

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密または防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-905 改0
提出年月日	平成30年7月4日

V-2-9-4-3-4-1 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	10
3.1 荷重の組合せ及び許容応力	10
3.2 設計条件	11
3.3 材料及び許容応力	18
3.4 設計用地震力	19
4. 解析結果及び評価	20
4.1 固有周期及び設計震度	20
4.2 評価結果	32
4.2.1 管の応力評価結果	32
4.2.2 支持構造物評価結果	33
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	34

1. 概要

本計算書は、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」, 「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」及び「V-2-1-14-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき, 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とする。

(1) 管

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, 各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(裕度)が最小となる解析モデルを代表として記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち, 種類及び型式ごとの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。




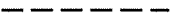
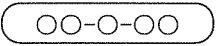
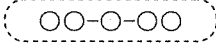

(3) 弁

機能確認済加速度の応答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. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図






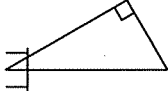
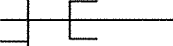


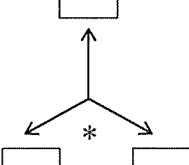
概略系統図記号凡例

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 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	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に表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス1管 クラス2管 クラス3管 クラス4管 重大事故等クラス2管 重大事故等クラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス1管 重大事故等クラス2管であってクラス2管 重大事故等クラス2管であってクラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス4管

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

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 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	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解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図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。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	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。)

注：鳥瞰図中の寸法の単位は mm である。

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

51

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

3. 計算条件

3.1 荷重の組合せ及び許容応力

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震クラス	荷重の組合せ ^{*3,4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備	格納容器下部注水系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L (L L) + S _s	V _A S

注記*1： D Bは設計基準対象施設， S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2： 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3： 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， (L L)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4： 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。

*5： 許容応力状態V_A Sは許容応力状態IV_A Sの許容限界を使用し， 許容応力状態IV_A Sとして評価を実施する。

3.2 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 FP-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震クラス	縦弾性係数 (MPa)
1	B05~C01, C03~D01 B05~F05, F07~G05 B08~H03	3.14	66	114.3	6.0	STPT410	—	
2	D03~E14	0.62	200	114.3	6.0	STPT410	—	
3	H05~I19	1.40	66	114.3	6.0	STPT410	—	

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 FP-R-1

質量	対応する評価点
	B13

弁部の寸法

鳥 瞰 図 FP-R-1

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
C01～C03				C02～C02A			
C02A～C02B							
D02～D02A							
D02B～D02C							
H03～H05							
				D01～D03			
				D02A～D02B			
				F05～F07			

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

弁部の質量

鳥 瞰 図 FP-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	C01, C03, D01, D03		C02, D02
	C02A, D02A		C02B, D02C
	F05, F07, H03, H05		F06, H04

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 FP-R-1

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)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
B11						
B15						
B17						
C04						
D02B						
** E07 **						
G01						
G05						
I02						
I06						
I10						
I14						
I19						

** 印は斜め拘束を示す。また、下段は方向余弦を示す。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 FP-R-2

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震クラス	縦弾性係数 (MPa)
1	A05~A40	0.62	200	114.3	6.0	STPT410	—	

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 FP-R-2

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)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
A10	[Empty Table Area]					
** A10 **						
A14						
** A14 **						
** A20 **						
** A20 **						
A23						
** A23 **						
** A28 **						
** A28 **						
A31						
** A31 **						
A39						
** A39 **						
** A39 **						

** 印は斜め拘束を示す。また、下段は方向余弦を示す。

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

3.3 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STPT410	66	—	231	407	—
STPT410	200	—	207	404	—

3.4 設計用地震力

本計算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スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは「V-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を用いる。また、減衰定数は「V-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	減衰定数 (%)
FP-R-1	原子炉建屋		
FP-R-2	しゃへい壁		
	ペDESTAL		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 FP-R-1

耐震クラス		—		
適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向
		2.59	2.59	5.43
		2.11	2.11	4.68
		1.89	1.89	5.11
		1.77	1.77	4.58
		1.74	1.74	4.46
		1.68	1.68	4.46
		1.68	1.68	4.46
		—	—	—
動的震度		1.67	1.67	1.44

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 FP-R-1

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

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。

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 FP-R-2

耐震クラス		—		
適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向
		21.18	21.18	6.88
		7.22	7.22	10.07
		7.22	7.22	12.36
		4.99	4.99	12.50
		1.81	1.81	9.18
		—	—	—
動的震度		1.59	1.59	1.34

各モードに対応する刺激係数

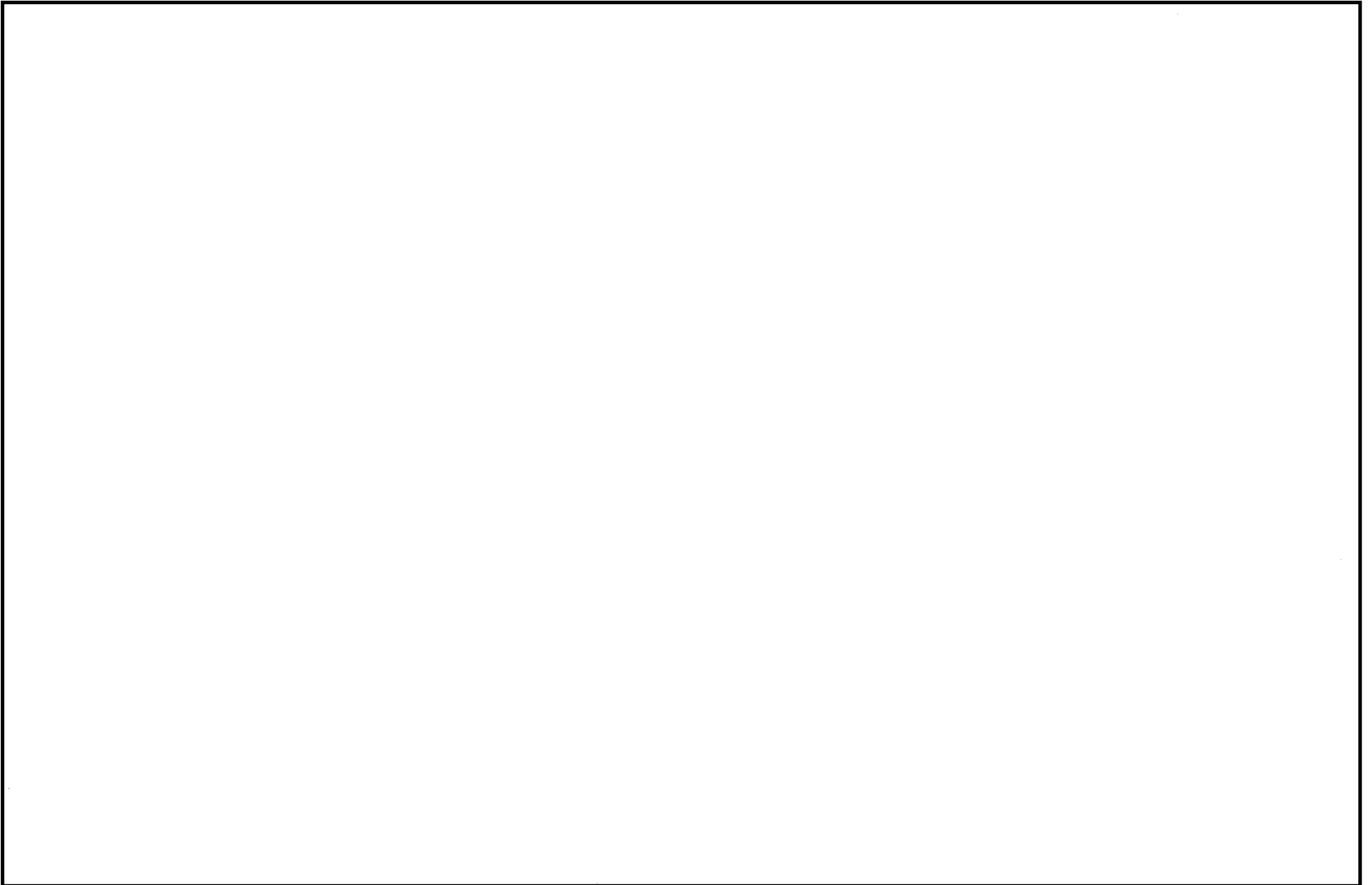
鳥 瞰 図 FP-R-2

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向

NT2 補② V-2-9-4-3-4-1 R1

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。



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

鳥瞰図	許容応力 状態 (供用状態)	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数 USs
				計算応力 Sprm (Ss)	許容応力 0.9Su	計算応力 Sn (Ss)	許容応力 2Sy	
FP-R-1	V _A S	C03	Spr _m (S _s)		366	-	-	-
FP-R-2	V _A S	A18F	S _n (S _s)	-	-		414	-

4.2.2 支持構造物評価結果

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。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
ALPI-288SNM	メカニカルスナッパ	SMS-1	「V-2-1-11 機 器・配管の耐震支 持設計方針」参照		4	15

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 反力が最大となる支持点の支持構造物評価結果（応力評価）は、兼用の低圧代替注水系に示す。

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり応答加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	応答加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—