

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-3-005-21 改0
提出年月日	2020年4月30日

V-3-3-3-3-1-6-2 管の応力計算書

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0

2020年4月
東京電力ホールディングス株式会社

V-3-3-3-3-1-6-2 管の応力計算書

まえがき

本計算書は、V-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V-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、V-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

応力計算 モデルNo.	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)
HPCF-PD-1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	9.22	306	有	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-PD-2	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	9.22	306	有	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	100	1.37	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.31	104	0.31	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
HPCF-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	100	1.37	100	有	S55告示	既工認	—	SA-2
HPCF-R-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	85	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCF-R-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	11.77	100	11.77	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	100	1.37	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

応力計算 モデルNo.	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)					
HPCF-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.31	104	0.31	120	—	S55告示 又は告示	—	SA-2
HPCF-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	有	S55告示	—	SA-2
HPCF-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	100	1.37	100	有	S55告示	—	SA-2
HPCF-R-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	77	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCF-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	11.77	100	11.77	120	—	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	有	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	—	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	—	SA-2
HPCF-W-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55告示	—	SA-2

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	11
3.1	計算条件	11
3.2	材料及び許容応力	24
4.	計算結果	26
5.	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	30

1. 概要

本計算書は、V-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V-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。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。




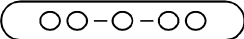

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管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7モデルのうち、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。代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

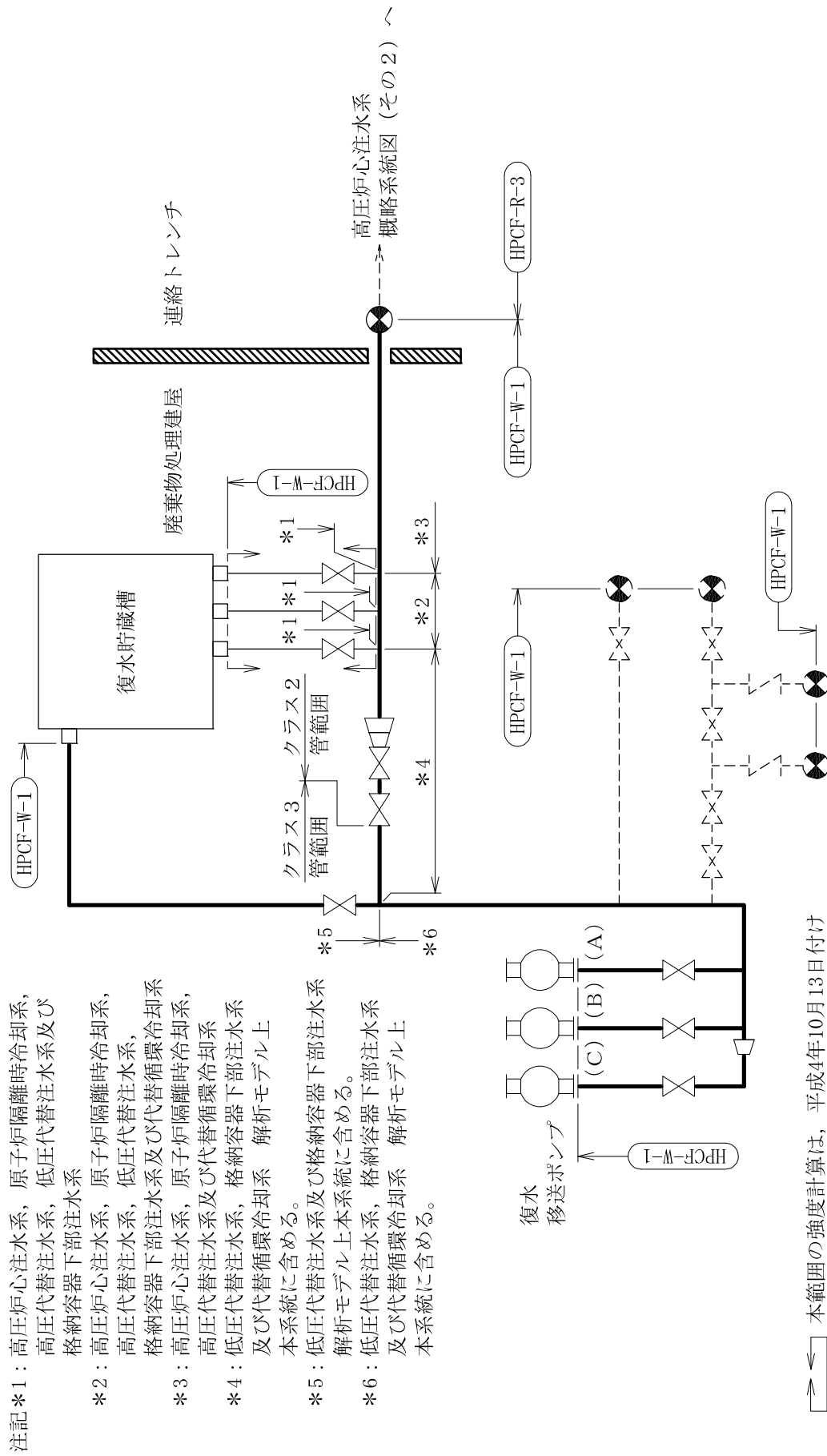
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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
 (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
	アンカ

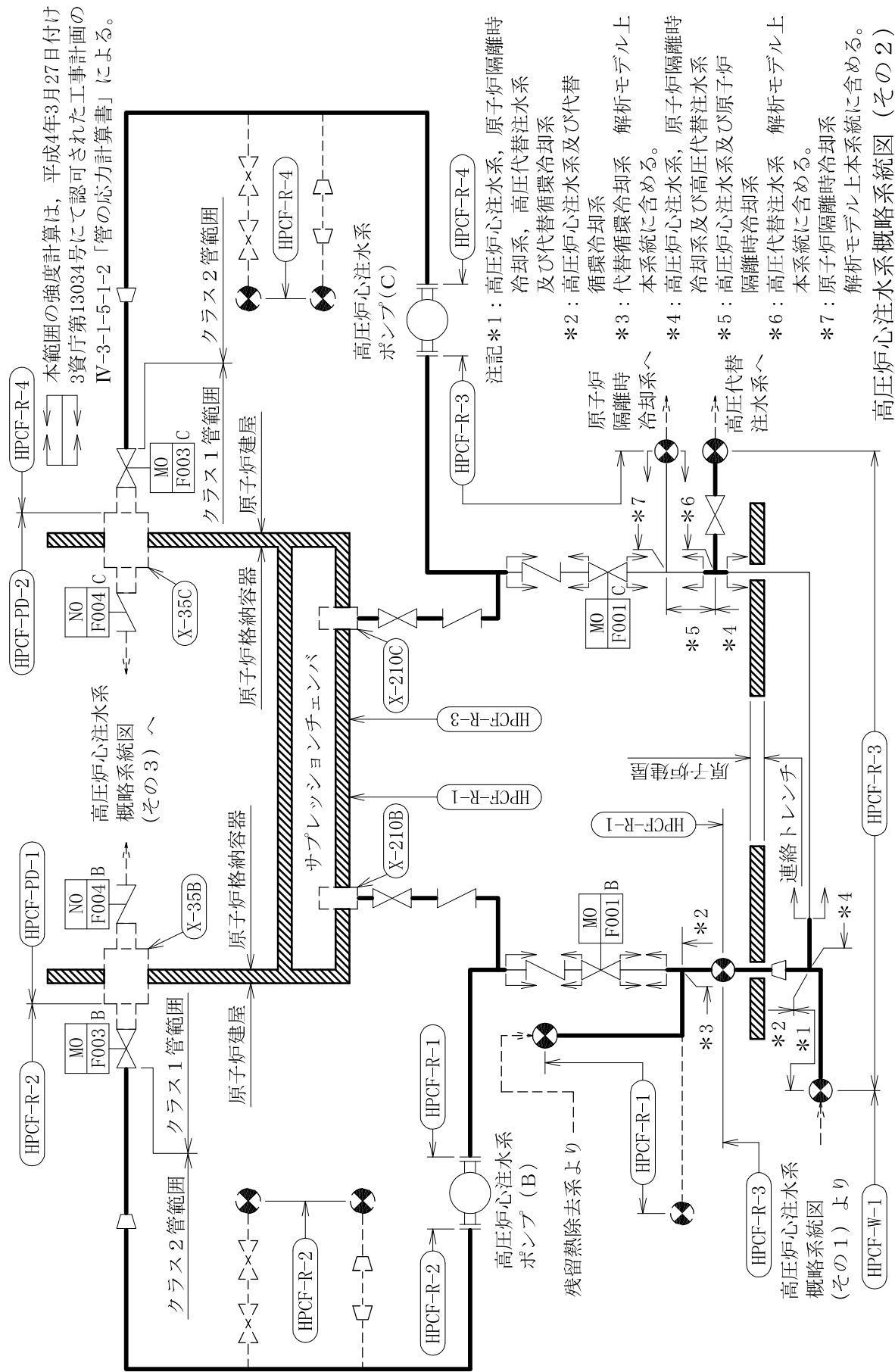
K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0

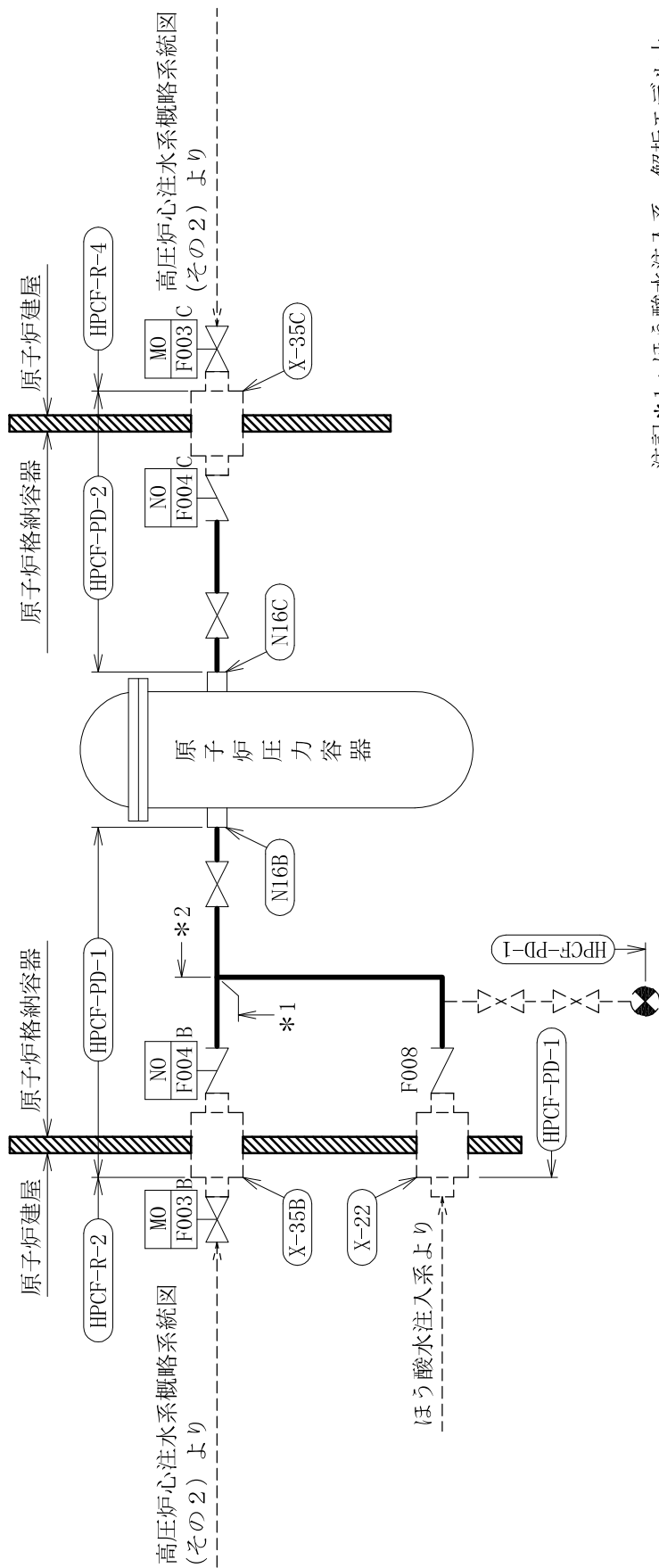


注記*1： 高圧炉心注水系，原子炉隔離時冷却系，
 高圧代替注水系，低圧代替注水系及び
 格納容器下部注水系
 *2： 高圧炉心注水系，原子炉隔離時冷却系，
 高圧代替注水系，低圧代替注水系，
 格納容器下部注水系及び代替循環冷却系
 *3： 高圧炉心注水系，原子炉隔離時冷却系，
 高圧代替注水系及び代替循環冷却系
 *4： 低圧代替注水系，格納容器下部注水系
 及び代替循環冷却系 解析モデル上
 本系統に含める。
 *5： 低圧代替注水系及び格納容器下部注水系
 解析モデル上本系統に含める。
 *6： 低圧代替注水系，格納容器下部注水系
 及び代替循環冷却系 解析モデル上
 本系統に含める。

本範囲の強度計算は，平成4年10月13日付け
 4資料第8733号にて認可された工事計画の
 IV-3-1-1-1-2「管の応力計算書」による。

高圧炉心注水系概略系統図 (その1)










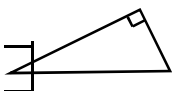
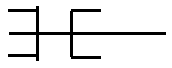

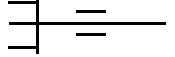
注記*1：ほう酸水注入系 解析モデル上
本系統に含める。

*2：高圧炉心注水系及びほう酸水
注入系

高圧炉心注水系概略系統図 (その3)

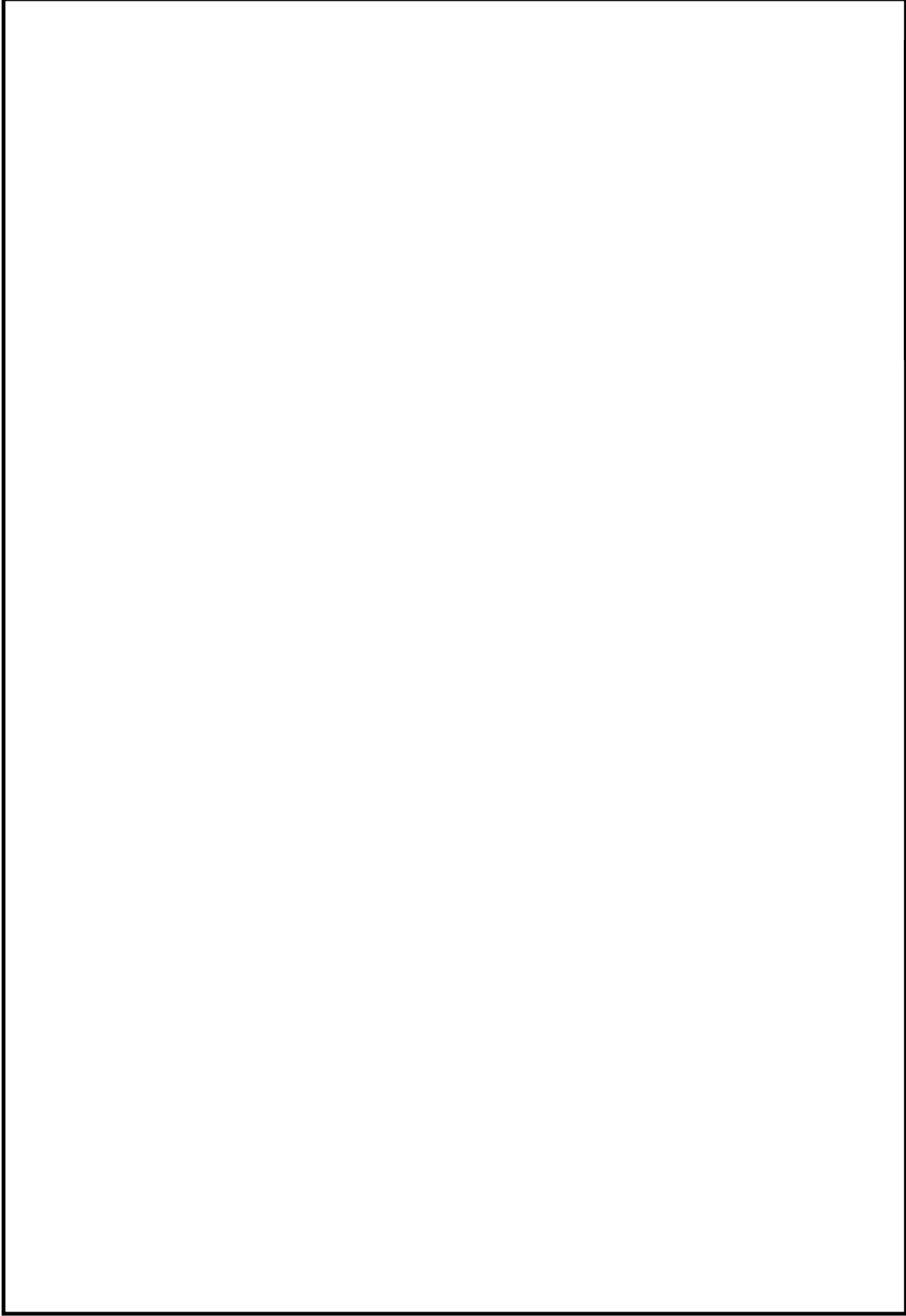
2.2 鳥瞰図

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
 (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
注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	

K7 ① V-3-3-3-1-6-2 R0

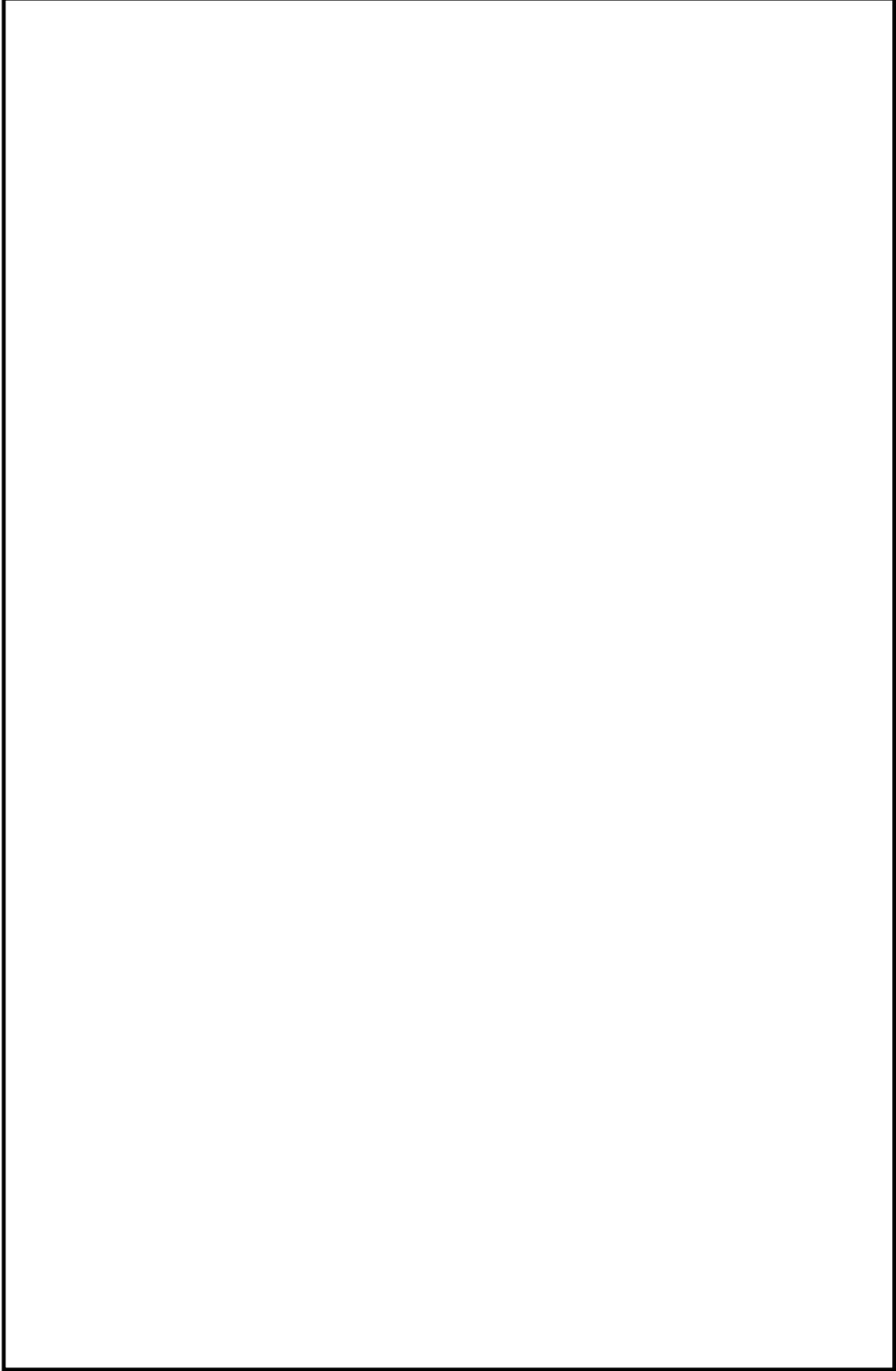
K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0



鳥瞰図

HPCF-PD-2

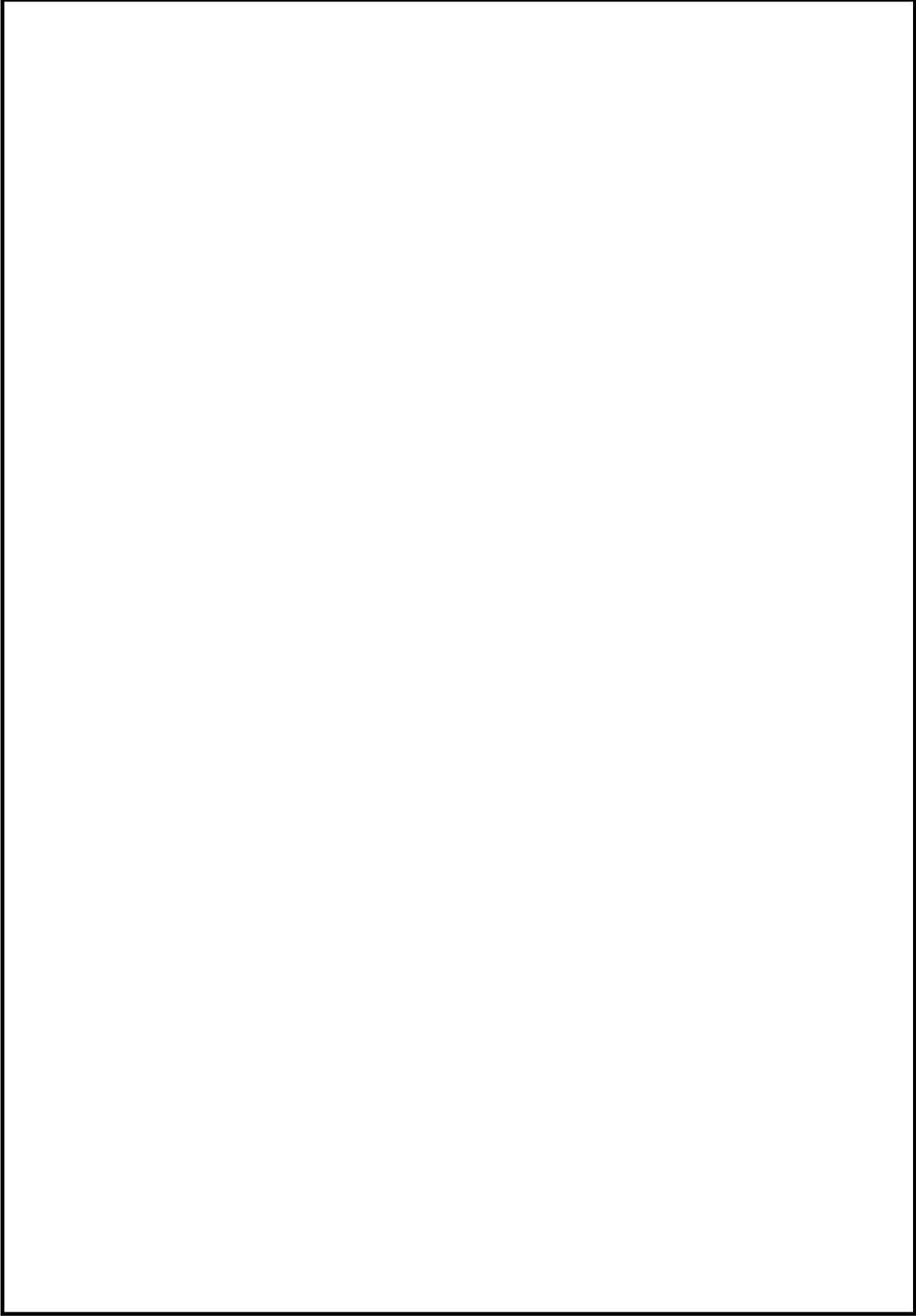
K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0



鳥瞰図

HPCF-R-3 (1/3)

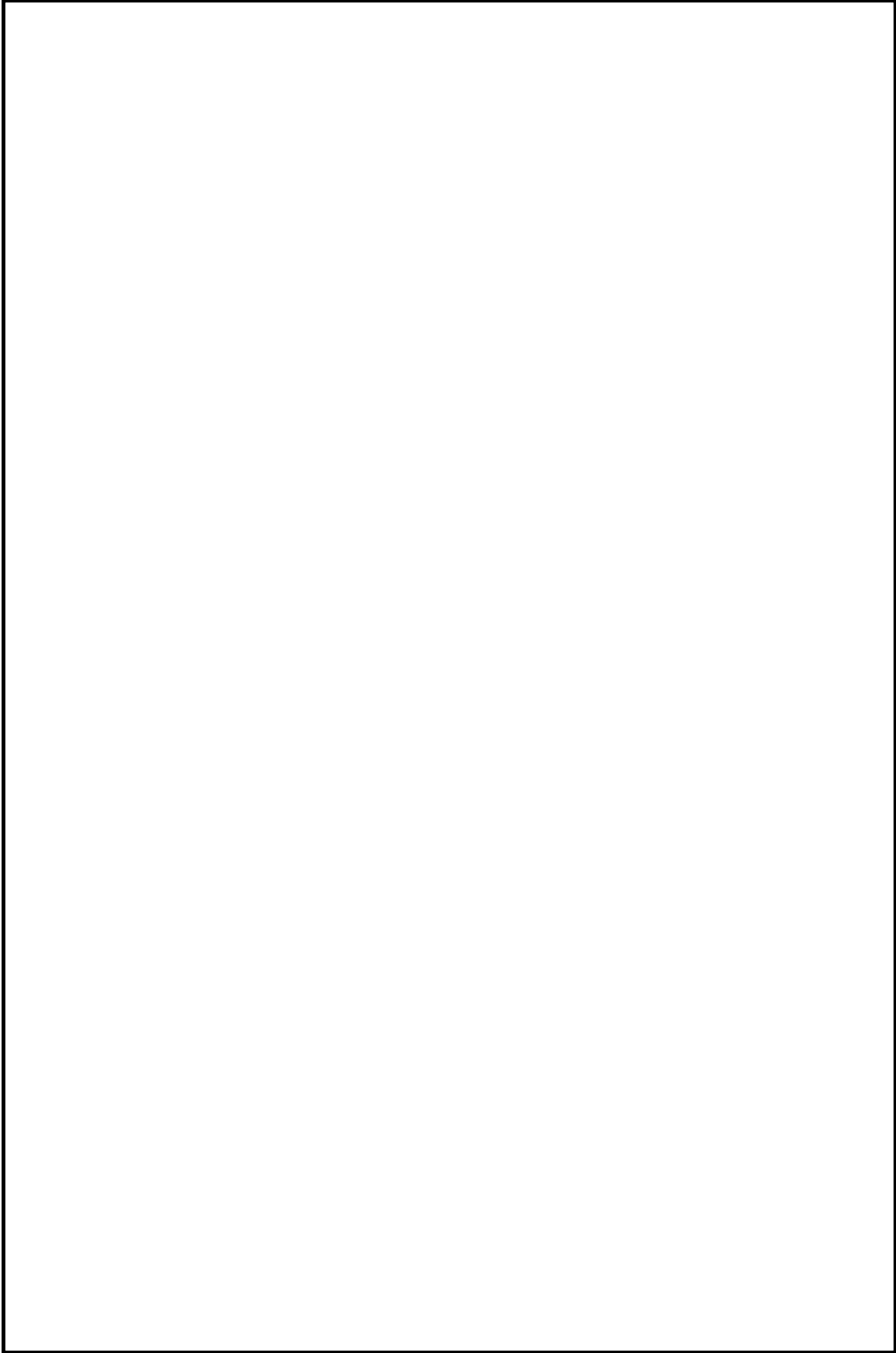
K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0



鳥瞰図

HPCF-R-3 (2/3)

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0



鳥瞰図

HPCF-R-3 (3/3)

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 IPCF-PD-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
1	5~7, 8~19	9.22	306	216.3	15.1	STS410
2	19~22N	9.22	306	216.3	15.1	STS410

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 IPCF-R-3

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	1A~4	1.37	85	508.0	9.5	SUS304TP
2	5~51A, 3~101	1.37	85	406.4	9.5	SUS304TP
3	101~130S	1.37	66	406.4	9.5	SUS304TP
4	130S~140	1.37	66	406.4	9.5	SUS304TP
5	144~146, 147~149	1.37	100	406.4	9.5	STPT410
6	149~162N, 150~184 185~187	1.37	120	406.4	9.5	STPT410
7	126~172S, 1112~2061	1.37	66	216.3	8.2	SUS304TP

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 IPCF-R-3

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
8	172S~174A	1.37	66	216.3	8.2	SUS304TP
9	190~191	0.31	120	406.4	9.5	STPT410
10	2061~207	1.37	66	216.3	8.2	STPT410
11	208~211A	1.37	77	216.3	8.2	STPT410


配管の付加質量

鳥瞰図 HPCF-PD-2

質量	対応する評価点
	5～5001, 6001～7, 8～8001, 1001～1101, 1701～1801 21～22N
	5001～6001, 8001～1001, 1101～1701, 1801～21

配管の付加質量

鳥瞰図 HPCF-R-3

質量	対応する評価点
	131S~140, 144~146, 147~162N, 150~184, 185~187 190~191
	173S~174A

フランジ部の質量

鳥瞰図 HPCF-R-3

質量	対応する評価点
	158F
	162N

弁部の寸法

鳥瞰図 HPCF-PD-2

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
4~5				7~8			

弁部の寸法

鳥瞰図 HPCF-R-3

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
140～141				141～142			
142～143				141～144			
146～147				184～185			
187～188				188～189			
189～1891				188～190			
207～208							

弁部の質量

鳥瞰図 HPCF-PD-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	4～5		7～8

弁部の質量

鳥瞰図 HPCF-R-3

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	142		143
	146～147		184～185
	189		1891
	207～208		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPCF-PD-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
6						
** 6 **						

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPCF-R-3

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						
11						
15						
19						
23						
27						
31						
35						
3900						
43						
47						
51A						
1011						
** 1011 **						
107						
112						
116						
120						
** 1211 **						
** 1221 **						
124						
132						
** 1331 **						
** 1332 **						

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 R0



支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPCF-R-3

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
1333						
136						
145						
154						
162N						
174A						
1830						
** 1830 **						
211A						

--

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-2 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
STS410	306	122	181	—	—
SUS304TP	85	—	—	—	124
SUS304TP	66	—	—	—	126
STPT410	100	—	—	—	103
STPT410	120	—	—	—	103
STPT410	66	—	—	—	103
STPT410	77	—	—	—	103

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
STS410	306	122	—	—	—
SUS304TP	85	—	—	—	124
SUS304TP	66	—	—	—	126
STPT410	100	—	—	—	103
STPT410	120	—	—	—	103
STPT410	66	—	—	—	103
STPT410	77	—	—	—	103

4. 計算結果

下表に示すとおり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 $\text{Min}(3 \cdot S_m, 2 \cdot S_y)$
HPCF-PD-2	6	$S_{p r m}$	55	362

計算結果

下表に示すとおり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 $S_{p r m}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
HPCF-PD-2	6	$S_{p r m}$	54	366

計算結果

下表に示すとおり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以下の管

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 $S_{p r m}^{*1}$ $S_{p r m}^{*2}$	許容応力 $1.5 \cdot S_h$ $1.8 \cdot S_h$
HPCF-R-3	126	$S_{p r m}^{*1}$	107	189
HPCF-R-3	126	$S_{p r m}^{*2}$	108	226

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。

計算結果

下表に示すとおり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以下の管
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 $1.2 \cdot S_h$
HPCF-R-3	126	$S_{pr m}^{*1}$	69	126
HPCF-R-3	126	$S_{pr m}^{*2}$	69	151

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（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	重大事故等時*				代表
		一次応力			裕度	
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)		
1	HPCF-PD-1	23N	47	362	7.70	—
2	HPCF-PD-2	6	55	362	6.58	○

注記*：設計・建設規格 PPB-3562に基づき計算した一次応力を示す。

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	許容応力状態V*				代表
		一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	
1	HPCF-PD-1	23N	47	366	7.78	—
2	HPCF-PD-2	6	54	366	6.77	○

注記*：告示第501号第46条第3号に基づき計算した一次応力を示す。

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以下の管）

No.	配管モデル	重大事故等時 ^{*1}					重大事故等時 ^{*2}				
		一次応力					一次応力				
		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	HPCF-R-1	13	50	154	3.08	—	13	51	185	3.62	—
2	HPCF-R-2	23	41	154	3.75	—	23	44	185	4.20	—
3	HPCF-R-3	126	107	189	1.76	○	126	108	226	2.09	○
4	HPCF-R-4	25	54	154	2.85	—	25	57	185	3.24	—
5	HPCF-W-1	10	44	186	4.22	—	10	47	223	4.74	—

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。

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以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態V ^{*1}				許容応力状態V ^{*2}					
		一次応力				一次応力					
		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	HPCF-R-1	18	36	103	2.86	—	18	36	123	3.41	—
2	HPCF-R-2	23	43	103	2.39	—	23	43	123	2.86	—
3	HPCF-R-3	126	69	126	1.82	○	126	69	151	2.18	○
4	HPCF-R-4	25	54	103	1.90	—	25	54	123	2.27	—
5	HPCF-W-1	1901	29	124	4.27	—	1901	29	148	5.10	—

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。

*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。