

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又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-1095 改1
提出年月日	平成30年9月26日

### V-2-2-2-3 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	6
3.1 荷重の組合せ及び許容応力	6
3.2 設計条件	7
3.3 材料及び許容応力	12
3.4 設計用地震力	13
4. 解析結果及び評価	14
4.1 固有周期及び設計震度	14
4.2 評価結果	15
4.2.1 管の応力評価結果	15
4.2.2 支持構造物評価結果	16
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	17
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」，「V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」及び「V-2-1-13-6 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又は動的機能を有していることを説明するものである。

本配管は、耐震設計上の重要度分類は「Cクラス施設」であり、機器等の区分は「ノンクラス」の設備であるが、原子炉建屋（原子炉格納施設）の間接支持構造物の「サポート系」として原子炉建屋の機能を担保し、かつS<sub>0</sub>機能維持の設計とすることから施設区分を「原子炉格納施設」とし、重大事故等対処設備における常設耐震重要重大事故防止設備以外の「常設重大事故防止設備」の扱いとして耐震評価を行う。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

評価結果の記載方法は以下に示す通りとする。

### (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、全2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（裕度）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。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。





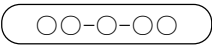


### (3) 弁

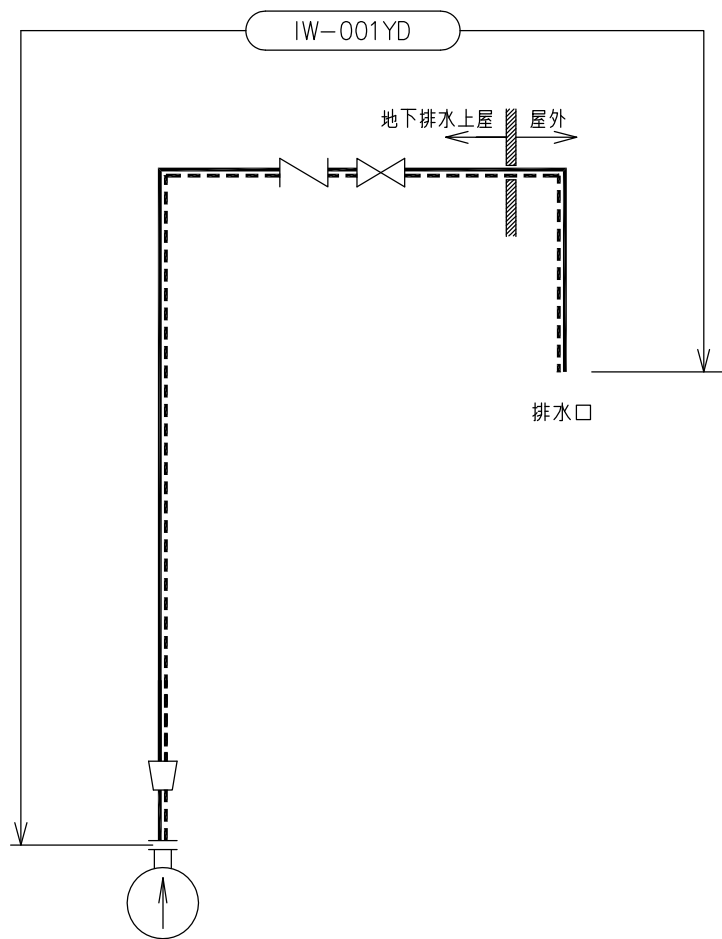
機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

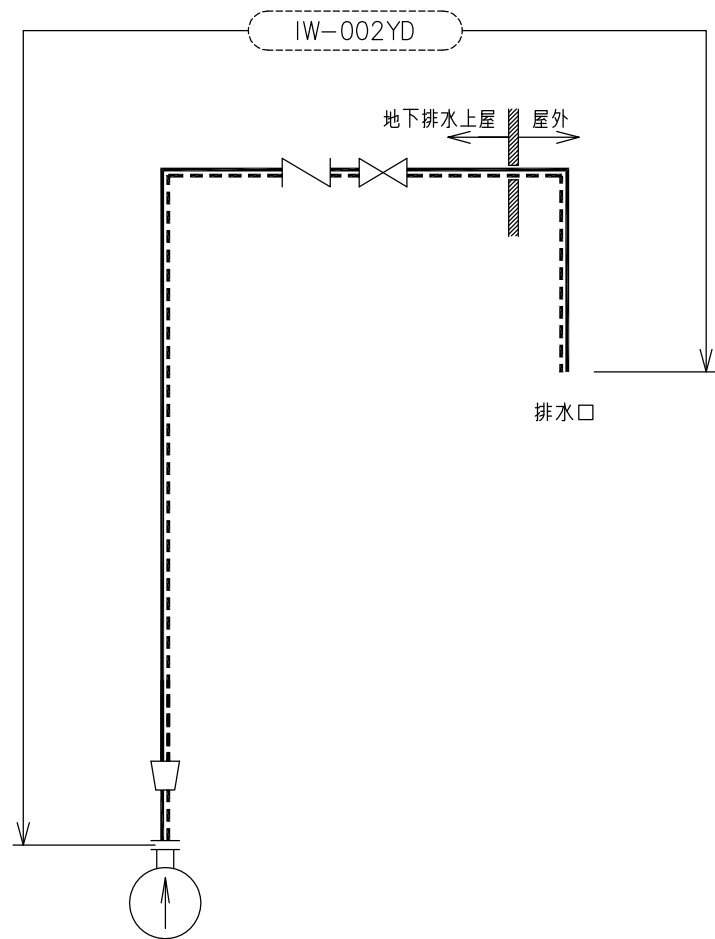
### 2.1 概略系統図

#### 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 (鳥瞰図, 計算条件及び評価結果を記載す る範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果のみ記載する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



原子炉建屋地下排水設備排水ポンプ






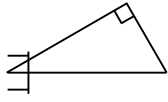
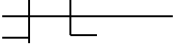

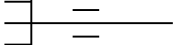
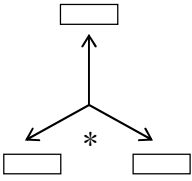


原子炉建屋地下排水設備排水ポンプ

原子炉建屋地下排水系概略系統図

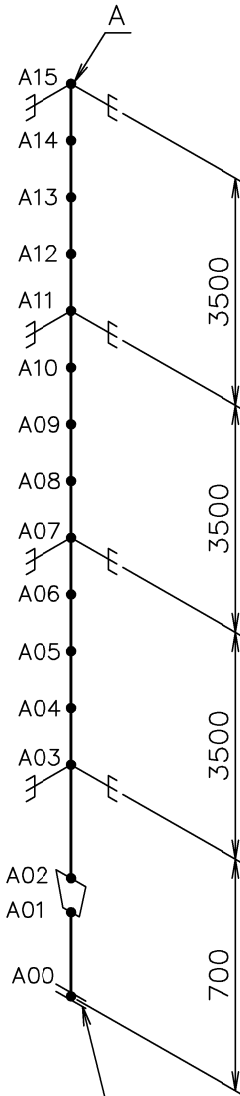
## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

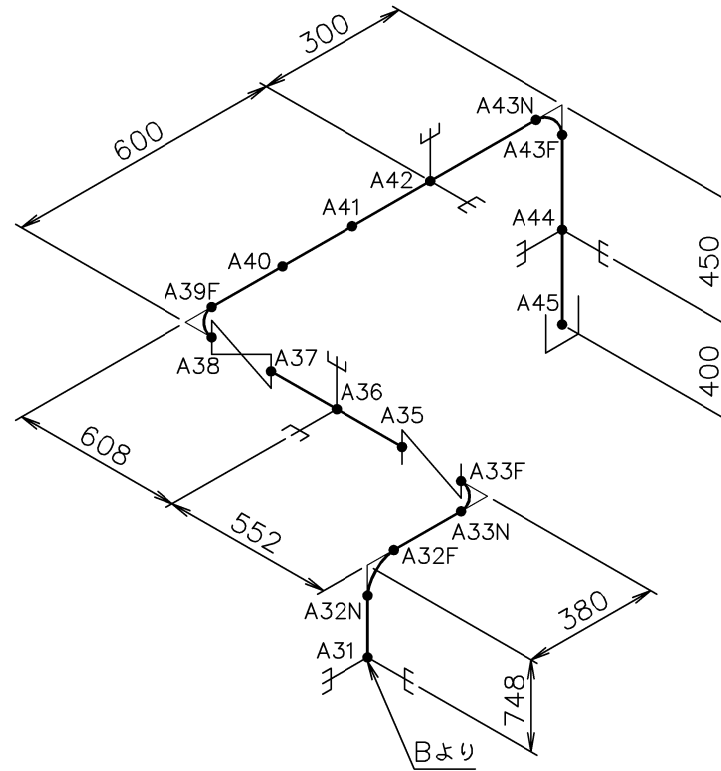
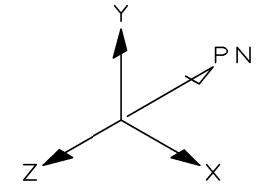
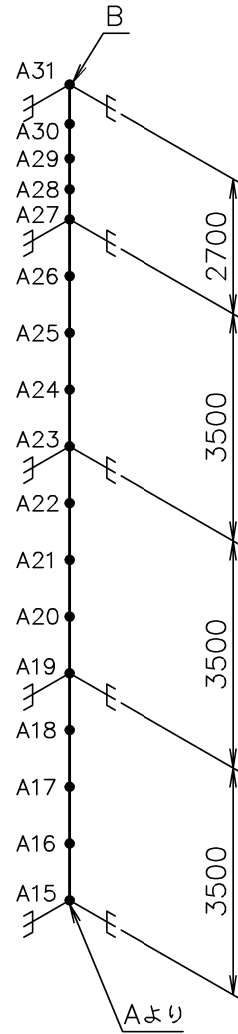
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本システムの管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他システムの管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(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。

5



原子炉建屋地下排水設備排水ポンプ  
EL.-16398



鳥瞰図

IW-001YD (SA)

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 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震設計上の重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3,4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
原子炉格納施設	原子炉建屋地下排水設備	原子炉建屋地下排水系	DB	-	-	S	$I_L + S_d$	$III_{AS}$
							$II_L + S_d$	
							$IV_L(L) + S_d$	
							$I_L + S_s$	$IV_{AS}$
			$II_L + S_s$					
SA	常設/防止	-	-	$V_L + S_s$	$V_{AS}$			

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。  
 \*2：「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防止設備を示す。  
 \*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，(LL)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 $V_{AS}$ は許容応力状態 $IV_{AS}$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_{AS}$ 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 IW-001YD

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	耐震設計上の 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	A00～A01	0.9	38	114.3	6.0	STPT410	S	
2	A02～A33F, A35～A37, A38～A45	0.9	38	139.8	6.6	STPT410	S	

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 IW-001YD

質量	対応する評価点
	A00

弁部の寸法

鳥 瞰 図 IW-001YD

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
A33F~A35				A37~A38			

弁部の質量

鳥 瞰 図 IW-001YD

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	A33F~A35		A37~A38

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 IW-001YD

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
A03						
A07						
A11						
A15						
A19						
A23						
A27						
A31						
A36						
A42						
A44						

NT2 補③ V-2-2-2-3 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	38	—	245	410	—

### 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備評価用床応答曲線を下表に示す。

なお、設備評価用床応答曲線は添付書類「V-2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」に基づき策定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高		減衰定数 (%)
IW-001YD	—			—
				—

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 IW-001YD

耐震設計上の重要度分類		—		
適用する地震動等		S <sub>s</sub>		
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
動的震度				
静的震度				



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。

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
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数 $U S_s$
				$S_{pr m} (S_d)$ $S_{pr m} (S_s)$	$S_y$ $0.9 S_u$	$S_n (S_s)$	$2 S_y$	
IW-001YD	$V_A S$	A38	$S_{pr m} (S_s)$	27	369	—	—	—
	$V_A S$	A38	$S_n (S_s)$	—	—	32	490	—

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)
—	—	—	—	—	—	—

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 <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
IW-009RES	レストレイント	Uボルト	SS400	40	—	6.2	2.2	—	—	—	引張り	30	279

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

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、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件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。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

No	配管モデル	許容応力状態 $V_{AS}$												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	IW-001YD	A38	27	369	13.66	○	A38	32	490	15.31	○	—	—	—
2	IW-002YD	A38	27	369	13.66	—	A38	32	490	15.31	—	—	—	—