本資料のうち,枠囲みの内容	
は商業機密の観点から公開で	
きません。	

※なお、本資料は抜粋版のため公開 できない箇所はありません。

女川原子力発電所第2号	号機 工事計画審査資料
資料番号	02-補-E-19-0600-10_改 3
提出年月日	2021年 7月15日

補足-600-10 機電設備の耐震計算書の作成について

1.	目的.		1
2.	適用範	囲	1
3.	基本方	針	1
4.	機電設	備耐震計算書の分類と構成について	2
5.	耐震計	算書記載注意事項	3
5.1	耐震	計算書の全般的な注意事項	3
5.2	2 耐震	計算書の各項目の注意事項	3
5.	2.1	「①概要」について	3
5.	2.2	「②一般事項」について	4
5.	2.3	「③評価部位」について	5
5.	2.4	「④固有周期」について	5
5.	2.5	「⑤地震応答解析及び構造強度評価」について	7
5.	2.6	「⑥構造強度評価」について	
5.	2.7	「⑦構造強度評価」について	8
5.	2.8	「⑧機能維持評価」について	8
5.	2.9	「⑨機能維持評価」について	9
5.	2.10	「⑩評価結果」について	9

- 添付資料-1 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書(Fパターン「横軸ポンプ」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-2 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書(Fパターン「容器」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-3 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書(Fパターン「たて軸ポンプ」の耐震計算書記載例
- 添付資料-4 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「盤」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-5 機能維持評価で詳細検討を実施する場合
- 添付資料-6 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Aパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-7-1 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-1パターン「解析」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-7-2 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-2パターン「手計算」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-8 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Dパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-9 機能維持評価のみを確認する設備の耐震計算書(Eパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-10 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書(Fパターン「管」の耐震計算書記載例)

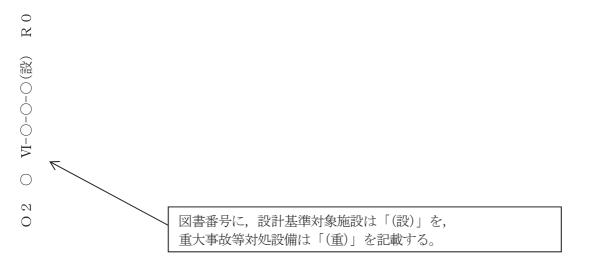
: 今回提出範囲

添付資料-10:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「管」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ 管の耐震性についての計算書(系統名称)



設計基準対象施設としての評価及び重大事故等対処設備としての 評価ごとに中表紙を作成する。



1.	概要		1
2.	概略系	系統図及び鳥瞰図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.1	概略	各系統図	2
2.2	鳥瞰	牧図 ·····	4
3.	計算条	条件 ••••••	6
3.1	計算	章方法 ·····	6
3.2	荷重	重の組合せ及び許容応力状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
3.3	設計	十条件 ·····	8
3.4	材彩	4及び許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	12
3.5	設計	+ 用 地 震 力	13
4.	解析結	吉果及び評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14
4.1	固有	育周期及び設計震度	14
4.2	評佃	西結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
4.	. 2. 1	管の応力評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
4.	. 2. 2	支持構造物評価結果	23
4.	. 2. 3	弁の動的機能維持評価結果	24
4.	. 2. 4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 ・・・・・・・・・・・	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」 (以下「基本方針」という。)に基づき、〇〇系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力 に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

当該系統の配管モデル数を記載する。

工事計画記載範囲の管のうち,各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解 析モデル単位に記載する。また,全〇モデルのうち,各応力区分における最大応力評 価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として 鳥瞰図,計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結 果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち,種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の 評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

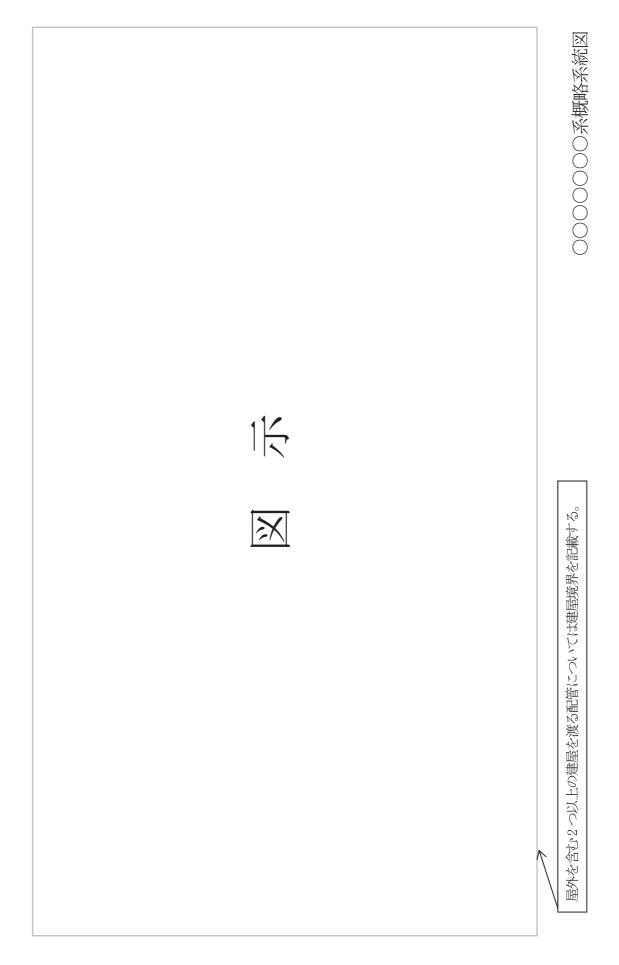
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持 要求弁を代表として,評価結果を記載する。

### 2. 概要系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

# 記 号 内 容 工事計画記載範囲の管のうち,本計算書記載範囲の (太線) 管 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって (細線) 他計算書記載範囲の管 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管 (破線) -----のうち,他系統の管であって系統の概略を示すため に表記する管 鳥瞰図番号 000 - 000アンカ

#### 概略系統図記号凡例



## 2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
申請範囲外 <	工事計画記載範囲外の管
<u>(〇〇〇系</u>	工事計画記載範囲の管のうち,他系統の管であって解析モデル として本系統に記載する管
•	質点
$\mathbf{\Theta}$	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分 を示す。スナッバについても同様とする。)
3HE	スナッバ
	ハンガ
N S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号,矢印は拘束方向を示す。また,内に 変位量を記載する。)



添付 10-5

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、 「〇〇〇」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類 「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。 020VI-0-0-0(訳) R0

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

重大事故等対処設備の評価時のみ記載する。

 $\mathcal{T}$ 

本1:DBは設計基準対象施設、SAは重大事故等対処設備を示す。       一       一       一       一         注記       *1:DBは設計基準対象施設、SAは重大事故等対処設備を示す。       一       一       一       一         注記       *1:DBは設計基準対象施設、SAは重大事故等対処設備を示す。       ~       一       一       一       一       一       一       一         *2:運転状態の添字Lは荷重、(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。       *3:許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。	施記	施設名称	設備名称	系統名称	施設 分類*1	設備分類	機器等 の区分	耐震重要度 分類	荷重の組合せ*2,3	許容応力 状態
記 *1:DBは設計基準対象施設,SAは重大事が *2:運転状態の添字Lは荷重,(L)は荷重が *3:許容応力状態ごとに最も厳しい条件又(						Ι				
<ul> <li>記 *1:DB は設計基準対象施設,SA は重大事故</li> <li>*2:運転状態の添字Lは荷重,(L)は荷重が</li> <li>*3:許容応力状態ごとに最も厳しい条件又</li> </ul>						Ι				
運転状態の添字Lは荷重,(T)は荷重が許容応力状態ごとに最も厳しい条件又(	注記	*1:D	B は設計基準対	贰,	故	等対処設備を示す。				
ごとに最も厳しい条件又		*2:通	<b> 転</b> 状態の 添 字		5	<b>長期間作用している</b>	5 状態を示す。	K		
		∰ 8. *	F容応力状態こ	とに最も厳	R	包絡条件を用いて	評価を実施する。			

該当するもののみ記載する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し,管名称と対応する評価 点番号を示す。

鳥 瞰 図 000-000

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 ○○○一○○○

管名称	対応する評価点

配管の質量(付加質量含む)

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
<u> </u>	Ľ	1	1	1	1		1		<u> </u>

配管の質量は,配管自体,管内流体,フランジ及び保温等の配管に 付加される質量を含む。

弁部の質量を下表に示す。

弁〇

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
	1	-	-	-	

弁の質量は,弁自体,管内流体及び保温等の弁に付加される重量を含む。

弁部の寸法を下表に示す。

弁 NO	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)

# 鳥 瞰 図 000-000

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方	向ばね定数(	N/mm)	各軸回り回	転ばね定数()	N•mm/rad)
又付点留方	Х	Y	Z	Х	Y	Z

\*\* 印は斜め拘束を示しばね定数をXに示す。下段は方向余弦を示す。

注1 地震荷重及び地震荷重を除く短期的機械荷重の解析に使用するスナッバのばね 定数を示す。

注2 自重解析にのみ使用するハンガのばね定数を示す。地震,地震を除く短期的機械 荷重及び熱の解析においてはハンガのばね定数は考慮しない。

該当する場合に記載する。

3.4 材料及び許容応力<mark>評価条件</mark>

使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

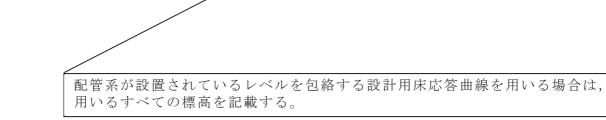
材料	最高使用温度	S m	Sу	S u	S h			
11 11	(°C)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
		$\nearrow$						
「東海」を	は田しわい許広さ-	与 訂 仁 久 仲	については	- [ · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	掛ナフ			
□ 戸平 1四 (こ	使用しない許容応ス	小計圖条件	( ) ( ) ( ) ( )	、「一」を記	戦りつ。			

3.5 設計用地震力

本計画書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお,設計用床応答曲線は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づき策定したものを用いる。また,減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の 基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (0.P.(m))	減衰定数(%)
		7	



4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 000-000

2								
	適用するせ	地震動等		Sd及び静的震度	<b>蔓</b> 度		S	
	یت ا با	固有周期	応	答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1
		(s)	X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y 方向
	1 次							
	2 次							
浙山	3 次							
	• •							
	8 次							
	n 次							
	$_{\mathcal{A}}$ n $+1$ ${rak K}^{*2}$		I	I		I	I	
	● 動的震	<b>羑</b> 度*3						
	静的震	€度*4				I	I	
洼	記*1:各モー	ドの固有周期に対し、	贤	芯答曲線より得	計用床応答曲線より得られる震度を示す。			
	*2:固有周期	期が 0.050s以下であ	であることを示す。	₫. °				
	*3:SdX/1	又はSs地震動に基づ	く設計用	床応答加速度3	最大床応答加速度より定めた震度を示す。	م ہ		
	*4 : 3.6C $_{ m I}$ 及	3.6C <sub>1</sub> 及び1.2Cvより定めた震度	定めた震度を示す。	°				
ц	次までは固有周期が 0.050s	4	り長いモード,	n+1 次は固有/	n+1 次は固有周期が 0.050s 以下のモードを示す。	のモードを示す	0	

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 000-000

								to
	Z方向							に値出した値を示
刺激係数*	Y方向							<b>産量を正相ルⅠ 固有べかトルレ蛭畳マトⅡ ッカスの諸から管出Ⅰ を値を示</b> す
	X方向							、を正相か! 田右ベクトル
固有周期	(s)							いいょ・1世後の巻い トード寄加
یں ا ا	- -	1 次	2 次	3 次	• •	8 次	n X	「「「」」「」」。 「」」 「」」 「」」 「」」 「」」 「」」 「」」 「」



振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。





O2 O VI-O-O-O(訳) R0



020VI-0-0-0(訳) R0

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

添付 10-1-20

 $3 \cdot S m$ [∽ .0 HU 55・Sm,又は許容応力状態IVASのと を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。 下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態**T**ASのとき0.

鳥瞰図番号

		— 次点	一次応力評価(MPa)		
上生	ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力	
	S t (S d )	$0.55 \cdot Sm$	S t + S b (S d)	$1.8 \cdot Sm$	
	St(Ss)	0.73.Sm	S t + S b (S s)	2.4.Sm	
					1
	本表はねじり	+曲げ応力評価結	本表はねじり+曲げ応力評価結果を示すものである。	[	

R 0  $\bigcirc$ 0

管の応力評価結果 下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

				一次応力評価 (MPa)	赿 (MPa)	一次+二次応力評価 (MPa)	力評価 (MPa)	疲労評価
自動図	許 立	丧 大 七	丧 大 七	計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
	法熊	評価点		Sprm(Sd)	S y *1	S n (S d )	$2 \cdot S y$	USd
				Sprm(Ss)	0. 9•S u	Sn(Ss)	$2 \cdot S y$	USs
	$III_A S$		Sprm(Sd)			Ι	I	I
	► II × S		Sn (Sd)		I			<i>\ \ \ \</i>
	$IV_A S$		Sprm(Ss)			I	I	I
	$\mathrm{IV}_\mathrm{A}$ S		Sn (Ss)	Ι	I			
* 印は-	- 次 + 二次応	*印は一次+二次応力が許容応力を超えている	留えていることを示し,		産析を行い渡	簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が	<b></b>	
1以下	< であり許容値	1以下であり許容値を満足している。	°					
注記*1	・オーステナ	イト系ステンレ	注記*1:オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については,	ル合金について	t, Sy & 1.	2	Shのうち大きい方とする	4 2 °
							」だく时でエル	
	w 該 一	該当する場合に記載する。	載する。			一伙十一必心儿がとこ女以下の滅亡は「一」を記載する。	A L い 湯 引 A	一」
************************************	J状態IVASに J状態IVASに 計算応力が許	許容応力状態INASにおいて一次+二次応力評(許容応力状態INASにおいて一次+二次応力評(記載し,計算応力が許容応力を上回る場合は疲		面の計算応力が許容応力以下の場合は記載しない。 面の計算応力が許容応力を上回る場合は, M V S における一次+二次応力評価結果を 労評価結果を記載する。	以下の場合は を上回る場合!	己載しない。 ま, ⅢASにおけ	トる一次+二次	応力評価結果を

支持構造物評価結果 4.2.2

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

を記載する。

対象がない場合は、「一」

 $\left[ \right]$ 

			IV <sub>A</sub> Sの評価結果のうち, いの結果を記載する。						新 本 一	رن بار (MPa)
			评価結果 2.記載す				7	評価結果	計画	(MPa) (MPa)
			<b>Ⅲ</b> AS, IVASの評価結果 裕度最小の結果を記載す					IIIL	応力	分類
			Ⅲ <sup>▲</sup> S, I 裕度最小						( • m)	${ m M}_{7}$
									モーメント (KN・m)	νM
							> ,	支持点荷重	メーナ	Mx
					-	<del>م</del> ک ہ		支持点		۲
	評価結果	譜 荷重 (kN)	*			、 は記載、			反力 (kN)	ч ^
$\downarrow$	野堀	計算 荷重 (kN)			めた。	<mark>する場合</mark>			Ŷ	ь Х
	ł	温度 (℃)	M-2-1-1 び支持構 計値パし		評価により定めた <mark>。</mark>	詳細評価を実施する場合は記載する			温度 (°C)	
		材質	添付書類「NI-2-1-1 2-1 配管及び支持構 浩物の耐鬱計値につ	「とく」参照		計細評化			材質	
		型式			の許容荷重は				型式	
<b>6</b> 結果(荷重評価)		種類			: 当該メカニカルスナッバの許容荷重は詳細		bbbbbbbccbbcccbccccbccccbccccbccccbcc <t< td=""><td></td><td>種類</td><td></td></t<>		種類	
支持構造物評価結果		<b></b>			注記★:当該メ		支持構造物評価結果		支持構造物 番号	
			沃	付 10-	1_93					

応力 (MPa)

応力 (MPa)

 $M_{\rm Z}$ 

 $\mathbf{M}_{\boldsymbol{Y}}$ 

 $\mathrm{M}_{\mathrm{X}}$ 

 $\mathrm{F}_{\mathrm{Z}}$ 

 $\mathbf{F}_{\mathbf{Y}}$ 

F X

0 Ц VI - ○ - ○ - ○ (読)  $\bigcirc$ 2 0



下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下である

評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁がない場合は記載しない。

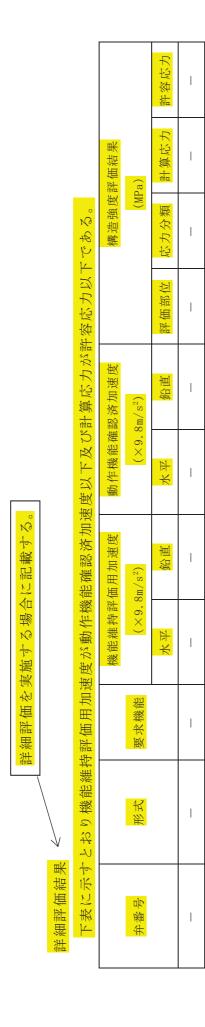
評価対象弁の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追記する。

2. \_:

「また、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。」

3. 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。 「下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。」	機能維持評価用加速度     機能確認済加速度       形式     要求機能     (×9.8 m/s <sup>2</sup> )       (×9.8 m/s <sup>2</sup> )     (×9.8 m/s <sup>2</sup> )		用加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。	:機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため,詳細評価を行う。	評価対象がある場合に記載する。	弁に要求される機能に応じて以下を記載する。 基準地震動S s, 弾性設計用地震動S d時に動的機能が要求されるもの。 弾性設計用地震動S d時に動的機能が要求されるもの。 基準地震動S s, 弾性設計用地震動S d 後に動的機能が要求されるもの。 「基準地震動S a、弾性設計用地震動S d 後に動的機能が要求されるもの。 「弾性設計用地震動S d 後に動的機能が要求されるもの。
を通信 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	形式    要求機會		<mark>機能維持評価用</mark> 加速度は、打ち	能維持評価用加速度が機		弁に要求される機能に応 ま準地震動S s, 弾性認 : 弾性設計用地震動S d E : 基準地震動S s, 弾性認 : 弾性設計用地震動S d 後
3.	<b>弁番号</b>	1	注:機能維	注記*:機		 要求機能は, f α(Ss): α(Sd): β(Ss): β(Sd):

O 2 O VI-O-O-O(設) R 0



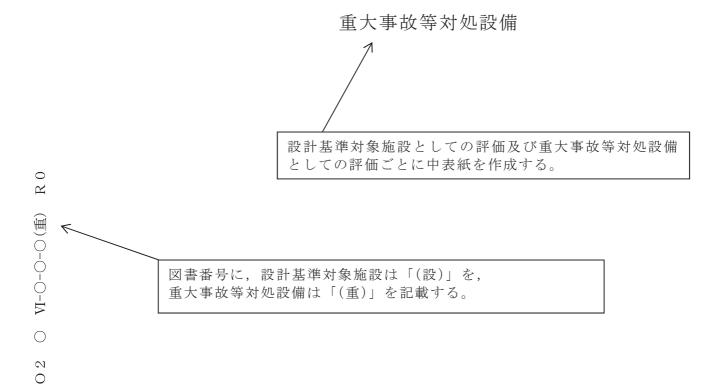
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 4.2.4 計算条件 代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、 下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。 及び評価結果を記載している。

評価クラス毎に記載する。

			許容応	許容応力状態 IIAS	I A S							許容応	許容応力状態 IVAS	<sup>7</sup> A S					
ł	-			一次応力					一次応力				一次	一次十二次応力*	Ъ*		×	疲労評価	
<del>1</del> 11	配管モケル	評価点	計算 応力 (MPa)	業 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲累係労積数	代表
<u> </u>																			
<u> </u>																			

₫ 2°°

添付 10-1-26



目	次
目	次

1. 柞	既要		1
2. 柞	既略系	系統図及び鳥瞰図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.1	概略	各系統図 ••••••	2
2.2	鳥瞰	牧図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
3.	計算条	€件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
3.1	計算	章方法	6
3.2	荷重	፪の組合せ及び許容応力状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
3.3	設計	+条件 ·····	8
3.4	材彩	4及び許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	12
3.5	設計	+用地震力	13
4. <i>1</i>	解析結	<b>吉果及び評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</b>	14
4.1	固有	育周期及び設計震度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14
4.2	評価	西結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
4.	2.1	管の応力評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
4.	2.2	支持構造物評価結果	23
4.	2.3	弁の動的機能維持評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	24
4.	2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 ・・・・・・・・・・・	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」 (以下「基本方針」という。)に基づき、〇〇系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力 に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

当該系統の配管モデル数を記載する。

工事計画記載範囲の管のうち,各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解 析モデル単位に記載する。また,全〇モデルのうち,各応力区分における最大応力評 価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として 鳥瞰図,計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結 果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち,種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の 評価結果を代表として記載する。

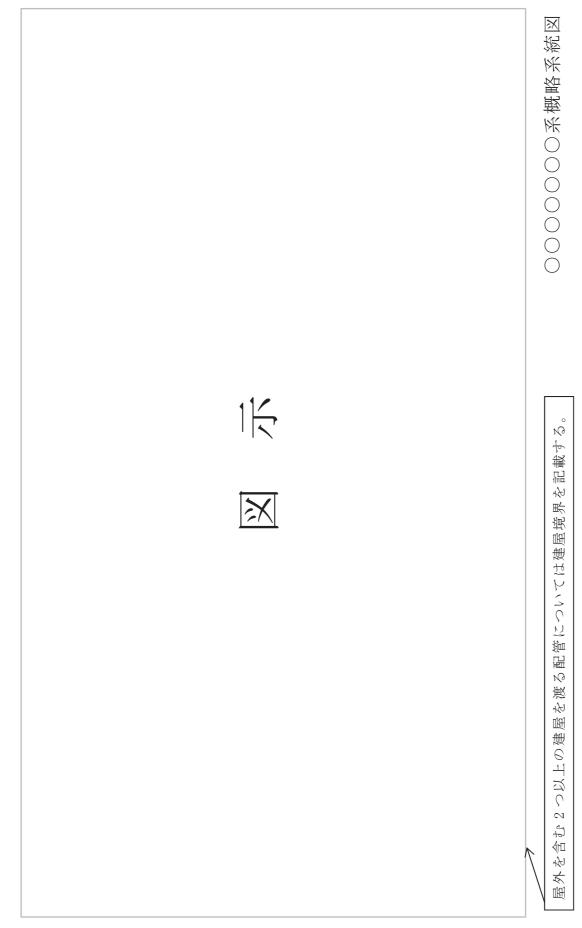
(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持 要求弁を代表として,評価結果を記載する。

- 2. 概要系統図及び鳥瞰図
- 2.1 概略系統図

記号	内容
(太線)	工事計画記載範囲の管のうち,本計算書記載範囲の 管
	工事計画記載範囲の管のうち,本系統の管であって 他計算書記載範囲の管
(破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管 のうち,他系統の管であって系統の概略を示すため
000-000	に表記する管 鳥瞰図番号
	アンカ

概略系統図記号凡例



鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
申請範囲外	工事計画記載範囲外の管
〇〇〇系 <	工事計画記載範囲の管のうち,他系統の管であって解析モデルと して本系統に記載する管
•	質点
$\bigotimes$	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を 示す。スナッバについても同様とする。)
-HE-HE	スナッバ
	ハンガ
N N N N N N N N N N N N N N N N N N N	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量 (mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また,内に変 位量を記載する。)



3. 計算条件

## 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、 「〇〇〇」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書 類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。 荷重の組合せ及び許容応力状態 3.2

R 0

○ Ⅵ-○-○(重)

0

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。



DB は設計基準対象施設、 「常設耐震/防止」は常 防止設備「並設/防止		2 ( 県 ( ( 記 ) ( 記 ) ( 記 ) ( 記 ) ( 記 ) ( 記 ) ( 二 ) ( ) (		役耐震重要重大 €),「常設/緩和	す。 「常設/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故 と設備(設計基準拡張),「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常 ミ準拡張)を示す。	?設重大事故 和設備,「常
*2:「常設耐震/防止」は清 陆正設備 「堂設/陆正	底 四 100	L設備, 事故防1 (設計 年用して		役耐震重要重大 €),「常設∕緩和	事故防止設備以外の常 □」は常設重大事故緩	\$設重大事故 和設備,「常
		大事故防止設備 (設計基準拡) 引作用している*		<ol> <li>「常設/緩和</li> </ol>	n」は常設重大事故緩 	
	111111111	着(設計基準拡) 引作用している	1St	マロ+ゴート) デロ+ゴート) デロ・コート		
受和(DB 拡張)」 /		]作用している				
:運転状態の添字 L は荷重,				」より 史に 長期日	(TT)は(T)より更に長期的に荷重が作用している状態を示	、る状態を示
い力状態ごとに最	許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡多	絡条件を用いて評価を実施する	4価を実施する。			K
:力状態 V A S は	許容応力状態 V A S は許容応力状態 IV A S の許3	許容限界を使用し,		許容応力状態IVASとして評価を実施する	評価を実施する。 	
			Γ		該当するもののみ記載する。	20
	重大重が等状が認備の評価性の	<b>師寺のみ記載する。</b>				,

添付 10-2-7

## 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し,管名称と対応する評価点番 号を示す。

鳥 瞰 図 000-000

最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
		A高使用圧力 最高使用温度 (MPa) (℃)				

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 000-000

管名称	対応する評価点

配管の質量(付加質量含む)

鳥 瞰 図 000-000

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								

配管の質量は,配管自体,管内流体,フランジ及び保温等の配管に 付加される質量を含む。

弁部の質量を下表に示す。

弁〇

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
	1				

弁の質量は,弁自体,管内流体及び保温等の弁に付加される重量を含む。

弁部の寸法を下表に示す。

弁 NO	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)

鳥 瞰 図 000-000

支持点部のばね定数を下表に示す。

士士上平日	各軸方	向ばね定数(	N/mm)	各軸回り回	転ばね定数()	N•mm/rad)
支持点番号	Х	Y	Z	Х	Y	Z

\*\* 印は斜め拘束を示しばね定数をXに示す。下段は方向余弦を示す。

注1 地震荷重及び地震荷重を除く短期的機械荷重の解析に使用するスナッバのばね 定数を示す。

注2 自重解析にのみ使用するハンガのばね定数を示す。地震,地震を除く短期的 機械荷重及び熱の解析においてはハンガのばね定数は考慮しない。

該当する場合に記載する。

3.4 材料及び許容応力<mark>評価条件</mark>

使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

++ 水1	最高使用温度	S m	Sу	Su	S h
材料	(°C)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
		7			
	評価に使用しない	い許容応力!	こついては	「-」を記	載する。

3.5 設計用地震力

本計画書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお,設計用床応答曲線は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づき策定したものを用いる。また,減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の 基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

建物・構築物	標高 (0.P.(m))	減衰定数(%)
	建物・構築物	建物・構築物 標高 (0. P. (m))

配管系が設置されているレベルを包絡する設計用床応答曲線を用いる場合は, 用いるすべての標高を記載する。

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 皸 図 000-000

	t - lx         間有周期 (s)         広答本<	適用する	る地震動等		Sd及び静的震度	<b>夏</b> 度		S s	
r         (s)         X方向         Z方向         X方向         Z方向         Z方向         Z方向         Z方向         Z           1 次	$T^{-n}$ (s)         X h(n)         Z h(n)         X h(n)         Z h(n) <thz h(n)<="" th="">         Z h(n)         <thz h(n)<="" t<="" th=""><th>2 F</th><th>国有周期</th><th>応答水</th><th>平震度*1</th><th>応答鉛直震度*1</th><th>応答水</th><th>平震度*1</th><th>応答鉛直震度*1</th></thz></thz>	2 F	国有周期	応答水	平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水	平震度*1	応答鉛直震度*1
1 次         一         二 <td>1 <math>\chi</math>         -<td>د ا ا</td><td>(S)</td><td>X方向</td><td>Z 方向</td><td>Y方向</td><td>X方向</td><td>Z 方向</td><td>Y方向</td></td>	1 $\chi$ -         - <td>د ا ا</td> <td>(S)</td> <td>X方向</td> <td>Z 方向</td> <td>Y方向</td> <td>X方向</td> <td>Z 方向</td> <td>Y方向</td>	د ا ا	(S)	X方向	Z 方向	Y方向	X方向	Z 方向	Y方向
2 次         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         一         二 <td>2 次         -</td> <td></td> <td></td> <td> </td> <td>Ι</td> <td> </td> <td></td> <td></td> <td></td>	2 次         -				Ι				
3 次       - <td>3 次         -<td></td><td></td><td> </td><td>Ι</td><td> </td><td></td><td></td><td></td></td>	3 次         - <td></td> <td></td> <td> </td> <td>Ι</td> <td> </td> <td></td> <td></td> <td></td>				Ι				
…       –	…         一         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1				I	I			
8 次         - <td>8 次         -<td>• •</td><td></td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td></td><td></td></td>	8 次         - <td>• •</td> <td></td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td></td> <td></td> <td></td>	• •							
n 次         一         1 <th1< th="">         1         <th1< th=""> <th1< th=""></th1<></th1<></th1<>	n 次         一         1 <th1< th="">         1         <th1< th=""> <th1< th=""></th1<></th1<></th1<>	8 次			I				
1+1 次*2     -     -     -     -     -       動 的 震 度*3     -     -     -     -     -       静 的 震 使*4     -     -     -     -     -       *1:各モードの固有周期に対し,設計用床応答曲線より得られる震度を示す。       *2:固有周期が0.050s以下であることを示す。       *3:Sd又はSs地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。       *4:3.6C,及び1.2C …より定めた震度を示す。	1+1 次*2       -       <								
動 的 震 使*3       - <th< td=""><td>動 的 震 使*3       -       <th< td=""><td>次*</td><td></td><td> </td><td>I</td><td>I</td><td>I</td><td> </td><td> </td></th<></td></th<>	動 的 震 使*3       - <th< td=""><td>次*</td><td></td><td> </td><td>I</td><td>I</td><td>I</td><td> </td><td> </td></th<>	次*			I	I	I		
静的震度**       -<	静的農 (1)         ー         ト	的			Ι	Ι			
*1:各モードの固有周期に対し,設計 *2:固有周期が 0.050s以下であること *3:Sd又はSs地震動に基づく設計 *4:3.6C,及び1.2C,より定めた震用	*1:各モードの固有周期に対し,設計 *2:固有周期が 0.050s以下であること *3:Sd又はSs地震動に基づく設計 *4:3.6C <sub>1</sub> 及び 1.2C、より定めた震り	的				I	I		
2:固有周期が 0. 050s 以下であること3:S d 又はS s 地震動に基づく設計4:3.6C,及び1.2C "より定めた震用	2:固有周期が 0. 050s 以下であること 3: S d 又は S s 地震動に基づく設計 4:3. 6 C <sub>1</sub> 及び 1. 2 C vより定めた震り	*1:各	ドの固有周期に対	慧慧	応答曲線より得	身られる震度を示す	0		
3: S d 又は S s 地震動に基づく設計 4:3.6C,及び1.2C "より定めた震風	3: S d 又は S s 地震動に基づく設計 4:3.6C <sub>1</sub> 及び 1.2C vより定めた震 <sup>1</sup>	2	期が 0.050s 以下	であることをう	ों <del>जे</del> 。				
4	4	3 3	はSs地震動にま	まづく設計用最	大床応答加速度	<b>ぎより定めた震度を</b>	示す。		
		4	及び1.2C v より	定めた震度をえ	الم م				

n 次までは固有周期が 0.050s より長いモード, n+1 次は固有周期が 0.050s 以下のモードを示す。

各モードに対応する刺激係数

000-000 X 瞰 ļ

刺激係数*	Y 方向 Z 方向						
	X 方向						
	(s)						
	ど し 中	1 狄	2 狄	3 狄	•	8 狭	n 狄



添付 10-2-15

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示 し、次ページ以降に示す。



O 2 〇 VI-〇-〇-〇(重) R 0





020VI-0-0-0(重) R0

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

L		許容	最大	配管			一次応力評価 (***)	力評価		一次+二次応力評価	力評価	疲労評価
		[		[	最大応力		(MPa)	a)		(MPa)		
`	鳥瞰図	応力	応力	爂		一次応力	許容応力	ねじり応力	許容応力	一次+二次応	許容応力	疲労累積係数
		状態	評価点	名称	R V	Sprm(Ss)	3 • S m	St(Ss)	0.73.Sm	Sn(Ss)	$3 \cdot S m$	U+USs
<u> </u>		V A S			Sprm(Ss)					I		
		$\rm V_A~S$			St(Ss)							
		$V \wedge S$			Sn(Ss)							
		V = S			U+USs							
	では、*	tha Ľ 9 (	による最	;大応力発	*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し,	芯力が許容応力	」を超えている	うことを示し、		次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す	它力評価結	果を示す。
*	5日子:	t → 次 +	二次応力	1が許容点	* 印は一次 + 二次応力が許容応力を超えていることを	ることを示し、	簡易弹塑性解	<b>砰がを行い疲</b>	労評価の結果派	簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が 1 以下であり許容	1以下でま	もり許容
	値を	値を満足している	ている。									
				~					一次+二次応	一次+二次応力が3Sm以下の場合は「-」を記載する。	湯合は「」 淡	を記載する。
				/								

該当する場合に記載する。

3 Smを超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値 0 下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態VASのとき0. を満足している。

鳥瞰図番号

			- $%$	次応力評価 (WPa)	
	評価点	ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力
		St(Ss)	$0.73 \cdot Sm$	S t + S b (S s)	2. 4.Sm
沃					
付1					
	注:本表はね]	本表はねじり+曲げ応力評価結果を示すものである。	価結果を示すもの	りである。	

0201011-0-0-0(重) K0

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

			一次応力評価 (MPa)	眂 (MPa)	一次+二次応力評価 (Mba)	J評価 (MPa)	疲労評価
計谷心力 法能	最大応力 評価点	最大応力 区分	計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
			Sprm(Ss)	0. 9•S u	Sn (Ss)	$2 \cdot S y$	USs
V A S		Sprm(Ss)			I	I	I
V A S		Sn (Ss)		I			
次+二次応ナ	」が許容応力を恵	*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下	テレ、簡易弾塑性	ミ解析を行い疲	労評価の結果源	医労累積係数が	1 X F
であり許容値を満足している。	エレている。						
K				- →狄-	一次+二次応力が2Sv以下の場合は「--を記載する。	いての場合は「-	
該	該当する場合に記載する。	載する。					

							新 七 谷 七	رر سر (MPa)	
1 + 2°						評価結果			
を記載す						評価			
							内 七	分類	
高は、							(kN • m)	${\rm M}_{\rm Z}$	
対象がない場合は, 					$\rightarrow$		ント (k)	${\rm M}_{\rm Y}$	
本 ( ( ( ) ) ( ) ( ) ) ( ) ( ) ) ( ) ) ( ) ) ( ) ) ( ) ) ) ( ) ) ) ( ) ) ) ( ) ) ) ( ) ) ) ( ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) )						荷重	ボーメ	${\rm M}_{\rm X}$	
°				20 0		支持点荷重		F z	
で 上 人	<sup>击</sup> 果 背 (kN)	*		る場合は記載す			反力 (kN)	F $_{\rm Y}$	
	離 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二		りた。	- る場合			Щ	F $_{\rm X}$	
ルぞれの言	温度 (°C)	「VI-2-1-1 及び支持構 震計算につ	こより定い	詳細評価を実施す			這庚 (°C)		
苛重はそれ	故	添付書類「VI-2-1-1 2-1 配管及び支持構 造物の耐震計算につ	いて」参照 <mark>詳細評価1</mark>	詳細評価			材質		
力及び計算す	型 式		<sup>1</sup> 許容荷重は				型式		
下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。 評価結果(荷重評価)	種類		いて」参照       当該メカニカルスナッバの許容荷重は詳細評価により定めた。		支持構造物評価結果(応力評価)		種類		
下表に示 下表に示 支持構造物評価結果	支持構造物 番号		注記★:当該メ/>		支持構造物評価		支持構造物 番号		

O 2 O VI - O - O - O (重) R 0

0 Ц Ⅵ-○-○(重)  $\bigcirc$ 2 0

> 弁の動的機能維持評価結果 4.2.3

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下である

評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁がない場合は記載しない。

評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁がない場合は記載しない。) 評価対象弁の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追記する。 「また、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。] 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。 「下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。			← 対象がない場合は,「−」を記載する。	1		評価対象がある場合に記載する。
: 記載する。 - る場合は, - 洋油評価を - は下記を言 ついては,	機能確認済加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	鉛直	Ι	を示す。	を行う。	
↓下の場合に 5弁が混在す ついては、 ご と超える場合 超える弁に、	機能確認済加速 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	水平	I	算した結果。	), 詳細評価	
て機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁 龜認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追記 加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。) て機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。 機能確認済加速度を超える弁については,詳細評価を3 機能確認済加速度を超える弁については,詳細評価を3	機能維持評価用加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	鉛直	<mark>*</mark> 	打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す	を超えるため	
すべて機能確 機能確認済加 機能確認済加速度 すべて機能確 速度が機能確	機能維持評価用加 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	本本	<mark>*</mark>	9振動数を5	確認済加速度	
1用加速度が 1用加速度が 速度が機能和 1月加速度が 特評価用加減	要求機能			は, 打ち切	速度が機能	
評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対复 評価対象弁の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追 「また,機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については,詳細評価を実施する 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える身については、詳細評価を実施する。 「下表に示すとおり機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える身については、詳細評価で	影		I	<mark>注:機能維持評価用</mark> 加速度は,	注記*:機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、詳細評価を行う	
1. 評価対象弁 0 2. 評価対象弁 0 「また, 繊能 3. 評価対象弁 0 「下表に示す	弁番号			注:機能維持	注記*:機自	
3 7						

: 基準地震動 S s, 弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの。 : 弾性設計用地震動 S d時に動的機能が要求されるもの。 : 基準地震動 S s, 弾性設計用地震動 S d後に動的機能が要求されるもの。 : 弾性設計用地震動 S d後に動的機能が要求されるもの。

弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

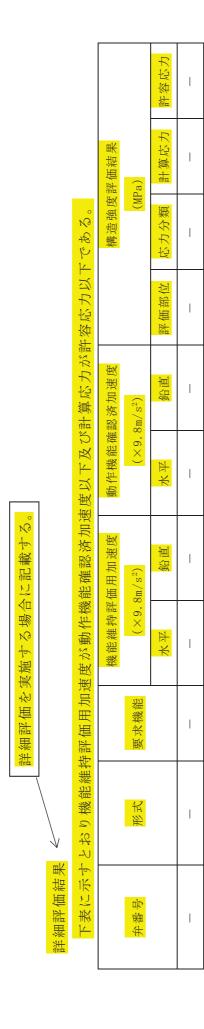
要求機能は

s ) q

α (S α (S s) q

β (S β (S

O 2 〇 VI - 〇 - 〇 - 〇 (重) R 0



4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

計算条件 代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、 及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

○管)
クラス〇
4
с Ч
1 (
でも、
ラス2管
K
1 V
等
重大事故等
本
(重)
モデルの評価結果
甸糸
₩ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
10 11
ĨK
全王
K
東及
結
選
Ő,
ル
ĥ
代表モデルの選定結果及び全日
~

					1	ってクラス1管」と「重大事故等クラス2管であってクラス1管以外」の評価結果は,
		代表				۲ ۲
	疲労評価	疲累係労積数				1 管以;
		評価点				$7 \neq \chi$
		代表				ہ ۲
	ſ	裕度				管であ
A S	一次+二次応力	罪谷 応力 (MPa)				ラス2
許容応力状態 V <sub>A</sub> S	- 次	い (MPa)				<b>事</b> 故等ク
許容応		評価点				重大事
		代表				رد
		裕度				1 管」
	一次応力	罪谷 応力 (MPa)				てクラス
		計算 応力 (MPa)				
		評価点				ス 2 管
	- 444 - 444	配電ホイン				「重大事故等クラス2管であ
	:	No.				「重大

分けて記載する。