

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-773 改2
提出年月日	平成30年9月4日

#### V-2-9-4-3-1 格納容器スプレイヘッダ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.....	6
3. 計算条件.....	9
3.1 荷重の組合せ及び許容応力.....	10
3.2 設計条件.....	11
3.3 材料及び許容応力評価条件.....	14
3.4 設計用地震力.....	18
4. 解析結果及び評価.....	19
4.1 固有周期及び設計震度.....	19
4.2 評価結果.....	24

## 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-2-1-11 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。

評価結果の記載方法は以下に示す通りである。





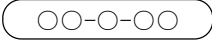
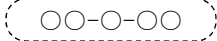

### (1) 管

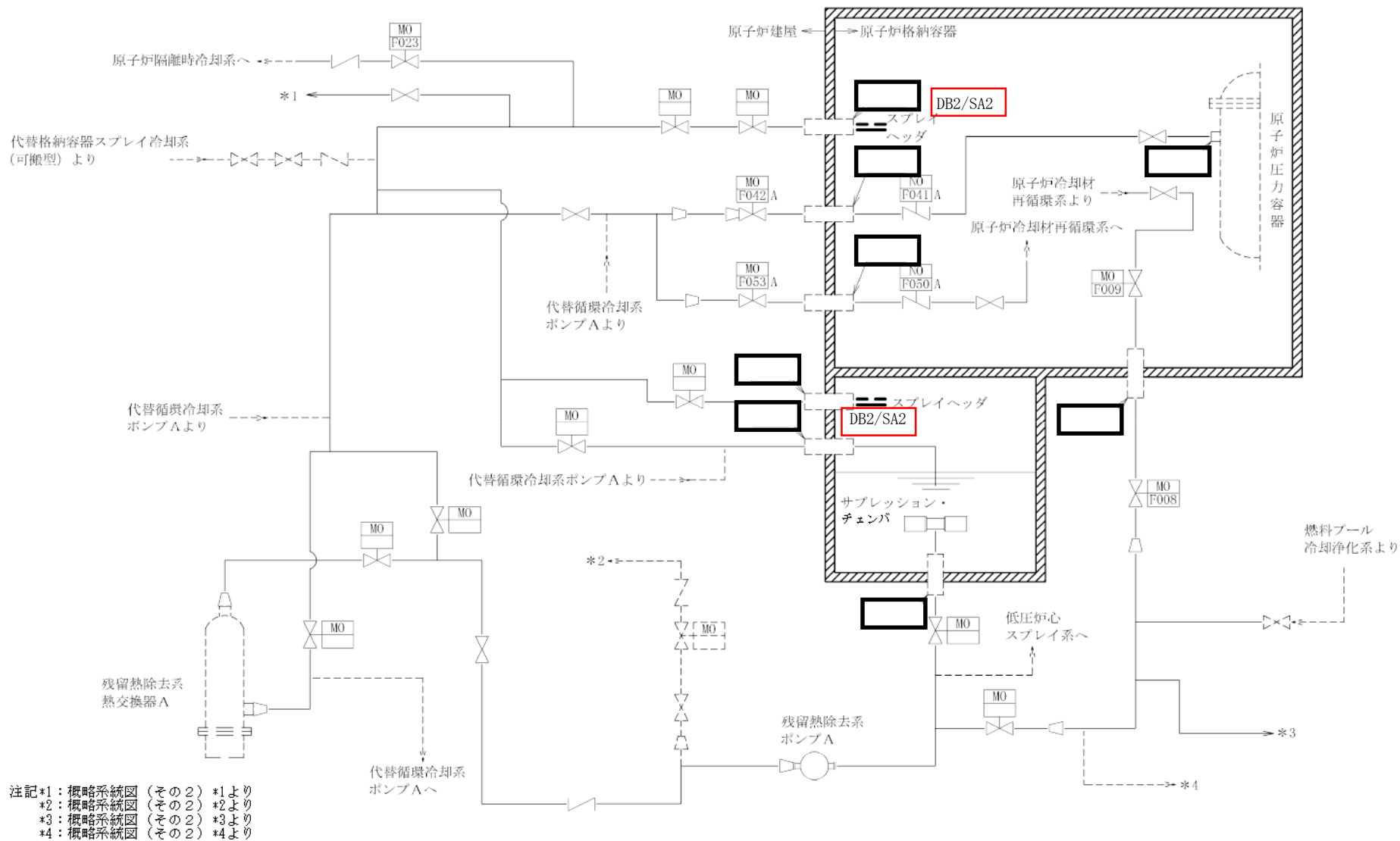
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

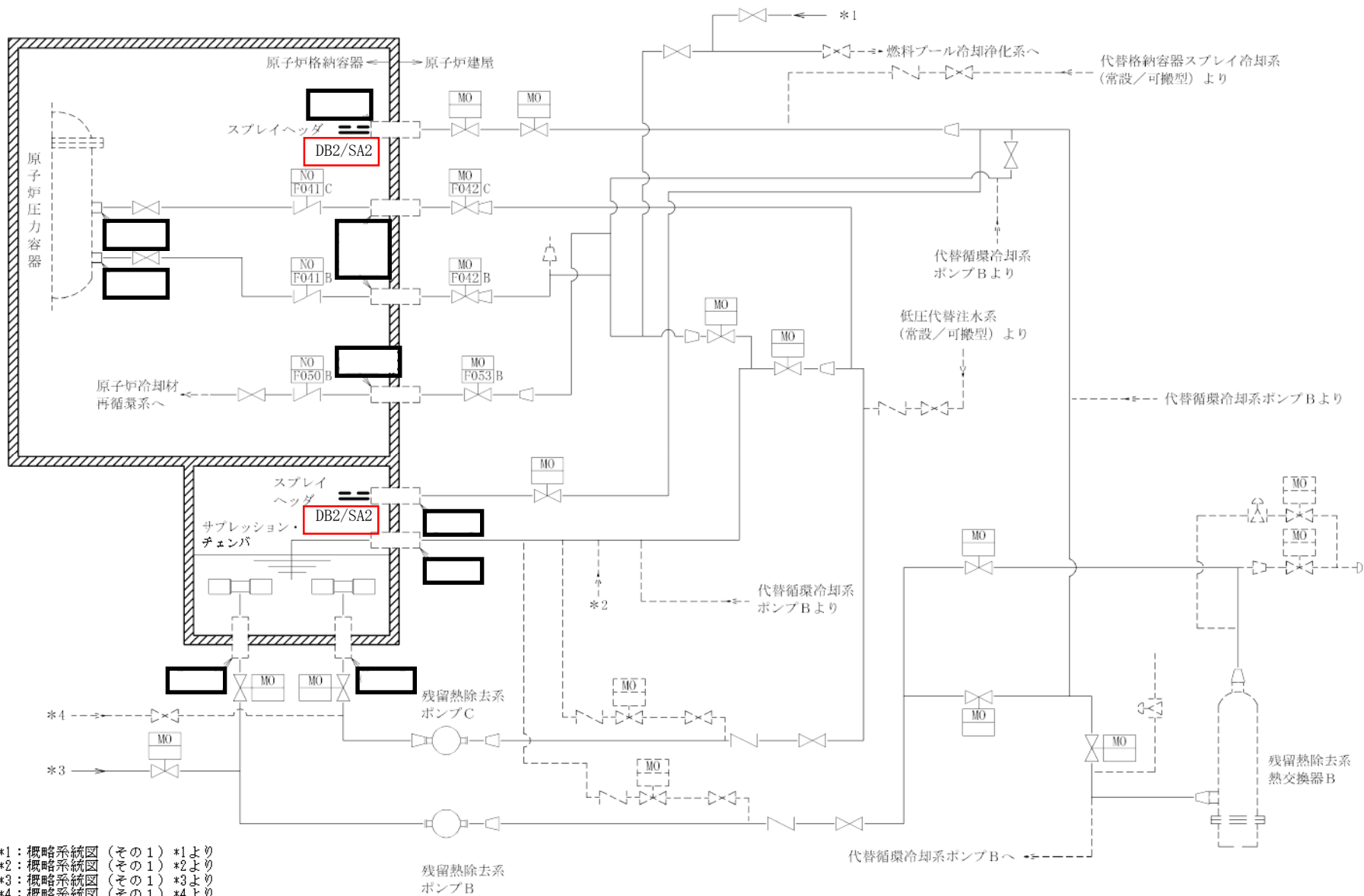
2.1 概略系統図

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 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



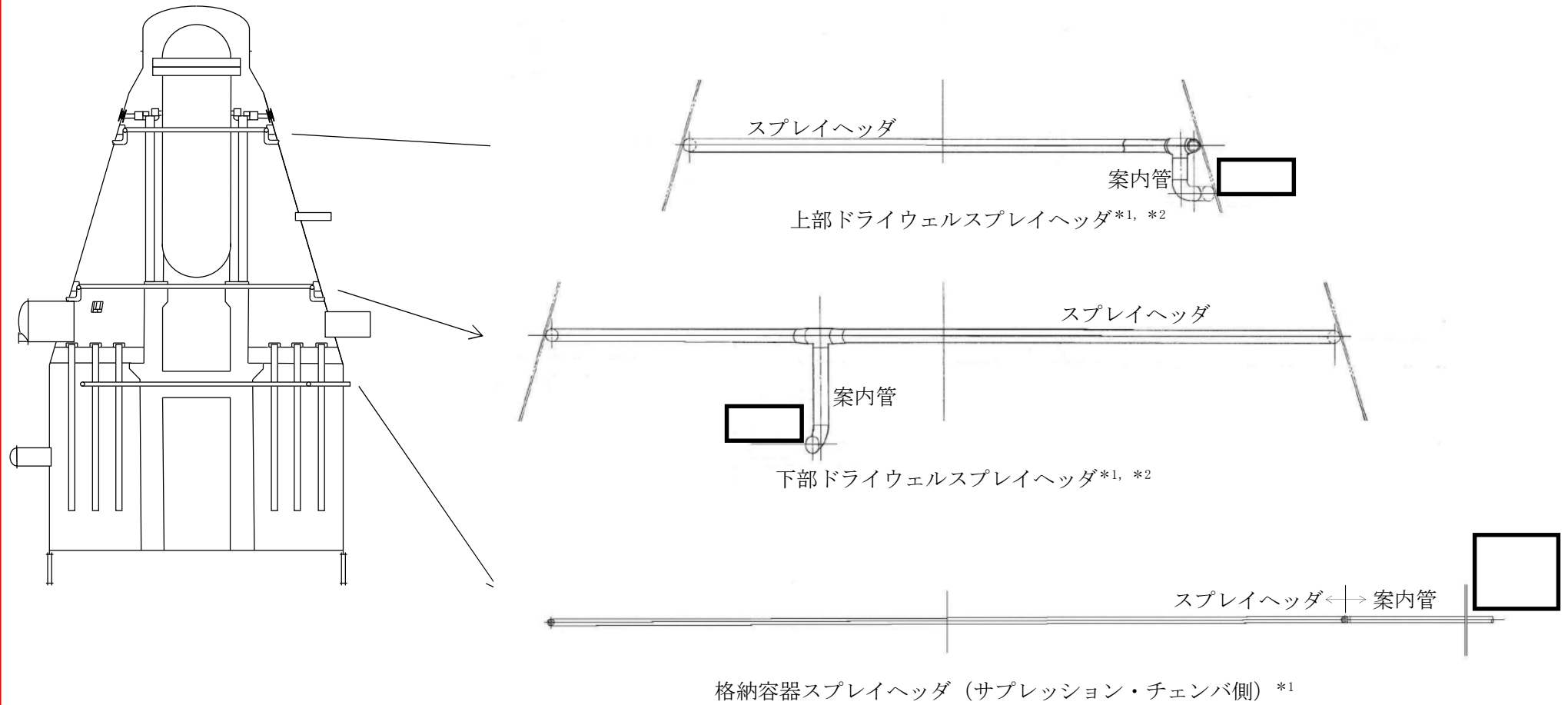
概略系統図 (その1)



注記\*1: 概略系統図(その1) \*1より  
 \*2: 概略系統図(その1) \*2より  
 \*3: 概略系統図(その1) \*3より  
 \*4: 概略系統図(その1) \*4より

概略系統図 (その2)






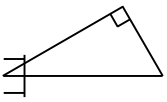
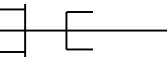

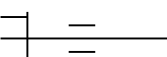
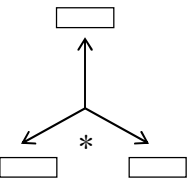
5



注記 \*1 : 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）及び（設計基準対象施設）  
\*2 : スプレイヘッド部は、全周にわたり支持されており剛構造であるため案内管を評価する。

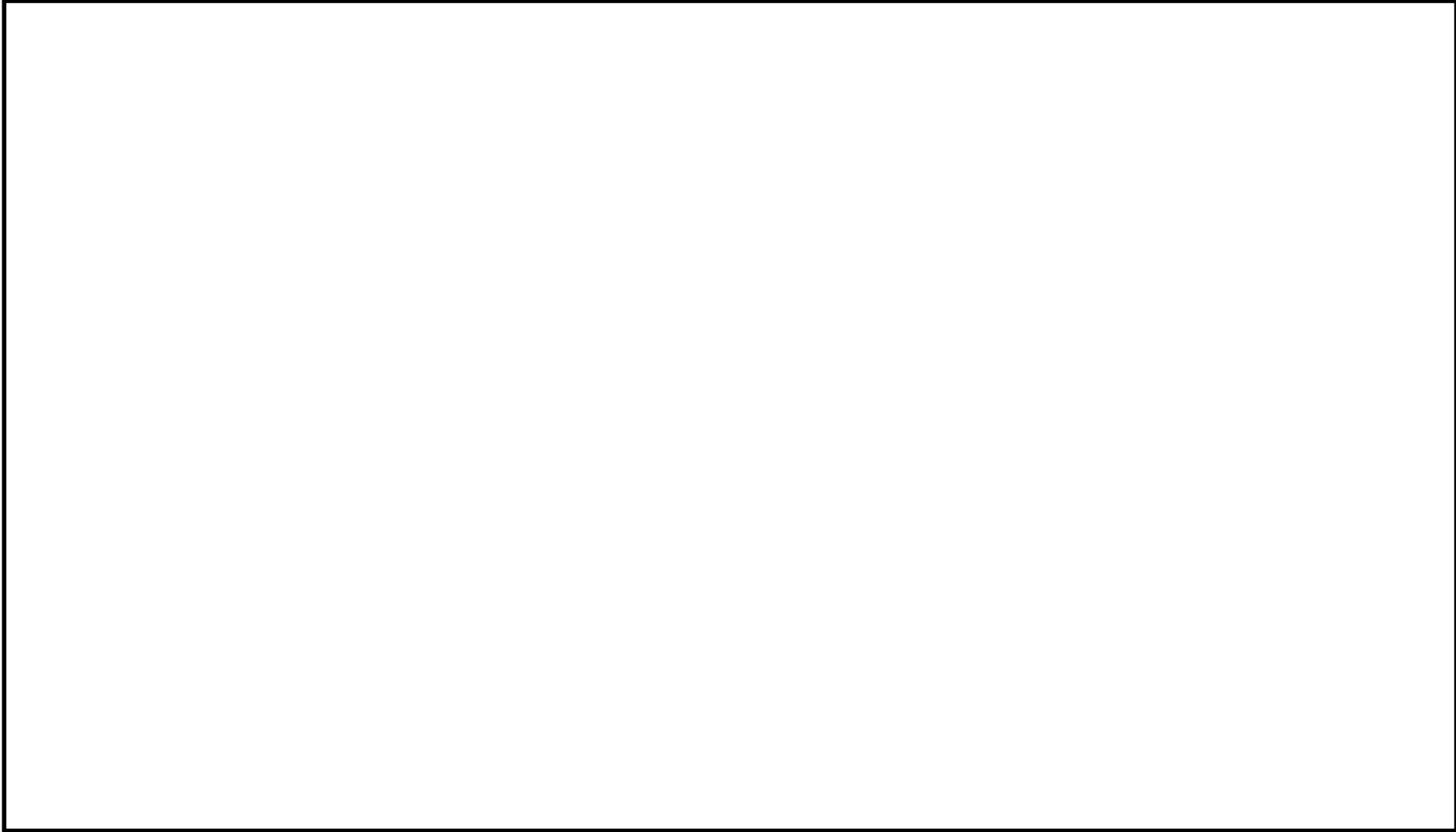
## 2.2 鳥瞰図

### 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, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> 内に 変位量を記載する。)

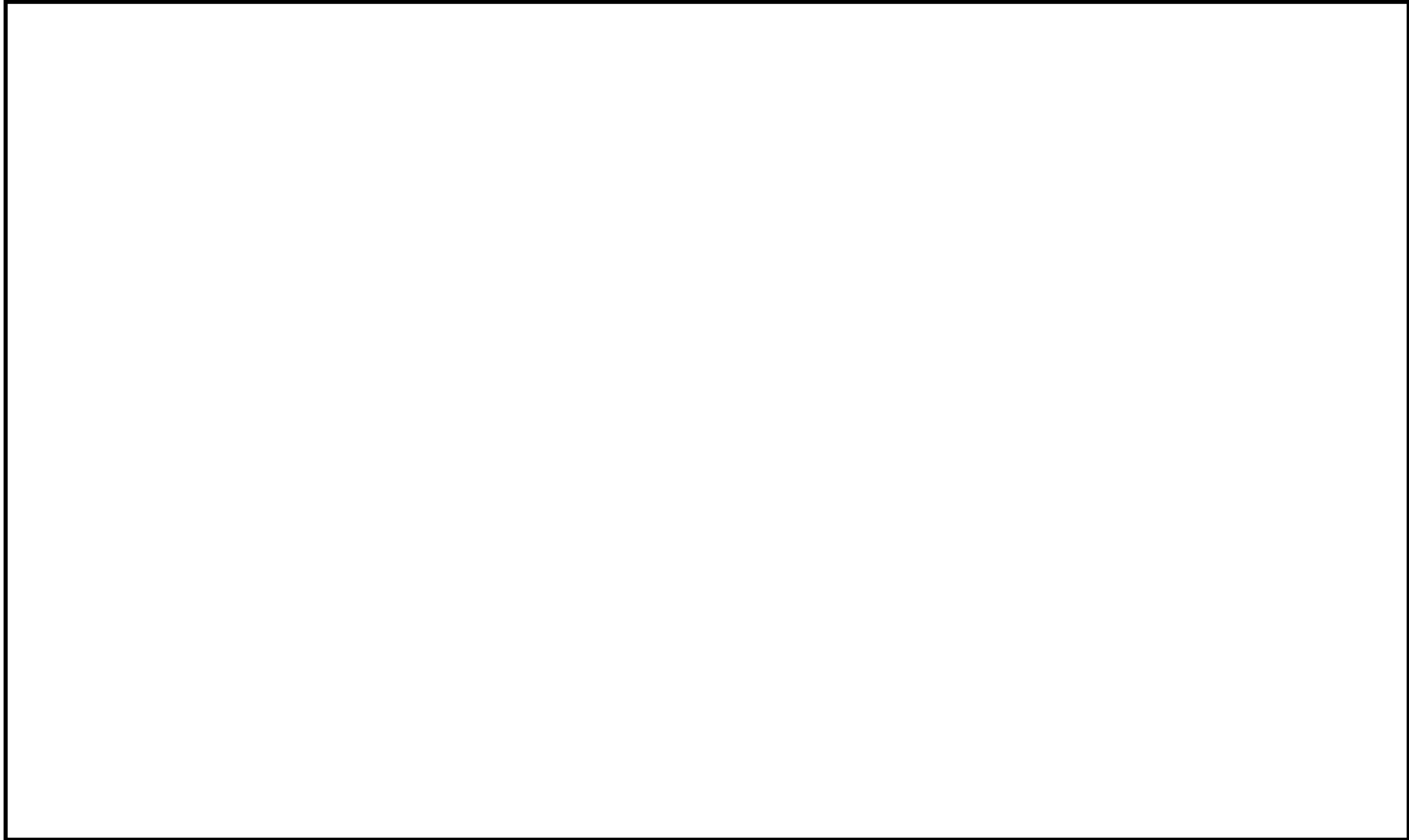
注：鳥瞰図中の寸法の単位は mm である。





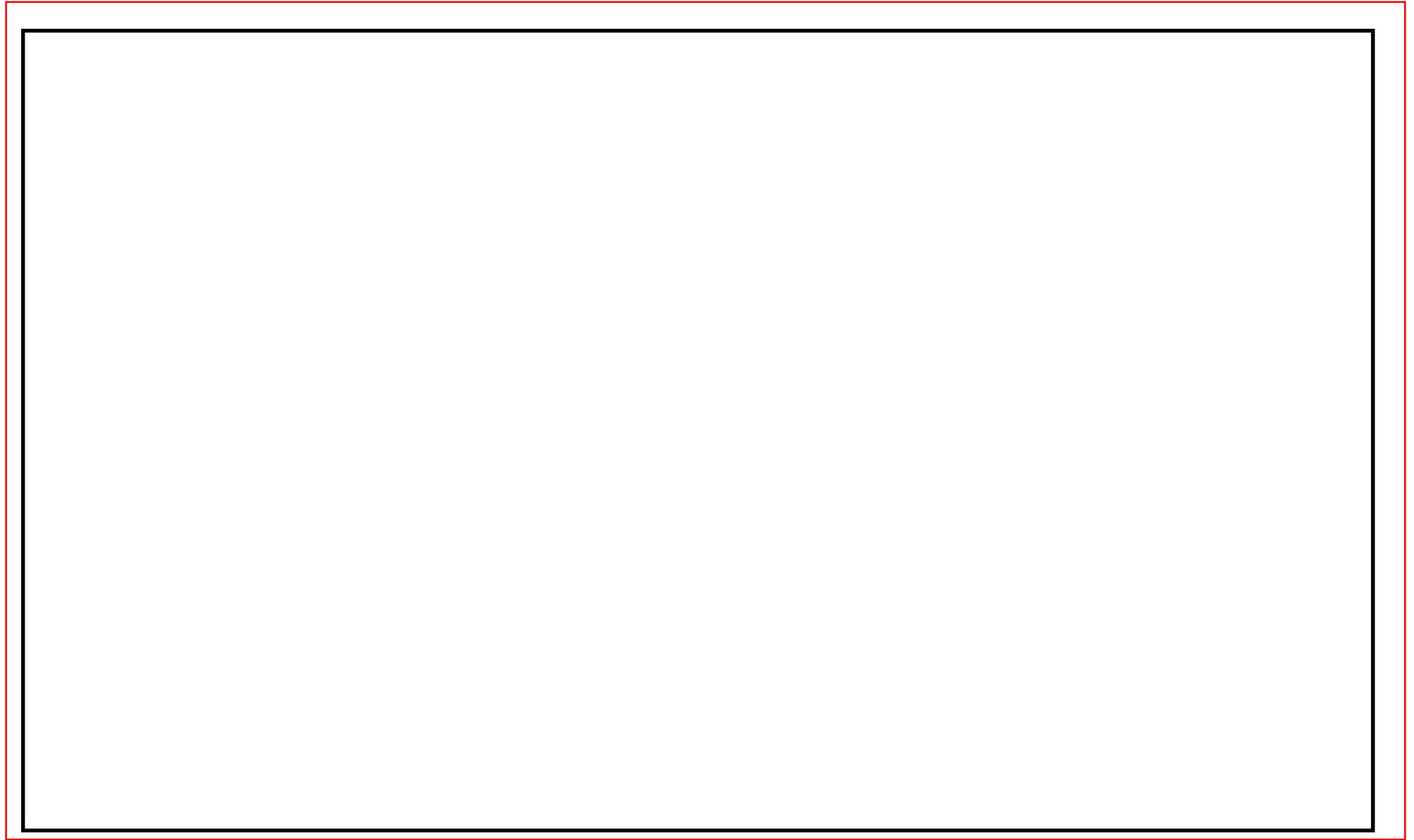
鳥瞰図	上部ドライウェルスプレイヘッダ案内管 (SA) (DB)
-----	------------------------------

8



鳥瞰図	下部ドライウェルスプレイヘッダ案内管 (SA) (DB)
-----	------------------------------

6



鳥瞰図

格納容器スプレイヘッダ (サブプレッション・チェンバ側) (SA) (DB)

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	耐震設計上の重要度分類	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	格納容器 スプレイヘッド (ドライウエル側)	DB	—	クラス2管	S	$I_L + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S
							$II_L + S_d$	
			SA	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L(L) + S_d$	V <sub>A</sub> S
							$V_L(LL) + S_s$	
			格納容器 スプレイヘッド (サブプレッショ ン・チェンバ側)	DB	—	クラス2管	S	$I_L + S_d$
		$II_L + S_d$						
		SA		常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$I_L + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S
							$II_L + S_s$	
		$V_L(L) + S_d$		V <sub>A</sub> S				
		$V_L(LL) + S_s$						

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: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「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, (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<sub>A</sub>Sは許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し, 許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>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 上部ドライウェルスプレイヘッド案内管

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	1~12	3.45	76.7	406.4	21.4		S	200000

鳥 瞰 図 下部ドライウェルスプレイヘッド案内管

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)
2	1~15	3.45	76.7	406.4	21.4		S	200000

鳥 瞰 図 格納容器スプレイヘッド (サブプレッション・チェンバ側)

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)
3	1~72 70~101, 67~100	3.45	76.7	114.3	6.0		S	200000

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 上部ドライウェルスプレイヘッド案内管

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
9						

鳥 瞰 図 下部ドライウェルスプレイヘッド案内管

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
9						

鳥 瞰 図 格納容器スプレイヘッダ (サブプレッション・チェンバ側)

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 <sub>L</sub>	Y <sub>L</sub>	Z <sub>L</sub>	X <sub>L</sub>	Y <sub>L</sub>	Z <sub>L</sub>
1						
5						
6						
10						
14						
18						
22						
26						
30						
34						
38						
39						
43						
47						
51						
55						
59						
63						
76						
80						

NT2 補③ V-2-9-4-3-1 R0

3.3 材料及び許容応力評価条件

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	温度条件 (°C)		許容応力 (MPa)			
			S <sub>m</sub>	S <sub>y</sub>	S <sub>u</sub>	S <sub>h</sub>
	最高使用温度 (設計基準)	76.7	—	226.5	387.2	—
	周囲環境温度 (S A後長期)	171	—	211.0	377.0	—
	周囲環境温度 (S A後長長期)	150	—	214.0	377.0	—



### 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-2-1-7 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、減衰定数は添付書類「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 (%)
格納容器スプレイヘッド (サブプレッション・チェンバ側)	原子炉 格納容器		
	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 上部ドライウェルスプレイヘッダ案内管

耐震設計上の重要度分類		S					
適用する地震動等		S <sub>d</sub>			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
		—	—	—	—	—	—
	動的震度	0.85	0.85	0.70	1.63	1.63	1.33
	静的震度	0.96	0.96	0.29	—	—	—

鳥 瞰 図 下部ドライウェルスプレイヘッダ案内管

耐震設計上の重要度分類		S					
適用する地震動等		S <sub>d</sub>			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
		—	—	—	—	—	—
	動的震度	0.71	0.71	0.62	1.43	1.43	1.17
	静的震度	0.88	0.88	0.29	—	—	—

鳥 瞰 図 格納容器スプレイヘッダ (サブプレッション・チェンバ側)

耐震設計上の重要度分類		S					
適用する地震動等		S <sub>a</sub>			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
		1.19	1.19	3.34	1.97	1.97	5.89
		1.19	1.19	3.34	1.97	1.97	5.89
		—	—	—	—	—	—
動的震度		0.70	0.70	0.59	1.19	1.19	1.12
静的震度		0.69	0.69	0.29	—	—	—

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 上部ドライウェルスプレイヘッド案内管

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向

鳥 瞰 図 下部ドライウェルスプレイヘッド案内管

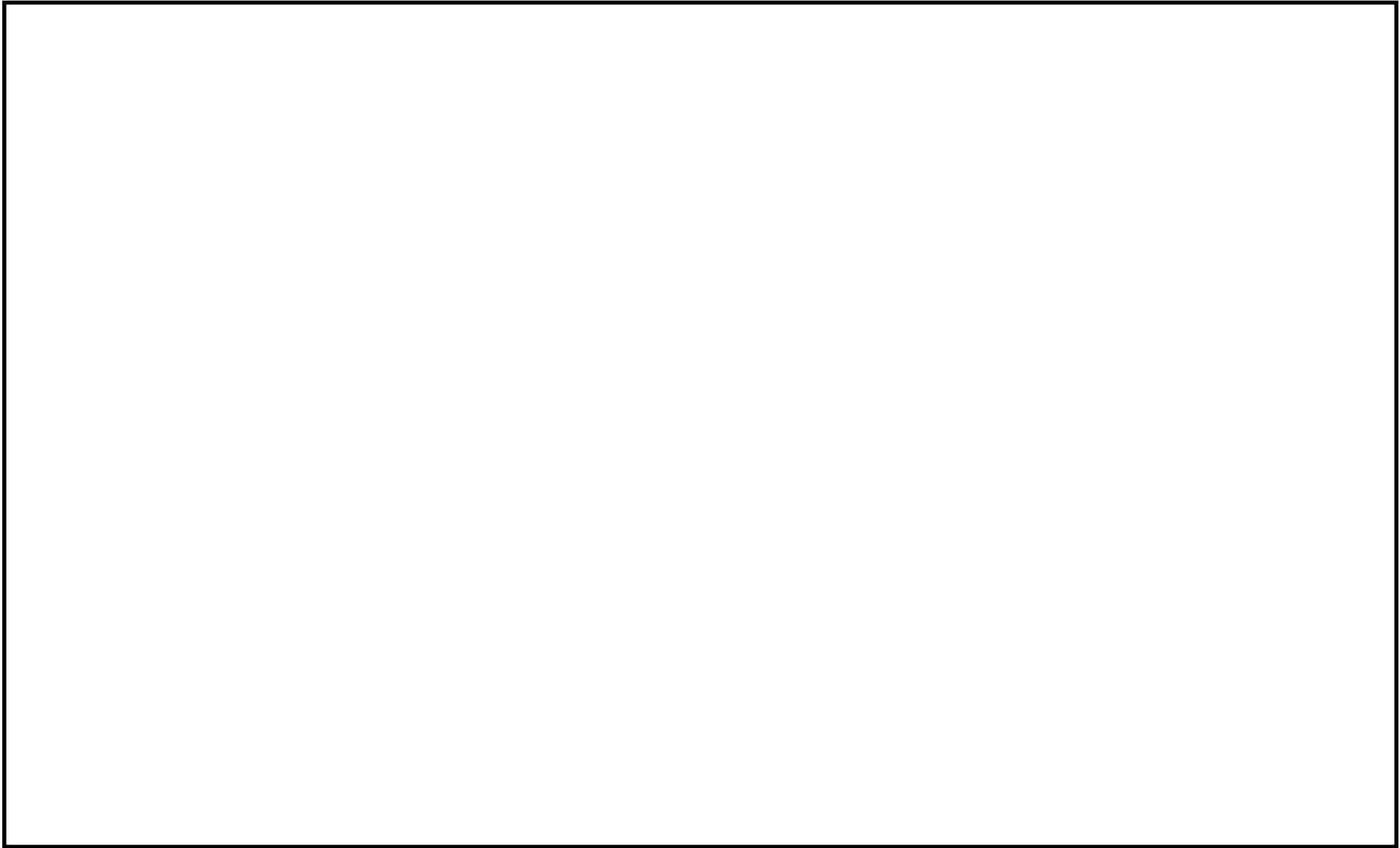
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向

鳥 瞰 図 格納容器スプレイヘッド (サプレッション・チェンバ側)

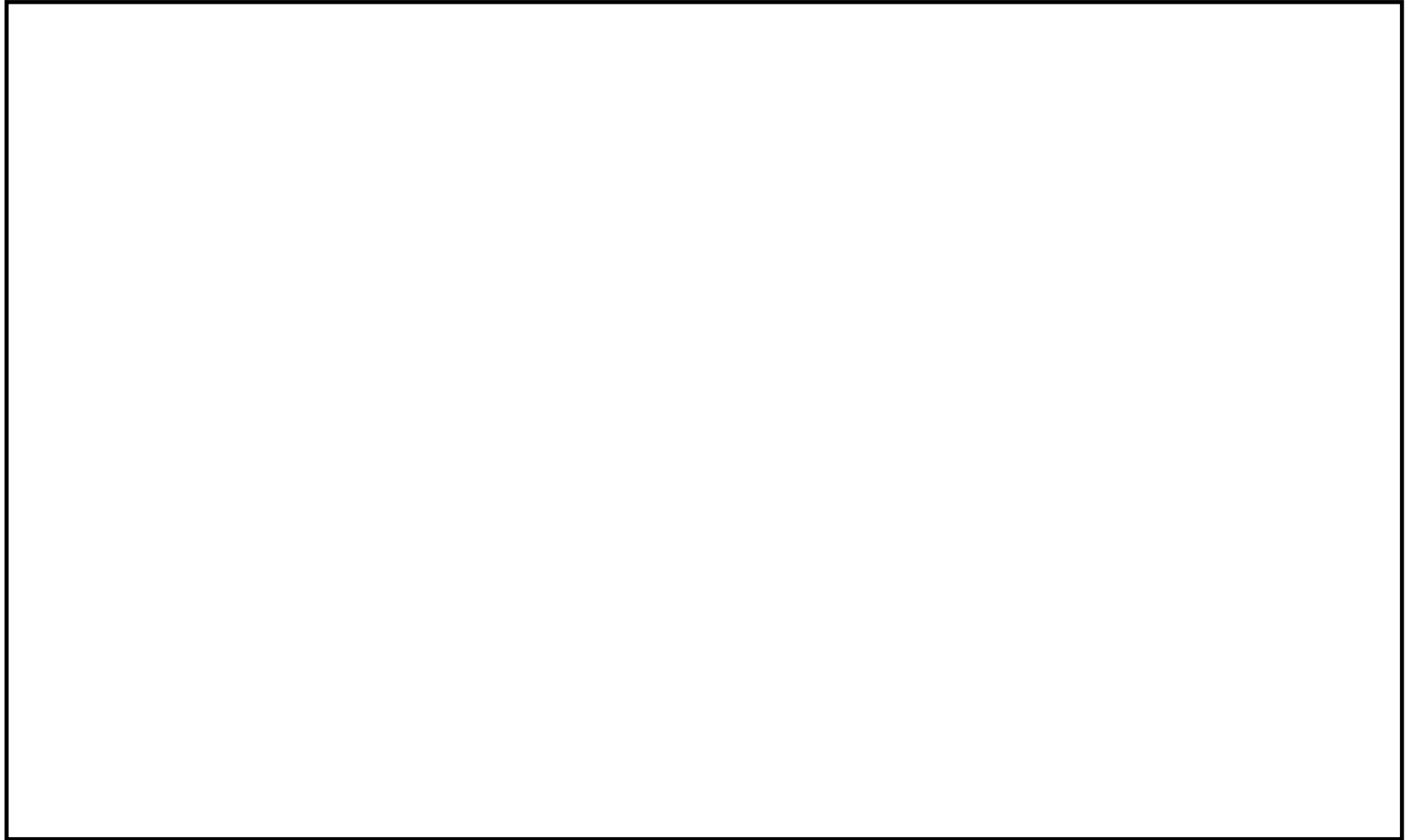
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向

## 代表的振動モード図

振動モード図は、柔なモードを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を灰色線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図	格納容器スプレイヘッダ (サプレッション・チェンバ側)
-----	-----------------------------



鳥瞰図	格納容器スプレイヘッド (サプレッション・チェンバ側)
-----	-----------------------------

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2管

鳥瞰図	許容応力 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 $S_{prm} (S_d)$	許容応力 $S_y$	計算応力 $S_n (S_d)$	許容応力 $2S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
				$S_{prm} (S_s)$	$0.9S_u$	$S_n (S_s)$		
上部ドライウエ ルスプレイヘッ ダ案内管	Ⅲ <sub>A</sub> S	1,6	$S_{prm} (S_d)$	20	226	—	—	—
	Ⅲ <sub>A</sub> S	6	$S_n (S_d)$	—	—	4	453	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	6	$S_{prm} (S_s)$	21	348	—	—	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	6	$S_n (S_s)$	—	—	6	453	—
下部ドライウエ ルスプレイヘッ ダ案内管	Ⅲ <sub>A</sub> S	15	$S_{prm} (S_d)$	22	226	—	—	—
	Ⅲ <sub>A</sub> S	15	$S_n (S_d)$	—	—	8	453	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	15	$S_{prm} (S_s)$	25	348	—	—	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	15	$S_n (S_s)$	—	—	14	453	—
スプレイヘッダ (サプレッション・ チェンバ側)	Ⅲ <sub>A</sub> S	67,70	$S_{prm} (S_d)$	34	226	—	—	—
	Ⅲ <sub>A</sub> S	67,70	$S_n (S_d)$	—	—	192	453	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	67,70	$S_{prm} (S_s)$	41	348	—	—	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	67,70	$S_n (S_s)$	—	—	284	453	—



重大事故等クラス2管

鳥瞰図	許容応力 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 Sprm (S <sub>s</sub> )	許容応力 0.9S <sub>u</sub>	計算応力 Sn (S <sub>s</sub> )	許容応力 2S <sub>y</sub>	疲労累積係数 US <sub>s</sub>
上部ドライウエ ルスプレイヘッ ダ案内管	V <sub>A</sub> S	6	Spr <sub>m</sub> (S <sub>s</sub> )	21	339	—	—	—
	V <sub>A</sub> S	6	S <sub>n</sub> (S <sub>s</sub> )	—	—	6	428	—
下部ドライウエ ルスプレイヘッ ダ案内管	V <sub>A</sub> S	15	Spr <sub>m</sub> (S <sub>s</sub> )	25	339	—	—	—
	V <sub>A</sub> S	15	S <sub>n</sub> (S <sub>s</sub> )	—	—	14	428	—
スプレイヘッダ (サプレッション・ チェンバ側)	V <sub>A</sub> S	67, 70	Spr <sub>m</sub> (S <sub>s</sub> )	41	339	—	—	—
	V <sub>A</sub> S	67, 70	S <sub>n</sub> (S <sub>s</sub> )	—	—	284	428	—