

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 3-005-24
提出年月日	2023年3月24日

VI-3-3-3-4-1-6-2 管の応力計算書
(高圧炉心スプレイ系)

2023年3月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

まえがき

本計算書は、VI-3-1-5「重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及びVI-3-2-9「重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、VI-3-2-1「強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

配管モデル	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における評価 結果の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件 圧力 (MPa)	DB 条件 温度 (°C)	SA 条件 圧力 (MPa)						SA 条件 温度 (°C)
HPCS-PD-1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	8.98	304	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCS-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	100	1.37	110	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.427	104	0.853	178	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCS-R-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	12.20	100	12.20	110	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

重大事故等対処設備

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	8
3.1 計算条件	8
3.2 材料及び許容応力	18
4. 評価結果	20
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	24

1. 概要

本計算書は、VI-3-1-5「重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及びVI-3-2-9「重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。




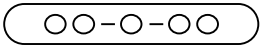
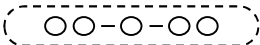

(1) 管

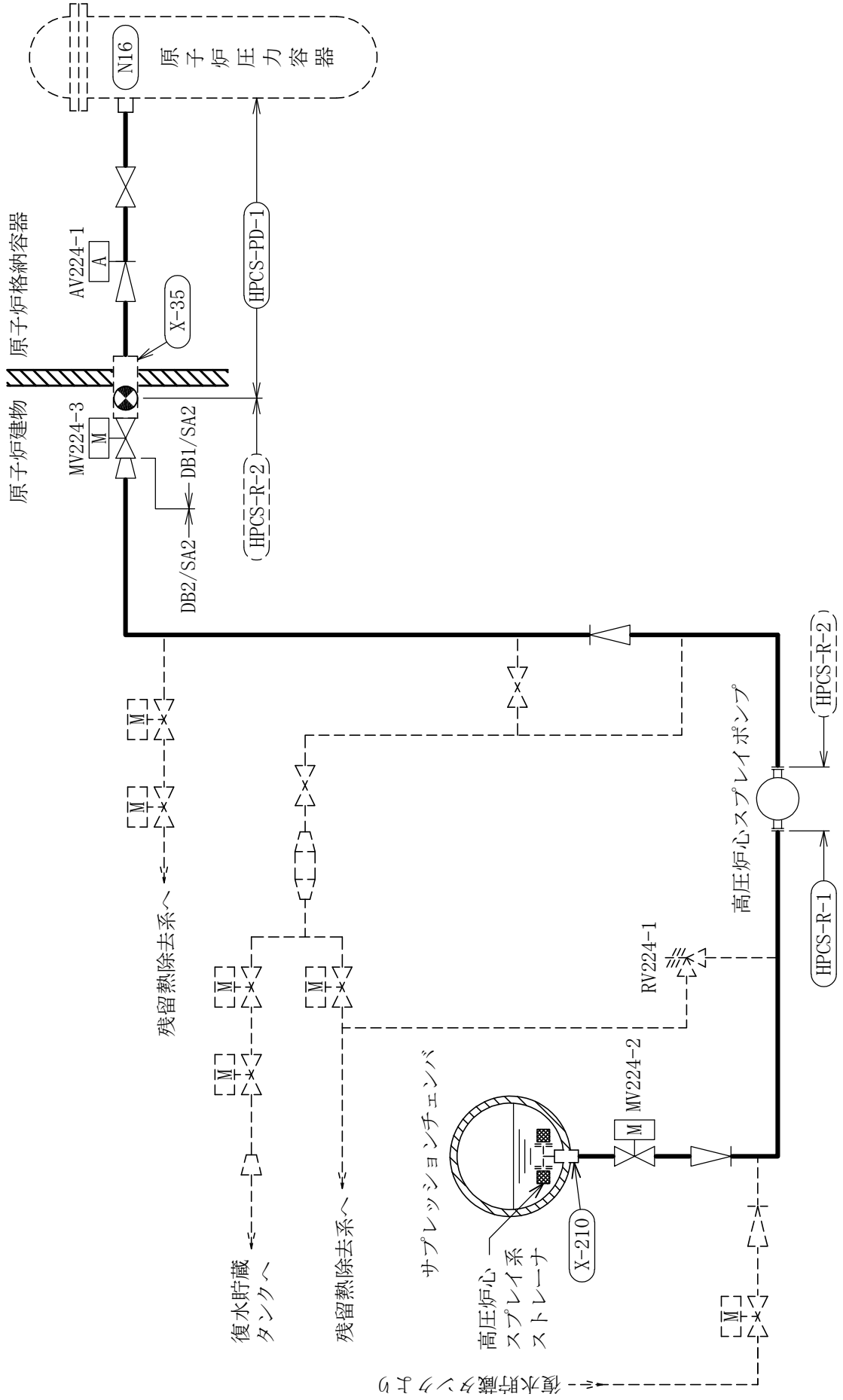
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

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



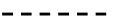


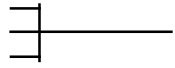
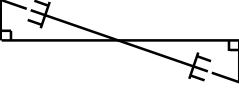
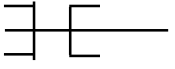
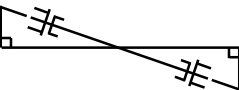

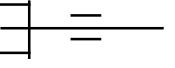
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
<p>[管クラス]</p> <p>DB1</p> <p>DB2</p> <p>SA2</p> <p>DB1/SA2</p> <p>DB2/SA2</p>	<p>クラス1管</p> <p>クラス2管</p> <p>重大事故等クラス2管</p> <p>重大事故等クラス2管であってクラス1管</p> <p>重大事故等クラス2管であってクラス2管</p>

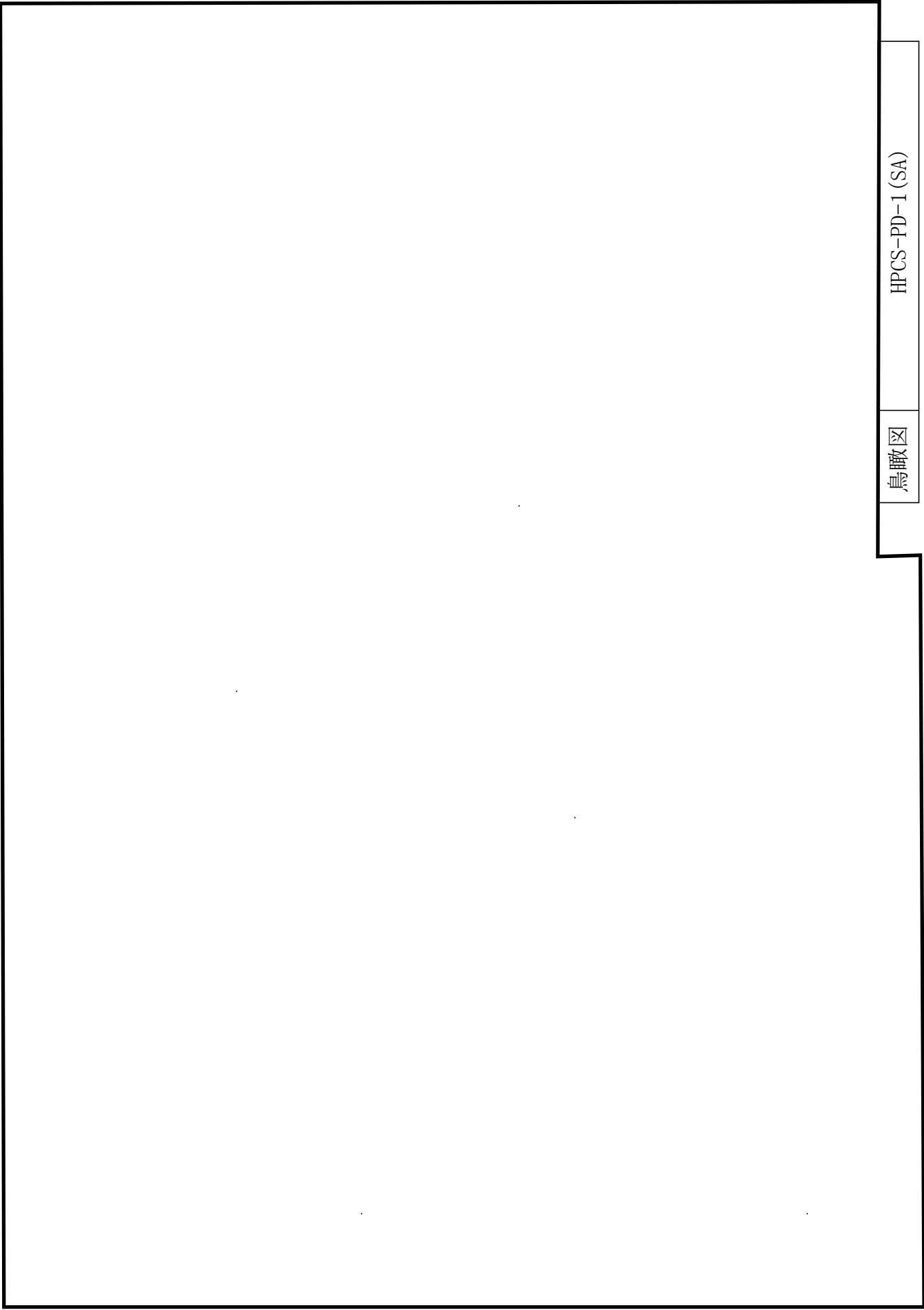


高圧炉心スプレイ系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

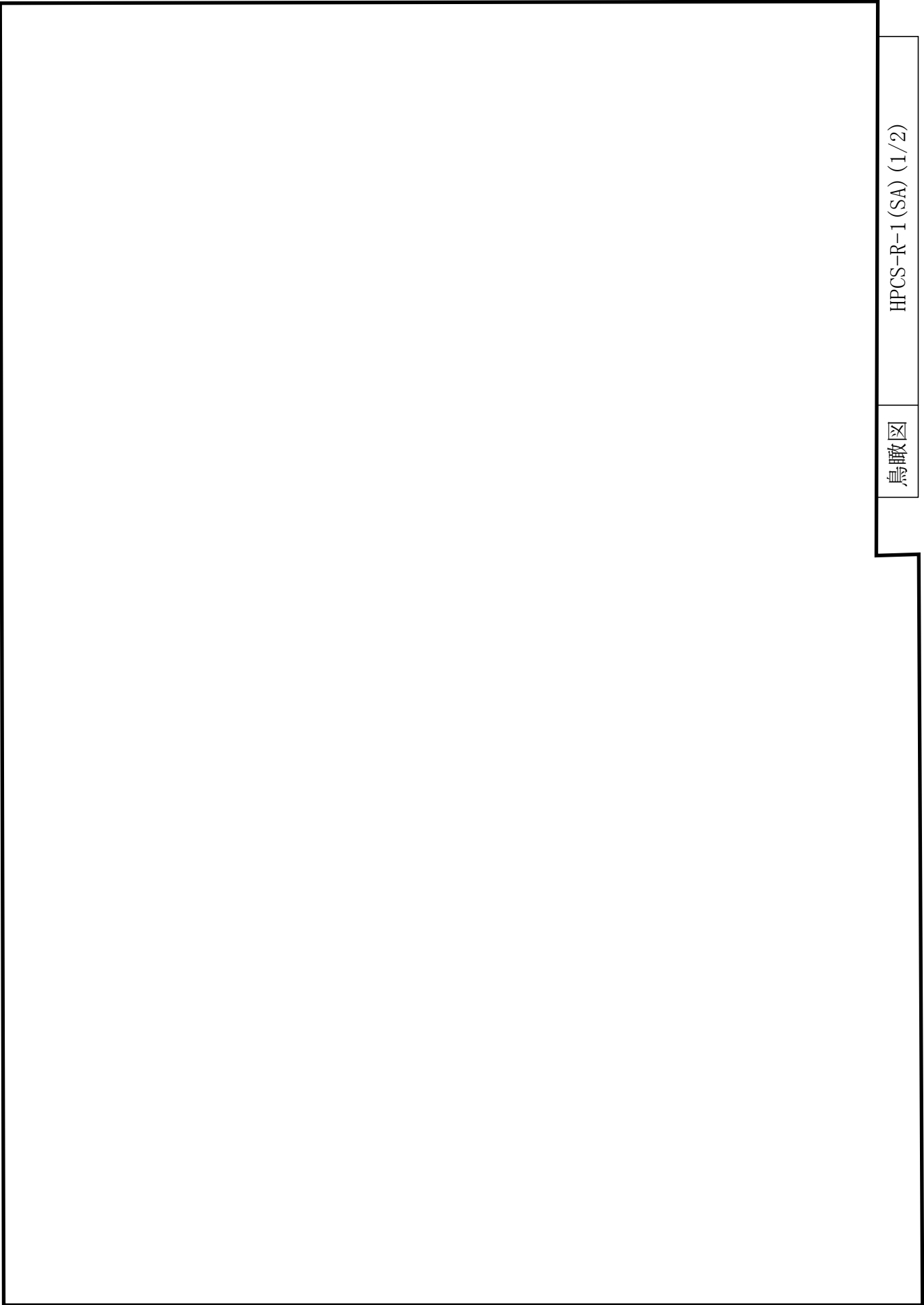
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」, 重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
注：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	



鳥瞰図

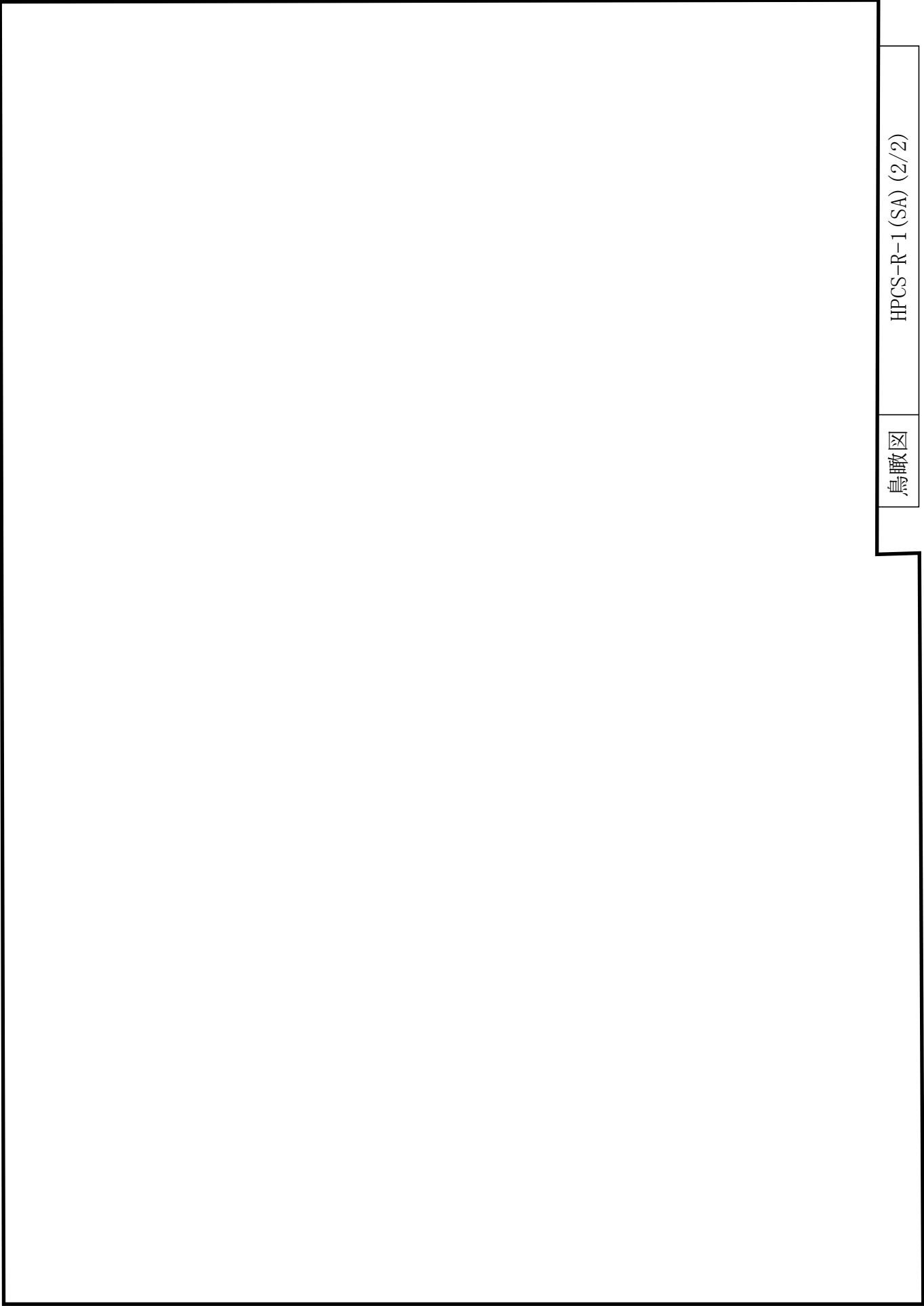
HPCS-PD-1 (SA)

S2 補 VI-3-3-3-4-1-6-2 (重) R0



鳥瞰図

HPCS-R-1 (SA) (1/2)



鳥瞰図

HPCS-R-1 (SA) (2/2)

3. 計算条件

3.1 計算条件

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 HPCS-PD-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
1	5～19, 20～24 25～36N	8.98	304	267.4	18.2	STS42

配管の付加質量

鳥 瞰 図 HPCS-PD-1

質量	対応する評価点
<div style="border: 2px solid black; width: 60px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>	5～5001, 1201～1301, 1401～1601, 1701～19, 20～24 25～2701, 3001～3101, 35～3501
	5001～1201, 1301～1401, 1601～1701, 2701～3001, 3101～33
	33～35, 3501～36N

弁部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-PD-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	19～20	<input type="text"/>	24～25

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HPCS-PD-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)
19~20	[Redacted]			24~25	[Redacted]		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 HPCS-PD-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
1A						
6						
** 16 **						
16						
** 16 **						
21						
** 26 **						
** 27 **						
2702						
28						
3102						
32						
N7						

S2 補 VI-3-3-3-4-1-6-2 (重) R0

計算条件


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 HPCS-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
1	2~10	0.853	178	508.0	9.5	SM41C
2	14~16, 17~27N	1.37	110	508.0	9.5	SM41C

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-R-1

質量	対応する評価点
	26F
	27N

弁部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	10, 14		11
	12		13
	16~17		

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HPCS-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)
10~11				11~12			
12~1200							
1201~13							
16~17							
				1200~1201			
				11~14			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 HPCS-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
** 1N **	[Large empty box for spring constants]					
** 1N **						
** 1N **						
7						
** 7 **						
1200						
** 1201 **						
** 1400 **						
1401						
18						
22						
27N						

S2 補 VI-3-3-3-4-1-6-2(重) R0

3.2 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。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STS42	304	122	182	—	—
SM41C	178	—	—	—	100
SM41C	110	—	—	—	100

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。

告示第501号に規定の応力計算に用いる許容応力

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STS42	304	122	—	—	—
SM41C	178	—	—	—	100
SM41C	110	—	—	—	100

4. 評価結果

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管
設計・建設規格 PPB-3562の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価(MPa)	
			計算応力 $S_{p r m}$	許容応力 $\text{Min}(3 \cdot S_m, 2 \cdot S_y)$
HPCS-PD-1	6	$S_{p r m}$	47	364

評価結果

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管
告示第501号第46条第3号の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価(MPa)	
			計算応力 $S_{pr m}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
HPCS-PD-1	6	$S_{pr m}$	47	366

評価結果

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2管

設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 $S_{pr m}^{*1}$ $S_{pr m}^{*2}$	許容応力 $1.5 \cdot S_h$ $1.8 \cdot S_h$
HPCS-R-1	20	$S_{pr m}^{*1}$	94	150
HPCS-R-1	20	$S_{pr m}^{*2}$	98	180

注記*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

評価結果

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2管
告示第501号第56条第1号の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 $S_{pr m}^{*1}$ $S_{pr m}^{*2}$	許容応力 S_h $1.2 \cdot S_h$
HPCS-R-1	20	$S_{pr m}^{*1}$	51	100
HPCS-R-1	20	$S_{pr m}^{*2}$	51	120

注記*1：告示第501号第56条第1号イに基づき計算した一次応力を示す。なお、保守的な評価となる告示第501号第56条第1号ロに基づき計算した一次応力を記載してもよいものとする。

*2：告示第501号第56条第1号ロに基づき計算した一次応力を示す。

5. 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、応力分類ごと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（重大事故等クラス2管であってクラス1管）

No.	配管モデル	適用規格	供用状態E 許容応力状態V _A				
			一次応力				
			評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	HPCS-PD-1	設計・建設規格 告示第501号	6	47	364	7.74	○
			6	47	366	7.78	—

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、応力分類ごと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（重大事故等クラス2管であってクラス2管）

No.	配管モデル	適用規格	供用状態E 許容応力状態V _A									
			一次応力(1) ^{*1}					一次応力(2) ^{*2}				
			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
1	HPCS-R-1	設計・建設規格	20	94	150	1.59	○	20	98	180	1.83	○
		告示第501号	20	51	100	1.96	—	20	51	120	2.35	—
2	HPCS-R-2	設計・建設規格	30	45	154	3.42	—	30	48	185	3.85	—
		告示第501号	30	48	103	2.14	—	30	48	123	2.56	—

注記*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)及び告示第501号第56条第1号イに基づき計算した一次応力を示す。

*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)及び告示第501号第56条第1号ロに基づき計算した一次応力を示す。