Ⅴ-3-3-3-3-1-6　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-1-6-1　管の基本板厚計算書

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

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		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)	温度 (℃)					
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
2	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
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
4	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
5	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
6	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
7	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
8	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
9	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
10	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

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		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)	温度 (℃)					
11	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
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
13	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
14	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
15	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
16	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
17	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
18	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
19	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
20	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

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
T1	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
T2	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
T3	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
T4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
T5	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
その他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
その他2	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
その他3	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	SA-2

・適用規格の選定

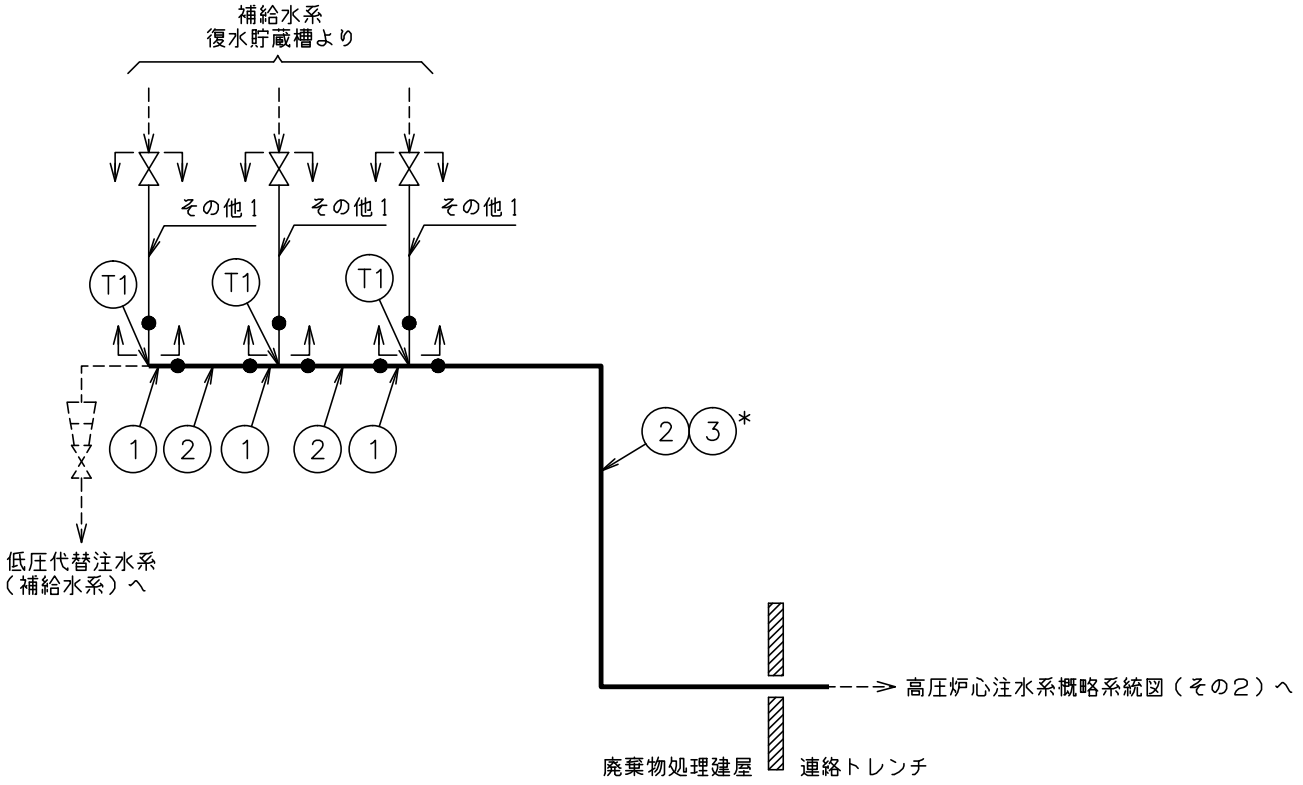
NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
8	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
9	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
10	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
11	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
12	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
13	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
14	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
15	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
16	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
17	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
18	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
19	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
20	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T2	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T3	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T4	管の穴と補強計算	設計・建設規格	―	設計・建設規格
T5	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

目　　次

1.　概略系統図　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1
2.　管の強度計算書　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3
3.　管の穴と補強計算書　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　5
4.　フランジの強度計算書　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10

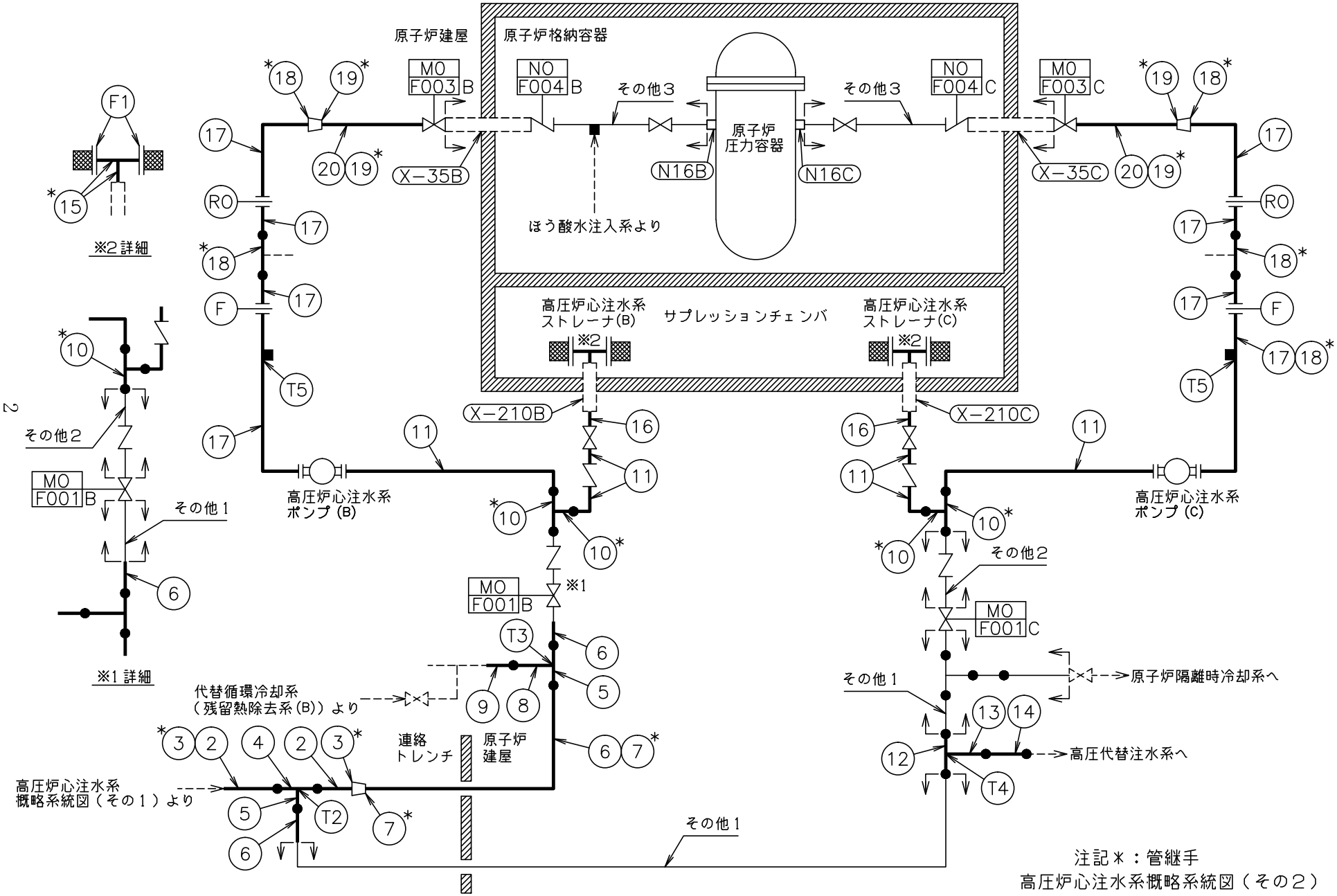
1．概略系統図



本範囲の強度計算は，平成4年10月13日付け　4資庁第8733号にて認可された
工事計画のⅣ－3－1－1－1－1「管の基本板厚計算書」による。

注記＊：管継手

高圧炉心注水系概略系統図（その１）



注記＊：管継手

高圧炉心注水系概略系統図（その２）

本範囲の強度計算は，平成4年3月27日付け　3資庁第13034号にて認可された工事計画のⅣ−3−1−5−1−1「管の基本板厚計算書」による。

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	1.37	85	517.60	14.30	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.85	A	2.85
2	1.37	85	508.00	9.50	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.80	A	2.80
3	1.37	85	508.00	9.50	SUS304	W	2	124	1.00			2.80	A	2.80
4	1.37	85	546.00	28.50	SUS304TP	W	2	124	1.00			3.01	A	3.01
5	1.37	85	416.00	14.30	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.29	A	2.29
6	1.37	85	406.40	9.50	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.24	A	2.24
7	1.37	85	406.40	9.50	SUS304	W	2	124	1.00			2.24	A	2.24
8	1.37	85	224.50	12.30	SUS304TP	W	2	124	1.00			1.24	A	1.24
9	1.37	85	216.30	8.20	SUS304TP	W	2	124	1.00			1.19	A	1.19
10	1.37	120	406.40	12.70	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	11.11	2.69	C	3.80

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
11	1.37	120	406.40	9.50	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.31	2.69	C	3.80
12	1.37	66	416.00	14.30	SUS304TP	W	2	126	1.00	10.0 %	12.87	2.26	A	2.26
13	1.37	66	224.50	12.30	SUS304TP	W	2	126	1.00	10.0 %	11.07	1.22	A	1.22
14	1.37	66	216.30	8.20	SUS304TP	W	2	126	1.00	10.0 %	7.38	1.17	A	1.17
15	0.31	120	406.40	12.70	SUS304TP	S	2	119	1.00	12.5 %	11.11	0.53	A	0.53
16	0.31	120	406.40	9.50	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.31	0.61	C	3.80
17	11.77	120	267.40	25.40	STS410	S	2	103	1.00	12.5 %	22.22	14.61	A	14.61
18	11.77	120	267.40	28.60	STS410	S	2	103	1.00	12.5 %	25.02	14.61	A	14.61
19	11.77	120	216.30	23.00	STS410	S	2	103	1.00	12.5 %	20.12	11.82	A	11.82
20	11.77	120	216.30	20.60	STS410	S	2	103	1.00	12.5 %	18.02	11.82	A	11.82

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

3.　管の穴と補強計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3420　準用

ＮＯ.		T1	Ａｒ	(mm^2)	917.6
形　　式		A	Ａ０	(mm^2)	3.863×10^3
最高使用圧力	Ｐ (MPa)	1.37	Ａ１	(mm^2)	2.994×10^3
最高使用温度	(℃)	85	Ａ２	(mm^2)	788.5
主管と管台の角度	α (°)	[redacted]	Ａ３	(mm^2)	81.00
			Ａ４	(mm^2)	――
主管材料		SUS304TP	評価：　Ａ０　＞　Ａｒ よって十分である。		
Ｓｒ	(MPa)	124			
Ｄｏｒ	(mm)	517.60			
Ｄｉｒ	(mm)	[redacted]			
ｔｒｏ	(mm)	14.30	ｄｆｒＤ	(mm)	[redacted]
Ｑｒ		[redacted]	ＬＡＤ	(mm)	
ｔｒ	(mm)		ＬＮＤ	(mm)	
ｔｒｒ	(mm)	2.85	ＡｒＤ	(mm^2)	611.7
η		1.00	Ａ０Ｄ	(mm^2)	2.366×10^3
			Ａ１Ｄ	(mm^2)	1.497×10^3
管台材料		SUS304TP	Ａ２Ｄ	(mm^2)	788.5
Ｓｂ	(MPa)	124	Ａ３Ｄ	(mm^2)	81.00
Ｄｏｂ	(mm)	328.90	Ａ４Ｄ	(mm^2)	――
Ｄｉｂ	(mm)	[redacted]	評価：　Ａ０Ｄ　≧　ＡｒＤ よって十分である。		
ｔｂｎ	(mm)	15.50			
Ｑｂ		[redacted]			
ｔｂ	(mm)		Ｗ	(N)	-2.649×10^5
ｔｂｒ	(mm)	1.68	Ｆ１		――
			Ｆ２		――
強め材材料		――	Ｆ３		――
Ｓｅ	(MPa)	――	ＳＷ１	(MPa)	――
Ｄｏｅ	(mm)	――	ＳＷ２	(MPa)	――
ｔｅ	(mm)	――	ＳＷ３	(MPa)	――
			Ｗｅ１	(N)	――
穴の径　ｄ	(mm)	[redacted]	Ｗｅ２	(N)	――
Ｋ			Ｗｅ３	(N)	――
ｄｆｒ	(mm)		Ｗｅ４	(N)	――
ＬＡ	(mm)		Ｗｅ５	(N)	――
ＬＮ	(mm)		Ｗｅｂｐ１	(N)	――
Ｌ１	(mm)		Ｗｅｂｐ２	(N)	――
Ｌ２	(mm)		Ｗｅｂｐ３	(N)	――
			評価：Ｗ≦0 よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3420　準用

ＮＯ.		T2	Ａｒ	(mm^2)	1.257×10^{3}
形　　式		A	Ａ０	(mm^2)	7.563×10^{3}
最高使用圧力	Ｐ (MPa)	1.37	Ａ１	(mm^2)	6.803×10^{3}
最高使用温度	(℃)	85	Ａ２	(mm^2)	679.7
主管と管台の角度	α (°)	[redacted]	Ａ３	(mm^2)	81.00
			Ａ４	(mm^2)	――
主管材料		SUS304TP	評価：　Ａ０　＞　Ａｒ よって十分である。		
Ｓｒ	(MPa)	124			
Ｄｏｒ	(mm)	546.00			
Ｄｉｒ	(mm)	[redacted]			
ｔｒｏ	(mm)	28.50	ｄｆｒＤ	(mm)	[redacted]
Ｑｒ		[redacted]	ＬＡＤ	(mm)	
ｔｒ	(mm)		ＬＮＤ	(mm)	
ｔｒｒ	(mm)	3.01	ＡｒＤ	(mm^2)	838.2
η		1.00	Ａ０Ｄ	(mm^2)	5.346×10^{3}
			Ａ１Ｄ	(mm^2)	4.585×10^{3}
管台材料		SUS304TP	Ａ２Ｄ	(mm^2)	679.7
Ｓｂ	(MPa)	124	Ａ３Ｄ	(mm^2)	81.00
Ｄｏｂ	(mm)	416.00	Ａ４Ｄ	(mm^2)	――
Ｄｉｂ	(mm)	[redacted]	評価：　Ａ０Ｄ　≧　ＡｒＤ よって十分である。		
ｔｂｎ	(mm)	14.30			
Ｑｂ		[redacted]			
ｔｂ	(mm)		Ｗ	(N)	-6.978×10^{5}
ｔｂｒ	(mm)	2.18	Ｆ１		――
			Ｆ２		――
強め材材料		――	Ｆ３		――
Ｓｅ	(MPa)	――	ＳＷ１	(MPa)	――
Ｄｏｅ	(mm)	――	ＳＷ２	(MPa)	――
ｔｅ	(mm)	――	ＳＷ３	(MPa)	――
			Ｗｅ１	(N)	――
穴の径　ｄ	(mm)	[redacted]	Ｗｅ２	(N)	――
Ｋ			Ｗｅ３	(N)	――
ｄｆｒ	(mm)		Ｗｅ４	(N)	――
ＬＡ	(mm)		Ｗｅ５	(N)	――
ＬＮ	(mm)		Ｗｅｂｐ１	(N)	――
Ｌ１	(mm)		Ｗｅｂｐ２	(N)	――
Ｌ２	(mm)		Ｗｅｂｐ３	(N)	――
			評価：Ｗ≦0 よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

注記＊：ＬＡは構造上取り得る範囲とした。

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3420　準用

ＮＯ.		T3	Ａｒ	(mm^2)	497.2
形　　式		A	Ａ０	(mm^2)	2.736×10^3
最高使用圧力	Ｐ (MPa)	1.37	Ａ１	(mm^2)	2.132×10^3
最高使用温度	(℃)	85	Ａ２	(mm^2)	522.2
主管と管台の角度	α (°)	[redacted]	Ａ３	(mm^2)	81.00
			Ａ４	(mm^2)	――
主管材料		SUS304TP	評価：　Ａ０　＞　Ａｒ よって十分である。		
Ｓｒ	(MPa)	124			
Ｄｏｒ	(mm)	416.00			
Ｄｉｒ	(mm)	[redacted]			
ｔｒｏ	(mm)	14.30	ｄｆｒＤ	(mm)	[redacted]
Ｑｒ		[redacted]	ＬＡＤ	(mm)	
ｔｒ	(mm)		ＬＮＤ	(mm)	
ｔｒｒ	(mm)	2.29	ＡｒＤ	(mm^2)	331.4
η		1.00	Ａ０Ｄ	(mm^2)	1.669×10^3
			Ａ１Ｄ	(mm^2)	1.066×10^3
管台材料		SUS304TP	Ａ２Ｄ	(mm^2)	522.2
Ｓｂ	(MPa)	124	Ａ３Ｄ	(mm^2)	81.00
Ｄｏｂ	(mm)	224.50	Ａ４Ｄ	(mm^2)	――
Ｄｉｂ	(mm)	[redacted]	評価：　Ａ０Ｄ　≧　ＡｒＤ よって十分である。		
ｔｂｎ	(mm)	12.30			
Ｑｂ		[redacted]			
ｔｂ	(mm)		Ｗ	(N)	-2.068×10^5
ｔｂｒ	(mm)	1.13	Ｆ１		――
			Ｆ２		――
強め材材料		――	Ｆ３		――
Ｓｅ	(MPa)	――	ＳＷ１	(MPa)	――
Ｄｏｅ	(mm)	――	ＳＷ２	(MPa)	――
ｔｅ	(mm)	――	ＳＷ３	(MPa)	――
			Ｗｅ１	(N)	――
穴の径　ｄ	(mm)	[redacted]	Ｗｅ２	(N)	――
Ｋ			Ｗｅ３	(N)	――
ｄｆｒ	(mm)		Ｗｅ４	(N)	――
ＬＡ	(mm)		Ｗｅ５	(N)	――
ＬＮ	(mm)		Ｗｅｂｐ１	(N)	――
Ｌ１	(mm)		Ｗｅｂｐ２	(N)	――
Ｌ２	(mm)		Ｗｅｂｐ３	(N)	――
			評価：Ｗ≦0 よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3420　準用

ＮＯ.		T4	Ａｒ	(mm^2)	489.3
形　　式		A	Ａ０	(mm^2)	2.779×10^3
最高使用圧力	Ｐ (MPa)	1.37	Ａ１	(mm^2)	2.147×10^3
最高使用温度	(℃)	66	Ａ２	(mm^2)	551.3
主管と管台の角度	α (°)	[redacted]	Ａ３	(mm^2)	81.00
			Ａ４	(mm^2)	――
主管材料		SUS304TP	評価：　Ａ０　＞　Ａｒ よって十分である。		
Ｓｒ	(MPa)	126			
Ｄｏｒ	(mm)	416.00			
Ｄｉｒ	(mm)	390.26			
ｔｒｏ	(mm)	14.30	ｄｆｒＤ	(mm)	195.13
Ｑｒ		10.0 %	ＬＡＤ	(mm)	151.77
ｔｒ	(mm)	12.87	ＬＮＤ	(mm)	27.68
ｔｒｒ	(mm)	2.26	ＡｒＤ	(mm^2)	326.2
η		1.00	Ａ０Ｄ	(mm^2)	1.706×10^3
			Ａ１Ｄ	(mm^2)	1.074×10^3
管台材料		SUS304TP	Ａ２Ｄ	(mm^2)	551.3
Ｓｂ	(MPa)	126	Ａ３Ｄ	(mm^2)	81.00
Ｄｏｂ	(mm)	224.50	Ａ４Ｄ	(mm^2)	――
Ｄｉｂ	(mm)	202.36	評価：　Ａ０Ｄ　≧　ＡｒＤ よって十分である。		
ｔｂｎ	(mm)	12.30			
Ｑｂ		10.0 %			
ｔｂ	(mm)	11.07	Ｗ	(N)	-2.129×10^5
ｔｂｒ	(mm)	1.11	Ｆ１		――
			Ｆ２		――
強め材材料		――	Ｆ３		――
Ｓｅ	(MPa)	――	ＳＷ１	(MPa)	――
Ｄｏｅ	(mm)	――	ＳＷ２	(MPa)	――
ｔｅ	(mm)	――	ＳＷ３	(MPa)	――
			Ｗｅ１	(N)	――
穴の径　ｄ	(mm)	202.36	Ｗｅ２	(N)	――
Ｋ		0.1931	Ｗｅ３	(N)	――
ｄｆｒ	(mm)	131.11	Ｗｅ４	(N)	――
ＬＡ	(mm)	202.36	Ｗｅ５	(N)	――
ＬＮ	(mm)	27.68	Ｗｅｂｐ１	(N)	――
Ｌ１	(mm)	[redacted]	Ｗｅｂｐ２	(N)	――
Ｌ２	(mm)	[redacted]	Ｗｅｂｐ３	(N)	――
			評価：W≦0 よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

K7 ① V-3-3-3-3-1-6-1 R1

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス２管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格　PPC-3422　準用

ＮＯ.				T5
形　　式				A
最高使用圧力		Ｐ	(MPa)	11.77
最高使用温度			(℃)	120
主管と管台の角度		α	(°)	[redacted]
主管	材　　料			STS410
	許容引張応力	Ｓｒ	(MPa)	103
	外　　径	Ｄｏｒ	(mm)	267.40
	内　　径	Ｄｉｒ	(mm)	222.96
	公称厚さ	ｔｒｏ	(mm)	25.40
	厚さの負の許容差	Ｑｒ		12.5 %
	最小厚さ	ｔｒ	(mm)	22.22
	継手効率	η		1.00
管台	材　　料			SFVC2B
	外　　径	Ｄｏｂ	(mm)	100.30
	内　　径	Ｄｉｂ	(mm)	[redacted]
	公称厚さ	ｔｂｎ	(mm)	16.70
穴の径		ｄ	(mm)	[redacted]
ｄｒ１＝Ｄｉｒ／4			(mm)	55.74
61，ｄｒ１　の小さい値			(mm)	55.74
Ｋ				0.7556
200，ｄｒ２の小さい値			(mm)	91.16
補強不要な穴の最大径		ｄｆｒ	(mm)	91.16

評価：　ｄ　≦　ｄｆｒ

よって管の穴の補強計算は必要ない。

4.　フランジの強度計算書

（高圧炉心注水系ストレーナ取付部ティー側フランジ：ＮＯ．Ｆ１）

ティー側フランジの強度計算はⅤ-3-3-3-3-1-3「高圧炉心注水系ストレーナ部ティーの強度計算書」で説明するため，ここでは記載を省略する。

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
HPCF-R-3	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-3	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-3	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-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	設計・建設規格又は告示	—	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	設計・建設規格又は告示	—	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	既工認	—	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	設計・建設規格又は告示	—	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	設計・建設規格又は告示	—	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	設計・建設規格又は告示	—	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	既工認	—	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。

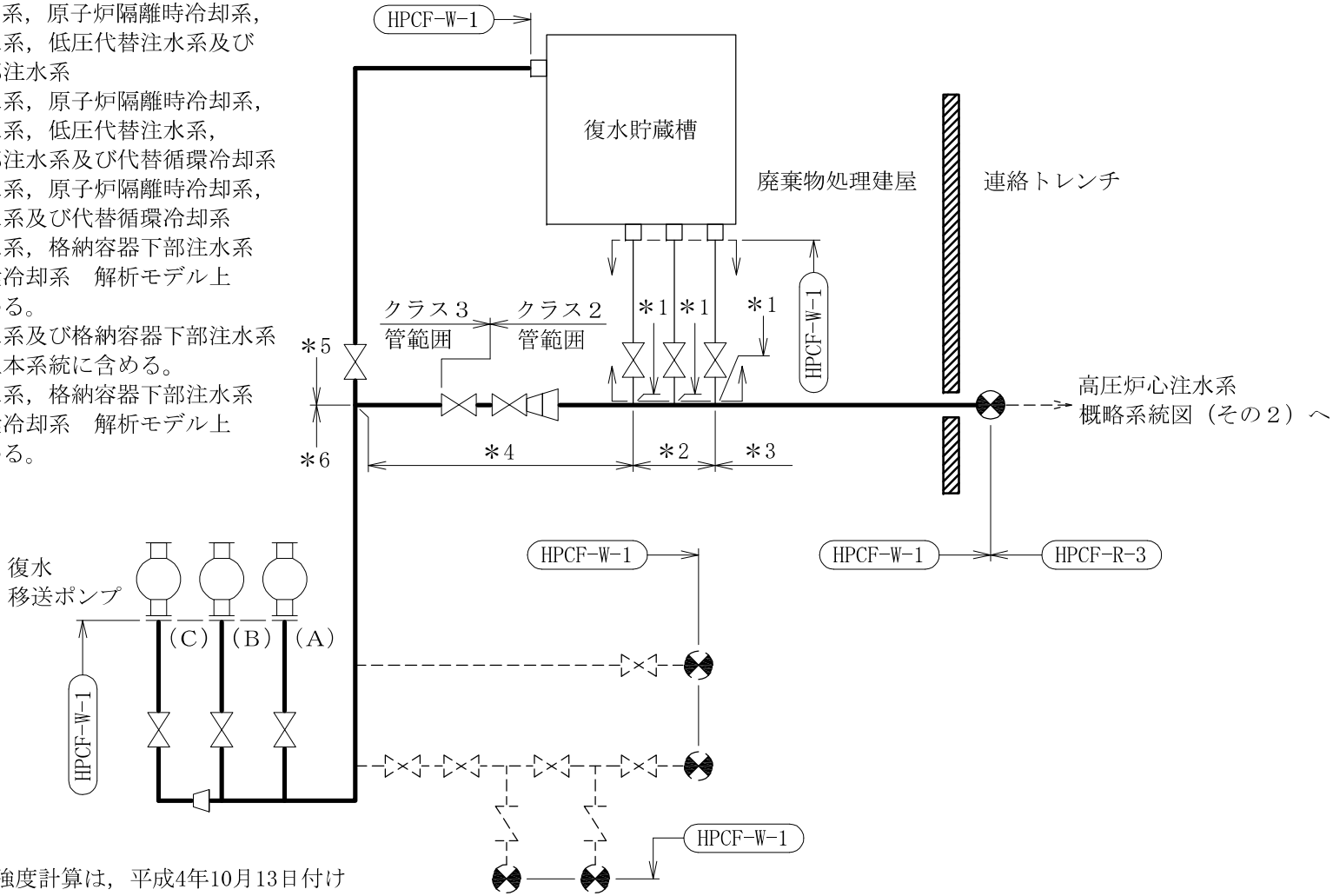
2.　概略系統図及び鳥瞰図

2.1　概略系統図

概略系統図記号凡例

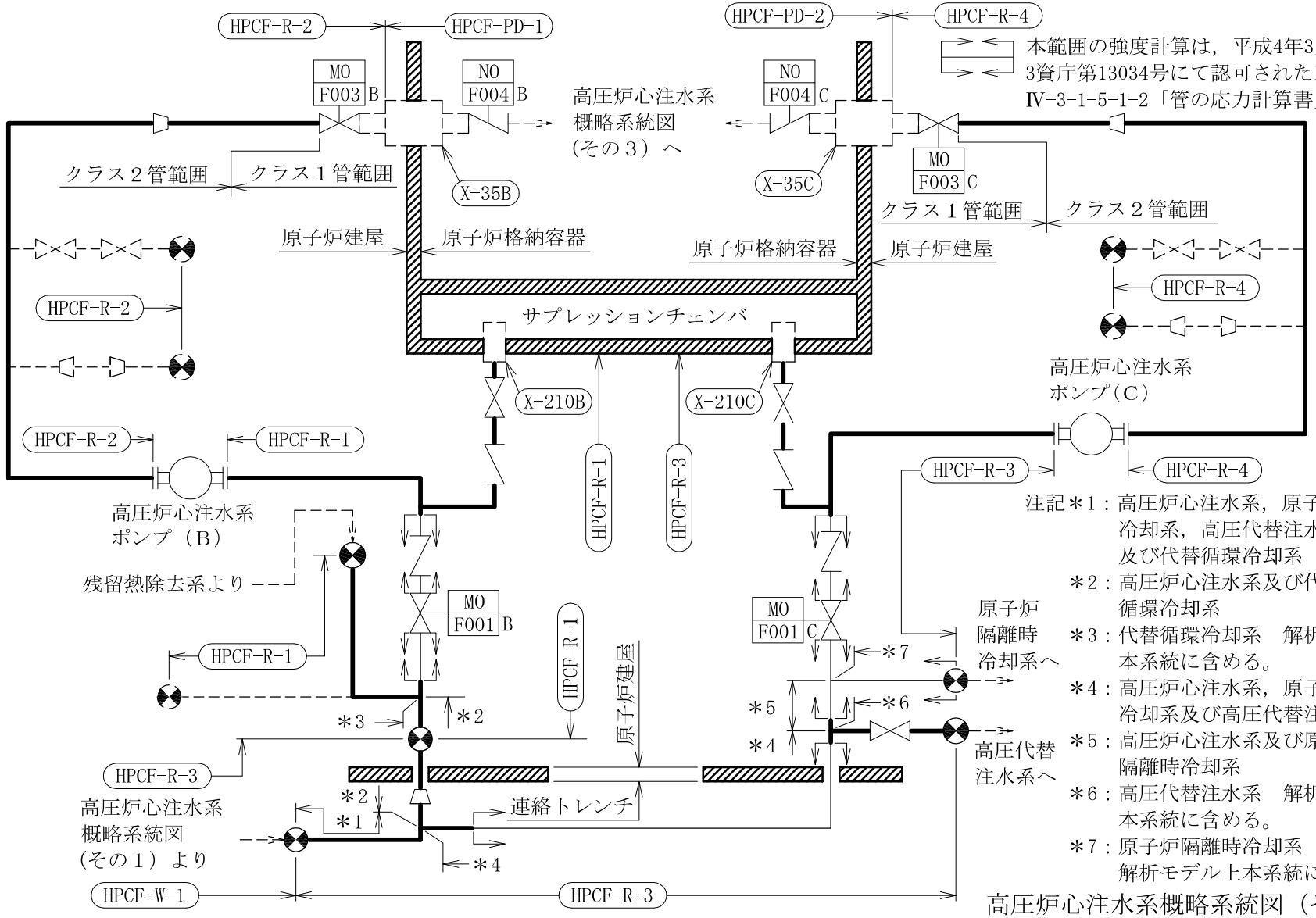
記号	内容
━━━━━━（太線）	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
――――――（細線）	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他計算書記載範囲の管
- - - - - - - - -（破線）	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
○○-○-○○	鳥瞰図番号
	アンカ

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。



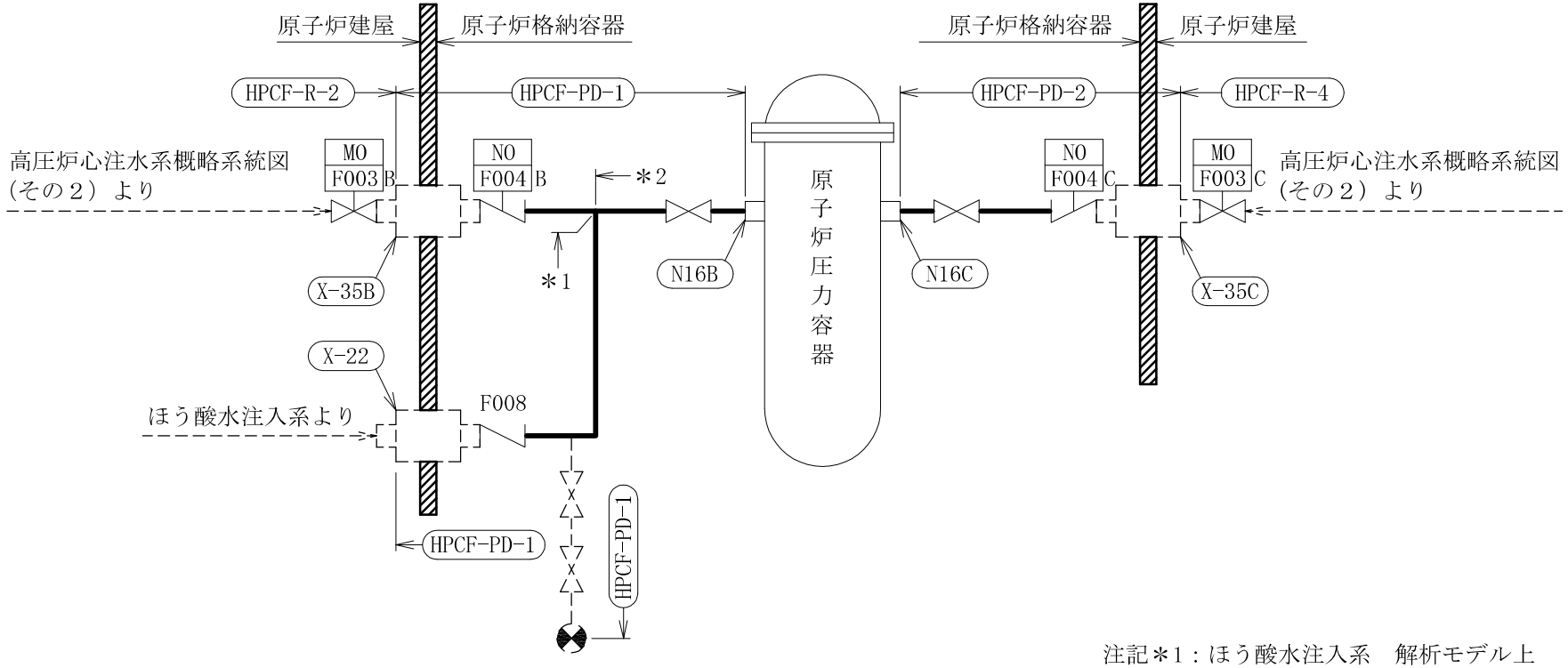
本範囲の強度計算は，平成4年10月13日付け
4資庁第8733号にて認可された工事計画の
Ⅳ-3-1-1-1-2「管の応力計算書」による。

高圧炉心注水系概略系統図（その１）



注記＊1：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
＊2：高圧炉心注水系及び代替循環冷却系
＊3：代替循環冷却系　解析モデル上本系統に含める。
＊4：高圧炉心注水系，原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系
＊5：高圧炉心注水系及び原子炉隔離時冷却系
＊6：高圧代替注水系　解析モデル上本系統に含める。
＊7：原子炉隔離時冷却系解析モデル上本系統に含める。

高圧炉心注水系概略系統図（その２）

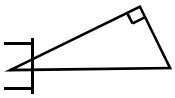
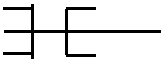
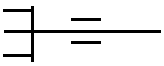


注記＊1：ほう酸水注入系　解析モデル上本系統に含める。
＊2：高圧炉心注水系及びほう酸水注入系

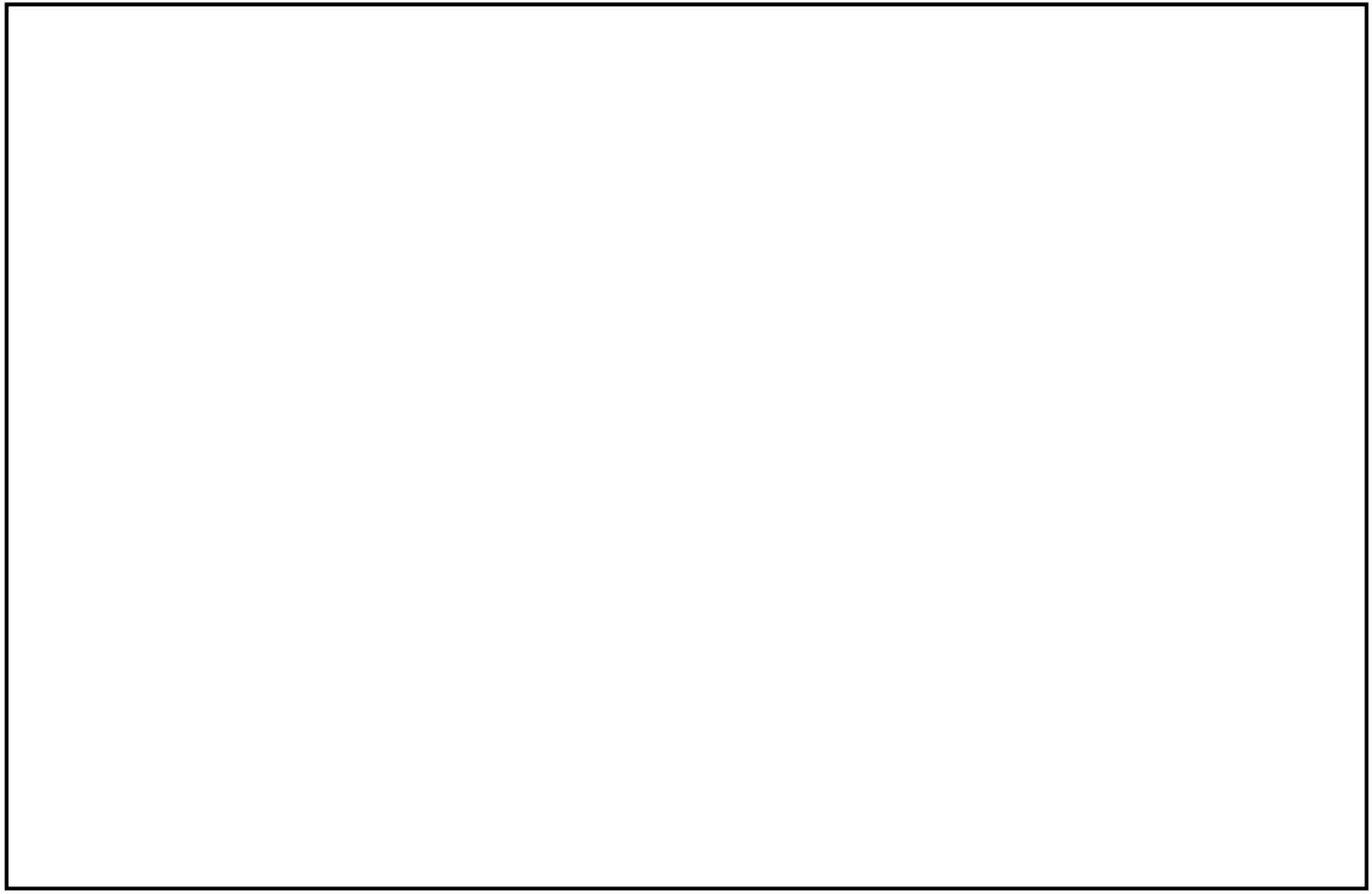
高圧炉心注水系概略系統図（その３）

2.2　鳥瞰図

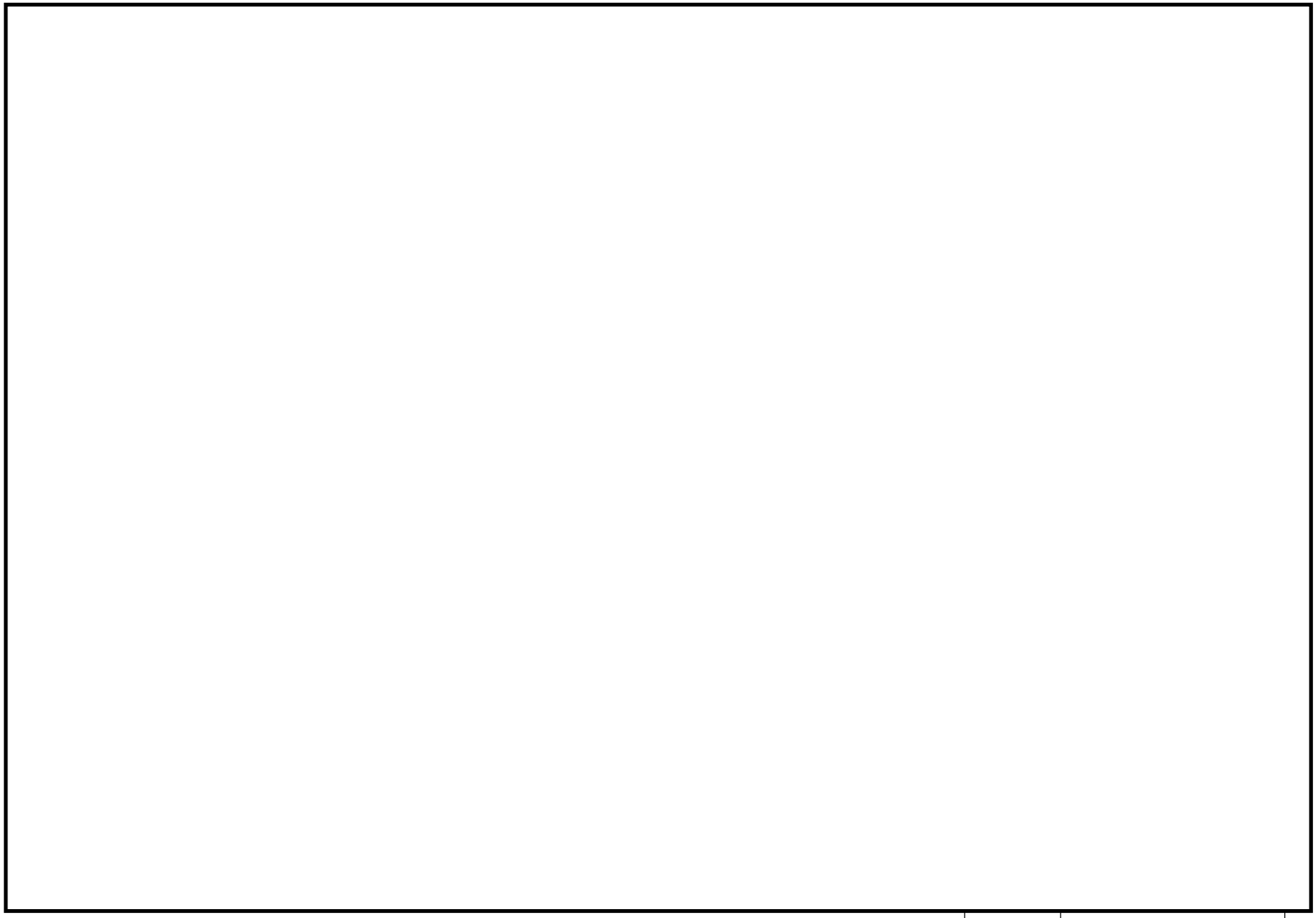
鳥瞰図記号凡例

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。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	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。

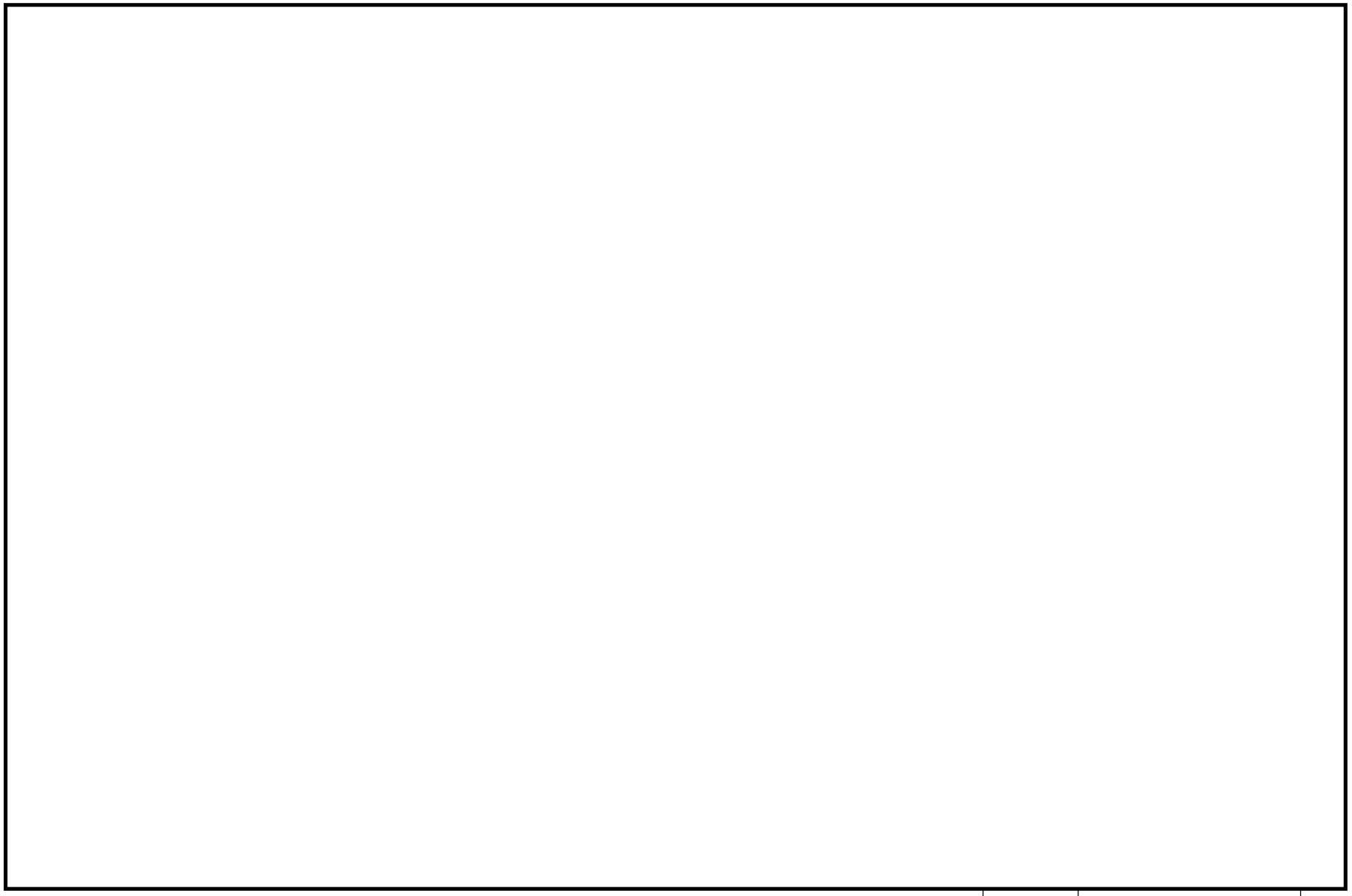
鳥瞰図	HPCF-PD-2



鳥瞰図	HPCF-R-3(1/3)



鳥瞰図	HPCF-R-3(2/3)



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 HPCF-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 (℃)	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　HPCF-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 (℃)	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　HPCF-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 (℃)	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
[redacted]	5～5001, 6001～7, 8～8001, 1001～1101, 1701～1801 21～22N
[redacted]	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
[redacted]	131S～140, 144～146, 147～162N, 150～184, 185～187 190～191
[redacted]	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
[redacted]	158F
[redacted]	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	[redacted]	[redacted]	[redacted]	7～8	[redacted]	[redacted]	[redacted]

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
[redacted]	4～5	[redacted]	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
[redacted]	142	[redacted]	143
[redacted]	146～147	[redacted]	184～185
[redacted]	189	[redacted]	1891
[redacted]	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 **						

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 **						

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						

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 (℃)	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 (℃)	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_{prm}	許容応力 Min(3・S_m, 2・S_y)
HPCF-PD-2	6	S_{prm}	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_{prm}	許容応力 $3 \cdot S_m$
HPCF-PD-2	6	S_{prm}	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_{prm} *1 S_{prm} *2	許容応力 1.5・S_h 1.8・S_h
HPCF-R-3	126	S_{prm} *1	107	189
HPCF-R-3	126	S_{prm} *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_{prm}*1 S_{prm}*2	許容応力 S_h 1.2・S_h
HPCF-R-3	126	S_{prm}*1	69	126
HPCF-R-3	126	S_{prm}*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*				
		一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
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*				
		一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
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。

Ⅴ-3-3-3-3-2　原子炉隔離時冷却系の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-2-1　原子炉隔離時冷却系ポンプの強度計算書

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」，Ⅴ-3-2-10「重大事故等クラス２ポンプの強度計算方法」及びⅤ-3-2-13「重大事故等クラス２支持構造物（ポンプ）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

機器名	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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
原子炉隔離時冷却系ポンプ	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	11.77	77	11.77	120	―	S55告示	設計・建設規格又は告示	―	SA-2

目　　次

1.　計算条件 ····· 1
1.1　ポンプ形式 ····· 1
1.2　計算部位 ····· 1
1.3　設計条件 ····· 2
2.　強度計算 ····· 2
2.1　ケーシングの厚さ ····· 2
2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ ····· 2
2.3　ケーシングのボルト穴 ····· 3
2.4　ケーシングカバーの厚さ ····· 3
2.5　ボルトの平均引張応力 ····· 4
2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ ····· 5
3.　支持構造物の強度計算書 ····· 6

1.　計算条件

1.1　ポンプ形式

ターボポンプであって，ケーシングが軸垂直割りで軸対称であるものに相当する。

1.2　計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

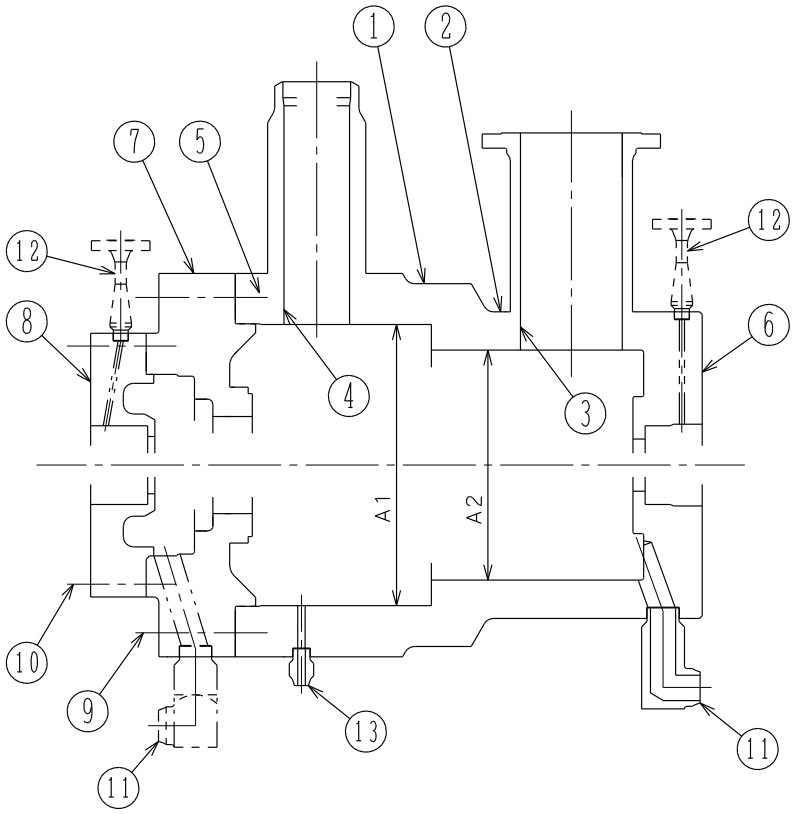


図1－1　概要図

1.3　設計条件

設計条件	吐出側	吸込側
最高使用圧力(MPa)	11.77	1.37
最高使用温度(℃)	120	120

2.　強度計算

2.1　ケーシングの厚さ

設計・建設規格　PMC-3320

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A_1 (mm)	A_2 (mm)
①		11.77			
②		1.37			

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
27.0	80.0	
2.6		

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格　PMC-3330　　(単位：mm)

計算部位	r_i	r_m	ℓ	t	$t_{\ell o}$	t_ℓ
③		101.2	8.1	2.6		
④		77.9	22.9	27.0		

評価：$t_\ell \geqq t$，よって十分である。

2.3　ケーシングのボルト穴

設計・建設規格　PMC-3340　　（単位：mm）

計算部位	d_{bm}	a	a_{so}	a_s	X	X_{so}	X_s
⑤	48.0	96.0			27.0		

評価：$a_s \geqq a$，よって十分である。

評価：$X_s \geqq X$，よって十分である。

2.4　ケーシングカバーの厚さ

告示第５０１号第77条第5項第1号

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑥		1.37			
⑦		11.77			
⑧		1.37			

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
42.1		
91.9		
22.3		

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.5　ボルトの平均引張応力

設計・建設規格　PMC-3510

計算部位	材料	P (MPa)	S_b (MPa)	d_b (mm)	n	A_b (mm^2)
⑨		11.77				
⑩		1.37				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G_s (mm)	G (mm)	D_g (mm)
セルフシール ガスケット（ゴム）	—	—	—	—	
セルフシール ガスケット（ゴム）	—	—	—	—	

H (N)	H_p (N)	W_{m1} (N)	W_{m2} (N)	W (N)	σ (MPa)
	—		0		131
	—		0		36

評価：$\sigma \leqq S_b$，よって十分である。

2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格　PMC-3610

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	D_o (mm)
⑪		1.37		
⑫		1.37		
⑬		11.77		

継手の種類	放射線透過試験の有無	η
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
0.4		
0.2		
1.5		

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

3.　支持構造物の強度計算書

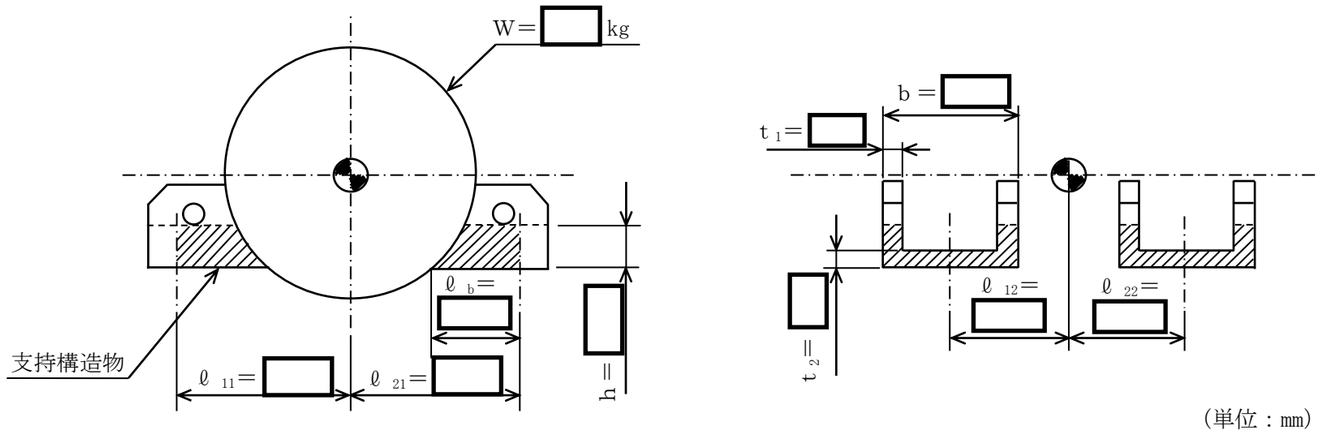
「原子炉隔離時冷却系ポンプ　支持構造物(凹形)」

(1)　一次せん断応力評価

種類	脚本数	材料	最高使用温度 (℃)	F値 (MPa)	鉛直荷重 F_c (N)	断面積 A_s (mm^2)	一次せん断応力 σ_s (MPa)	許容せん断応力 f_s (MPa)	評価
取付ラグ	4	[redacted]	120	[redacted]	[redacted]	[redacted]	1	[redacted]	計算応力は，許容応力以下であるため，取付ラグの強度は問題ない。

(2)　一次曲げ応力評価

種類	脚本数	材料	最高使用温度 (℃)	F値 (MPa)	鉛直荷重 F_c (N)	曲げモーメント M (N･mm)	断面係数 Z (mm^3)	一次曲げ応力 σ_b (MPa)	許容曲げ応力 f_b (MPa)	評価
取付ラグ	4	[redacted]	120	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	10	[redacted]	計算応力は，許容応力以下であるため， 取付ラグの強度は問題ない。



（単位：mm）

原子炉隔離時冷却系ポンプ　支持構造物の強度計算説明図

Ⅴ-3-3-3-3-2-2　原子炉隔離時冷却系ストレーナの強度計算書

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

機器名	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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
原子炉隔離時冷却系ストレーナ	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	— [0.310]*1	104*2	— [0.310]*1	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

注記＊1：原子炉隔離時冷却系ストレーナは，その機能及び構造上の耐圧機能を必要としないため，最高使用圧力を設定しないが，ここでは，原子炉格納容器（内圧）の最高使用圧力を［ ］内に示す。

＊2：サプレッションチェンバの最高使用温度を示す。

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　構造計画 …… 1
2.2　評価方針 …… 3
2.3　適用規格・基準等 …… 4
2.4　記号の説明 …… 5
2.5　計算精度と数値の丸め方 …… 6
3.　評価部位 …… 7
4.　構造強度評価 …… 9
4.1　構造強度評価方法 …… 9
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 …… 9
4.2.1　荷重の組合せ及び供用状態 …… 9
4.2.2　許容応力 …… 9
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 …… 9
4.2.4　設計荷重 …… 13
4.3　解析モデル及び諸元 …… 15
4.4　計算方法 …… 17
4.4.1　応力評価点 …… 17
4.4.2　応力計算方法 …… 18
4.5　計算条件 …… 24
4.6　応力の評価 …… 24
5.　評価結果 …… 24
5.1　重大事故等対処設備としての評価結果 …… 24
6.　引用文献 …… 26

1. 概要

本計算書は，重大事故等クラス２機器として兼用される原子炉隔離時冷却系ストレーナについて，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」に基づき，材料及び構造について評価を実施する。当該設備の評価は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日　原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 55 条（材料及び構造）に規定されており，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日　原規技発第 1306194 号）（以下「技術基準規則の解釈」という。）に従い，設計基準対象施設の規定を準用する。

また，技術基準規則の解釈第 17 条 4 において「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））に適合することと規定されている。

本計算書は，原子炉隔離時冷却系ストレーナがこれらの要求事項に対して十分な強度を有することを確認するための強度評価について示すものである。

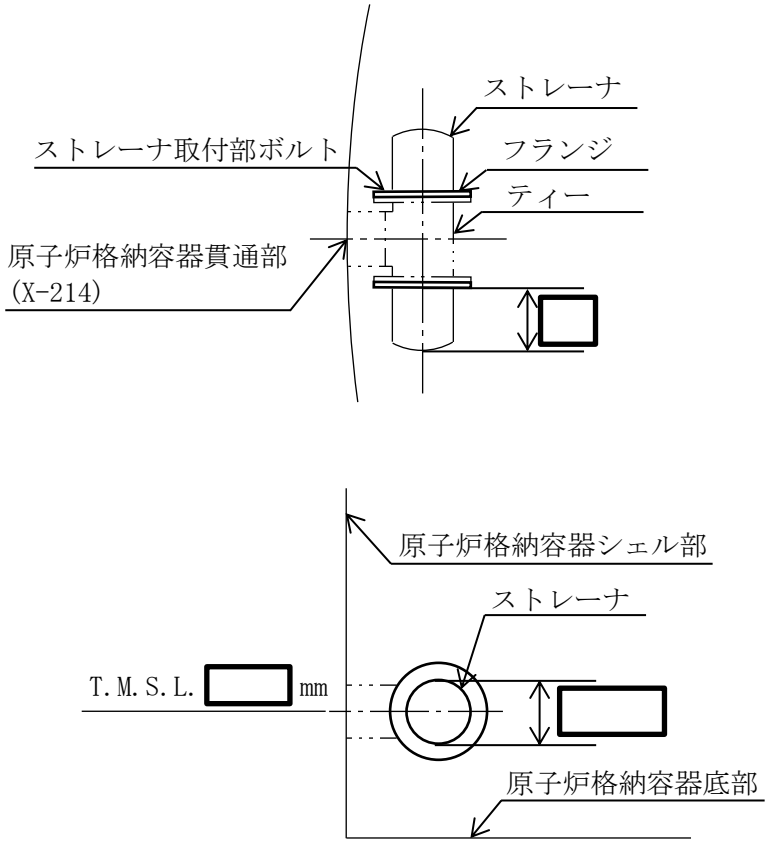
以下，重大事故等クラス２管としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉隔離時冷却系ストレーナの構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ストレーナはサプレッションプール内に水没された状態で設置されており，原子炉格納容器貫通部に取り付けられたティーにフランジ及び取付ボルトにより据え付けられる。	外径 [redacted] mm，長さ [redacted] mm の円筒形の鋼製構造物である。	

（単位：mm）

2.2　評価方針

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応力評価は，「2.1　構造計画」にて示す原子炉隔離時冷却系ストレーナの部位を踏まえ，「3.　評価部位」にて設定する箇所において，「4.3　解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いて，設計荷重による応力等が許容限界内に収まることを，「4.　構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5.　評価結果」に示す。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応力評価フローを図2－1に示す。

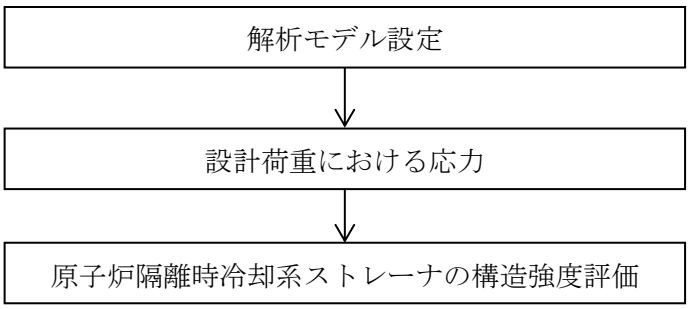


図2－1　原子炉隔離時冷却系ストレーナの応力評価フロー

2.3　適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年通商産業省告示第５０１号）（以下「告示第５０１号」という。）

・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））

2.4　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm^2
a	ボルト穴中心円半径	mm
b	フランジ内半径	mm
D_i	各部位の直径（ｉ＝0，1）	mm
d	孔径，ボルトの直径	mm
F	軸力	N
f_t	ボルトの発生応力	MPa
L	長さ	mm
ℓ	ディスク間ギャップ，ボルトのＺ軸からの距離	mm
M	モーメント	N･mm
n	ボルトの本数	―
P	孔の間隔（中心間）	mm
t	板厚	mm
W	ストレーナ重心に作用する荷重	―
X	軸直角方向（水平）	―
Y	軸方向	―
Z	軸直角方向（鉛直）	―
β	形状係数	―
σ_r	曲げ応力	MPa

注：ここで定義されない記号については，各計算の項目において説明する。

2.5　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－2に示すとおりとする。

表2－2　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位*1
温度	℃	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
質量	kg	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*2
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
モーメント	N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
計算応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*4	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：必要に応じて小数点以下第3位表示とする。

＊2：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊3：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊4：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における許容引張応力は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。また，告示第５０１号別表に記載された許容引張応力は，各温度の値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を四捨五入して，整数位までの値とする。その後，設計・建設規格と同様の換算と桁処理を行う。

3.　評価部位

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応力評価は,「4.1　構造強度評価方法」に示す条件に基づき,主要部品である多孔プレート，フランジ及びストレーナ取付部ボルトについて実施する。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの取付け状況,形状及び主要寸法を図3－1及び図3－2に示す。

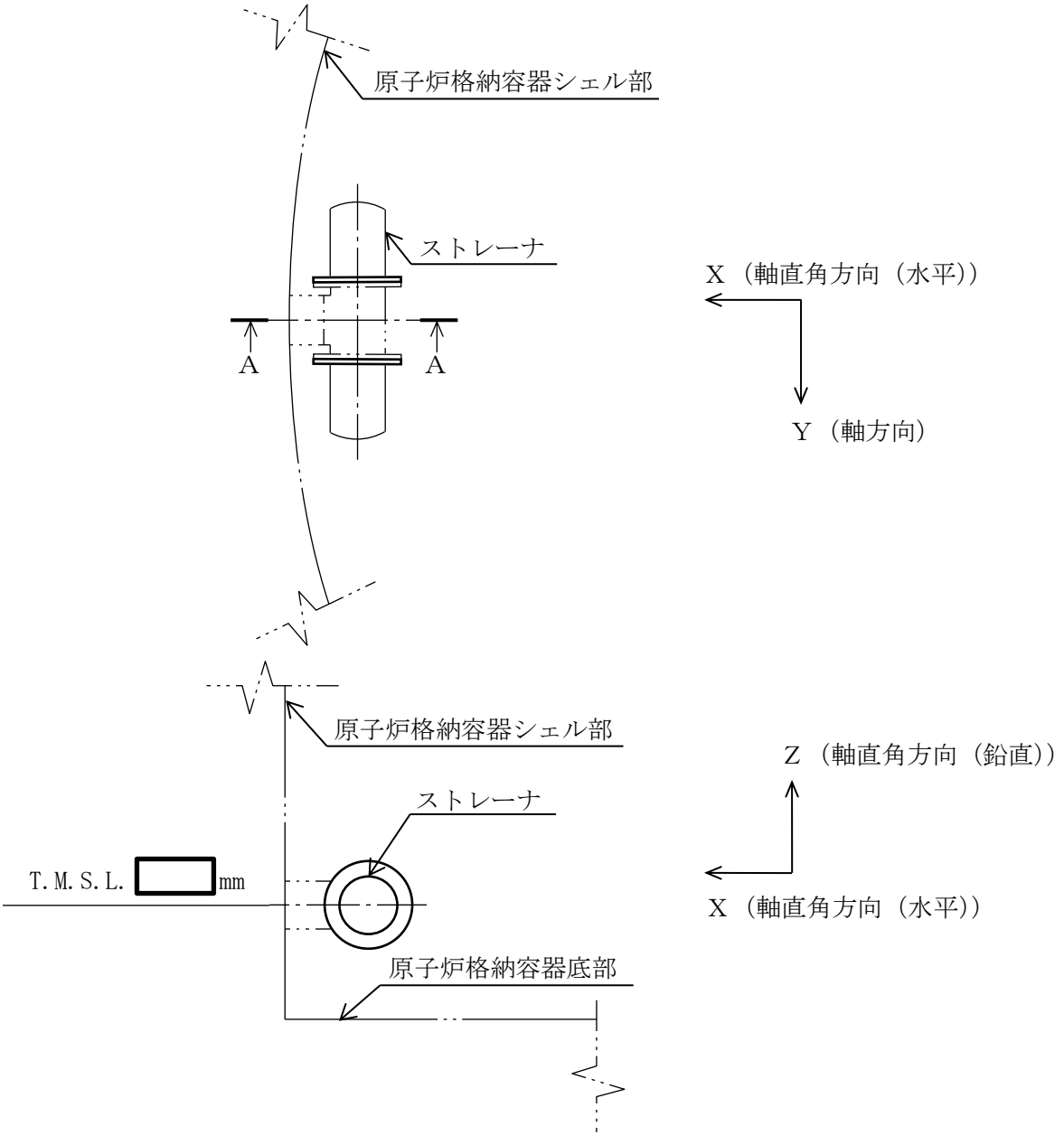
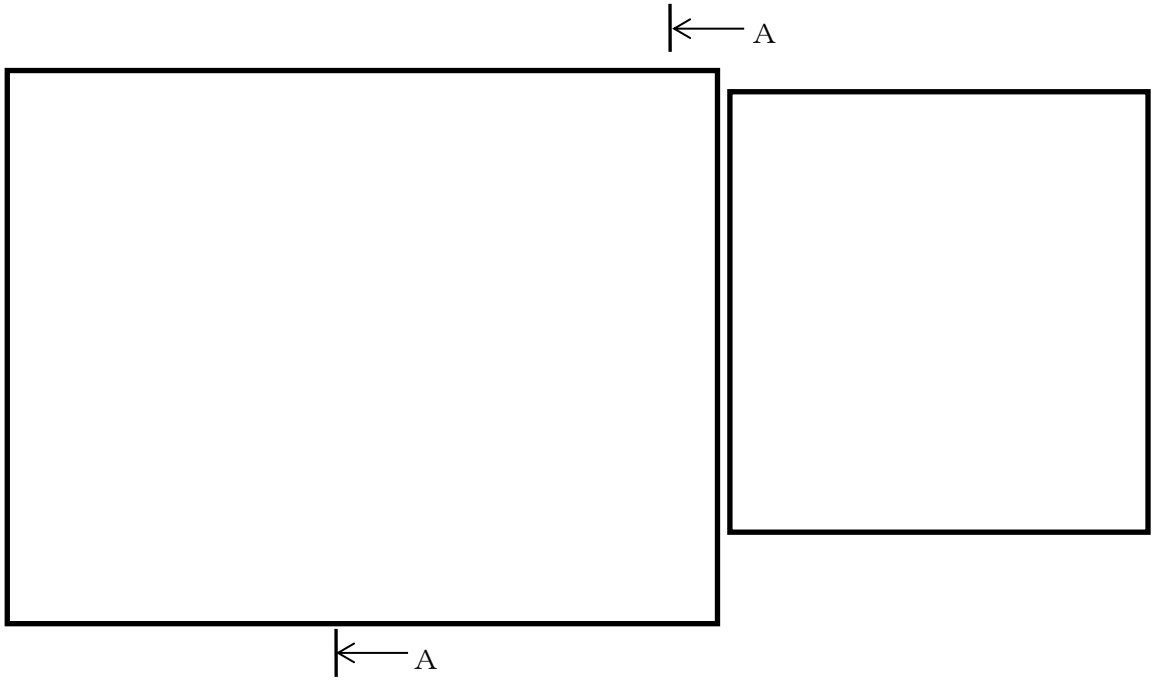
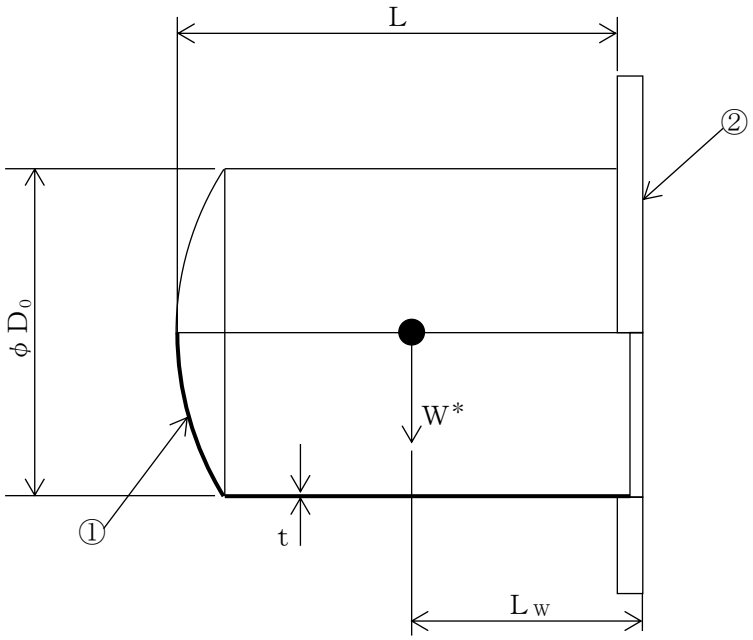


図 3－1　原子炉隔離時冷却系ストレーナの取付け状況





A～A矢視図

D_0＝□　L＝□　L_W＝□　t＝□　d＝□

P ＝□

① 多孔プレート　② フランジ（厚さ□mm）

注記＊：W（死荷重）の作用点を示す。

図 3－2　原子炉隔離時冷却系ストレーナの形状及び主要寸法（単位：mm）

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

原子炉隔離時冷却系ストレーナは，原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーに据付部材を介さずに，ストレーナ取付部ボルトにて直接接続されるものとする。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び供用状態

原子炉隔離時冷却系ストレーナの荷重の組合せ及び供用状態を表 4－1 に，荷重の組合せ整理表を表 4－2 に示す。

4.2.2　許容応力

原子炉隔離時冷却系ストレーナの許容応力を表 4－3 に示す。なお，評価対象は，構造又は形状の不連続性を有する部分であることから，発生する一次一般膜応力は十分小さいため，一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

原子炉隔離時冷却系ストレーナの許容応力評価条件を表 4－4 及び表 4－5 に示す。

なお，各評価部位の使用材料については以下のとおり。

多孔プレート

フランジ

ストレーナ取付部ボルト

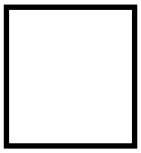


表 4－1　荷重の組合せ及び供用状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	機器等の区分	荷重の組合せ	供用状態 （許容応力状態）
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却 設備その他 原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系 ストレーナ	重大事故等クラス２	$D+P_{SAD}+M_{SAD}$	重大事故等時*

注記＊：重大事故等時として設計・建設規格に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ⅴ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用い，告示第５０１号に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ⅴ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

表 4－2　荷重の組合せ整理表（重大事故等対処設備）

組合せ No.	運転状態	死荷重	異物 荷重	差圧	ＳＲＶ荷重		ＬＯＣＡ荷重			供用状態 （許容応力状態）
					運転時	中小 破断時	プール スウェル	蒸気 凝縮 （ＣＯ）	チャギング （ＣＨ）	
SA-1	運転状態Ⅴ（Ｌ）	○		○						重大事故等時*
SA-2	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○		○				○		重大事故等時*
SA-3	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○		○		○			○	重大事故等時*
SA-4	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○					○			重大事故等時*

注記＊：重大事故等時として設計・建設規格に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ⅴ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用い，告示第５０１号に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ⅴ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

表 4－3　許容応力

（重大事故等クラス２管）

供用状態 （許容応力状態）	許容限界	
	一次一般膜応力	一次応力 （曲げ応力含む）
重大事故等時*1	S *2, *3	長期荷重　1.5・S *2 短期荷重　1.8・S *2
	S *2, *3	長期荷重　S *3 短期荷重　1.2・S *3

（重大事故等クラス２耐圧部テンションボルト）

供用状態 （許容応力状態）	許容限界
重大事故等時*1	2・S *2, *3

注記＊1：重大事故等時として設計・建設規格に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ⅴ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用い，告示第５０１号に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ⅴ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

＊2：設計・建設規格に規定の応力評価に用いる許容応力（重大事故等クラス２管（クラス２，３管））。

＊3：告示第５０１号の規定の応力評価に用いる許容応力（重大事故等クラス２管（第３種管））。

表4－4　使用材料の設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S (MPa)	Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
多孔プレート		最高使用温度	120		—	—	—
フランジ		最高使用温度	120		—	—	—
ストレーナ取付部ボルト		最高使用温度	120		—	—	—

表4－5　使用材料の告示第５０１号に規定の応力計算に用いる許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S (MPa)	Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
多孔プレート		最高使用温度	120		—	—	—
フランジ		最高使用温度	120		—	—	—
ストレーナ取付部ボルト		最高使用温度	120		—	—	—

4.2.4　設計荷重

(1)　死荷重

原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重による荷重を考慮する。なお，原子炉隔離時冷却系ストレーナに付着する異物は想定しない。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重　W_1＝[　　]N

内包水を含めた原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重　W_2＝[　　]N

(2)　差圧

差圧による荷重は,原子炉隔離時冷却系ストレーナを通しての最大設計差圧より設定し，以下のとおりとする。

差圧荷重　P_{dif}＝[　　]MPa

(3)　水力学的動荷重（逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重）

逃がし安全弁作動時及び原子炉冷却材喪失時には，サプレッションチェンバ内の水中構造物には様々な荷重が水力学的動荷重として作用する。これらの荷重については，原子力安全委員会が策定した評価指針「ＢＷＲ，ＭＡＲＫ-Ⅱ型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針」(以下「ＭＡＲＫ-Ⅱ動荷重指針」という。)に準じて荷重の評価を実施する。

ＭＡＲＫ-Ⅱ動荷重指針に基づき，原子炉隔離時冷却系ストレーナに加わる水力学的動荷重を算出した結果を表4－6に示す。表4－6に示した荷重は，考慮すべき水力学的動荷重が最大となる位置を選定して算出した値である。

なお，プールスウェル荷重のうち，ベントクリアリングは作用範囲外であるため評価対象としない。また，原子炉隔離時冷却系ストレーナは，水平ベント管から遠方かつ下方に設置されているため，プールスウェル及びフォールバック荷重は十分小さく評価対象としない。

また，逃がし安全弁作動時荷重のうち，水ジェット及び蒸気凝縮過程による荷重についても十分小さいため評価対象としない。

表4－6　水力学的動荷重（逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重）

（単位：N）

荷重名称		軸方向荷重	軸直角方向荷重
ＬＯＣＡ後の荷重	プールスウェル（気泡形成）*1		
	蒸気凝縮（ＣＯ）*1		
	チャギング（ＣＨ）*2		
ＳＲＶ荷重（中小破断時）*3			

注：方向は図 3－1 参照。ただし，軸直角方向（水平方向Ｘ及び鉛直方向Ｚ）については，二乗和平方根としている。

注記＊1：加速度ドラッグ荷重と定常ドラッグ荷重との代数和とする。

＊2：圧力パルス荷重とそのリングアウト荷重の代数和とする。

＊3：定常ドラッグ荷重と圧力荷重との二乗和平方根とする。

4.3　解析モデル及び諸元

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応答解析に用いる，ストレーナから原子炉格納容器貫通部までをモデル化したはりモデル（以下「応答解析用モデル」という。）について説明する。原子炉隔離時冷却系ストレーナの解析モデルを図 4－1 に，応答解析用モデルの概要を以下に示す。解析モデルはⅤ-2-5-4-2-3「原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書」に示す応答解析用モデルと同じモデルである。また，機器の諸元を表 4－7 に示す。

(1)　応答解析用モデルではストレーナから原子炉格納容器貫通部までをはり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い，荷重を算出する。なお，ストレーナについては，構造上十分に剛であるため，剛体としてモデル化する。

(2)　ストレーナ部ティーと原子炉格納容器貫通部は溶接構造で取り付けられており，付根部は完全拘束とする。

(3)　各部の質量は，各部の重心位置（図 4－1 の△の節点）に集中質量を与える。

(4)　本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため，内包水及び排除水の影響を加味し，ストレーナ質量に含める。

(5)　解析コードは「ＭＳＣ　ＮＡＳＴＲＡＮ」を使用し，荷重を求める。なお，評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

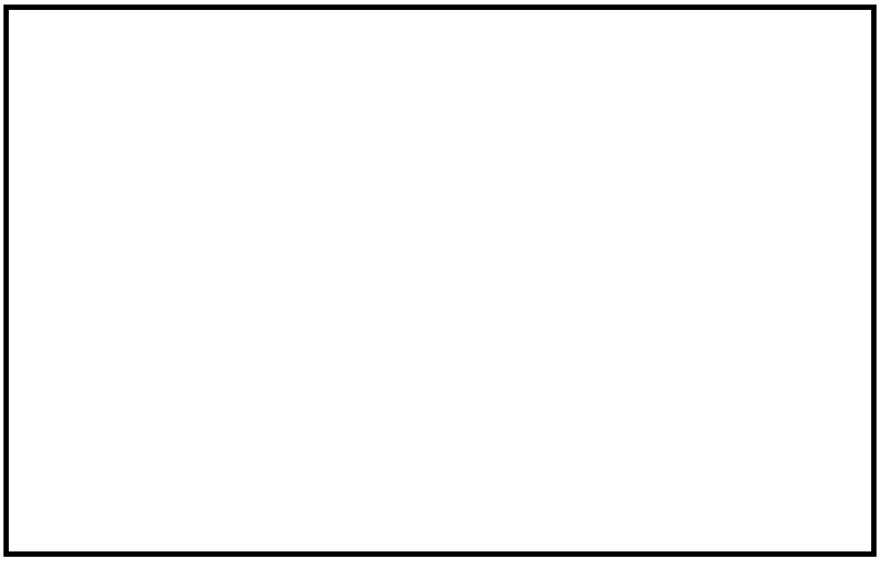


図 4－1　応答解析用モデル

表 4－7　機器諸元

項目	単位	入力値
原子炉隔離時冷却系 ストレーナの材質	―	
原子炉隔離時冷却系 ストレーナの質量	kg/個	
原子炉隔離時冷却系 ストレーナの 内包水及び排除水の質量	kg/個	
温度	℃	104
縦弾性係数	MPa	
ポアソン比	―	
要素数	個	
節点数	個	

4.4　計算方法

4.4.1　応力評価点

原子炉隔離時冷却系ストレーナは，フランジに円筒型の多孔プレートが取付く構造となっている。ここでは，多孔プレートとフランジの取付部，フランジ及びボルトを応力評価点として選定し，評価を実施する。

応力評価点を表 4－8 及び図 4－2 に示す。

表 4－8　応力評価点

名称	応力評価点 番号	応力評価点
多孔プレート	P1	多孔プレートとフランジの取付部
フランジ	P2	フランジ
ストレーナ取付部 ボルト	P3	ボルト

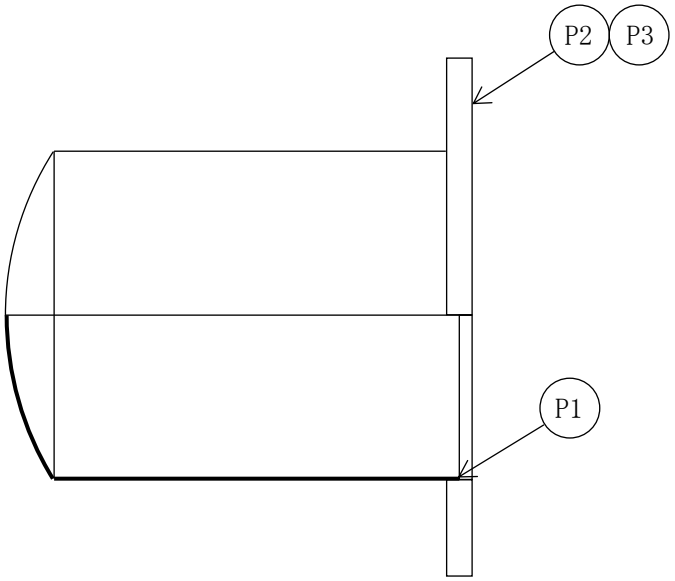


図 4－2　応力評価点

4.4.2　応力計算方法

応力計算方法について，以下に示す。なお，フランジ及びボルトについては作用する荷重についても本項目で記載する。

(1)　多孔プレート（応力評価点 P1）

a.　差圧荷重による応力

円周方向応力

$$\sigma_t = -\frac{P_{dif} \cdot D_o}{2 \cdot t'}$$

ここに，

P_{dif}　：4.2.4(2)に示す差圧荷重

D_o　：ストレーナ直径＝[　　](mm)

t'　：多孔プレートの等価板厚（設計・建設規格　PVE-3251 準用）

$$= \frac{P-d}{P} \cdot t$$

P　：孔の間隔（中心間）＝[　　](mm)

d　：孔径＝[　　](mm)

t　：板厚＝[　　](mm)

軸方向応力

$$\sigma_\ell = -\frac{P_{dif} \cdot D_o}{4 \cdot t'}$$

b.　ストレーナに作用する荷重による応力

(a)　死荷重による荷重

軸直角方向荷重によるモーメント

$M_{ZX} = W_1 \cdot L_W$

軸直角方向荷重

$F_{ZX} = W_1$

ここに，

W_1　：4.2.4(1)に示す原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重(N)

L_W　：モーメントアーム＝[　　](mm)

(b)　水力学的動荷重

軸方向荷重：F_Y

軸直角方向荷重によるモーメント：$M_{ZX} = F_{ZX} \cdot L_W$

軸直角方向荷重：F_{ZX}

ここに,

F_Y　　：表 4－6 に示す軸方向荷重

F_{ZX}　　：表 4－6 に示す軸直角方向荷重

L_W　　：モーメントアーム

(c)　各荷重による応力

軸方向荷重による応力

$$\sigma = \frac{F_Y}{A}$$

ここに,

A：ストレーナ取付部円筒胴の断面積

$$= \frac{\pi \cdot \left\{D_o^2 - (D_o - 2 \cdot t')^2\right\}}{4}$$

モーメントによる応力

$$\sigma_b = \frac{M_{ZX}}{Z}$$

ここに,

Z：ストレーナ取付部円筒胴の断面係数

$$= \frac{\pi \cdot \left\{D_o^4 - (D_o - 2 \cdot t')^4\right\}}{32 \cdot D_o}$$

軸直角方向荷重による応力

$$\tau = \frac{F_{ZX}}{A}$$

ここに,

A　　：ストレーナ取付部円筒胴の断面積

(2)　フランジ（応力評価点 P2）

以下に示す計算方法により応力評価を行う。

ストレーナ取付部フランジは，一般的なフランジと異なりガスケットを使用しない。そこで，フランジを以下のようにモデル化し，応力評価を行う。

フランジを外周（ボルト穴中心円直径）が固定された平板と考え，表 4－9 に示すモーメントが中心部に作用すると考える。この場合の発生応力は，引用文献(1)より，図 4－3 に示す計算モデルで下記の計算式より求める。

$$\sigma_r = \frac{\beta \cdot M_{fmax}}{a \cdot t^2}$$

ここに，

σ_r　：曲げ応力(MPa)

M_{fmax}　：表 4－9 に示すモーメント(N･mm)

a　：ボルト穴中心円半径＝290÷2＝[　　] (mm)

b　：フランジ内半径＝[　　] (mm)

t　：フランジ板厚＝[　　] (mm)

β　：b／a （＝[　　]）から決まる計算上の係数＝[　　]

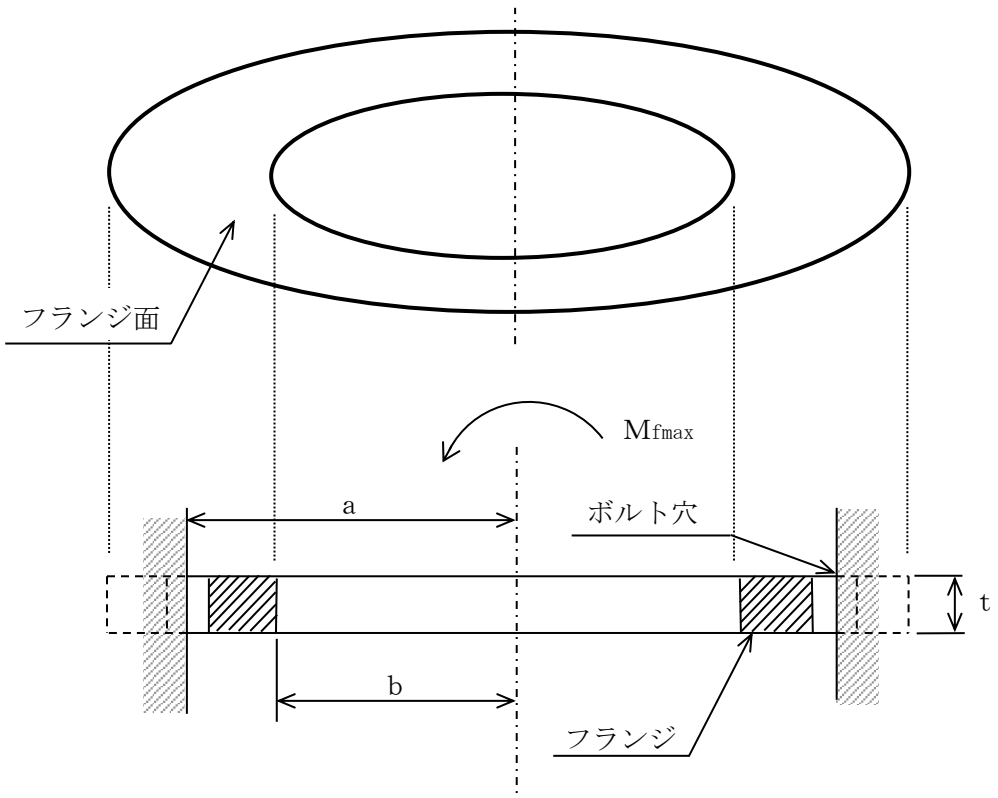


図 4－3　フランジ断面の計算モデル

ストレーナ取付部フランジの設計荷重は，ストレーナに作用する荷重から算出したフランジ部のモーメントを用いる。ここでのモーメントとは，図 4－4 に示すように，ストレーナ重心に作用する荷重とその作用点からフランジまでのモーメントアームから計算したモーメントであり，フランジに対して面外方向の曲げモーメント（２方向ある面外方向曲げモーメントの二乗和平方根の合成値）とする。なお，プールスウェル荷重，蒸気凝縮荷重及びチャキング荷重については，応答解析より得られた，フランジに対する面外方向の曲げモーメントを用いる。

ストレーナ重心がフランジ中心軸上に位置することから，フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため，ここでは評価対象としない。

フランジの設計荷重を表 4－9 に示す。

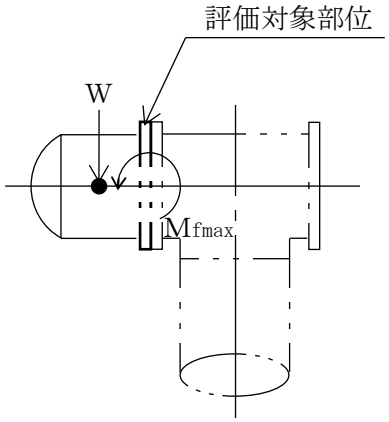


図 4－4　フランジに作用するモーメント

表 4－9　フランジの設計荷重

（単位：N･mm）

荷重		モーメント M_{fmax}
1	死荷重	
2	差圧	
3	ＳＲＶ荷重	
4	プールスウェル（気泡形成）	
5	蒸気凝縮（ＣＯ）	
6	チャギング（ＣＨ）	

(3)　ストレーナ取付部ボルト（応力評価点Ｐ３）

ボルトには，表 4－9 に示すモーメントに加え，ストレーナの軸方向に発生する荷重によりボルトの軸方向荷重が発生する。

フランジに作用するモーメントにより，ボルトに生じる軸力は，以下のように算出する。

図 4－5 に示すフランジの中心を通る中立軸（Ｚ軸）まわりのモーメントを考える。このとき，Ｚ軸まわりのモーメントは，各ボルトに発生する軸力とボルトのＺ軸からの距離の積から得られるモーメントとつりあっていると考えることができる。ここで，軸方向荷重によって中立軸が移動するが，軸方向荷重のボルトへの影響が小さいため，軸方向荷重による中立軸の移動は無視する。

したがって，Ｚ軸まわりのモーメントと各ボルトの軸力の関係は下記となる。

$$M_Z = \sum_{k=1}^{n} F_{tk} \cdot \ell_k$$

ここに，M_Z　　：Ｚ軸まわりのモーメント(N･mm)

F_{tk}　　：各ボルトに発生する軸力(N)

ℓ_k　　：任意のボルトｋにおけるＺ軸からの距離(mm)

ｎ　　：ボルトの本数＝□

なお，ストレーナ重心がフランジ中心軸上に位置することから，フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため，ここでは評価対象としない。

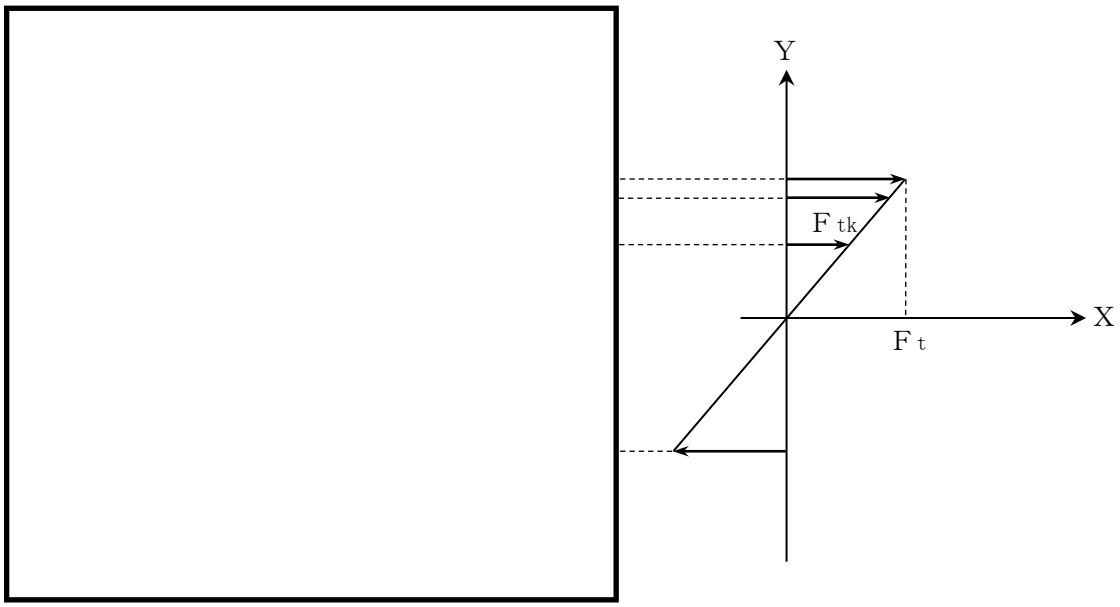


図 4－5　各ボルトに発生する軸力とモーメントアームの関係

また，ボルト軸力のＺ軸まわりのモーメント寄与分は中立軸上ではゼロであり，図 4－5 に示すように，曲げモーメントを伝えるボルトの軸力は回転中心からの距離に比例して変化するとして算定する。この場合，ボルトに発生する最大の軸力をF_tとすると，各ボルトに発生する軸力F_{tk}は下記となる。

$$F_{tk}=F_t\cdot\frac{\ell_k}{D_1/2}$$

ここに，F_t　　：最大の軸力が発生するボルトの軸力(N)

F_{tk}　　：各ボルトに発生する軸力(N)

D_1　　：ボルト孔中心円直径＝[　　](mm)

以上より，ｎが偶数の場合，Ｚ軸まわりのモーメントは下記となる。

$$M_Z=\frac{2\cdot F_t}{D_1}\cdot\sum_{k=1}^{n}\ell_k^2=\frac{F_t\cdot D_1\cdot n}{4}$$

ただし，$\ell_k=\frac{D_1}{2}\cdot\sin\{\frac{2\cdot\pi}{n}\cdot(k-1)\}$

よって，表 4－9 に示すモーメントから，ボルトの軸力は以下のように算出できる。

$$F_t=\frac{4\cdot M_{fmax}}{D_1\cdot n}$$

したがって，ボルトに発生する応力は下記となる。

$$f_t=\frac{F_t}{A_S}+\frac{F_{axl}}{A_S\cdot n}$$

ここに，f_t　　：ボルトの発生応力(MPa)

A_S　　：ボルトの有効断面積＝$\frac{\pi\cdot d_b^2}{4}$ (mm^2)

d_b　　：ボルトのねじ部谷径＝[　　](mm)

F_{axl}　　：表 4－10 に示す軸方向荷重(N)

ストレーナ取付ボルトの設計荷重は，4.4.2 項(2)に示すフランジに作用する最大モーメントに加え，ストレーナの軸方向に発生する荷重によりボルトの軸方向荷重を考慮した引張力を合算して応力評価を行う。フランジとボルトは摩擦接合であるため，ボルトに対するせん断力は作用しないものとする。

ボルトの設計荷重を表 4－10 に示す。

表 4－10　ボルトの設計荷重

(単位：N)

荷重		軸方向荷重
1	死荷重	
2	差圧	
3	ＳＲＶ荷重	
4	プールスウェル（気泡形成）	
5	蒸気凝縮（ＣＯ）	
6	チャギング（ＣＨ）	

4.5　計算条件

応力解析に用いる自重及び荷重は，本計算書の「4.2　荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.4　計算方法」に示す。

4.6　応力の評価

「4.4　計算方法」で求めた応力が表 4－3，表 4－4 及び表 4－5 を用いて算出される許容応力以下であること。

5.　評価結果

5.1　重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉隔離時冷却系ストレーナの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

(1)　重大事故等時に対する評価

重大事故等時に対する応力評価結果を表 5－1，表 5－2 に示す。

なお，各評価点における計算応力は表 4－2 に示す荷重の組合せのうち，発生値が最も高い評価を記載している。

表5－1　設計・建設規格の規定に基づく重大事故等時に対する応力評価結果（$D+P_{SAD}+M_{SAD}$）

評価対象設備	評価部位		応力分類	重大事故等時		荷重組合せ
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ	P1	多孔プレートとフランジの取付部	一次膜応力＋一次曲げ応力	59	194	SA-3
	P2	フランジ	曲げ応力	18	214	SA-3
	P3	ボルト	引張応力	6	204	SA-3

表5－2　告示第５０１号の規定に基づく重大事故等時に対する応力評価結果（$D+P_{SAD}+M_{SAD}$）

評価対象設備	評価部位		応力分類	許容応力状態Ⅴ		荷重組合せ
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ	P1	多孔プレートとフランジの取付部	一次膜応力＋一次曲げ応力	59	129	SA-3
	P2	フランジ	曲げ応力	18	143	SA-3
	P3	ボルト	引張応力	6	204	SA-3

6. 引用文献

(1) WARREN C. YOUNG
“ROARK’S FORMULAS for Stress and Strain” 7th Edition

Ⅴ-3-3-3-3-2-3　原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの強度計算書

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

機器名	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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
原子炉隔離時冷却系ストレーナ(ティー)	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	— [0.310]*1	104*2	— [0.310]*1	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

注記＊1：原子炉隔離時冷却系ストレーナ（ティー）は，その機能及び構造上の耐圧機能を必要としないため，最高使用圧力を設定しないが，ここでは，原子炉格納容器（内圧）の最高使用圧力を［ ］内に示す。

＊2：サプレッションチェンバの最高使用温度を示す。

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
2.2　評価方針 ····· 3
2.3　適用規格・基準等 ····· 4
2.4　記号の説明 ····· 5
2.5　計算精度と数値の丸め方 ····· 6
3.　評価部位 ····· 7
4.　構造強度評価 ····· 8
4.1　構造強度評価方法 ····· 8
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 8
4.2.1　荷重の組合せ及び供用状態 ····· 8
4.2.2　許容応力 ····· 8
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 8
4.2.4　設計荷重 ····· 12
4.3　解析モデル及び諸元 ····· 13
4.4　計算方法 ····· 14
4.4.1　ティーの計算方法 ····· 14
4.5　計算条件 ····· 15
4.5.1　応力解析に用いるモーメント ····· 15
4.6　応力の評価 ····· 15
5.　評価結果 ····· 16
5.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 16

1. 概要

本計算書は，重大事故等クラス２機器として兼用される原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーについて，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」に基づき，材料及び構造について評価を実施する。当該設備の評価は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日　原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 55 条（材料及び構造）に規定されており，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日　原規技発第 1306194 号）（以下「技術基準規則の解釈」という。）に従い，設計基準対象施設の規定を準用する。

また，技術基準規則の解釈第 17 条 4 において「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））に適合することと規定されている。

本計算書は，原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーがこれらの要求事項に対して十分な強度を有することを確認するための強度評価について示すものである。

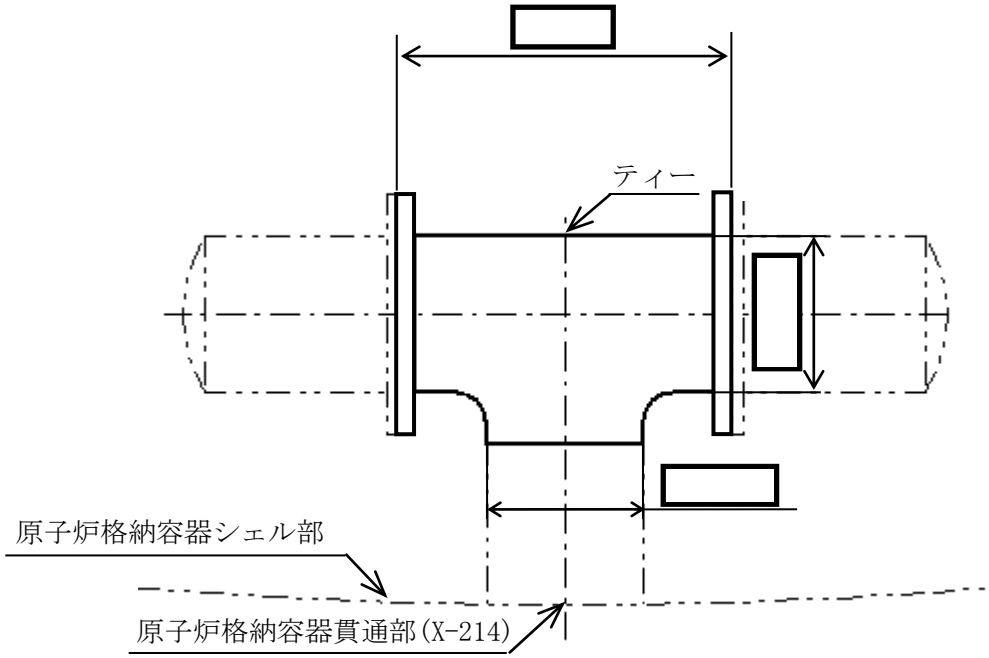
以下，重大事故等クラス 2 管としての応力評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ストレーナ部ティーは，サプレッションプール内に水没された状態で設置されており，原子炉格納容器貫通部に取り付けられている。	ティー形の管継手	 （単位：mm）

2.2　評価方針

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応力評価は，「2.1　構造計画」にて示すストレーナ部ティーの部位を踏まえ，「3.　評価部位」にて設定する箇所において，「4.3　解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いて，設計荷重による応力等が許容限界内に収まることを，「4.　構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5.　評価結果」に示す。

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応力評価フローを図 2－1 に示す。

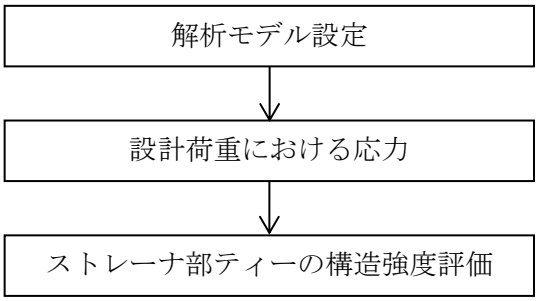


図 2－1　原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応力評価フロー

2.3　適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年通商産業省告示第５０１号）（以下「告示第５０１号」という。）

・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））

2.4　記号の説明

記号	記号の説明	単位
S_{prm}	発生応力	MPa
P	最高使用圧力（設計圧力）	MPa
D_o	管の外径	mm
t	管の厚さ	mm
B_1 *1	設計・建設規格　表 PPB-3812.1-1 で規定する応力係数(=　　)	—
B_{2b} *1	設計・建設規格　式 PPB-4.29 により計算した分岐管の応力係数 $=0.4\cdot\left(\frac{R_m}{T_r}\right)^{\frac{2}{3}}$ (=　　)	—
R_m *1	主管の平均半径	mm
T_r *1	主管の厚さ	mm
B_{2r} *1	設計・建設規格　式 PPB-4.30 により計算した主管の応力係数 $=0.5\cdot\left(\frac{R_m}{T_r}\right)^{\frac{2}{3}}$ (=　　)	—
M_b *1	表 4－9 に示す分岐管に作用する最大モーメント	N･mm
M_r *1	表 4－9 に示す主管に作用する最大モーメント	N･mm
Z_b *1	分岐管の断面係数	mm^3
Z_r *1	主管の断面係数	mm^3
P_m *2	内面に受ける最高の圧力	MPa
i_1 *2	告示第５０１号第 57 条に規定する応力係数又は 1.33 のいずれか大きい方の値 $=\frac{0.9}{h^{2/3}}$ (=　　)	—
h *2	i_1 算出に必要な値 $=4.4\cdot\frac{t}{r}$	—
r *2	h 算出に必要な値，管断面の平均半径 $=\frac{Do-t}{2}$	mm
Ma *2	管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る）により生じるモーメント	N･mm
Mb *2	管の機械的荷重（逃し弁又は安全弁の吹出し反力その他の短期的荷重に限る）により生じるモーメント	N･mm
Z *2	管の断面係数＝$\pi\cdot(r)^2\,t_n$	mm^3
t_n *2	管の厚さ	mm

注：ここで定義されない記号については，各計算の項目において説明する。

注記＊1：設計・建設規格に規定の応力計算に用いる記号

＊2：告示第５０１号に規定の応力計算に用いる記号

2.5　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－2に示すとおりとする。

表2－2　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位*1
温度	℃	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
質量	kg	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*2
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
モーメント	N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
計算応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*4	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：必要に応じて小数点以下第3位表示とする。

＊2：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊3：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容引張応力は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。また，告示第５０１号別表に記載された許容引張応力は，各温度の値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を四捨五入して，整数位までの値とする。その後，設計・建設規格と同様の換算と桁処理を行う。

3. 評価部位

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応力評価は，「4.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，ストレーナ部ティーについて実施する。なお，原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーのフランジの評価は，ストレーナ側フランジより板厚を大きく設計しており（ティー側フランジ厚さ□mm，ストレーナ側フランジ厚さ□mm），ティー側フランジにかかる荷重はストレーナ側フランジと同じであるため，V-3-3-3-3-2-2「原子炉隔離時冷却系ストレーナの強度計算書」に示すストレーナ側フランジの評価に包含されるため，ここでは記載を省略する。

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの形状及び主要寸法を図3－1及び表3－1に示す。

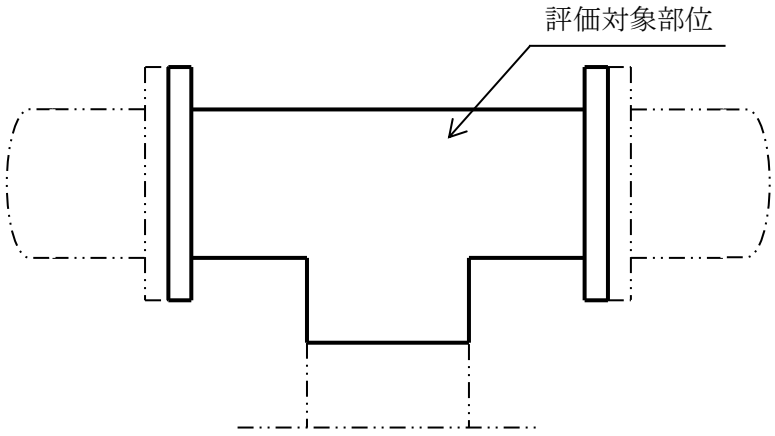


図3－1 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの形状

表3－1 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの主要寸法

（単位：mm）

貫通部番号	外径	板厚	フランジ間距離
X-214			

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

ストレーナ部ティーは，ストレーナ部を含む一体モデルでの応答解析から得られたモーメントとストレーナから作用する荷重を用いて構造強度評価を行う。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び供用状態

荷重の組合せ及び供用状態を表 4－1 に，荷重の組合せ整理表を表 4－2 に示す。

4.2.2　許容応力

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの許容応力を表4－3及び表4－4に示す。なお，評価対象は，基本板厚計算書で膜応力を考慮した最小板厚の評価を実施していることから，一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの許容応力評価条件を表 4－5 及び表 4－6 に示す。

なお，各評価部位の使用材料については以下のとおり。

ティー [redacted]

表 4－1　荷重の組合せ及び供用状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	機器等の区分	荷重の組合せ	供用状態 （許容応力状態）
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却 設備その他 原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	重大事故等クラス２	$D+P_{SAD}+M_{SAD}$	重大事故等時*

注記＊：重大事故等時として設計・建設規格に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ⅴ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用い，告示第５０１号に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ⅴ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

表 4－2　荷重の組合せ整理表（重大事故等対処設備）

組合せ No.	運転状態	死荷重	異物 荷重	差圧	ＳＲＶ荷重		ＬＯＣＡ荷重			供用状態 （許容応力状態）
					運転時	中小 破断時	プール スウェル	蒸気 凝縮 （ＣＯ）	チャギング （ＣＨ）	
SA-1	運転状態Ⅴ（Ｌ）	○		○						重大事故等時*
SA-2	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○		○				○		重大事故等時*
SA-3	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○		○		○			○	重大事故等時*
SA-4	運転状態Ⅴ（Ｓ）	○					○			重大事故等時*

注記＊：重大事故等時として設計・建設規格に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ⅴ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用い，告示第５０１号に規定の応力計算では運転状態Ⅴ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ⅴ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

表 4－3　設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力　（重大事故等クラス２管（クラス２，３管））

状態	一次一般膜応力	一次応力 （曲げ応力を含む）
重大事故等時*	S	長期荷重　1.5・S 短期荷重　1.8・S

注記＊：重大事故等時として運転状態Ｖ（Ｌ）は供用状態Ａ，運転状態Ｖ（Ｓ）は供用状態Ｄの許容限界を用いる。

表 4－4　告示第５０１号に規定の応力計算に用いる許容応力　（重大事故等クラス２管（第３種管））

状態	一次一般膜応力	一次応力 （曲げ応力を含む）
許容応力状態Ｖ*	S	長期荷重　S 短期荷重　1.2・S

注記＊：重大事故等時として運転状態Ｖ（Ｌ）は許容応力状態ⅠA，運転状態Ｖ（Ｓ）は許容応力状態ⅣAの許容限界を用いる。

表 4－5　使用材料の設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S (MPa)
ティー	[redacted]	最高使用温度	120	[redacted]

表 4－6　使用材料の告示第５０１号に規定の応力計算に用いる許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S (MPa)
ティー	[redacted]	最高使用温度	120	[redacted]

4.2.4　設計荷重

ストレーナに作用する荷重（死荷重，水力学的動荷重等）はフランジを介してティーに伝達され，最終的に貫通部に伝達される。このため，ティーの設計荷重としては，ティー自身に作用する荷重に加え，先の伝達荷重を考慮する。なお，原子炉隔離時冷却系ストレーナに付着する異物は想定しない。

(1)　死荷重

ティーの死荷重を表 4－7 に示す。

表 4－7　死荷重

（単位：N）

部位	原子炉隔離時冷却系
ティー	[redacted]

(2)　差圧

ティーの設計圧力は[redacted] MPa を考慮する。

4.3　解析モデル及び諸元

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応答解析用モデルを図 4－1 に，解析モデルの概要を以下に示す。解析モデルはⅤ-2-5-4-2-3「原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書」に示す応答解析用モデルと同じモデルである。また，機器の諸元を表 4－8 に示す。

(1)　応答解析用モデルではストレーナから原子炉格納容器貫通部までをはり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い，荷重を算出する。なお，ストレーナについては構造上十分に剛であるため，剛体としてモデル化する。

(2)　ストレーナ部ティーと原子炉格納容器貫通部は溶接構造で取り付けられており，付根部は完全拘束とする。

(3)　各部の質量は，各部の重心位置（図 4－1 の△の節点）に集中質量を与える。

(4)　本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため，応答解析では内包水及び排除水の影響を加味し，ストレーナ質量に含める。

(5)　解析コードは「ＭＳＣ　ＮＡＳＴＲＡＮ」を使用し，荷重を求める。なお，評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

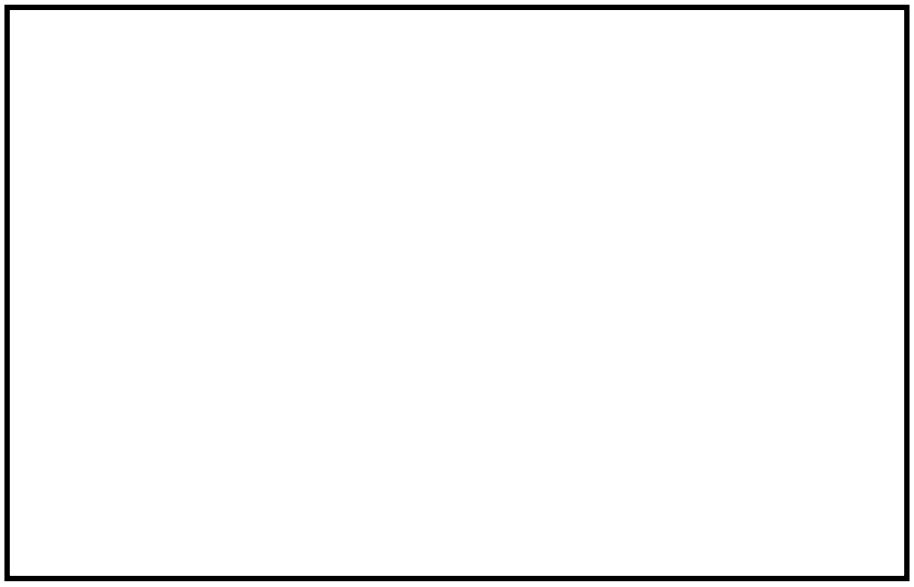


図 4－1　応答解析用モデル

表 4－8　機器諸元

項目	単位	入力値
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティーの材質	―	
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティーの質量	kg	
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティーの 内包水及び排除水の質量	kg	
温度	℃	104
縦弾性係数	MPa	
ポアソン比	―	
要素数	個	
節点数	個	

4.4　計算方法

4.4.1　ティーの計算方法

ティーに発生する応力は，設計・建設規格 PPC-3520 及び告示第５０１号第 56 条に従い算出する。なお，ティーの溶接継手は管の板厚の強度と同等以上となるように設計しているため，ここでは管について評価を行う。

設計・建設規格 PPC-3520 に基づく応力算出は以下の式に従う。

$$S_{prm} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_o}{2 \cdot t} + \frac{B_{2b} \cdot M_b}{Z_b} + \frac{B_{2r} \cdot M_r}{Z_r}$$

また，告示第５０１号第 56 条に基づく応力算出は以下の式に従う。

$$S_{prm} = \frac{P_m \cdot D_o}{4 \cdot t} + \frac{0.75 \cdot i_1 \cdot \left(M_a + M_b\right)}{Z}$$

4.5　計算条件

4.5.1　応力解析に用いるモーメント

応力解析に用いるモーメントは，図 4－2 に示す主管と分岐管に作用するモーメントを用いる。主管のモーメントは「4.5.1　設計荷重」に示したようにストレーナからの伝達荷重を考慮し，分岐管のモーメントは先の伝達荷重に加え，ティー自身に作用する荷重から算出したモーメントを考慮する。

算出したモーメントを表 4－9 に示す。ここでのモーメントとは，設計・建設規格解説 PPC-3520 の考え方に基づいて設定した 3 方向のモーメントを二乗和平方根で合成したものである。

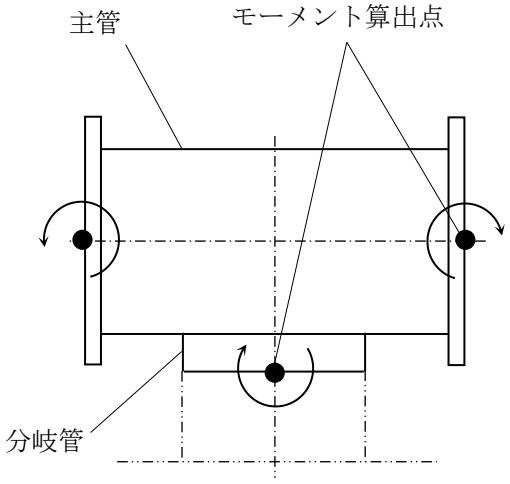


図 4－2　ティーのモーメント算出点

表 4－9　ティーの設計荷重

（単位：N･mm）

荷重		モーメント	
		主管	分岐管
1	死荷重		
2	異物荷重		
3	差圧		
4	ＳＲＶ荷重		
5	プールスウェル（気泡形成）		
6	蒸気凝縮（ＣＯ）		
7	チャギング（ＣＨ）		

4.6　応力の評価

「4.5　計算条件」で求めた応力が表 4－3，表 4－4，表 4－5 及び表 4－6 を用いて算出される許容応力以下であること。

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ティーの重大事故等時の状態を考慮した場合の評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足していることを確認した。

(1) 重大事故等時に対する評価

重大事故等時に対する応力評価結果を表 5－1，表 5－2 に示す。

なお，各評価点における計算応力は表 4－2 に示す荷重の組合せのうち，発生値が最も高い評価を記載している。

表 5－1 設計・建設規格に基づく重大事故等時に対する評価結果（D＋P_{SAD}＋M_{SAD}）

評価対象設備	評価部位	運転状態	応力分類	重大事故等時		
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ
原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティー	ティー	V（S）	一次応力	36	214	SA-3

表 5－2 告示第５０１号に基づく重大事故等時に対する評価結果（D＋P_{SAD}＋M_{SAD}）

評価対象設備	評価部位	運転状態	応力分類	許容応力状態Ⅴ		
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ
原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティー	ティー	V（S）	一次応力	19	143	SA-3

Ⅴ-3-3-3-3-2-4　弁の強度計算書

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-3-2-11「重大事故等クラス２弁の強度計算方法」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

機器名	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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
E51-F004	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	11.77	302	11.77	302	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
E51-F037	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

目　　次

1.　重大事故等クラス２弁　…………………………………………………… 1
1.1　設計仕様　………………………………………………………………… 2
1.2　強度計算書　……………………………………………………………… 3

K7 ① Ⅴ-3-3-3-3-2-4 R1

1.　重大事故等クラス２弁

K7 ① V-3-3-3-3-2-4 R1

1.1 設計仕様

系 統 ： 原子炉隔離時冷却系

機器の区分		重大事故等クラス2弁			
弁番号	種類	呼び径 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
F004	止め弁	150	SCPH2	SCPH2	
F037	止め弁	150	SCPH2	SCPH2	

1.2 強度計算書

系 統 ： 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F004	シート	1

		設計・建設規格	告示第501号
設計条件			
最高使用圧力P	(MPa)	11.77	
最高使用温度Tm	(℃)	302	
弁箱又は弁ふたの厚さ			
弁箱材料		SCPH2	
弁ふた材料		SCPH2	
P_1	(MPa)	9.95	—
P_2	(MPa)	14.95	—
d_m	(mm)	[redacted]	
t_1	(mm)	12.6	—
t_2	(mm)	18.6	—
t	(mm)	14.8	—
t_{ab}	(mm)	[redacted]	
t_{af}	(mm)	[redacted]	

評価 ： $t_{ab} \geqq t$
$t_{af} \geqq t$

よって十分である。

		設計・建設規格	告示第501号
ネック部の厚さ			
d_n	(mm)	[redacted]	
d_n / d_m		[redacted]	
ℓ	(mm)	—	
t_{m1}	(mm)	—	
t_{m2}	(mm)	15.2	—
t_{ma1}	(mm)	—	
t_{ma2}	(mm)	[redacted]	

評価 ：
$t_{ma2} \geqq t_{m2}$

よって十分である。

K7 ① V-3-3-3-3-2-4 R1

系 統 ： 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F004	シート	2

フランジ及びフランジボルトの応力解析

設計条件			モーメントの計算		
P_{FD}	(MPa)	21.06	H_D	(N)	5.600×10^{5}
P_{eq}	(MPa)	9.29	h_D	(mm)	69.0
T_m	(℃)	302	M_D	(N･mm)	3.864×10^{7}
M_e	(N･mm)		H_G	(N)	7.009×10^{5}
F_e	(N)		h_G	(mm)	66.1
フランジの形式		JIS B8265図2(b)(7)	M_G	(N･mm)	4.635×10^{7}
フランジ			H_T	(N)	4.552×10^{5}
材料		SCPH2	h_T	(mm)	82.1
σ_{fa}	(MPa)		M_T	(N･mm)	3.735×10^{7}
常温(ｶﾞｽｹｯﾄ締付時)(20℃)		120	M_o	(N･mm)	1.223×10^{8}
σ_{fb}	(MPa)		M_g	(N･mm)	1.247×10^{8}
最高使用温度(使用状態)		117	フランジの厚さと係数		
A	(mm)		t	(mm)	
B	(mm)		K		2.45
C	(mm)		h_o	(mm)	
g_0	(mm)		f		1.00
g_1	(mm)		F		0.793
h	(mm)		V		0.198
ボルト			e	(mm^{-1})	0.01068
材料			d	(mm^3)	854613
σ_a	(MPa)		L		2.03
常温(ｶﾞｽｹｯﾄ締付時)(20℃)		173	T		1.36
σ_b	(MPa)		U		2.53
最高使用温度(使用状態)		173	Y		2.31
n			Z		1.40
d_b	(mm)		応力の計算		
ガスケット			σ_{Ho}	(MPa)	98
材料			σ_{Ro}	(MPa)	106
ガスケット厚さ	(mm)		σ_{To}	(MPa)	81
G	(mm)		σ_{Hg}	(MPa)	76
m			σ_{Rg}	(MPa)	108
y	(N/mm^2)		σ_{Tg}	(MPa)	82
b_o	(mm)				
b	(mm)		応力の評価 ： $\sigma_{Ho} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$		
N	(mm)				$\sigma_{Ro} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$
G_s	(mm)				$\sigma_{To} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$
ボルトの計算					$\sigma_{Hg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$
H	(N)	1.015×10^{6}			$\sigma_{Rg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$
H_p	(N)	7.009×10^{5}			$\sigma_{Tg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$
W_{m1}	(N)	1.716×10^{6}			
W_{m2}	(N)	3.822×10^{5}			よって十分である。
A_{m1}	(mm^2)	9.920×10^{3}			
A_{m2}	(mm^2)	2.209×10^{3}			
A_m	(mm^2)	9.920×10^{3}			
A_b	(mm^2)				
W_o	(N)	1.716×10^{6}			
W_g	(N)	1.886×10^{6}			
評価 ： $A_m < A_b$					
よって十分である。					

K7 ① V-3-3-3-3-2-4 R1

系 統 ： 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F037	シート	1

	設計・建設規格	告示第501号
設計条件		
最高使用圧力P (MPa)	8.62	
最高使用温度Tm (℃)	302	
弁箱又は弁ふたの厚さ		
弁箱材料	SCPH2	
弁ふた材料	SCPH2	
P_1 (MPa)	6.64	—
P_2 (MPa)	9.95	—
d_m (mm)		
t_1 (mm)	11.2	—
t_2 (mm)	12.6	—
t (mm)	12.1	—
t_{ab} (mm)		
t_{af} (mm)		

評価 ： $t_{ab} \geqq t$
$t_{af} \geqq t$

よって十分である。

	設計・建設規格	告示第501号
ネック部の厚さ		
d_n (mm)		
d_n / d_m		
ℓ (mm)	—	
t_{m1} (mm)	—	
t_{m2} (mm)	—	12.4
t_{ma1} (mm)	—	
t_{ma2} (mm)		

評価 ：
$t_{ma2} \geqq t_{m2}$

よって十分である。

K7 ① V-3-3-3-3-2-4 R1

系 統 ： 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F037	シート	2

フランジ及びフランジボルトの応力解析

設計条件			
P_{FD}	(MPa)	16.30	
P_{eq}	(MPa)	7.68	
T_m	(℃)	302	
M_e	(N・mm)		
F_e	(N)		
フランジの形式		JIS B8265図2(b)(7)	
フランジ			
材料		SCPH2	
σ_{fa} 常温(ｶﾞｽｹｯﾄ締付時)(20℃)	(MPa)	120	
σ_{fb} 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	117	
A	(mm)		
B	(mm)		
C	(mm)		
g_0	(mm)		
g_1	(mm)		
h	(mm)		
ボルト			
材料			
σ_a 常温(ｶﾞｽｹｯﾄ締付時)(20℃)	(MPa)	173	
σ_b 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	173	
n			
d_b	(mm)		
ガスケット			
材料			
ガスケット厚さ	(mm)		
G	(mm)		
m			
y	(N/mm^2)		
b_o	(mm)		
b	(mm)		
N	(mm)		
G_s	(mm)		
ボルトの計算			
H	(N)	7.856×10^5	
H_p	(N)	5.425×10^5	
W_{m1}	(N)	1.328×10^6	
W_{m2}	(N)	3.822×10^5	
A_{m1}	(mm^2)	7.677×10^3	
A_{m2}	(mm^2)	2.209×10^3	
A_m	(mm^2)	7.677×10^3	
A_b	(mm^2)		
W_o	(N)	1.328×10^6	
W_g	(N)	1.692×10^6	

評価 ： $A_m < A_b$

よって十分である。

モーメントの計算		
H_D	(N)	4.334×10^5
h_D	(mm)	69.0
M_D	(N・mm)	2.990×10^7
H_G	(N)	5.425×10^5
h_G	(mm)	66.1
M_G	(N・mm)	3.587×10^7
H_T	(N)	3.523×10^5
h_T	(mm)	82.1
M_T	(N・mm)	2.891×10^7
M_o	(N・mm)	9.468×10^7
M_g	(N・mm)	1.119×10^8
フランジの厚さと係数		
t	(mm)	
K		2.45
h_o	(mm)	
f		1.00
F		0.793
V		0.198
e	(mm^{-1})	0.01068
d	(mm^3)	854613
L		2.03
T		1.36
U		2.53
Y		2.31
Z		1.40
応力の計算		
σ_{Ho}	(MPa)	75
σ_{Ro}	(MPa)	82
σ_{To}	(MPa)	62
σ_{Hg}	(MPa)	68
σ_{Rg}	(MPa)	97
σ_{Tg}	(MPa)	74

応力の評価 ： $\sigma_{Ho} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$

$\sigma_{Ro} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$

$\sigma_{To} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$

$\sigma_{Hg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$

$\sigma_{Rg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$

$\sigma_{Tg} \leqq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$

よって十分である。

K7 ① V-3-3-3-2-4 R1E

Ⅴ-3-3-3-3-2-5　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-2-5-1　管の基本板厚計算書

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

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	77	1.37	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
4	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
5	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
6	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	11.77	77	11.77	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
その他1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	SA-2
その他2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	SA-2
その他3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	0.98	184	0.98	184	有	S55告示	既工認	—	SA-2
その他4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	77	1.37	77	有	S55告示	既工認	—	SA-2

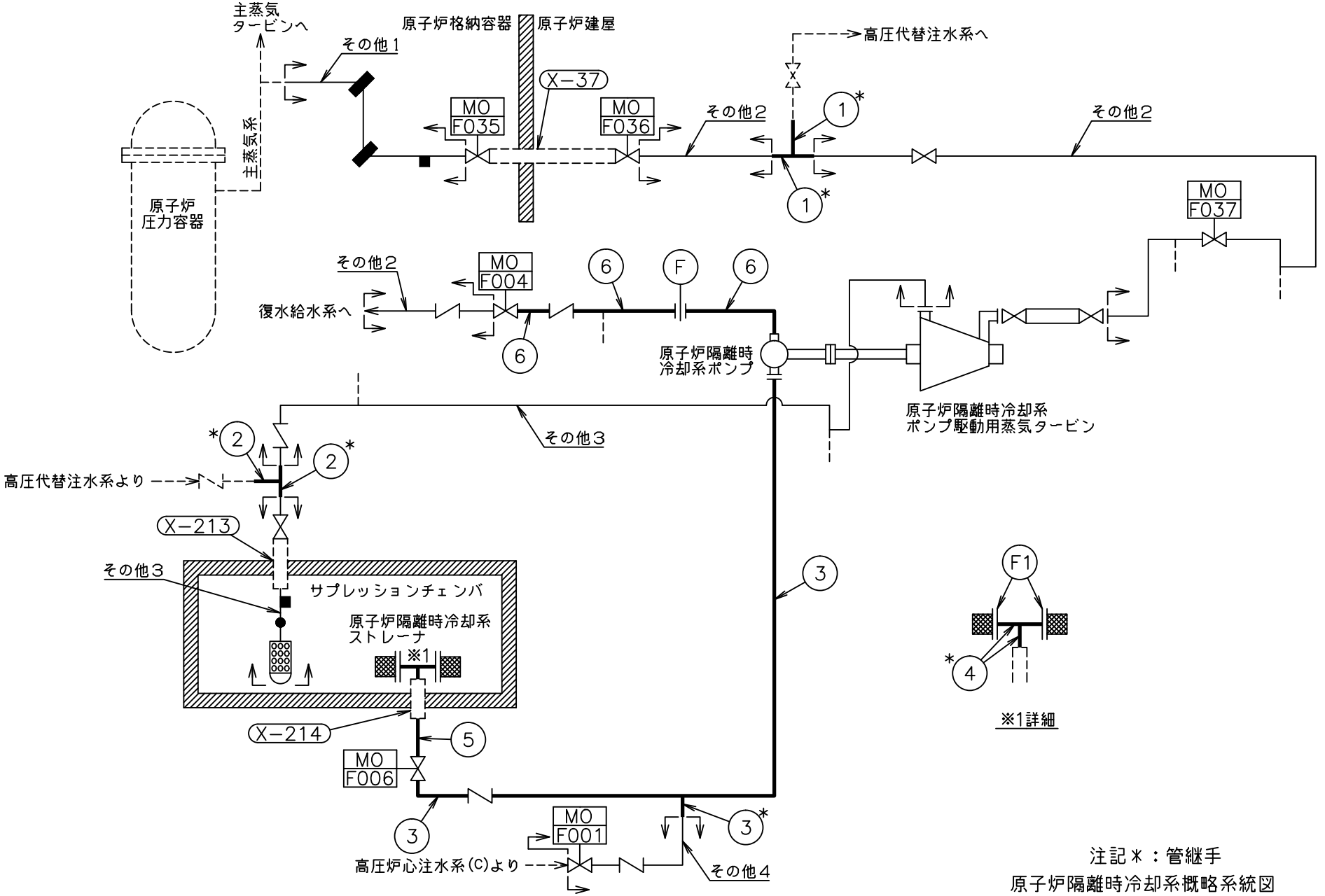
・適用規格の選定

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

目　　次

1．概略系統図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2．管の強度計算書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
3．フランジの強度計算書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

1．概略系統図


主蒸気
タービンへ
その他1
原子炉格納容器
原子炉建屋
高圧代替注水系へ
X−37
MO
F035
MO
F036
その他2
1*
その他2
MO
F037
原子炉
圧力容器
主蒸気系
その他2
MO
F004
6
F
6
復水給水系へ
6
原子炉隔離時
冷却系ポンプ
原子炉隔離時冷却系
ポンプ駆動用蒸気タービン
その他3
2*
2*
高圧代替注水系より
X−213
その他3
サプレッションチェンバ
原子炉隔離時冷却系
ストレーナ
※1
3
X−214
5
MO
F006
3
3*
MO
F001
高圧炉心注水系(C)より
その他4
F1
4*
※1詳細
注記＊：管継手
原子炉隔離時冷却系概略系統図
本範囲の強度計算は，平成4年3月27日付け　3資庁第13034号にて認可された
工事計画のⅣ−3−1−4−1−1「管の基本板厚計算書」による。

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	8.62	302	165.20	14.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	12.51	6.69	A	6.69
2	0.98	184	355.60	11.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	9.71	1.69	C	3.80
3	1.37	120	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.43	C	3.80
4	0.31	120	216.30	8.20	SUS304TP	S	2	119	1.00	12.5 %	7.17	0.29	A	0.29
5	0.31	120	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	0.33	C	3.80
6	11.77	120	165.20	18.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	15.92	9.03	A	9.03

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

3.　フランジの強度計算書

（原子炉隔離時冷却系ストレーナ取付部ティー側フランジ：ＮＯ．Ｆ１）

ティー側フランジの強度計算はⅤ-3-3-3-3-2-3「原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの強度計算書」で説明するため，ここでは記載を省略する。

Ⅴ-3-3-3-3-2-5-2　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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
RCIC-PW-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	0.98	184	0.98	184	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RCIC-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RCIC-R-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCIC-R-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	0.98	184	0.98	184	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RCIC-R-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCIC-R-3	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
RCIC-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	77	1.37	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
RCIC-R-3	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
RCIC-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	77	1.37	77	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RCIC-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	11.77	77	11.77	120	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
RCIC-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　8
3.　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　13
3.1　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　13
3.2　材料及び許容応力　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　25
4.　計算結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　27
5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　29

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

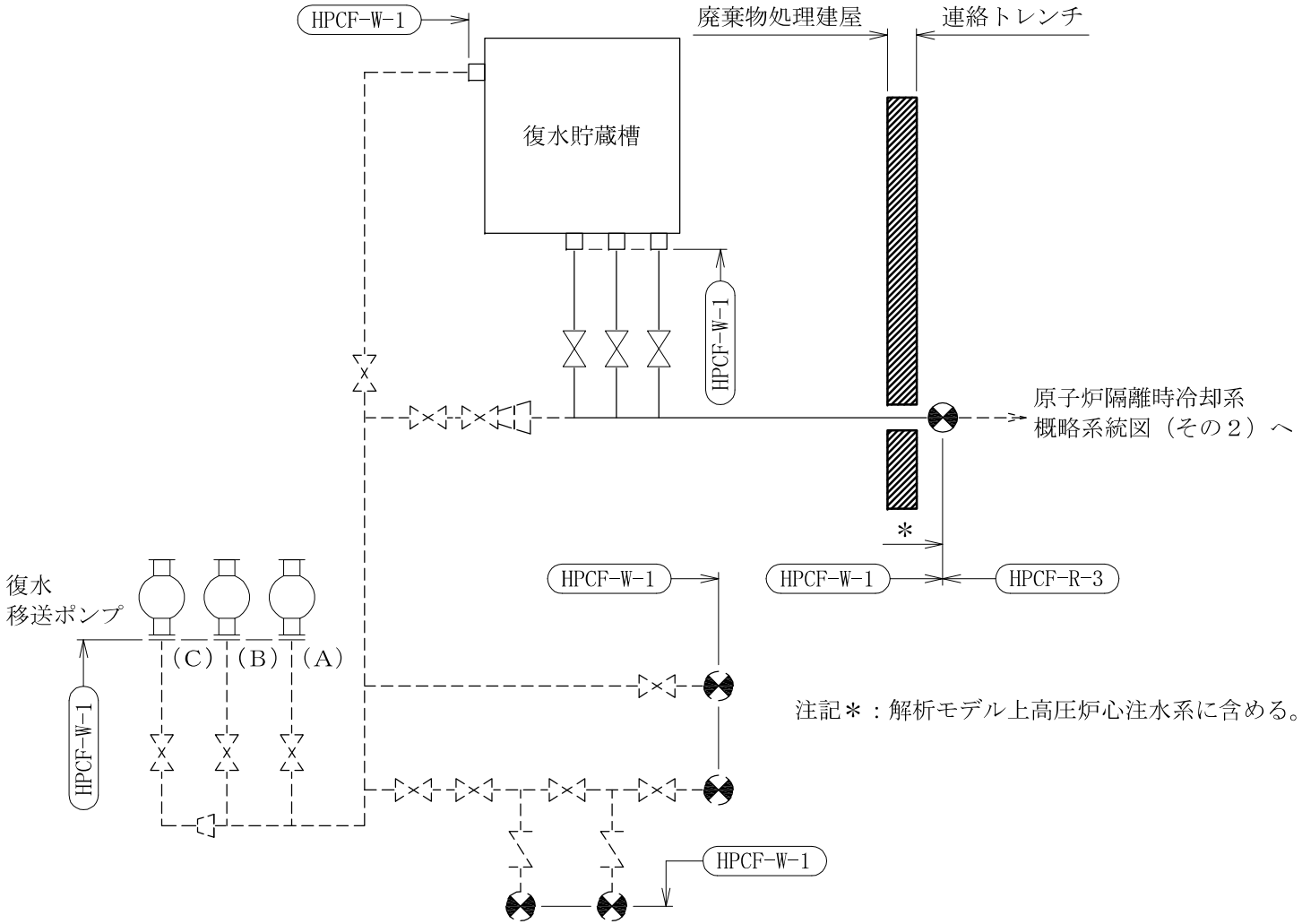
工事計画記載範囲の管のうち，設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全４モデルのうち，最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2.　概略系統図及び鳥瞰図

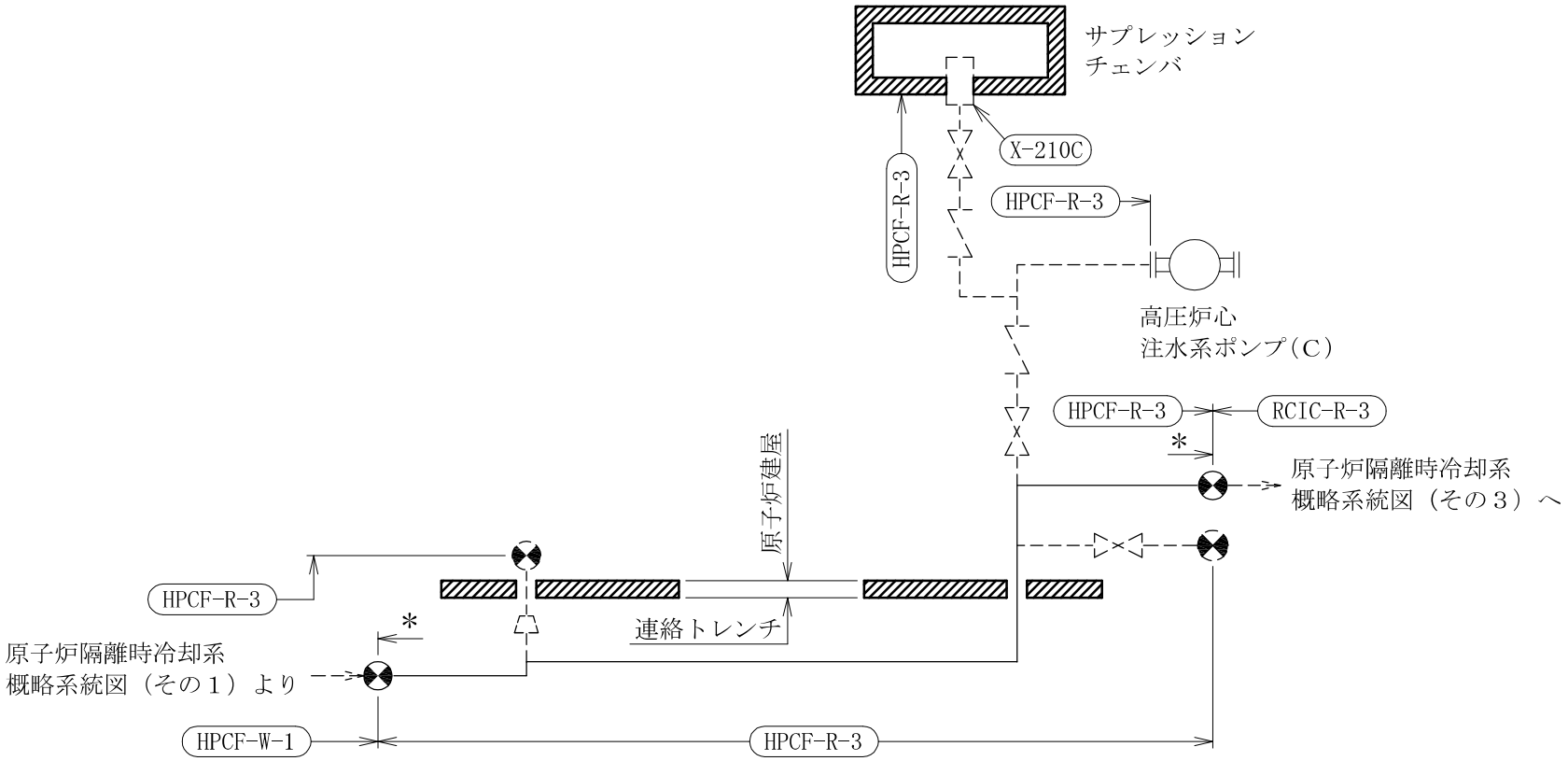
2.1　概略系統図

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

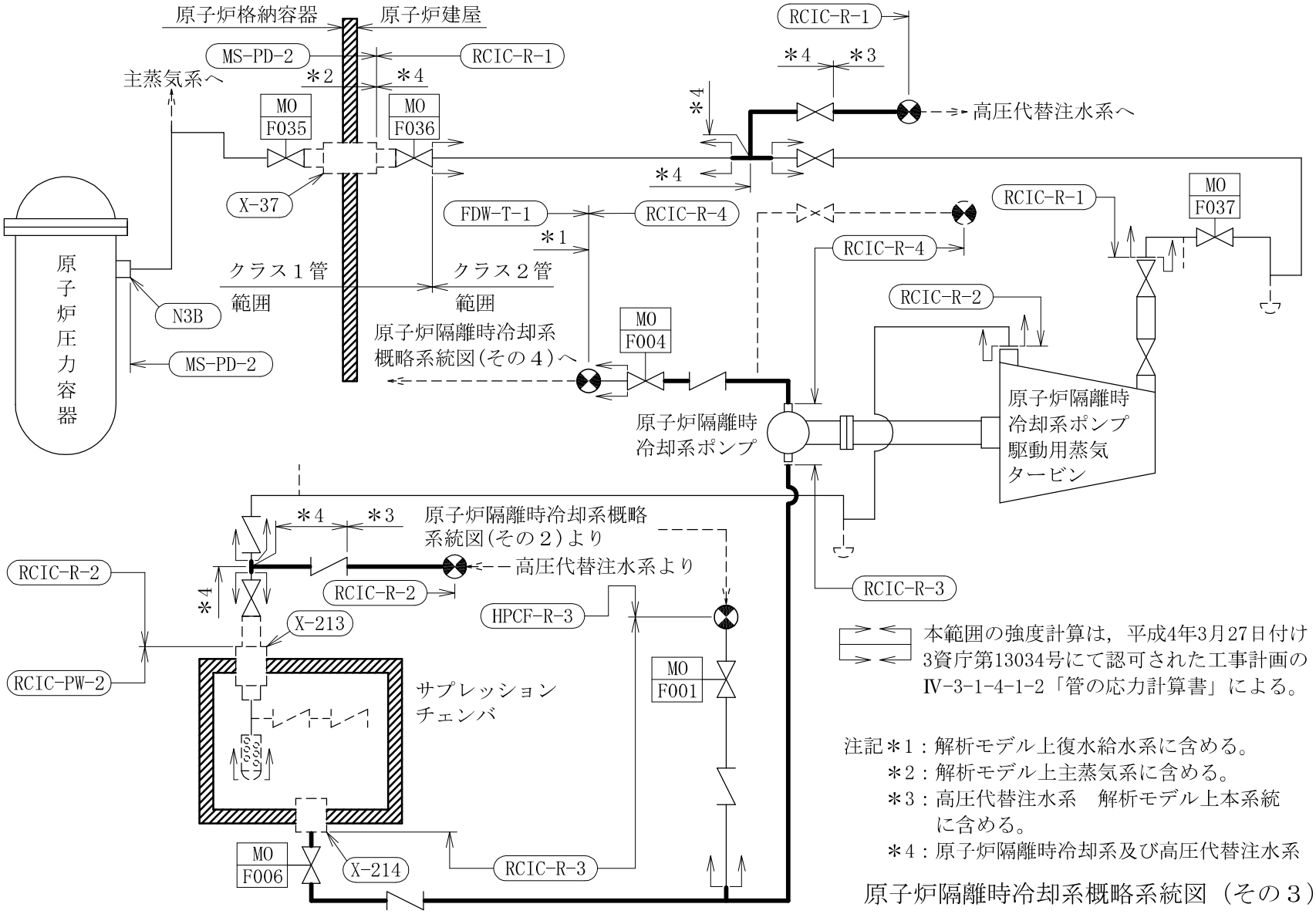


原子炉隔離時冷却系概略系統図（その１）



注記＊：解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

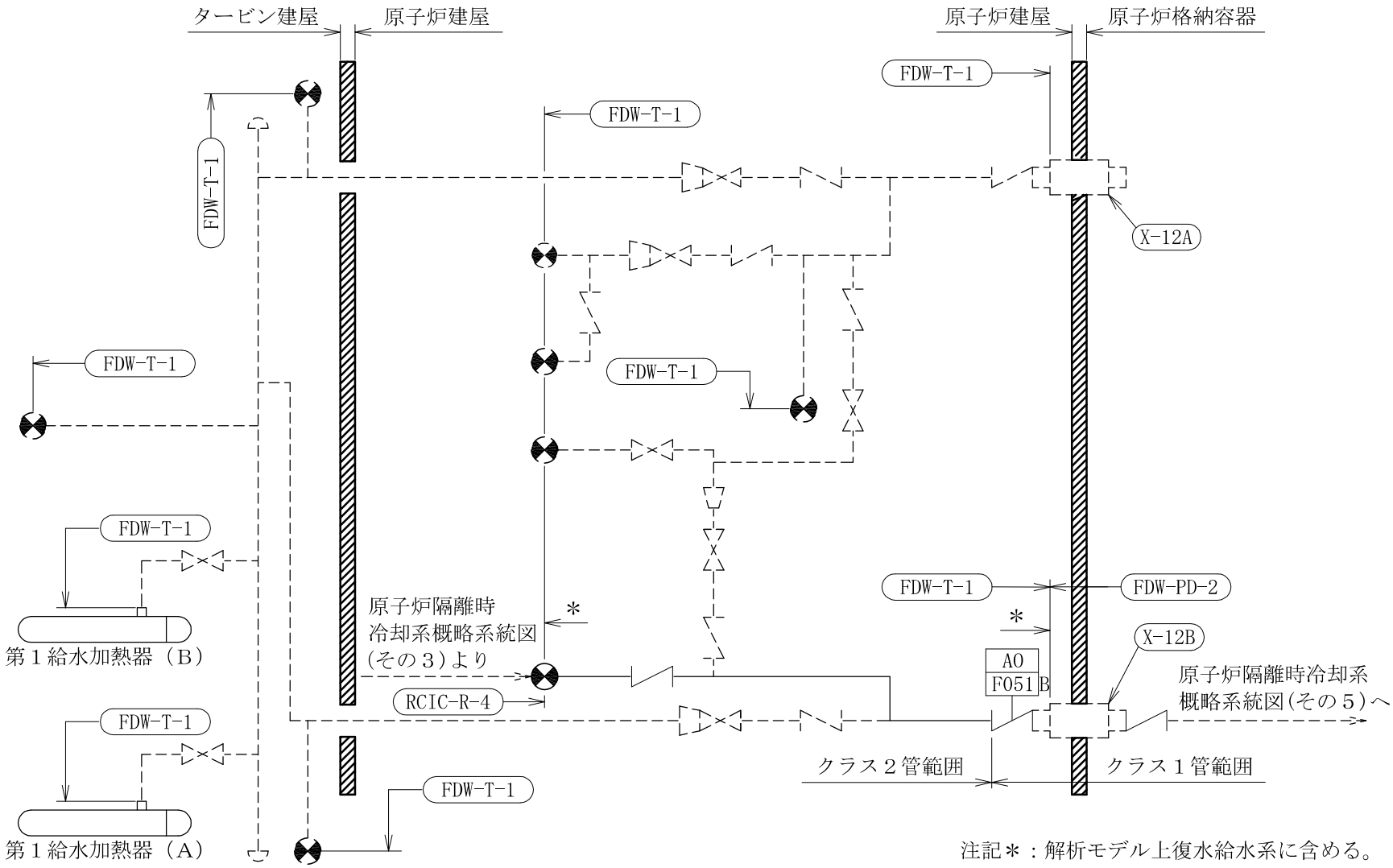
原子炉隔離時冷却系概略系統図（その２）



本範囲の強度計算は，平成4年3月27日付け3資庁第13034号にて認可された工事計画のⅣ-3-1-4-1-2「管の応力計算書」による。

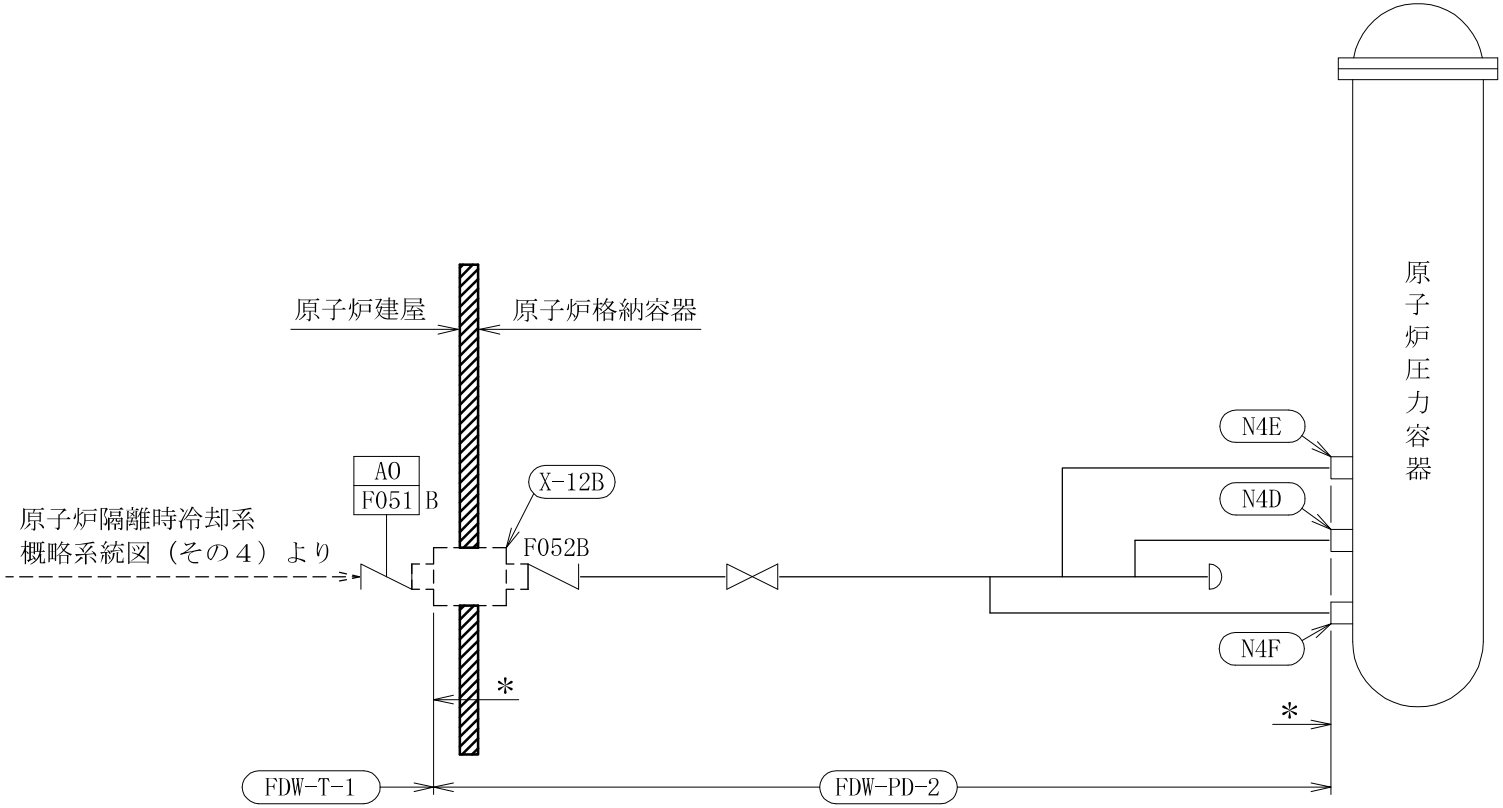
注記＊1：解析モデル上復水給水系に含める。
＊2：解析モデル上主蒸気系に含める。
＊3：高圧代替注水系　解析モデル上本系統に含める。
＊4：原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系

原子炉隔離時冷却系概略系統図（その３）



注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図（その４）

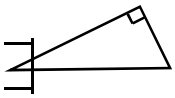
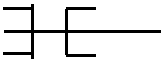
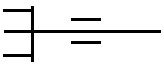


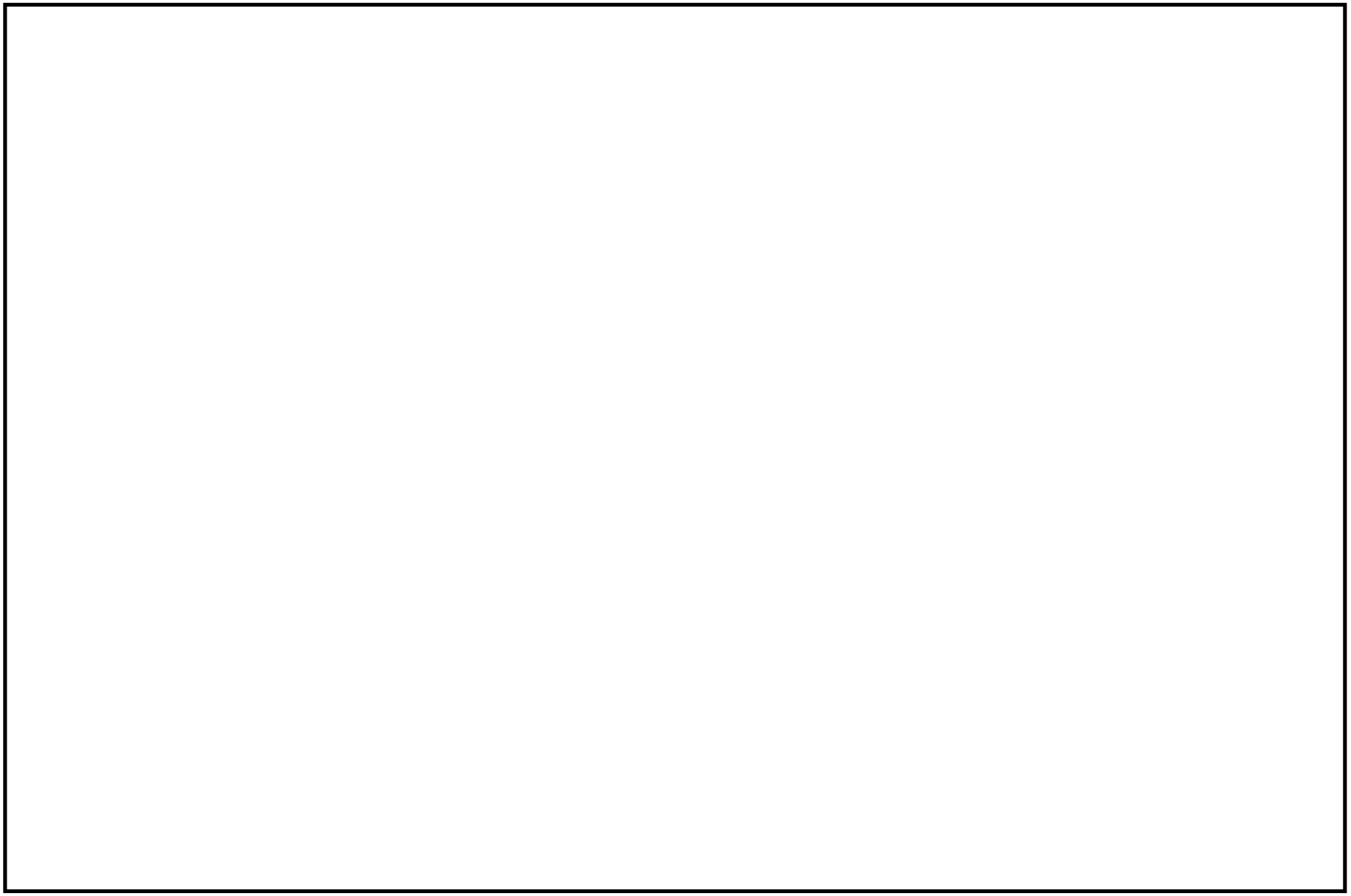
注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図（その５）

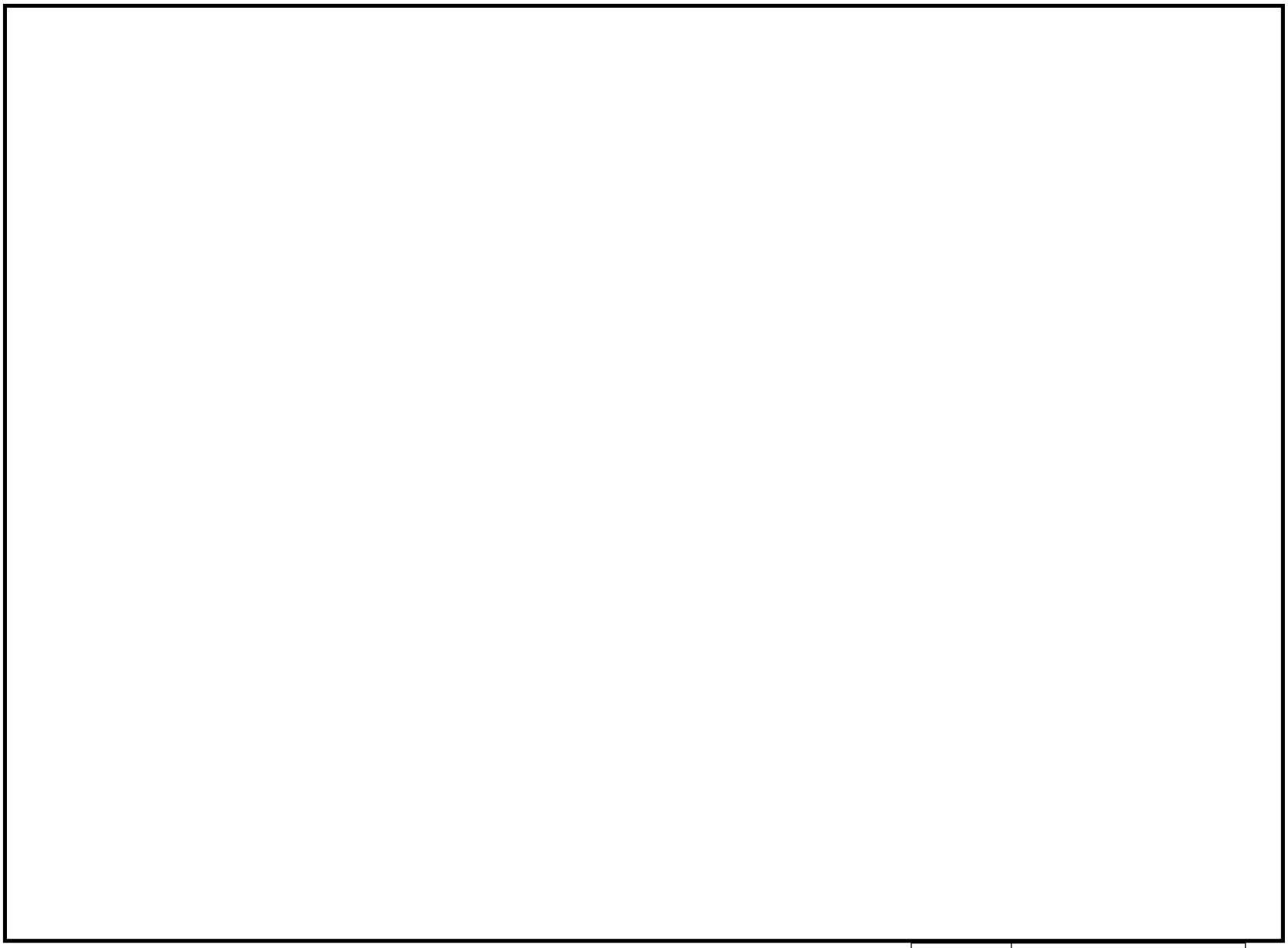
2.2　鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

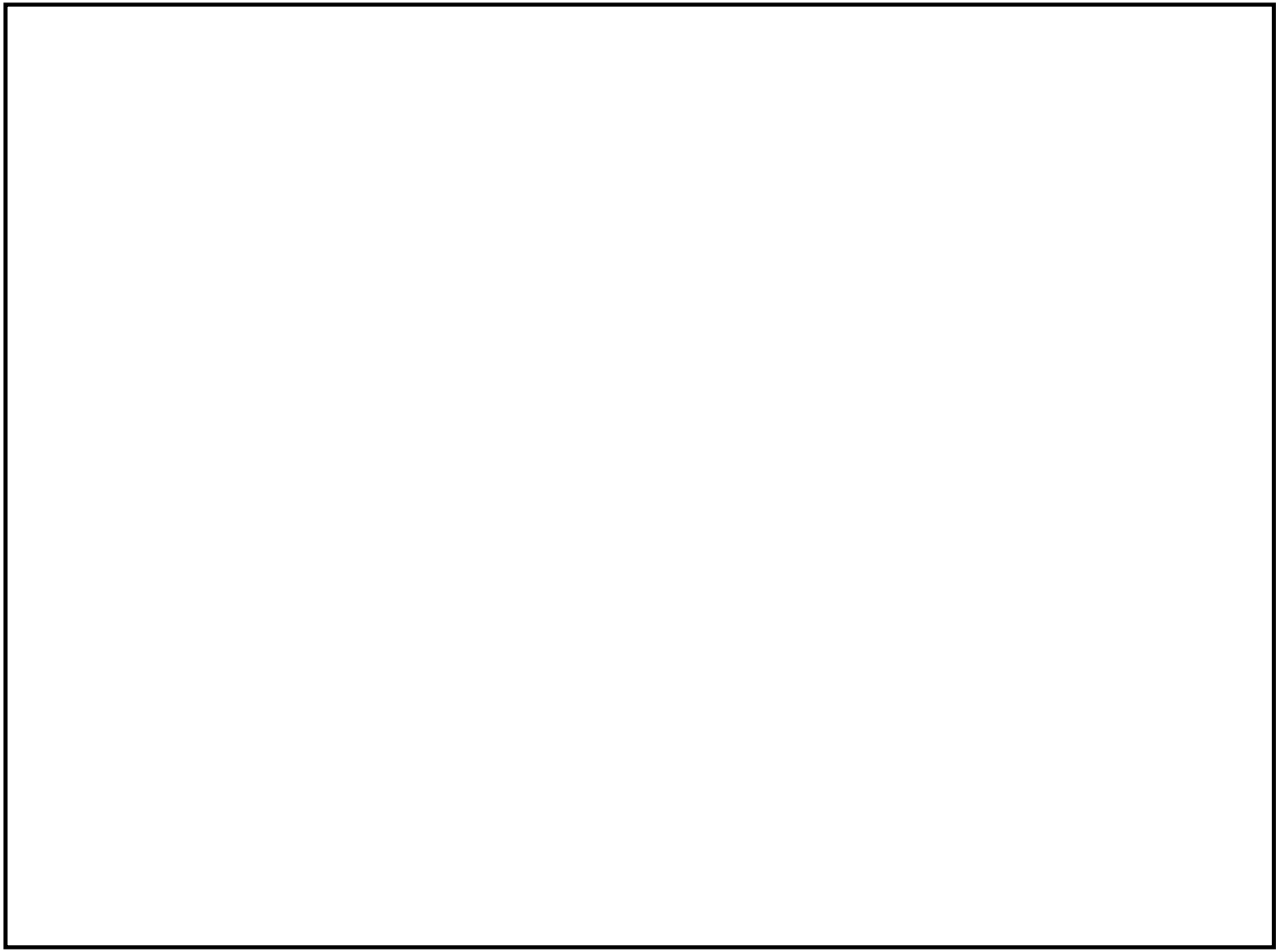
記号	内容
（太線）	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
（細線）	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他計算書記載範囲の管
（破線）	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント （本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注1：鳥瞰図中の寸法の単位は㎜である。



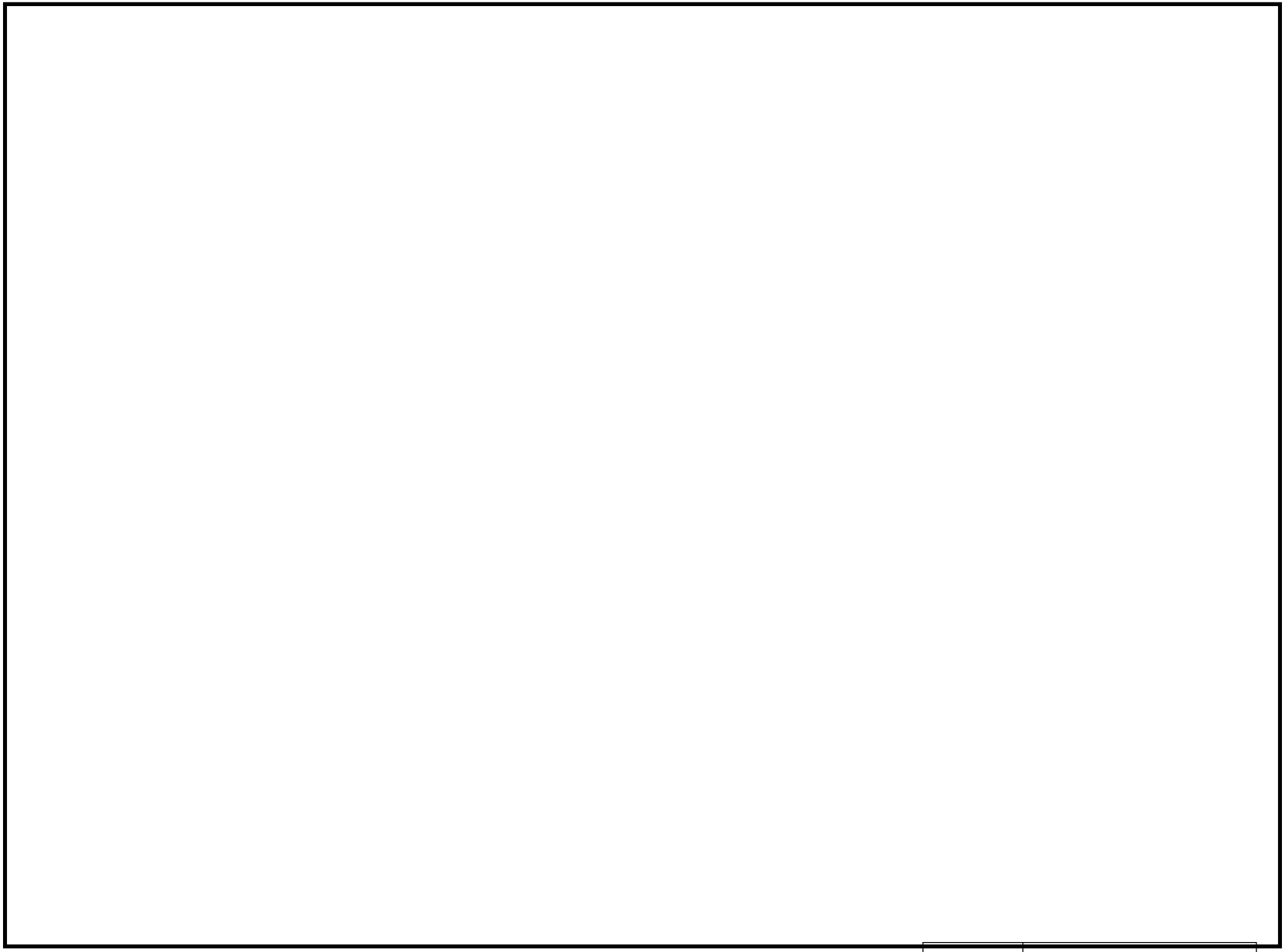
鳥瞰図	RCIC-R-1(1/3)



鳥瞰図	RCIC-R-1(2/3)



鳥瞰図	RCIC-R-1(3/3)



鳥瞰図	RCIC-R-4

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 RCIC-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 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	6～1901,1905～70 12～106	8.62	302	165.2	14.3	STPT410
2	75～89N	8.62	302	165.2	14.3	STPT410
3	110～131A	8.62	302	165.2	14.3	STPT410

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　RCIC-R-4

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1N～18,19～30S	11.77	120	165.2	18.2	STPT410
2	30S～61	11.77	120	165.2	18.2	STPT410
3	65～101A	8.62	302	165.2	14.3	STPT410

配管の付加質量

鳥瞰図　RCIC-R-1

質量	対応する評価点
[redacted]	6～1901, 1905～37S, 47S～70, 75～89N, 12～106 110～131A
[redacted]	37S～47S

配管の付加質量

鳥瞰図　RCIC-R-4

質量	対応する評価点
[redacted]	1N～18, 19～29S, 45S～61, 6501～7001, 7002～7501 7502～7901, 7902～8501, 8502～9401, 9402～100
[redacted]	30S～44S
[redacted]	65～6501, 7001～7002, 7501～7502, 7901～7902, 8501～8502 9401～9402
[redacted]	100～101A

フランジ部の質量

鳥瞰図　RCIC-R-1

質量	対応する評価点
[redacted]	89N

フランジ部の質量

鳥瞰図　RCIC-R-4

質量	対応する評価点
[redacted]	13

弁部の寸法

鳥瞰図　RCIC-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)
2～3				3～4			
4～5				3～6			
1901～1902				1902～1903			
1903～1904				1902～1905			
70～71				71～72			
72～73				73～74			
71～75				106～107			
107～108				108～109			
107～110							

弁部の寸法

鳥瞰図　RCIC-R-4

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
18～19				61～62			
62～63				63～64			
62～65							

弁部の質量

鳥瞰図　RCIC-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
[redacted]	4	[redacted]	5
[redacted]	1903	[redacted]	1904
[redacted]	72	[redacted]	74
[redacted]	108	[redacted]	109

弁部の質量

鳥瞰図　RCIC-R-4

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
[redacted]	18～19	[redacted]	63
[redacted]	64		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図　RCIC-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
** 160 **						
19						
25						
31						
38						
** 51 **						
** 51 **						
51						
61						
** 73 **						
** 80 **						
80						
81						
89N						
1100						
** 1100 **						
1251						
131A						

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図　RCIC-R-4

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						
12						
26						
35						
50						
54						
66						
78						
** 78 **						
82						
89						
** 89 **						
93						
95						
101A						

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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPT410	302	—	—	—	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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPT410	120	—	—	—	103
STPT410	302	—	—	—	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_{prm} *1 S_{prm} *2	許容応力 1.5・S_h 1.8・S_h
RCIC-R-1	19	S_{prm} *1	62	154
RCIC-R-1	19	S_{prm} *2	64	185

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_{prm} *1 S_{prm} *2	許容応力 S_h 1.2・S_h
RCIC-R-4	66	S_{prm} *1	48	103
RCIC-R-4	66	S_{prm} *2	48	123

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	RCIC-R-1	19	62	154	2.48	○	19	64	185	2.89	○
2	RCIC-R-2	87	26	154	5.92	—	87	28	185	6.60	—
3	RCIC-R-3	49A	42	189	4.50	—	49A	43	226	5.25	—
4	RCIC-R-4	67	50	154	3.08	—	67	53	185	3.49	—

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	RCIC-R-3	49A	43	126	2.93	—	49A	43	151	3.51	—
2	RCIC-R-4	66	48	103	2.14	○	66	48	123	2.56	○

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。

Ⅴ-3-3-3-3-3　高圧代替注水系の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-3-1　　高圧代替注水系ポンプの強度計算書

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-3-2-10「重大事故等クラス２ポンプの強度計算方法」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

機器名	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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
高圧代替注水系ポンプ	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	11.80	77	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

目　　次

1.　計算条件 ····· 1
1.1　ポンプ形式 ····· 1
1.2　計算部位 ····· 1
1.3　設計条件 ····· 2
2.　強度計算 ····· 2
2.1　ケーシングの厚さ ····· 2
2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ ····· 3
2.3　ケーシングのボルト穴 ····· 3
2.4　ケーシングカバーの厚さ ····· 3
2.5　ボルトの平均引張応力 ····· 4
2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ ····· 5
2.7　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価 ····· 6

1.　計算条件

1.1　ポンプ形式

ターボポンプであって，ケーシングが軸垂直割りで軸対称であるものに相当する。

1.2　計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

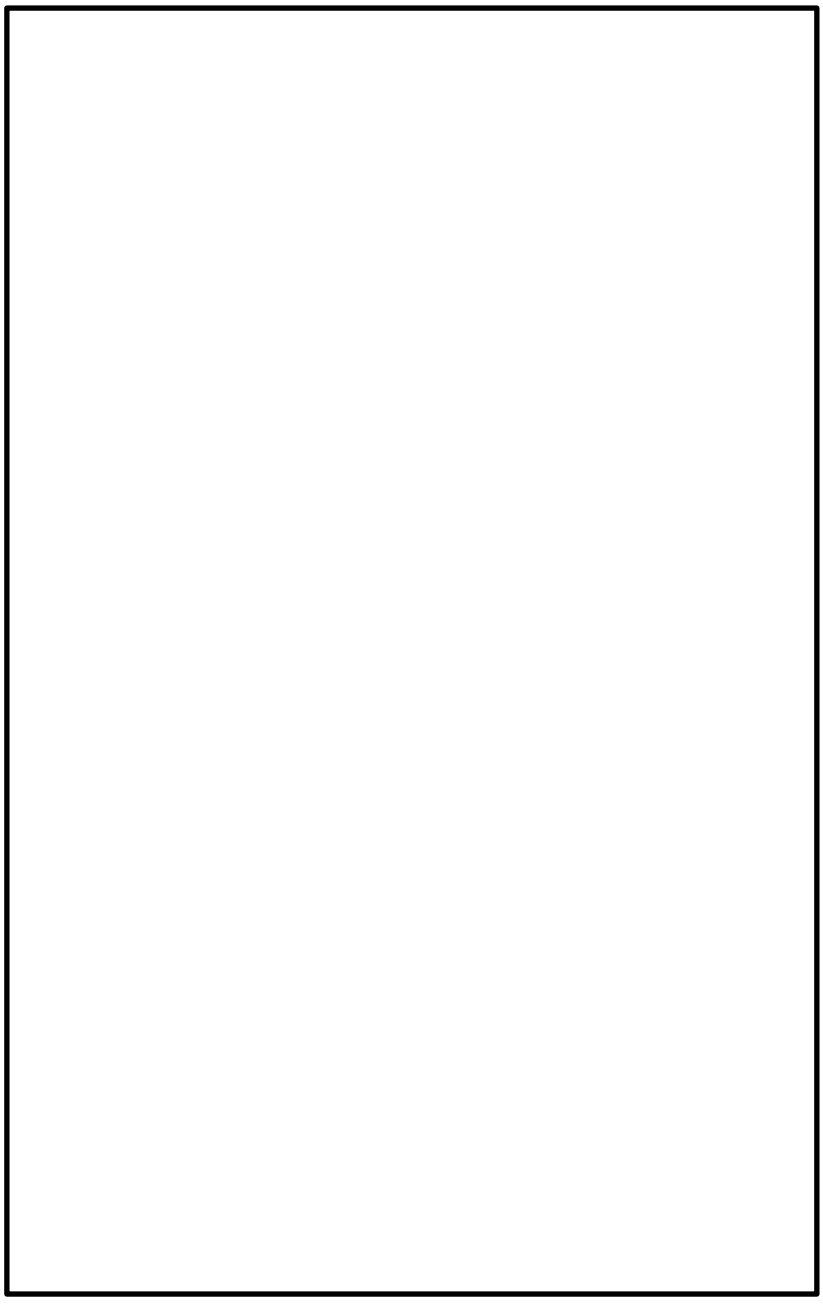


図 1－1　概要図

1.3　設計条件

設計条件	吐出側	吸込側
最高使用圧力（MPa）	11.80	1.37
最高使用温度（℃）	77	77

2.　強度計算

2.1　ケーシングの厚さ

設計・建設規格　PMC-3320

計算部位	材　　料	P (MPa)	S (MPa)	A_1 (mm)	A_2 (mm)
①	SCS6 相当	11.80	151*		
②	SCS6 相当	1.37	151*		

注記　＊：ＪＩＳ　Ｂ　８２６５で規定される値

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
	34.0	

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格　PMC-3330　　（単位：mm）

計算部位	r_i	r_m	ℓ	t	$t_{\ell o}$	t_ℓ
③			4.4			
④			20.9			

評価：$t_\ell \geqq t$，よって十分である。

2.3　ケーシングのボルト穴

設計・建設規格　PMC-3340　　（単位：mm）

計算部位	d_{bm}	a	a_{so}	a_s	X	X_{so}	X_s
⑤		78.0	96.2		19.6	28.7	

評価：$a_s \geqq a$，よって十分である。

評価：$X_s \geqq X$，よって十分である。

2.4　ケーシングカバーの厚さ

設計・建設規格　PMC-3410

計算部位	材　　料	P (MPa)	S (MPa)	平　板　形	
				d (mm)	K
⑥	SCS6 相当	11.80	151*		
⑦	SUSF304L 相当	11.80	106		

注記　＊：ＪＩＳ　Ｂ　８２６５で規定される値

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.5　ボルトの平均引張応力

設計・建設規格　PMC-3510

計算部位	材料	P (MPa)	S_b (MPa)	d_b (mm)	n	A_b (mm^2)
⑧	SNB7 相当 [redacted] (径≦63mm)	11.80	173	[redacted]		
⑨	SNB7 相当 [redacted] (径≦63mm)	11.80	173			

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G_s (mm)	G (mm)	D_g (mm)
セルフシール ガスケット(ゴム)	－	－	[redacted]		
渦巻形金属ガスケット (非石綿)(ステンレス鋼)	2.5	1a			

H (N)	H_p (N)	W_{m1} (N)	W_{m2} (N)	W (N)	σ (MPa)
[redacted]					106
					26

評価：$\sigma \leqq S_b$，よって十分である。

2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格　PMC-3610

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	D_o (mm)
⑩	SCS6 相当	1.37	151*	
⑪	SCS6 相当	1.37	151*	
⑫	SCS6 相当	11.80	151*	

注記　＊：ＪＩＳ　Ｂ　８２６５で規定される値

継手の種類	放射線透過試験の有無	η
継手無し	――――――	1.00
継手無し	――――――	1.00
継手無し	――――――	1.00

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.7　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

ケーシング（使用材料規格：[redacted]）の評価結果

（比較材料：ＪＩＳ　Ｇ　５１２１　ＳＣＳ６）

ケーシング，ケーシングカバー及び管台に使用している[redacted]は，発電用設備規格委員会質疑応答集にてＪＩＳの化学的成分と機械的性質の要求事項を満足することでＪＩＳ　Ｇ　５１２１　ＳＣＳ６と同等材として認められているため，クラス２ポンプに使用可能な材料と機械的強度及び化学成分を比較し，同等であることを示す。

(1)　機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	[redacted] MPa	[redacted] MPa 以上	引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	750 MPa 以上	550 MPa 以上	

(2)　化学的成分

	化学成分(%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	[redacted]									
比較材料	0.06 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.04 以下	0.03 以下	—	3.5 ～ 4.5	11.5 ～ 14.0	0.4 ～ 1.0	—
比較結果	化学成分は同等である。									

(3)　評価結果

・相当材の仕様について

(1)(2)の評価により，機械的強度及び化学成分において比較材料と同等であることを確認したため，本設備において，[redacted]をＪＩＳ　Ｇ　５１２１　ＳＣＳ６の相当材とし，重大事故等クラス２材料として使用することに問題ないと考える。

・許容応力値について

ＪＩＳ　Ｇ　５１２１　ＳＣＳ６は，設計・建設規格において使用可能な材料であるが，最高使用温度における材料の許容引張応力について，設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定されていないことから，ＪＩＳ　Ｂ　８２６５に規定される許容引張応力を使用する。本ＪＩＳは圧力容器の構造に関するものであるが，ＪＩＳの許容引張応力の考え方は，設計・建設規格と同様に各温度の引張強さ，降伏点に対して一定の割合で除した値を許容引張応力として用いている。また，ＪＩＳの許容引張応力は設計・建設規格の値に比べてより保守的な値が設定されていることから，本計算書においてＪＩＳ　Ｂ　８２６５に規定される許容引張応力を使用することに問題ないと考える。

Ⅴ-3-3-3-3-3-2　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-3-2-1　管の基本板厚計算書

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

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	77	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
9	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	11.80	77	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

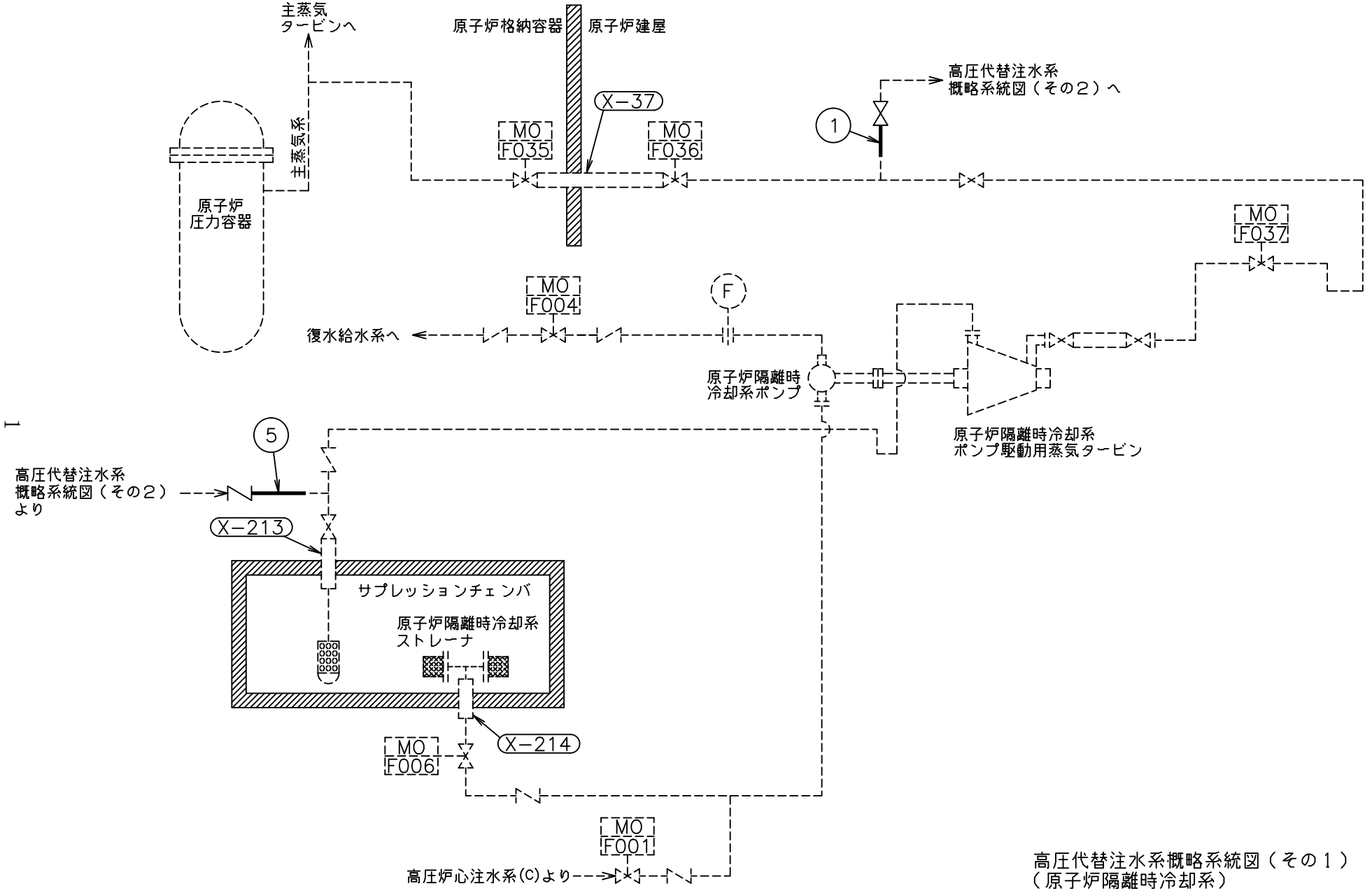
・適用規格の選定

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
7	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
8	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
9	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

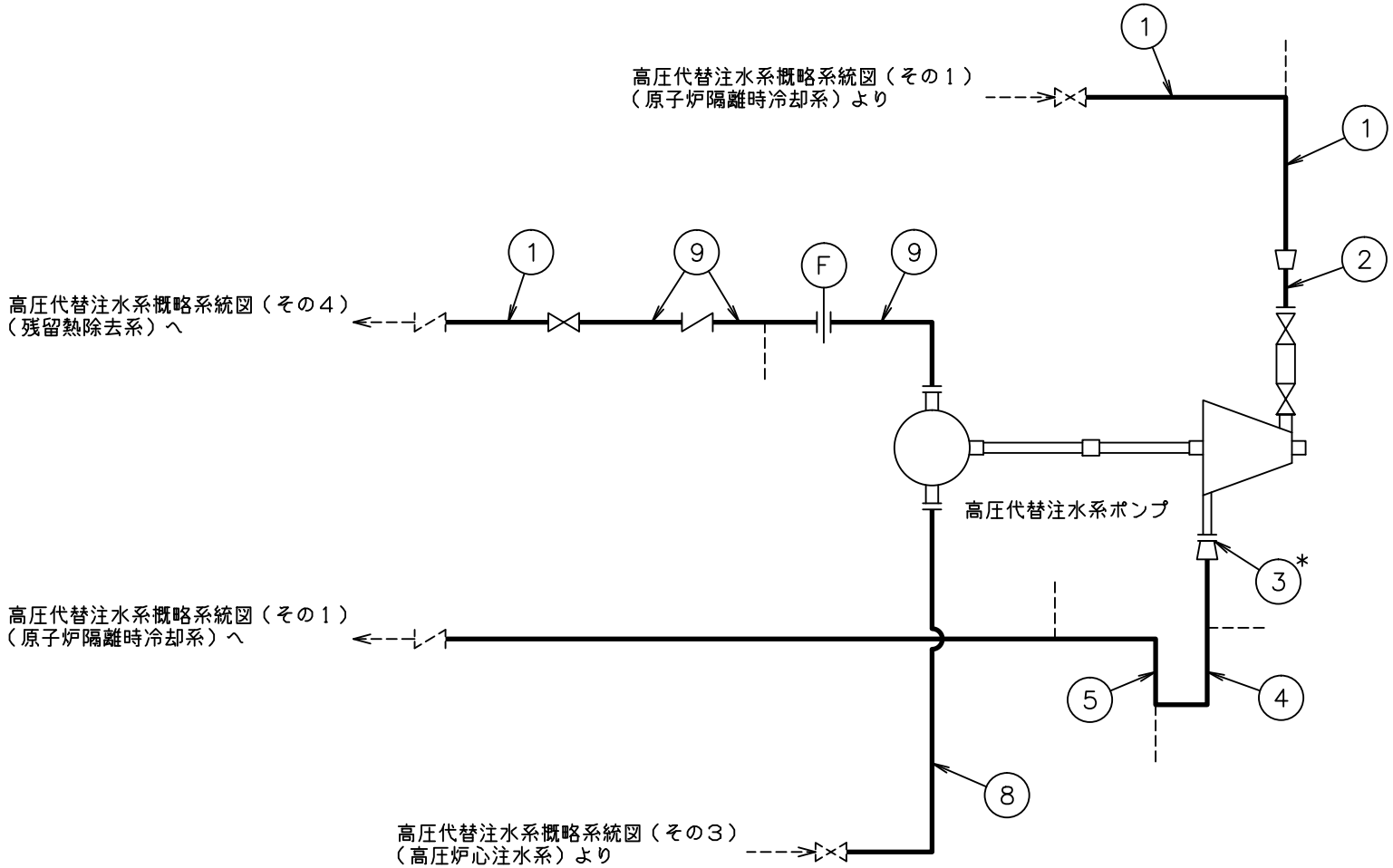
目　　次

1．概略系統図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2．管の強度計算書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

1．概略系統図

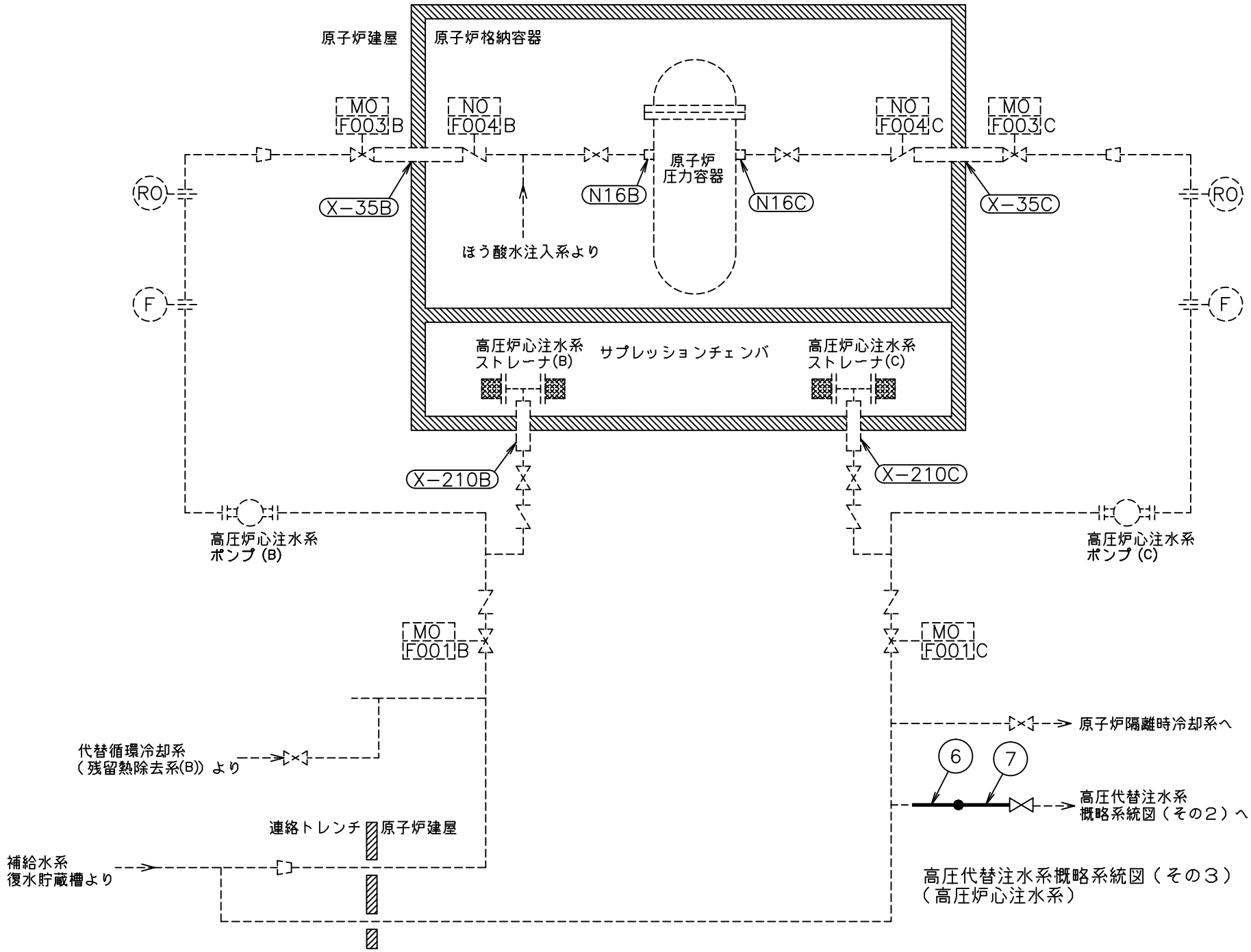


高圧代替注水系概略系統図（その１）
（原子炉隔離時冷却系）

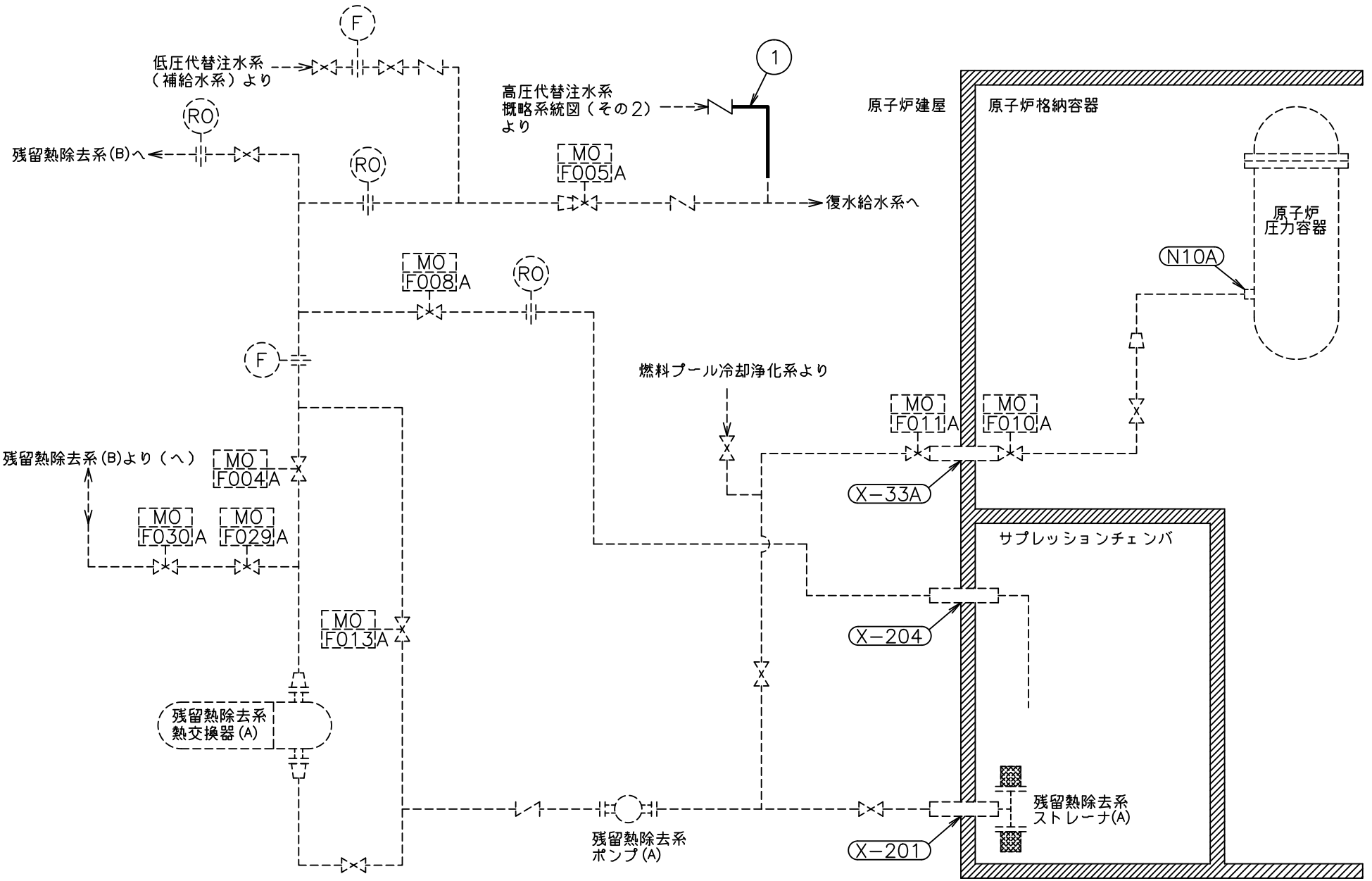


注記＊：管継手

高圧代替注水系概略系統図（その２）



高圧代替注水系概略系統図（その３）
（高圧炉心注水系）



高圧代替注水系概略系統図（その４）
（残留熱除去系）

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	8.62	302	165.20	14.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	12.51	6.69	A	6.69
2	8.62	302	89.10	11.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	9.71	3.61	A	3.61
3	0.98	184	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.03	C	3.80
4	0.98	184	267.40	9.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.13	1.27	C	3.80
5	0.98	184	355.60	11.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	9.71	1.69	C	3.80
6	1.37	66	216.30	8.20	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5 %	7.17	1.17	A	1.17
7	1.37	66	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.43	C	3.80
8	1.37	77	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.43	C	3.80
9	11.80	77	165.20	18.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	15.92	9.05	A	9.05

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

Ⅴ-3-3-3-3-3-2-2　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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
HPAC-R-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-R-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-R-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	77	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-R-4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	11.80	77	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-R-4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
3.　　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12
3.1　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12
3.2　材料及び許容応力　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
4.　　計算結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.　　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20

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

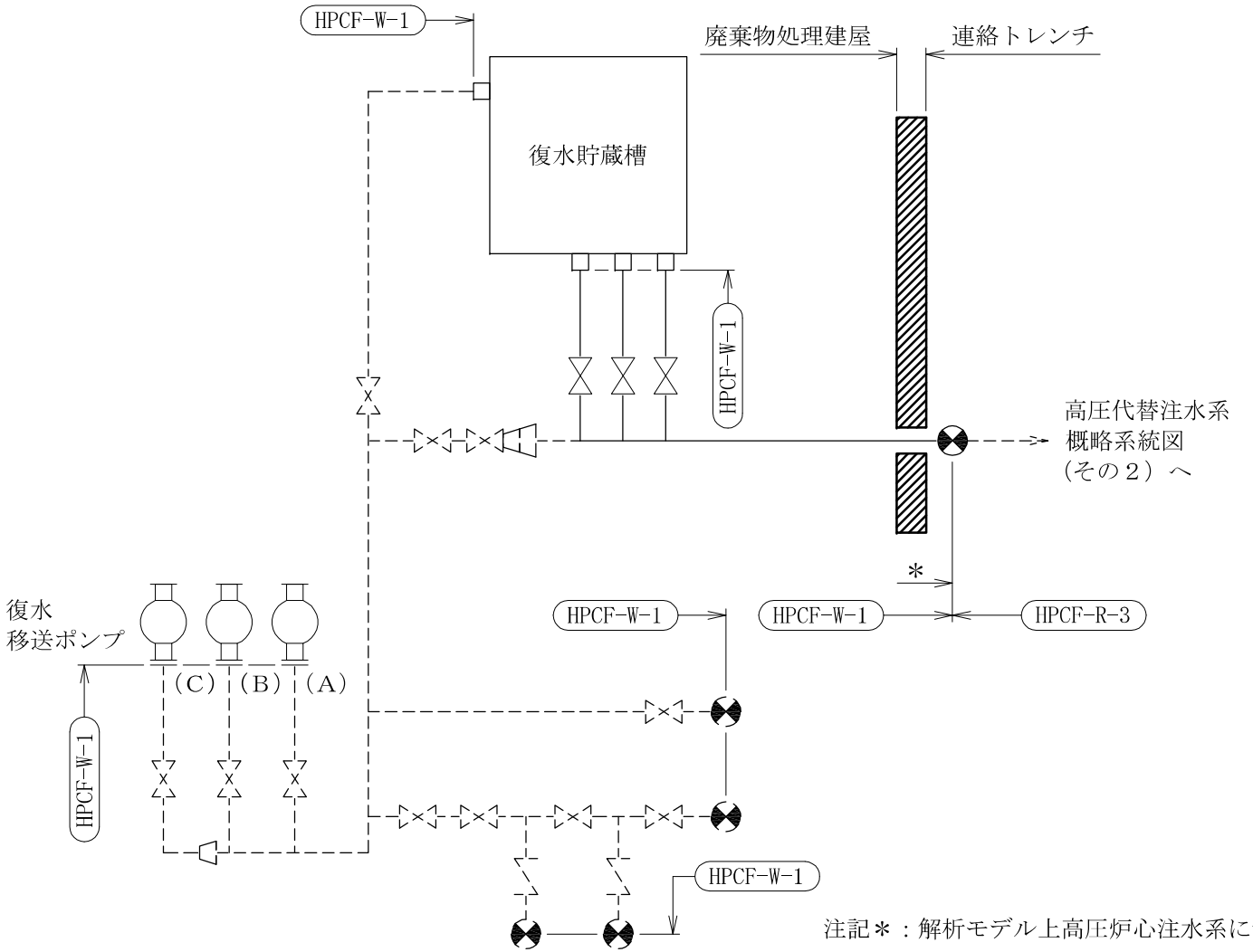
工事計画記載範囲の管のうち，設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全４モデルのうち，最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2.　概略系統図及び鳥瞰図

2.1　概略系統図

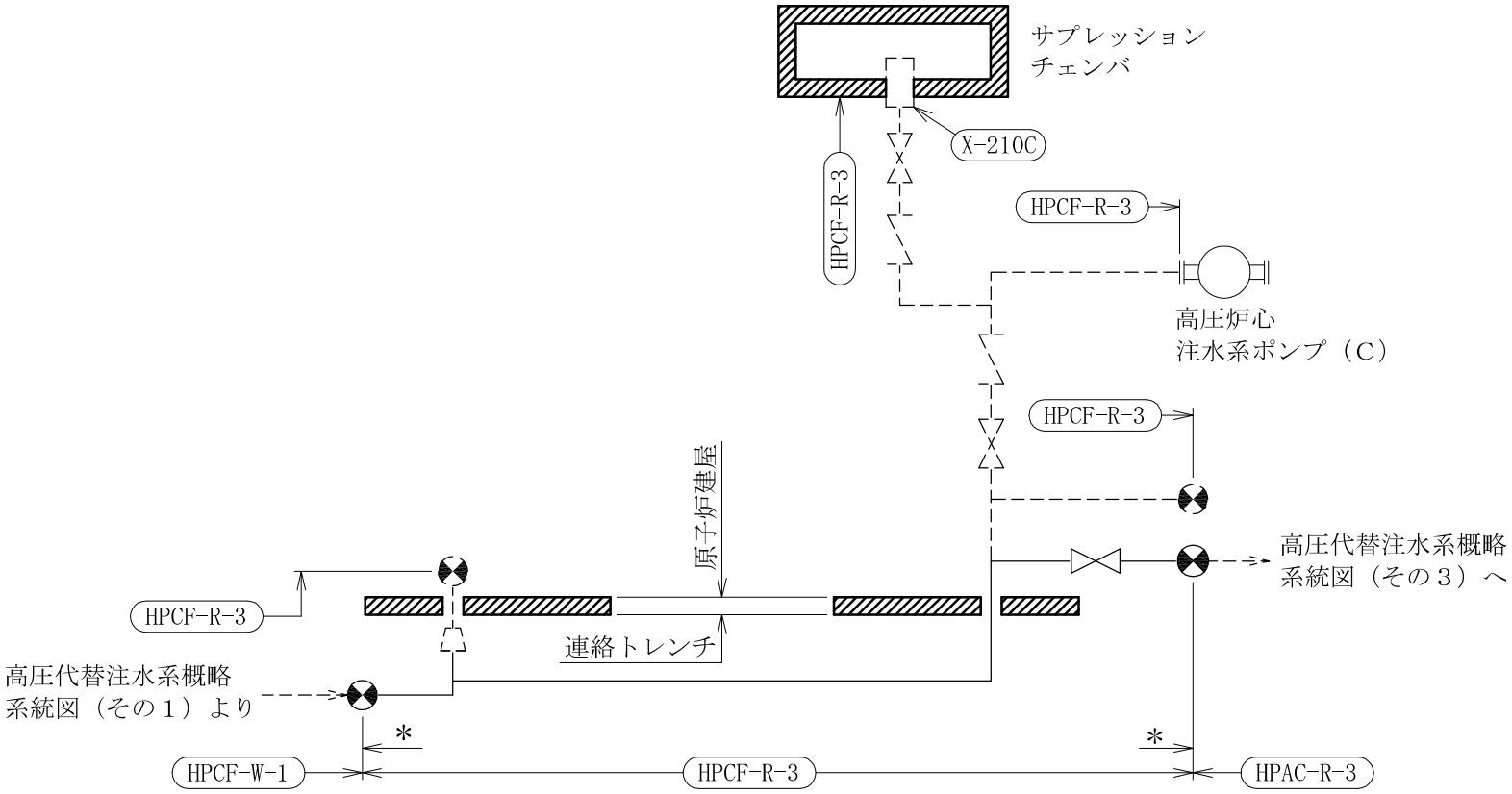
概略系統図記号凡例

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



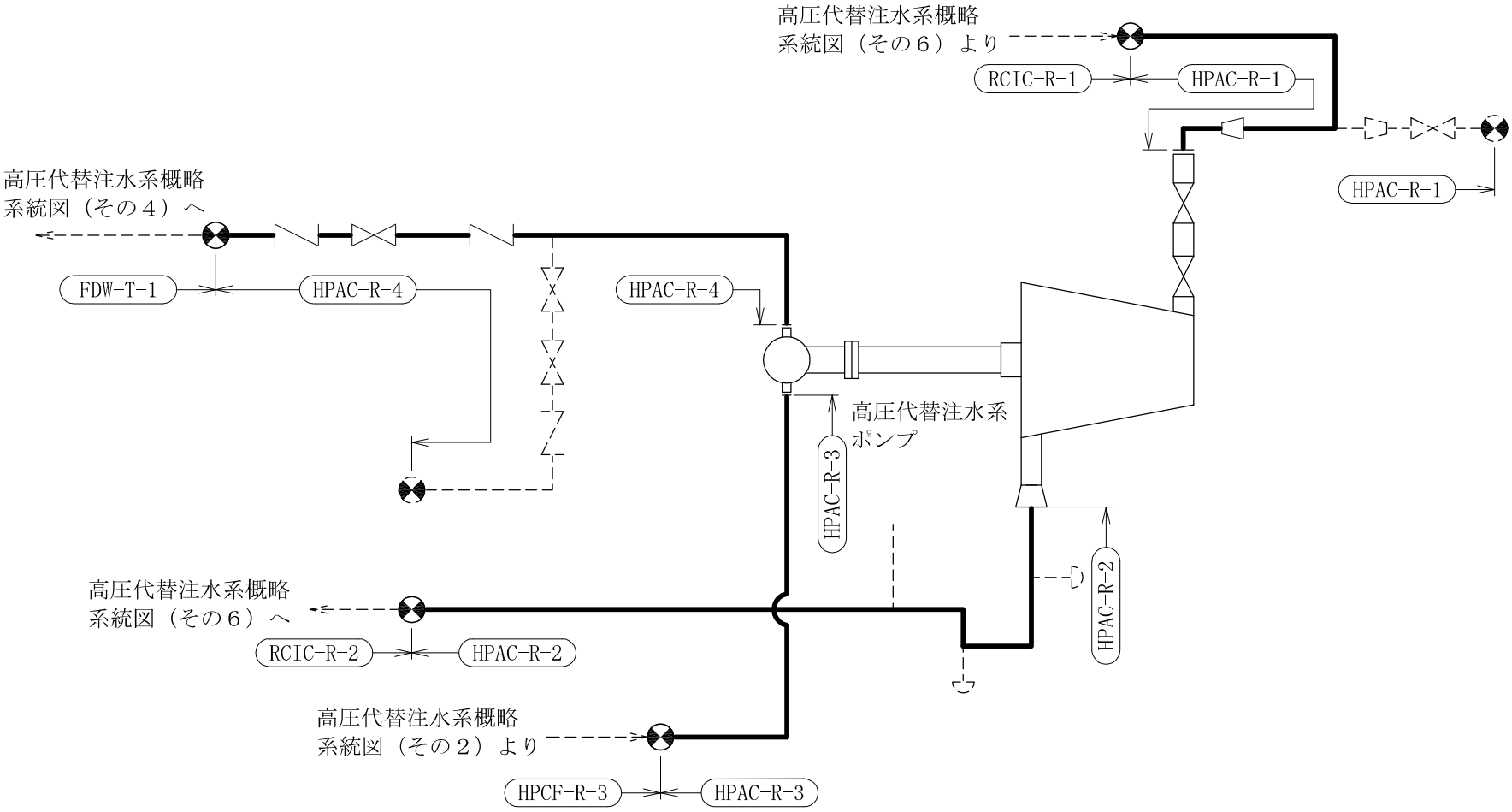
注記＊：解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

高圧代替注水系概略系統図（その１）

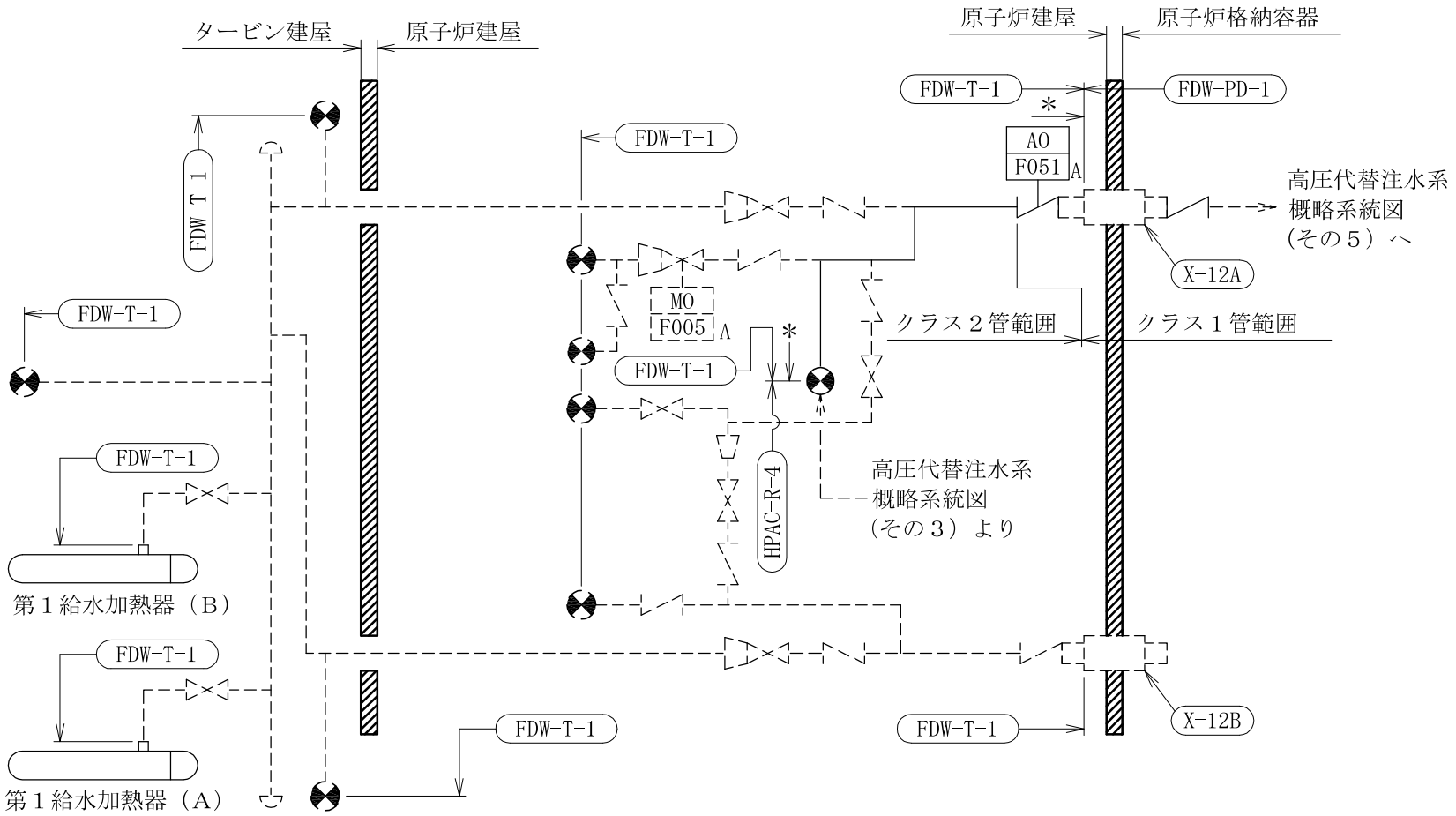


注記＊：解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

高圧代替注水系概略系統図（その２）

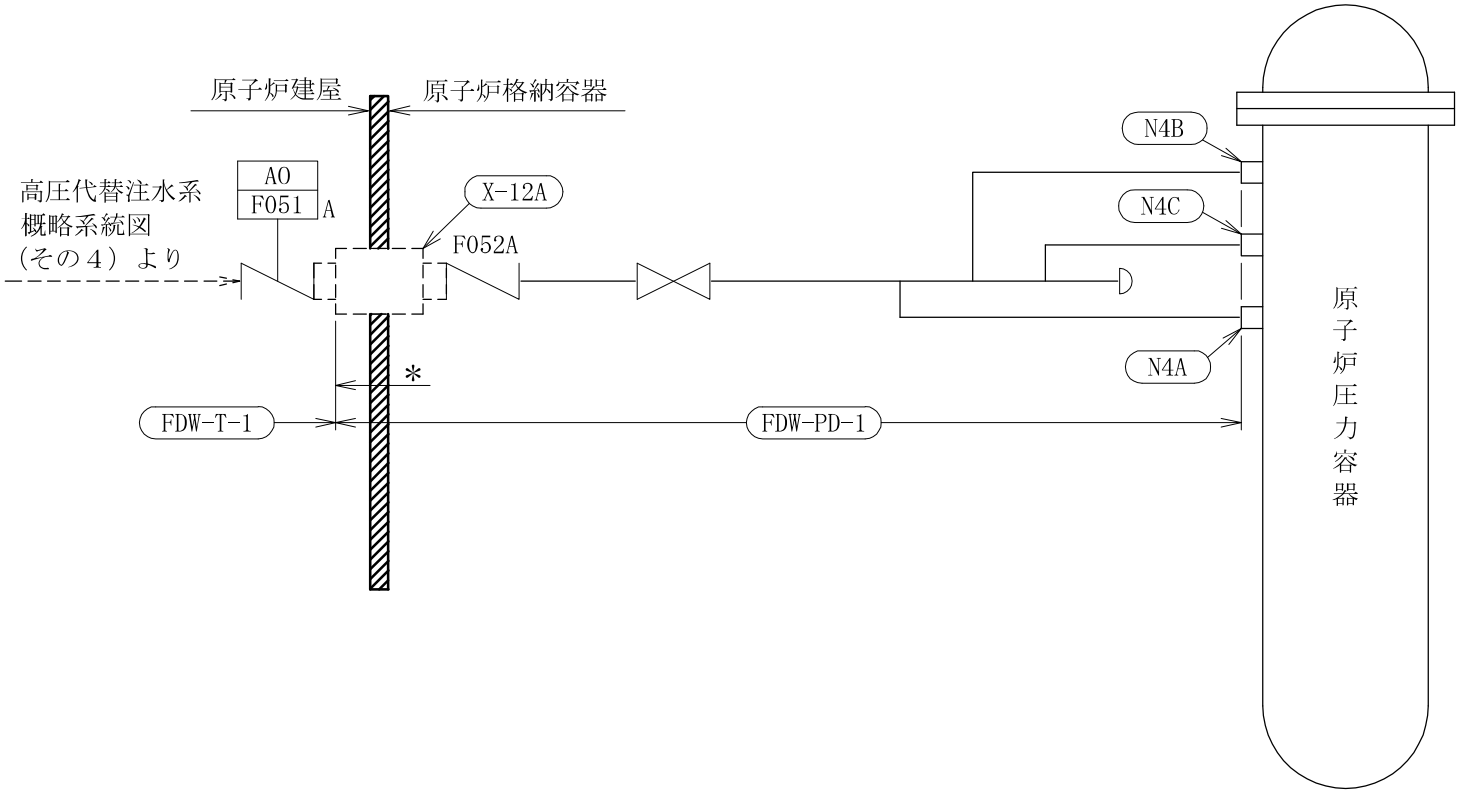


高圧代替注水系概略系統図（その３）



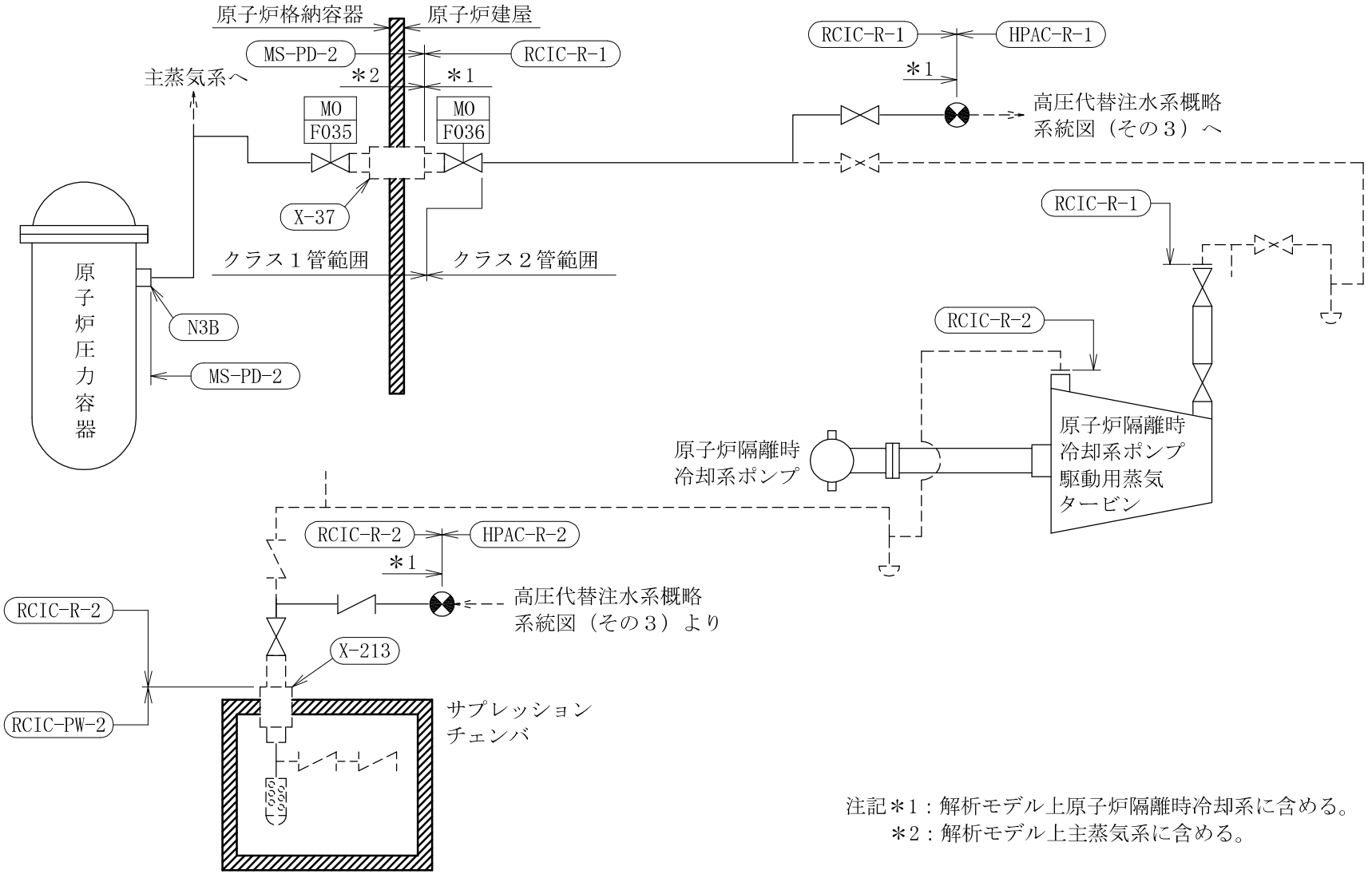
注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

高圧代替注水系概略系統図（その４）



注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

高圧代替注水系概略系統図（その５）

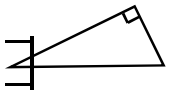
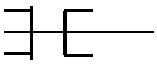
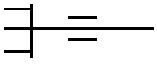


注記＊1：解析モデル上原子炉隔離時冷却系に含める。
＊2：解析モデル上主蒸気系に含める。

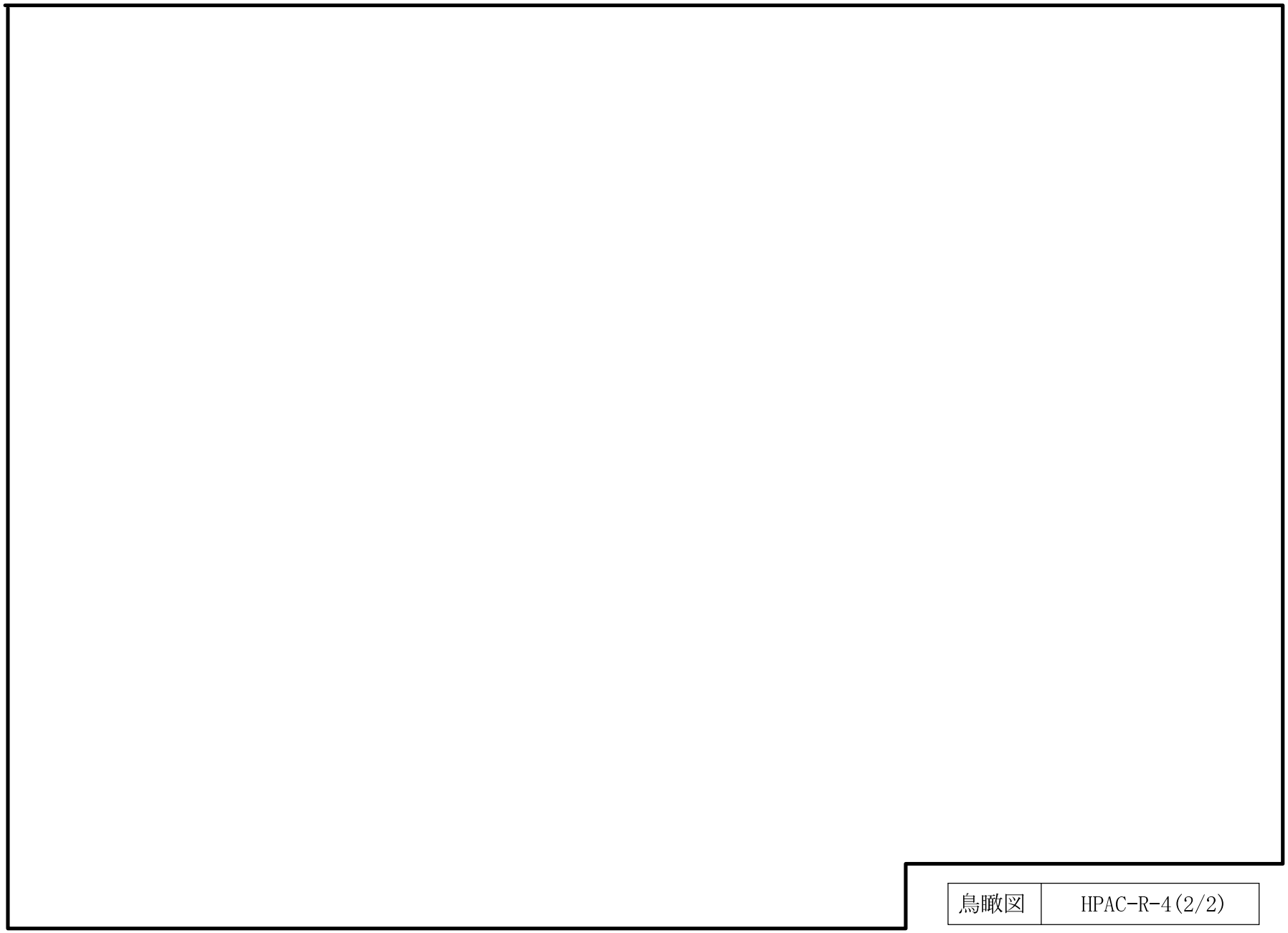
高圧代替注水系概略系統図（その６）

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。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	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。

鳥瞰図	HPAC-R-4(1/2)



鳥瞰図	HPAC-R-4(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 HPAC-R-4

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1N～33,34～52S	11.80	77	165.2	18.2	STPT410
2	52S～54	11.80	77	165.2	18.2	STPT410
3	55～72	8.62	302	165.2	14.3	STPT410
4	72～78	8.62	302	165.2	14.3	STPT410
5	79～89A	8.62	302	165.2	14.3	STPT410

配管の付加質量

鳥瞰図　HPAC-R-4

質量	対応する評価点
[redacted]	55～55K,56K～59K,61K～62K,63K～67S,70K～71K 73K～74K,77K～78,79～801K,82K～83K,85K～88K
[redacted]	55K～56K,59K～61K,62K～63K,67S～70K,71K～73K 74K～77K,801K～82K,83K～85K,88K～89A

フランジ部の質量

鳥瞰図　HPAC-R-4

質量	対応する評価点
[redacted]	1N
[redacted]	6,22

弁部の寸法

鳥瞰図　HPAC-R-4

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
33～34				54～5401			
5401～5402				5402～5403			
5401～55				78～79			

弁部の質量

鳥瞰図　HPAC-R-4

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
[redacted]	33～34,78～79	[redacted]	54,55
[redacted]	5401	[redacted]	5402
[redacted]	5403		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図　HPAC-R-4

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						
3001						
3002						
7						
7						
14						
15						
21						
27						
38						
47						
53						
61						
72						
81						
89A						

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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPT410	77	—	—	—	103
STPT410	302	—	—	—	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_{prm}*1 S_{prm}*2	許容応力 1.5・S_h 1.8・S_h
HPAC-R-4	44	S_{prm}*1	70	154
HPAC-R-4	44	S_{prm}*2	75	185

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。

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	HPAC-R-1	5	52	154	2.96	—	5	57	185	3.24	—
2	HPAC-R-2	17	21	154	7.33	—	17	22	185	8.40	—
3	HPAC-R-3	2100	24	154	6.41	—	2100	25	185	7.40	—
4	HPAC-R-4	44	70	154	2.20	○	44	75	185	2.46	○

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。

Ⅴ-3-3-3-3-4　低圧代替注水系の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-4-1　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-4-1-1　管の基本板厚計算書

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

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		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)	温度 (℃)					
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
2	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
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
4	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
5	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
6	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
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
9	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

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		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)	温度 (℃)					
10	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
10	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	85	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
11	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	85	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
13	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
14	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
15	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.43	182	3.43	182	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
16	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
17	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
18	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
19	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
20	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.43	182	3.43	182	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
21	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	66	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
22	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	66	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
F1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
F2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

・適用規格の選定

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
8	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
9	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
10	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
10	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
11	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
12	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
13	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
14	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
15	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
16	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
17	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
18	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

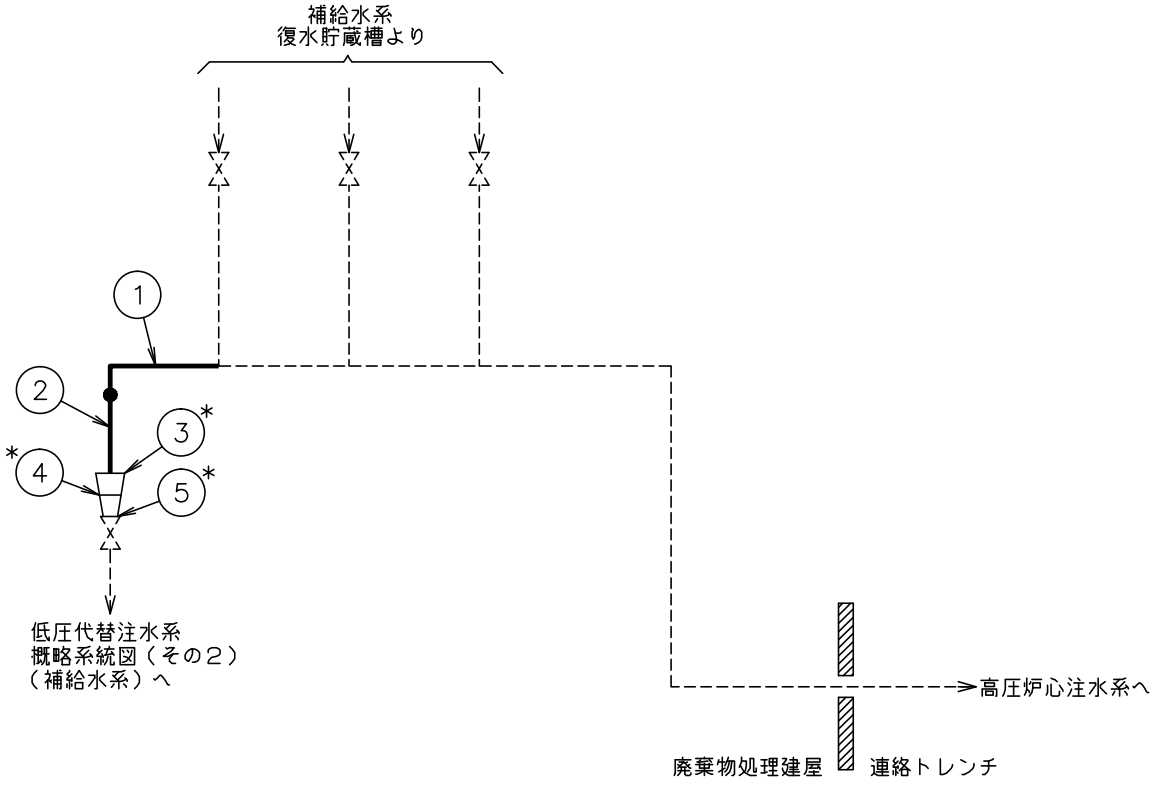
NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
19	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
20	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
21	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
22	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
F1	フランジの強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
F2	フランジの強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

目　　次

1.　概略系統図　…………………………………………… 1
2.　管の強度計算書　………………………………………… 6
3.　フランジの強度計算書　…………………………………… 9
4.　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価　… 11

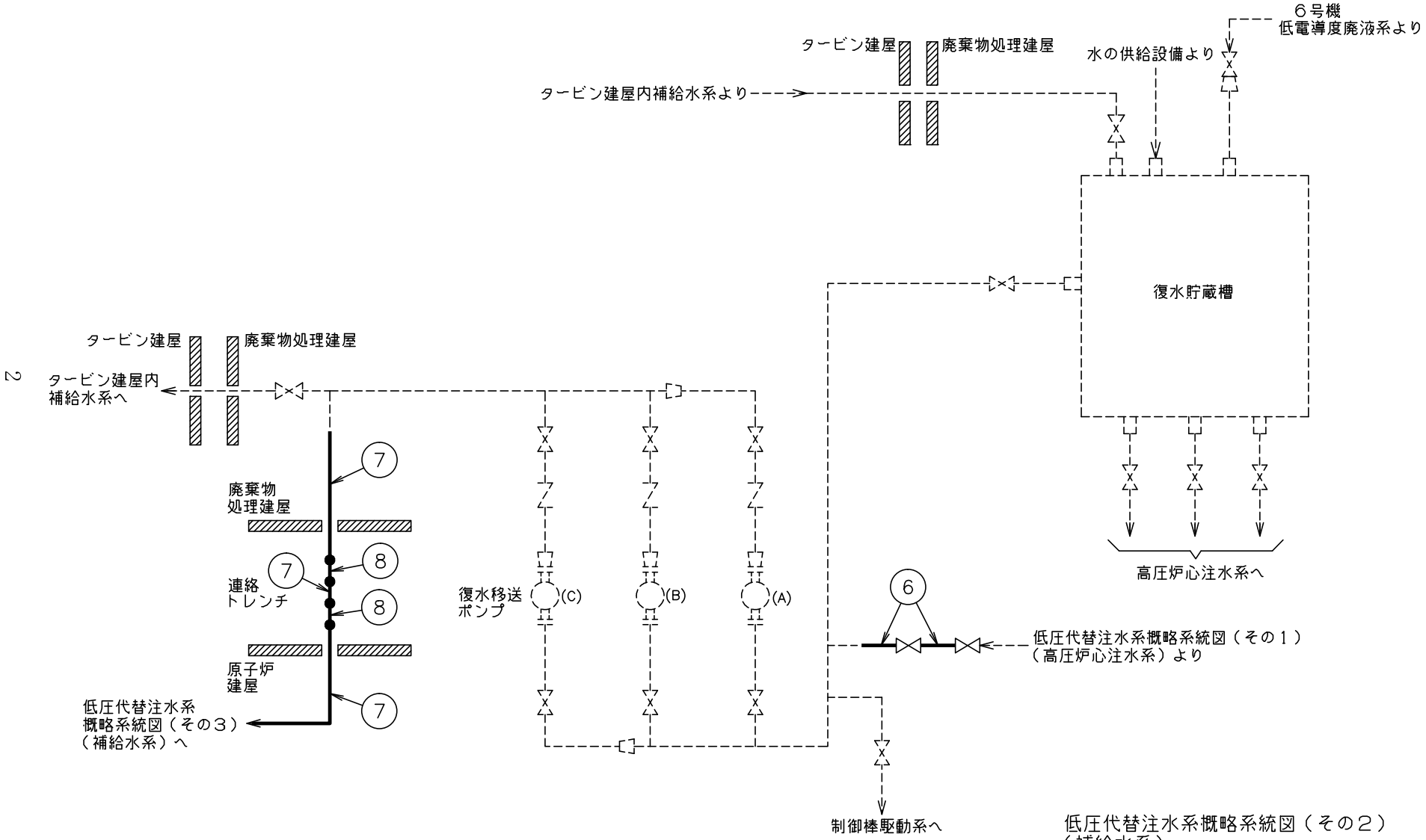
K7 ① V-3-3-3-4-1-1 R1

1．概略系統図

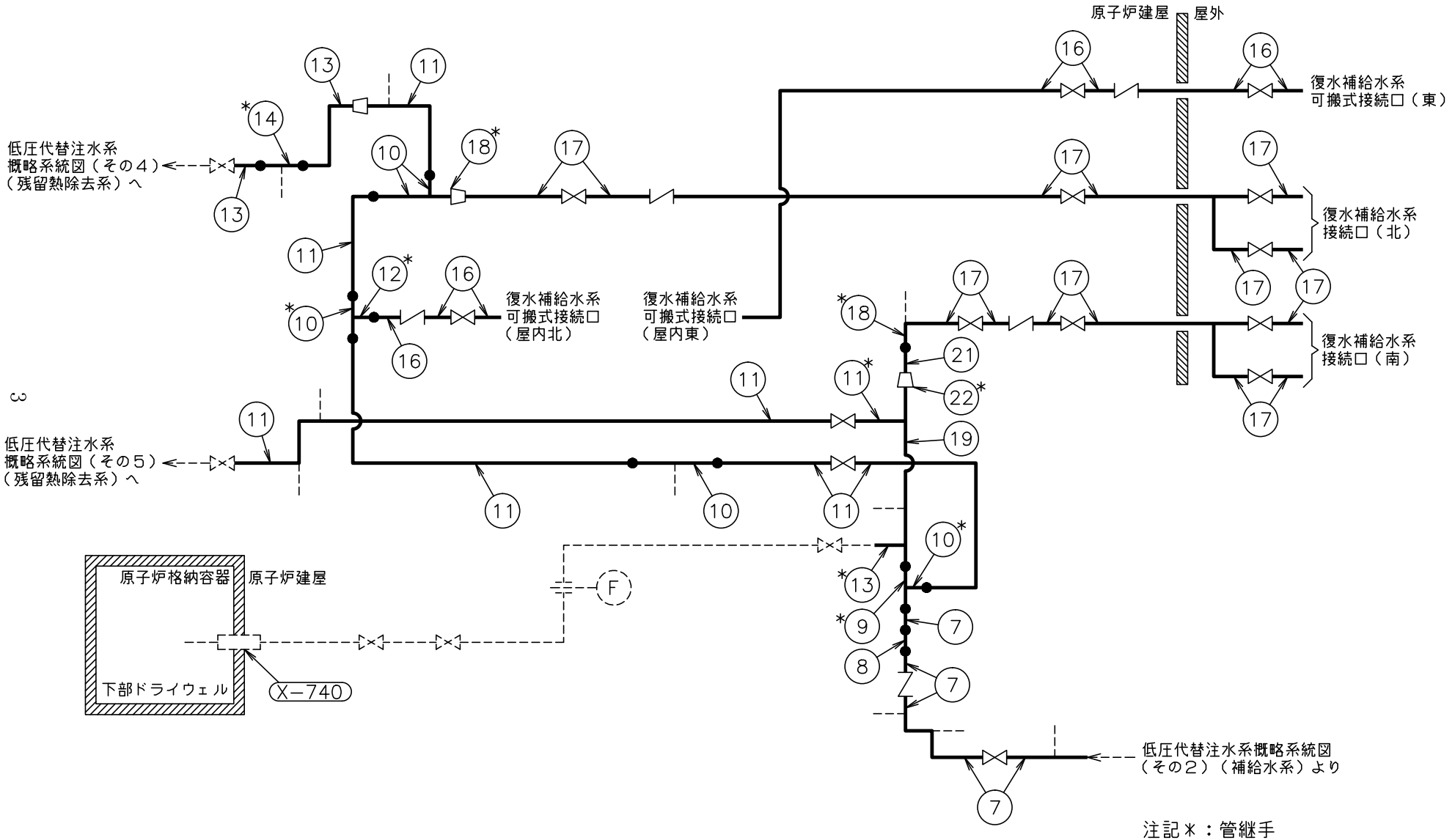


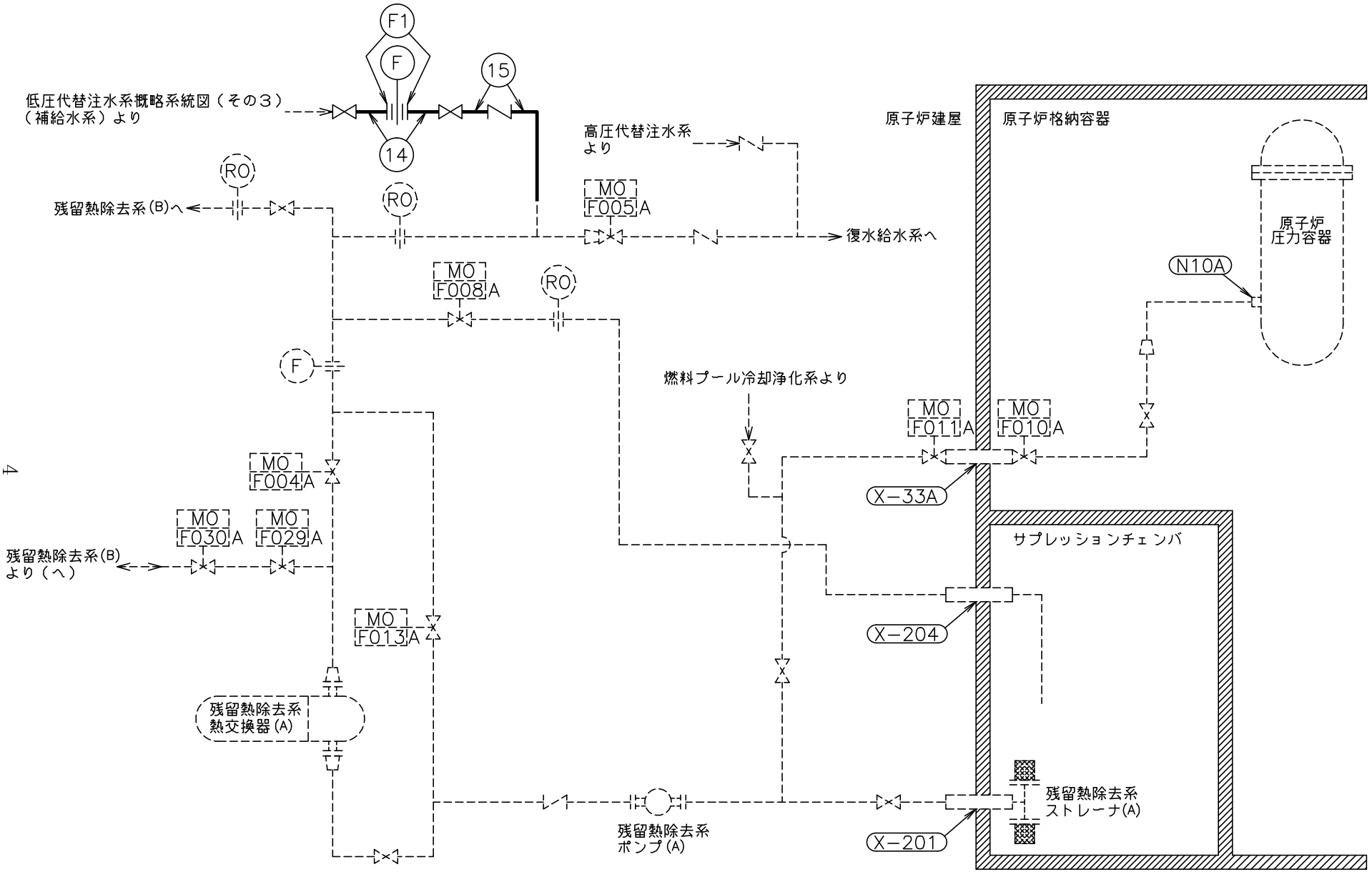
注記＊：管継手

低圧代替注水系概略系統図（その１）
（高圧炉心注水系）

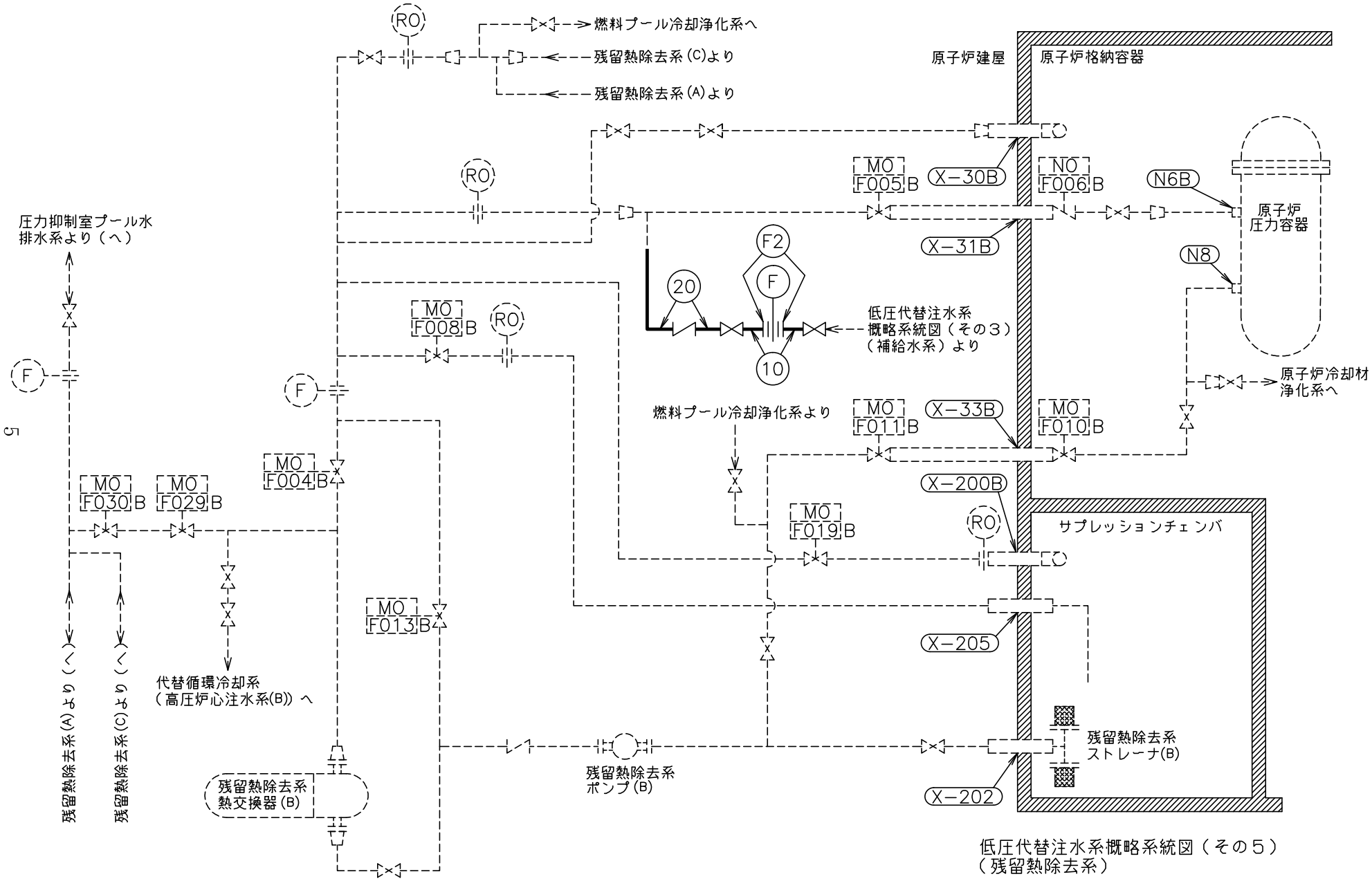


低圧代替注水系概略系統図（その２）
（補給水系）


原子炉建屋
屋外
低圧代替注水系
概略系統図（その４）
（残留熱除去系）へ
復水補給水系
可搬式接続口（東）
復水補給水系
接続口（北）
復水補給水系
接続口（南）
復水補給水系
可搬式接続口
（屋内北）
復水補給水系
可搬式接続口
（屋内東）
低圧代替注水系
概略系統図（その５）
（残留熱除去系）へ
原子炉格納容器
原子炉建屋
下部ドライウェル
X－740
F
低圧代替注水系概略系統図
（その２）（補給水系）より
注記＊：管継手
低圧代替注水系概略系統図（その３）
（補給水系）



低圧代替注水系概略系統図（その４）
（残留熱除去系）



低圧代替注水系概略系統図（その５）
（残留熱除去系）

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	1.37	85	517.60	14.30	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.85	A	2.85
2	1.37	85	508.00	9.50	SUS304TP	W	2	124	1.00			2.80	A	2.80
3	1.37	85	508.00	9.50	SUS304	W	2	124	1.00	12.5 %	8.31	2.80	A	2.80
4	1.37	85	355.60	11.10	SUS304	W	2	124	1.00	12.5 %	9.71	1.96	A	1.96
5	1.37	85	267.40	9.30	SUS304	W	2	124	1.00	12.5 %	8.13	1.47	A	1.47
6	1.37	85	267.40	9.30	SUS304TP	S	2	124	1.00	12.5 %	8.13	1.47	A	1.47
7	1.70	85	267.40	9.30	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	8.13	2.43	C	3.80
8	1.70	85	267.40	9.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.13	2.20	C	3.80
9	2.00	85	267.40	9.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.13	2.58	C	3.80
10	2.00	85	165.20	7.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	1.60	C	3.80

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
11	2.00	85	165.20	7.10	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	6.21	1.77	C	3.80
12	2.00	85	76.30	5.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	4.55	0.74	C	2.70
13	2.00	85	114.30	6.00	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	5.25	1.22	C	3.40
14	2.00	85	114.30	6.00	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	1.11	C	3.40
15	3.43	182	114.30	6.00	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	1.88	C	3.40
16	2.00	66	76.30	5.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	4.55	0.74	C	2.70
17	2.00	66	114.30	6.00	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	1.11	C	3.40
18	2.00	66	165.20	7.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	1.60	C	3.80
19	2.00	85	267.40	9.30	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	8.13	2.85	C	3.80
20	3.43	182	165.20	7.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	2.72	C	3.80

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
21	2.00	66	165.20	7.10	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	6.21	1.77	C	3.80
22	2.00	66	267.40	9.30	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	8.13	2.85	C	3.80

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

3.　フランジの強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3414　準用
（ＪＩＳ　Ｂ　８２６５　附属書3適用）

設計条件			モーメントの計算		
ＮＯ.		F1	H_D	(N)	2.840×10^{4}
形　　式		一体形(TYPE-4)	h_D	(mm)	27.68
設計圧力　　P	(MPa)	3.46	M_D	(N･mm)	7.861×10^{5}
最高使用圧力　Ｐｏ	(MPa)	2.00	H_G	(N)	6.134×10^{4}
最高使用温度	(℃)	85	h_G	(mm)	19.56
			M_G	(N･mm)	1.200×10^{6}
フランジ			H_T	(N)	2.171×10^{4}
材　　料		SF440A	h_T	(mm)	27.96
σfa 常温(ガスケット締付時)(20℃)	(MPa)	110	M_T	(N･mm)	6.069×10^{5}
σfb 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	110	M_o	(N･mm)	2.593×10^{6}
A	(mm)		M_g	(N･mm)	3.125×10^{6}
B	(mm)				
C	(mm)				
g_0	(mm)		フランジの厚さと係数		
g_1	(mm)		h_o	(mm)	24.775
h	(mm)		f		1.000
			F		0.593
ボルト			V		0.055
材　　料		SNB7(径≦63mm)	K		2.053
σa 常温(ガスケット締付時)(20℃)	(MPa)	173	T		1.487
σb 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	173	U		3.142
d_b	(mm)	13.835	Y		2.859
d_i	(mm)	――	Z		1.622
n		8	d	(mm^3)	51306
			e	(mm^{-1})	0.02393
ガスケット			t	(mm)	
材　　料		NON-ASBESTOS	L		3.172
ガスケット厚さ	(mm)				
G	(mm)		応力の計算		
G_s	(mm)		σ_{Ho}	(MPa)	33
N	(mm)		σ_{Ro}	(MPa)	10
m_g		2.75	σ_{To}	(MPa)	21
y	(N/mm^2)	25.5	σ_{Hg}	(MPa)	28
b_o	(mm)		σ_{Rg}	(MPa)	12
b	(mm)		σ_{Tg}	(MPa)	25
ボルトの計算			応力の評価		
H	(N)	5.011×10^{4}			
HP	(N)	6.134×10^{4}			
Wm1	(N)	1.115×10^{5}	$\sigma_{Ho} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
Wm2	(N)	8.229×10^{4}	$\sigma_{Hg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
Am1	(mm^2)	644.2	$\sigma_{Ro} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
Am2	(mm^2)	475.7	$\sigma_{Rg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
Am	(mm^2)	644.2	$\sigma_{To} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
Ab	(mm^2)	1.203×10^{3}	$\sigma_{Tg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
W_o	(N)	1.115×10^{5}			
W_g	(N)	1.598×10^{5}			
評価：　Am　＜　Ab よって十分である。			以上より十分である。		

K7 ① V-3-3-3-3-4-1-1 R1

フランジの強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3414　準用
（ＪＩＳ　Ｂ　８２６５　附属書3適用）

設計条件			モーメントの計算		
ＮＯ.		F2	H_D	(N)	4.754×10^{4}
形　　式		一体形(TYPE-4)	h_D	(mm)	33.50
設計圧力　　P	(MPa)	2.65	M_D	(N･mm)	1.593×10^{6}
最高使用圧力　Ｐｏ	(MPa)	2.00	H_G	(N)	7.565×10^{4}
最高使用温度	(℃)	85	h_G	(mm)	22.45
			M_G	(N･mm)	1.698×10^{6}
フランジ			H_T	(N)	3.182×10^{4}
材　　料		SF440A	h_T	(mm)	33.48
σfa 常温(ガスケット締付時)(20℃)	(MPa)	110	M_T	(N･mm)	1.065×10^{6}
σfb 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	110	M_o	(N･mm)	4.356×10^{6}
A	(mm)		M_g	(N･mm)	5.390×10^{6}
B	(mm)				
C	(mm)				
g_0	(mm)		フランジの厚さと係数		
g_1	(mm)		h_o	(mm)	32.743
h	(mm)		f		1.000
			F		0.594
ボルト			V		0.051
材　　料		SNB7(径≦63mm)	K		1.854
σa 常温(ガスケット締付時)(20℃)	(MPa)	173	T		1.563
σb 最高使用温度(使用状態)	(MPa)	173	U		3.641
d_b	(mm)	17.294	Y		3.313
d_i	(mm)	――	Z		1.820
n		8	d	(mm^3)	118103
			e	(mm^{-1})	0.01815
ガスケット			t	(mm)	
材　　料		NON-ASBESTOS	L		2.134
ガスケット厚さ	(mm)				
G	(mm)		応力の計算		
G_s	(mm)		σ_{Ho}	(MPa)	37
N	(mm)		σ_{Ro}	(MPa)	13
m_g		2.75	σ_{To}	(MPa)	19
y	(N/mm^2)	25.5	σ_{Hg}	(MPa)	31
b_o	(mm)		σ_{Rg}	(MPa)	16
b	(mm)		σ_{Tg}	(MPa)	23
ボルトの計算					
H	(N)	7.937×10^{4}	応力の評価		
H_P	(N)	7.565×10^{4}			
W_{m1}	(N)	1.550×10^{5}	$\sigma_{Ho} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
W_{m2}	(N)	1.321×10^{5}	$\sigma_{Hg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
A_{m1}	(mm^2)	896.0	$\sigma_{Ro} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
A_{m2}	(mm^2)	763.6	$\sigma_{Rg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
A_m	(mm^2)	896.0	$\sigma_{To} \leqq 1.5\cdot\sigma fb$		
A_b	(mm^2)	1.879×10^{3}	$\sigma_{Tg} \leqq 1.5\cdot\sigma fa$		
W_o	(N)	1.550×10^{5}			
W_g	(N)	2.401×10^{5}			
評価：　A_m ＜ A_b よって十分である。			以上より十分である。		

K7 ① V-3-3-3-3-4-1-1 R1

4.　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

管ＮＯ．7,11,13,19,21,22（使用材料規格：ＪＩＳ Ｇ ３４５４　STPG370）の評価結果

（比較材料：ＪＩＳ Ｇ ３４５６　STPT370）

管ＮＯ．7,11,13,19,21,22 に使用している STPG370 は，材料の許容引張応力が設計・建設規格に記載されていないことから，材料の許容引張応力が設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し，同等であることを示す。

(1)機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	370N/mm^2 以上	215N/mm^2 以上	引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	370N/mm^2 以上	215N/mm^2 以上	

(2)化学的成分

	化学成分(%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	0.25 以下	0.35 以下	0.30 ～ 0.90	0.040 以下	0.040 以下	—	—	—	—	—
比較材料	0.25 以下	0.10 ～ 0.35	0.30 ～ 0.90	0.035 以下	0.035 以下	—	—	—	—	—
比較結果	Si,P,S の成分規定に差異があるが，以下により，本設備の環境下での使用は問題ないと考える。 Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが，(1)の評価結果からも機械強度は同等以上であること。 P：冷間脆性に影響を与える成分であるが，本設備において使用される材料は，薄肉（16mm 未満）であるため，脆性破壊が発生しがたい寸法の材料であること，更には，設計・建設規格クラス２の規定でも破壊靭性試験が要求されない範囲であること。 S：熱間脆性に影響を与える成分であるが，本設備において使用される材料は，薄肉（16mm 未満）であるため，脆性破壊が発生しがたい寸法の材料であること，更には，設計・建設規格クラス２の規定でも破壊靭性試験が要求されない範囲であること。									

(3)評価結果

(1),(2)の評価により，機械的強度，化学成分，いずれにおいても比較材料と同等であることを確認したため，本設備において，STPG370 を重大事故等クラス２材料として使用することに問題ないと考える。

K7 ① V-3-3-3-3-4-1-1 R1E

Ⅴ-3-3-3-3-4-1-2　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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
MUWC-R-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	85	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MUWC-R-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.43	182	3.43	182	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MUWC-R-3A	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MUWC-R-3B	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	85	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MUWC-R-3B	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
MUWC-R-4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MUWC-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.43	182	3.43	182	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	2.00	66	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.37	171	2.00	200	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
MUWC-R-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.31	171	0.62	200	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
3.　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
3.1　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
3.2　材料及び許容応力　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
4.　計算結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22

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

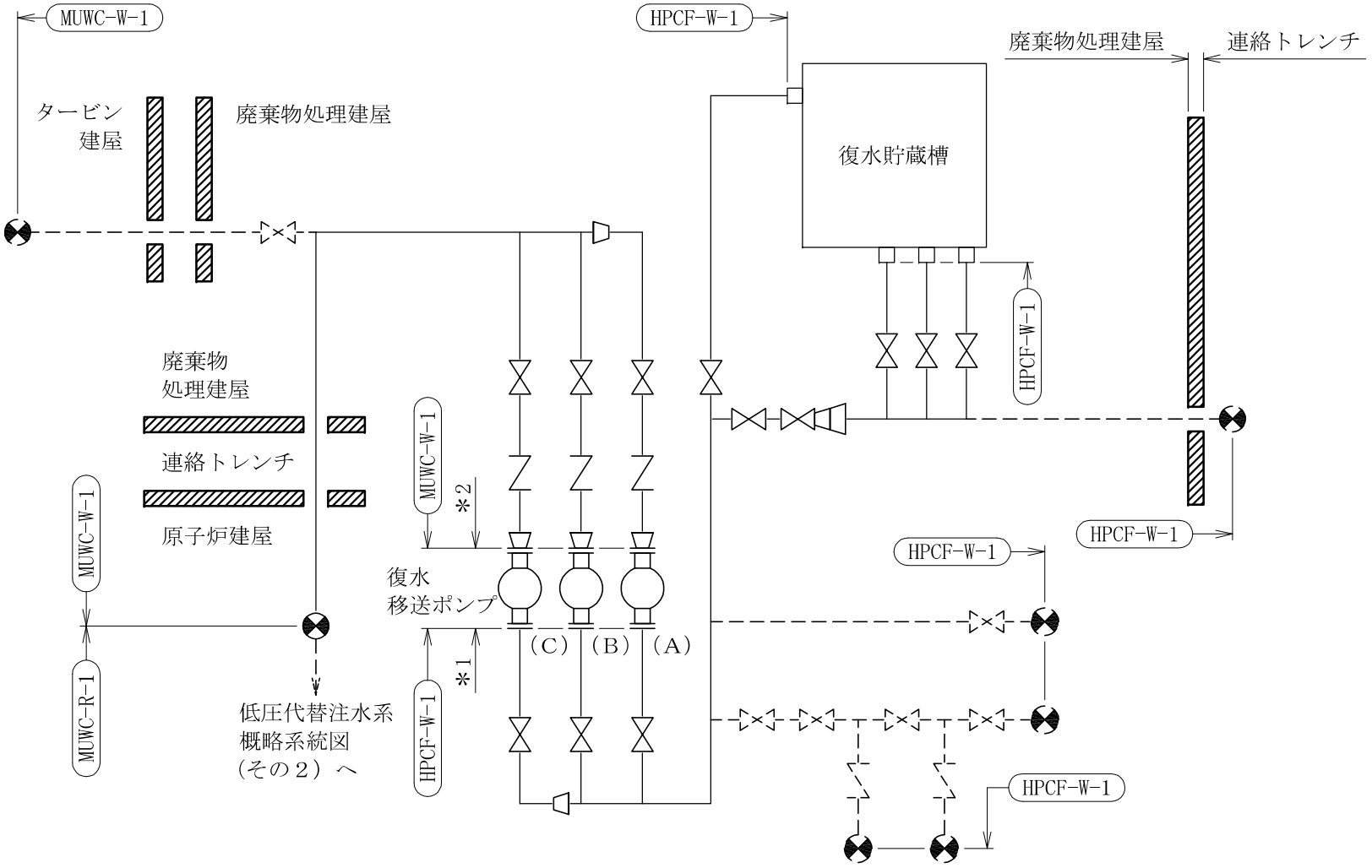
工事計画記載範囲の管のうち，設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全５モデルのうち，最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2.　概略系統図及び鳥瞰図

2.1　概略系統図

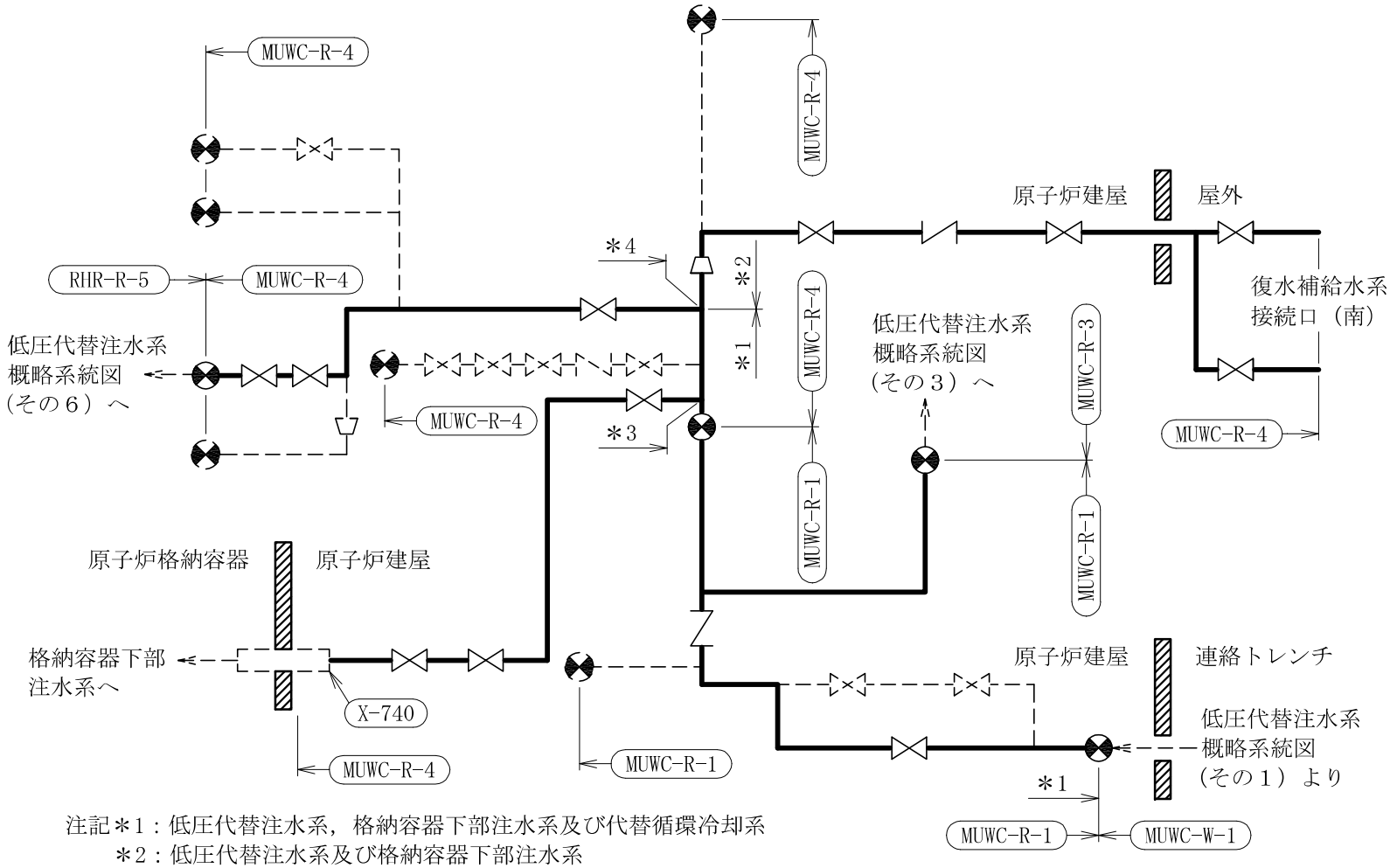
概略系統図記号凡例

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



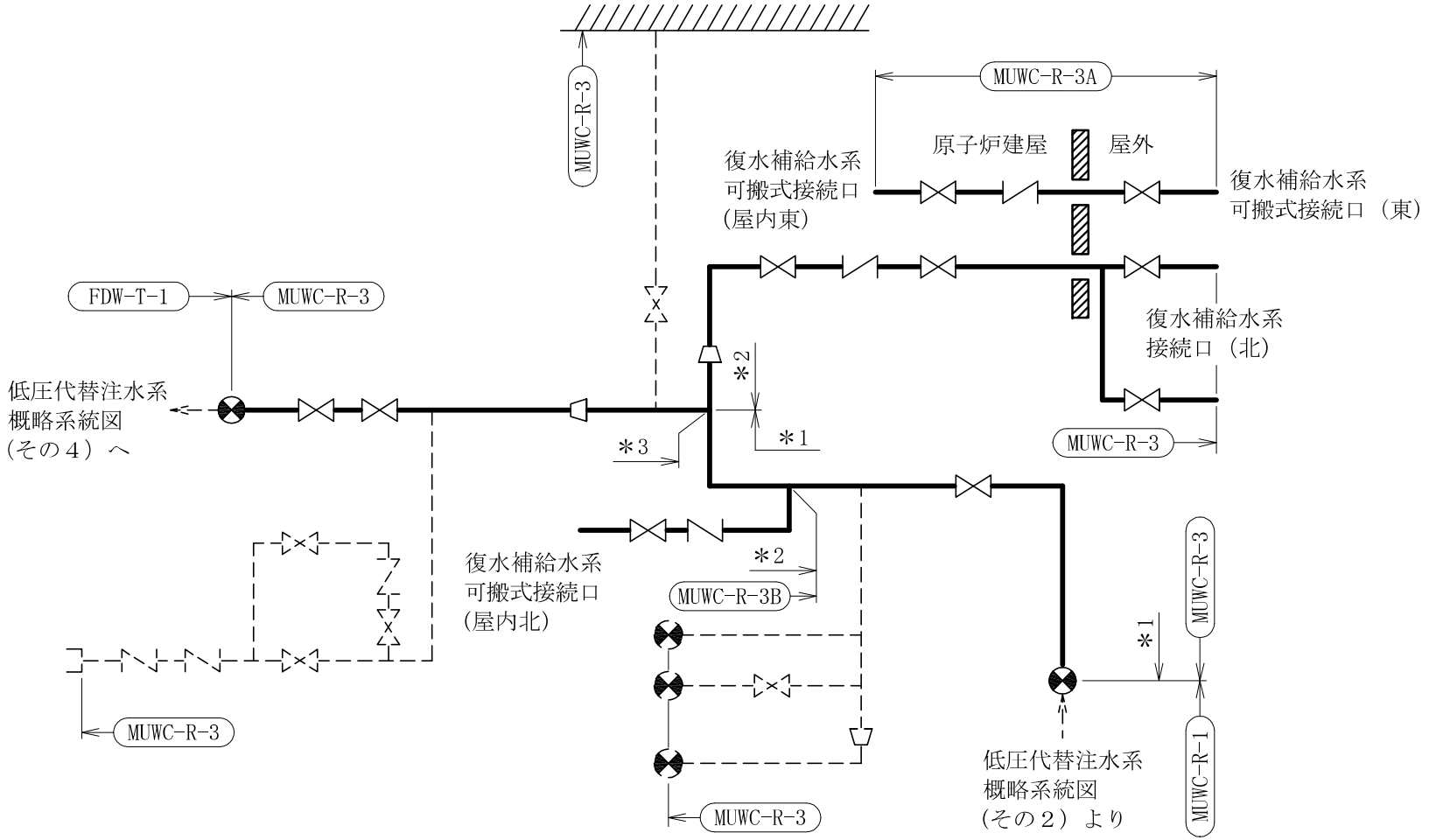
注記＊1：解析モデル上高圧炉心注水系に含める。
＊2：解析モデル上補給水系に含める。

低圧代替注水系概略系統図（その１）



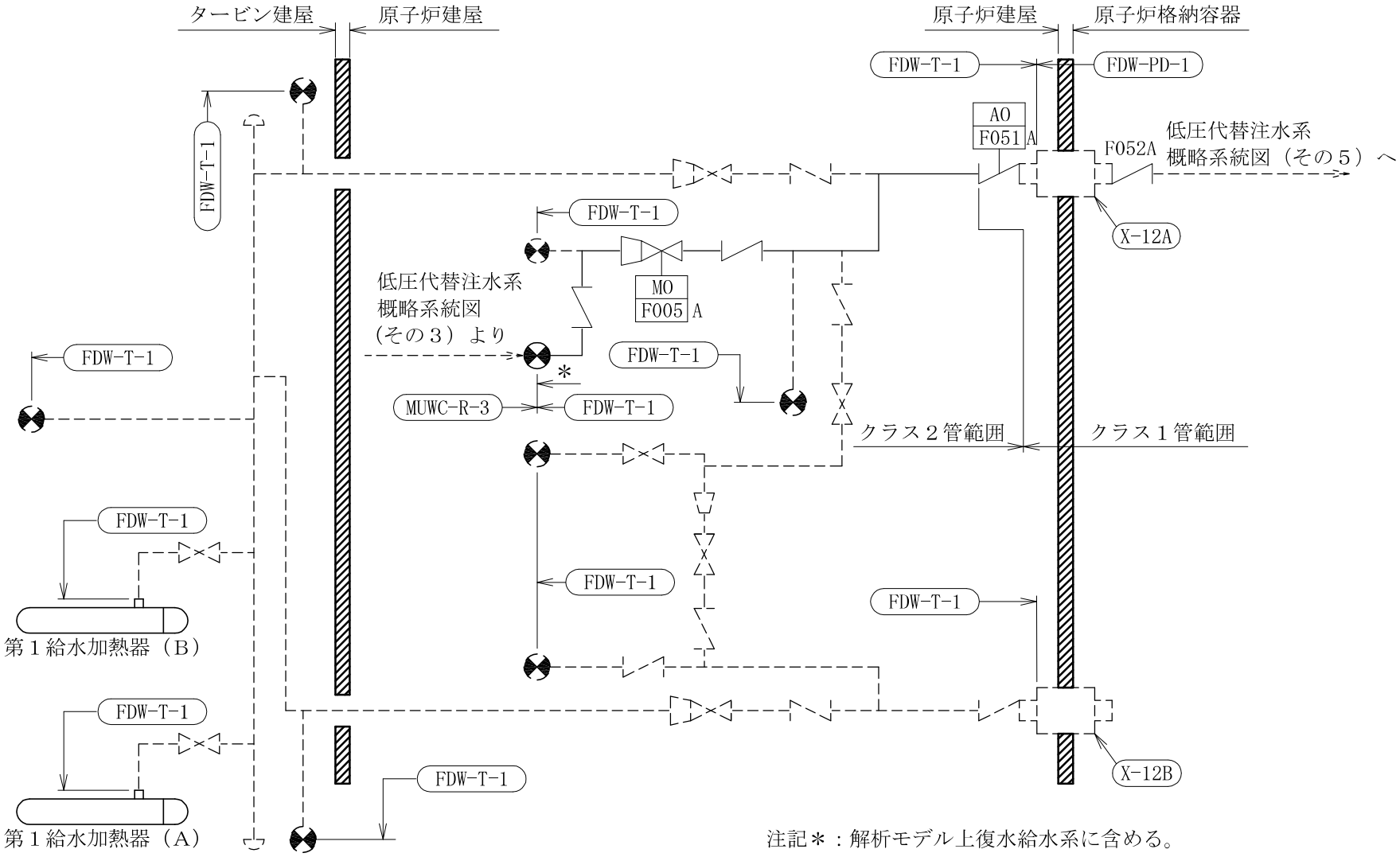
注記＊1：低圧代替注水系，格納容器下部注水系及び代替循環冷却系
＊2：低圧代替注水系及び格納容器下部注水系
＊3：格納容器下部注水系及び代替循環冷却系　解析モデル上
本系統に含める。
＊4：低圧代替注水系及び代替循環冷却系

低圧代替注水系概略系統図（その２）



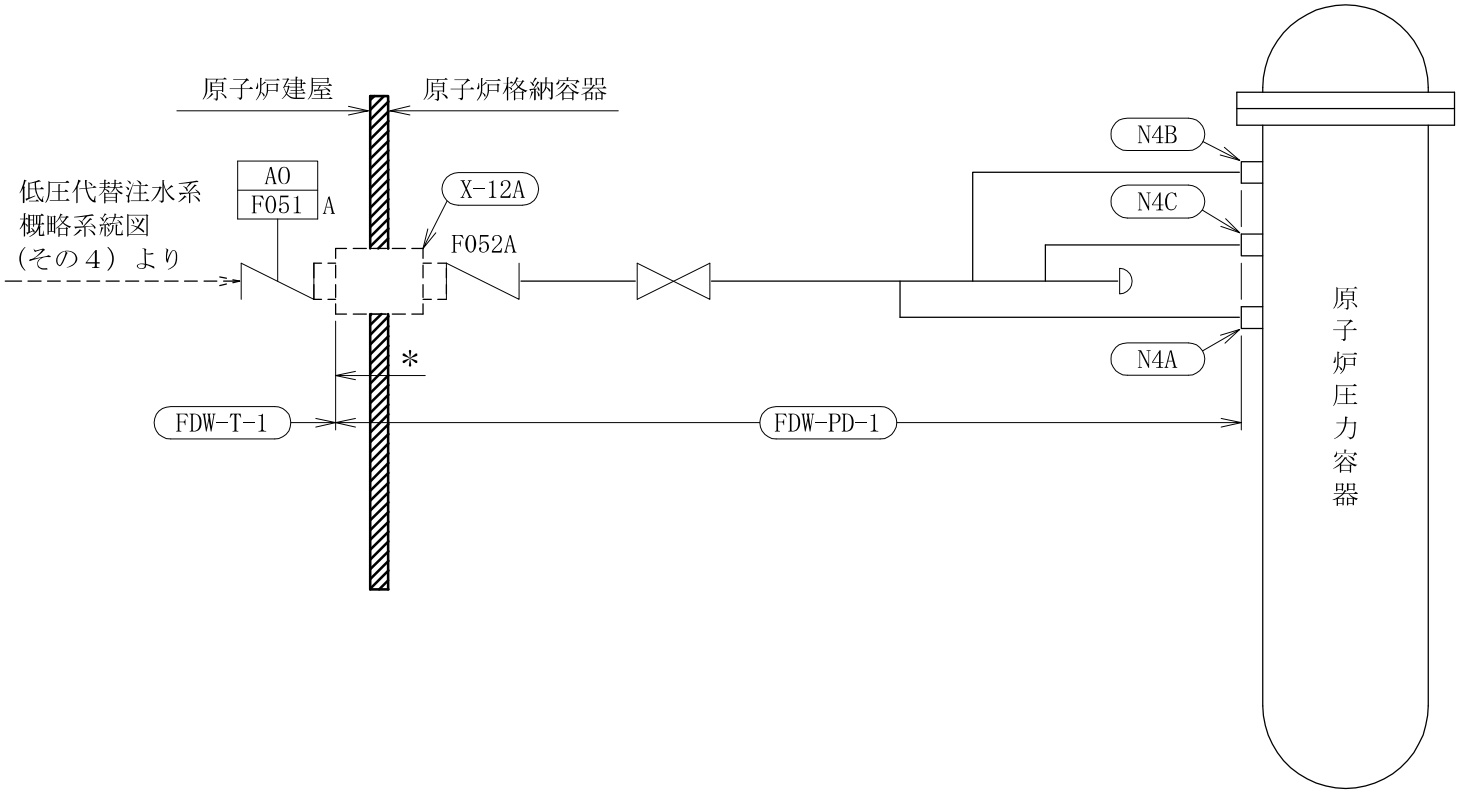
注記＊1：低圧代替注水系，格納容器下部注水系及び代替循環冷却系
＊2：低圧代替注水系及び格納容器下部注水系
＊3：低圧代替注水系及び代替循環冷却系

低圧代替注水系概略系統図（その３）



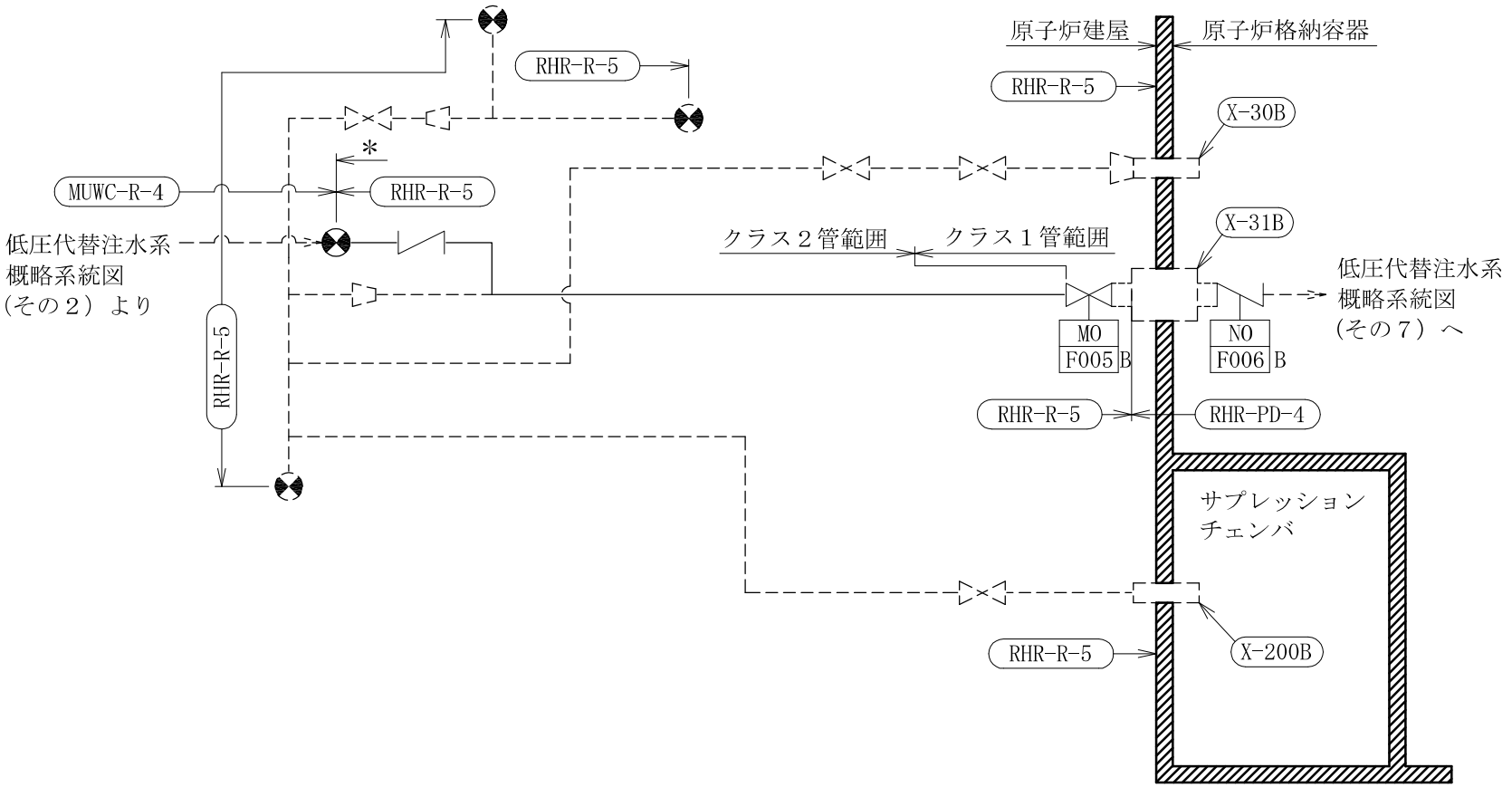
注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

低圧代替注水系概略系統図（その４）



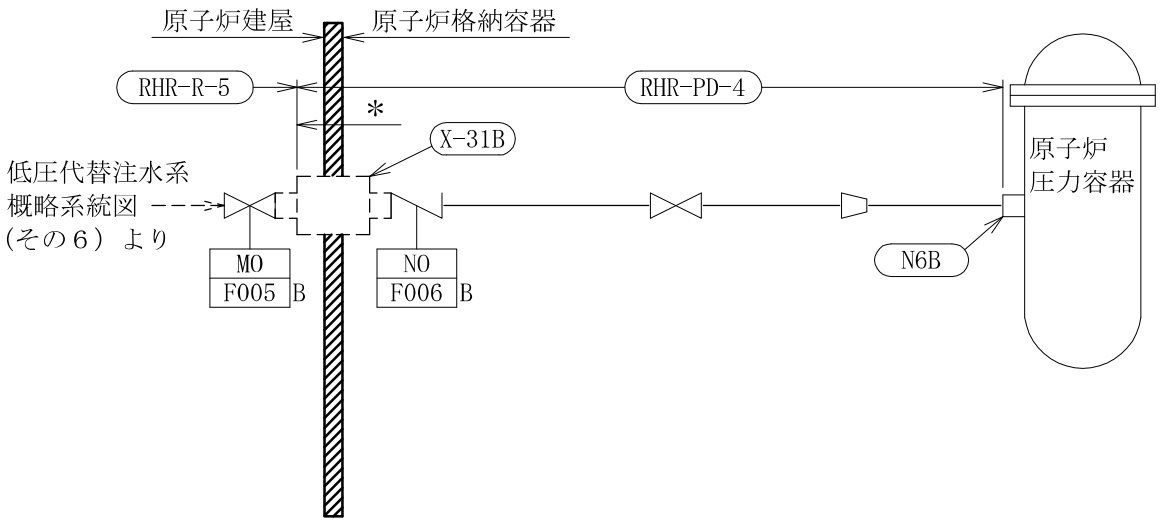
注記＊：解析モデル上復水給水系に含める。

低圧代替注水系概略系統図（その５）



注記＊：解析モデル上残留熱除去系に含める。

低圧代替注水系概略系統図（その６）

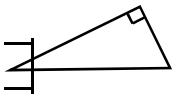
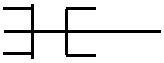
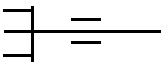


注記＊：解析モデル上残留熱除去系に含める。

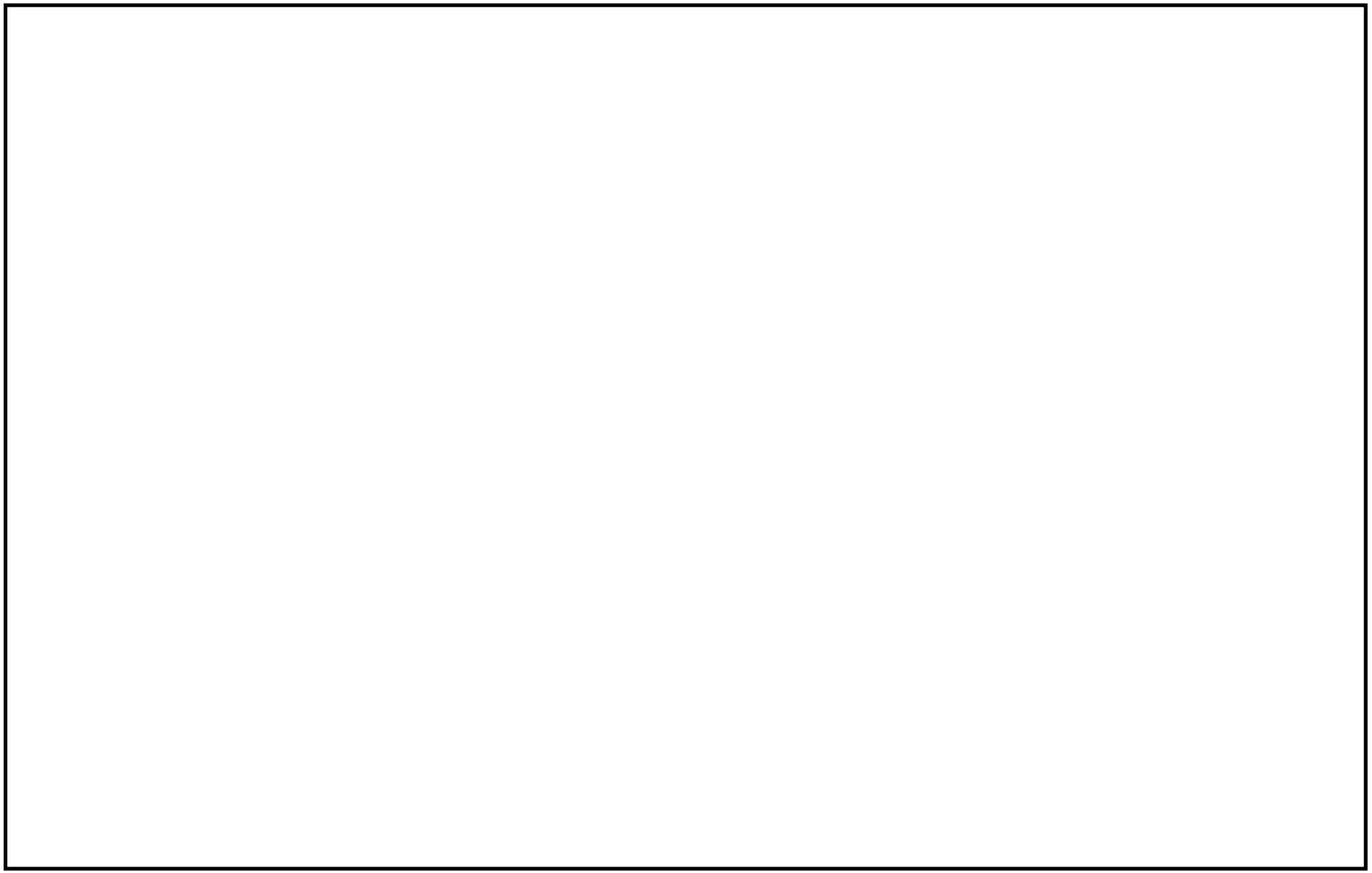
低圧代替注水系概略系統図（その７）

2.2　鳥瞰図

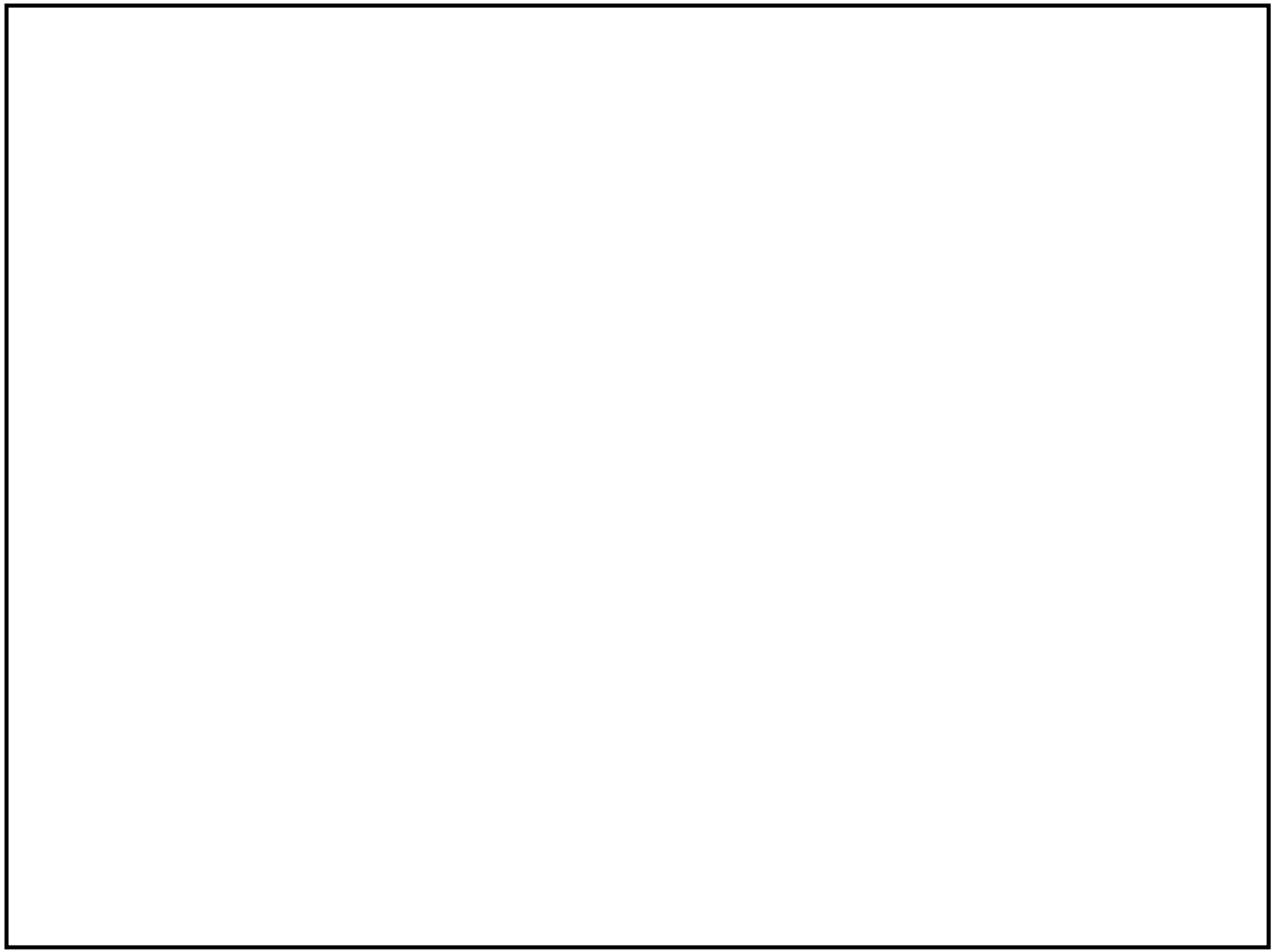
鳥瞰図記号凡例

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。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	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。

鳥瞰図	MUWC-R-1(1/3)



鳥瞰図	MUWC-R-1(2/3)



鳥瞰図	MUWC-R-1(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 MUWC-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 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1A～7,31～391 392～6601,6602～76 7～96,98～31	1.70	85	267.4	9.3	STPG370
2	6601～6602	1.70	85	267.4	9.3	STPT410
3	76～92A	2.00	85	267.4	9.3	STPG370
4	76～127A	2.00	85	165.2	7.1	STPG370

弁部の寸法

鳥瞰図　MUWC-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)
391～392	[redacted]	[redacted]	[redacted]	96～98	[redacted]	[redacted]	[redacted]

弁部の質量

鳥瞰図　MUWC-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
[redacted]	96～98	[redacted]	391～392

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図　MUWC-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
1A						
501						
44						
53						
56						
59						
82						
** 88 **						
88						
A021						
92A						
1251						
127A						

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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPG370	85	—	—	—	93
STPT410	85	—	—	—	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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPG370	85	—	—	—	93
STPT410	85	—	—	—	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_{prm}*1 S_{prm}*2	許容応力 1.5・S_h 1.8・S_h
MUWC-R-1	38	S_{prm}*1	83	139
MUWC-R-1	38	S_{prm}*2	85	167

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_{prm} *1 S_{prm} *2	許容応力 S_h 1.2・S_h
MUWC-R-1	38	S_{prm} *1	51	93
MUWC-R-1	38	S_{prm} *2	51	111

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	MUWC-R-1	38	83	139	1.67	○	38	85	167	1.96	○
2	MUWC-R-3	683	84	154	1.83	—	683	85	185	2.17	—
3	MUWC-R-3A	39	16	154	9.62	—	39	17	185	10.88	—
4	MUWC-R-3B	17	17	154	9.05	—	17	18	185	10.27	—
5	MUWC-R-4	38	52	139	2.67	—	38	54	167	3.09	—

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	MUWC-R-1	38	51	93	1.82	○	38	51	111	2.17	○
2	MUWC-R-3	683	50	103	2.06	—	683	50	123	2.46	—
3	MUWC-R-4	86A	50	103	2.06	—	86A	50	123	2.46	—

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。

Ⅴ-3-3-3-3-5　水の供給設備の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-5-1　大容量送水車（海水取水用）の強度計算書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカ規格及び基準）　（大容量送水車(海水取水用)）

Ⅰ．　重大事故等クラス３機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
うず巻形	海を水源として，可搬型ホースを介して原子炉圧力容器等へ送水することを目的とする。使用環境として，屋外で海水を送水する。			

注記　＊：重大事故等時における使用時の値を示す。

Ⅱ．　メーカ規格及び基準に規定されている事項（メーカ仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	規格及び基準に基づく試験
NDP-25-A	動力消防ポンプのうち，自然水利（海中）又は貯水槽等から取水し，大量送水に使用することを目的とする。使用環境として，屋外で淡水又は海水を送水することを想定している。				

Ⅲ．　確認項目

(a)　：規格及び基準が妥当であることの確認（ⅠとⅡの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンプは，重大事故等時に海水を送水するために屋外で使用する内燃機関（燃料系含む）を有するポンプである。一方，本メーカ規格及び基準は，内燃機関等を駆動源として遠距離に大量送水する可搬消防ポンプとして使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，当該ポンプは屋外で大量の淡水又は海水を送水することを想定している。重大事故等時における当該ポンプの使用目的及び使用環境は，本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（Ⅱと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，ⅠとⅡの使用条件の比較）

当該ポンプの型式については，「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」に適合するものとして承認されており，「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」に従った適切な材料が使用されていることを型式評価の結果により確認できる。

当該ポンプの最高使用温度及び最高使用圧力はメーカ仕様の範囲内であり，「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：ポンプ圧力最大値×1.5，試験保持時間：3 分間）に合格していることを型式評価の結果により確認でき，当該ポンプの附属機器である燃料タンクについても，鋼製であり最高使用圧力が［　　］であり，その値に対して水張試験を実施している。よって，当該ポンプは完成品として要求される強度を有している。

Ⅳ．　評価結果

上記の重大事故等クラス３機器は，一般産業品としてメーカ規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，燃料タンクを含めた一体構造品の完成品として重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

Ⅴ-3-3-3-3-5-2　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-3-5-2-1　管の基本板厚計算書

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

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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
1	新設	－	－	－	－	SA-2	－	－	－	2.0	66	－	－	設計・建設規格	－	SA-2
2	新設	－	－	－	－	SA-2	－	－	－	2.0	66	－	－	設計・建設規格	－	SA-2
3	新設	－	－	－	－	SA-2	－	－	－	静水頭	66	－	－	設計・建設規格	－	SA-2
4	新設	－	－	－	－	SA-2	－	－	－	静水頭	66	－	－	設計・建設規格	－	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	－	S55告示	設計・建設規格又は告示	－	SA-2

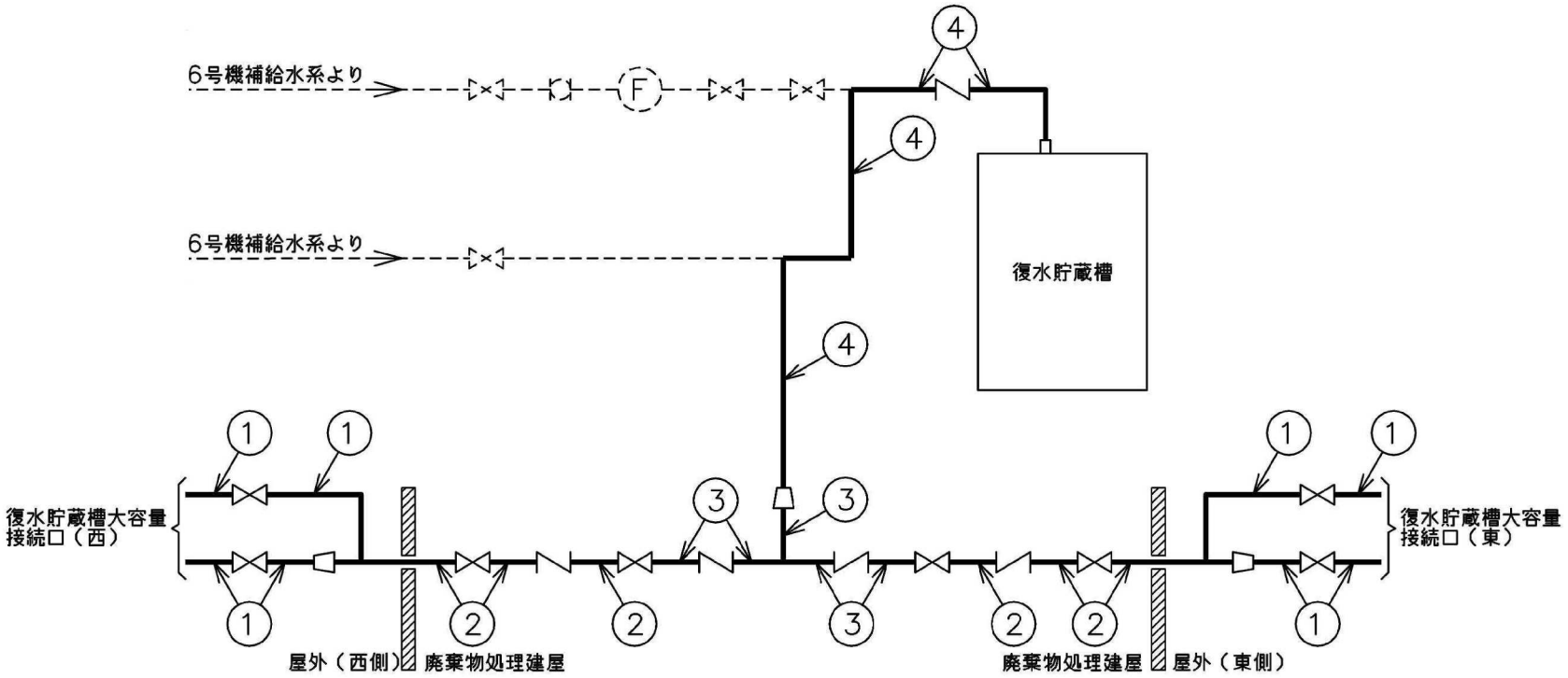
・適用規格の選定

No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格	－	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格	－	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格	－	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格	－	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

目　　次

1.　概略系統図　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1
2.　管の強度計算書　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2

1.概略系統図



水の供給設備概略系統図

2.　管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	2.00	66	76.30	5.20	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5 %	4.55	0.61	A	0.61
2	2.00	66	165.20	7.10	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5 %	6.21	1.31	A	1.31
3	静水頭	66	165.20	7.10	SUS304TP	S	2	——	——	12.5 %	6.21	——	—	——
4	静水頭	66	114.30	6.00	SUS304TP	S	2	——	——	12.5 %	5.25	——	—	——

評価：ｔｓ≧ｔｒ，よって十分である。

Ⅴ-3-3-3-3-5-2-2　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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
KMUWP-711	新設	―	―	―	―	SA-2	―	―	―	2.0	66	―	―	設計・建設規格	―	SA-2
KMUWP-711	新設	―	―	―	―	SA-2	―	―	―	静水頭	66	―	―	設計・建設規格	―	SA-2
KMUWP-711	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	―	S55告示	設計・建設規格又は告示	―	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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
3.　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
3.1　計算条件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
3.2　材料及び許容応力　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
4.　計算結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果　・・・・・・・・・・・・・・・・ 29

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

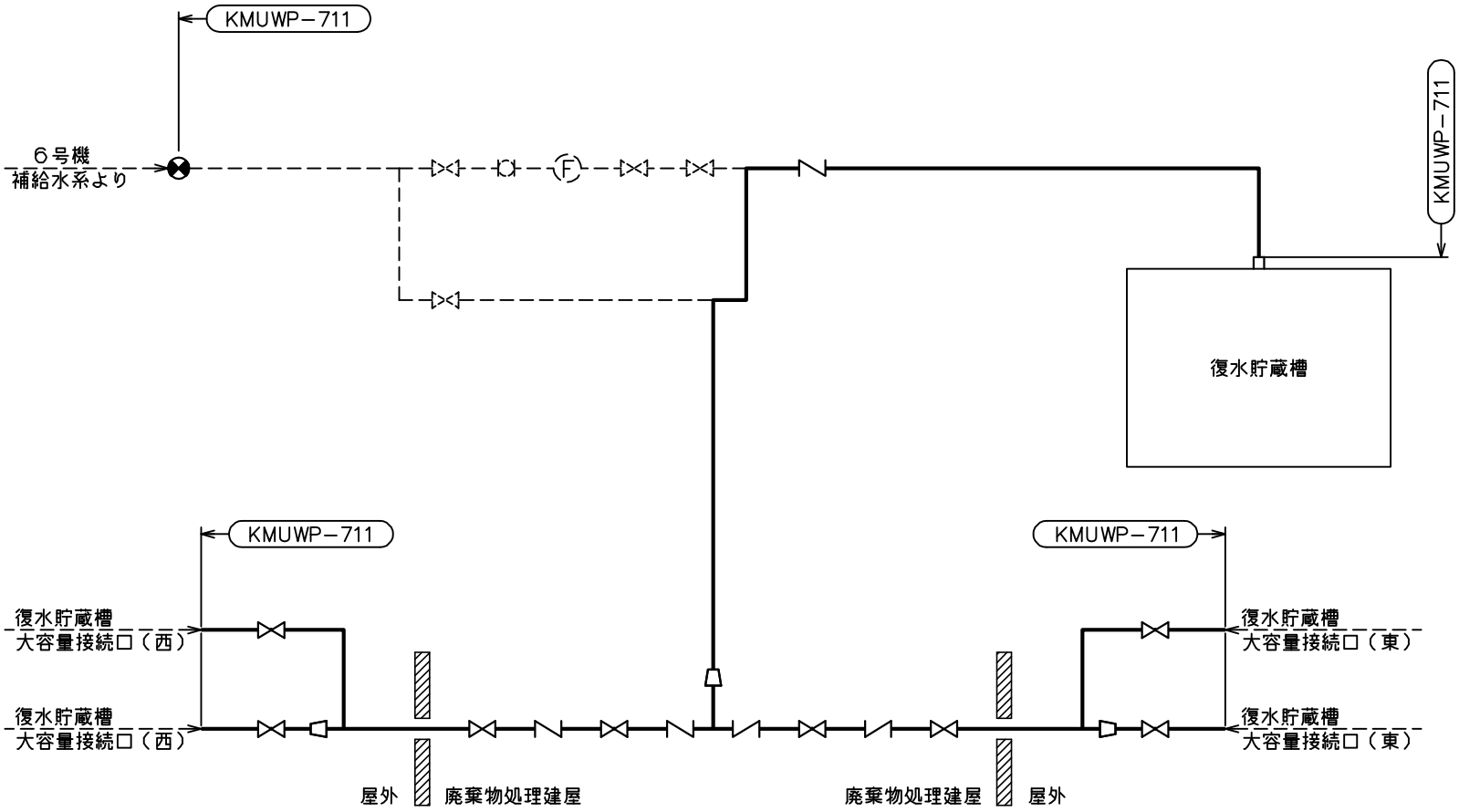
工事計画記載範囲の管のうち，設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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

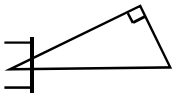
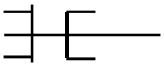
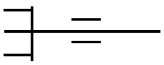
記号	内容
━━━━━（太線）	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
――――――（細線）	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他計算書記載範囲の管
- - - - - - - - -（破線）	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
○○-○-○○	鳥瞰図番号
⊗	アンカ

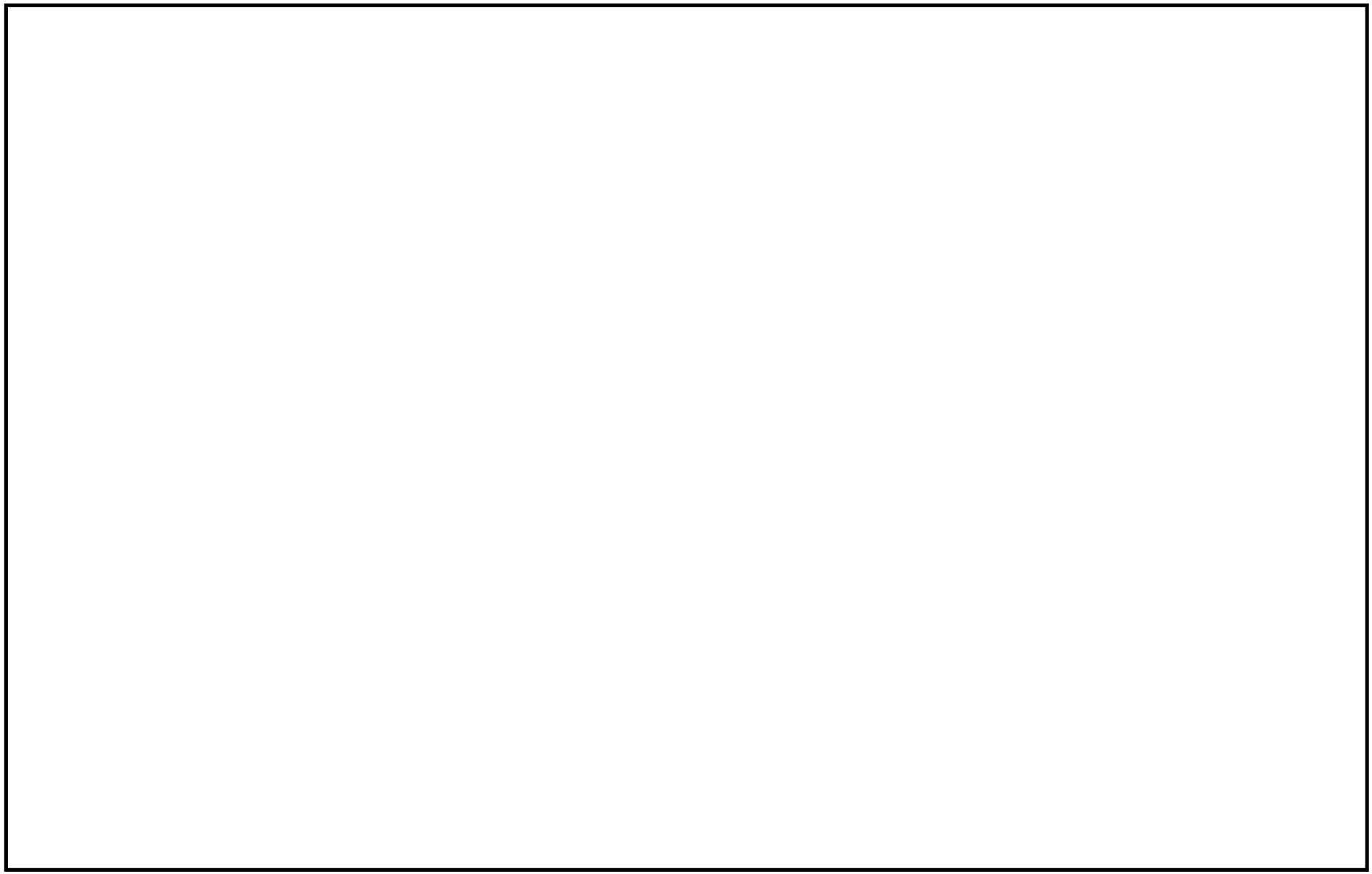


水の供給設備概略系統図

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
（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。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	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。

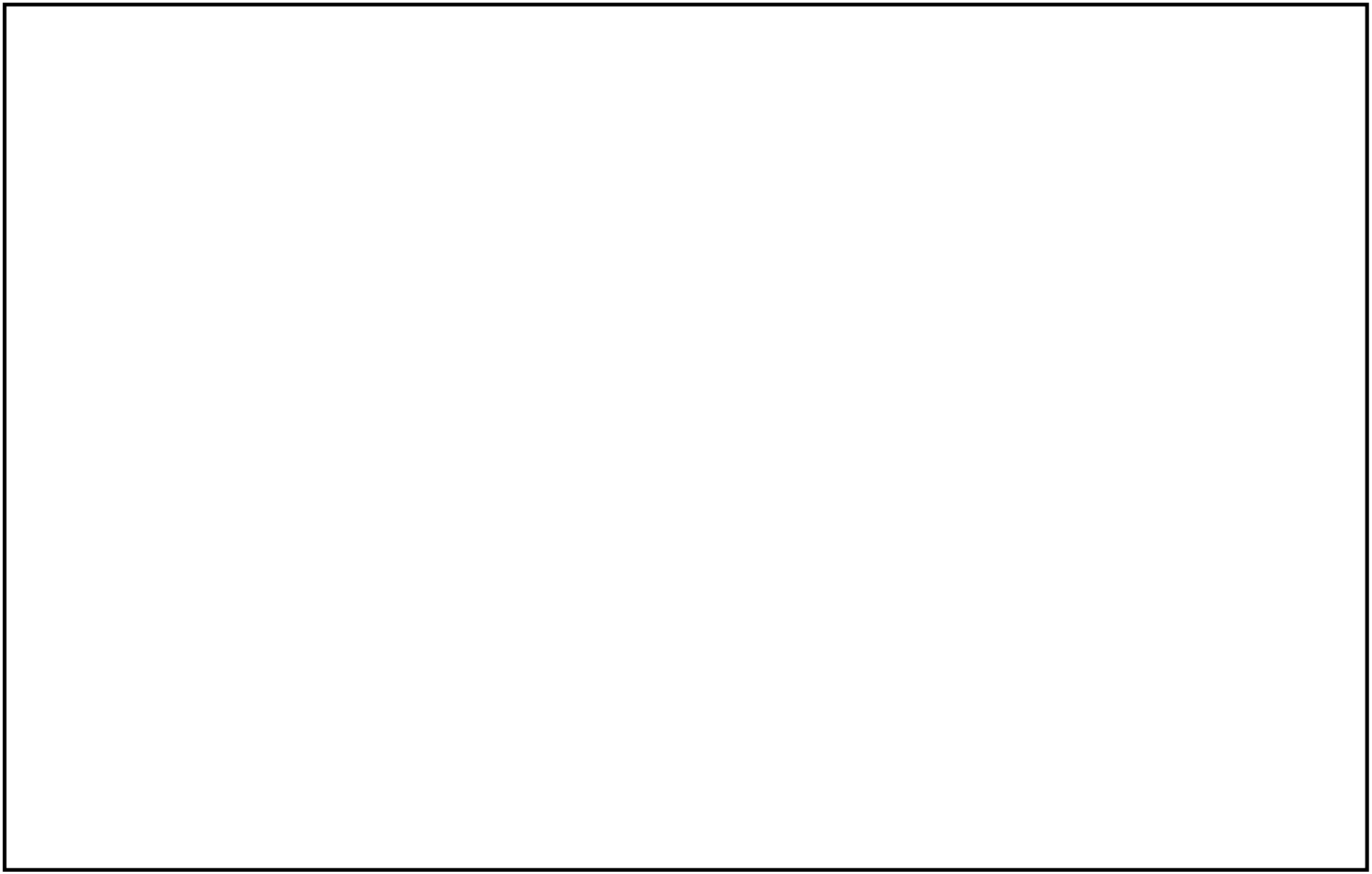


鳥瞰図	KMUWP-711-2/12

鳥瞰図	KMUWP-711-3/12

鳥瞰図	KMUWP-711-4/12

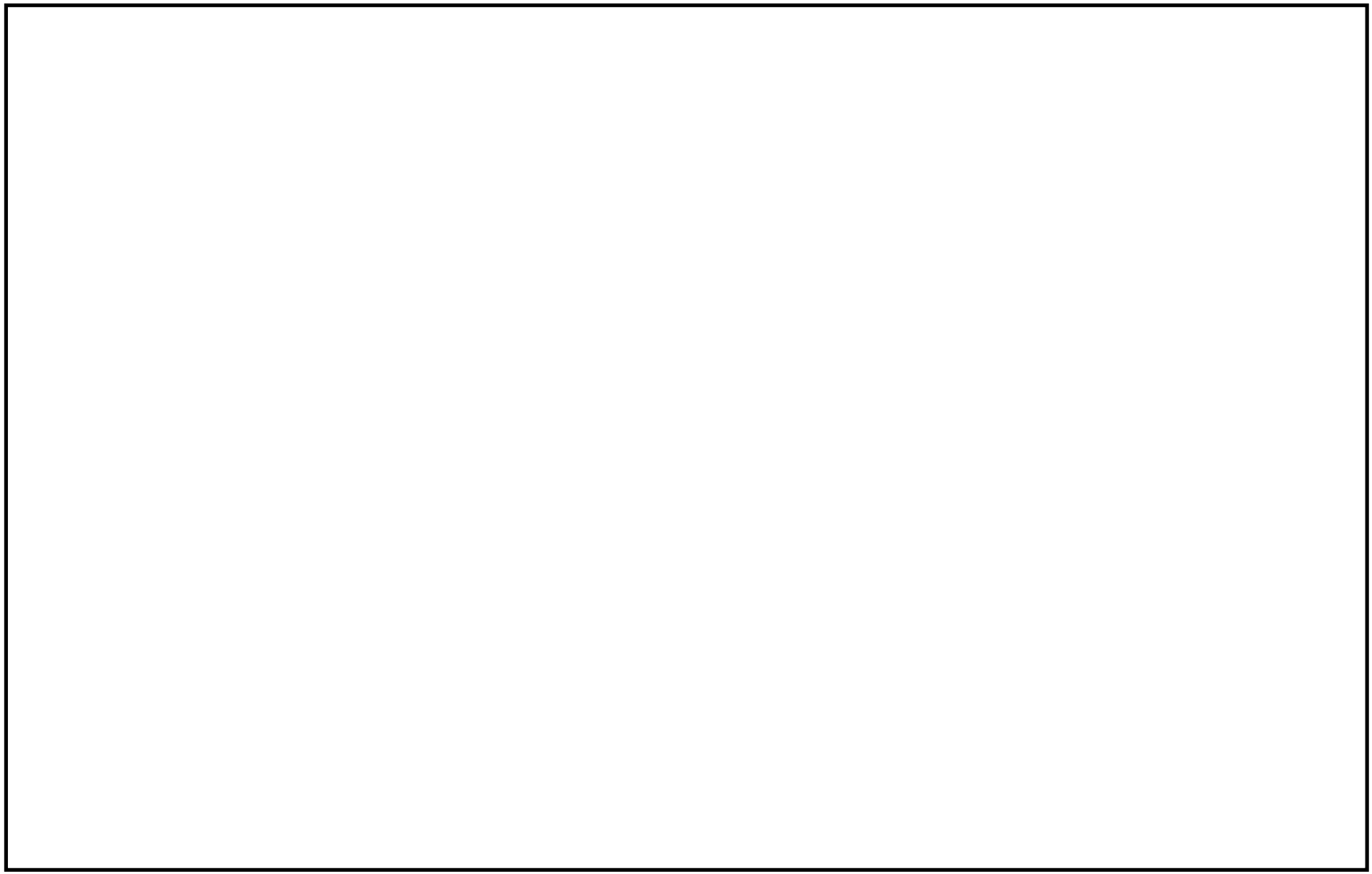
鳥瞰図	KMUWP-711-5/12



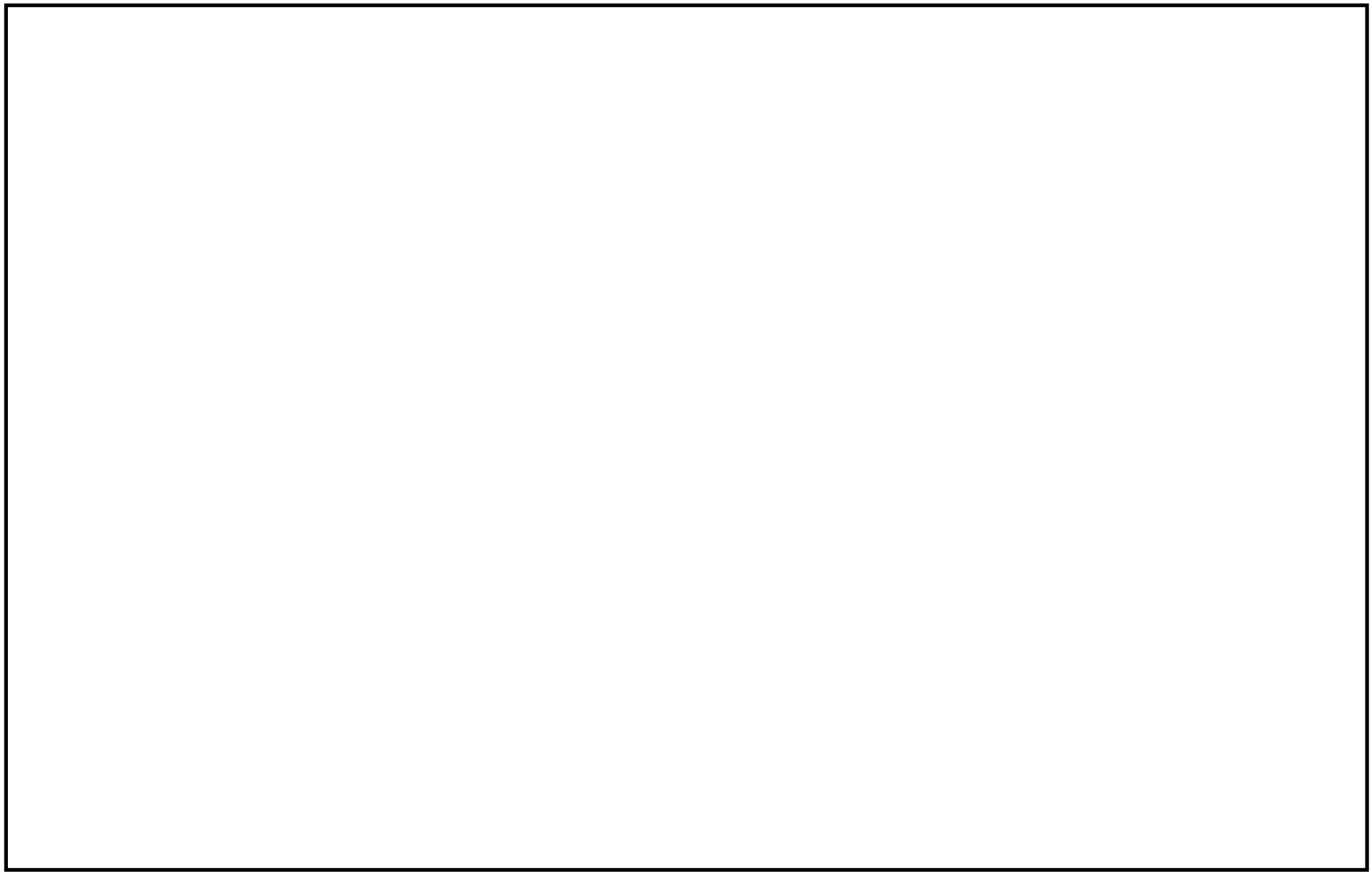
鳥瞰図	KMUWP-711-6/12

鳥瞰図	KMUWP-711-7/12

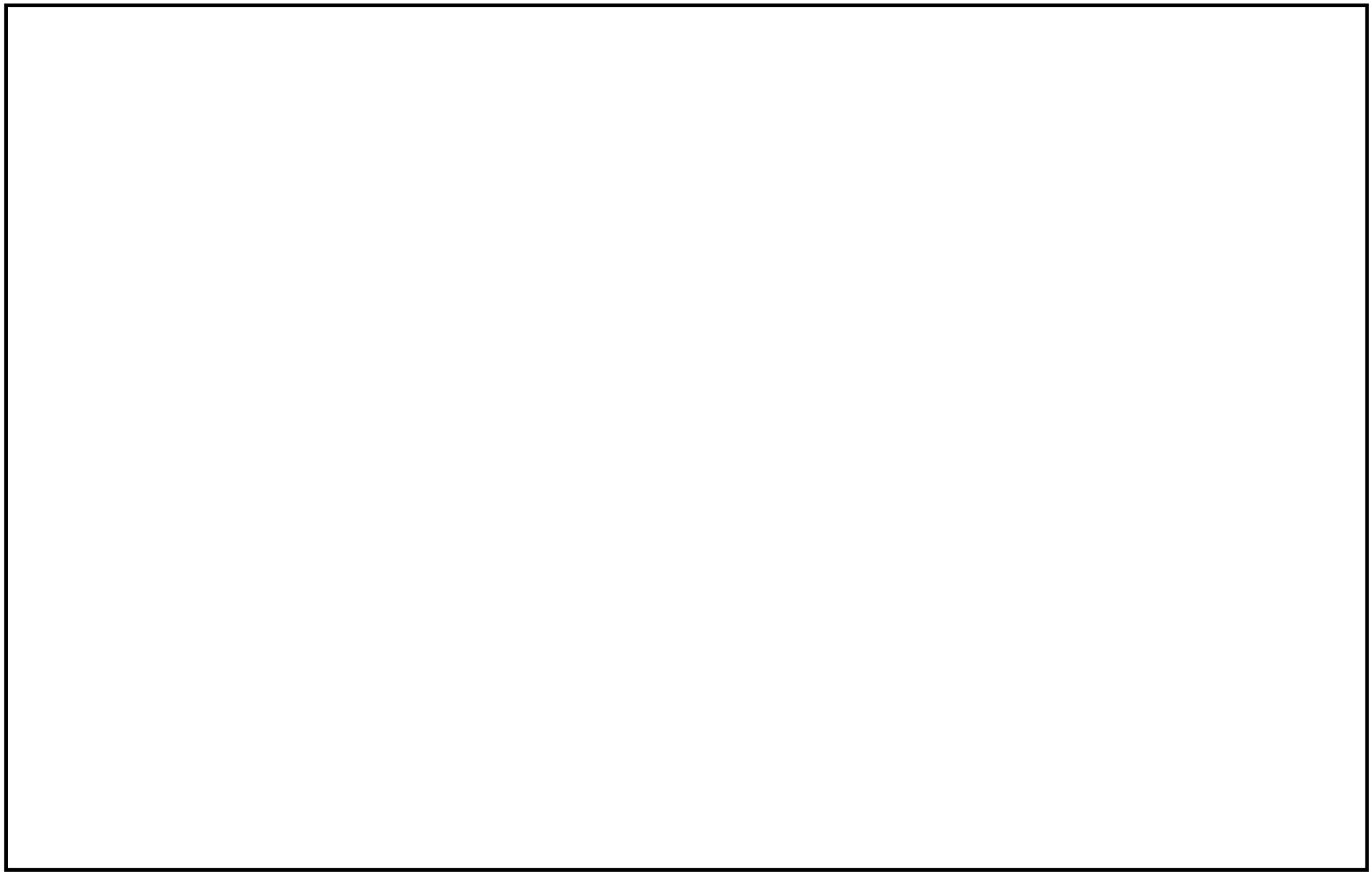
鳥瞰図	KMUWP-711-8/12



鳥瞰図	KMUWP-711-9/12



鳥瞰図	KMUWP-711-10/12



鳥瞰図	KMUWP-711-11/12

鳥瞰図	KMUWP-711-12/12

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 KMUWP-711

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	34～36,38～41 155～158,317～318	静水頭	66	114.3	6.0	SUS304TP
2	44～48,50～53,55 159～163,165～172 174,176,177,179 319～321,323,324 326,327	2.00	66	76.3	5.2	SUS304TP
3	53～106,108～134 136～139,141,142 177～210,212～234 236～278,280～299	2.00	66	165.2	7.1	SUS304TP
4	107,144,145,147～155 175,279,301,302,305 306	静水頭	66	165.2	7.1	SUS304TP

配管の付加質量

鳥　瞰　図　KMUWP-711

質量	対応する評価点
[redacted] kg/m	44～48, 50～52, 52～53, 169～55, 159～163, 165～169, 170～172 174～176, 176～177, 327～179, 319～321, 323～324, 324～327
[redacted] kg/m	34～36, 38～41, 318～34, 155～156, 156～157, 157～158, 158～318
[redacted] kg/m	53～134, 136～139, 141～142, 144～145, 147～152, 153～155, 152～153 301～302, 305～151, 177～210, 212～233, 237～299

フランジ部の質量

鳥　瞰　図　KMUWP-711

質量	対応する評価点
[redacted] kg	44,159,170,319

弁部の寸法

鳥　瞰　図　KMUWP-711

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
37			
49			
135			
140			
143			
146			
164			
173			
211			
235			
300			
303			
322			

弁部の質量

鳥　瞰　図　KMUWP-711

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
kg	36	kg	233
kg	37	kg	235
kg	38	kg	237
kg	48	kg	299
kg	49	kg	300
kg	50	kg	301
kg	134	kg	302
kg	135	kg	303
kg	136	kg	305
kg	139	kg	321
kg	140	kg	322
kg	141	kg	323
kg	142		
kg	143		
kg	144		
kg	145		
kg	146		
kg	147		
kg	163		
kg	164		
kg	165		
kg	172		
kg	173		
kg	174		
kg	210		
kg	211		
kg	212		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥　瞰　図　KMUWP-711

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
41						
47						
51						
57						
60						
63						
66						
69						
73						
77						
79						
81						
83						
85						
88						
91						
94						
99						
100						
102						
107						
108						
111						
114						
119						
122						
126						
131						
162						
166						
171						

支持点及び貫通部ばね定数

鳥　瞰　図　KMUWP-711

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
175						
183						
185						
188						
190						
192						
194						
203						
205						
207						
213						
214						
217						
219						
220						
221						
226						
227						
228						
230						
232						
234						
236						
238						
239						
241						
247						
254						
256						
261						
266						

支持点及び貫通部ばね定数

鳥　瞰　図　KMUWP-711

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
268						
272						
277						
279						
283						
320						

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 (℃)	許容応力 (MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
SUS304TP	66	—	—	—	126

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 (℃)	許容応力（MPa）			
		Ｓm	Ｓy	Ｓu	Ｓh
SUS304TP	66	―	―	―	126

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	許容応力
			S_{prm}[*1]	1.5・S_h
			S_{prm}[*2]	1.8・S_h
KMUWP-711	105	S_{prm}[*1]	39	189
	105	S_{prm}[*2]	39	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_{prm}^{*1} S_{prm}^{*2}	許容応力 S_h $1.2 \cdot S_h$
KMUWP-711	34	S_{prm}^{*1}	13	126
	34	S_{prm}^{*2}	13	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	KMUWP-711	105	39	189	4.84	○	105	39	226	5.79	○

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	KMUWP-711	34	13	126	9.69	○	34	13	151	11.61	○

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。

Ⅴ-3-3-3-3-5-2-3　管の強度計算書（可搬型）

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカ規格及び基準）（大容量送水車（海水取水用）吸込 20mホース）

Ⅰ． 重大事故等クラス３機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
ホース	海から大容量送水車（海水取水用）へ海水を送水するためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋外で海水を送水する。	ポリエステル	1.3*	[redacted]

注記 ＊：重大事故等時における使用時の値を示す。

Ⅱ． メーカ規格及び基準に規定されている事項（メーカ仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	規格及び基準に基づく試験
ジェットホース JET MULTI FLOW	消防用ホースであり，火災等の災害時に被害を軽減するための送水用ホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。	ポリエステル	1.3	[redacted]	耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で 2.5 MPa，折り曲げた状態で 1.8MPa，試験保持時間：5 分間）を実施

Ⅲ． 確認項目

(a) ：規格及び基準が妥当であることの確認（ⅠとⅡの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは，重大事故等時に屋外で海水を送水するためのホースである。一方，本メーカ規格及び基準は，消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は，本規格の仕様目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（Ⅱと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，ⅠとⅡの使用条件の比較）

当該ホースの型式については，「消防法」に基づくものとして承認又は届出されており，「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果又は届出番号により確認できる。

当該ホースの最高使用温度及び最高使用圧力はメーカ仕様の範囲内であり，「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で 2.5MPa，折り曲げた状態で 1.8MPa，試験保持時間：5 分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから，当該ホースは要求される強度を有している。

Ⅳ． 評価結果

上記の重大事故等クラス３機器は，一般産業品としてメーカ規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカ規格及び基準）（大容量送水車海水用 5m,10m,50m ホース）

Ⅰ． 重大事故等クラス３機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
ホース	大容量送水車（海水取水用）と可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）を接続し，可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）へ送水するためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋外で海水を送水する。	ポリエステル	1.3*	[redacted]

注記 ＊：重大事故等時における使用時の値を示す。

Ⅱ． メーカ規格及び基準に規定されている事項（メーカ仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	規格及び基準に基づく試験
ジェットホース JET MEGA FLOW	消防用ホースであり，火災等の災害時に被害を軽減するための送水用ホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。	ポリエステル	1.3	[redacted]	耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で 2.0 MPa 試験保持時間：5 分間）を実施

Ⅲ． 確認項目

(a) ：規格及び基準が妥当であることの確認（ⅠとⅡの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは，重大事故等時に屋外で海水を送水するためのホースである。一方，本メーカ規格及び基準は，消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は，本規格の仕様目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（Ⅱと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，ⅠとⅡの使用条件の比較）

当該ホースの型式については，「消防法」に基づくものとして承認又は届出されており，「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果又は届出番号により確認できる。

当該ホースの最高使用温度及び最高使用圧力はメーカ仕様の範囲内であり，「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で 2.0MPa，試験保持時間：5 分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから，当該ホースは要求される強度を有している。

Ⅳ． 評価結果

上記の重大事故等クラス３機器は，一般産業品としてメーカ規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

Ⅴ-3-3-3-4　原子炉冷却材補給設備の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-4-1　補給水系の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-4-1-1　復水移送ポンプの強度計算書

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-3-2-10「重大事故等クラス２ポンプの強度計算方法」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

機器名	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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
復水移送ポンプ	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

目　　次

1.　計算条件 …… 1
1.1　ポンプ形式 …… 1
1.2　計算部位 …… 1
1.3　設計条件 …… 1
2.　強度計算 …… 2
2.1　ケーシングの厚さ …… 2
2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ …… 2
2.3　ケーシングの各部形状 …… 3
2.4　ケーシングカバーの厚さ …… 4
2.5　ボルトの平均引張応力 …… 4
2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ …… 5

1.　計算条件

1.1　ポンプ形式

片吸込１重うず巻ポンプであって，ケーシングが軸垂直割りであるものに相当する。

1.2　計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

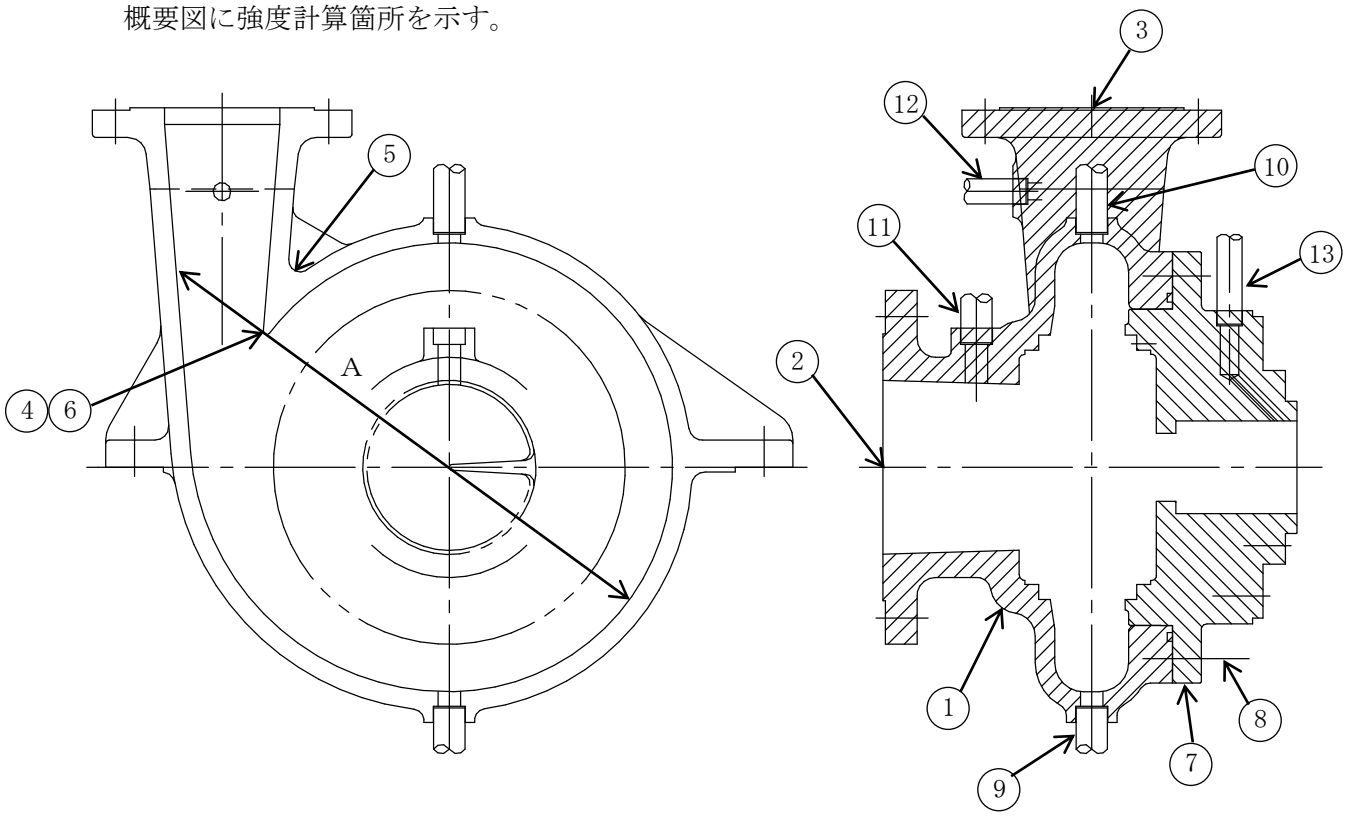


図 1－1　概要図

1.3　設計条件

設計条件	
最高使用圧力(MPa)	1.70
最高使用温度(℃)	85

2.　強度計算

2.1　ケーシングの厚さ

設計・建設規格　PMC-3320

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①	[redacted]	1.70	[redacted]	[redacted]

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
9.3	17.0	[redacted]

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

2.2　ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格　PMC-3330　　(単位：mm)

計算部位	r_i	r_m	ℓ	t	$t_{\ell o}$	t_ℓ
②	75.0	79.6	13.5	9.3	[redacted]	[redacted]
③	50.0	54.6	11.2	9.3	[redacted]	[redacted]

評価：$t_\ell \geqq t$，よって十分である。

2.3　ケーシングの各部形状

(1)　ボリュート巻始めの丸みの半径

設計・建設規格　PMC-3340(4)　　(単位：mm)

計算部位	r_3	r_{3so}	r_{3s}
④	0.5	[redacted]	[redacted]

評価：$r_{3s} \geqq r_3$，よって十分である。

(2)　クロッチの丸みの半径

設計・建設規格　PMC-3340(5)　　(単位：mm)

計算部位	r_4	r_{4so}	r_{4s}
⑤	2.8	[redacted]	[redacted]

評価：$r_{4s} \geqq r_4$，よって十分である。

(3)　ボリュート巻始めとケーシング壁面の交わる部分のすみの丸みの半径

告示第５０１号第 77 条第 7 項第 6 号　　(単位：mm)

計算部位	r_5	r_{5so}	r_{5s}
⑥	7.0	[redacted]	[redacted]

評価：$r_{5s} \geqq r_5$，よって十分である。

2.4　ケーシングカバーの厚さ

告示第５０１号第77条第5項第1号

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑦		1.70			

t (mm)	tso (mm)	ts (mm)
18.4		

評価：ts≧ t，よって十分である。

2.5　ボルトの平均引張応力

設計・建設規格　PMC-3510

計算部位	材料	P (MPa)	Sb (MPa)	db (mm)	n	Ab (mm²)
⑧		1.70				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	Gs (mm)	G (mm)	Dg (mm)
セルフシール ガスケット（ゴム）	—	—	—	—	

H (N)	Hp (N)	Wm1 (N)	Wm2 (N)	W (N)	σ (MPa)
	—		0		43

評価：σ ≦Sb，よって十分である。

2.6　耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格　PMC-3610

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	D_o (mm)
⑨		1.70		
⑩		1.70		
⑪		1.70		
⑫		1.70		
⑬		1.70		

継手の種類	放射線透過試験の有無	η
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00
継手無し	—	1.00

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
0.3		
0.3		
0.3		
0.2		
0.2		

評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。

Ⅴ-3-3-3-4-1-2　復水貯蔵槽の強度計算書

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-3-2-8「重大事故等クラス２容器の強度計算方法」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

機器名	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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
復水貯蔵槽	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	無	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2

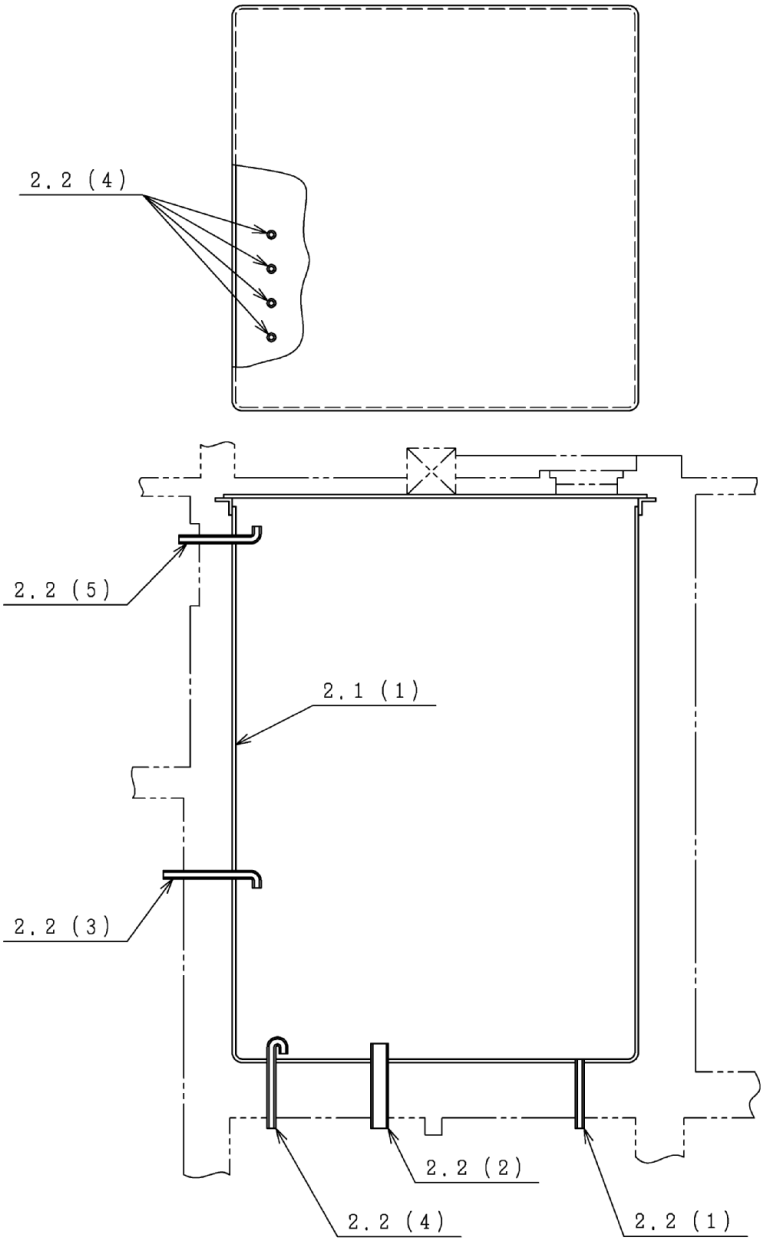
目　　次

1.　計算条件　……　1
1.1　計算部位　……　1
1.2　設計条件　……　1
2.　強度計算　……　2
2.1　開放タンクの胴の厚さの計算　……　2
2.2　開放タンクの管台の厚さの計算　……　3

1.　計算条件

1.1　計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の計算項目番号を示す。

図1－1　概要図

1.2　設計条件

最高使用圧力(MPa)	静水頭
最高使用温度(℃)	66

2.　強度計算

2.1　開放タンクの胴の厚さの計算*

設計・建設規格　PVC-3920(1)

胴板名称			(1)　ライニング材
材料			SUS304
水頭	H	(m)	―
最高使用温度		(℃)	―
胴の内径	D_i	(m)	―
液体の比重	ρ		―
許容引張応力	S	(MPa)	―
継手効率	η		―
継手の種類			―
放射線検査の有無			―
必要厚さ	t_1	(mm)	1.50
必要厚さ	t_2	(mm)	―
必要厚さ	t_3	(mm)	―
t_1, t_2, t_3の大きい値	t	(mm)	1.50
呼び厚さ	t_{so}	(mm)	4.00
最小厚さ	t_s	(mm)	
評価：$t_s \geqq t$，よって十分である。			

注記＊：復水貯蔵槽はコンクリート躯体にステンレス鋼板を内張りしたものであり，水頭による荷重は，内張りの下のコンクリート躯体で強度を保持しているため，内張り材の最小厚さが設計・建設規格　PVC-3920(1)で規定する値以上であることを確認する。

2.2　開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格　PVC-3980

管台名称			(1)　ドレン
材料			
水頭	H	(m)	
最高使用温度		(℃)	66
管台の内径	D_i	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t_1	(mm)	0.04
必要厚さ	t_2	(mm)	2.40
t_1, t_2の大きい値	t	(mm)	2.40
呼び厚さ	t_{no}	(mm)	
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価：$t_n \geqq t$，よって十分である。			

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格　PVC-3980

管台名称			(2)　高圧炉心注水系出口
材料			
水頭	H	(m)	
最高使用温度		(℃)	66
管台の内径	D_i	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t_1	(mm)	0.22
必要厚さ	t_2	(mm)	3.50
t_1, t_2の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	t_{no}	(mm)	
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価：$t_n \geqq t$，よって十分である。			

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格　PVC-3980

管台名称			(3)　復水出口
材料			
水頭	H	(m)	
最高使用温度		(℃)	66
管台の内径	D_i	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t_1	(mm)	0.18
必要厚さ	t_2	(mm)	3.50
t_1, t_2の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	t_{no}	(mm)	
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価：$t_n \geqq t$，よって十分である。			

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格　PVC-3980

管台名称			(4)　液位計用
材料			
水頭	H	(m)	
最高使用温度		(℃)	66
管台の内径	D_i	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t_1	(mm)	0.02
必要厚さ	t_2	(mm)	1.70
t_1, t_2の大きい値	t	(mm)	1.70
呼び厚さ	t_{no}	(mm)	
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価：$t_n \geqq t$，よって十分である。			

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格　PVC-3980

管台名称			(5)　オーバーフロー
材料			
水頭	H	(m)	
最高使用温度		(℃)	66
管台の内径	D_i	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t_1	(mm)	0.15
必要厚さ	t_2	(mm)	3.50
t_1, t_2の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	t_{no}	(mm)	
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価：$t_n \geqq t$，よって十分である。			

Ⅴ-3-3-3-4-1-3　管の強度計算書

Ⅴ-3-3-3-4-1-3-1　管の基本板厚計算書

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

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		SA条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.37	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
その他1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2

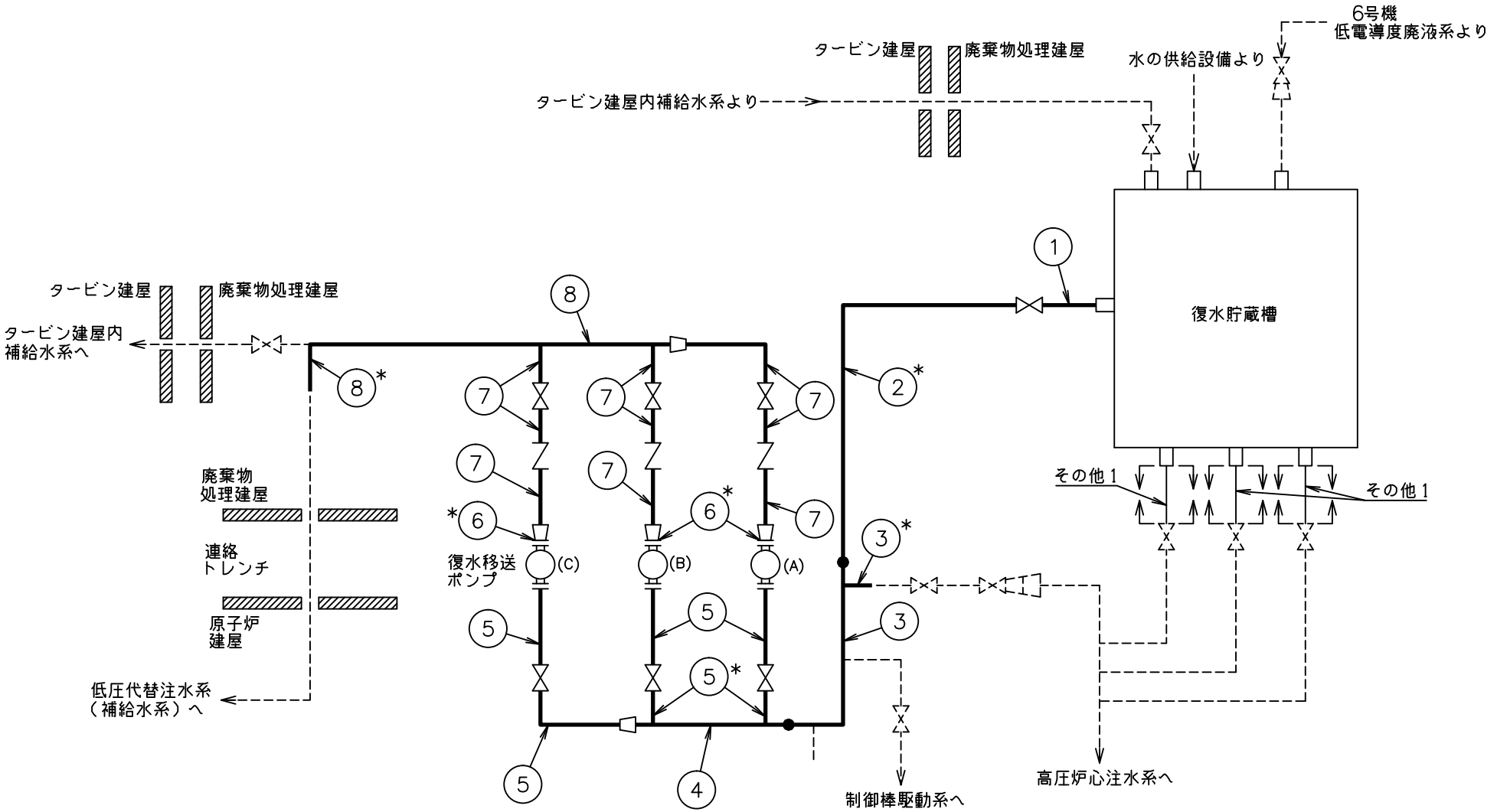
・適用規格の選定

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
8	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

目　　次

1.　概略系統図　・・・　1
2.　管の強度計算書　・・・　2
3.　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価　・・・　3

1．概略系統図



本範囲の強度計算は，平成4年10月13日付け　4資庁第8733号にて認可された
工事計画のⅣ−3−1−3−1−1「管の基本板厚計算書」による。

注記＊：管継手

補給水系概略系統図

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス２管）

設計・建設規格　PPC-3411　準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	クラス	S (MPa)	η	Q	ts (mm)	t (mm)	算式	tr (mm)
1	静水頭	66	267.40	9.30	SUS304TP	S	2	――	――	12.5 %	8.13	――	――	――
2	1.37	66	267.40	9.30	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5 %	8.13	1.45	A	1.45
3	1.37	85	267.40	9.30	SUS304TP	S	2	124	1.00	12.5 %	8.13	1.47	A	1.47
4	1.37	85	267.40	9.30	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	8.13	1.96	C	3.80
5	1.37	85	165.20	7.10	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	6.21	1.21	C	3.80
6	1.70	85	114.30	6.00	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	5.25	1.04	C	3.40
7	1.70	85	165.20	7.10	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	6.21	1.50	C	3.80
8	1.70	85	267.40	9.30	STPG370	S	2	93	1.00	12.5 %	8.13	2.43	C	3.80

評価：ｔｓ ≧ ｔｒ，よって十分である。

3.　設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

管ＮＯ．4,5,6,7,8（使用材料規格：ＪＩＳ Ｇ ３４５４　STPG370）の評価結果

（比較材料：ＪＩＳ Ｇ ３４５６　STPT370）

管ＮＯ．4,5,6,7,8 に使用している STPG370 は，材料の許容引張応力が設計・建設規格に記載されていないことから，材料の許容引張応力が設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し，同等であることを示す。

(1)機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	370N/mm^{2}以上	215N/mm^{2}以上	引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	370N/mm^{2}以上	215N/mm^{2}以上	

(2)化学的成分

	化学成分(%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	0.25 以下	0.35 以下	0.30 ～ 0.90	0.040 以下	0.040 以下	—	—	—	—	—
比較材料	0.25 以下	0.10 ～ 0.35	0.30 ～ 0.90	0.035 以下	0.035 以下	—	—	—	—	—
比較結果	Si,P,S の成分規定に差異があるが，以下により，本設備の環境下での使用は問題ないと考える。 Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが，(1)の評価結果からも機械強度は同等以上であること。 P：冷間脆性に影響を与える成分であるが，本設備において使用される材料は，薄肉（16mm 未満）であるため，脆性破壊が発生しがたい寸法の材料であること，さらには，設計・建設規格クラス２の規定でも破壊靭性試験が要求されない範囲であること。 S：熱間脆性に影響を与える成分であるが，本設備において使用される材料は，薄肉（16mm 未満）であるため，脆性破壊が発生しがたい寸法の材料であること，さらには，設計・建設規格クラス２の規定でも破壊靭性試験が要求されない範囲であること。									

(3)評価結果

(1),(2)の評価により，機械的強度，化学成分，いずれにおいても比較材料と同等であることを確認したため，本設備において，STPG370 を重大事故等クラス２材料として使用することに問題ないと考える。

K7 ① V-3-3-3-4-1-3-1 R1E

Ⅴ-3-3-3-4-1-3-2　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		ＳＡ条件						
								圧力(MPa)	温度(℃)	圧力(MPa)	温度(℃)					
MUWC-W-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.37	66	1.70	85	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	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 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
3.　計算条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
3.1　計算条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
3.2　材料及び許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
4.　計算結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16
5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18

K7 ① V-3-3-3-4-1-3-2 R1

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

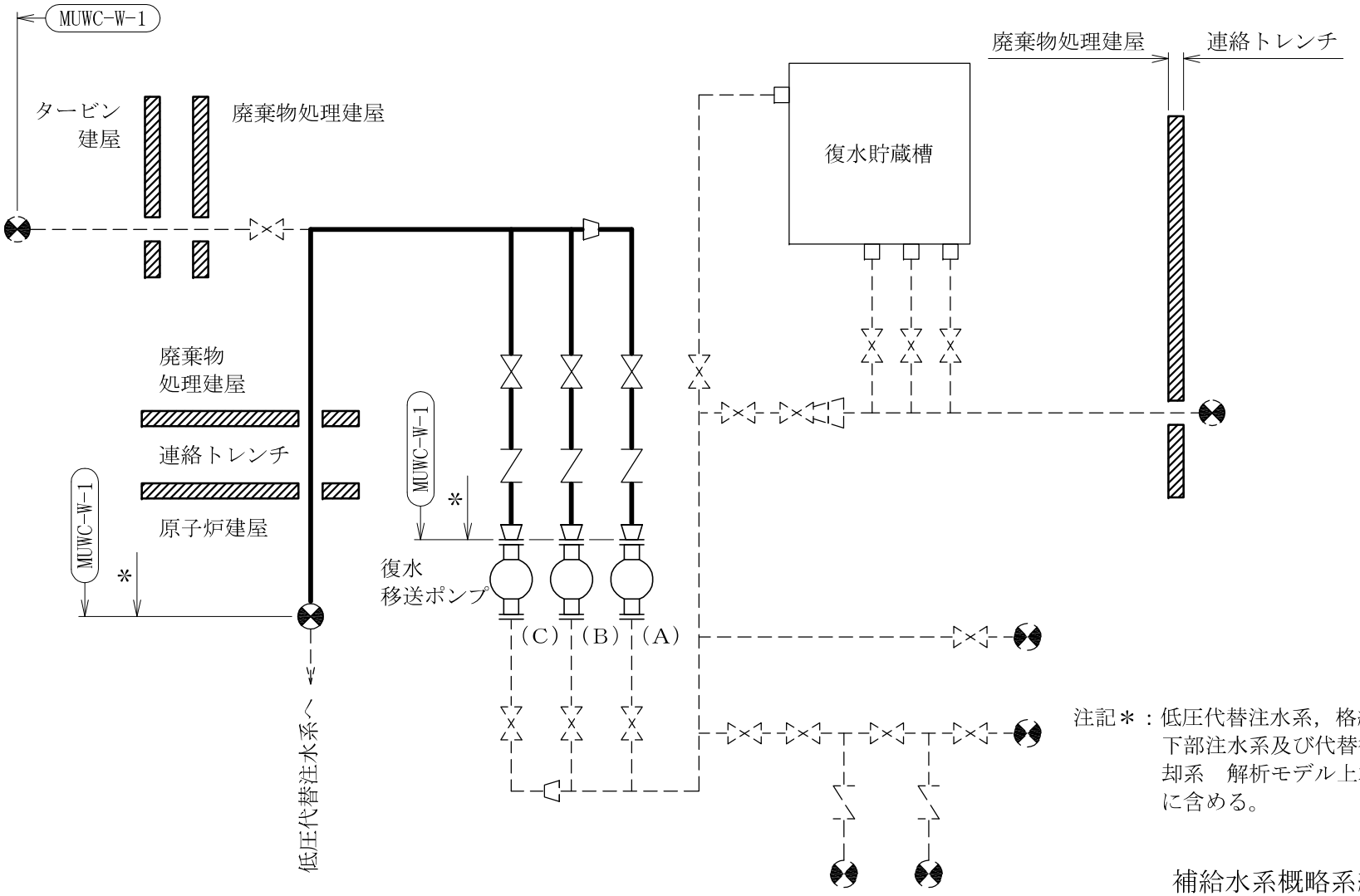
工事計画記載範囲の管のうち，設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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

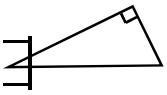
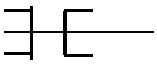
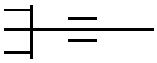


注記＊：低圧代替注水系，格納容器下部注水系及び代替循環冷却系　解析モデル上本系統に含める。

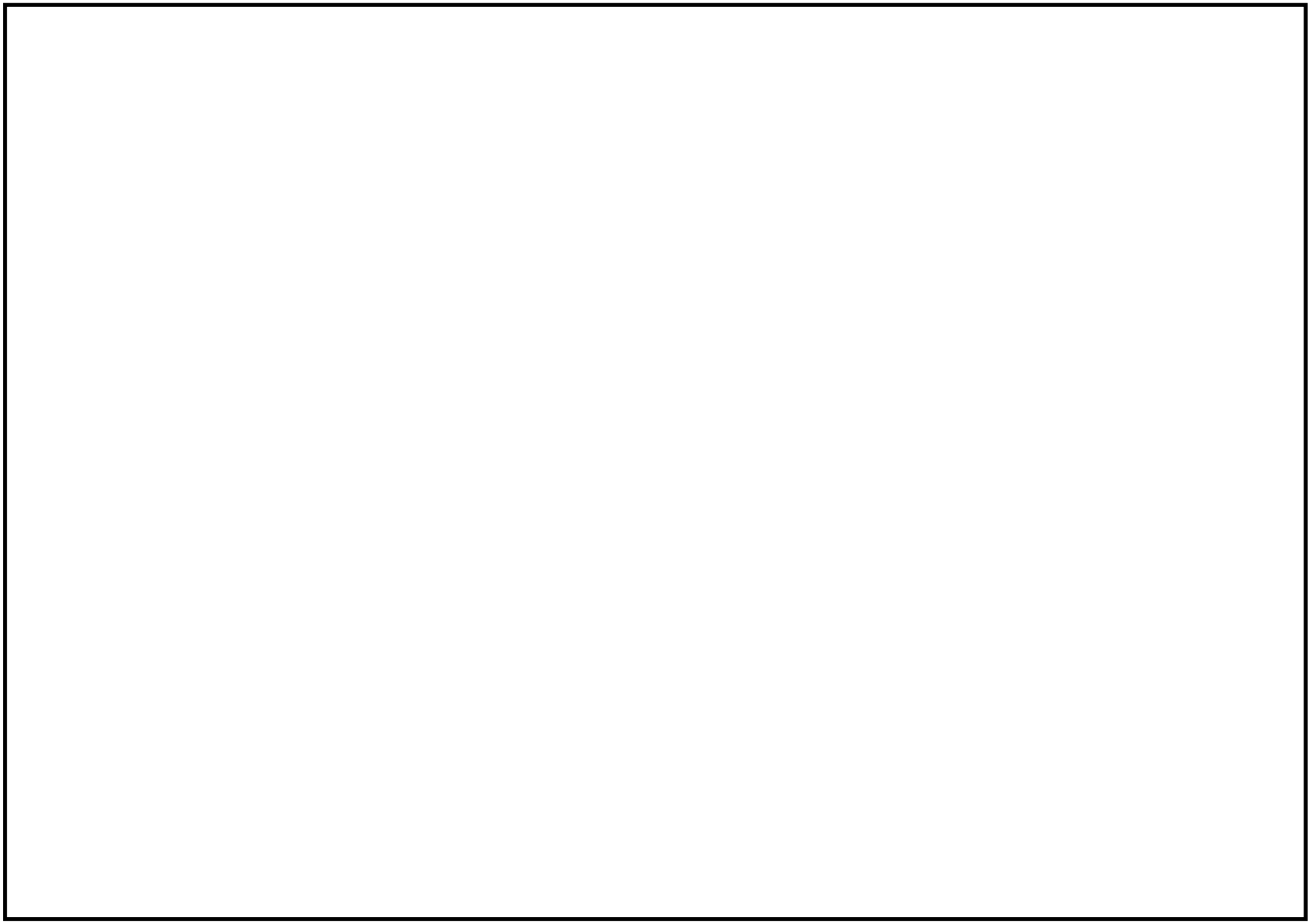
補給水系概略系統図

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
（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。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	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。

鳥瞰図	MUWC-W-1(1/3)



鳥瞰図	MUWC-W-1(2/3)

鳥瞰図	MUWC-W-1(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 MUWC-W-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	3～10,11～16 17～24,26～66 67～72,73～80 29～87,88～93 94～101	1.70	85	165.2	7.1	STPG370
2	25～39,39～1371 1372～141,1411～150A	1.70	85	267.4	9.3	STPG370
3	1371～1372,141～1411	1.70	85	267.4	9.3	STPT410

配管の付加質量

鳥瞰図　MUWC-W-1

質量	対応する評価点
[redacted]	3～10, 11～16, 17～19S, 20S～24, 26～63S 64S～66, 67～72, 73～80, 29～84S, 85S～87 88～93, 94～101
[redacted]	25～39, 39～107S
[redacted]	108S～122S

フランジ部の質量

鳥瞰図　MUWC-W-1

質量	対応する評価点
[redacted]	1N,82N,103N

弁部の寸法

鳥瞰図　MUWC-W-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				16～17			
66～67				72～73			
87～88				93～94			

弁部の質量

鳥瞰図　MUWC-W-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
[redacted]	10～11,72～73	[redacted]	93～94
[redacted]	16～17,66～67	[redacted]	87～88

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図　MUWC-W-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						
900						
15						
1500						
1801						
23						
31						
3201						
360						
670						
68						
730						
82N						
880						
89						
940						
103N						
1101						
116						
121						
1251						
130						
132						
1351						
136						
143						
143						
150A						

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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPG370	85	—	—	—	93
STPT410	85	—	—	—	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 (℃)	許容応力(MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
STPG370	85	—	—	—	93
STPT410	85	—	—	—	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_{prm}*1 S_{prm}*2	許容応力 1.5・S_h 1.8・S_h
MUWC-W-1	29	S_{prm}*1	34	139
MUWC-W-1	29	S_{prm}*2	35	167

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_{prm}*1 S_{prm}*2	許容応力 S_h 1.2・S_h
MUWC-W-1	116	S_{prm}*1	34	93
MUWC-W-1	116	S_{prm}*2	34	111

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	MUWC-W-1	29	34	139	4.08	○	29	35	167	4.77	○

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	MUWC-W-1	116	34	93	2.73	○	116	34	111	3.26	○

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。