地震応答解析及び応力評価 .....	6 (4) - 3 - 3 - 4
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 3 - 4
4.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 3 - 3 - 4
4.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 3 - 3 - 6
4.4 解析モデル及び諸元 .....	6 (4) - 3 - 3 - 9
4.5 応力評価方法 .....	6 (4) - 3 - 3 - 11
4.6 応力評価条件 .....	6 (4) - 3 - 3 - 16
5. 機能維持評価 .....	6 (4) - 3 - 3 - 17
5.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 3 - 3 - 17

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、充電器盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は地震応答解析及び応力評価並びに機能維持評価により行う。

## 2. 基本方針

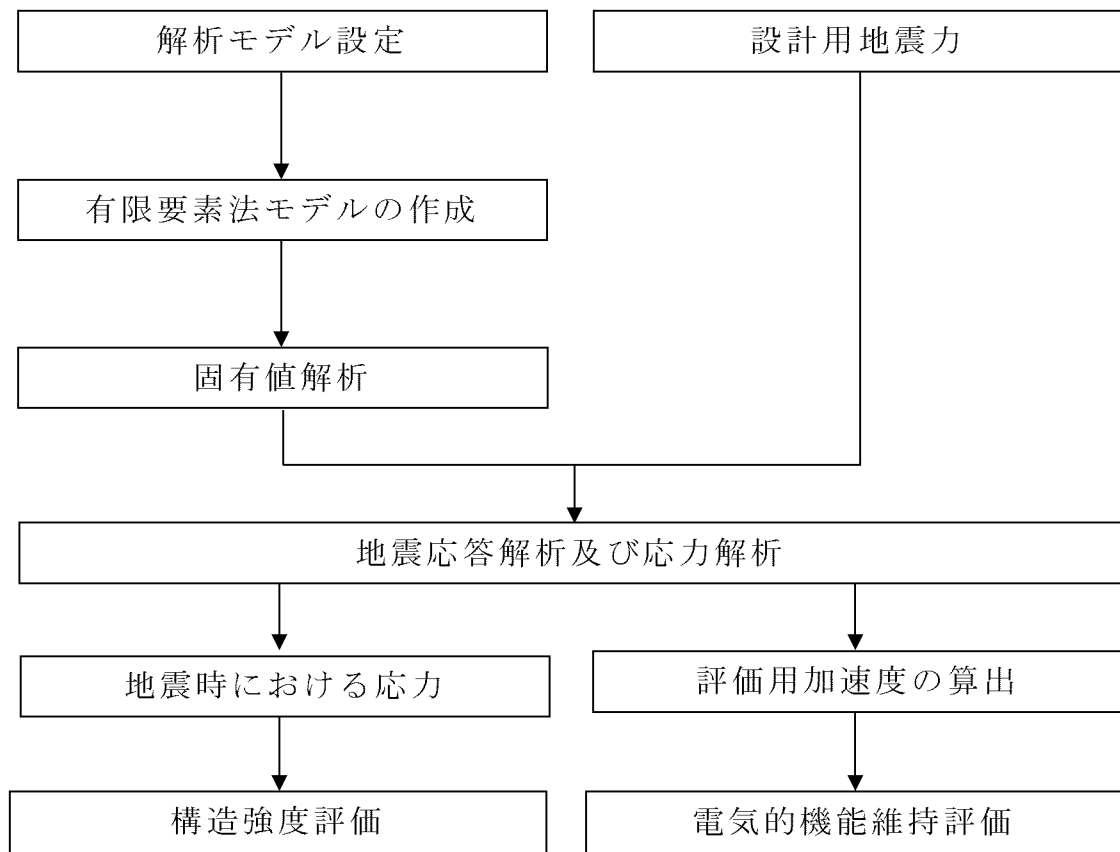
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

充電器盤（3系統目蓄電池用）の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す充電器盤（3系統目蓄電池用）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、充電器盤（3系統目蓄電池用）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フロー



### 3. 耐震評価箇所

充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなるフレーム、器具取付板、据付架台、盤取付ボルト及び基礎ボルトを選定して実施する。

## 4. 地震応答解析及び応力評価

### 4.1 基本方針

- (1) 充電器盤（3系統目蓄電池用）を構成する [ ]  
[ ]としてモデル化した3次元FEMモデルによる固有値解析を行い、固有振動数が30Hz以上である場合は最大床加速度の1.2倍を用いた静解析を、20Hz以上30Hz未満である場合はスペクトルモーダル解析及び最大床加速度の1.2倍を用いた静解析を、20Hz未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 取付器具は、[ ]として付加する。
- (3) 解析コードはMSC NASTRAN Ver.2008.0.4を使用する。なお、評価に用いる解析コードMSC NASTRAN Ver.2008.0.4の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。
- (4) 拘束条件は基礎ボルトで [ ]を固定とする。 [ ]  
[ ]
- (5) 許容応力について、JSME S NJ1-2012のPart3を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 4.2 使用材料の許容応力

充電器盤（3系統目蓄電池用）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第4-1表に示す。

第4-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F* (MPa)
フレーム	SS400	49 (雰囲気温度)	241	395	276
器具取付板					
据付架台	SS400 (t ≤ 16mm)		241	395	276
	SS400 (16mm < t ≤ 40mm)		231	395	276
盤取付ボルト	SS400		241	395	276
基礎ボルト					

### 4.3 設計用地震力

#### (1) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 4-2 表に示す。

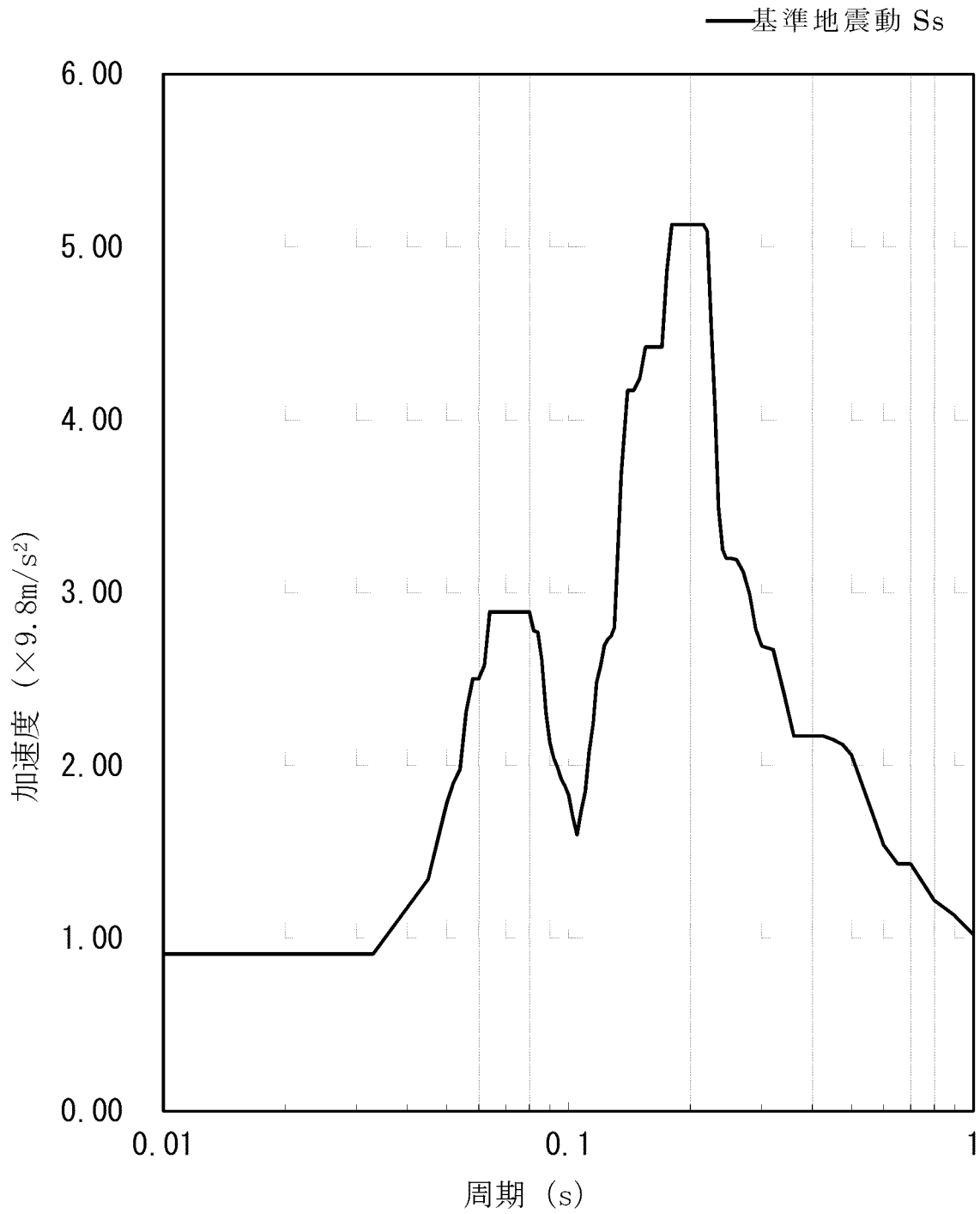
動的地震力は第 4-1 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

第 4-2 表 設計用床応答曲線区分及び減衰定数

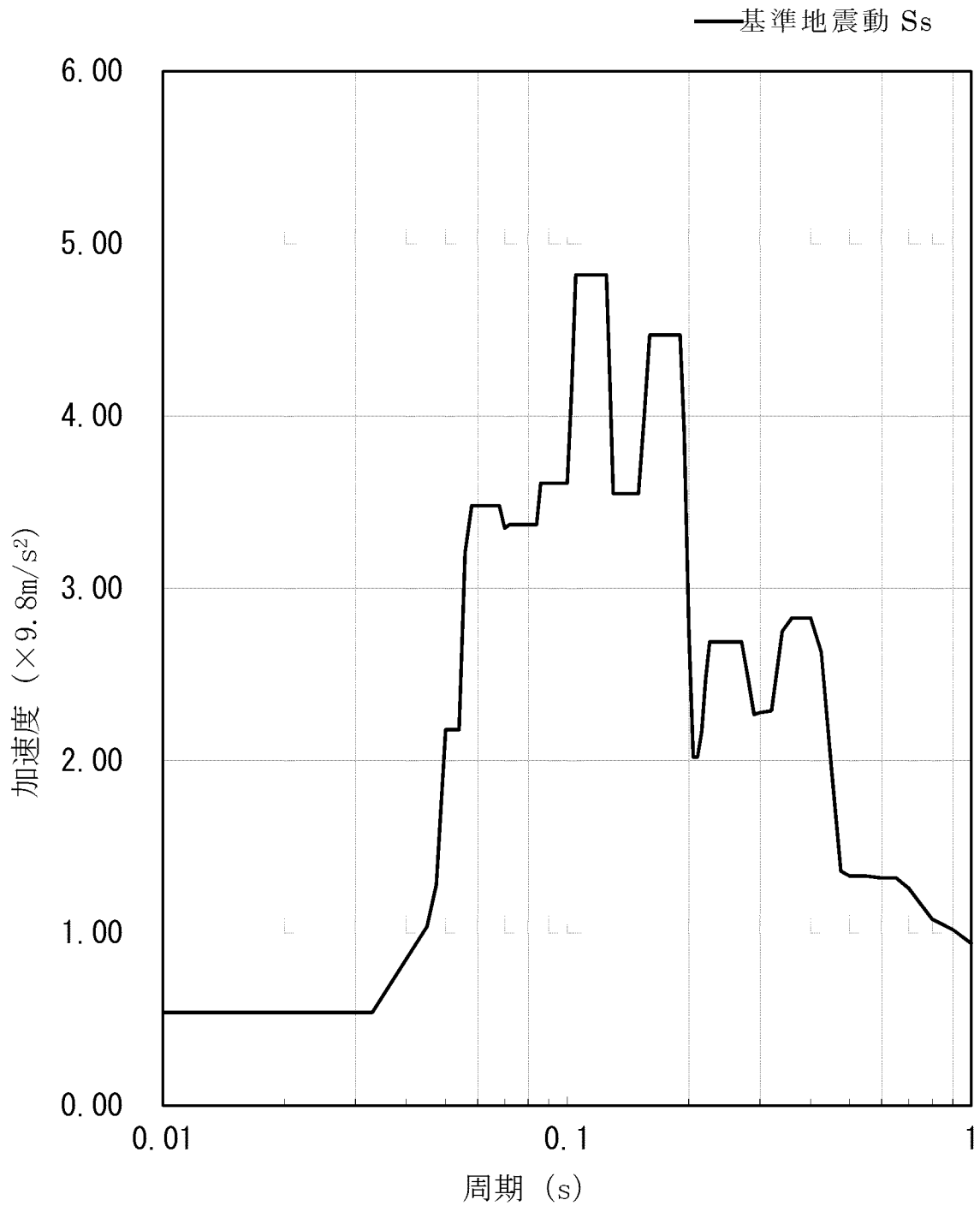
地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 補助建屋 EL. - 3.50	原子炉 補助建屋 EL. - 3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0

#### (2) 設計用地震力

S<sub>s</sub> 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。



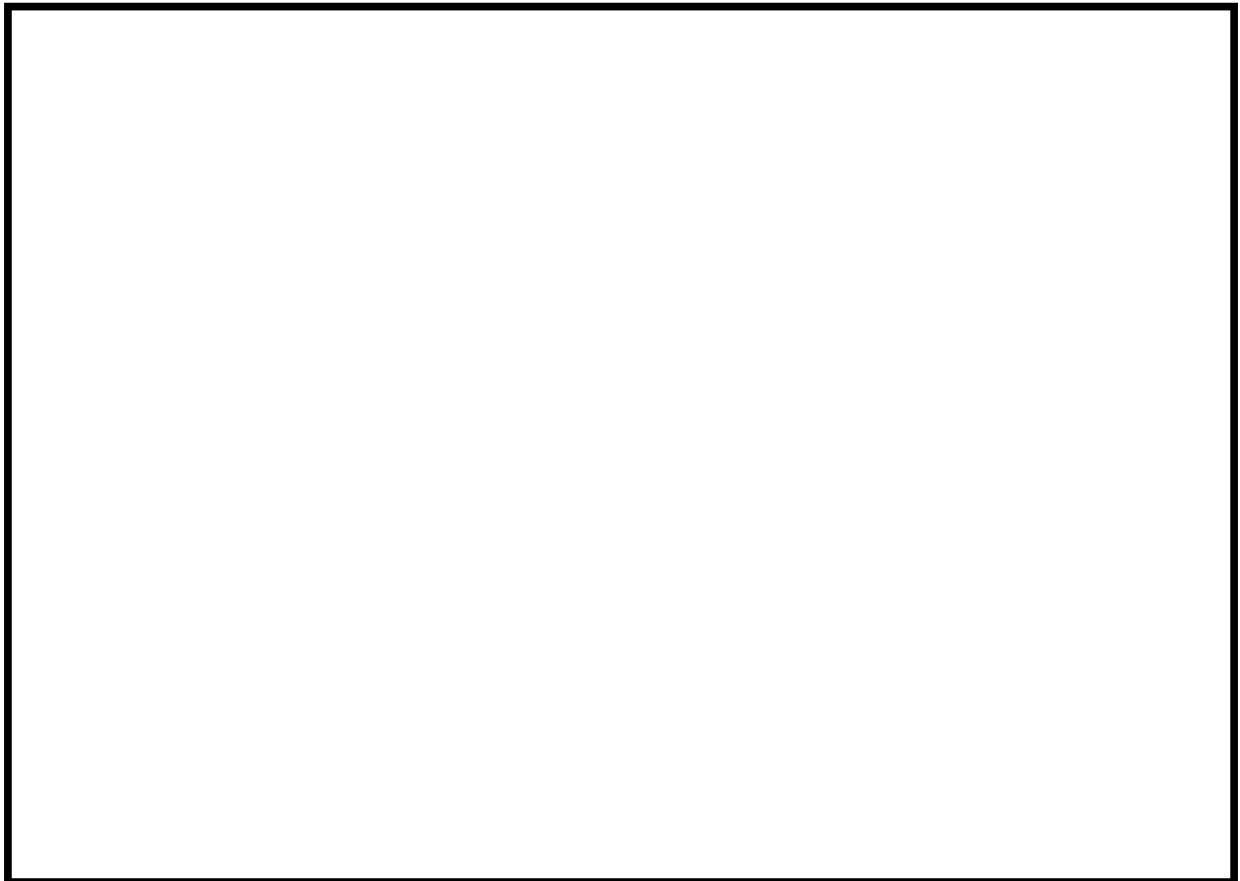
第 4-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL. -3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)



第 4-1 図(2/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL. - 3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

#### 4.4 解析モデル及び諸元

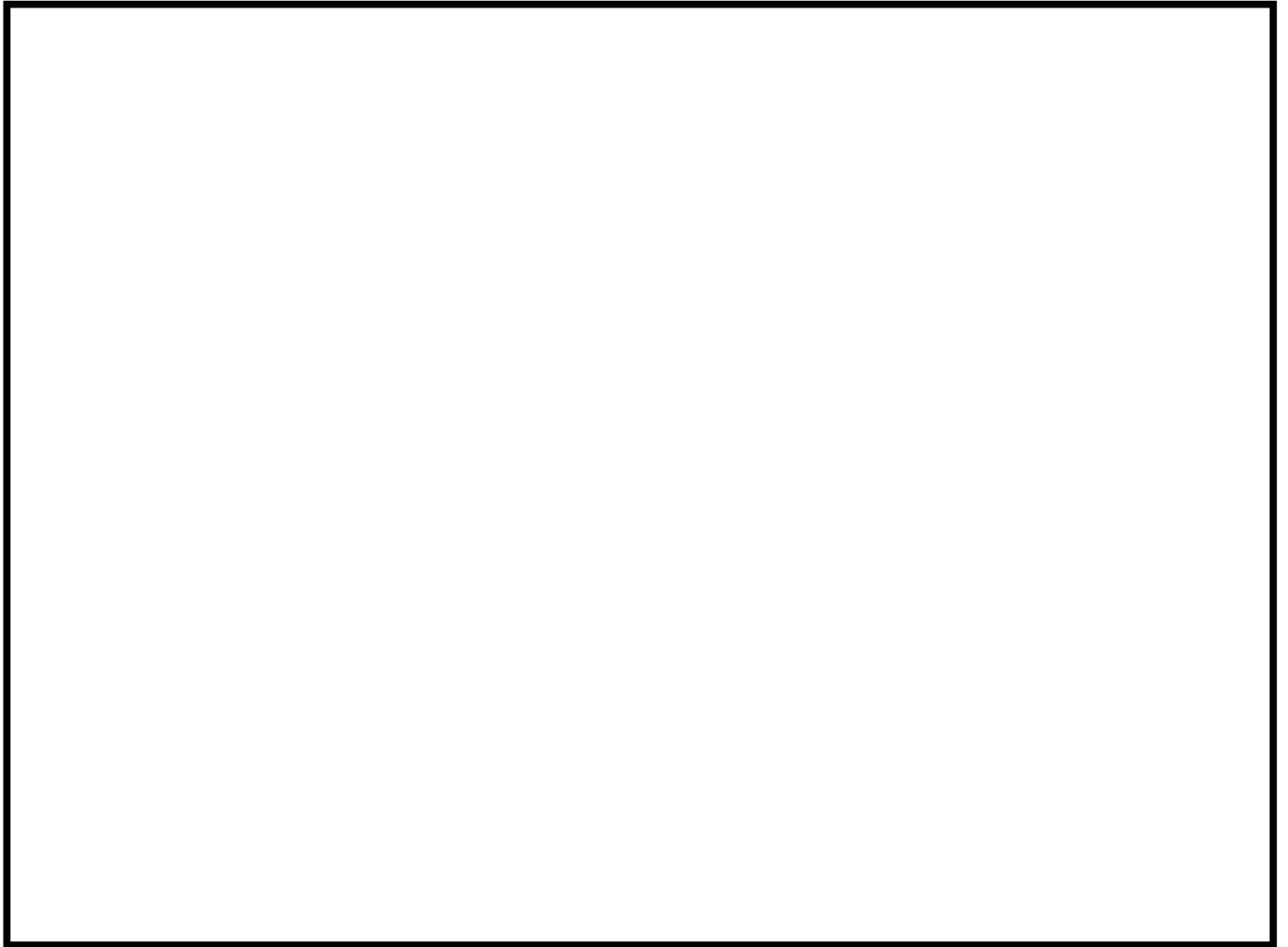
解析モデルは、充電器盤（3系統目蓄電池用）を構成する   としてモデル化した3次元FEMモデルである。解析モデルを第4-2図に、解析モデルの諸元を第4-3表に示す。



第4-2図 解析モデル

第4-3表 解析モデルの諸元

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
温度条件(雰囲気温度)	T	℃	49
質量	—	kg	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>
縦弾性係数	$E$	MPa	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
寸法	—	—	第4-3図
要素数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>
節点数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 80px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span>



(单位 : mm)

第 4-3 图 充电器盘 (3 系统目蓄電池用) 外形图



## 4.5 応力評価方法

### 4.5.1 [ ] の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる [ ]  
 [ ] の応力成分を用いて、以下の式により最大の組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
組合せ	MPa	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$

ここで、

$\sigma_x$ 、 $\sigma_y$  : 膜+曲げ応力(MPa)

$\tau_{xy}$  : せん断応力(MPa)

### 4.5.2 [ ] の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる [ ] の荷重、  
 モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類		単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_t$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
圧縮応力 $\sigma_c$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
曲げ応力 $\sigma_b$		MPa	$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$
せん断応力 $\tau$		MPa	$\frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$
組合せ	引張+曲げ	—	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$
	圧縮+曲げ	—	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

ここで、

(左右+上下)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$7.92 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$8.44 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$6.44 \times 10^2$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$2.59 \times 10^1$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$6.80 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$1.05 \times 10^4$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$1.19 \times 10^4$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$6.24 \times 10^2$

(前後+上下)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$5.80 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$6.67 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.93 \times 10^3$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$4.71 \times 10^3$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.26 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$7.55 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$8.58 \times 10^3$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.19 \times 10^3$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$7.50 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$5.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$2.29 \times 10^3$

#### 4.5.3 盤取付ボルト及び基礎ボルト

FEM 解析の結果から得られる盤取付ボルト及び基礎ボルト部の最大荷重を用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_b$	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$
せん断応力 $\tau_b$	MPa	$\frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{A_b}$
組合せ応力	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$

ここで、

盤取付ボルト（左右+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$2.09 \times 10^3$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$4.69 \times 10^3$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.17 \times 10^2$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

盤取付ボルト（前後+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$1.83 \times 10^3$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$7.44 \times 10^2$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$5.18 \times 10^3$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（左右+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$3.03 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.86 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.24 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$2.31 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.43 \times 10^2$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$5.00 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

#### 4.6 応力評価条件

##### (1) フレーム、器具取付板及び据付架台

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
寸法	—	—	第4-3図

##### (2) 盤取付ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
盤取付ボルト呼び径	$d$	mm	16

##### (3) 基礎ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
基礎ボルト呼び径	$d$	mm	16

## 5. 機能維持評価

充電器盤（3 系統目蓄電池用）の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

### 5.1 機能維持評価方法

充電器盤（3 系統目蓄電池用）の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体（主回路部品及び制御回路部品）の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第 5-1 表に示す。

第 5-1 表 機能確認済加速度

方向	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	□
鉛直	□

## 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-3-4

玄海原子力発電所第4号機



# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 3 - 4 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 4 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 3 - 4 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 3 - 4 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 3 - 4 - 3
4. 固有値測定試験 .....	6 (4) - 3 - 4 - 3
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 4 - 3
4.2 固有振動数の測定方法 .....	6 (4) - 3 - 4 - 3
5. 応力評価 .....	6 (4) - 3 - 4 - 4
5.1 基本方針 .....	6 (4) - 3 - 4 - 4
5.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 3 - 4 - 4
5.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 3 - 4 - 5
5.4 応力評価方法 .....	6 (4) - 3 - 4 - 8
5.5 応力評価条件 .....	6 (4) - 3 - 4 - 13
6. 機能維持評価 .....	6 (4) - 3 - 4 - 14
6.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 3 - 4 - 14

## 1. 概要

本資料は、資料6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、蓄電池（3系統目）切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は、応力評価及び機能維持評価により行う。

## 2. 基本方針

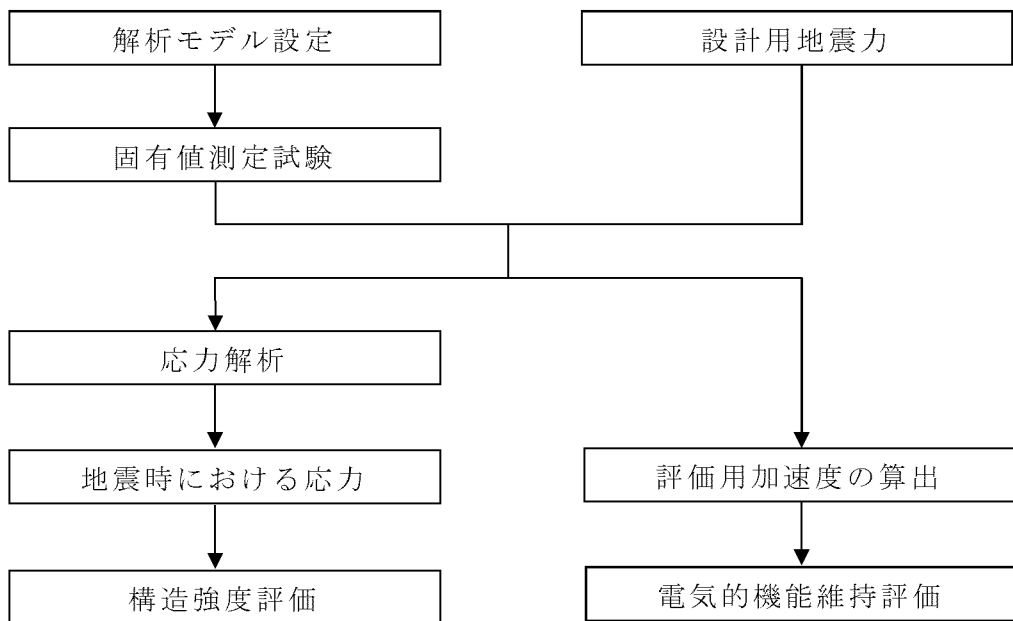
### 2.1 構造の説明

資料6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

蓄電池（3系統目）切替盤の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す蓄電池（3系統目）切替盤の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、蓄電池（3系統目）切替盤の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる据付部材の溶接部を選定して実施する。

### 4. 固有値測定試験

蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数測定方法について以下に示す。

#### 4.1 基本方針

正弦波掃引試験にて蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数を求める。

#### 4.2 固有振動数の測定方法

蓄電池（3系統目）切替盤については、実機相当の模擬盤を用いて実機据付状態と同様な方法で加振台へ固定し、正弦波掃引試験により固有振動数を確認する。

## 5. 応力評価

蓄電池（3系統目）切替盤の応力評価方法について以下に示す。

### 5.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは1質点系モデルとし、盤の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 地震による転倒モーメントを溶接部のみで負担すると考え、基礎ボルトの負担は無視する。
- (3) 許容応力について、JSME S NJ1-2012のPart3を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 使用材料の許容応力

蓄電池（3系統目）切替盤の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第5-1表に示す。

第5-1表 使用材料の許容応力

材質	評価温度 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
SS400	60 (雰囲気温度)	237	389	237	272

### 5.3 設計用地震力

#### (1) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 5-2 表に示す。

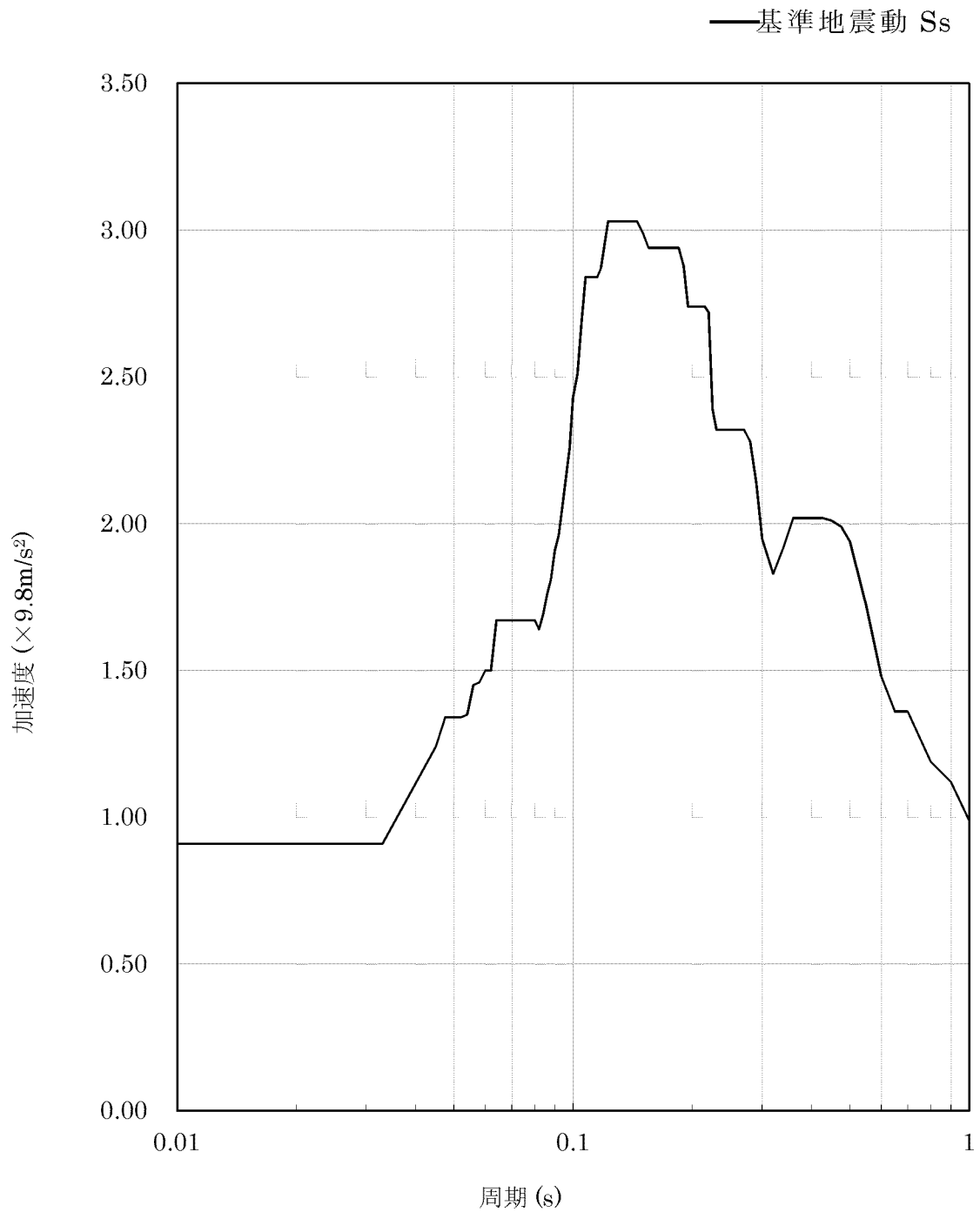
動的地震力は、第 5-1 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

第 5-2 表 設計用地震力及び減衰定数

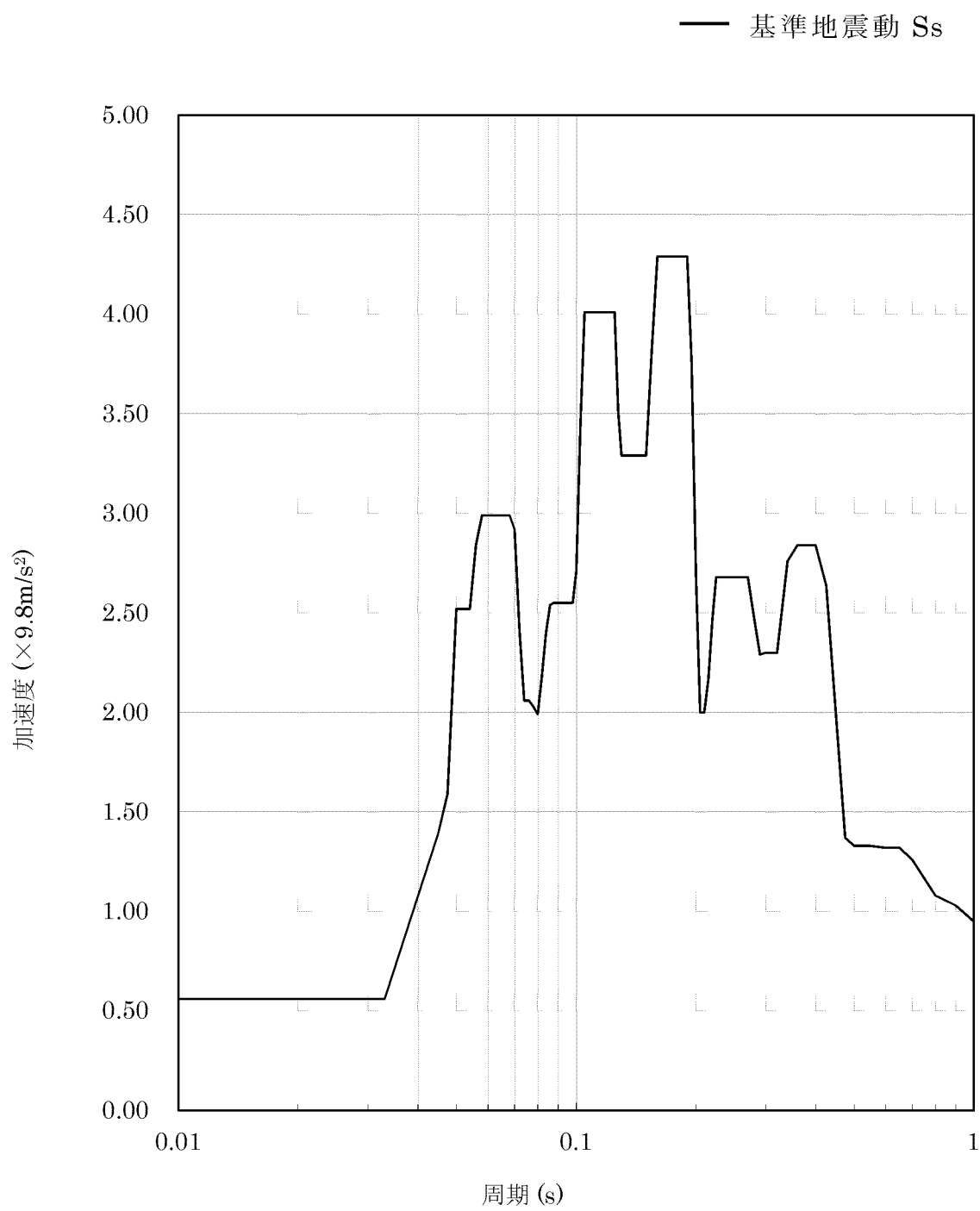
地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方向	減衰定数 (%)
基準 地震動 Ss	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	水平	4.0
			鉛直	1.0

#### (2) 設計用地震力

Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。



第 5-1 図 (1/2) 基準地震動 (Ss)  
 (原子炉周辺建屋EL.3.7m 減衰定数4.0% 水平方向 包絡)



第 5-1 図 (2/2) 基準地震動 (Ss)  
 (原子炉周辺建屋EL. 3.7m 減衰定数1.0% 鉛直方向 包絡)



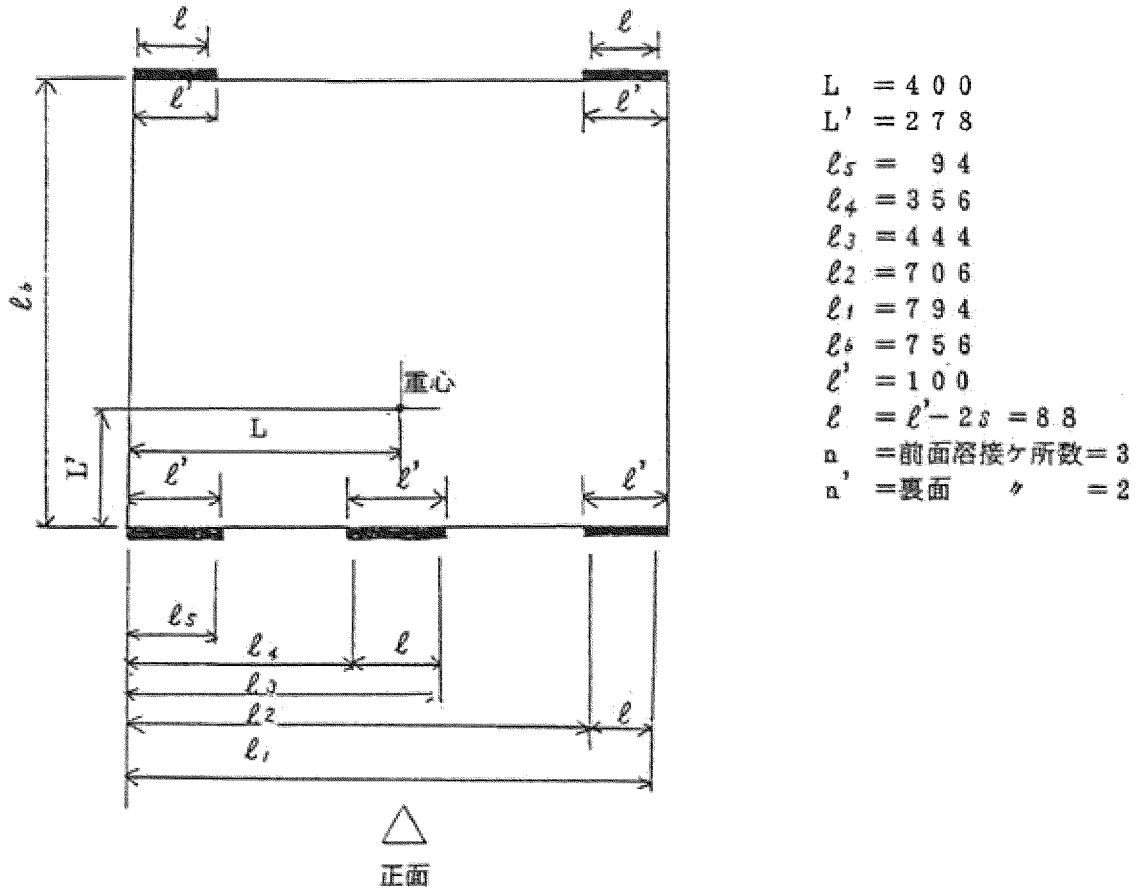
## 5.4 応力評価方法

### 5.4.1 記号の説明

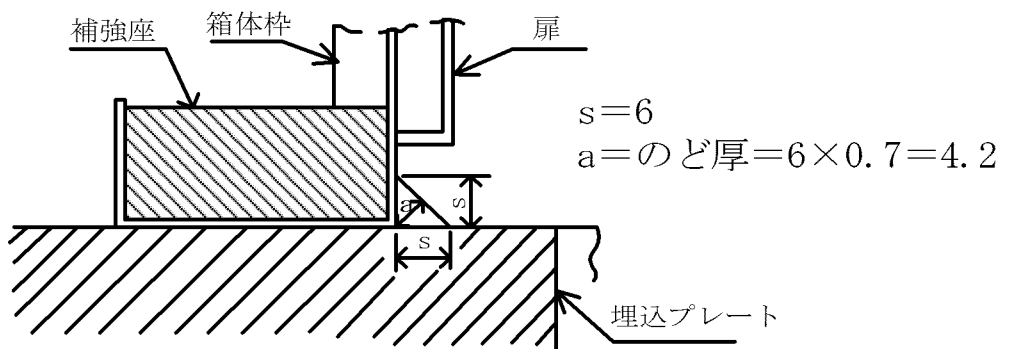
記号	記号の説明	単位
L	盤側面から機器重心までの距離	mm
L'	盤正面から機器重心までの距離	mm
h	重心の高さ	mm
C <sub>H</sub>	設計用水平震度	—
C <sub>V</sub>	設計用鉛直震度	—
W	機器質量	kg
g	重力加速度 (9.80665m/s <sup>2</sup> )	m/s <sup>2</sup>
S	溶接部有効断面積	mm <sup>2</sup>
a	溶接部有効のど厚	mm
ℓ'	溶接の全長 (有効長さ)	mm
ℓ <sub>n</sub>	溶接端部から各溶接部までの距離、ℓ <sub>1</sub> ~ℓ <sub>6</sub>	mm
ℓ	溶接の有効長さ	mm
σ	引張力による引張応力	MPa
τ	せん断力によるせん断応力	MPa
f <sub>max</sub>	最大の応力	MPa
n	前面溶接箇所数	—
n'	裏面溶接箇所数	—

### 5.4.2 計算モデル

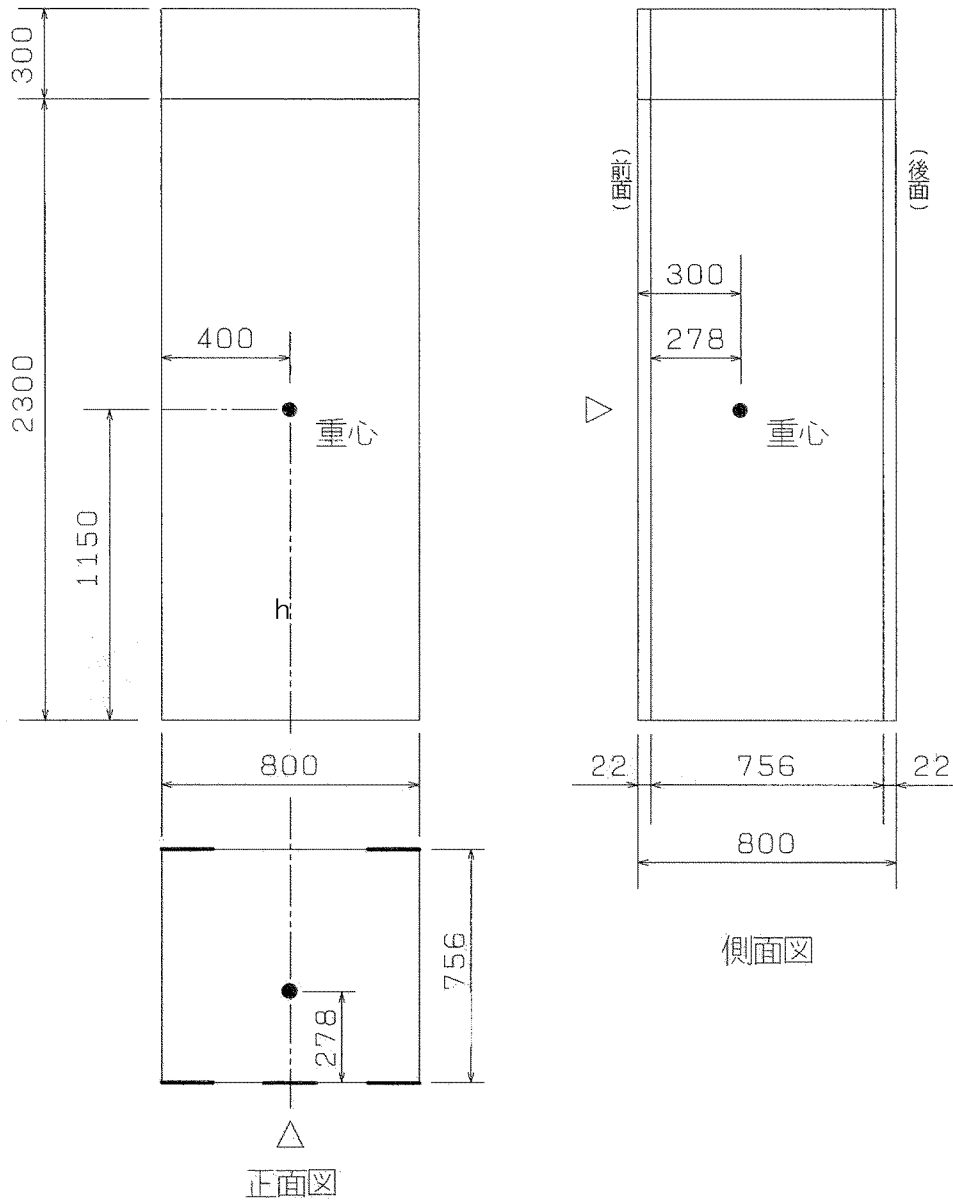
解析モデルを第 5-3 図～第 5-5 図に示す。



第 5-2 図 溶接長



第 5-3 図 溶接サイズ



第 5-4 図 重心位置

### 5.4.3 応力計算

#### (1) 前後方向

有効断面積（溶接箇所一箇所あたり）  $S = a\ell$

盤の転倒による引張力により溶接部ののど面に加わる引張応力は、前面を支点として、モーメントの釣合いより

$$W\{C_H h - (1 - C_V)L'\}g = \sigma n' S \ell_6$$
$$\therefore \sigma = \frac{Wg}{n' S \cdot \ell_6} \{C_H h - (1 - C_V)L'\}$$

盤へのせん断力により溶接部ののど面に加わるせん断応力は、力の釣合いにより

$$\tau(n + n')S = W \cdot C_H \cdot g$$
$$\therefore \tau = \frac{W \cdot C_H \cdot g}{(n + n')S}$$

前後方向の振動により、溶接部ののど面に加わる応力が最大となるのは、 $\sigma$ と $\tau$ が同時に加わった場合であるため、前後方向に発生する最大の応力は

$$f_{max} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\left[ \frac{Wg}{n' S \ell_6} \{C_H h - (1 - C_V)L'\} \right]^2 + \left\{ \frac{W C_H g}{(n + n') S} \right\}^2}$$

(2) 左右方向

盤の転倒による引張力により溶接部ののど面に加わる引張応力は、  
左側面を支点として、  
モーメントの釣合より、

$$\begin{aligned} W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g &= 2 \int_{\ell_2}^{\ell_1} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx + \int_{\ell_4}^{\ell_3} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx + 2 \int_0^{\ell_5} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx \\ &= \frac{\sigma \cdot a}{l_1} \left\{ 2 \int_{\ell_2}^{\ell_1} \sigma(x) \cdot x \cdot dx + \int_{\ell_4}^{\ell_3} \sigma(x) \cdot x \cdot dx + 2 \int_0^{\ell_5} \sigma(x) \cdot x \cdot dx \right\} \\ &= \frac{\sigma \cdot a}{3\ell_1} \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\} \\ \therefore \sigma &= \frac{3\ell_1 W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g}{a \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\}} \end{aligned}$$

盤へのせん断力により溶接部ののど面に加わるせん断応力は、力の釣合により

$$\begin{aligned} \tau(n + n')S &= W \cdot C_H \cdot g \\ \therefore \tau &= \frac{W \cdot C_H \cdot g}{(n + n')S} \end{aligned}$$

左右方向の振動により、溶接部ののど面に加わる応力が最大となるのは、 $\sigma$ と $\tau$ が同時に加わった場合であるから、左右方向に発生する最大のせん断応力は

$$f_{max} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\left[ \frac{3\ell_1 W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g}{a \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\}} \right]^2 + \left\{ \frac{WC_H g}{(n + n')S} \right\}^2}$$

## 5.5 応力評価条件

### 5.5.1 応力計算条件

#### (1) 盤関係

項目		記号	単位	数値
盤質量(1面)		W	kg	700
重力加速度		g	m/s <sup>2</sup>	9.80665
盤側面から機器重心までの距離		L	mm	400
盤正面から機器重心までの距離		L'	mm	278
重心の高さ		h	mm	1,150
溶接部有効断面積(1ヶ所あたり)		S	mm <sup>2</sup>	369.6
溶接部有効のど厚		a	mm <sup>2</sup>	4.2
溶接全長		ℓ'	mm	100
溶接の有効長さ		ℓ	mm	88
前面溶接箇所数		n	—	3
裏面溶接箇所数		n'	—	2
左右方向	溶接端部から各溶接部間の距離	ℓ <sub>1</sub>	mm	794
		ℓ <sub>2</sub>	mm	706
		ℓ <sub>3</sub>	mm	444
		ℓ <sub>4</sub>	mm	356
		ℓ <sub>5</sub>	mm	94
		ℓ <sub>6</sub>	mm	756

## 6. 機能維持評価

蓄電池（3系統目）切替盤は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その維持がされていることを示す。

### 6.1 機能維持評価方法

蓄電池（3系統目）切替盤の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体(MCCB)の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第6-1表に示す。

第6-1表 機能確認済加速度

項目	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

## 耐震計算結果

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-4

玄海原子力発電所 第 4 号機



耐震計算結果は、以下の資料により構成されている。

資料6-4-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果

資料6-4-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

資料6-4-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

資料6-4-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算結果

## 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果

設計及び工事計画認可申請添付資料6-4-1

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 4 - 1 - 1
2. 固有値解析結果 .....	6 (4) - 4 - 1 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 4 - 1 - 2
4. 評価結果 .....	6 (4) - 4 - 1 - 2
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 4 - 1 - 2

## 1. 概 要

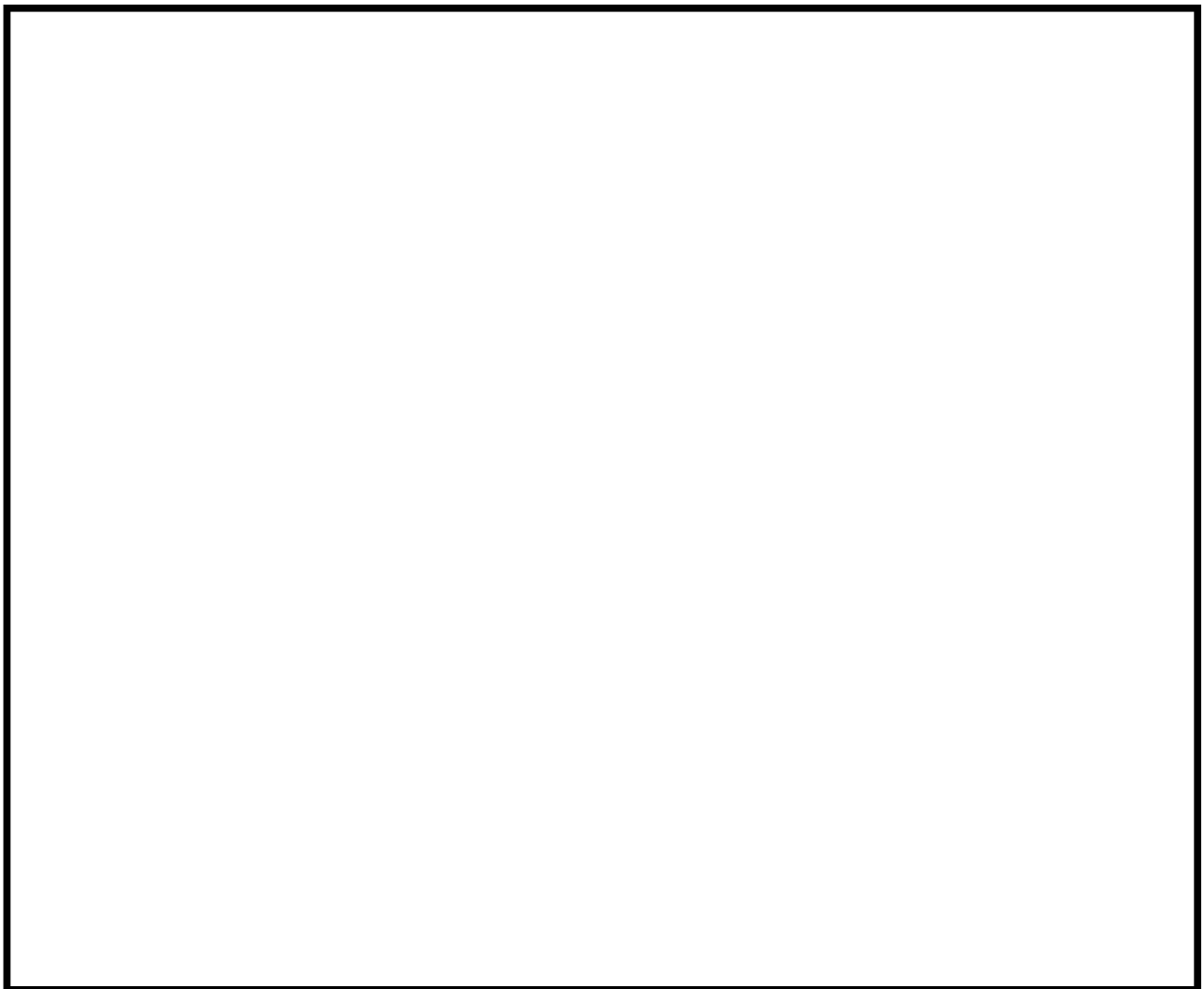
本資料は、蓄電池（3系統目）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を第2-1表に、1次の振動モード図を第2-1図に示す。

第2-1表 固有振動数

次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数			卓越相当 部材
		X方向	Y方向	Z方向	
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	架台全体



第2-1図 振動モード（1次）

### 3. 設計用加速度

設計用加速度を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 設計用加速度

方向	記号	設計用加速度 <sup>(注)</sup> (×9.8m/s <sup>2</sup> )
水平	$\alpha_H$	1.092
鉛直	$\alpha_V$	0.648

(注) 蓄電池 (3 系統目) の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、設計用加速度には最大床加速度の 1.2 倍の値を使用する。

### 4. 評価結果

#### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

蓄電池 (3 系統目) の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。したがって、電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第 4-1 表に、最大応力発生箇所を第 4-1 図に示す。

第4-1表 基準地震動 S<sub>s</sub> による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>) (1/2)

評価対象設備		評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値		
					MPa	MPa		
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3系統目)	□	引張応力	左右+上下	5	276	
					前後+上下	4		
				せん断応力	左右+上下	71	159	
					前後+上下	15		
				圧縮応力	左右+上下	6	199	
					前後+上下	5	187	
				曲げ応力	左右+上下	18	276	
					前後+上下	24		
				組合せ 応力	(注1) 引張+ 曲げ	左右+上下	0.07 (注3)	1 (注3)
						前後+上下	0.09 (注3)	
					(注2) 圧縮+ 曲げ	左右+上下	0.08 (注3)	
						前後+上下	0.10 (注3)	

第4-1表 基準地震動 S<sub>s</sub> による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>) (2/2)

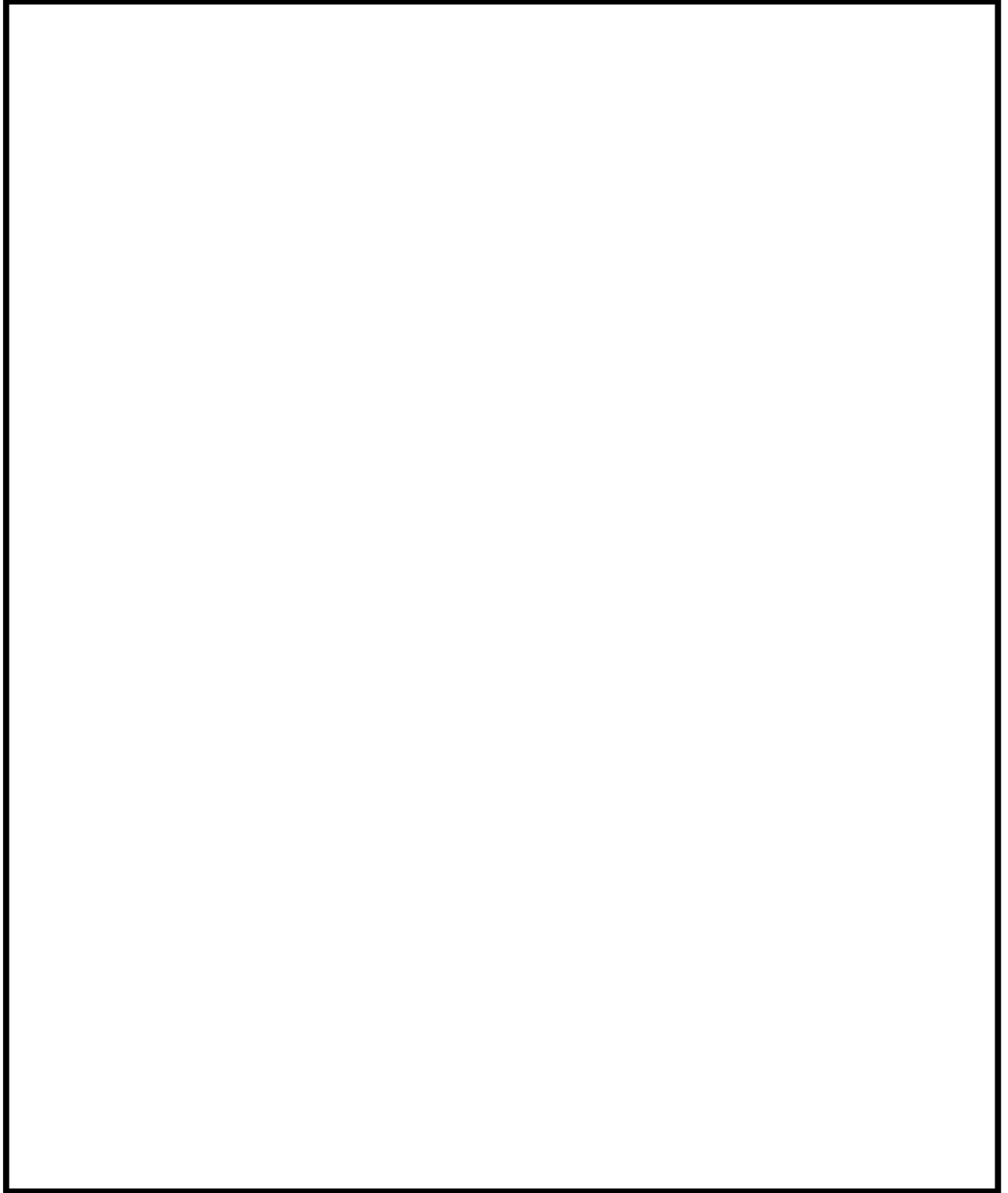
評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3系統目)	□	引張応力	左右+上下	72	276
					前後+上下	15	
				せん断応力	左右+上下	22	159
					前後+上下	45	
				組合せ応力	左右+上下	72	276 (注4)
					前後+上下	15	

(注1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$

(注2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

(注3) 単位なし

(注4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 f_t^* - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$ とする。



第 4-1 図 最大応力発生箇所



## 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-4-2

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 4 - 2 - 1
2. 固有値測定試験結果 .....	6 (4) - 4 - 2 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 4 - 2 - 1
4. 評価結果 .....	6 (4) - 4 - 2 - 1
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 4 - 2 - 1

## 1. 概要

本資料は、計装電源盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値測定試験結果

固有振動数の測定結果を第2-1表に示す。

第2-1表 固有振動数

加振方向		固有振動数 (Hz)
水平	前後	30以上
	左右	
鉛直		

## 3. 設計用加速度

設計用加速度を第3-1表に示す。

第3-1表 設計用加速度

地震動	方向	記号	設計用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動 $S_s$	水平	$C_H$	1.092
	鉛直	$C_V$	0.648

(注) 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、設計用加速度は最大床加速度の1.2倍の値を使用する。

## 4. 評価結果

### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。

#### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第4-1表に示す。

#### (2) 機能維持に関する評価

電氣的機能維持評価結果を第4-2表に示す。

第4-1表 基準地震動  $S_s$  による評価結果( $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ )

評価対象設備			評価部位	応力分類	発生値	評価基準値
					MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	計装電源盤 (3系統目蓄電池用)	基礎ボルト	引張応力	9	276
				せん断応力	8	159
				組合せ応力	9	276 <sup>(注1)</sup>

(注1) 引張応力( $\sigma_t$ )とせん断応力( $\tau$ )との組合せ応力の評価基準値は  $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5ft^* - 1.6\tau, 1.5ft^*)$  とする。

第4-2表 電氣的機能維持評価結果 (重大事故等対処施設)

評価対象設備			加速度 確認部位	機能維持確認済加速度との比較				詳細評価
				水平加速度 ( $\times 9.8m/s^2$ )		鉛直加速度 ( $\times 9.8m/s^2$ )		
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度	
非常用電源設備	その他の電源装置	計装電源盤 (3系統目蓄電池用)	機器取付位置	0.91	<input type="checkbox"/>	0.54	<input type="checkbox"/>	—

(注) 計装電源盤 (3系統目蓄電池用) の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

## 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

設計及び工事計画認可申請添付資料6-4-3

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 4 - 3 - 1
2. 固有値解析結果 .....	6 (4) - 4 - 3 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 4 - 3 - 2
4. 評価結果 .....	6 (4) - 4 - 3 - 2
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 4 - 3 - 2

## 1. 概 要

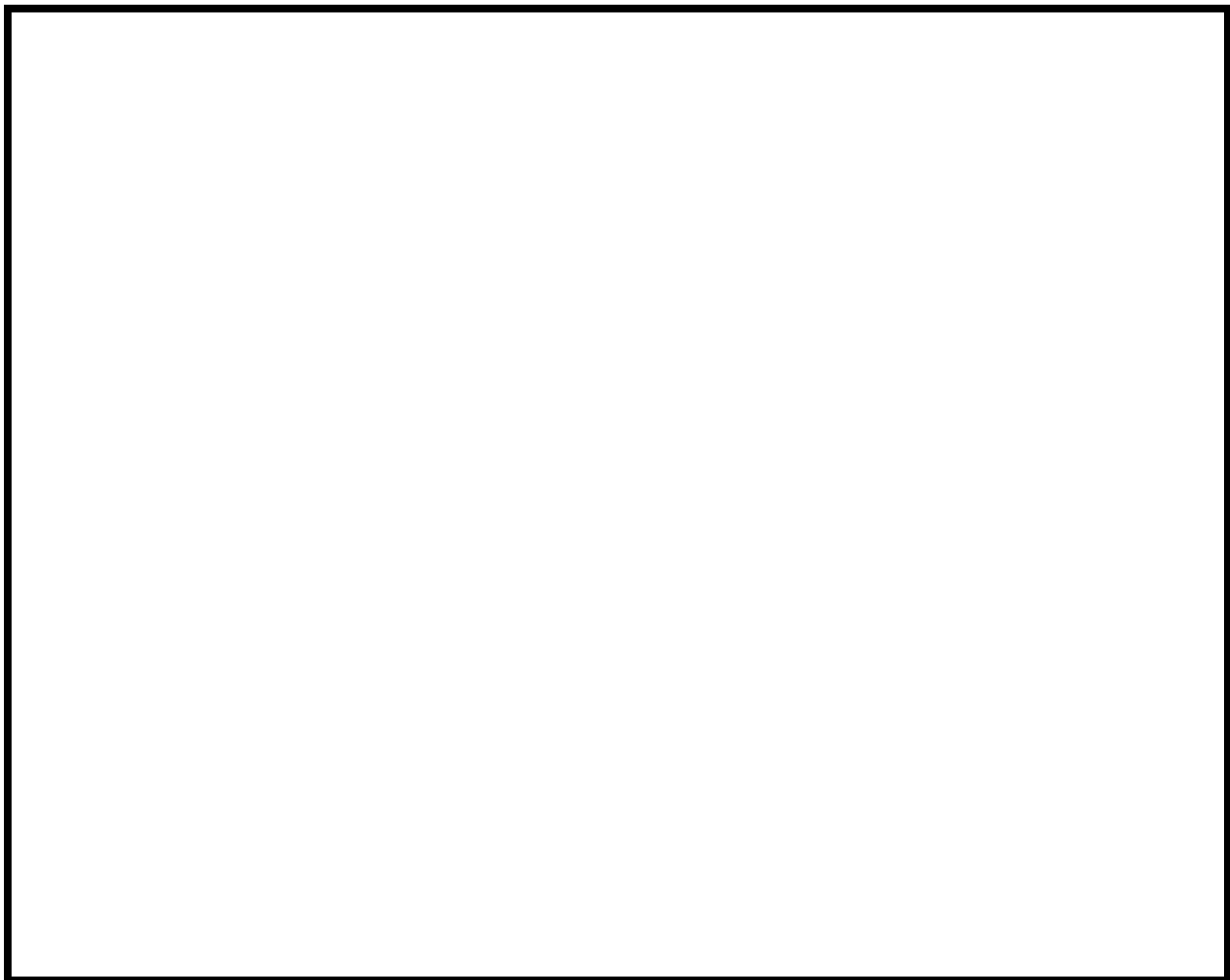
本資料は、充電器盤（3 系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を第 2-1 表に、1 次の振動モード図を第 2-1 図に示す。

第 2-1 表 固有振動数

次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数			卓越相当 部材
		X 方向	Y 方向	Z 方向	
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	盤全体



第 2-1 図 振動モード（1 次）

### 3. 設計用加速度

設計用加速度を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 設計用加速度

方向	記号	設計用加速度 <sup>(注)</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	$\alpha_H$	1.092
鉛直	$\alpha_V$	0.648

(注) 充電器盤 (3 系統目蓄電池用) の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、設計用加速度には最大床加速度の 1.2 倍の値を使用する。

### 4. 評価結果

#### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

充電器盤 (3 系統目蓄電池用) の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。

##### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第 4-1 表に、最大応力発生箇所を第 4-1 図に示す。

##### (2) 機能維持に関する評価



電氣的機能維持評価結果を第 4-2 表に示す。



第4-1表 基準地震動 S<sub>s</sub> による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>) (1/2)

評価対象設備		評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値	
					MPa	MPa	
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3系統目蓄電池用)	引張応力	左右+上下	9	276	
				前後+上下	5		
			せん断応力	左右+上下	23	159	
				前後+上下	16		
			圧縮応力	左右+上下	10	75	
				前後+上下	8		
			曲げ応力	左右+上下	42	276	
				前後+上下	32		
			組合せ 応力	(注1) 引張+ 曲げ	左右+上下	0.16 (注3)	1 (注3)
					前後+上下	0.12 (注3)	
				(注2) 圧縮+ 曲げ	左右+上下	0.25 (注3)	
					前後+上下	0.13 (注3)	
			組合せ	左右+上下	65	276	
				前後+上下	60		

第 4-1 表 基準地震動 Ss による評価結果(D+PsAD+MsAD+Ss) (2/2)

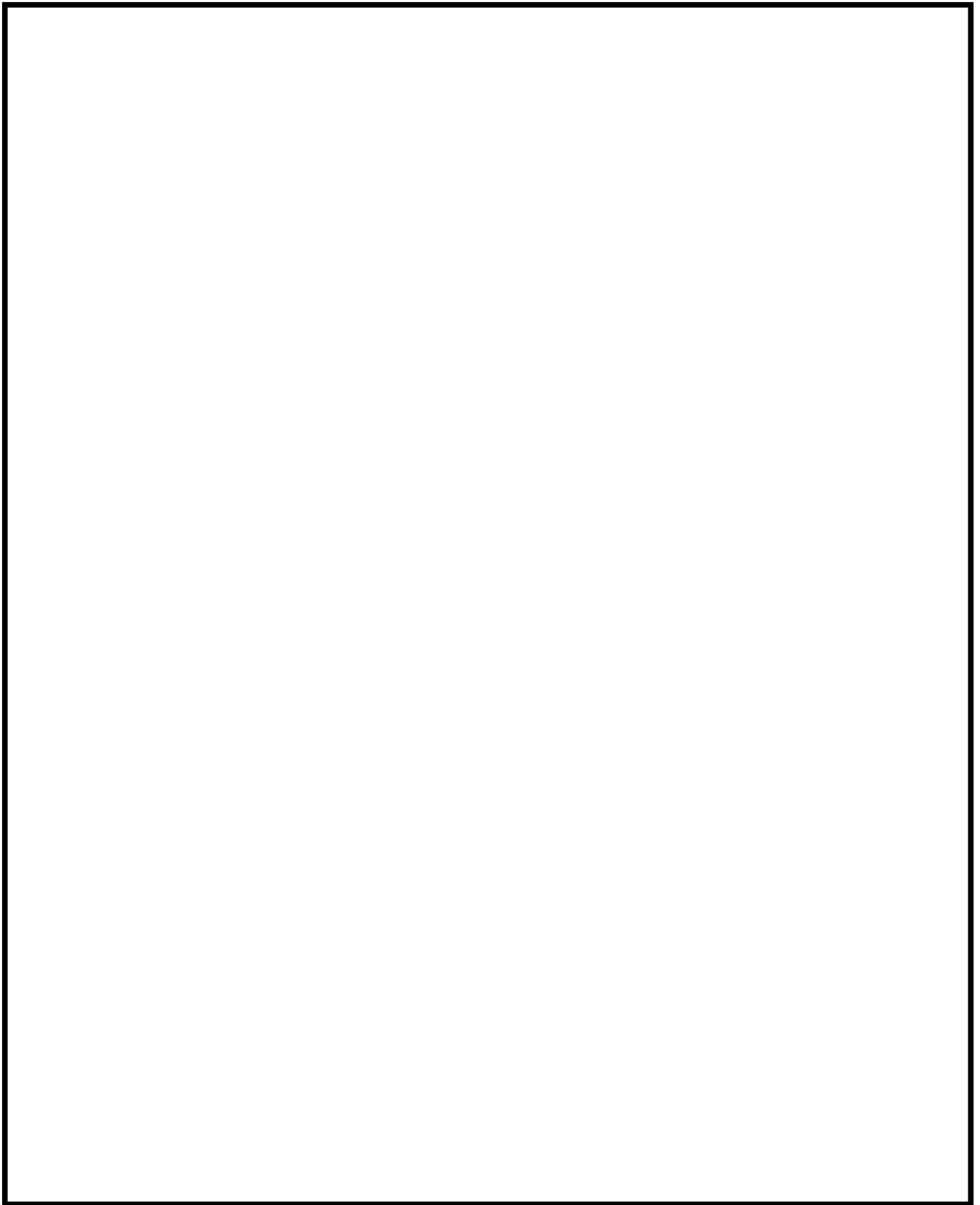
評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3系統目蓄電池用)		引張応力	左右+上下	14	276
					前後+上下	12	
				せん断応力	左右+上下	30	159
					前後+上下	34	
				組合せ応力	左右+上下	14	276 (注4)
					前後+上下	12	
		引張応力	左右+上下	20	276		
			前後+上下	15			
		せん断応力	左右+上下	26	159		
			前後+上下	32			
		組合せ応力	左右+上下	20	276 (注4)		
			前後+上下	15			

(注 1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$

(注 2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

(注 3) 単位なし

(注 4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 f_t^* - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$ とする。



第 4-1 図 最大応力発生箇所

第 4-2 表 電氣的機能維持評価結果（重大事故等対処施設）

評価対象設備			機能確認済加速度との比較				
			加速度確認 部位	水平加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		鉛直加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度
非常用 電源 設備	その他	充電器盤 (3 系統目蓄電池用)	—	0.91	□	0.54	□

（注）充電器盤（3 系統目蓄電池用）の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

蓄電池（3系統目）切替盤の  
耐震計算結果

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-4-4

玄海原子力発電所第4号機

# 目 次

	頁
1. 概要 .....	6 (4) - 4 - 4 - 1
2. 固有値測定試験結果 .....	6 (4) - 4 - 4 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 4 - 4 - 1
4. 評価結果 .....	6 (4) - 4 - 4 - 2
4.1 評価結果 .....	6 (4) - 4 - 4 - 2

## 1. 概要

本資料は、蓄電池（3系統目）切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値測定試験結果

固有振動数の測定結果を第2-1表に示す。

第2-1表 固有振動数

加振方向		固有振動数 (Hz)
水平	前後	30Hz以上
	左右	
鉛直		

## 3. 設計用加速度

設計用加速度を第3-1表に示す。

第3-1表 設計用加速度

地震動	項目	記号	設計用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動 $S_s$ <sup>(注1)</sup>	水平	$C_H$	1.10
	鉛直	$C_V$	0.68

(注1) 蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、設計用加速度には動的地震力における最大床加速度の1.2倍の値を使用する。

## 4. 評価結果

### 4.1 評価結果

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。また、評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、電氣的機能が維持されることを確認した。

#### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動 $S_s$ に対する応力評価結果を第4-1表に示す。

#### (2) 機能維持に関する評価

電氣的機能維持評価結果を第4-2表に示す。



第4-1表 基準地震動Ssによる評価結果(D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+Ss)

評価対象設備			評価部位	応力分類	方向 <sup>(注1)</sup>	発生値	許容値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他	蓄電池 (3系統目) 切替盤	溶接部	せん断応力 <sup>(注2)</sup>	前後+上下	16	156
					左右+上下	14	

(注1) 盤の正面に直行する方向を前後方向、盤の正面と平行な方向を左右方向とする。

(注2) 発生値は組合せ応力であるが、許容値にせん断応力の値を用いるため、応力分類はせん断応力として示す。

第4-2表 電気的機能維持評価結果

評価対象設備			機能確認済加速度との比較				詳細評価	
			加速度確認部位	水平加速度 (×9.8m/s <sup>2</sup> )		鉛直加速度 (×9.8m/s <sup>2</sup> )		
				評価用加速度	機能確認済加速度	評価用加速度		機能確認済加速度
非常用電源設備	その他	蓄電池 (3系統目) 切替盤	盤頂部	0.91	□	0.56	□	—

(注) 蓄電池 (3系統目) 切替盤の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

# 原子炉補助建屋の耐震説明書

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-5

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 5 - 1
2. 原子炉補助建屋（既設部分） .....	6 (4) - 5 - 2
2.1 概 要 .....	6 (4) - 5 - 2
2.2 評価条件の比較 .....	6 (4) - 5 - 2
2.3 評価結果 .....	6 (4) - 5 - 4
3. 計装電源盤室（3 系統目）壁 .....	6 (4) - 5 - 5
3.1 概 要 .....	6 (4) - 5 - 5
3.2 基本方針 .....	6 (4) - 5 - 6
3.3 波及的影響評価方法 .....	6 (4) - 5 - 12
3.4 波及的影響評価結果 .....	6 (4) - 5 - 27

## 1. 概 要

本資料は、既設建屋である原子炉補助建屋内に申請設備である所内常設直流電源設備（3 系統目）を設置するにあたり、計装電源盤（3 系統目）等を収容する計装電源盤室（3 系統目）を構築するための壁の設置など、建屋の工事を実施することから、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された設計及び工事の計画（以下、本資料内では「既工事計画」という。）において実施した原子炉補助建屋の地震応答解析及び耐震評価に対する影響確認を行うものである。

影響確認は、既工事計画の添付資料 3-6「地震応答解析の基本方針」に基づく原子炉補助建屋の地震応答解析並びに同資料 3-9「機能維持の基本方針」に基づき、原子炉補助建屋の地震時の構造強度の確認を実施するものとし、その評価は、地震応答解析による評価及び応力解析による評価により行う。

原子炉補助建屋は、重大事故等対処施設においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物に分類される。

原子炉補助建屋の地震応答解析および応力評価は、申請設備の設置及びそれに付随する建屋の工事による建屋重量の変化等、既工事計画において設定した評価条件への影響等が軽微である場合は既工事計画における評価結果を引用して実施する。既工事計画において設定した評価条件と比較し、影響が軽微でない場合は、本設計及び工事計画に係る変更の影響を考慮した評価条件を設定し、解析により評価を実施する。

なお、所内常設直流電源設備（3 系統目）を設置するにあたり、申請設備の間接支持構造物である原子炉補助建屋内に新設する壁については、申請設備の近傍に新たに設置することから、その倒壊による波及的影響によって、申請設備の重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないような設計となっていることを、Ss 地震による地震力によって生じる応力に対する新設部分の断面の評価を実施することにより確認する。

以上の内容を、原子炉補助建屋の地震応答解析及び耐震評価に対する影響確認については、「2. 原子炉周辺建屋（既設部分）」、新設部分の断面の評価については「3. 計装電源盤室（3 系統目）壁」に示す。

## 2. 原子炉補助建屋（既設部分）

### 2.1 概 要

本資料は、原子炉補助建屋内に申請設備である所内常設直流電源設備（3系統目）を設置するにあたり、建屋の工事を実施することから、既工事計画において実施した原子炉補助建屋の地震応答解析及び耐震評価に対する影響確認を行うものである。

### 2.2 評価条件の比較

原子炉補助建屋の常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物としての評価条件について、建屋の状況、各荷重及び許容限界を比較した。

その結果、申請設備の設置及びそれに付随する建屋の工事による評価条件への影響は軽微であり、既工事計画の評価条件を見直す必要はないことを確認した。

以下に確認した評価条件を示す。

#### (1) 建屋の状況

原子炉補助建屋の耐震壁は、既工事計画の認可以降、形状及び寸法について、変更はない。

#### (2) 固定荷重及び積載荷重

固定荷重及び積載荷重は、申請設備の設置及びそれに付随する建屋の工事により、既工事計画において設定した固定荷重及び積載荷重から変更があるが、その影響は軽微である。

#### (3) 地震荷重

地震荷重は、固定荷重及び積載荷重の変更の影響を受けるが、その影響は軽微であることから、既工事計画において適用している地震荷重から変更はない。

#### (4) 風荷重

風荷重は、既工事計画において、原子炉補助建屋はコンクリート構造物であり、自重の大きな施設であることから風荷重の影響は小さいとしている方針から変更はない。

(5) 積雪荷重

積雪荷重は、既工事計画において積載荷重等に包絡されることから、地震荷重及び積載荷重の組合せで考慮されるとしている方針から変更はない。

(6) 許容限界

構造部材の健全性評価、構造物全体の安定性評価の許容限界に対する考え方が同じであることから、既工事計画において適用している許容限界から変更はない。

## 2.3 評価結果

申請設備の設置及びそれに付随する建屋の工事による評価条件への影響等が軽微であることから、原子炉補助建屋の地震応答解析および応力評価は、既工事計画の添付資料 3-16-5「原子炉補助建屋の地震応答解析」及び同資料 3-16-6「原子炉補助建屋の耐震計算書」に示す結果に影響がないことを確認した。

### 3. 計装電源盤室（3系統目）壁

#### 3.1 概要

本資料は、資料6-2「波及的影響に係る基本方針」の耐震評価方針に基づき、計装電源盤等の申請設備近傍に設置する壁が、申請設備に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。



## 3.2 基本方針

### 3.2.1 位置

壁の設置位置図を第3-1図に示す。



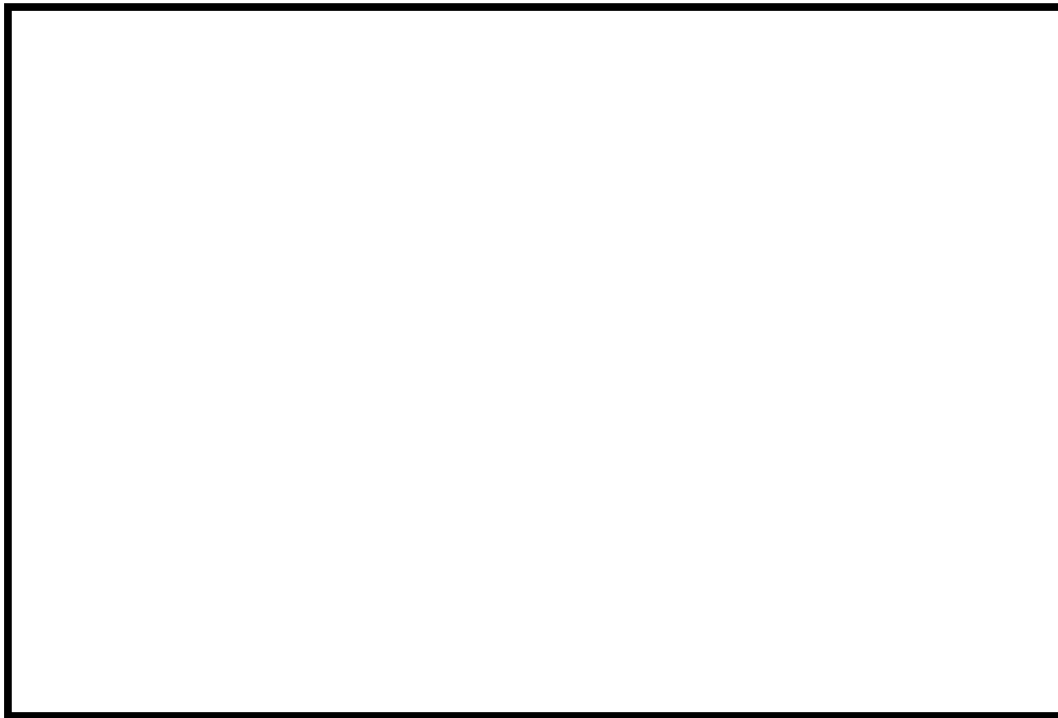
EL. - 3.5m 配置図

第3-1図 壁の設置位置図

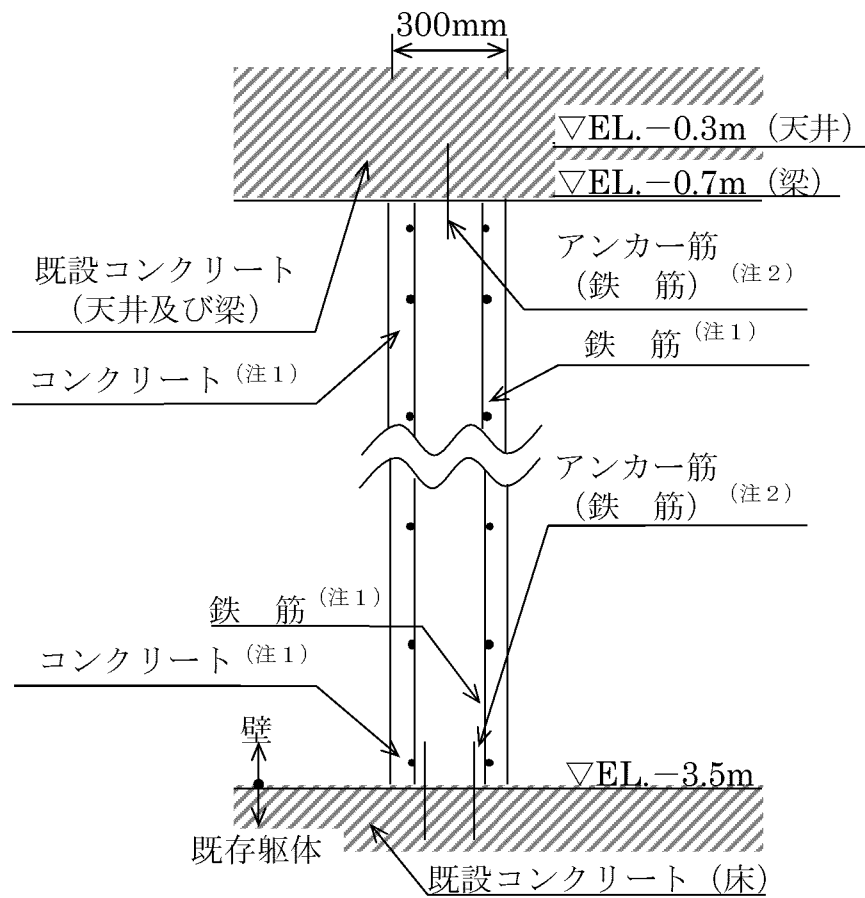
### 3.2.2 構造概要

所内常設直流電源設備（3系統目）は原子炉補助建屋の EL. - 3.5m レベルに設置され、その周囲を堰及び壁により囲まれている。

堰及び壁設置位置の概略平面図及び概略断面図を第 3-2 図及び第 3-3 図に示す。



第 3-2 図 概略平面図



(a) A-A 断面図

(注1) 既存の鉄筋コンクリート躯体と一体化

(注2) アンカー筋は接着系アンカーとし、既設コンクリートへの定着長さは、天井及び梁は径の13倍以上、床は径の18倍以上とする。

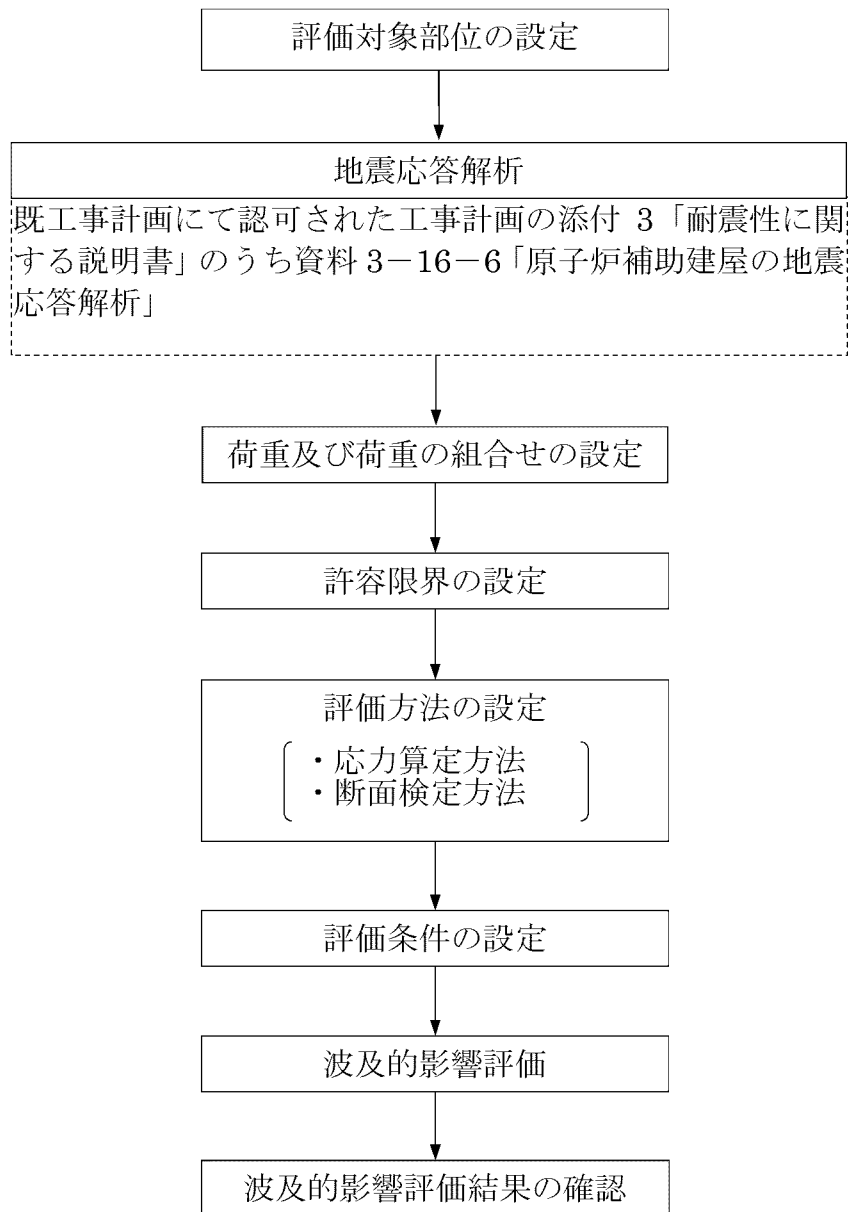
第3-3図 概略断面図

### 3.2.3 評価方針

壁について、Ss 地震時に対する静的解析を行い、解析結果の応力を用いた断面の評価により、壁の倒壊により、申請設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

静的解析に用いる地震力について、既工事計画にて認可された工事計画の添付 3「耐震性に関する説明書」のうち資料 3-16-6「原子炉補助建屋の地震応答解析」の解析結果を用い、地盤定数を含む材料物性のばらつきを考慮する。

波及的影響の評価フローを第 3-4 図に示す。



第 3-4 図 波及的影響の評価フロー

### 3.2.4 適用規格

壁の波及的影響の評価において、既に認可された設計及び工事の計画で実績のある以下の規格を適用する。

- 建築基準法及び同施行令
- 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社)日本建築学会、2005 制定）
- 各種合成構造設計指針・同解説（(社)日本建築学会、2010 改定）

### 3.3 波及的影響評価方法

壁の波及的影響の評価は、静的解析を行い、壁の、鉄筋に生じる軸力及び曲げモーメント、アンカー筋に生じる曲げモーメント、軸力及びせん断力並びにコンクリートに生じるせん断力及び圧縮力が許容限界を超えないことで、Ss地震時に壁及び天井が倒壊に至らないことを確認する。

#### 2.3.1 評価対象部位

評価対象部位は、壁とする。評価対象となる壁の仕様を第3-1表に示す。

第3-1表 評価対象となる壁の仕様

設計断面		
幅	高さ	配筋量 (mm <sup>2</sup> /m)
0.30m	2.8m	794 (D16@250 縦横ダブル)

### 3.3.2 荷重及び荷重の組合せ

#### (1) 荷 重

##### a. 固定荷重(G)

壁の自重を第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 壁の自重

種 類	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	形状	幅 (m)	高さ (m)	単位幅あたりの重量(kN) <sup>(注)</sup>
鉄筋コンクリート Fc 30.0(N/mm <sup>2</sup> )	24.0	一方向版	0.3	2.80	20.2

(注) 1m あたりの重量。保守的に開口部にも鉄筋コンクリートが存在するものとして自重を算出する。



b. 地震荷重(Ks)

地震荷重は、基準地震動 Ss による荷重を考慮する。

地震荷重は、既工事計画にて認可された工事計画の添付 3「耐震性に関する説明書」のうち資料 3-16-6「原子炉補助建屋の地震応答解析」による材料物性のばらつき等を考慮した地震応答解析結果に基づき設定する。

評価においては、基準地震動 Ss-1～Ss-5 による最大応答加速度を用いる。壁は天井まで立ち上げるため、地震応答解析に基づいて算定された壁の設置高さより上階における最大応答加速度から設計震度を設定する。壁及び天井の設置高さより上階の最大応答加速度を重力加速度で除して算出した耐震評価に用いる設計震度を第 3-3 表に示す。

$$K_s = (G) \cdot k$$

ここで、Ks : 地震荷重 (kN)

G : 固定荷重 (kN)

k : 設計震度

第 3-3 表 壁の設置位置における最大応答加速度及び設計震度

質点	地震力の作用方向		応答加速度(cm/s <sup>2</sup> )						設計震度 k
			Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5		
							Ss-5NS	Ss-5EW	
3 (EL.3.7m)	水平	NS 方向	1,120	819	1,190	974	843	905	1.12
		EW 方向	1,170	357	734	941	869	1,010	
		鉛直	595	248	452	528	664		0.678

○ : 最大値

(2) 荷重の組合せ

壁の耐震計算では、壁の固定荷重(G)と地震荷重( $K_{SH}$ ,  $K_{SUD}$ )との組合せを考慮する。

荷重の組合せを第3-4表に示す。

第3-4表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
Ss 地震時	G + $K_{SH}$ + $K_{SUD}$

G : 固定荷重

$K_{SH}$  : 基準地震動 Ss による水平方向の地震荷重

$K_{SUD}$  : 基準地震動 Ss による鉛直方向の地震荷重

3.3.3 許容限界

「3.3.1 評価対象部位」にて設定している評価対象部位の部材ごとに機能損傷モードを考慮し、短期許容応力度又は短期許容荷重を設定する。

(1) 鉄筋

「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社)日本建築学会、2005 制定）」に基づき算定した短期許容応力度を許容限界として設定する。鉄筋の短期許容応力度を第3-5表に示す。

第3-5表 鉄筋の短期許容応力度

鉄筋径	種類	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
D16	SD295A	295

(2) アンカー筋

「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会、2010 改定）」に基づき算定した短期許容荷重を許容限界として設定する。アンカー筋の短期許容荷重を第 3-6 表に示す。

第 3-6 表 アンカー筋の短期許容荷重

	鉄筋径	種 類	短期許容荷重 (kN/本)	
			引張 <sup>(注1)</sup>	せん断 <sup>(注2)</sup>
アンカー筋 (上 端)	D13	SD295A	22.1	26.1
アンカー筋 (下 端)	D16	SD295A	40.2	41.0

(注1) アンカー筋として使用する鉄筋の降伏強度又は付着力により決まる1本当たりの許容引張力

(注2) アンカー筋として使用する鉄筋のせん断強度、既存躯体の支圧強度及び既存躯体のコーン状破壊により決まる1本当たりの許容せん断力

(3) コンクリート

「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会、2005 制定）」に基づき算定したコンクリートの短期許容応力度を許容限界として設定する。コンクリートの短期許容応力度を第 3-7 表に示す。

第 3-7 表 コンクリートの短期許容応力度

設計基準強度 Fc (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	せん断	圧縮
30.0	1.18	20.0
29.4 (既設部)	1.17	19.6

### 3.3.4 評価方法

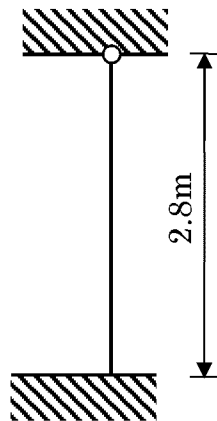
#### (1) 解析モデル

##### a. モデル化の基本方針

応力解析は、壁を一方向版とした解析とする。解析モデルを第3-5図に示す。

##### b. 境界条件

壁下端はアンカー筋のダブル配置による剛接合、天井の既設壁端はアンカー筋のシングル配置によるピン接合とする。



第3-5図 解析モデル

(2) 応力解析方法

壁は、Ss 地震時に対する静的解析を行う。

a. 荷重ケース

Ss 地震時の応力は、以下に示す荷重ケースを組み合わせて求める。

G : 固定荷重

K<sub>SH</sub> : Ss 地震荷重 (水平方向)

K<sub>SUD</sub> : Ss 地震荷重 (鉛直方向)

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースは、組合せ係数法に基づいて設定する。荷重の組合せケースを第3-8表に示す。荷重の組合せケースにおいて、地震荷重は、左加力方向及び鉛直上向きを「+」、右加力方向及び鉛直下向きを「-」とする。

第3-8表 荷重の組合せケース

	ケース No.	荷重の組合せケース
Ss 地震時	1	$G + 1.0K_{SH} + 0.4K_{SUD}$
	2	$G + 1.0K_{SH} - 0.4K_{SUD}$
	3	$G - 1.0K_{SH} + 0.4K_{SUD}$
	4	$G - 1.0K_{SH} - 0.4K_{SUD}$
	5	$G + 0.4K_{SH} + 1.0K_{SUD}$
	6	$G + 0.4K_{SH} - 1.0K_{SUD}$
	7	$G - 0.4K_{SH} + 1.0K_{SUD}$
	8	$G - 0.4K_{SH} - 1.0K_{SUD}$

c. 荷重の入力方法

固定荷重及び地震荷重が壁に等分布荷重として作用するものとする。  
なお、固定荷重による圧縮軸力は控除する。

(3) 応力算定方法

a. 曲げモーメント

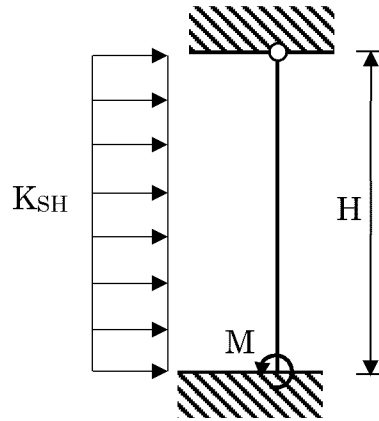
曲げモーメントは次式により算定する。応力模式図を第3-6図に示す。

$$M = \frac{1}{8} \cdot K_{SH} \cdot H$$

ここで、M : 曲げモーメント(kN/m)

$K_{SH}$  : 壁の水平方向の地震荷重(kN)

H : 壁の高さ(m)



第3-6図 応力模式図 (曲げモーメント)

b. せん断力

せん断力は次式により算定する。応力模式図を第 3-7 図に示す。

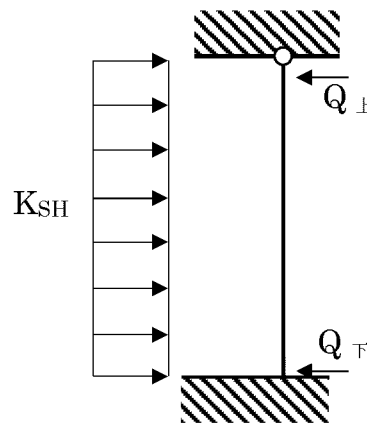
$$Q_{上} = \frac{3}{8} \cdot K_{SH}$$

$$Q_{下} = \frac{5}{8} \cdot K_{SH}$$

ここで、 $Q_{上}$  : 壁上端のせん断力(kN)

$Q_{下}$  : 壁下端のせん断力(kN)

$K_{SH}$  : 壁の水平方向の地震荷重(kN)



第 3-7 図 応力模式図 (せん断力)

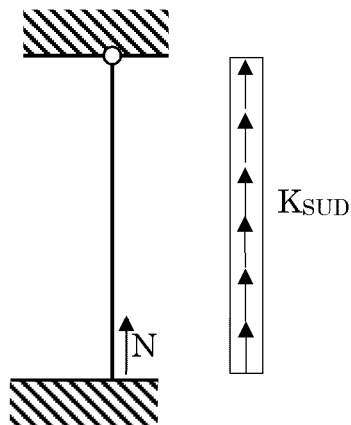
c. 軸力

軸力は次式により算定する。応力模式図を第3-8図に示す。

$$N = \frac{1}{2} \cdot K_{SUD}$$

ここで、N : 軸力(kN)

$K_{SUD}$  : 壁の鉛直方向の地震荷重(kN)



第3-8図 応力模式図 (軸力)



(4) 断面の評価方法

a. 鉄筋

(a) 軸力及び曲げモーメントに対する検定

壁に生じる軸力及び曲げモーメントより、単位幅当りに必要な鉄筋量を次式により算定し、配筋量を超えないことを確認する。

$$a_t = \frac{M}{f_t \cdot j} + \frac{N}{f_t} : \text{鉄筋}$$

ここで、 $a_t$  : 単位幅当りの必要鉄筋量(mm<sup>2</sup>/m)

$M$  : 曲げモーメント(kN・m)

$f_t$  : 鉄筋の短期許容引張応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$j$  : 応力中心距離( $j = \frac{7}{8} \cdot d$ )(mm)

$d$  : 部材の有効せい(mm)

$N$  : 軸力(kN)

b. アンカー筋

(a) 軸力及び曲げモーメントに対する検定

壁の接合部に生じる軸力及び曲げモーメントより、アンカー筋 1 本あたりに生じる引張力を次式により算定し、許容限界を超えないことを確認する。

$$T = \frac{M}{n \cdot j} + \frac{N}{n}$$

ここで、 $T$  : アンカー筋 1 本あたりに生じる引張力(kN/本)

$M$  : 曲げモーメント(kN・m)

$j$  : 応力中心距離( $j = \frac{7}{8} \cdot d$ )(mm)

$d$  : 部材の有効せい(mm)

$N$  : 軸力(kN)

$n$  : 単位幅 (1m) 当たりのアンカー筋本数(本)

(b) せん断力に対する検定

壁の接合部に生じるせん断力より、アンカー筋 1 本あたりに生じるせん断力を次式により算定し、許容限界を超えないことを確認する。

$$Q_a = \frac{Q}{n}$$

ここで、 $Q_a$  : アンカー筋 1 本あたりに生じるせん断力(kN/本)

$Q$  : せん断力(kN)

$n$  : 単位幅 (1m) 当たりのアンカー筋本数(本)

c. コンクリート

(a) せん断力に対する検定

壁に生じるせん断応力度を次式により算定し、コンクリートの許容限界を超えないことを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

ここで、 $\tau$  : せん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$Q$  : せん断力(kN)

$A$  : 壁及び天井の断面積(mm<sup>2</sup>)

(b) 軸力に対する検定

壁に生じる曲げモーメントにより発生するコンクリートの圧縮縁応力度を次式により算定し、コンクリートの許容限界を超えないことを確認する。圧縮縁応力の算定にあたり、圧縮側アンカー筋は考慮しない。

$$\sigma_c = \frac{T' \cdot 2}{x_n \cdot b} \quad \text{: 既設側コンクリート}$$

ここで、 $\sigma_c$  : コンクリートの圧縮縁応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$T'$  : 引張側アンカー筋に生じる引張力(M/j)(kN)

$M$  : 曲げモーメント(kN・m)

$j$  : 応力中心距離( $j = \frac{7}{8} \cdot d$ )(mm)

$d$  : 部材の有効せい(mm)

$x_n$  : 中立軸から圧縮縁までの距離(mm)

$b$  : 単位幅(1,000)(mm)

### 3.3.5 評価条件

評価に用いる入力値を第 3-9 表に示す。

第 3-9 表 評価に用いる入力値(1/2)

記号	単位	定義	数値
K <sub>s</sub>	kN	壁の地震荷重 K <sub>SH</sub> (水平方向)	24.6
		壁の地震荷重 K <sub>SUD</sub> (鉛直方向)	13.7
G	kN	壁の固定荷重	20.2
k	—	設計震度 (水平方向)	1.22
		設計震度 (鉛直方向)	0.678
M	kN・m	曲げモーメント	8.61
H	m	壁の高さ	2.80
Q <sub>上</sub>	kN	壁上端のせん断力	9.22
Q <sub>下</sub>	kN	壁下端のせん断力	15.4
N	kN	軸力	6.83
at	mm <sup>2</sup> /m	単位幅当たりの必要鉄筋量	159
T	kN/本	アンカー筋 1 本あたりに生じる引張力	11.7
n	本	単位幅 (1m) 当たりのアンカー筋本数 (軸力及び曲げモーメント)	4
n	本	単位幅 (1m) 当たりのアンカー筋本数 (せん断力) (上端)	4
n	本	単位幅 (1m) 当たりのアンカー筋本数 (せん断力) (下端)	8
j	mm	応力中心距離	195
d	mm	部材の有効せい	223
Q <sub>a</sub>	kN/本	アンカー筋 1 本あたりに生じるせん断力 (上端)	2.31
Q <sub>a</sub>	kN/本	アンカー筋 1 本あたりに生じるせん断力 (下端)	1.92
τ	N/mm <sup>2</sup>	せん断応力度 (上端)	0.0307
τ	N/mm <sup>2</sup>	せん断応力度 (下端)	0.0512
A	mm <sup>2</sup>	壁の断面積	300,000

第 3-9 表 耐震評価に用いる入力値 (2/2)

記号	単位	定義	数値
$\sigma_c$	N/mm <sup>2</sup>	コンクリートの圧縮縁応力度	1.06
<b>T</b>	kN	引張側アンカー筋に生じる引張力	44.1
$x_n$	mm	中立軸から圧縮縁までの距離	83.6
<b>b</b>	mm	単位幅	1,000

#### 3.4 波及的影響評価結果

波及的影響評価結果を第 3-10 表に示す。

Ss 地震時における壁に生じる応力度又は荷重が許容限界を超えないことを確認した。

したがって、新設する壁は、Ss 地震により倒壊に至る恐れはないことから、申請設備に対して波及的影響を与える恐れはない。

第3-10表 評価結果

部位	使用材料		ケース No.	①発生応力度 <sup>(注1)</sup>		②許容限界 <sup>(注2)</sup>		検定値 (①/②)
壁	鉄筋	軸力及び曲げモーメント	2,4	159	(mm <sup>2</sup> /m)	794	(mm <sup>2</sup> /m)	0.21
	コンクリート	せん断力（上端）	1,2,3,4	$3.07 \times 10^{-2}$	(N/mm <sup>2</sup> )	1.18	(N/mm <sup>2</sup> )	0.03
		せん断力（下端）	1,2,3,4	$5.12 \times 10^{-2}$	(N/mm <sup>2</sup> )	1.18	(N/mm <sup>2</sup> )	0.06
		軸力	1,2,3,4	1.06	(N/mm <sup>2</sup> )	19.6	(N/mm <sup>2</sup> )	0.05
	アンカー筋	軸力及び曲げモーメント	2,4	11.7	(kN/本)	40.2	(kN/本)	0.30
		せん断力（上端）	1,2,3,4	2.31	(kN/本)	26.1	(kN/本)	0.09
		せん断力（下端）	1,2,3,4	1.92	(kN/本)	41.0	(kN/本)	0.05

(注1) 鉄筋は必要鉄筋量、アンカー筋は1本あたりの発生荷重を示す。

(注2) 鉄筋は設計配筋量を示す。

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

設計及び工事計画認可申請添付資料 6-6

玄海原子力発電所第4号機



## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 6 - 1
2. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価に用いる地震動 .....	6 (4) - 6 - 1
3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価 .....	6 (4) - 6 - 1
3.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する 評価設備（部位）の抽出 .....	6 (4) - 6 - 1
3.2 建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討結果を踏まえた 機器・配管系の設備の抽出 .....	6 (4) - 6 - 4
4. まとめ .....	6 (4) - 6 - 5

## 1. 概要

本資料は、資料6-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2 設計用地震力」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、申請設備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. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価に用いる地震動

玄海原子力発電所の蓄電池及び電気盤の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、玄海原子力発電所の基準地震動Ss-1～Ss-5を包絡した地震動を用いる。

## 3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価

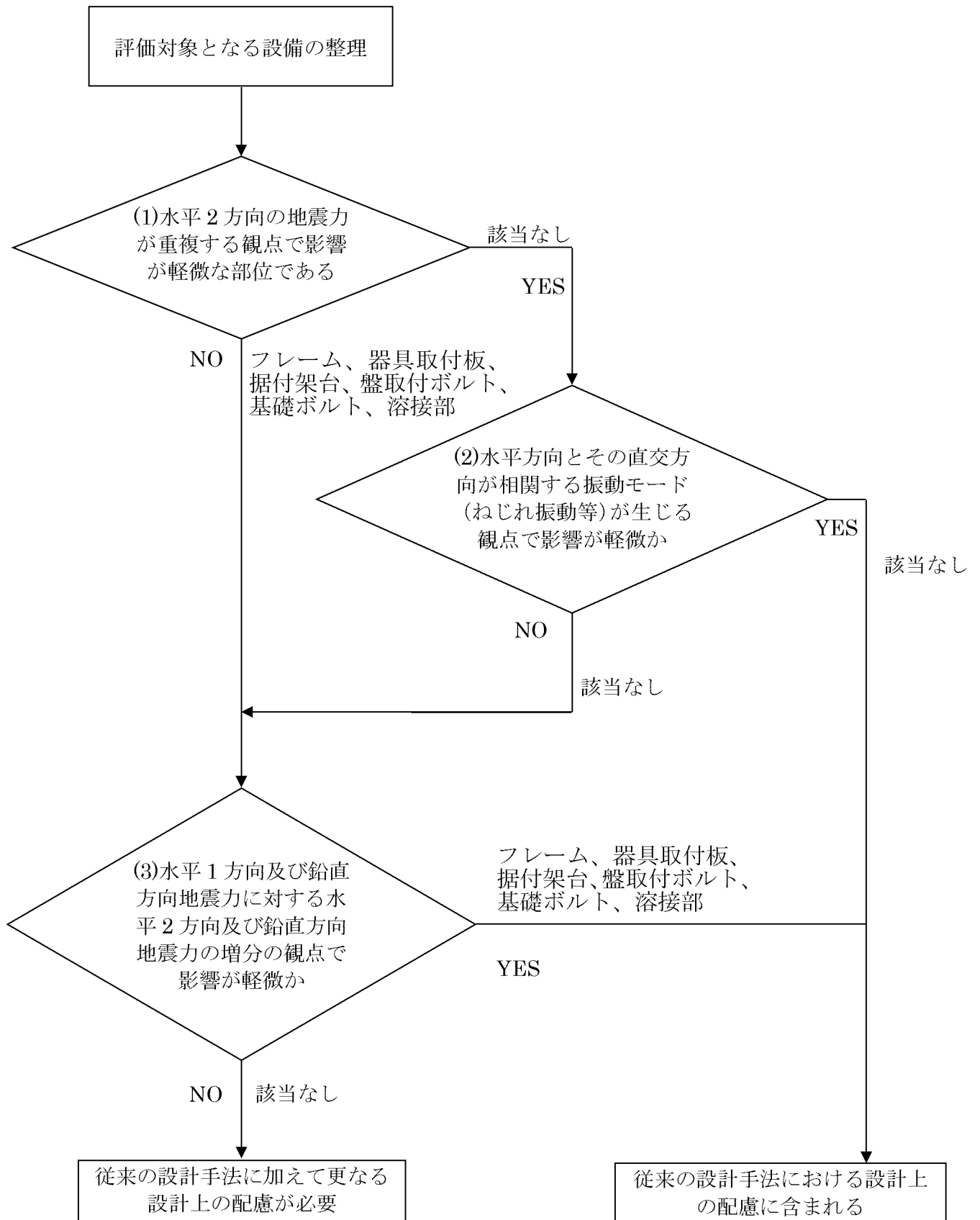
### 3.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価設備（部位）の抽出

評価対象部位を機種毎に分類した結果を第3-1表に示す。各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を、平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-19「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す以下の項目により検討し、影響の可能性のある部位を抽出した。影響評価のフローを第3-1図に示す。

第3-1表 水平2方向入力の影響検討対象設備

設備	部位
蓄電池	基礎ボルト、フレーム
電気盤 <sup>(注)</sup>	フレーム、器具取付板、据付架台、盤取付ボルト、基礎ボルト、溶接部

(注) 電気盤は計装電源盤（3系統目蓄電池用）、充電器盤（3系統目蓄電池用）及び蓄電池（3系統目）切替盤を指す。



第3-1図 水平2方向及び鉛直方向の地震力を考慮した影響評価結果フロー

(1) 水平 2 方向の地震力が重複する観点

水平1方向の地震に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備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設備であるが、蓄電池及び電気盤について、該当するものはなかった。

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

蓄電池及び電気盤の各部位については、水平 2 方向の地震力を想定した場合、水平 1 方向を拘束する構造ではなく、水平 1 方向のみの地震力を受ける部位はないため、影響を受ける。

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

蓄電池及び電気盤の各部位については、水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた場合、その構造により最大応力の発生箇所が同じ箇所もあるため、影響を受ける。

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

蓄電池及び電気盤の各部位については、水平 2 方向の地震を組み合わせた場合、水平 1 方向と同等とはいえない。

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

蓄電池及び電気盤の各部位については、従来評価にて水平 2 方向及び鉛直方向地震力による保守性を考慮していないため、影響を受ける。

(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

蓄電池及び電気盤の各部位については、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっており、評価上有意なねじり振動は発生しない。

(3) 地震力を水平2方向入力としたことによる発生応力等の増分の観点

(1)(2)にて影響の可能性がある設備について、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部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、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

蓄電池及び電気盤は、応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きが明確であり、水平各方向を包絡した床応答曲線を用いて評価を実施しているため、水平2方向及び鉛直方向地震力の増分による耐震性への影響の懸念される部位はない。

以上のとおり、申請設備について、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った。

3.2 建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討結果を踏まえた機器・配管系の設備の抽出

平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の資料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項並びに平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された設計及び工事の計画の資料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なかった。

今回の工事による原子炉補助建屋の評価条件に対する影響は軽微であるため、水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価結果については、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された設計及び工事の計画の資料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」より変更はない。このため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、申請設備が有する耐震性に影響を及ぼす可能性はない。

#### 4. まとめ

水平2方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある設備(部位)について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を確認した結果、応答軸が明確な蓄電池及び電気盤に対し、水平各方向を包絡した床応答曲線を応答軸方向に入力しているため、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備  
の耐震性に関する説明書

## 目 次

- 別添 1-1 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震設計の  
基本方針
- 別添 1-2 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震計算方法
- 別添 1-3 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の耐震計算結果



特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の  
耐震設計の基本方針

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 1
2. 耐震設計の基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 2
2.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 2
2.2 適用規格 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 2
3. 重大事故等対処施設の設備の施設区分 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 3
3.1 重大事故等対処施設の設備の施設区分 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 3
3.2 波及的影響に対する考慮 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 3
4. 耐震設計の基本事項 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 3
4.1 構造計画 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 3
4.2 設計用地震力 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 4
4.3 荷重の組合せ及び許容応力 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 7
4.4 電氣的機能維持の基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 1 - 11

## 1. 概 要

本資料は、発電用原子炉施設の耐震設計が「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72条の特に高い信頼性の要求を受けて、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ことに加え、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力また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ことについて説明するものである。重大事故等対処施設への弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力または静的地震力に対する耐震性の要求は、技術基準規則の第5条及び第50条の対象ではない。

## 2. 耐震設計の基本方針

### 2.1 基本方針

平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-1「耐震設計の基本方針」の「2.1 基本方針」に加え、以下の方針に従って設計する。

蓄電池（3系統目）及びその電路は、基準地震動  $S_s$  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ことに加え、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力また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。

なお、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力また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は、平成29年9月14日付け原規規発第1709141号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料3-1「耐震設計の基本方針」のSクラスの施設と同様の設計とする。

### 2.2 適用規格

適用規格は、資料6-1「耐震設計の基本方針」から変更ない。

### 3. 重大事故等対処施設の施設区分

#### 3.1 重大事故等対処施設の施設区分

重大事故等対処施設の施設区分の基本方針は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」によるものとする。

#### 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、資料 6-2「波及的影響に係る基本方針」によるものとする。

### 4. 耐震設計の基本事項

#### 4.1 構造計画

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 4.2 設計用地震力

### 4.2.1 静的地震力

静的地震力は、次の震度に基づき算定する。

種別	設備分類 施設区分	(注1) 地震層せん断 力係数及び水 平震度	(注2) 鉛直震度
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	3.6C <sub>I</sub>	1.2C <sub>v</sub>

(注1) 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

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

(注2) C<sub>v</sub> : 震度 0.3 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高さ方向に一定として求められる値で次式に基づく。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

R<sub>v</sub> : 鉛直方向振動特性係数 0.8

#### 4.2.2 動的地震力

動的地震力は、重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分に応じて、以下の入力地震動に基づき算定する。

本工事における動的地震力の水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた影響評価方針は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 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」によるものとする。申請対象の蓄電池及び電気盤は、応答軸の方向が明確であり、水平各方向を包絡した床応答曲線を用いて評価を実施しているため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の増分による耐震性への影響の懸念される部位はないという結果は地震動によらないことから、資料 6-6「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」から変更はない。

#### (重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注 1) 耐震 クラス	入力地震動 (注 2)	
			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	設計用床応答曲線 Sd 又は 弾性設計用地震動 Sd	設計用床応答曲線 Sd 又は 弾性設計用地震動 Sd
			設計用床応答曲線 Ss 又は 基準地震動 Ss	設計用床応答曲線 Ss 又は 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。

(注 2) 設計用床応答曲線は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された設計及び工事の計画の添付資料 3-7「設計用床応答曲線の作成方針」によるものとする。

#### 4.2.3 設計用地震力

(重大事故等対処施設)

種別	設備分類 施設区分	(注1) 耐震 クラス	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	静的震度 3.6C <sub>I</sub>	静的震度 (0.288)	(注2)(注3) 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。 水平方向及び鉛直方向 が動的地震力の場合は 二乗和平方根(SRSS) 法による。
			設計用床応答曲線 S <sub>d</sub> 又は 弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	設計用床応答曲線 S <sub>d</sub> 又は 弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	
			設計用床応答曲線 S <sub>s</sub> 又は 基準地震動 S <sub>s</sub>	設計用床応答曲線 S <sub>s</sub> 又は 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) 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) 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3) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。



## 4.3 荷重の組合せ及び許容応力

### 4.3.1 記号の説明

- D : 死荷重
- $P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $P_{SAD}$  : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた設計圧力による荷重
- $M_{SAD}$  : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_d$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力
- $III_{AS}$  : JSME S NC1-2012 の供用状態 C 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $IV_{AS}$  : JSME S NC1-2012 の供用状態 D 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $V_{AS}$  : 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
- $S_y$  : 設計降伏点 JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 6 に規定される値
- $S_u$  : 設計引張強さ JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 7（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」」の要件を付したもの）<sup>(注1)</sup>に規定される値
- $S_m$  : 設計応力強さ JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 1 に規定される値。
- S : 許容引張応力 JSME S NJ1-2012 Part3 第 1 章表 3 又は表 4（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」」の要件を付したもの）<sup>(注1)</sup>に規定される値。
- $f_t$  : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値

ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(1)により規定される値

$f_s$  : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(2)により規定される値

ボルト等に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3131(2)により規定される値

$f_c$  : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(3)により規定される値

$f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により規定される値

$f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(5)により規定される値

$F$  : JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)により規定される値

$F^*$  :  $F$  値を求める際において、JSME S NC1-2012 SSB-3121.3の規定に従い、 $S_y$  及び  $S_y(RT)$  を  $1.2 S_y$  及び  $1.2 S_y(RT)$  と読み替えた値

$f_t^*, f_s^*, f_c^*, f_b^*, f_p^*$  : 上記の  $f_t, f_s, f_c, f_b, f_p$  の値を算出する際に JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)a本文中  $S_y$  及び  $S_y(RT)$  を  $1.2 S_y$  及び  $1.2 S_y(RT)$  と読み替えて算出した値 (JSME S NC1-2012 SSB-3121.3及び3133)

ただし、その他の支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては、JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(1)aの  $F$  値は、次に定める値とする。

$S_y$  及び  $0.7 S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35 S_y$ 、 $0.7 S_u$  又は  $S_y(RT)$  のいずれか小さい方の値

また、 $S_y(RT)$  は  $40^\circ\text{C}$  における設計降伏点の値

(注1) 重大事故等対処施設の評価にあたっては、JSME S NJ1-2012の許容引張応力 ( $S$  値) を以下のとおり、JSME S NC1-2005/2007の付録材料図表の値に読み替えるものとする。

$S$  : 「JSME S NJ1-2012 Part3 第1章表3 又は表4 (ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって (別記-2) 」」の要件を付したものを)」を「JSME S NC1-2005/2007 付録材料図表 Part5 表5 又は表6」に読み替える。

### 4.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

その他支持構造物（重大事故等対処施設）

耐震 クラス  荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注1)(注2)(注3) (ボルト以外)										(注2)(注7) 許容限界 (ボルト等)	
		一 次 応 力					一次+二次応力					一次応力	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断
(注8) <b>D+P<sub>D</sub>+M<sub>D</sub>+S<sub>d</sub></b> <b>D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+S<sub>d</sub></b>	<b>Ⅲ<sub>AS</sub></b>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>p</sub>	3f <sub>t</sub>	(注4) 3f <sub>s</sub>	(注5) 3f <sub>b</sub>	(注6) 1.5f <sub>p</sub>	(注5) (注6) 1.5f <sub>b</sub> , 1.5f <sub>s</sub> 又は 1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>
<b>D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+S<sub>s</sub></b>	<b>V<sub>AS</sub></b> (V <sub>AS</sub> として 右に示すIV <sub>AS</sub> の許容限界を 用いる)	1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *	1.5f <sub>c</sub> *	1.5f <sub>b</sub> *	1.5f <sub>p</sub> *	〔S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動の みによる応力振幅に ついて評価する。〕			(注6) 1.5f <sub>p</sub> *		1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *

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

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

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

(注4) すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して 1.5 f<sub>s</sub> とする。

(注5) JSME S NC1-2012 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

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

(注7) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ<sub>AS</sub> の許容応力を一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub> として、また、IV<sub>AS</sub>→Ⅲ<sub>AS</sub> として応力評価を行う。

(注8) 運転状態及び重大事故時の状態における圧力荷重 P<sub>D</sub>、P<sub>SAD</sub> と、機械的荷重 M<sub>D</sub>、M<sub>SAD</sub> は設備に作用しないため、「D+P<sub>D</sub>+M<sub>D</sub>+S<sub>d</sub>」の組合せによる評価は「D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+S<sub>d</sub>」の組合せで代表できる。

#### 4.4 電氣的機能維持の基本方針

機能維持の基本方針については、資料 6-1 「耐震設計の基本方針」によるものとする。

特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の  
耐震計算方法

耐震計算方法は、以下の資料により構成されている。

- 別添1-2-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法
- 別添1-2-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法
- 別添1-2-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法
- 別添1-2-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

## 蓄電池（3系統目）の耐震計算方法

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 3
4. 地震応答解析及び応力評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 4
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 4
4.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 4
4.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 6
4.4 解析モデル及び諸元 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 12
4.5 応力評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 14
4.6 応力評価条件 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 19
5. 機能維持評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 19
5.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 1 - 19



## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、蓄電池（3 系統目）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説明するための耐震計算方法について説明するものである。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

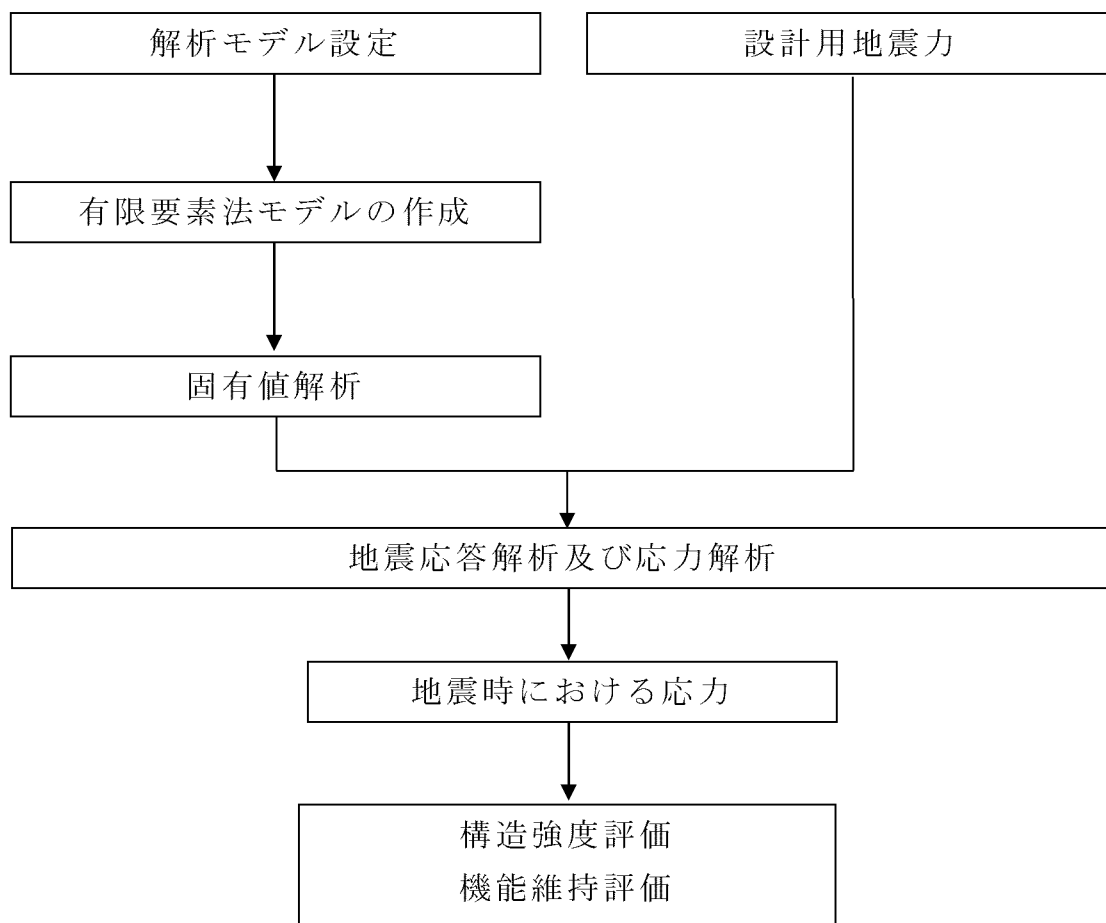
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

蓄電池（3系統目）の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す蓄電池（3系統目）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、蓄電池（3系統目）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の最大発生応力が許容応力以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

蓄電池（3系統目）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 蓄電池（3系統目）の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

蓄電池（3系統目）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなるフレーム及び基礎ボルトを選定して実施する。

#### 4. 地震応答解析及び応力評価

##### 4.1 基本方針

- (1) 蓄電池（3系統目）を構成する [ ] としてモデル化した3次元 FEM モデルによる固有値解析を行い、固有振動数が 30Hz 以上である場合は最大床加速度の 1.2 倍を用いた静解析を、20Hz 以上 30Hz 未満である場合はスペクトルモーダル解析及び最大床加速度の 1.2 倍を用いた静解析を、20Hz 未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 蓄電池は、 [ ] として付加する。
- (3) 解析コードは MSC NASTRAN Ver.2008.0.4 を使用する。なお、評価に用いる解析コード MSC NASTRAN Ver.2008.0.4 の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。
- (4) 拘束条件は基礎ボルトで [ ] を固定とする。 [ ]  
[ ]
- (5) 許容応力について、JSME S NJ1-2012 の Part3 を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

##### 4.2 使用材料の許容応力

蓄電池（3系統目）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第 4-1 表に示す。

第4-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
フレーム	SS400 (t ≤ 16mm)	49 (雰囲気温度)	241	395	241	276
	SS400 (40mm < t)		211	395	211	253
基礎ボルト	SS400		241	395	241	276

#### 4.3 設計用地震力

##### (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	設備分類 施設区分	水平震度	鉛直震度
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	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

##### (2) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 4-2 表に示す。

動的地震力は第 4-1 図および第 4-2 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

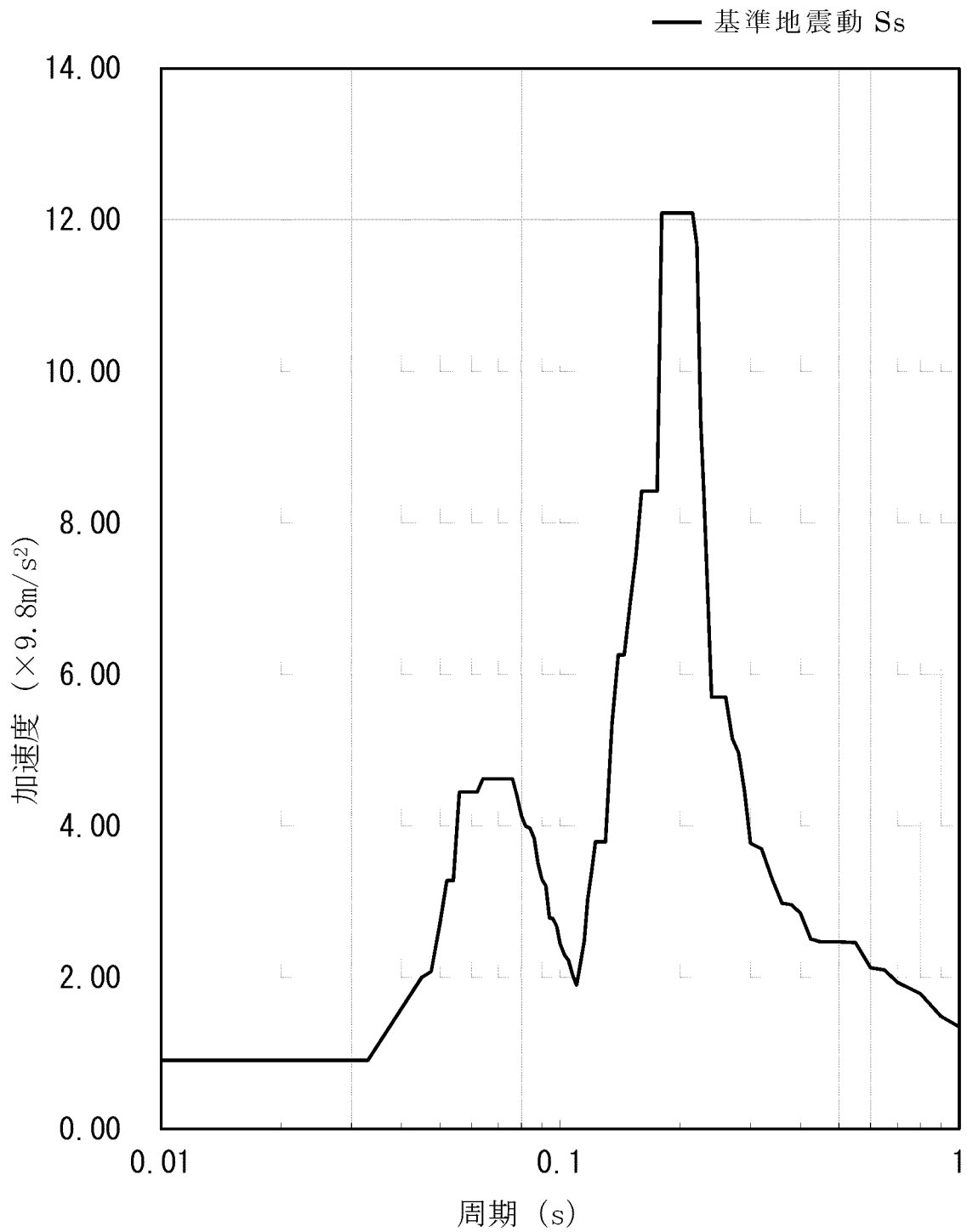
第 4-2 表 設計用床応答曲線区分及び減衰定数

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	水平	1.0
			鉛直	1.0
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	水平	1.0
			鉛直	1.0

(3) 設計用地震力

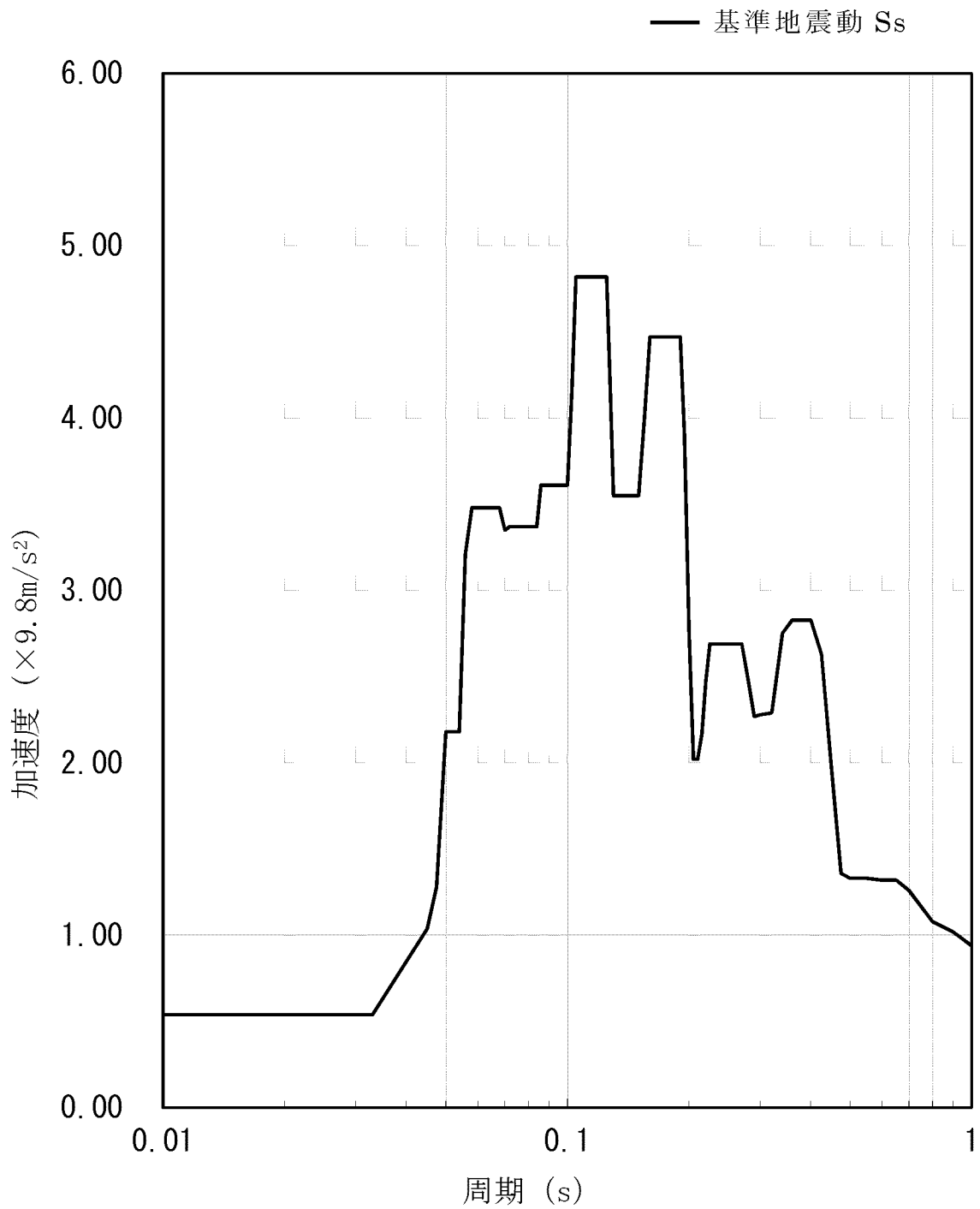
Sd 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は静的地震力と動的地震力のいずれか大きい方とする。水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。

Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。

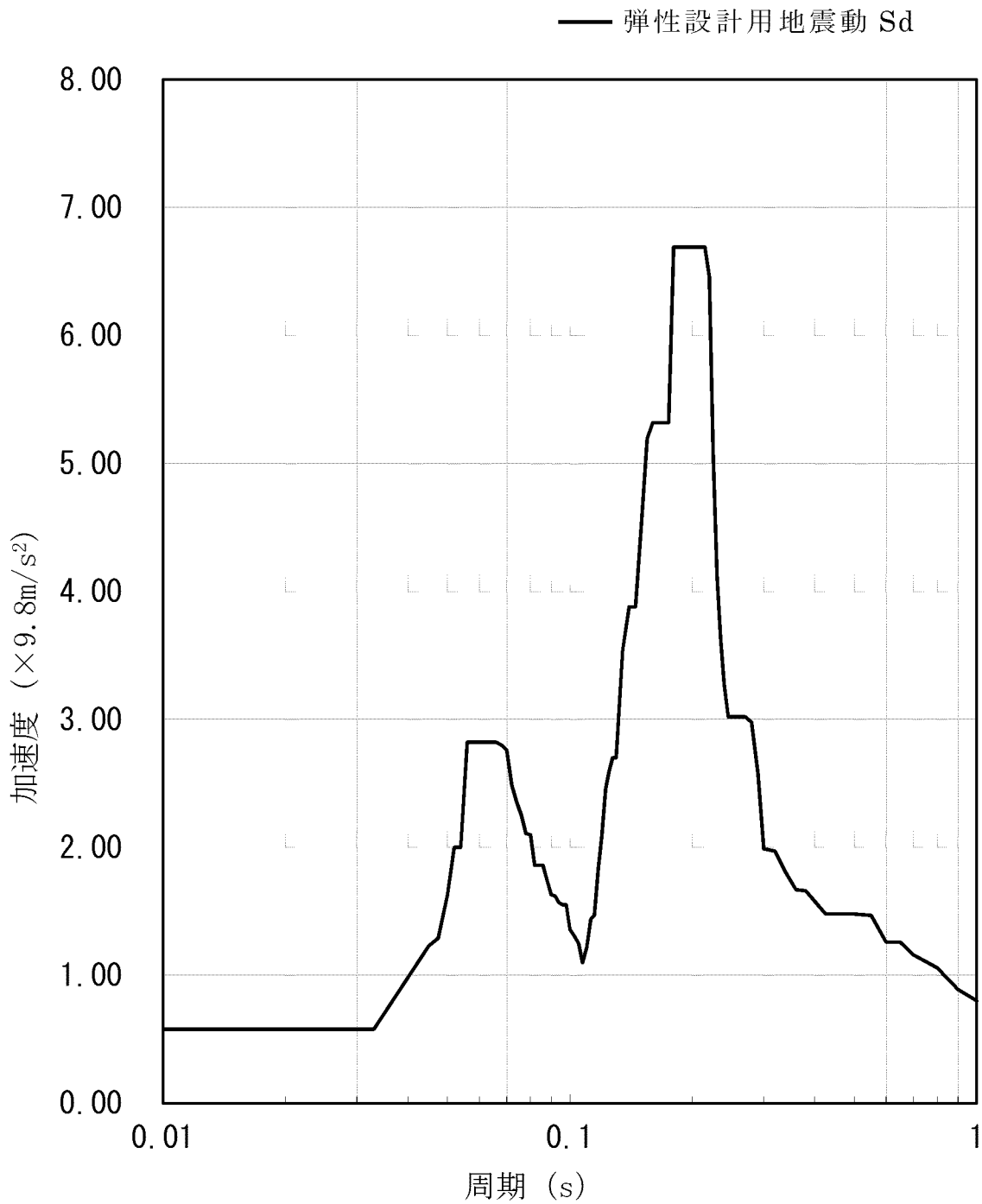


第 4-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 水平方向 包絡)

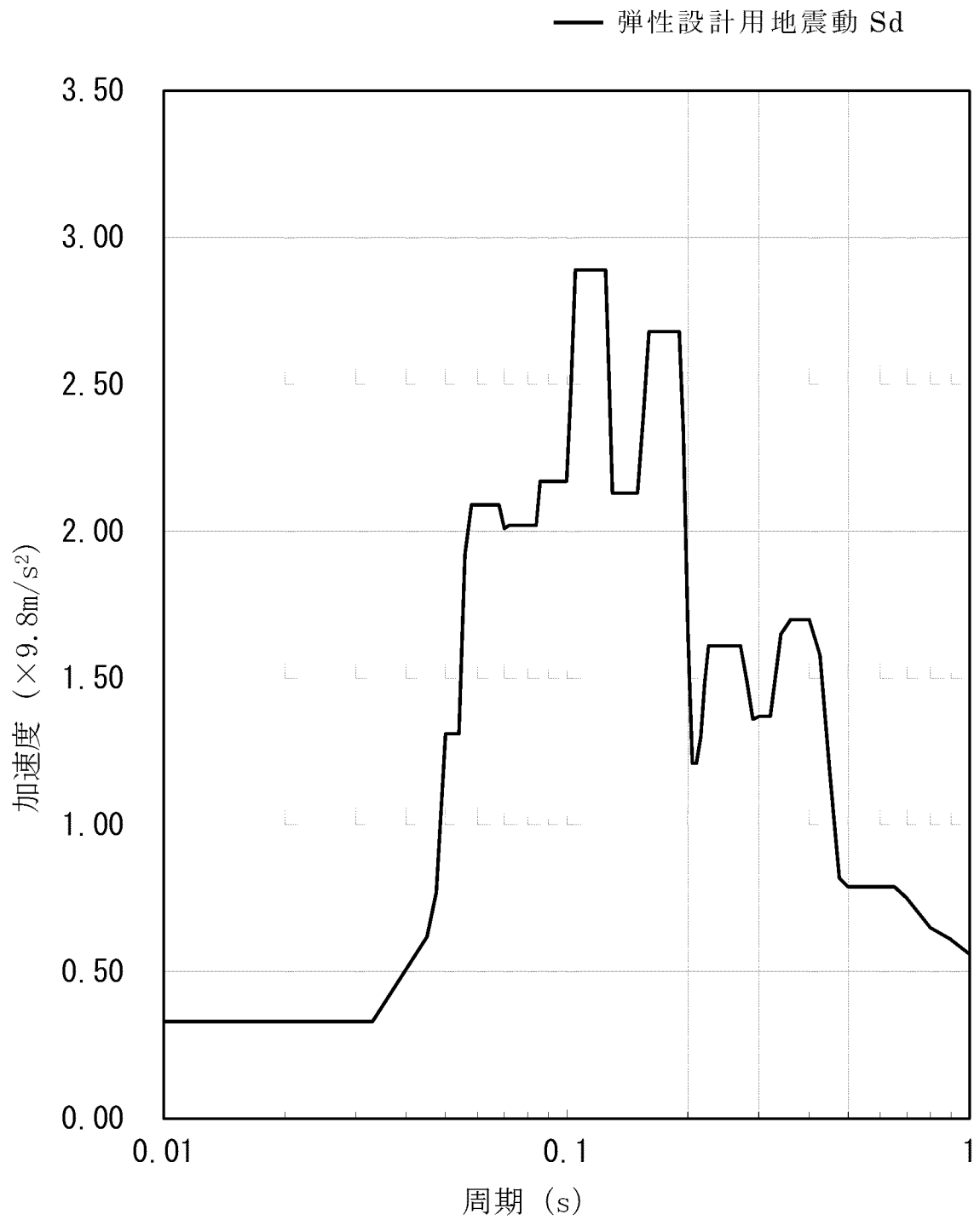




第 4-1 図(2/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)



第 4-2 図(1/2) 弾性設計用地震動 Sd  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 水平方向 包絡)



第 4-2 図(2/2) 弾性設計用地震動 Sd  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

#### 4.4 解析モデル及び諸元

解析モデルは、蓄電池（3系統目）を構成する  としてモデル化した3次元FEMモデルである。解析モデルを第4-3図に、解析モデルの諸元を第4-3表に示す。



第4-3図 解析モデル

第 4-3 表 解析モデルの諸元

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
温度条件(雰囲気温度)	T	℃	49
質量	—	kg	<input type="text"/>
縦弾性係数	$E$	MPa	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
寸法	—	—	第 4-4 図
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(単位 : mm)

第 4-4 図 蓄電池 (3 系統目) 外形図

## 4.5 応力評価方法

### 4.5.1 の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる  の荷重、モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類		単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_t$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
圧縮応力 $\sigma_c$		MPa	$\frac{F_x}{A}$
曲げ応力 $\sigma_b$		MPa	$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$
せん断応力 $\tau$		MPa	$\frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$
組合せ	引張+曲げ	—	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$
	圧縮+曲げ	—	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

ここで、

(左右+上下) (基準地震動  $S_s$ )

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$2.43 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$3.15 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.34 \times 10^3$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.57 \times 10^4$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.07 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$9.80 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$1.70 \times 10^5$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$5.64 \times 10^2$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$5.64 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$1.04 \times 10^3$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$7.50 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.55 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.55 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$3.68 \times 10^3$

(前後+上下) (基準地震動  $S_s$ )

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$6.74 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$6.93 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$2.25 \times 10^2$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.21 \times 10^3$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$3.88 \times 10^{-1}$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$1.75 \times 10^6$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$8.54 \times 10^4$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.71 \times 10^3$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.71 \times 10^3$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$9.00 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$9.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$2.16 \times 10^5$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$7.51 \times 10^4$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$6.61 \times 10^3$

(左右+上下) (弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力)

記号	記号の説明	単位	数値
F <sub>x</sub>	はりに作用する引張力	N	1.43×10 <sup>3</sup>
	はりに作用する圧縮力	N	2.15×10 <sup>3</sup>
F <sub>y</sub>	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	2.16×10 <sup>3</sup>
F <sub>z</sub>	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	1.09×10 <sup>4</sup>
M <sub>y</sub>	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	8.07×10 <sup>4</sup>
M <sub>z</sub>	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	4.62×10 <sup>4</sup>
M <sub>x</sub>	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	1.09×10 <sup>5</sup>
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	5.64×10 <sup>2</sup>
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	5.64×10 <sup>2</sup>
A <sub>y</sub>	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	1.04×10 <sup>3</sup>
A <sub>z</sub>	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	7.50×10 <sup>2</sup>
Z <sub>y</sub>	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	1.01×10 <sup>4</sup>
Z <sub>z</sub>	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	1.35×10 <sup>4</sup>
Z <sub>p</sub>	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	3.68×10 <sup>3</sup>

(前後+上下) (弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力)

記号	記号の説明	単位	数値
F <sub>x</sub>	はりに作用する引張力	N	4.26×10 <sup>3</sup>
	はりに作用する圧縮力	N	1.59×10 <sup>3</sup>
F <sub>y</sub>	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	1.73×10 <sup>2</sup>
F <sub>z</sub>	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	8.00×10 <sup>2</sup>
M <sub>y</sub>	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	3.04×10 <sup>-1</sup>
M <sub>z</sub>	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	1.13×10 <sup>6</sup>
M <sub>x</sub>	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	5.61×10 <sup>4</sup>
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	1.71×10 <sup>3</sup>
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	5.64×10 <sup>2</sup>
A <sub>y</sub>	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	9.00×10 <sup>2</sup>
A <sub>z</sub>	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	9.00×10 <sup>2</sup>
Z <sub>y</sub>	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	2.16×10 <sup>5</sup>
Z <sub>z</sub>	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	7.51×10 <sup>4</sup>
Z <sub>p</sub>	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	6.61×10 <sup>3</sup>



#### 4.5.2 基礎ボルト

FEM 解析の結果から得られる基礎ボルト部の最大荷重を用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_b$	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$
せん断応力 $\tau_b$	MPa	$\frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{A_b}$
組合せ応力	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$

ここで、

基礎ボルト（左右+上下）（基準地震動 Ss）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$1.12 \times 10^4$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.35 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$3.24 \times 10^2$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）（基準地震動 Ss）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$2.24 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$7.10 \times 10^1$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$7.03 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（左右+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$6.49 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$2.17 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$2.66 \times 10^2$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$1.12 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$5.30 \times 10^1$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$4.53 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

#### 4.6 応力評価条件

##### (1) フレーム

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
寸法	—	—	第4-4図

##### (2) 基礎ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
基礎ボルト呼び径	$d$	mm	16

#### 5. 機能維持評価

蓄電池(3系統目)の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

##### 5.1 機能維持評価方法

蓄電池は、JEAG4601-1987において「装置」に分類され、一般に剛構造であるため、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 3
4. 固有値測定試験 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 3
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 3
4.2 固有振動数の測定方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 3
5. 応力評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 4
5.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 4
5.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 4
5.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 5
5.4 応力評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 11
5.5 応力評価条件 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 13
6. 機能維持評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 15
6.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 2 - 15

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、計装電源盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は、応力評価及び機能的維持評価により行う。

## 2. 基本方針

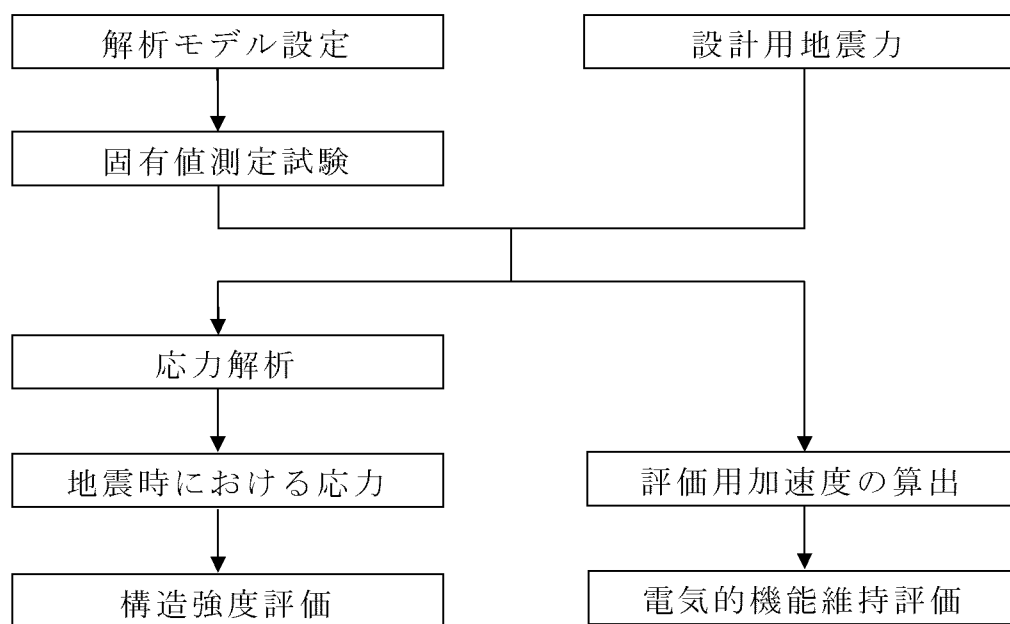
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の応力評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す計装電源盤（3系統目蓄電池用）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、計装電源盤（3系統目蓄電池用）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを選定して実施する。

### 4. 固有値測定試験

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の固有振動数測定方法について以下に示す。

#### 4.1 基本方針

正弦波掃引試験にて計装電源盤（3系統目蓄電池用）の固有振動数を求める。

#### 4.2 固有振動数の測定方法

計装電源盤（3系統目蓄電池用）については、実機相当の模擬盤を用いて実機据付状態と同様な方法で加振台へ固定し、正弦波掃引試験により固有振動数を確認する。



## 5. 応力評価

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の応力評価方法について以下に示す。

### 5.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは 1 質点系モデルとし、盤の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 許容応力について、JSME S NJ1-2012 の Part3 を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 使用材料の許容応力

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第 5-1 表に示す。

第5-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材質	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト	SS400	49 (雰囲気温度)	231	395	231	276

### 5.3 設計用地震力

#### (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	設備分類 施設区分	水平震度	鉛直震度
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	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

#### (2) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 5-2 表に示す。

動的地震力は、第 5-1 図および第 5-2 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

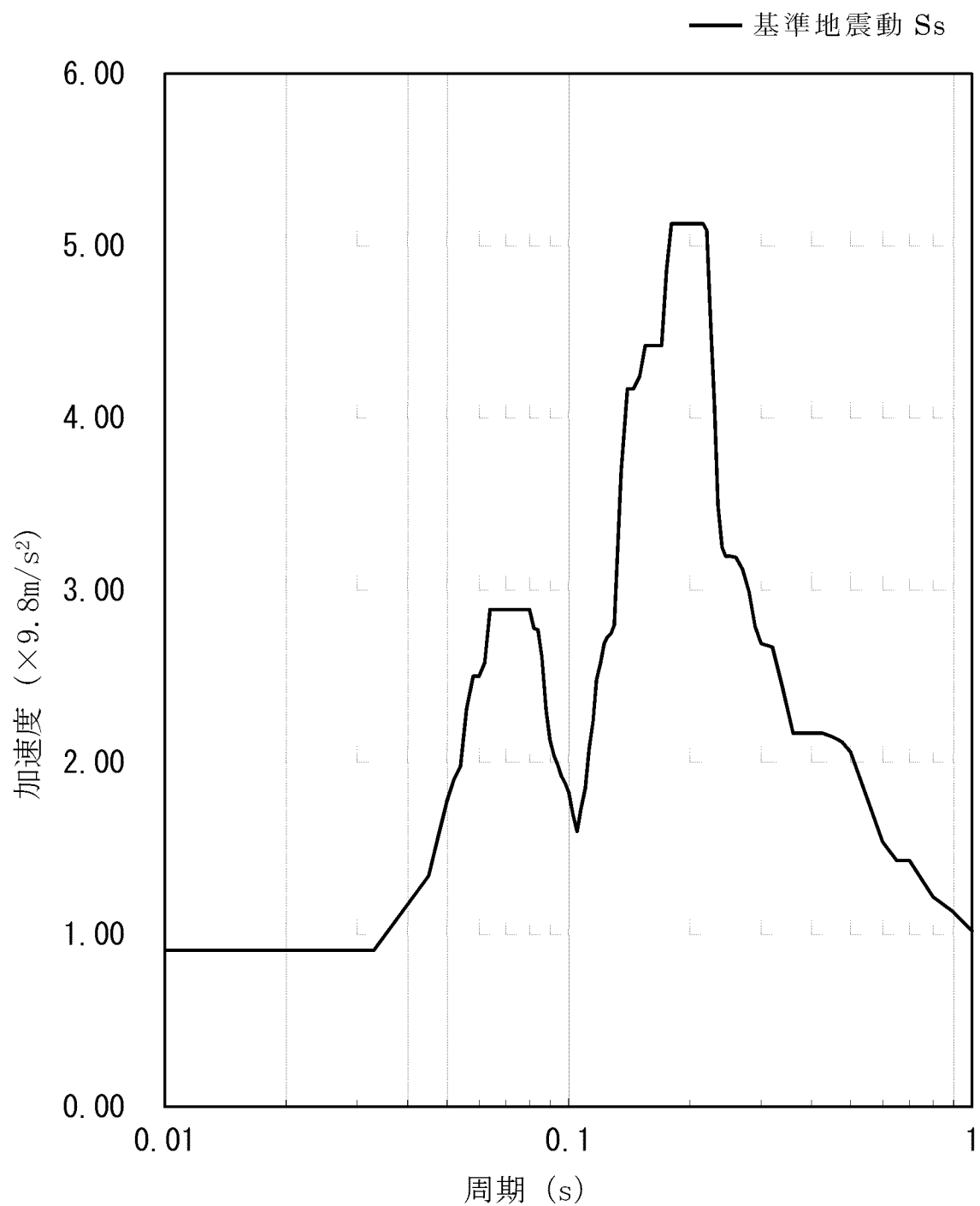
第 5-2 表 設計用地震力及び減衰定数

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉補助建屋 EL. - 3.50	原子炉補助建屋 EL. - 3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	原子炉補助建屋 EL. - 3.50	原子炉補助建屋 EL. - 3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0

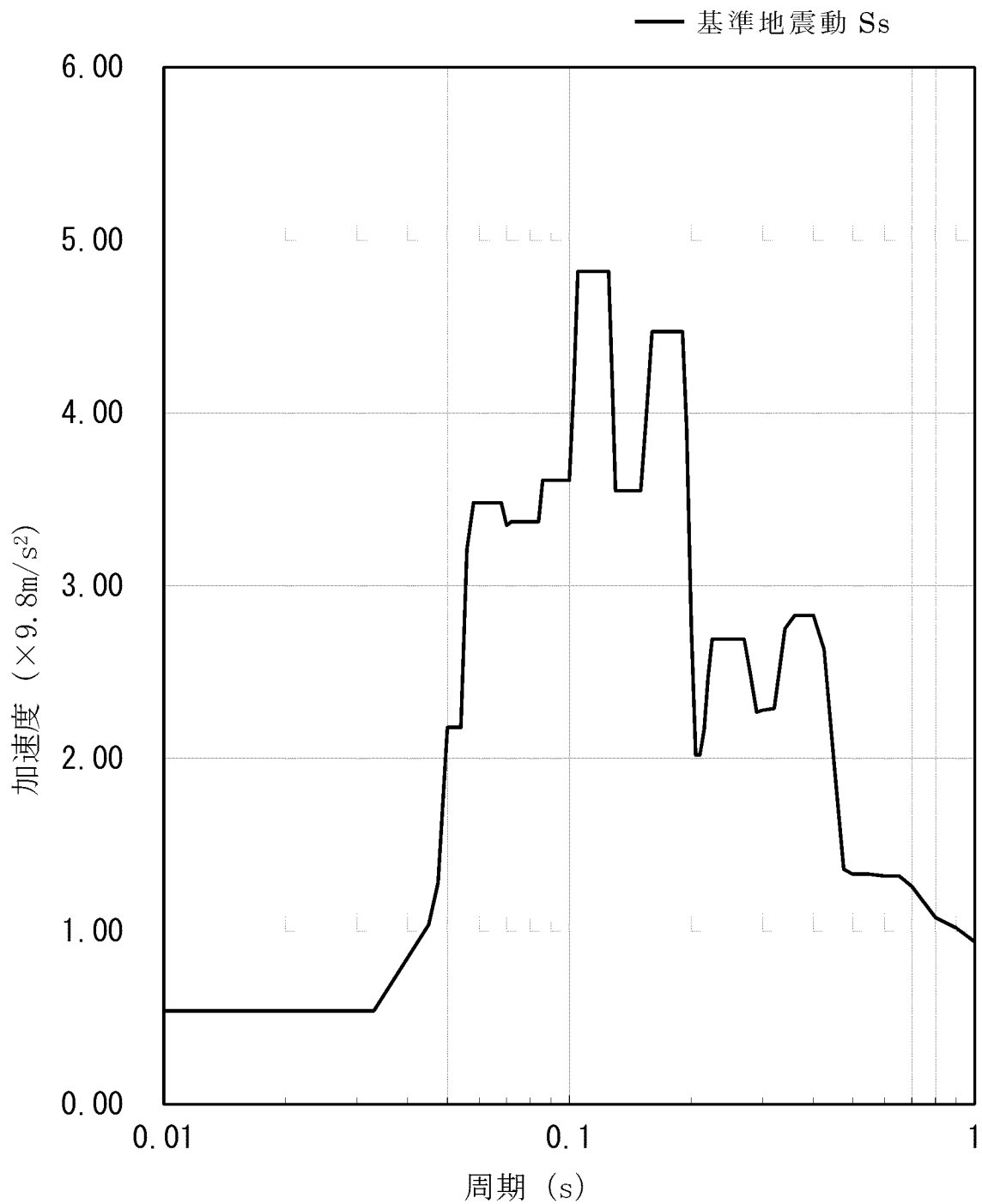
(3) 設計用地震力

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

Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。

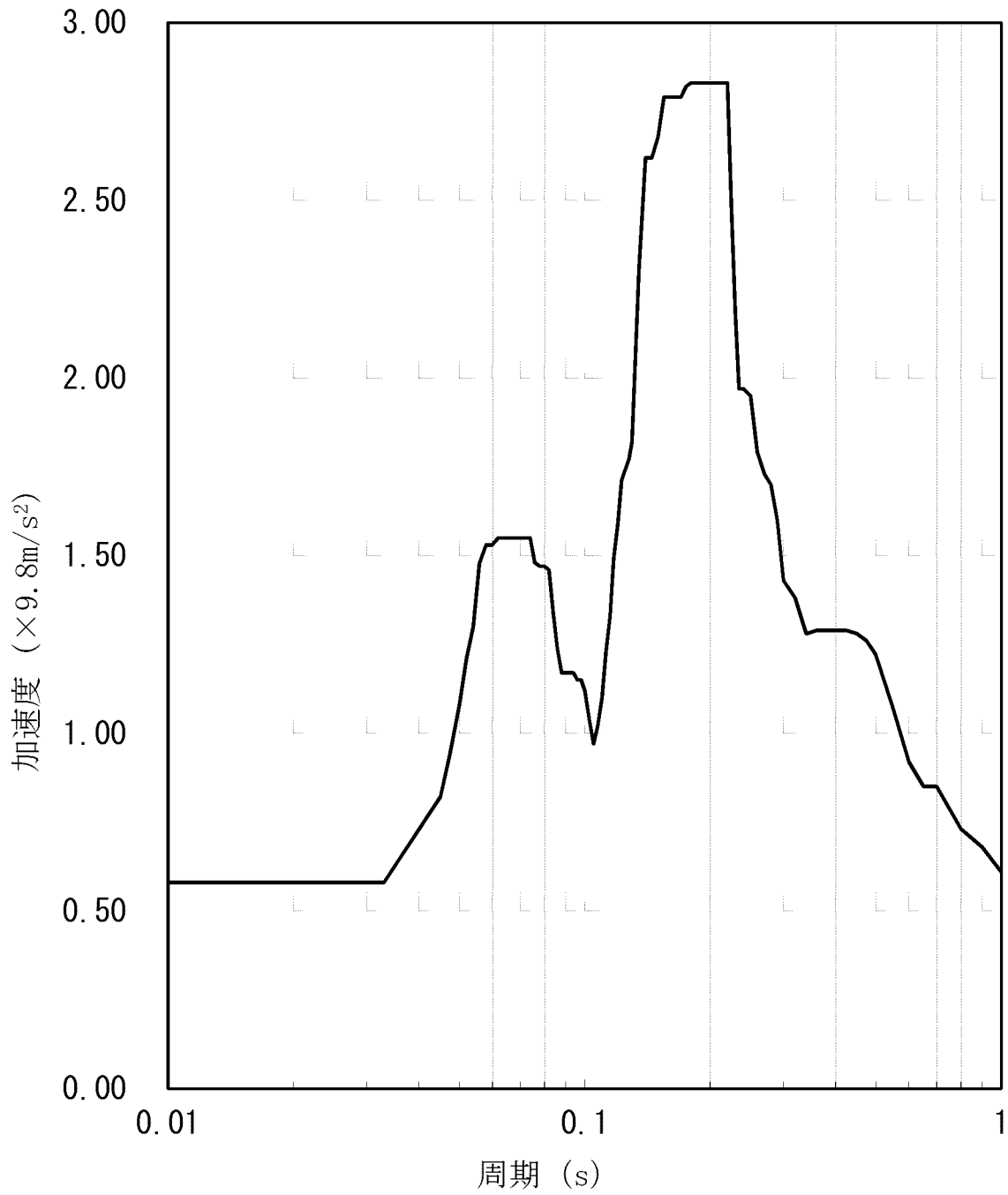


第 5-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)

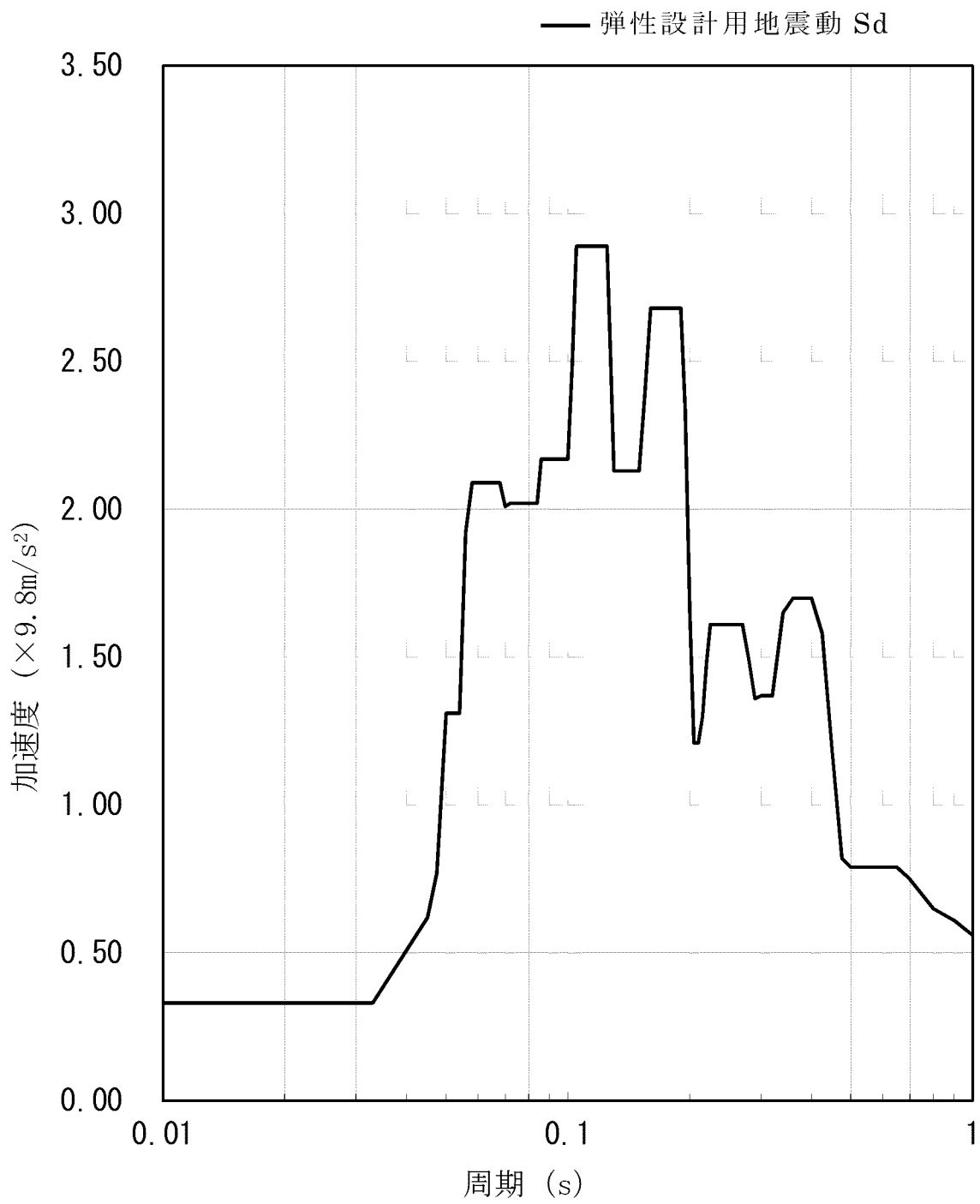


第 5-1 図(2/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

弾性設計用地震動 Sd



第 5-2 図(1/2) 弾性設計用地震動 Sd  
(原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)



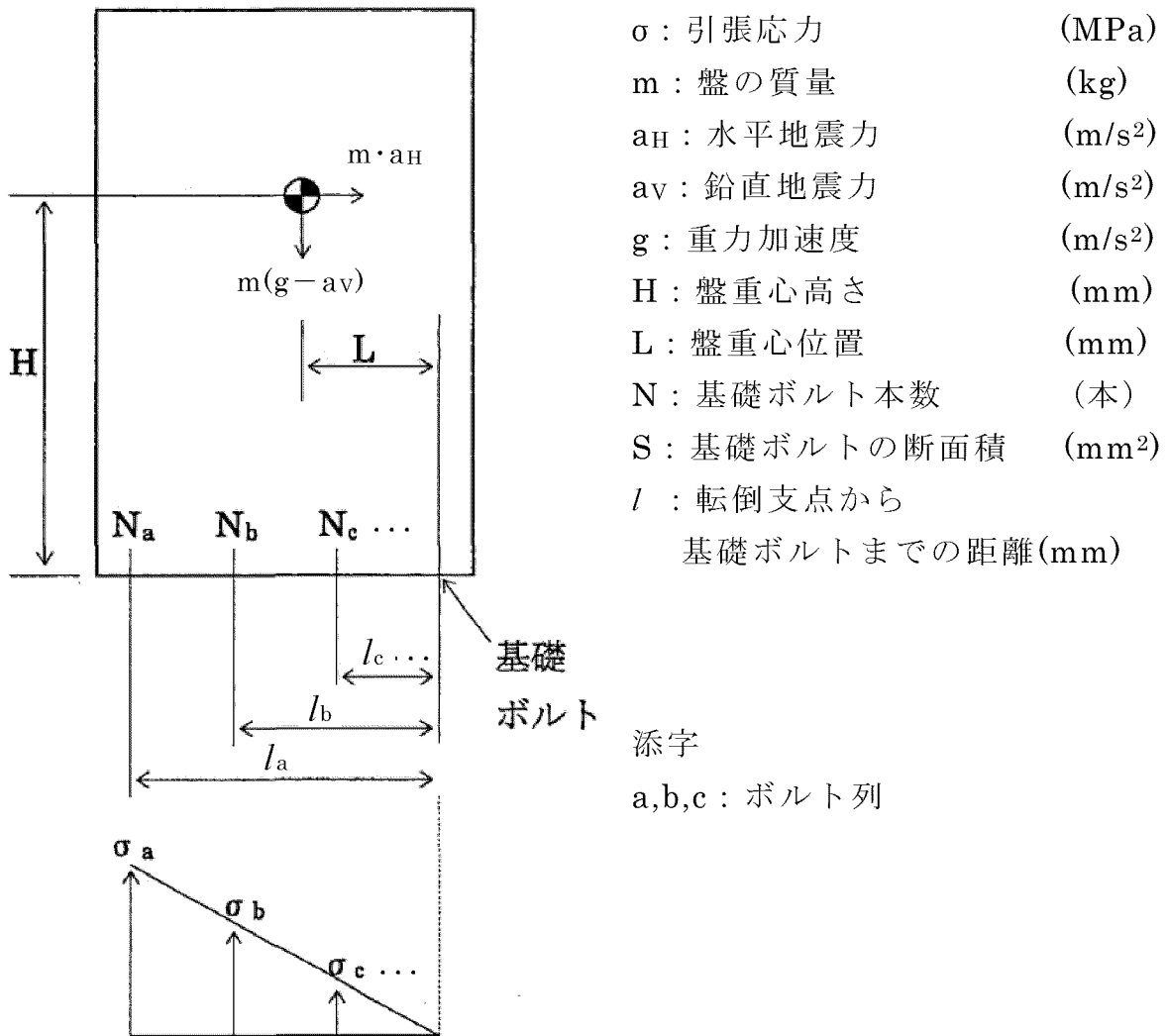
第 5-2 図(2/2) 弹性設計用地震動 Sd  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

#### 5.4 応力評価方法

応力算出の概念を示す図及び計算式を以下に示す。

基礎ボルトの配置概略図を第5-3図に示す。

なお、以降に示す計算方法は、左右・前後方向共通である。



第5-3図 基礎ボルト配置概略図



#### 5.4.1 基礎ボルトの引張応力

地震時の引張応力は、ボルト端列を支点とし各ボルト列応力が支点からの距離に比例するとして、モーメントのつり合い式より計算する。

$$\frac{\sigma_a}{l_a} = \frac{\sigma_b}{l_b} = \frac{\sigma_c}{l_c} = \dots \quad \text{①}$$

$$\begin{aligned} & (N_a \times S) \times \sigma_a \times l_a + (N_b \times S) \times \sigma_b \times l_b + (N_c \times S) \times \sigma_c \times l_c + \dots \\ & = m \times a_H \times H - m \times (g - a_V) \times L \end{aligned} \quad \text{②}$$

①、②式より

$$\sigma_{\max} = \sigma_a = \frac{l_a \times m \times \{a_H \times H - (g - a_V) \times L\}}{(N_a \times l_a^2 + N_b \times l_b^2 + N_c \times l_c^2 + \dots) \times S} \quad \text{③}$$

#### 5.4.2 基礎ボルトのせん断応力

せん断応力は以下の式より計算する。

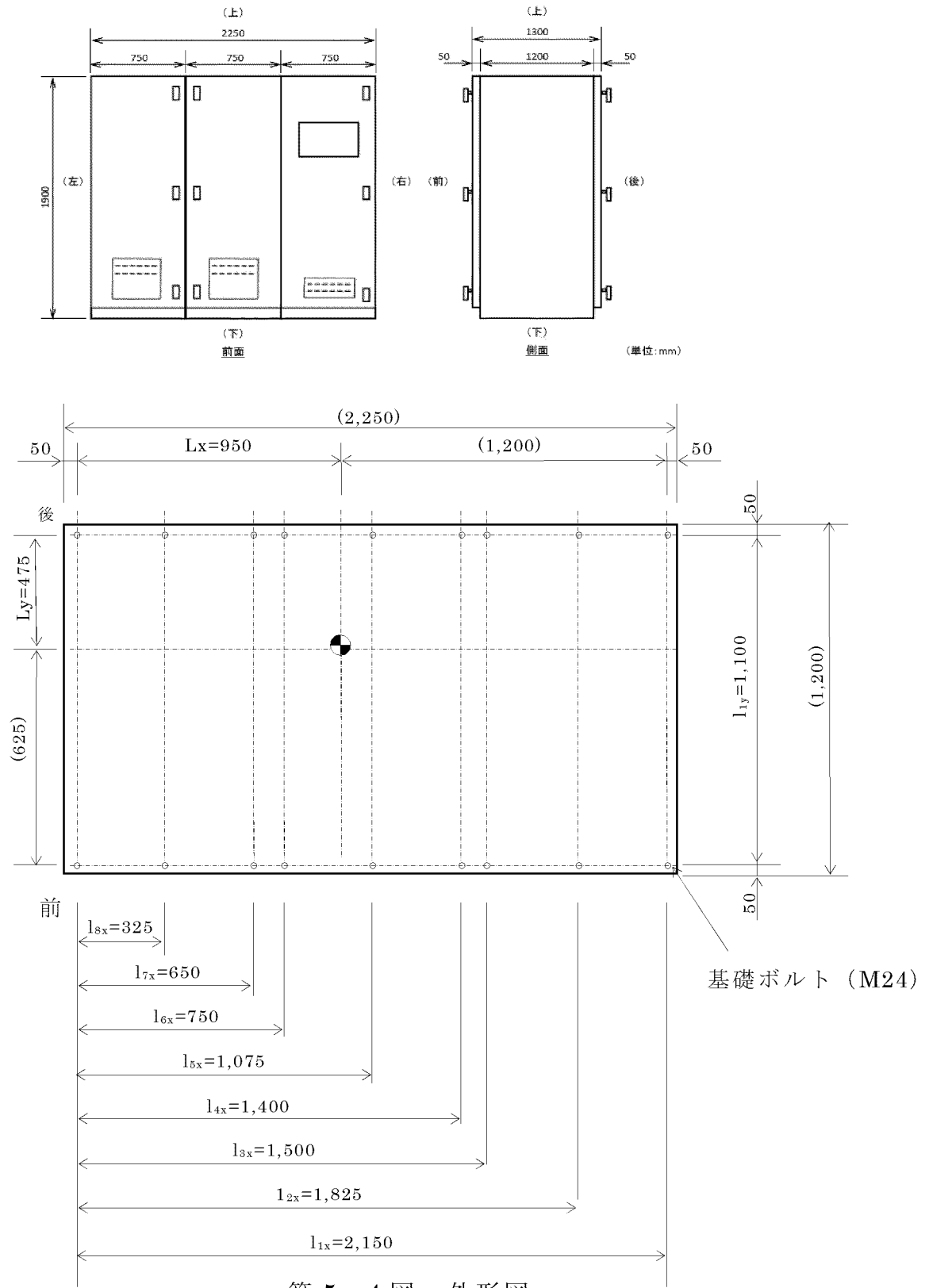
$$\tau = \frac{m \times a_H}{N \times S}$$

ここで、

$\tau$	:	せん断応力	(MPa)
$m$	:	盤の質量	(kg)
$N$	:	ボルト本数	(本)
$a_H$	:	水平地震力	(m/s <sup>2</sup> )
$S$	:	基礎ボルト有効断面積	(mm <sup>2</sup> )

### 5.5 応力評価条件

(1) 外形図を第 5-4 図に、評価条件を第 5-3 表に示す。



第 5-4 図 外形図

第 5-3 表 応力評価条件

項目		記号	単位	数値等
盤の質量		m	kg	4,200
重力加速度		g	m/s <sup>2</sup>	9.80665
盤重心位置	高さ	H	mm	775
	左右方向	Lx	mm	950 <sup>(注)</sup>
	前後方向	Ly	mm	475 <sup>(注)</sup>
基礎ボルト	支点からの基礎ボルト距離 (左右方向)	$l_{1x}$	mm	2,150
		$l_{2x}$	mm	1,825
		$l_{3x}$	mm	1,500
		$l_{4x}$	mm	1,400
		$l_{5x}$	mm	1,075
		$l_{6x}$	mm	750
		$l_{7x}$	mm	650
		$l_{8x}$	mm	325
	支点からの基礎ボルト距離 (前後方向)	$l_{1y}$	mm	1,100
	材料	—	—	SS400
	呼び径	—	—	M24
	有効断面積	S	mm <sup>2</sup>	353
	本数	N	本	18
雰囲気温度条件	—	℃	49	

(注) ボルト列からの距離

## 6. 機能維持評価

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

### 6.1 機能維持評価方法

計装電源盤（3 系統目蓄電池用）の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体（主回路部品、制御回路部品並びに主回路部品および制御回路部品の機能保持に必要な補助部品）の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第 6-1 表に示す。

第 6-1 表 機能確認済加速度

方向	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

## 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算方法

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 3
4. 地震応答解析及び応力評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 4
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 4
4.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 4
4.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 6
4.4 解析モデル及び諸元 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 12
4.5 応力評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 14
4.6 応力評価条件 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 22
5. 機能維持評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 23
5.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 3 - 23

## 1. 概 要

本資料は、資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、充電器盤（3 系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は地震応答解析及び応力評価並びに機能維持評価により行う。

## 2. 基本方針

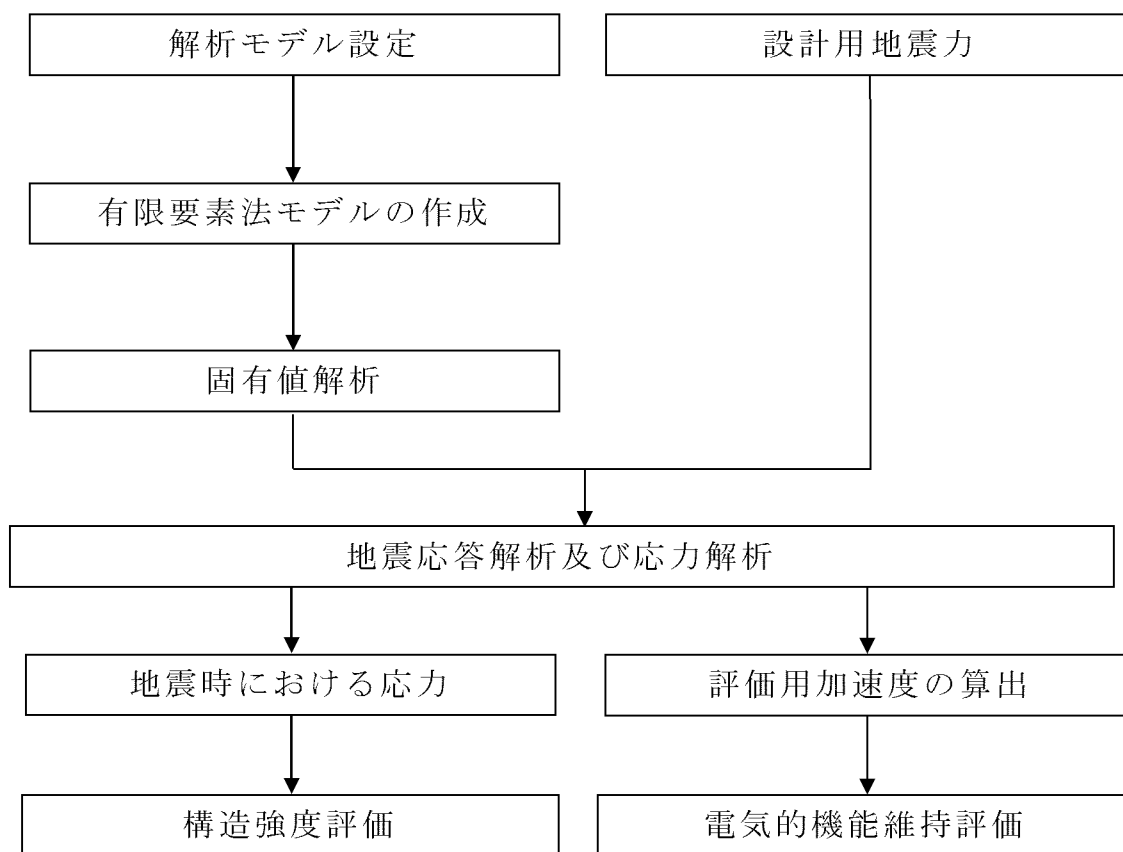
### 2.1 構造の説明

資料 6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。

## 2.2 評価方針

充電器盤（3系統目蓄電池用）の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す充電器盤（3系統目蓄電池用）の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、充電器盤（3系統目蓄電池用）の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価フロー



### 3. 耐震評価箇所

充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなるフレーム、器具取付板、据付架台、盤取付ボルト及び基礎ボルトを選定して実施する。

## 4. 地震応答解析及び応力評価

### 4.1 基本方針

- (1) 充電器盤（3系統目蓄電池用）を構成する [ ]  
[ ] としてモデル化した3次元FEMモデルによる固有値解析を行い、固有振動数が30Hz以上である場合は最大床加速度の1.2倍を用いた静解析を、20Hz以上30Hz未満である場合はスペクトルモーダル解析及び最大床加速度の1.2倍を用いた静解析を、20Hz未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 取付器具は、[ ]として付加する。
- (3) 解析コードはMSC NASTRAN Ver.2008.0.4を使用する。なお、評価に用いる解析コードMSC NASTRAN Ver.2008.0.4の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。
- (4) 拘束条件は基礎ボルトで [ ]を固定とする。 [ ]  
[ ]
- (5) 許容応力について、JSME S NJ1-2012のPart3を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 4.2 使用材料の許容応力

充電器盤（3系統目蓄電池用）の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第4-1表に示す。

第4-1表 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)					
フレーム	SS400	49 (雰囲気温度)	241	395	241	276					
器具取付板											
据付架台	SS400 (t ≤ 16mm)						241	395	241	276	
	SS400 (16mm < t ≤ 40mm)						231	395	231	276	
盤取付ボルト	SS400						49 (雰囲気温度)	241	395	241	276
基礎ボルト											

### 4.3 設計用地震力

#### (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	設備分類 施設区分	水平震度	鉛直震度
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	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

#### (2) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 4-2 表に示す。

動的地震力は第 4-1 図および第 4-2 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

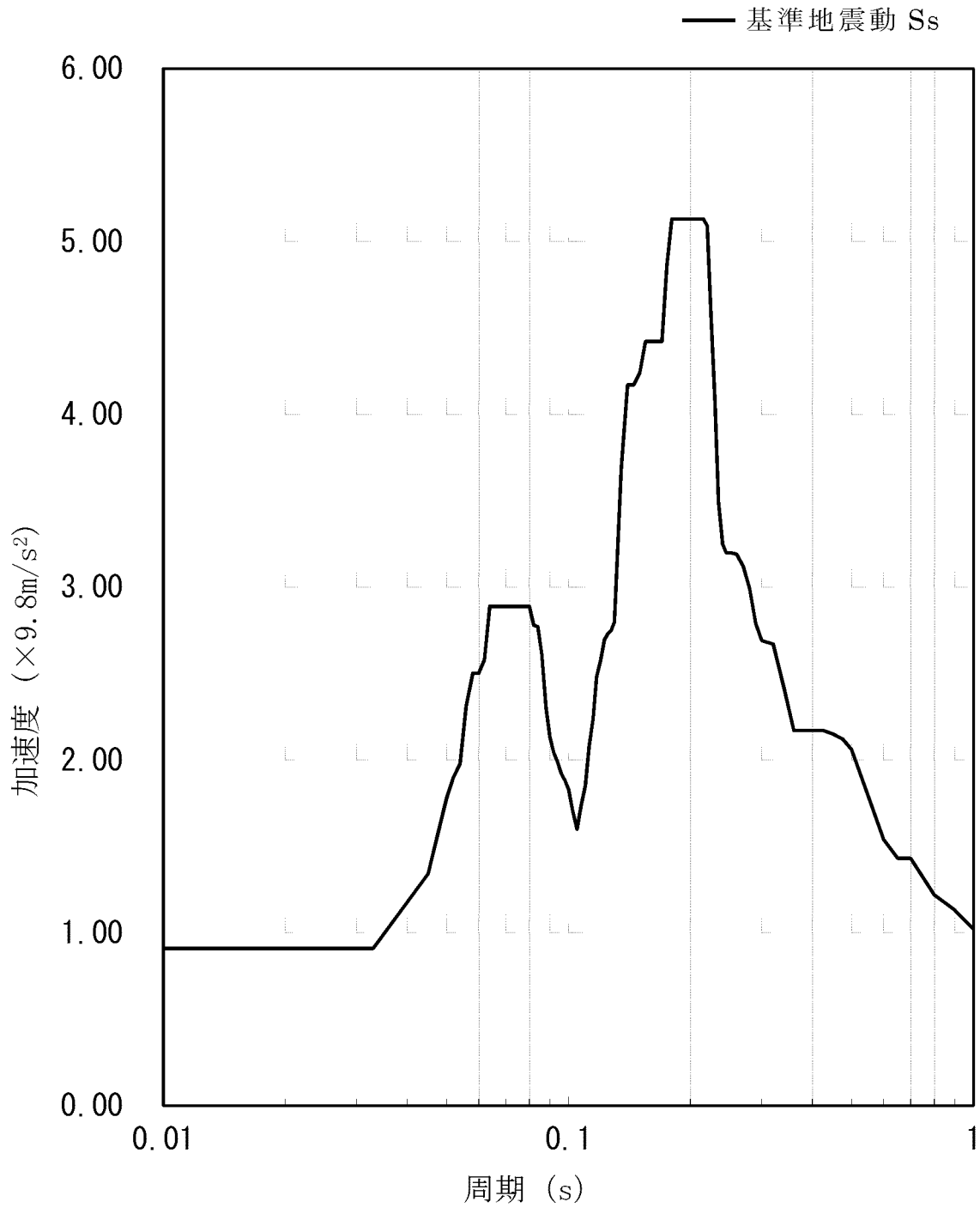
第 4-2 表 設計用床応答曲線区分及び減衰定数

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方 向	減衰定数 (%)
基準地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	原子炉 補助建屋 EL.-3.50	水平	4.0
			鉛直	1.0

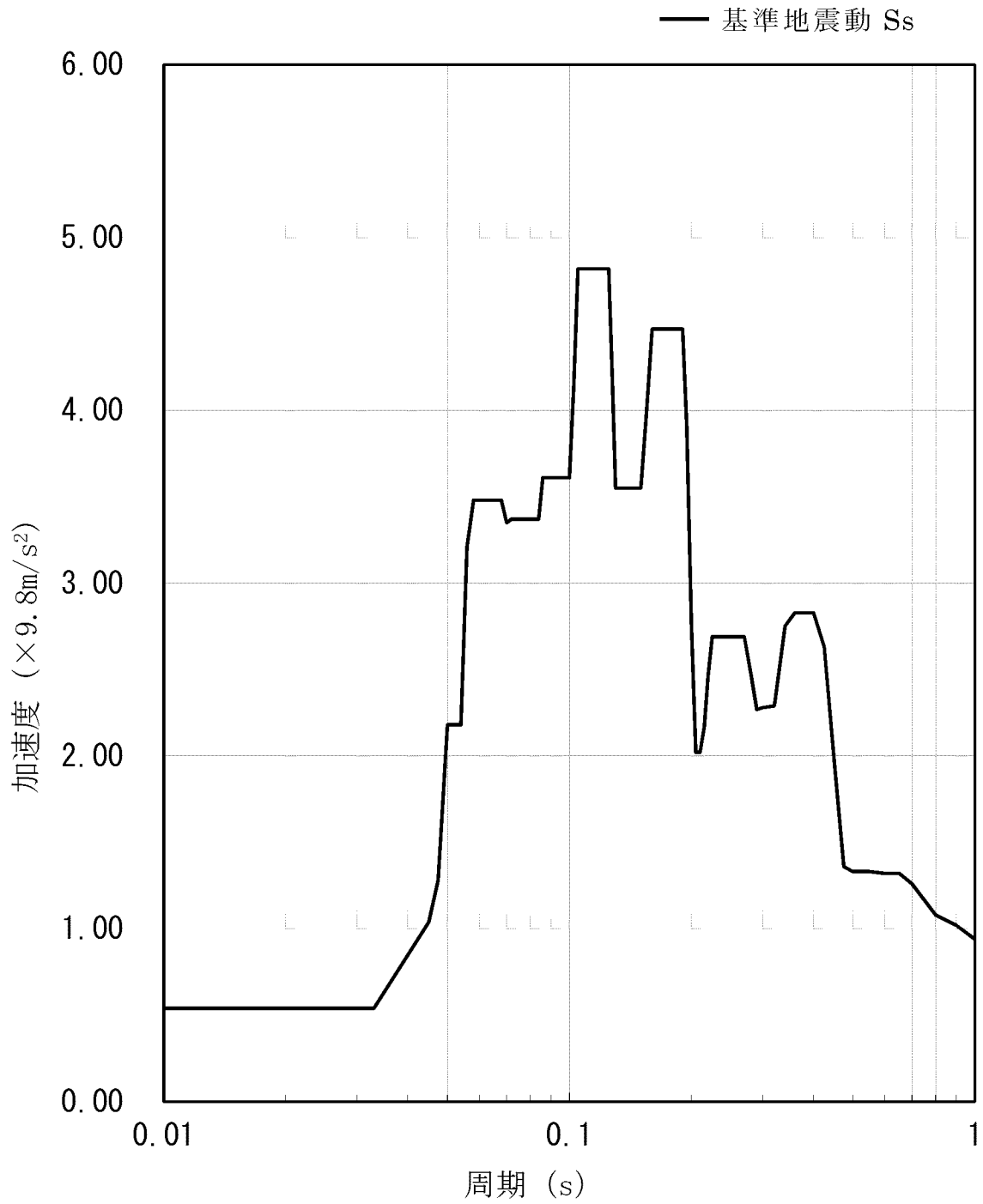
(3) 設計用地震力

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

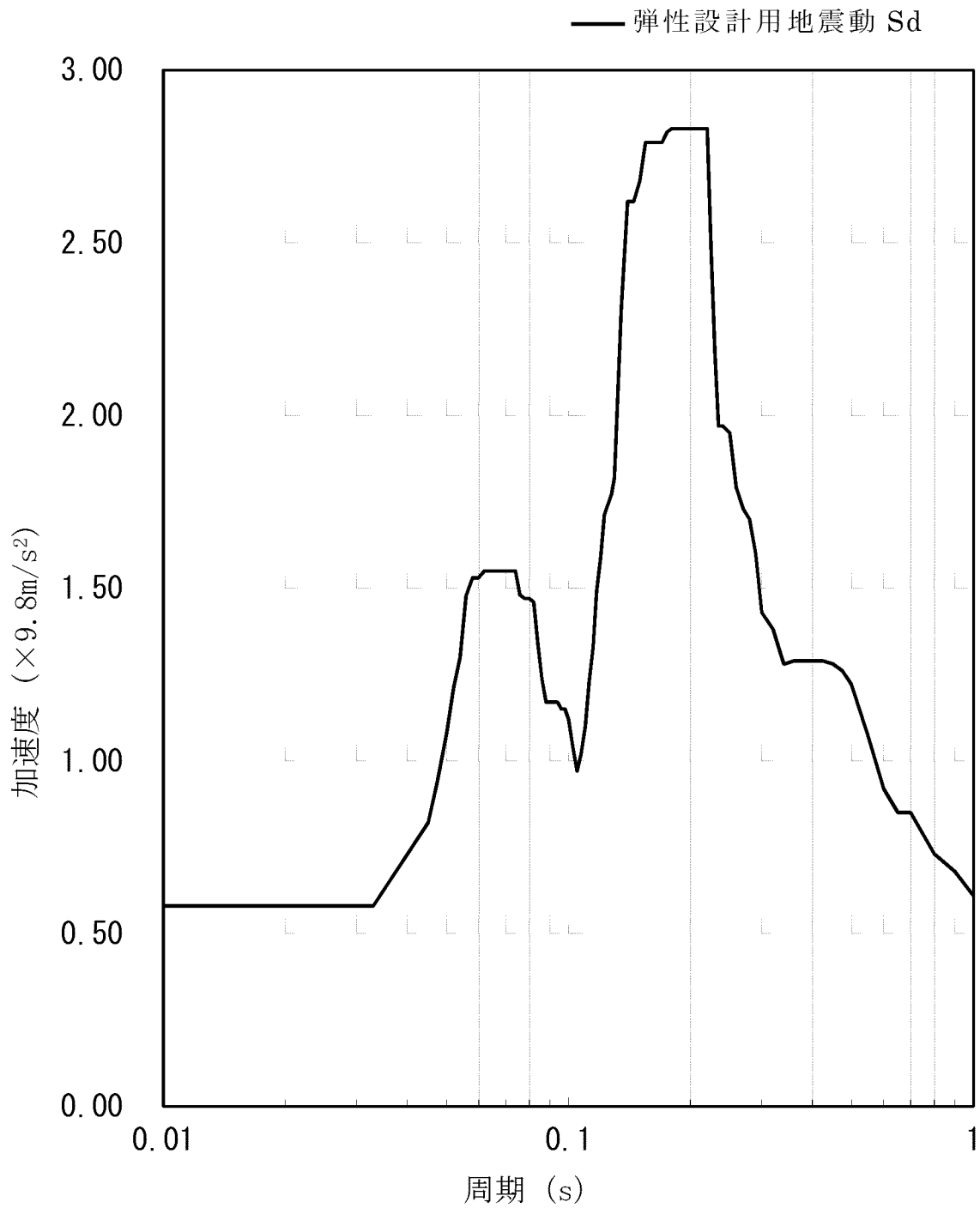
Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。



第 4-1 図(1/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)

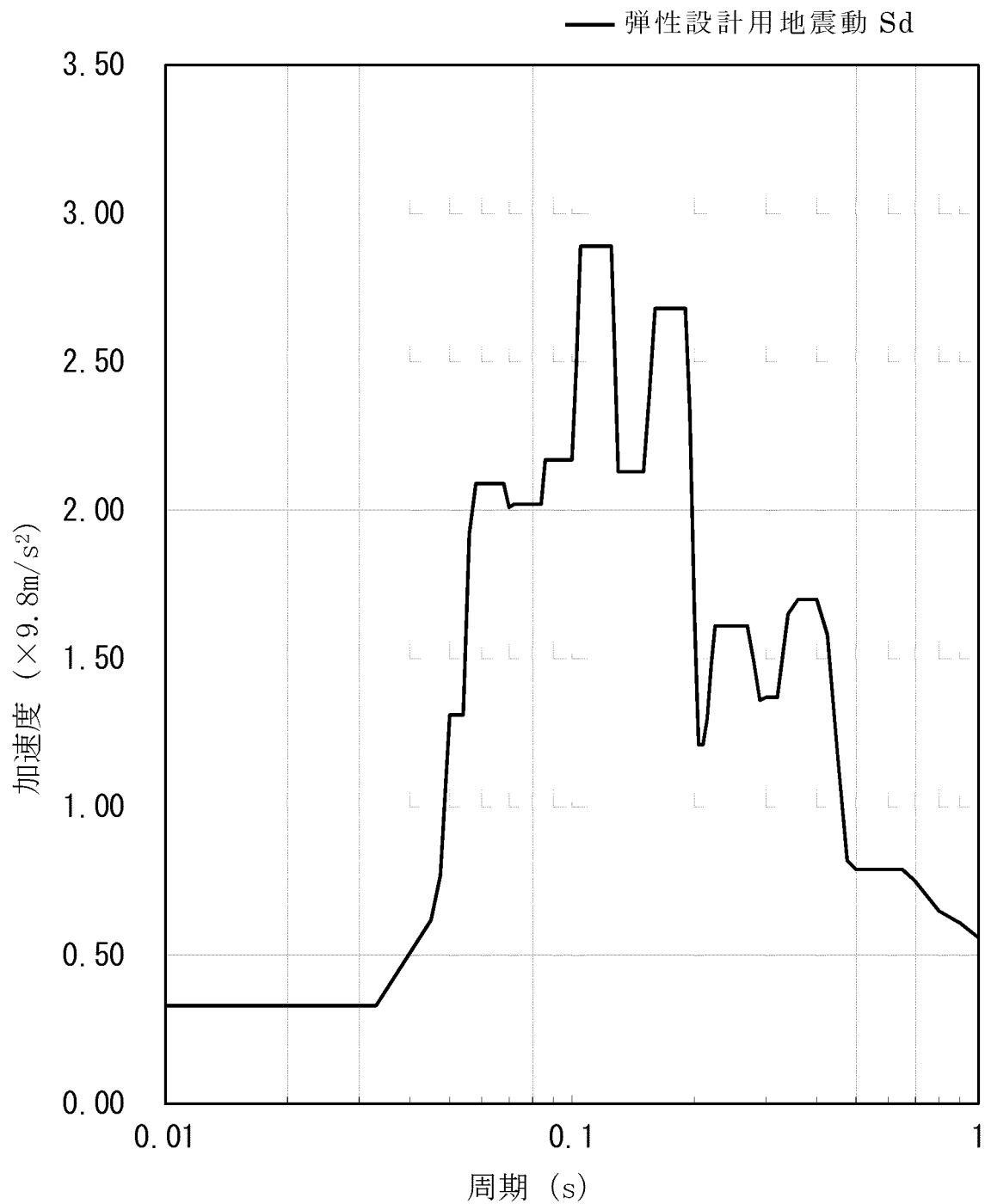


第 4-1 図(2/2) 基準地震動 Ss  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)



第 4-2 図(1/2) 弾性設計用地震動 Sd  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 4.0% 水平方向 包絡)

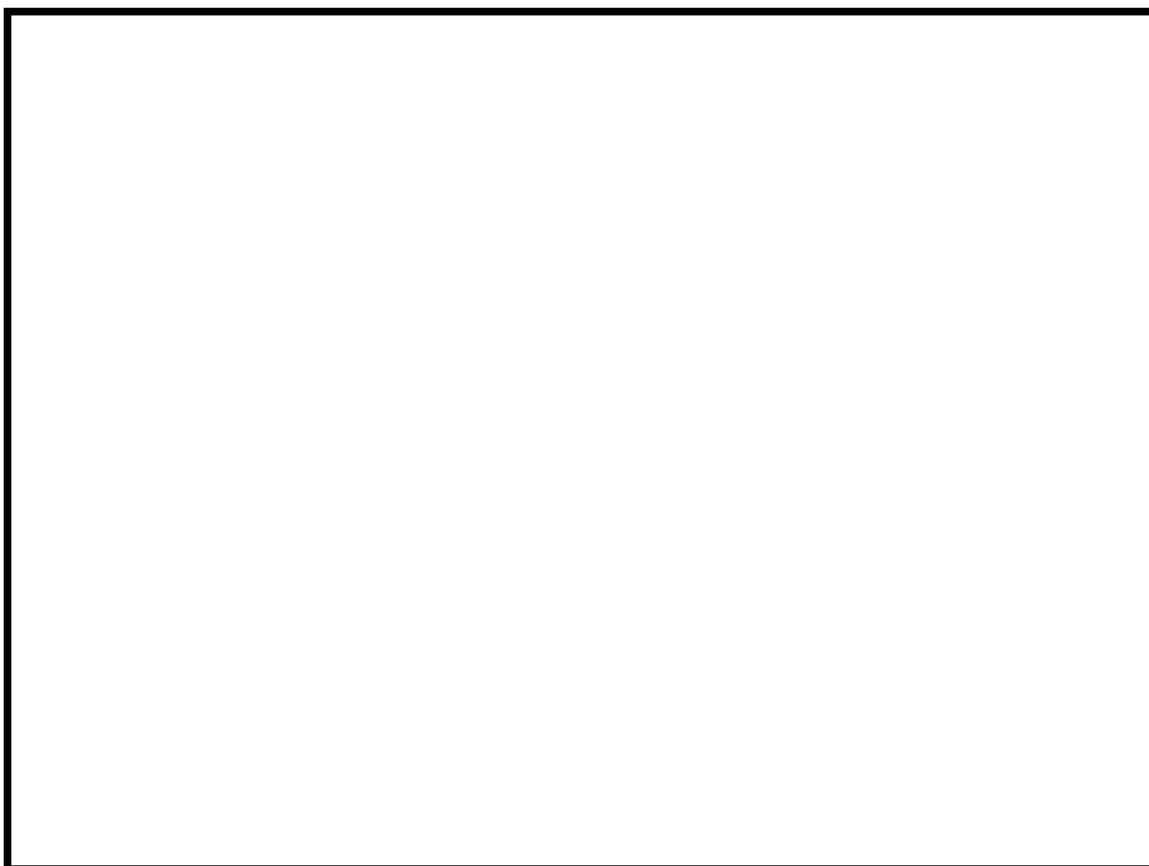




第 4-2 図(2/2) 弾性設計用地震動 Sd  
 (原子炉補助建屋 EL.-3.50m 減衰定数 1.0% 鉛直方向 包絡)

#### 4.4 解析モデル及び諸元

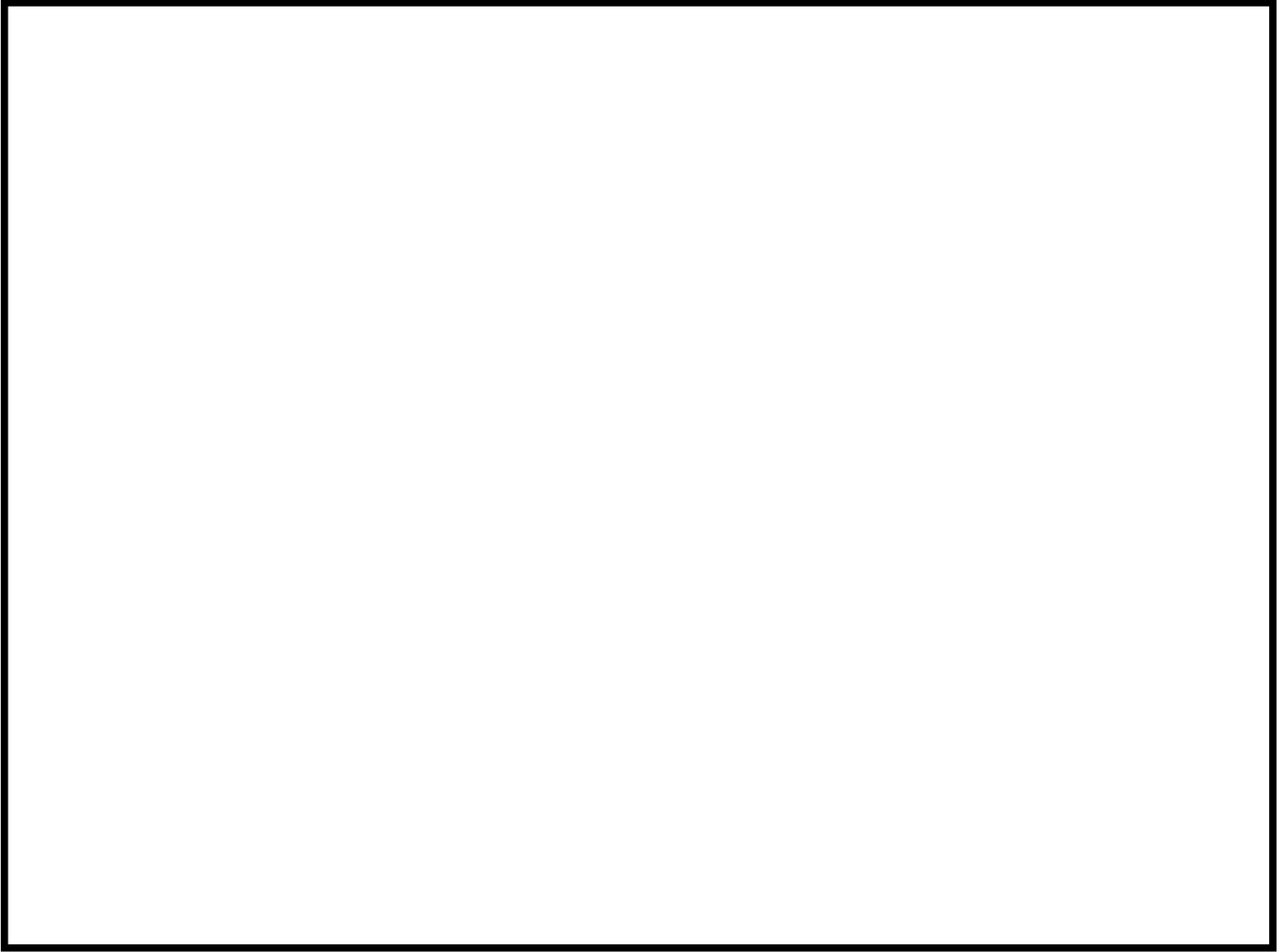
解析モデルは、充電器盤（3系統目蓄電池用）を構成する   としてモデル化した3次元FEMモデルである。解析モデルを第4-3図に、解析モデルの諸元を第4-3表に示す。



第4-3図 解析モデル

第4-3表 解析モデルの諸元

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
温度条件(雰囲気温度)	T	℃	49
質量	—	kg	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>
縦弾性係数	$E$	MPa	$2.01 \times 10^5$
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
寸法	—	—	第4-4図
要素数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>
節点数	—	個	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>



(単位 : mm)

第 4-4 図 充電器盤 (3 系統目蓄電池用) 外形図

## 4.5 応力評価方法

### 4.5.1 [ ] の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる [ ]  
 [ ] の応力成分を用いて、以下の式により最大の組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
組合せ	MPa	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$

ここで、

$\sigma_x$ 、 $\sigma_y$  : 膜+曲げ応力(MPa)

$\tau_{xy}$  : せん断応力(MPa)

### 4.5.2 [ ] の応力計算式

FEM 解析の結果から得られる [ ] の荷重、  
 モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_t$	MPa	$\frac{F_x}{A}$
圧縮応力 $\sigma_c$	MPa	$\frac{F_x}{A}$
曲げ応力 $\sigma_b$	MPa	$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$
せん断応力 $\tau$	MPa	$\frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$
組合せ	引張+曲げ	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$
	圧縮+曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

ここで、  
 (左右+上下) (基準地震動 Ss)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$7.92 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$8.44 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$6.44 \times 10^2$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$2.59 \times 10^1$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$6.80 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$1.05 \times 10^4$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$1.19 \times 10^4$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$6.24 \times 10^2$

(前後+上下) (基準地震動 Ss)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$5.80 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$6.67 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.93 \times 10^3$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$4.71 \times 10^3$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.26 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$7.55 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$8.58 \times 10^3$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.19 \times 10^3$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$7.50 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$5.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$2.29 \times 10^3$

(左右+上下) (弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$4.98 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$1.24 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$4.65 \times 10^2$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.83 \times 10^1$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.19 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$7.40 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$8.56 \times 10^3$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$3.76 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$2.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$6.24 \times 10^2$

(前後+上下) (弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力)

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	はりに作用する引張力	N	$4.57 \times 10^3$
	はりに作用する圧縮力	N	$5.29 \times 10^3$
$F_y$	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.67 \times 10^3$
$F_z$	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$4.10 \times 10^3$
$M_y$	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$4.49 \times 10^4$
$M_z$	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	$5.21 \times 10^3$
$M_x$	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	$7.49 \times 10^3$
A	引張力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.19 \times 10^3$
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm <sup>2</sup>	$8.82 \times 10^2$
$A_y$	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$7.50 \times 10^2$
$A_z$	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm <sup>2</sup>	$5.00 \times 10^2$
$Z_y$	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_z$	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm <sup>3</sup>	$1.91 \times 10^3$
$Z_p$	はりのねじり断面係数	mm <sup>3</sup>	$2.29 \times 10^3$



#### 4.5.3 盤取付ボルト及び基礎ボルト

FEM 解析の結果から得られる盤取付ボルト及び基礎ボルト部の最大荷重を用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を計算する。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 $\sigma_b$	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$
せん断応力 $\tau_b$	MPa	$\frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{A_b}$
組合せ応力	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$

ここで、

盤取付ボルト（左右+上下）（基準地震動 Ss）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$2.09 \times 10^3$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$4.69 \times 10^3$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.17 \times 10^2$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

盤取付ボルト（前後+上下）（基準地震動 Ss）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$1.83 \times 10^3$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$7.44 \times 10^2$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$5.18 \times 10^3$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	mm <sup>2</sup>	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（左右+上下）（基準地震動  $S_s$ ）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$3.03 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$3.86 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.24 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）（基準地震動  $S_s$ ）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$2.31 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.43 \times 10^2$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$5.00 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

盤取付ボルト（左右+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$1.04 \times 10^3$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$1.20 \times 10^3$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$3.32 \times 10^3$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

盤取付ボルト（前後+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	盤取付ボルトに作用する引張力	N	$8.26 \times 10^2$
$F_y$	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$6.70 \times 10^2$
$F_z$	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$3.85 \times 10^3$
$A_b$	盤取付ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（左右+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$1.58 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$2.62 \times 10^3$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$1.09 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

基礎ボルト（前後+上下）（弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力）

記号	記号の説明	単位	数値
$F_x$	基礎ボルトに作用する引張力	N	$1.04 \times 10^3$
$F_y$	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	$5.07 \times 10^1$
$F_z$	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	$3.26 \times 10^3$
$A_b$	基礎ボルトの断面積	$\text{mm}^2$	$1.57 \times 10^2$

#### 4.6 応力評価条件

##### (1) フレーム、器具取付板及び据付架台

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
寸法	—	—	第4-4図

##### (2) 盤取付ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
盤取付ボルト呼び径	$d$	mm	16

##### (3) 基礎ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
基礎ボルト呼び径	$d$	mm	16

## 5. 機能維持評価

充電器盤（3系統目蓄電池用）の地震時及び地震後の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

### 5.1 機能維持評価方法

充電器盤（3系統目蓄電池用）の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体（主回路部品及び制御回路部品）の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第5-1表に示す。

第5-1表 機能確認済加速度

方向	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

## 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算方法

# 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 1
2. 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 1
2.1 構造の説明 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 1
2.2 評価方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 2
3. 耐震評価箇所 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 3
4. 固有値測定試験 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 3
4.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 3
4.2 固有振動数の測定方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 3
5. 応力評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 4
5.1 基本方針 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 4
5.2 使用材料の許容応力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 4
5.3 設計用地震力 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 5
5.4 応力評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 11
5.5 応力評価条件 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 16
6. 機能維持評価 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 17
6.1 機能維持評価方法 .....	6 (4) - 別添 1 - 2 - 4 - 17

## 1. 概 要

本資料は、資料6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、蓄電池（3系統目）切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するための耐震計算方法について説明するものである。その耐震評価は、応力評価及び機能維持評価により行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造の説明

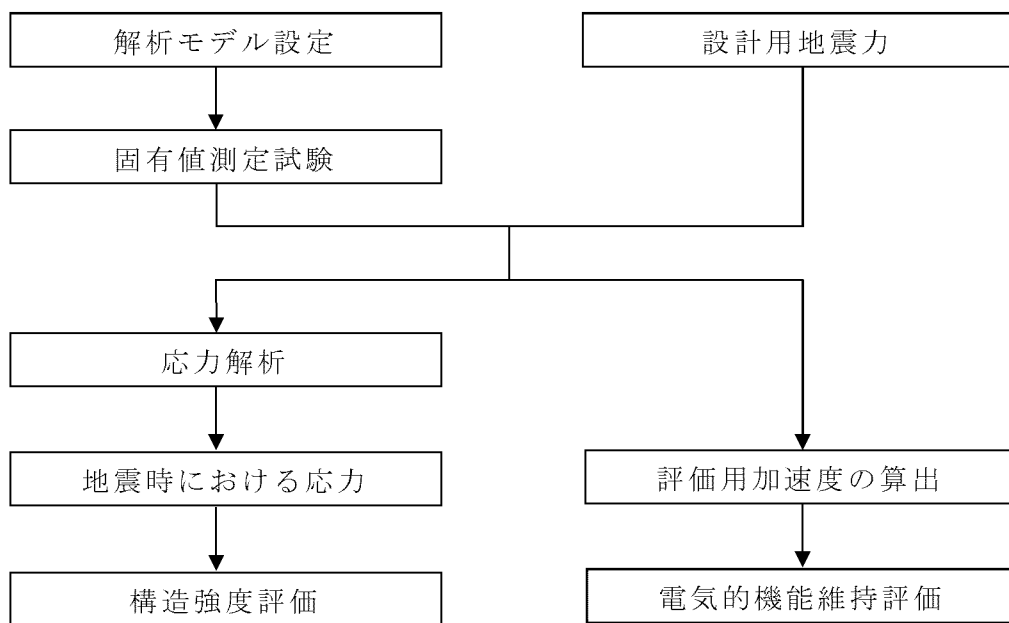
資料6-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計する。



## 2.2 評価方針

蓄電池（3系統目）切替盤の構造強度評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す蓄電池（3系統目）切替盤の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、蓄電池（3系統目）切替盤の機能維持評価は、資料6-1「耐震設計の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価フローを第2-1図に示す。



第2-1図 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価フロー

### 3. 耐震評価箇所

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる据付部材の溶接部を選定して実施する。

### 4. 固有値測定試験

蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数測定方法について以下に示す。

#### 4.1 基本方針

正弦波掃引試験にて蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数を求める。

#### 4.2 固有振動数の測定方法

蓄電池（3系統目）切替盤については、実機相当の模擬盤を用いて実機据付状態と同様な方法で加振台へ固定し、正弦波掃引試験により固有振動数を確認する。

## 5. 応力評価

蓄電池（3系統目）切替盤の応力評価方法について以下に示す。

### 5.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは1質点系モデルとし、盤の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 地震による転倒モーメントを溶接部のみで負担すると考え、基礎ボルトの負担は無視する。
- (3) 許容応力について、JSME S NJ1-2012のPart3を用いて計算する際に、温度が図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。  
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 使用材料の許容応力

蓄電池（3系統目）切替盤の重大事故等対処施設の評価に用いる使用材料の許容応力を第5-1表に示す。

第5-1表 使用材料の許容応力

材質	評価温度 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
SS400	60 (雰囲気温度)	237	389	237	272

### 5.3 設計用地震力

#### (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	設備分類 施設区分	水平震度	鉛直震度
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	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

#### (2) 動的地震力

設計用床応答曲線区分及び減衰定数を第 5-2 表に示す。

動的地震力は、第 5-1 図および第 5-2 図に示す設計用床応答曲線を使用する。

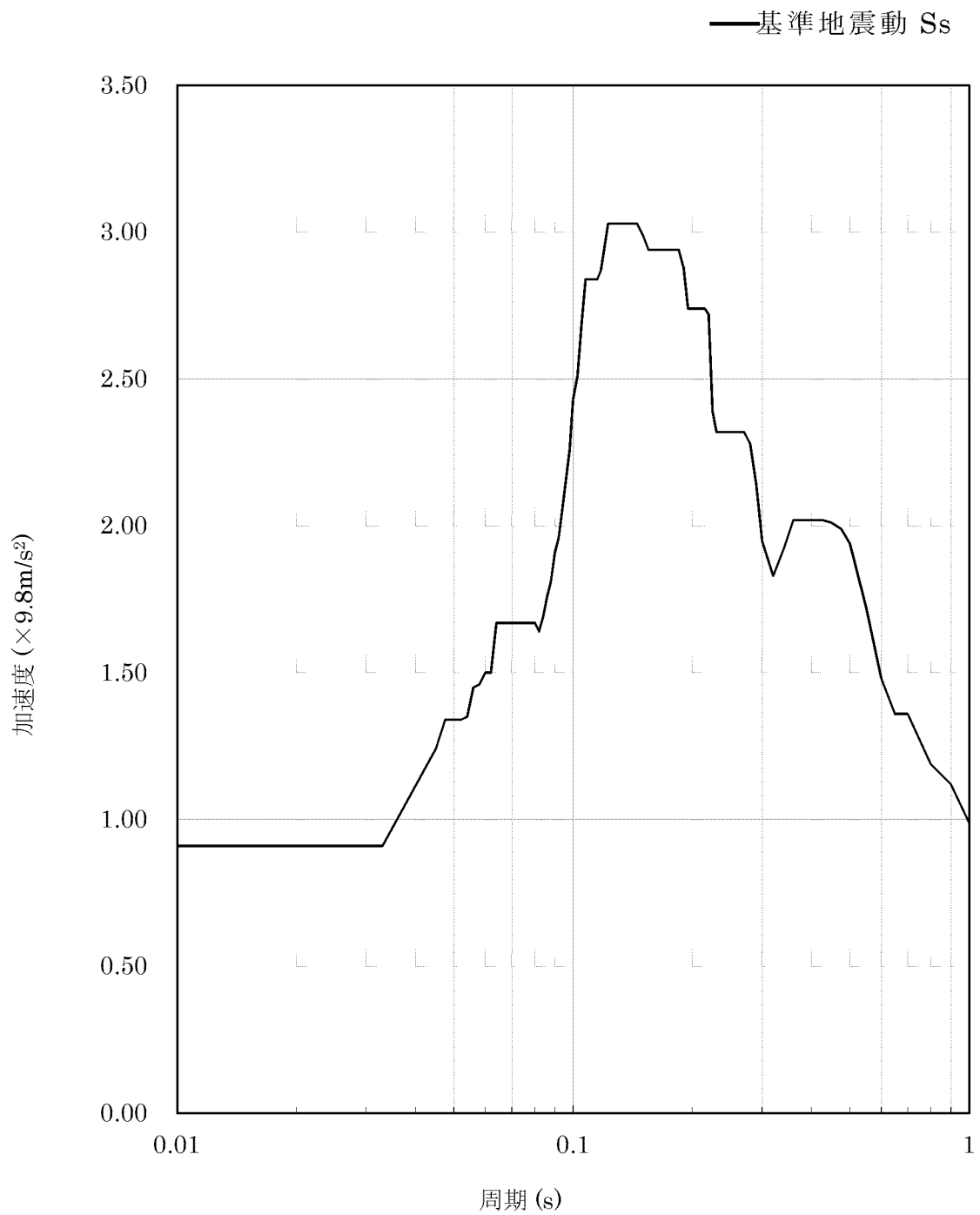
第5-2表 設計用地震力及び減衰定数

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線		
		建屋 及び高さ (m)	方向	減衰定数 (%)
基準 地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	水平	4.0
			鉛直	1.0
弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	原子炉 周辺建屋 E.L.3.7	水平	4.0
			鉛直	1.0

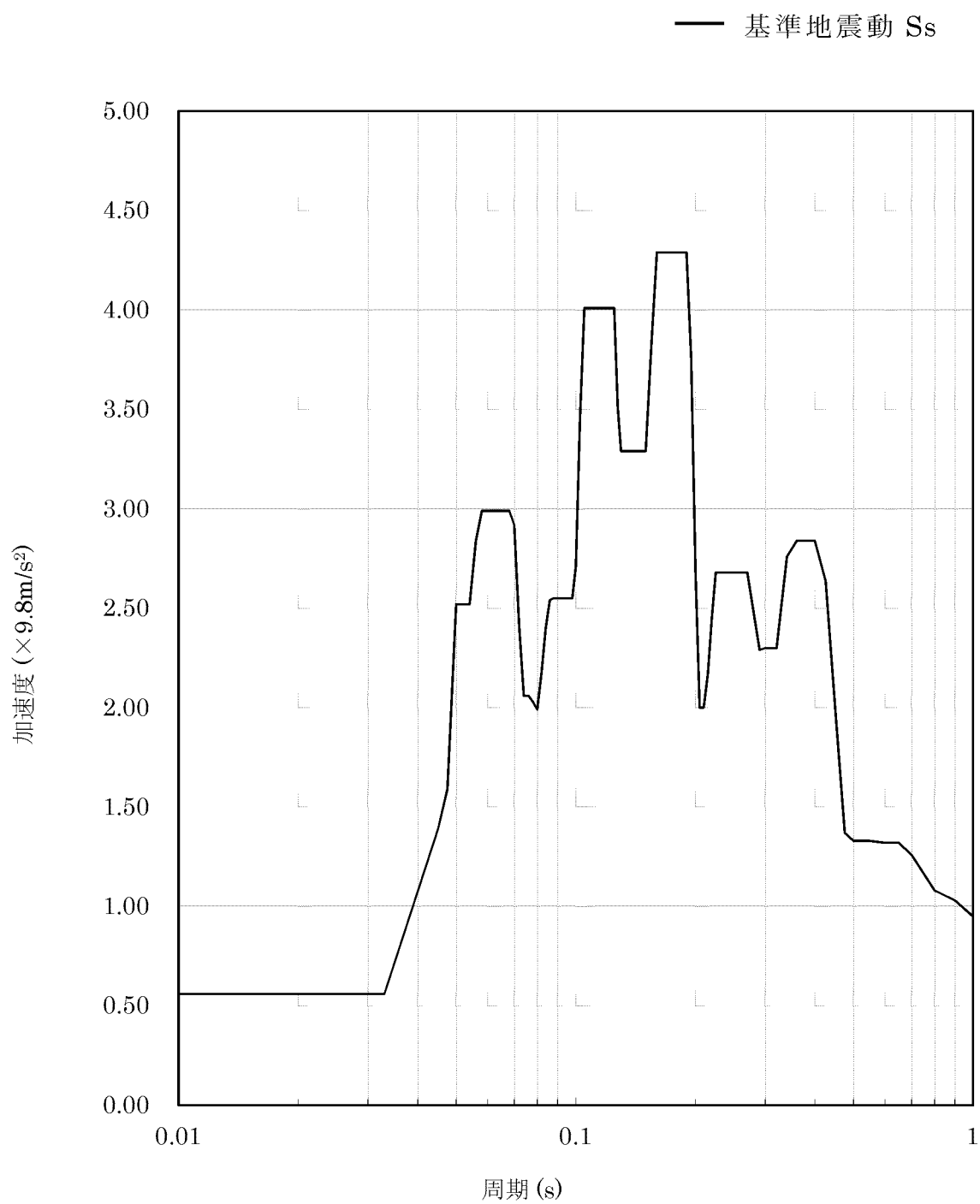
(3) 設計用地震力

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

Ss 地震時の評価では、水平地震力と鉛直地震力は動的地震力とする。

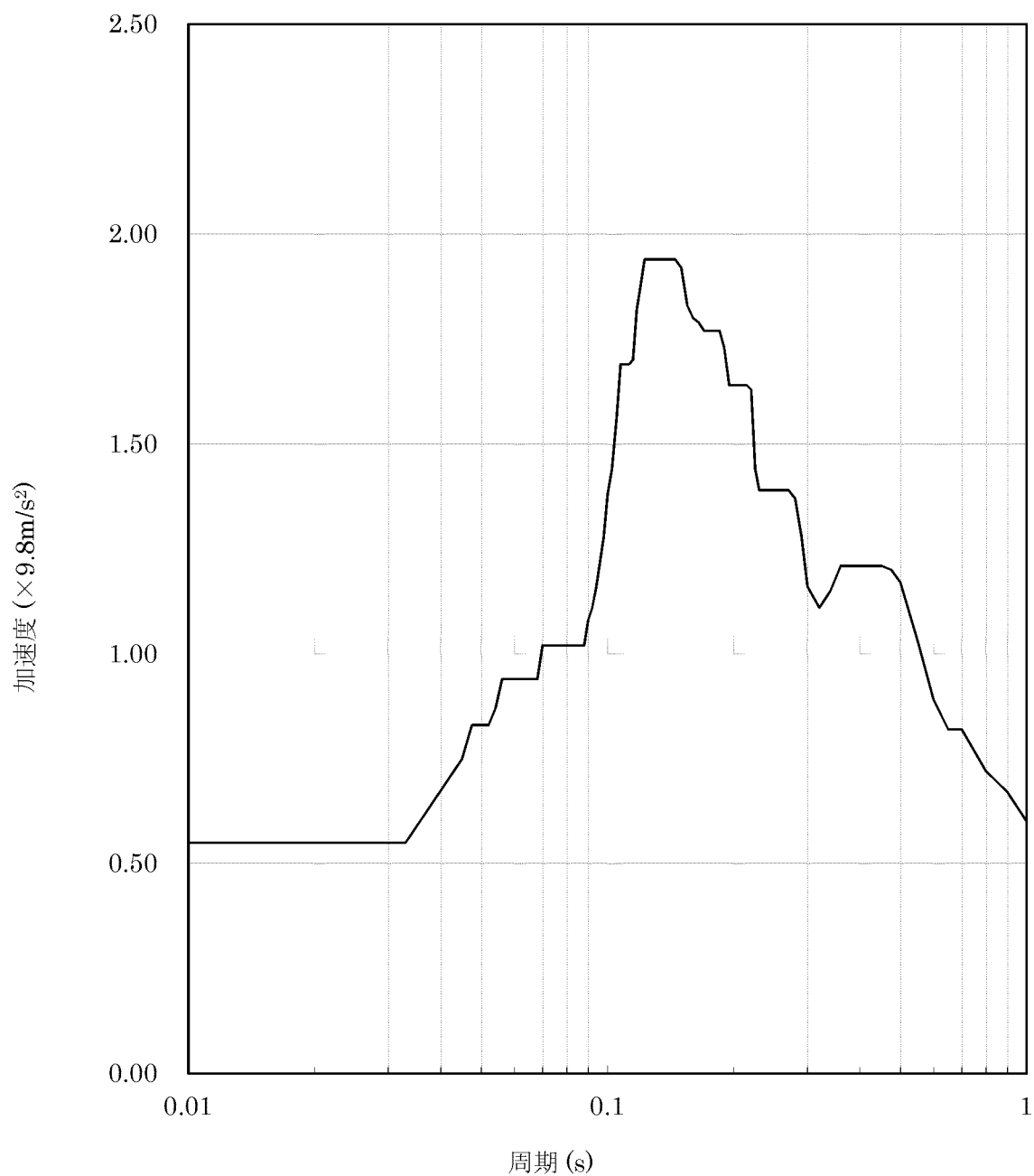


第 5-1 図 (1/2) 基準地震動 (Ss)  
 (原子炉周辺建屋EL.3.7m 減衰定数4.0% 水平方向 包絡)



第 5-1 図 (2/2) 基準地震動 (Ss)  
 (原子炉周辺建屋EL. 3.7m 減衰定数1.0% 鉛直方向 包絡)

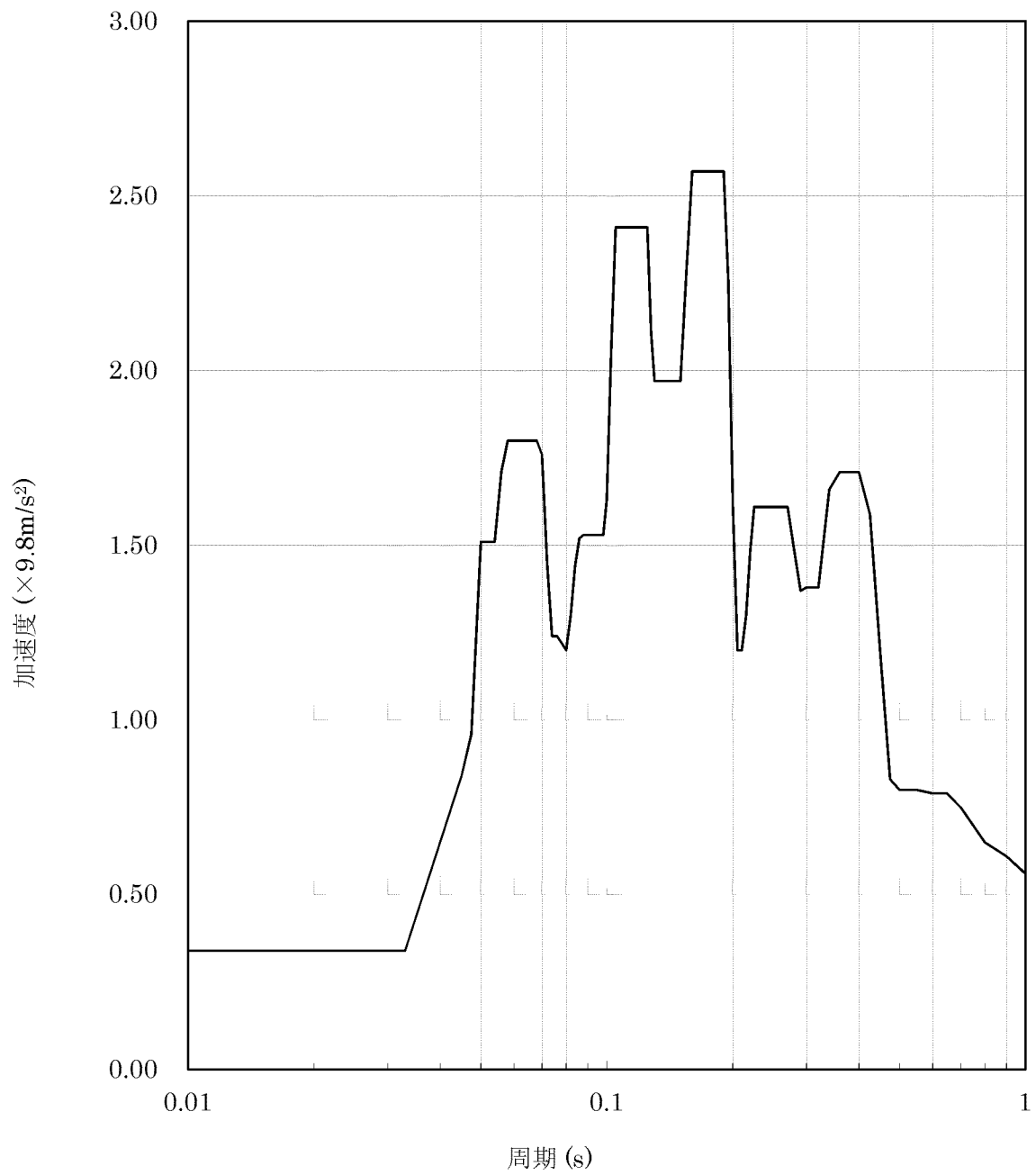
— 弹性設計用地震動 Sd



第 5-2 図 (1/2) 弹性設計用地震動 (Sd)  
(原子炉周辺建屋EL. 3.7m 減衰定数4.0% 水平方向 包絡)



— 弾性設計用地震動 Sd



第 5-2 図 (2/2) 弾性設計用地震動 (Sd)  
(原子炉周辺建屋EL. 3.7m 減衰定数1.0% 鉛直方向 包絡)

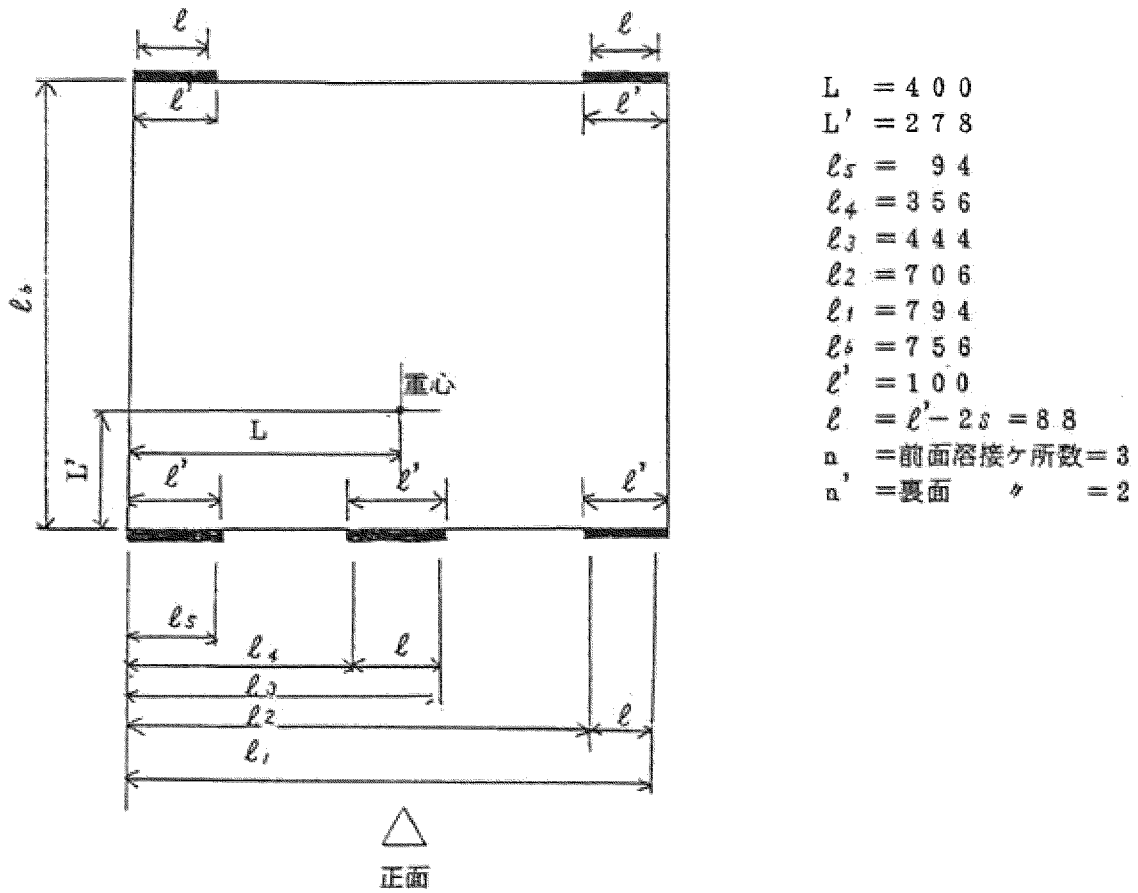
## 5.4 応力評価方法

### 5.4.1 記号の説明

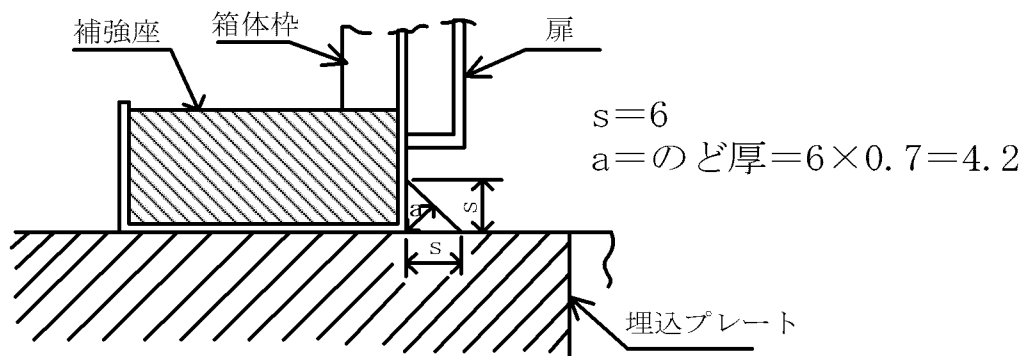
記号	記号の説明	単位
L	盤側面から機器重心までの距離	mm
L'	盤正面から機器重心までの距離	mm
h	重心の高さ	mm
C <sub>H</sub>	設計用水平震度	—
C <sub>V</sub>	設計用鉛直震度	—
W	機器質量	kg
g	重力加速度 (9.80665m/s <sup>2</sup> )	m/s <sup>2</sup>
S	溶接部有効断面積	mm <sup>2</sup>
a	溶接部有効のど厚	mm
ℓ'	溶接の全長 (有効長さ)	mm
ℓ <sub>n</sub>	溶接端部から各溶接部までの距離、ℓ <sub>1</sub> ~ℓ <sub>6</sub>	mm
ℓ	溶接の有効長さ	mm
σ	引張力による引張応力	MPa
τ	せん断力によるせん断応力	MPa
f <sub>max</sub>	最大の応力	MPa
n	前面溶接箇所数	—
n'	裏面溶接箇所数	—

### 5.4.2 計算モデル

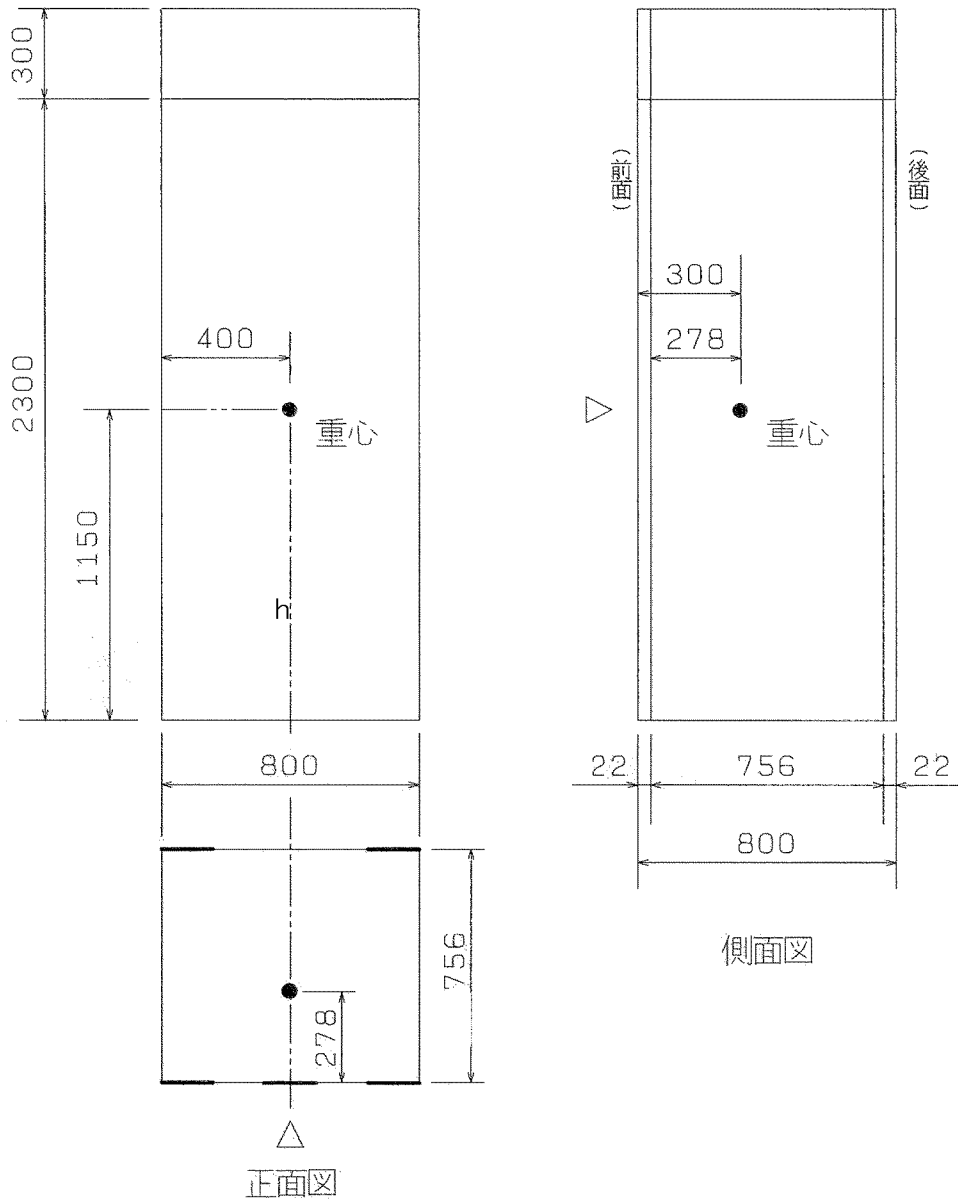
解析モデルを第 5-3 図～第 5-5 図に示す。



第 5-3 図 溶接長



第 5-4 図 溶接サイズ



第 5-5 図 重心位置

### 5.4.3 応力計算

#### (1) 前後方向

有効断面積（溶接箇所一箇所あたり）  $S=al$

盤の転倒による引張力により溶接部ののど面に加わる引張応力は、前面を支点として、モーメントの釣合いより

$$W\{C_H h - (1 - C_V)L'\}g = \sigma n' S \ell_6$$
$$\therefore \sigma = \frac{Wg}{n' S \cdot \ell_6} \{C_H h - (1 - C_V)L'\}$$

盤へのせん断力により溶接部ののど面に加わるせん断応力は、力の釣合いにより

$$\tau(n + n')S = W \cdot C_H \cdot g$$
$$\therefore \tau = \frac{W \cdot C_H \cdot g}{(n + n')S}$$

前後方向の振動により、溶接部ののど面に加わる応力が最大となるのは、 $\sigma$ と $\tau$ が同時に加わった場合であるため、前後方向に発生する最大の応力は

$$f_{max} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\left[ \frac{Wg}{n' S \ell_6} \{C_H h - (1 - C_V)L'\} \right]^2 + \left\{ \frac{W C_H g}{(n + n') S} \right\}^2}$$

(2) 左右方向

盤の転倒による引張力により溶接部ののど面に加わる引張応力は、  
左側面を支点として、  
モーメントの釣合より、

$$\begin{aligned} W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g &= 2 \int_{\ell_2}^{\ell_1} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx + \int_{\ell_4}^{\ell_3} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx + 2 \int_0^{\ell_5} \sigma(x) \cdot x \cdot a \, dx \\ &= \frac{\sigma \cdot a}{l_1} \left\{ 2 \int_{\ell_2}^{\ell_1} \sigma(x) \cdot x \cdot dx + \int_{\ell_4}^{\ell_3} \sigma(x) \cdot x \cdot dx + 2 \int_0^{\ell_5} \sigma(x) \cdot x \cdot dx \right\} \\ &= \frac{\sigma \cdot a}{3\ell_1} \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\} \\ \therefore \sigma &= \frac{3\ell_1 W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g}{a \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\}} \end{aligned}$$

盤へのせん断力により溶接部ののど面に加わるせん断応力は、力の釣合により

$$\begin{aligned} \tau(n + n')S &= W \cdot C_H \cdot g \\ \therefore \tau &= \frac{W \cdot C_H \cdot g}{(n + n')S} \end{aligned}$$

左右方向の振動により、溶接部ののど面に加わる応力が最大となるのは、 $\sigma$ と $\tau$ が同時に加わった場合であるから、左右方向に発生する最大のせん断応力は

$$f_{max} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\left[ \frac{3\ell_1 W\{C_H h - (1 - C_V)L\}g}{a \left\{ 2(\ell_1^3 - \ell_2^3) + (\ell_3^3 - \ell_4^3) + 2\ell_5^3 \right\}} \right]^2 + \left\{ \frac{WC_H g}{(n + n')S} \right\}^2}$$

## 5.5 応力評価条件

### 5.5.1 応力計算条件

#### (1) 盤関係

項目		記号	単位	数値
盤質量(1面)		W	kg	700
重力加速度		g	m/s <sup>2</sup>	9.80665
盤側面から機器重心までの距離		L	mm	400
盤正面から機器重心までの距離		L'	mm	278
重心の高さ		h	mm	1,150
溶接部有効断面積(1ヶ所あたり)		S	mm <sup>2</sup>	369.6
溶接部有効のど厚		a	mm <sup>2</sup>	4.2
溶接全長		ℓ'	mm	100
溶接の有効長さ		ℓ	mm	88
前面溶接箇所数		n	—	3
裏面溶接箇所数		n'	—	2
左右方向	溶接端部から各溶接部間の距離	ℓ <sub>1</sub>	mm	794
		ℓ <sub>2</sub>	mm	706
		ℓ <sub>3</sub>	mm	444
		ℓ <sub>4</sub>	mm	356
		ℓ <sub>5</sub>	mm	94
		ℓ <sub>6</sub>	mm	756

## 6. 機能維持評価

蓄電池（3系統目）切替盤は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その維持がされていることを示す。

### 6.1 機能維持評価方法

蓄電池（3系統目）切替盤の評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具単体(MCCB)の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第6-1表に示す。

第6-1表 機能確認済加速度

項目	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
水平	□
鉛直	□



特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備の  
耐震計算結果

耐震計算結果は、以下の資料により構成されている。

- 別添1-3-1 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果
- 別添1-3-2 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果
- 別添1-3-3 充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果
- 別添1-3-4 蓄電池（3系統目）切替盤の耐震計算結果

## 蓄電池（3系統目）の耐震計算結果

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 1 - 1
2. 固有値解析結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 1 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 1 - 2
4. 評価結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 1 - 2
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 1 - 2

1. 概 要

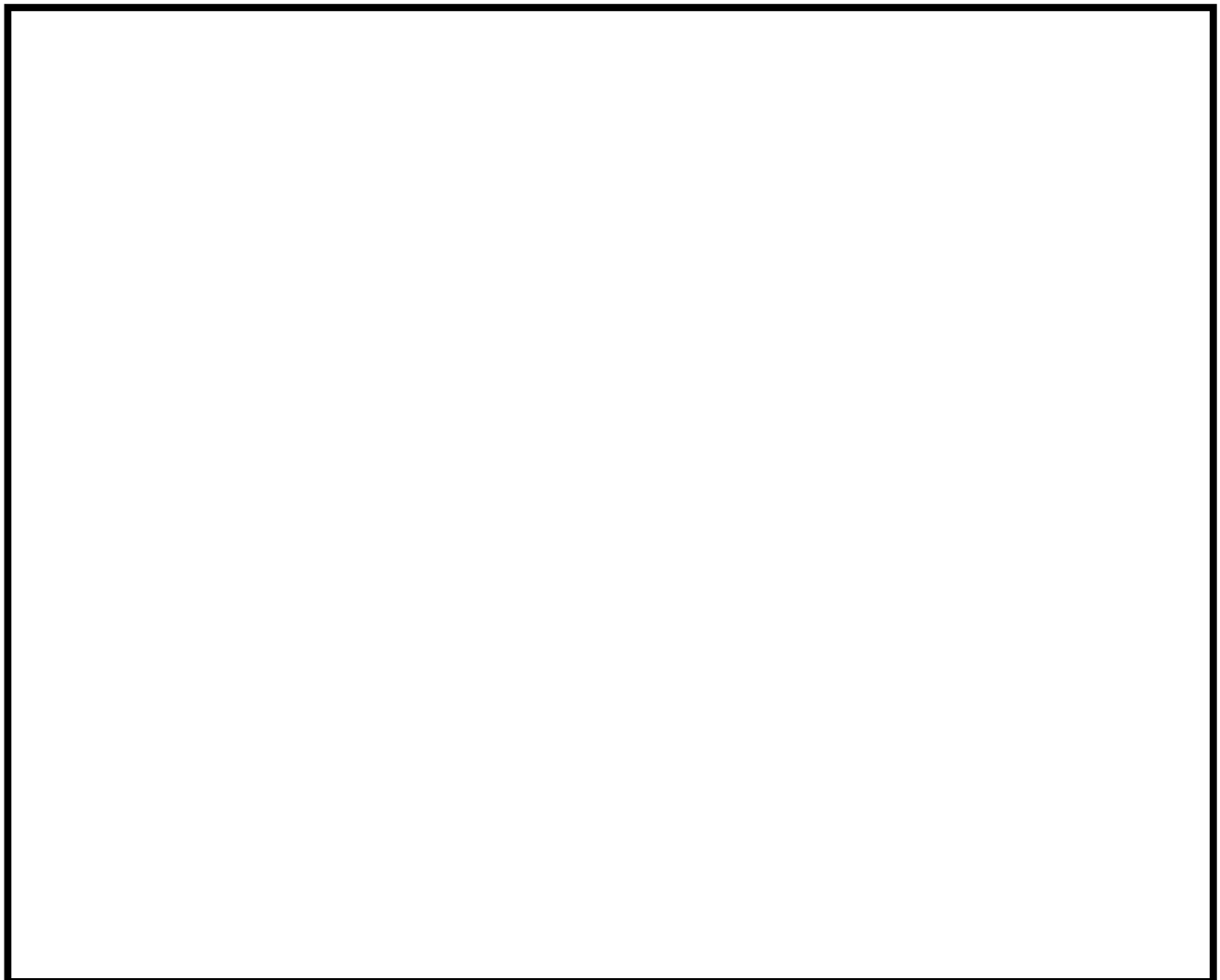
本資料は、蓄電池（3 系統目）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

2. 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を第 2-1 表に、1 次の振動モード図を第 2-1 図に示す。

第 2-1 表 固有振動数

次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数			卓越相当 部材
		X 方向	Y 方向	Z 方向	
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	架台全体



第 2-1 図 振動モード（1 次）

### 3. 設計用加速度

設計用加速度を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 設計用加速度

地震動	方向	記号	設計用加速度 <sup>(注)</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動 $S_s$	水平	$\alpha_H$	1.092
	鉛直	$\alpha_V$	0.648
弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的地震力	水平	$\alpha_H$	0.696
	鉛直	$\alpha_V$	0.396

(注) 蓄電池 (3 系統目) の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、設計用加速度には最大床加速度の 1.2 倍の値を使用する。

### 4. 評価結果

#### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

蓄電池 (3 系統目) の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。したがって、基準地震動  $S_s$  に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

##### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第 4-1 表に、最大応力発生箇所を第 4-1 図に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的地震力に対する評価

弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力による応力評価結果を第 4-2 表に、最大応力発生箇所を第 4-2 図に示す。

第 4-1 表 基準地震動  $S_s$  による評価結果 ( $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ ) (1/2)

評価対象設備		評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値		
					MPa	MPa		
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3 系統目)	□	引張応力	左右+上下	5	276	
					前後+上下	4		
				せん断応力	左右+上下	71	159	
					前後+上下	15		
				圧縮応力	左右+上下	6	199	
					前後+上下	5	187	
				曲げ応力	左右+上下	18	276	
					前後+上下	24		
				組合せ 応力	(注1) 引張+ 曲げ	左右+上下	0.07 (注3)	1 (注3)
						前後+上下	0.09 (注3)	
					(注2) 圧縮+ 曲げ	左右+上下	0.08 (注3)	
						前後+上下	0.10 (注3)	

第 4-1 表 基準地震動 Ss による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + Ss) (2/2)

評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3 系統目)		引張応力	左右+上下	72	276
					前後+上下	15	
				せん断応力	左右+上下	22	159
					前後+上下	45	
				組合せ応力	左右+上下	72	276 (注 4)
					前後+上下	15	

(注 1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$

(注 2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

(注 3) 単位なし

(注 4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 f_t^* - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$ とする。



第 4-2 表 弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + Sd) (1/2)

評価対象設備		評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値		
					MPa	MPa		
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3 系統目)	[ ]	引張応力	左右+上下	3	240	
					前後+上下	3		
				せん断応力	左右+上下	47	138	
					前後+上下	10		
				圧縮応力	左右+上下	4	181	
					前後+上下	3		
				曲げ応力	左右+上下	12	240	
					前後+上下	16		
				組合せ 応力	(注1) 引張+ 曲げ	左右+上下	0.06 <sup>(注3)</sup>	1 <sup>(注3)</sup>
						前後+上下	0.07 <sup>(注3)</sup>	
					(注2) 圧縮+ 曲げ	左右+上下	0.06 <sup>(注3)</sup>	
						前後+上下	0.08 <sup>(注3)</sup>	

第 4-2 表 弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + Sd) (2/2)

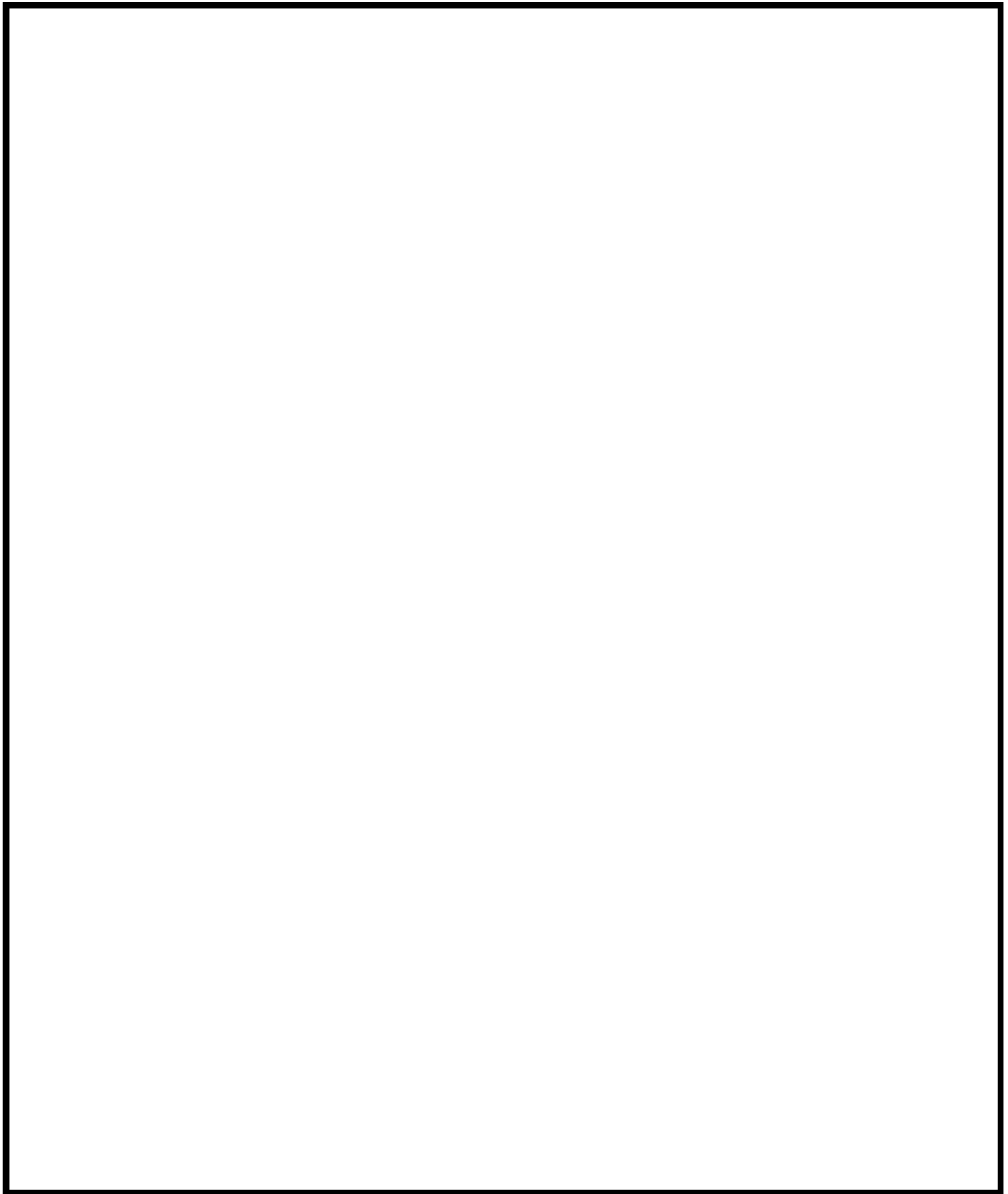
評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	蓄電池 (3 系統目)	□	引張応力	左右+上下	42	240
					前後+上下	8	
				せん断応力	左右+上下	14	138
					前後+上下	29	
				組合せ応力	左右+上下	42	240 <sup>(注 4)</sup>
					前後+上下	8	

(注 1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t}$

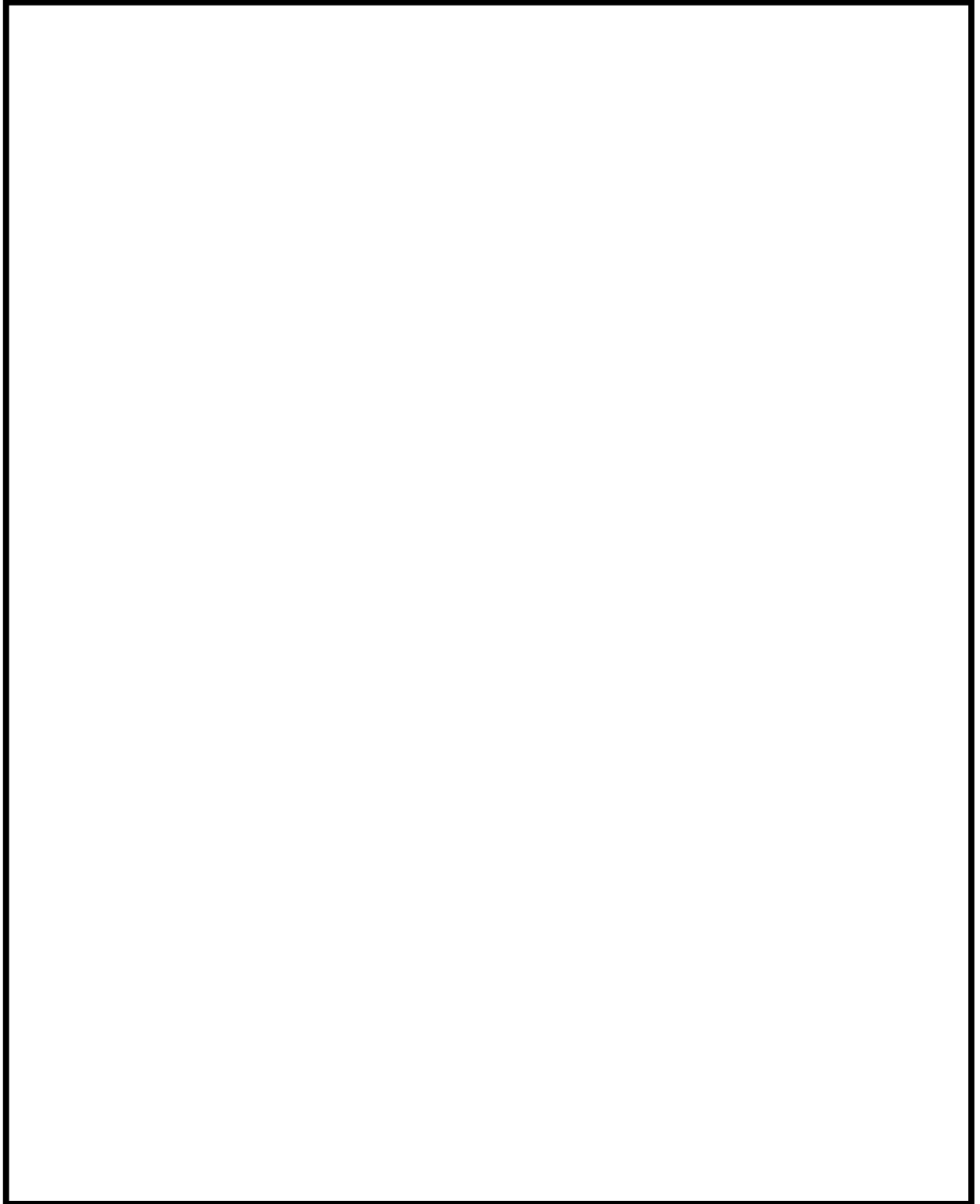
(注 2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b}$

(注 3) 単位なし

(注 4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 f_t - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t)$ とする。



第 4-1 図 最大応力発生箇所(基準地震動  $S_s$ )



第 4-2 図 最大応力発生箇所(弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力)

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 2 - 1
2. 固有値測定試験結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 2 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 2 - 1
4. 評価結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 2 - 2
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 2 - 2

## 1. 概 要

本資料は、計装電源盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値測定試験結果

固有振動数の測定結果を第2-1表に示す。

第2-1表 固有振動数

加振方向		固有振動数 (Hz)
水平	前後	30以上
	左右	
鉛直		

## 3. 設計用加速度

設計用加速度を第3-1表に示す。

第3-1表 設計用加速度

地震動	方向	記号	設計用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動Ss	水平	C <sub>H</sub>	1.092
	鉛直	C <sub>V</sub>	0.648
弾性設計用地震動Sd 又は静的地震力	水平	C <sub>H</sub>	0.696
	鉛直	C <sub>V</sub>	0.396

(注) 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、設計用加速度は最大床加速度の1.2倍の値を使用する。

#### 4. 評価結果

##### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

計装電源盤（3系統目蓄電池用）の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。

##### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第 4-1 表に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的地震力に対する評価

弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力による応力評価結果を第 4-2 表に示す。

##### (3) 機能維持に関する評価

電氣的機能維持評価結果を第 4-3 表に示す。



第 4-1 表 基準地震動  $S_s$  による評価結果( $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ )

評価対象設備			評価部位	応力分類	発生値	評価基準値
					MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	計装電源盤 (3 系統目蓄電池用)	基礎ボルト	引張応力	9	276
				せん断応力	8	159
				組合せ応力	9	276 <sup>(注1)</sup>

(注 1) 引張応力( $\sigma_t$ )とせん断応力( $\tau$ )との組合せ応力の評価基準値は  $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5ft^* - 1.6\tau, 1.5ft^*)$  とする。

第 4-2 表 弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力による評価結果( $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_d$ )

評価対象設備			評価部位	応力分類	発生値	評価基準値
					MPa	MPa
非常用電源設備	その他の電源装置	計装電源盤 (3 系統目蓄電池用)	基礎ボルト	引張応力	3	231
				せん断応力	5	132
				組合せ応力	3	231 <sup>(注1)</sup>

(注 1) 引張応力( $\sigma_t$ )とせん断応力( $\tau$ )との組合せ応力の評価基準値は  $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5ft - 1.6\tau, 1.5ft)$  とする。

第4-3表 電氣的機能維持評価結果（重大事故等対処施設）

評価対象設備			機能維持確認済加速度との比較				詳細評価	
			加速度 確認部位	水平加速度（×9.8m/s <sup>2</sup> ）		鉛直加速度（×9.8m/s <sup>2</sup> ）		
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度		機能確認済 加速度
非常用電源設備	その他の電源装置	計装電源盤 （3系統目蓄電池用）	機器取付位置	0.91	□	0.54	□	—

（注）計装電源盤（3系統目蓄電池用）の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

充電器盤（3系統目蓄電池用）の耐震計算結果

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 3 - 1
2. 固有値解析結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 3 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 3 - 2
4. 評価結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 3 - 2
4.1 重大事故等対処施設としての評価結果 .....	6 (4) - 別添 1 - 3 - 3 - 2

## 1. 概 要

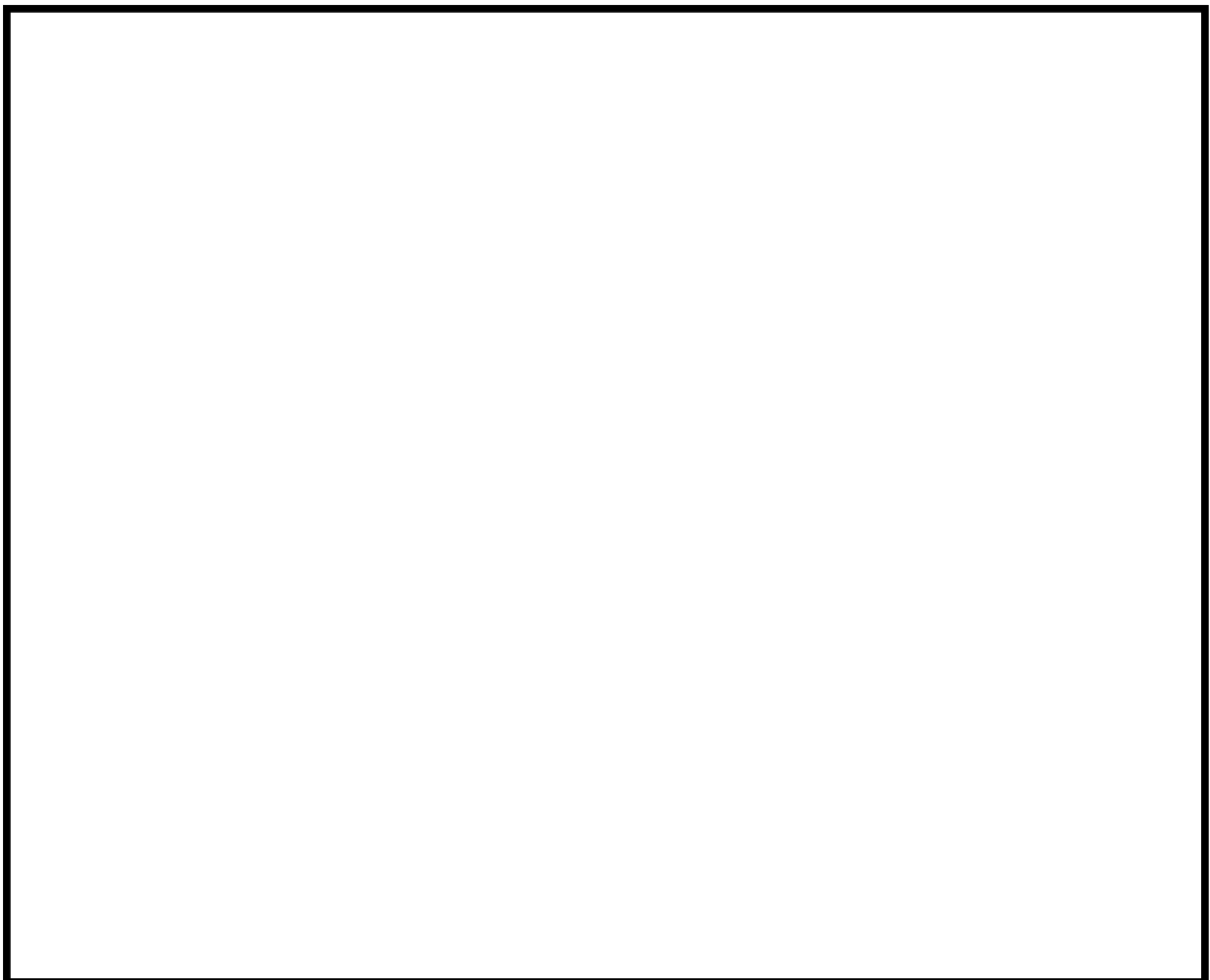
本資料は、充電器盤（3系統目蓄電池用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を第2-1表に、1次の振動モード図を第2-1図に示す。

第2-1表 固有振動数

次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数			卓越相当 部材
		X方向	Y方向	Z方向	
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	盤全体



第2-1図 振動モード（1次）

### 3. 設計用加速度

設計用加速度を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 設計用加速度

地震動	方向	記号	設計用加速度 <sup>(注)</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動 $S_s$	水平	$\alpha_H$	1.092
	鉛直	$\alpha_V$	0.648
弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的地震力	水平	$\alpha_H$	0.696
	鉛直	$\alpha_V$	0.396

(注) 充電器盤 (3 系統目蓄電池用) の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、設計用加速度には最大床加速度の 1.2 倍の値を使用する。

### 4. 評価結果

#### 4.1 重大事故等対処施設としての評価結果

充電器盤 (3 系統目蓄電池用) の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。

##### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動  $S_s$  による応力評価結果を第 4-1 表に、最大応力発生箇所を第 4-1 図に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的地震力に対する評価

弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力による応力評価結果を第 4-2 表に、最大応力発生箇所を第 4-2 図に示す。



##### (3) 機能維持に関する評価

電氣的機能維持評価結果を第 4-3 表に示す。

第4-1表 基準地震動 S<sub>s</sub> による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>) (1/2)

評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値	
						MPa	MPa	
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3系統 目蓄電池用)	[ ]	引張応力	左右+上下	9	276	
					前後+上下	5		
				せん断応力	左右+上下	23	159	
					前後+上下	16		
				圧縮応力	左右+上下	10	75	
					前後+上下	8		
				曲げ応力	左右+上下	42	276	
					前後+上下	32		
				組合せ 応力	(注1) 引張+ 曲げ	左右+上下	0.16 (注3)	1 (注3)
						前後+上下	0.12 (注3)	
					(注2) 圧縮+ 曲げ	左右+上下	0.25 (注3)	
						前後+上下	0.13 (注3)	
				組合せ	[ ]	左右+上下	65	276
						前後+上下	60	

第4-1表 基準地震動 S<sub>s</sub> による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>) (2/2)

評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3系統 目蓄電池用)		引張応力	左右+上下	14	276
					前後+上下	12	
				せん断応力	左右+上下	30	159
					前後+上下	34	
				組合せ応力	左右+上下	14	276 (注4)
					前後+上下	12	
		引張応力	左右+上下	20	276		
			前後+上下	15			
		せん断応力	左右+上下	26	159		
			前後+上下	32			
		組合せ応力	左右+上下	20	276 (注4)		
			前後+上下	15			

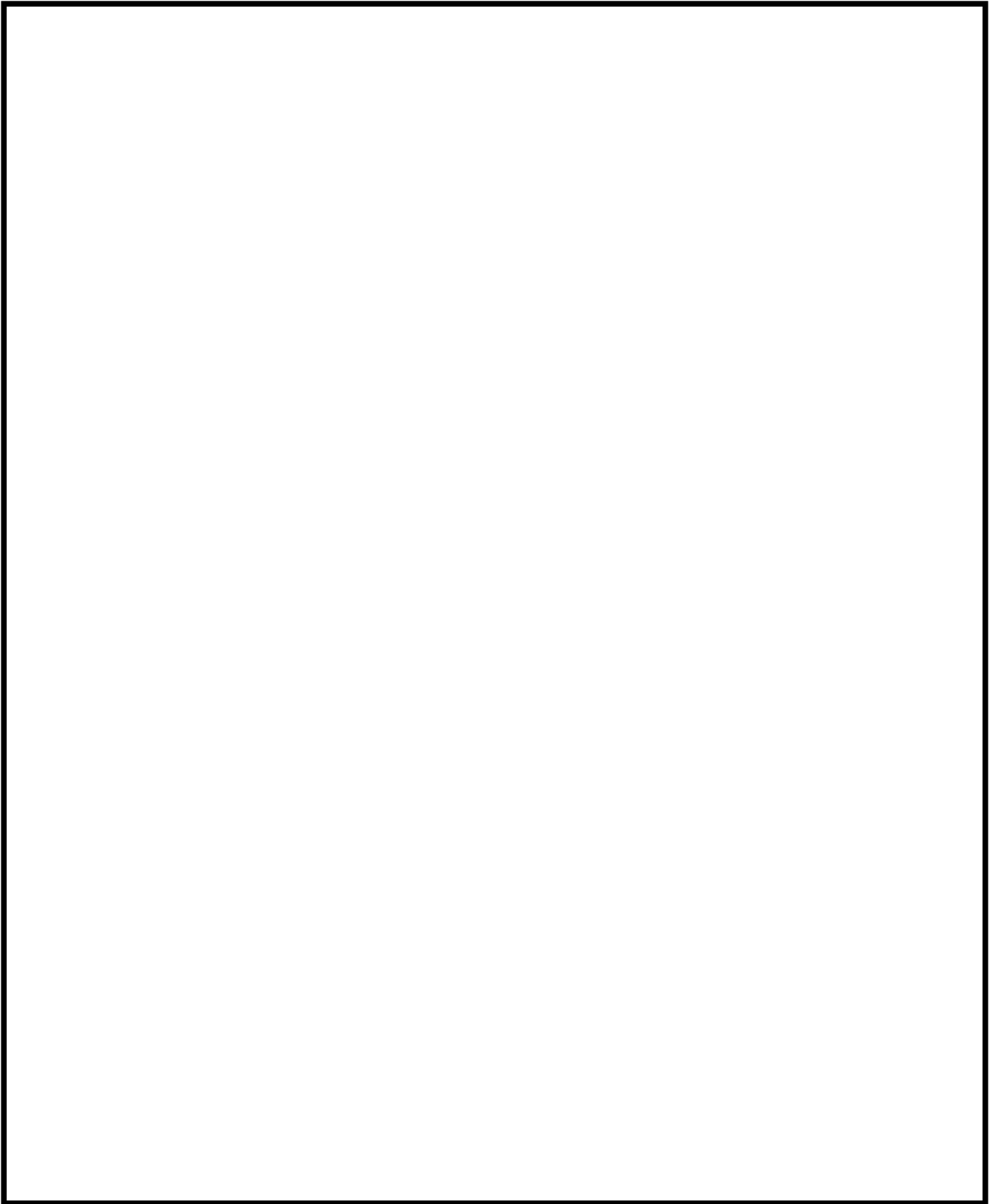
(注1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t^*}$

(注2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b^*}$

(注3) 単位なし

(注4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 f_t^* - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$ とする。







第 4-1 図 最大応力発生箇所(基準地震動  $S_s$ )

第 4-2 表 弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + Sd) (1/2)

評価対象設備		評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値	
					MPa	MPa	
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3 系統 目蓄電池用)	引張応力	左右+上下	6	240	
				前後+上下	4		
			せん断応力	左右+上下	17	138	
				前後+上下	14		
			圧縮応力	左右+上下	4	39	
				前後+上下	7	75	
			曲げ応力	左右+上下	32	240	
				前後+上下	27		
			組合せ 応力	(注 1) 引張 + 曲げ	左右+上下	0.14 (注 3)	1 (注 3)
					前後+上下	0.11 (注 3)	
				(注 2) 圧縮 + 曲げ	左右+上下	0.20 (注 3)	
					前後+上下	0.12 (注 3)	
			組合せ	左右+上下	52	240	
				前後+上下	48		

第 4-2 表 弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力による評価結果(D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + Sd) (2/2)

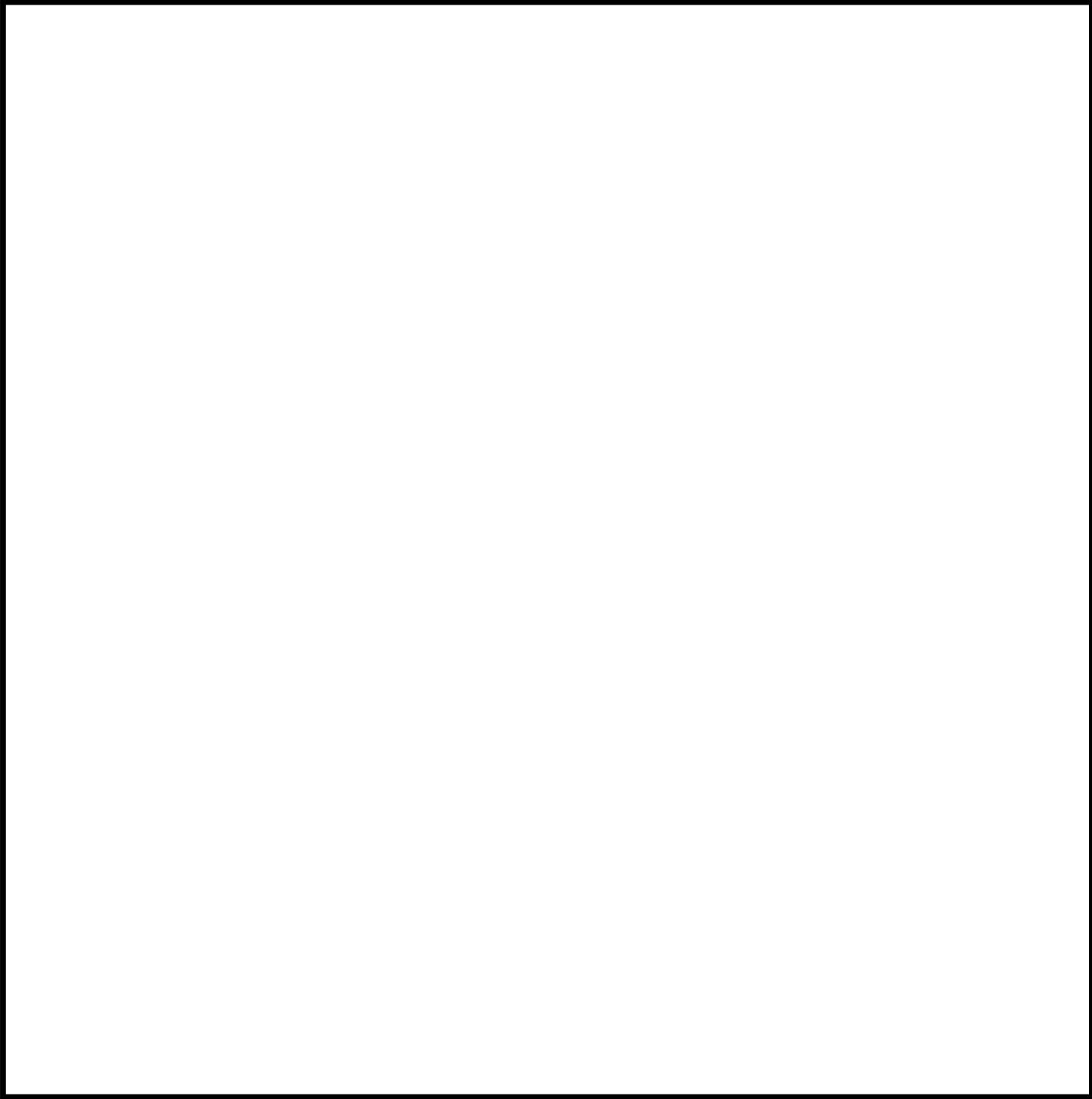
評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他	充電器盤 (3 系統 目蓄電池用)		引張応力	左右+上下	7	240
					前後+上下	6	
				せん断応力	左右+上下	23	138
					前後+上下	25	
			組合せ応力	左右+上下	7	240 (注 4)	
				前後+上下	6		
		引張応力	左右+上下	11	240		
			前後+上下	7			
		せん断応力	左右+上下	19	138		
			前後+上下	21			
		組合せ応力	左右+上下	11	240 (注 4)		
			前後+上下	7			

(注 1)  $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t}$

(注 2)  $\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b}$

(注 3) 単位なし

(注 4) 引張応力( $\sigma_b$ )とせん断応力( $\tau_b$ )との組合せ応力の評価基準値は、 $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5f_t - 1.6\tau_b, 1.5f_t)$ とする。



第 4-2 図 最大応力発生箇所(弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力)

第 4-3 表 電氣的機能維持評価結果（重大事故等対処施設）

評価対象設備			機能確認済加速度との比較				
			加速度確認 部位	水平加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		鉛直加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度
非常用 電源 設備	その他	充電器盤（3 系統目 蓄電池用）	—	0.91	<input type="checkbox"/>	0.54	<input type="checkbox"/>

（注）充電器盤（3 系統目蓄電池用）の固有振動数が 30Hz 以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

蓄電池（3系統目）切替盤の  
耐震計算結果

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 4 - 1
2. 固有値測定試験結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 4 - 1
3. 設計用加速度 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 4 - 1
4. 評価結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 4 - 2
4.1 評価結果 .....	6 (4) - 別添1 - 3 - 4 - 2

## 1. 概 要

本資料は、蓄電池（3系統目）切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認するための耐震計算の結果について記載したものである。

## 2. 固有値測定試験結果

固有振動数の測定結果を第2-1表に示す。

第2-1表 固有振動数

加振方向		固有振動数 (Hz)
水平	前後	30Hz以上
	左右	
鉛直		

## 3. 設計用加速度

設計用加速度を第3-1表に示す。

第3-1表 設計用加速度

地震動	項目	記号	設計用加速度 <sup>(注)</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )
基準地震動S <sub>s</sub>	水平	C <sub>H</sub>	1.10
	鉛直	C <sub>V</sub>	0.68
弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的地震力	水平	C <sub>H</sub>	0.66
	鉛直	C <sub>V</sub>	0.41

(注) 蓄電池（3系統目）切替盤の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、設計用加速度には最大床加速度の1.2倍の値を使用する。



## 4. 評価結果

### 4.1 評価結果

蓄電池（3系統目）切替盤の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。また、評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、電氣的機能が維持されることを確認した。

#### (1) 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動 $S_s$ に対する応力評価結果を第4-1表に示す。

#### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$ に対する評価

弾性設計用地震動 $S_d$ に対する応力評価結果を第4-2表に示す。

#### (3) 機能維持に関する評価

電氣的機能維持評価結果を第4-3表に示す。

第4-1表 基準地震動Ssによる評価結果(D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+Ss)

評価対象設備			評価部位	応力分類	方向 <sup>(注1)</sup>	発生値 MPa	許容値 MPa
非常用電源設備	その他	蓄電池 (3系統目) 切替盤	溶接部	せん断応力 <sup>(注2)</sup>	前後+上下	16	156
					左右+上下	14	

(注1) 盤の正面に直行する方向を前後方向、盤の正面と平行な方向を左右方向とする。

(注2) 発生値は組合せ応力であるが、許容値にせん断応力の値を用いるため、応力分類はせん断応力として示す。

第4-2表 弾性設計用地震動Sd評価結果(D+P<sub>SAD</sub>+M<sub>SAD</sub>+Sd)

評価対象設備			評価部位	応力分類	方向 <sup>(注1)</sup>	発生値 MPa	許容値 MPa
非常用電源設備	その他	蓄電池 (3系統目) 切替盤	溶接部	せん断応力 <sup>(注2)</sup>	前後+上下	8	136
					左右+上下	7	

(注1) 盤の正面に直行する方向を前後方向、盤の正面と平行な方向を左右方向とする。

(注2) 発生値は組合せ応力であるが、許容値にせん断応力の値を用いるため、応力分類はせん断応力として示す。

第4-3表 電氣的機能維持評価結果

評価対象設備			機能確認済加速度との比較				詳細評価	
			加速度確認部位	水平加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		鉛直加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		
				評価用加速度	機能確認済加速度	評価用加速度		機能確認済加速度
非常用電源設備	その他	蓄電池 (3系統目) 切替盤	盤頂部	0.91	□	0.56	□	—

(注) 蓄電池 (3系統目) 切替盤の固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

## 耐震性に関する説明書

### 計算機プログラム（解析コード）の概要

# 目 次

## 1. 概 要

別紙1 MSC NASTRAN

## 1. 概 要

本資料は、添付資料6「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。使用した解析コードの一覧を第1表に示す。

第1表 耐震設計に係る解析コード

評価対象設備	プログラム名	資料名	参照元
蓄電池(3系統目) 充電器盤(3系統目蓄電池用)	MSC NASTRAN	別紙1	添付資料6-3-1 添付資料6-3-3 別添1-2-1 別添1-2-3

## 別紙 1 MSC NASTRAN

対象：蓄電池（3 系統目）、充電器盤（3 系統目蓄電池用）

コード名 項目	MSC NASTRAN
開発機関	The MacNeal-Schwendler Corporation (現 MSC.Software Corporation)
開発時期	1971 年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	Ver.2008.0.4
使用目的	3次元有限要素法（シェル及びはり要素）による 固有値解析、応力解析
コードの概要	<p>有限要素法を用いたMSC NASTRANは、世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は1965年、現在の米国 MSC.Software Corporation の前身である米国 The MacNeal-Schwendler Corporationの創設者、マクニール博士とシュウエンドラー博士が、当時NASA(The National Aeronautics and Space Administration)で行われていた、航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラムは NASTRAN(NASA Structural Analysis Program)と命名され、1971年に The MacNeal-Schwendler CorporationからMSC NASTRANとして一般商業用にリリースされた。</p> <p>以来、数多くの研究機関や企業において、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために、常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>MSC NASTRAN Ver.2008.0.4 は、蓄電池（3 系統目）、充電器盤（3 系統目蓄電池用）の 3 次元有限要素法（シェル及びはり要素）による固有値解析及び応力解析に使用している。</p> <p><b>【検証(Verification)】</b></p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 材料力学分野における一般的な知見により解を求めることができ</li> </ul>

る体系について、3次元有限要素法（シェル及びはり要素）による固有値解析及び応力解析（固有振動数、荷重及び応力）について理論モデルによる理論解との比較を行い、解析解が理論解と一致することを確認している。

- ・ 本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。

#### 【妥当性確認(Validation)】

本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。

- ・ 本解析コードは、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木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。
- ・ 本設計及び工事の計画で行う解析と類似するものとして、日本原子力研究開発機構（旧日本原子力研究所）が実施したプルトニウム用グローブボックスの固有値解析、応力解析の事例がある（JAERI-M92-206）。
- ・ 開発機関が提示するマニュアルにより、本設計及び工事の計画で使用する3次元有限要素法（シェル及びはり要素）による固有値解析、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。
- ・ 蓄電池（3系統目）、充電器盤（3系統目蓄電池用）の機器取付板に対し3次元シェル要素、支持架構に対しはり要素を適用し、混成モデル化を行っている。なお、異種要素を混成させることについては、異種要素境界でのデータ伝達が適正に行われるように要素設定を調整していることを確認している。
- ・ 本設計及び工事の計画において使用するバージョンは、他プラントの既設計及び工事の計画において使用されているものと同じであることを確認している。
- ・ 本設計及び工事の計画における構造に使用する要素、使用目的（固有値解析、応力解析）に対し、使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。



設計及び工事に係る品質マネジメントシステム  
に関する説明書

設計及び工事計画認可申請添付資料 7

玄海原子力発電所第4号機

## 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

設計及び工事計画認可申請添付資料 7-1

玄海原子力発電所第4号機

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	7 (4) - 1 - 1
2. 基本方針 .....	7 (4) - 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 .....	7 (4) - 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。) .....	7 (4) - 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 .....	7 (4) - 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 ..	7 (4) - 1 - 12
3.4 工事に係る品質管理の方法 .....	7 (4) - 1 - 23
3.5 使用前事業者検査 .....	7 (4) - 1 - 25
3.6 設工認における調達管理の方法 .....	7 (4) - 1 - 34
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ .....	7 (4) - 1 - 39
3.8 不適合管理 .....	7 (4) - 1 - 44
4. 適合性確認対象設備の保守管理 .....	7 (4) - 1 - 45
5. 様 式 .....	7 (4) - 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7-2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 7-2 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) 設工認対象設備の保守管理

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保守管理」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

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 7-2 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 7-2 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	原子力建設部門 原子力電気計装グループ 原子力建設部門 安全設計グループ 原子力土木建築部門 設計・解析グループ
3.4	工事に係る品質管理の方法	原子力土木建築部門 調査・計画グループ 保修第二課 土木建築課
3.5	使用前事業者検査	原子力建設部門 原子力電気計装グループ 原子力建設部門 安全設計グループ 原子力土木建築部門 調査・計画グループ 原子力土木建築部門 設計・解析グループ 保修第二課 土木建築課 安全品質保証統括室

項番号	プロセス	主管組織
3.6	設工認における調達管理の方法	原子力建設部門 原子力電気計装グループ 原子力土木建築部門 調査・計画グループ 保修第二課 土木建築課

## 3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査

### 3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用

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

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

### 3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査

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

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

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

#### (1) 実用炉規則別表第二対象設備に対する管理

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

なお、実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認申請（届出）が不要な

工事を行う場合は、設工認品管計画のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、工事が設工認のとおりであること及び技術基準規則に適合していることを確認する。

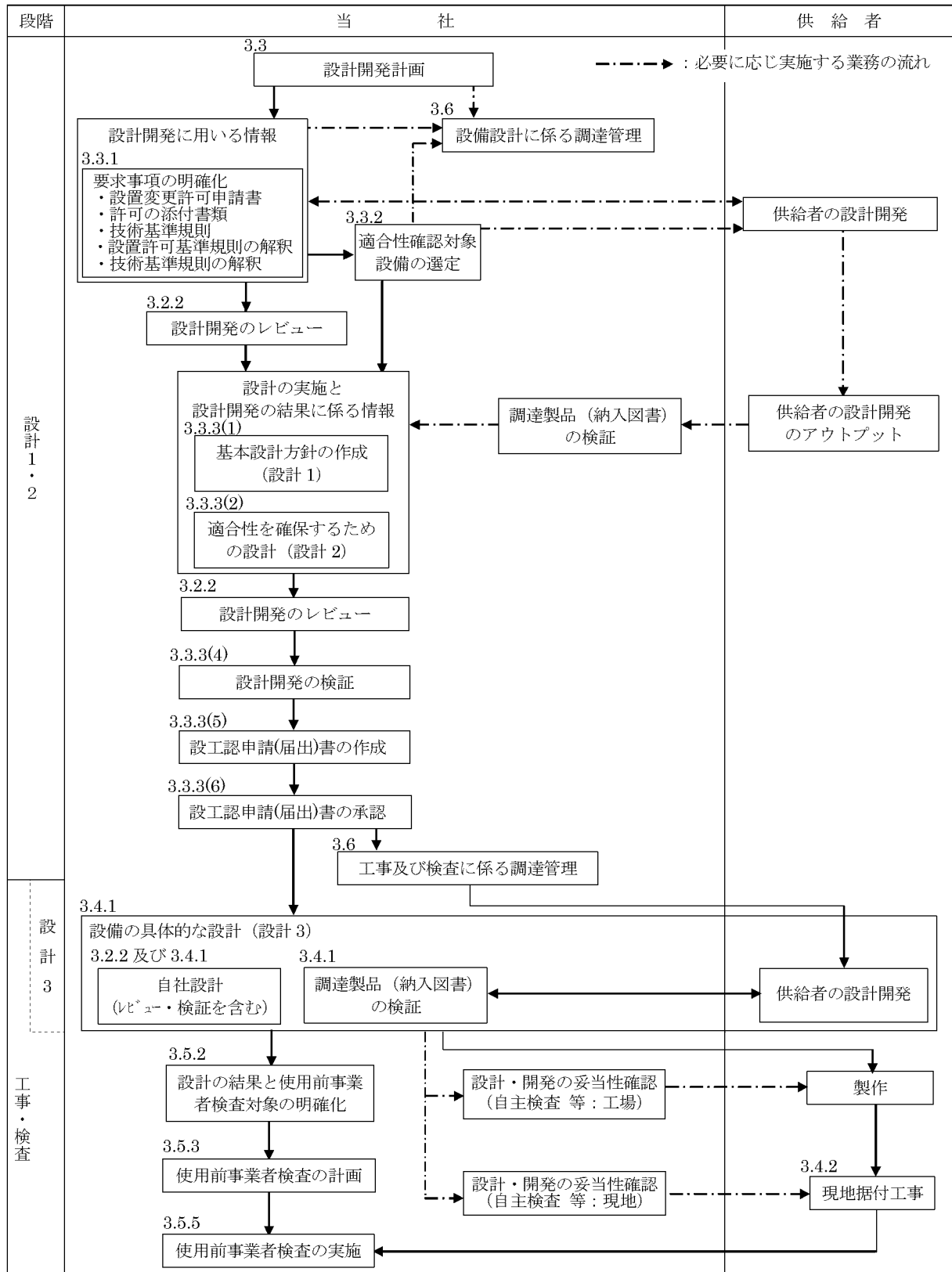
(2) 主要な耐圧部の溶接部に対する管理

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

第 3.2-1 表 設工認における設計等、工事及び検査の各段階

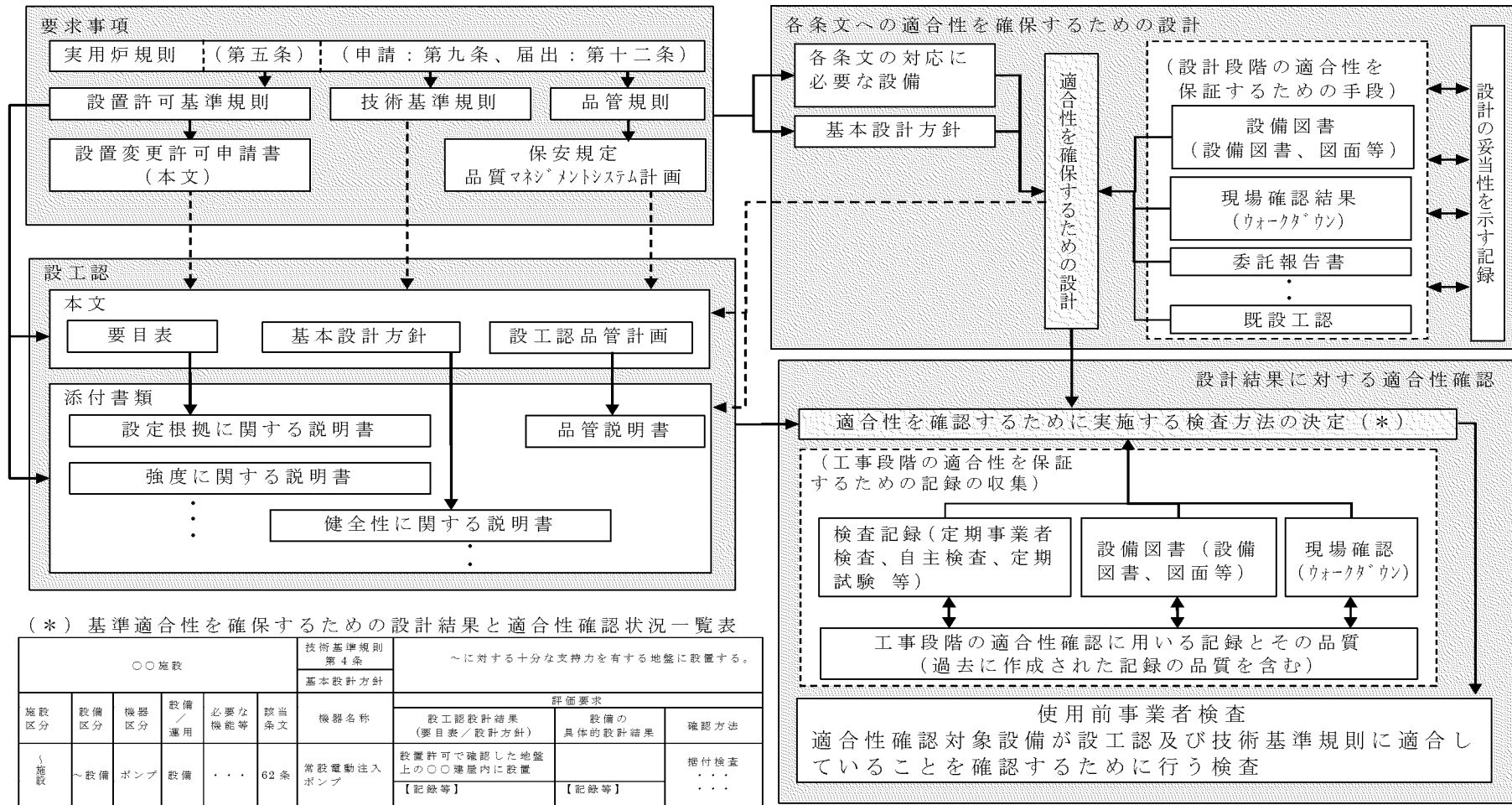
各段階		品質マネジメントシステム計画の対応項目	概要
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画	7.3.1 設計開発計画 適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1※	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計開発に用いる情報 設計に必要な新規制基準の要求事項の明確化
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	— 要求事項に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.3(1)※	基本設計方針の作成（設計 1）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2)※	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
	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。

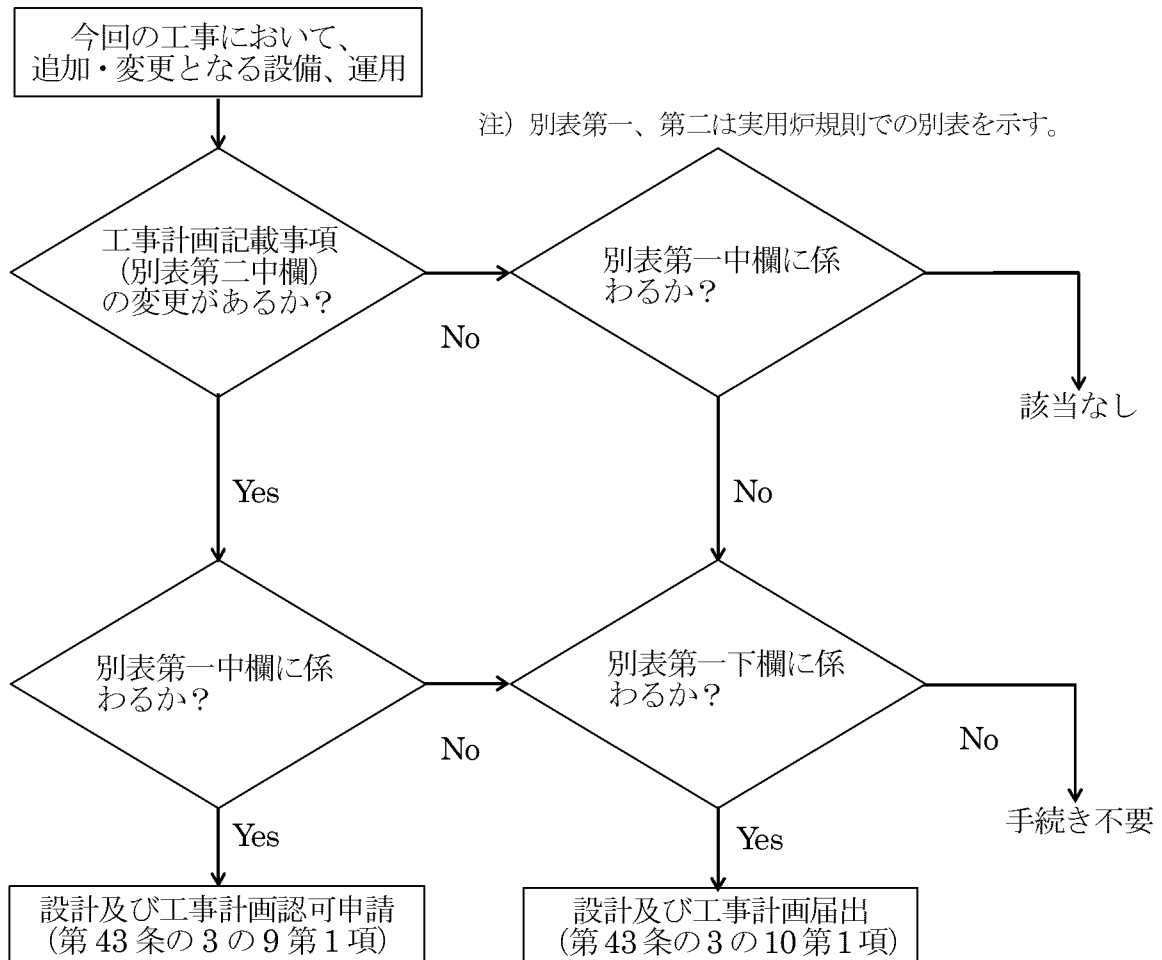
- ・許可された設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

#### 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あたっては、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。

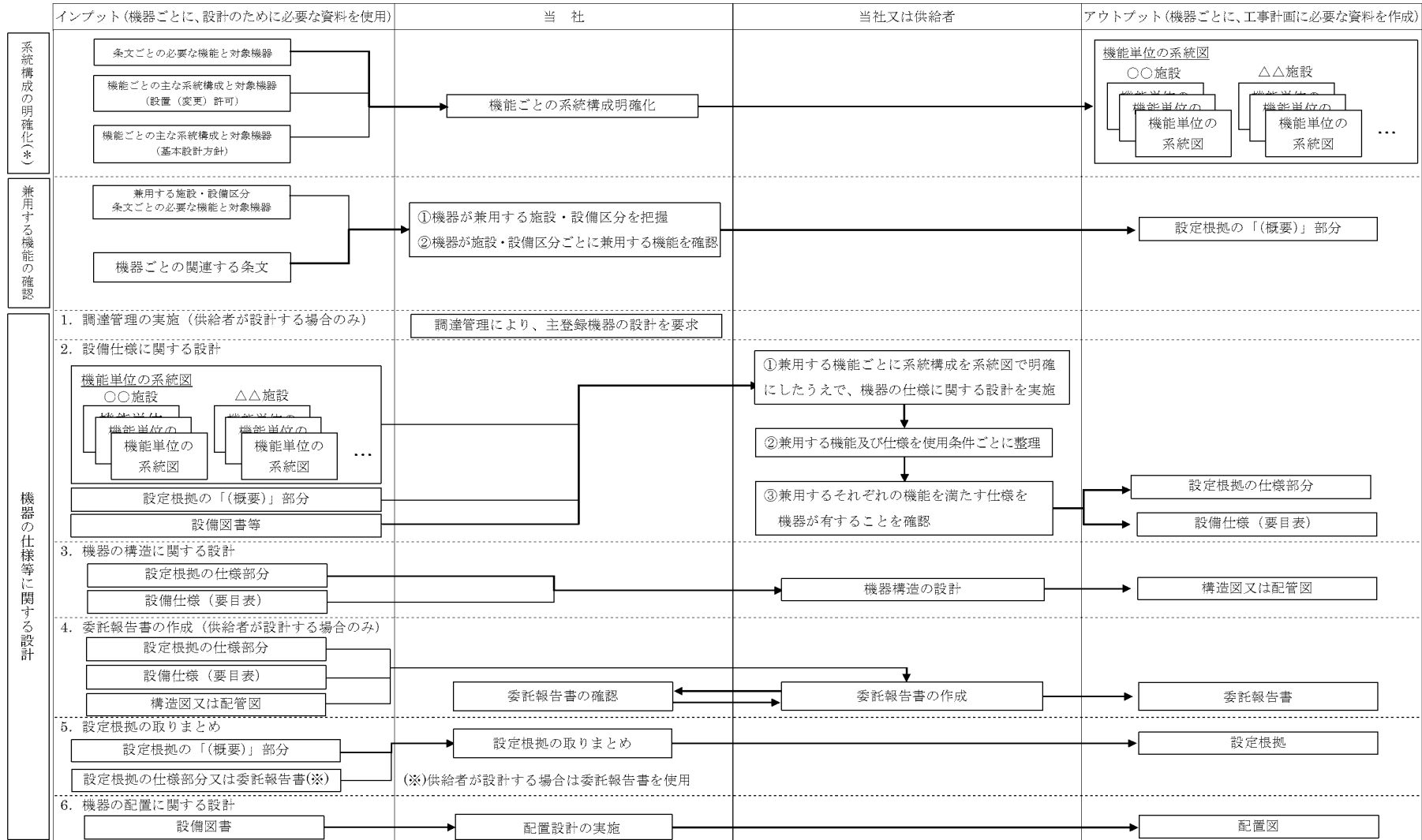
これらの設計として実施したプロセスの実績を様式-1 で明確にする。

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



(\*) 系統設計を伴う場合

(3) 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

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

a. 調達による解析の管理

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

(a) 調達による解析

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

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

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

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

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

- ・得られた解析結果の検証
- ・解析結果を基にした報告書の作成 等

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

(b) 計算機プログラム（解析コード）の管理

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

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

(c) 解析業務で用いる入力情報の伝達

設工認に関する解析に係る供給者との情報伝達について以下に示す。

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

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

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

(d) 入力根拠の作成

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

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

b. 手計算による自社解析の管理

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

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

自社で実施した解析ごとの具体的な管理方法を添付-4 第 2 表に示す。

(4) 設計開発の結果に係る情報に対する検証

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

(5) 設工認申請(届出)書の作成

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

a. 「要目表」の作成

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



b. 「基本設計方針」、「適用基準及び適用規格」及び「工事の方法」の作成

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

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

c. 各添付書類の作成

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

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

d. 設工認申請（届出）書案のチェック

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

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

#### (6) 設工認申請（届出）書の承認

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

#### 3.3.4 設計における変更

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

#### 3.4 工事に係る品質管理の方法

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

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

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

具体的な管理の方法を以下に示す。

##### 3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）

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

##### (1) 自社で設計する場合

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

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

#### 3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施

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

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

### 3.5 使用前事業者検査

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

#### 3.5.1 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、以下の項目について実施する。

I 実設備の仕様の適合性確認

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

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

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

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

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

#### 3.5.2 設計の結果と使用前事業者検査対象の繋がり の明確化

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

式-8」という。)を以下のとおり使用前事業者検査に先立ちとりまとめる。

#### (1) 基本設計方針の整理

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

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

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

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

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

#### (2) 設計結果の反映

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

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

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

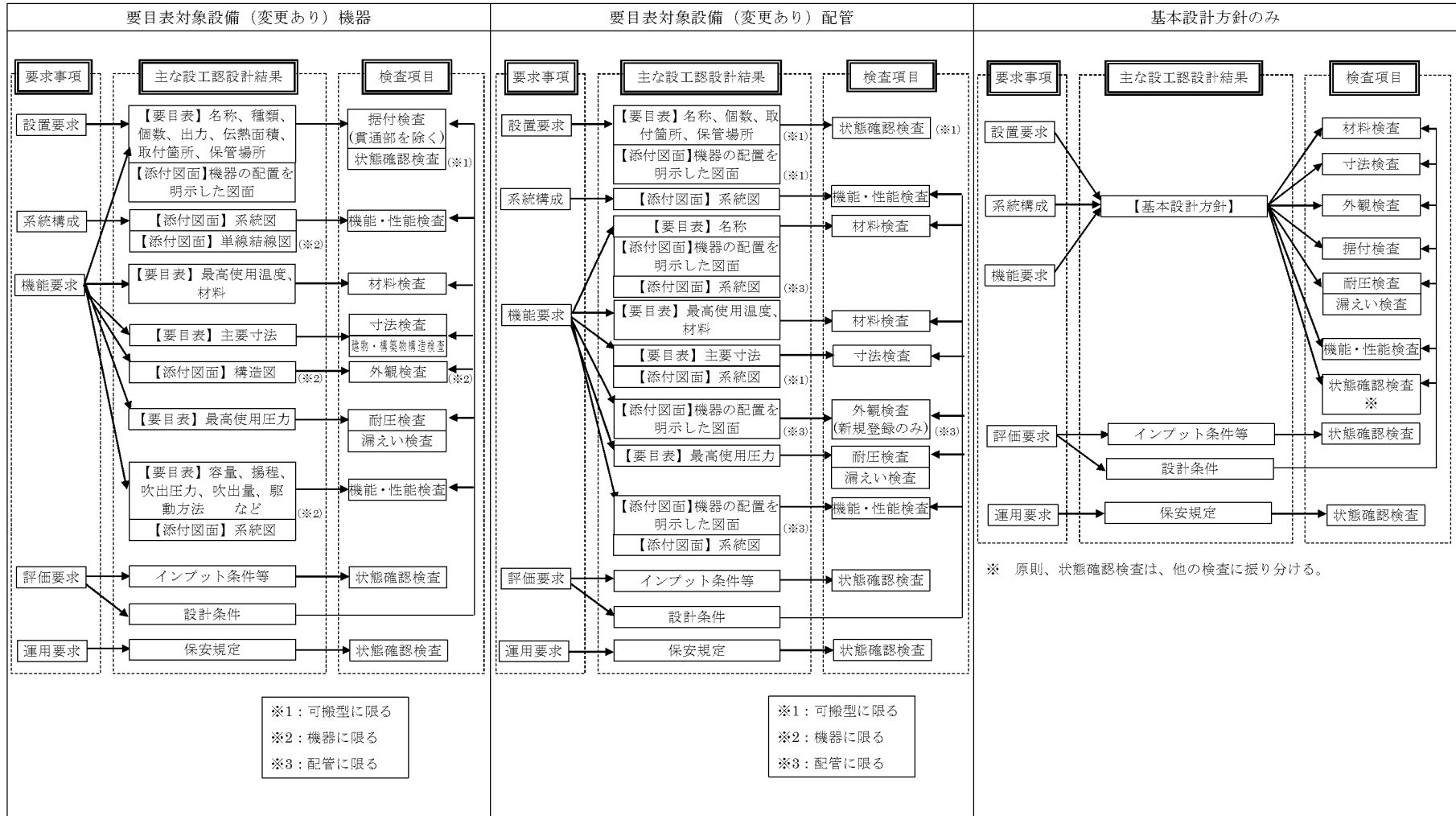
個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8 に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

#### (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「設備の具体的な設計結果」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※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なることを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。</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ること。</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>・電源の接続が設計結果のとおりであること、受電状態で機器が正常に動作することを適合性確認対象設備の状態を示す記録又は目視により確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計結果のとおりに接続されていること。</li> <li>・受電状態で機器が正常に動作すること。</li> </ul>
	<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あたり、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あたっては、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：記載にあ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

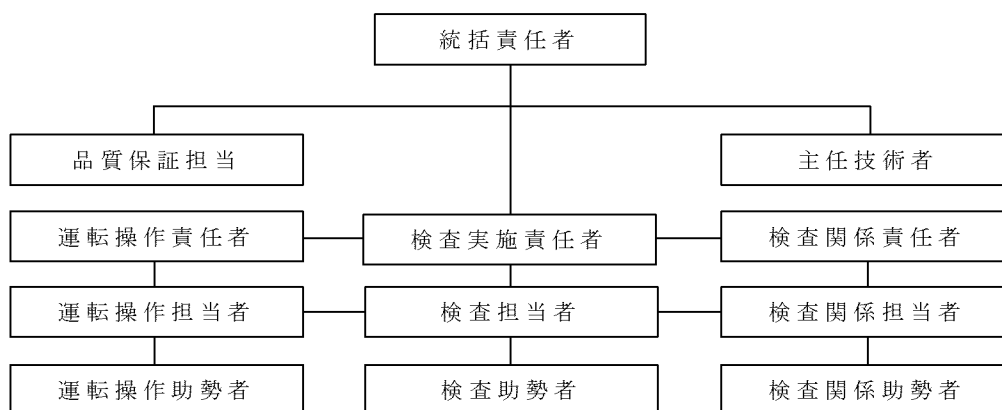
検査実施責任者又は検査担当者の指示に従い、検査に係る作業の助勢を行う。

(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あたっての要求事項

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。検査の実施にあたっては、検証に関する管理要領を検討する。

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

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

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

b. 受入検査の実施

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

c. 記録の確認

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

d. 報告書の確認

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

e. 作業中のコミュニケーション等

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

f. 受注者品質保証監査（「3.6.4 受注者品質保証監査」参照）



### 3.6.4 受注者品質保証監査

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

(受注者品質保証監査を実施する場合の例)

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

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

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

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

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

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

### 3.6.5 設工認における調達管理の特例

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

## 3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

### 3.7.1 文書及び記録の管理

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

#### (1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

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

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

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

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

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

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

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

この供給者が所有する図書を入手した場合は、当社の文書管理下で第3.7

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。

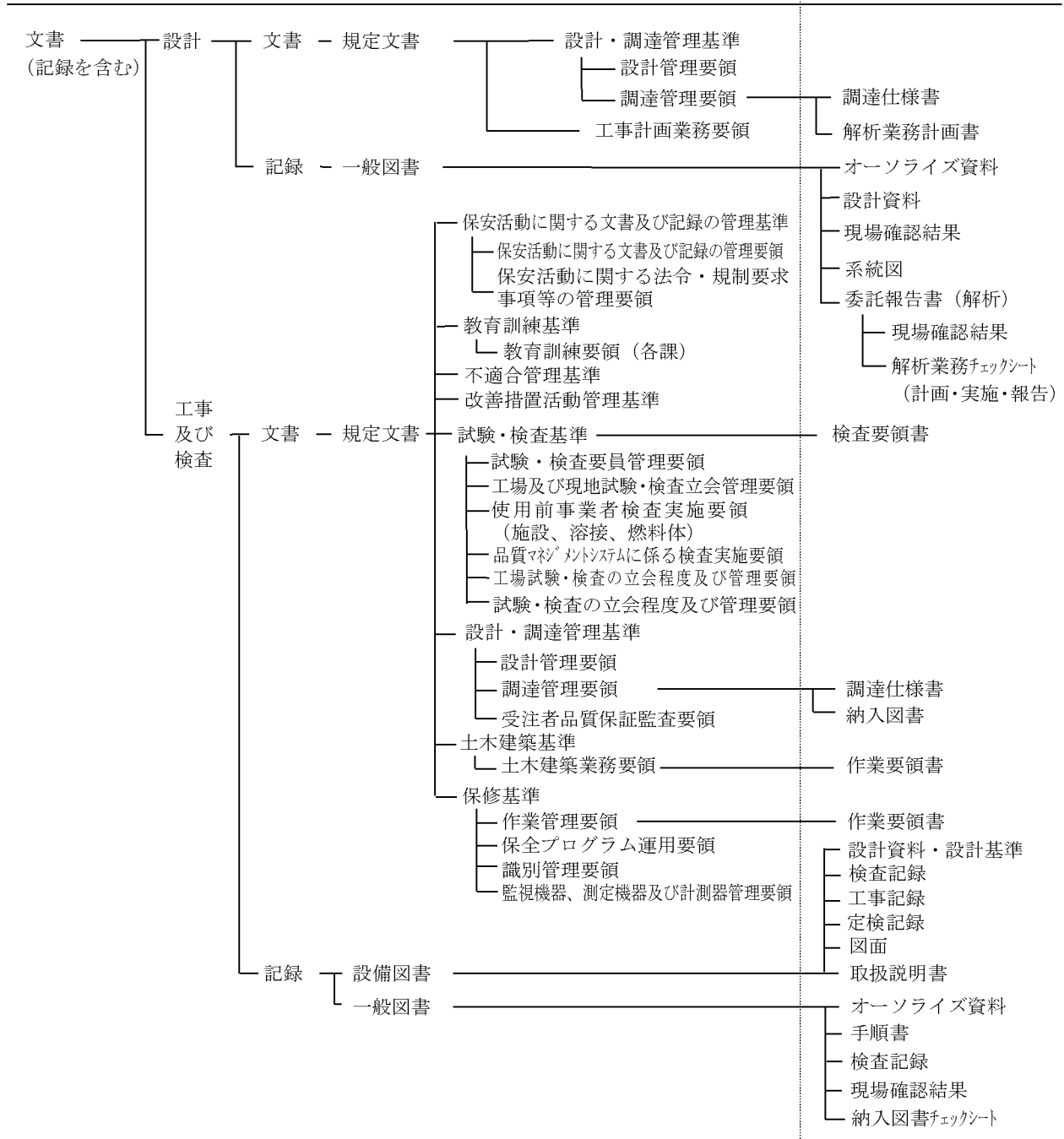
使用前事業者検査に用いた「一般図書」は、供用開始後に、「設備図書」として管理する。

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、又は仕様を確認できるカタログ等で設計に関する事項が確認できる資料
現場確認（ウォークダウン）結果	品質保証体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録

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保守管理

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、保安規定に基づく保守管理に係る業務プロセス

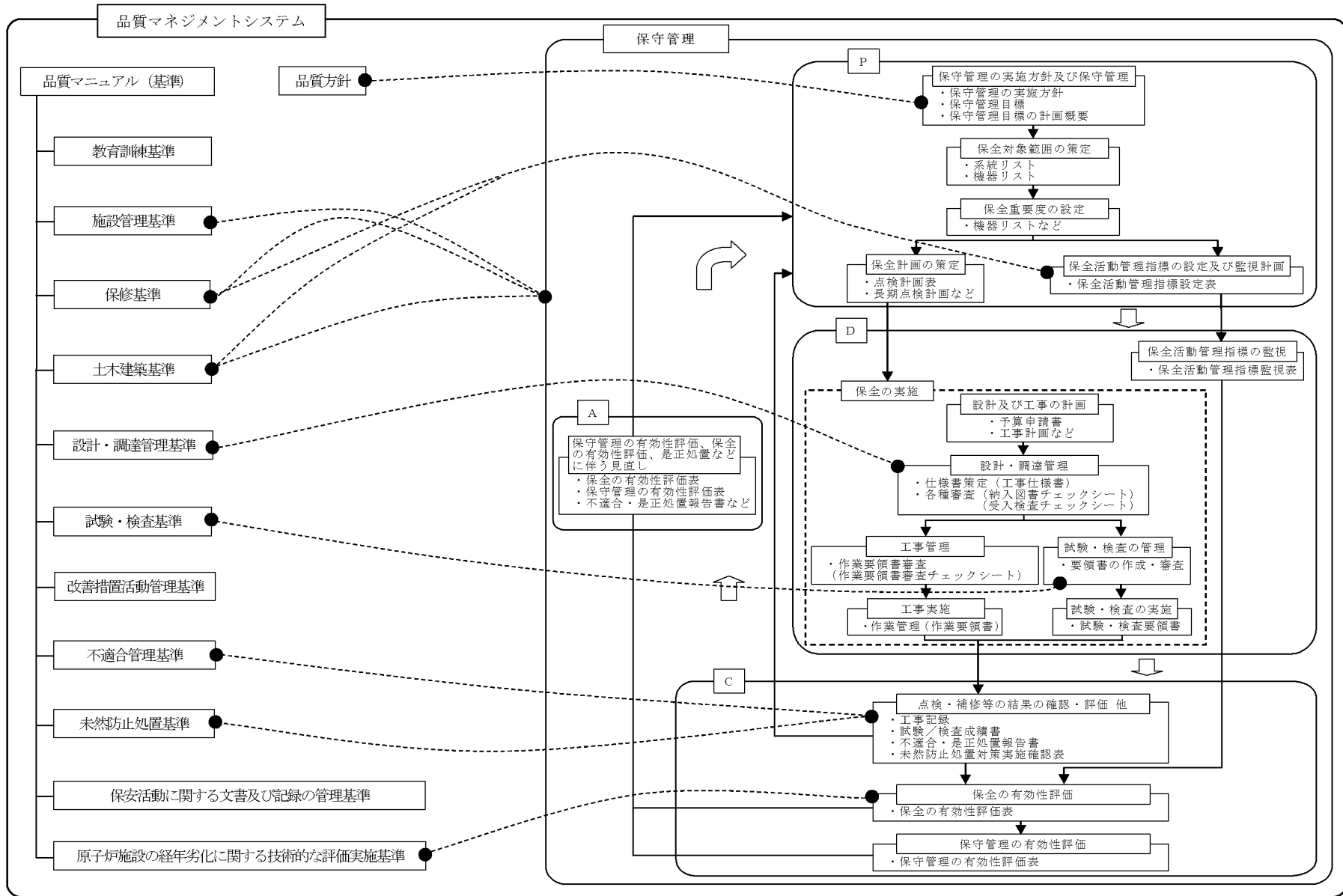
実施している。

保守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、日常の保守点検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、保守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 保守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	設計		工事		検査		調達		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		
实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		实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	バウンダリの減圧	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	
【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】								
		【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】								
技術基準 要求設備 として記 載要求の ない設備)					〇〇条					【検査項目】			【検査項目】
								【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】
										【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】
技術基準 要求設備 として記 載要求の ない設備)					〇〇条				【検査項目】			【検査項目】	
							【記録等】	【記録等】	【検査方法】	【記録等】	【記録等】	【検査方法】	
									【要領書番号】		【要領書番号】	【要領書番号】	

## 建設時からの品質保証体制

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

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

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

第 1 表 安全文化を醸成する活動につながる品質保証活動

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

第2表 文書及び記録に関する管理と文書体系の主な変遷

文書管理と文書管理に適用する規格との関係図	JEAG4101に基づく管理		JEAC4111に基づく管理	
	JEAG4101-1981 (IAEA50-C-QA(1978)反映) 原子力発電所の設計から運転段階における品質保証指針として改定 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保守管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先の表示に加え、当該文書名とそのコード番号（必要時）を記載する。
  - c. 解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題で記載する。
  - d. 条件付の民間規格や設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。また、設置変更許可申請書の添付を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼び込みは行わない。

## 設工認における解析管理について

## 1. 設工認対象工事における解析管理

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

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

調達によらない解析業務の管理（自社解析）の実績を第 2 表に示す。

## (1) 調達仕様書の作成

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

## a. 解析業務計画書の作成

解析業務計画書には、以下の内容を含む。

- (a) 解析業務の作業手順
- (b) 解析結果の検証
- (c) 委託報告書の確認
- (d) 解析業務の変更管理
- (e) 品質記録の保管管理
- (f) 教育の実施

## b. 教育の実施

## c. 計算機プログラムの検証

## d. 入力根拠の明確化

## e. 入力結果の確認

## f. 解析結果の検証

## g. 委託報告書の確認

## h. 解析業務の変更管理

## i. 品質記録の保管管理

## j. 調達



## (2) 調達製品（解析業務）の調達管理

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

### a. 当社が実施する解析業務の管理

#### (a) 解析業務計画の確認

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

#### イ. 解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）

(イ) 計算機プログラムが適正であることの検証及び管理の方法

(ロ) 解析ごとの入力根拠の明確化

(ハ) 入力根拠の整理方法

(ニ) 入力根拠の確認及び入力が正確に実施されていることの確認

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

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

この入力クロスチェックは、以下の条件に合致する供給者に対して適用する。

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

ロ. 解析結果の検証

ハ. 委託報告書の確認

ニ. 解析業務の変更管理

ホ. 品質記録の保管管理

へ. 教育の実施

(b) 解析実施状況の確認

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

- イ. 教育の実施状況
- ロ. 計算機プログラムの検証状況
- ハ. 計算機への入力が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行われたことの確認（「(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。

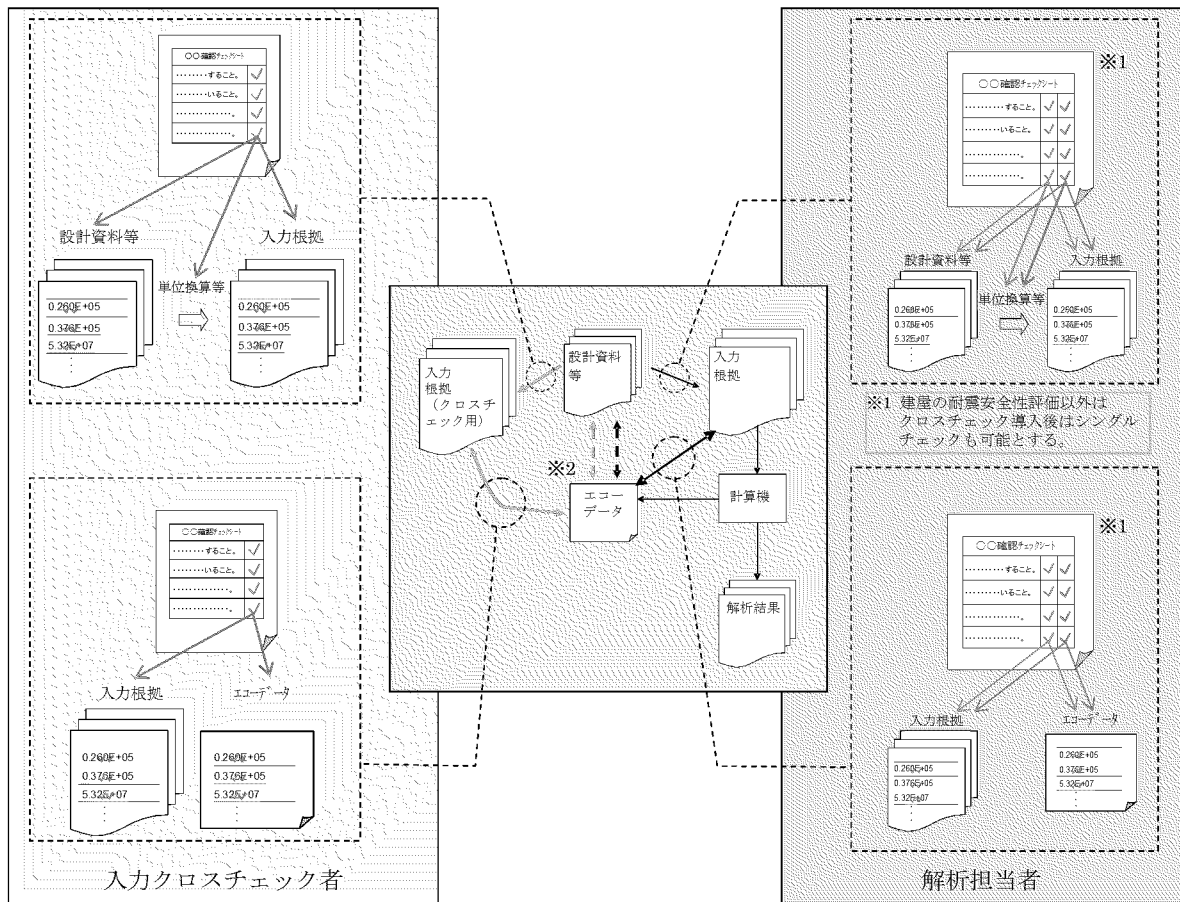
(j) 調 達

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

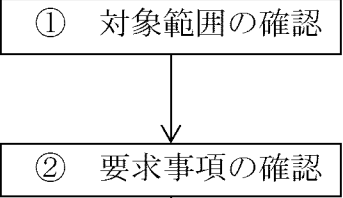
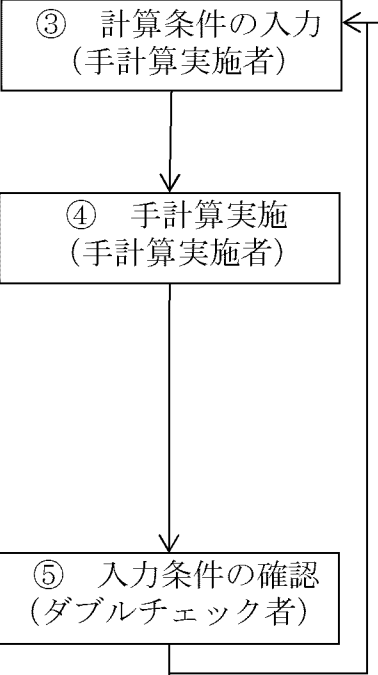
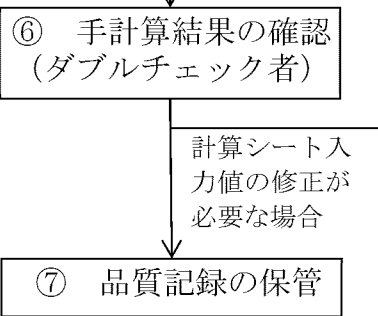


※2 入力クロスチェック者は、設計資料等から直接エコーデータの確認ができる場合は、設計資料等とエコーデータを直接照合してよいものとする。

↔ :入力クロスチェック者による照合      → :データの流れ

第1図 入力クロスチェックのフロー

第2表 設工認に係る手計算実施時の品質管理について（例：耐震計算）

管理段階	当 社	手計算結果を保証するための品質管理のポイント	備考（背景）
実施の必要性確認		<p>① 当社は、耐震計算を実施するに当たり、「設備リスト」「要目表」「系統図」等を用いて評価対象範囲を明確にする。</p> <p>② 当社は、評価対象範囲について、技術基準規則<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

設計及び工事計画認可申請添付資料 7-2

玄海原子力発電所第4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。

但し、本工事計画に係る設計の実績（様式-1にて示す実績のうち、「3.3.3(4) 設計のアウトプットに対する検証」まで。）については、令和2年3月24日付け原発本第221号にて申請した工事計画における「設計及び工事に係る品質管理の方法等」及び「設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書」（以下「品質管理の方法等」とする。）に基づき実施した設計の実績を示すものである。

なお、品質管理の方法等に示す設計の段階ごとの組織内外の部門関係、進捗及び具体的な活動は、添付資料7-1「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に示すものと同じである。

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]

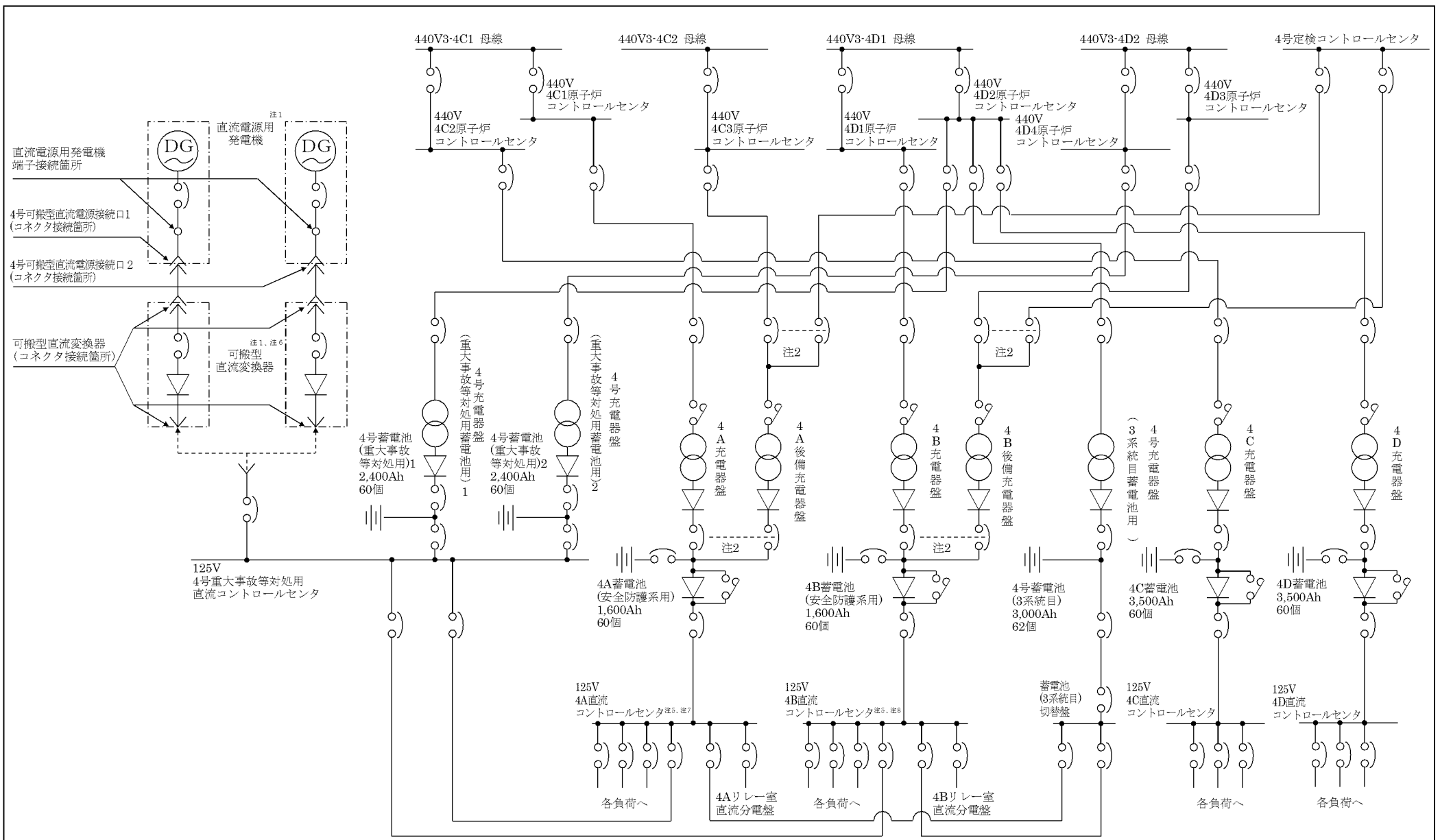
各段階	プロセス 実績：3.3.1～3.3.3(4) 計画：3.4.1～3.5.6	組 織							インプット	アウトプット	他の記録類
		原子力電気計装G	安全設計G	原子力工事G	調査・計画G	設計・解析G	保修第二課	土木建築課			
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	◎	◎	○	—	◎	—	—	設置変更許可、技術基準規則・解釈、設置許可基準規則・解釈	基本設計書	設計・開発へのインプット レビューチェックシート
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	◎	◎	—	—	◎	—	—	設置変更許可、技術基準規則・解釈、設置許可基準規則・解釈、安全審査指針、既工事計画の設計結果（既に提出した設工認及び既に認可された工認、設工認については「既工事計画」という。）	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)	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										
	非常用電源設備	◎	◆	—	—	—	—	—	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
	浸水防護施設	○	◆	◎	—	◎	—	—	様式-2、基本設計方針、設備図書、既工事計画の設計結果、委託報告書	要目表	委託業務の検証
	工事の方法	◎	◎	—	—	◎	—	—	様式-2、基本設計方針、保安規定	設計及び工事の計画設計資料	—
	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
	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
	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	◎	◆	◎	—	◎	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、設置変更許可、既工事計画の設計結果、委託報告書	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	委託業務の検証
	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	◆	◎	—	◆	◎	—	—	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、現場確認結果、設備図書、既工事計画の設計結果、委託報告書	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	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

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
		原子力電気計装G	安全設計G	原子力工事G	調査・計画G	設計・解析G	保修第二課	土木建築課			
	3. 添付図面										
	単線結線図	◎ ◆	-	-	-	-	-	-	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	単線結線図	委託業務の検証
	非常用電源設備に係る配置を明 示した図面	◎ ◆	-	-	-	-	-	-	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	非常用電源設備に係る機器の配置を明示した図 面	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	浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面	委託業務の検証
	構造図	◎ ◆	-	-	-	-	-	-	様式-2、様式5-1、様式5-2、基本設計方針、設 備図書	構造図	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)	設計のアウトプットに対する検証	◎	◎	-	-	◎	-	-	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
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

- 第 1-1 図 単線結線図(1/2)
- 第 1-2 図 単線結線図(2/2)
- 第 2 図 その他発電用原子炉の附属施設  
非常用電源設備に係る機器の配置を明示した図面  
原子炉補助建屋 (EL.-3.5m)
- 第 3-1 図 その他発電用原子炉の附属施設  
非常用電源設備の構造図 (その他の電源装置)  
計装電源盤 (3 系統目蓄電池用)
- 第 3-1 図の補足
- 第 3-2 図 その他発電用原子炉の附属施設  
非常用電源設備の構造図 (その他の電源装置)  
蓄電池 (3 系統目)
- 第 3-2 図の補足
- 第 4 図 その他発電用原子炉の附属施設  
浸水防護施設に係る機器の配置を  
明示した図面 (内郭浸水防護設備)  
原子炉補助建屋 (EL.-3.5m)
- 第 5 図 その他発電用原子炉の附属施設  
浸水防護施設の構造図 (内郭浸水防護設備)  
4A-1 原子炉補助建屋堰

第 6 図            その他発電用原子炉の附属施設  
                     浸水防護施設の構造図（内郭浸水防護設備）  
                     4A-2 原子炉補助建屋堰

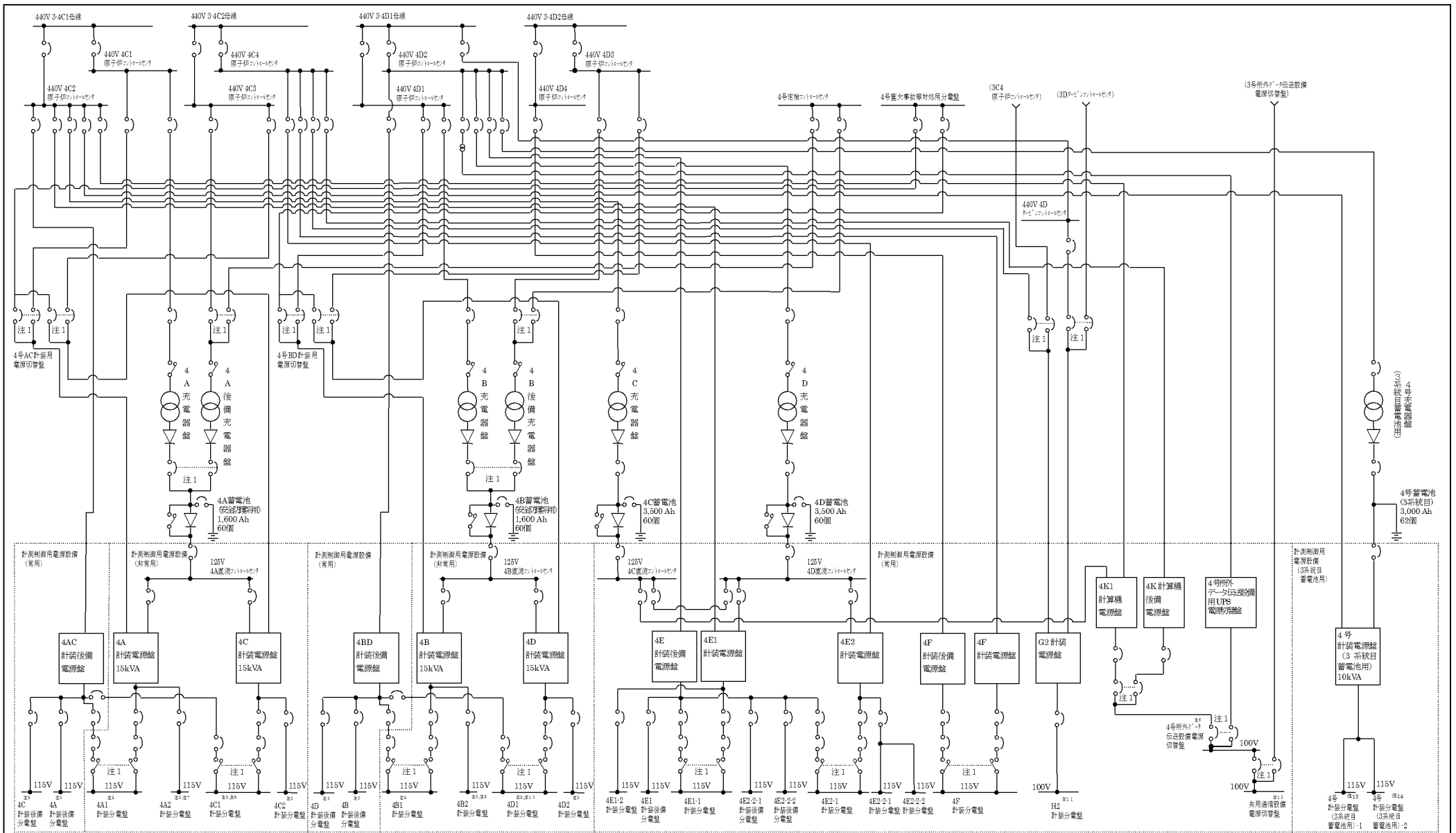


- 注1 3号機設備、3,4号機共用  
 注2 機械的インターロック  
 注3 4号重大事故等対処用制御盤を經由  
 注4 4号重大事故等対処用制御盤及び4号重大事故等対処用入出力盤を經由  
 注5 炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータの計測装置のうち常設のもの  
 注6 3,4号機共用  
 □ 可搬型設備

供給元	負荷
注7 4A 直流コントロールセンタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器水素濃度<sup>注1,注3</sup></li> <li>・4号アニュラス水素濃度<sup>注2,注4</sup></li> <li>・静的触媒式水素再結合装置動作監視装置<sup>注4</sup></li> <li>・電気式水素燃焼装置動作監視装置<sup>注4</sup></li> <li>・4号使用済燃料ピット水位（広域）<sup>注4</sup> 等</li> </ul>

供給元	負荷
注8 4B 直流コントロールセンタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器水素濃度<sup>注1,注3</sup></li> <li>・4号アニュラス水素濃度<sup>注2,注4</sup></li> <li>・静的触媒式水素再結合装置動作監視装置<sup>注4</sup></li> <li>・電気式水素燃焼装置動作監視装置<sup>注4</sup></li> <li>・4号使用済燃料ピット水位（広域）<sup>注4</sup> 等</li> </ul>

設計及び工事計画認可申請	第1-1図
玄海原子力発電所第4号機	
単線結線図(1/2)	
九州電力株式会社	



- 注1 機械的インターロック
- 注2 3号機設備、3,4号機共用
- 注3 炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータを計測する装置のうち常設のもの
- 注4 4号機設備、3,4号機共用
- 注5 1号機設備、1,2,3,4号機共用、重大事故等時のみ3,4号機共用

供給元		負荷	
注6 4号所外データ伝送設備電源切替盤	・緊急時運転パラメータ伝送システム(SPDSS) <sup>※4</sup> 等	注9 4B2計装分電盤	・4号使用済燃料ピット水位(SA) ・4号使用済燃料ピット温度(SA) ・4号使用済燃料ピット状態監視カメラ ・使用済燃料ピット周辺線量率(低レンジ) <sup>※2,※4</sup> 等
注7 4A2計装分電盤	・4号使用済燃料ピット水位(SA) ・4号使用済燃料ピット温度(SA) ・4号使用済燃料ピット状態監視カメラ ・使用済燃料ピット周辺線量率(低レンジ) <sup>※2,※4</sup> 等 ・可搬型照明(SA) <sup>※2</sup>	注10 4D1計装分電盤	・可搬型照明(SA) <sup>※2</sup> ・使用済燃料ピット周辺線量率(中間レンジ) <sup>※2,※4</sup> ・使用済燃料ピット周辺線量率(高レンジ) <sup>※2,※4</sup> ・4号多様化自動作動設備 等
注8 4C1計装分電盤	・使用済燃料ピット周辺線量率(中間レンジ) <sup>※2,※4</sup> ・使用済燃料ピット周辺線量率(高レンジ) <sup>※2,※4</sup> 等		
		供給元	負荷
		注11 H2計装分電盤	・モニタリングステーション及びモニタリングポスト <sup>※5</sup> (オフサイトモニタ盤) 等
		注12 共用通信設備電源切替盤	・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 <sup>※2</sup> ・衛星携帯電話(固定型) <sup>※2</sup> ・無線通話装置(固定型) <sup>※2</sup> 等
		注13 計装分電盤(3系統目蓄電池用)-1	・原子炉安全保護計装盤(チャンネルI) ・原子炉安全保護計装盤(チャンネルIII) 等
		注14 計装分電盤(3系統目蓄電池用)-2	・原子炉安全保護計装盤(チャンネルII) ・原子炉安全保護計装盤(チャンネルIV) 等

設計及び工事計画認可申請 第1-2図

玄海原子力発電所第4号機

単線結線図(2/2)

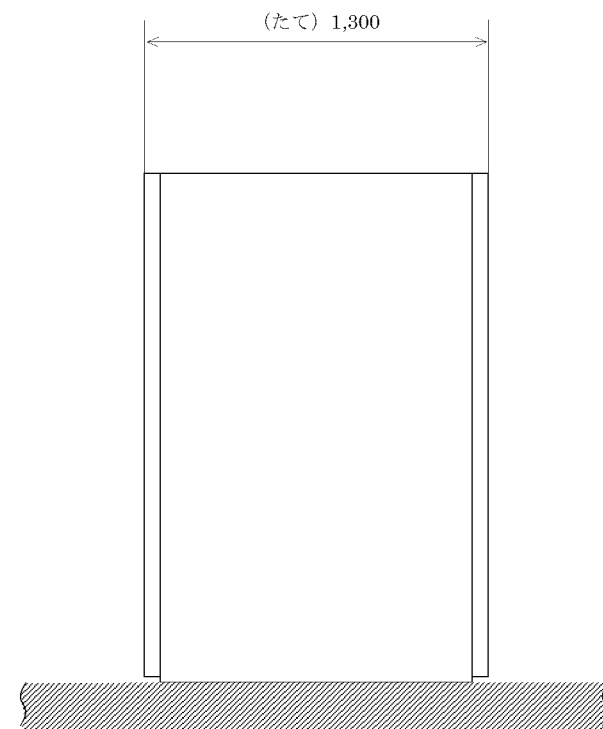
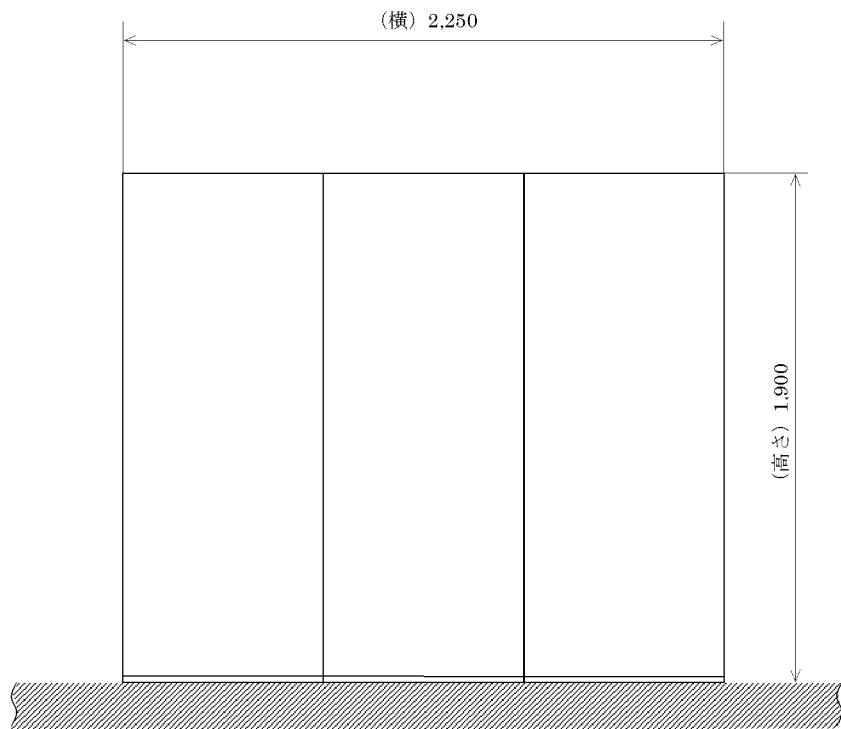
九州電力株式会社

設計及び工事計画認可申請	第 2 図
玄海原子力発電所第 4 号機	
その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備に係る機器の配置を明示した 図面	
原子炉補助建屋 (EL.-3.5m)	
九州電力株式会社	



主 要 目 表			
種 類	—	静止形インバータ	
容 量	kVA	10	
電 圧	入 力	V	直流 125 交流 440
	出 力	V	交流 115
周 波 数	Hz	60	
個 数	—	1	

主 要 目 表			
取 付 箇 所	系 統 名 ( ラ イ ン 名 )	—	計装電源盤(3系統目蓄電池用)
	設 置 床	—	原子炉補助建屋 EL. - 3.5m
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—	34-5-D2
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—	EL. - 3.25m以上



(単位 : mm)

設計及び工事計画認可申請	第 3-1 図
玄海原子力発電所第 4 号機	
その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備の構造図 (その他の電源装置) 計装用電源盤(3 系統目蓄電池用)	
九州電力株式会社	

第3-1図「その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備の構造図（その他の電源装置）計装電源盤（3系統目蓄電池用）」の補足

(1) 計装電源盤（3系統目蓄電池用）の寸法許容範囲

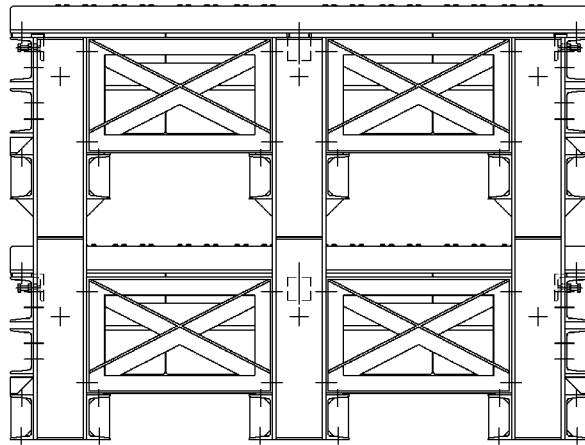
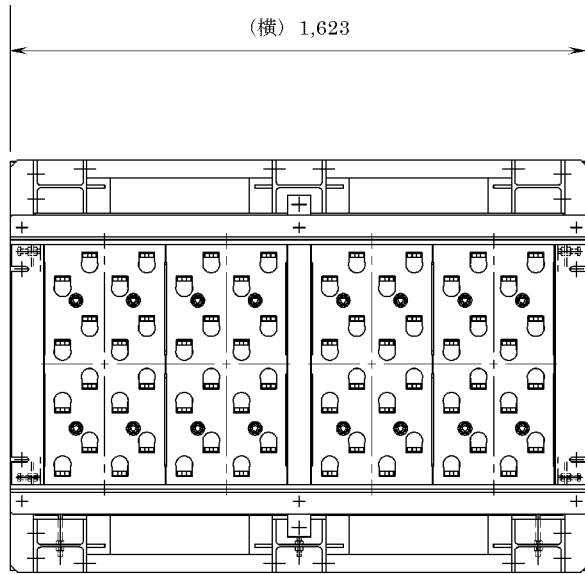
工事計画記載の計装電源盤（3系統目蓄電池用）に関する公称値の許容範囲は次のとおり。

名 称		適用寸法(mm)			備 考
		最大値	公称値	最小値	
(3系統目蓄電池用) 計装電源盤	たて	1,306	1,300	1,294	第3-1図
	横	2,254	2,250	2,246	
	高さ	1,903	1,900	1,897	

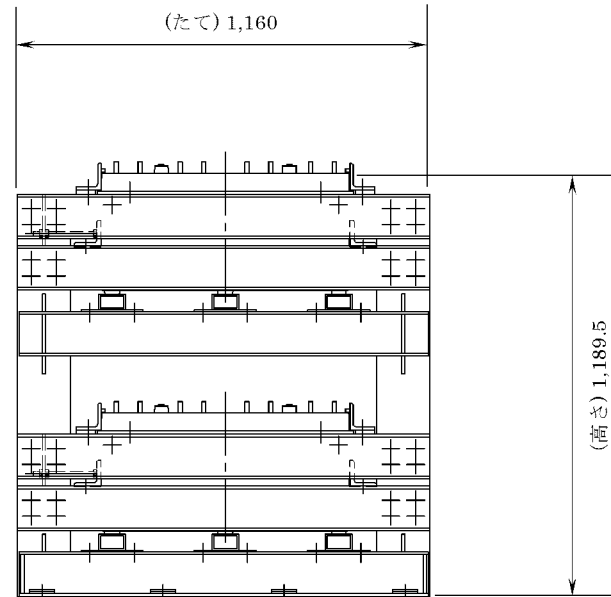
(2) 許容範囲の根拠

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(mm)	根 拠
(3系統目蓄電池用) 計装電源盤	たて	公称値±6	日本電機工業会規格 JEM 1459
	横	公称値±4	日本電機工業会規格 JEM 1459
	高さ	公称値±3	日本電機工業会規格 JEM 1459



主要目表			
種類	—	鉛蓄電池	
容量	Ah/組	3,000 (10時間率)	
電圧	V	138 (浮動充電時)	
個数	—	1組 (1組あたり62個)	
取付箇所	系統名 (ライン名)	—	蓄電池 (3系統目)
	設置床	—	原子炉補助建屋 EL.-3.5m
	溢水防護上の 区画番号	—	34-5-D1
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ	—	EL.-2.84m以上



(単位: mm)

設計及び工事計画認可申請 第3-2図

玄海原子力発電所第4号機

その他発電用原子炉の附属施設  
非常用電源設備の構造図  
(その他の電源装置)  
蓄電池 (3系統目)

九州電力株式会社

第 3-2 図「その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備の構造図（その他の電源装置）蓄電池（3 系統目）」の補足

(1) 蓄電池（3 系統目）の寸法許容範囲

工事計画書記載の蓄電池（3 系統目）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	
蓄電池 (3 系統目)	たて	1,165	1,160	1,155	第 3-2 図
	横	1,628	1,623	1,618	
	高さ	1,197.5	1,189.5	1,181.5	

(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(mm)	根 拠
蓄電池 (3 系統目)	たて	公称値 $\pm 5$	メーカー基準
	横	公称値 $\pm 5$	メーカー基準
	高さ	公称値 $\pm 8$	メーカー基準

設計及び工事計画認可申請	第4図
玄海原子力発電所第4号機	
その他発電用原子炉の附属施設 浸水防護施設に係る機器の配置を 明示した図面 (内郭浸水防護設備) 原子炉補助建屋 (EL. -3.5m)	
九州電力株式会社	

設計及び工事計画認可申請	第5図
玄海原子力発電所第4号機	
その他発電用原子炉の附属施設 浸水防護施設の構造図 (内郭浸水防護設備)	
4A-1 原子炉補助建屋堰	
九州電力株式会社	

設計及び工事計画認可申請	第6図
玄海原子力発電所第4号機	
その他発電用原子炉の附属施設 浸水防護施設の構造図 (内郭浸水防護設備)	
4A-2 原子炉補助建屋堰	
九州電力株式会社	