12-1. 原子炉補機冷却水系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-3-5-1-6-2(1)　管の応力計算書

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	RCW-R-1	5	45	150	3.33	—	5	47	180	3.82	—
2	RCW-R-2	49	71	150	2.11	—	49	73	180	2.46	—
3	RCW-R-3	2	76	150	1.97	—	2	78	180	2.30	—
4	RCW-R-4	38	74	154	2.08	—	38	76	185	2.43	—
5	RCW-R-5	45	94	154	1.63	—	45	96	185	1.92	—
6	RCW-R-6	44	74	154	2.08	—	44	75	185	2.46	—
7	RCW-R-7	145	46	154	3.34	—	145	47	185	3.93	—
8	RCW-R-8	133	80	154	1.92	—	133	81	185	2.28	—
9	RCW-R-9	26	77	154	2.00	—	26	78	185	2.37	—
10	RCW-R-10	103	81	154	1.90	—	103	82	185	2.25	—
11	RCW-R-11	31	24	154	6.41	—	31	26	185	7.11	—
12	RCW-R-12	73	67	154	2.29	—	73	68	185	2.72	—
13	RCW-R-28	6	38	154	4.05	—	12	41	185	4.51	—
14	RCW-R-29	21	23	154	6.69	—	21	24	185	7.70	—
15	RCW-R-30	10	37	154	4.16	—	25	38	185	4.86	—
16	RCW-R-50	33	19	154	8.10	—	33	21	185	8.80	—

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	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
17	RCW-R-51	37	22	154	7.00	—	37	23	185	8.04	—
18	RCW-R-52	34	19	154	8.10	—	34	21	185	8.80	—
19	RCW-R-53	37	22	154	7.00	—	37	23	185	8.04	—
20	RCW-R-54	20	19	154	8.10	—	20	21	185	8.80	—
21	RCW-R-55	37	22	154	7.00	—	37	23	185	8.04	—
22	RCW-T-1	2	56	150	2.67	—	2	58	180	3.10	—
23	RCW-T-2	1A	43	150	3.48	—	1A	45	180	4.00	—
24	RCW-T-3	31	67	150	2.23	—	31	69	180	2.60	—
25	RCW-T-4	39	43	150	3.48	—	39	46	180	3.91	—
26	RCW-T-5	2	49	150	3.06	—	50	51	180	3.52	—
27	RCW-T-6	9	59	150	2.54	—	9	61	180	2.95	—
28	RCW-H-1	57	68	150	2.20	—	57	71	180	2.53	—
29	RCW-H-2	1A	62	150	2.41	—	1A	64	180	2.81	—
30	RCW-H-3	1100	113	150	1.32	○	1100	115	180	1.56	○
31	RCW-H-4	5	72	150	2.08	—	5	74	180	2.43	—
32	RCW-H-5	33	59	150	2.54	—	33	61	180	2.95	—
33	RCW-H-6	15	54	150	2.77	—	15	56	180	3.21	—

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）

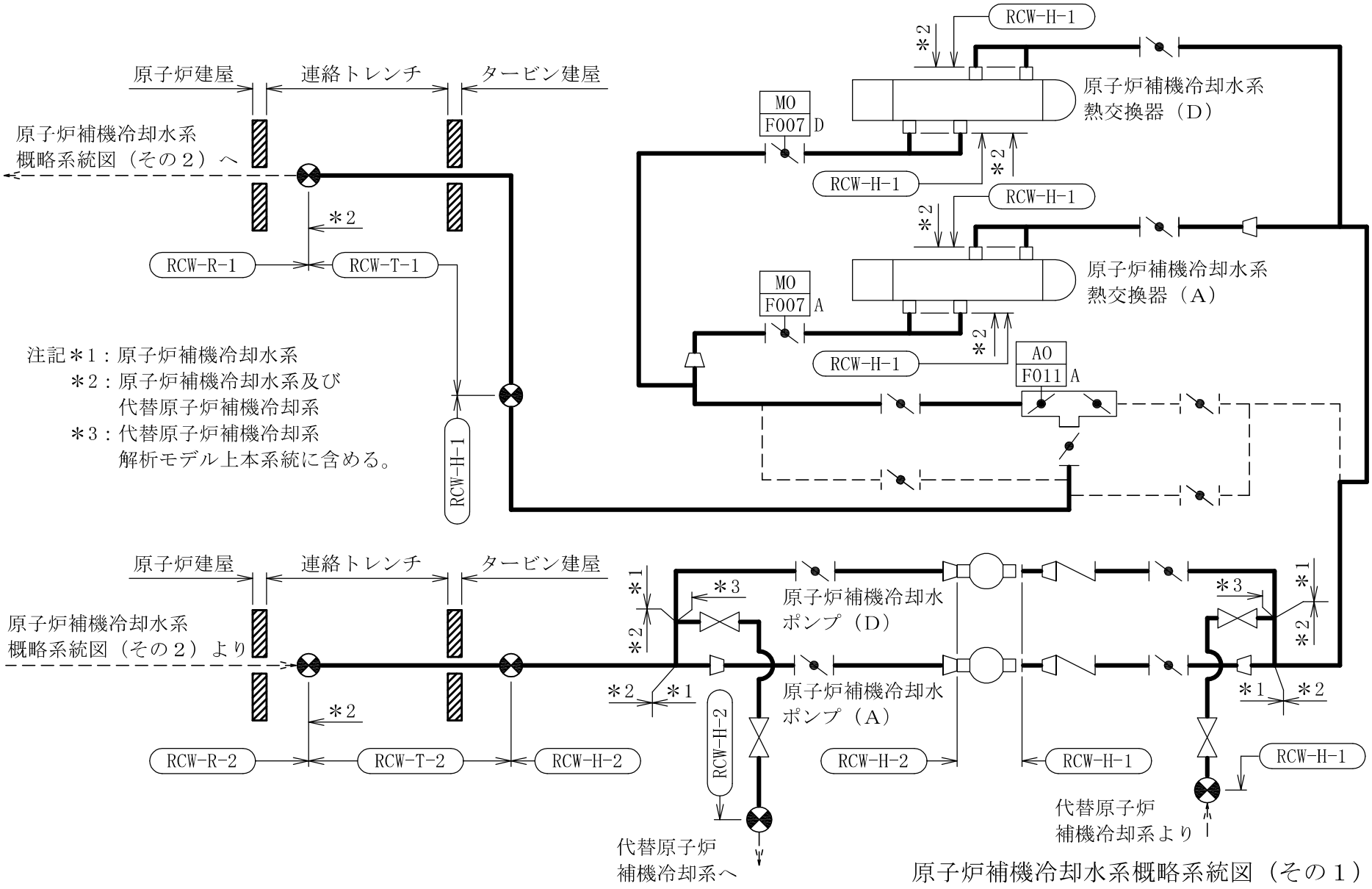
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	RCW-R-1	5	36	100	2.77	—	5	36	120	3.33	—
2	RCW-R-2	49	50	100	2.00	—	49	50	120	2.40	—
3	RCW-R-3	2	66	100	1.51	—	2	66	120	1.81	—
4	RCW-R-4	44	57	100	1.75	—	44	57	120	2.10	—
5	RCW-R-5	45	50	103	2.06	—	45	50	123	2.46	—
6	RCW-R-6	63	50	100	2.00	—	63	50	120	2.40	—
7	RCW-R-7	149	37	103	2.78	—	149	37	123	3.32	—
8	RCW-R-8	133	42	103	2.45	—	133	42	123	2.92	—
9	RCW-R-9	121A	45	103	2.28	—	121A	45	123	2.73	—
10	RCW-R-10	103	51	103	2.01	—	103	51	123	2.41	—
11	RCW-R-11	1A	18	103	5.72	—	1A	18	123	6.83	—
12	RCW-R-12	73	43	103	2.39	—	73	43	123	2.86	—
13	RCW-R-28	6	26	103	3.96	—	6	26	123	4.73	—
14	RCW-R-29	21	19	103	5.42	—	21	19	123	6.47	—
15	RCW-R-30	10	26	103	3.96	—	10	26	123	4.73	—
16	RCW-R-50	30	12	103	8.58	—	30	12	123	10.25	—
17	RCW-R-51	37	16	103	6.43	—	37	16	123	7.68	—
18	RCW-R-52	31	12	103	8.58	—	31	12	123	10.25	—

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。

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）

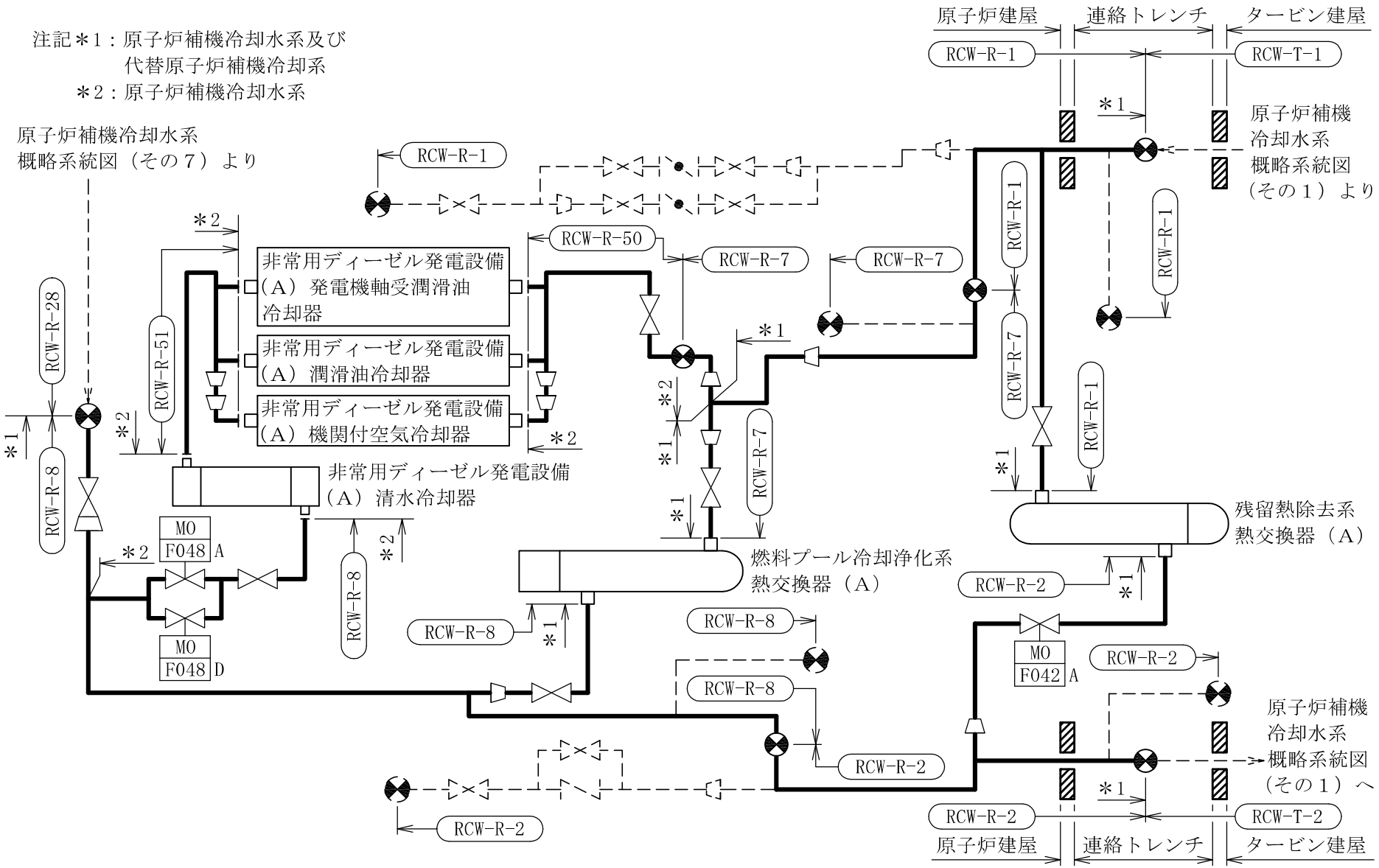
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
19	RCW-R-53	37	16	103	6.43	—	37	16	123	7.68	—
20	RCW-R-54	1A	17	103	6.05	—	1A	17	123	7.23	—
21	RCW-R-55	37	16	103	6.43	—	37	16	123	7.68	—
22	RCW-T-1	11	43	100	2.32	—	11	43	120	2.79	—
23	RCW-T-2	1A	45	100	2.22	—	1A	45	120	2.66	—
24	RCW-T-3	31	43	100	2.32	—	31	43	120	2.79	—
25	RCW-T-4	39	46	100	2.17	—	39	46	120	2.60	—
26	RCW-T-5	28	43	100	2.32	—	28	43	120	2.79	—
27	RCW-T-6	9	41	100	2.43	—	9	41	120	2.92	—
28	RCW-H-1	118	53	100	1.88	—	118	53	120	2.26	—
29	RCW-H-2	1A	64	100	1.56	—	1A	64	120	1.87	—
30	RCW-H-3	1100	75	100	1.33	○	1100	75	120	1.60	○
31	RCW-H-4	1A	71	100	1.40	—	1A	71	120	1.69	—
32	RCW-H-5	33	52	100	1.92	—	33	52	120	2.30	—
33	RCW-H-6	15	54	100	1.85	—	15	54	120	2.22	—

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。

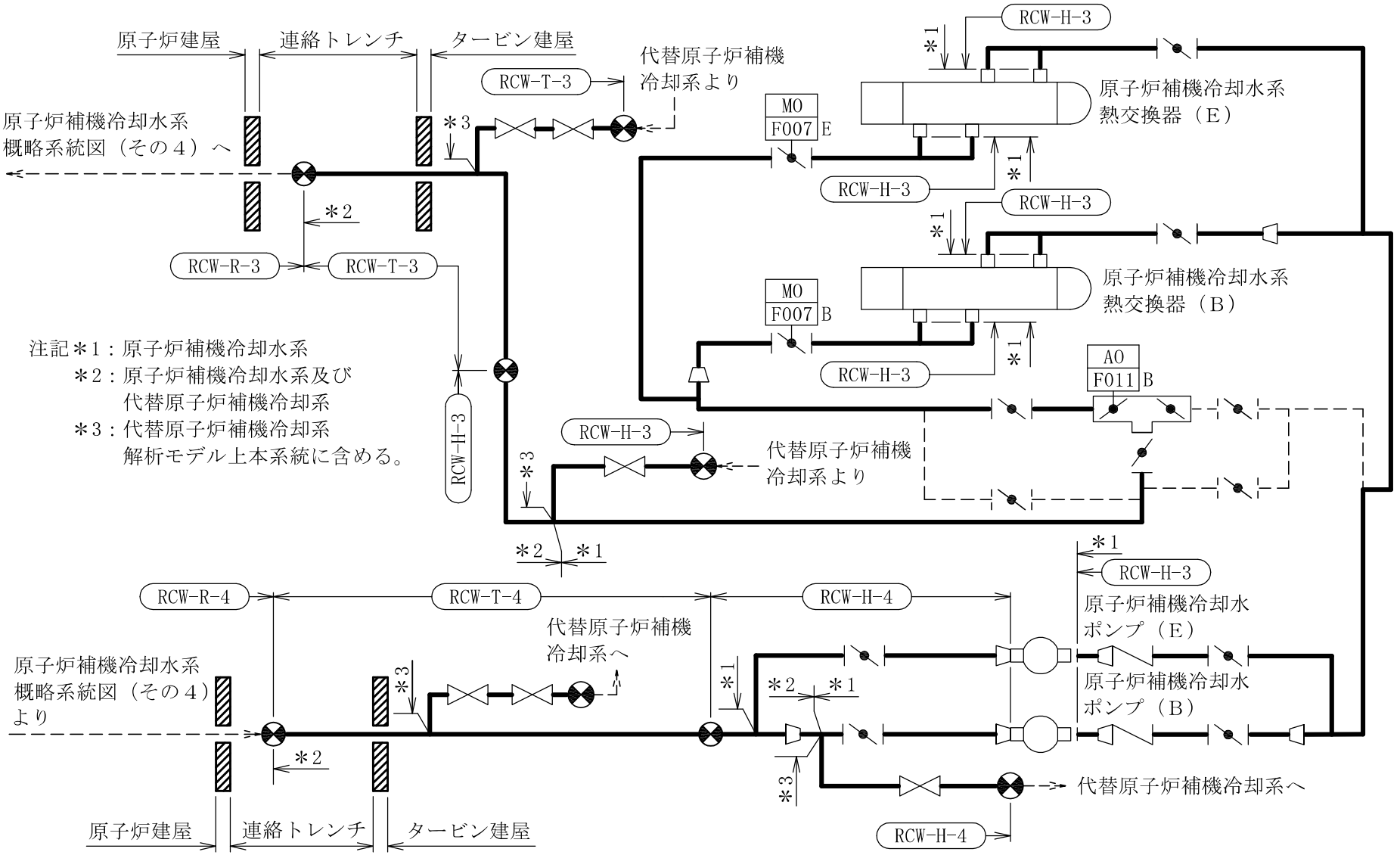


原子炉補機冷却水系概略系統図（その１）

注記＊1：原子炉補機冷却水系及び
代替原子炉補機冷却系
＊2：原子炉補機冷却水系

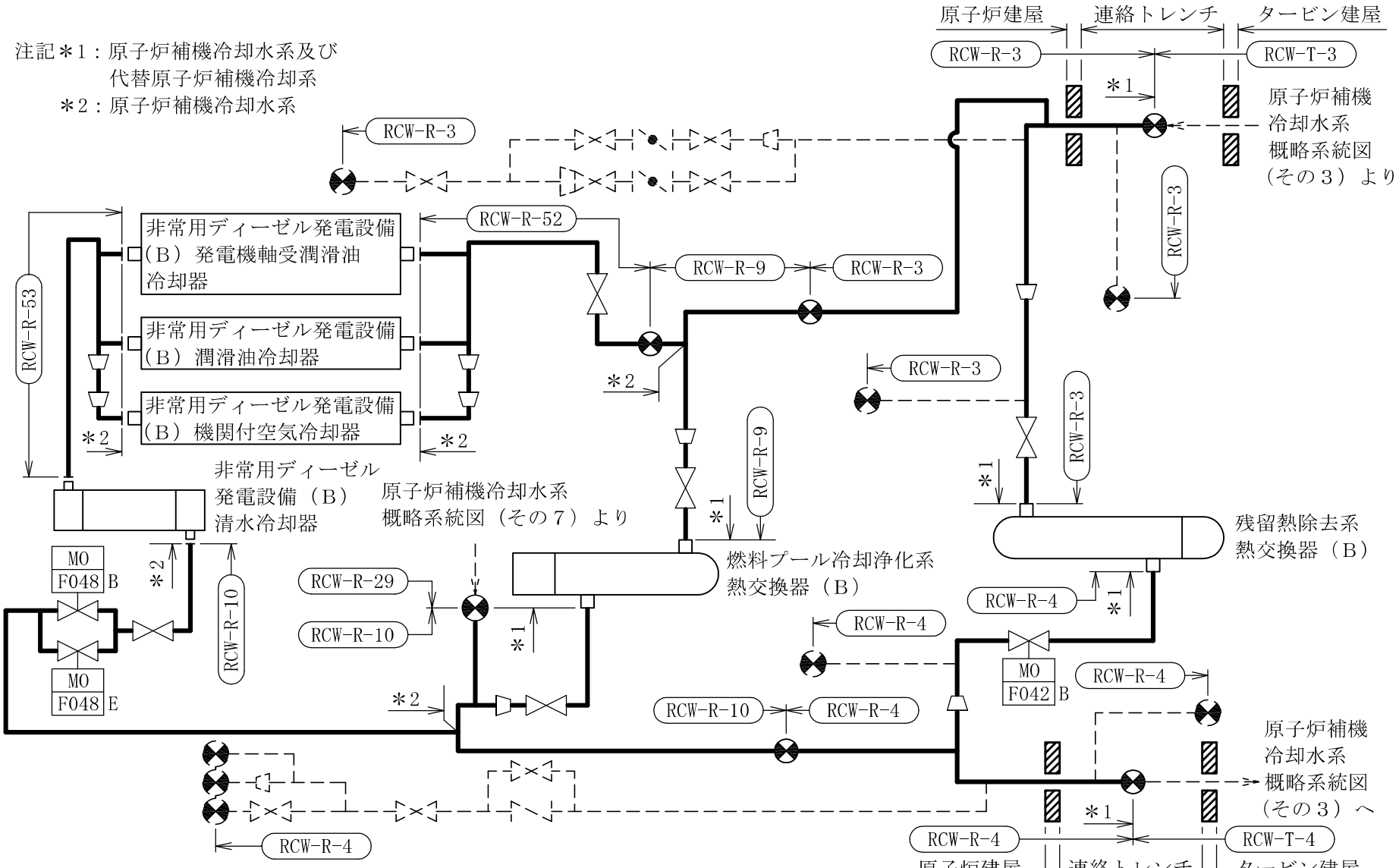


原子炉補機冷却水系概略系統図（その２）

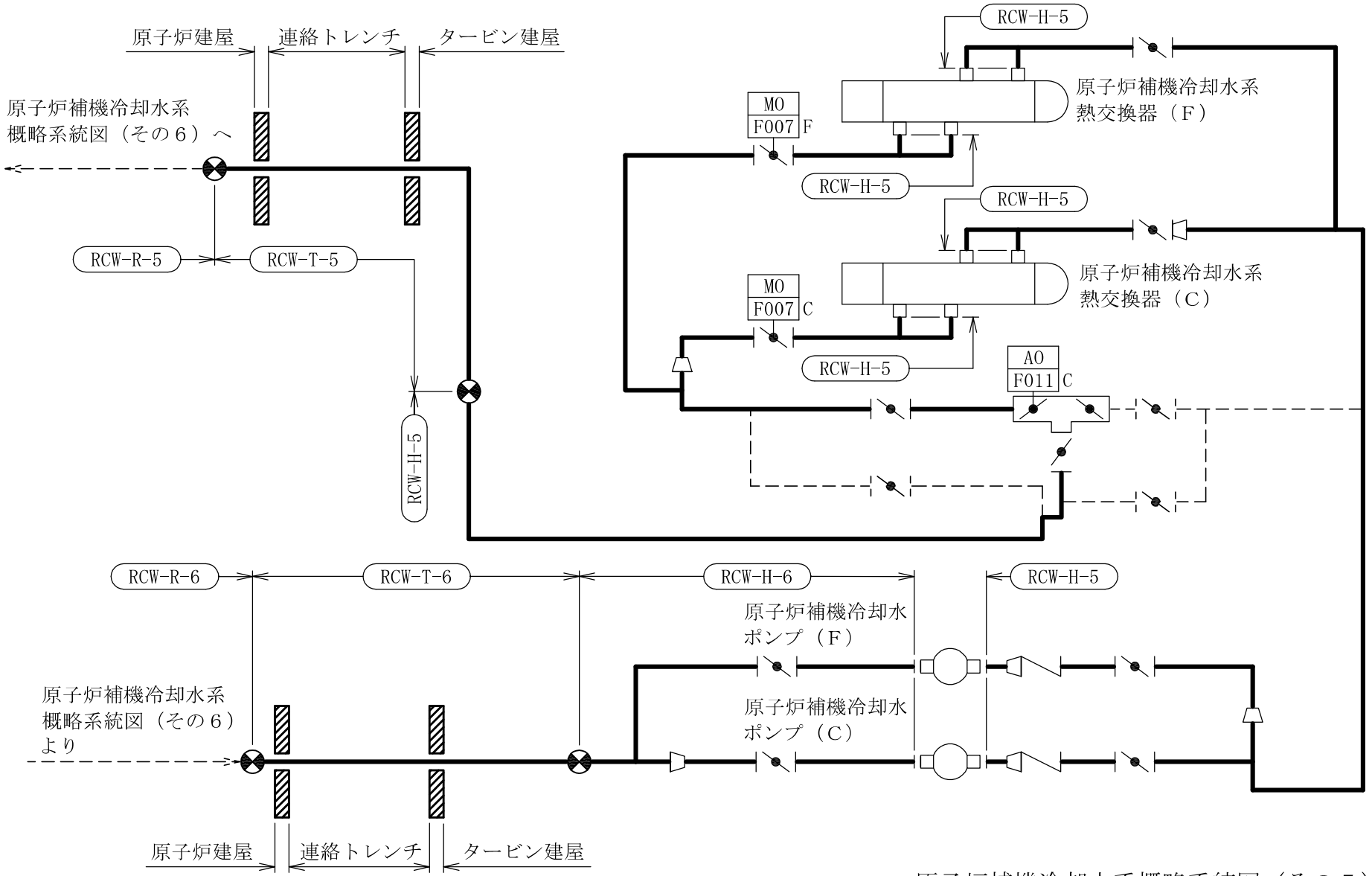


原子炉補機冷却水系概略系統図（その３）

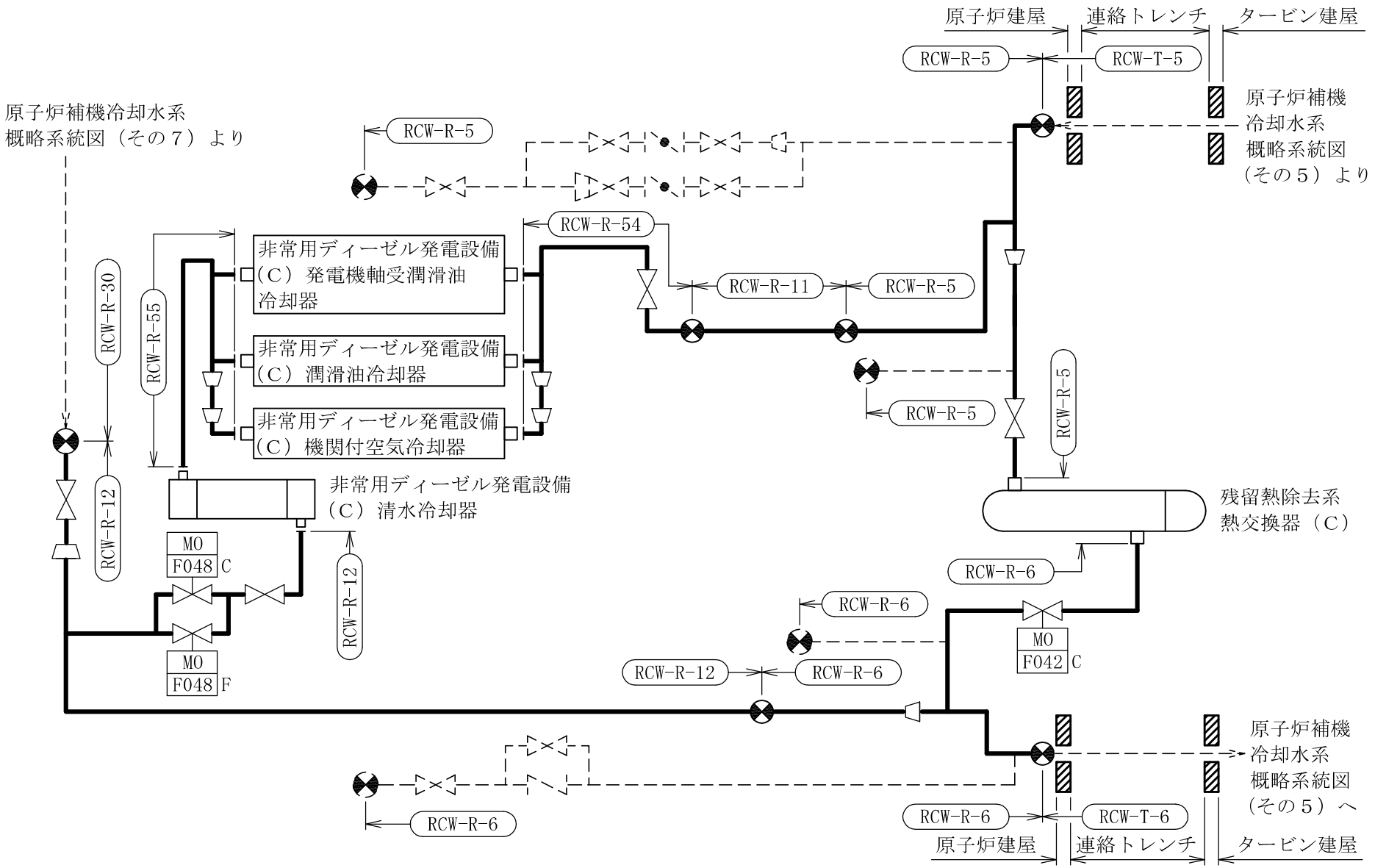
注記＊1：原子炉補機冷却水系及び
代替原子炉補機冷却系
＊2：原子炉補機冷却水系



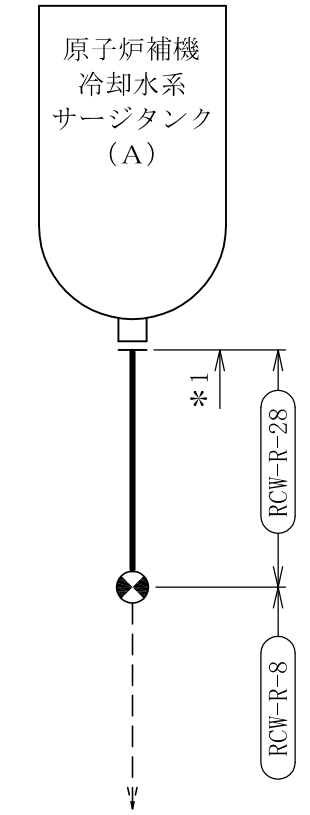
原子炉補機冷却水系概略系統図（その４）



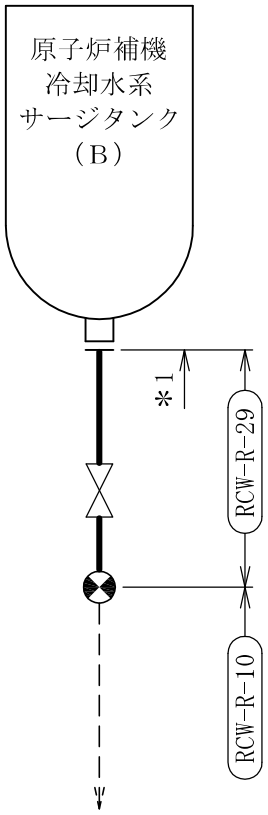
原子炉補機冷却水系概略系統図（その５）



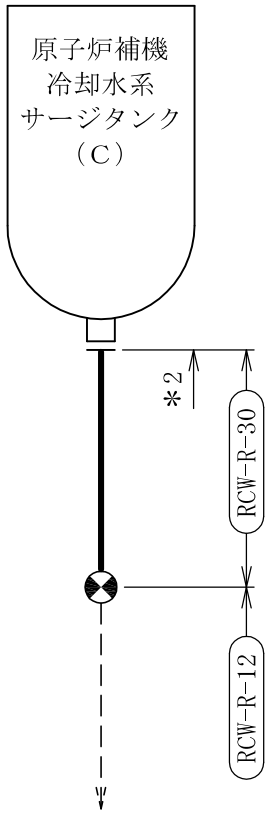
原子炉補機冷却水系概略系統図（その６）



原子炉補機冷却水系
概略系統図（その２）へ



原子炉補機冷却水系
概略系統図（その４）へ



原子炉補機冷却水系
概略系統図（その６）へ

注記＊1：原子炉補機冷却水系及び
代替原子炉補機冷却系
＊2：原子炉補機冷却水系

原子炉補機冷却水系概略系統図（その７）

鳥瞰図	RCW-R-1(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-1(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-2(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-2(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-3(1/3)

鳥瞰図	RCW-R-3(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-3(3/3)

鳥瞰図	RCW-R-4(1/4)

鳥瞰図	RCW-R-4(2/4)

鳥瞰図	RCW-R-4(3/4)

鳥瞰図	RCW-R-4(4/4)

鳥瞰図	RCW-R-5(1/3)

鳥瞰図	RCW-R-5(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-5(3/3)

鳥瞰図	RCW-R-6(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-6(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-7(1/3)

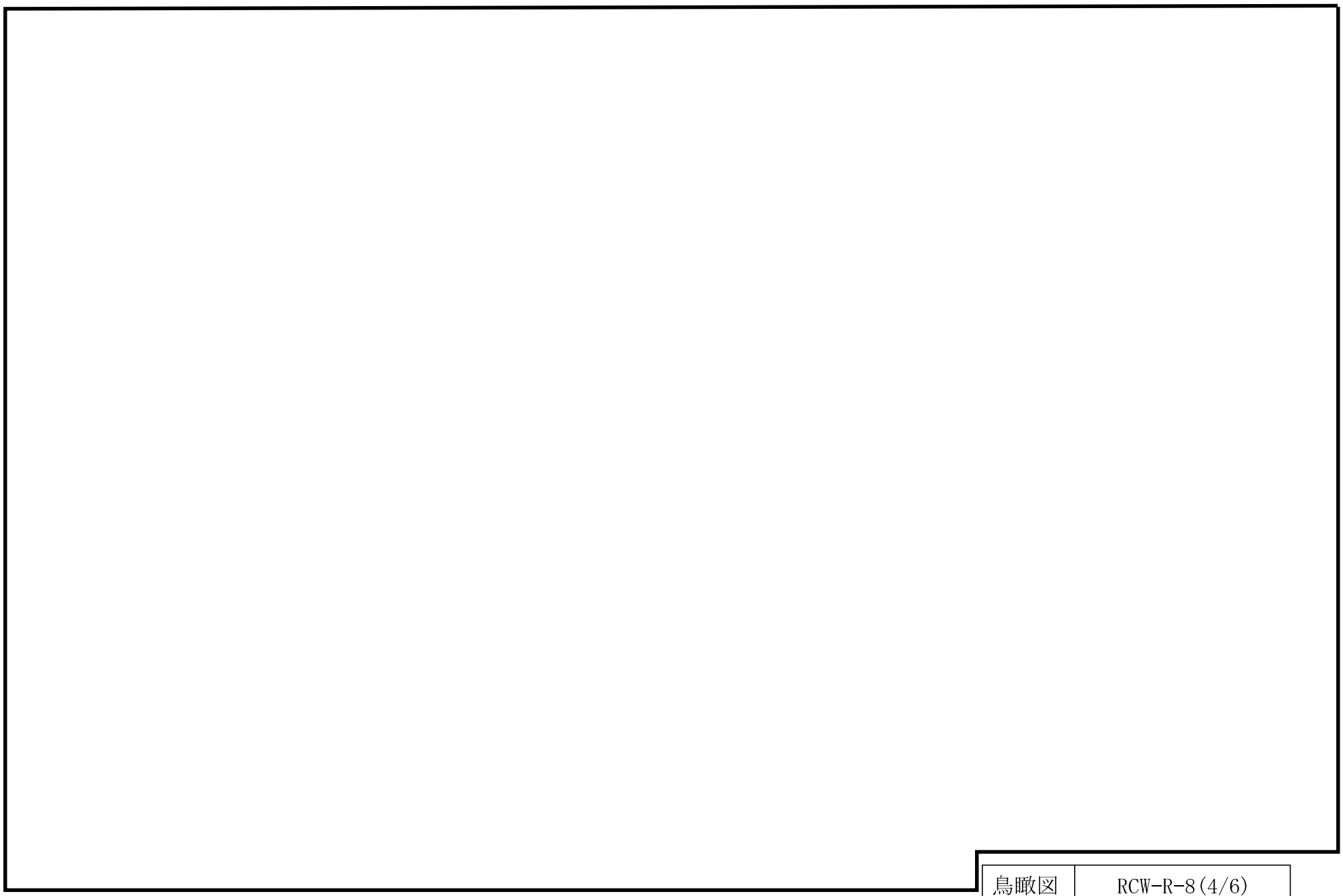
鳥瞰図	RCW-R-7(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-7(3/3)

鳥瞰図	RCW-R-8(1/6)

鳥瞰図	RCW-R-8(2/6)

鳥瞰図	RCW-R-8(3/6)



鳥瞰図	RCW-R-8(4/6)

鳥瞰図	RCW-R-8(5/6)

鳥瞰図	RCW-R-8(6/6)

鳥瞰図	RCW-R-9(1/3)

鳥瞰図	RCW-R-9(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-9(3/3)

鳥瞰図	RCW-R-10(1/4)

鳥瞰図	RCW-R-10(2/4)

鳥瞰図	RCW-R-10(3/4)

鳥瞰図	RCW-R-10(4/4)

鳥瞰図	RCW-R-11

鳥瞰図	RCW-R-12(1/3)

鳥瞰図	RCW-R-12(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-12(3/3)

鳥瞰図	RCW-R-28

鳥瞰図	RCW-R-29

鳥瞰図	RCW-R-30

鳥瞰図	RCW-R-50(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-50(2/2)

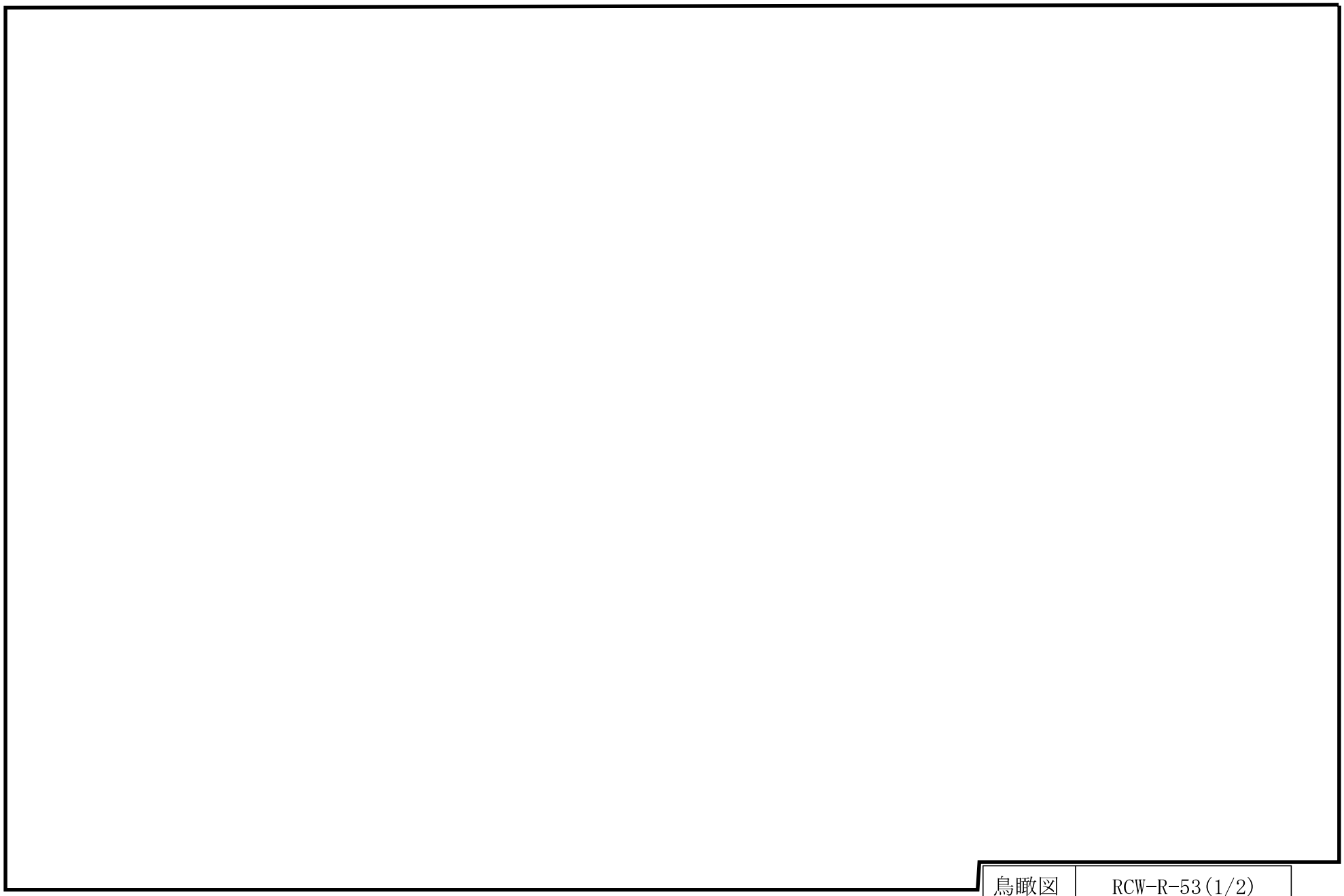
鳥瞰図	RCW-R-51(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-51(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-52(1/3)

鳥瞰図	RCW-R-52(2/3)

鳥瞰図	RCW-R-52(3/3)



鳥瞰図	RCW-R-53(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-53(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-54(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-54(2/2)

鳥瞰図	RCW-R-55(1/2)

鳥瞰図	RCW-R-55(2/2)

鳥瞰図	RCW-T-1

鳥瞰図	RCW-T-2

鳥瞰図	RCW-T-3(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-3(2/2)

鳥瞰図	RCW-T-4(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-4(2/2)

鳥瞰図	RCW-T-5

鳥瞰図	RCW-T-6

鳥瞰図	RCW-H-1(1/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(2/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(3/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(4/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(5/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(6/7)

鳥瞰図	RCW-H-1(7/7)

鳥瞰図	RCW-H-2(1/5)

鳥瞰図	RCW-H-2(2/5)

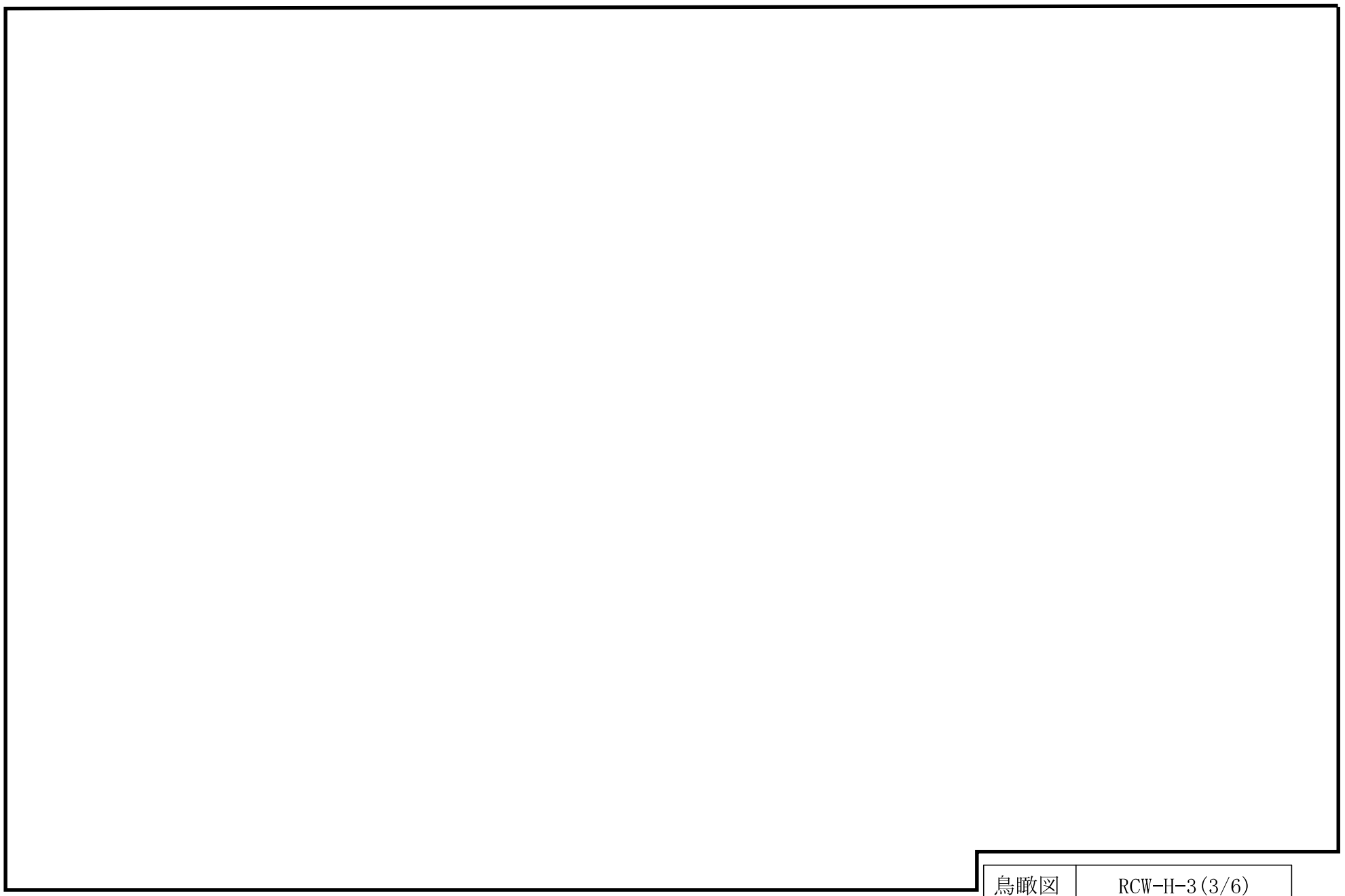
鳥瞰図	RCW-H-2(3/5)

鳥瞰図	RCW-H-2(4/5)

鳥瞰図	RCW-H-2(5/5)

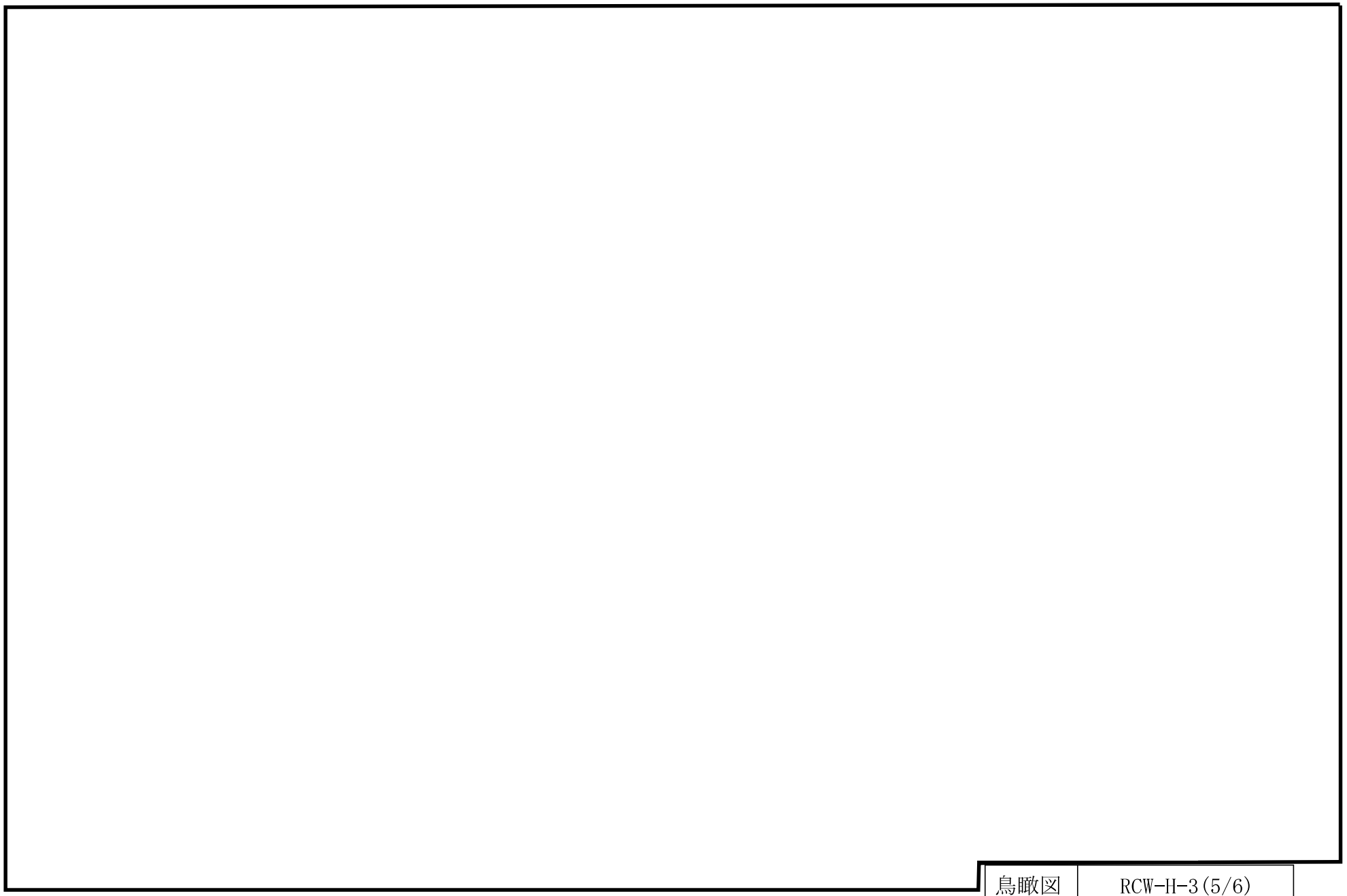
鳥瞰図	RCW-H-3(1/6)

鳥瞰図	RCW-H-3(2/6)

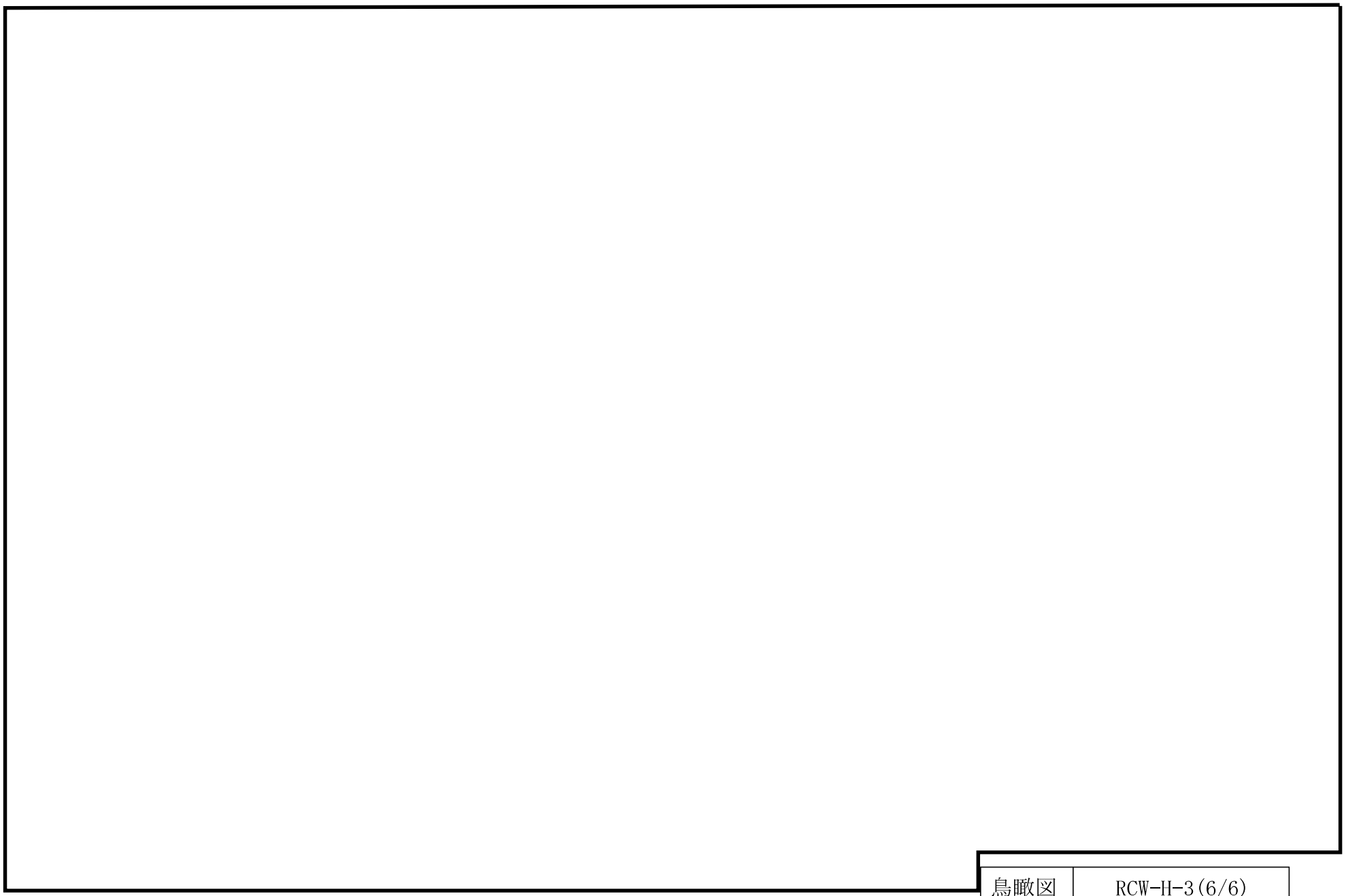


鳥瞰図	RCW-H-3(3/6)

鳥瞰図	RCW-H-3(4/6)



鳥瞰図	RCW-H-3(5/6)



鳥瞰図	RCW-H-3(6/6)

鳥瞰図	RCW-H-4(1/2)

鳥瞰図	RCW-H-4(2/2)

鳥瞰図	RCW-H-5(1/5)

鳥瞰図	RCW-H-5(2/5)

鳥瞰図	RCW-H-5(3/5)

鳥瞰図	RCW-H-5(4/5)

鳥瞰図	RCW-H-5(5/5)

鳥瞰図	RCW-H-6

12-2. 原子炉補機冷却海水系の計算モデル

・Ⅴ-2-5-6-1-6(2)　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

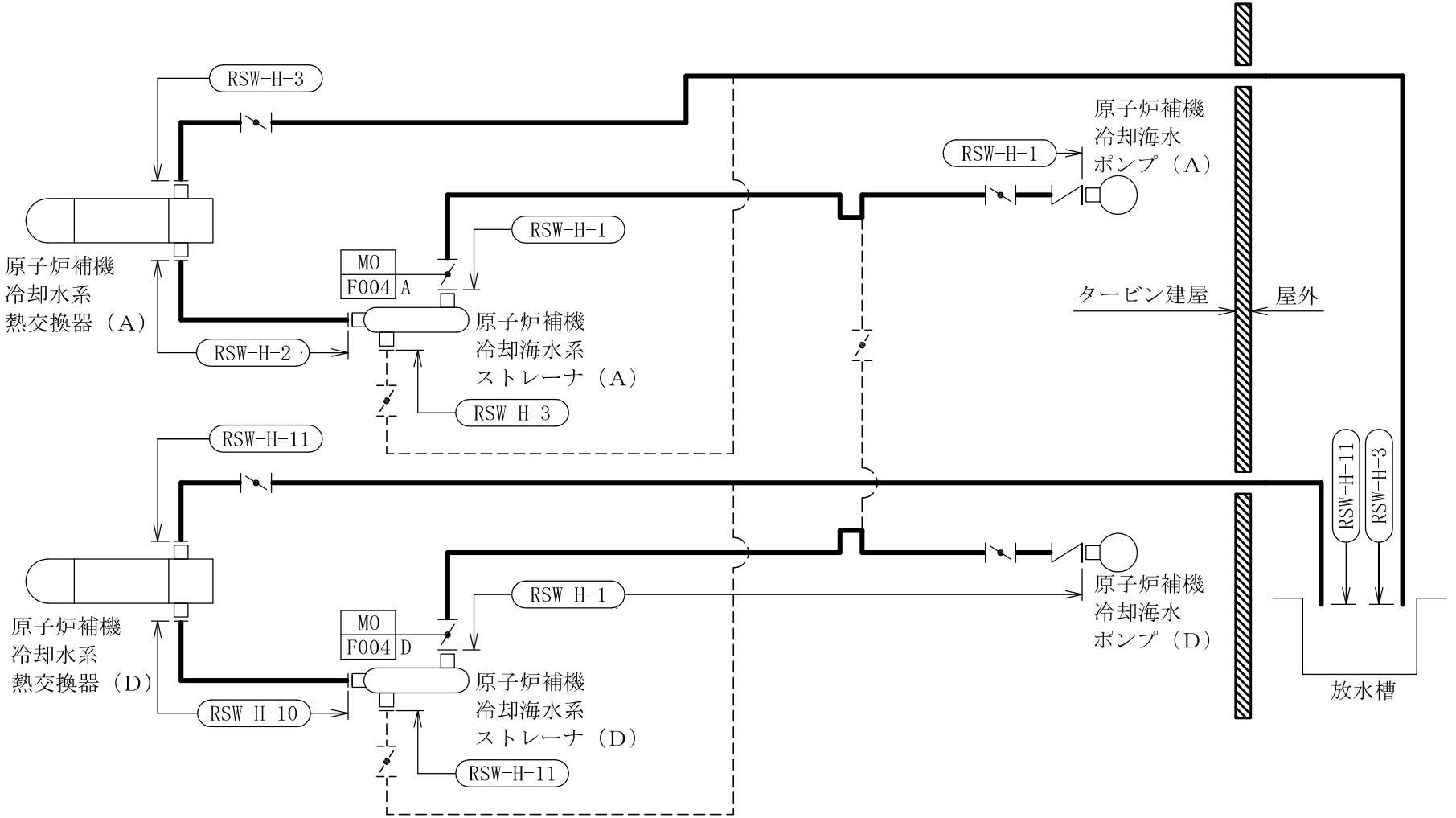
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

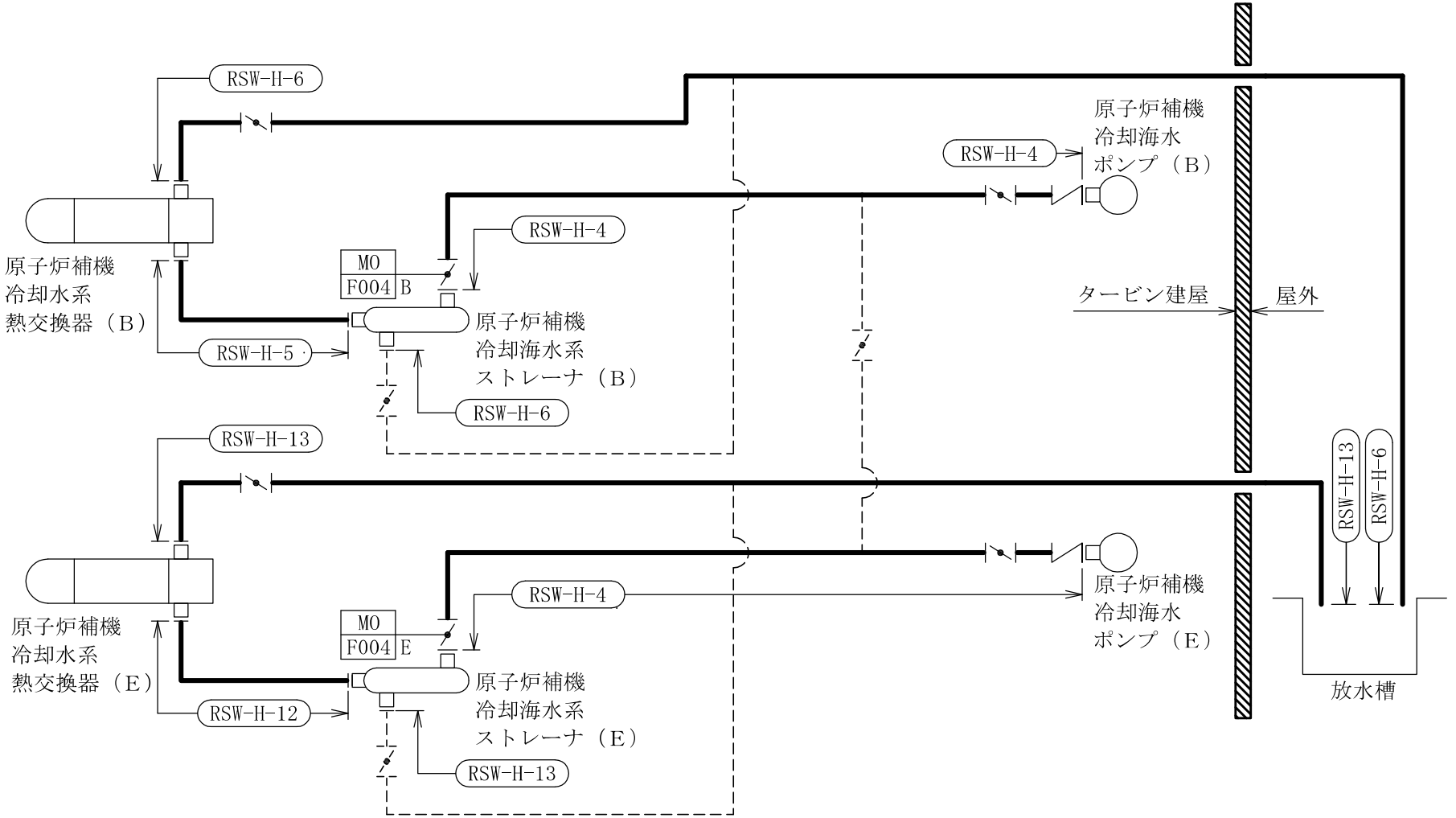
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力*					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	RSW-H-1	20	92	241	2.61	—	20	120	354	2.95	—	20	116	482	4.15	—	—	—	—
2	RSW-H-2	2	19	241	12.68	—	2	23	354	15.39	—	2	16	482	30.12	—	—	—	—
3	RSW-H-3	2901	67	241	3.59	—	2901	94	354	3.76	—	2901	144	482	3.34	—	—	—	—
4	RSW-H-4	37	77	241	3.12	—	37	148	354	2.39	○	37	261	482	1.84	○	—	—	—
5	RSW-H-5	2	19	241	12.68	—	2	23	354	15.39	—	2	16	482	30.12	—	—	—	—
6	RSW-H-6	32	63	241	3.82	—	32	94	354	3.76	—	32	152	482	3.17	—	—	—	—
7	RSW-H-7	12	52	241	4.63	—	12	72	354	4.91	—	34	88	482	5.47	—	—	—	—
8	RSW-H-8	3	14	241	17.21	—	3	15	354	23.60	—	3	4	482	120.50	—	—	—	—
9	RSW-H-9	19	52	241	4.63	—	19	82	354	4.31	—	19	132	482	3.65	—	—	—	—
10	RSW-H-10	3	15	241	16.06	—	3	16	354	22.12	—	3	6	482	80.33	—	—	—	—
11	RSW-H-11	20	101	241	2.38	○	20	147	354	2.40	—	20	237	482	2.03	—	—	—	—
12	RSW-H-12	3	15	241	16.06	—	3	16	354	22.12	—	3	6	482	80.33	—	—	—	—
13	RSW-H-13	21	80	241	3.01	—	34	134	354	2.64	—	34	226	482	2.13	—	—	—	—
14	RSW-H-14	4	14	241	17.21	—	4	15	354	23.60	—	4	4	482	120.50	—	—	—	—
15	RSW-H-15	21	90	241	2.67	—	21	126	354	2.80	—	21	192	482	2.51	—	—	—	—

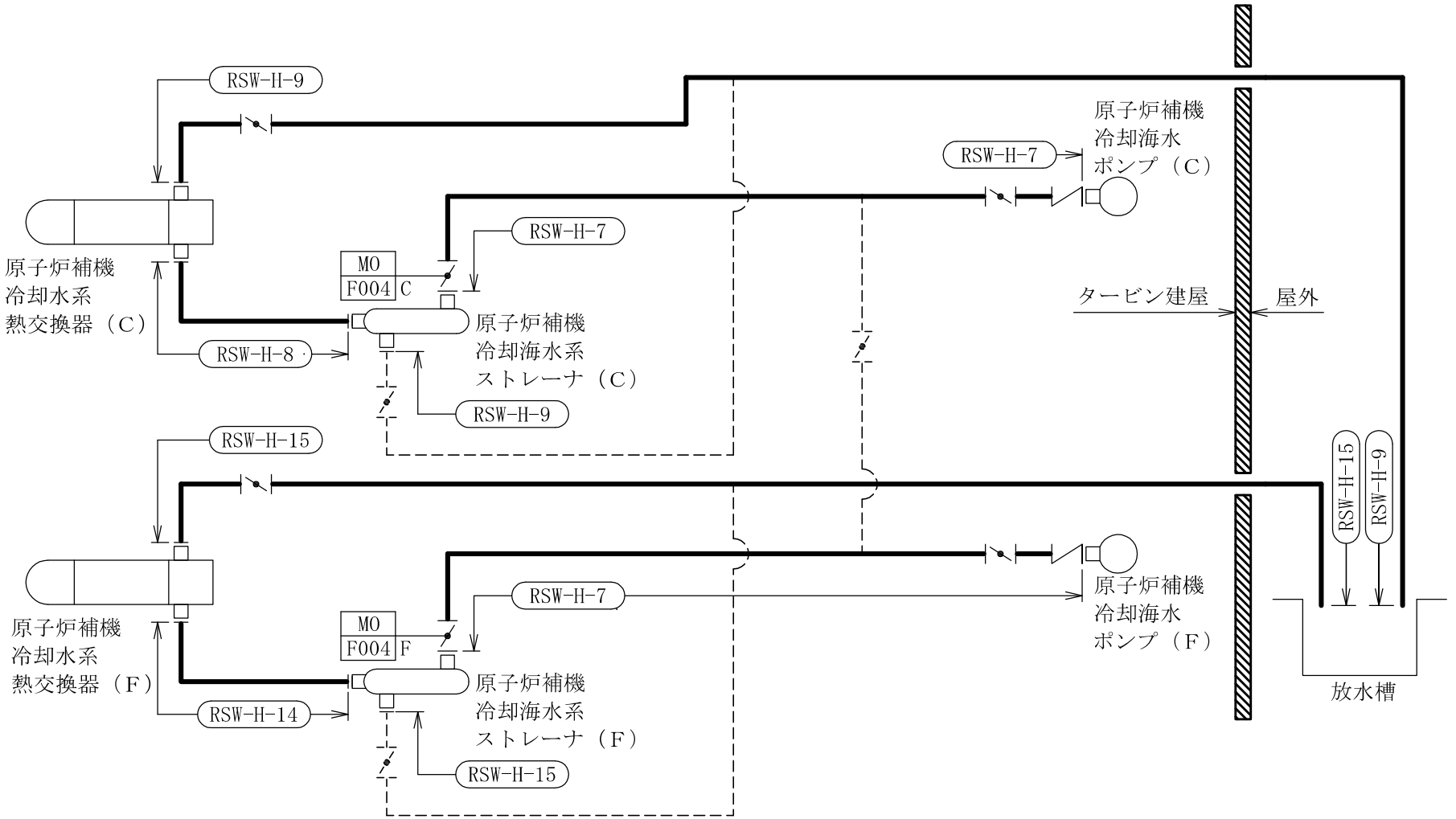
注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その１）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その２）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その３）

鳥瞰図	RSW-H-1

鳥瞰図	RSW-H-2

鳥瞰図	RSW-H-3

鳥瞰図	RSW-H-4(1/2)

鳥瞰図	RSW-H-4(2/2)

鳥瞰図	RSW-H-5

鳥瞰図	RSW-H-6

鳥瞰図	RSW-H-7

鳥瞰図	RSW-H-8

鳥瞰図	RSW-H-9

鳥瞰図	RSW-H-10

鳥瞰図	RSW-H-11

鳥瞰図	RSW-H-12

鳥瞰図	RSW-H-13

鳥瞰図	RSW-H-14

鳥瞰図	RSW-H-15

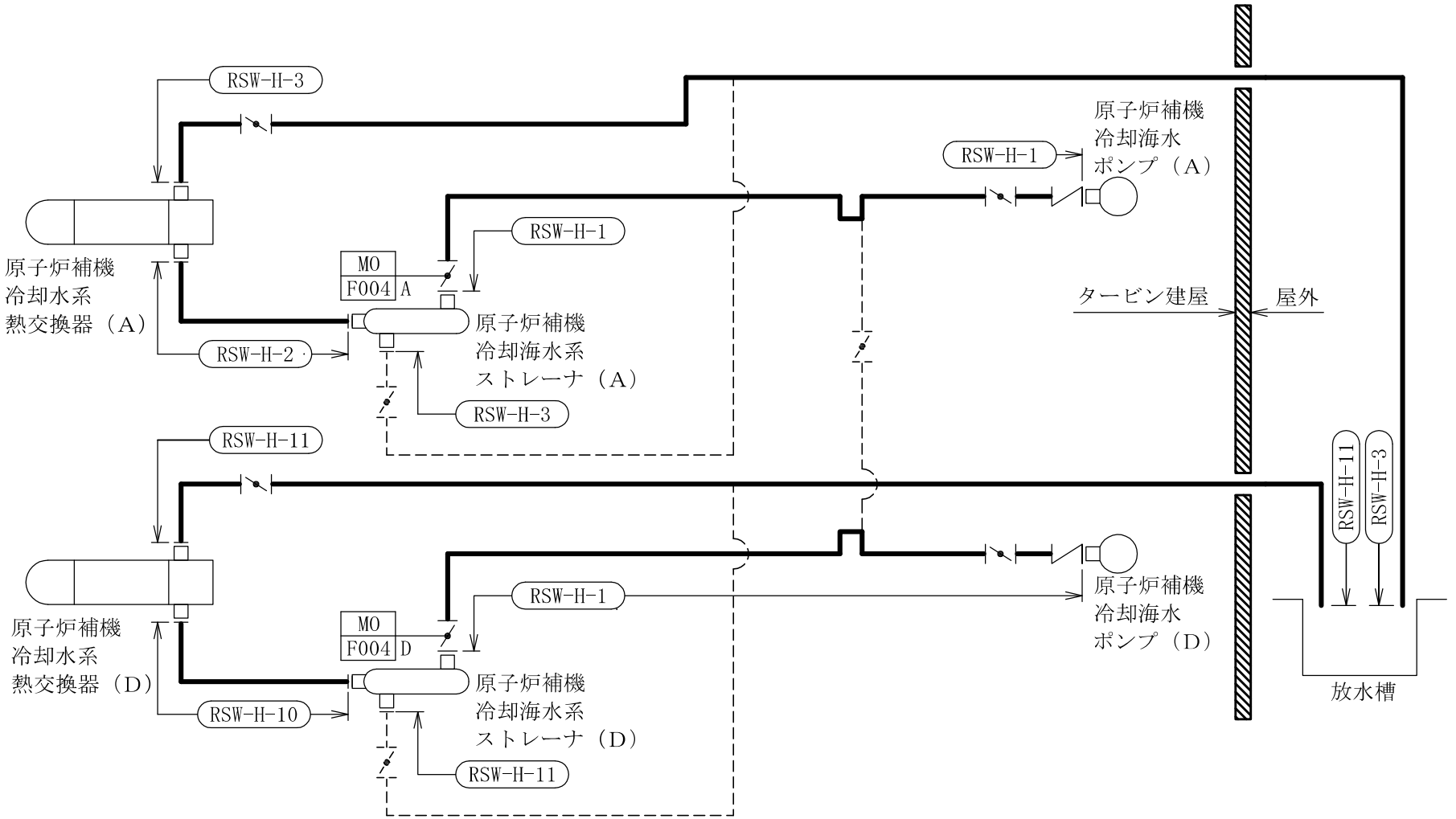
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

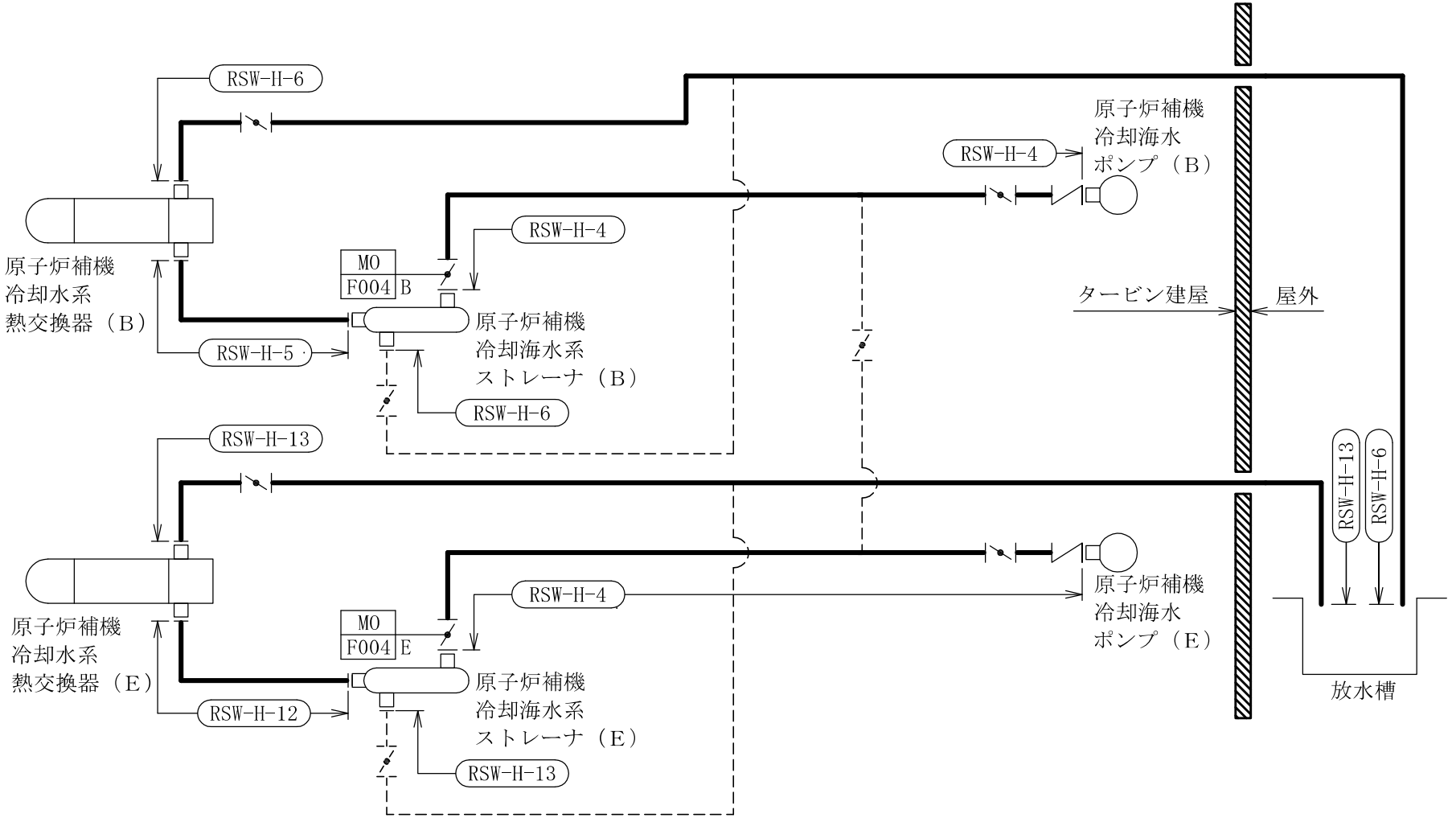
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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）

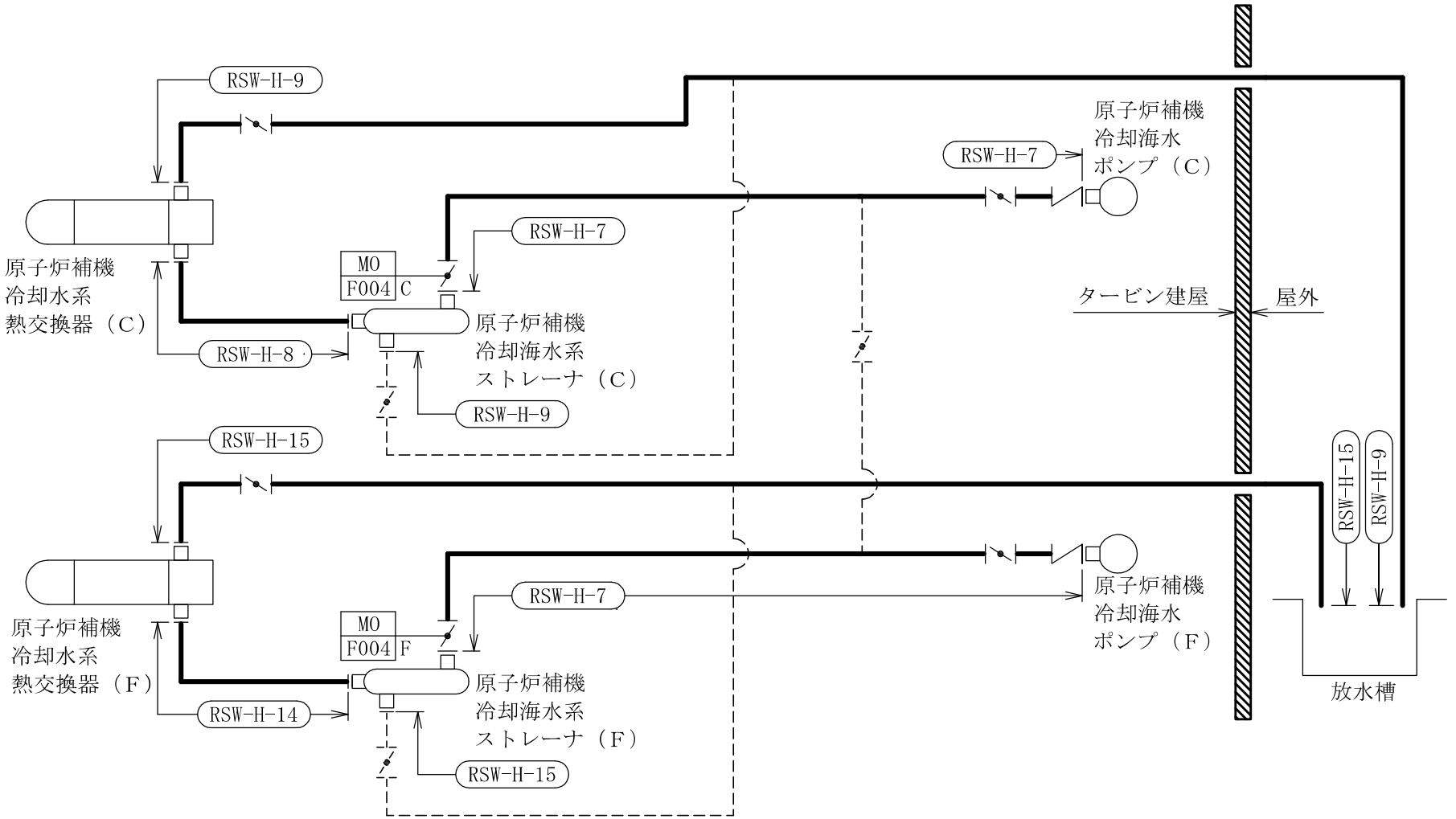
No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	RSW-H-1	20	120	354	2.95	—	20	116	482	4.15	—	—	—	—
2	RSW-H-2	2	23	354	15.39	—	2	16	482	30.12	—	—	—	—
3	RSW-H-3	2901	94	354	3.76	—	2901	144	482	3.34	—	—	—	—
4	RSW-H-4	37	148	354	2.39	○	37	261	482	1.84	○	—	—	—
5	RSW-H-5	2	23	354	15.39	—	2	16	482	30.12	—	—	—	—
6	RSW-H-6	32	94	354	3.76	—	32	152	482	3.17	—	—	—	—
7	RSW-H-7	12	72	354	4.91	—	34	88	482	5.47	—	—	—	—
8	RSW-H-8	3	15	354	23.60	—	3	4	482	120.50	—	—	—	—
9	RSW-H-9	19	82	354	4.31	—	19	132	482	3.65	—	—	—	—
10	RSW-H-10	3	16	354	22.12	—	3	6	482	80.33	—	—	—	—
11	RSW-H-11	20	147	354	2.40	—	20	237	482	2.03	—	—	—	—
12	RSW-H-12	3	16	354	22.12	—	3	6	482	80.33	—	—	—	—
13	RSW-H-13	34	134	354	2.64	—	34	226	482	2.13	—	—	—	—
14	RSW-H-14	4	15	354	23.60	—	4	4	482	120.50	—	—	—	—
15	RSW-H-15	21	126	354	2.80	—	21	192	482	2.51	—	—	—	—



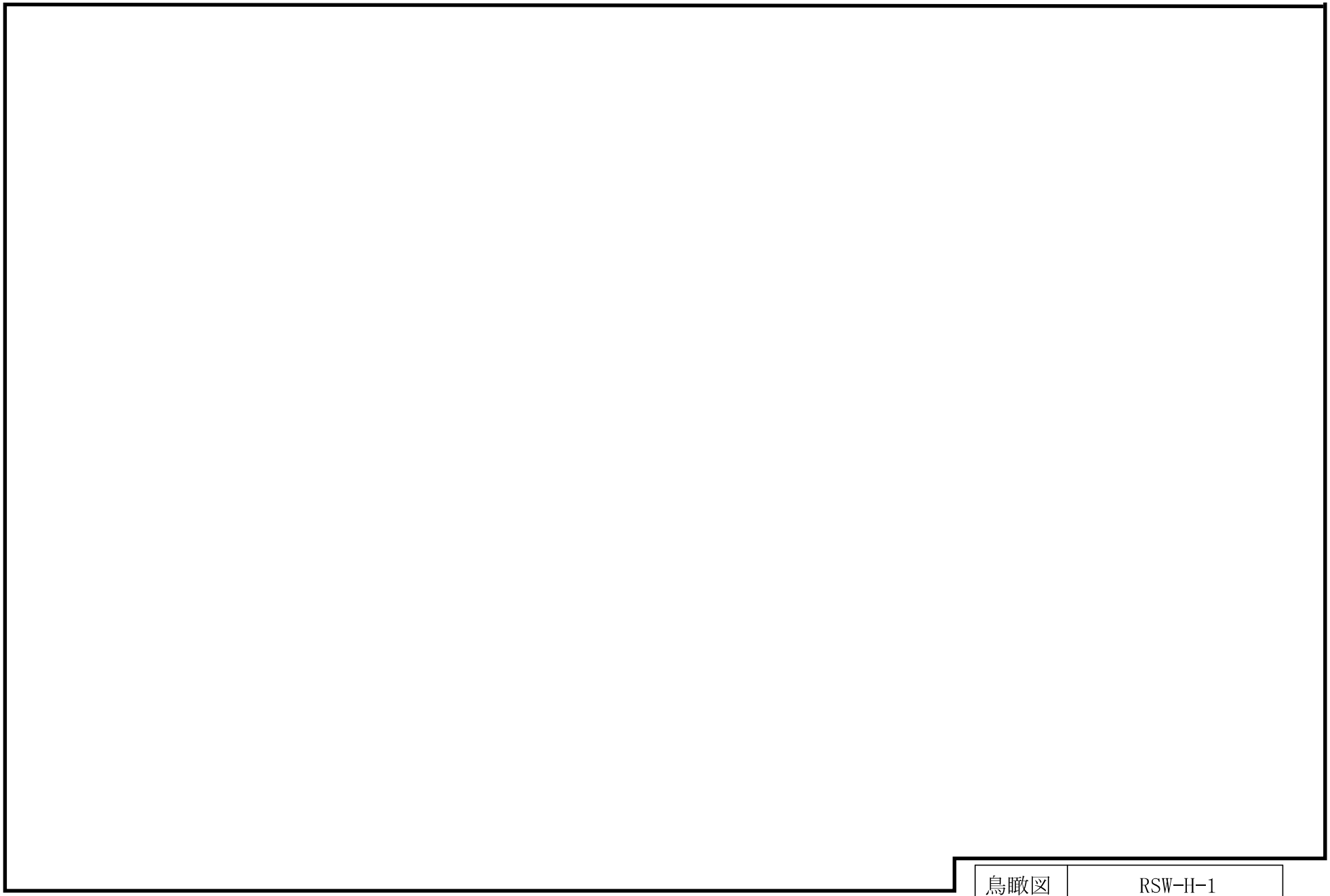
原子炉補機冷却海水系概略系統図（その１）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その２）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その３）



鳥瞰図	RSW-H-1

鳥瞰図	RSW-H-2

鳥瞰図	RSW-H-3

鳥瞰図	RSW-H-4(1/2)

鳥瞰図	RSW-H-4(2/2)

鳥瞰図	RSW-H-5

鳥瞰図	RSW-H-6

鳥瞰図	RSW-H-7

鳥瞰図	RSW-H-8

鳥瞰図	RSW-H-9

鳥瞰図	RSW-H-10

鳥瞰図	RSW-H-11

鳥瞰図	RSW-H-12

鳥瞰図	RSW-H-13

鳥瞰図	RSW-H-14

鳥瞰図	RSW-H-15

12-2. 原子炉補機冷却海水系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-3-5-1-6-2(2)　管の応力計算書

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	RSW-H-1	20	67	150	2.23	○	20	68	180	2.64	○
2	RSW-H-2	2	17	150	8.82	—	2	18	180	10.00	—
3	RSW-H-3	18	50	150	3.00	—	18	51	180	3.52	—
4	RSW-H-4	46	37	150	4.05	—	46	38	180	4.73	—
5	RSW-H-5	2	17	150	8.82	—	2	18	180	10.00	—
6	RSW-H-6	19	36	150	4.16	—	19	37	180	4.86	—
7	RSW-H-7	12	31	150	4.83	—	12	32	180	5.62	—
8	RSW-H-8	3	13	150	11.53	—	3	14	180	12.85	—
9	RSW-H-9	19	32	150	4.68	—	19	33	180	5.45	—
10	RSW-H-10	3	13	150	11.53	—	3	14	180	12.85	—
11	RSW-H-11	20	49	150	3.06	—	20	50	180	3.60	—
12	RSW-H-12	3	13	150	11.53	—	3	14	180	12.85	—
13	RSW-H-13	40	35	150	4.28	—	40	36	180	5.00	—
14	RSW-H-14	4	13	150	11.53	—	4	14	180	12.85	—
15	RSW-H-15	21	44	150	3.40	—	21	45	180	4.00	—

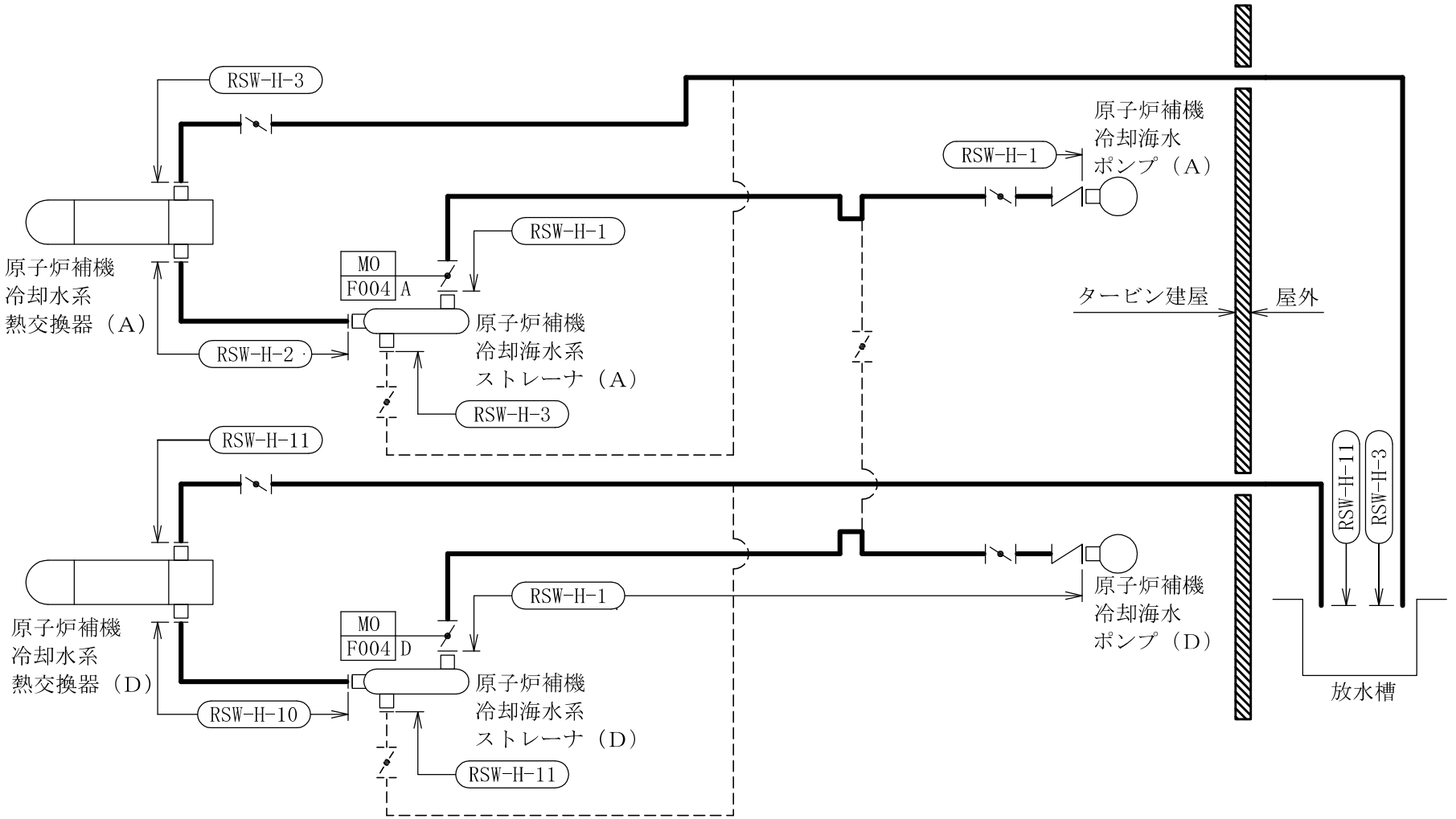
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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。

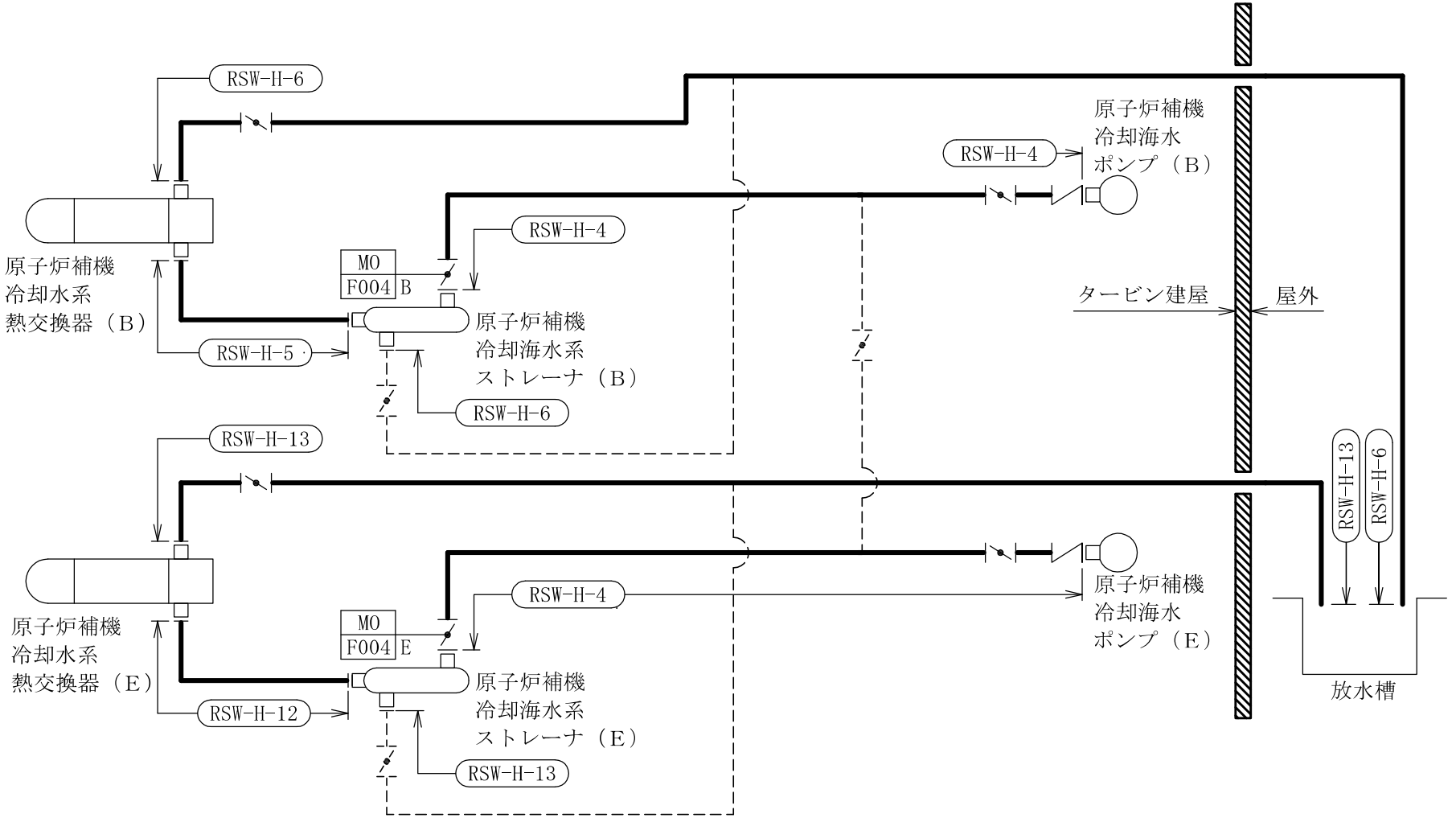
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

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	RSW-H-1	20	62	100	1.61	○	20	62	120	1.93	○
2	RSW-H-2	2	15	100	6.66	—	2	15	120	8.00	—
3	RSW-H-3	18	32	100	3.12	—	18	32	120	3.75	—
4	RSW-H-4	70	31	100	3.22	—	70	31	120	3.87	—
5	RSW-H-5	2	15	100	6.66	—	2	15	120	8.00	—
6	RSW-H-6	34	24	100	4.16	—	34	24	120	5.00	—
7	RSW-H-7	12	28	100	3.57	—	12	28	120	4.28	—
8	RSW-H-8	3	13	100	7.69	—	3	13	120	9.23	—
9	RSW-H-9	38	24	100	4.16	—	38	24	120	5.00	—
10	RSW-H-10	3	13	100	7.69	—	3	13	120	9.23	—
11	RSW-H-11	20	29	100	3.44	—	20	29	120	4.13	—
12	RSW-H-12	3	13	100	7.69	—	3	13	120	9.23	—
13	RSW-H-13	37	29	100	3.44	—	37	29	120	4.13	—
14	RSW-H-14	4	13	100	7.69	—	4	13	120	9.23	—
15	RSW-H-15	21	30	100	3.33	—	21	30	120	4.00	—

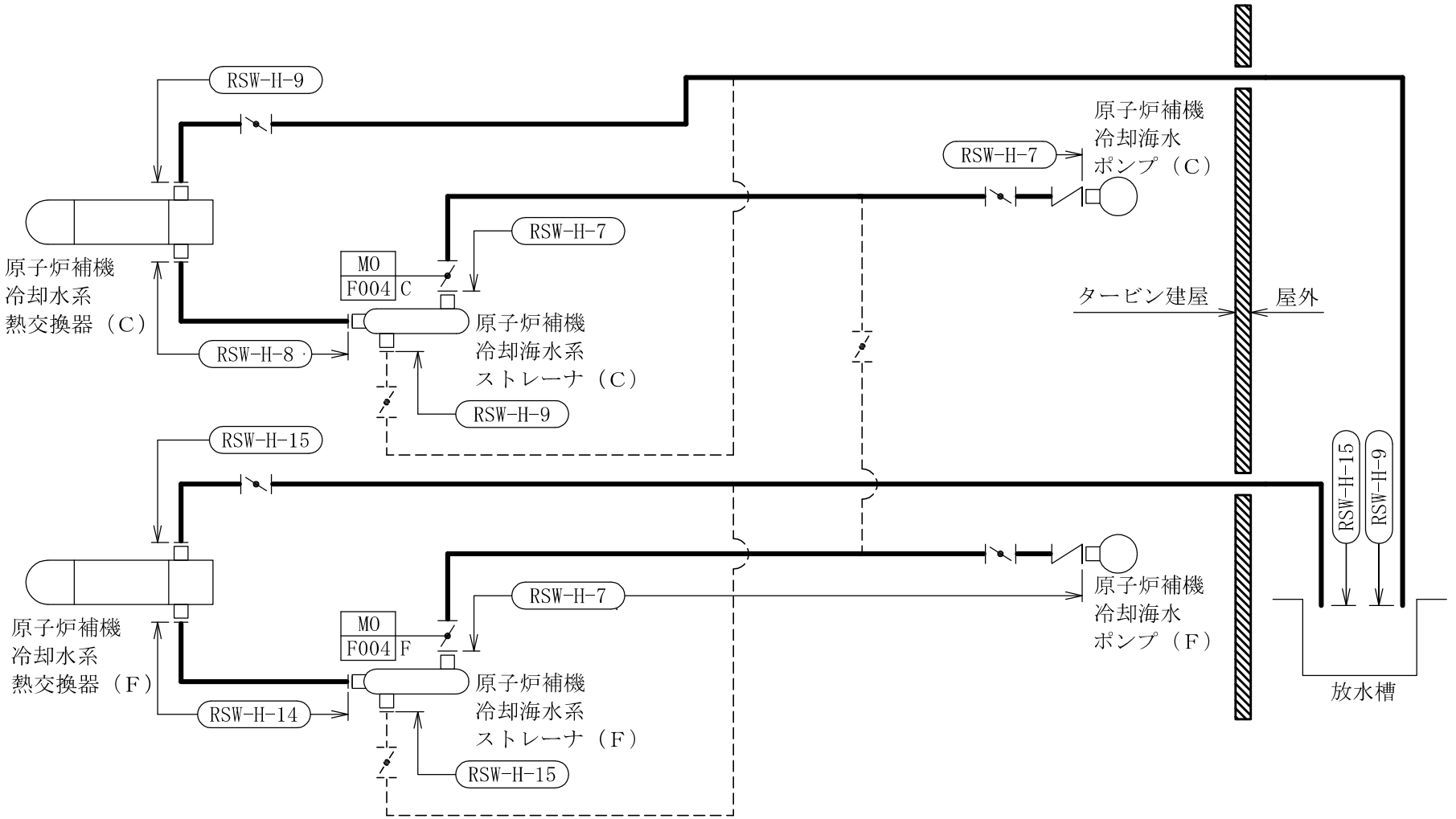
注記＊1：告示第５０１号第56条第1号イに基づき計算した一次応力を示す。
＊2：告示第５０１号第56条第1号ロに基づき計算した一次応力を示す。



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その１）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その２）



原子炉補機冷却海水系概略系統図（その３）

鳥瞰図	RSW-H-1

鳥瞰図	RSW-H-2

鳥瞰図	RSW-H-3

鳥瞰図	RSW-H-4(1/2)

鳥瞰図	RSW-H-4(2/2)

鳥瞰図	RSW-H-5

鳥瞰図	RSW-H-6

鳥瞰図	RSW-H-7

鳥瞰図	RSW-H-8

鳥瞰図	RSW-H-9

鳥瞰図	RSW-H-10

鳥瞰図	RSW-H-11

鳥瞰図	RSW-H-12

鳥瞰図	RSW-H-13

鳥瞰図	RSW-H-14

鳥瞰図	RSW-H-15

13. 代替原子炉補機冷却系の計算モデル

・Ⅴ-2-5-6-2-1　管の耐震性についての計算書

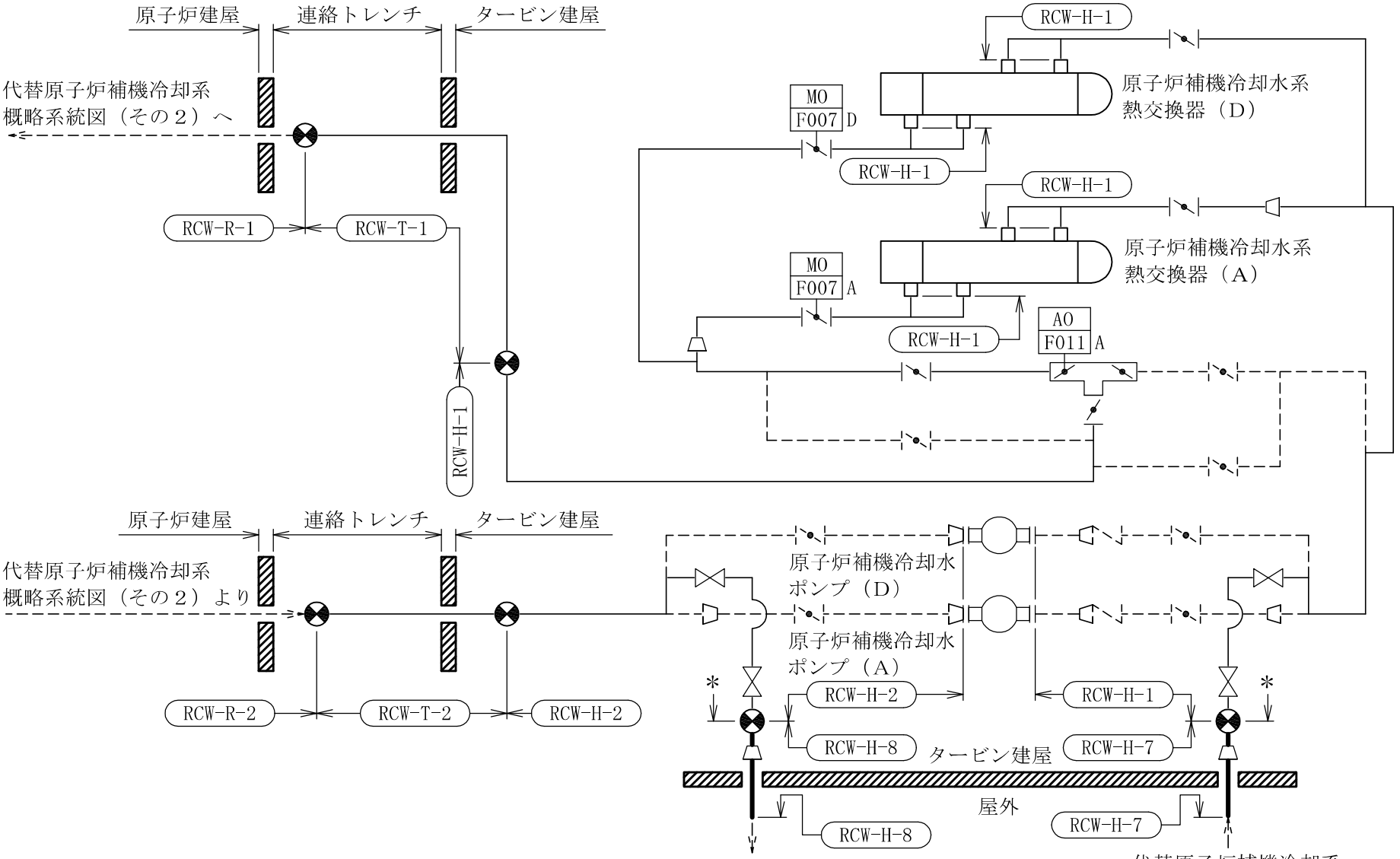
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

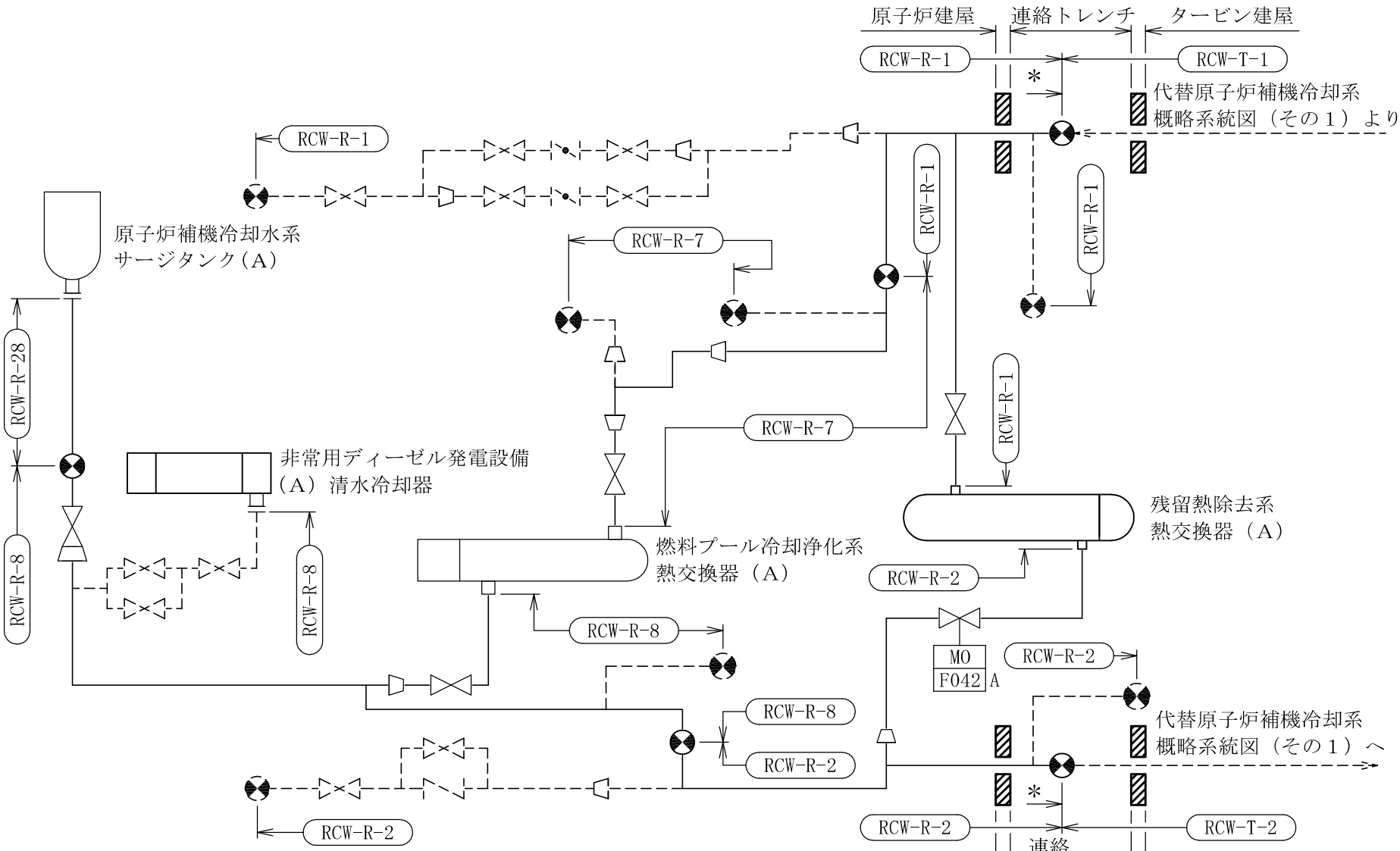
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	RCW-T-7	24	52	425	8.17	—	24	74	372	5.02	—	—	—	—
2	RCW-T-8	30	68	364	5.35	—	30	99	444	4.48	—	—	—	—
3	RCW-H-7	14	33	425	12.87	—	14	43	372	8.65	—	—	—	—
4	RCW-H-8	14	47	405	8.61	—	14	66	350	5.30	—	—	—	—
5	RCW-H-9	14	170	366	2.15	○	14	304	458	1.50	○	—	—	—
6	RCW-H-10	53	163	364	2.23	—	53	240	444	1.85	—	—	—	—



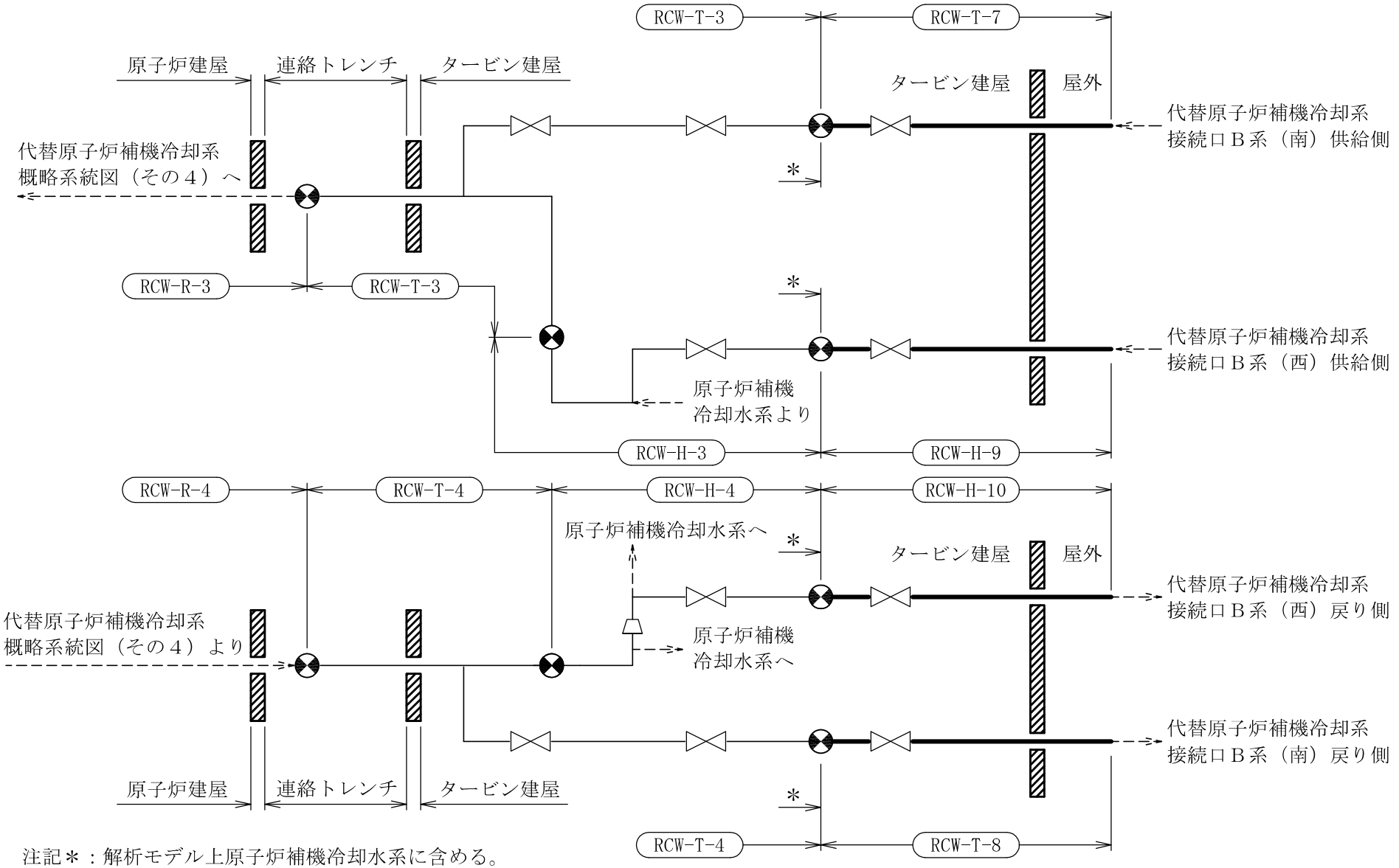
注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その１）



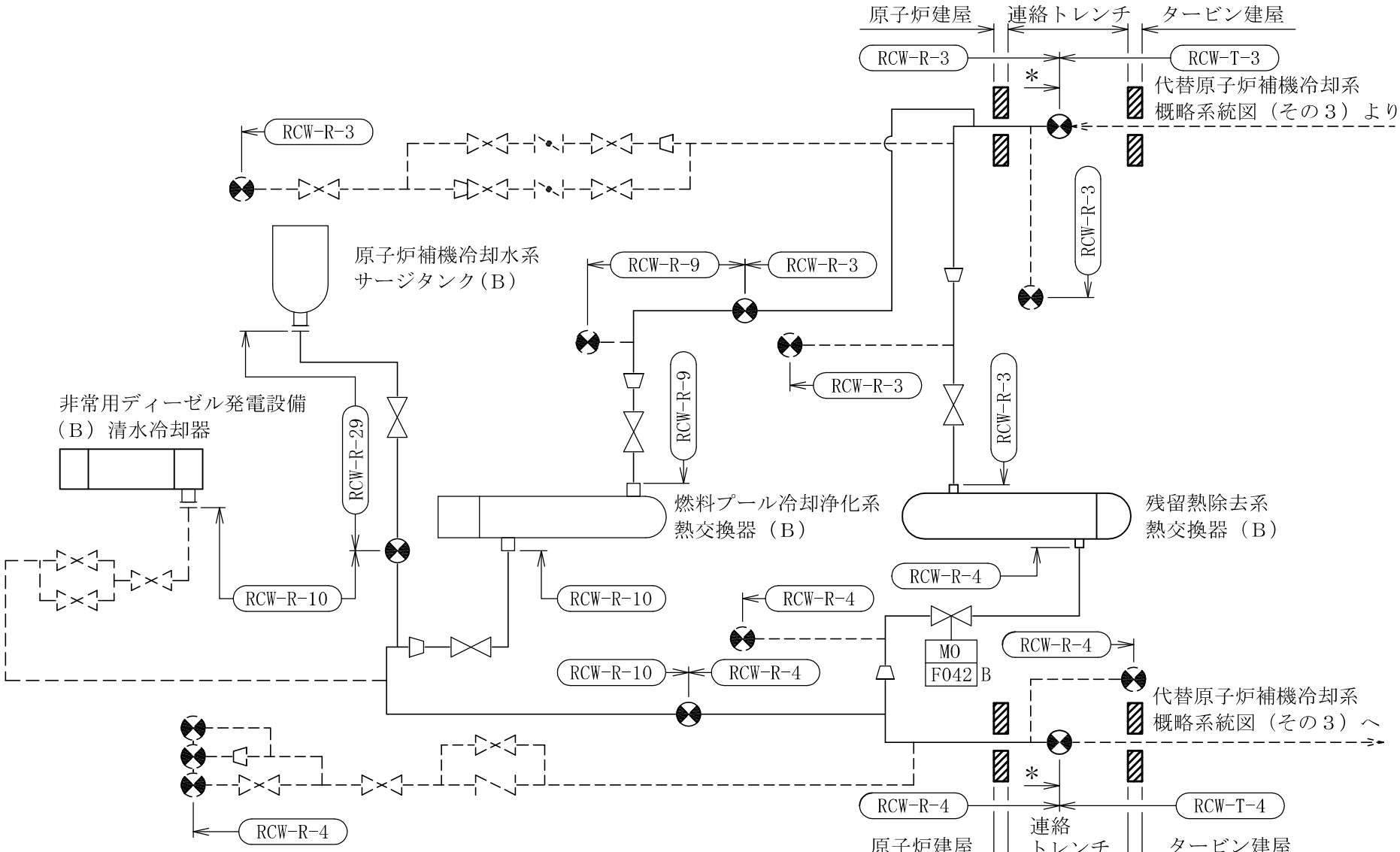
注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その２）



注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その３）



注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その４）

鳥瞰図	RCW-T-7(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-7(2/2)

鳥瞰図	RCW-T-8(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-8(2/2)

鳥瞰図	RCW-H-7

鳥瞰図	RCW-H-8

鳥瞰図	RCW-H-9

鳥瞰図	RCW-H-10

13. 代替原子炉補機冷却系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-3-5-2-5-2　管の応力計算書

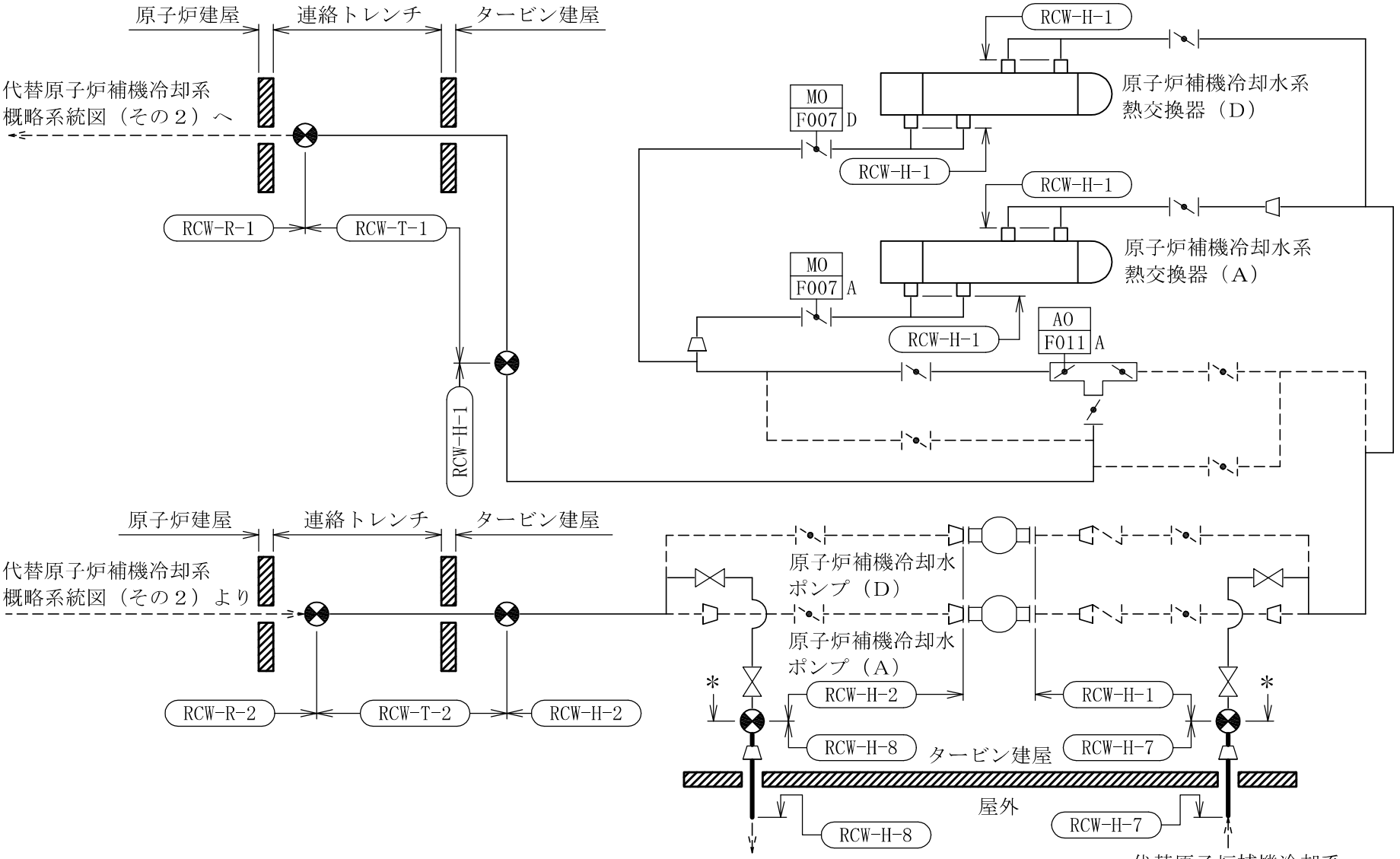
5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

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）

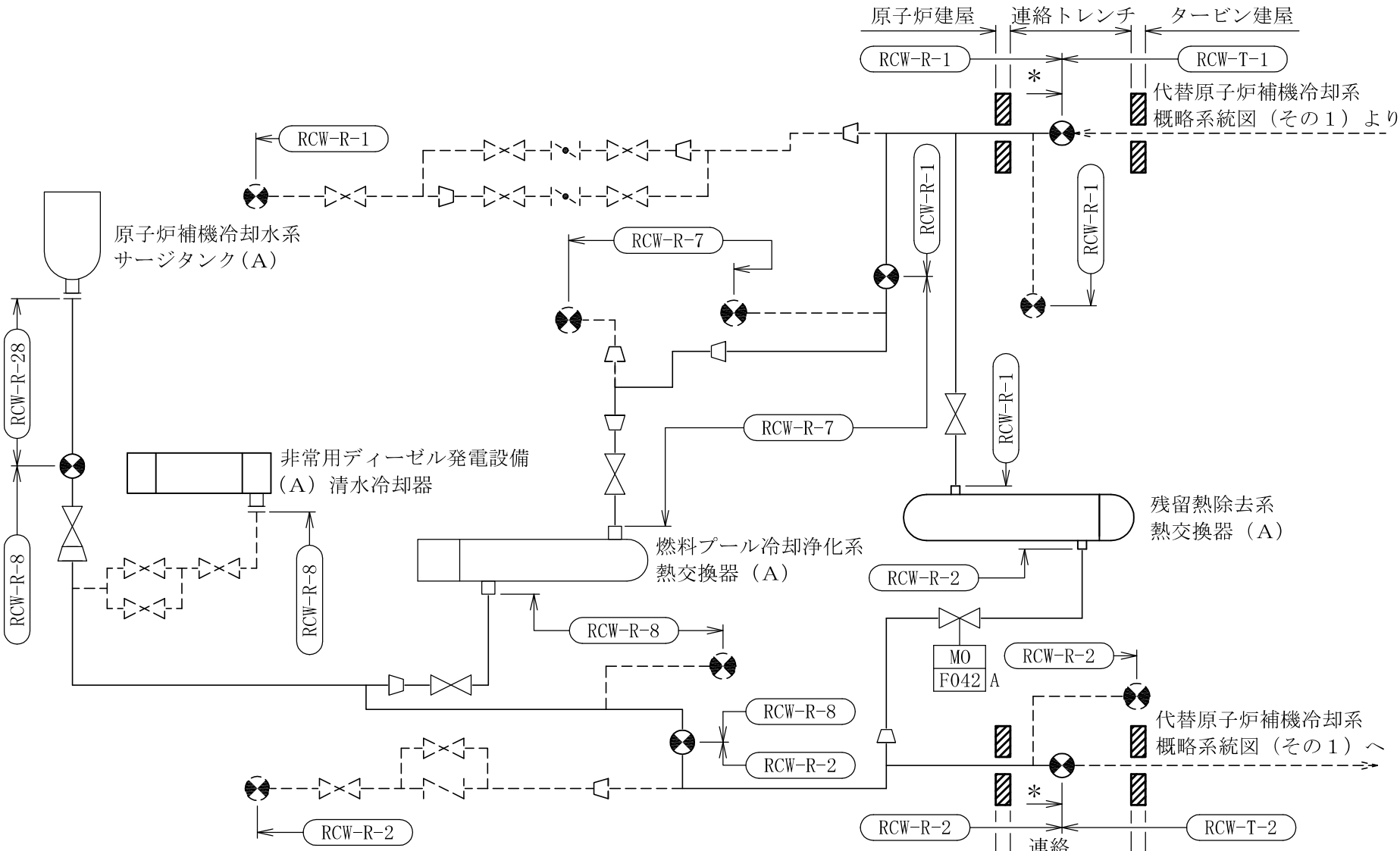
No.	配管モデル	重大事故等時[*1]					重大事故等時[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	RCW-T-7	24	28	189	6.75	—	24	30	226	7.53	—
2	RCW-T-8	38	26	184	7.07	—	38	27	221	8.18	—
3	RCW-H-7	17	21	189	9.00	—	17	23	226	9.82	—
4	RCW-H-8	14	16	184	11.50	—	14	17	221	13.00	—
5	RCW-H-9	38	37	154	4.16	—	38	38	185	4.86	—
6	RCW-H-10	53	71	154	2.16	○	53	72	185	2.56	○

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。



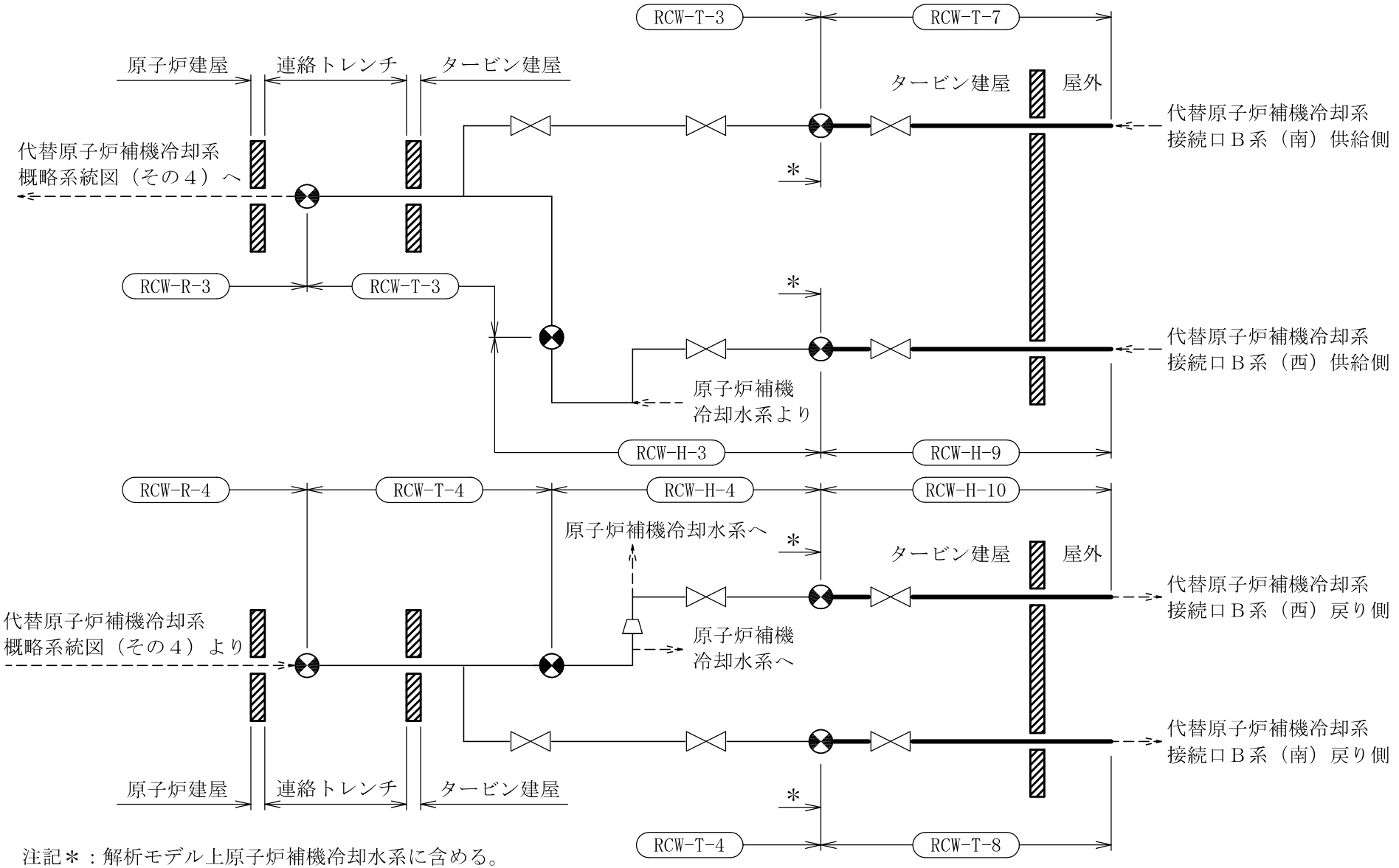
注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その１）



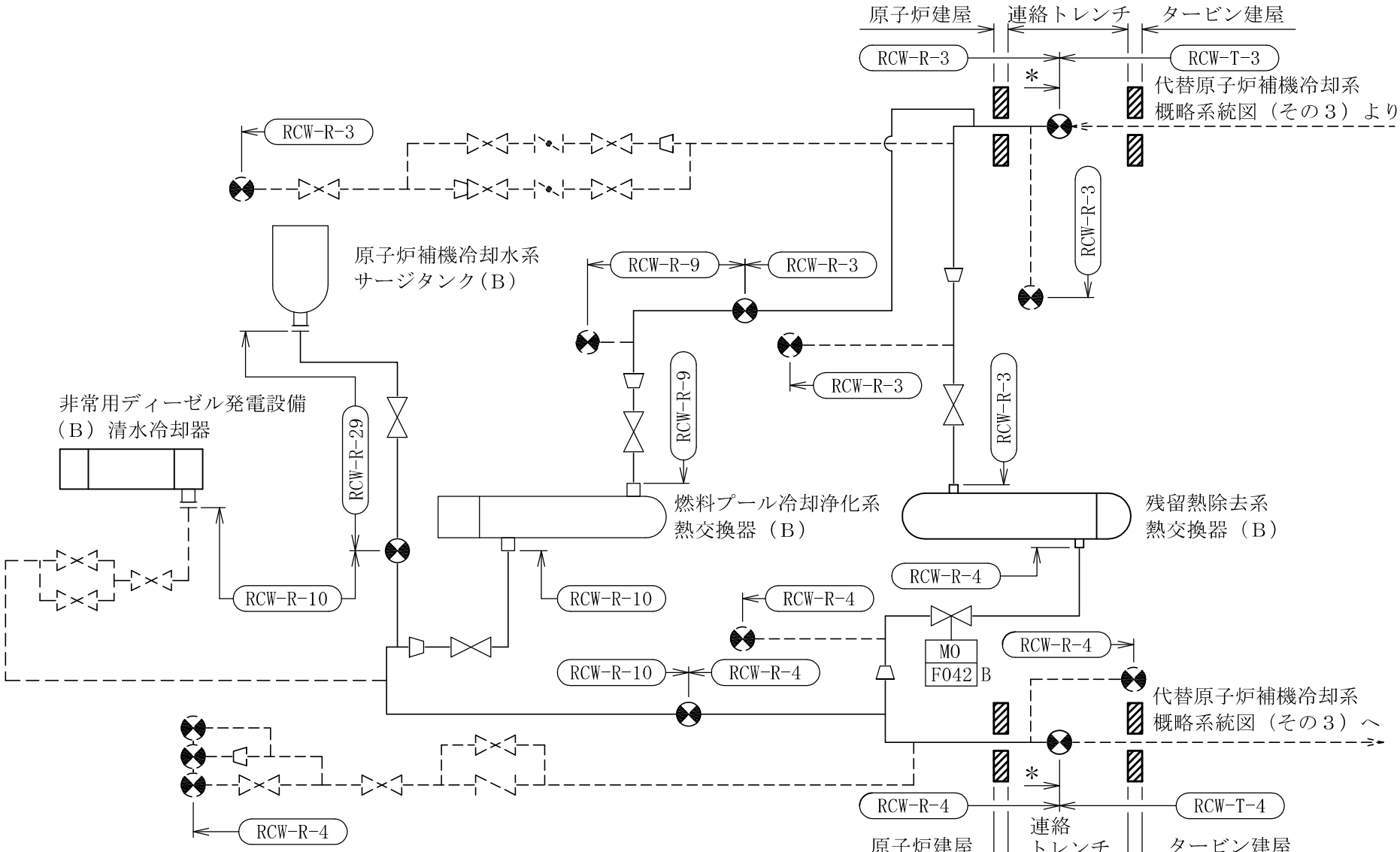
注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その２）



注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その３）



注記＊：解析モデル上原子炉補機冷却水系に含める。

代替原子炉補機冷却系概略系統図（その４）

鳥瞰図	RCW-T-7(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-7(2/2)

鳥瞰図	RCW-T-8(1/2)

鳥瞰図	RCW-T-8(2/2)

鳥瞰図	RCW-H-7

鳥瞰図	RCW-H-8

鳥瞰図	RCW-H-9

鳥瞰図	RCW-H-10

14. 原子炉冷却材浄化系の計算モデル

・Ⅴ-2-5-1(3)　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス１管）

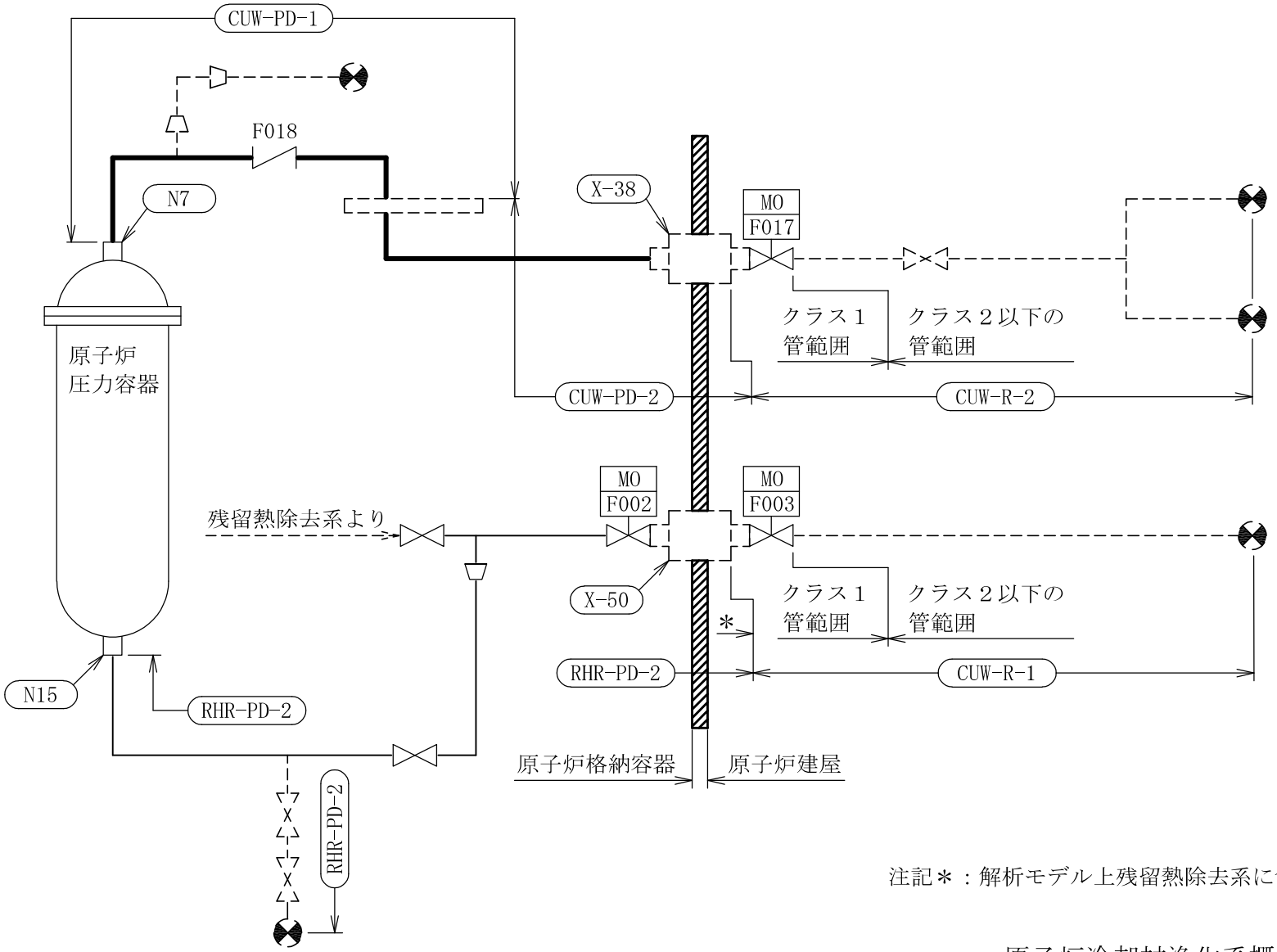
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力*					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	CUW-PD-1	53	86	274	3.18	—	53	112	366	3.26	—	53	417	366	0.87	—	48	0.0359	—
2	CUW-PD-2	20	150	274	1.82	○	20	243	366	1.50	○	20	623	366	0.58	○	20	0.3097	○

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力*					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	CUW-R-1	16	89	182	2.04	—	16	121	363	3.00	—	16	135	364	2.69	—	—	—	—
2	CUW-R-2	22	71	182	2.56	—	22	91	363	3.98	—	34	103	364	3.53	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



注記＊：解析モデル上残留熱除去系に含める。

原子炉冷却材浄化系概略系統図

鳥瞰図	CUW-PD-1

鳥瞰図	CUW-PD-2

鳥瞰図	CUW-R-1

鳥瞰図	CUW-R-2

14. 原子炉冷却材浄化系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-3-6-1-2-2　管の応力計算書

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（クラス１管）

No.	配管モデル	供用状態Ｃ＊1					供用状態Ｄ＊2				
		一次応力（膜＋曲げ）					一次応力（膜＋曲げ）				
		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	CUW-PD-1	26	42	274	6.52	—	26	39	364	9.33	—
2	CUW-PD-2	17	55	274	4.98	○	17	52	364	7.00	○

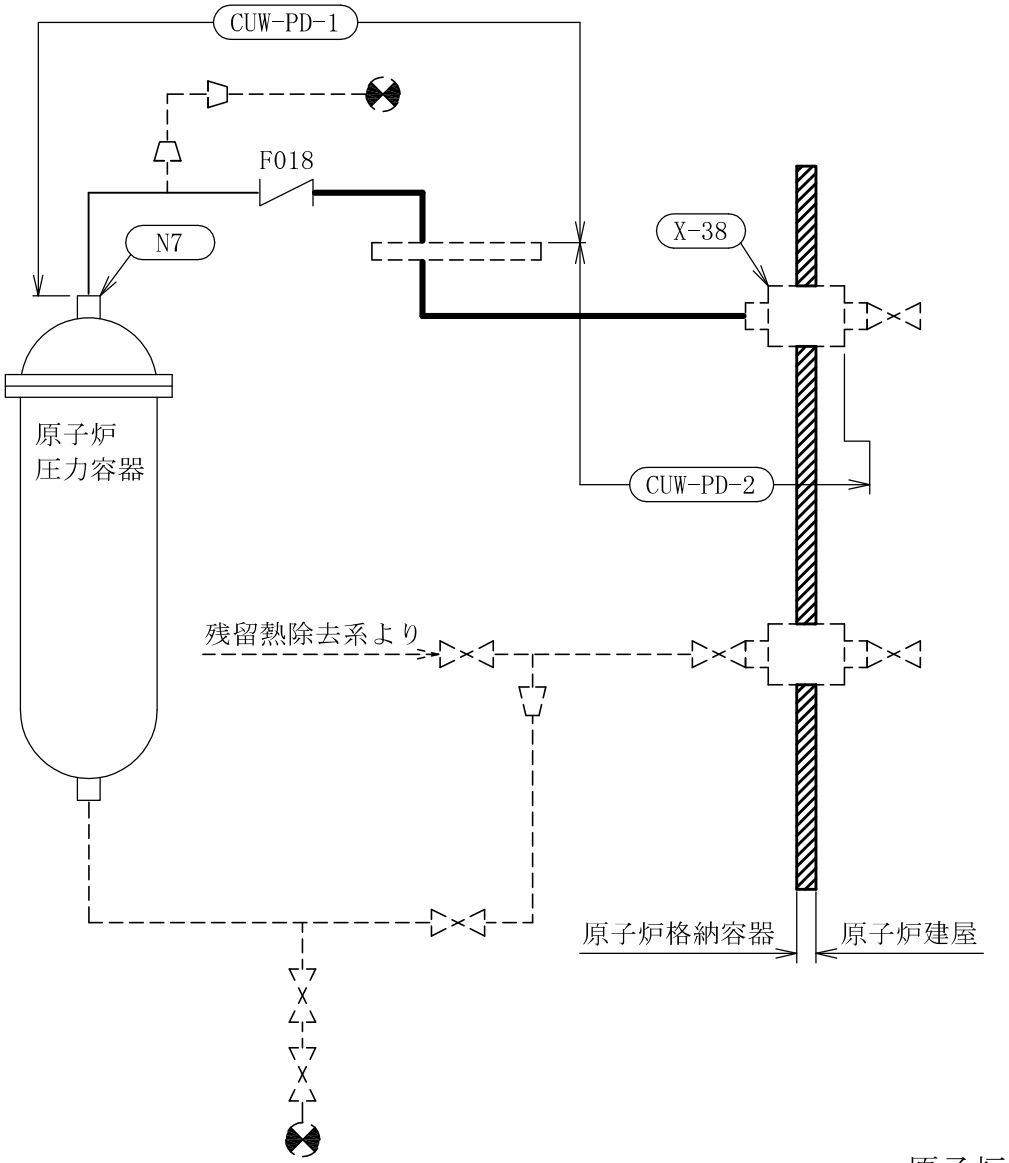
注記＊1：設計・建設規格　PPB-3552に基づき計算した一次応力を示す。

＊2：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（クラス１管）

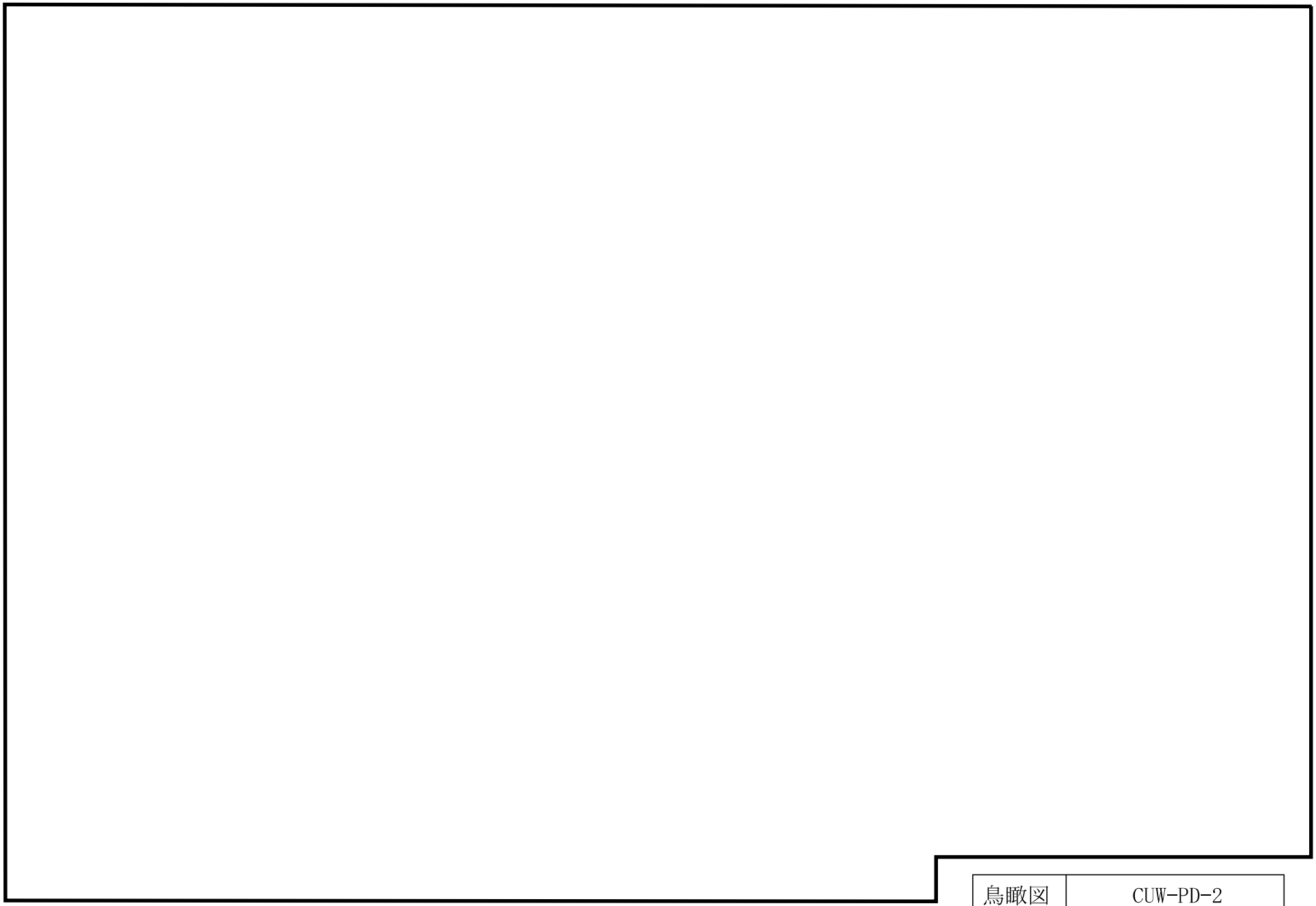
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅲ＊1					許容応力状態Ⅳ＊2				
		一次応力（膜＋曲げ）					一次応力（膜＋曲げ）				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	CUW-PD-1	26	43	274	6.37	—	26	41	366	8.92	—
2	CUW-PD-2	17	58	274	4.72	○	17	56	366	6.53	○

注記＊1：告示第５０１号第46条第2号に基づき計算した一次応力を示す。
＊2：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。



原子炉冷却材浄化系概略系統図

鳥瞰図	CUW-PD-1



鳥瞰図	CUW-PD-2

15. 制御棒駆動系の計算モデル

・Ⅴ-2-6-3-2-1-2　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

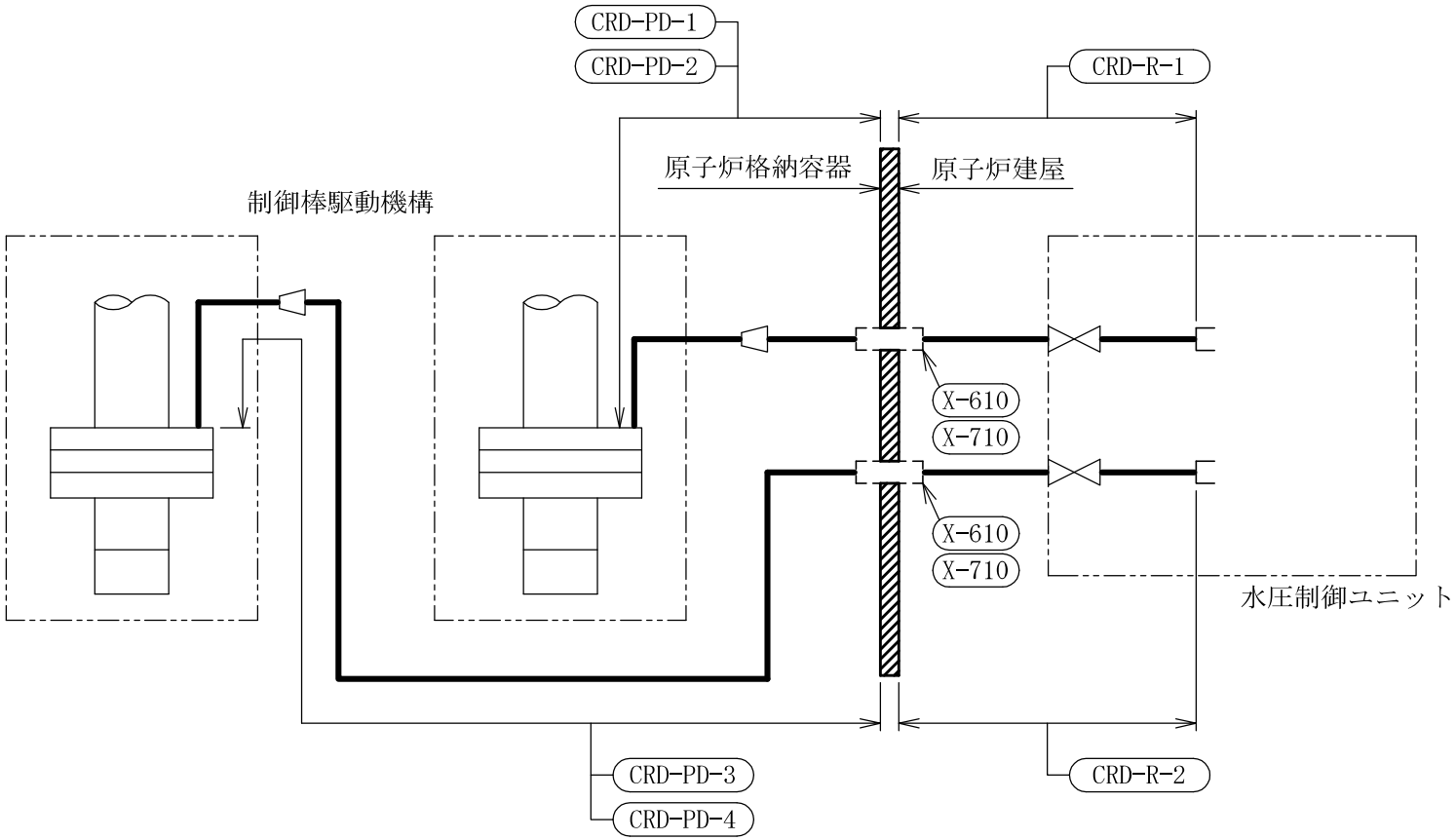
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

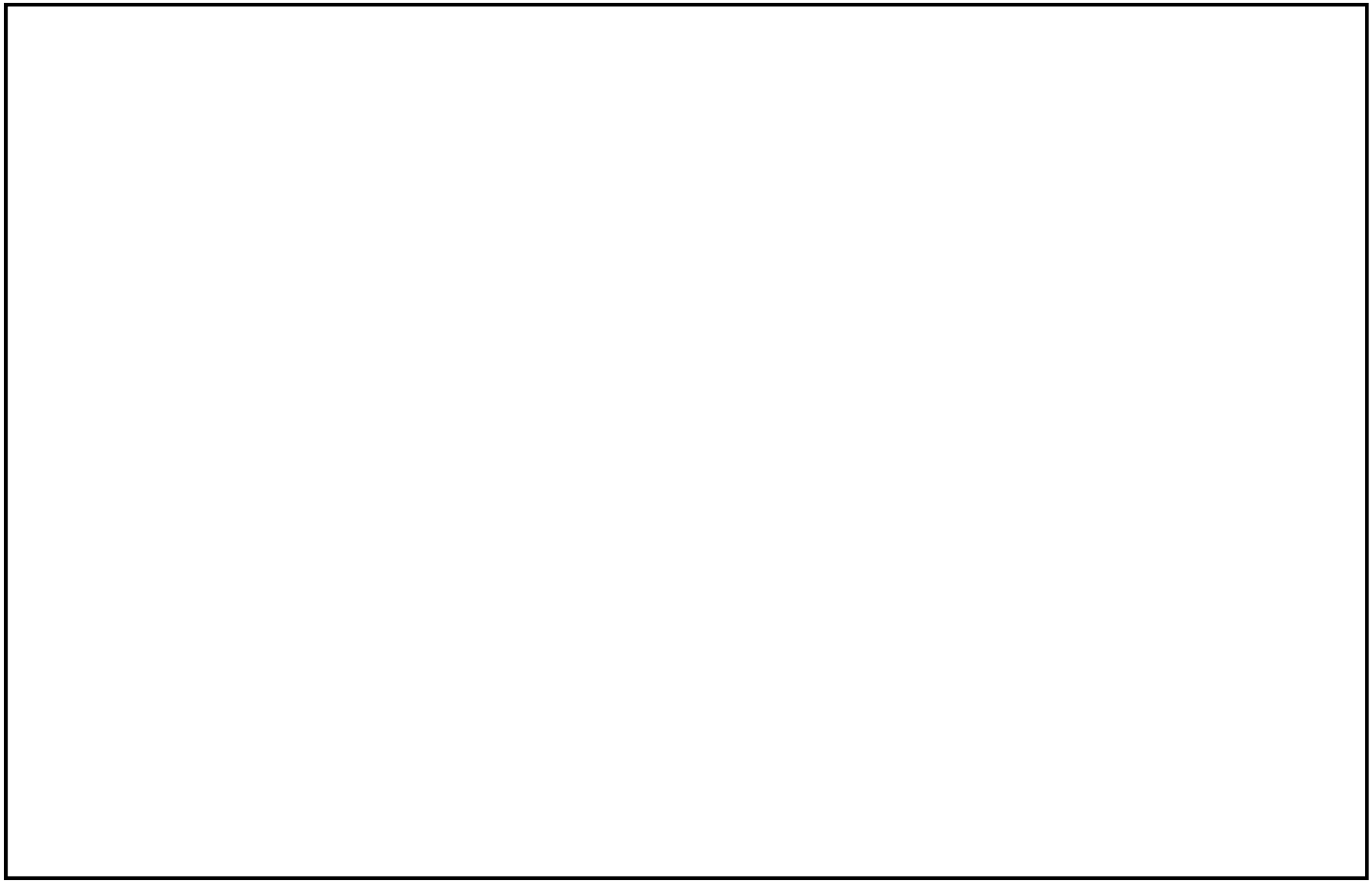
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	CRD-PD-1	15	111	159	1.43	—	15	120	413	3.44	—	59N	75	318	4.24	—	—	—	—
2	CRD-PD-2	7	87	159	1.82	—	7	99	413	4.17	—	52N	139	318	2.28	—	—	—	—
3	CRD-PD-3	7	106	159	1.50	—	7	117	413	3.52	—	58N	240	318	1.32	○	—	—	—
4	CRD-PD-4	66N	119	159	1.33	—	66N	128	413	3.22	—	7	67	318	4.74	—	—	—	—
5	CRD-R-1	10	177	188	1.06	○	10	241	431	1.78	○	10	259	376	1.45	—	—	—	—
6	CRD-R-2	41	105	159	1.51	—	41	115	413	3.59	—	24	41	318	7.75	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



制御棒駆動系概略系統図

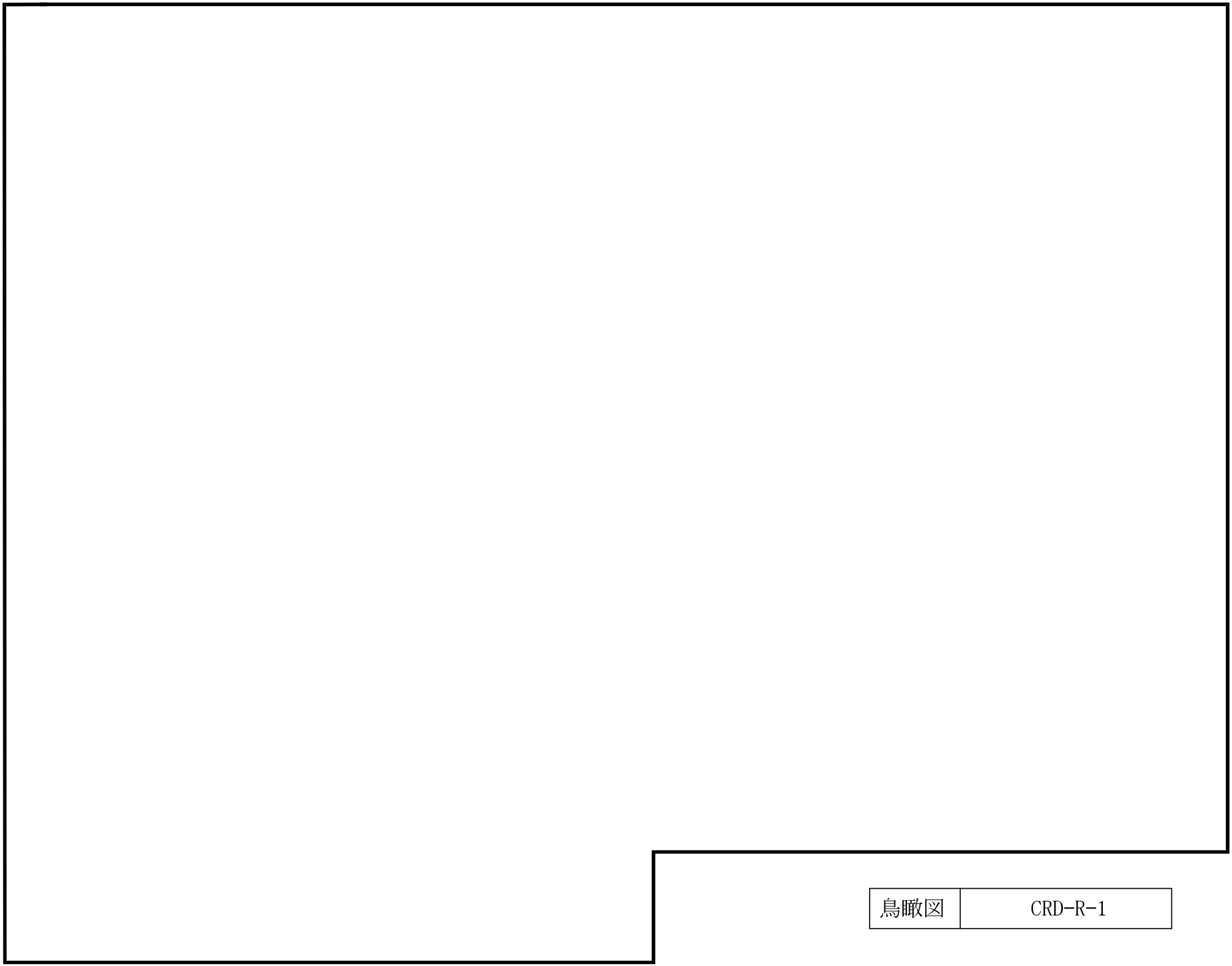
鳥瞰図	CRD-PD-1



鳥瞰図	CRD-PD-2

鳥瞰図	CRD-PD-3

鳥瞰図	CRD-PD-4



鳥瞰図	CRD-R-1

鳥瞰図	CRD-R-2

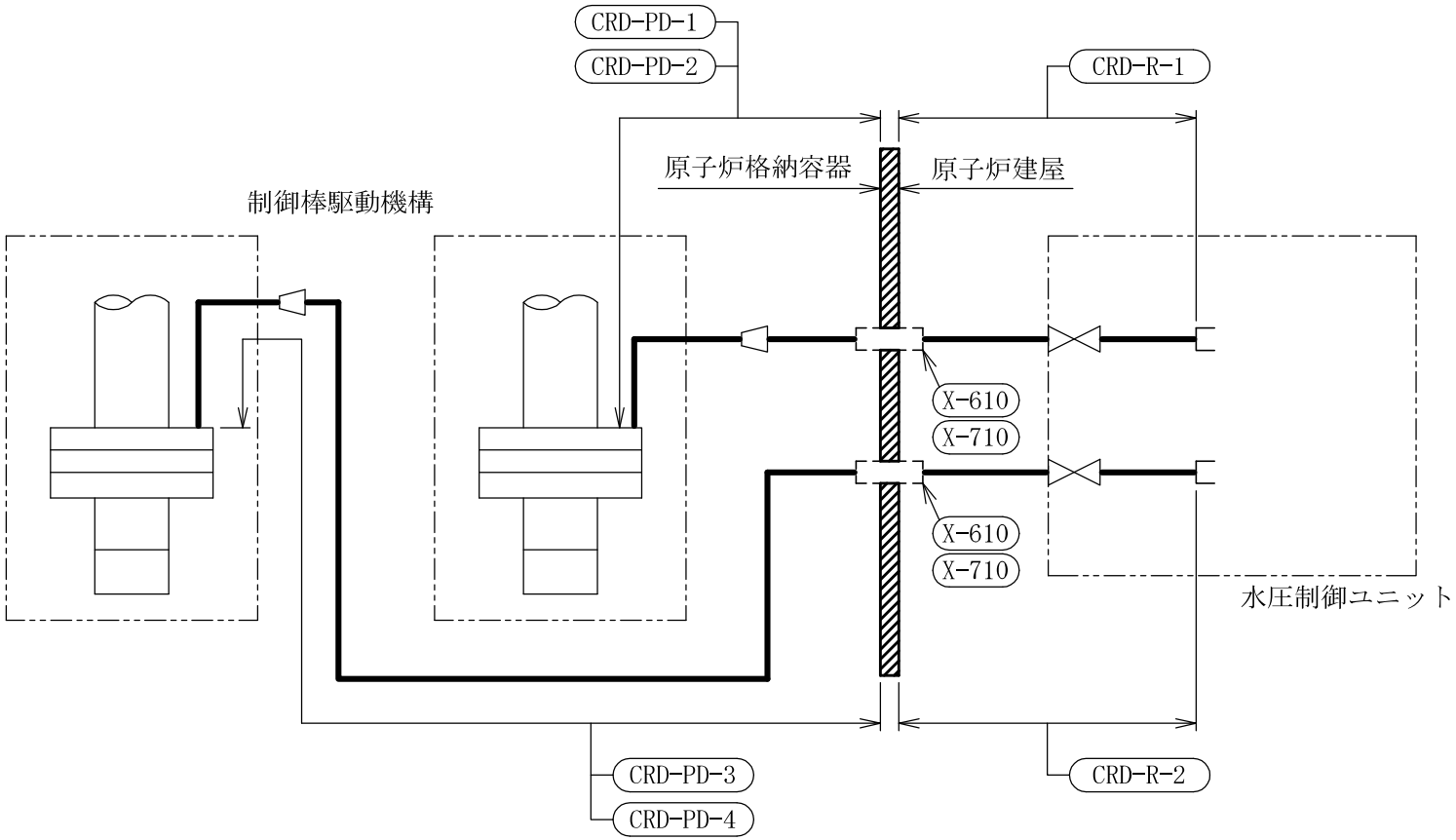
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

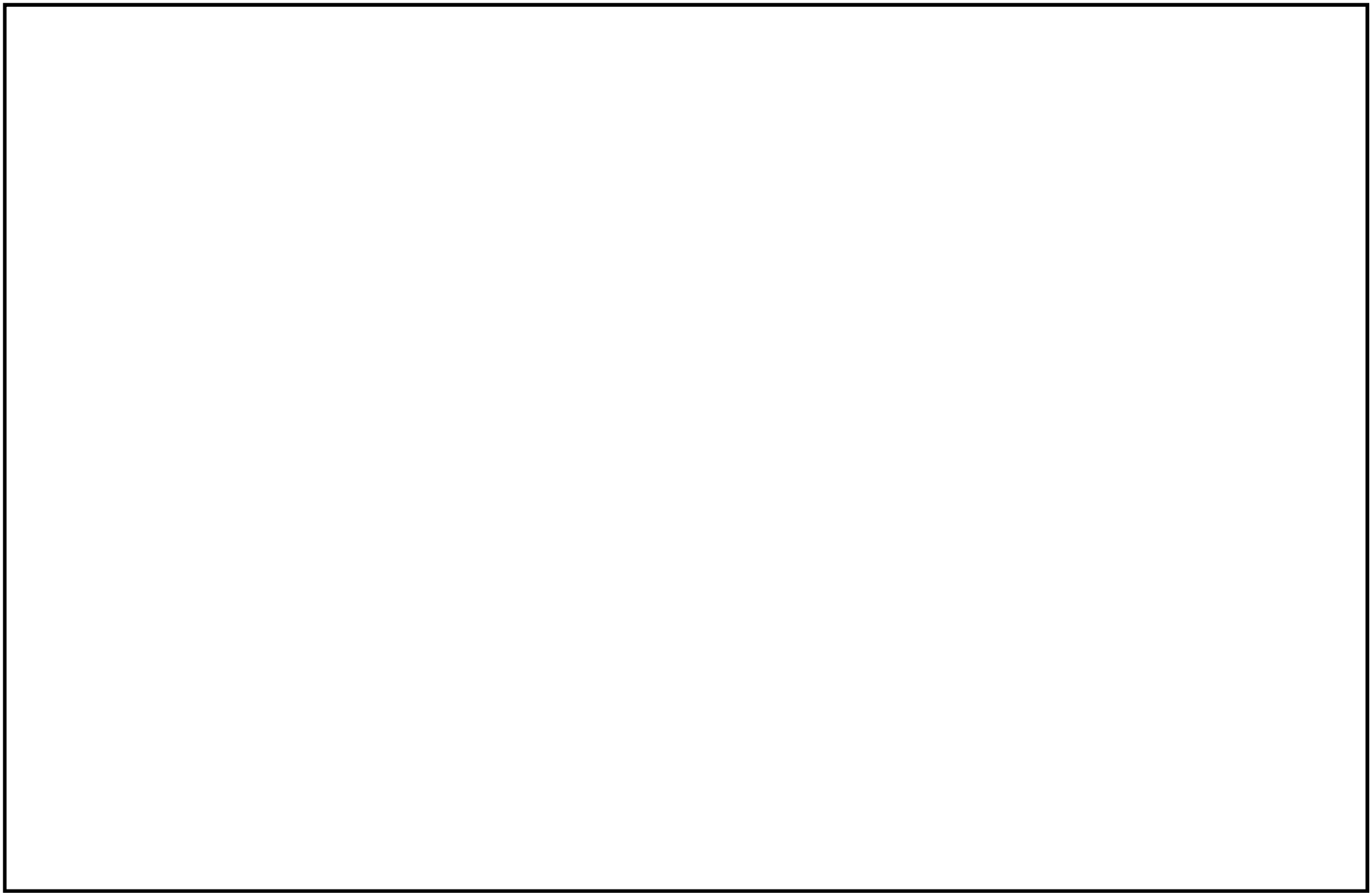
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	CRD-PD-1	15	120	413	3.44	—	59N	75	318	4.24	—	—	—	—
2	CRD-PD-2	7	99	413	4.17	—	52N	139	318	2.28	—	—	—	—
3	CRD-PD-3	7	117	413	3.52	—	58N	240	318	1.32	○	—	—	—
4	CRD-PD-4	66N	128	413	3.22	—	7	67	318	4.74	—	—	—	—
5	CRD-R-1	10	241	431	1.78	○	10	259	376	1.45	—	—	—	—
6	CRD-R-2	41	115	413	3.59	—	24	41	318	7.75	—	—	—	—



制御棒駆動系概略系統図

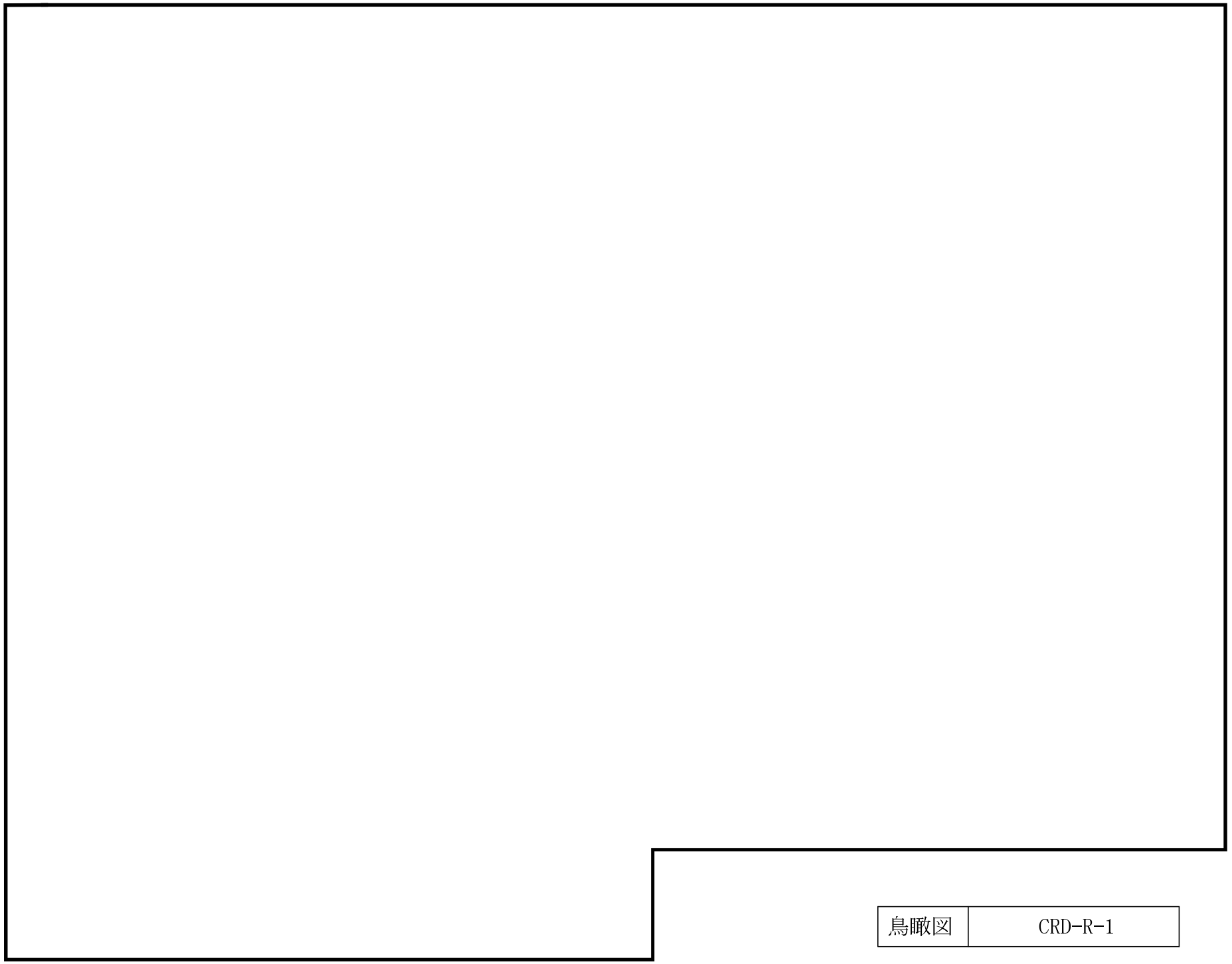
鳥瞰図	CRD-PD-1



鳥瞰図	CRD-PD-2

鳥瞰図	CRD-PD-3

鳥瞰図	CRD-PD-4



鳥瞰図	CRD-R-1

鳥瞰図	CRD-R-2

15. 制御棒駆動系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-4-1-2-1-3-2　管の応力計算書

制御棒駆動系の応力計算書は全モデルに対して既工認の評価結果を引用するため、鳥瞰図なし。

・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(℃)					
CRD-PD-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
CRD-PD-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
CRD-PD-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
CRD-PD-4	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
CRD-R-1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
CRD-R-2	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	18.60	66	18.60	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2

16. ほう酸水注入系の計算モデル

・Ⅴ-2-6-4-1-3　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス１管）

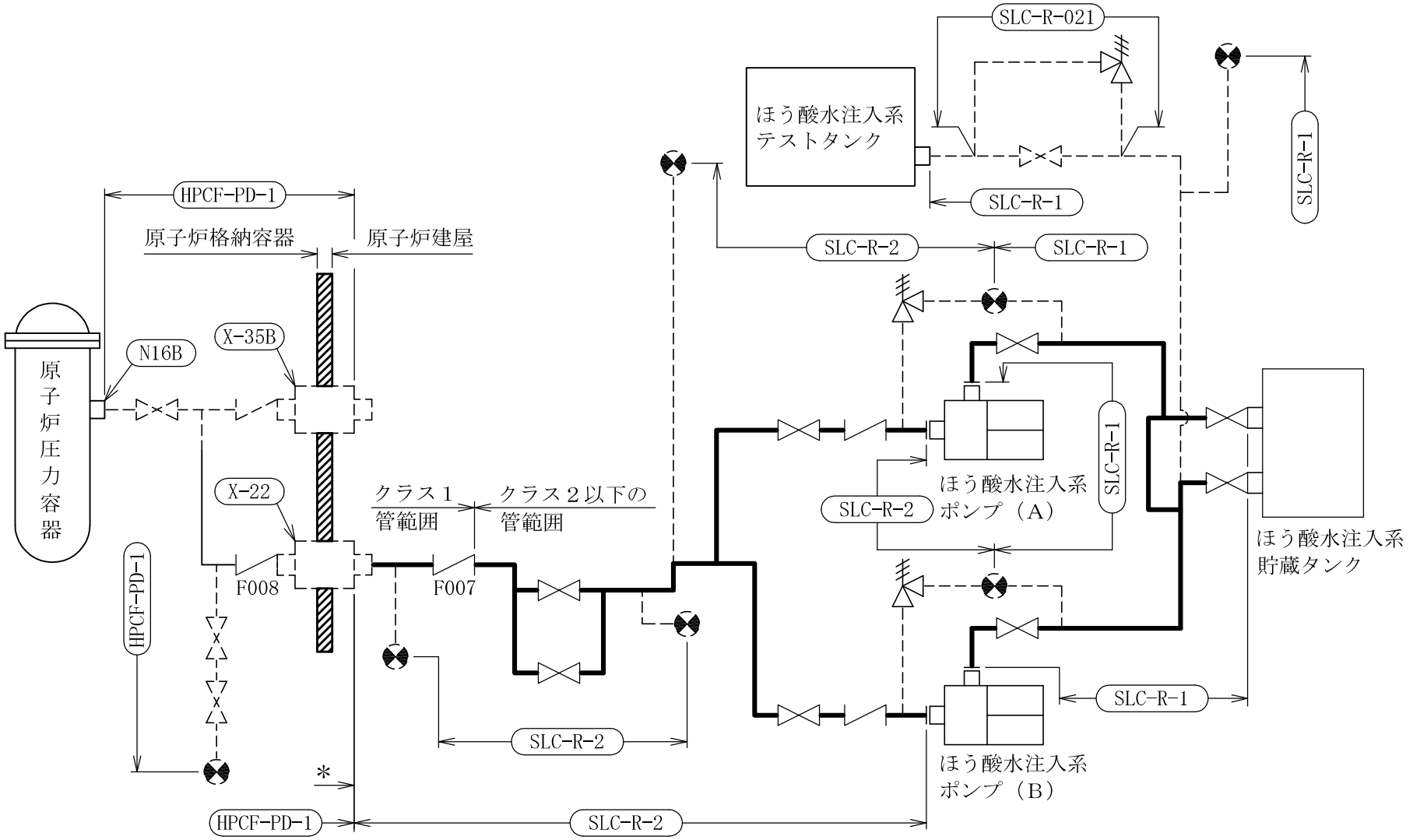
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-2	139	53	211	3.98	○	139	74	282	3.81	○	139	174	282	1.62	○	139	0.0006	○

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

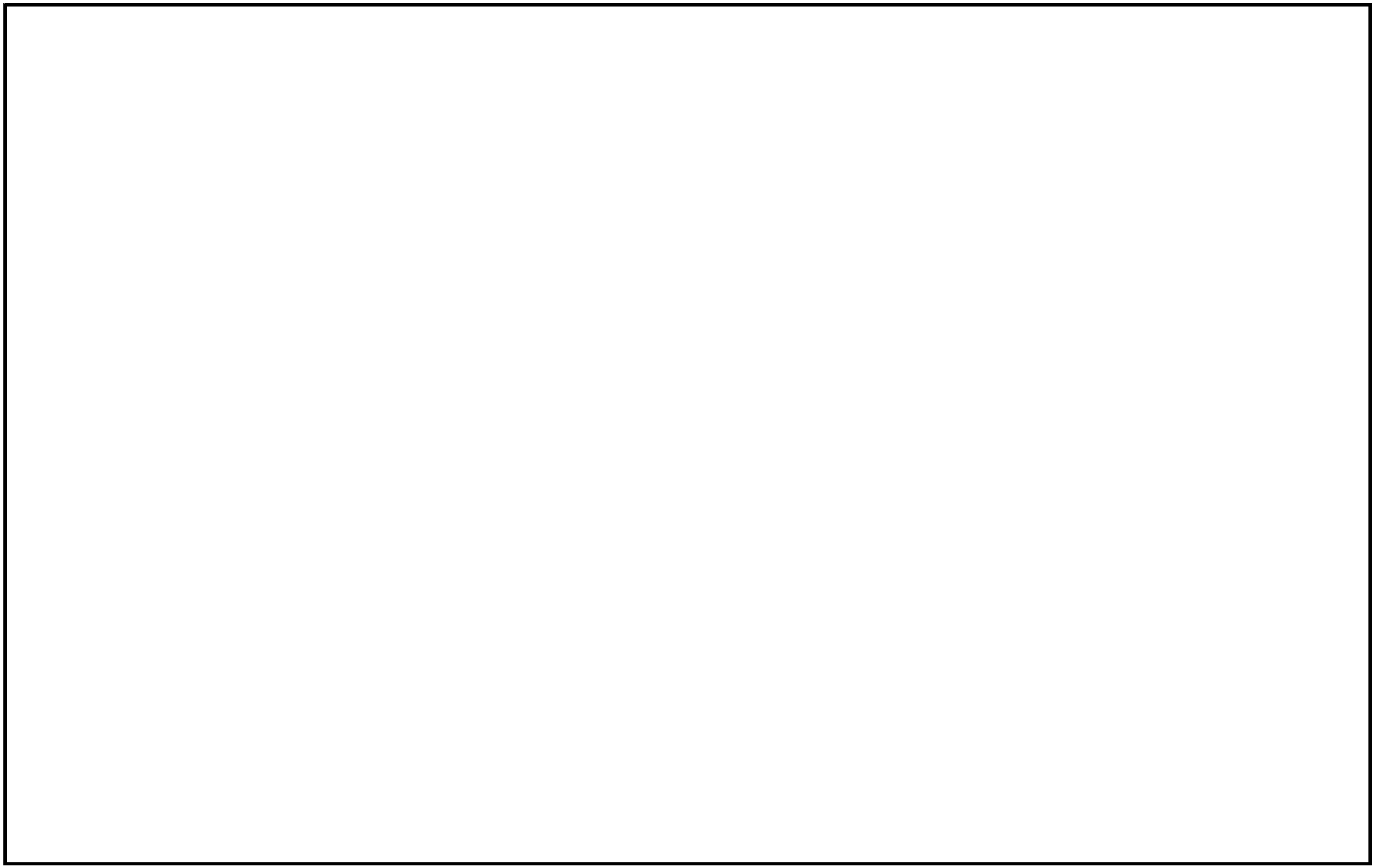
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力*					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-1	56	40	188	4.70	—	56	65	431	6.63	—	56	105	376	3.58	○	—	—	—
2	SLC-R-2	172	72	188	2.61	○	172	91	431	4.73	○	7	89	376	4.22	—	—	—	—
3	SLC-R-021	1N	68	188	2.76	—	15N	117	431	3.68	—	15N	291	376	1.29	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



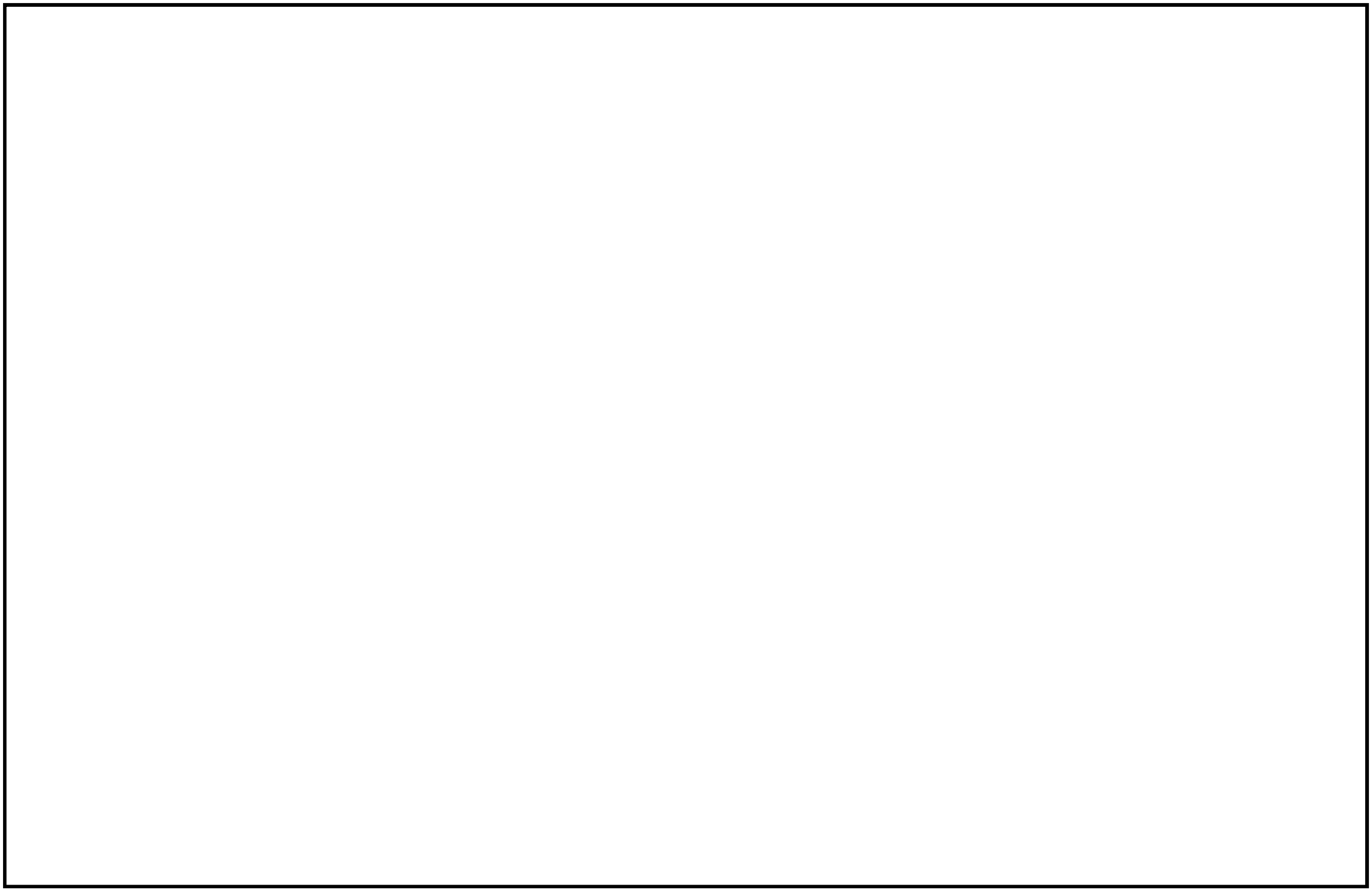
注記　＊:解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

ほう酸水注入系概略系統図



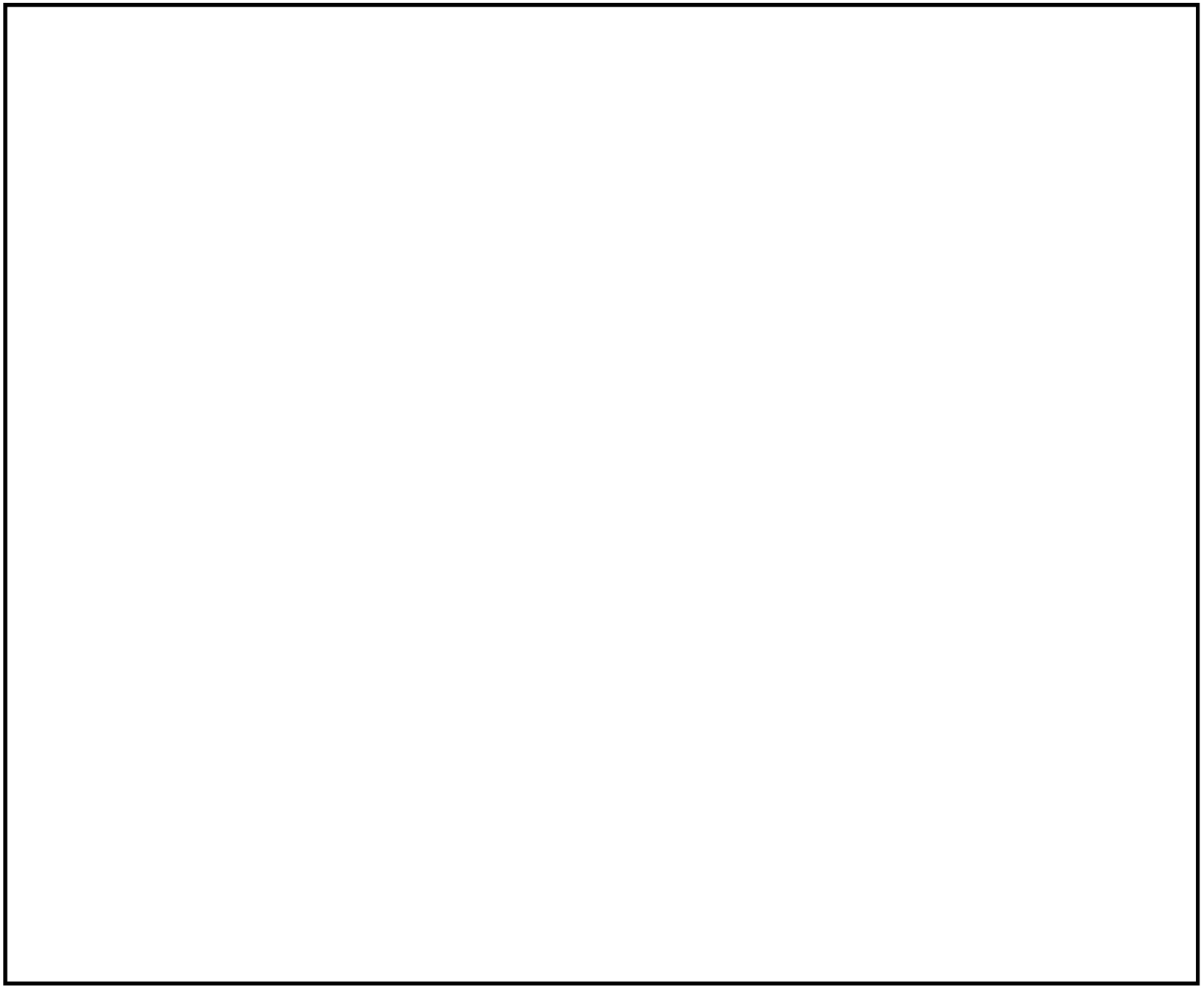
鳥瞰図	SLC-R-1

鳥瞰図	SLC-R-2(1/3)



鳥瞰図	SLC-R-2(2/3)

鳥瞰図	SLC-R-2(3/3)



鳥瞰図	SLC-R-021

重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

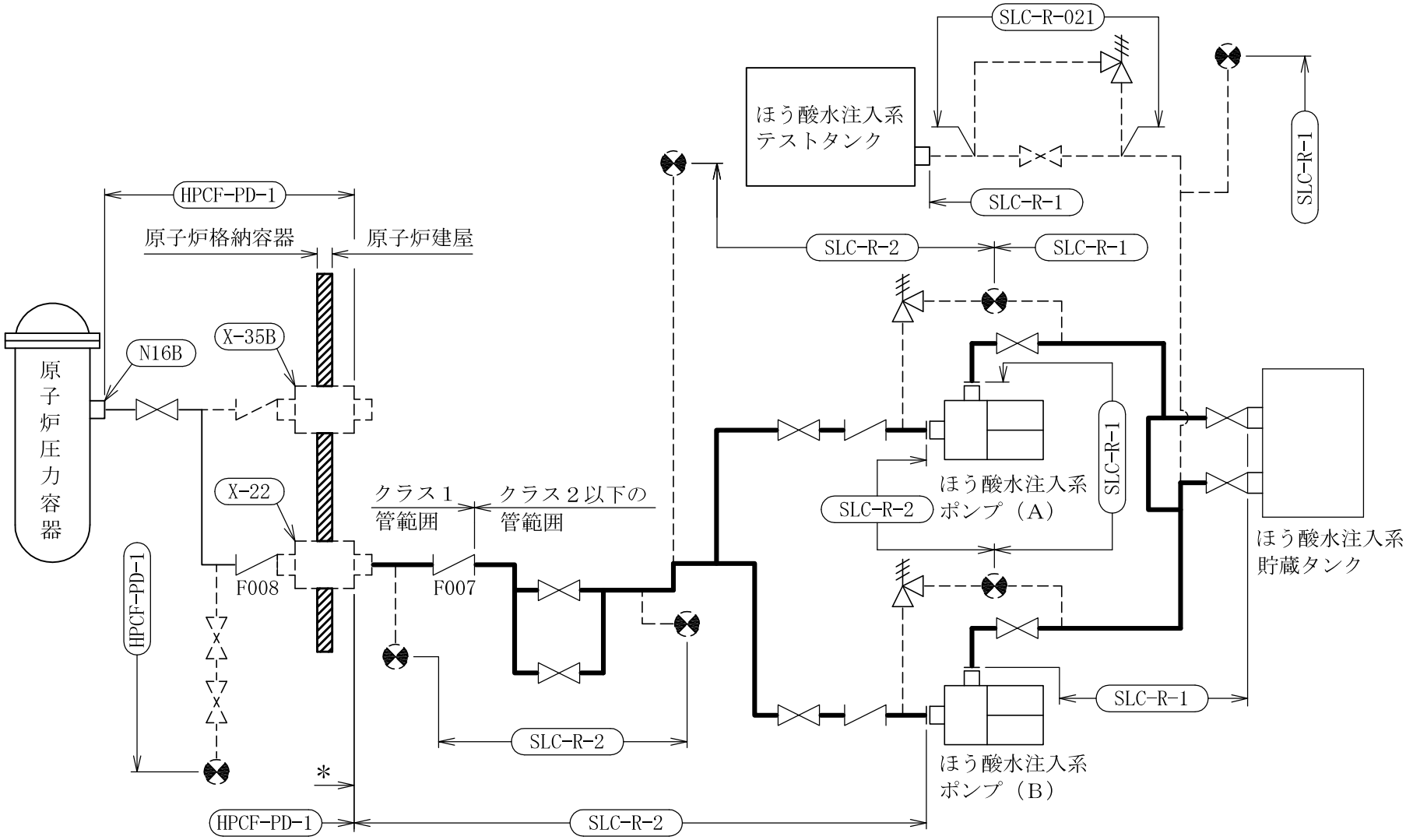
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-2	139	74	282	3.81	○	139	174	282	1.62	○	139	0.0006	○

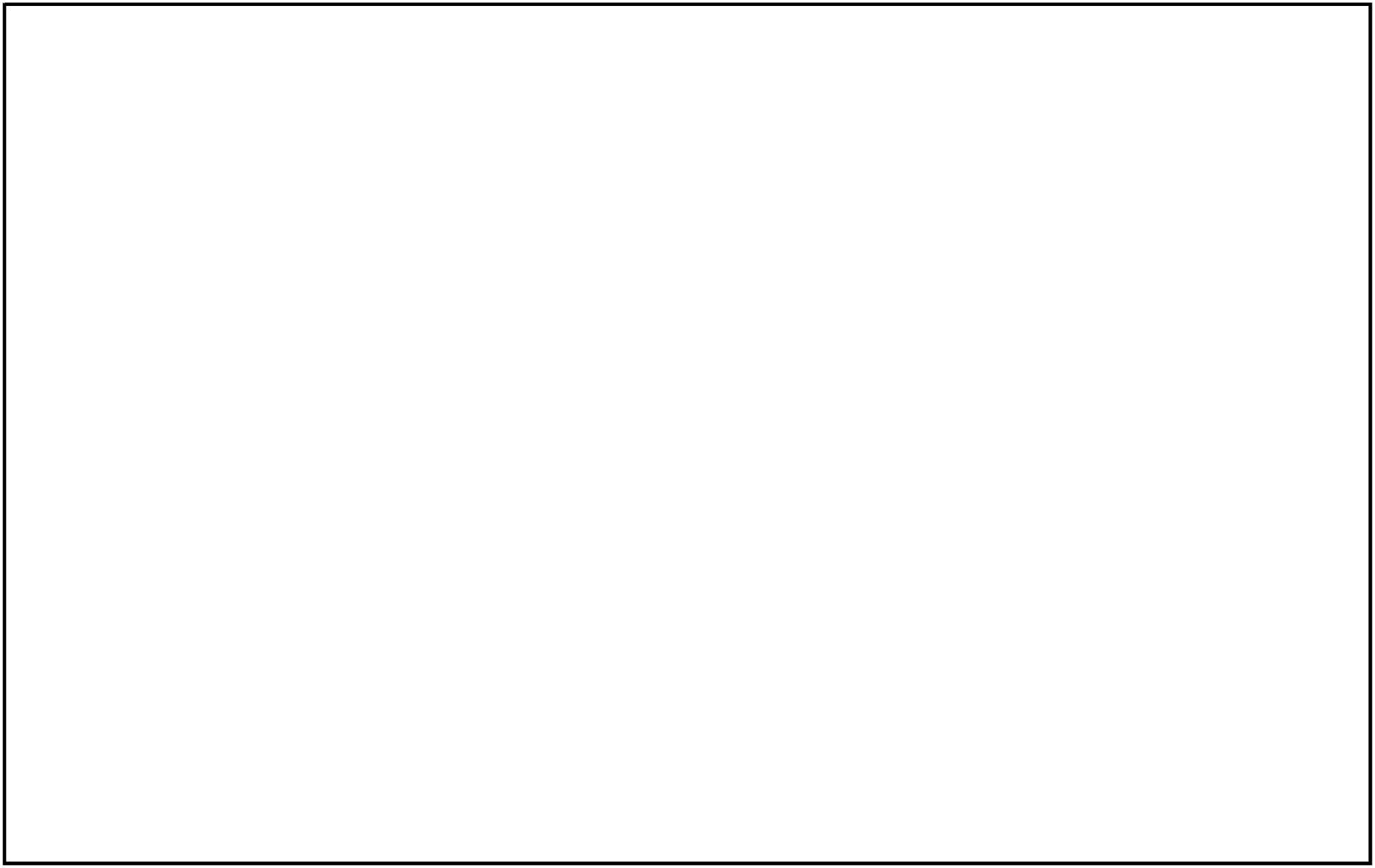
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-1	56	65	431	6.63	—	56	105	376	3.58	○	—	—	—
2	SLC-R-2	172	91	431	4.73	○	7	89	376	4.22	—	—	—	—
3	SLC-R-021	15N	117	431	3.68	—	15N	291	376	1.29	—	—	—	—

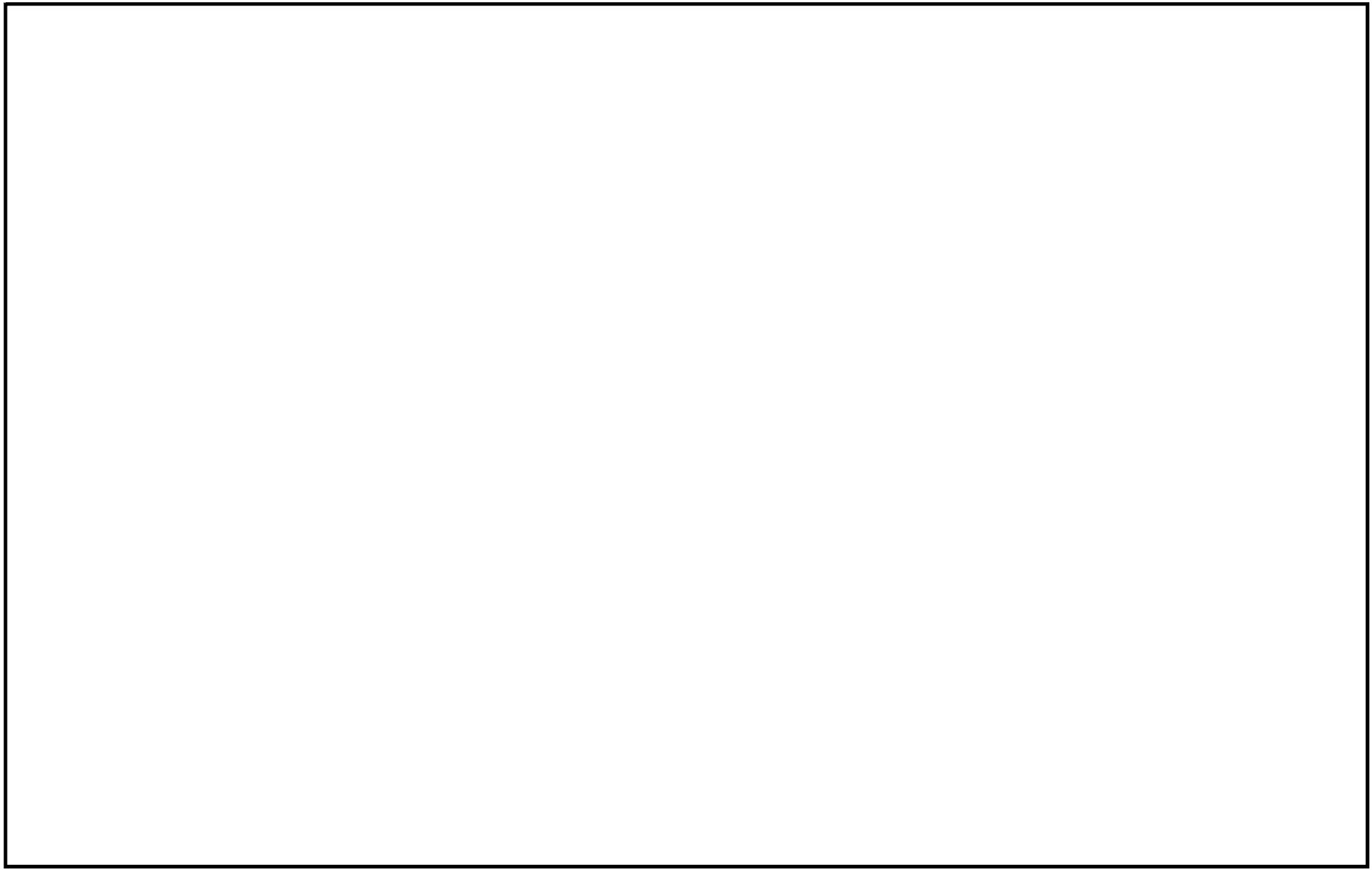


注記　＊:解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

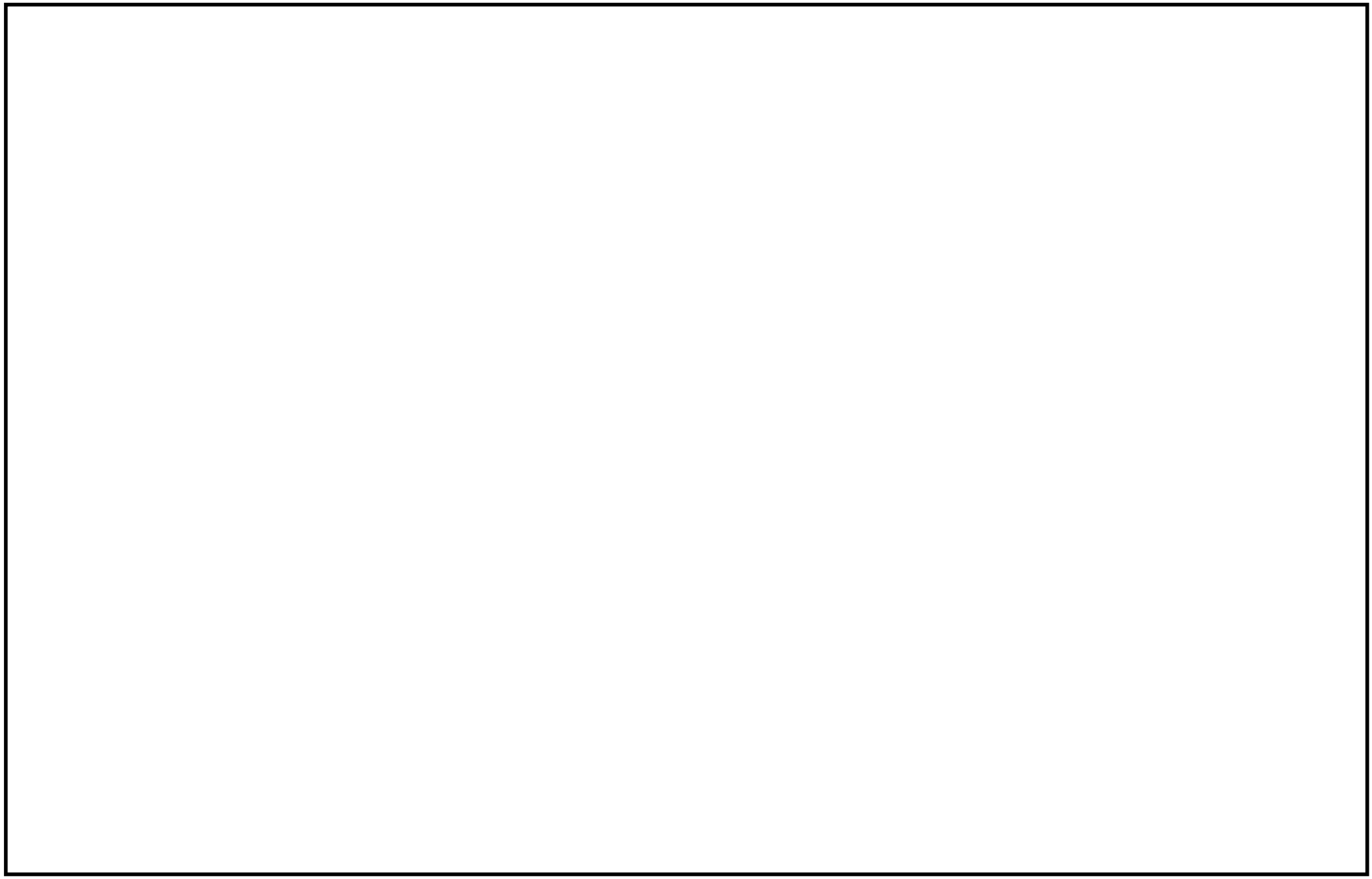
ほう酸水注入系概略系統図



鳥瞰図	SLC-R-1

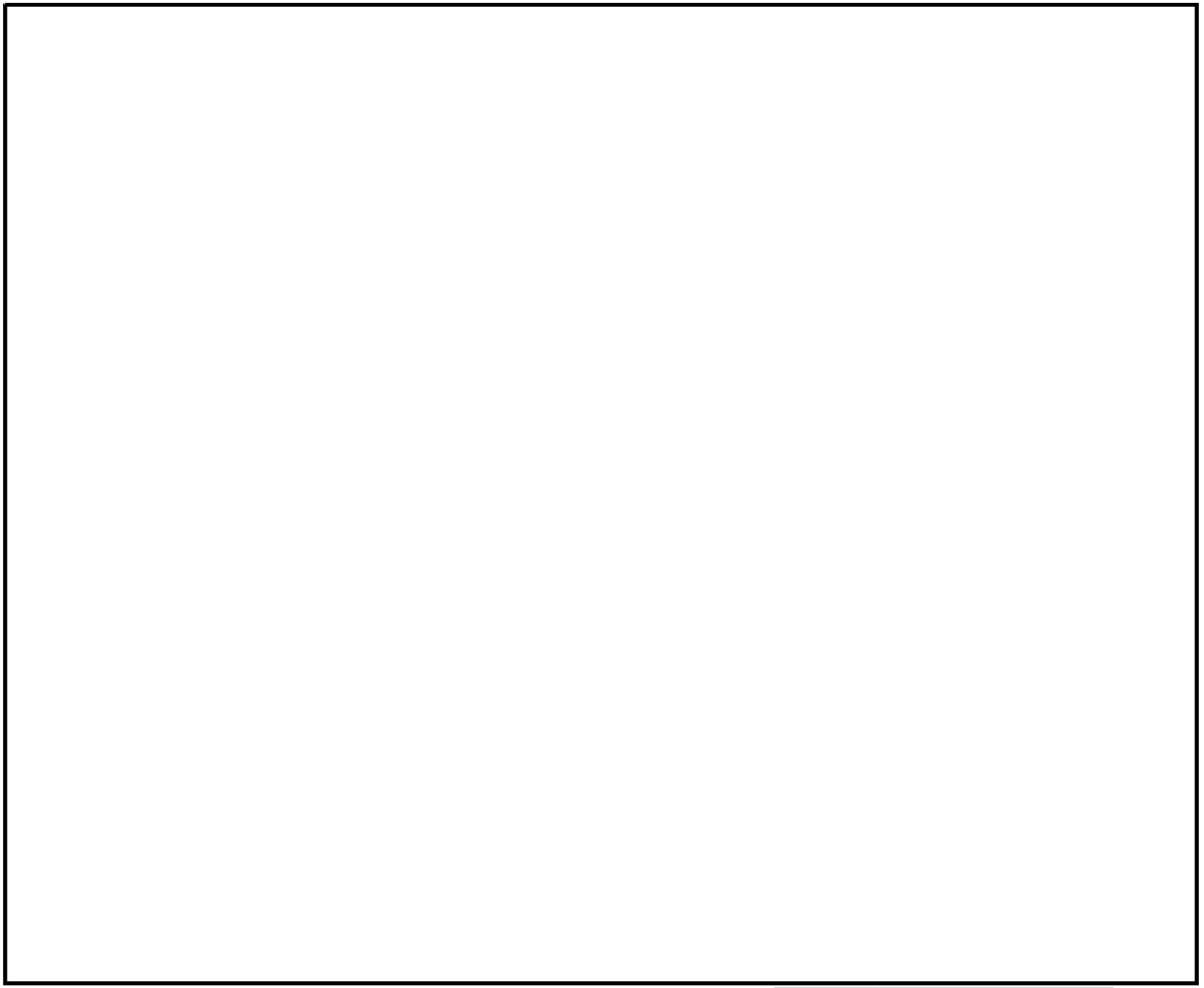


鳥瞰図	SLC-R-2(1/3)



鳥瞰図	SLC-R-2(2/3)

鳥瞰図	SLC-R-2(3/3)



鳥瞰図	SLC-R-021

16. ほう酸水注入系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-4-2-1-4-2　管の応力計算書

設計基準対象施設

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（クラス１管）

No.	配管モデル	供用状態Ｃ＊1					供用状態Ｄ＊2				
		一次応力（膜＋曲げ）					一次応力（膜＋曲げ）				
		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	SLC-R-2	139	31	187	6.03	○	139	29	208	7.17	○

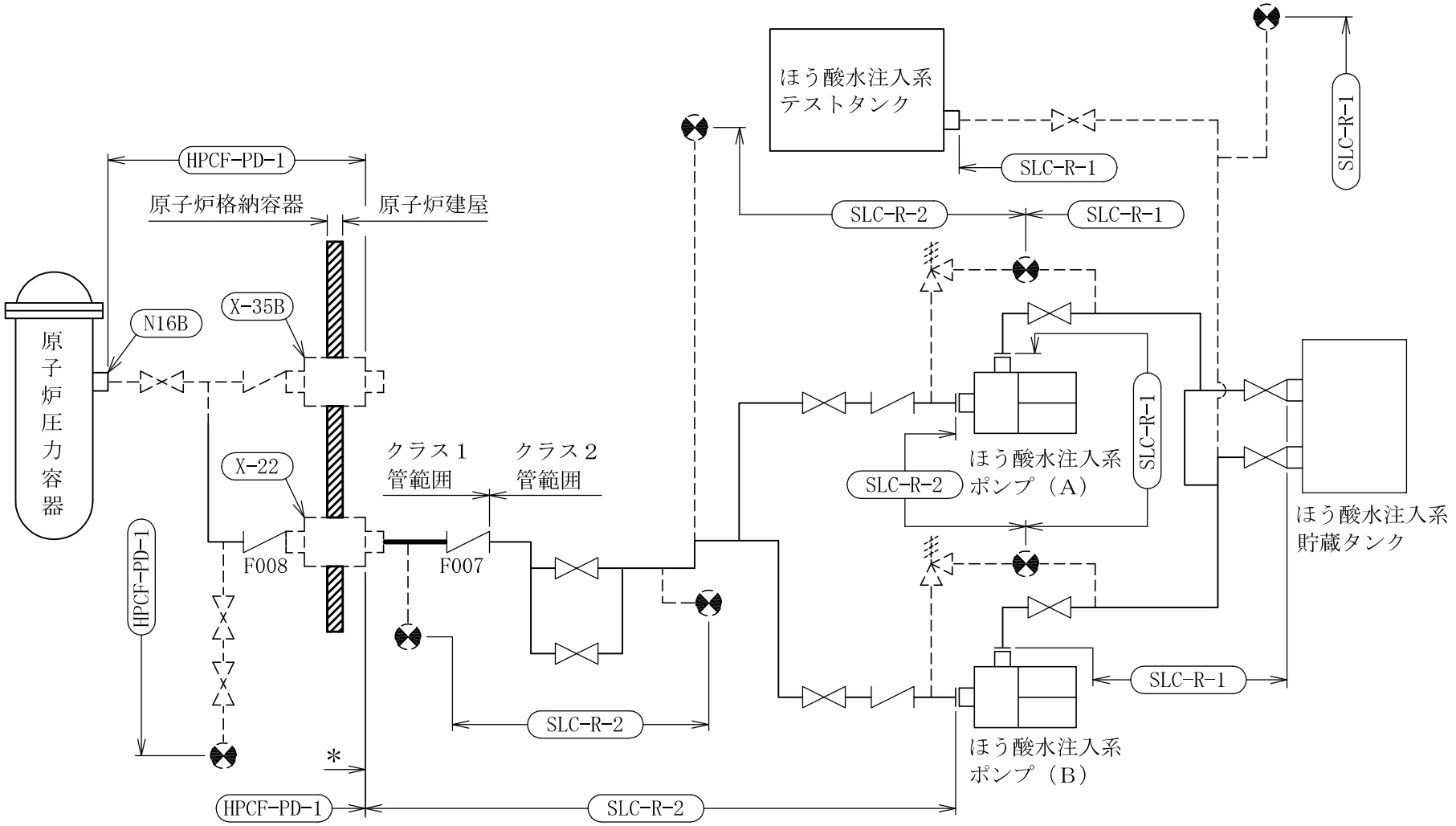
注記＊1：設計・建設規格　PPB-3552に基づき計算した一次応力を示す。

＊2：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（クラス１管）

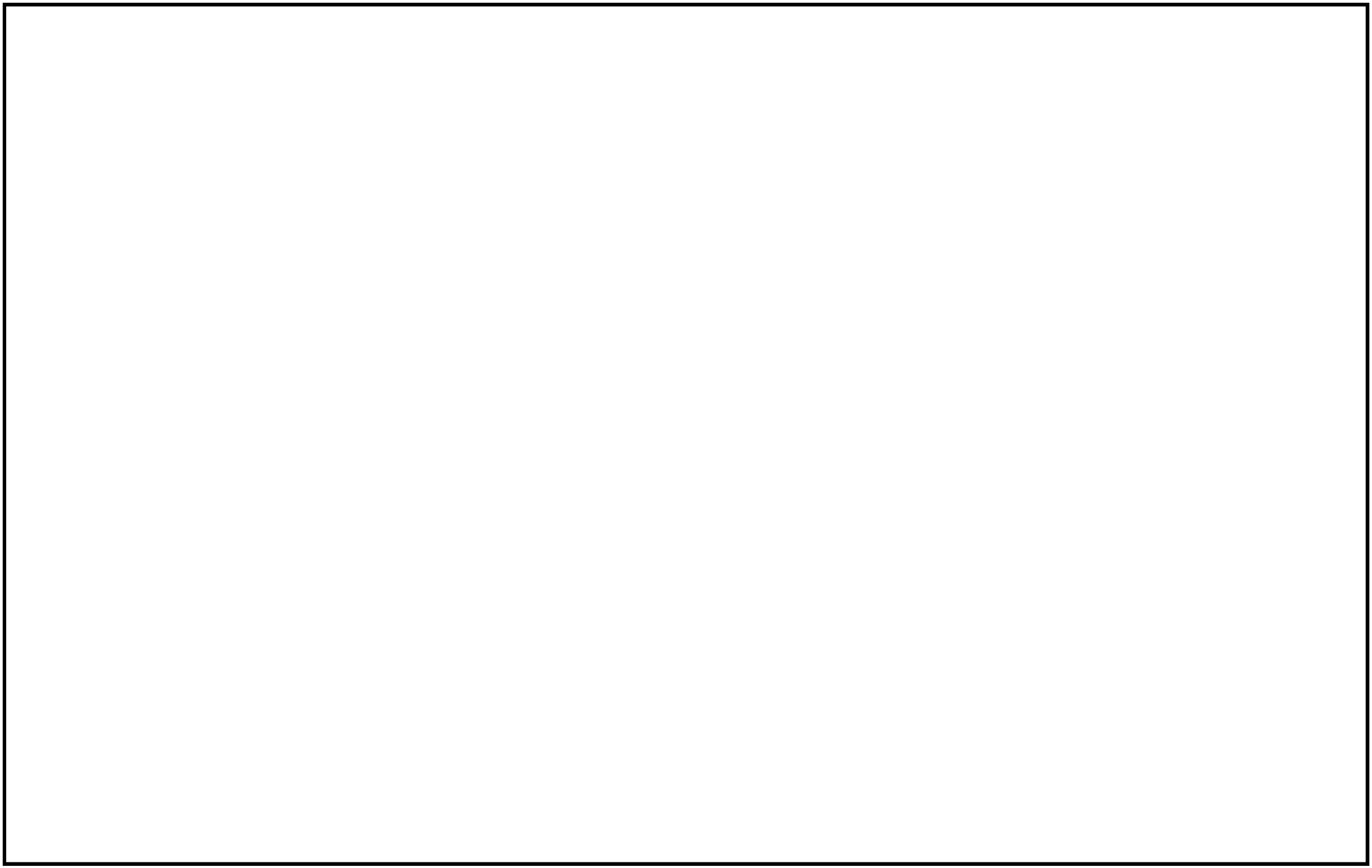
No.	配管モデル	運転状態Ⅲ＊1					運転状態Ⅳ＊2				
		一次応力（膜＋曲げ）					一次応力（膜＋曲げ）				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	SLC-R-2	139	32	211	6.59	○	139	30	282	9.40	○

注記＊1：告示第５０１号第46条第2号に基づき計算した一次応力を示す。
＊2：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。

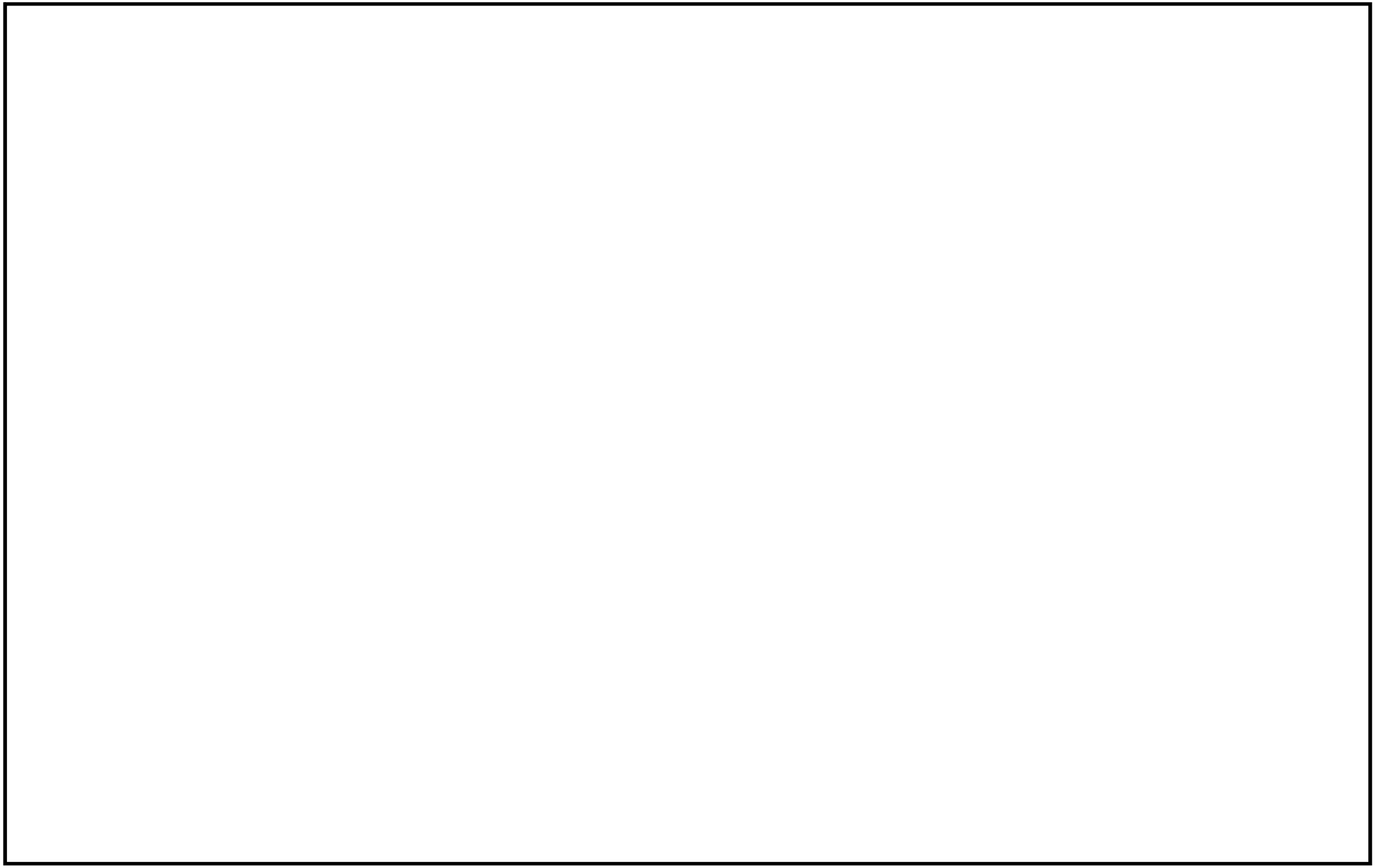


注記　＊:解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

ほう酸水注入系概略系統図



鳥瞰図	SLC-R-2(1/3)



鳥瞰図	SLC-R-2(2/3)

鳥瞰図	SLC-R-2(3/3)

重大事故等対処設備

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	SLC-R-2	137	28	208	7.42	○

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	SLC-R-2	137	29	282	9.72	○

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）

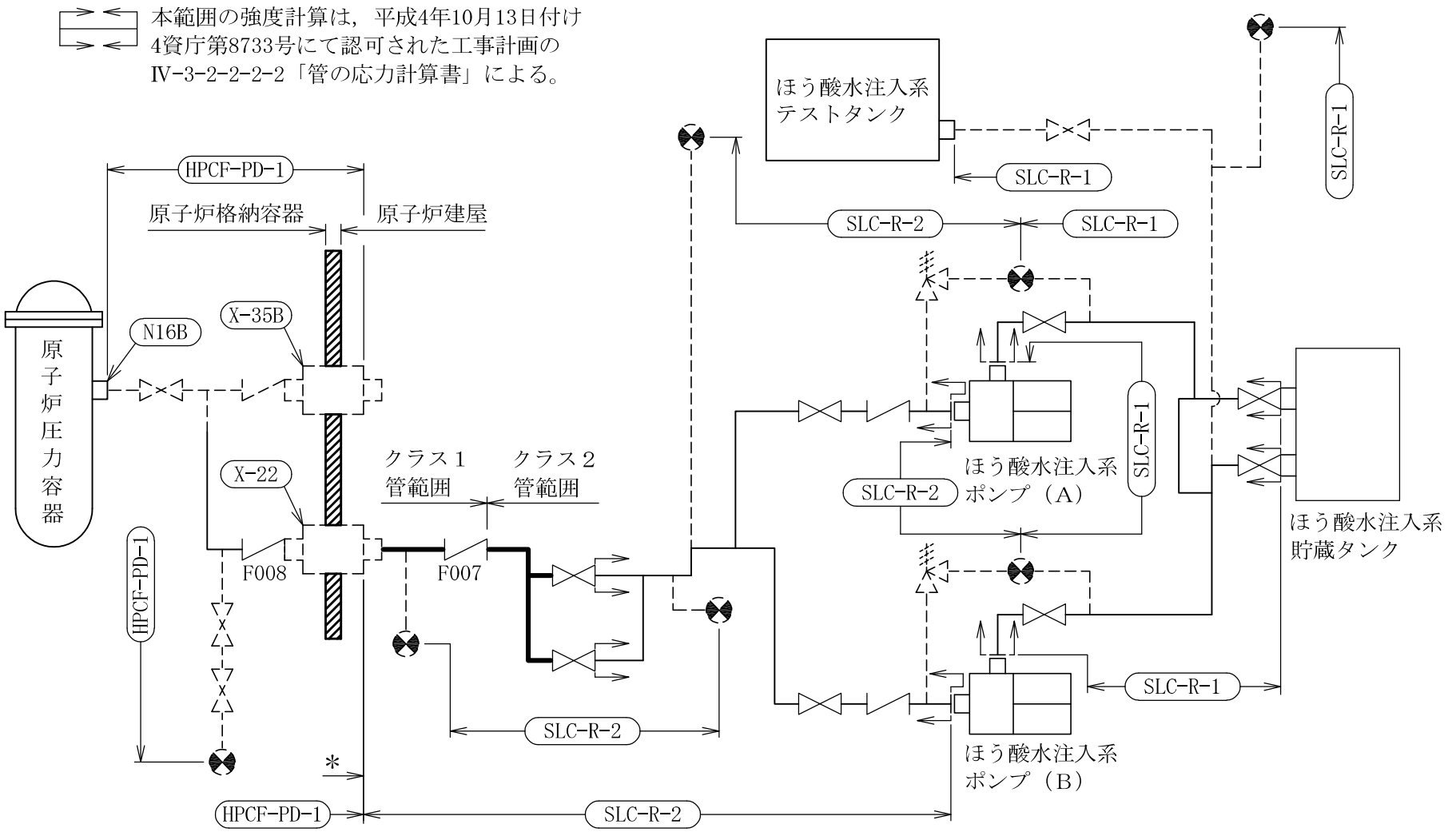
No.	配管モデル	重大事故等時[*1]					重大事故等時[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	SLC-R-2	67	66	165	2.50	○	67	70	198	2.82	○

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）

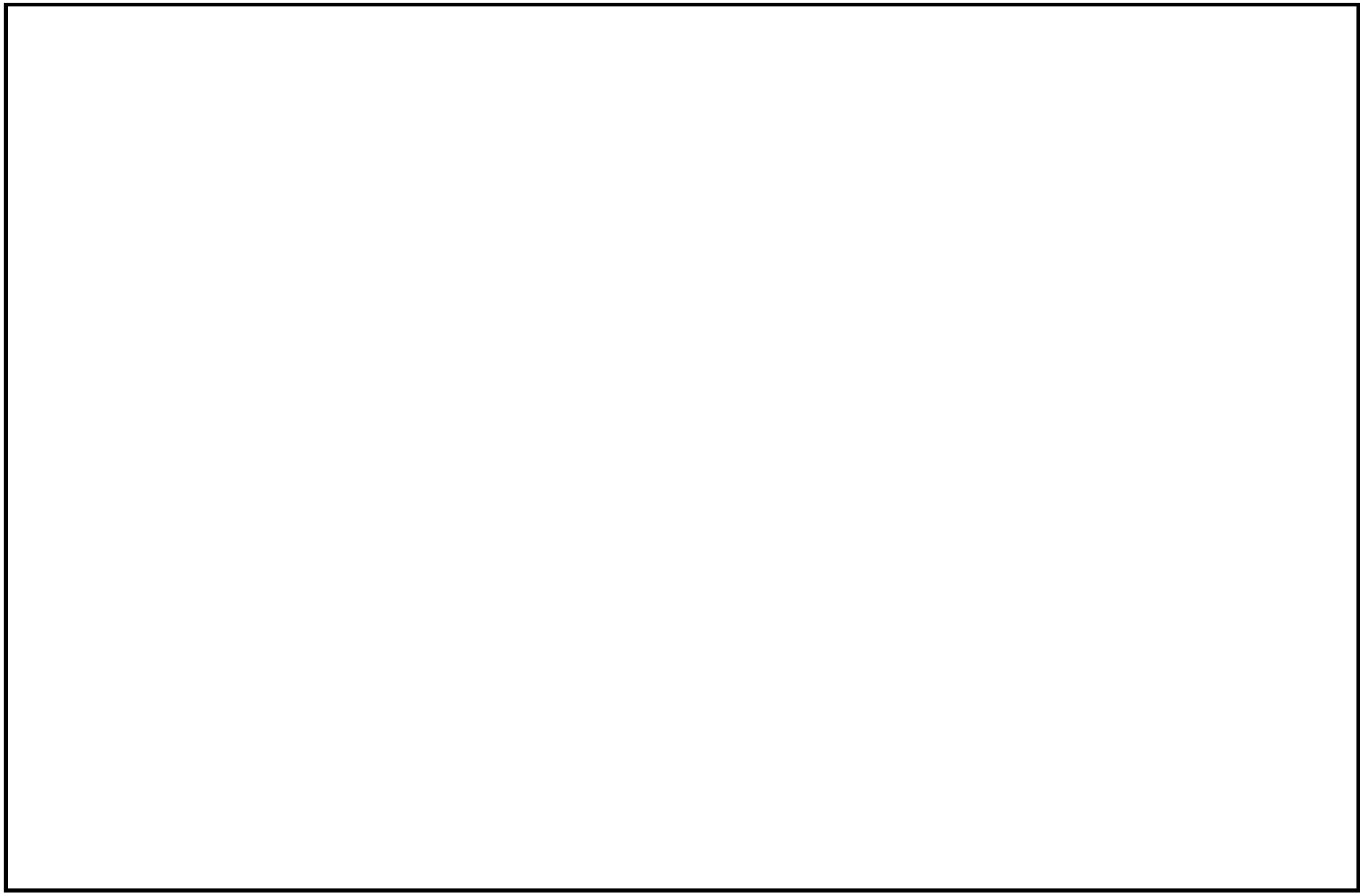
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	SLC-R-2	66	49	110	2.24	○	66	49	132	2.69	○

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。

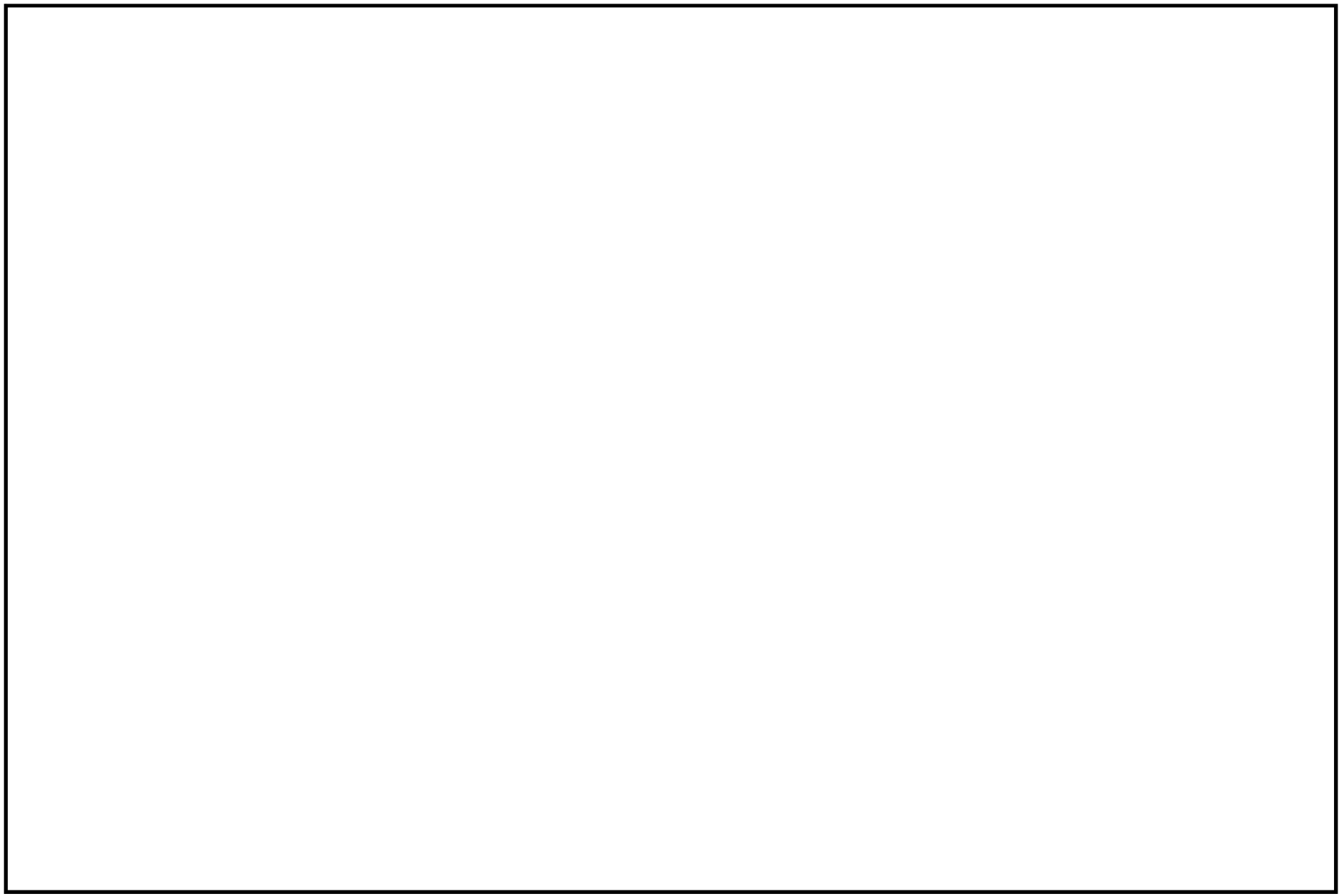


注記　＊:解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

ほう酸水注入系概略系統図



鳥瞰図	SLC-R-2(1/3)



鳥瞰図	SLC-R-2(2/3)

鳥瞰図	SLC-R-2(3/3)

17. 高圧窒素ガス供給系の計算モデル

・Ⅴ-2-6-6-1-1　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

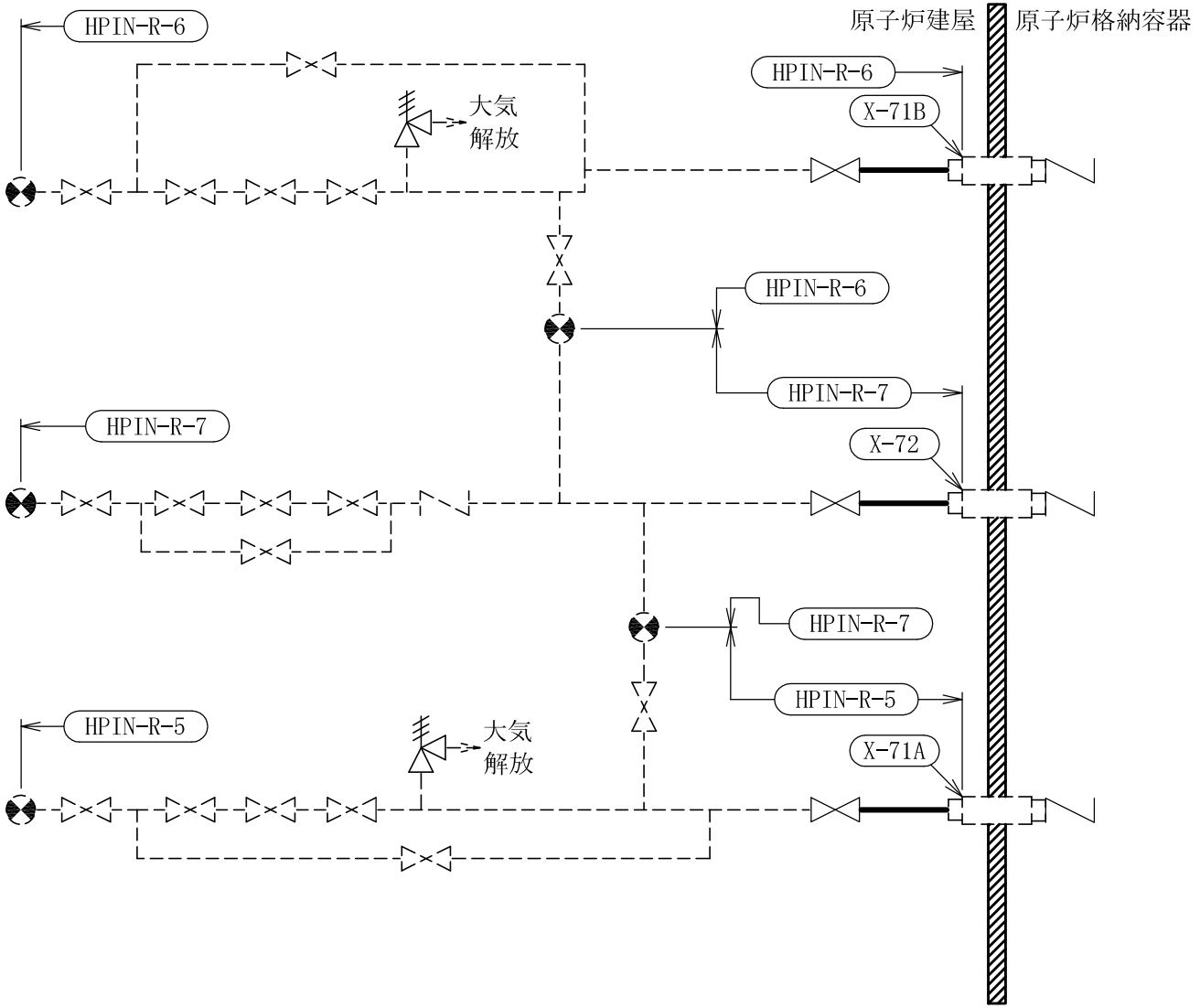
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

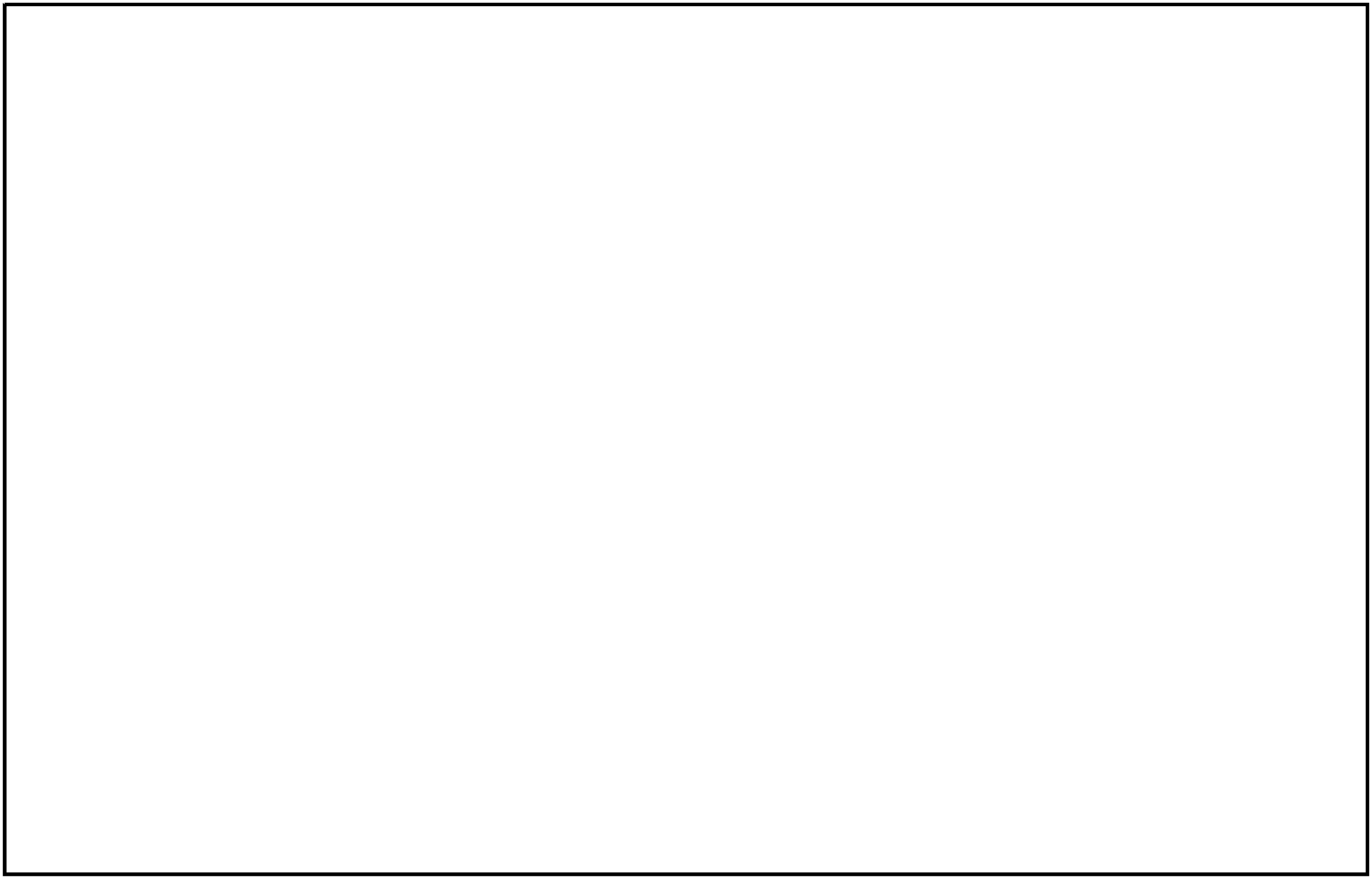
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-R-5	13	16	150	9.37	—	13	20	371	18.55	—	13	20	300	15.00	—	—	—	—
2	HPIN-R-6	15	20	150	7.50	—	15	31	371	11.96	—	15	45	300	6.66	—	—	—	—
3	HPIN-R-7	9	54	150	2.77	○	9	101	371	3.67	○	9	184	300	1.63	○	—	—	—

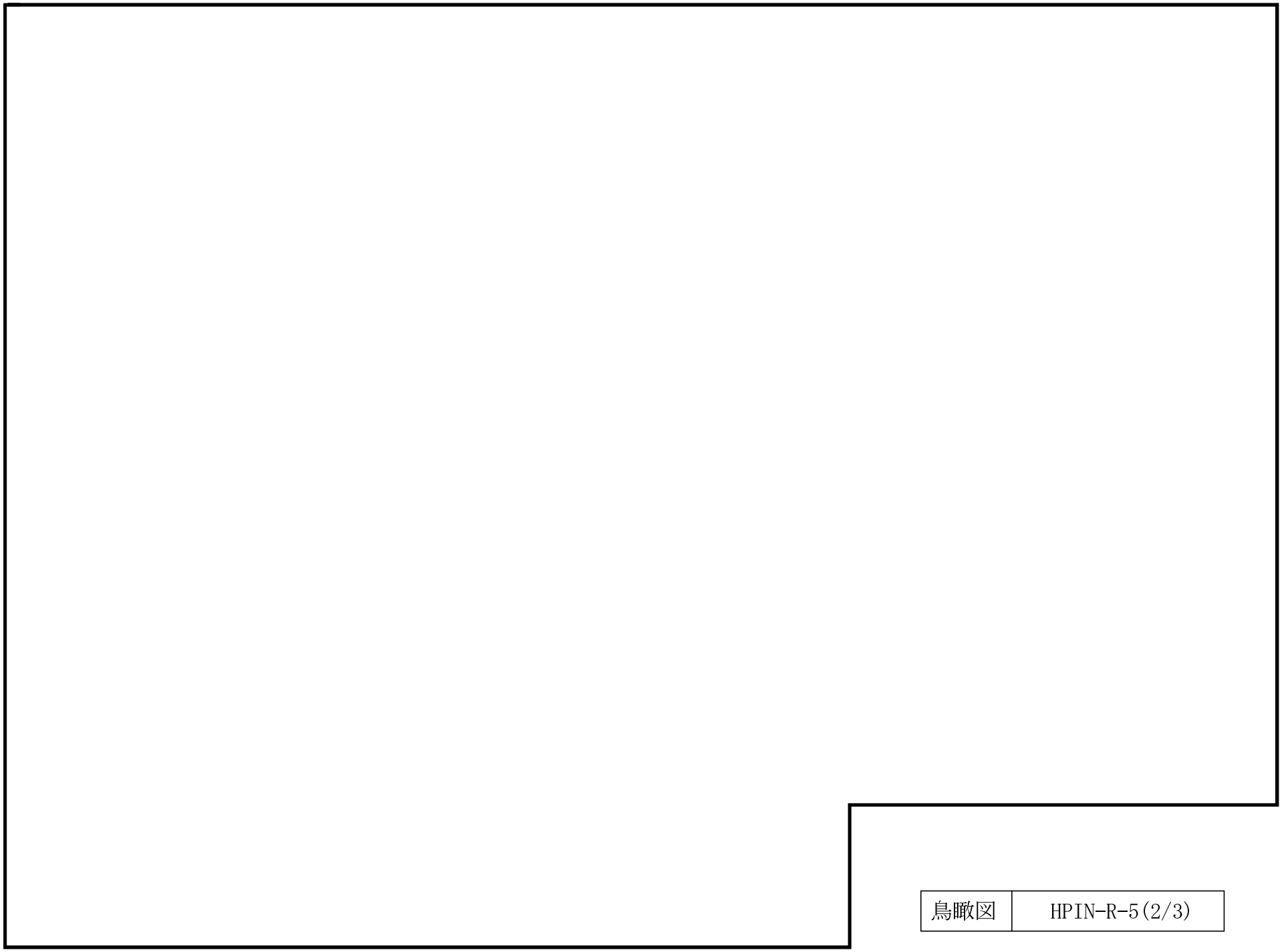
注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



高圧窒素ガス供給系概略系統図

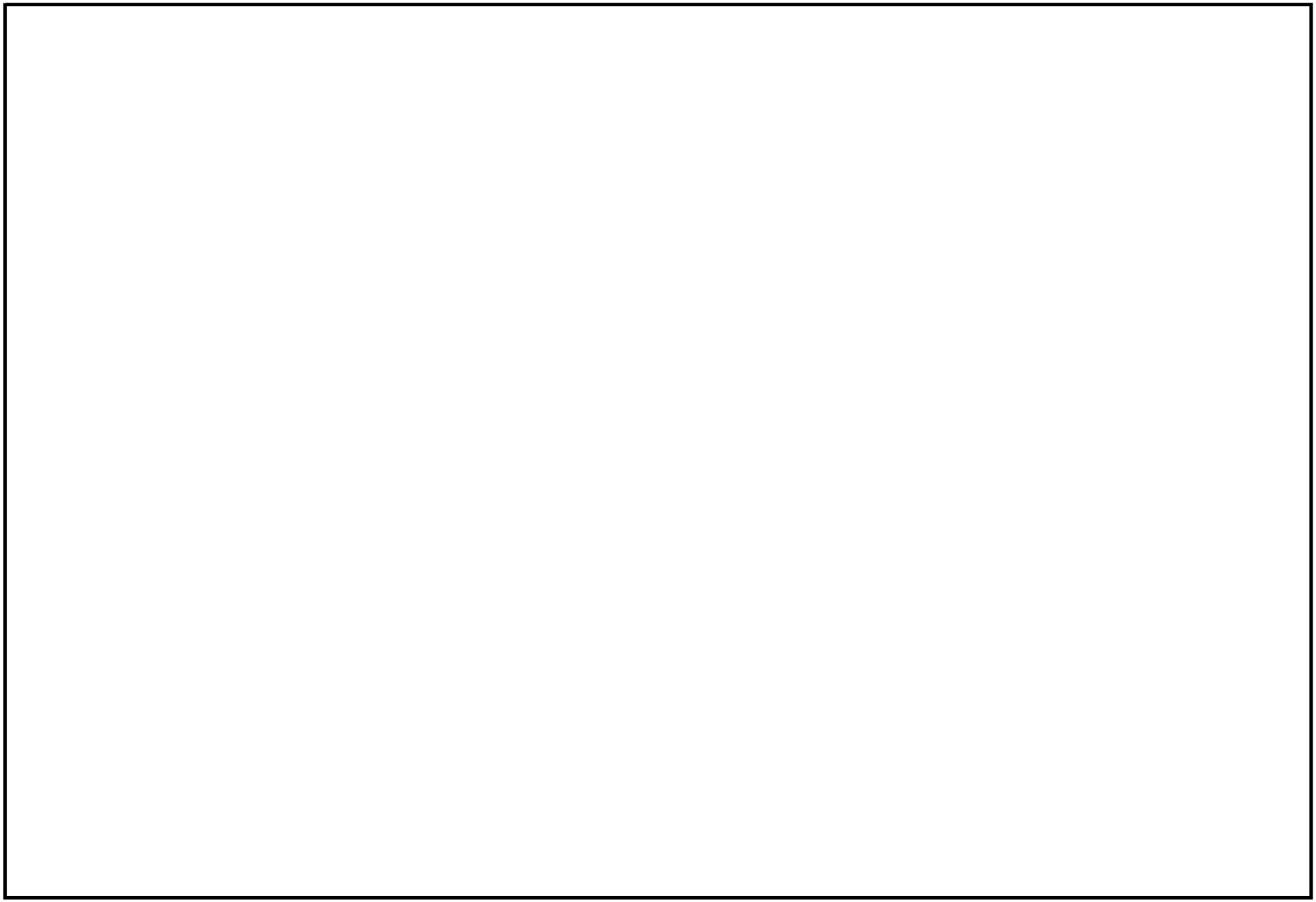


鳥瞰図	HPIN-R-5(1/3)



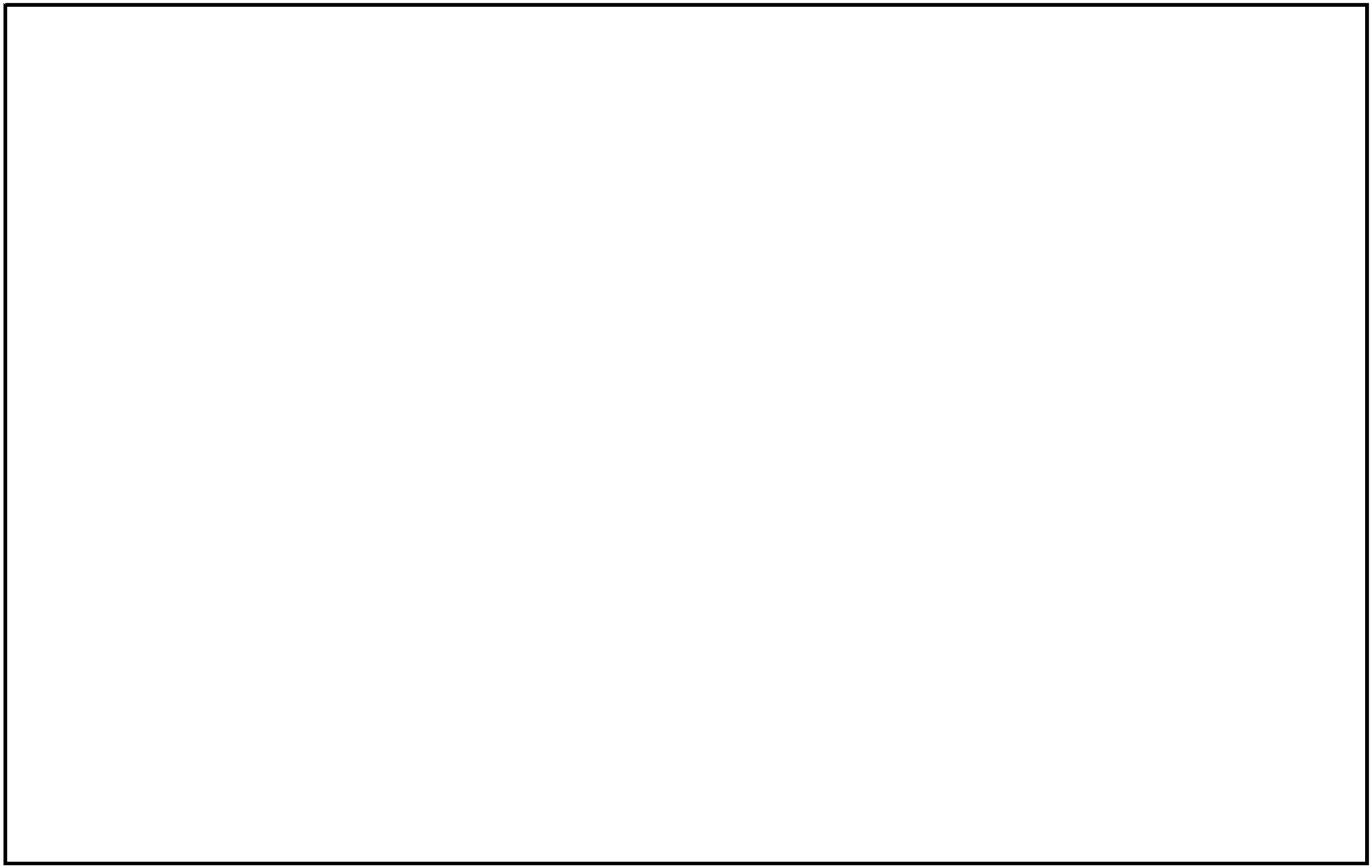
鳥瞰図	HPIN-R-5(2/3)

鳥瞰図	HPIN-R-5(3/3)



鳥瞰図	HPIN-R-6(1/2)

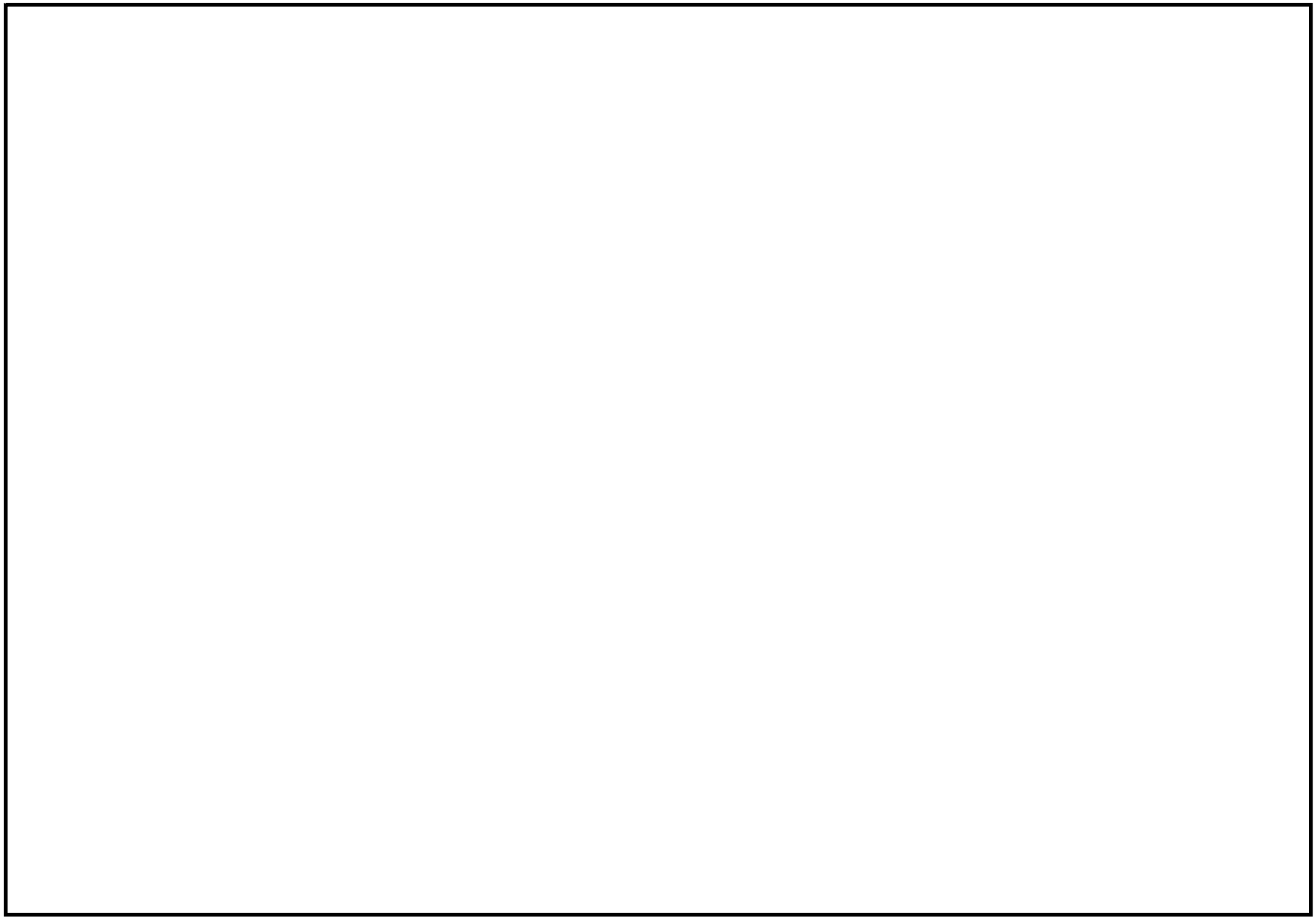
鳥瞰図	HPIN-R-6(2/2)



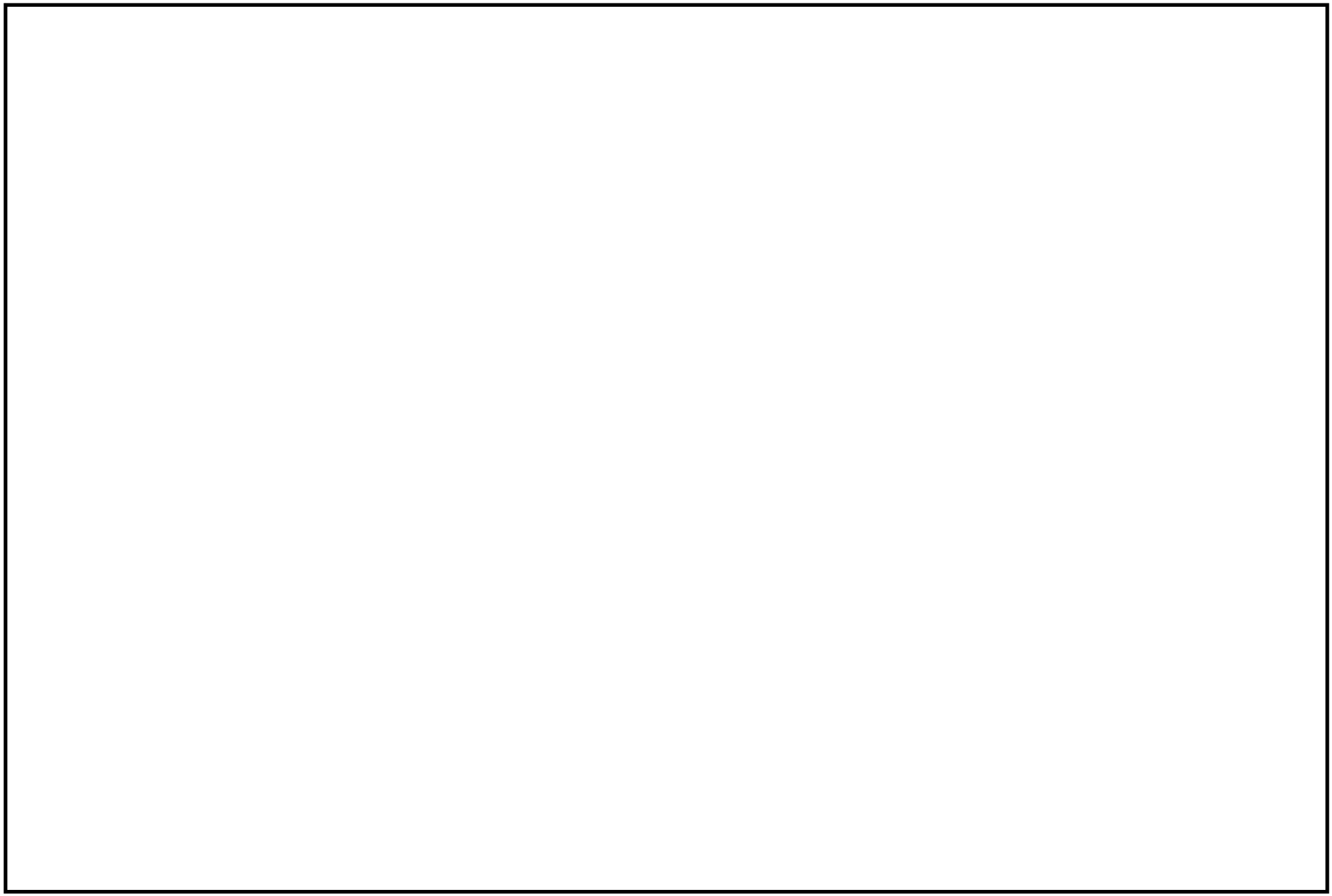
鳥瞰図	HPIN-R-7(1/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(2/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(3/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(4/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(5/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(6/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(7/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(8/8)

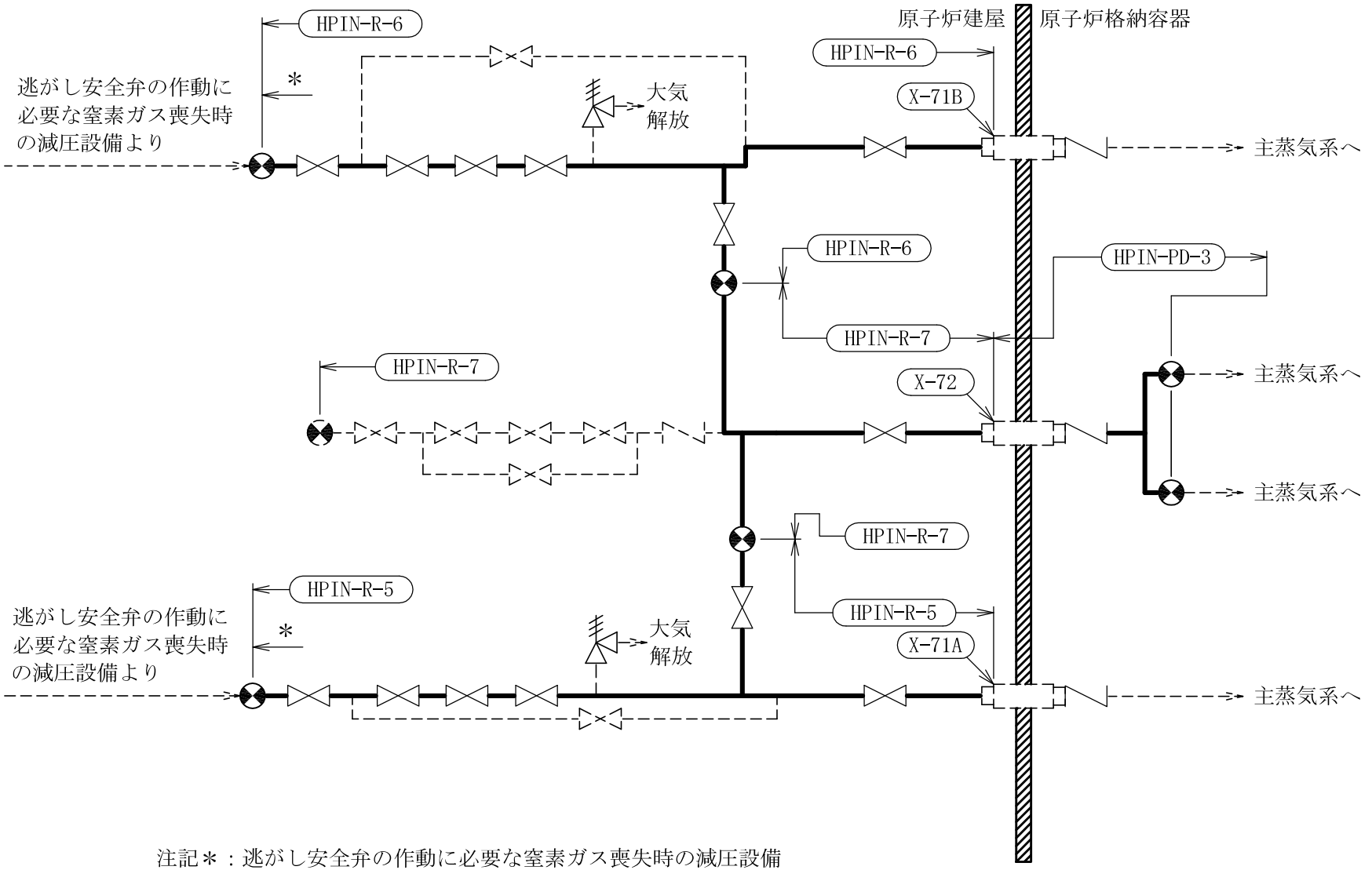
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

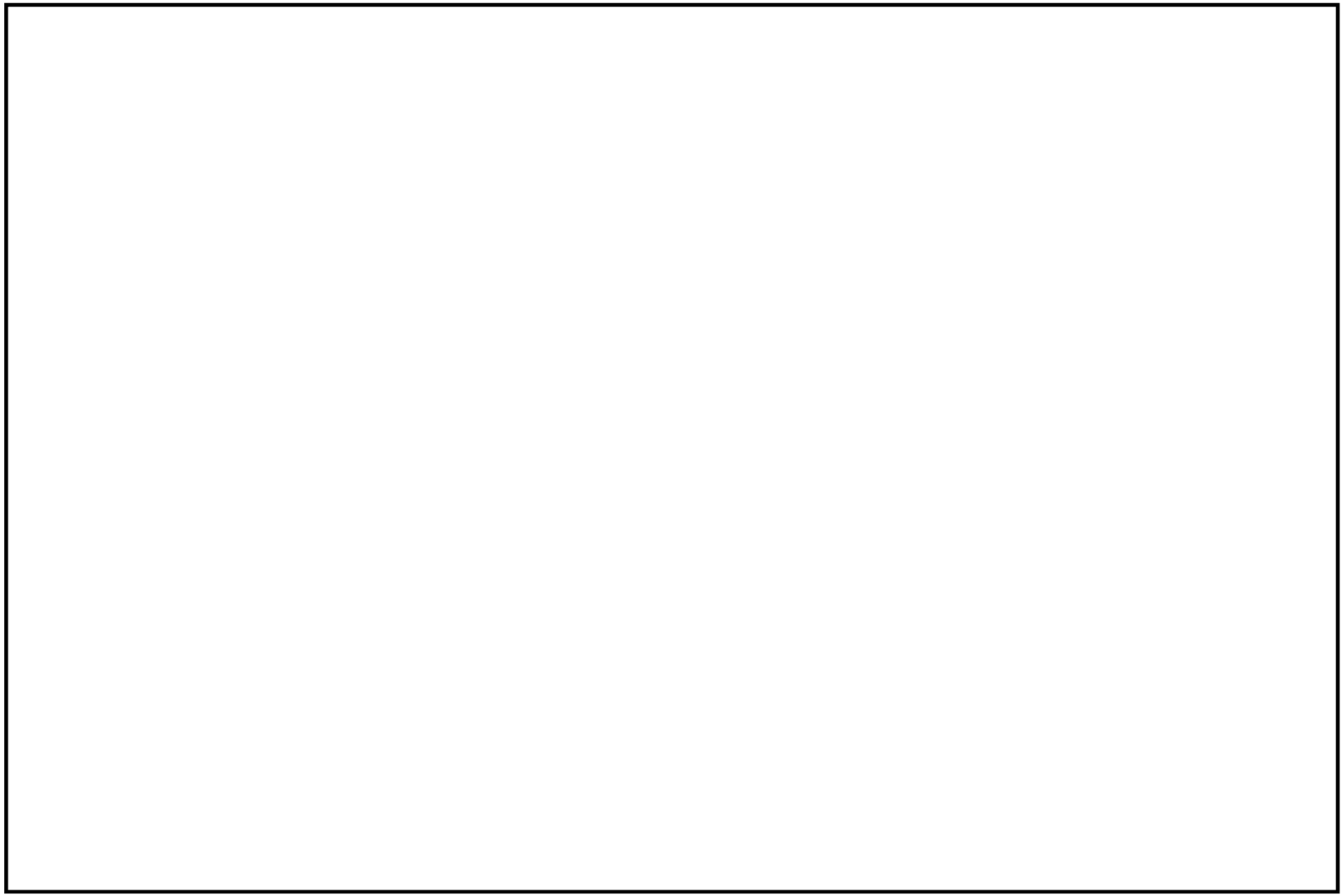
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-PD-3	119	59	371	6.28	—	34	123	300	2.43	—	—	—	—
2	HPIN-R-5	127	138	431	3.12	○	127	148	376	2.54	—	—	—	—
3	HPIN-R-6	161	131	431	3.29	—	161	136	376	2.76	—	—	—	—
4	HPIN-R-7	9	101	371	3.67	—	9	184	300	1.63	○	—	—	—



注記＊：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上本系統に含める。

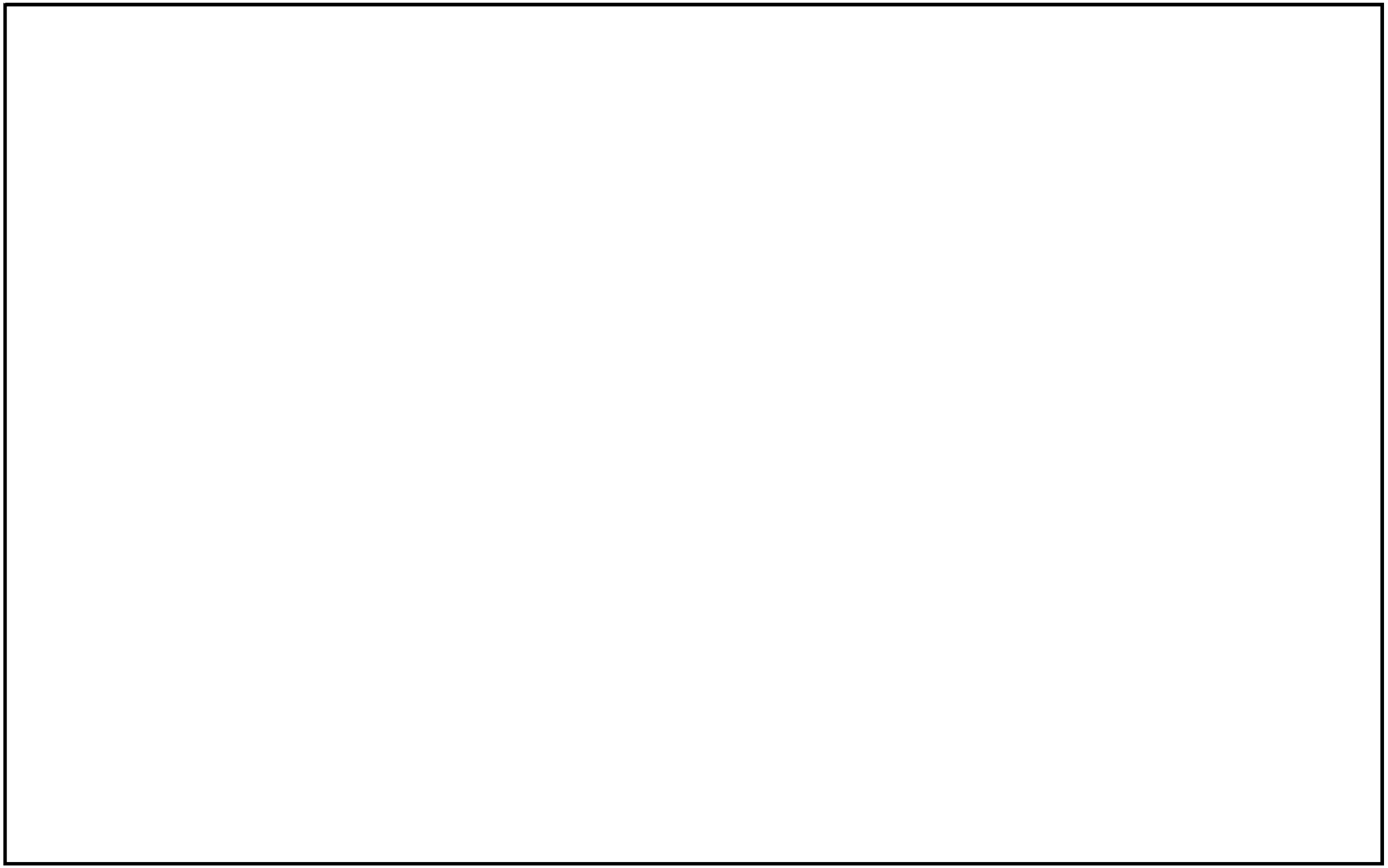
高圧窒素ガス供給系概略系統図



鳥瞰図	HPIN-PD-3(1/3)

鳥瞰図	HPIN-PD-3(2/3)

鳥瞰図	HPIN-PD-3(3/3)



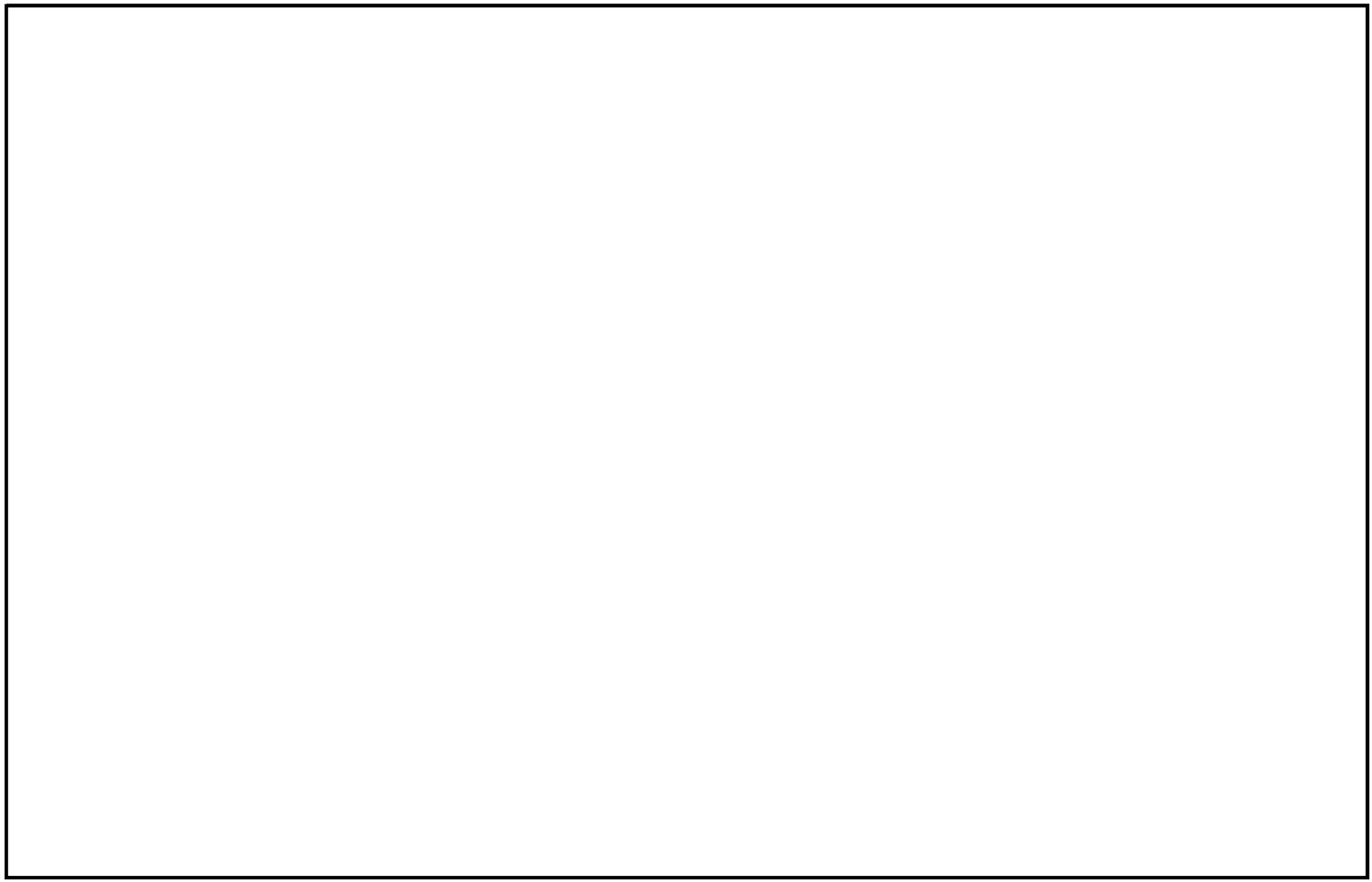
鳥瞰図	HPIN-R-5(1/3)

鳥瞰図	HPIN-R-5(2/3)

鳥瞰図	HPIN-R-5(3/3)

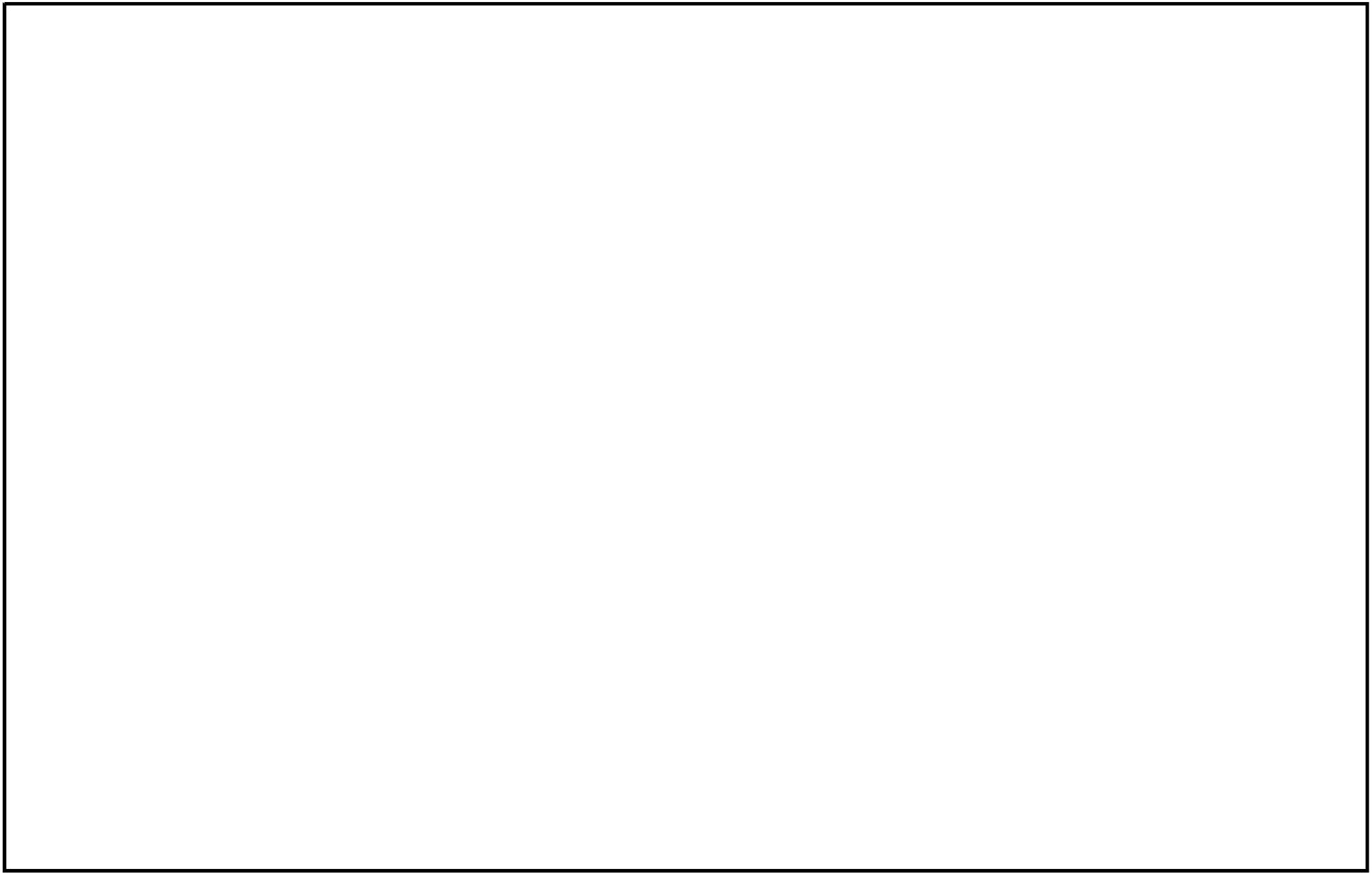
鳥瞰図	HPIN-R-6(1/2)

鳥瞰図	HPIN-R-6(2/2)

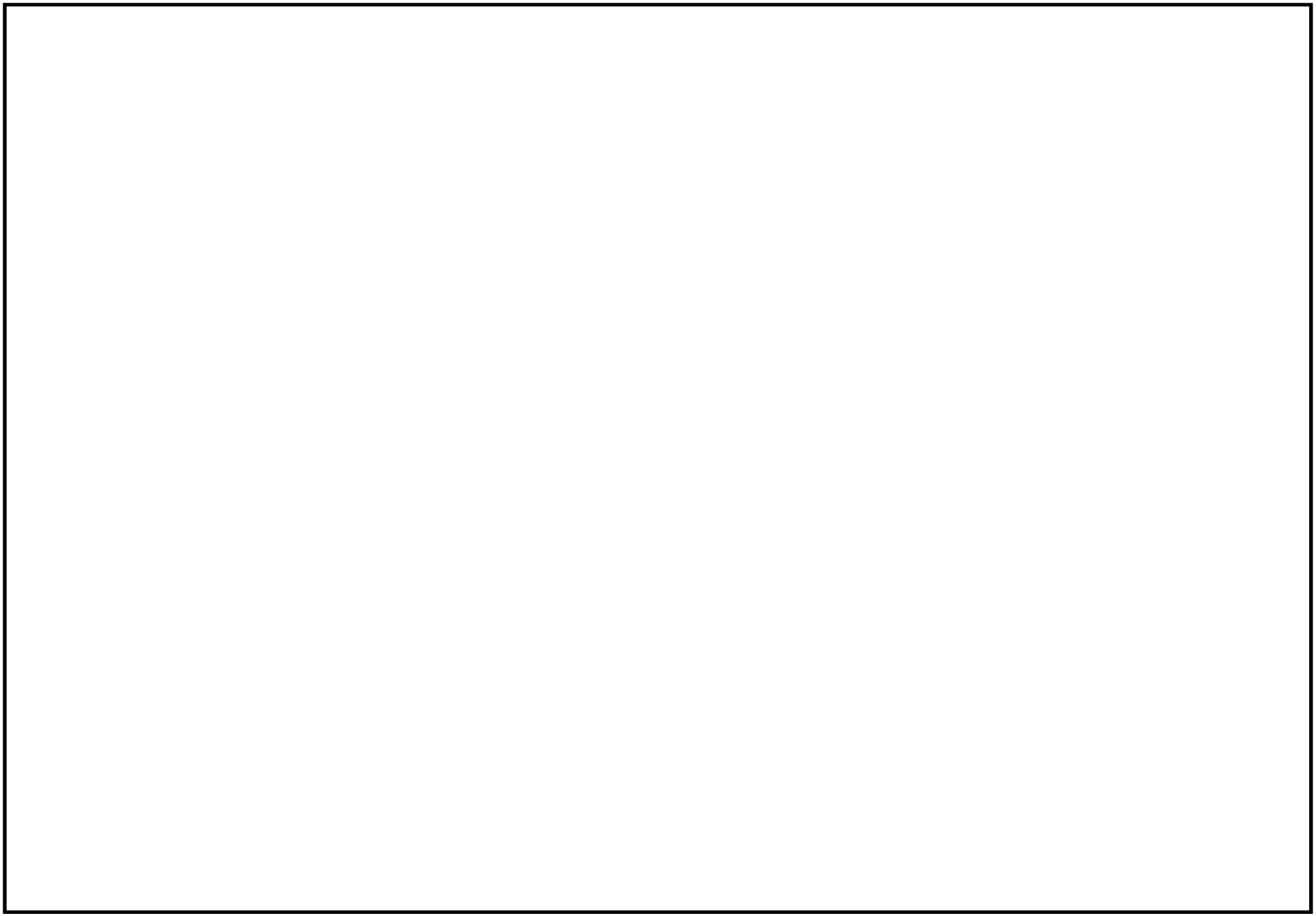


鳥瞰図	HPIN-R-7(1/8)

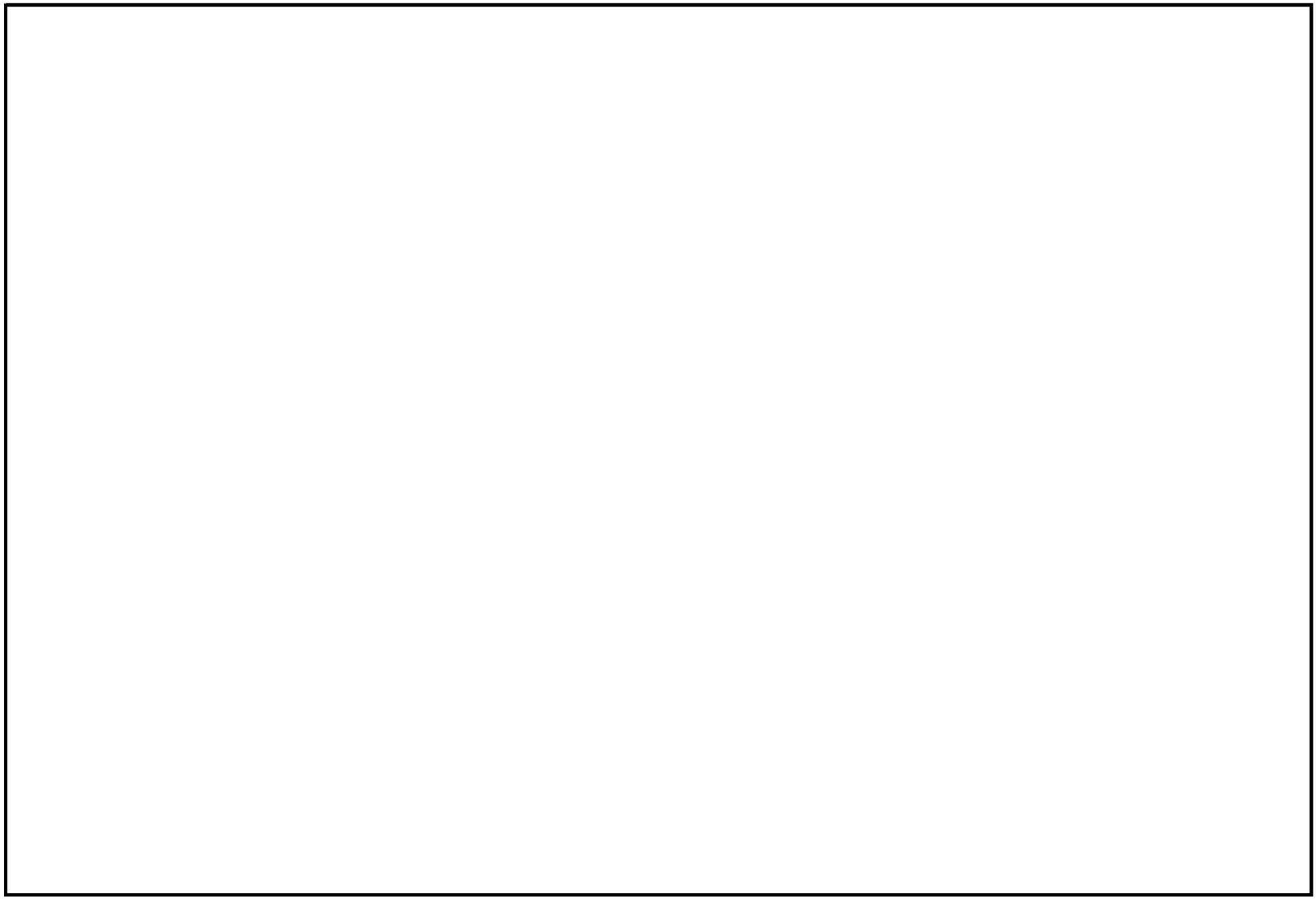
鳥瞰図	HPIN-R-7(2/8)



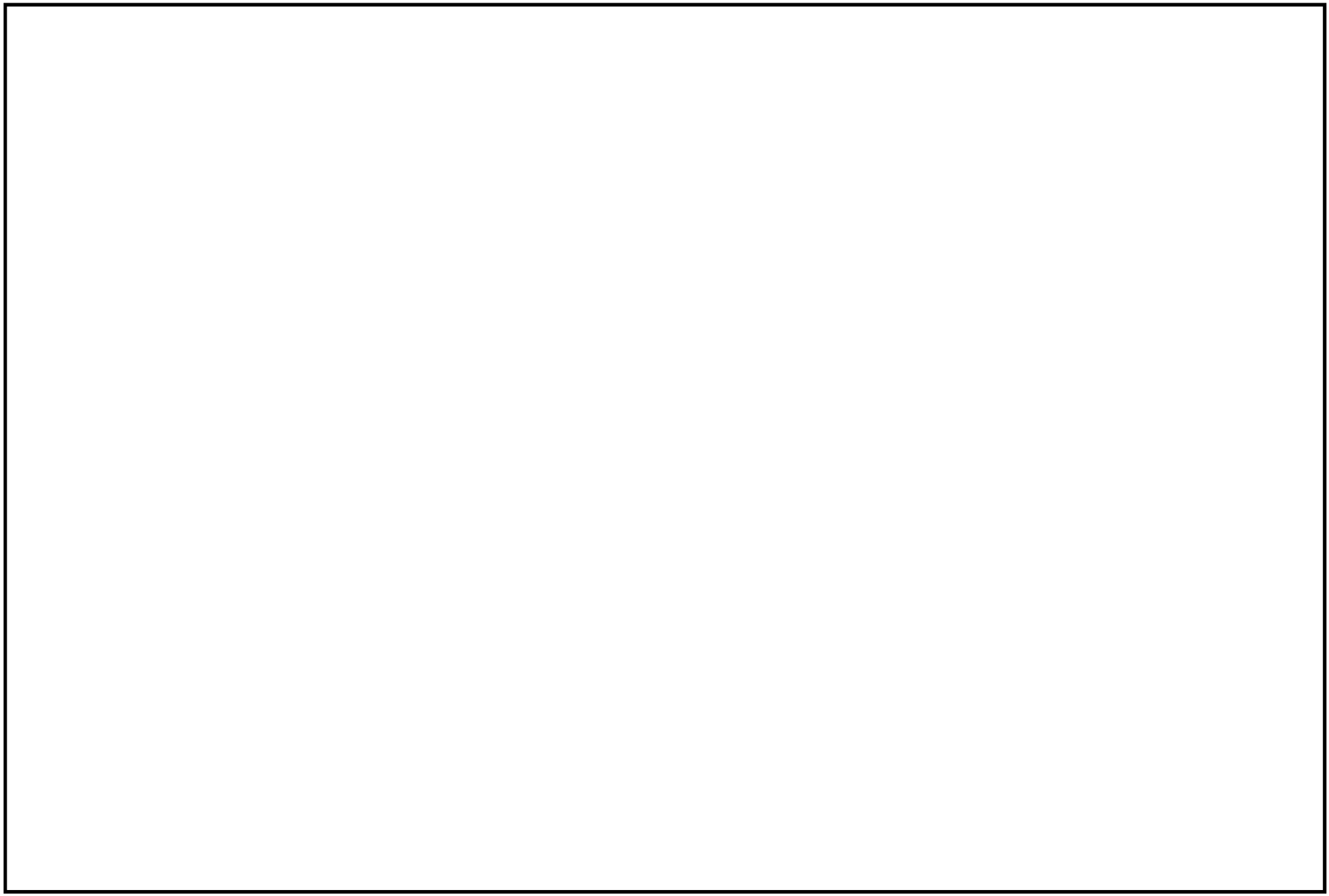
鳥瞰図	HPIN-R-7(3/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(4/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(5/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(6/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(7/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(8/8)

17. 高圧窒素ガス供給系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-4-3-1-1-2　管の応力計算書

重大事故等対処設備

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	HPIN-PD-3	12	21	169	8.04	―	12	22	203	9.22	―
2	HPIN-R-5	124	86	189	2.19	○	124	94	226	2.40	○
3	HPIN-R-6	158	86	189	2.19	―	158	94	226	2.40	―
4	HPIN-R-7	529	25	189	7.56	―	529	26	226	8.69	―

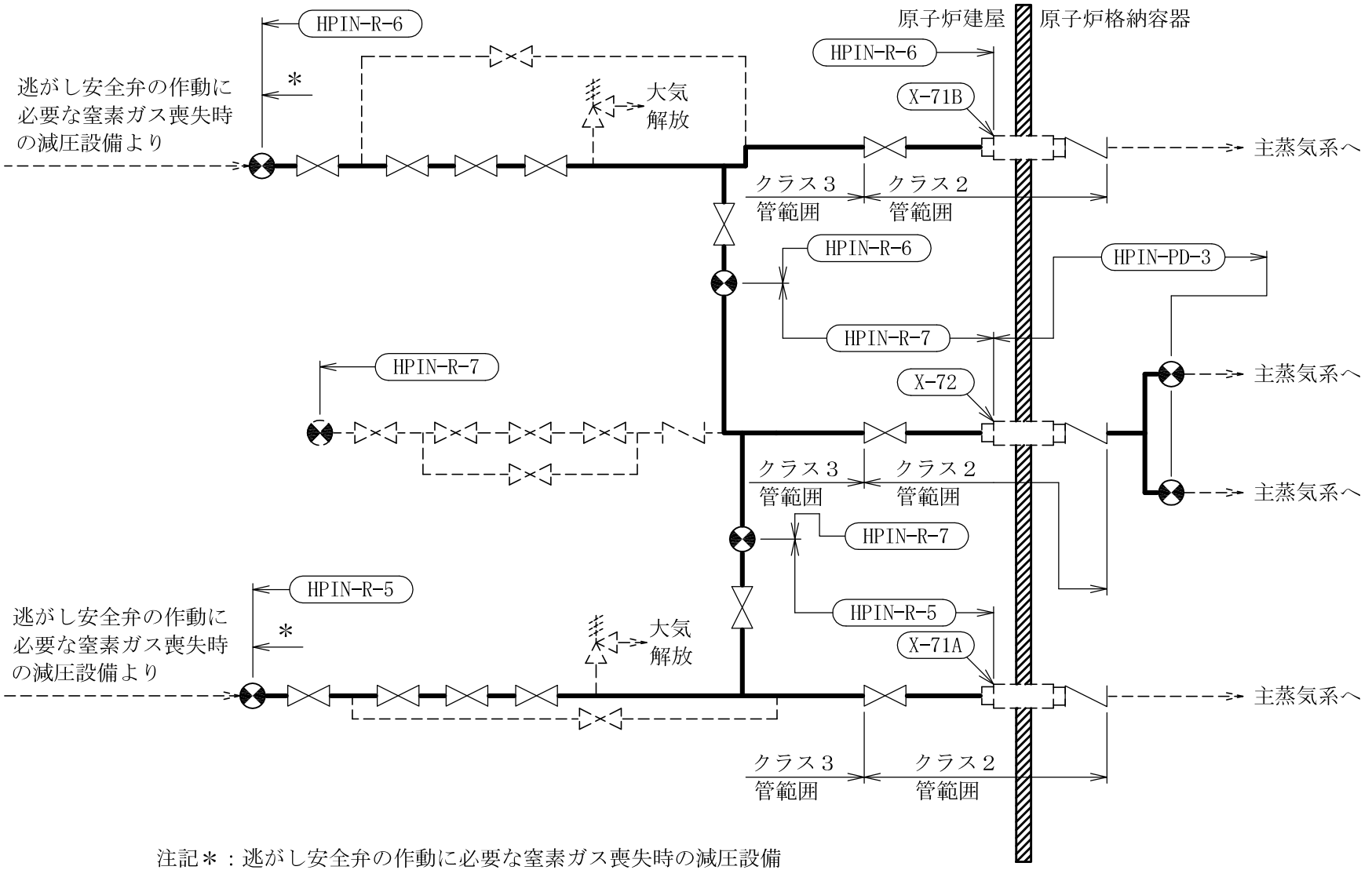
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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）

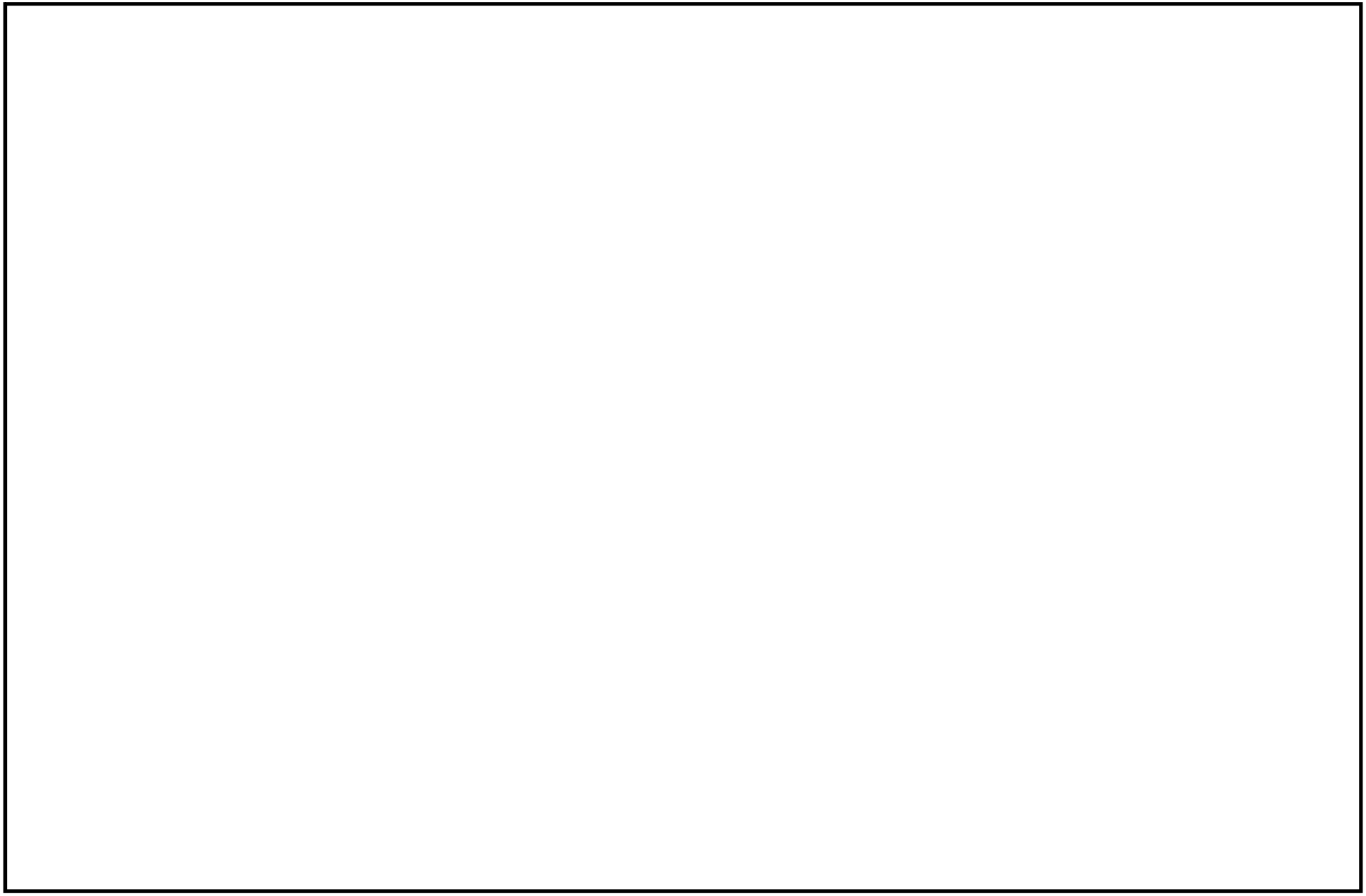
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	HPIN-PD-3	12	16	113	7.06	―	12	16	135	8.43	―
2	HPIN-R-5	118	66	126	1.90	○	118	66	151	2.28	○
3	HPIN-R-6	152	66	126	1.90	―	152	66	151	2.28	―
4	HPIN-R-7	544	19	126	6.63	―	544	19	151	7.94	―

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。



注記＊：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上本系統に含める。

高圧窒素ガス供給系概略系統図

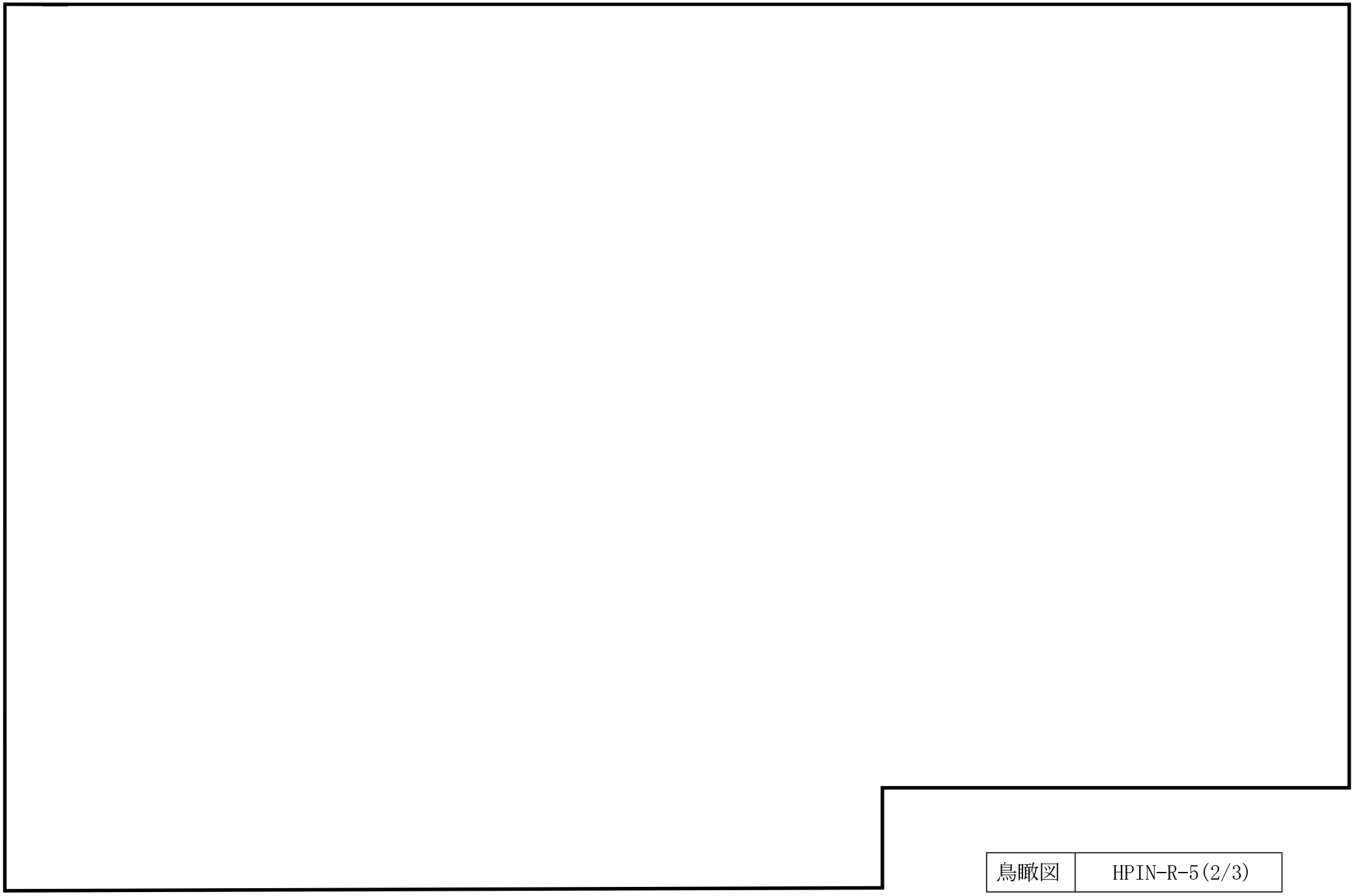


鳥瞰図	HPIN-PD-3(1/3)

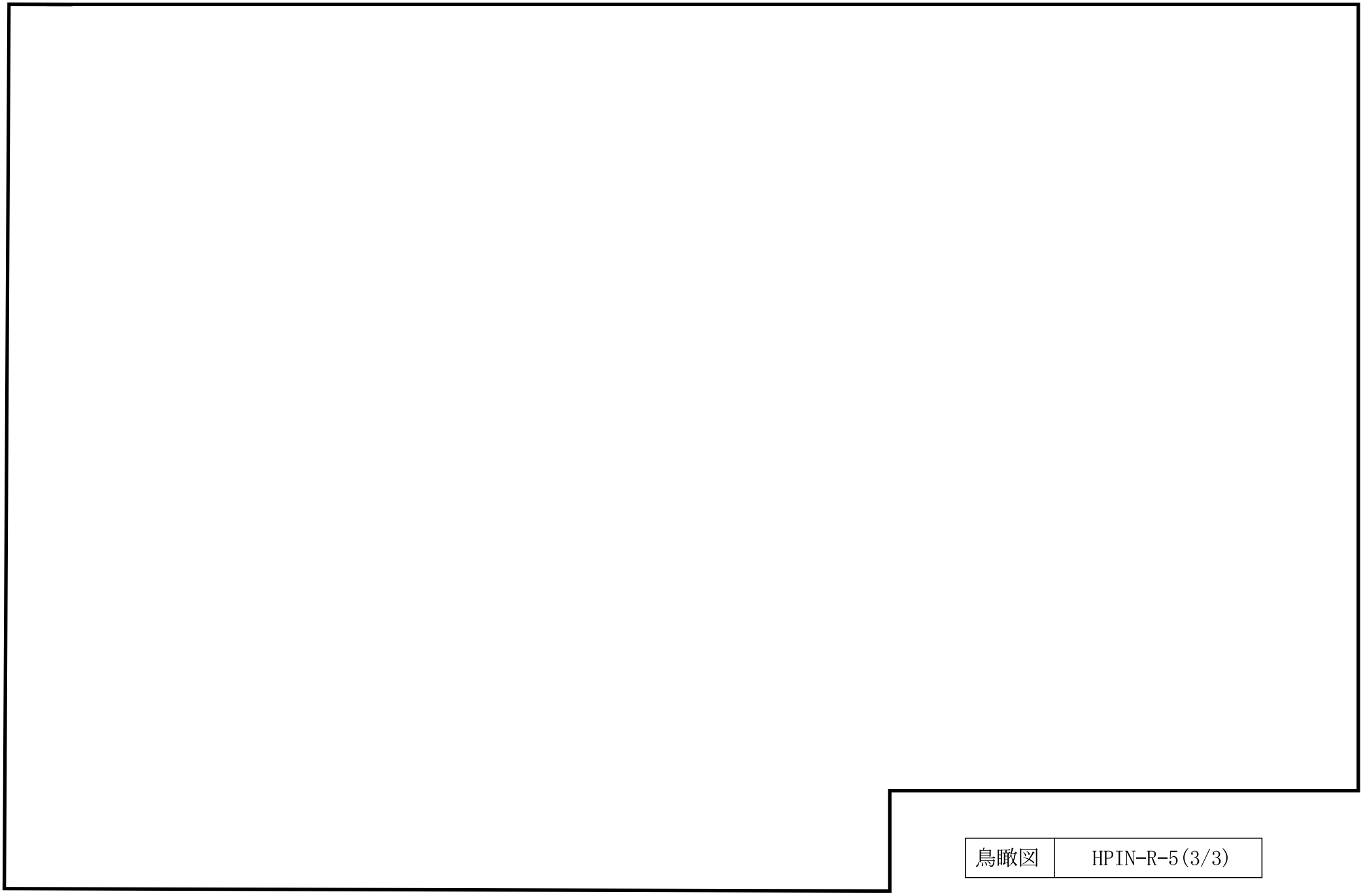
鳥瞰図	HPIN-PD-3(2/3)

鳥瞰図	HPIN-PD-3(3/3)

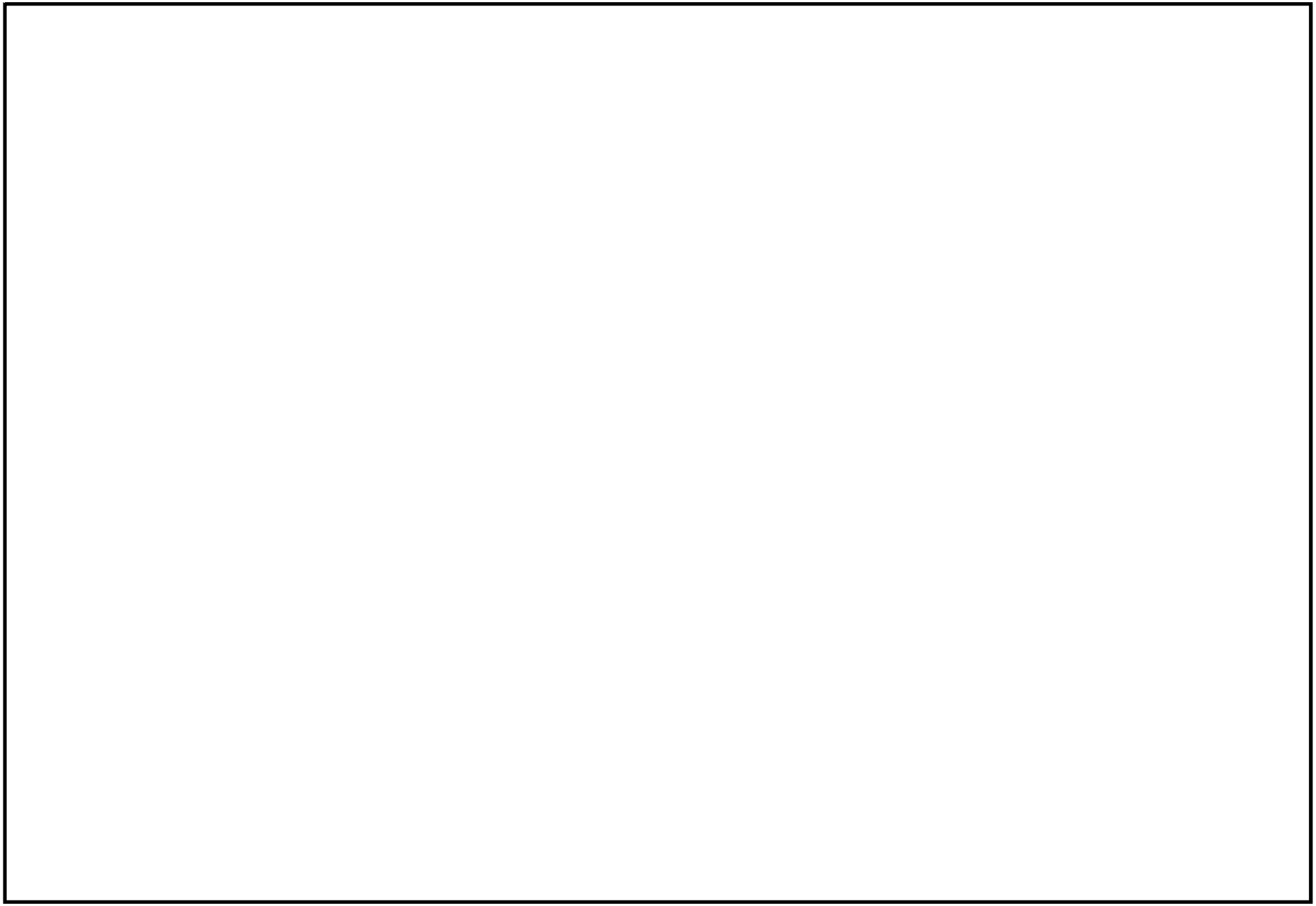
鳥瞰図	HPIN-R-5(1/3)



鳥瞰図	HPIN-R-5(2/3)

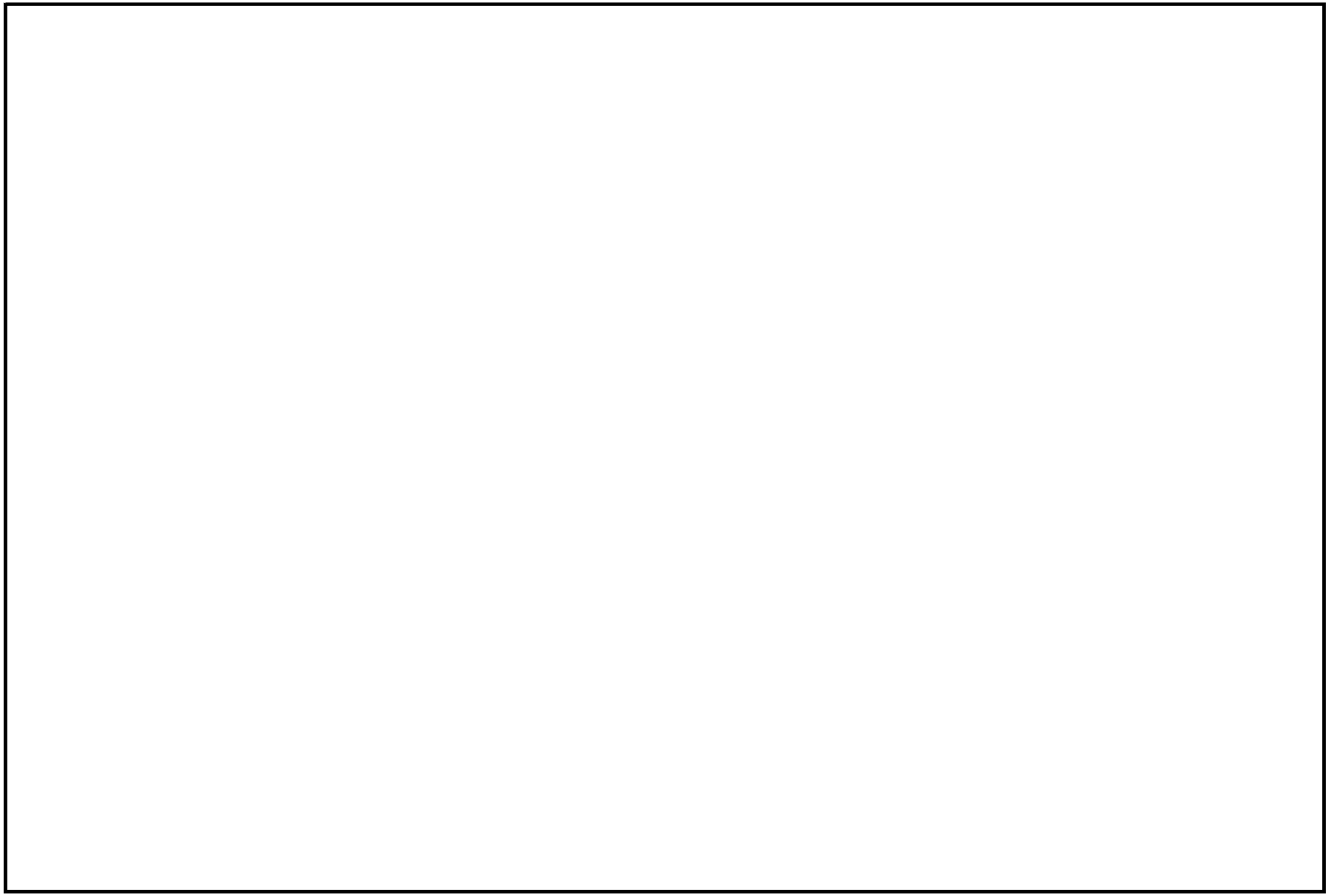


鳥瞰図	HPIN-R-5(3/3)



鳥瞰図	HPIN-R-6(1/2)

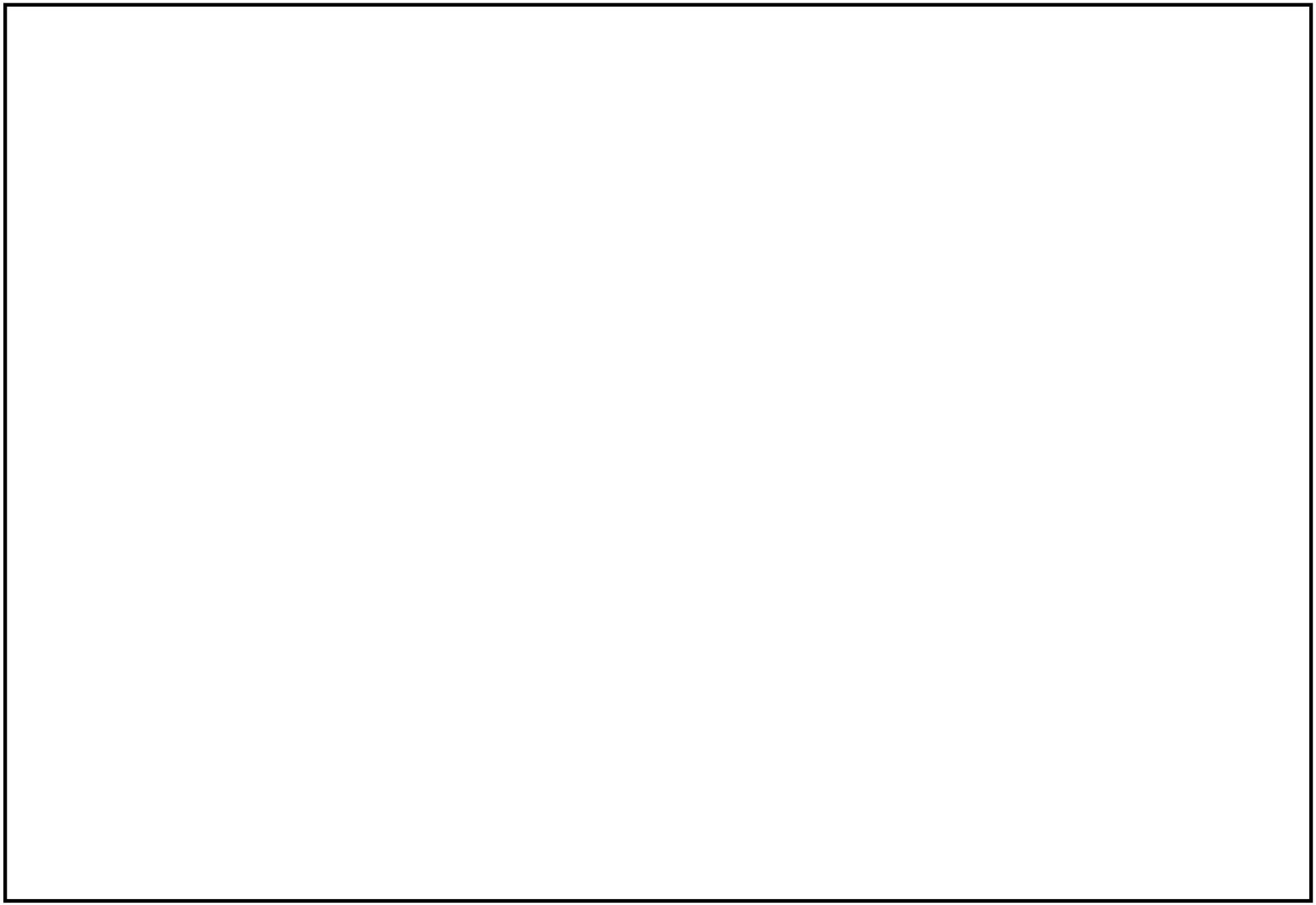
鳥瞰図	HPIN-R-6(2/2)



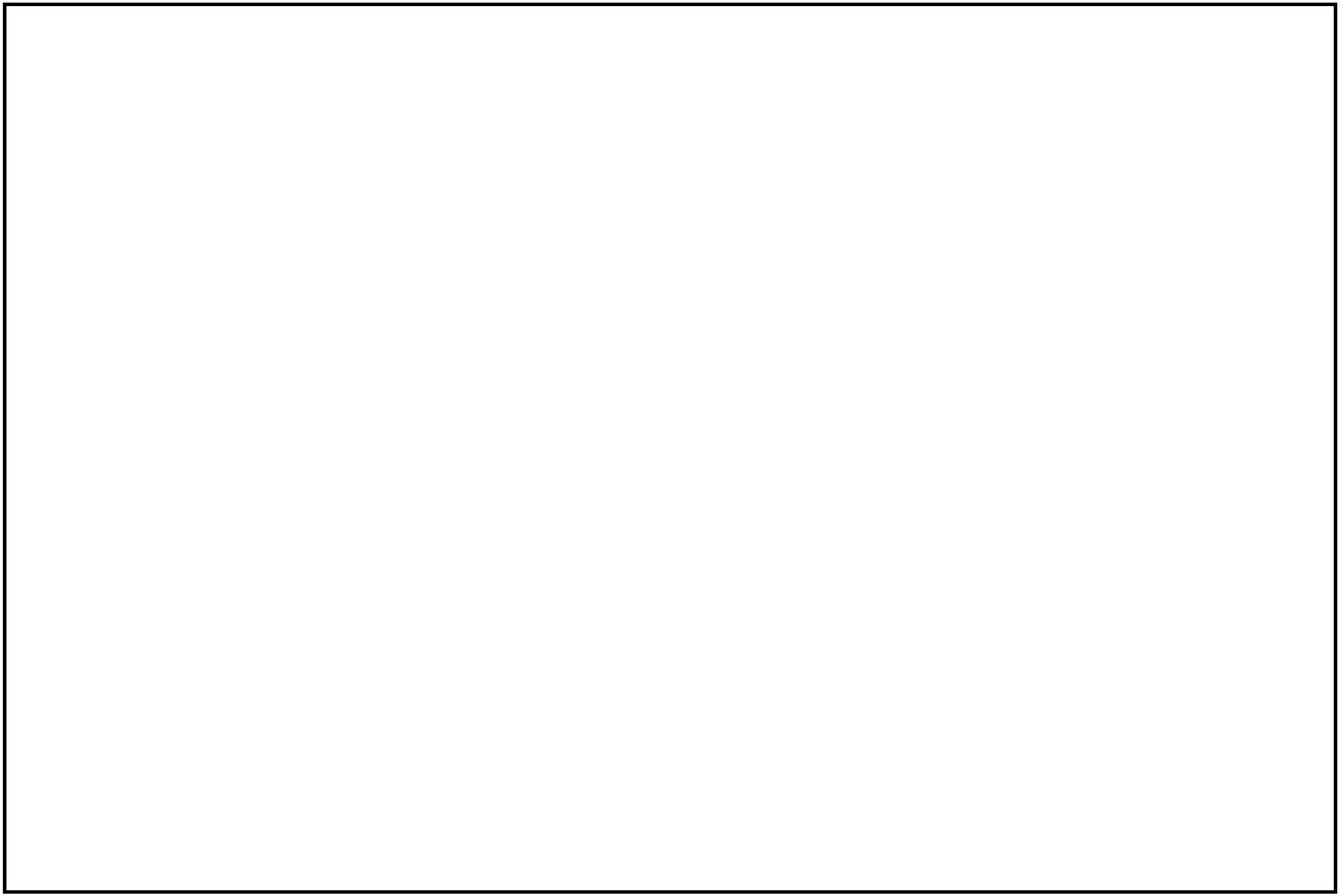
鳥瞰図	HPIN-R-7(1/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(2/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(3/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(4/8)



鳥瞰図	HPIN-R-7(5/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(6/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(7/8)

鳥瞰図	HPIN-R-7(8/8)

18. 逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備の計算モデル

・Ⅴ-2-6-6-2-1　管の耐震性についての計算書

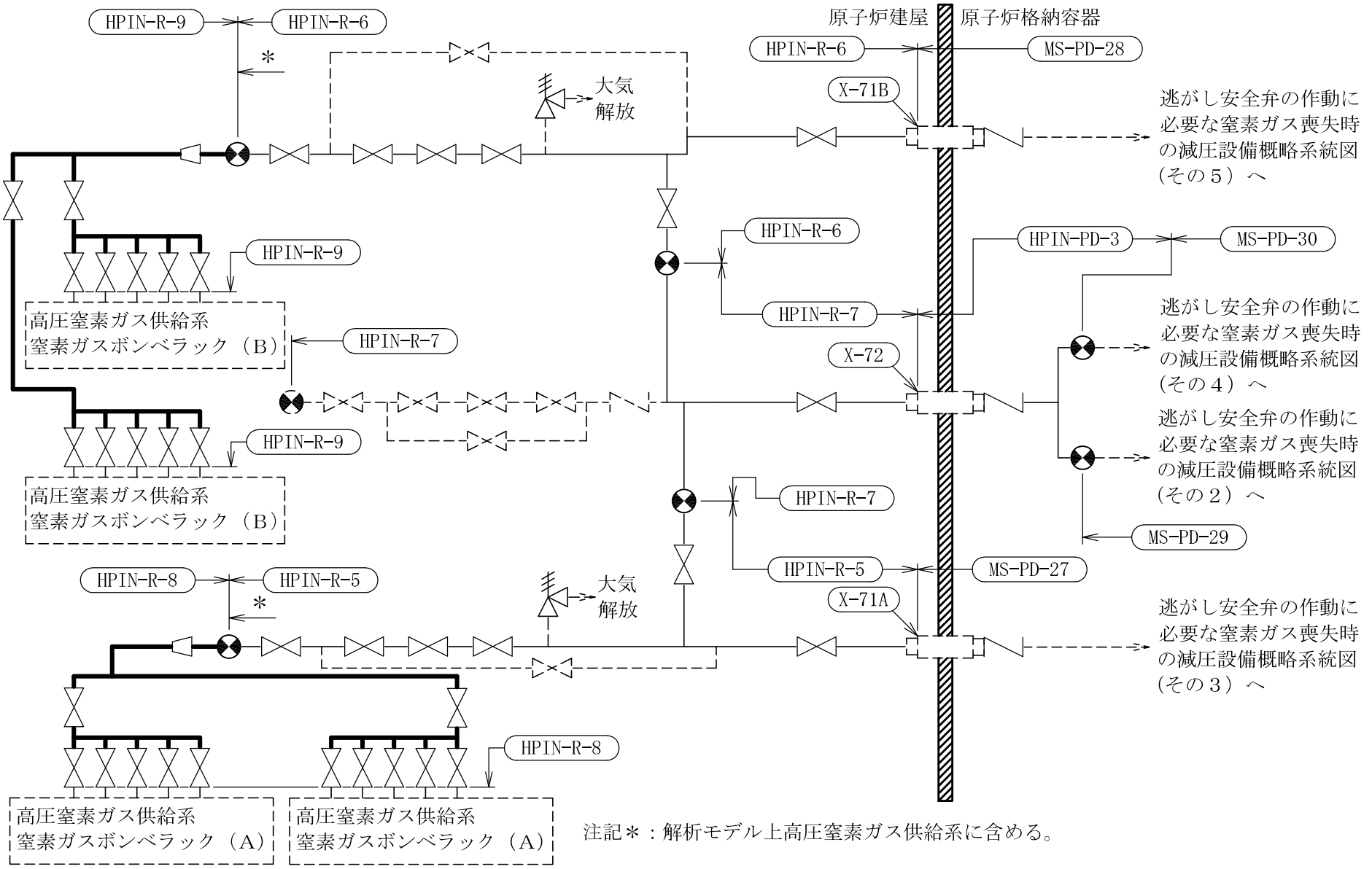
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

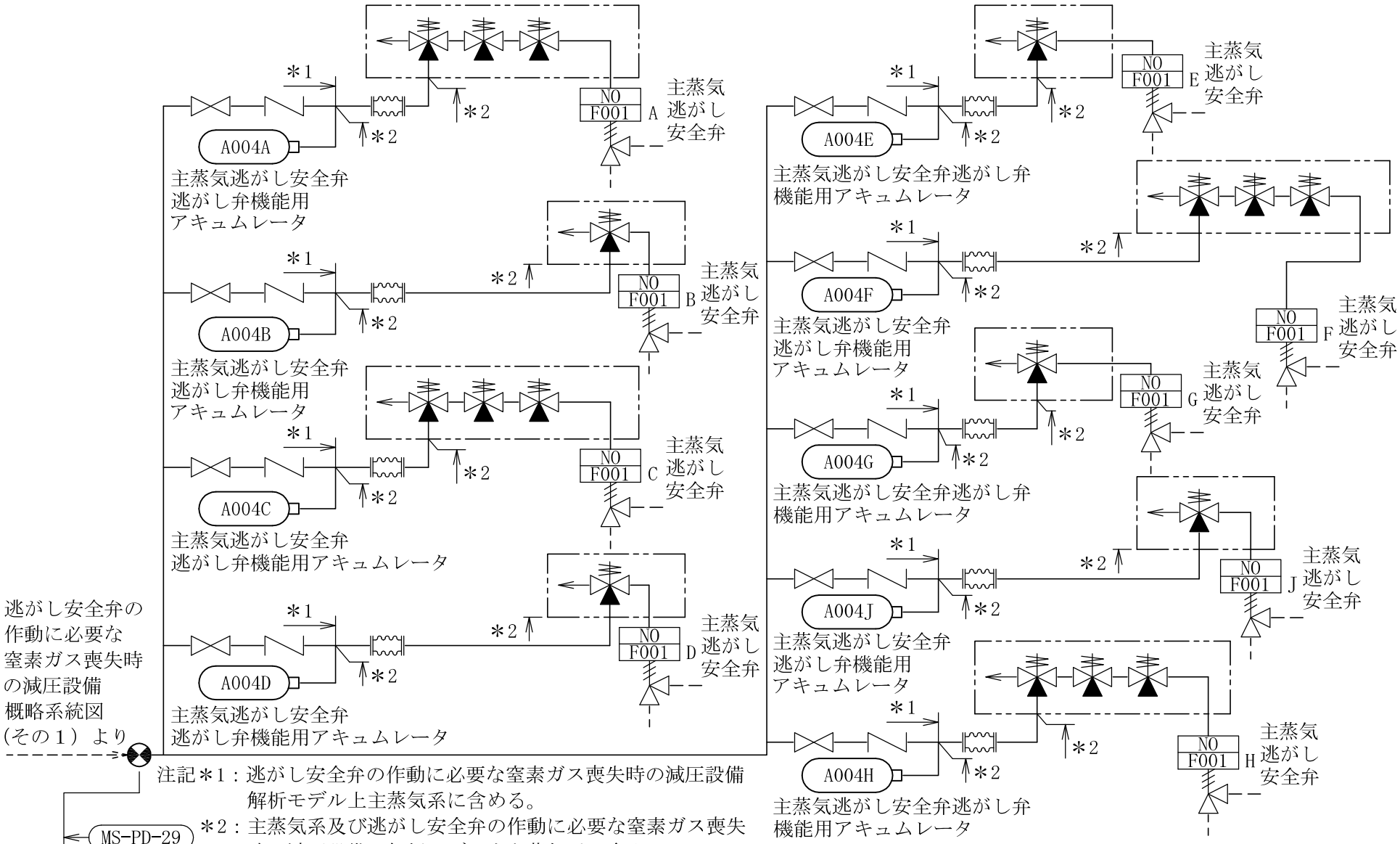
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-R-8	24	152	431	2.83	○	24	177	376	2.12	○	—	—	—
2	HPIN-R-9	22	142	431	3.03	—	29	134	376	2.80	—	—	—	—



注記＊：解析モデル上高圧窒素ガス供給系に含める。

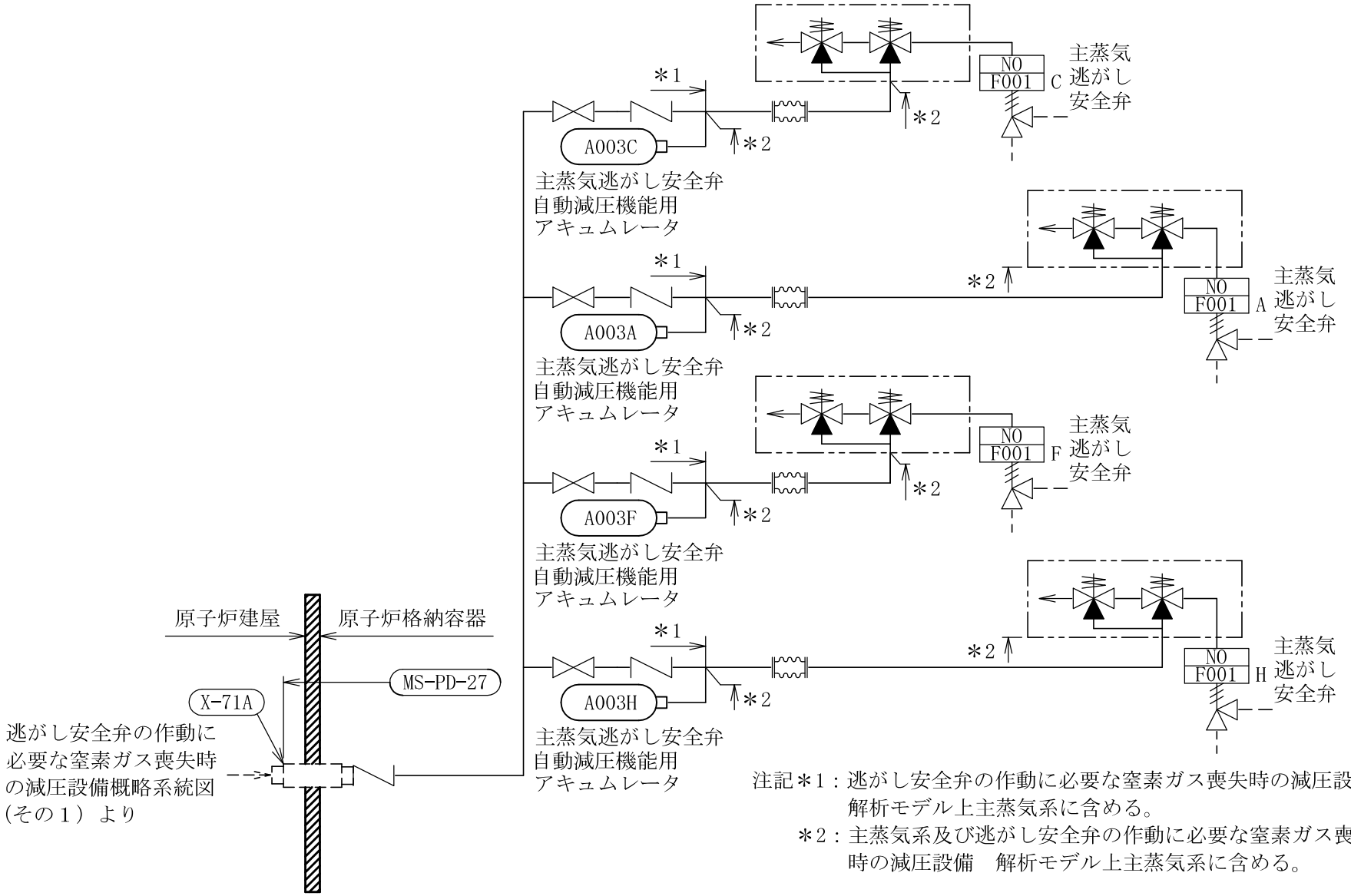
逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その１）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備解析モデル上主蒸気系に含める。

＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。

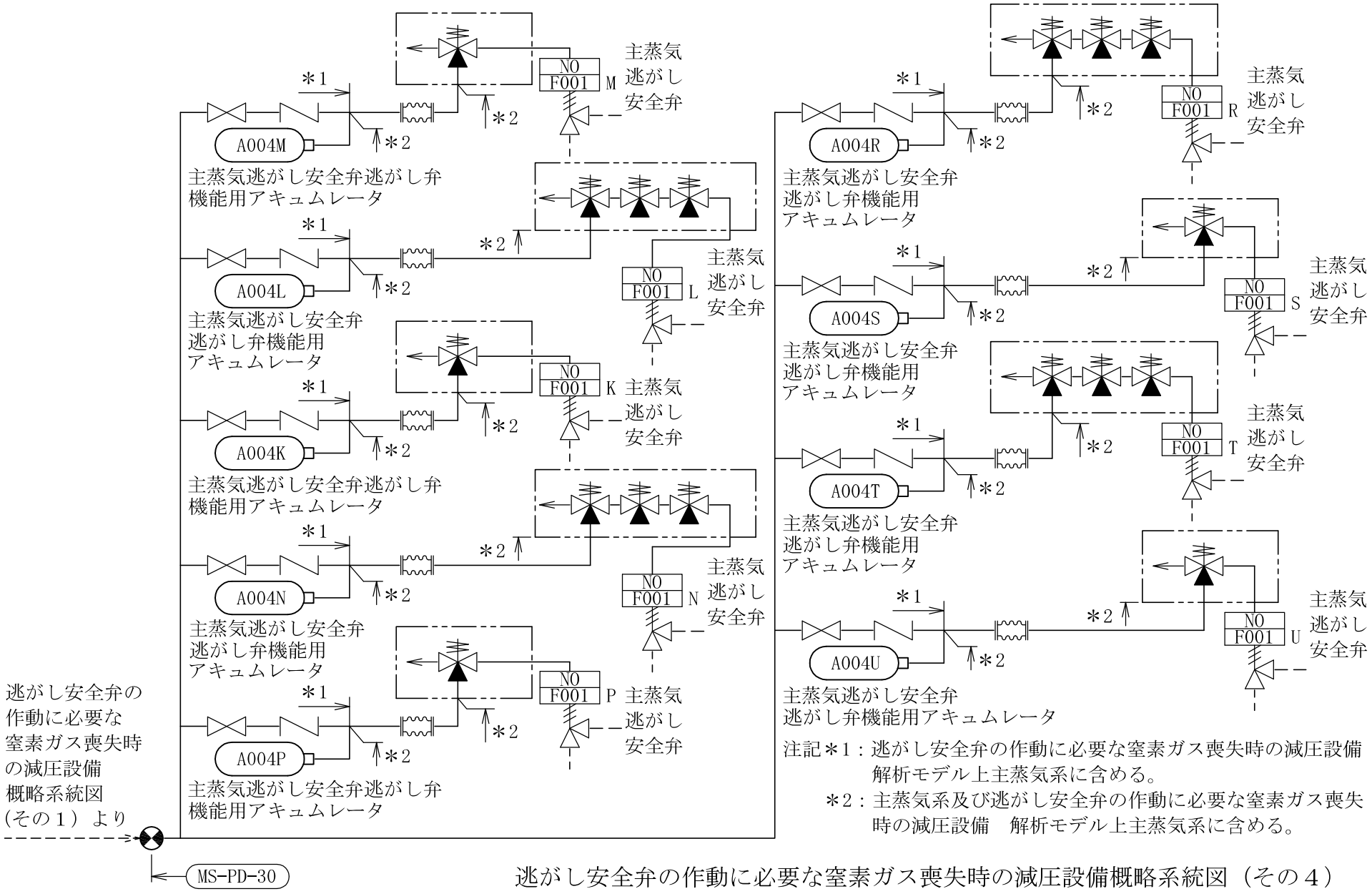
逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その２）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備解析モデル上主蒸気系に含める。

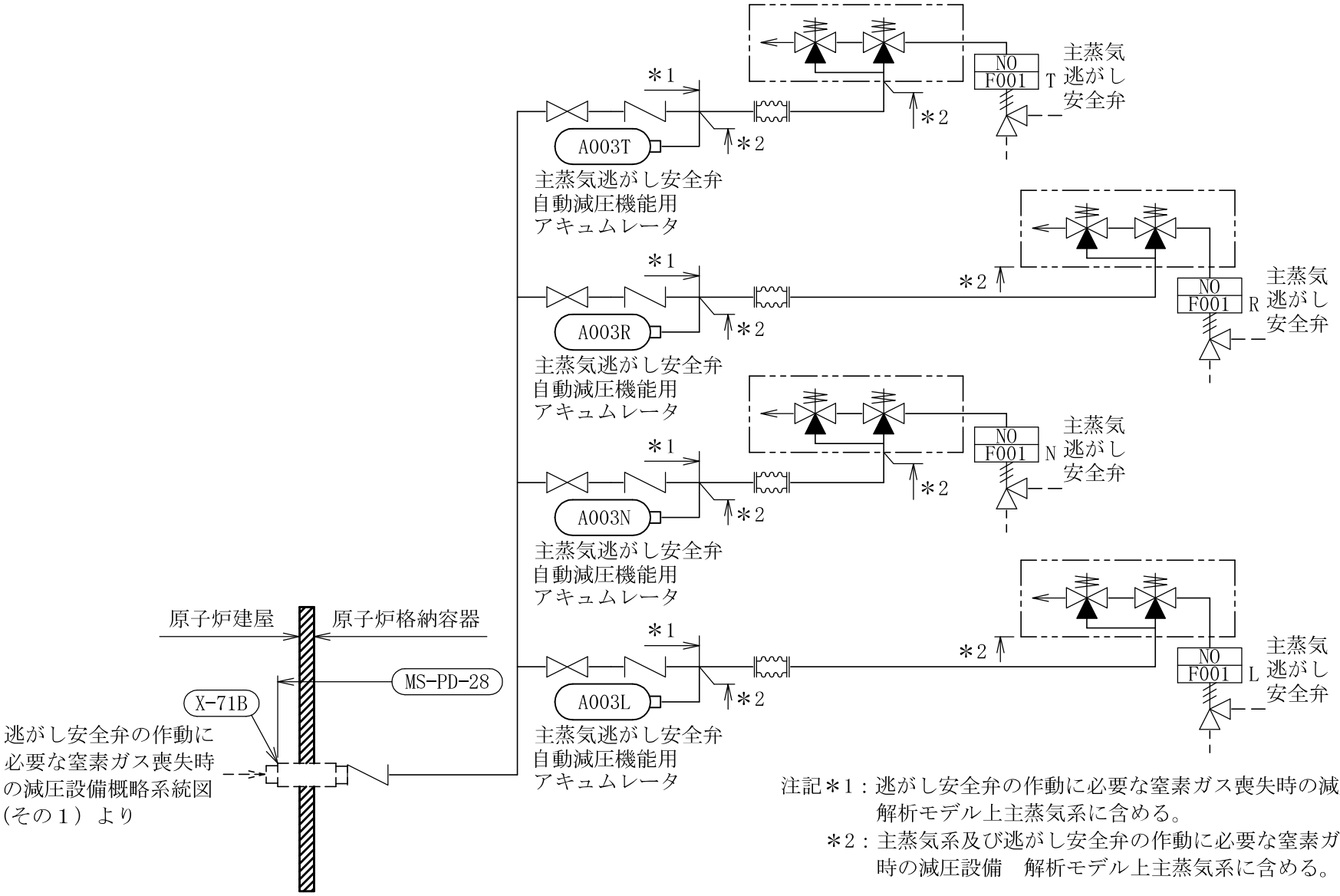
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その３）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上主蒸気系に含める。
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失
時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その４）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備解析モデル上主蒸気系に含める。

＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その５）

鳥瞰図	HPIN-R-8

鳥瞰図	HPIN-R-9

18. 逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備の計算モデル

・Ⅴ-3-3-4-3-2-2-2　管の応力計算書

重大事故等対処設備

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	HPIN-R-8	67	88	189	2.14	○	67	93	226	2.43	○
2	HPIN-R-9	6	82	189	2.30	―	6	90	226	2.51	―

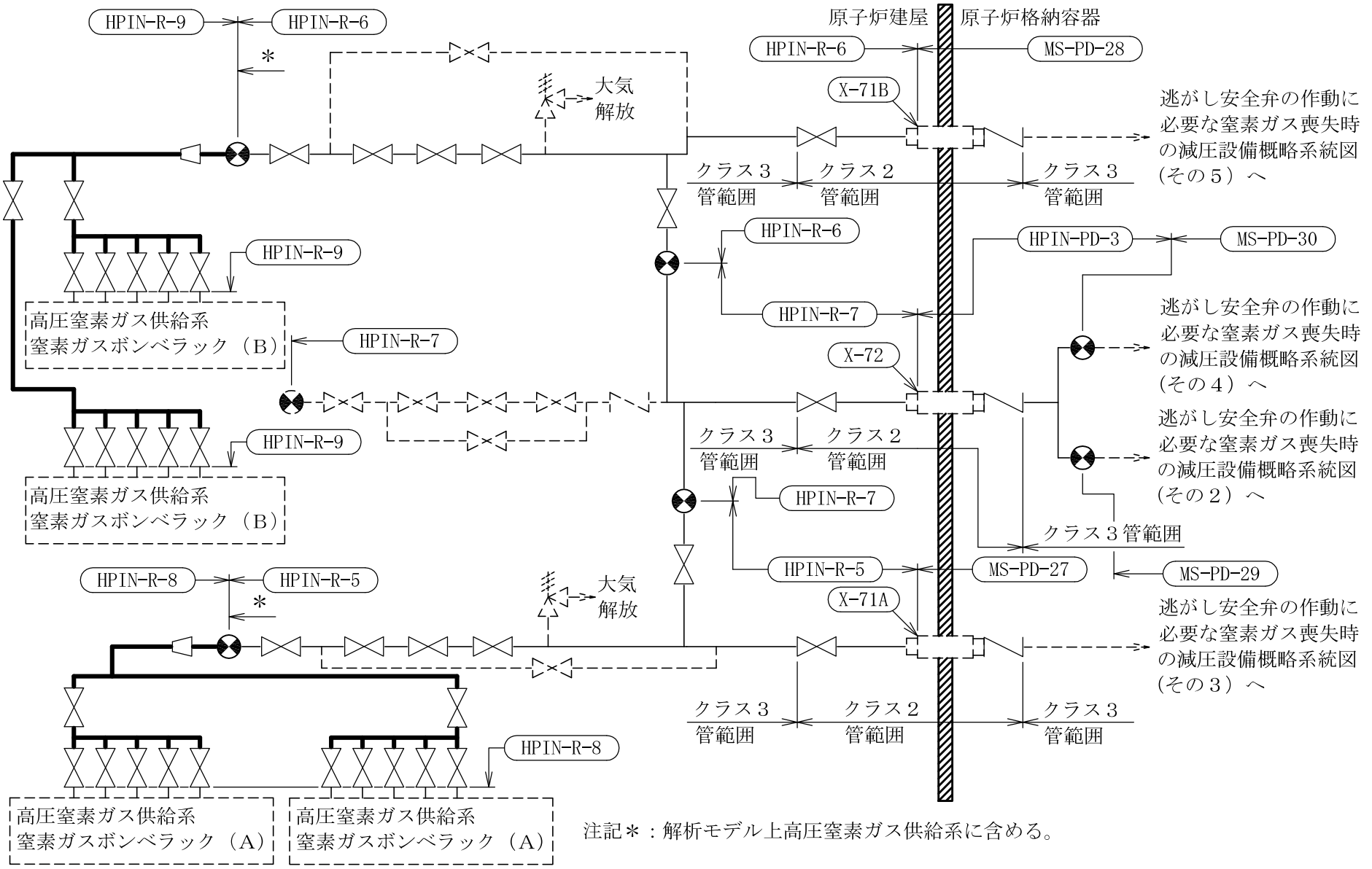
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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）

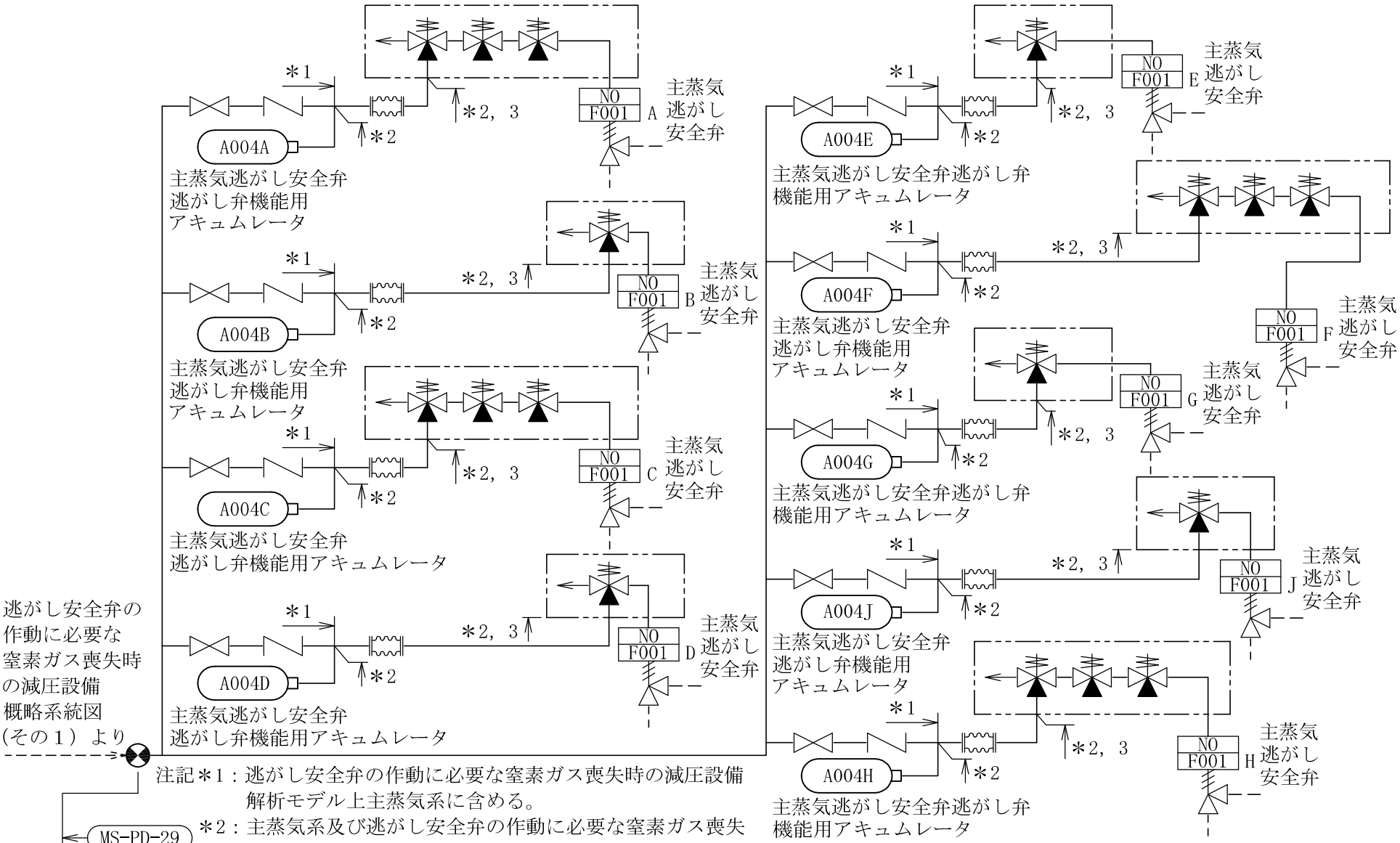
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	HPIN-R-8	65	73	126	1.72	―	65	73	151	2.06	―
2	HPIN-R-9	22	78	126	1.61	○	22	78	151	1.93	○

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。



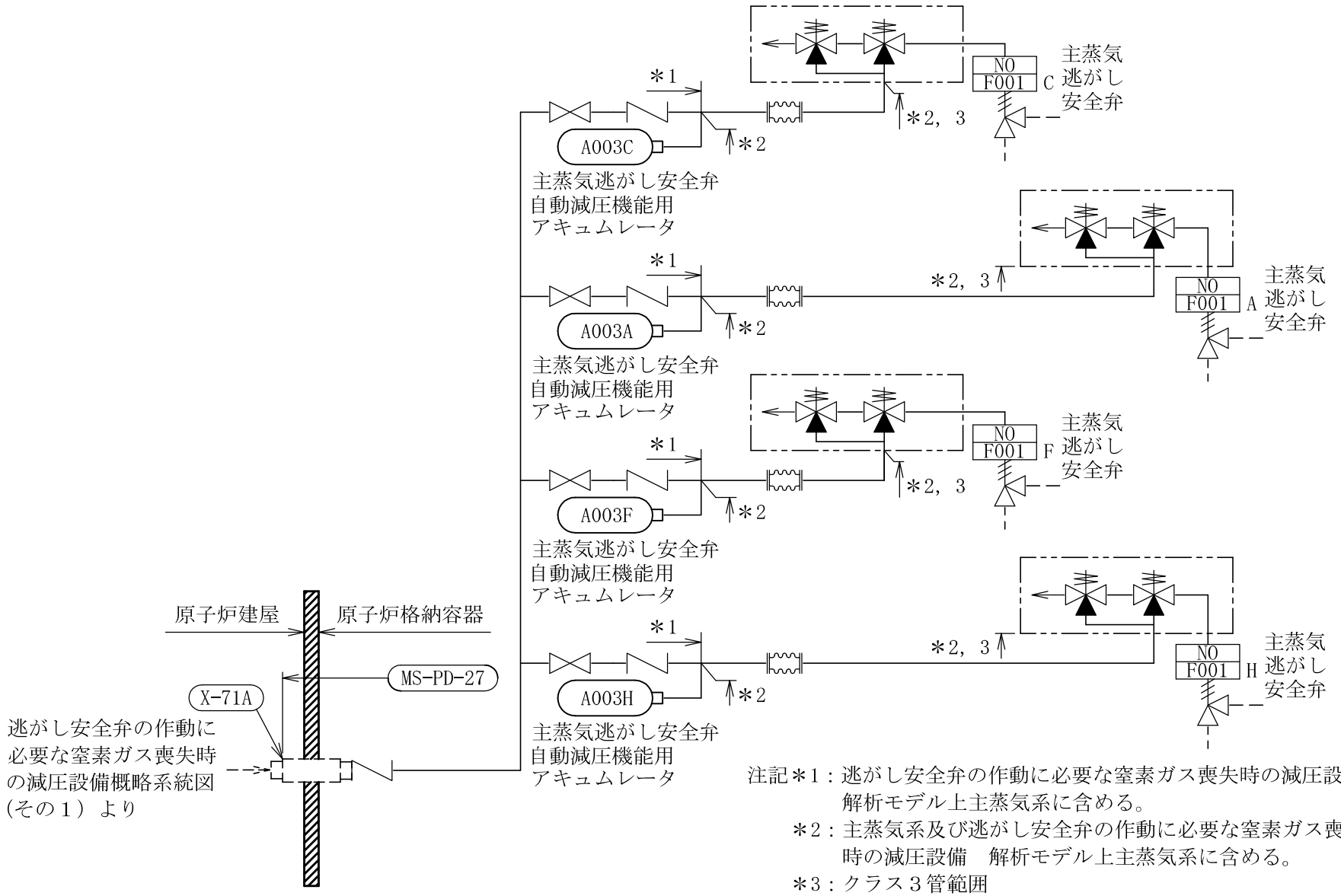
注記＊：解析モデル上高圧窒素ガス供給系に含める。

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その１）



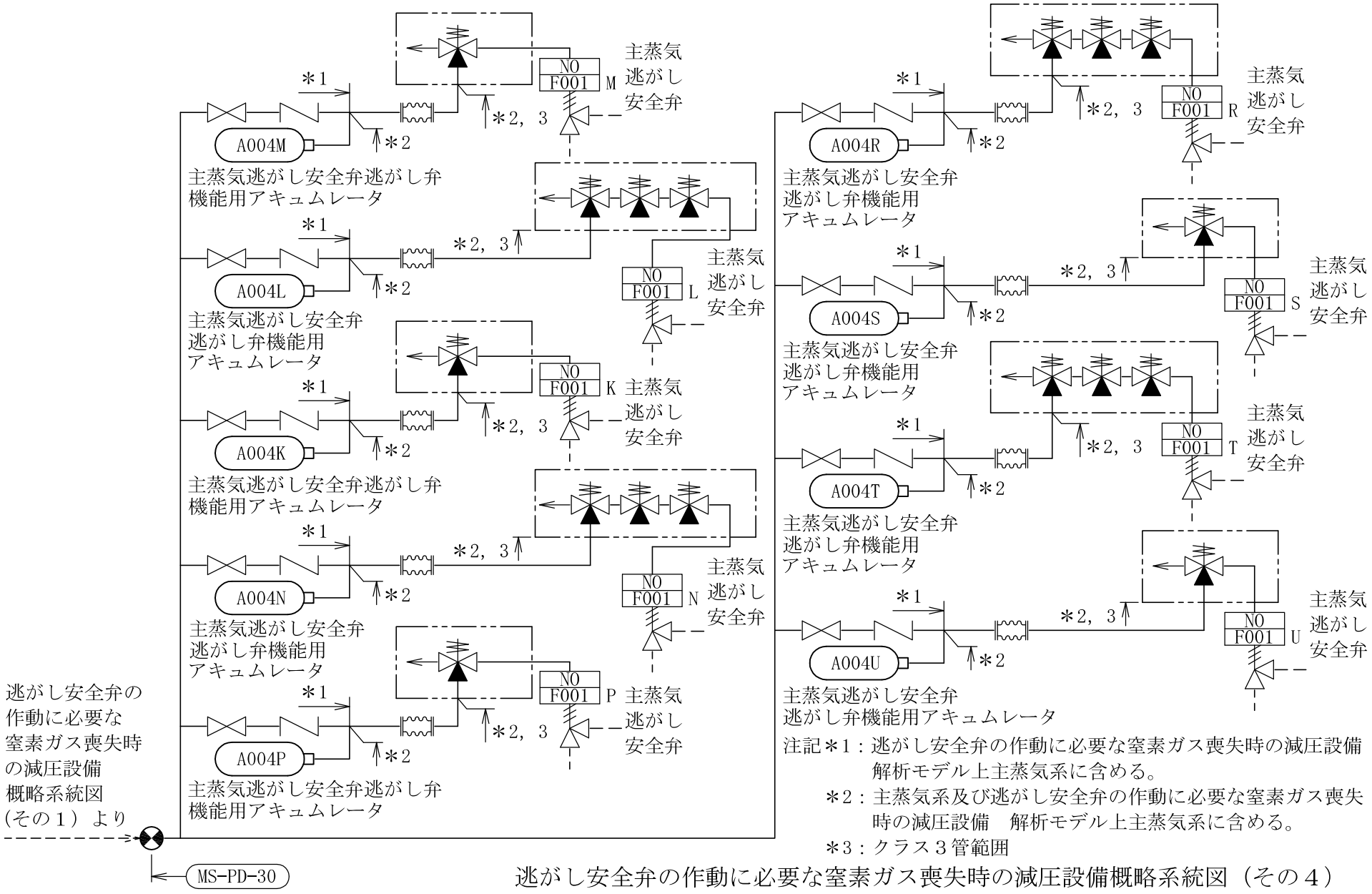
注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上主蒸気系に含める。
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失
時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。
＊3：クラス３管範囲

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その２）



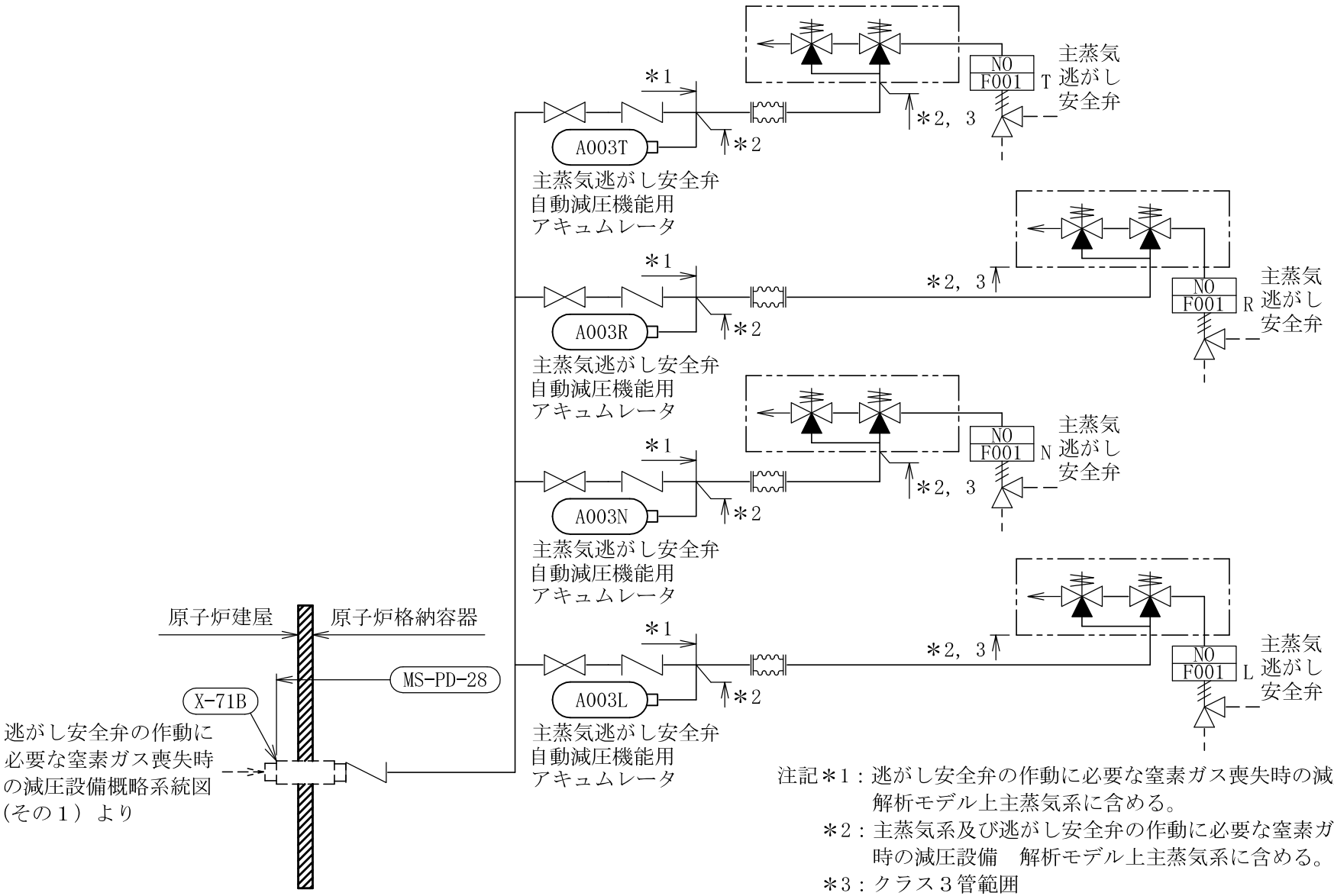
注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備解析モデル上主蒸気系に含める。
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。
＊3：クラス３管範囲

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その３）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上主蒸気系に含める。
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失
時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。
＊3：クラス３管範囲

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その４）



注記＊1：逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備解析モデル上主蒸気系に含める。
＊2：主蒸気系及び逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備　解析モデル上主蒸気系に含める。
＊3：クラス３管範囲

逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図（その５）

鳥瞰図	HPIN-R-8

鳥瞰図	HPIN-R-9

19. 格納容器下部注水系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-4-2-1　管の耐震性についての計算書

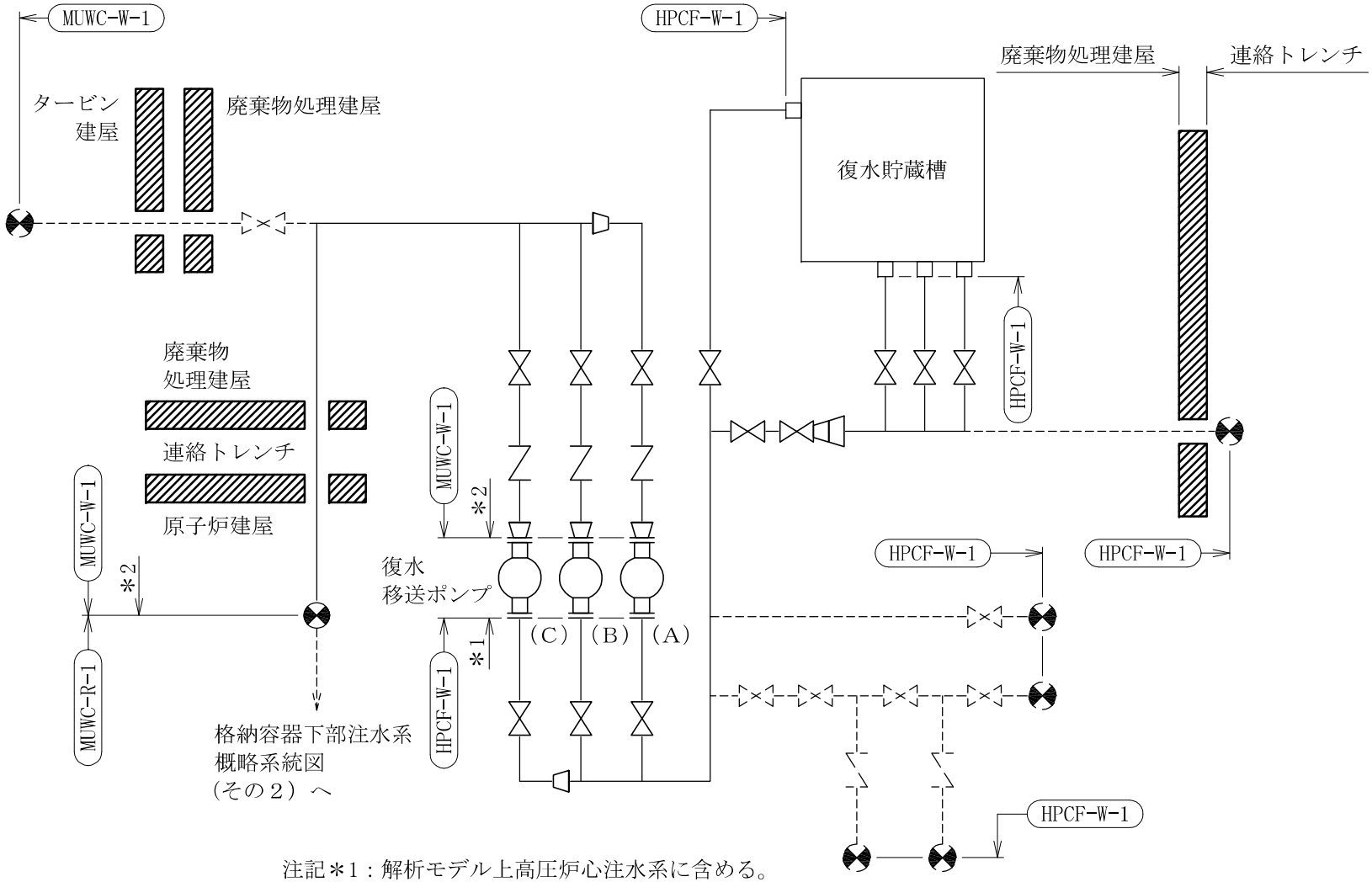
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

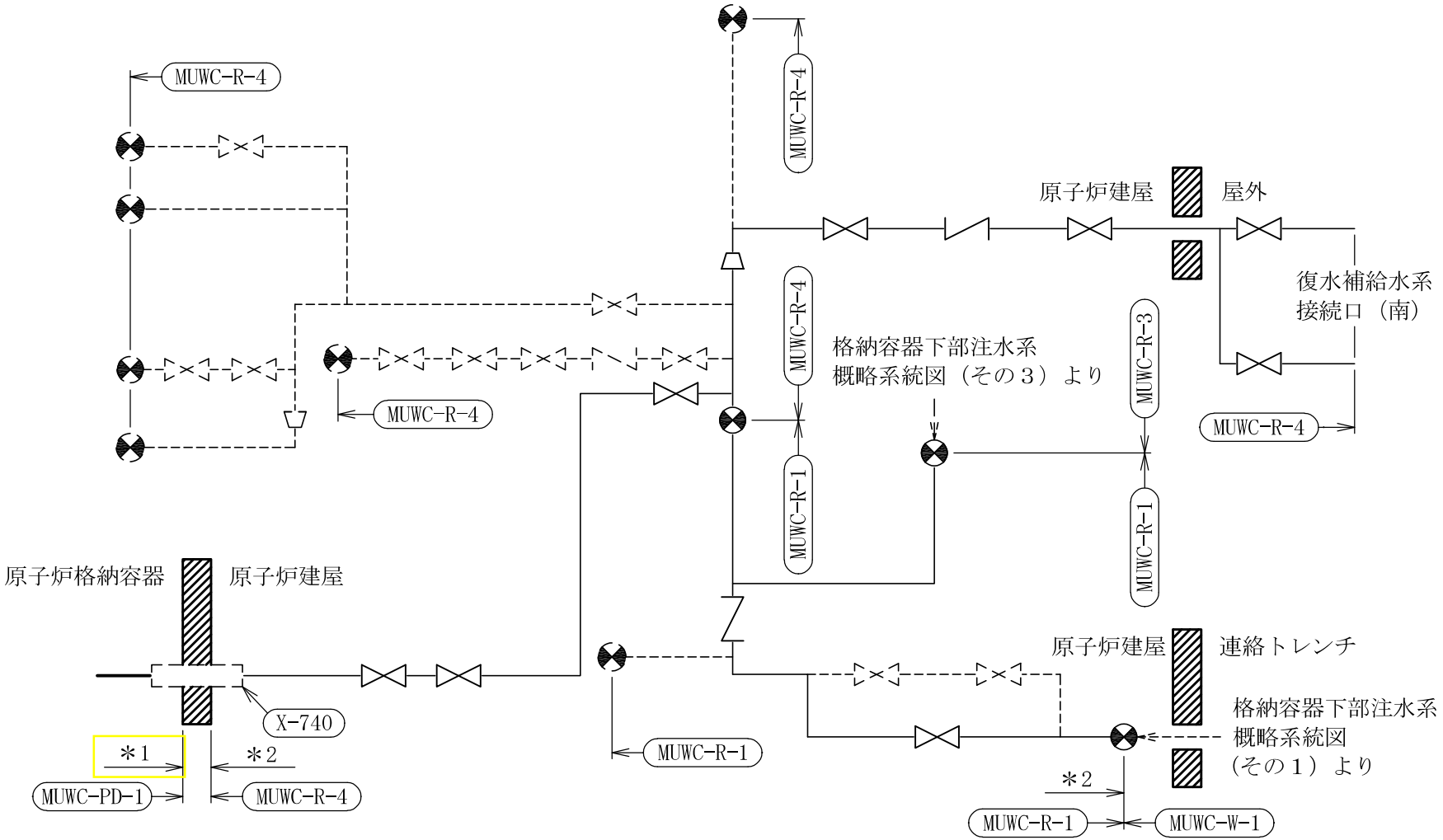
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	MUWC-PD-1	14	23	310	13.47	○	13	42	296	7.04	○	—	—	—



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。

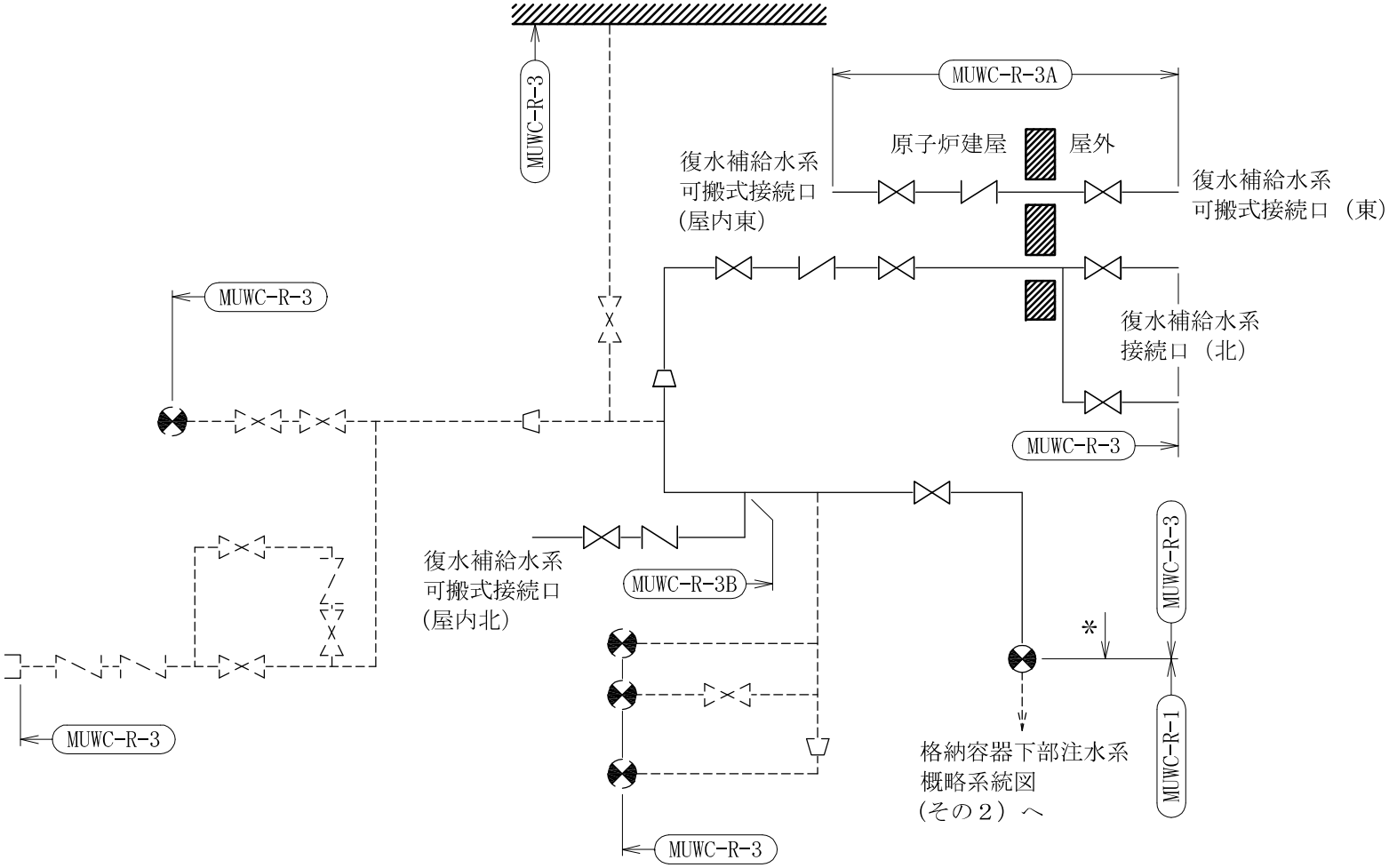
格納容器下部注水系概略系統図（その１）



注記＊1：格納容器下部注水系及び代替循環冷却系

＊2：解析モデル上低圧代替注水系に含める。

格納容器下部注水系概略系統図（その２）



注記＊：解析モデル上低圧代替注水系に含める。

格納容器下部注水系概略系統図（その３）

鳥瞰図	MUWC-PD-1

19. 格納容器下部注水系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-4-2-1-2　管の応力計算書

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-PD-1	14	11	139	12.63	○	14	11	167	15.18	○

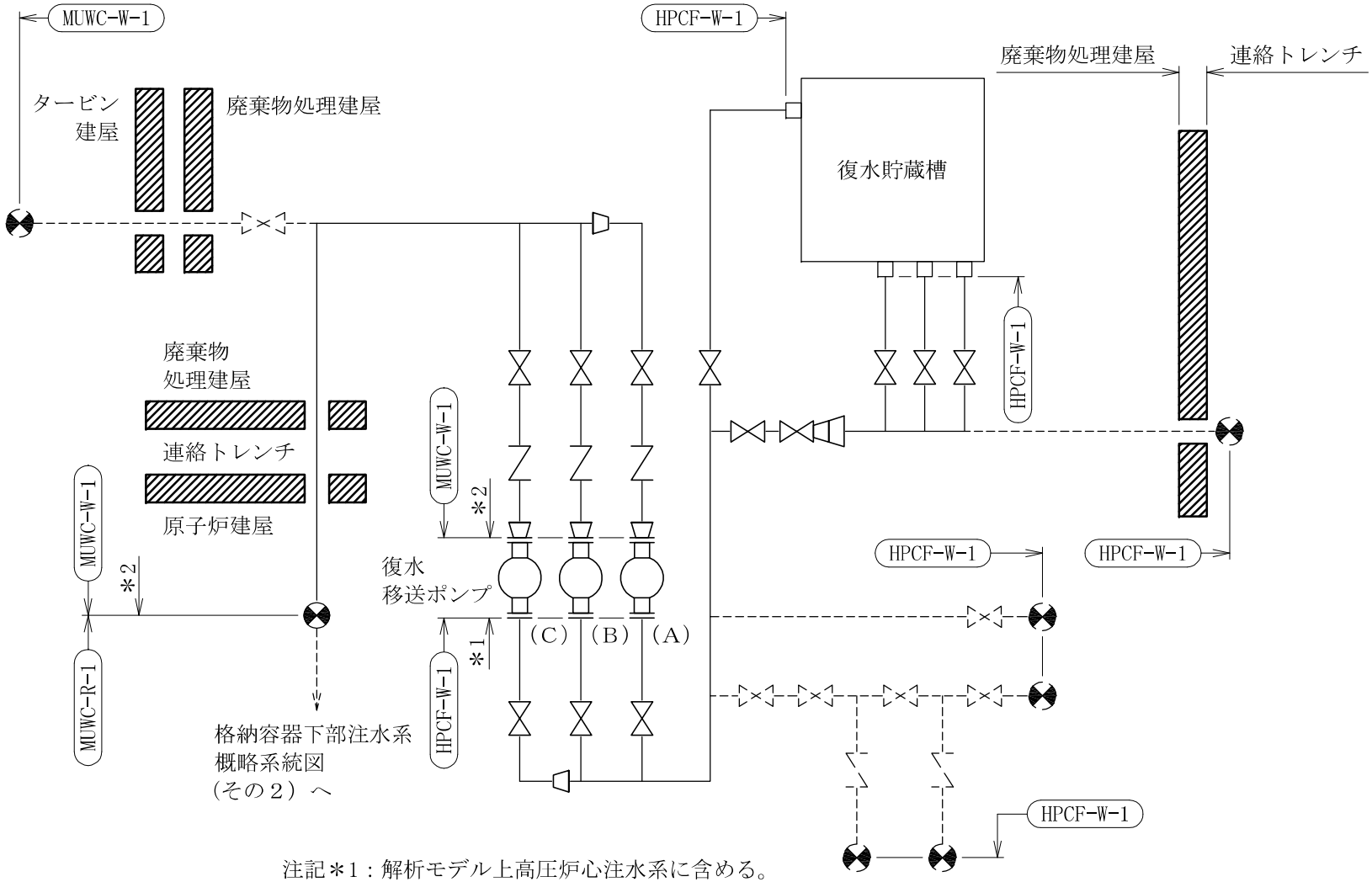
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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）

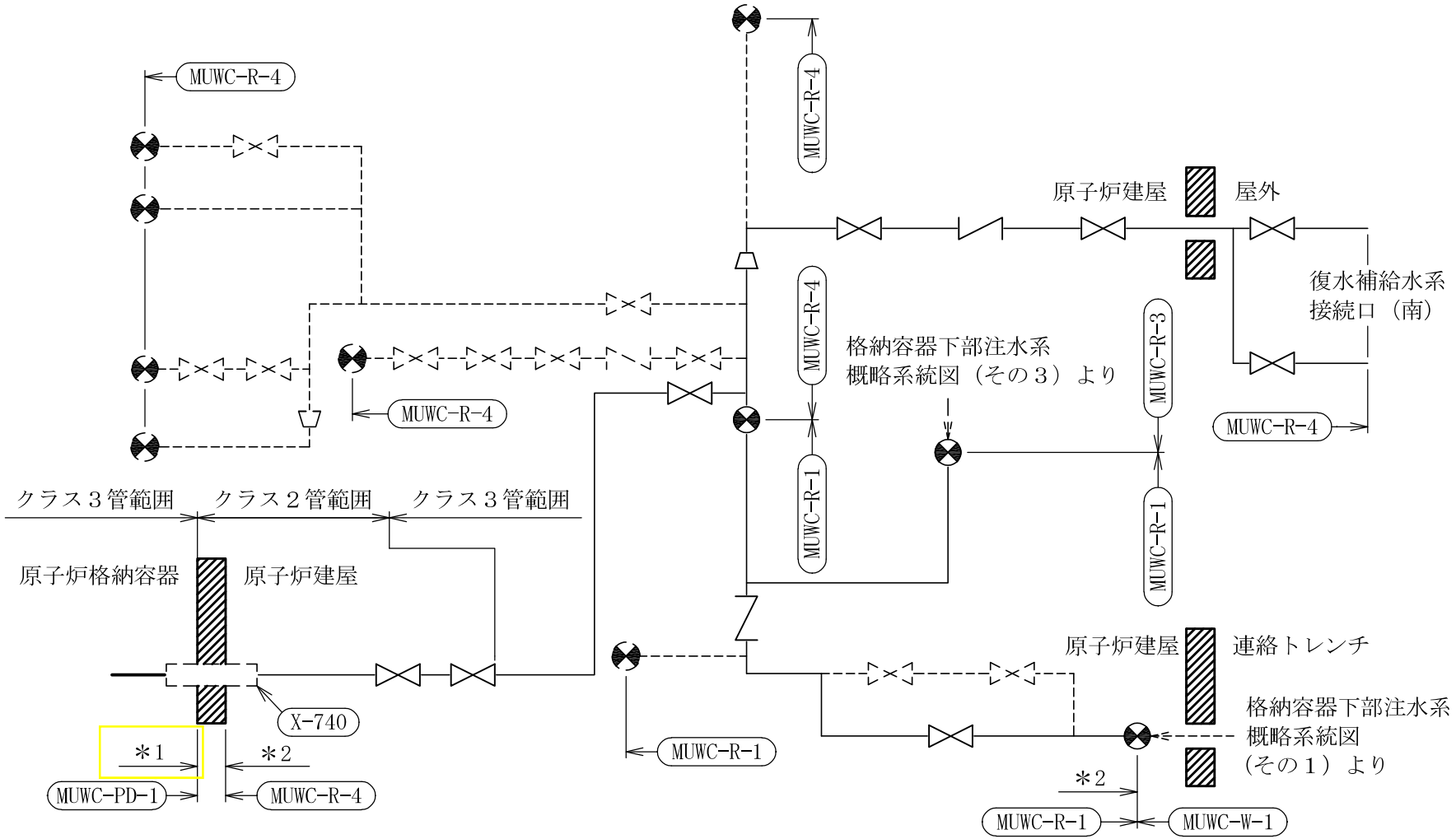
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ*1					許容応力状態Ⅴ*2				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	MUWC-PD-1	7	10	93	9.30	○	7	10	111	11.10	○

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。



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。

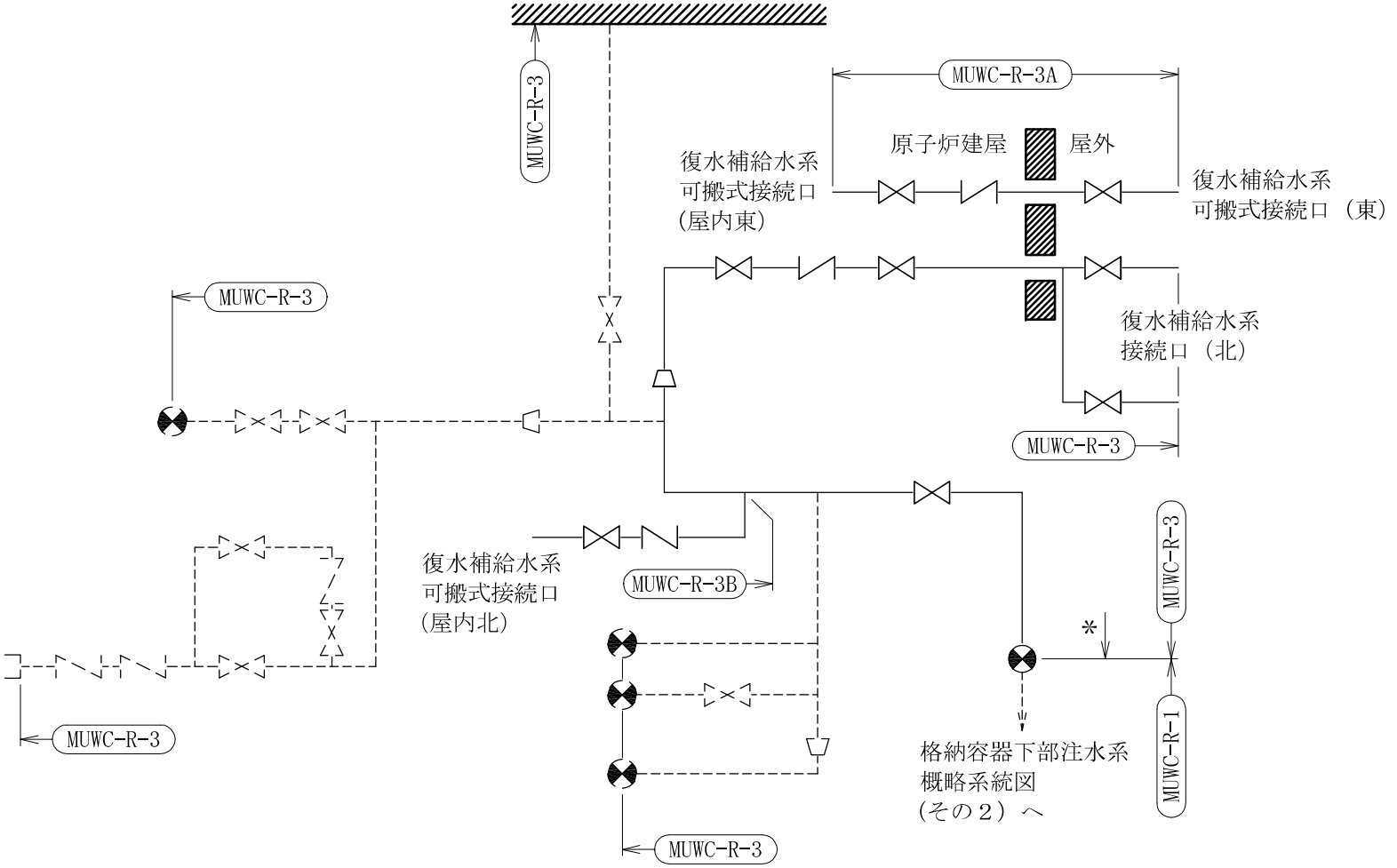
格納容器下部注水系概略系統図（その１）



注記＊1：格納容器下部注水系及び代替循環冷却系

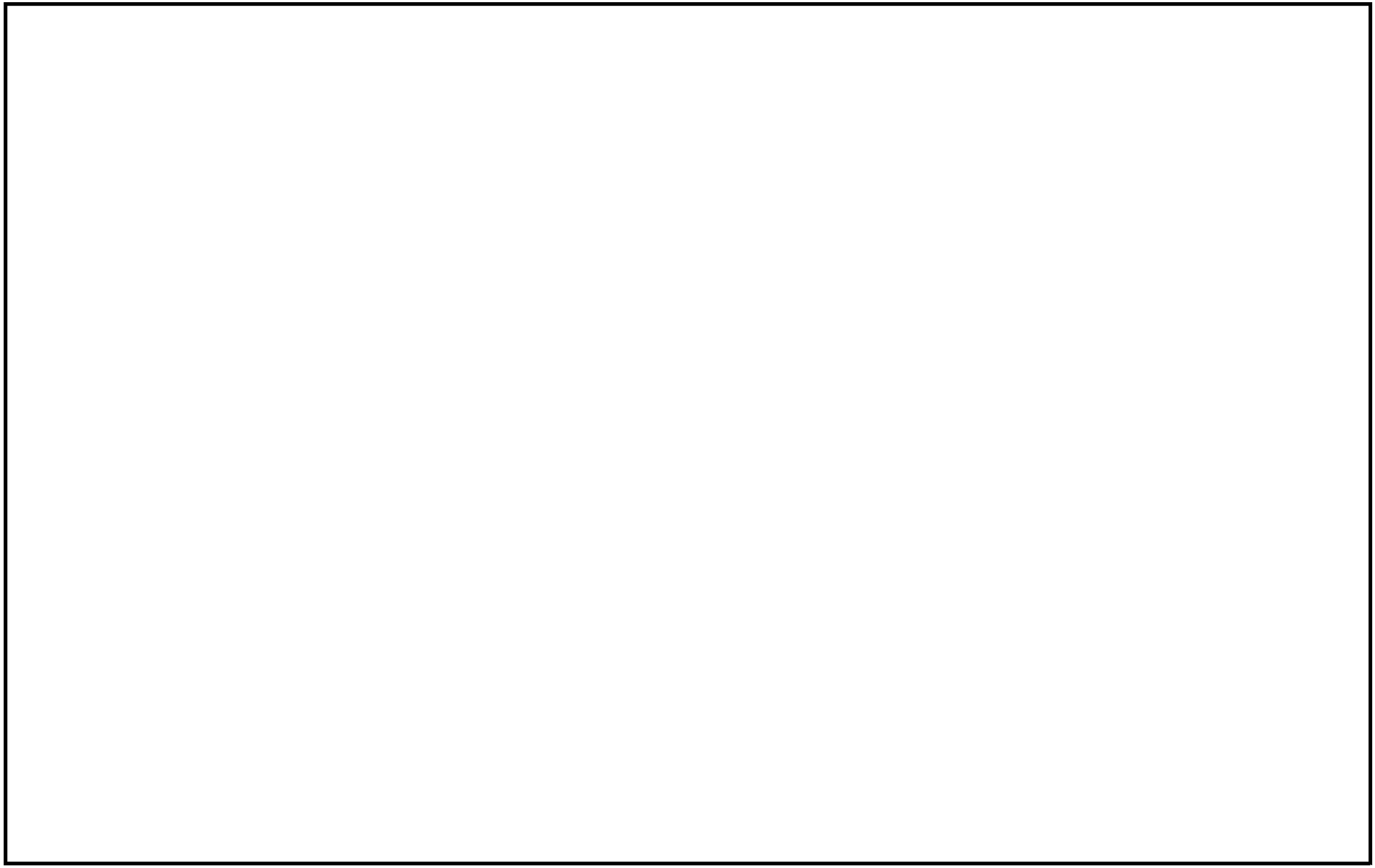
＊2：解析モデル上低圧代替注水系に含める。

格納容器下部注水系概略系統図（その２）



注記＊：解析モデル上低圧代替注水系に含める。

格納容器下部注水系概略系統図（その３）



鳥瞰図	MUWC-PD-1

20. 代替循環冷却系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-4-3-1　管の耐震性についての計算書

代替循環冷却系の解析結果は以下の耐震性についての計算書に含まれるため、鳥瞰図なし。
「Ⅴ-2-5-1　原子炉冷却系統施設の耐震計算結果」
「Ⅴ-2-5-3-1-6　管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-5-4-1-5　管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-5-4-4-1　管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-5-5-1-3　管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-9-4-4-1-1　ドライウェルスプレイ管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-9-4-4-2-1　管の耐震性についての計算書」

20. 代替循環冷却系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-4-4-1-2　管の応力計算書

代替循環冷却系の応力計算書は以下の計算書に含まれるため、鳥瞰図なし。
「Ⅴ-3-3-3-1-2-1-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-3-2-1-7-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-3-3-1-6-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-3-3-4-1-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-3-4-1-3-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-6-2-4-1-1-2　ドライウェルスプレイ管の強度計算書」
「Ⅴ-3-3-6-2-4-2-1-2　管の応力計算書」

21. 非常用ガス処理系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-5-1-2　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

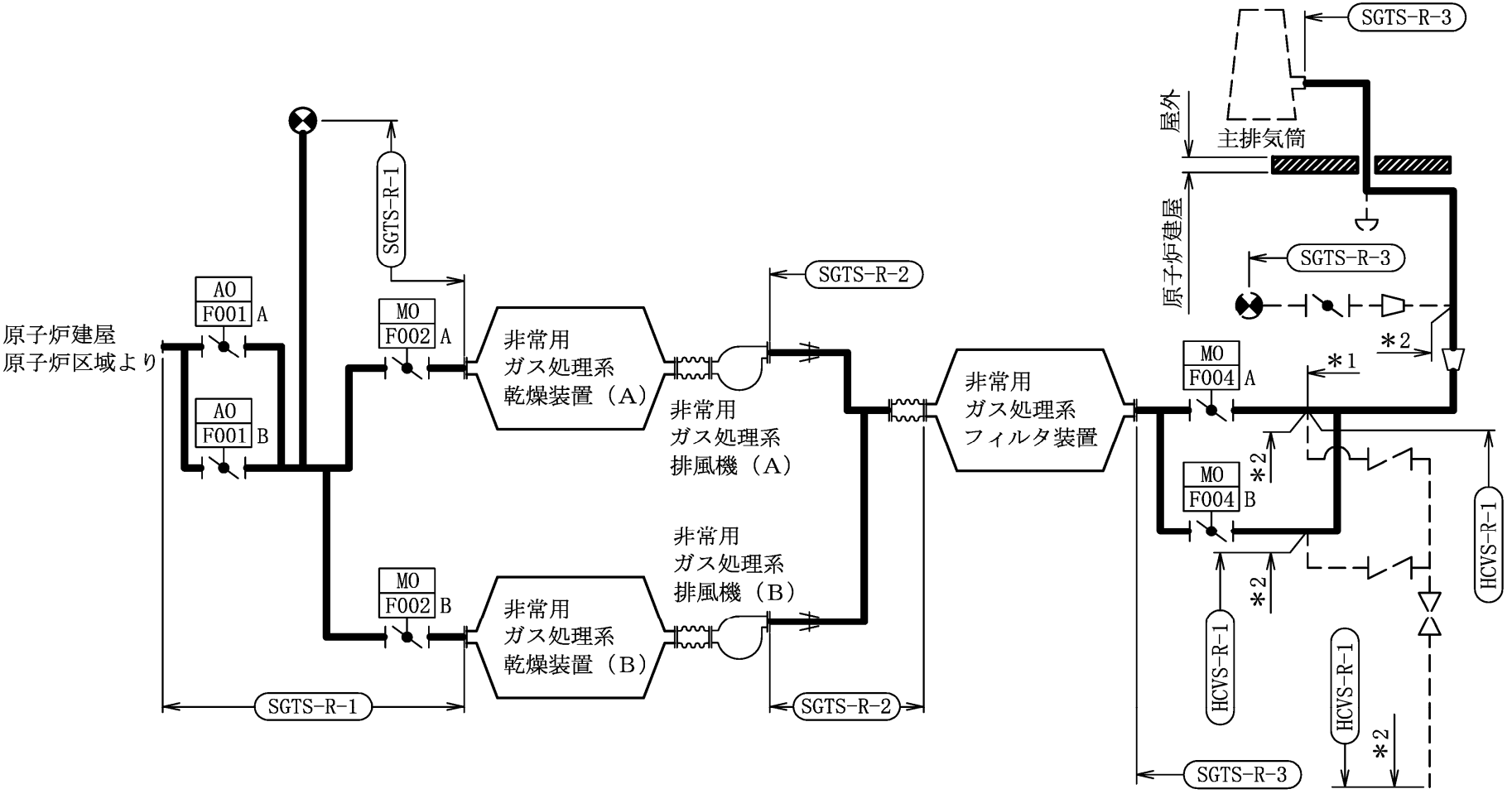
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

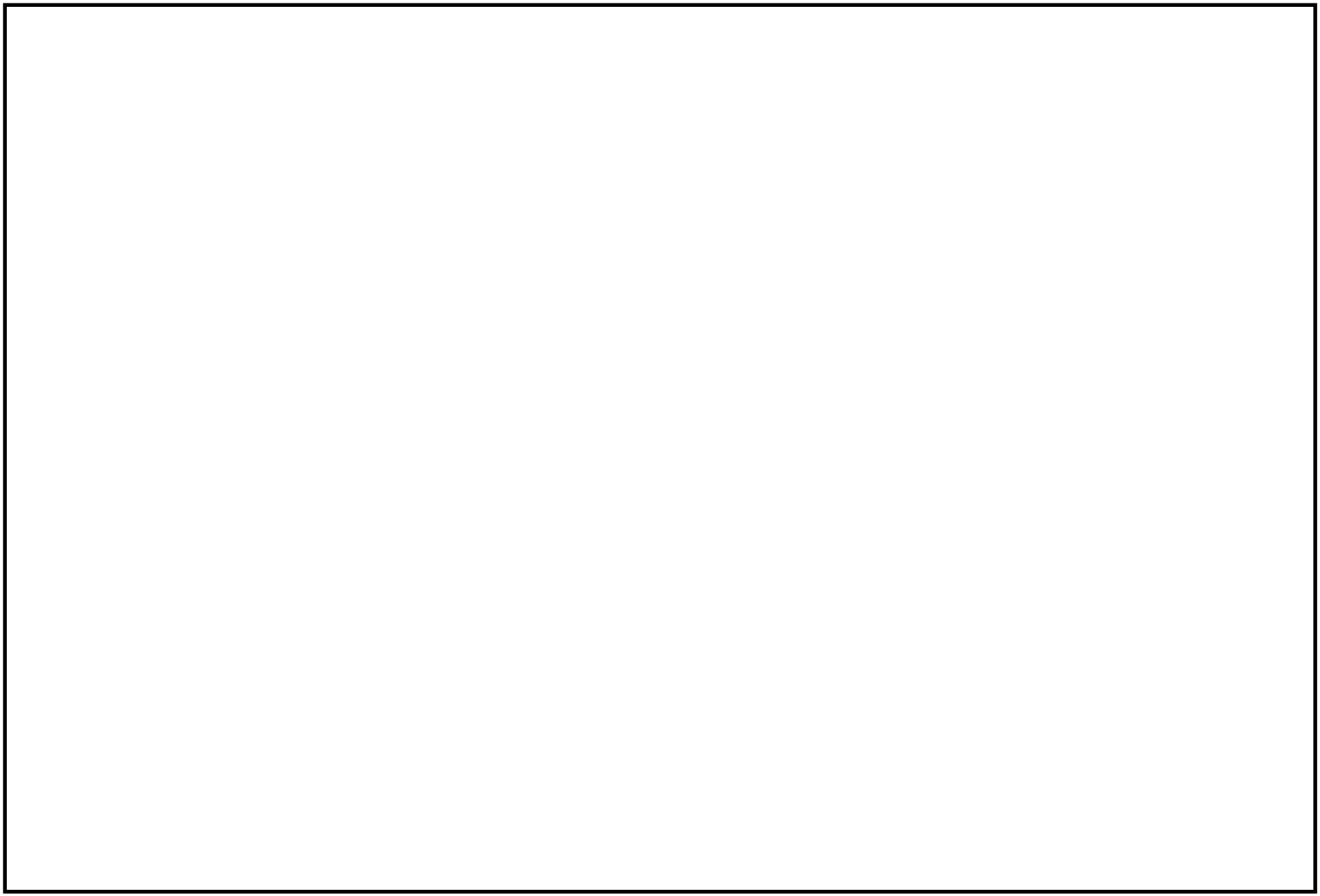
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SGTS-R-1	30	24	220	9.16	—	30	41	364	8.87	—	30	70	440	6.28	—	—	—	—
2	SGTS-R-2	2	14	214	15.28	—	33	21	363	17.28	—	33	33	428	12.96	—	—	—	—
3	SGTS-R-3	42	96	214	2.22	○	42	184	363	1.97	○	42	354	428	1.20	○	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

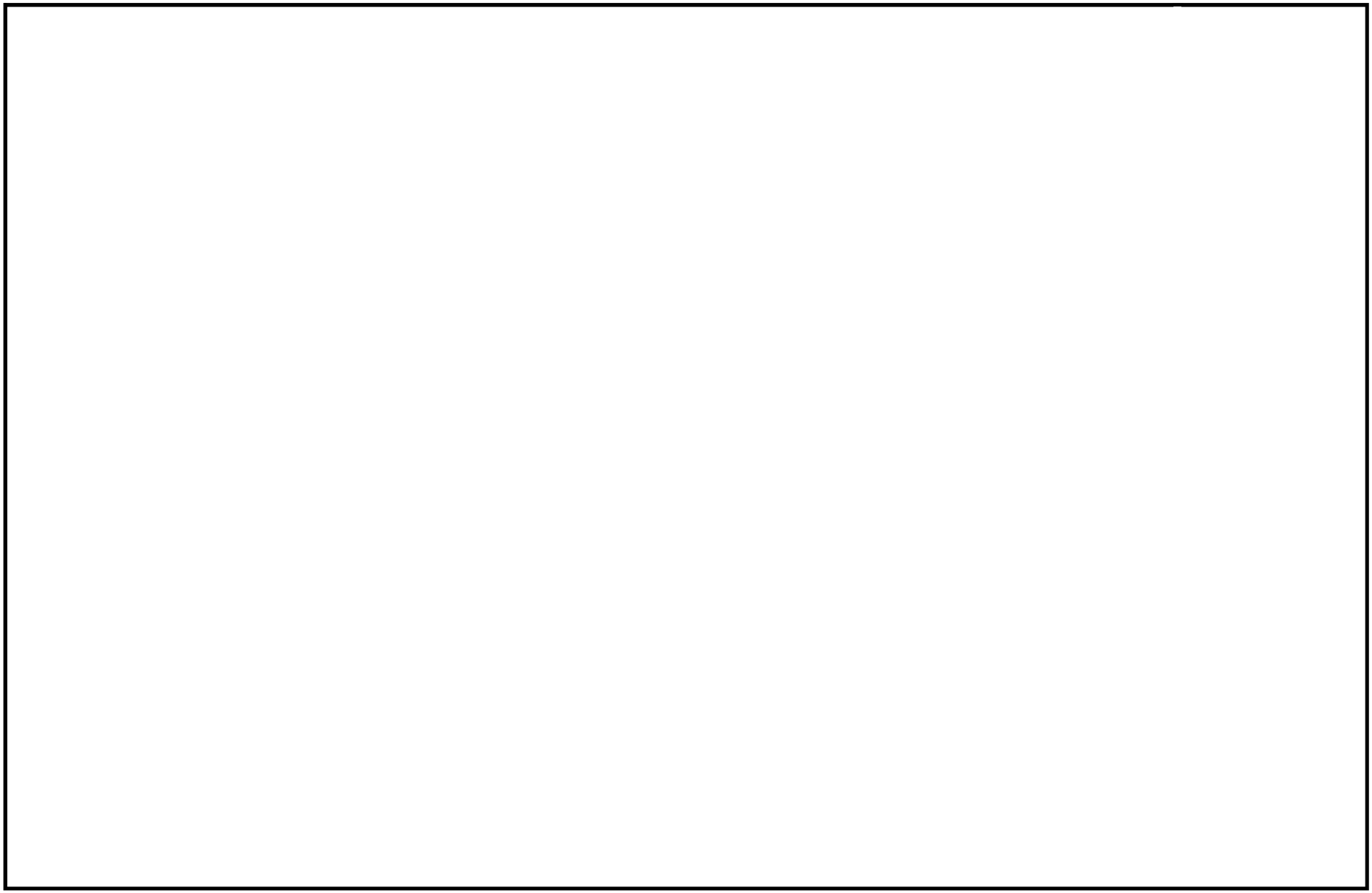


注記＊1：非常用ガス処理系及び耐圧強化ベント系
　　＊2：耐圧強化ベント系　解析上本系統に含める。

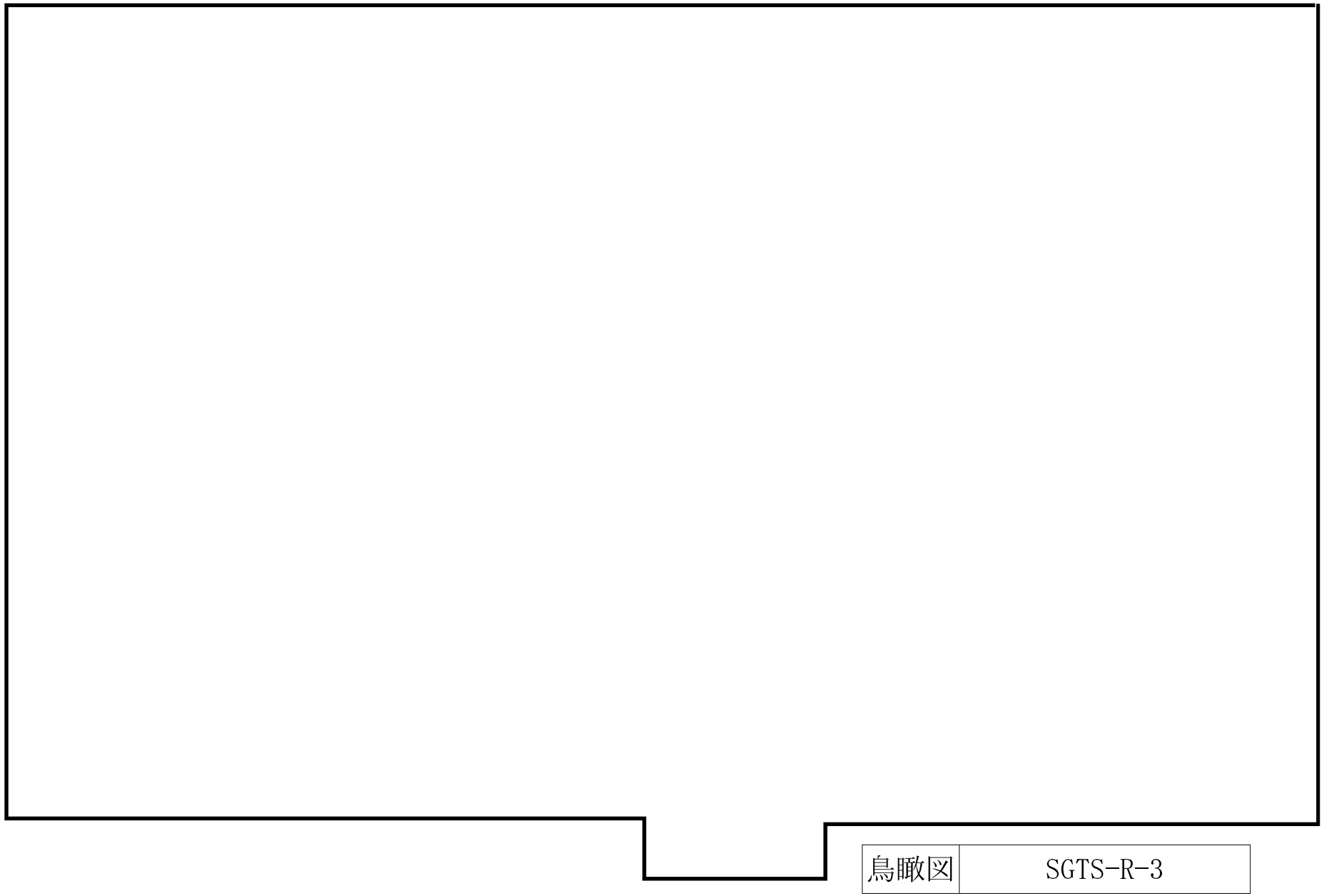
非常用ガス処理系概略系統図



鳥瞰図	SGTS-R-1



鳥瞰図	SGTS-R-2



鳥瞰図	SGTS-R-3

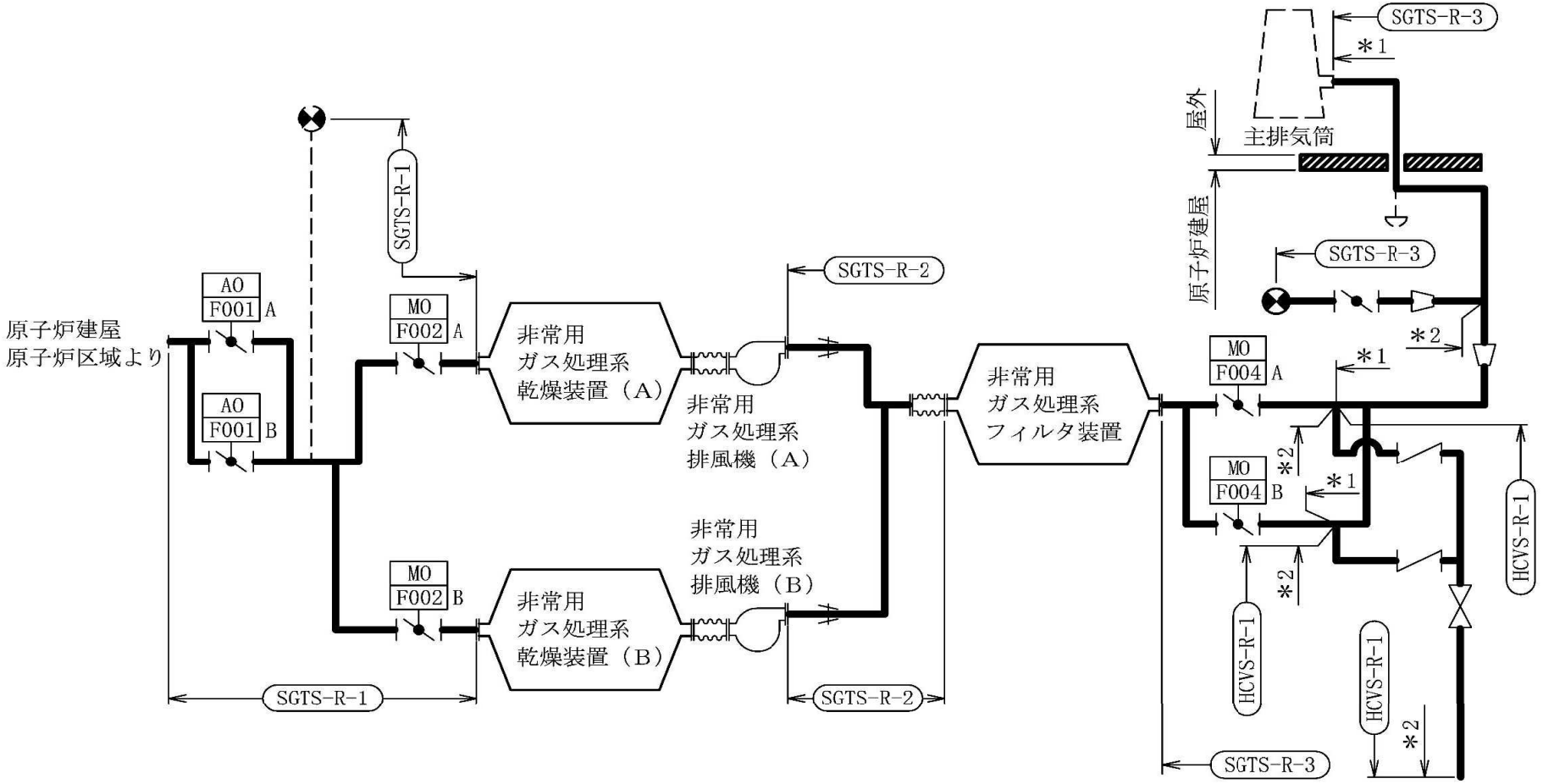
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

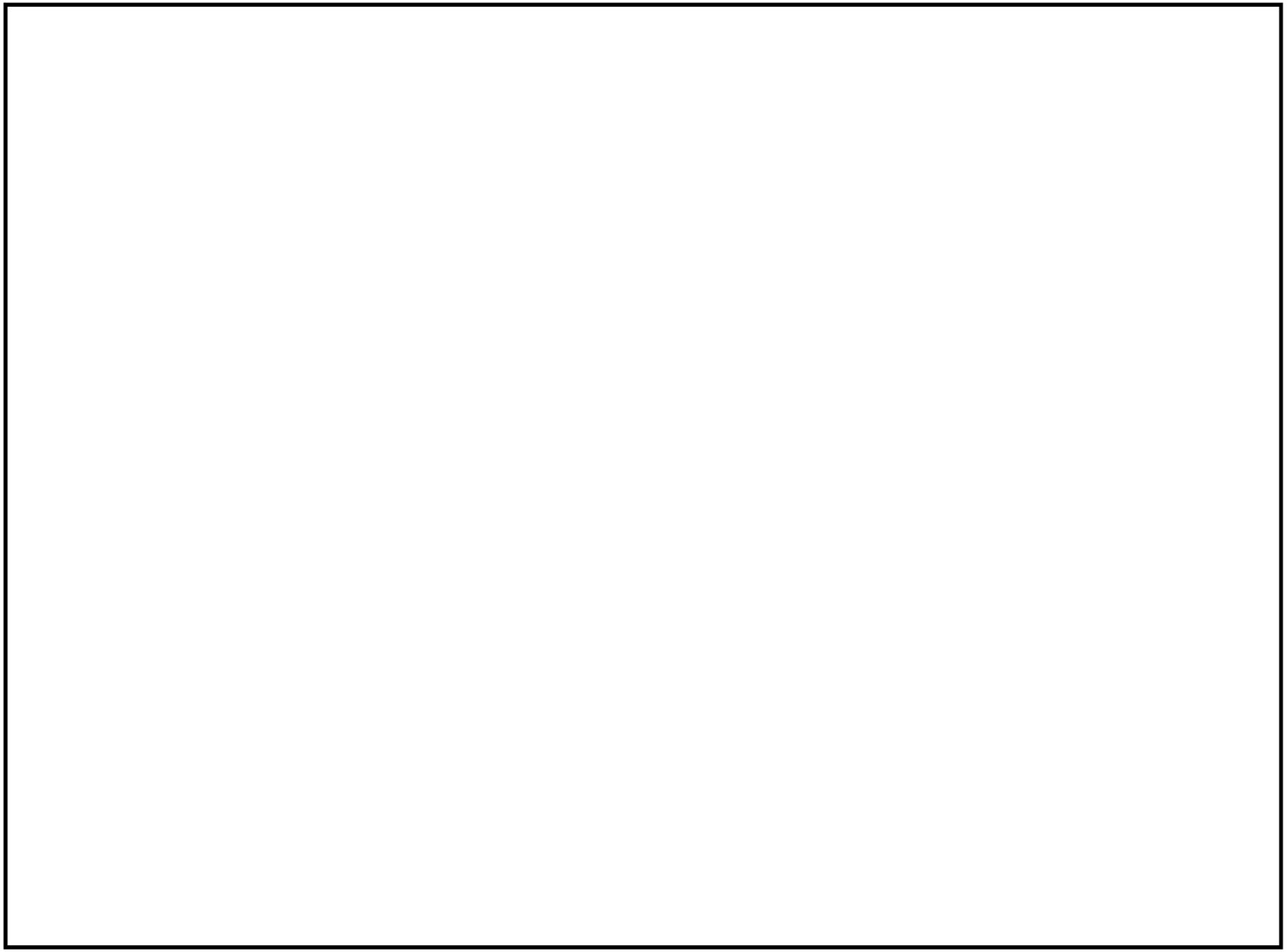
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SGTS-R-1	30	41	364	8.87	—	30	70	440	6.28	—	—	—	—
2	SGTS-R-2	33	21	363	17.28	—	33	33	428	12.96	—	—	—	—
3	SGTS-R-3	42	188	363	1.93	○	42	354	422	1.19	○	—	—	—
4	HCVS-R-1	10	96	371	3.86	—	85	244	300	1.22	—	—	—	—

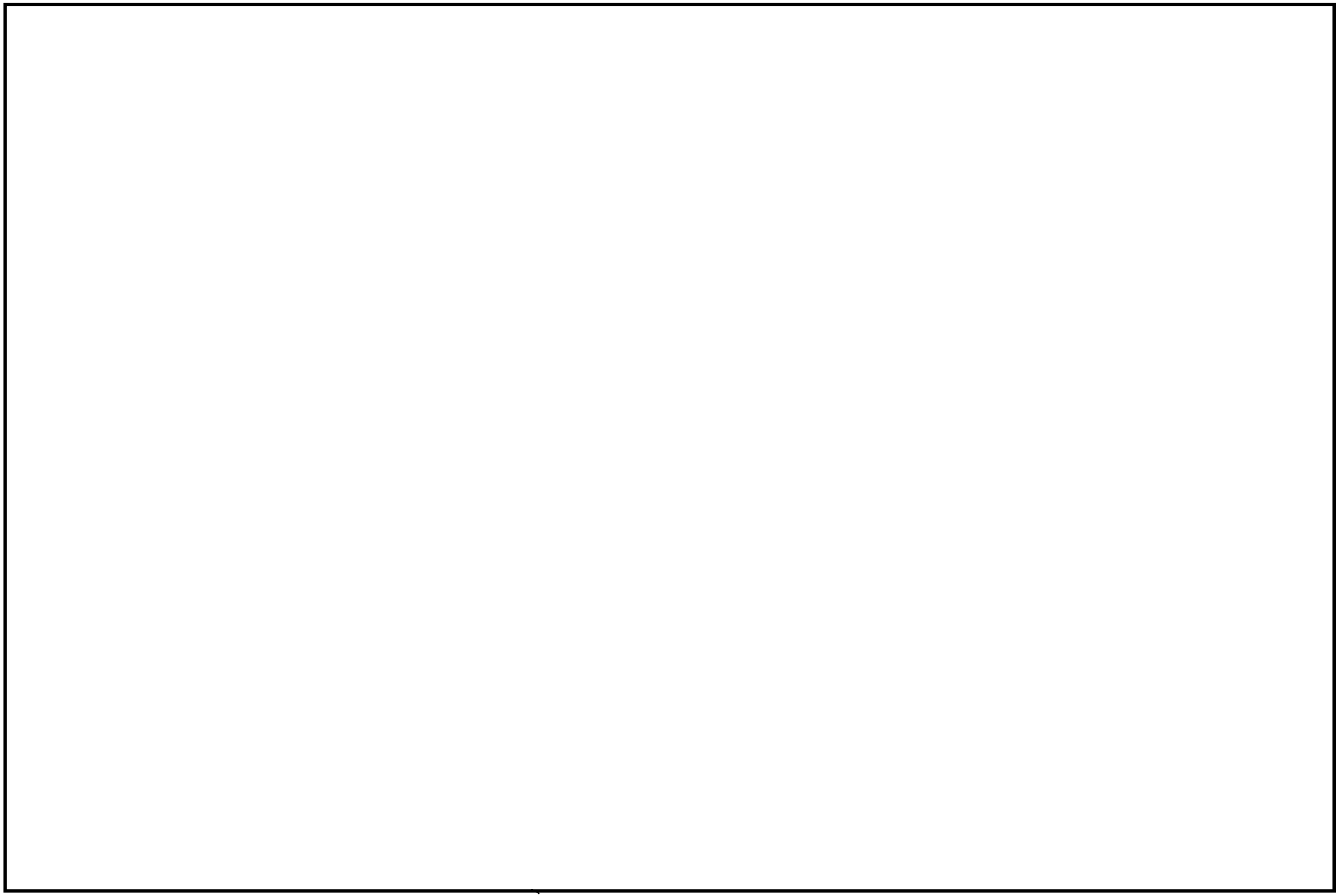


注記＊1：非常用ガス処理系及び耐圧強化ベント系
　　＊2：耐圧強化ベント系　解析上本系統に含める。

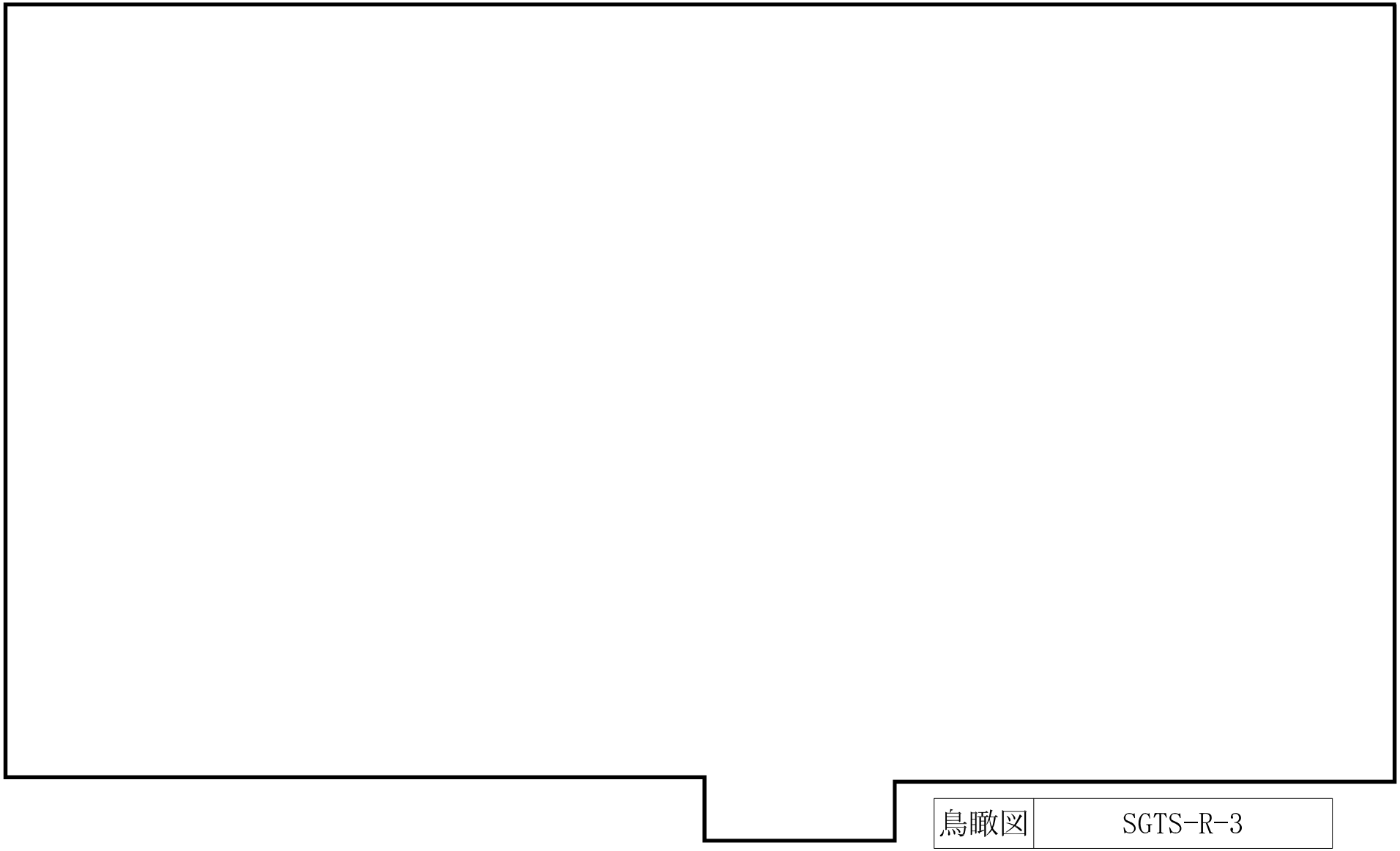
非常用ガス処理系概略系統図



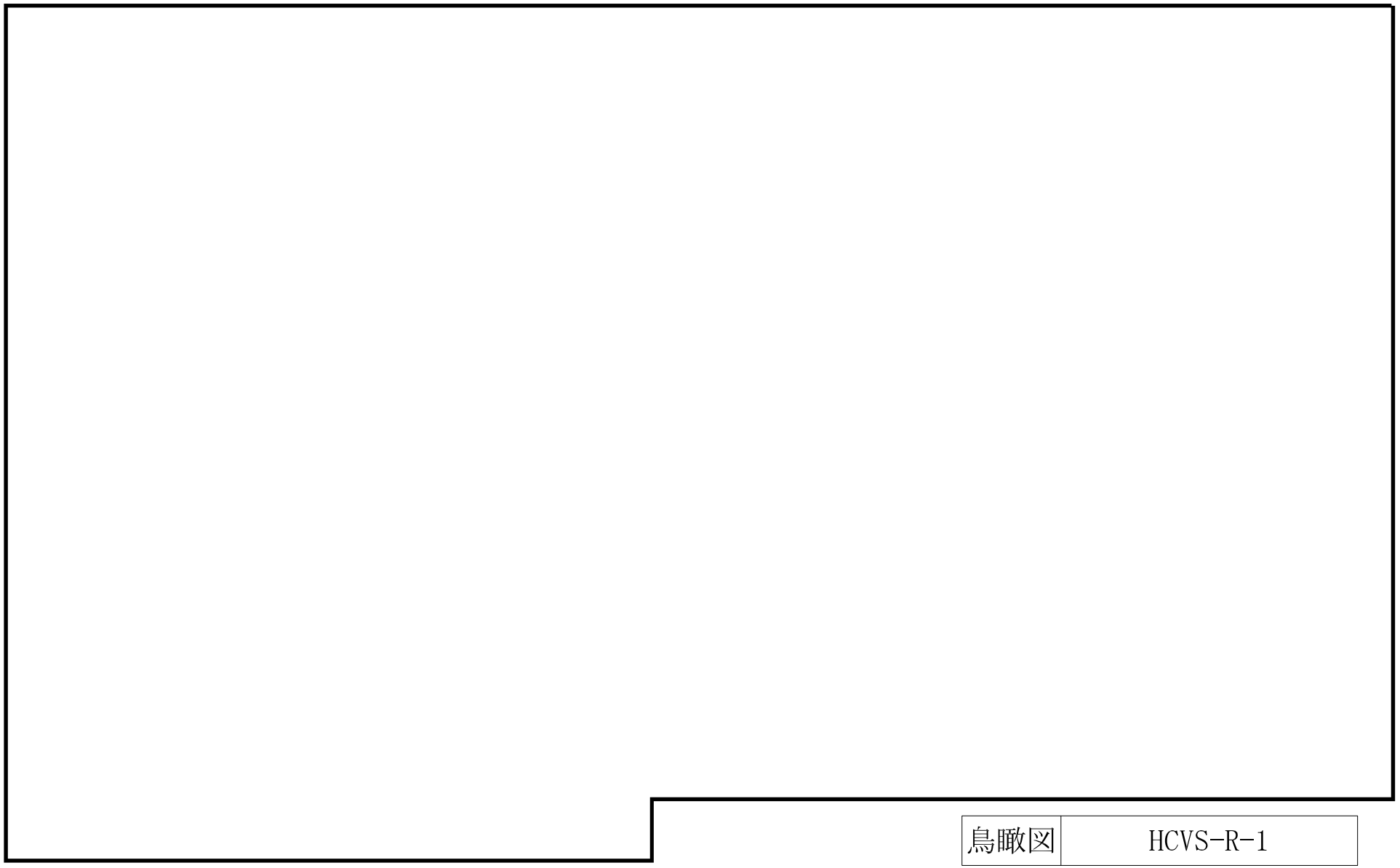
鳥瞰図	SGTS-R-1



鳥瞰図	SGTS-R-2



鳥瞰図	SGTS-R-3



鳥瞰図	HCVS-R-1

21. 非常用ガス処理系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-5-1-2-2　管の応力計算書

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	SGTS-R-1	58	11	154	14.00	―	58	11	185	16.81	―
2	SGTS-R-2	2	12	154	12.83	―	2	12	185	15.41	―
3	SGTS-R-3	1	36	150	4.16	○	1	37	180	4.86	○
4	HCVS-R-1	60	13	169	13.00	―	60	13	203	15.61	―

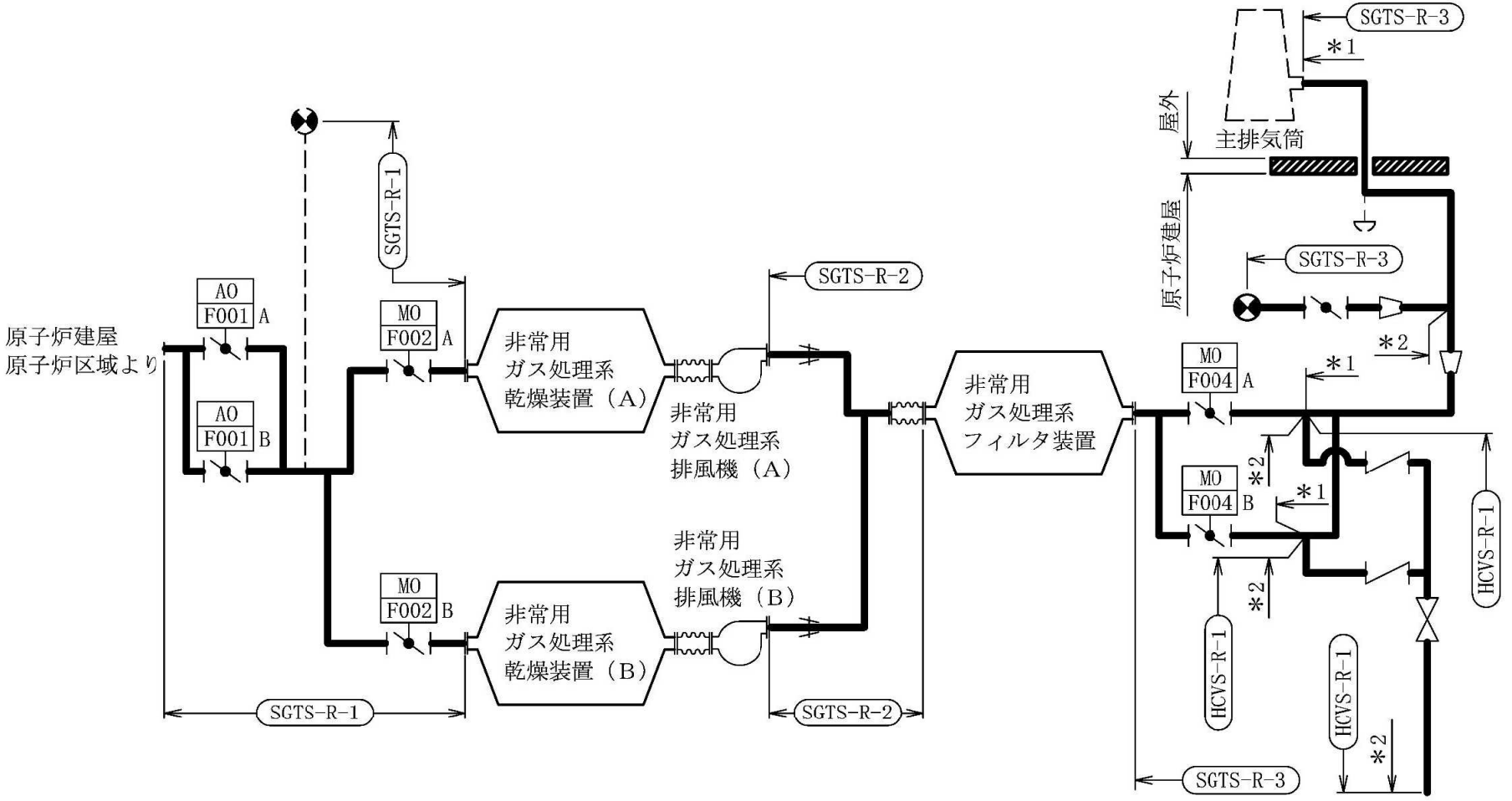
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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）

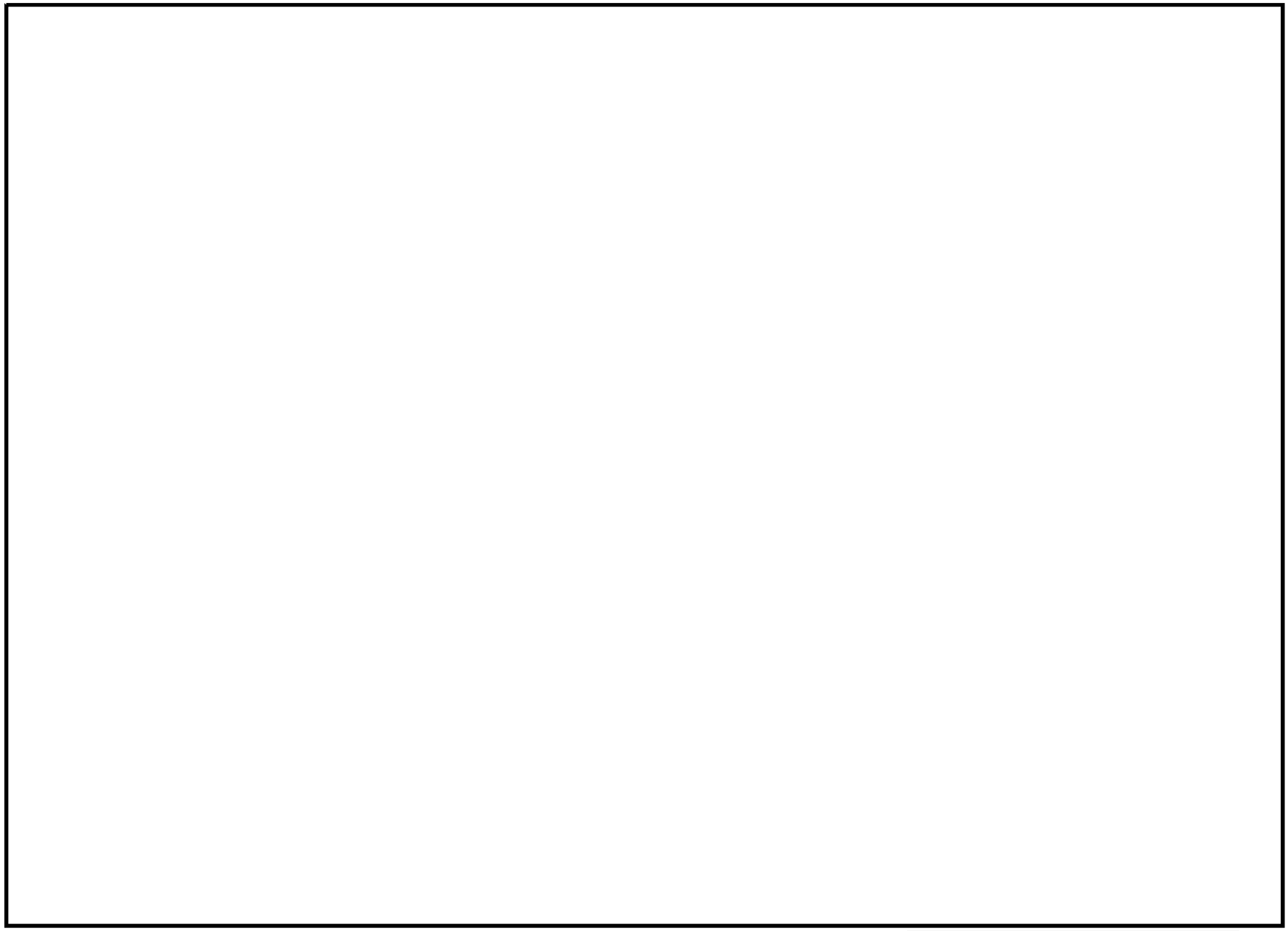
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	SGTS-R-1	35	7	103	14.71	―	35	7	123	17.57	―
2	SGTS-R-2	2	7	103	14.71	―	2	7	123	17.57	―
3	SGTS-R-3	1	32	100	3.12	○	1	32	120	3.75	○

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。

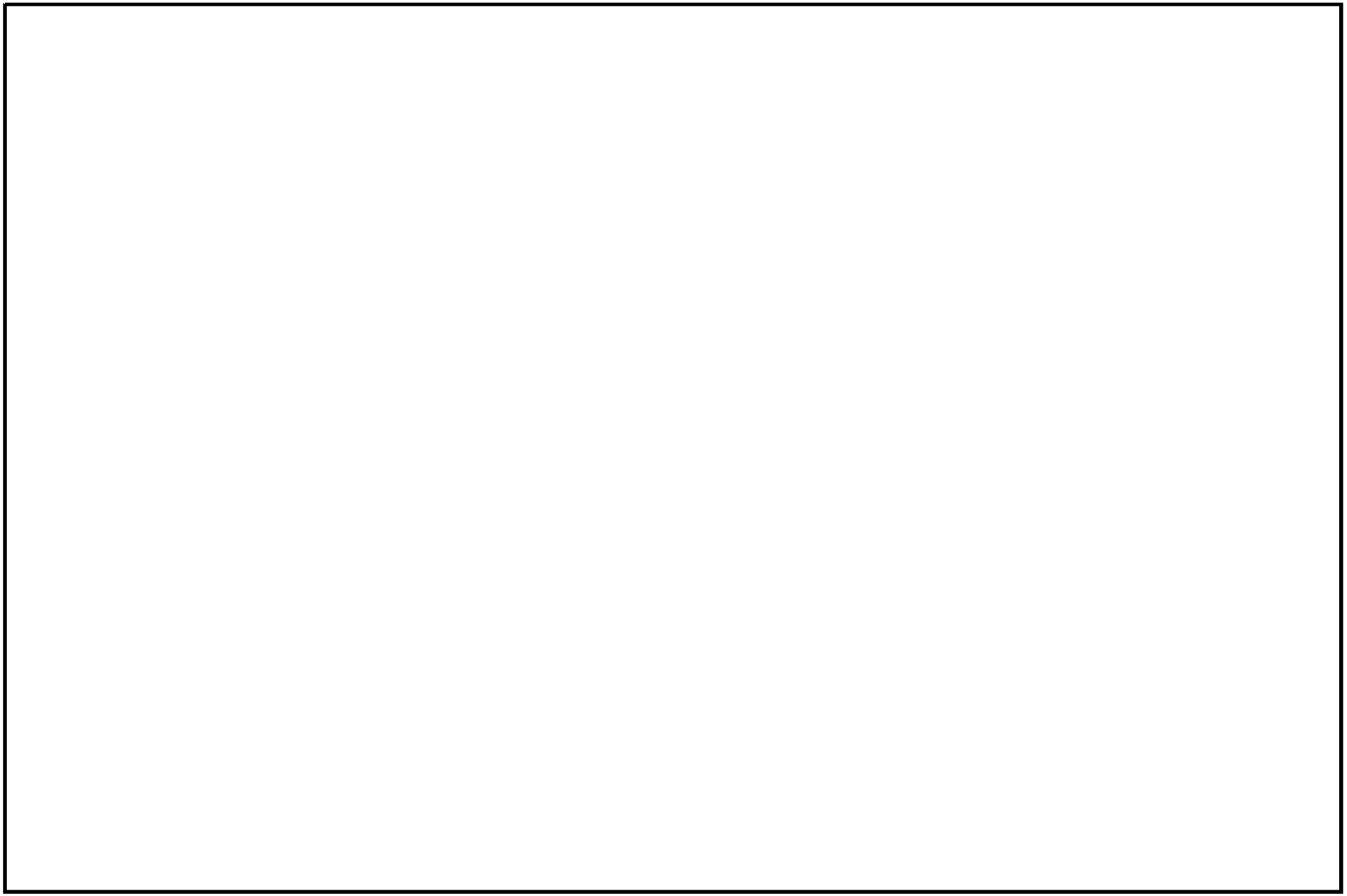


注記＊1：非常用ガス処理系及び耐圧強化ベント系
＊2：耐圧強化ベント系　解析上本系統に含める。

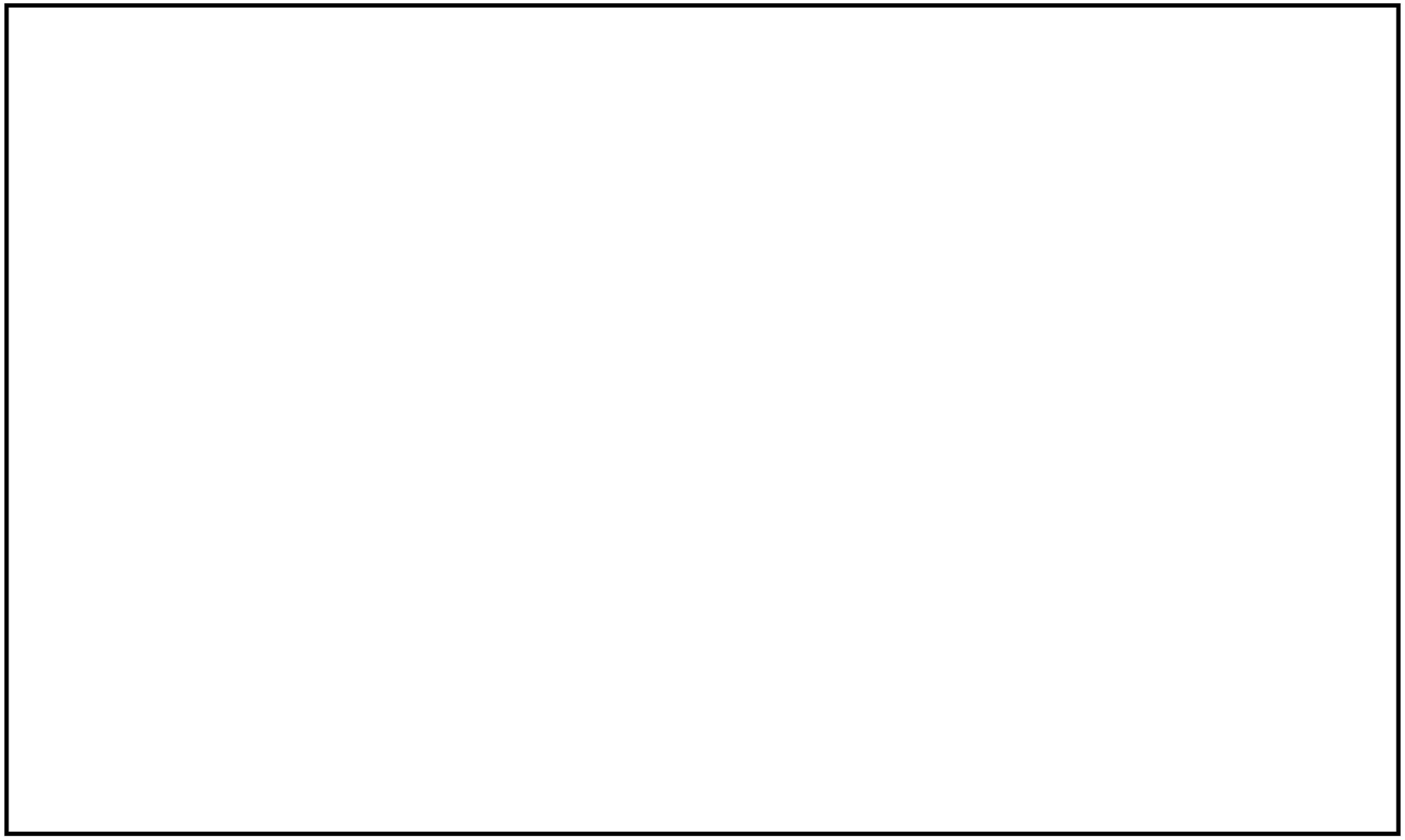
非常用ガス処理系概略系統図



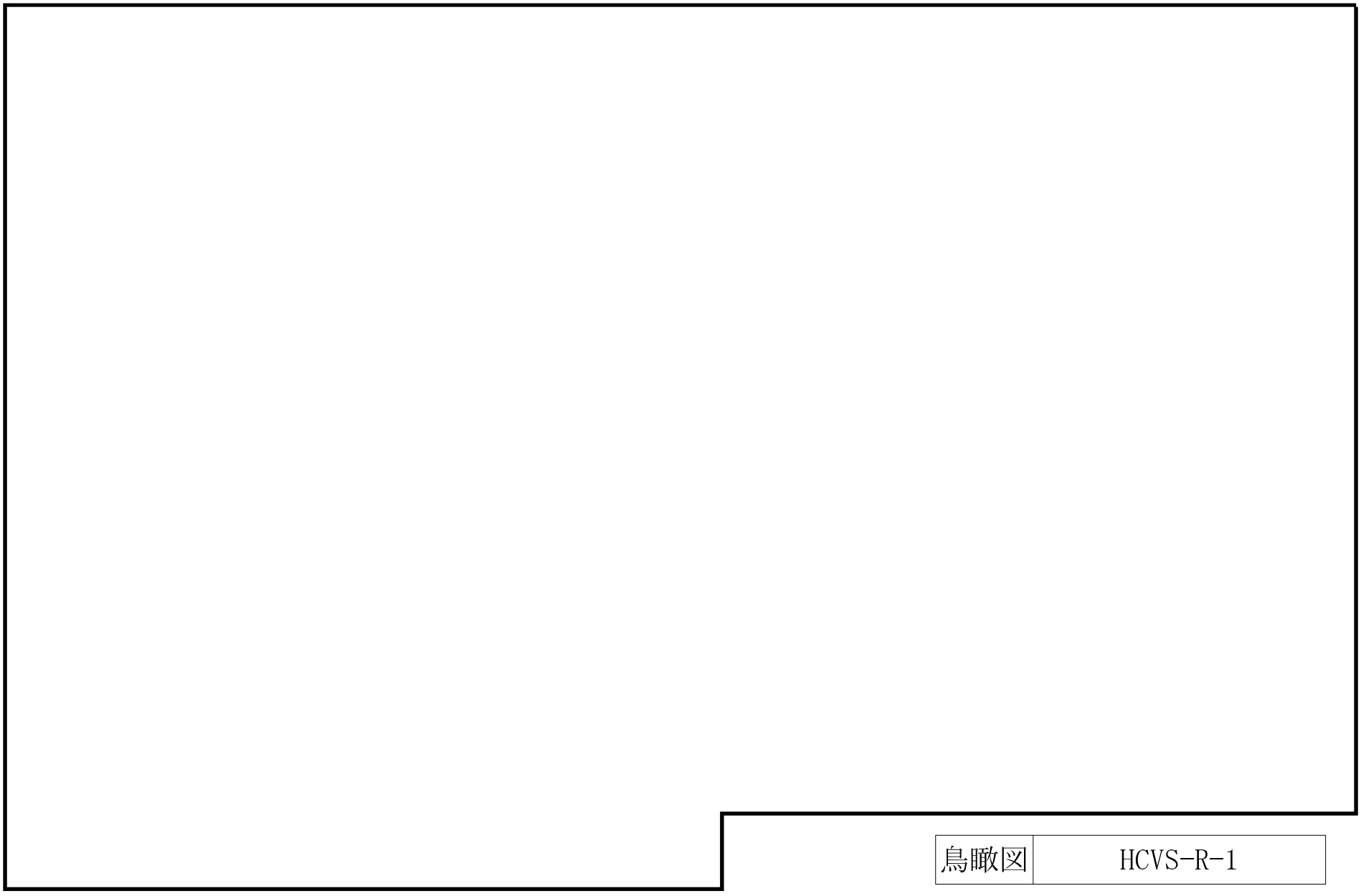
鳥瞰図	SGTS-R-1



鳥瞰図	SGTS-R-2



鳥瞰図	SGTS-R-3



鳥瞰図	HCVS-R-1

22. 可燃性ガス濃度制御系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-5-2-1　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

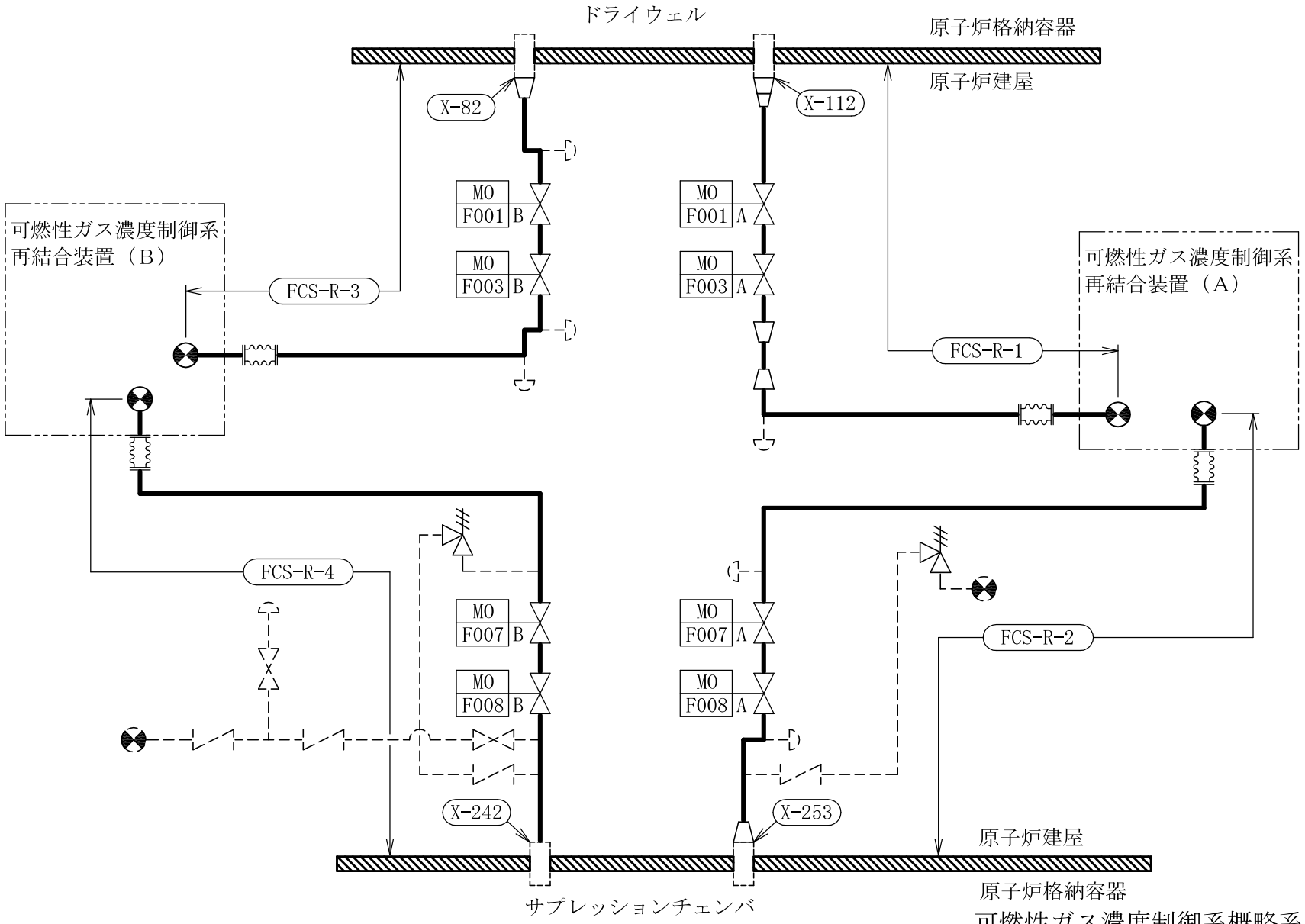
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

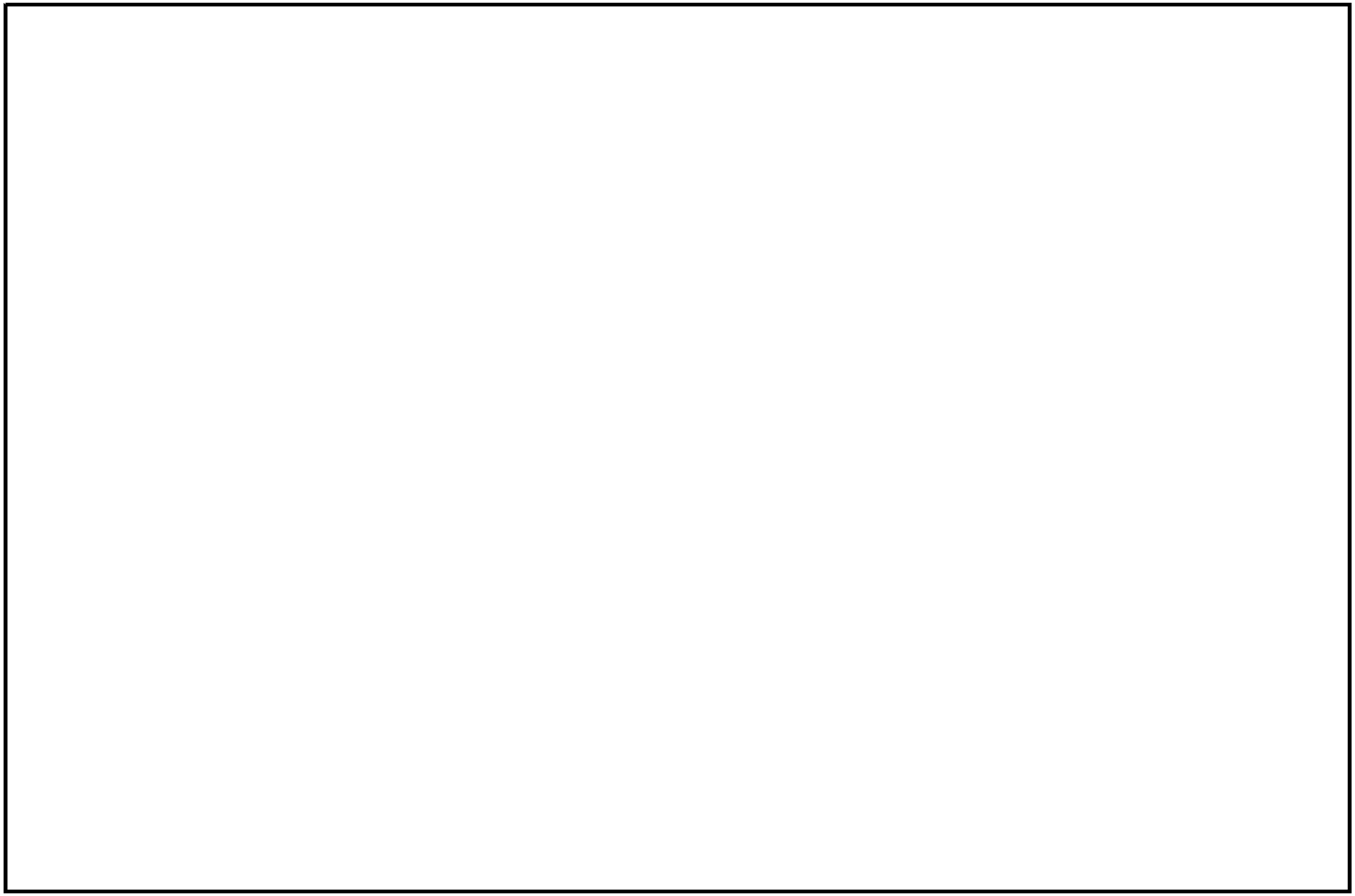
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	FCS-R-1	84	79	211	2.67	—	84	148	363	2.45	○	84	279	422	1.51	○	—	—	—
2	FCS-R-2	6	45	219	4.86	—	6	71	363	5.11	—	6	136	438	3.22	—	—	—	—
3	FCS-R-3	80	81	211	2.60	—	80	121	363	3.00	—	80	165	422	2.55	—	—	—	—
4	FCS-R-4	7	97	219	2.25	○	7	139	363	2.61	—	7	201	438	2.17	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

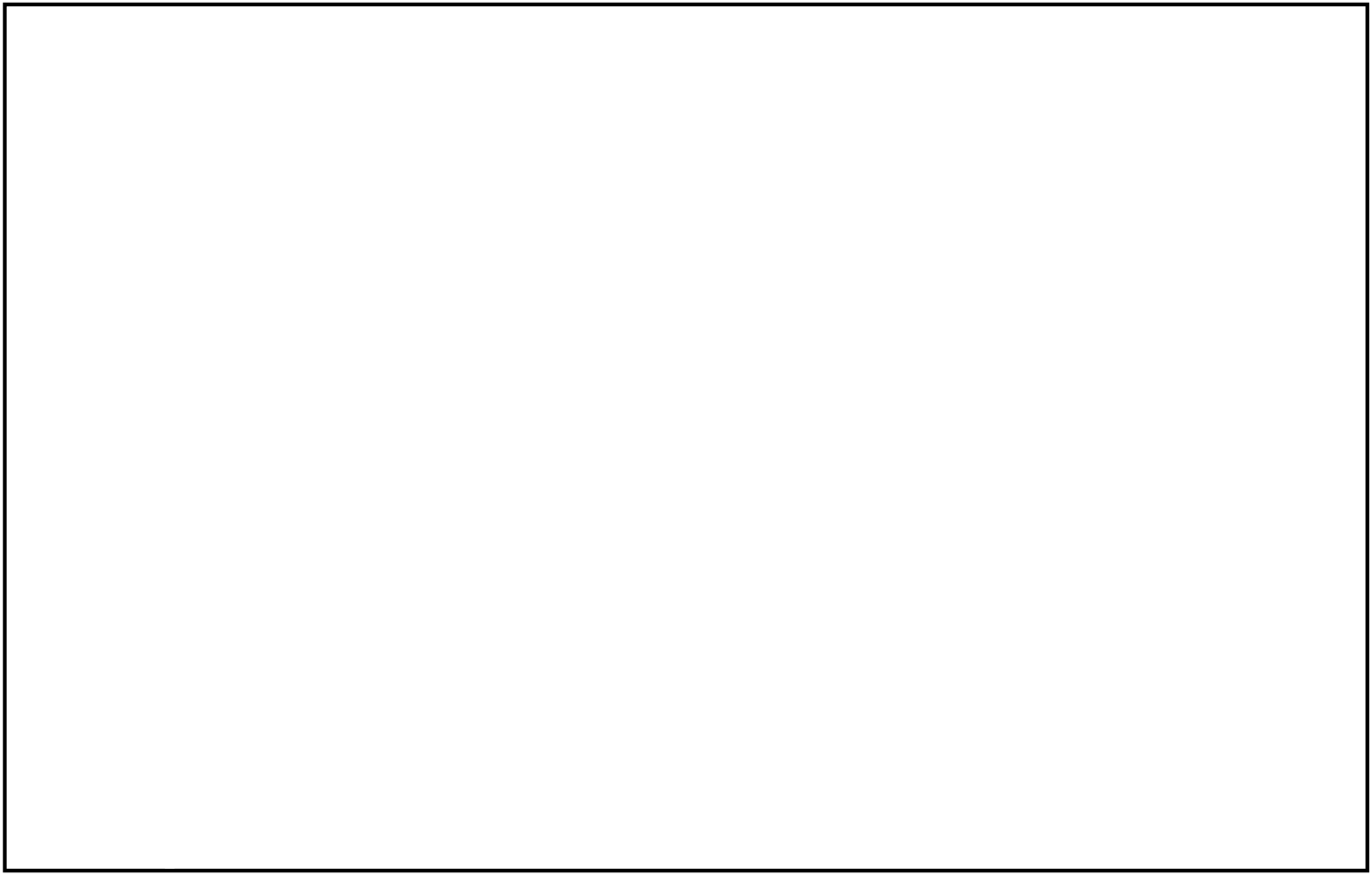


可燃性ガス濃度制御系概略系統図

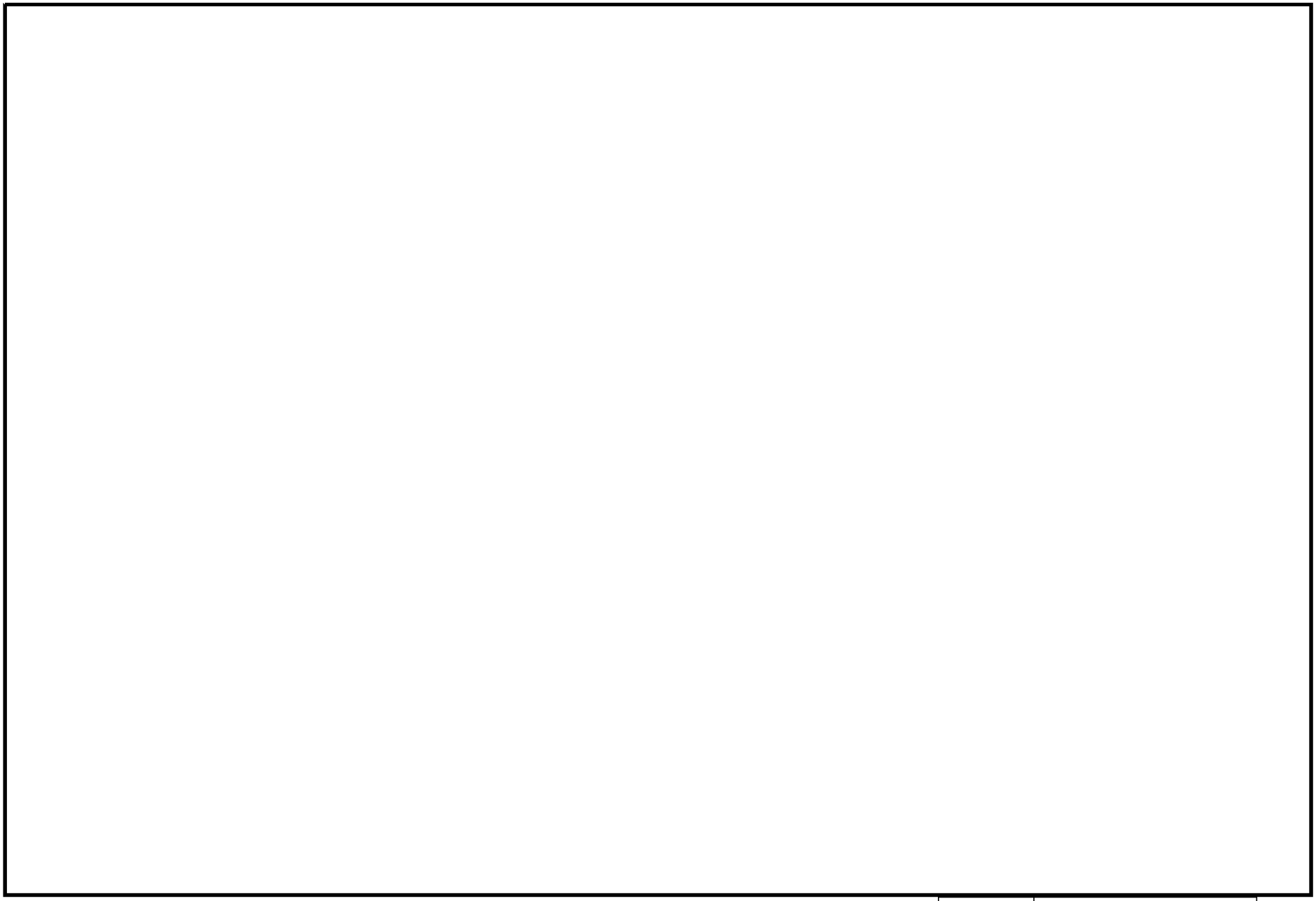
鳥瞰図	FCS-R-1(1/2)



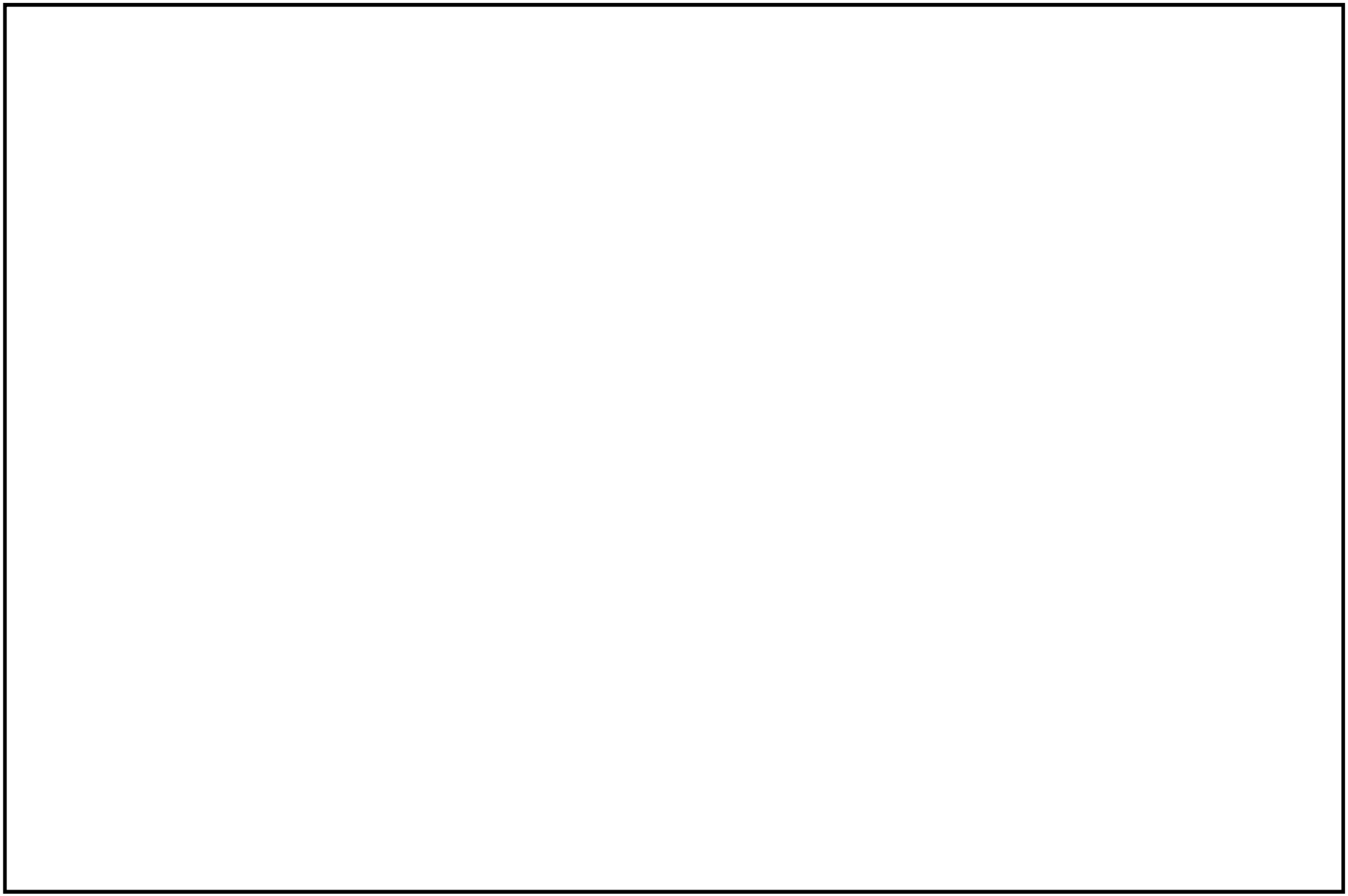
鳥瞰図	FCS-R-1(2/2)



鳥瞰図	FCS-R-2(1/4)

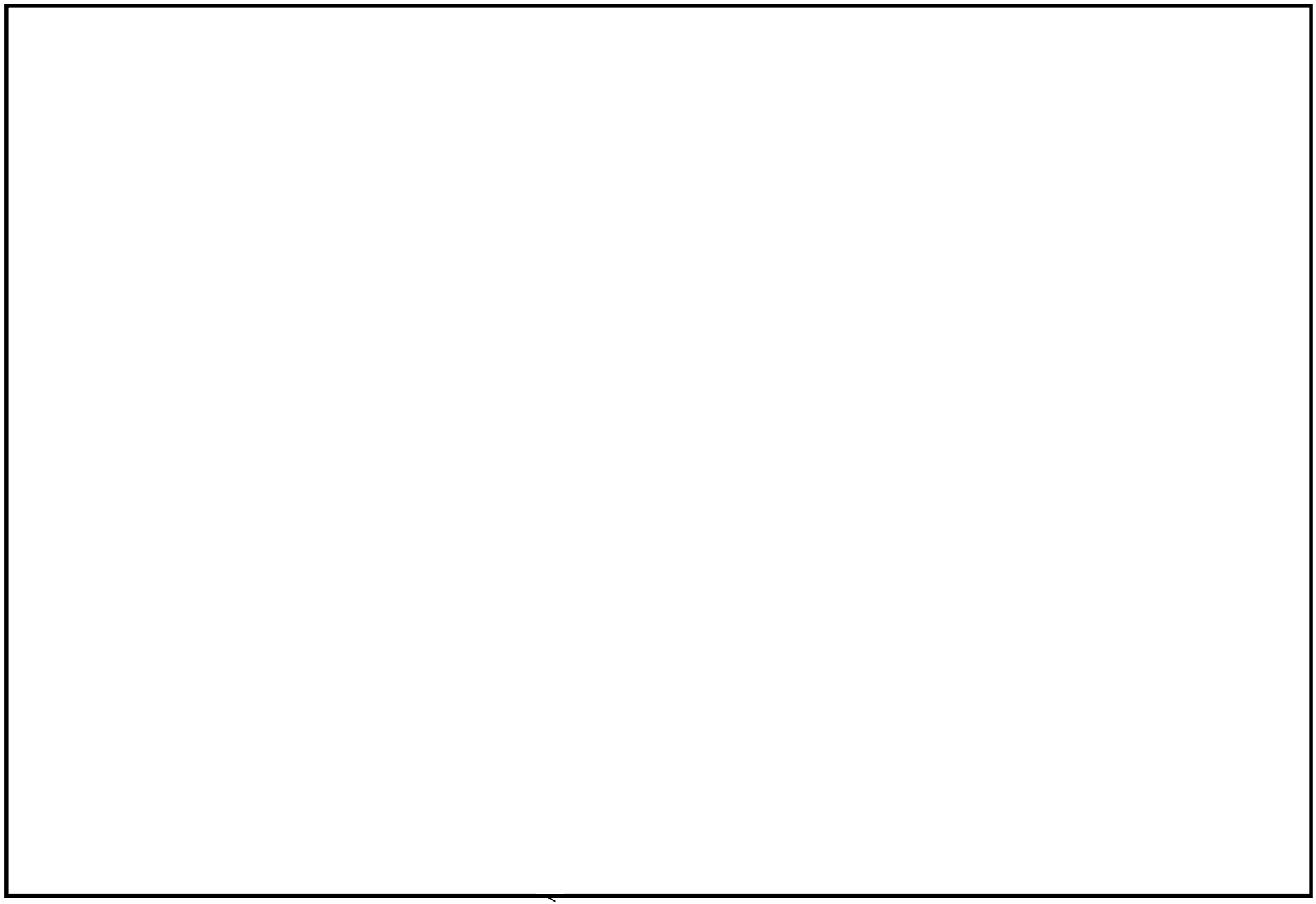


鳥瞰図	FCS-R-2(2/4)

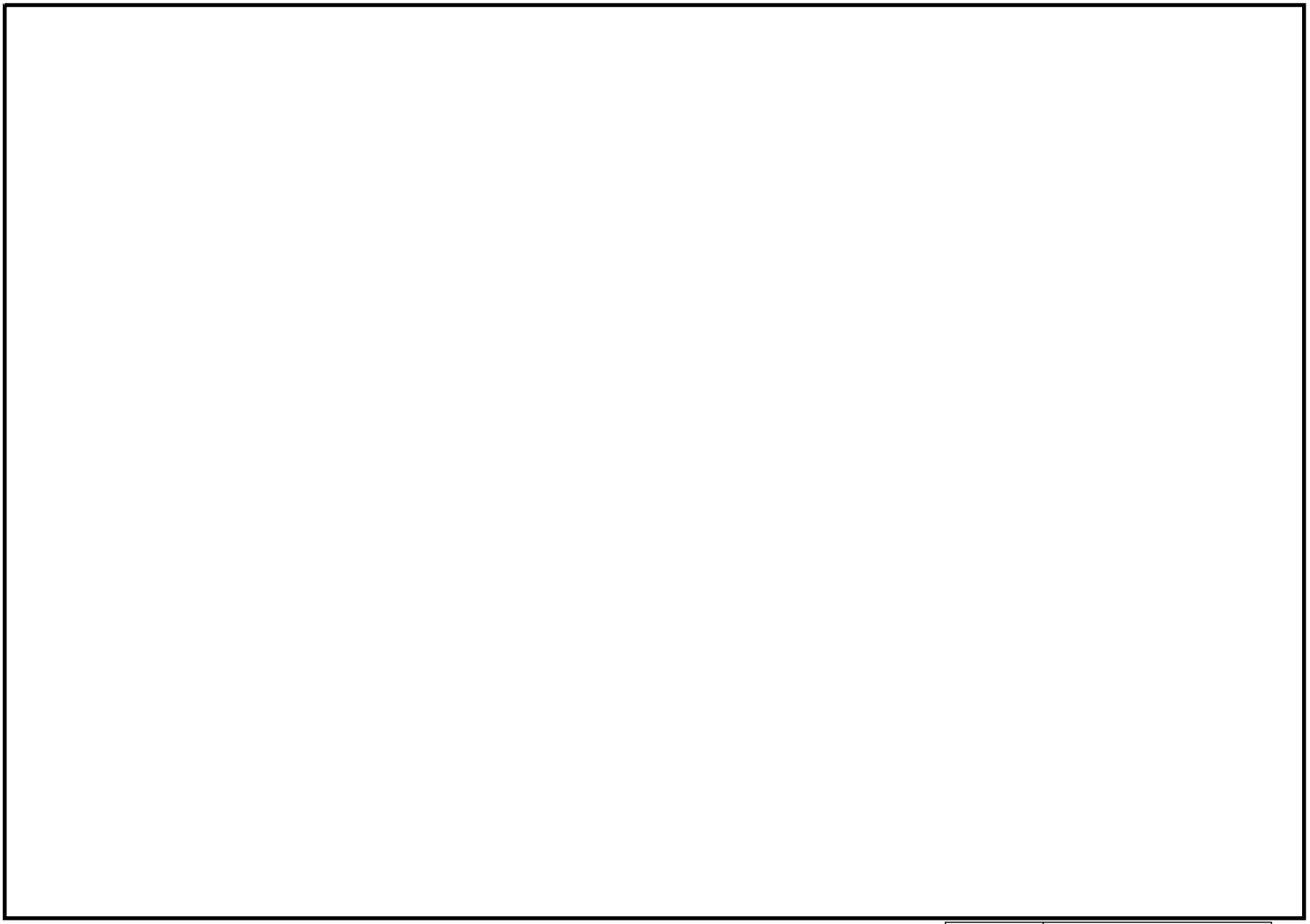


鳥瞰図	FCS-R-2(3/4)

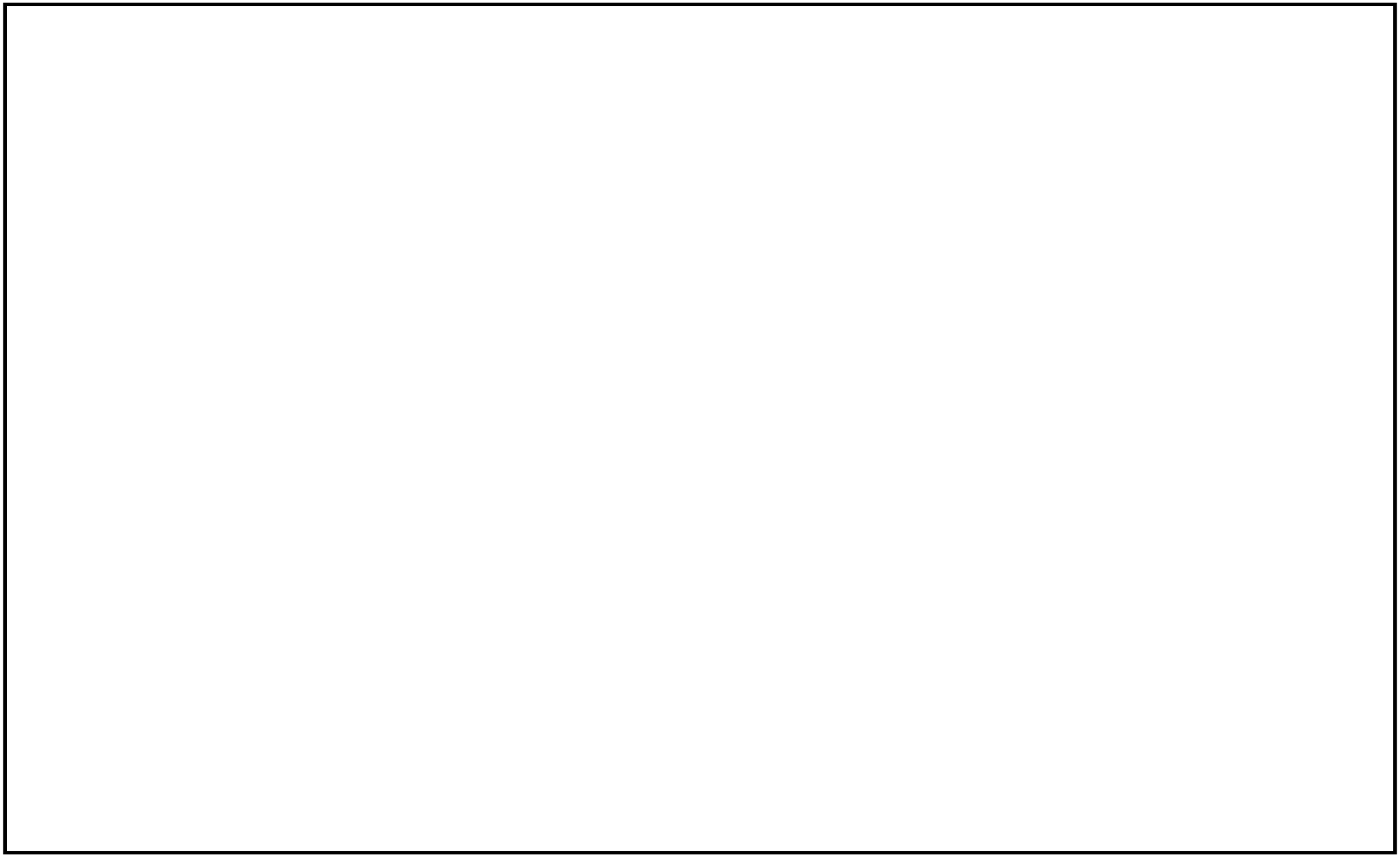
鳥瞰図	FCS-R-2(4/4)



鳥瞰図	FCS-R-3(1/3)

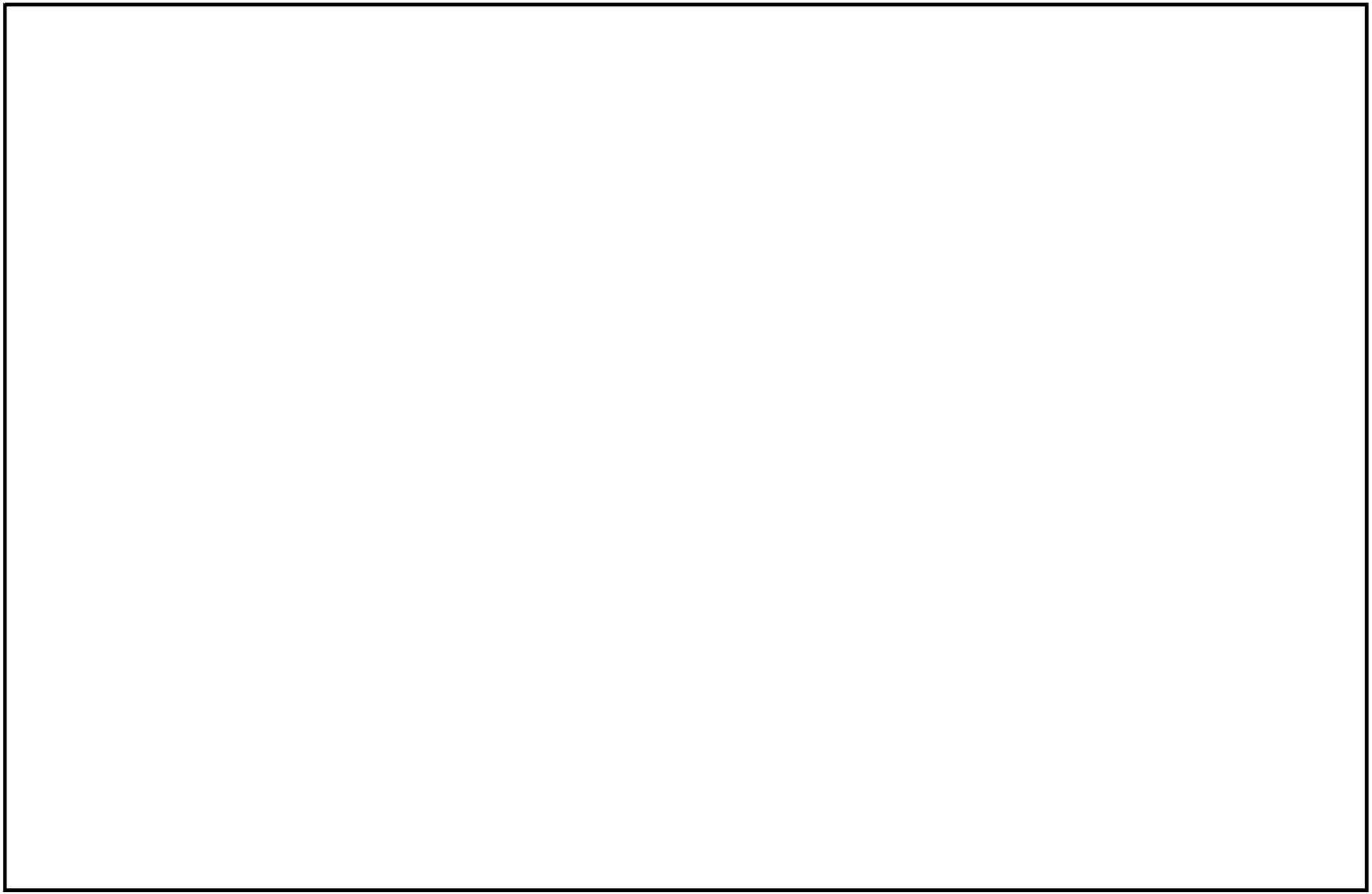


鳥瞰図	FCS-R-3(2/3)

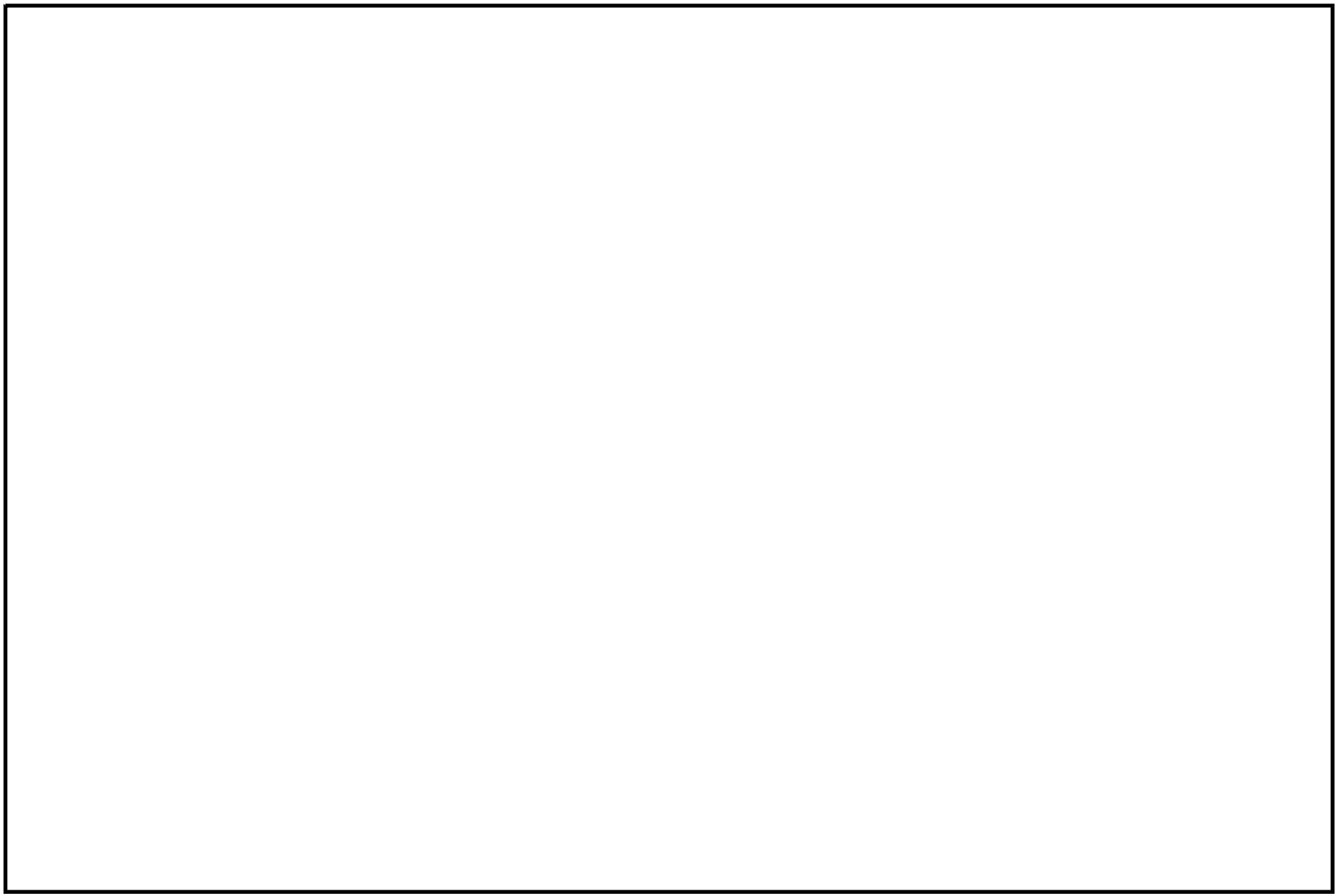


鳥瞰図	FCS-R-3(3/3)

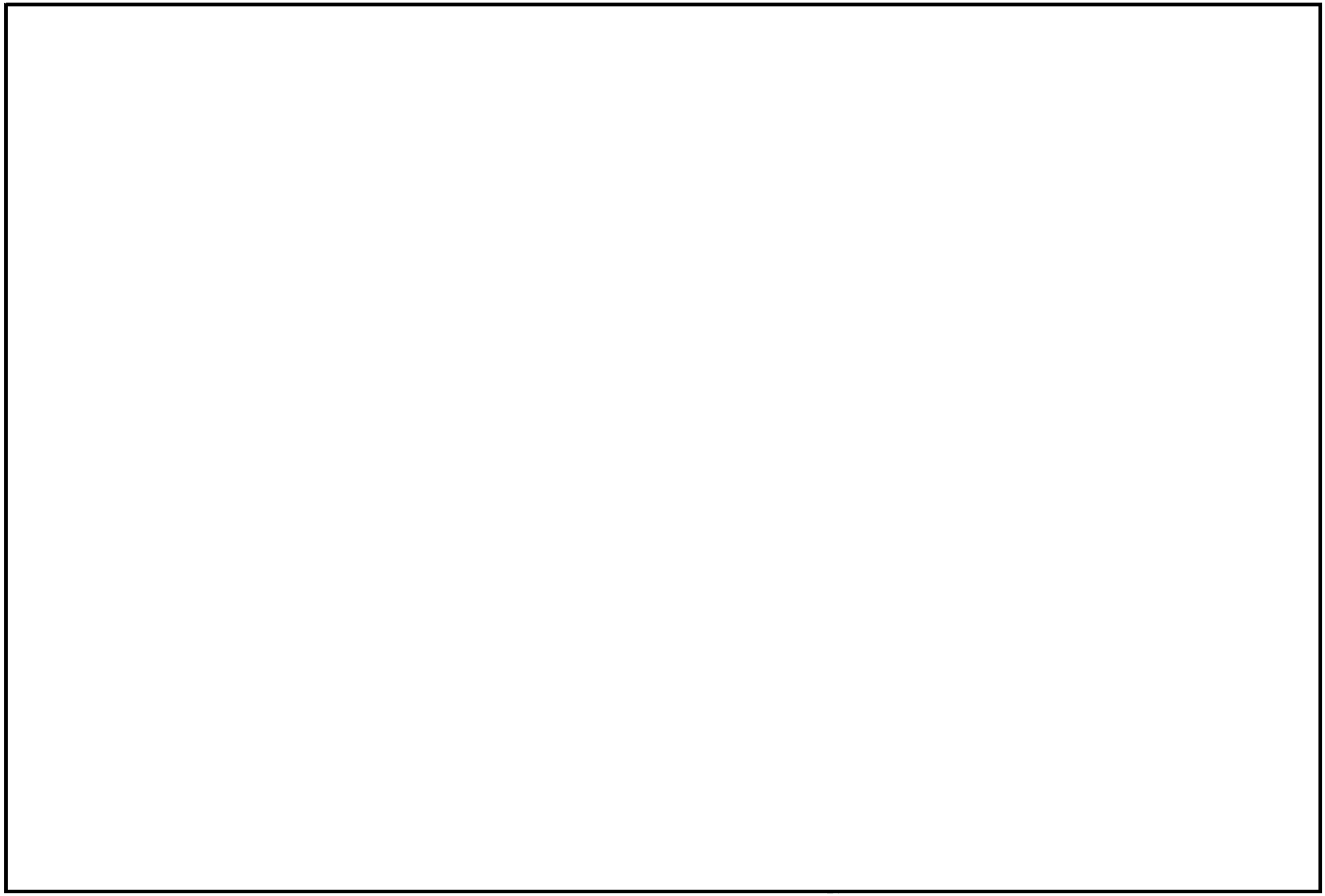
鳥瞰図	FCS-R-4(1/5)



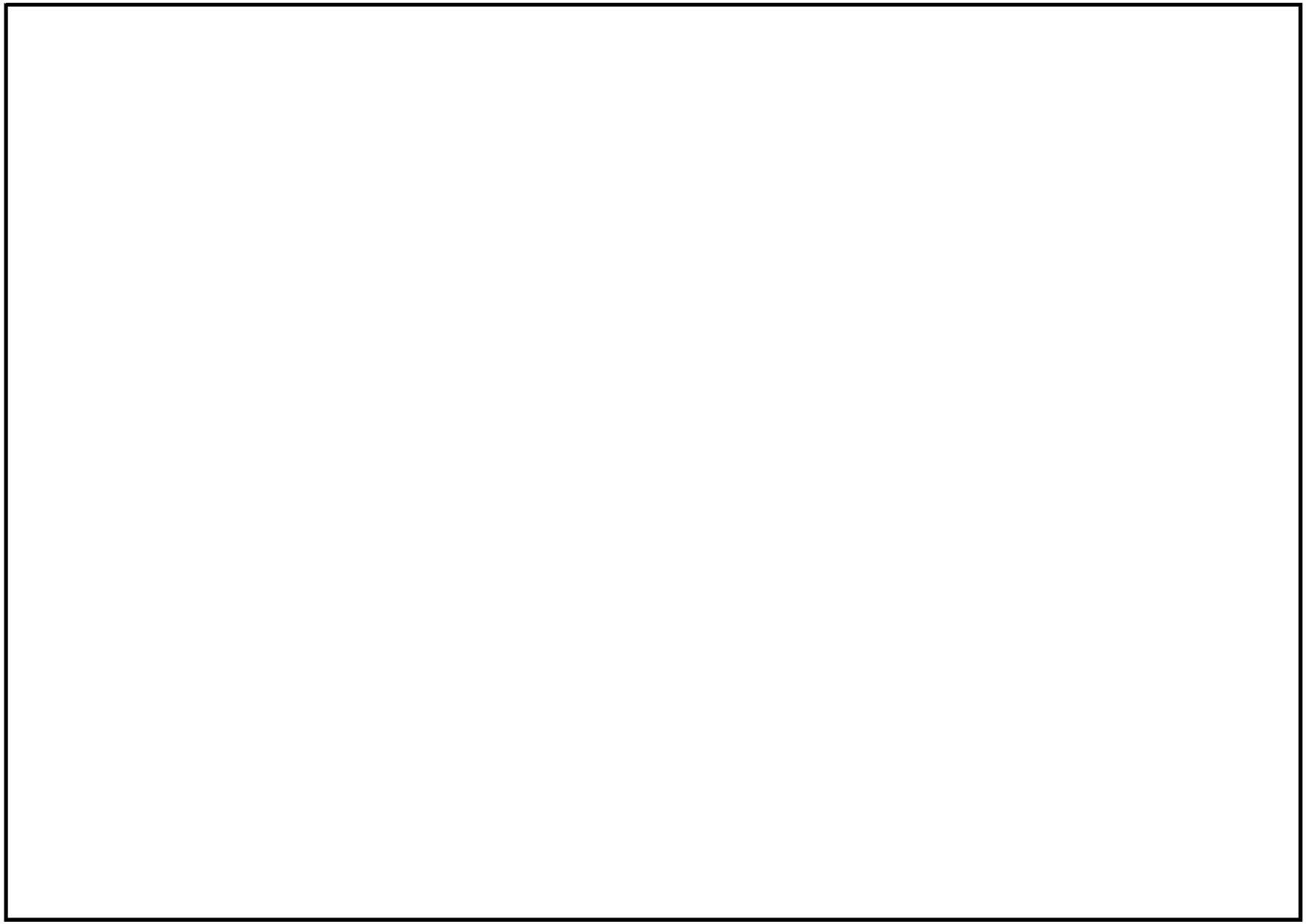
鳥瞰図	FCS-R-4(2/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(3/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(4/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(5/5)

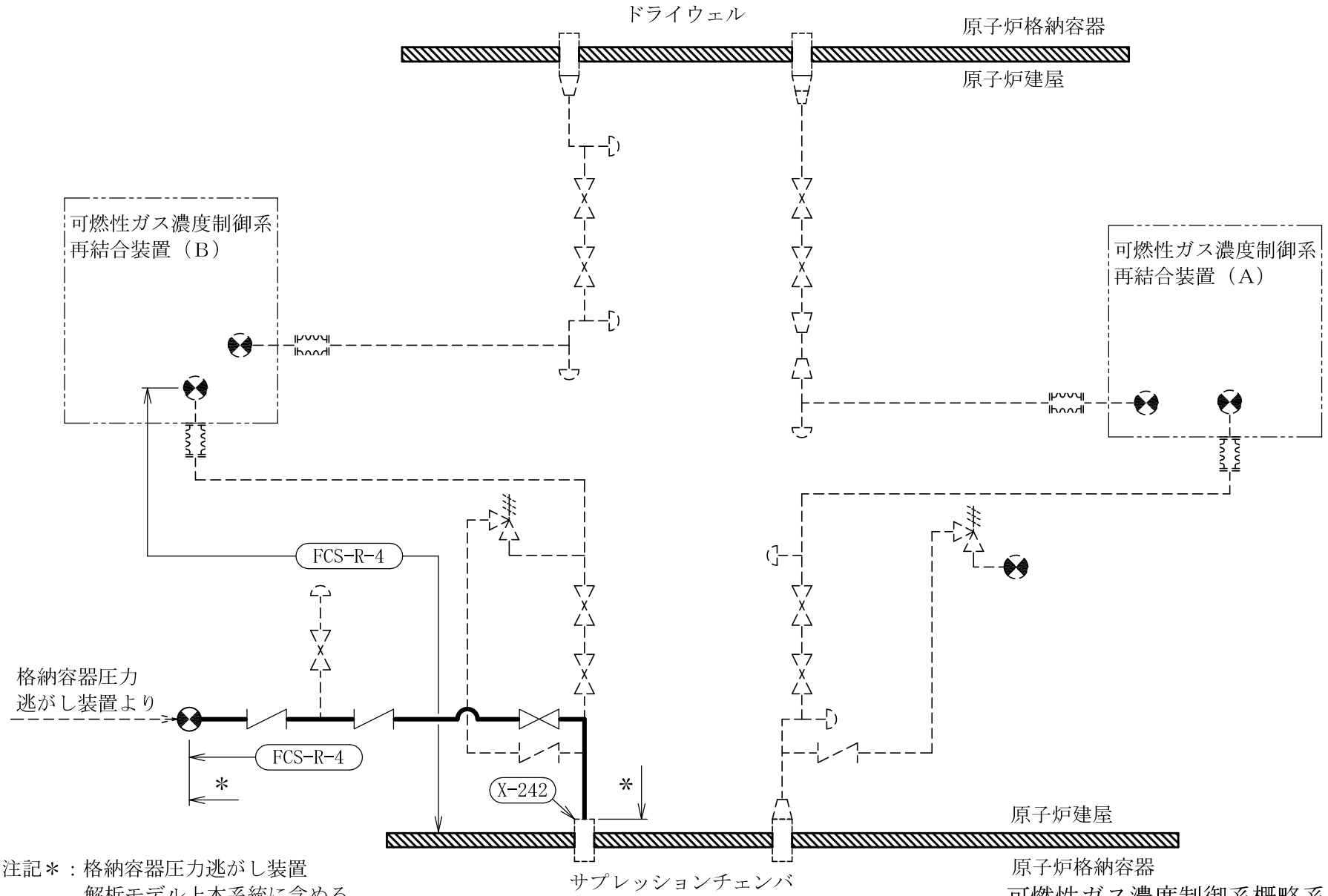
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

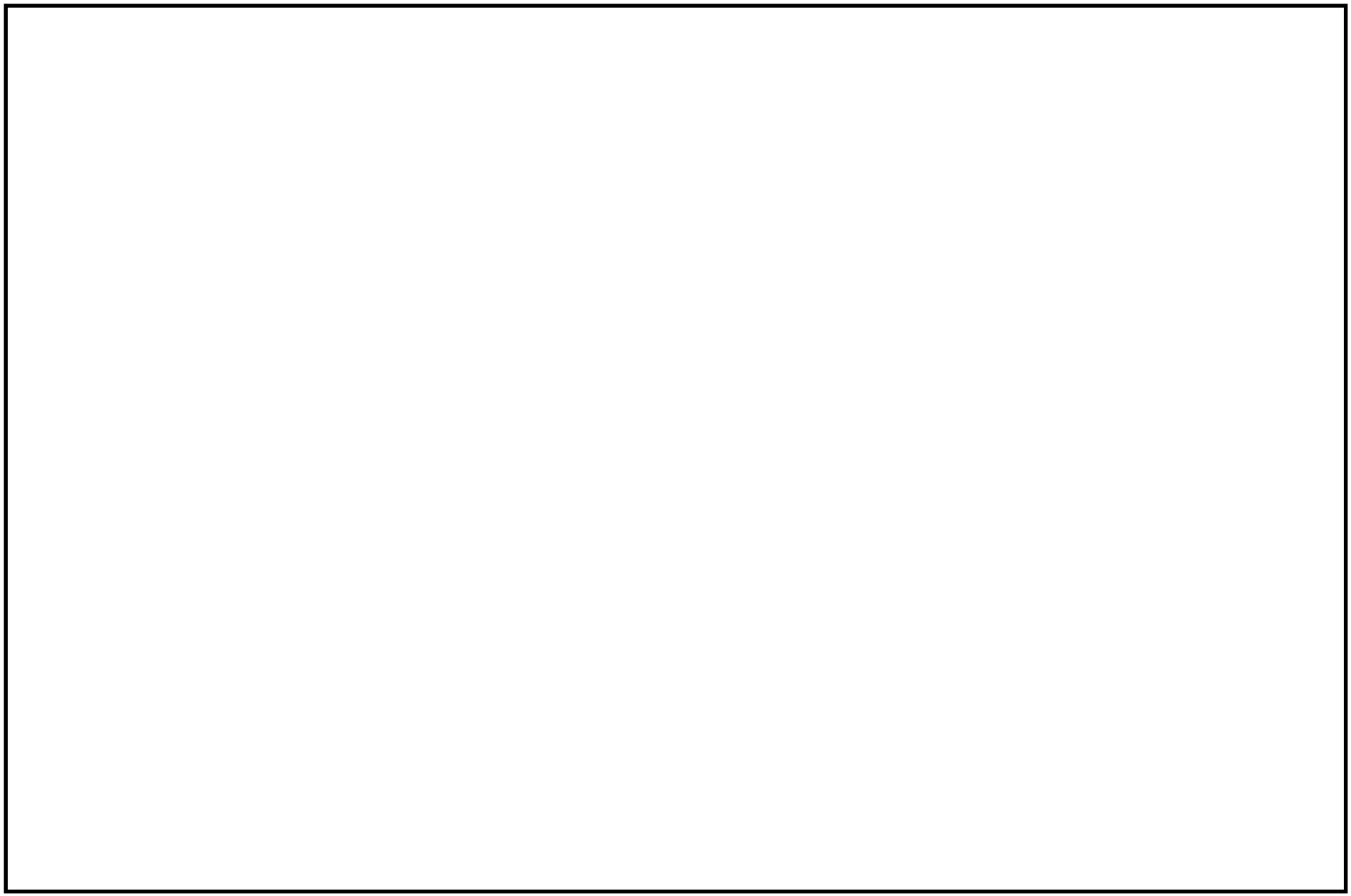
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	FCS-R-4	7	142	363	2.55	○	7	204	414	2.02	○	—	—	—



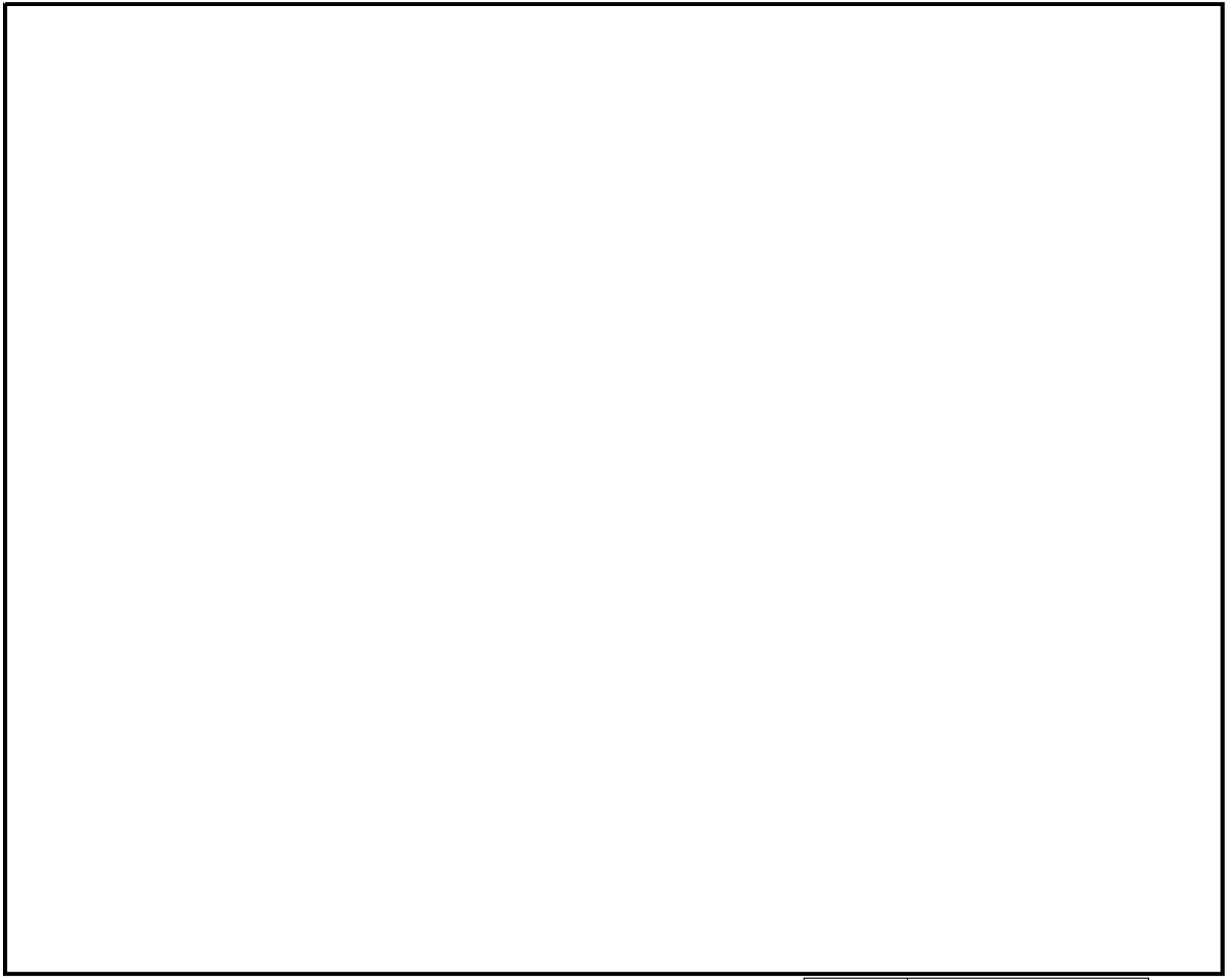
注記＊：格納容器圧力逃がし装置
解析モデル上本系統に含める。

可燃性ガス濃度制御系概略系統図

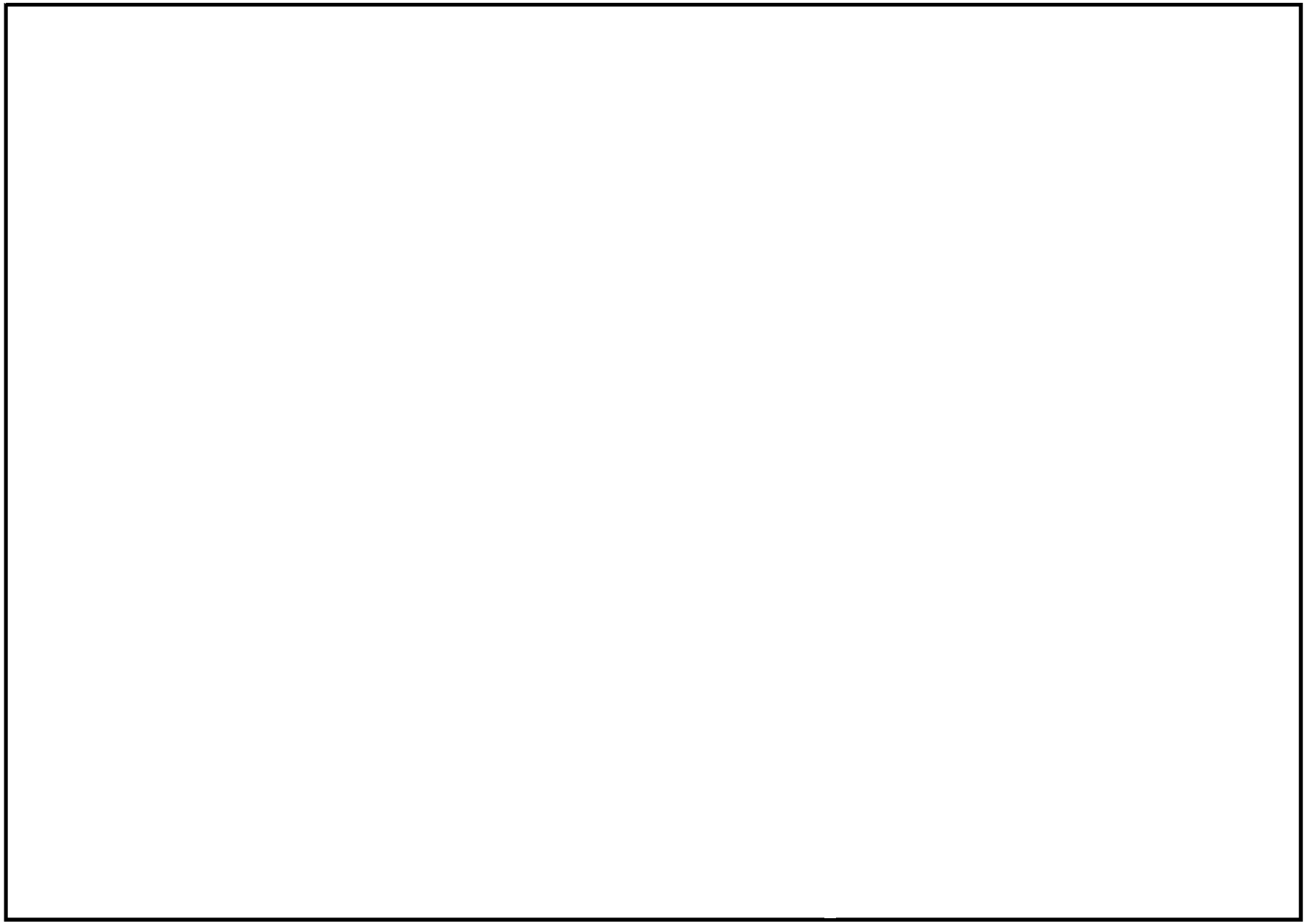


鳥瞰図	FCS-R-4(1/5)

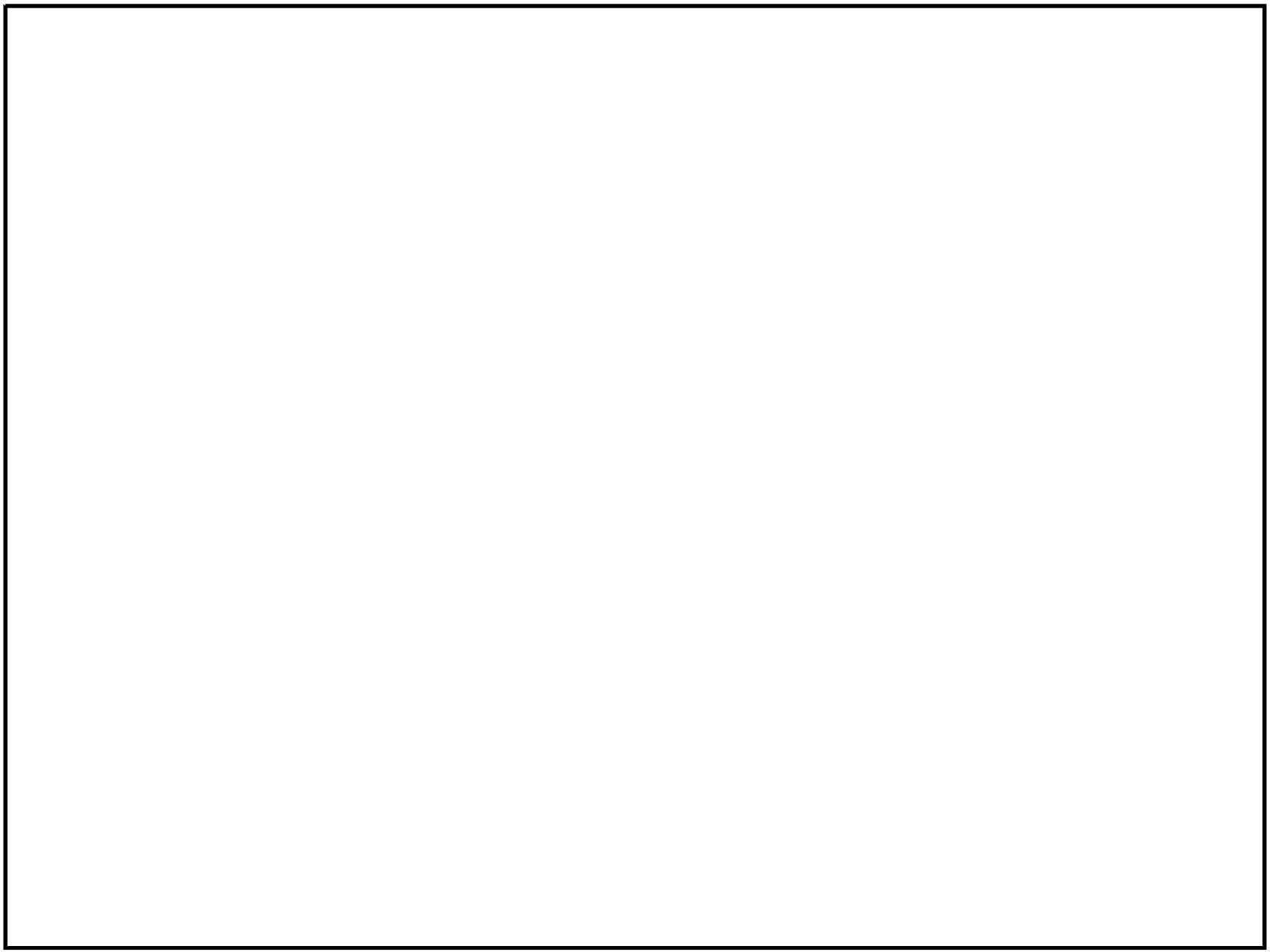
鳥瞰図	FCS-R-4(2/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(3/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(4/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(5/5)

22. 可燃性ガス濃度制御系の計算モデル

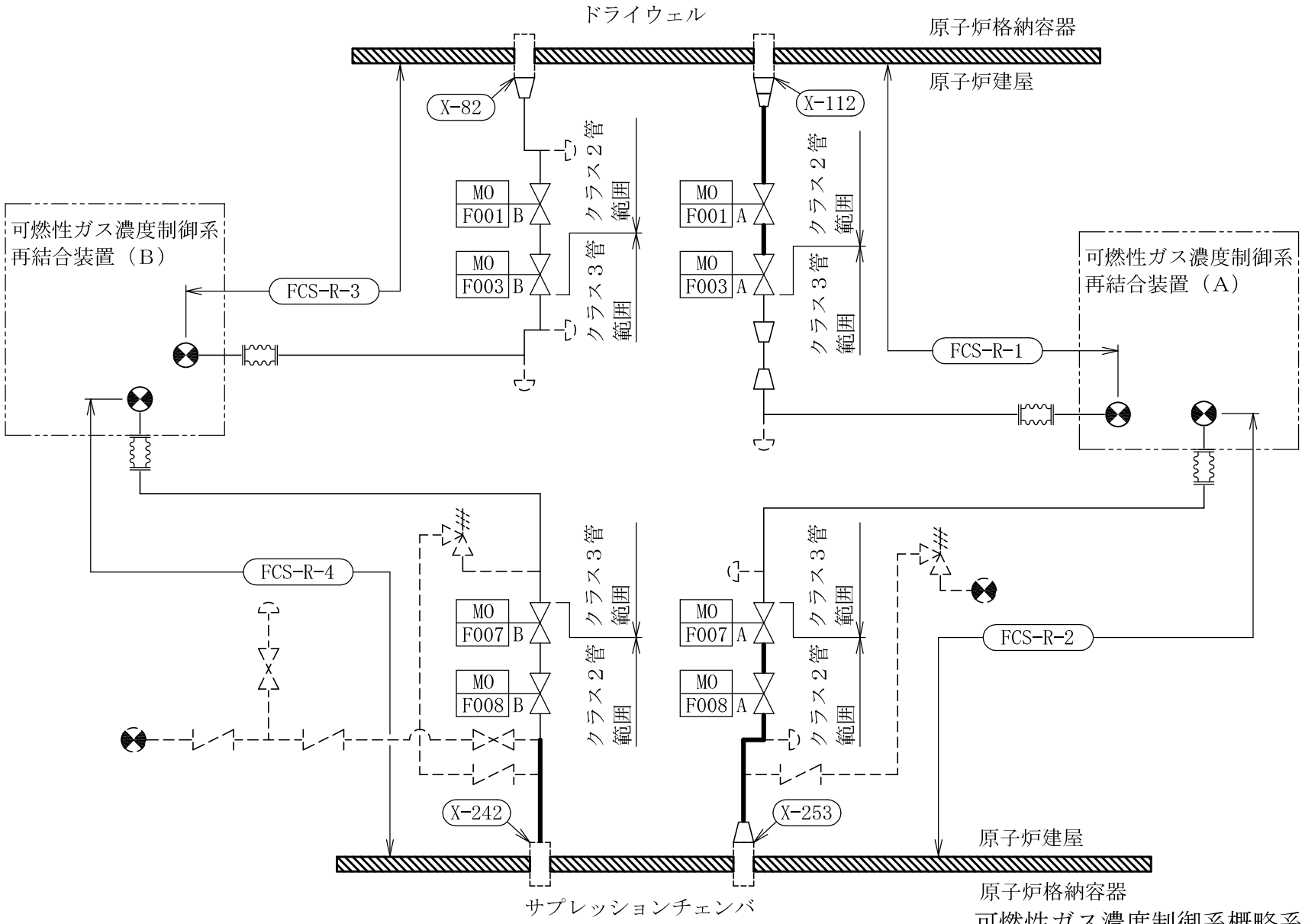
・Ⅴ-3-3-6-2-5-2-1-2　管の応力計算書

設計基準対象施設

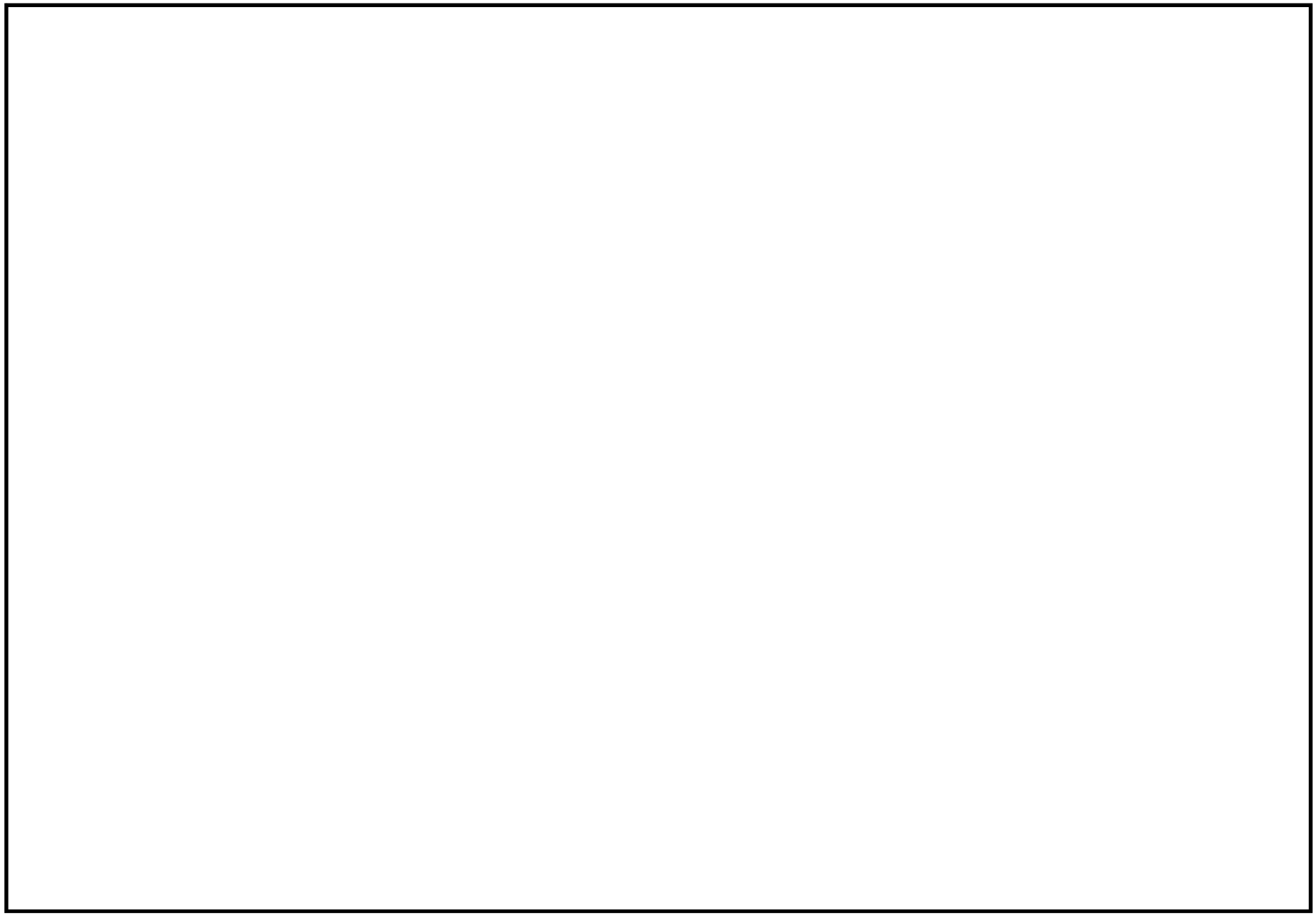
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２管）

No.	配管モデル	供用状態（A，B）[*1]					供用状態（A，B）[*2]				
		一次＋二次応力					一次＋二次応力				
		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	FCS-R-1	84	35	257	7.34	—	84	35	278	7.94	—
2	FCS-R-2	6	99	257	2.59	○	6	99	278	2.80	○
3	FCS-R-4	5	70	257	3.67	—	5	71	278	3.91	—

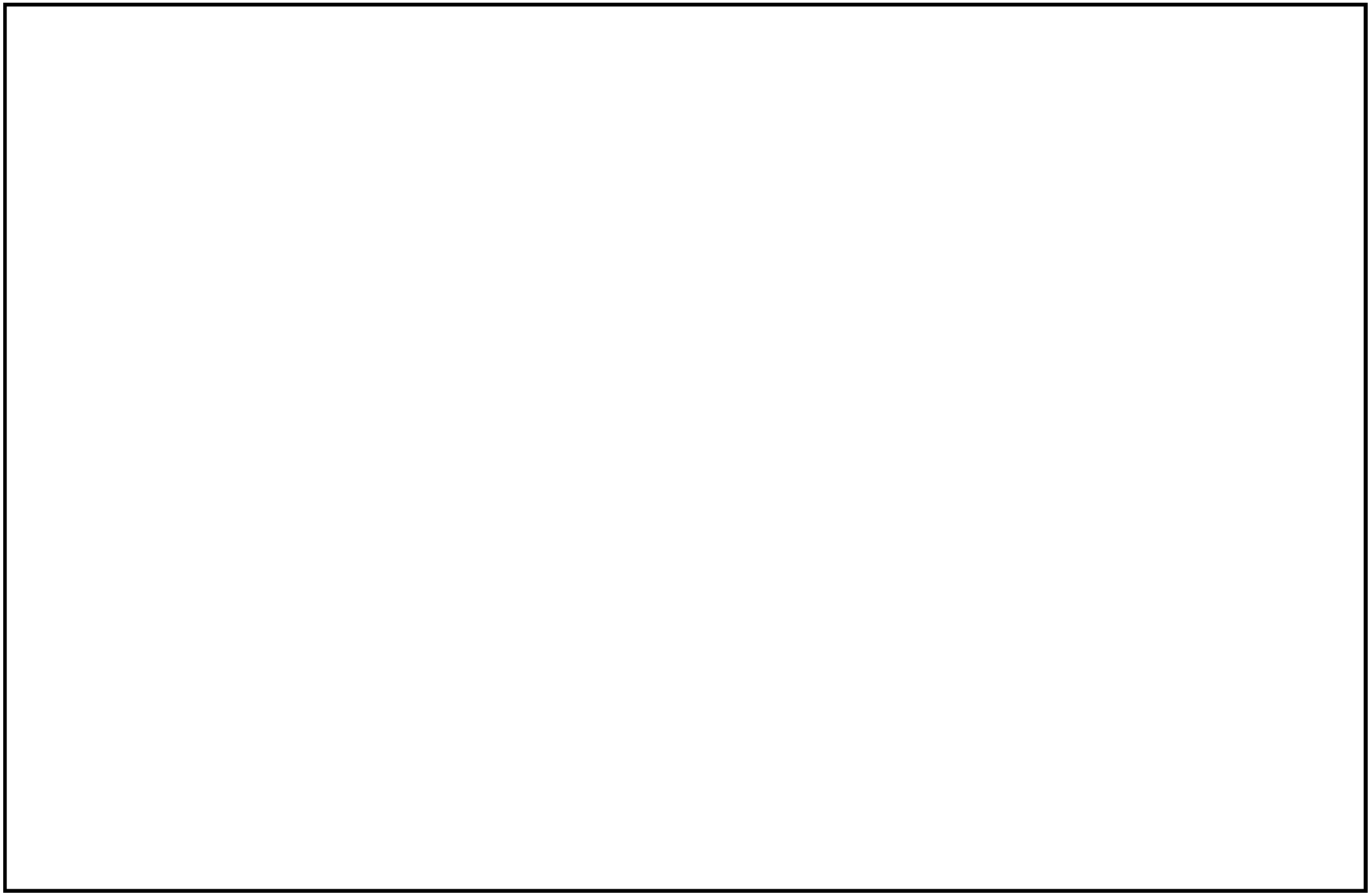
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3530(1)a.に基づき計算した一次＋二次応力を示す。
＊2：設計・建設規格　PPC-3530(1)b.に基づき計算した一次＋二次応力を示す。



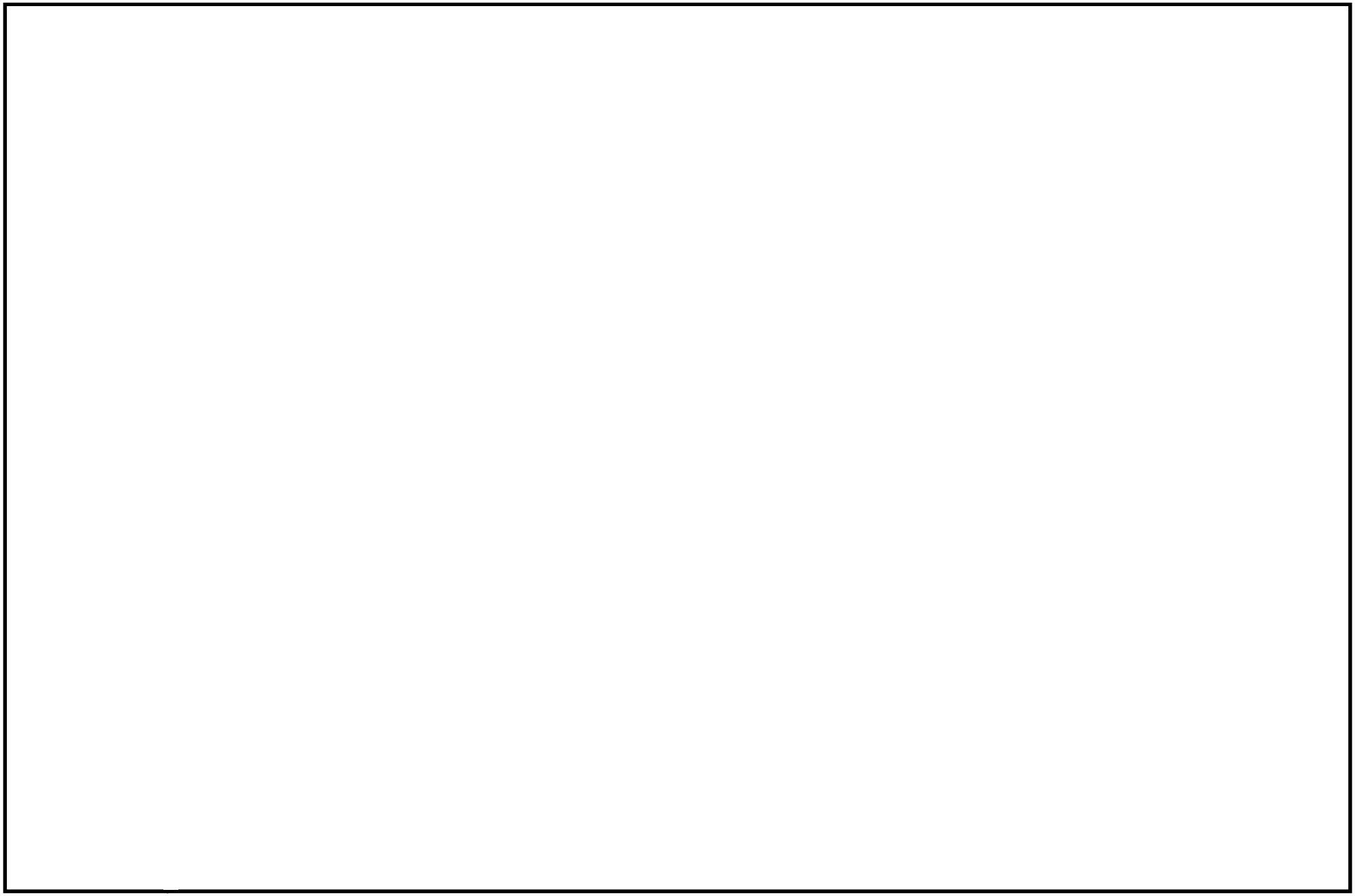
可燃性ガス濃度制御系概略系統図



鳥瞰図	FCS-R-1(1/2)



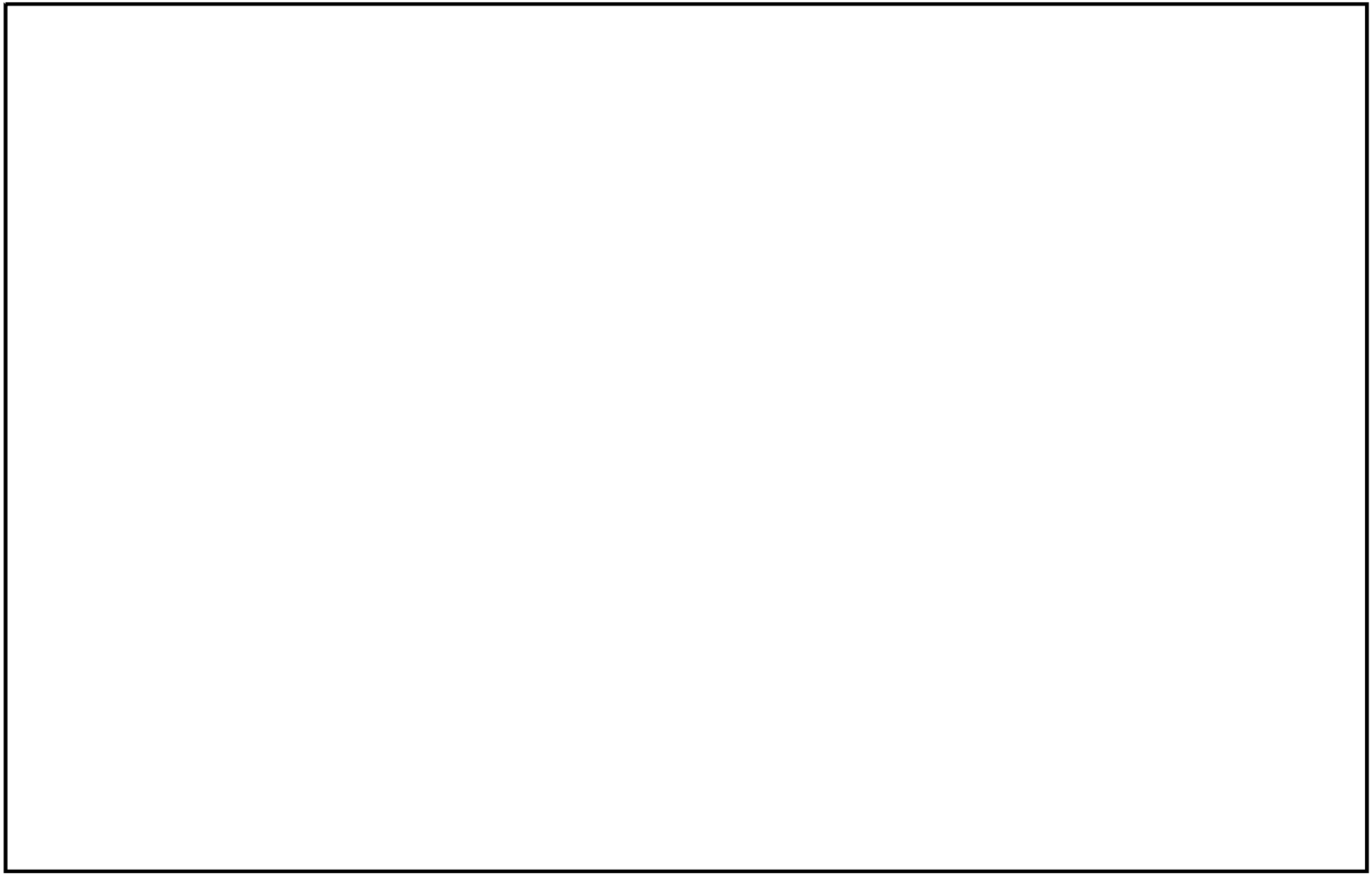
鳥瞰図	FCS-R-1(2/2)



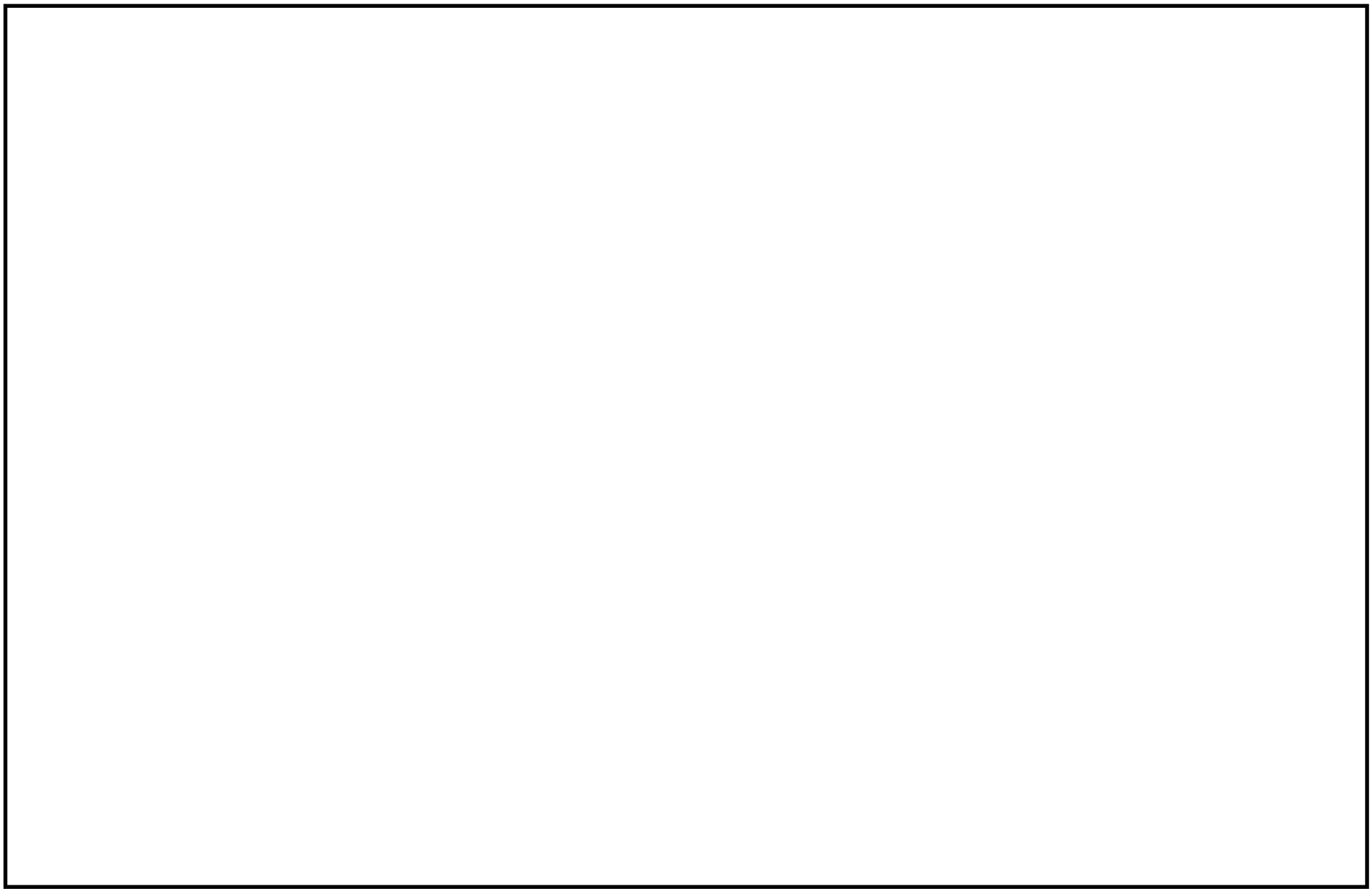
鳥瞰図	FCS-R-2(1/4)

鳥瞰図	FCS-R-2(2/4)

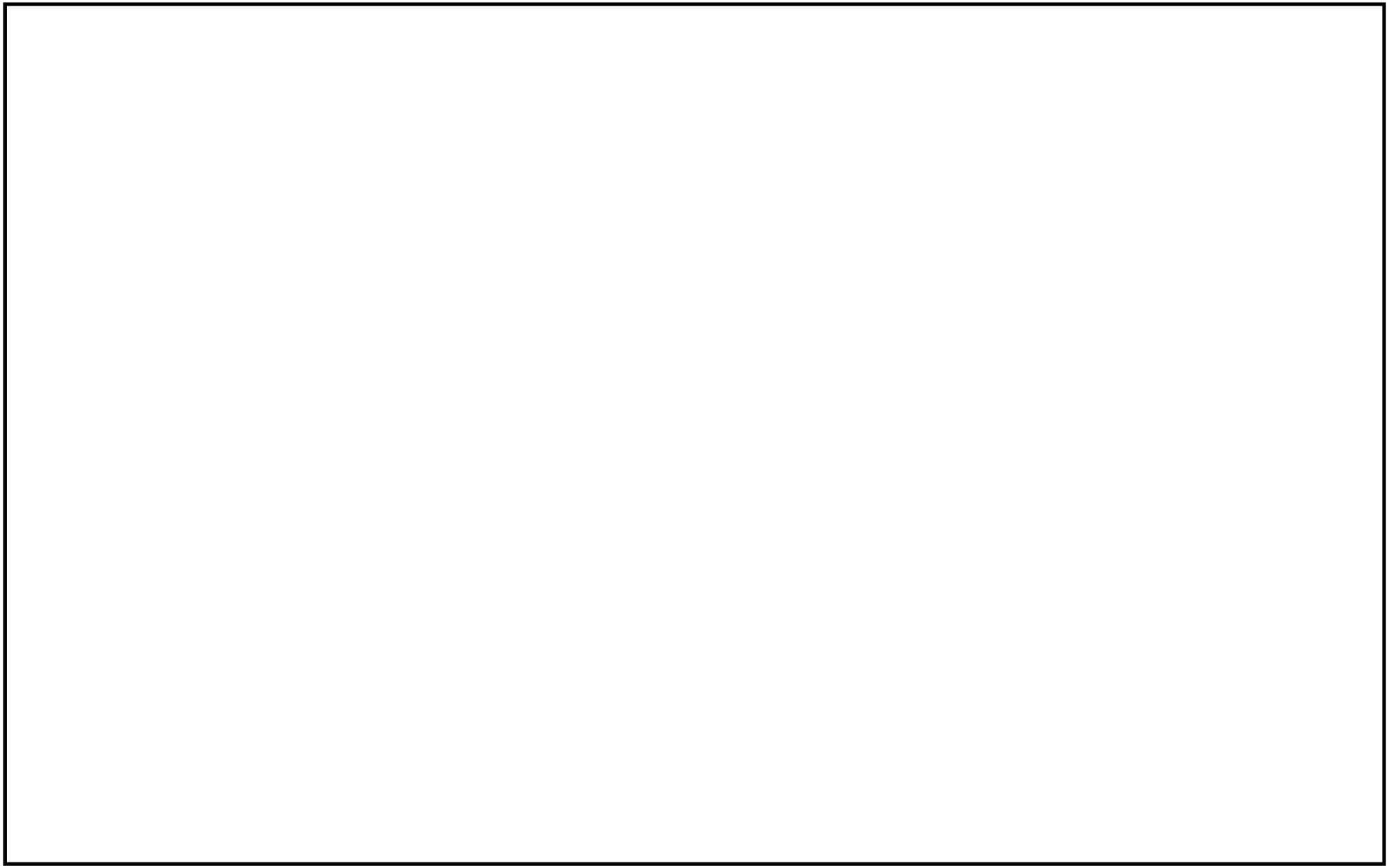
鳥瞰図	FCS-R-2(3/4)



鳥瞰図	FCS-R-2(4/4)

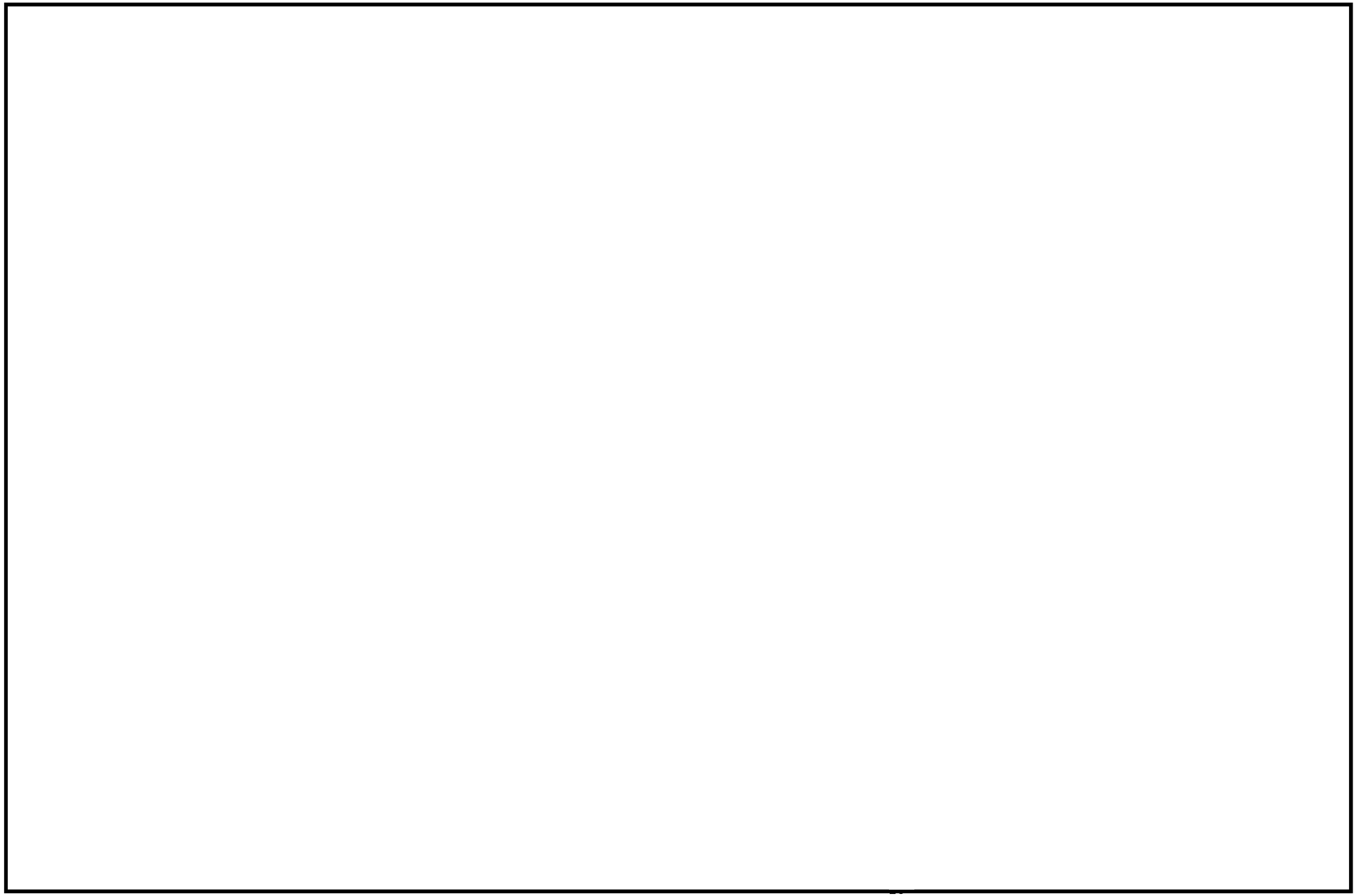


鳥瞰図	FCS-R-4(1/5)

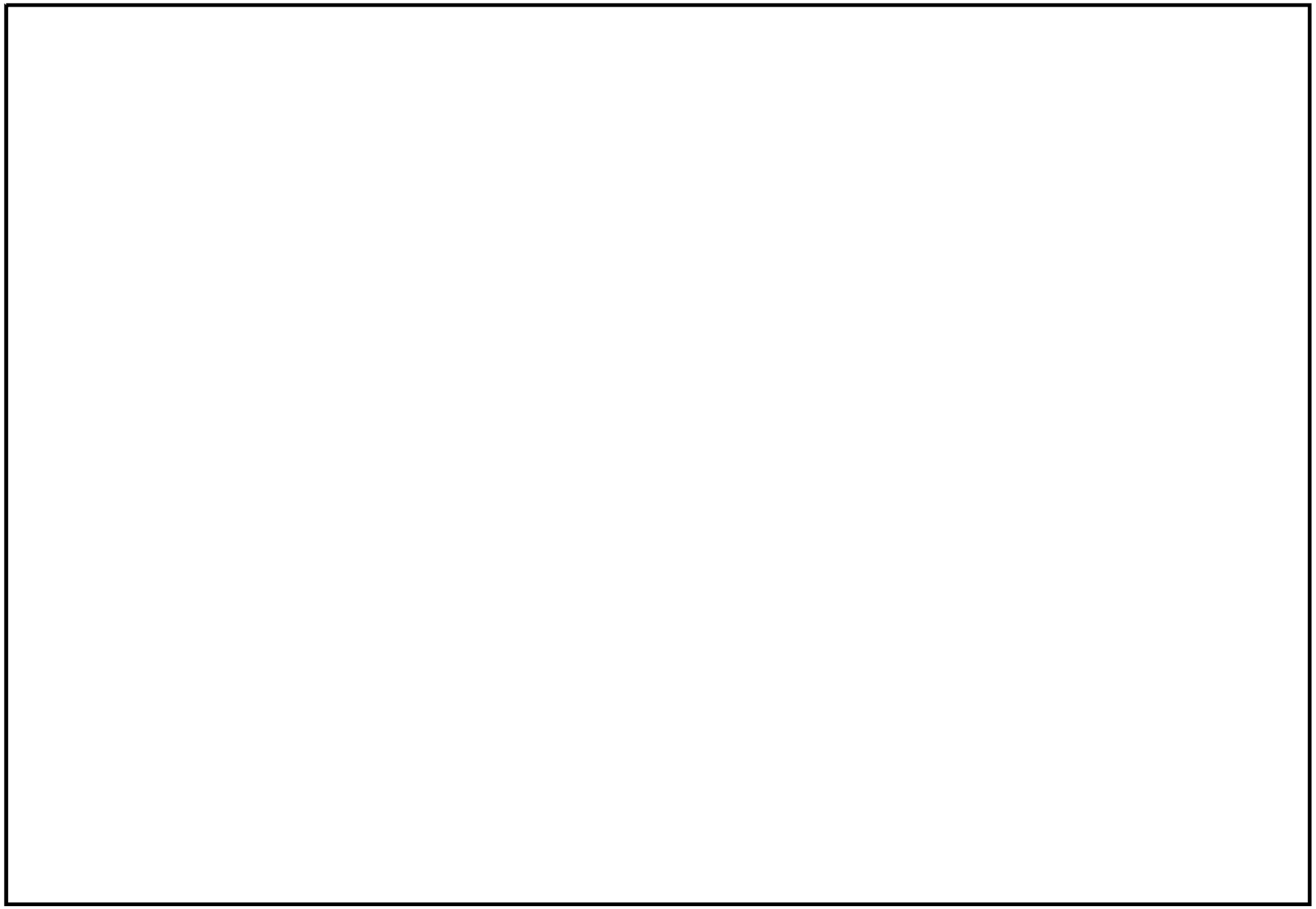


鳥瞰図	FCS-R-4(2/5)

鳥瞰図	FCS-R-4(3/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(4/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(5/5)

重大事故等対処設備

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	FCS-R-4	7	28	154	5.50	○	7	29	185	6.37	○

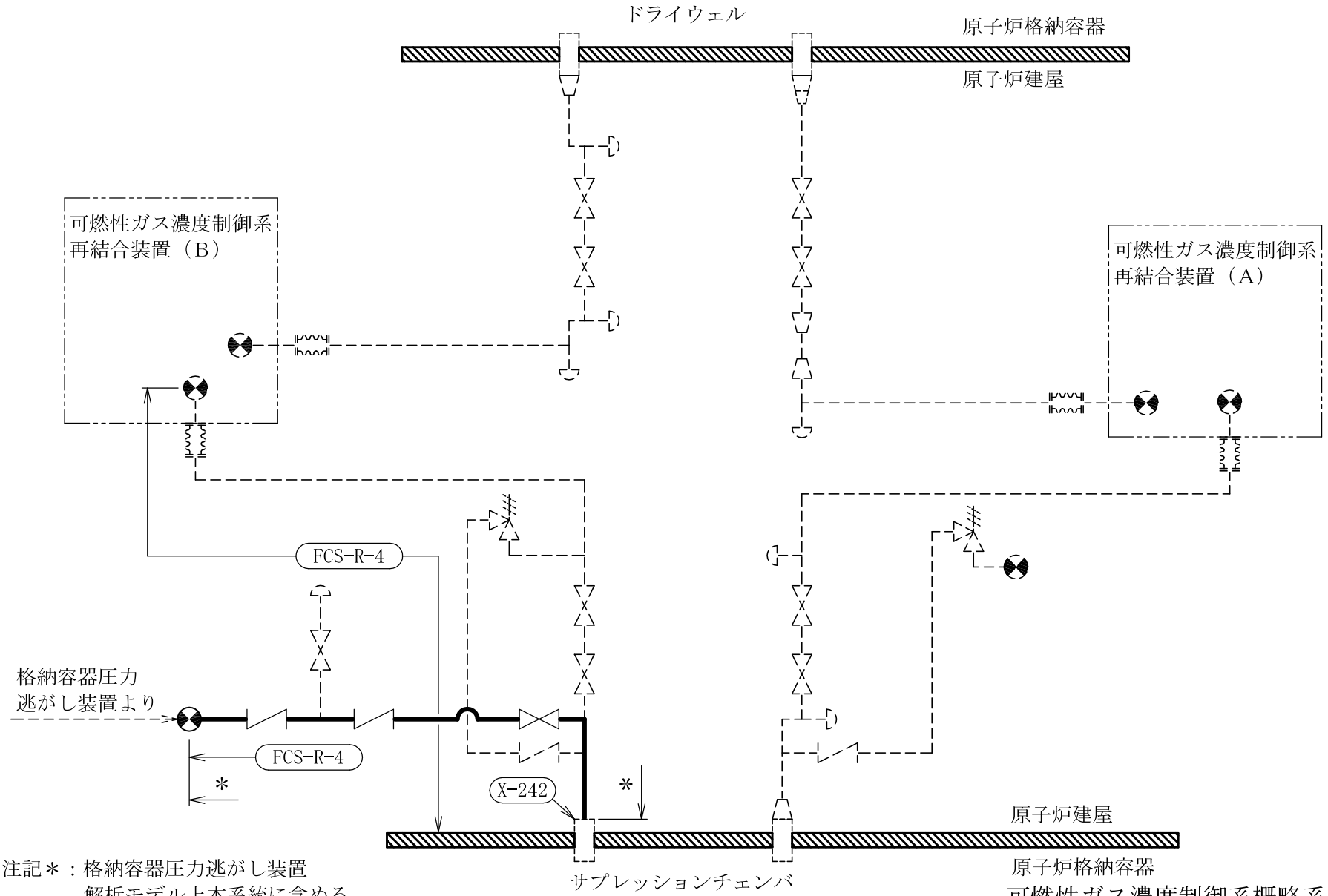
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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）

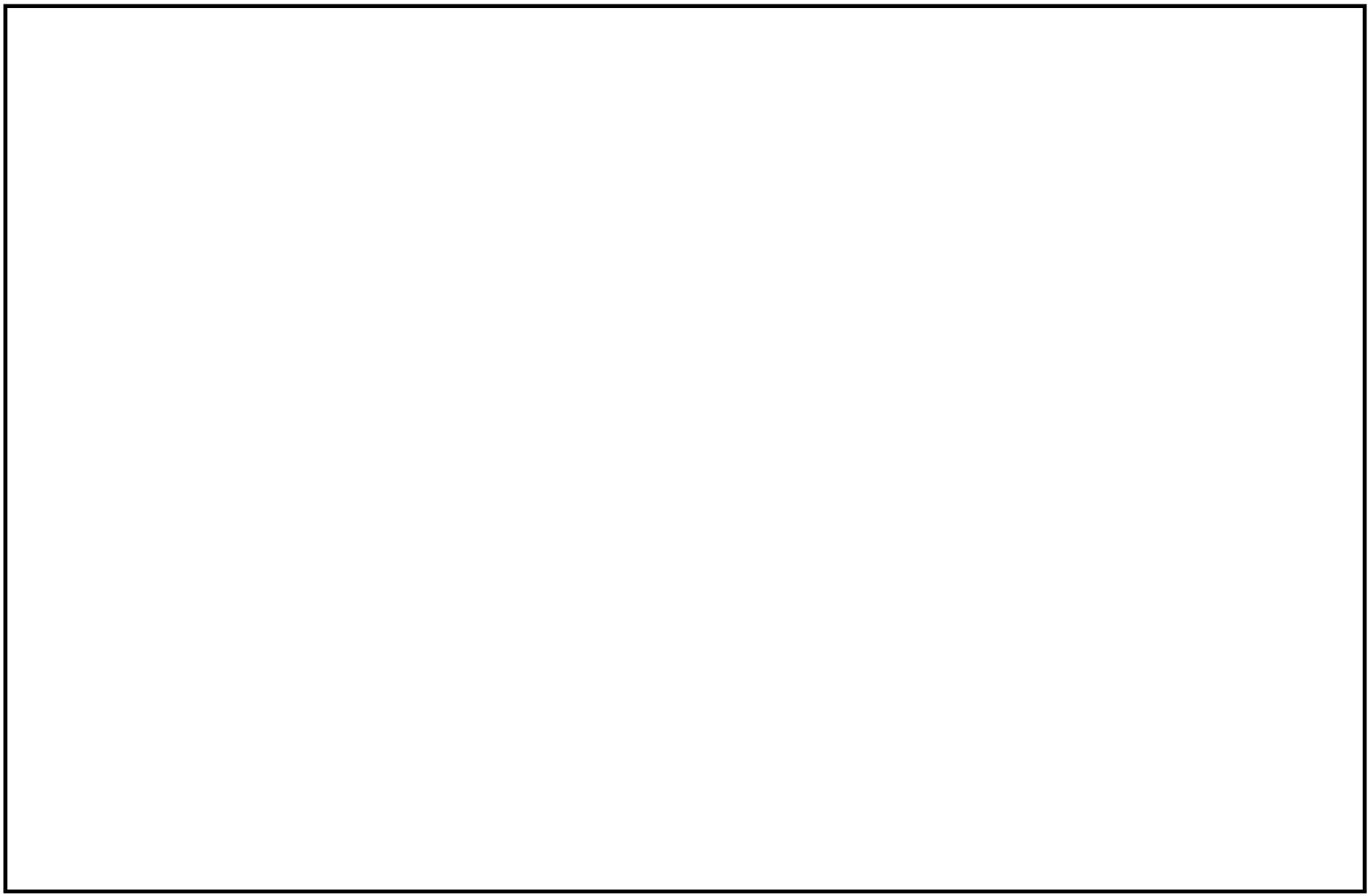
No.	配管モデル	許容応力状態Ⅴ[*1]					許容応力状態Ⅴ[*2]				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	FCS-R-4	7	41	103	2.51	○	7	41	123	3.00	○

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。

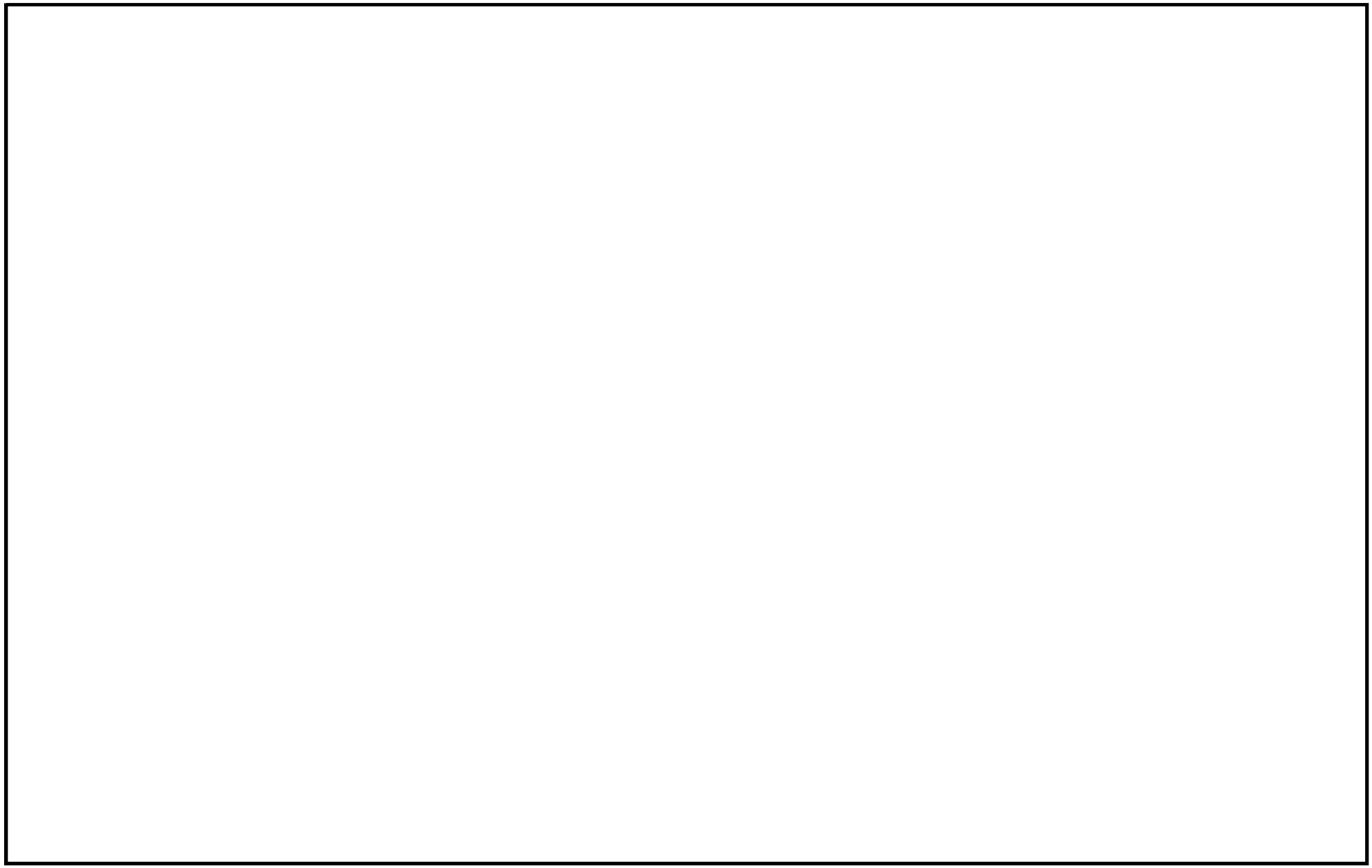


注記＊：格納容器圧力逃がし装置
解析モデル上本系統に含める。

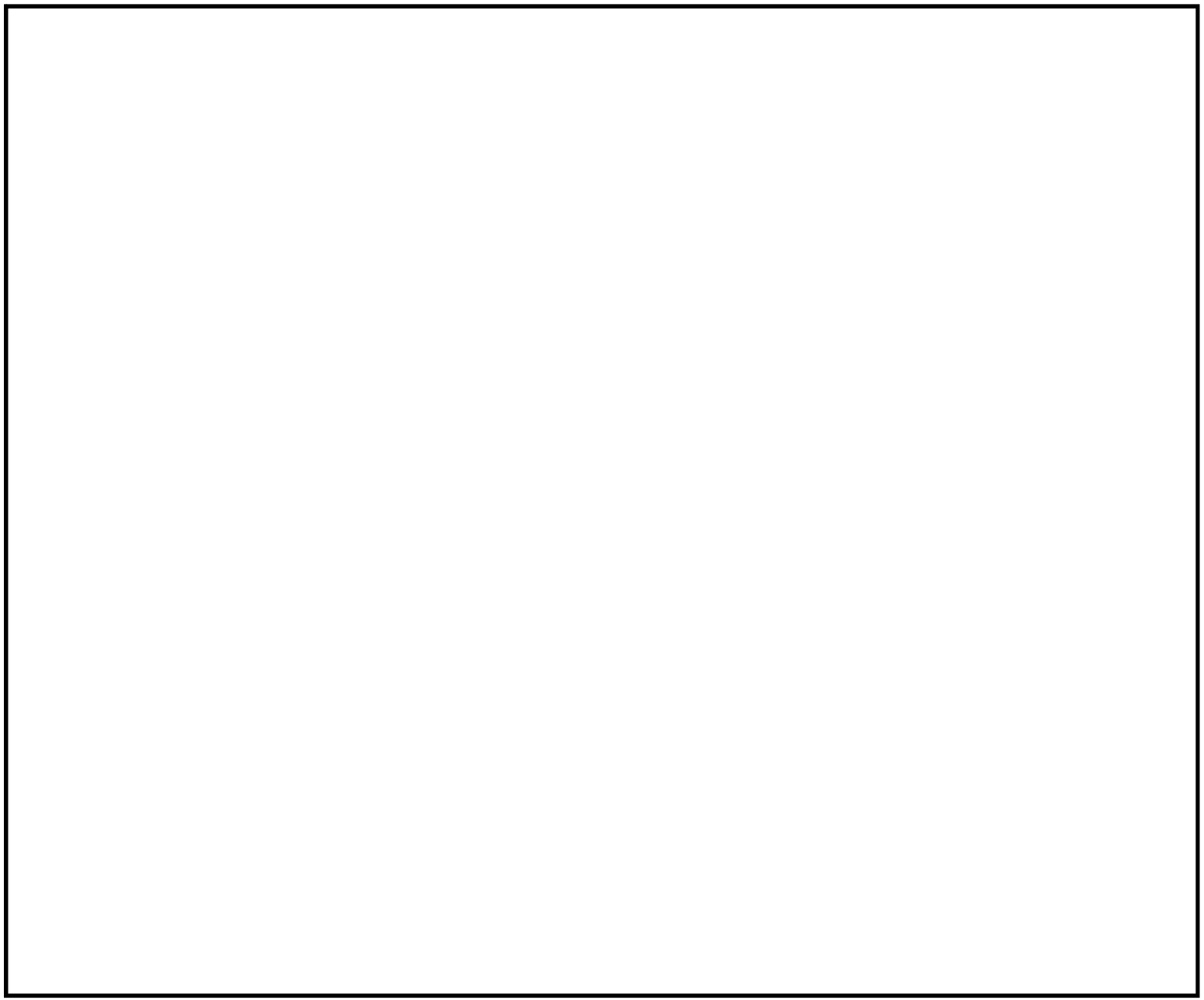
可燃性ガス濃度制御系概略系統図



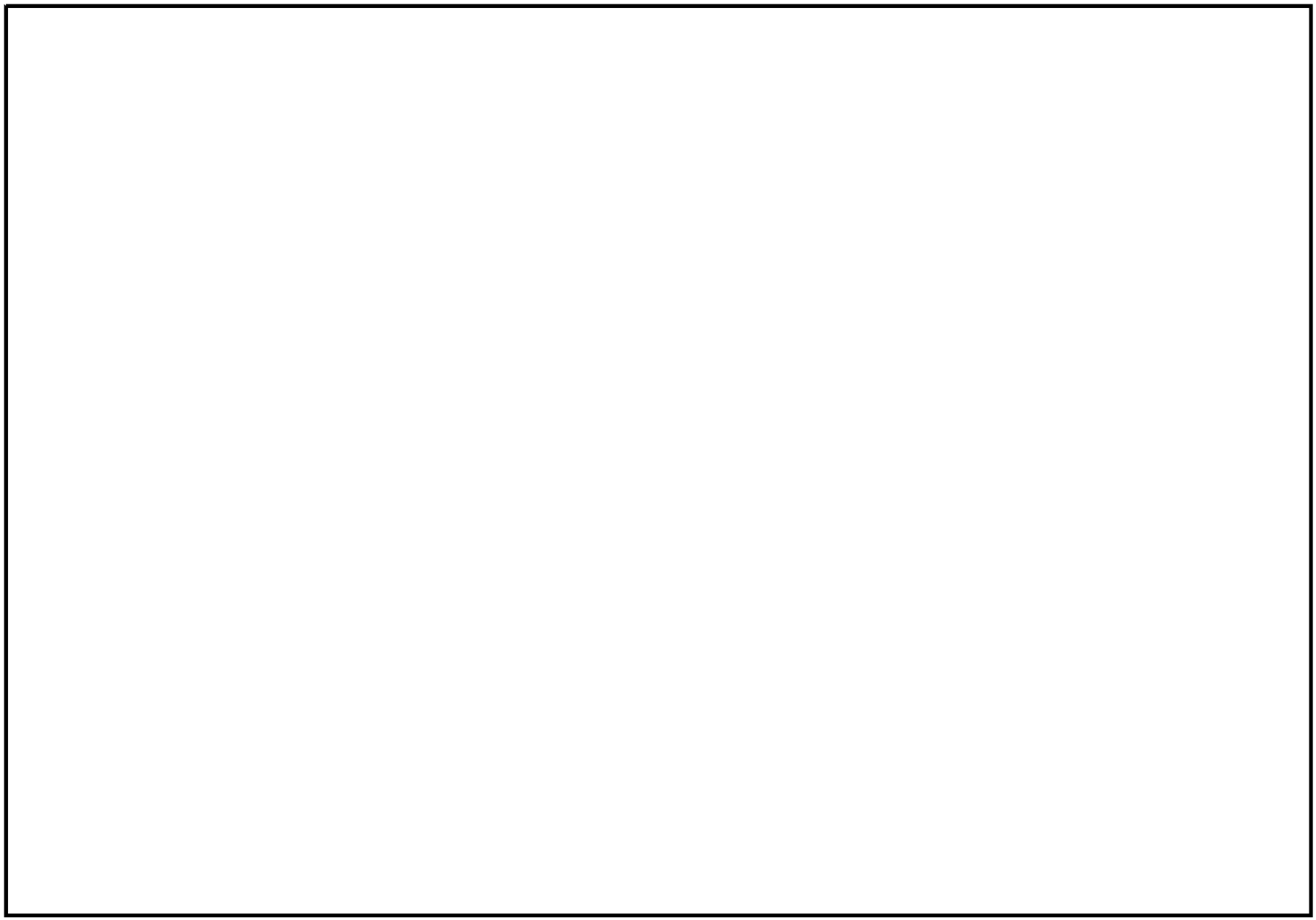
鳥瞰図	FCS-R-4(1/5)



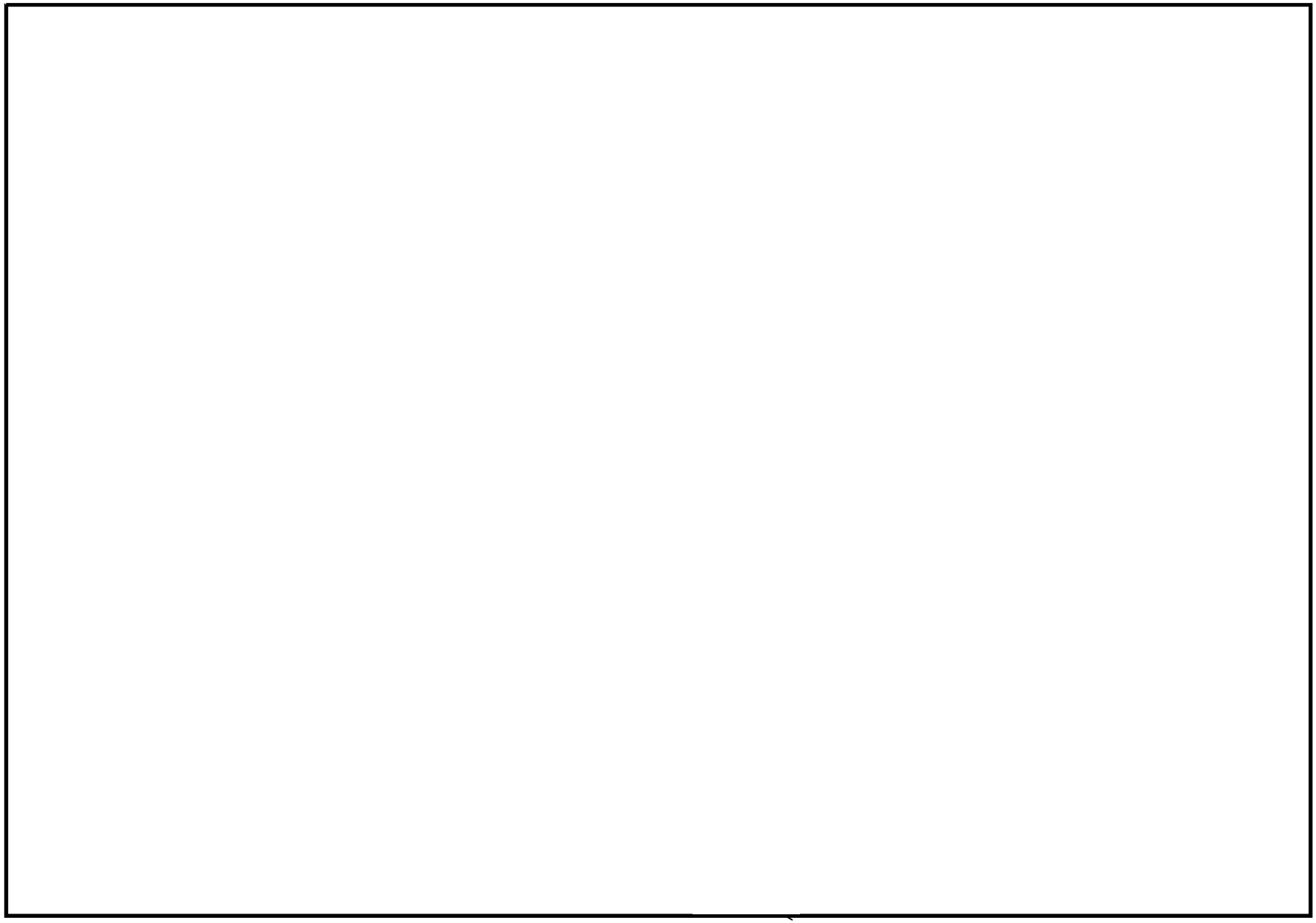
鳥瞰図	FCS-R-4(2/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(3/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(4/5)



鳥瞰図	FCS-R-4(5/5)

23. 耐圧強化ベント系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-5-4-1　管の耐震性についての計算書

耐圧強化ベント系の解析結果は以下の耐震性についての計算書に含まれるため、鳥瞰図なし。
「Ⅴ-2-9-4-5-1-2　管の耐震性についての計算書」
「Ⅴ-2-9-4-6-1-1　管の耐震性についての計算書」

23. 耐圧強化ベント系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-5-3-1-2　管の応力計算書

耐圧強化ベント系の解析結果は以下の応力計算書に含まれるため、鳥瞰図なし。
「Ⅴ-3-3-6-2-5-1-2-2　管の応力計算書」
「Ⅴ-3-3-6-2-6-1-2-2　管の応力計算書」

24. 不活性ガス系の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-6-1-1　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

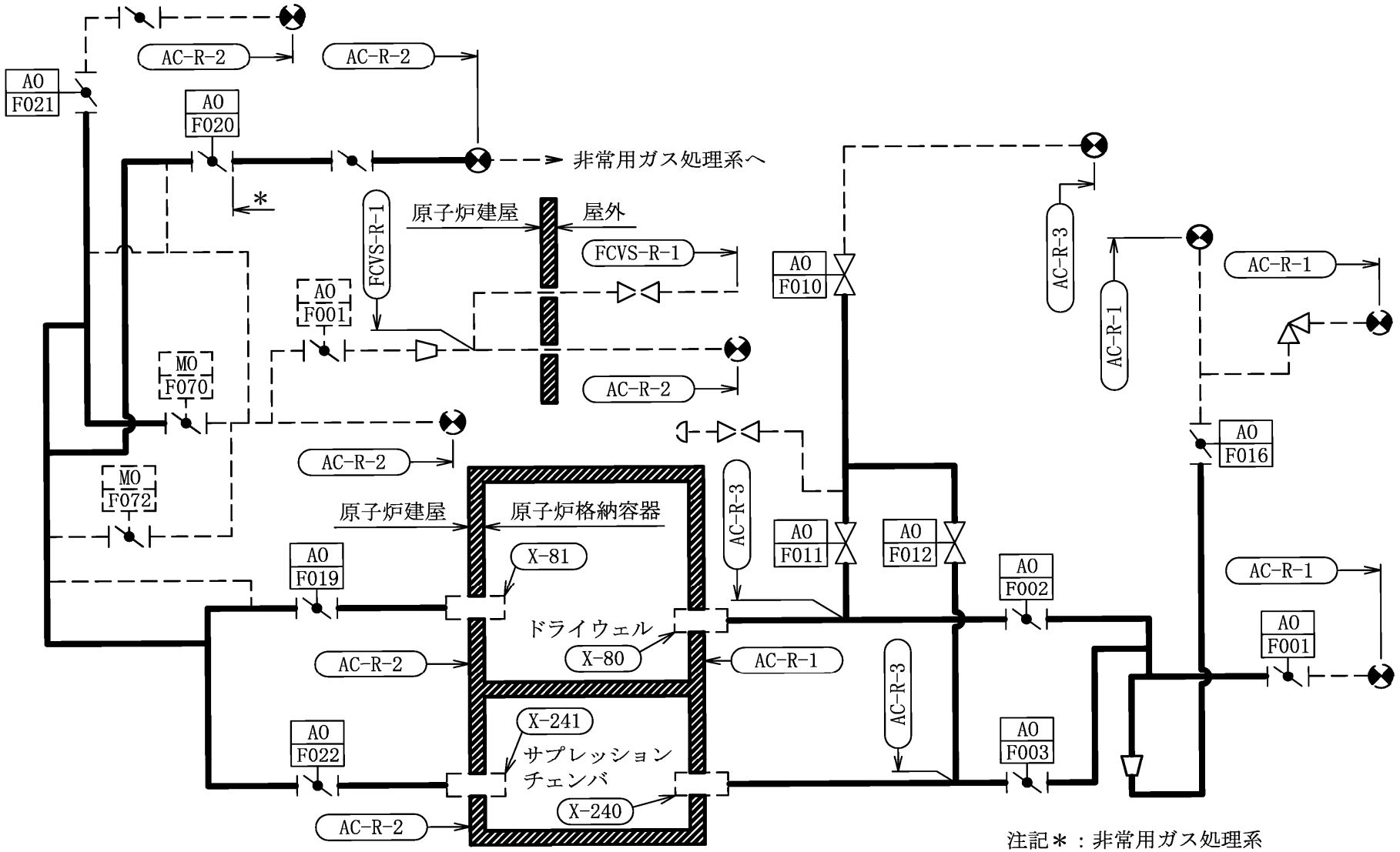
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

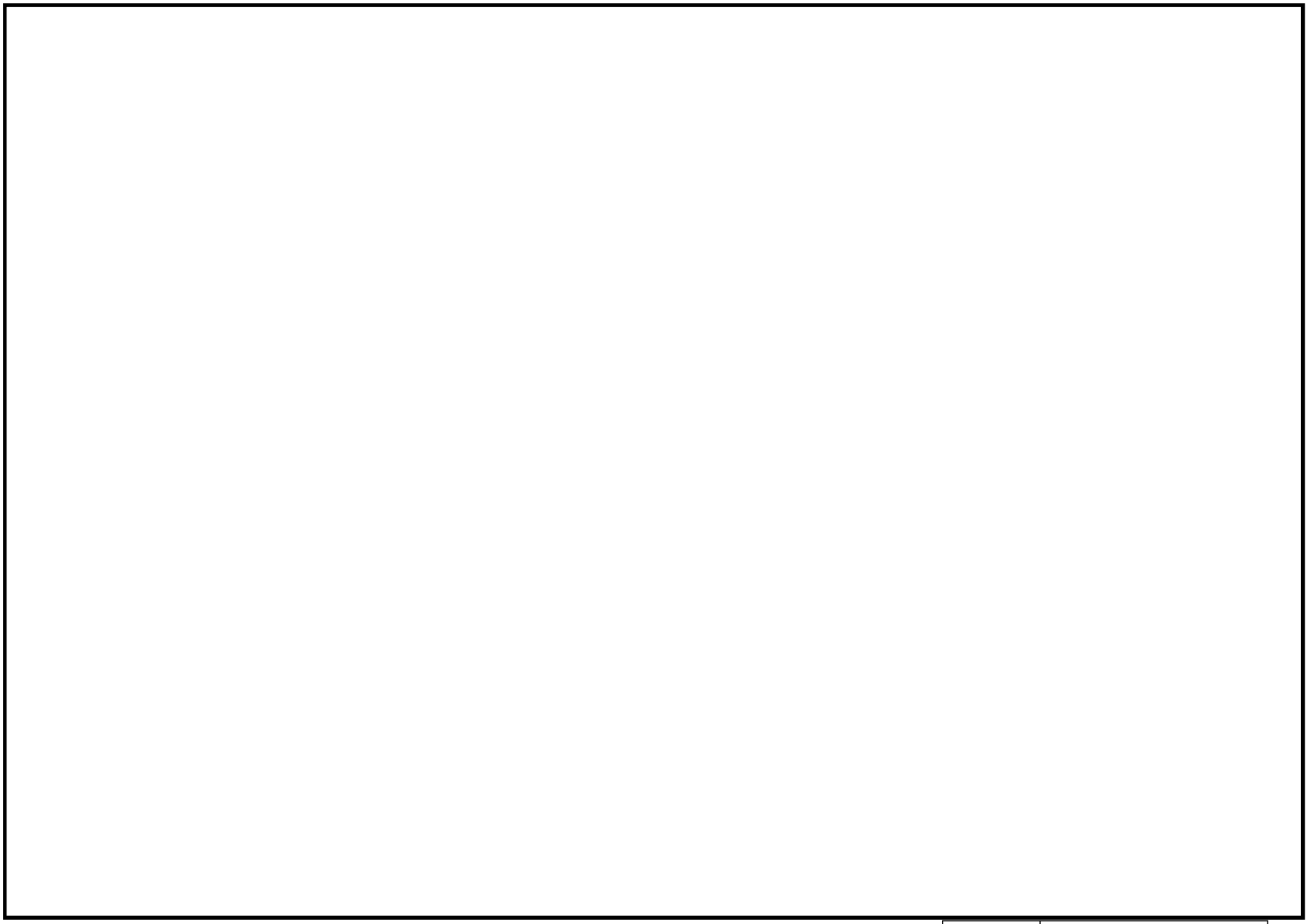
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	AC-R-1	37	76	201	2.64	―	37	141	335	2.37	○	37	265	402	1.51	○	―	―	―
2	AC-R-2	60	104	201	1.93	○	60	141	335	2.37	―	60	220	402	1.82	―	―	―	―
3	AC-R-3	54W	51	219	4.29	―	54W	75	363	4.84	―	53W	145	422	2.91	―	―	―	―

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

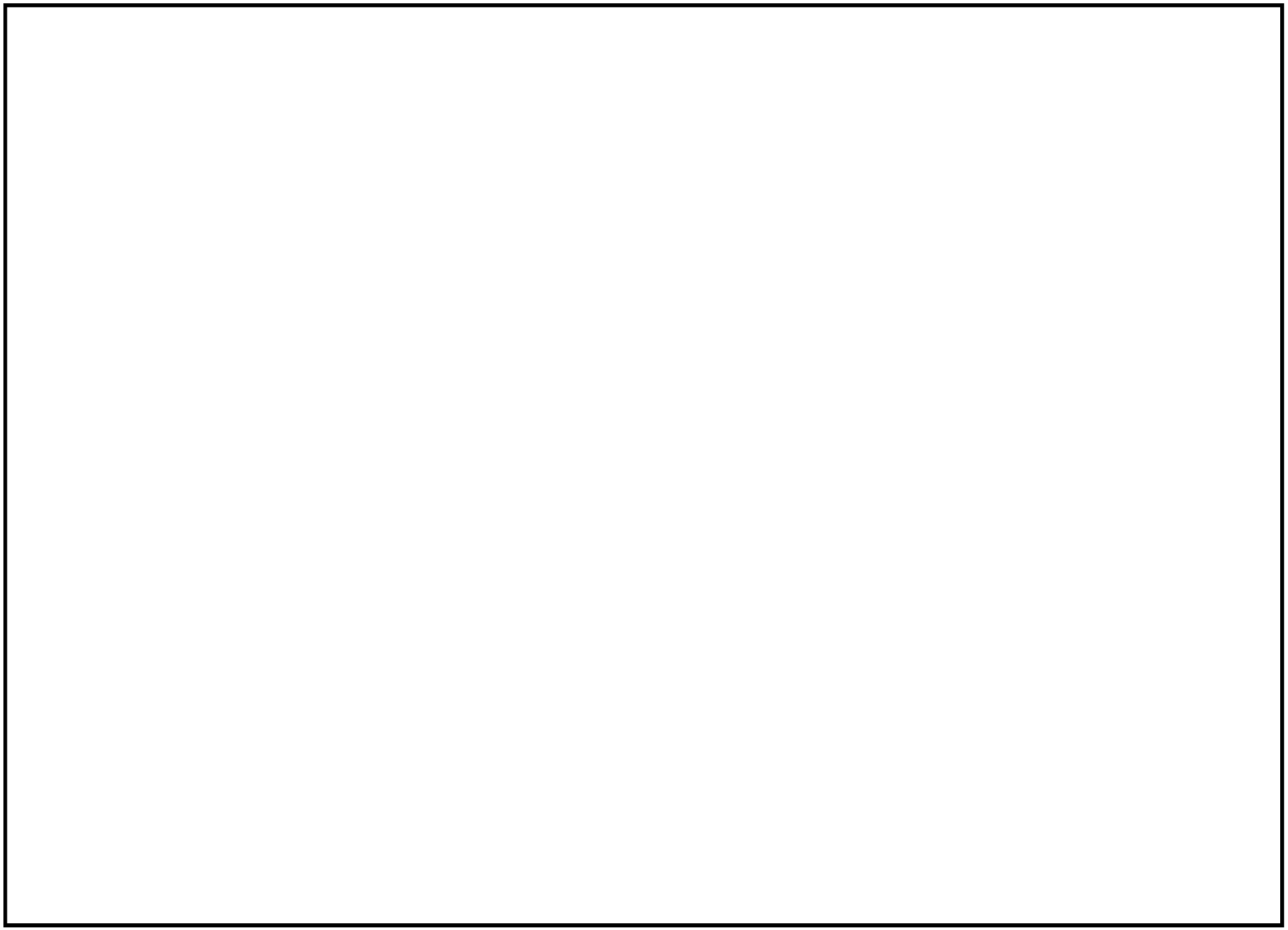


注記＊：非常用ガス処理系
解析モデル上本系統に含める。

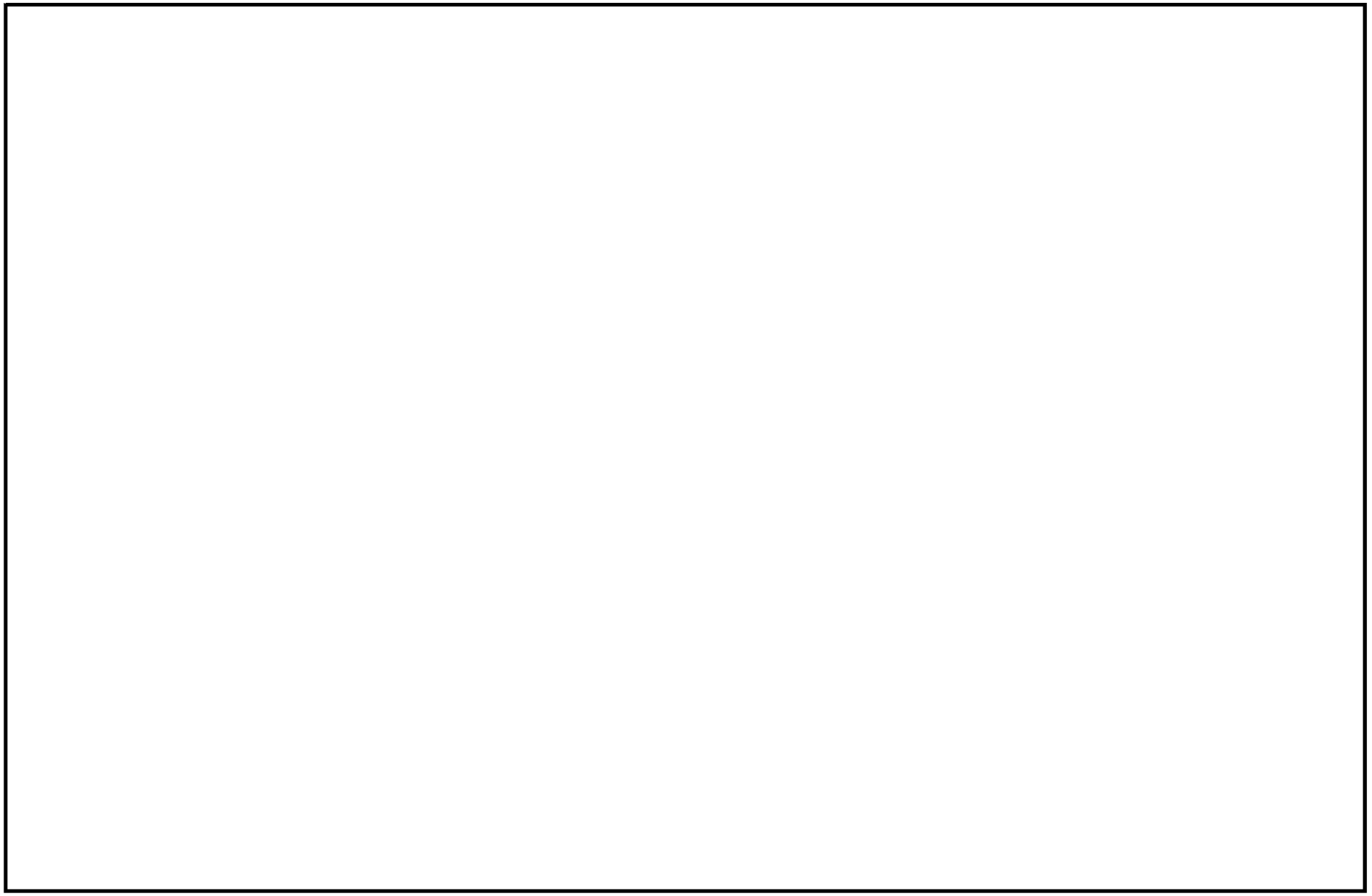
不活性ガス系概略系統図



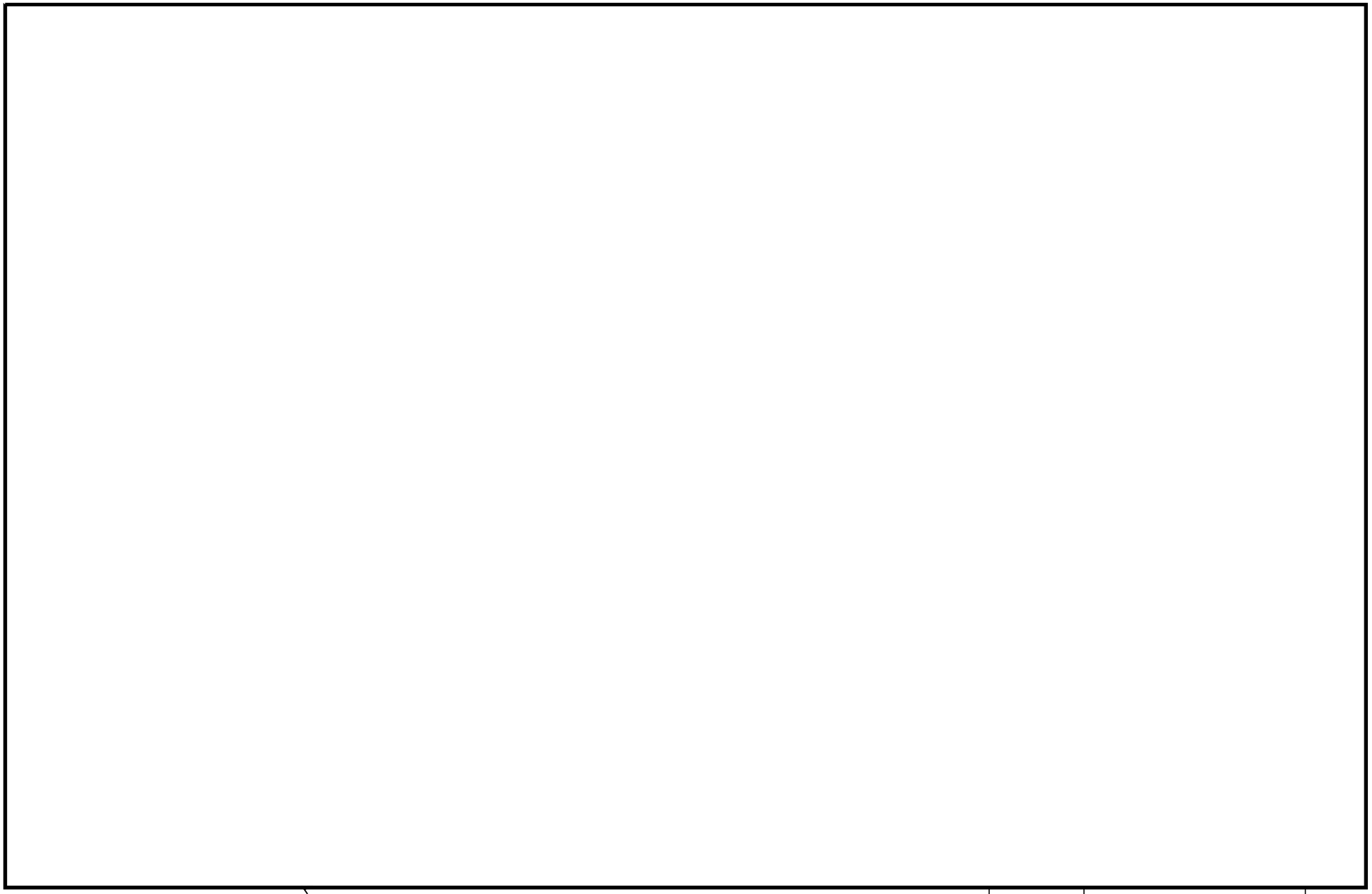
鳥瞰図	AC-R-1(1/4)



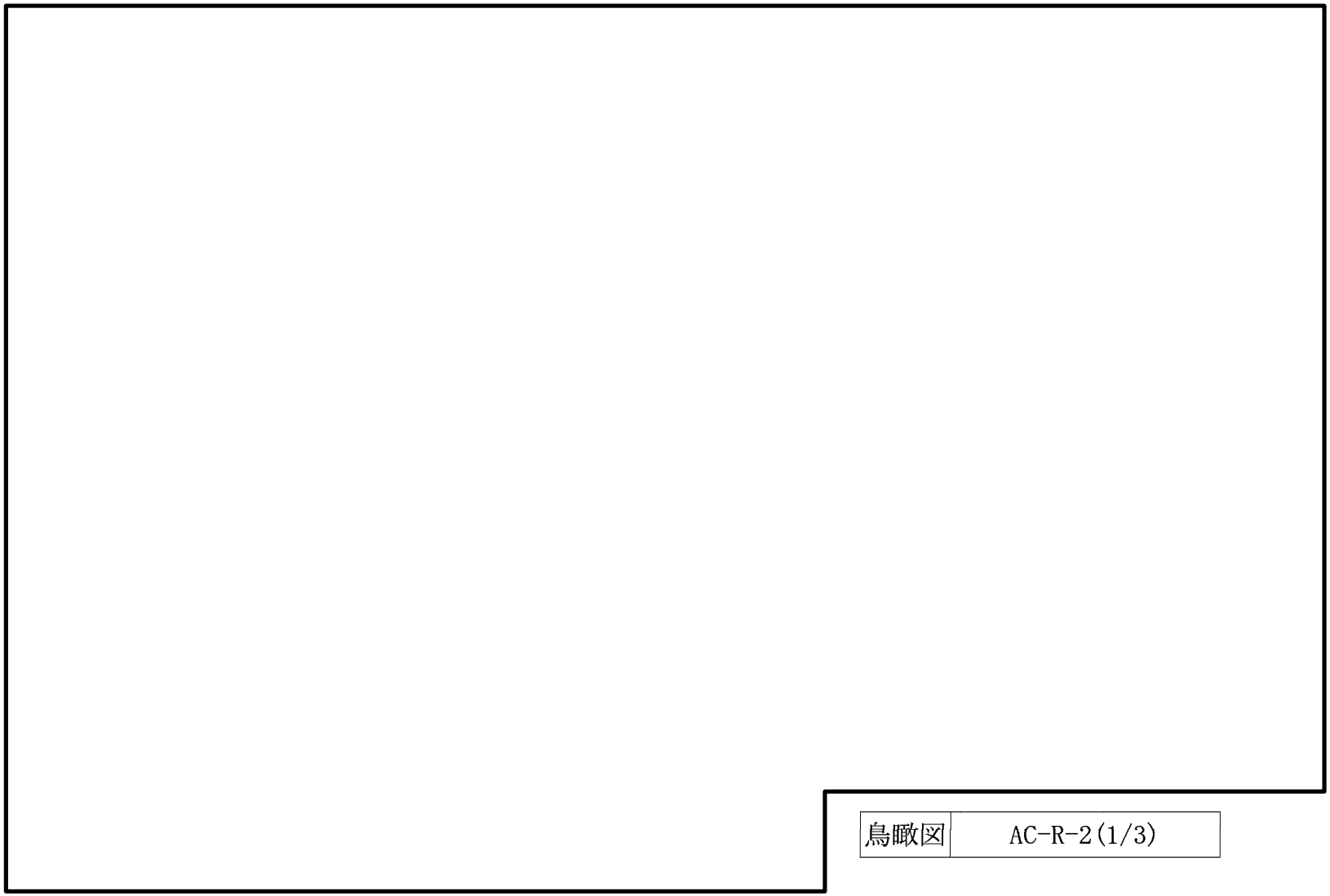
鳥瞰図	AC-R-1(2/4)



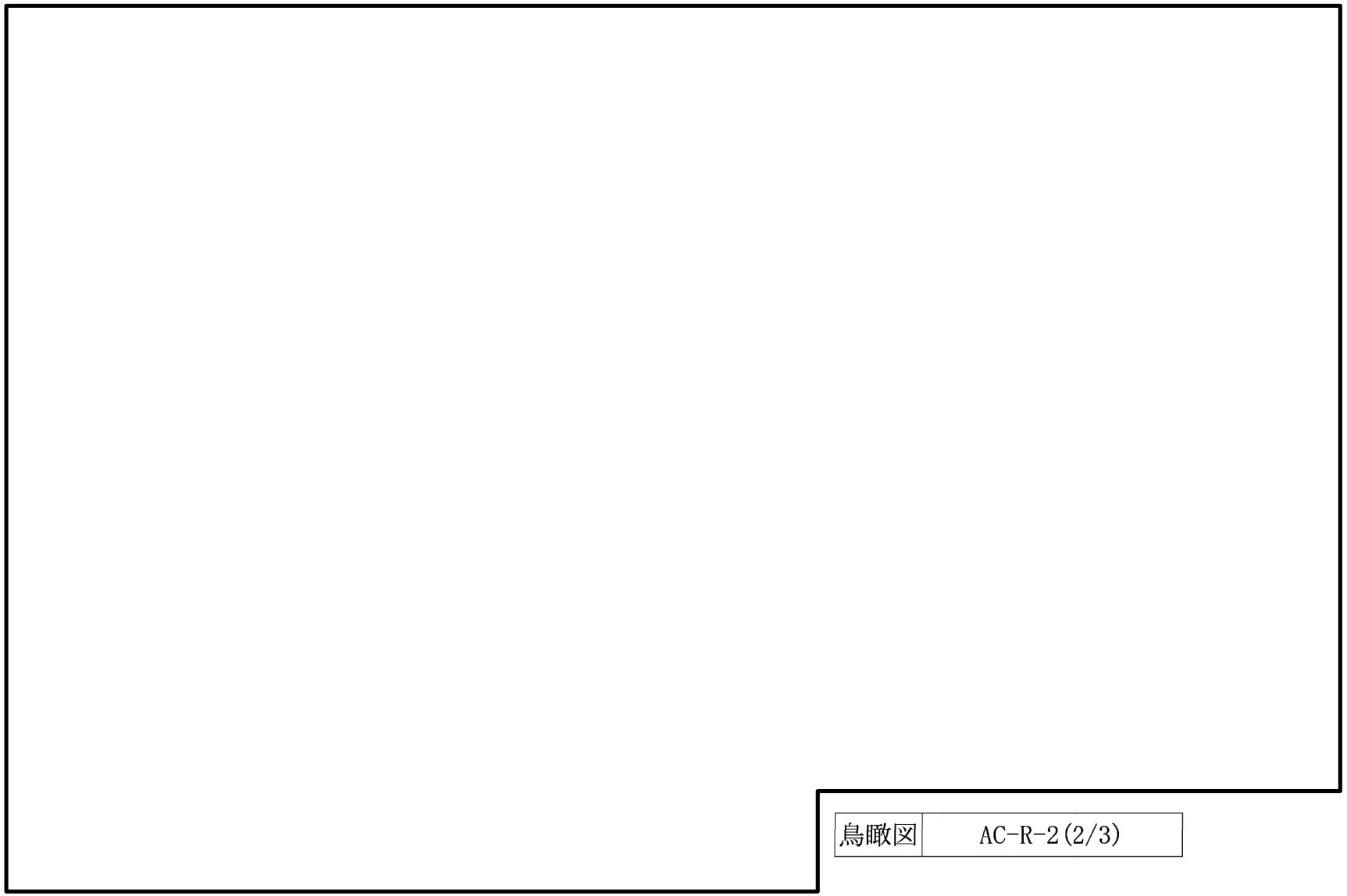
鳥瞰図	AC-R-1(3/4)



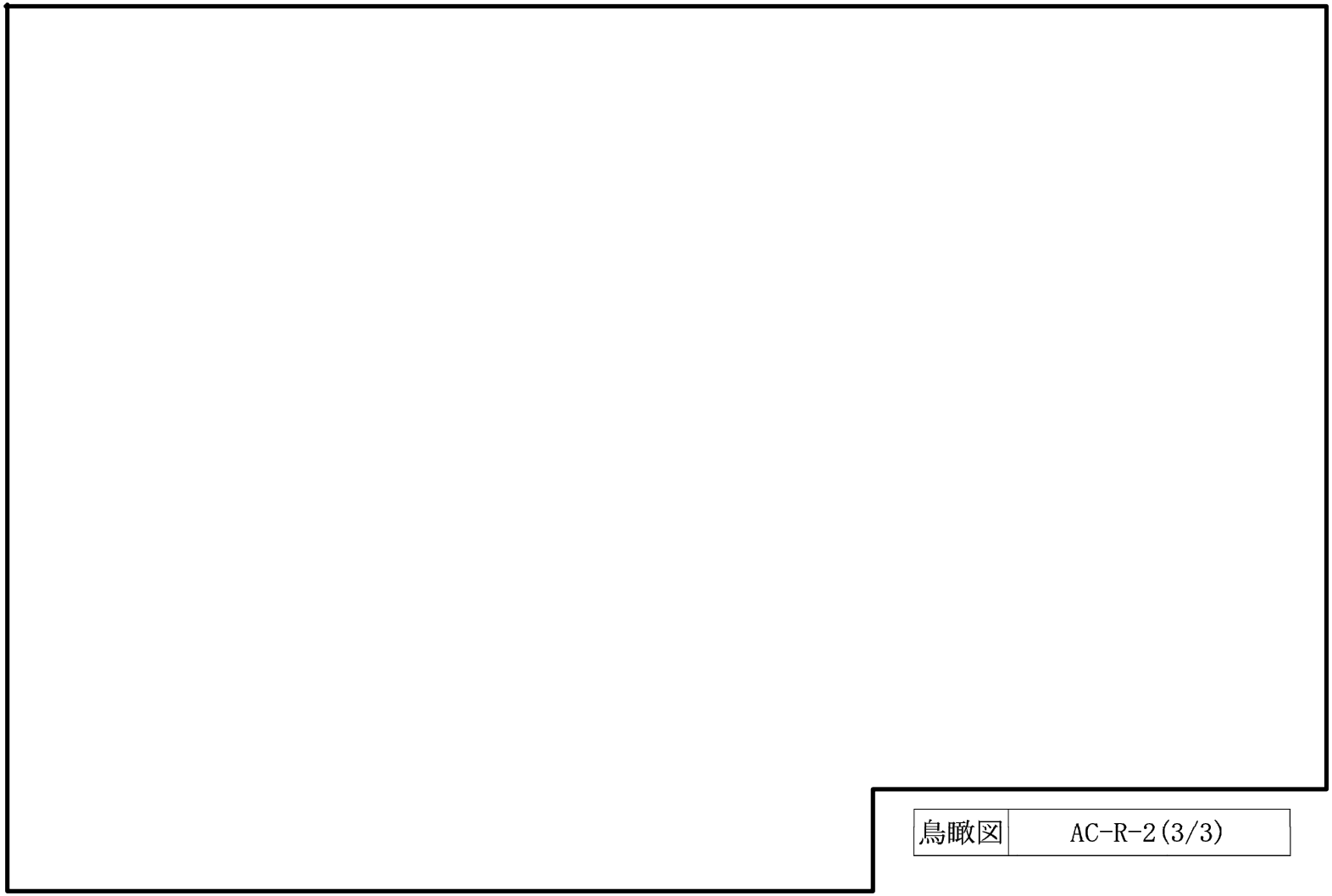
鳥瞰図	AC-R-1(4/4)



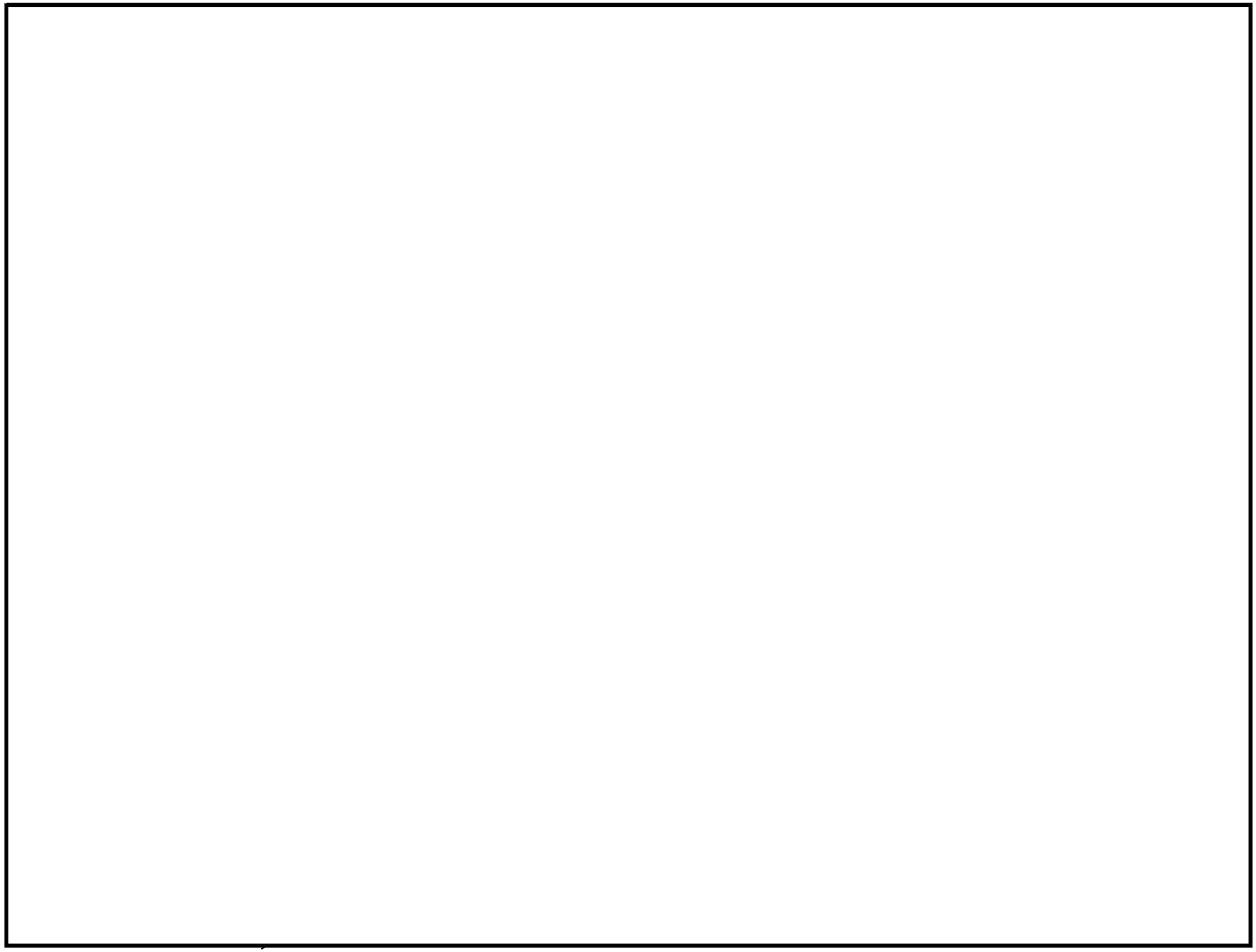
鳥瞰図	AC-R-2(1/3)



鳥瞰図	AC-R-2(2/3)



鳥瞰図	AC-R-2(3/3)



鳥瞰図	AC-R-3(1/3)

鳥瞰図	AC-R-3(2/3)

鳥瞰図	AC-R-3(3/3)

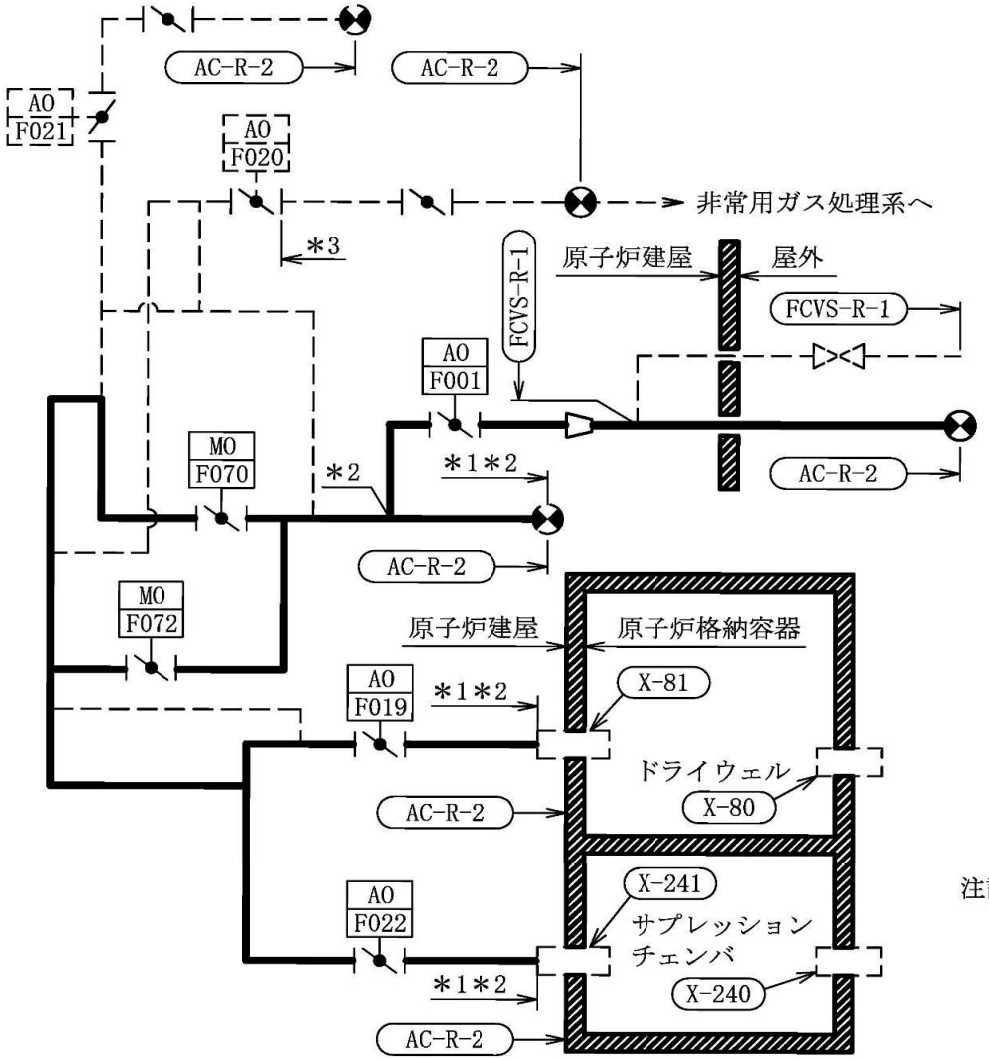
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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）

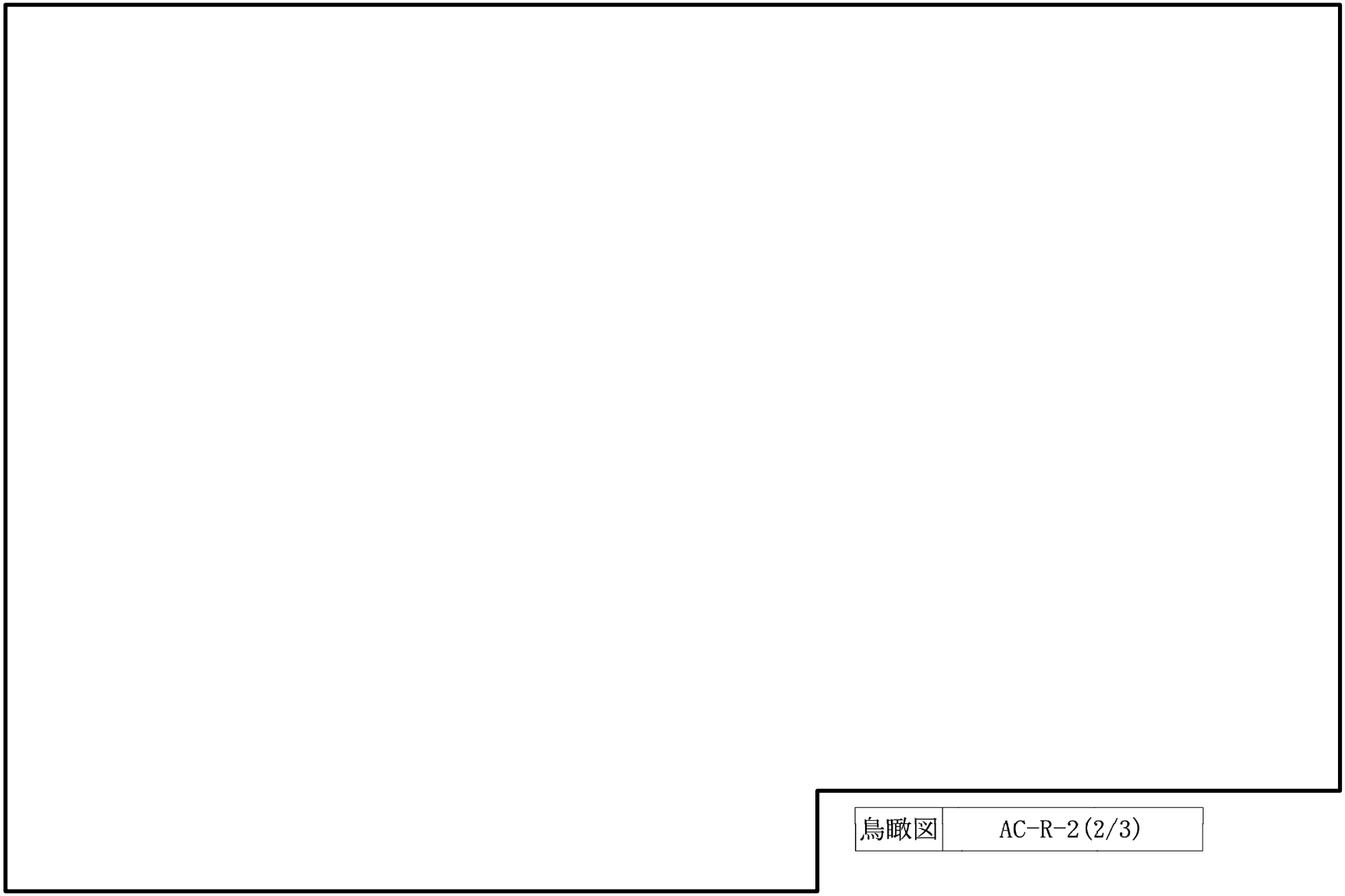
No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	AC-R-2	60	146	335	2.29	○	60	220	386	1.75	○	—	—	—



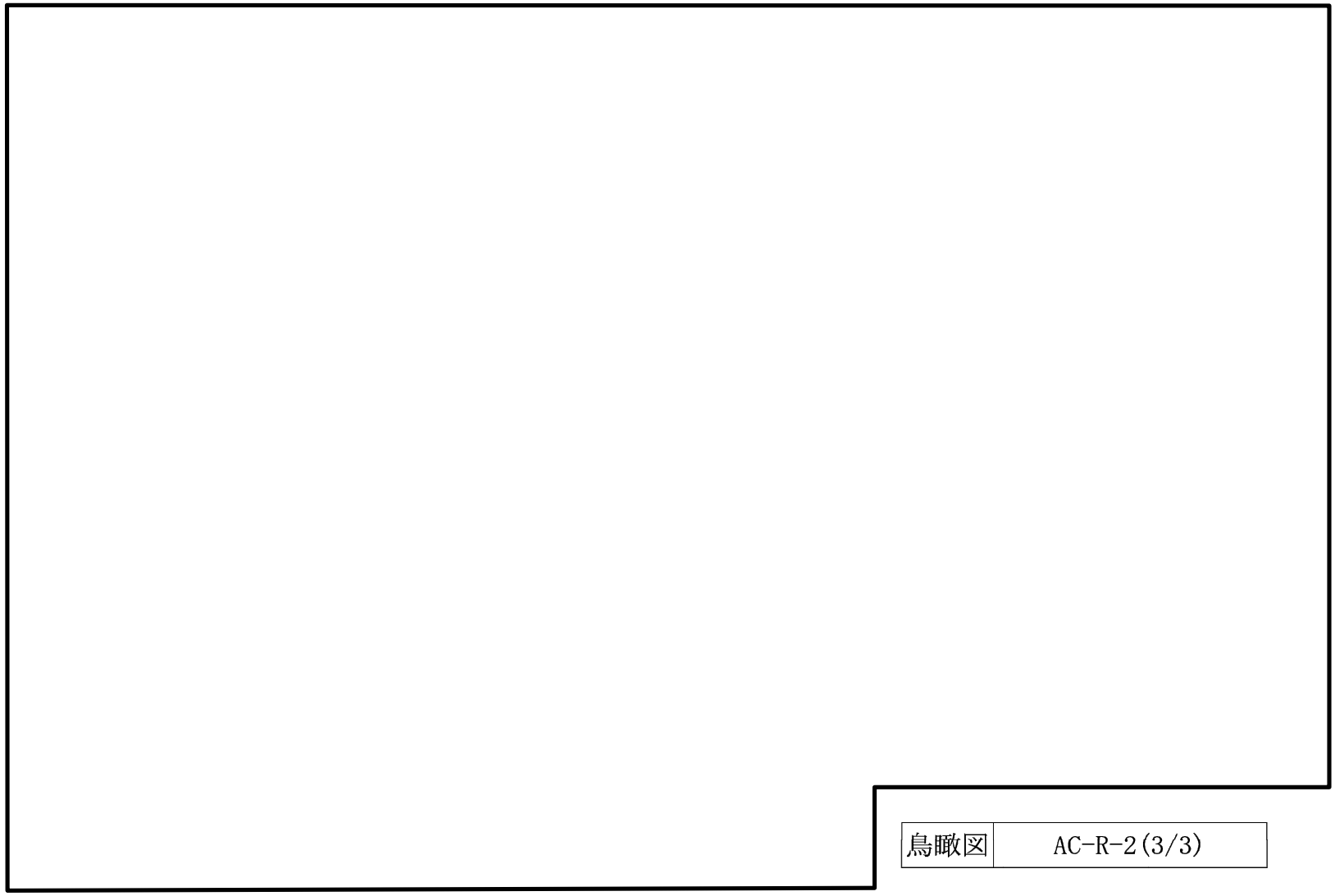
注記＊1：格納容器圧力逃がし装置
解析モデル上本系統に含める。
＊2：耐圧強化ベント系
解析モデル上本系統に含める。
＊3：非常用ガス処理系
解析モデル上本系統に含める。

不活性ガス系概略系統図

鳥瞰図	AC-R-2(1/3)



鳥瞰図	AC-R-2(2/3)



鳥瞰図	AC-R-2(3/3)

24. 不活性ガス系の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-6-1-2-2　管の応力計算書

5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス２管であってクラス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	AC-R-2	77	54	150	2.77	○	77	55	180	3.27	○

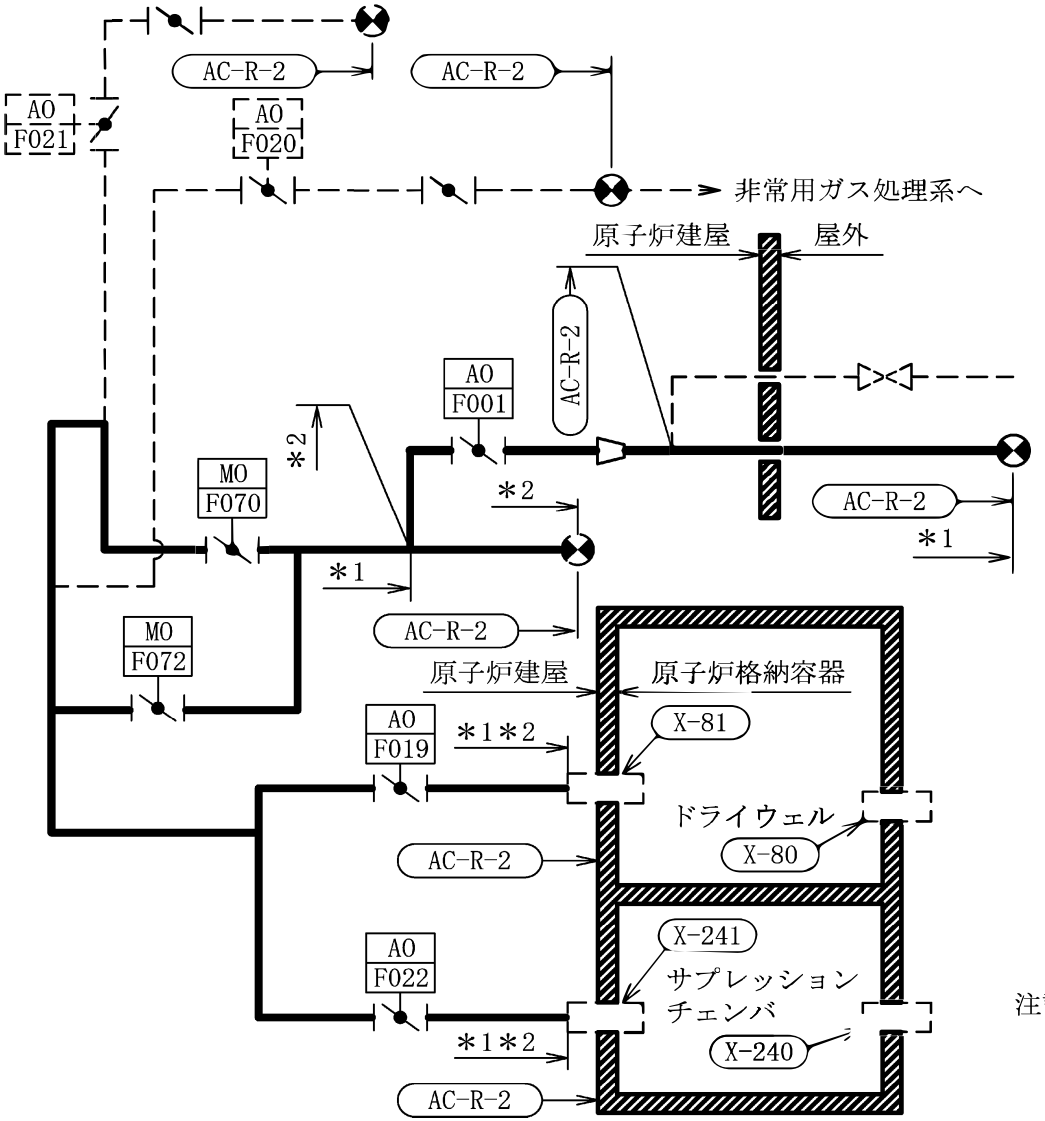
注記＊1：設計・建設規格　PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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	AC-R-2	77	50	100	2.00	○	77	50	120	2.40	○

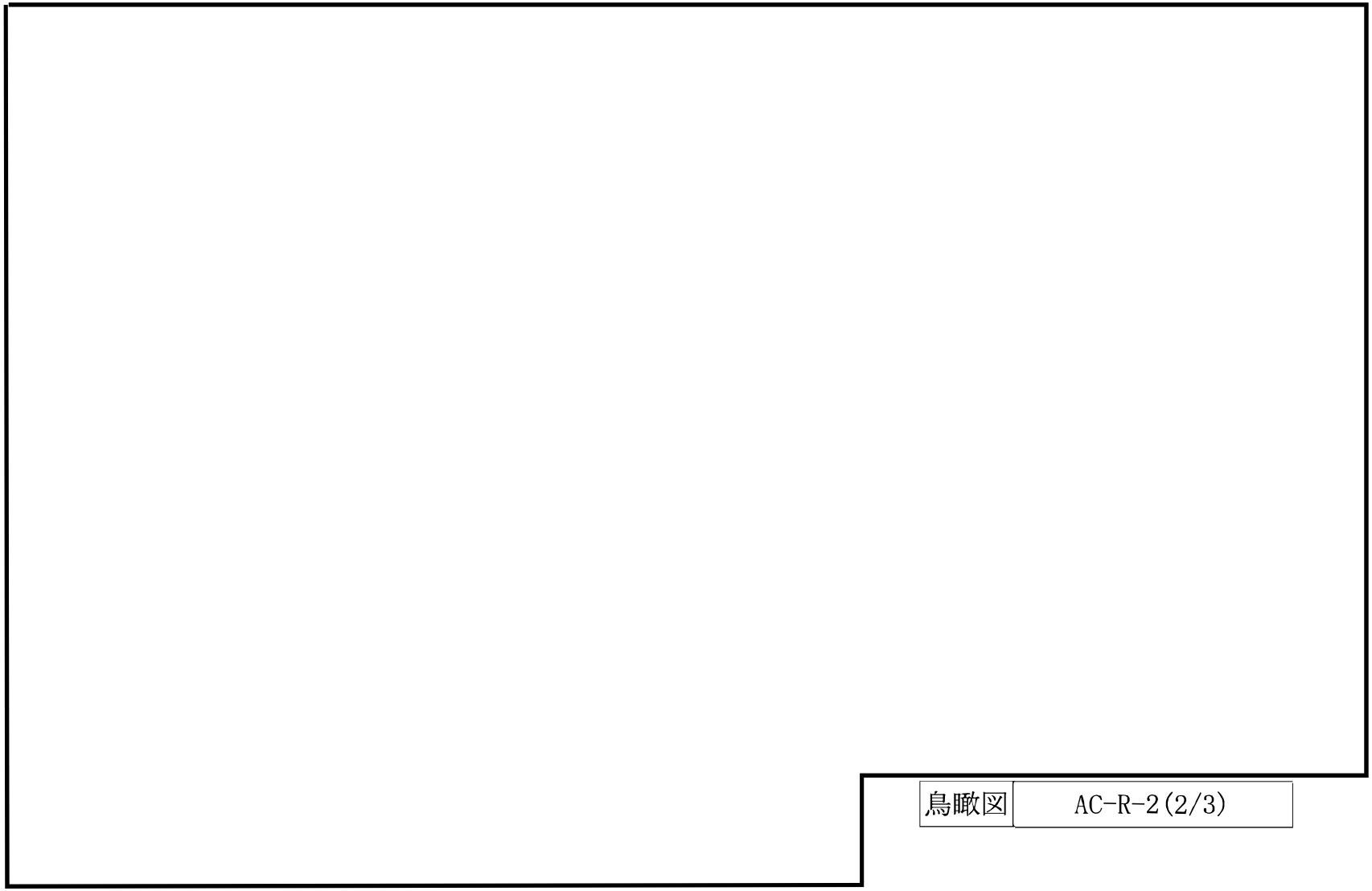
注記＊1：告示第５０１号第56条第1号イに基づき計算した一次応力を示す。
＊2：告示第５０１号第56条第1号ロに基づき計算した一次応力を示す。



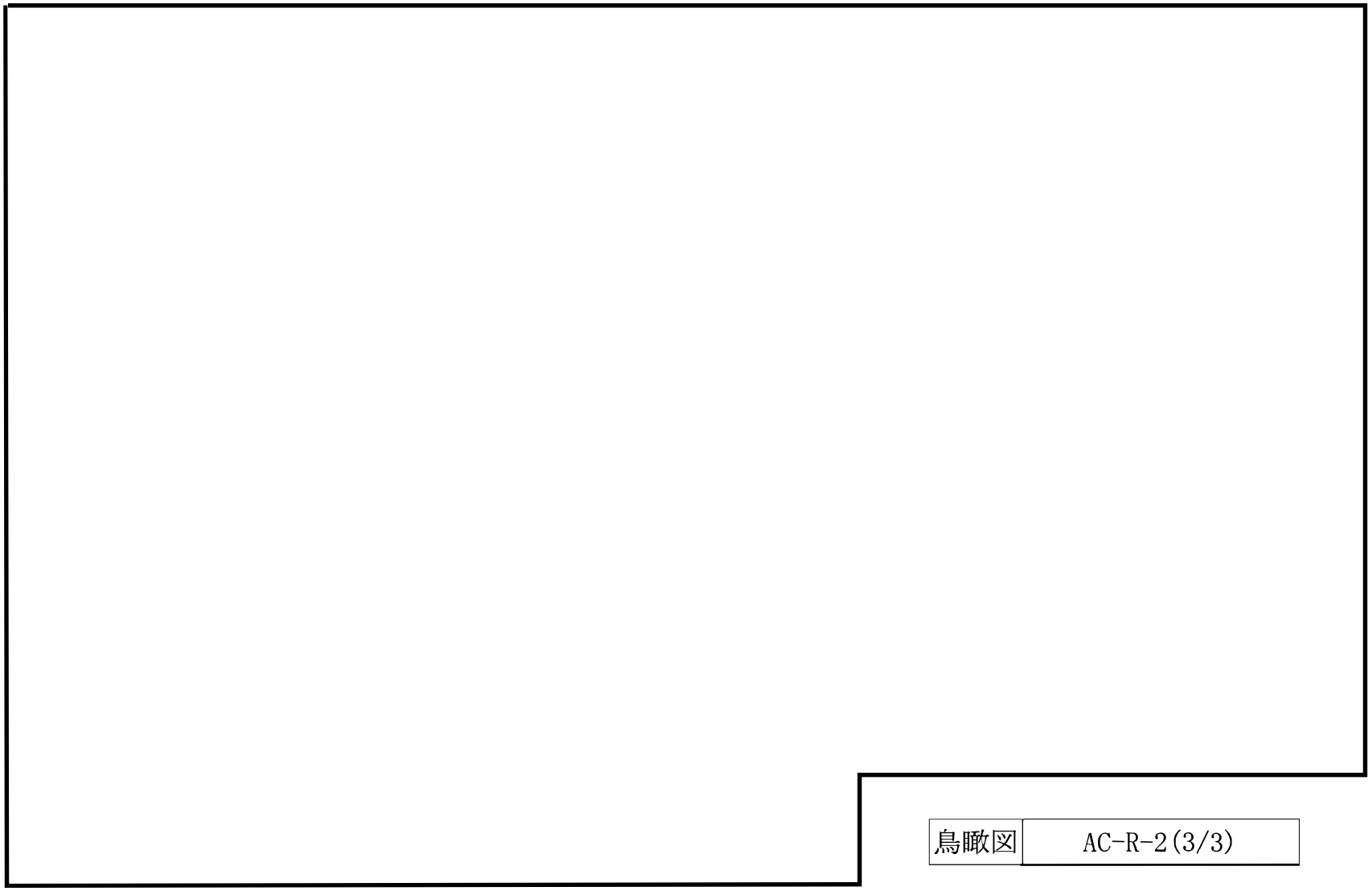
注記＊1：格納容器圧力逃がし装置
解析モデル上本系統に含める。
＊2：耐圧強化ベント系
解析モデル上本系統に含める。

不活性ガス系概略系統図

鳥瞰図	AC-R-2(1/3)



鳥瞰図	AC-R-2(2/3)



鳥瞰図	AC-R-2(3/3)

25. 格納容器圧力逃がし装置の計算モデル

・Ⅴ-2-9-4-7-1-2　管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

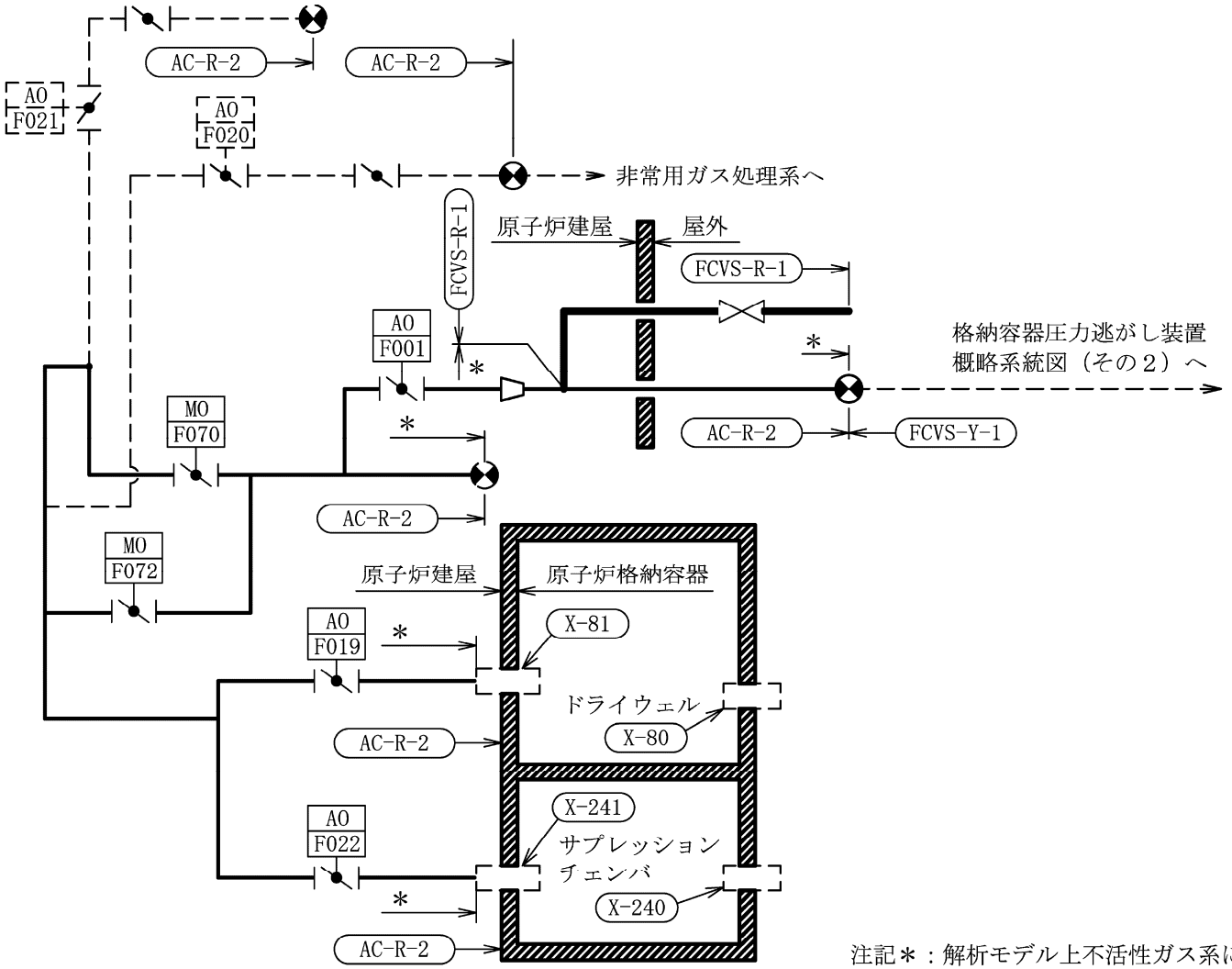
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	FCVS-Y-1	1	50	363	7.26	—	1	85	414	4.87	—	—	—	—
2	FCVS-Y-2	1	59	363	6.15	—	7	69	240	3.47	—	—	—	—
3	FCVS-Y-3	3	60	363	6.05	—	15	175	414	2.36	—	—	—	—
4	FCVS-Y-4	3	70	363	5.18	—	28	205	240	1.17	—	—	—	—
5	FCVS-Y-5	13	161	363	2.25	○	13	245	414	1.68	—	—	—	—
6	FCVS-Y-6	24	57	363	6.36	—	32	96	436	4.54	—	—	—	—
7	FCVS-Y-7	1	92	366	3.97	—	1	161	240	1.49	—	—	—	—
8	FCVS-Y-8	23	112	366	3.26	—	23	195	240	1.23	—	—	—	—

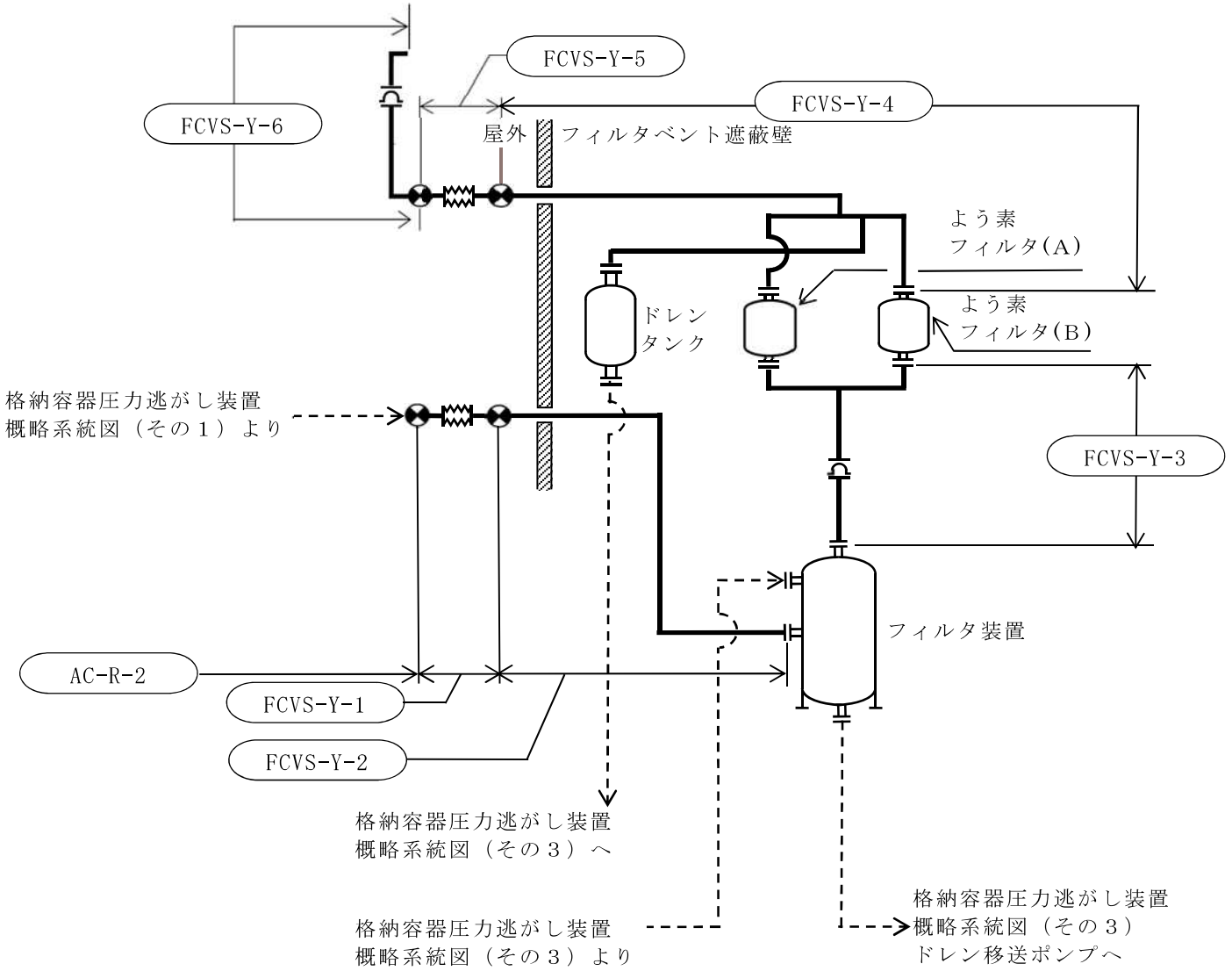
（続き）

No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
9	FCVS-Y-9	52	100	381	3.81	—	52	168	260	1.54	—	—	—	—
10	FCVS-Y-10	9	145	381	2.62	—	9	237	260	1.09	○	—	—	—
11	FCVS-Y-11	33	60	381	6.35	—	33	58	260	4.48	—	—	—	—
12	FCVS-R-1	66	77	361	4.68	—	66	148	288	1.94	—	—	—	—
13	FCVS-R-2	75	102	366	3.58	—	73	170	240	1.41	—	—	—	—

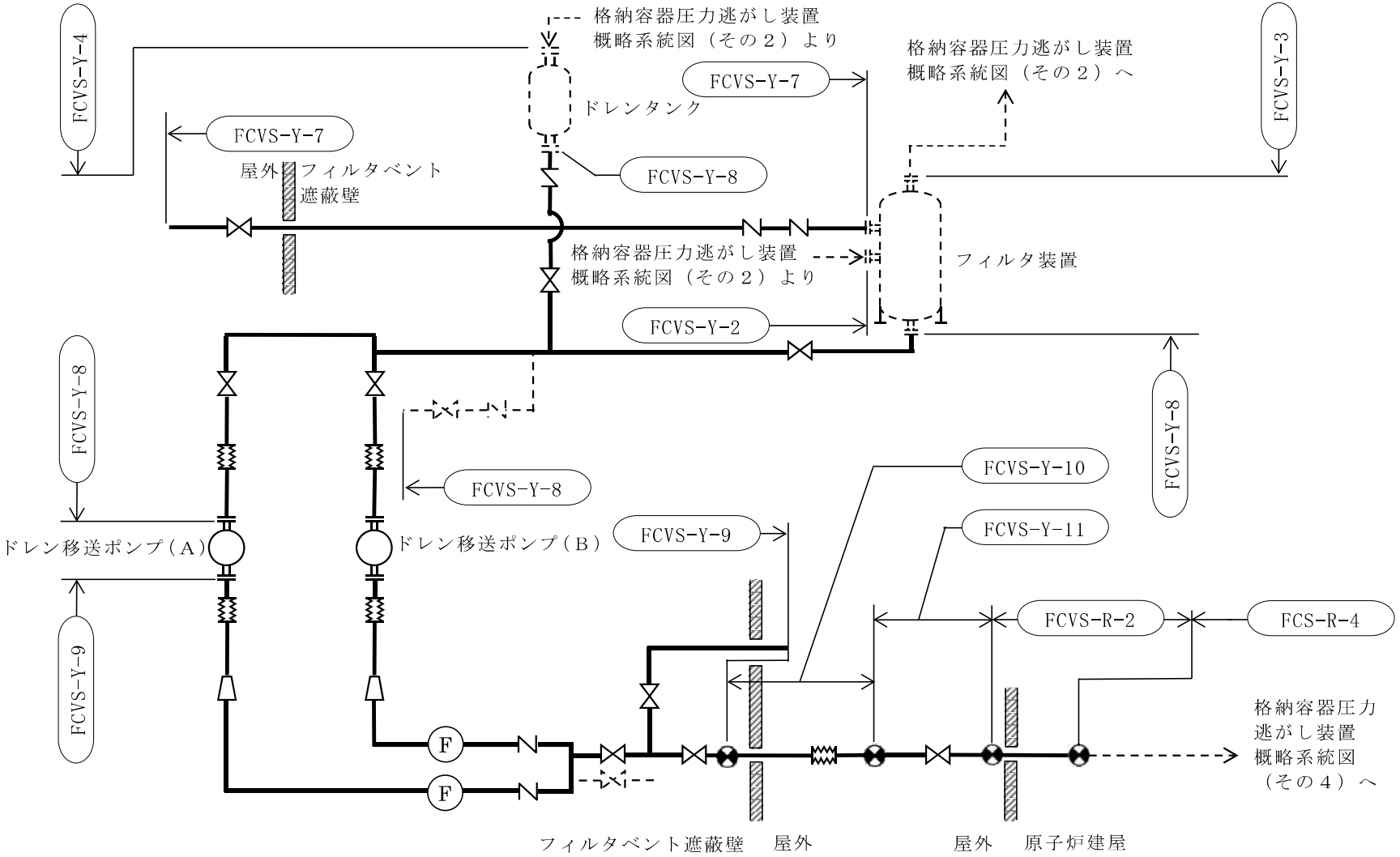


注記＊：解析モデル上不活性ガス系に含める。

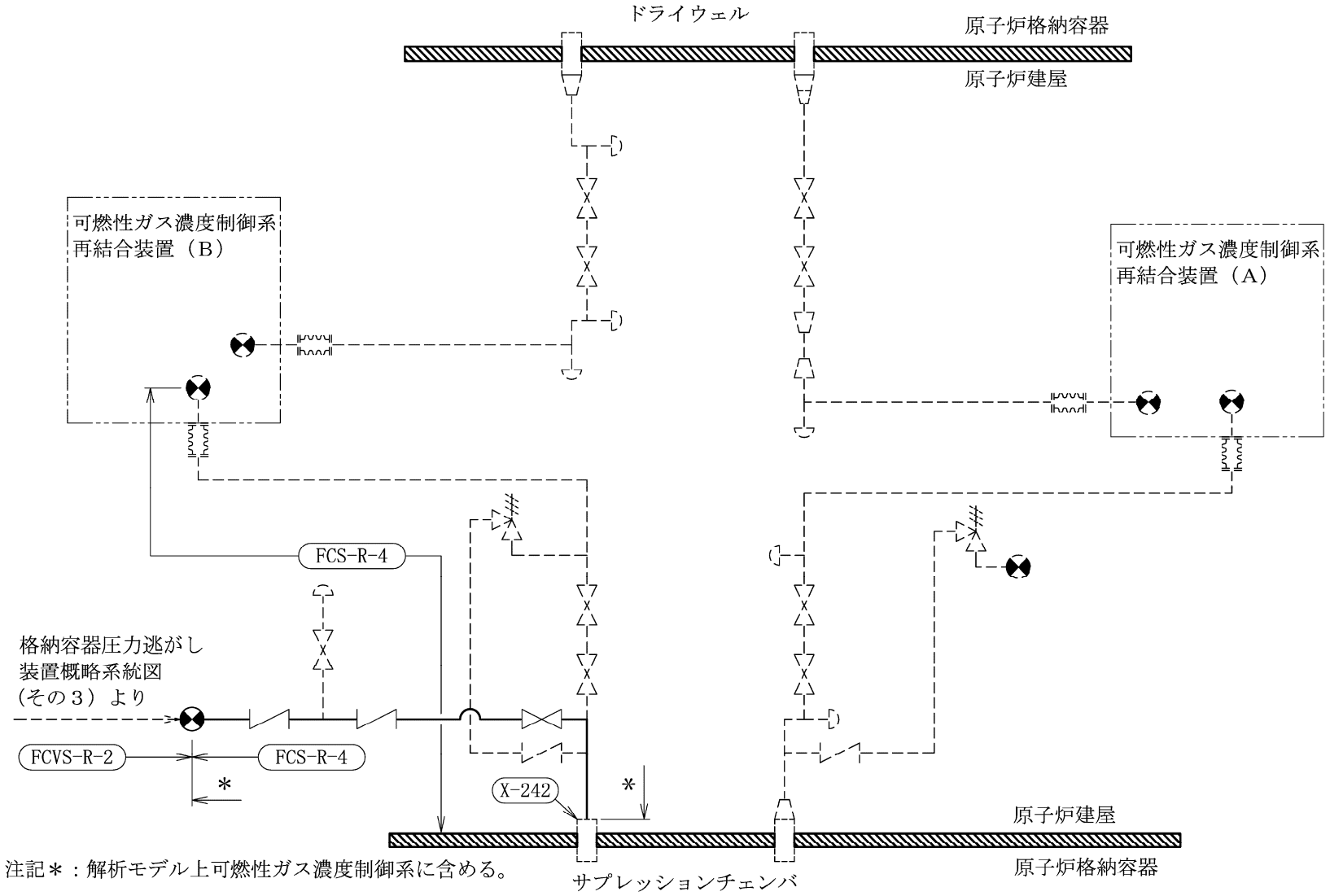
格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その１）



格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その２）

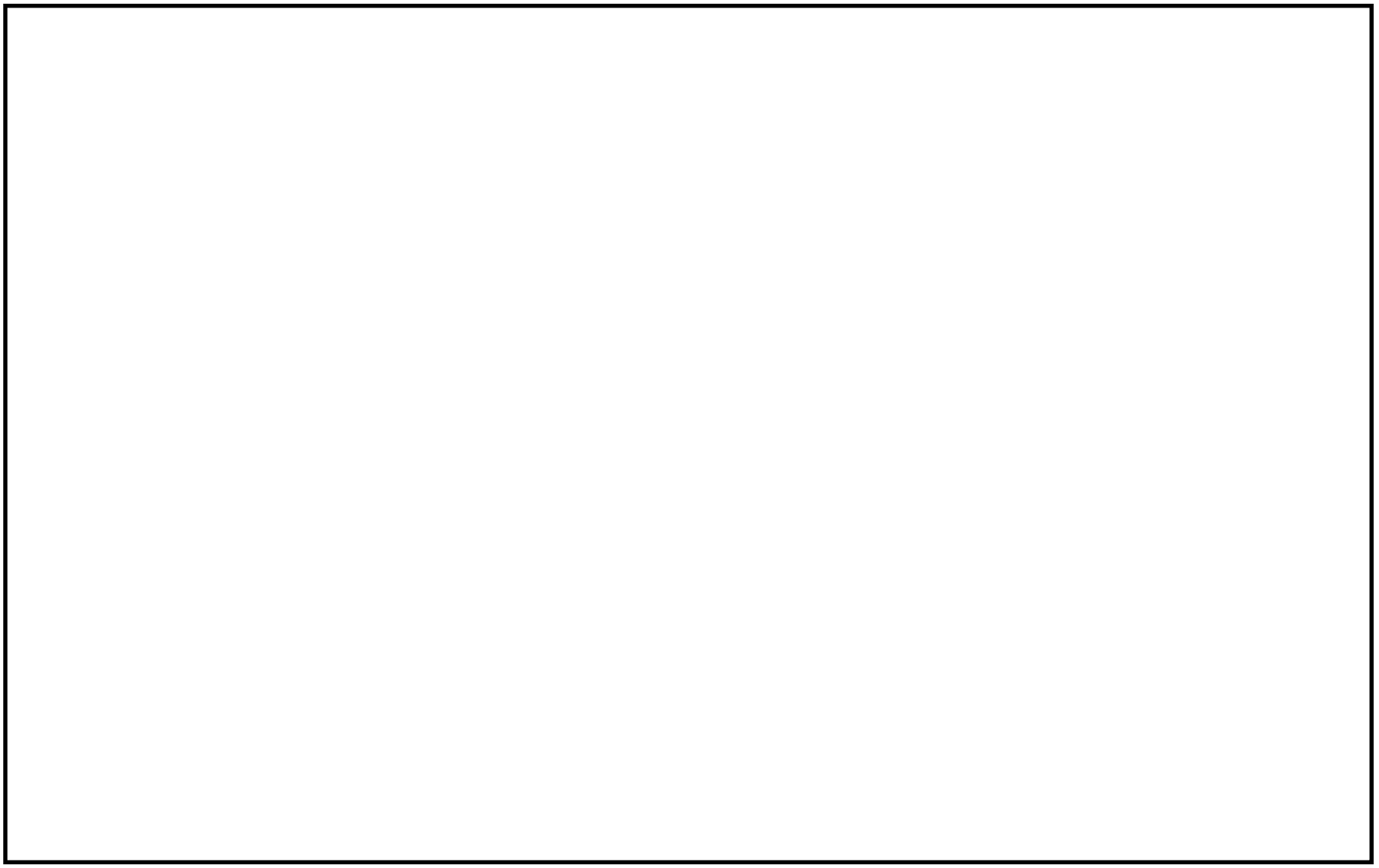


格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その３）

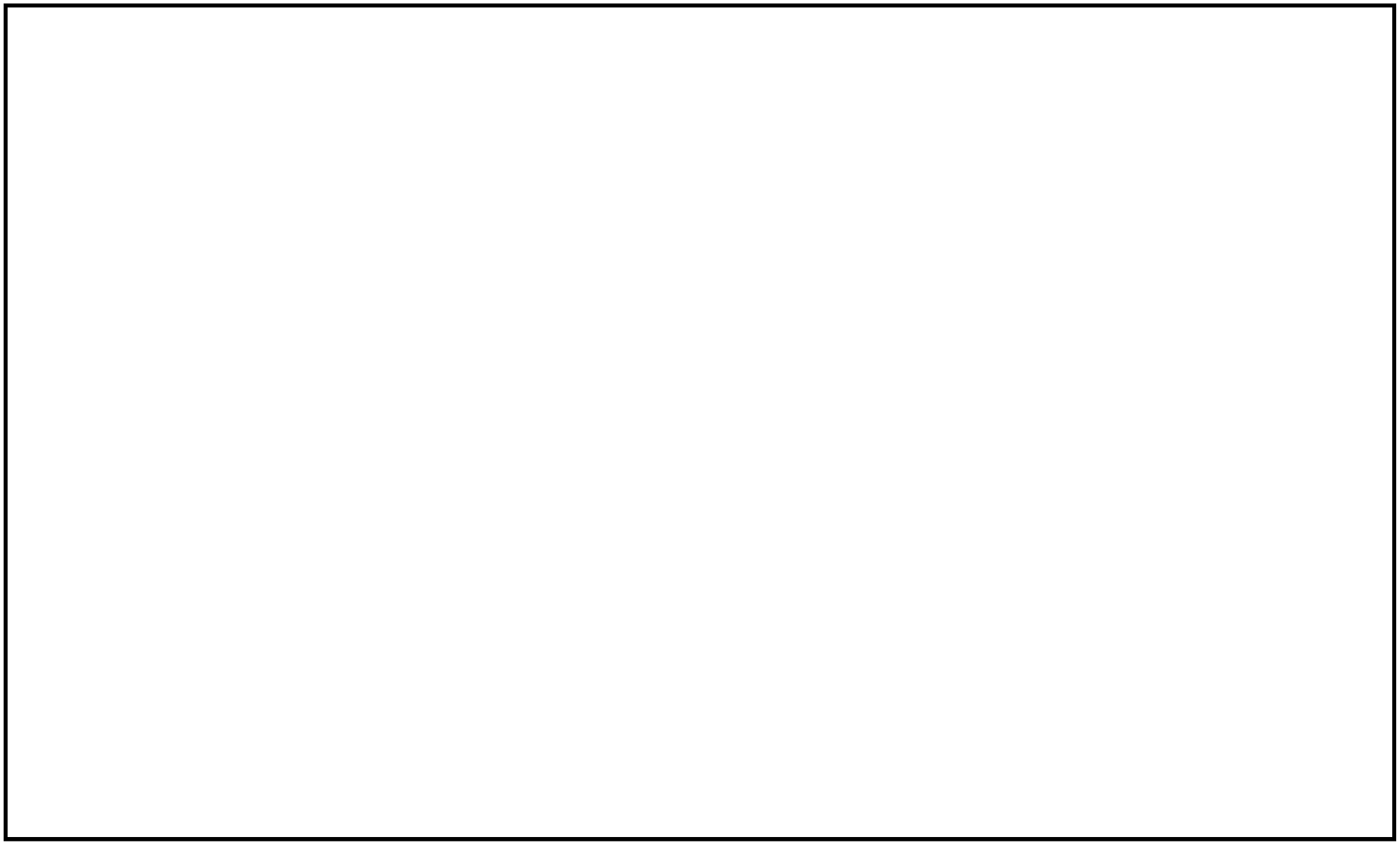


注記＊：解析モデル上可燃性ガス濃度制御系に含める。

格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その４）

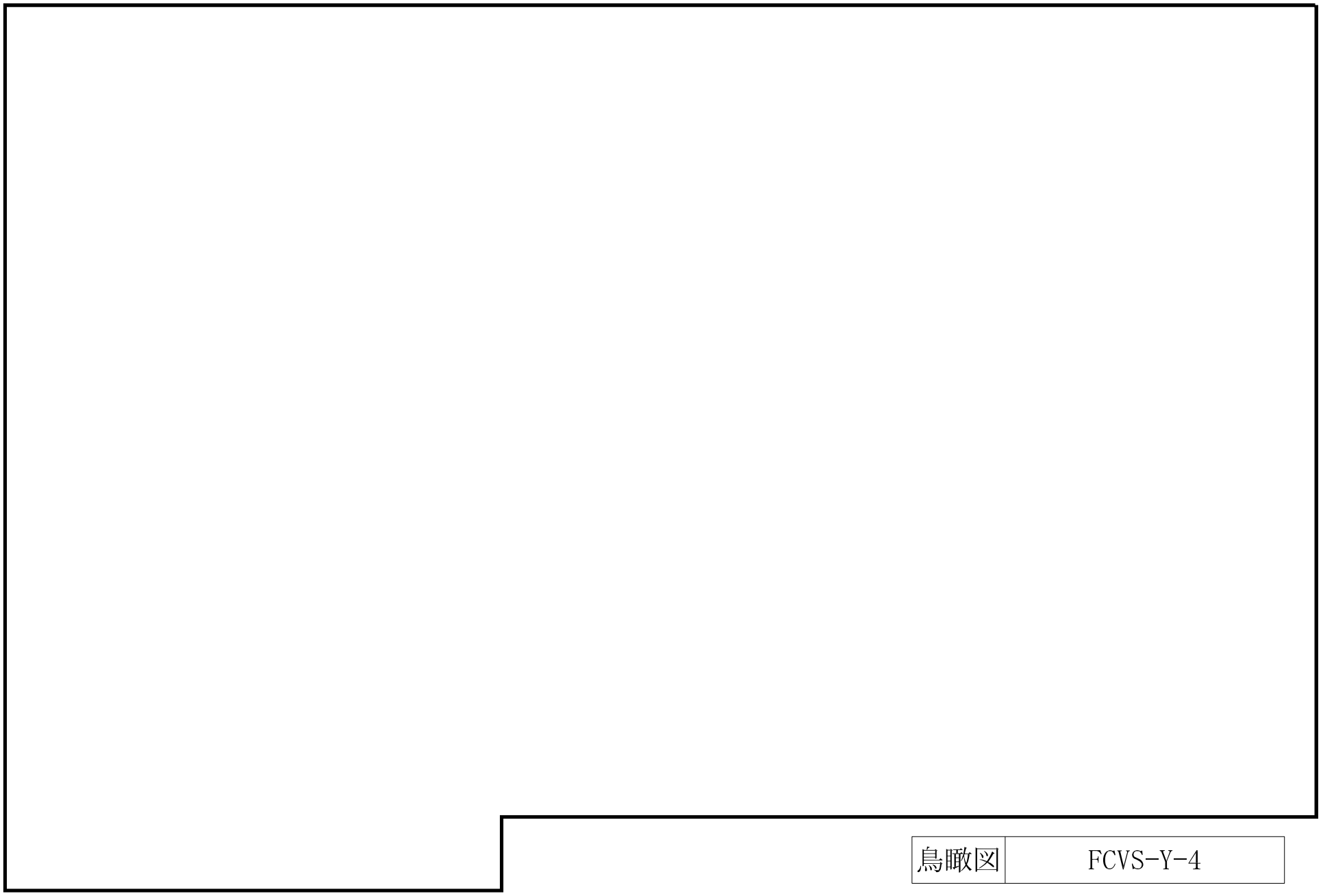


鳥瞰図	FCVS-Y-1

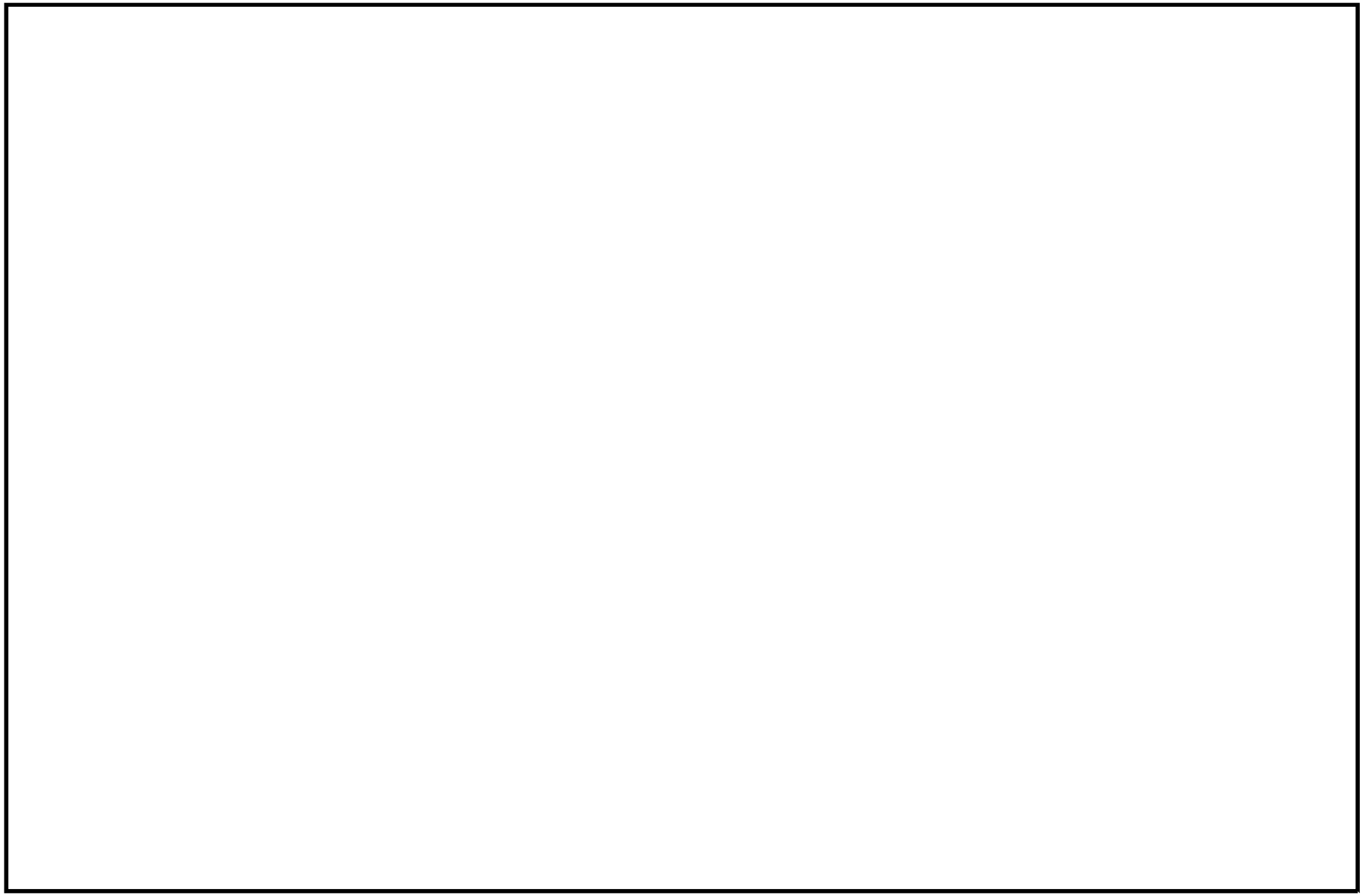


鳥瞰図	FCVS-Y-2

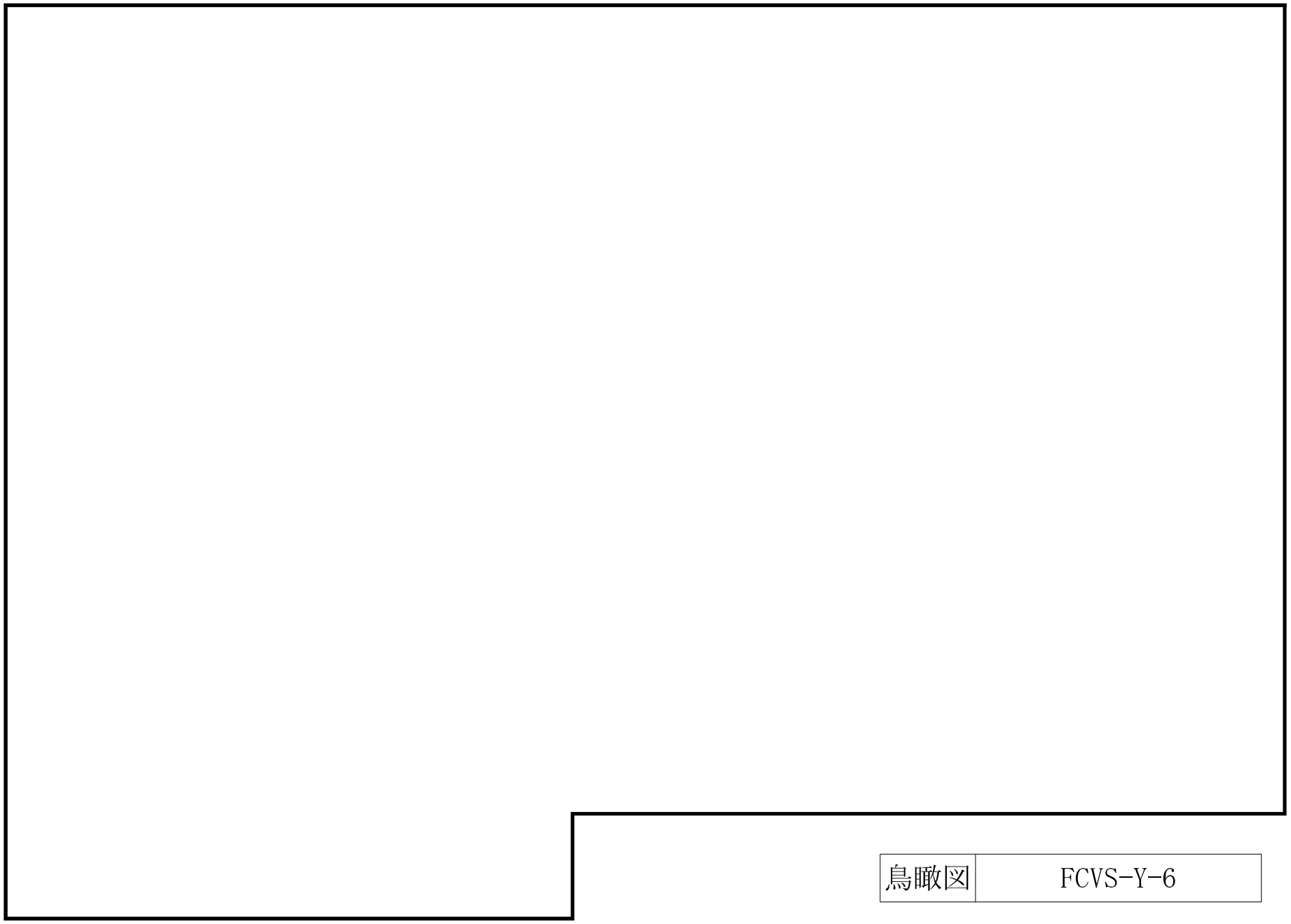
鳥瞰図	FCVS-Y-3



鳥瞰図	FCVS-Y-4



鳥瞰図	FCVS-Y-5

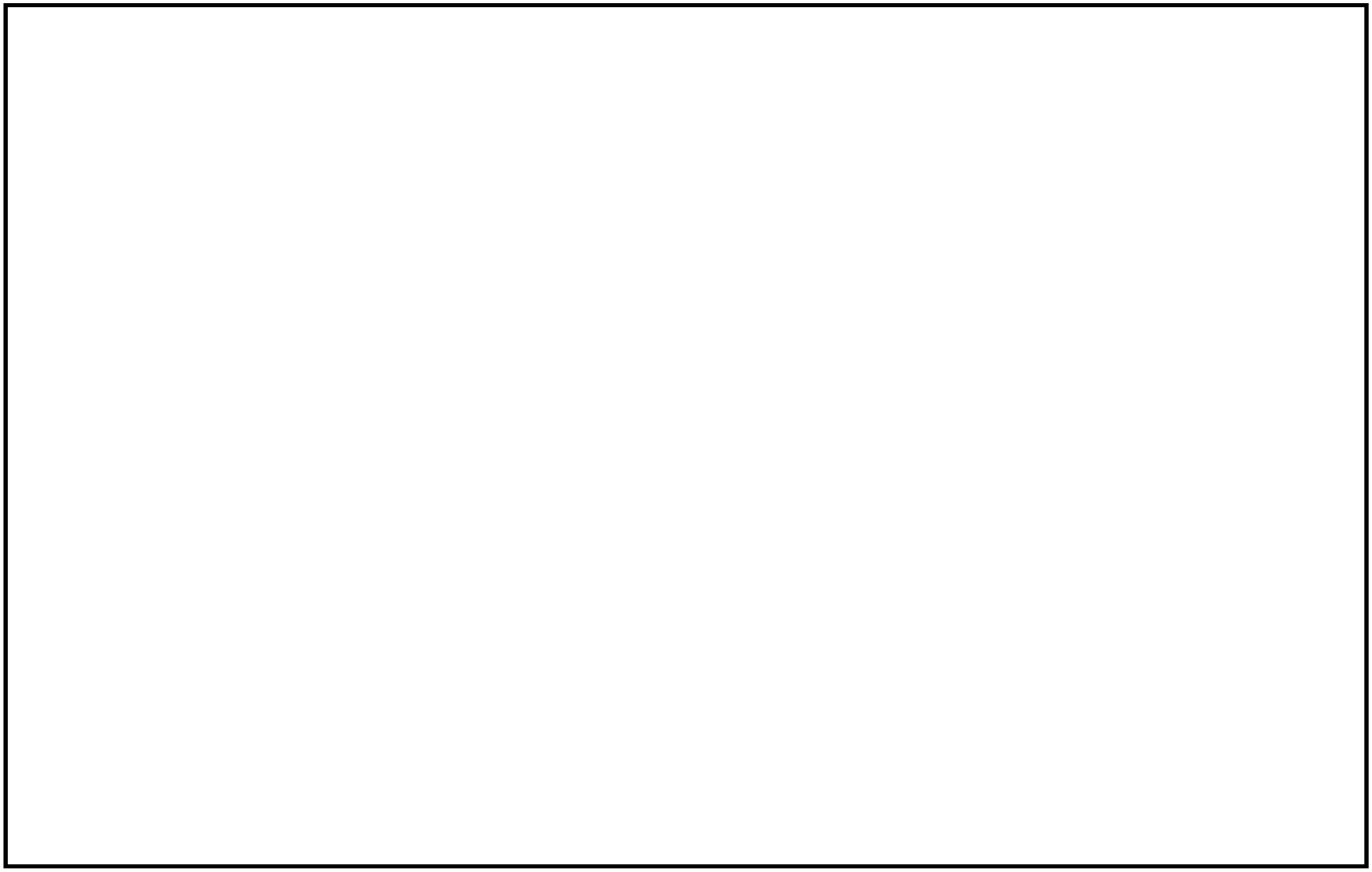


鳥瞰図	FCVS-Y-6

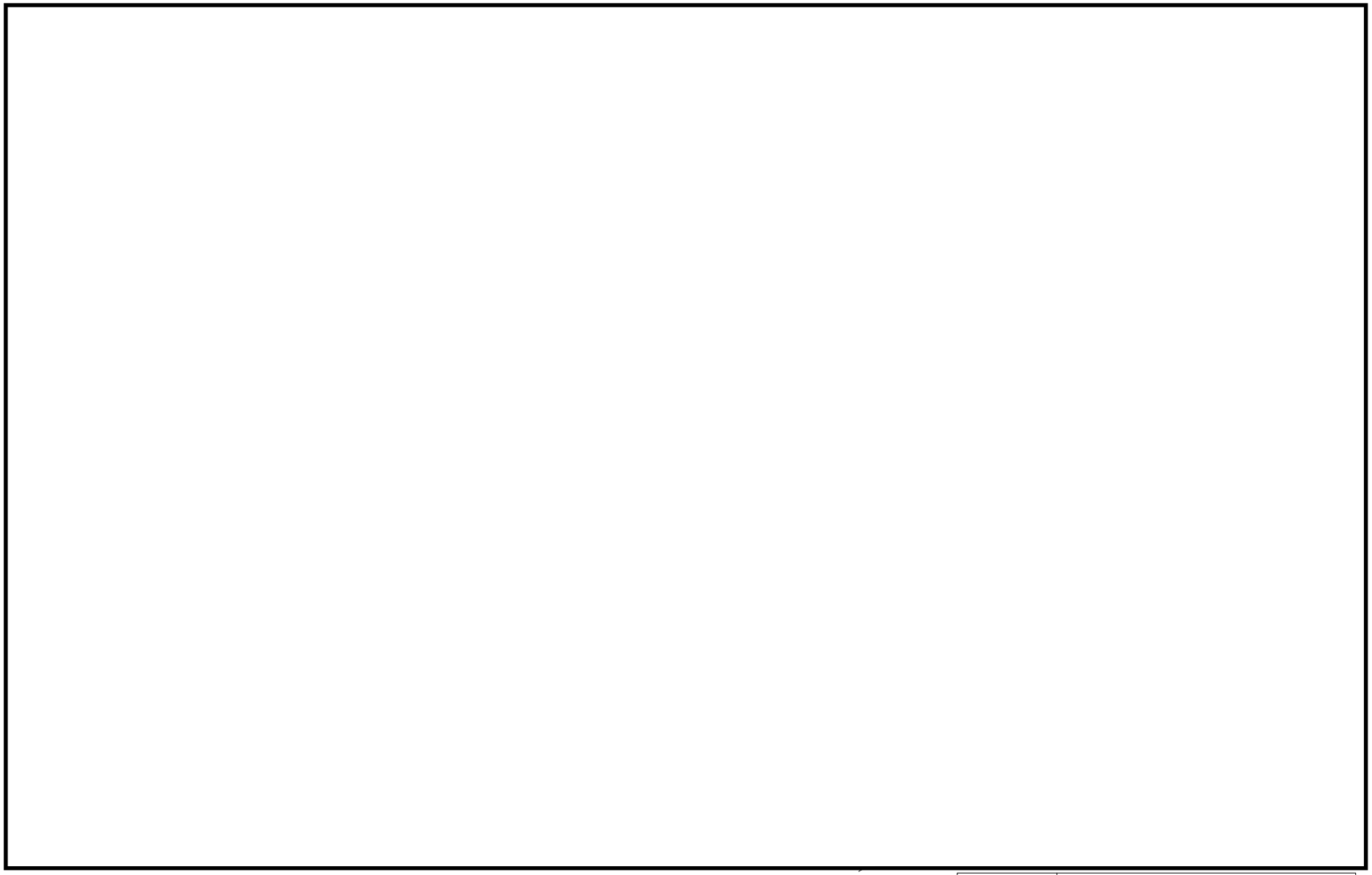
鳥瞰図	FCVS-Y-7

鳥瞰図	FCVS-Y-8

鳥瞰図	FCVS-Y-9

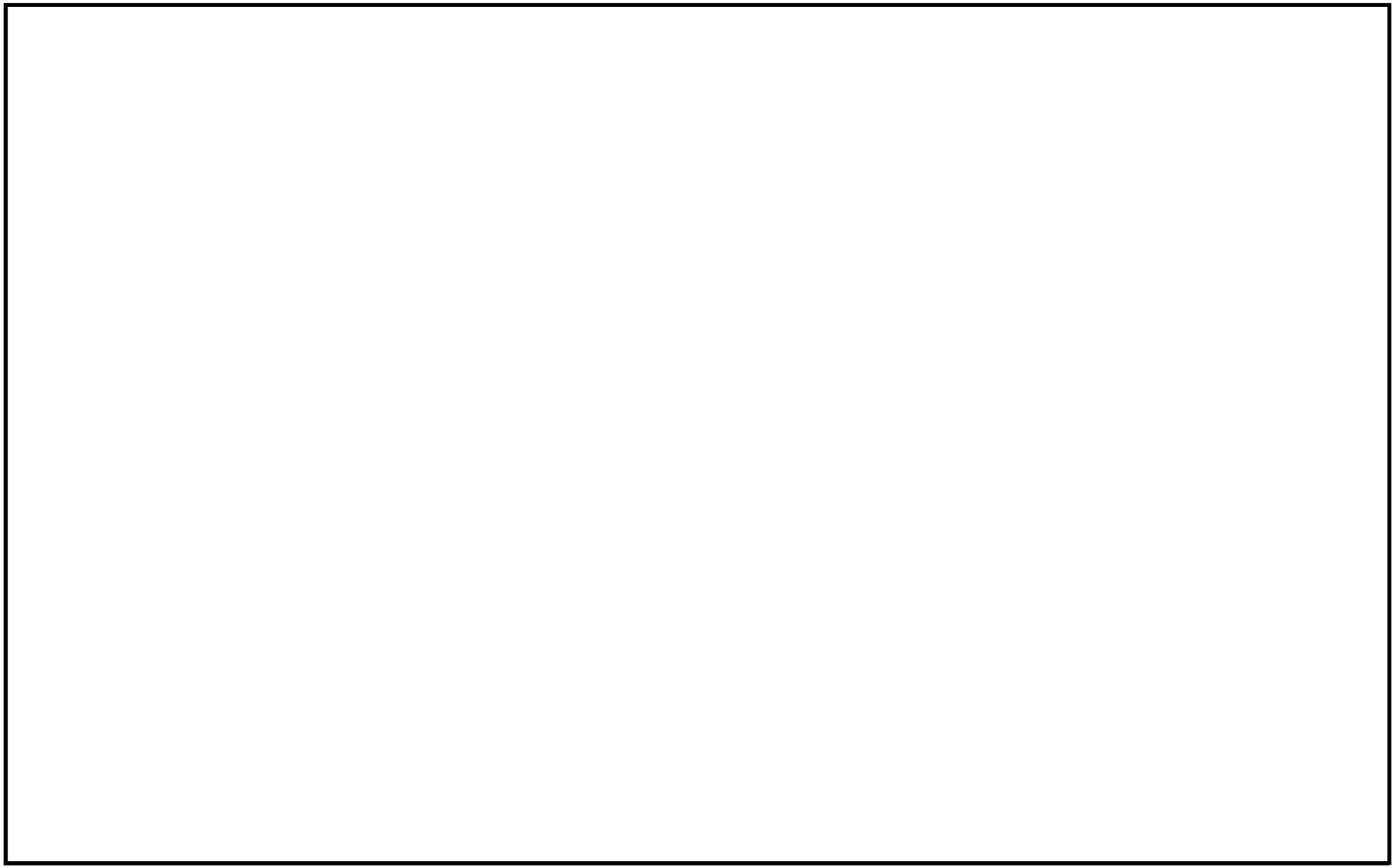


鳥瞰図	FCVS-Y-10

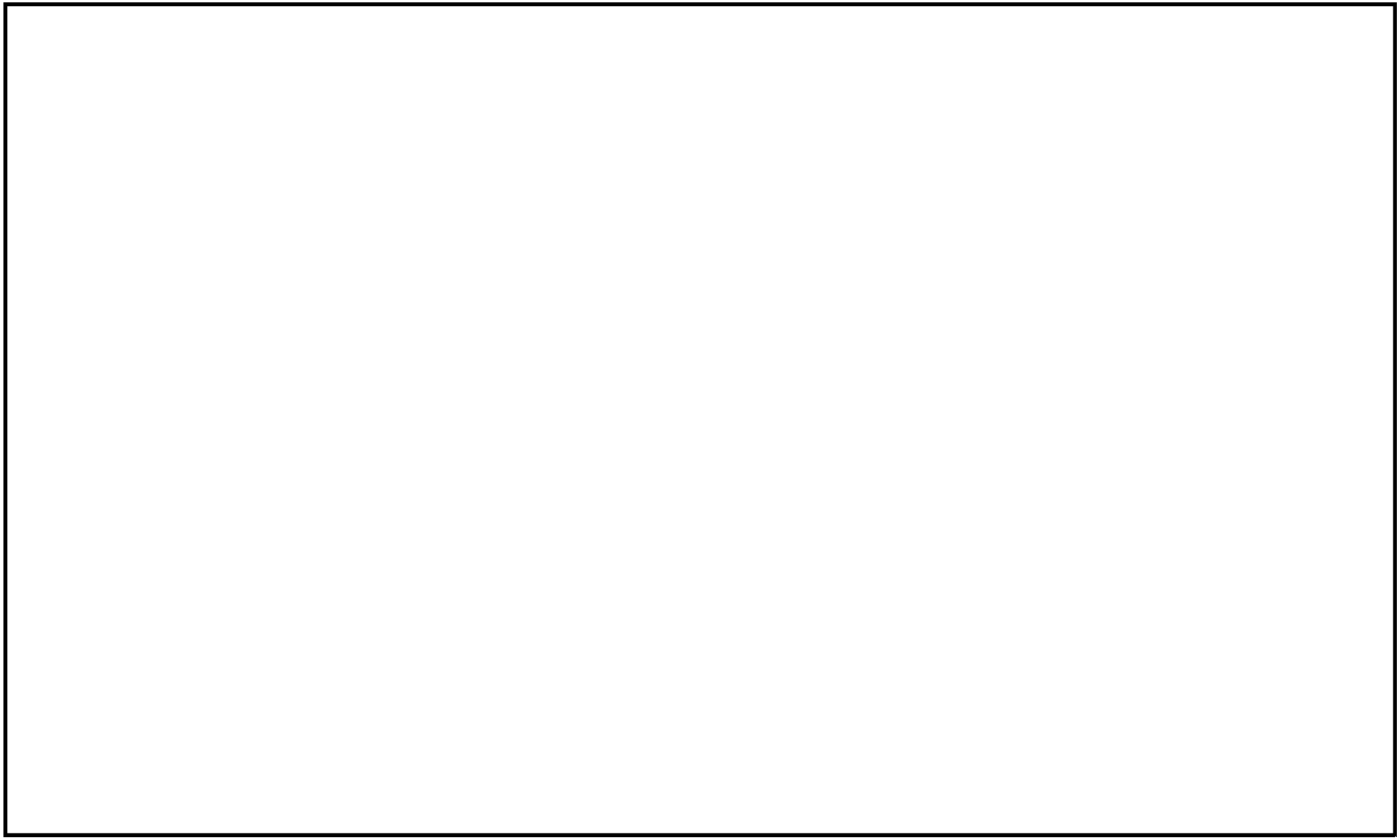


鳥瞰図	FCVS-Y-11

鳥瞰図	FCVS-R-1(1/2)



鳥瞰図	FCVS-R-1(2/2)



鳥瞰図	FCVS-R-2

25. 格納容器圧力逃がし装置の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-2-7-1-4-2　管の応力計算書

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）

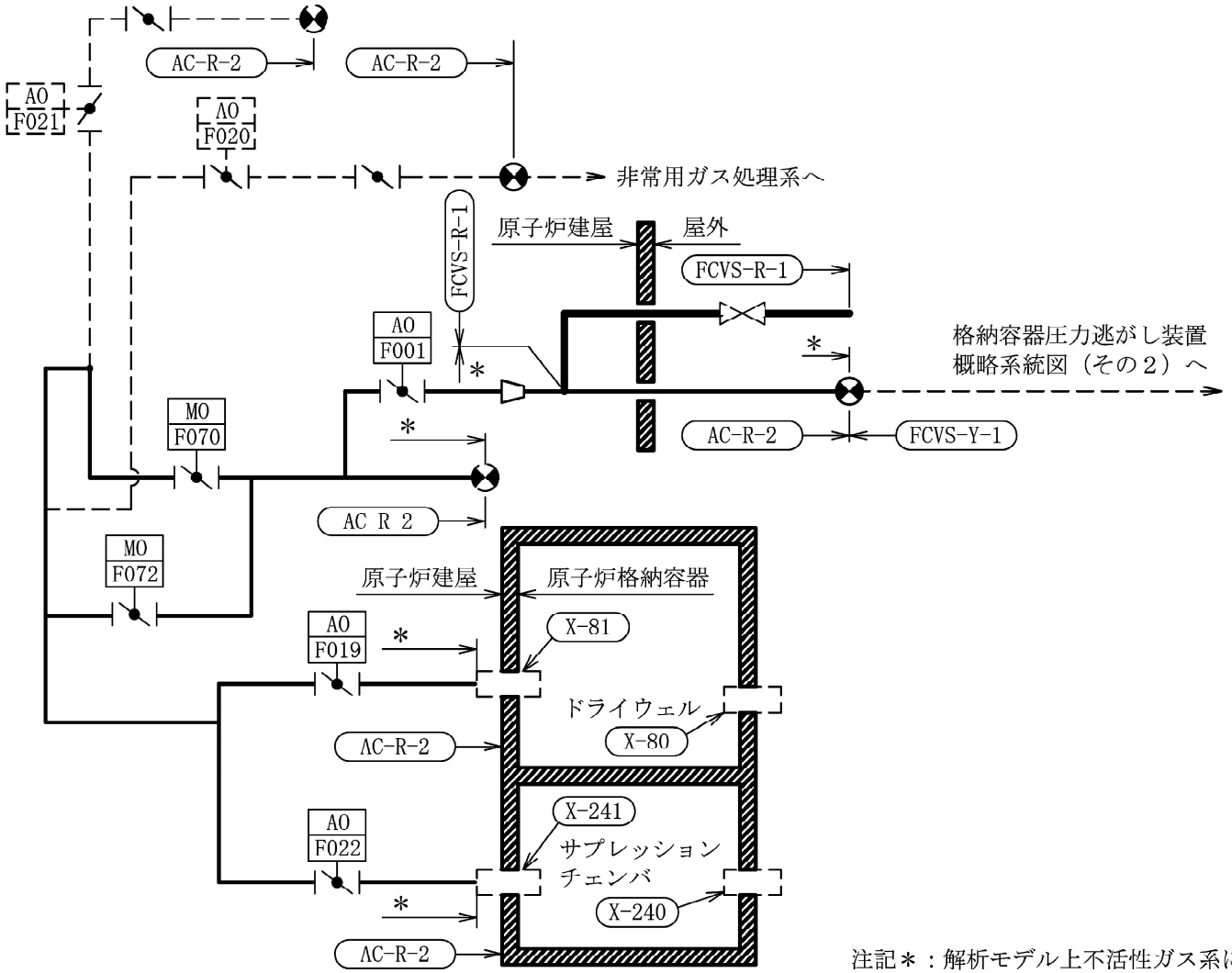
No.	配管モデル	重大事故等時*1					重大事故等時*2				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	FCVS-Y-1	1	20	154	7.70	—	1	21	185	8.80	—
2	FCVS-Y-2	1	13	154	11.84	—	1	14	185	13.21	—
3	FCVS-Y-3	15	47	154	3.27	—	15	47	185	3.93	—
4	FCVS-Y-4	19	26	154	5.92	—	19	26	185	7.11	—
5	FCVS-Y-5	13	84	154	1.83	○	13	85	185	2.17	○
6	FCVS-Y-6	24	21	154	7.33	—	24	22	185	8.40	—
7	FCVS-Y-7	28	23	162	7.04	—	28	23	194	8.43	—
8	FCVS-Y-8	23	18	160	8.88	—	23	18	192	10.66	—
9	FCVS-Y-9	53	25	162	6.48	—	53	26	194	7.46	—
10	FCVS-Y-10	9	29	162	5.58	—	9	30	194	6.46	—

（続き）

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
11	FCVS-Y-11	33	31	162	5.22	—	33	32	194	6.06	—
12	FCVS-R-1	42	21	166	7.90	—	42	21	199	9.47	—
13	FCVS-R-2	75	30	160	5.33	—	75	31	192	6.19	—

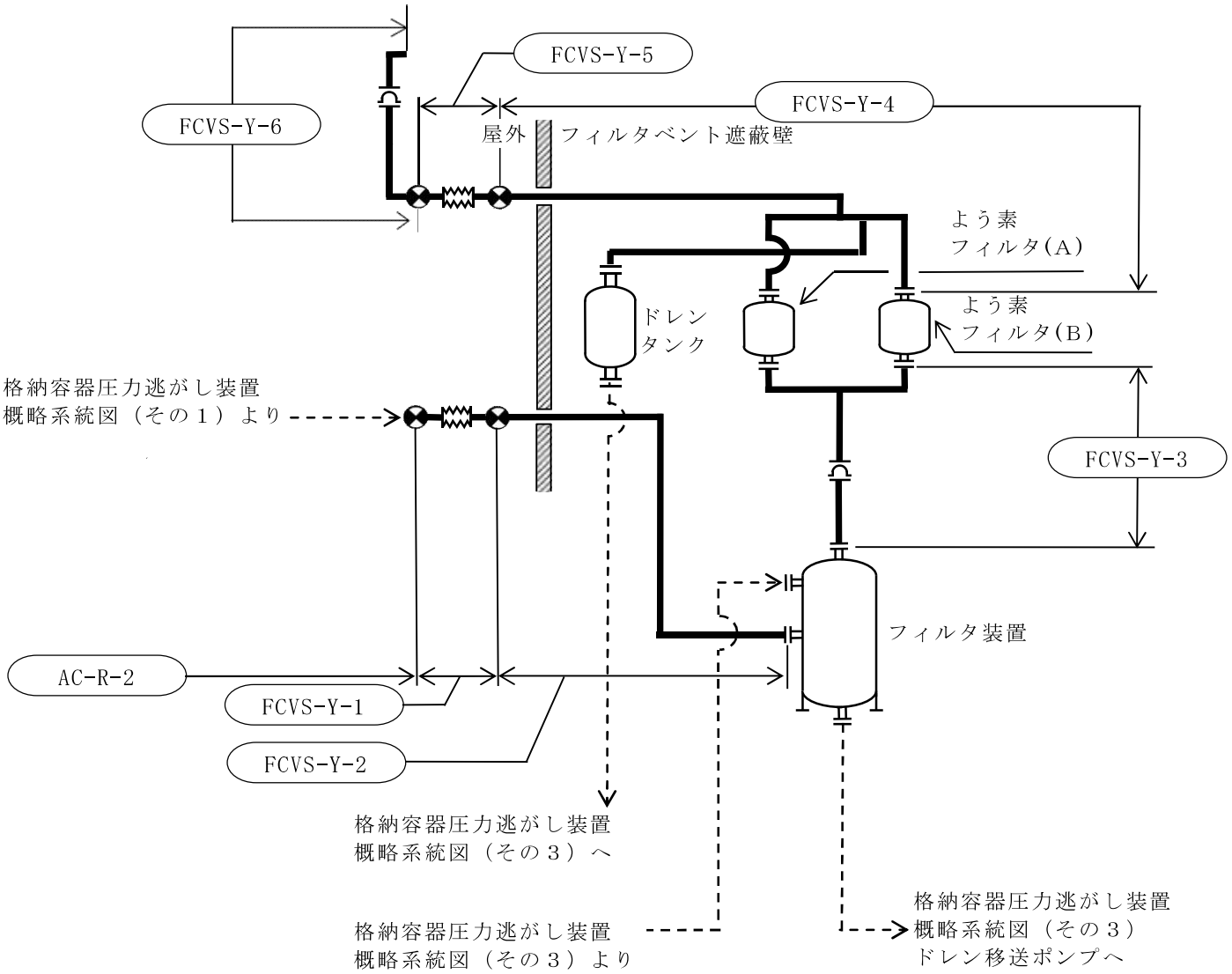
注記＊1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

＊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。

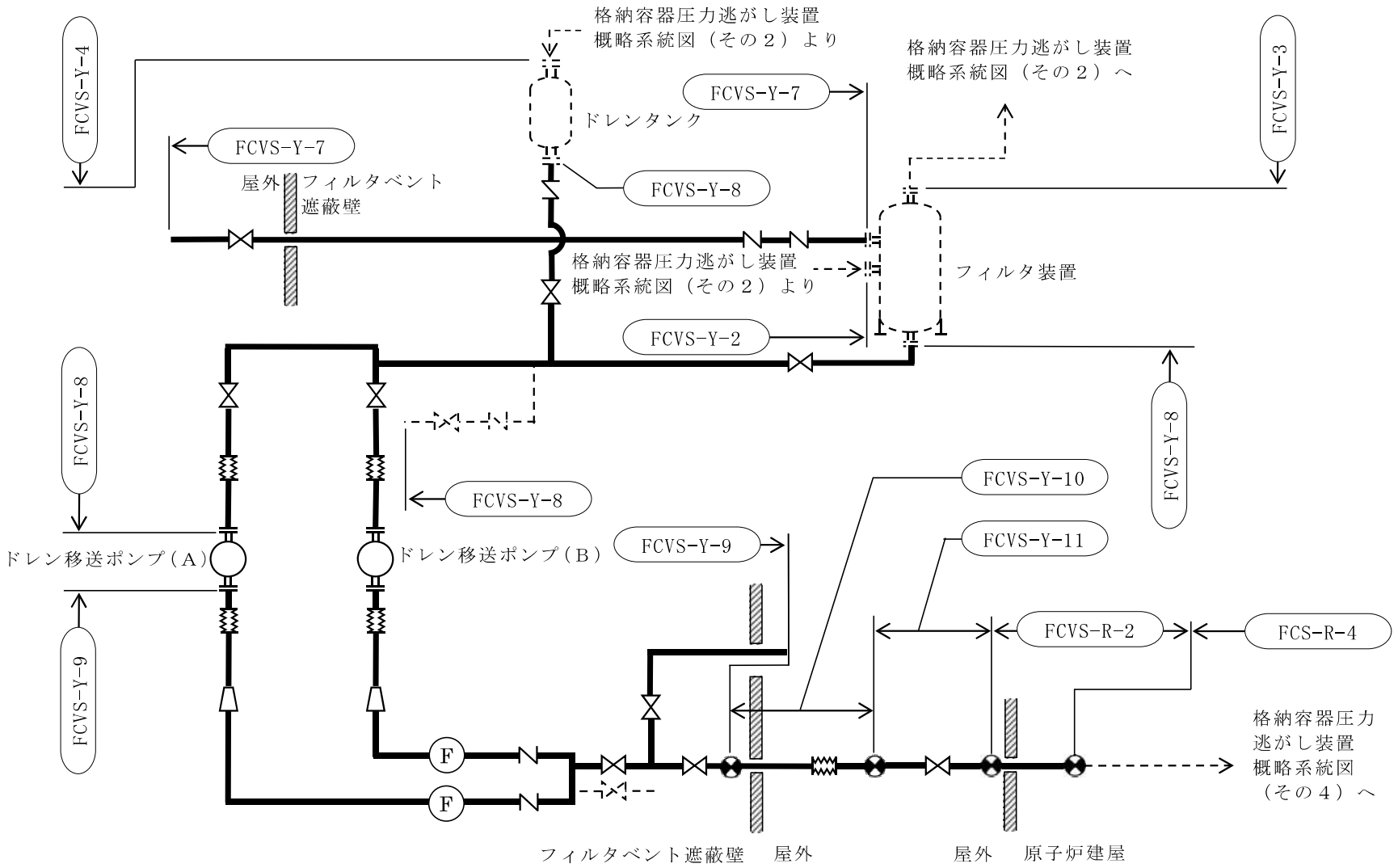


注記＊：解析モデル上不活性ガス系に含める。

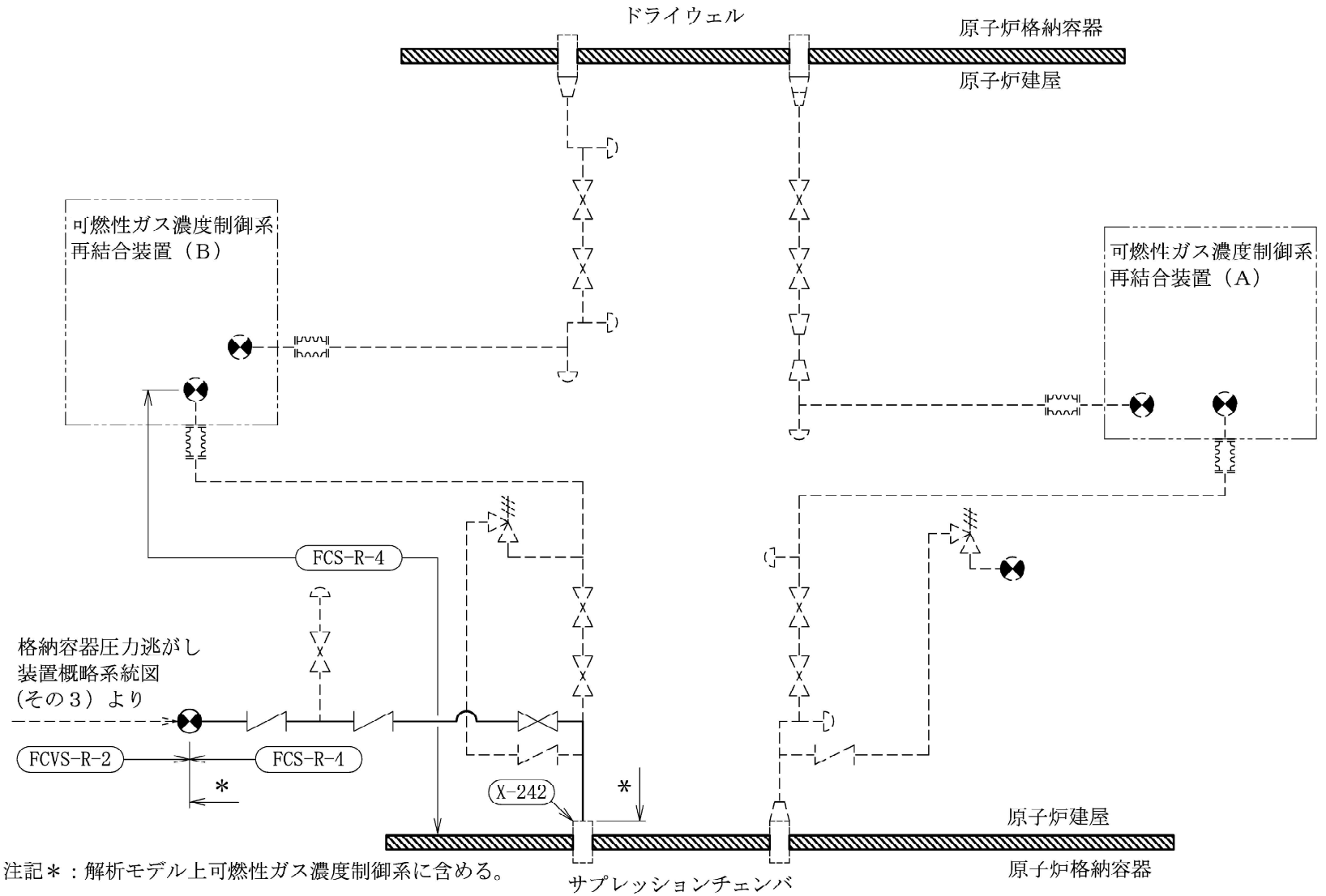
格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その１）



格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その２）

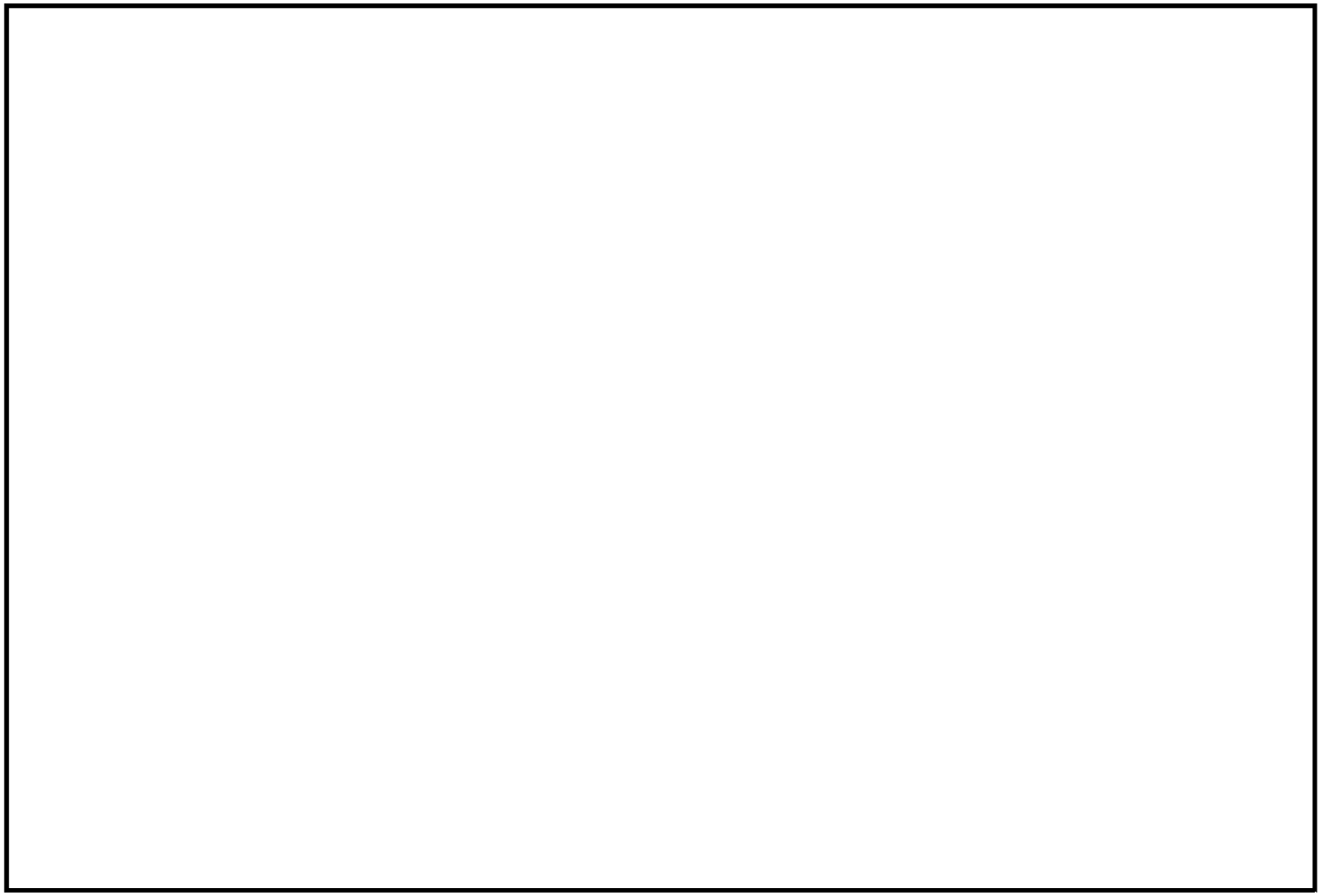


格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その３）

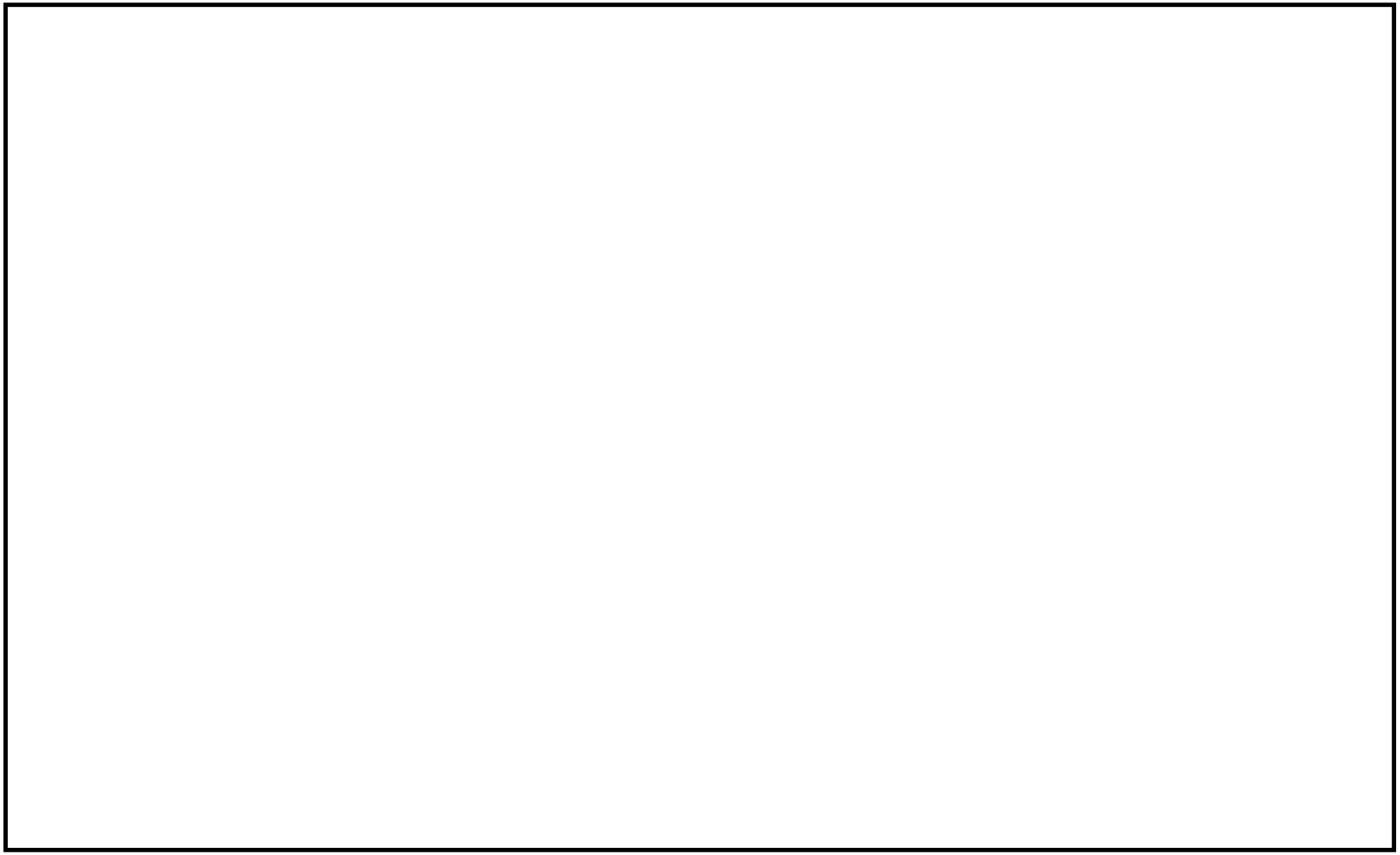


注記＊：解析モデル上可燃性ガス濃度制御系に含める。

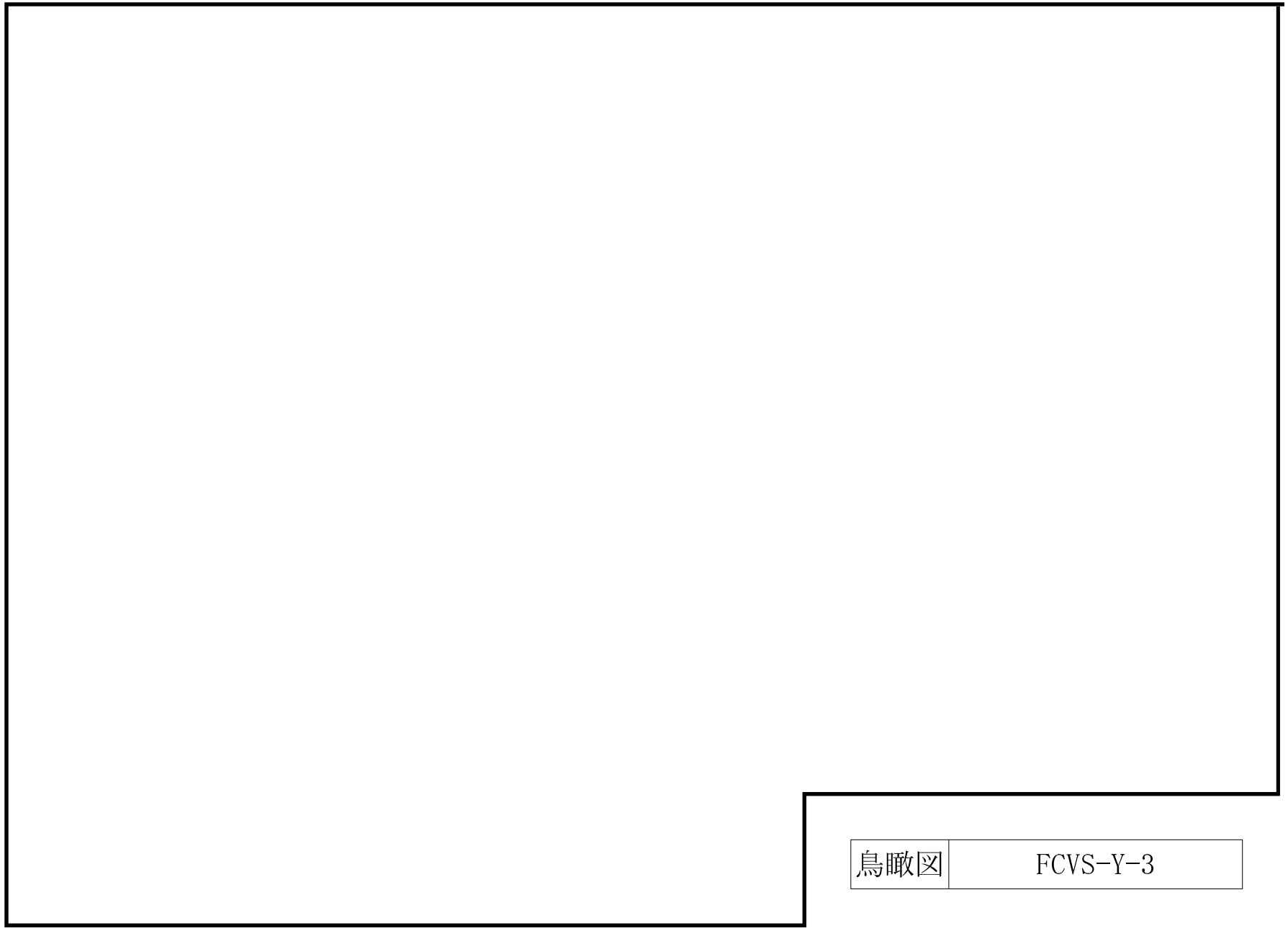
格納容器圧力逃がし装置概略系統図（その４）



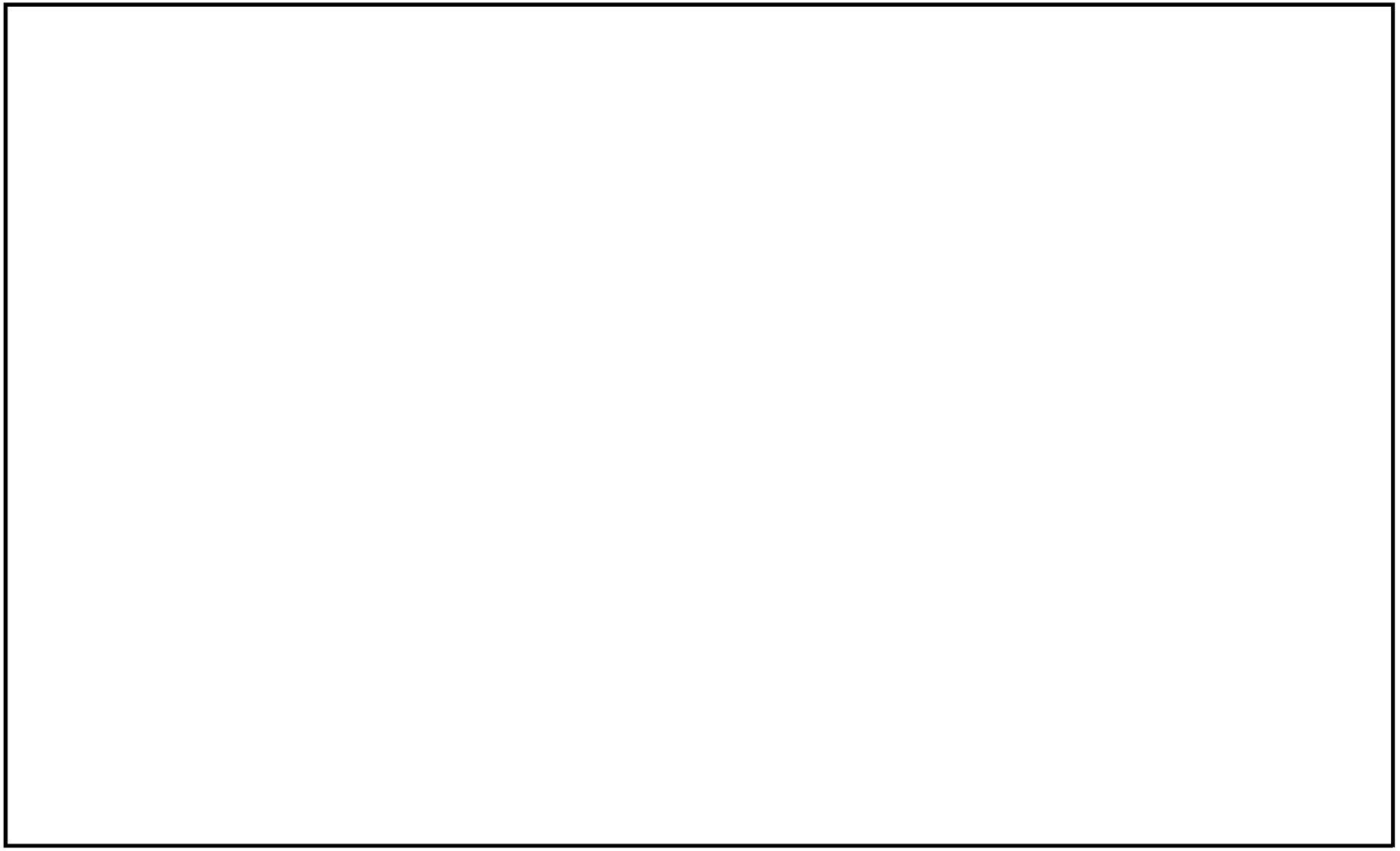
鳥瞰図	FCVS-Y-1



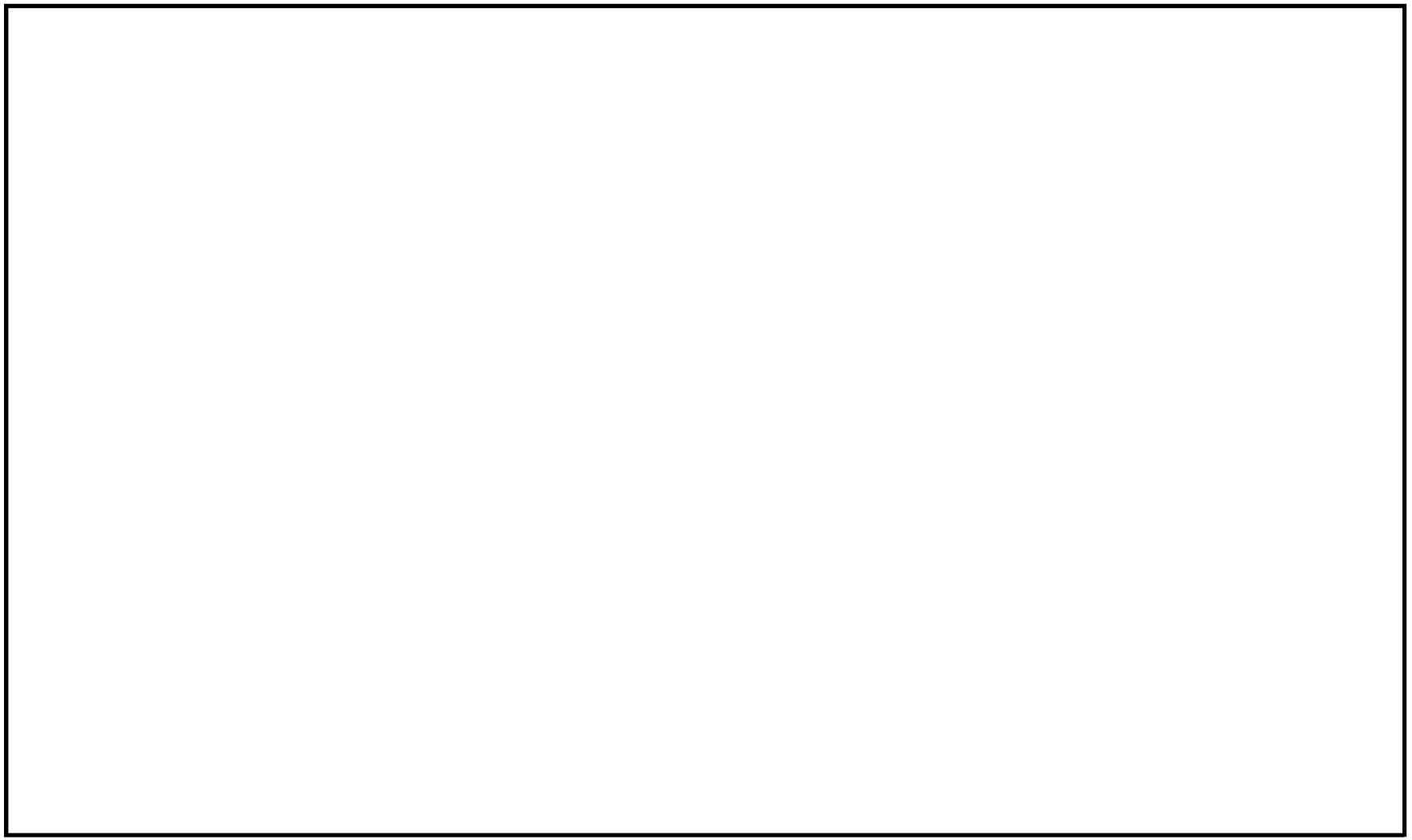
鳥瞰図	FCVS-Y-2



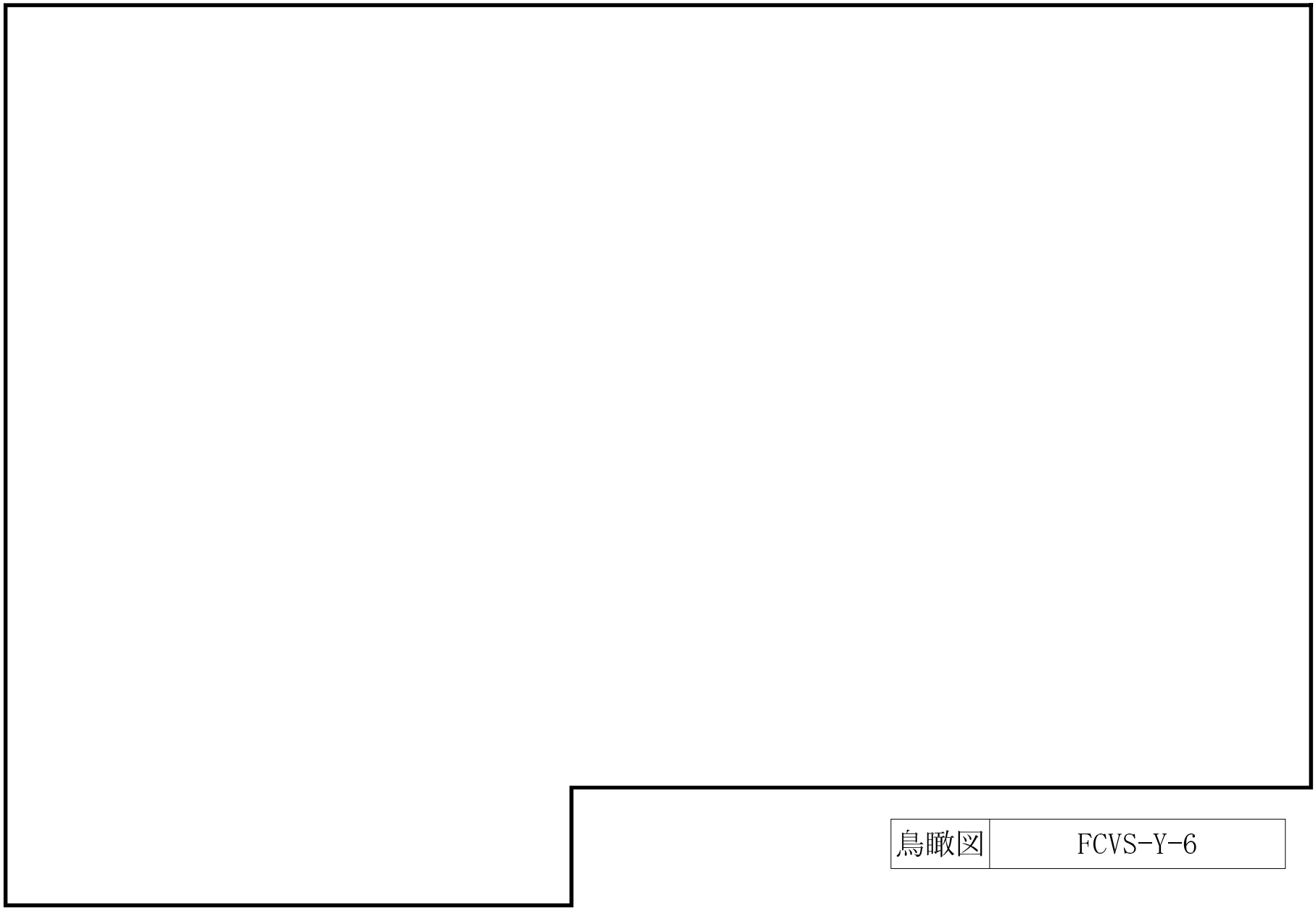
鳥瞰図	FCVS-Y-3



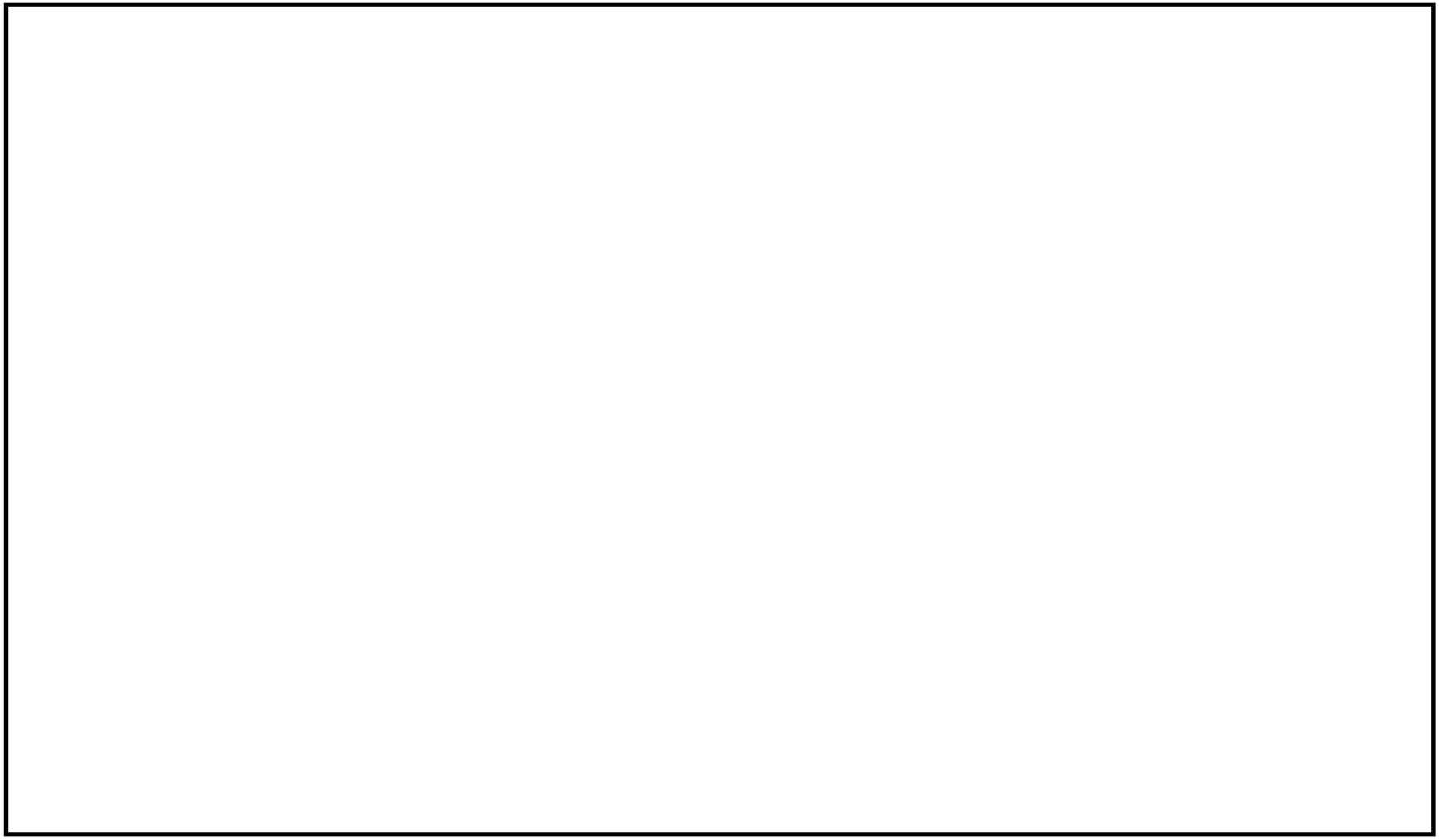
鳥瞰図	FCVS-Y-4



鳥瞰図	FCVS-Y-5

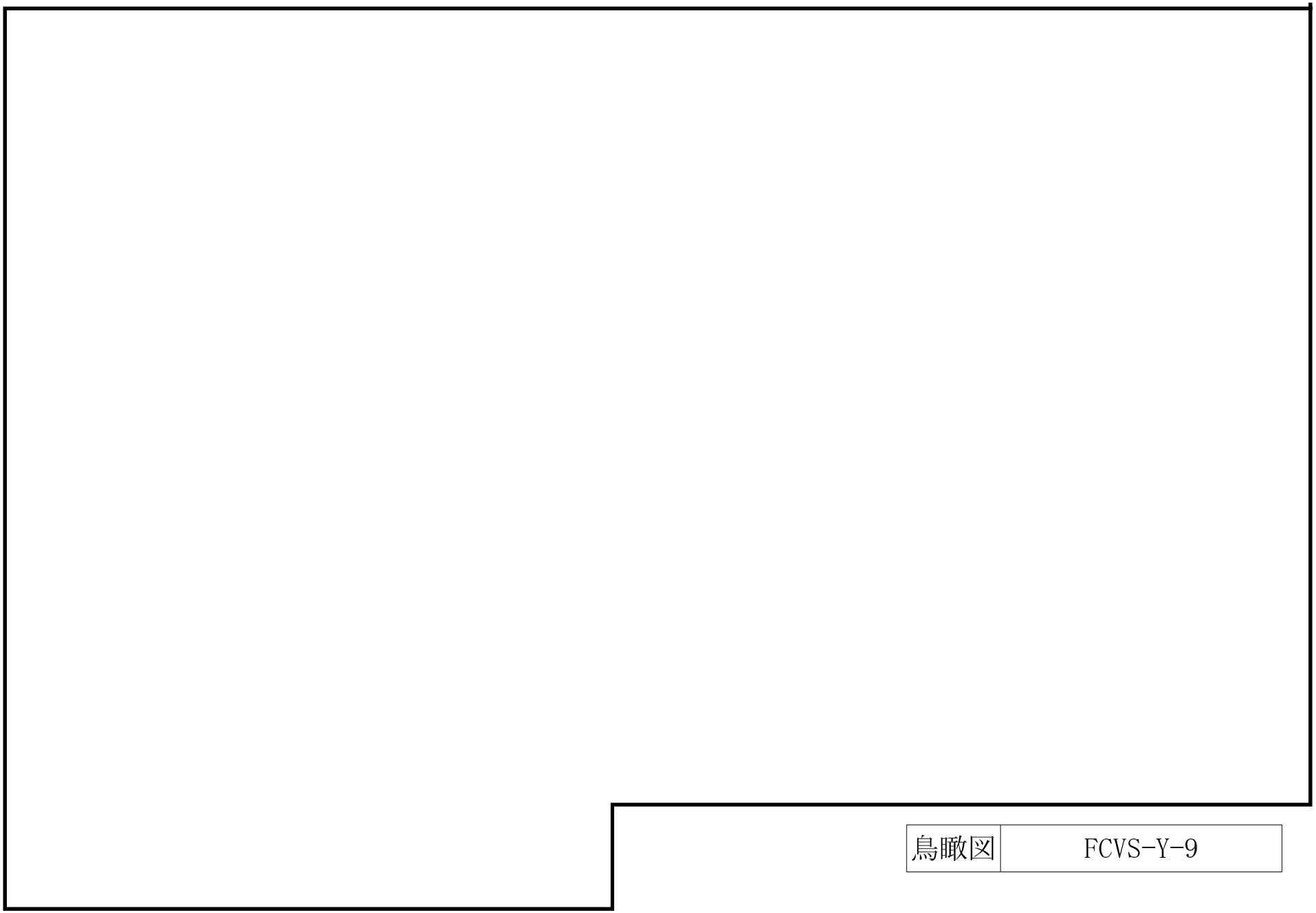


鳥瞰図	FCVS-Y-6

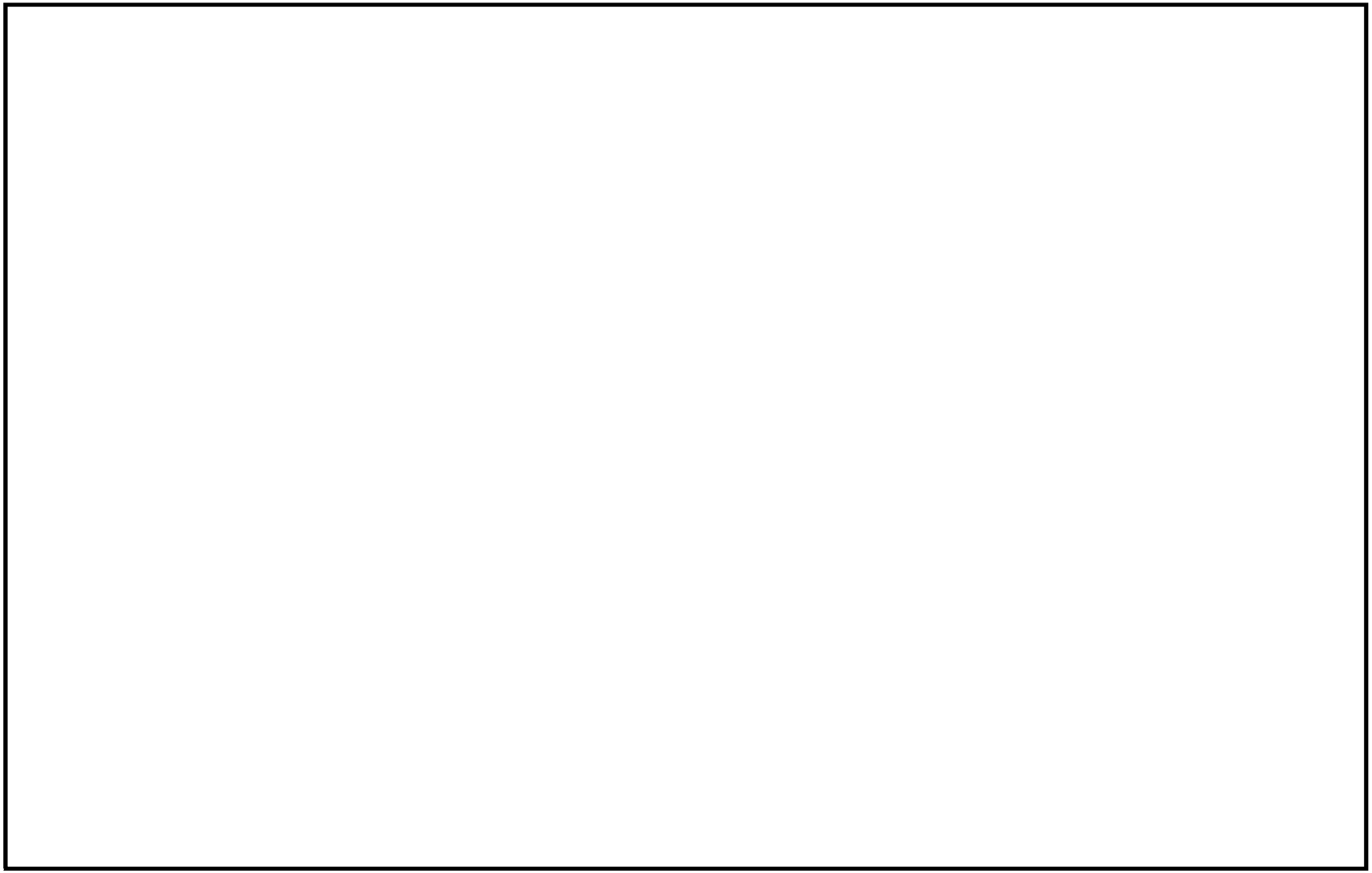


鳥瞰図	FCVS-Y-7

鳥瞰図	FCVS-Y-8



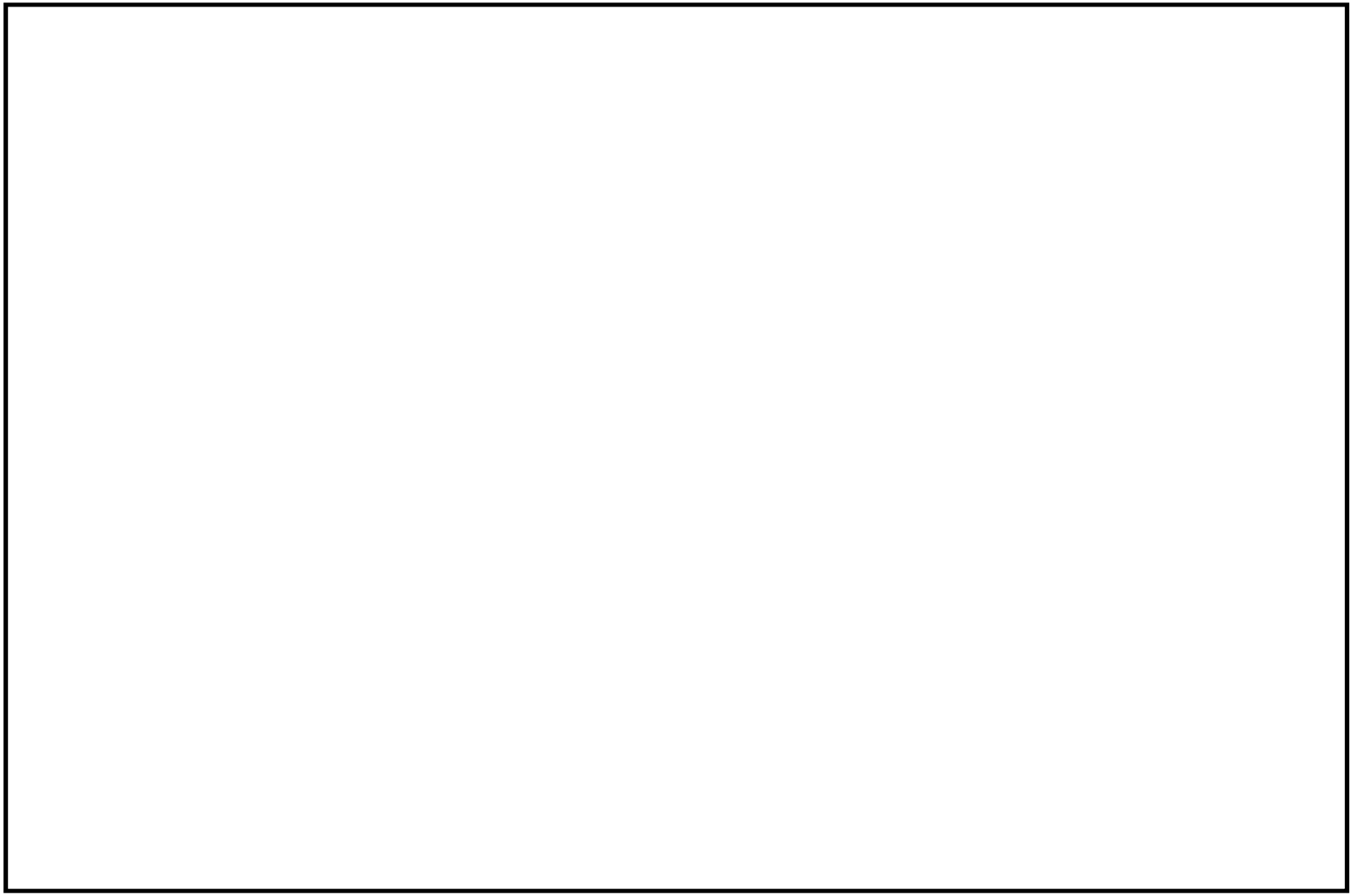
鳥瞰図	FCVS-Y-9



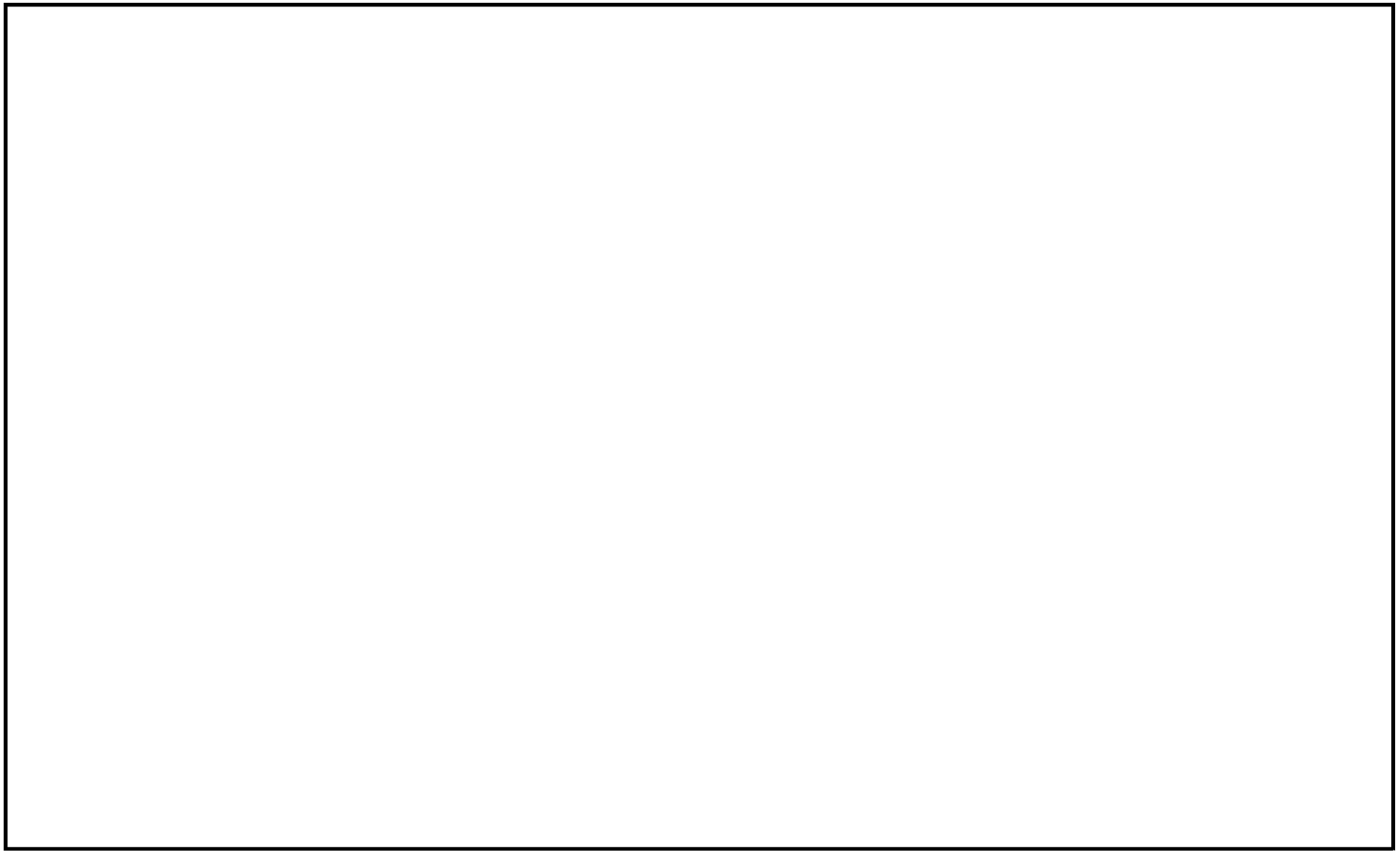
鳥瞰図	FCVS-Y-10

鳥瞰図	FCVS-Y-11

鳥瞰図	FCVS-R-1(1/2)



鳥瞰図	FCVS-R-1(2/2)



鳥瞰図	FCVS-R-2

26. 格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）の計算モデル

・Ⅴ-2-9-5-2　管の耐震性についての計算書（格納容器圧力逃がし装置）

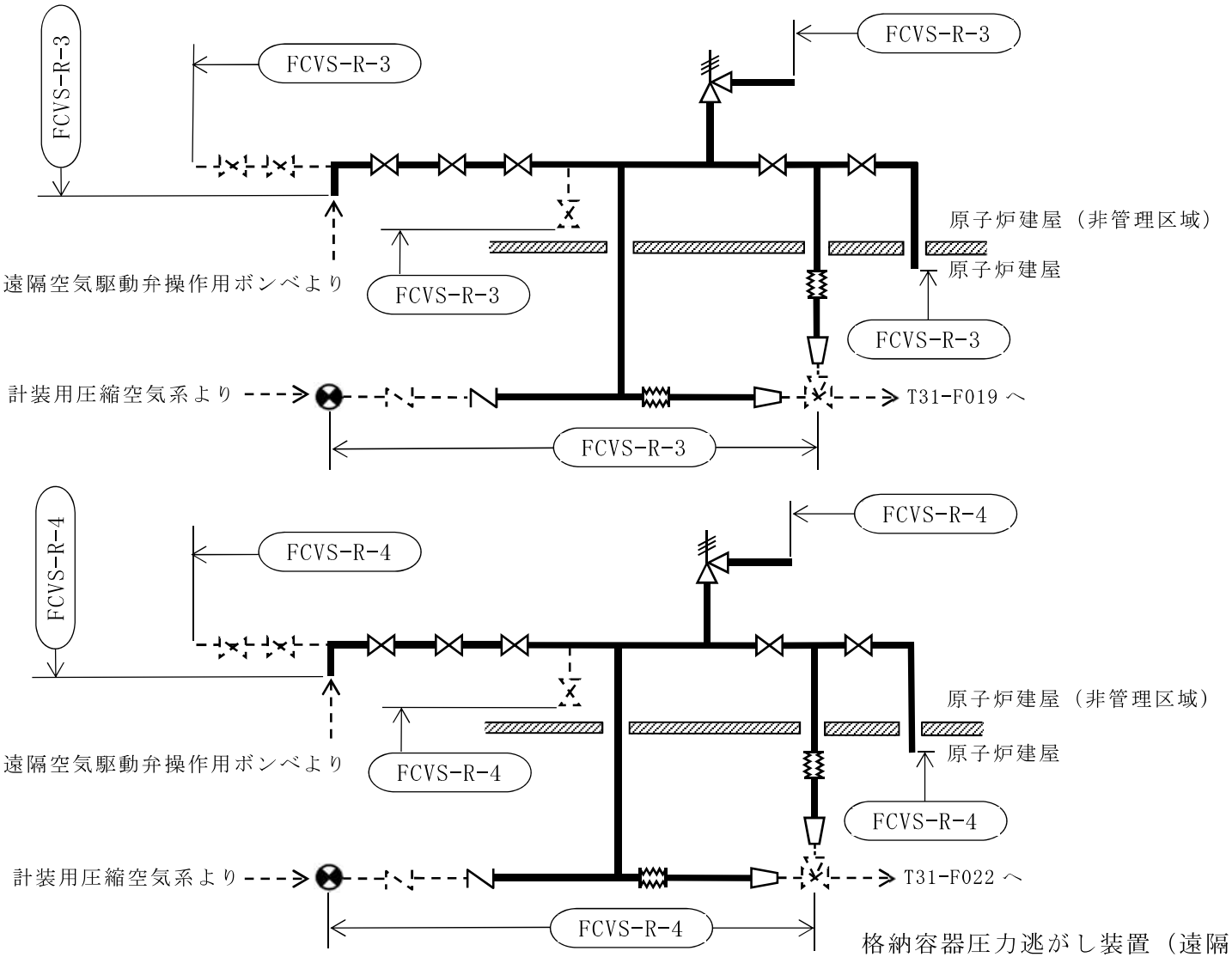
重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

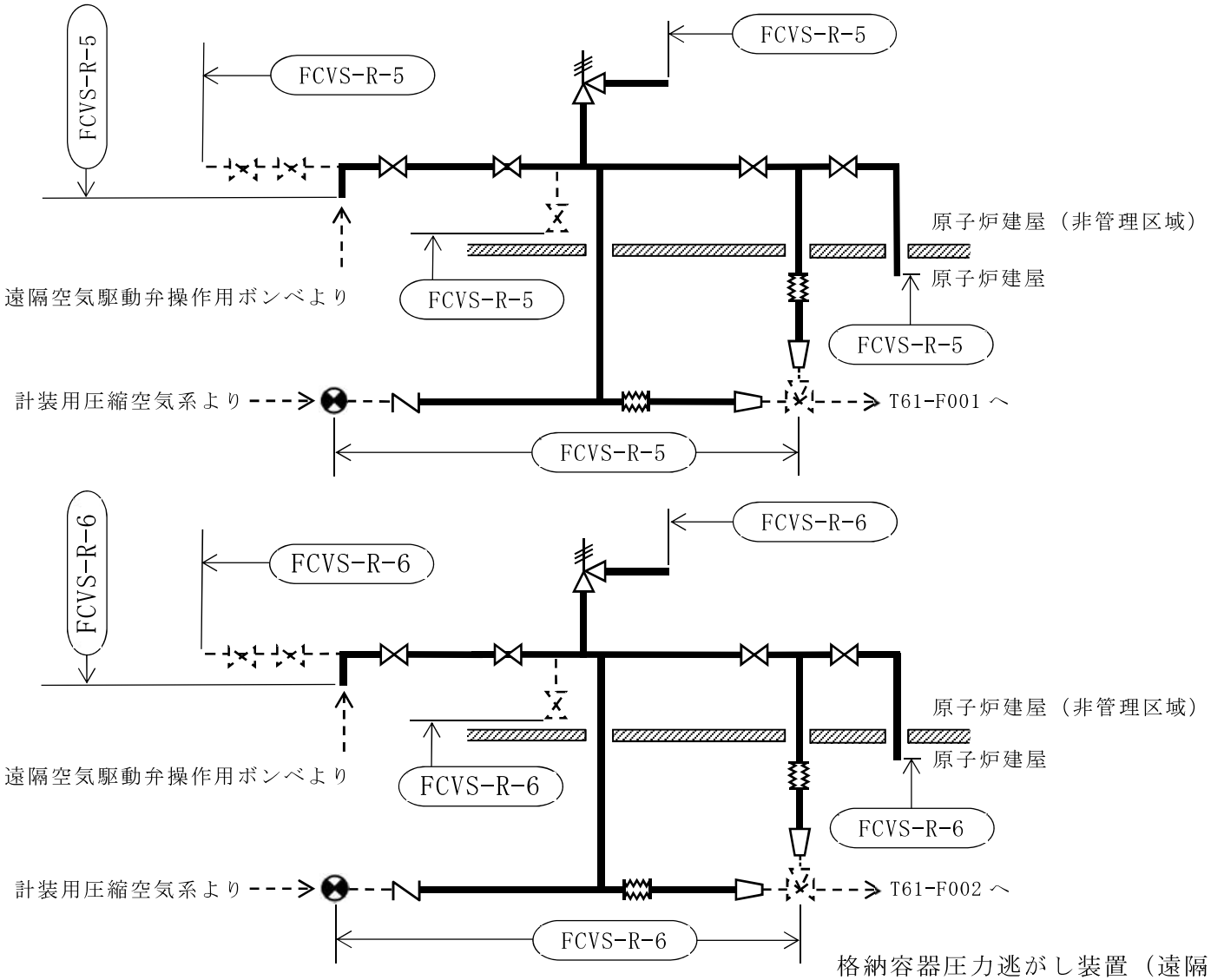
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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）

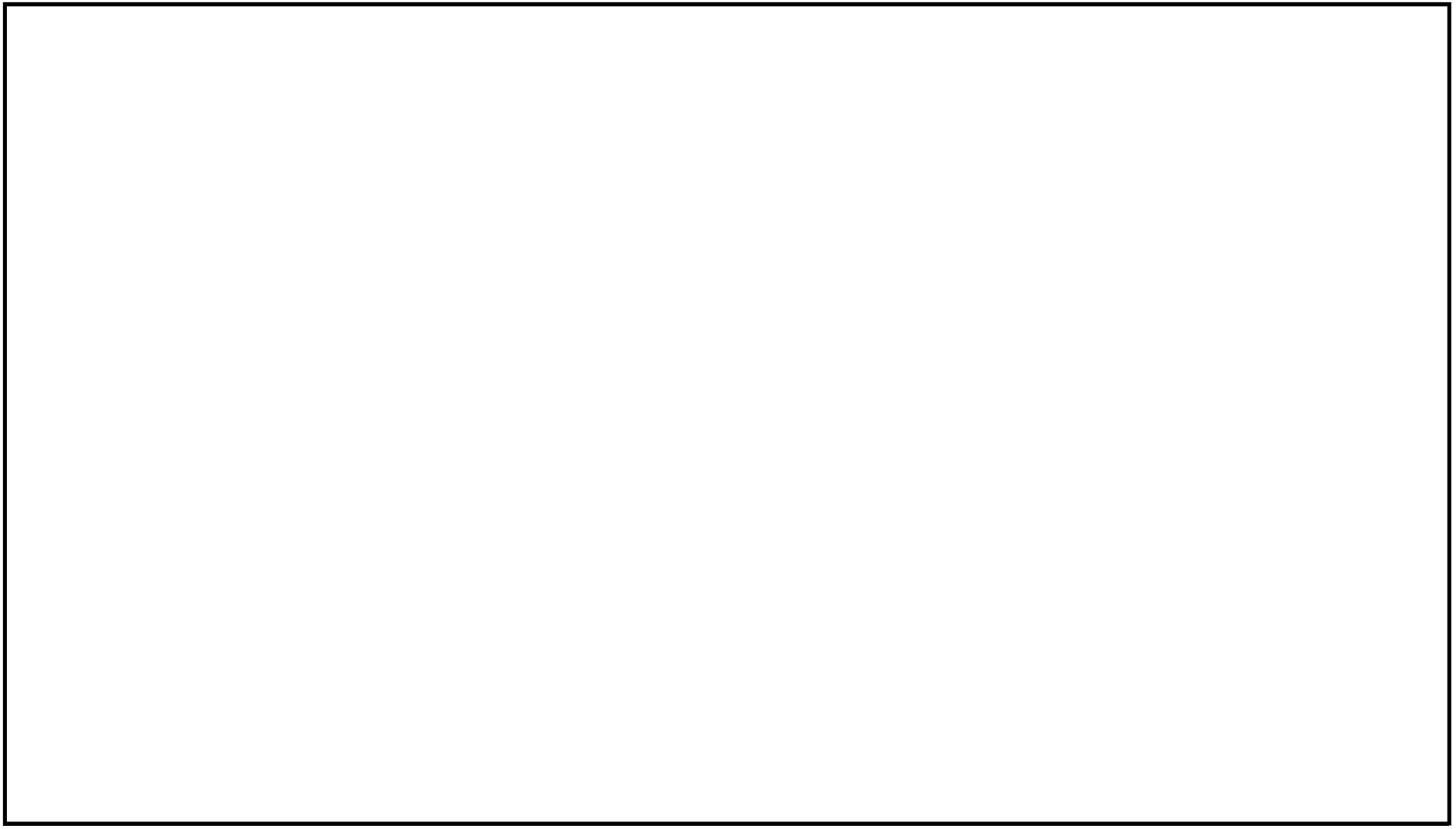
No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	FCVS-R-3	26	152	396	2.60	○	26	168	342	2.03	—	—	—	—
2	FCVS-R-4	48	99	396	4.00	—	194	137	342	2.49	—	—	—	—
3	FCVS-R-5	18	136	396	2.91	—	18	244	342	1.40	○	—	—	—
4	FCVS-R-6	14	128	396	3.09	—	97	218	342	1.56	—	—	—	—



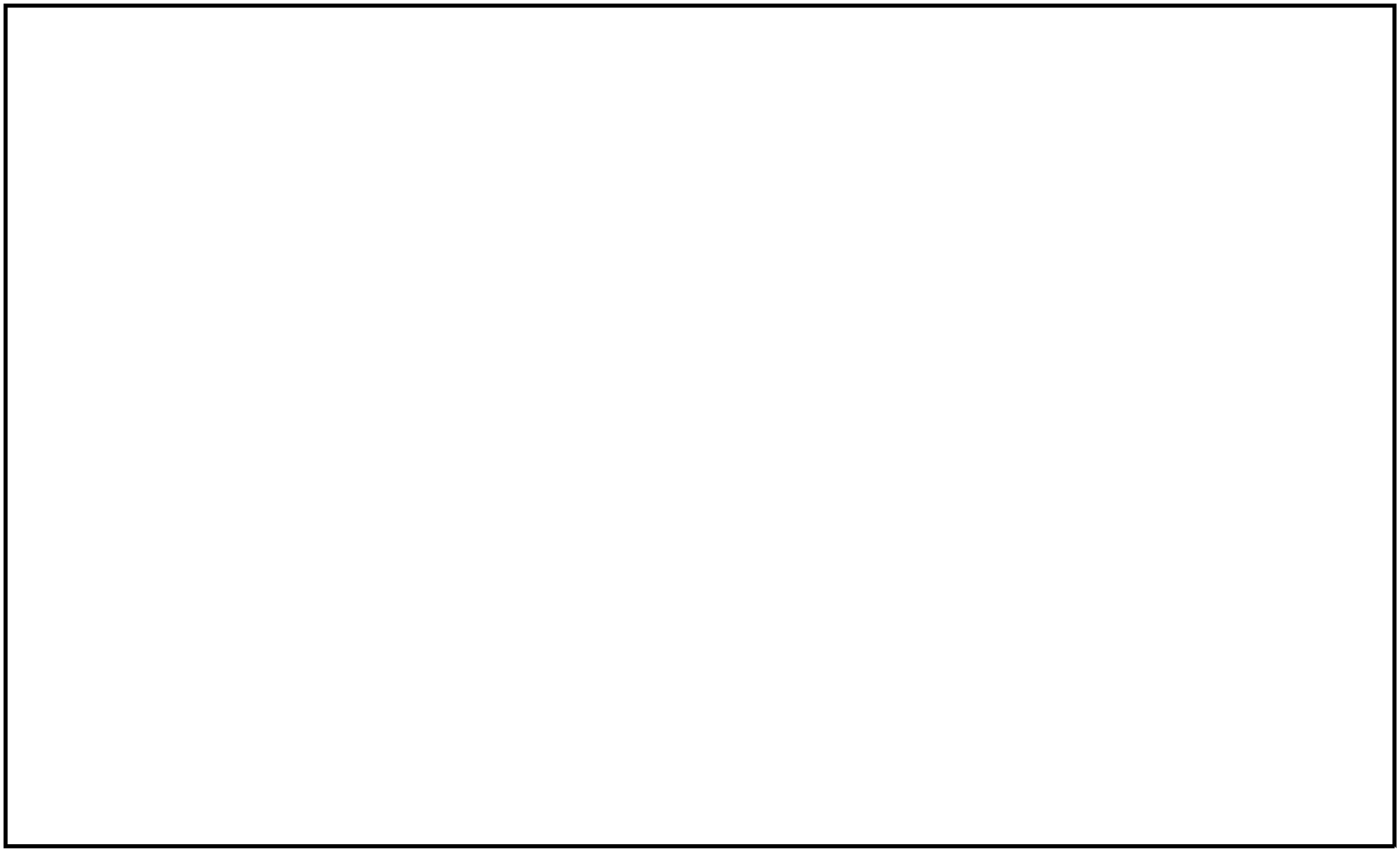
格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）
概略系統図（その 1）



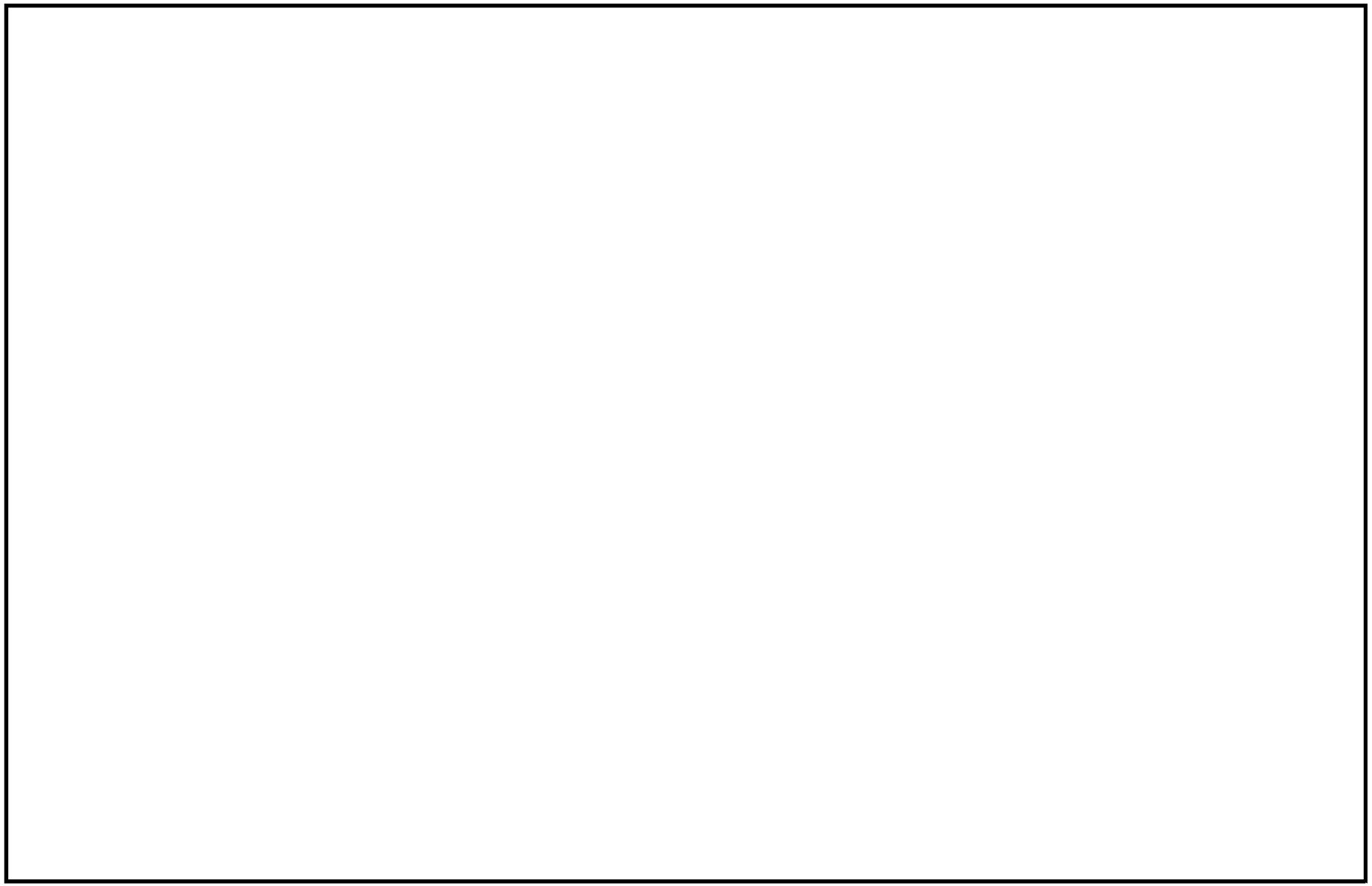
格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）
概略系統図（その 2）



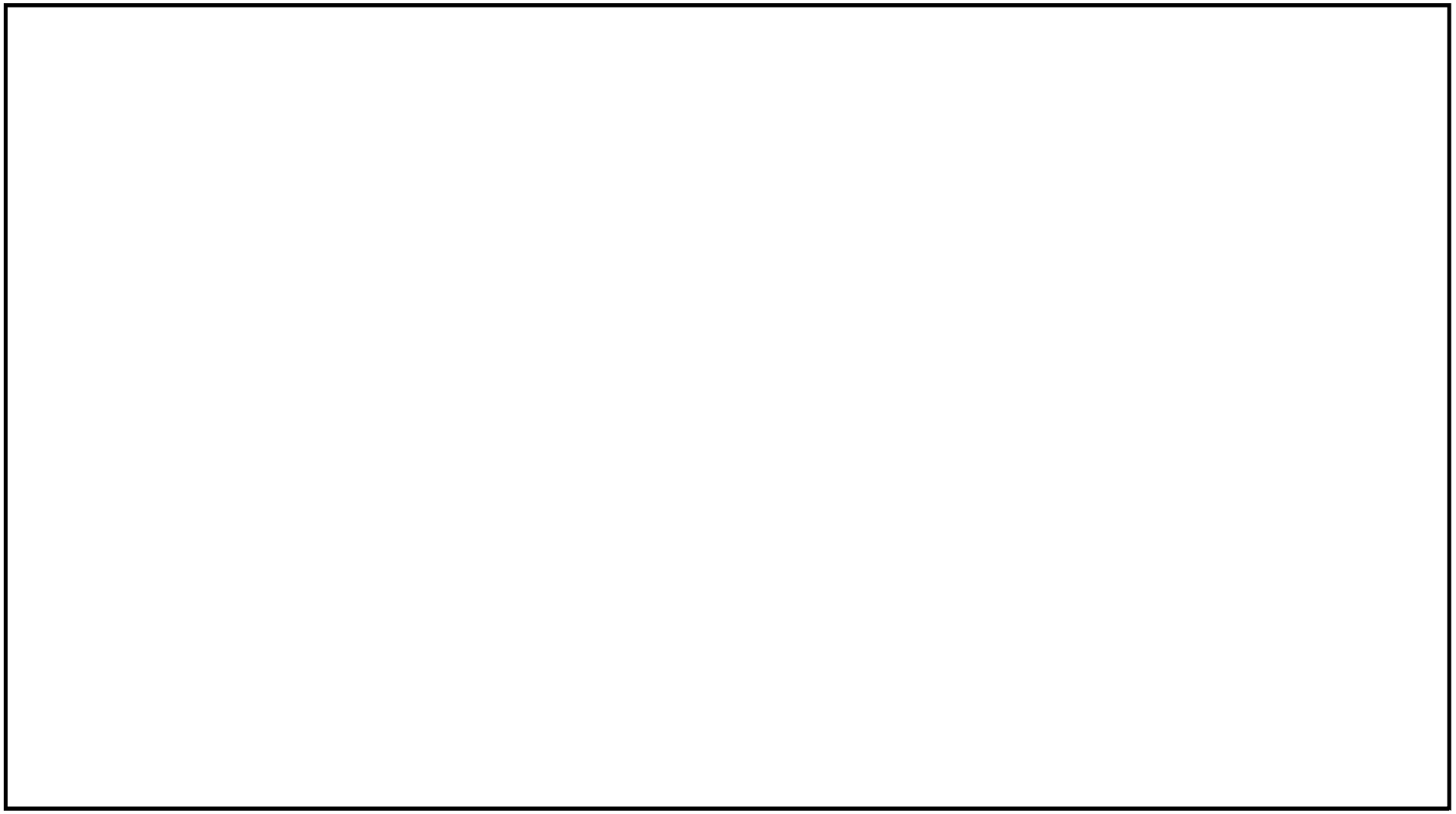
鳥瞰図	FCVS-R-3(1/5)



鳥瞰図	FCVS-R-3(2/5)



鳥瞰図	FCVS-R-3(3/5)

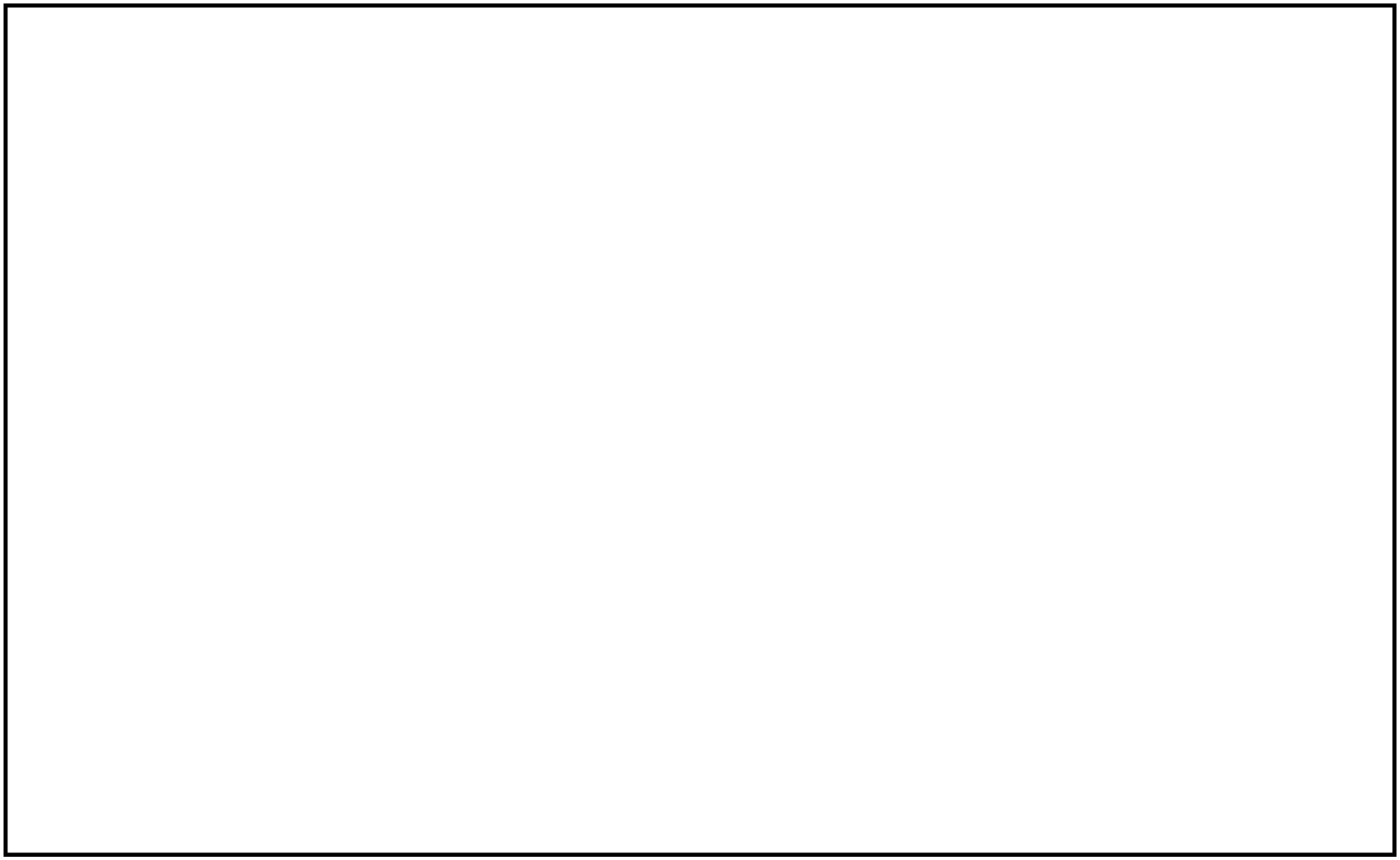


鳥瞰図	FCVS-R-3(4/5)

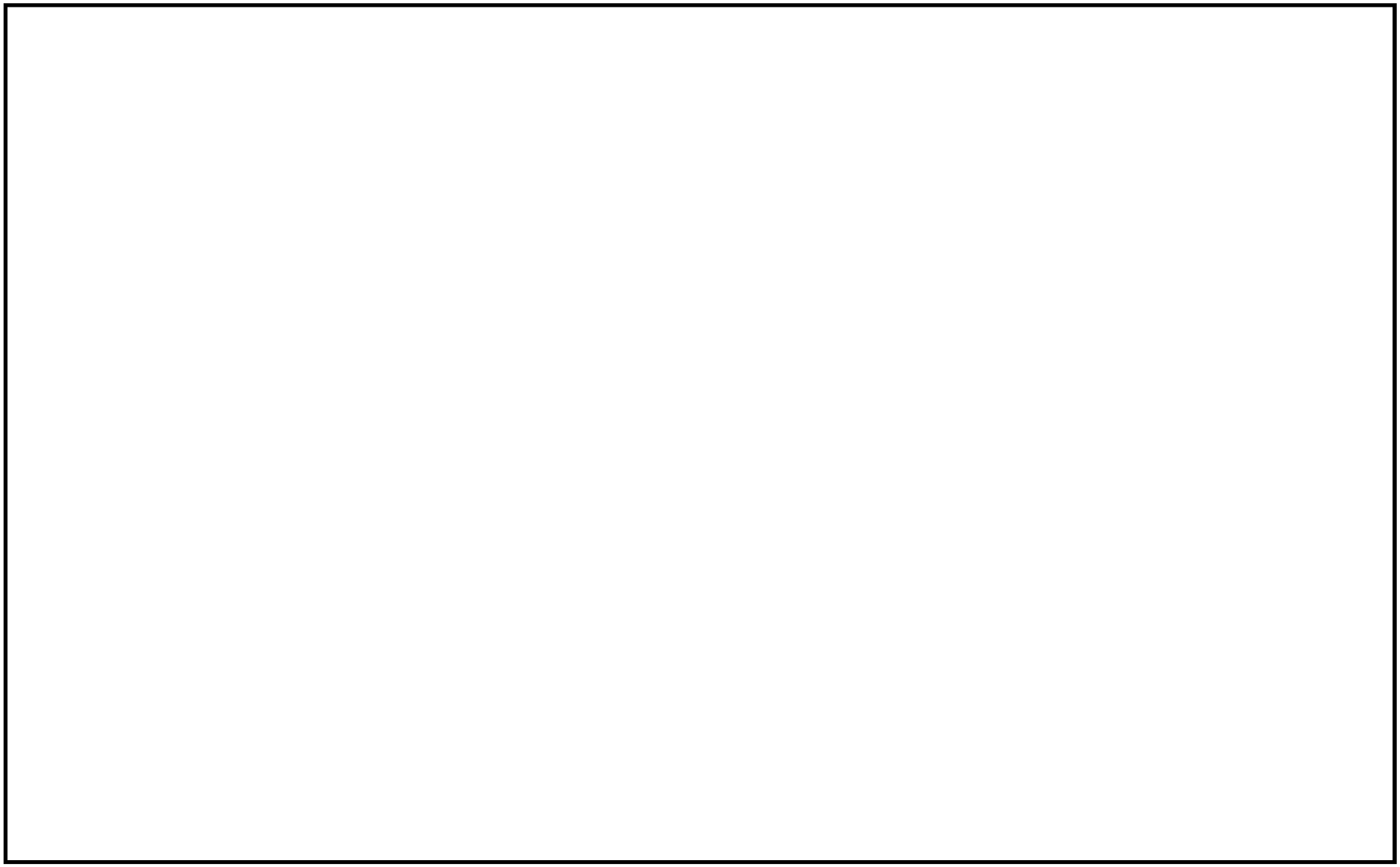
鳥瞰図	FCVS-R-3(5/5)

鳥瞰図	FCVS-R-4(1/3)

鳥瞰図	FCVS-R-4(2/3)

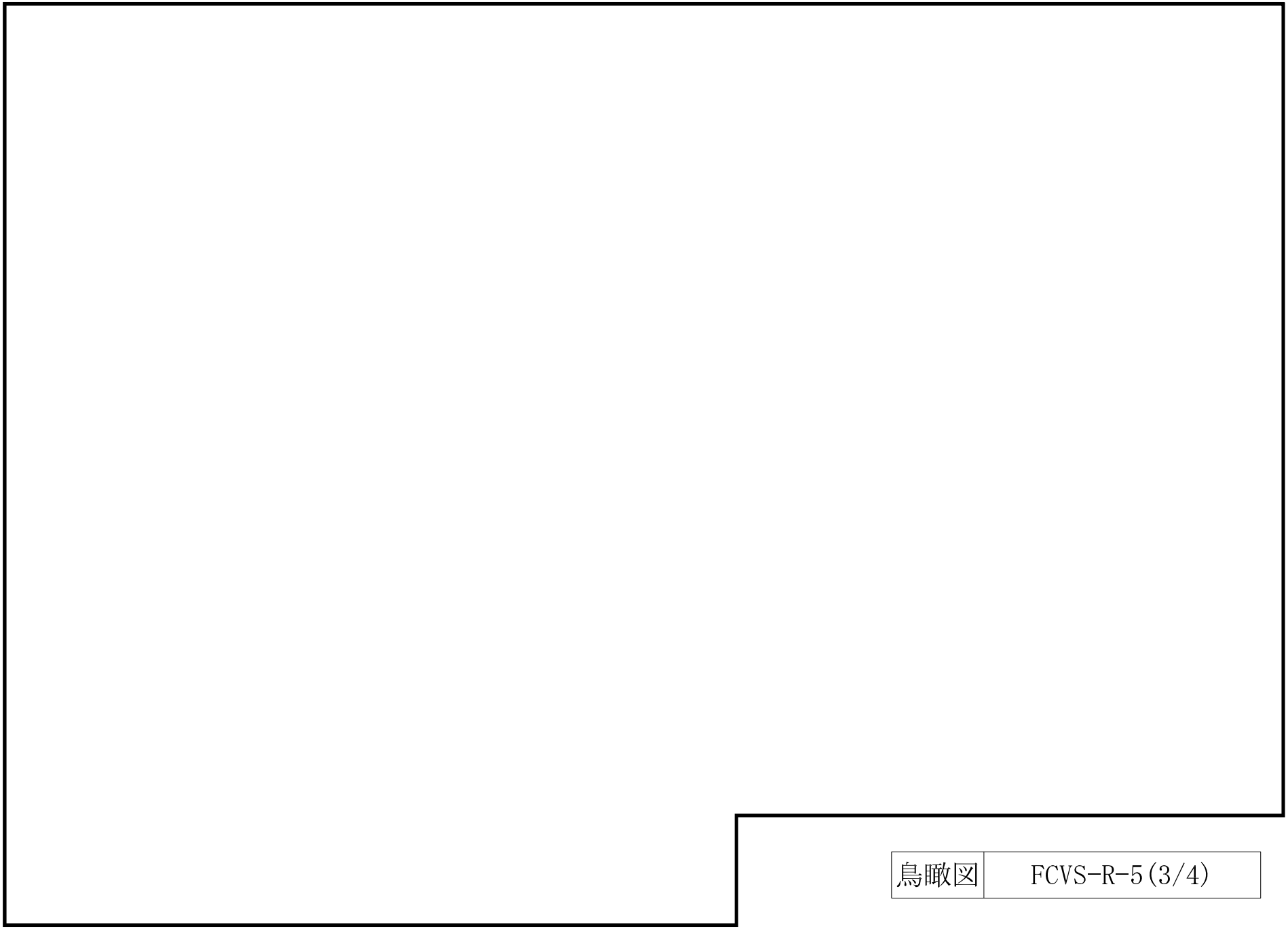


鳥瞰図	FCVS-R-4(3/3)

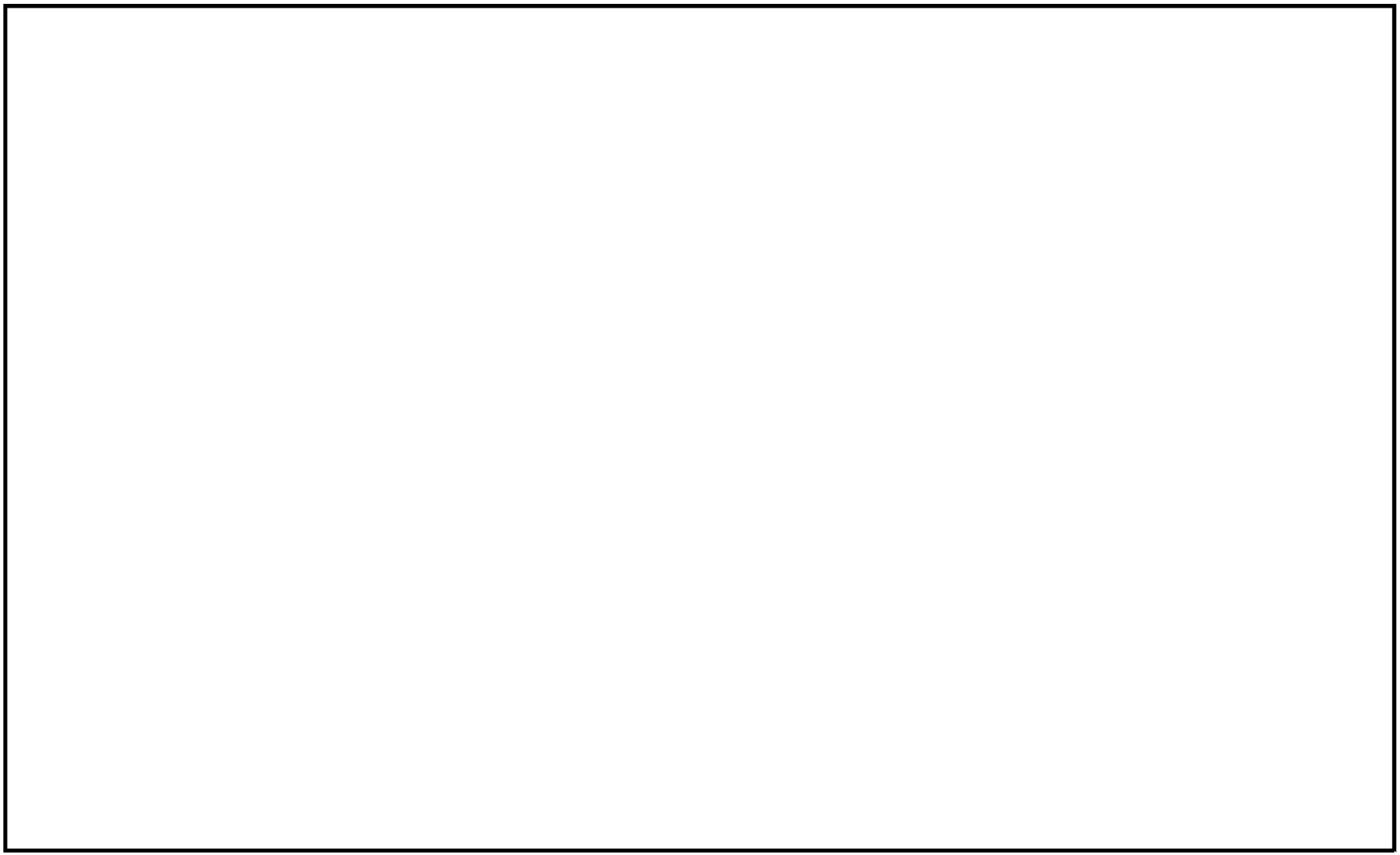


鳥瞰図	FCVS-R-5(1/4)

鳥瞰図	FCVS-R-5(2/4)



鳥瞰図	FCVS-R-5(3/4)

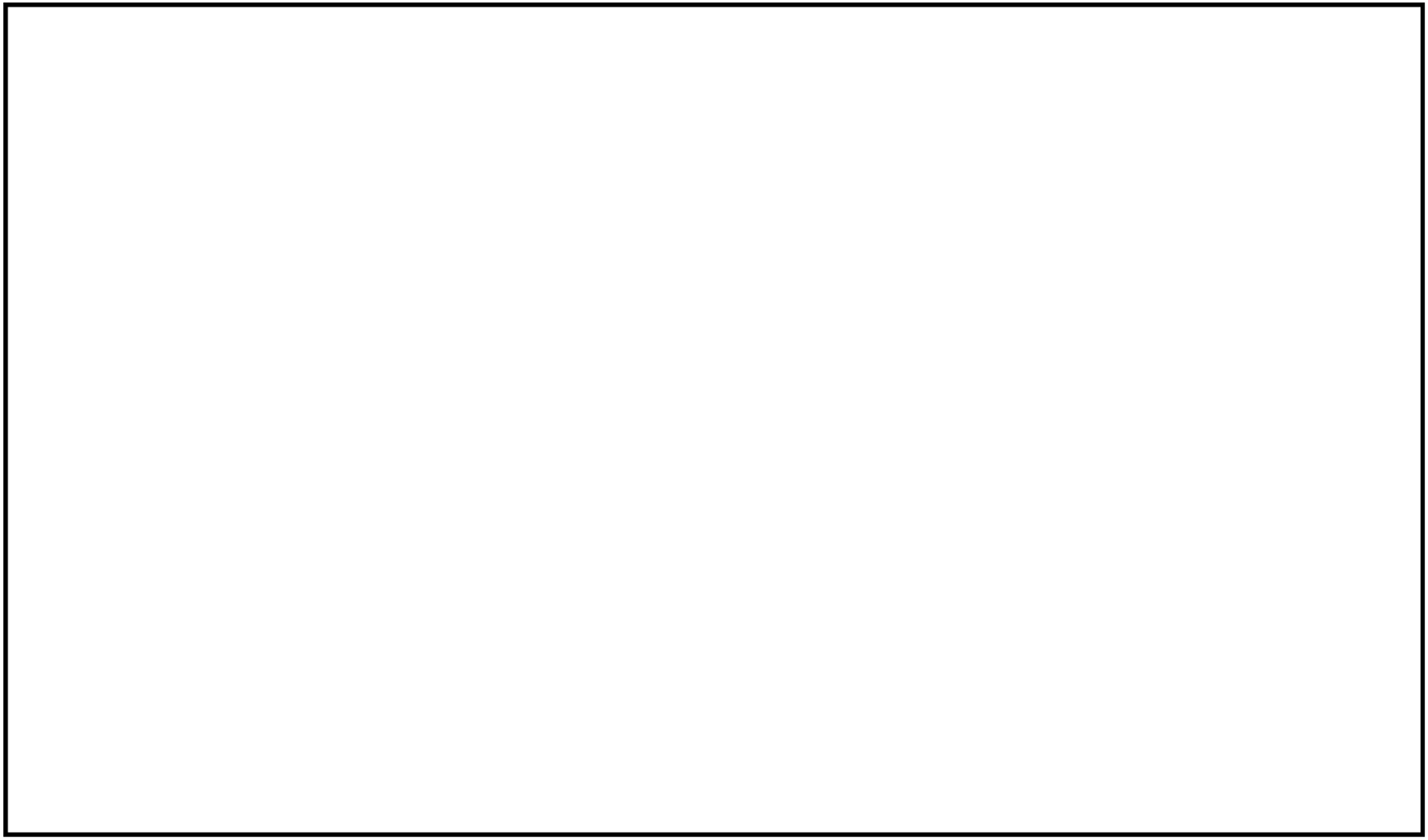


鳥瞰図	FCVS-R-5(4/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(1/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(2/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(3/4)



鳥瞰図	FCVS-R-6(4/4)

26. 格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）の計算モデル

・Ⅴ-3-3-6-4-3　管の応力計算書（格納容器圧力逃がし装置）

5.　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

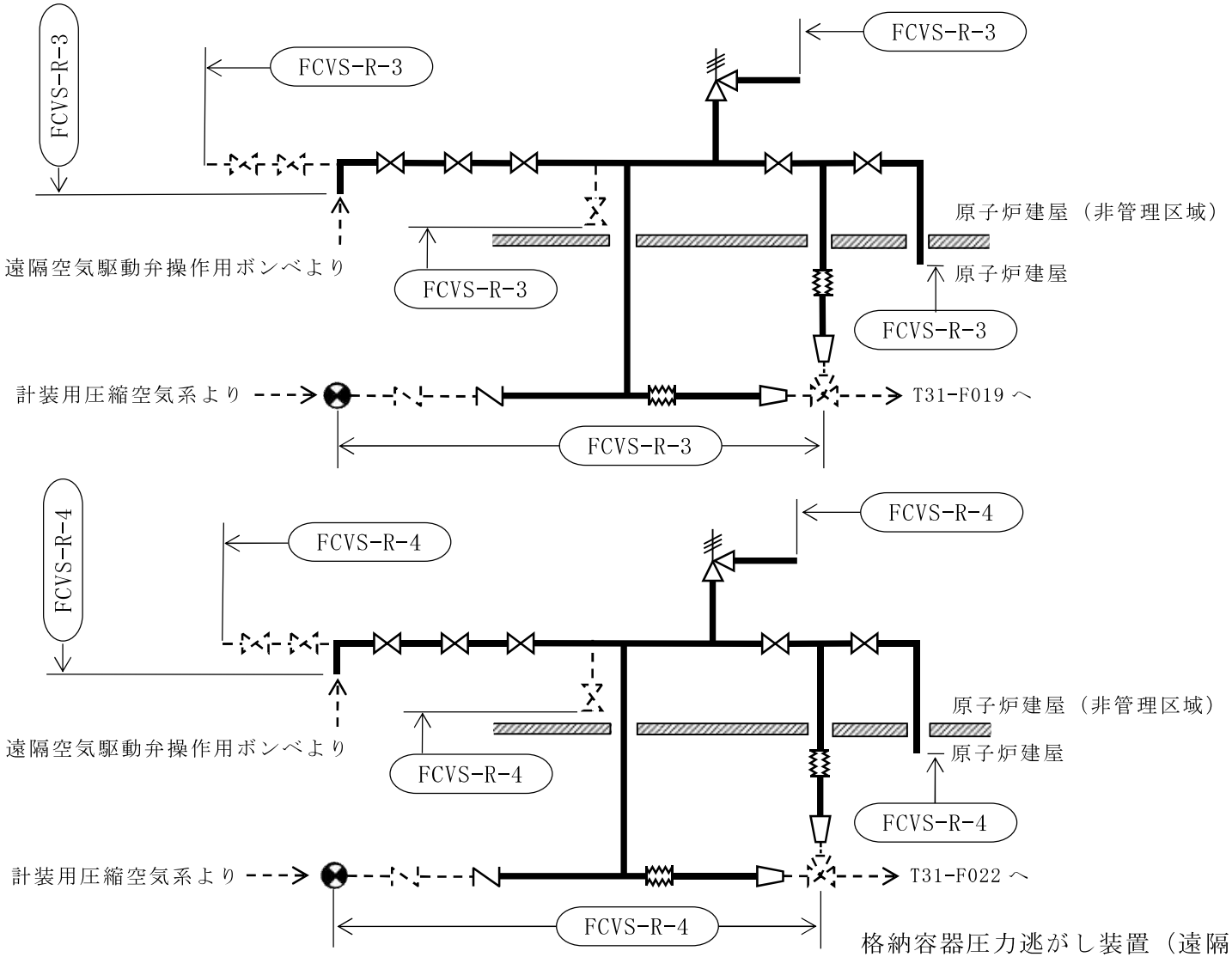
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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）

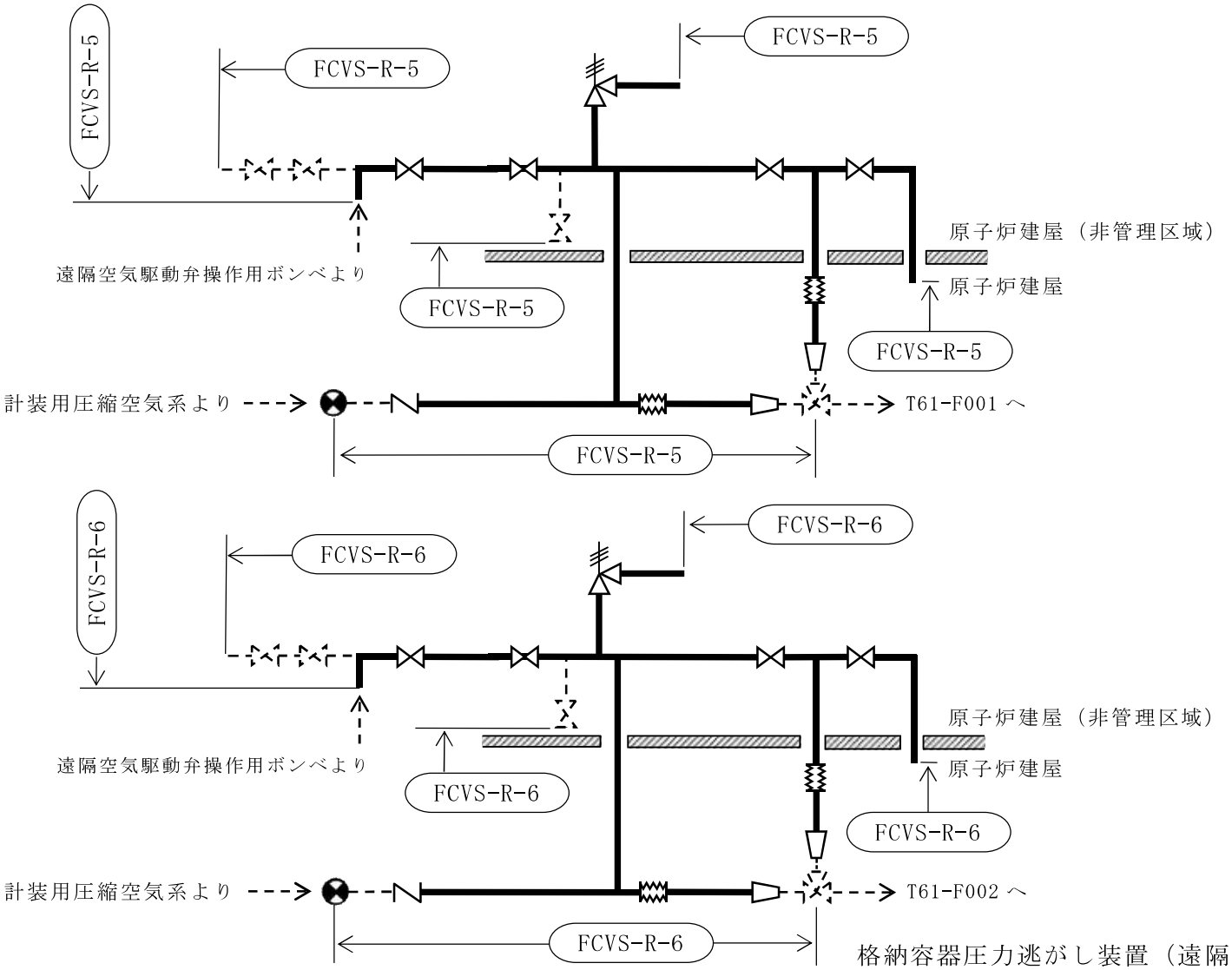
No.	配管モデル	重大事故等時*1					重大事故等時*2				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	FCVS-R-3	26	65	183	2.81	○	26	66	219	3.31	○
2	FCVS-R-4	46	65	193	2.96	—	46	68	232	3.41	—
3	FCVS-R-5	13	37	193	5.21	—	13	40	232	5.80	—
4	FCVS-R-6	11	35	193	5.51	—	10	38	232	6.10	—

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。

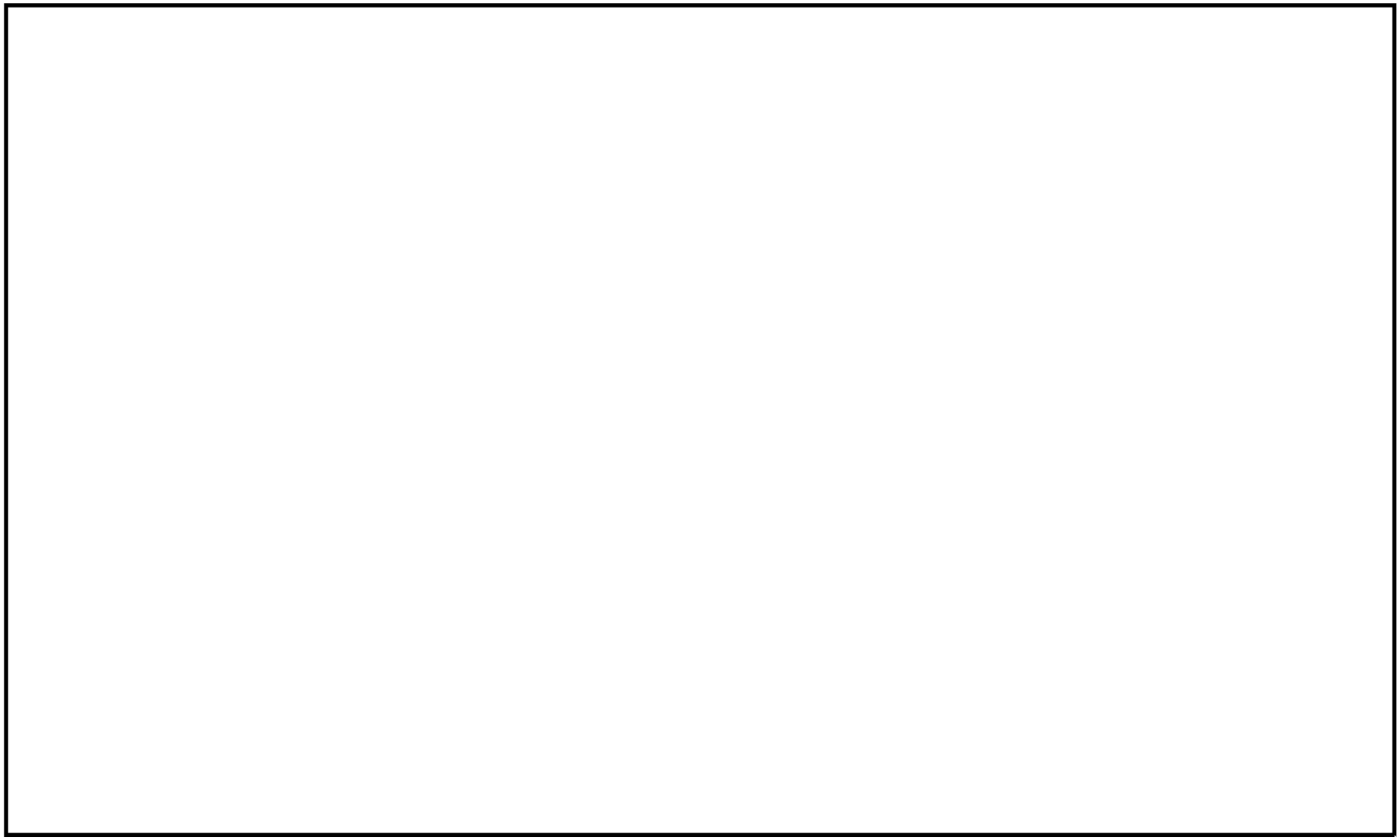
＊2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。



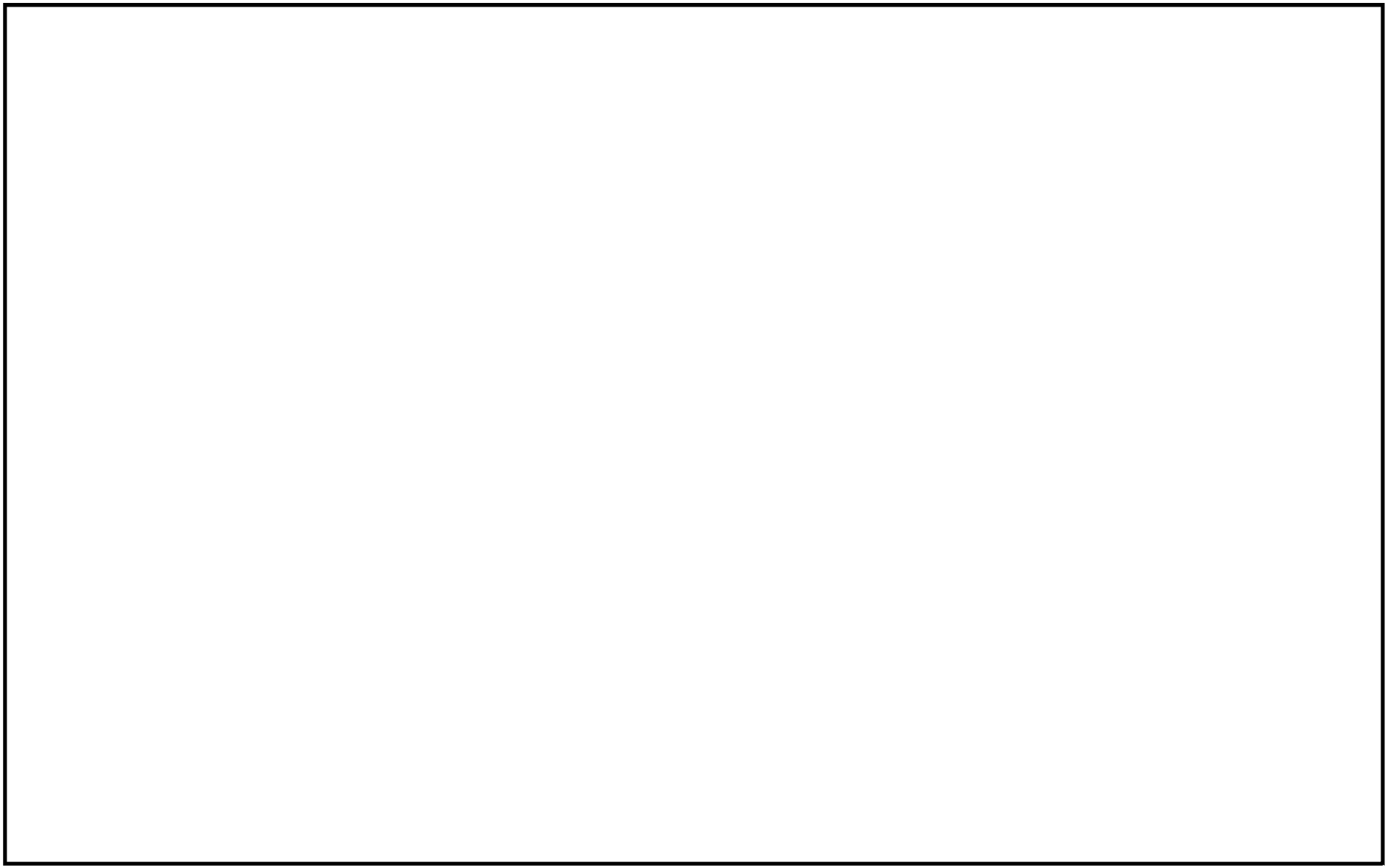
格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）
概略系統図（その 1）



格納容器圧力逃がし装置（遠隔空気駆動弁操作設備）
概略系統図（その 2）

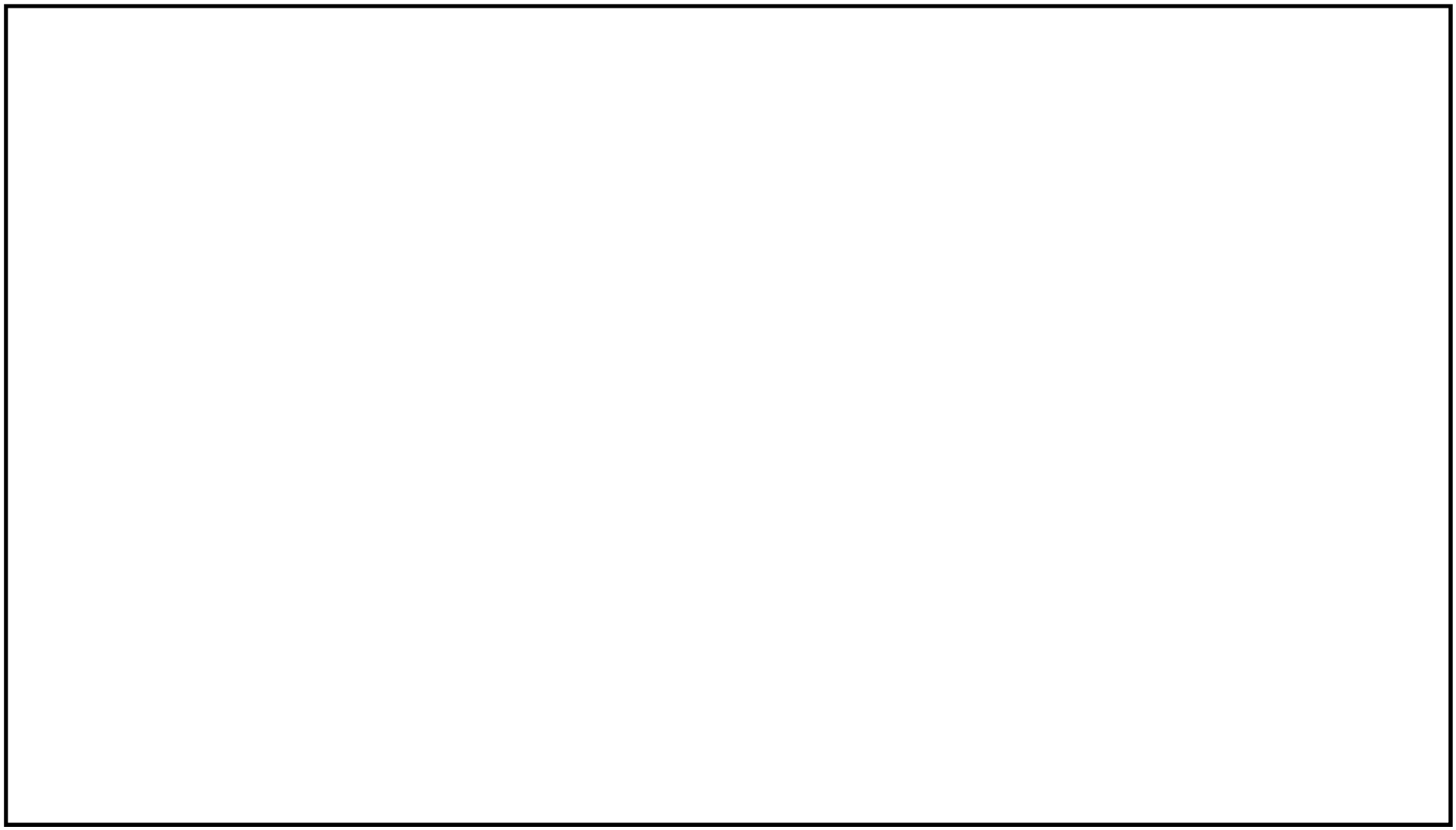


鳥瞰図	FCVS-R-3(1/5)



鳥瞰図	FCVS-R-3(2/5)

鳥瞰図	FCVS-R-3(3/5)

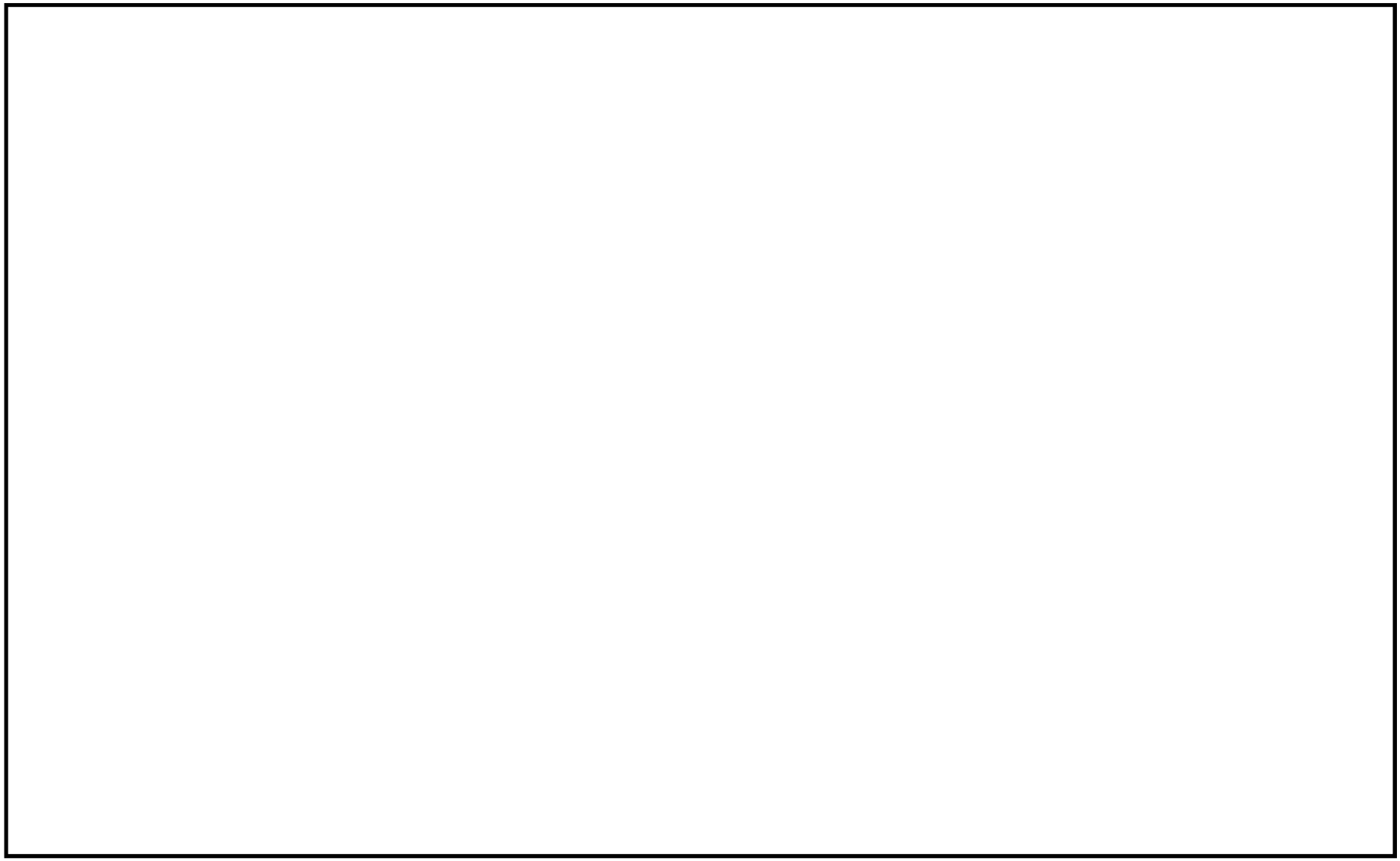


鳥瞰図	FCVS-R-3(4/5)

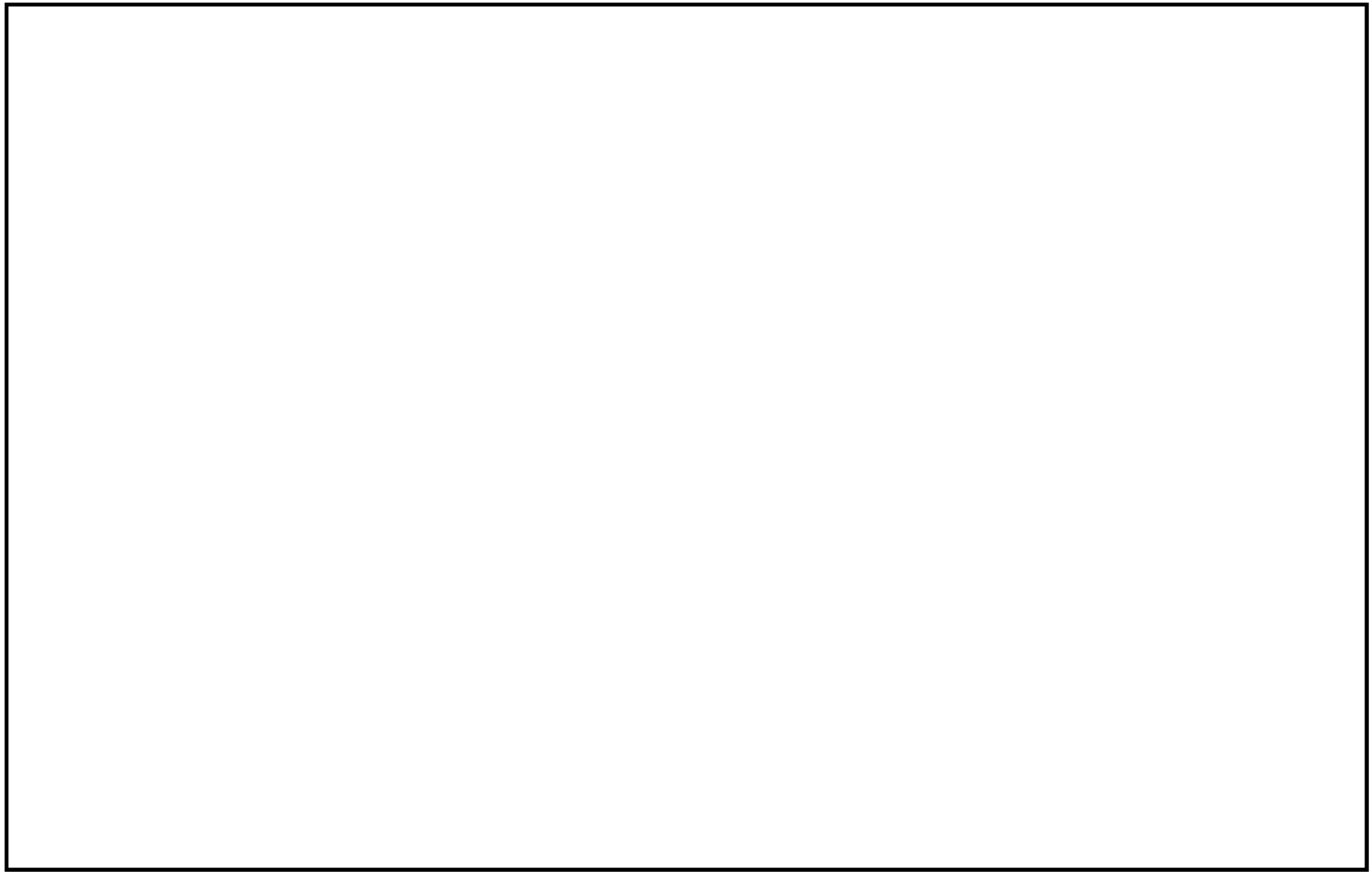
鳥瞰図	FCVS-R-3(5/5)

鳥瞰図	FCVS-R-4(1/3)

鳥瞰図	FCVS-R-4(2/3)



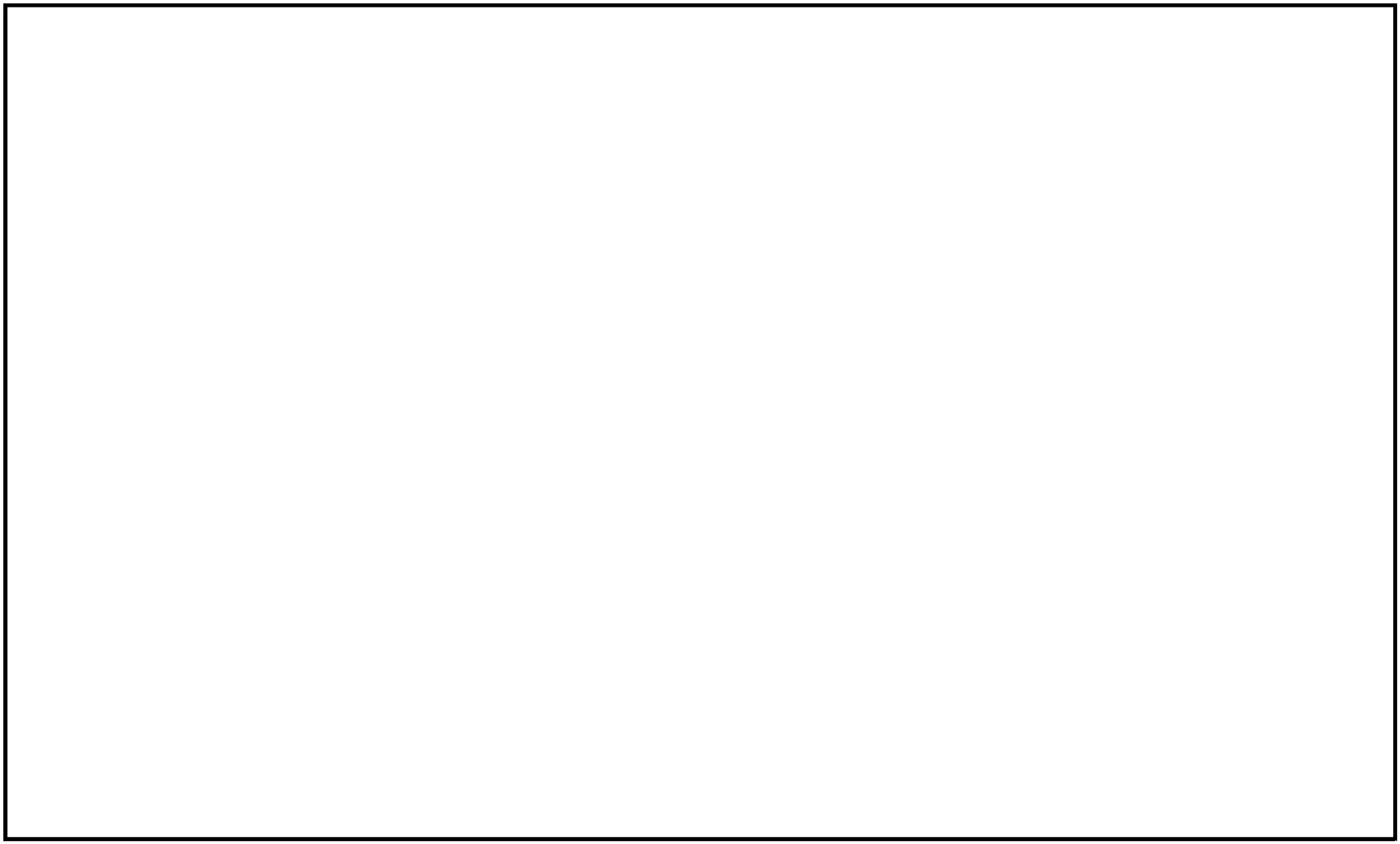
鳥瞰図	FCVS-R-4(3/3)



鳥瞰図	FCVS-R-5(1/4)

鳥瞰図	FCVS-R-5(2/4)

鳥瞰図	FCVS-R-5(3/4)

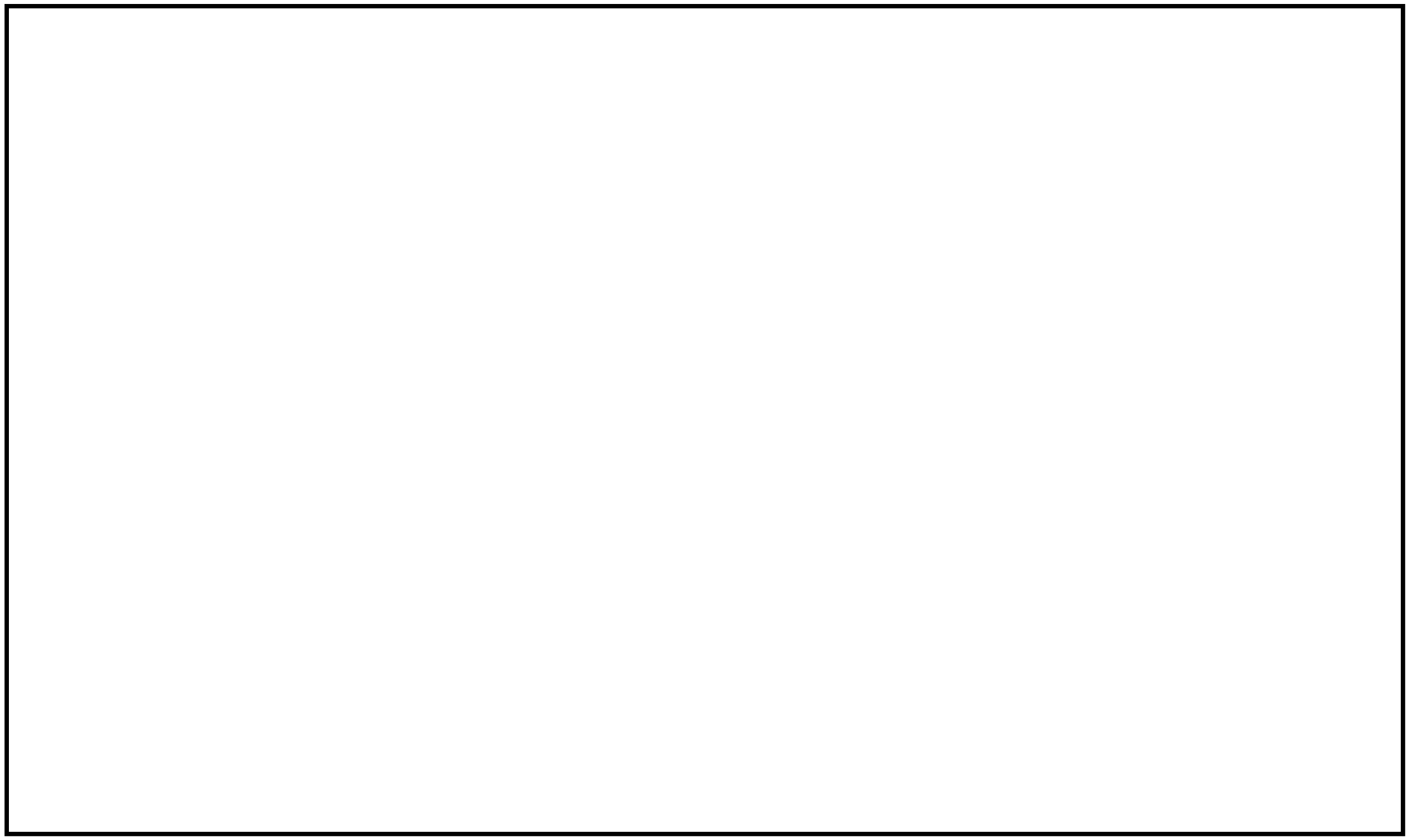


鳥瞰図	FCVS-R-5(4/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(1/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(2/4)

鳥瞰図	FCVS-R-6(3/4)



鳥瞰図	FCVS-R-6(4/4)

27. 取水槽水位の計算モデル

・Ⅴ-2-10-2-4-3(5)　管の耐震性についての計算書

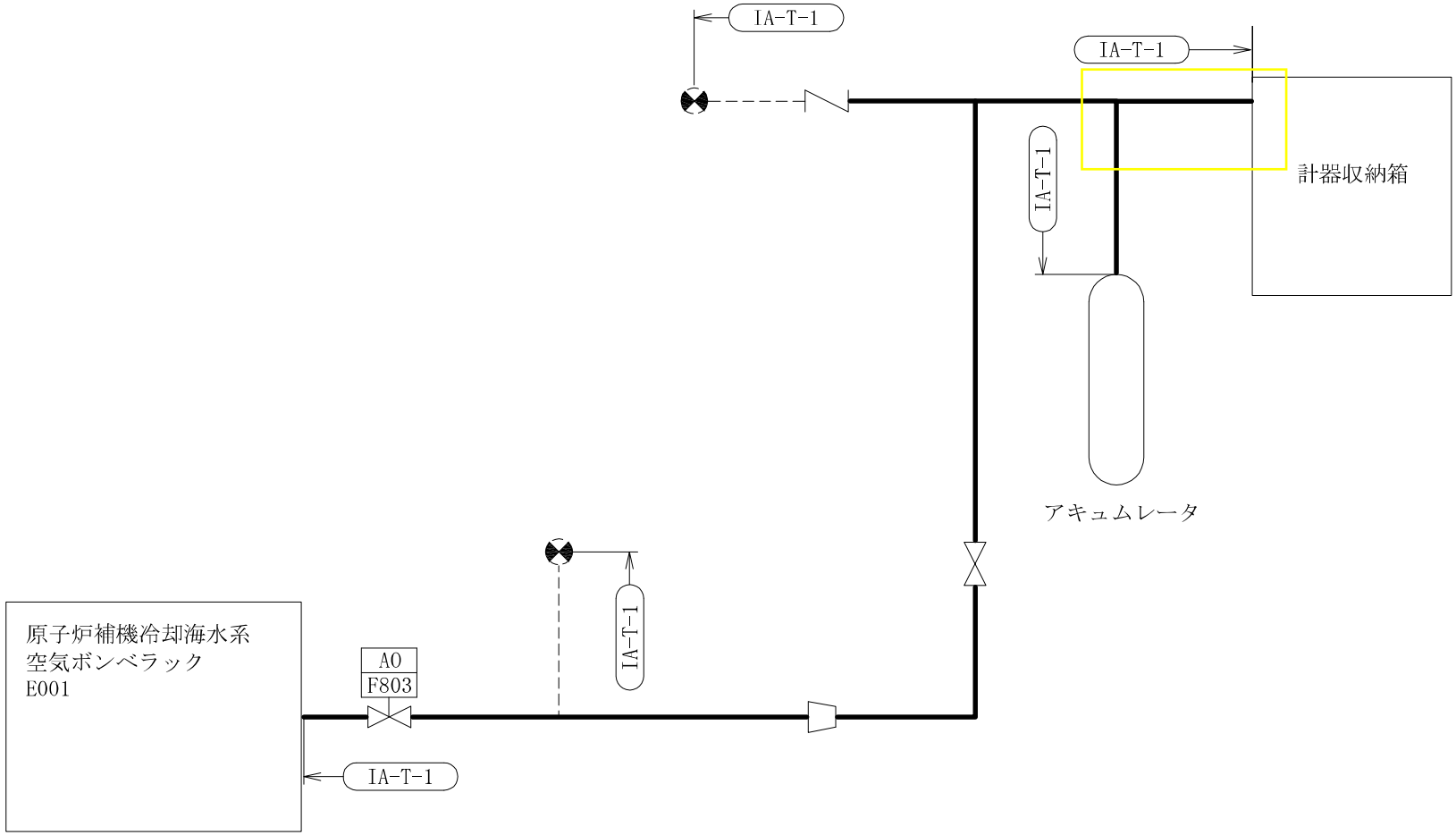
設計基準対象施設

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　Ⅲ∧Ｓ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	IA-T-1	65	154	188	1.22	○	35	219	376	1.71	○	—	—	—



原子炉補機冷却海水系（取水位計測廻り）概略系統図

鳥瞰図	IA-T-1

28. 放射性ドレン移送系の計算モデル

・Ⅴ-2-7-1　放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算結果

設計基準対象施設

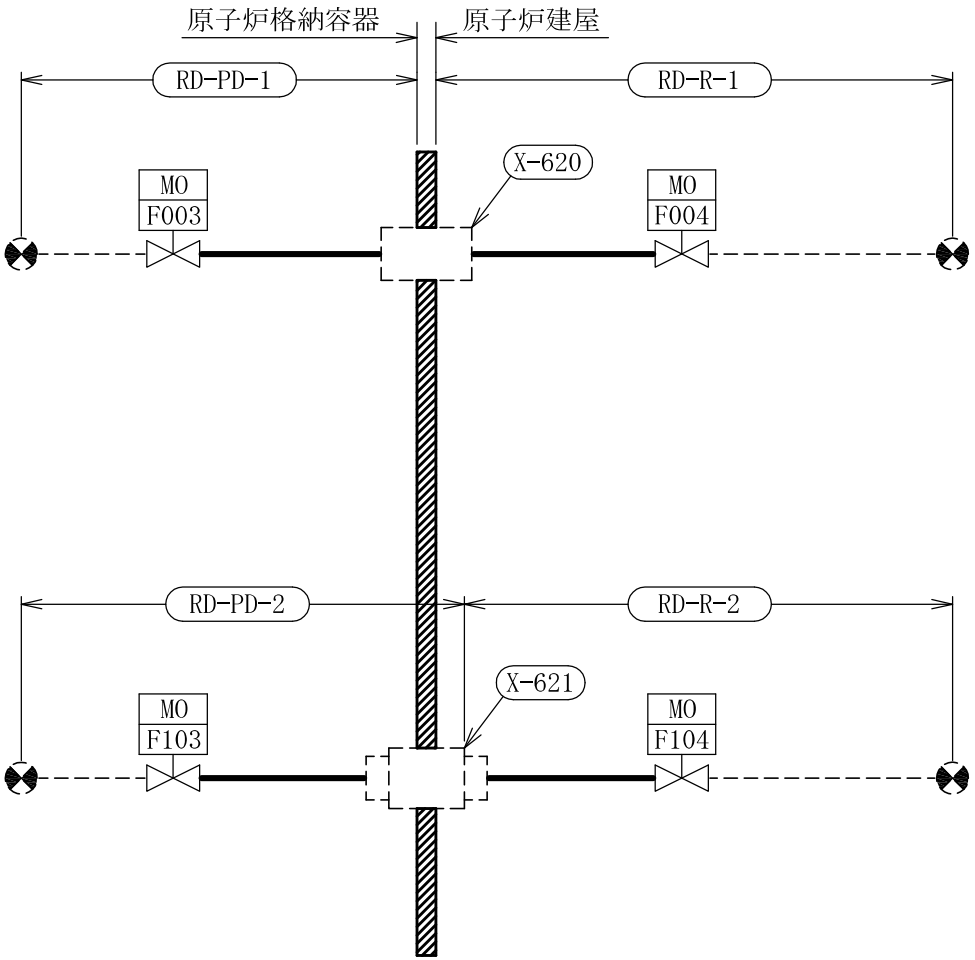
4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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。

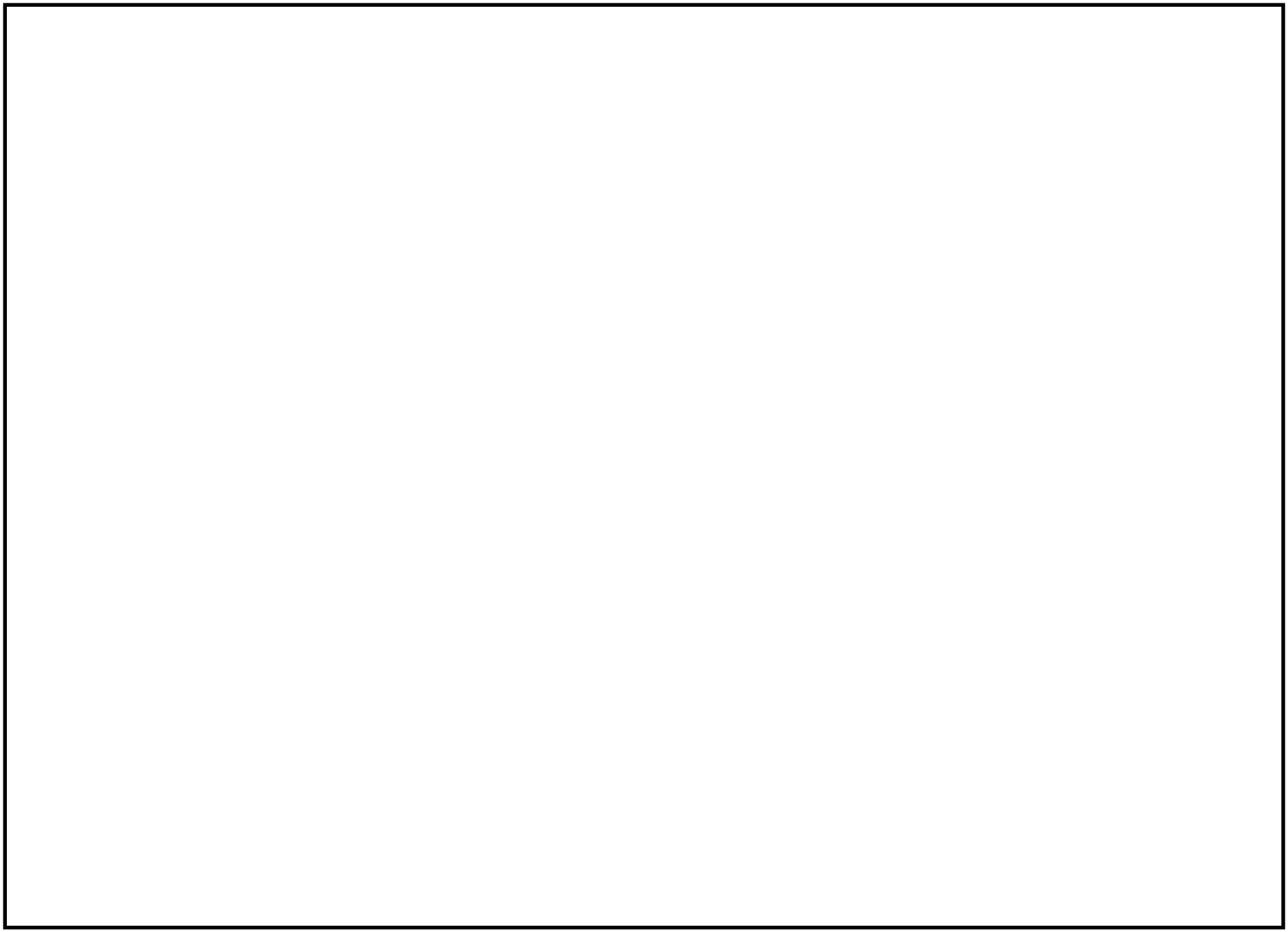
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	RD-PD-1	8001	54	211	3.90	—	8001	81	363	4.48	—	10	120	422	3.51	—	—	—	—
2	RD-PD-2	8	74	128	1.72	○	8	113	374	3.30	○	8	168	250	1.48	○	—	—	—
3	RD-R-1	9	71	211	2.97	—	9	104	363	3.49	—	9	134	422	3.14	—	—	—	—
4	RD-R-2	9	67	128	1.91	—	9	99	374	3.77	—	9	133	250	1.87	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

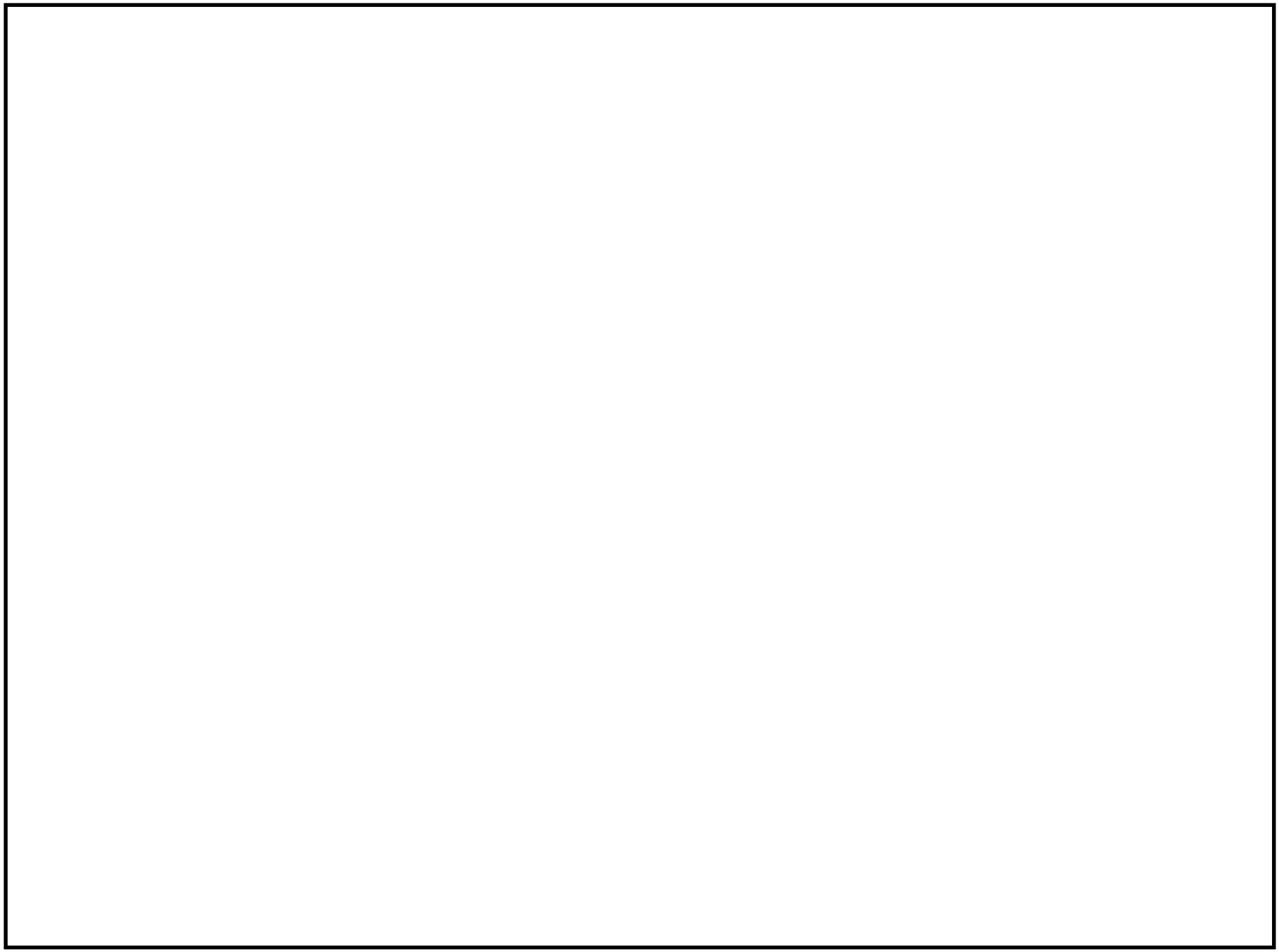


放射性ドレン移送系概略系統図

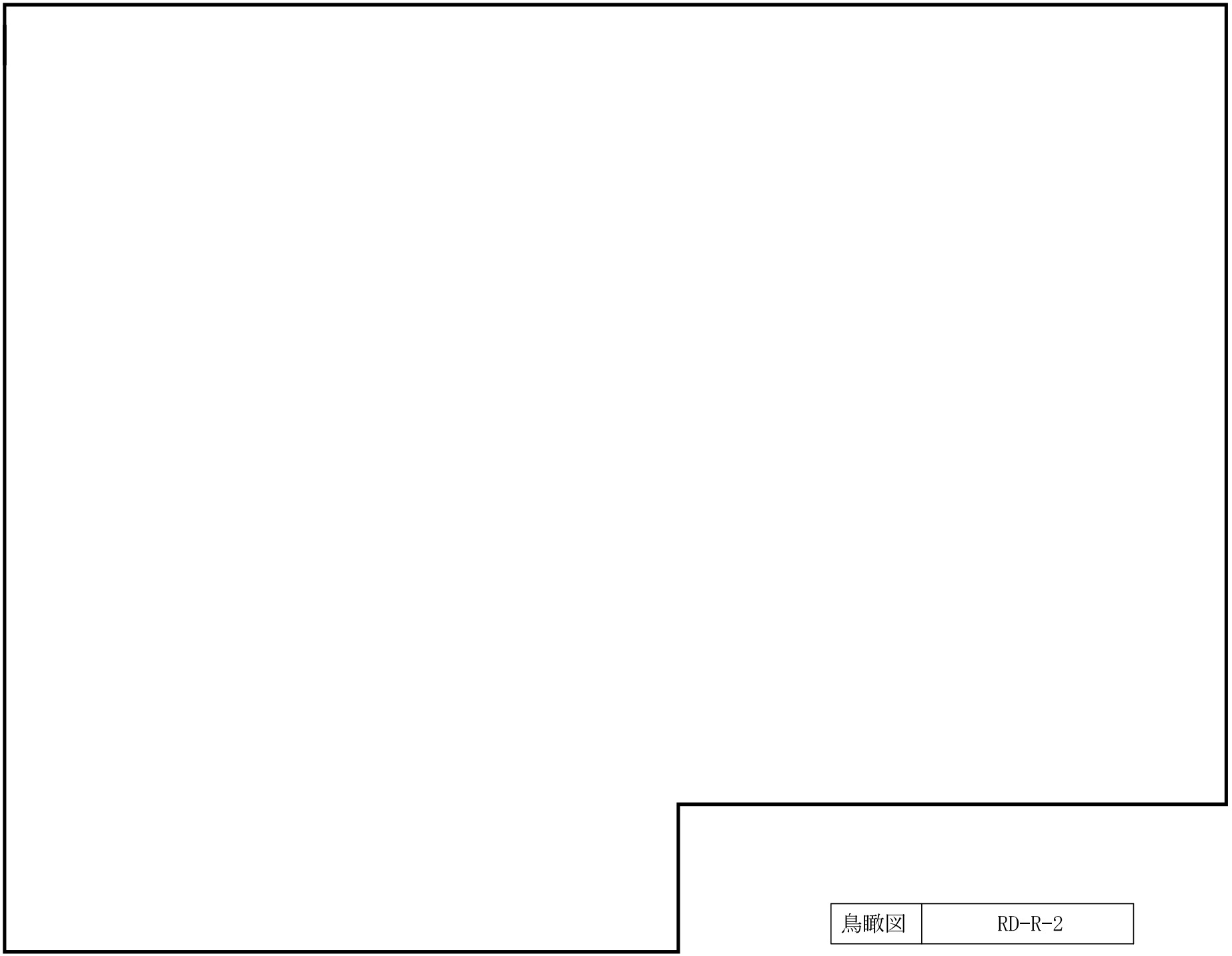


鳥瞰図	RD-PD-1

鳥瞰図	RD-PD-2



鳥瞰図	RD-R-1



鳥瞰図	RD-R-2

29. 非常用ディーゼル発電設備燃料油系の計算モデル

・Ⅴ-2-10-1-2-1-7　管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計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（クラス２以下の管）

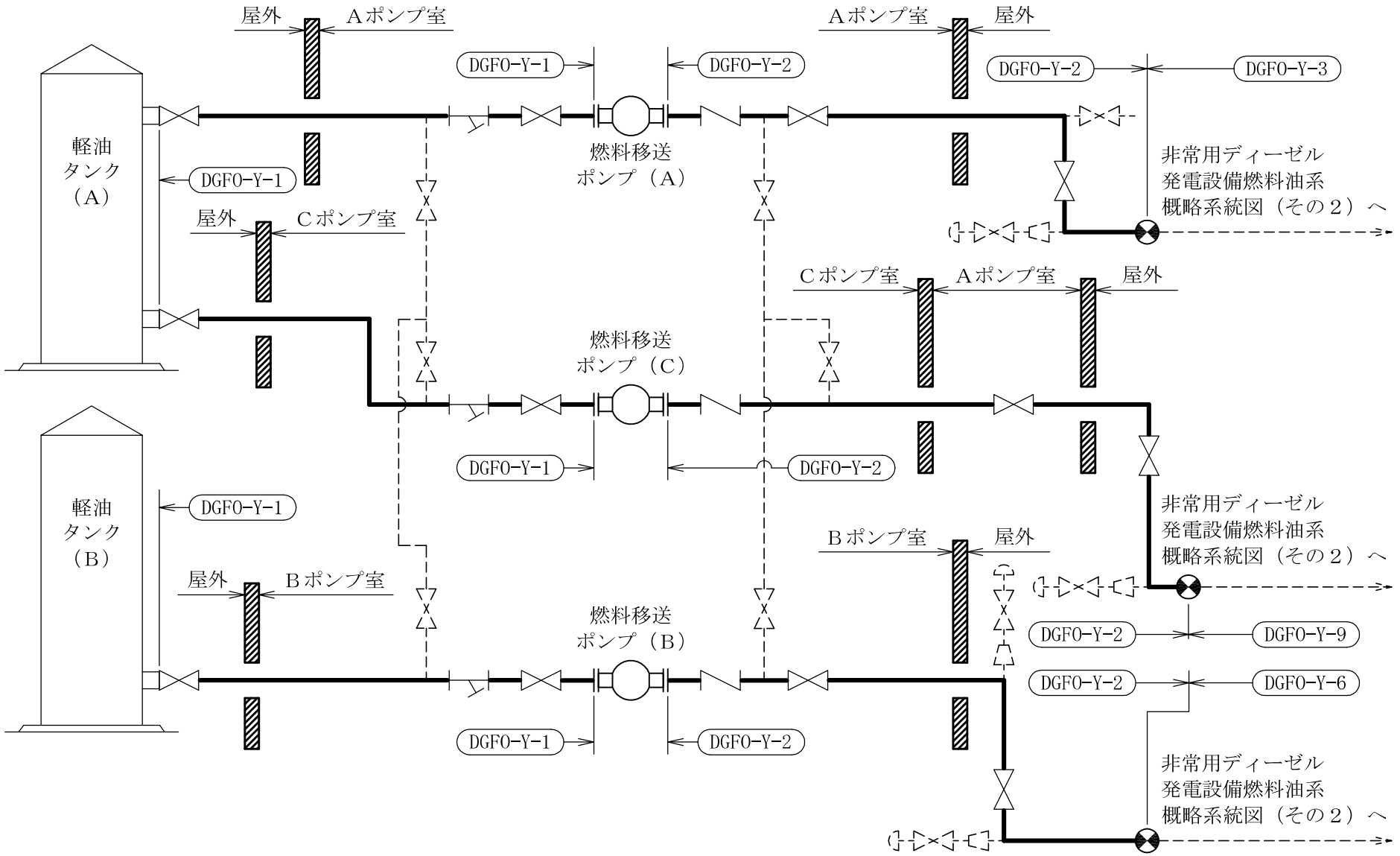
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	DGFO-R-1	60	19	231	12.15	—	60	26	366	14.07	—	68	42	462	11.00	—	—	—	—
2	DGFO-R-2	216	55	231	4.20	—	216	101	366	3.62	○	216	192	462	2.40	○	—	—	—
3	DGFO-R-3	321	22	231	10.50	—	321	32	366	11.43	—	321	54	462	8.55	—	—	—	—
4	DGFO-R-4	716	16	231	14.43	—	716	23	366	15.91	—	716	38	462	12.15	—	—	—	—
5	DGFO-R-5	81	33	231	7.00	—	81	60	366	6.10	—	81	111	462	4.16	—	—	—	—
6	DGFO-R-6	250	43	231	5.37	—	250	78	366	4.69	—	250	148	462	3.12	—	—	—	—
7	DGFO-R-7	2	22	231	10.50	—	2	31	366	11.80	—	52	50	462	9.24	—	—	—	—
8	DGFO-Y-1	95N	58	231	3.98	○	95N	92	366	3.97	—	95N	143	462	3.23	—	—	—	—
9	DGFO-Y-2	509	40	231	5.77	—	509	70	366	5.22	—	509	130	462	3.55	—	—	—	—
10	DGFO-Y-3	28	18	231	12.83	—	28	26	366	14.07	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—
11	DGFO-Y-4	28	15	231	15.40	—	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
12	DGFO-Y-5	76A	26	231	8.88	—	76A	35	366	10.45	—	76A	37	462	12.48	—	—	—	—
13	DGFO-Y-6	28	15	231	15.40	—	28	20	366	18.30	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—
14	DGFO-Y-7	28	15	231	15.40	—	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
15	DGFO-Y-8	27	16	231	14.43	—	27	23	366	15.91	—	27	42	462	11.00	—	—	—	—
16	DGFO-Y-9	28	18	231	12.83	—	28	26	366	14.07	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

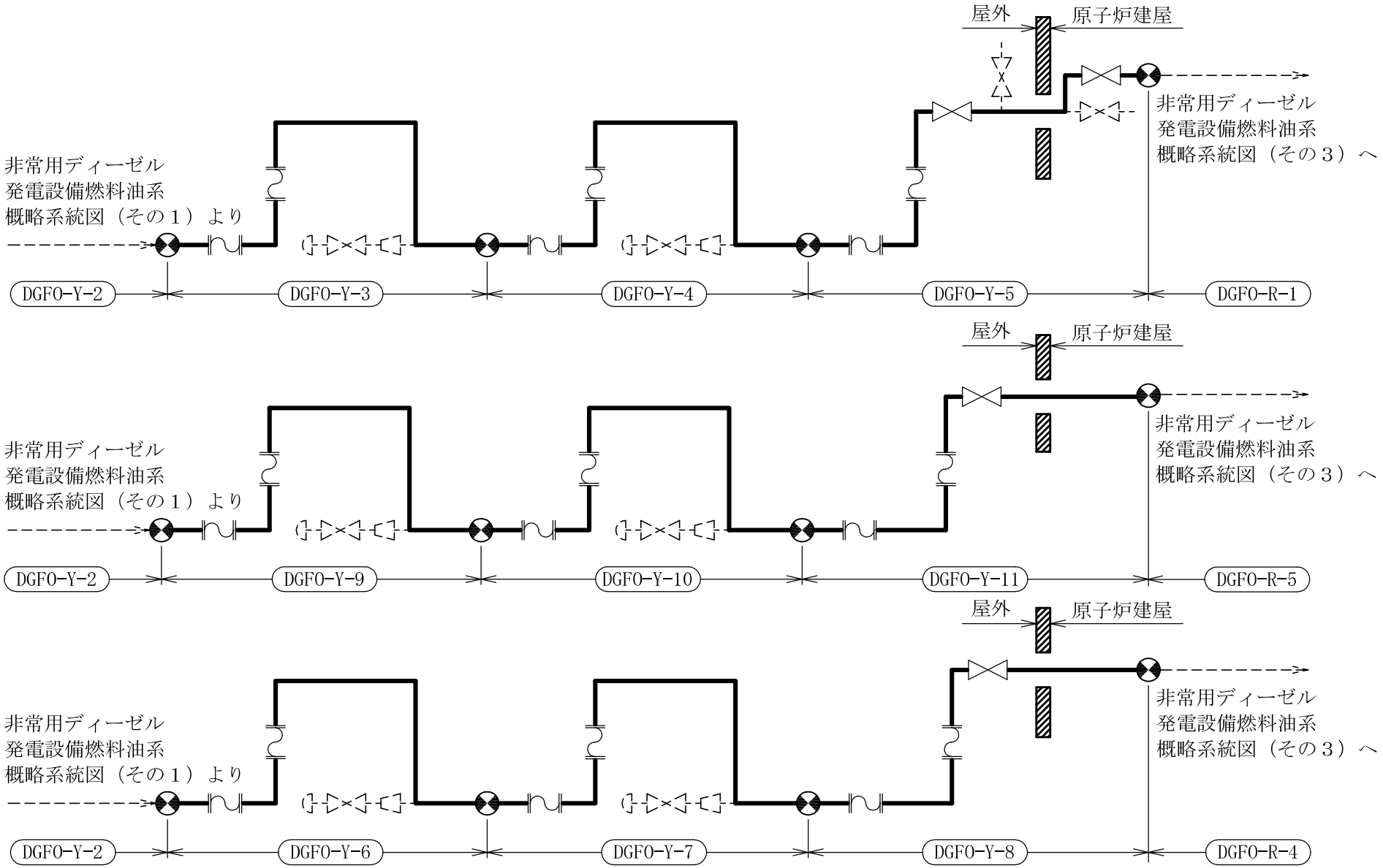
代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス２以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ													
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力*					疲労評価			
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
17	DGFO-Y-10	28	15	231	15.40	—	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
18	DGFO-Y-11	42A	20	231	11.55	—	42A	25	366	14.64	—	39	29	462	15.93	—	—	—	—

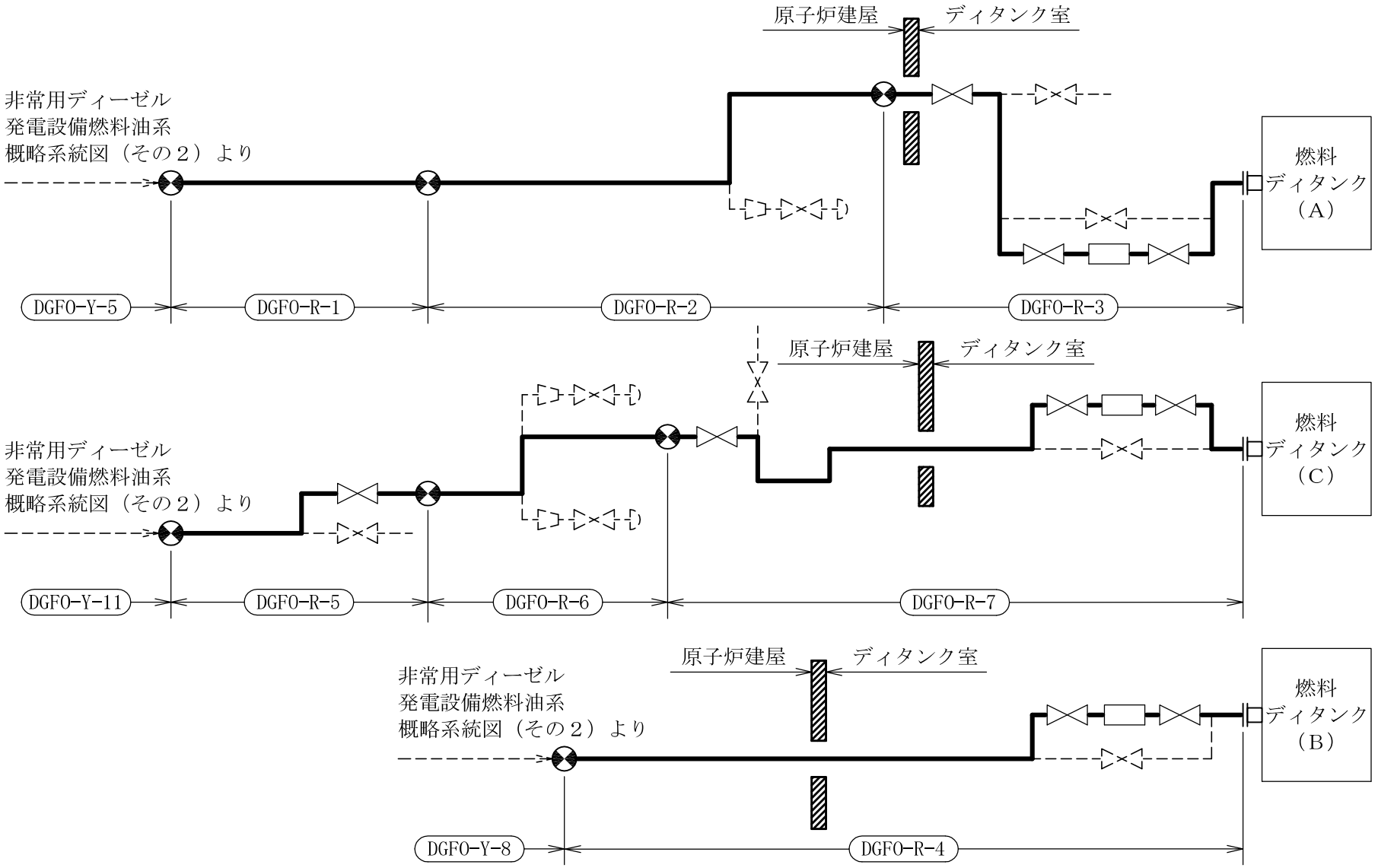
注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。



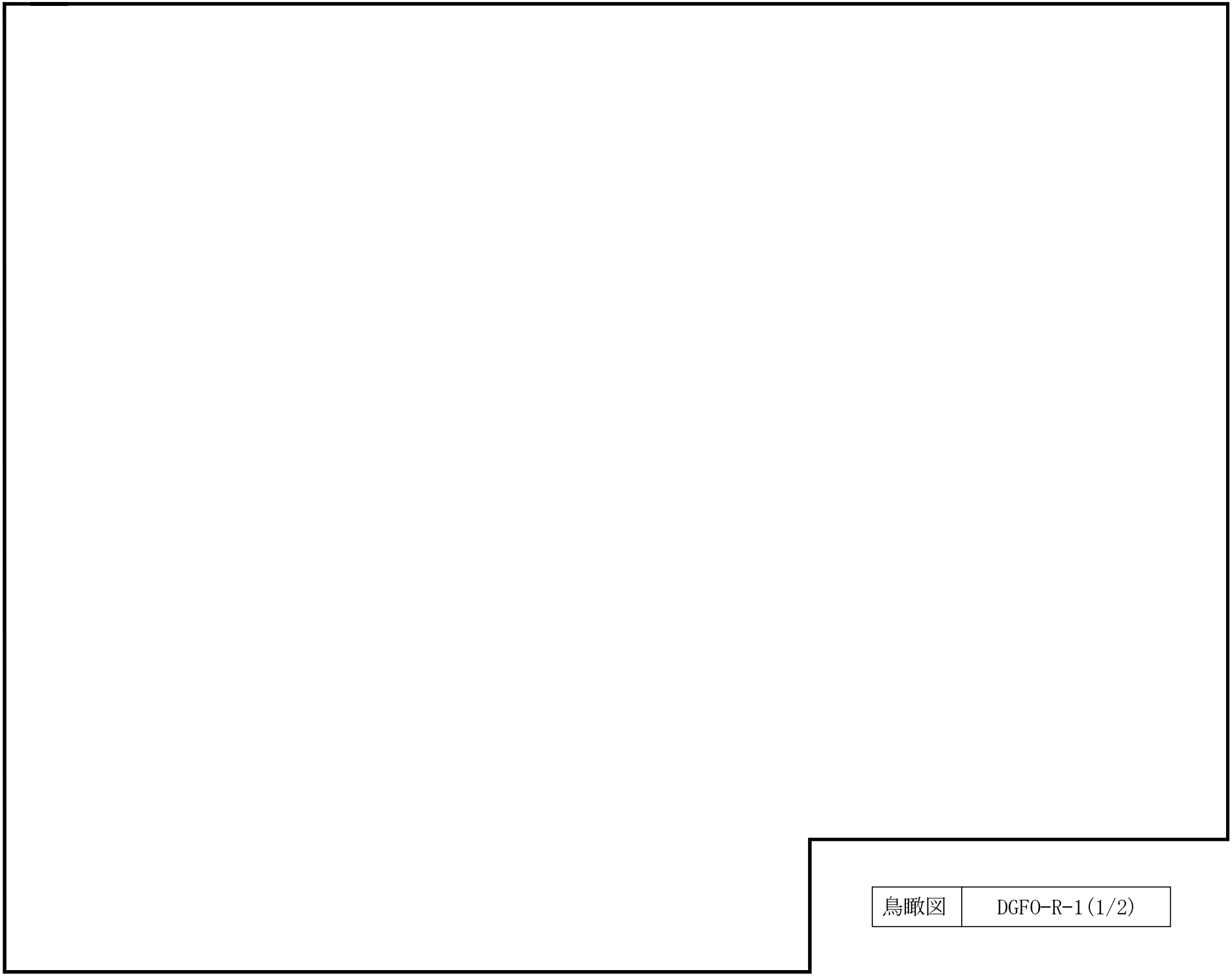
非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その１）



非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その２）



非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その３）



鳥瞰図	DGFO-R-1(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-1(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-2(1/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(2/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(3/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(4/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(5/5)

鳥瞰図	DGFO-R-3(1/3)

鳥瞰図	DGFO-R-3(2/3)

鳥瞰図	DGFO-R-3(3/3)

鳥瞰図	DGFO-R-4(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-4(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-5(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-5(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-6(1/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(2/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(3/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(4/5)

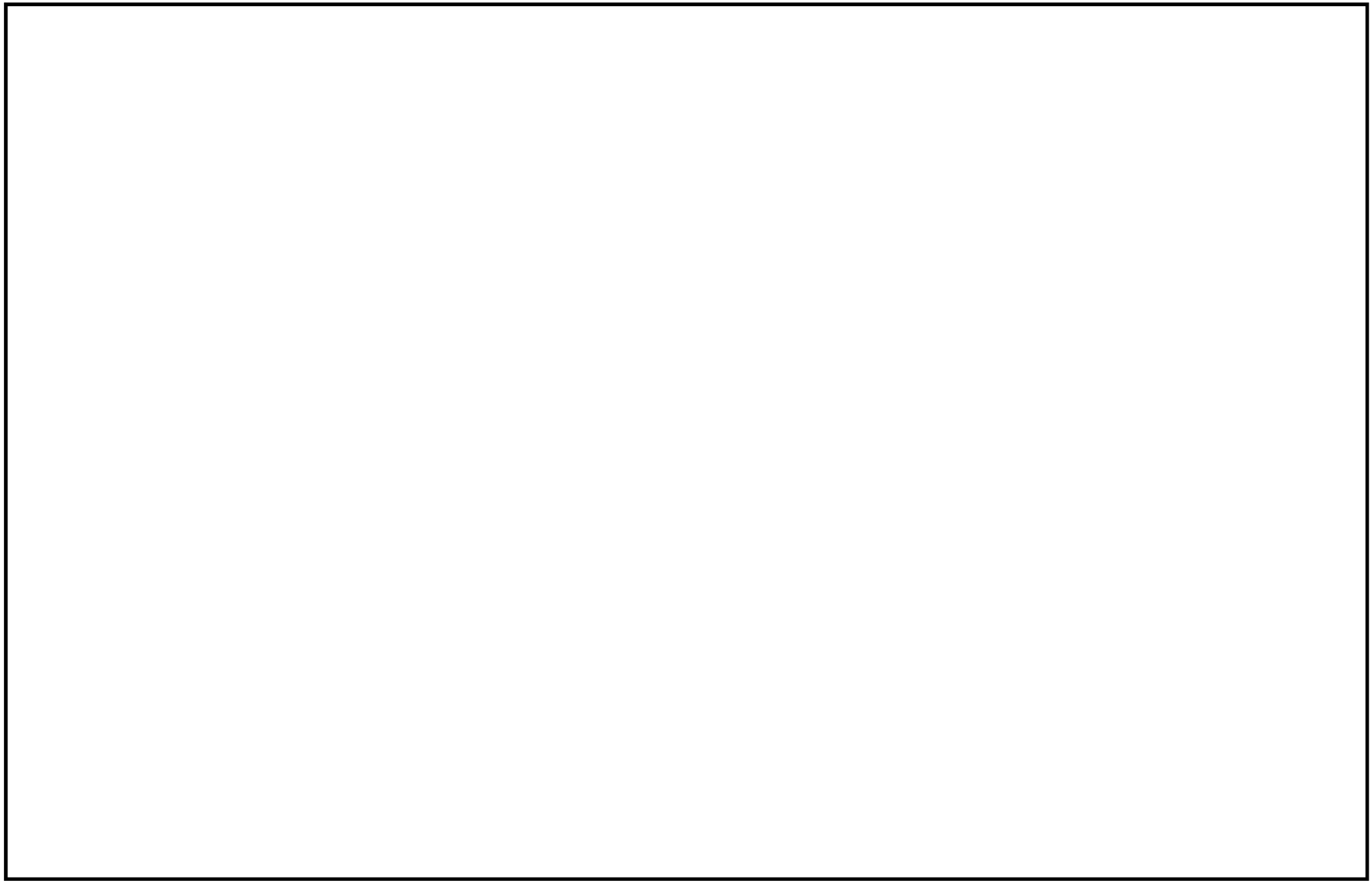
鳥瞰図	DGFO-R-6(5/5)

鳥瞰図	DGFO-R-7(1/4)

鳥瞰図	DGFO-R-7(2/4)

鳥瞰図	DGFO-R-7(3/4)

鳥瞰図	DGFO-R-7(4/4)



鳥瞰図	DGFO-Y-1(1/4)

鳥瞰図	DGFO-Y-1(2/4)

鳥瞰図	DGFO-Y-1(3/4)

鳥瞰図	DGFO-Y-1(4/4)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(1/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(2/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(3/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(4/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(5/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-3

鳥瞰図	DGFO-Y-4

鳥瞰図	DGFO-Y-5

鳥瞰図	DGFO-Y-6

鳥瞰図	DGFO-Y-7

鳥瞰図	DGFO-Y-8

鳥瞰図	DGFO-Y-9

鳥瞰図	DGFO-Y-10

鳥瞰図	DGFO-Y-11

重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

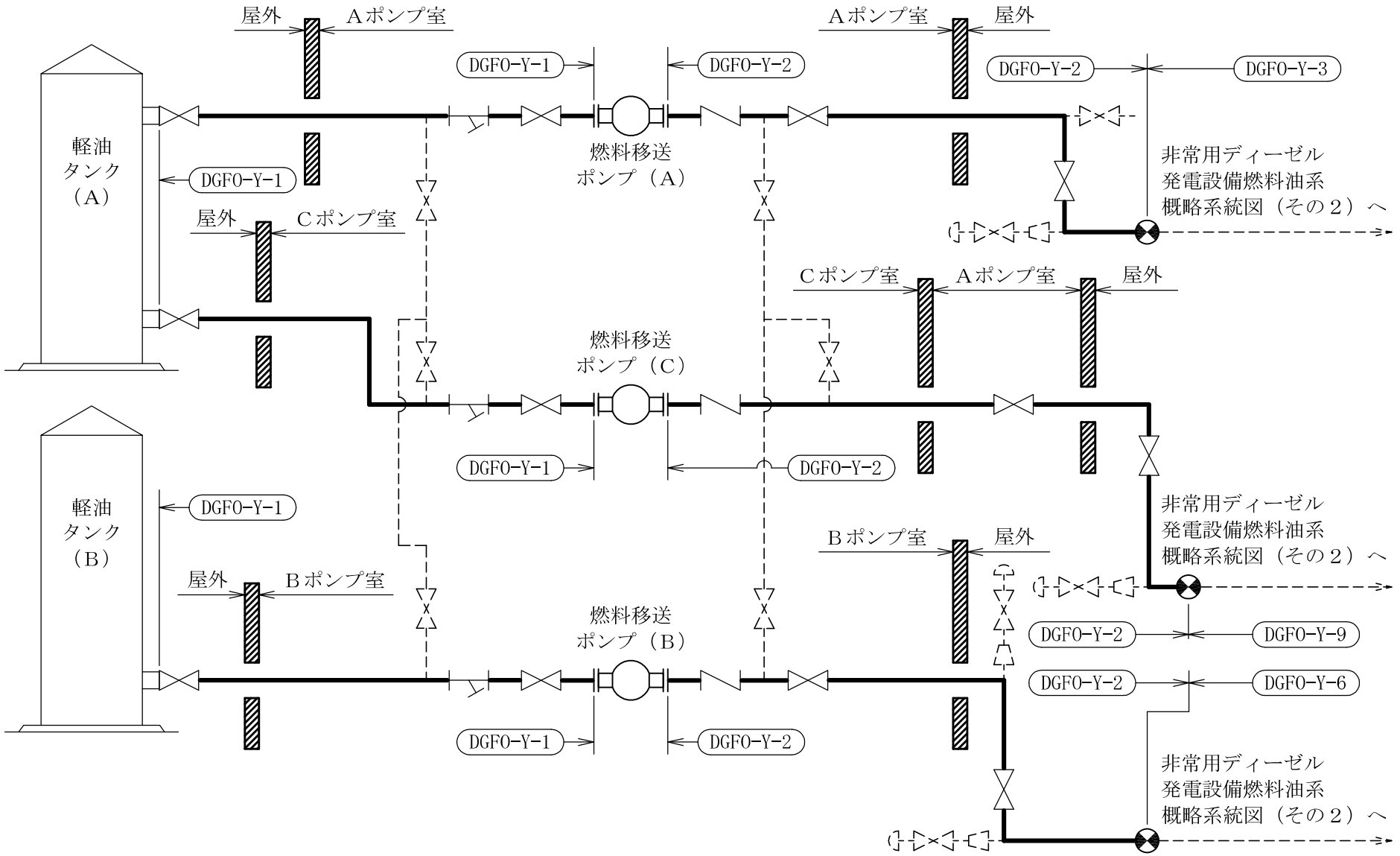
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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）

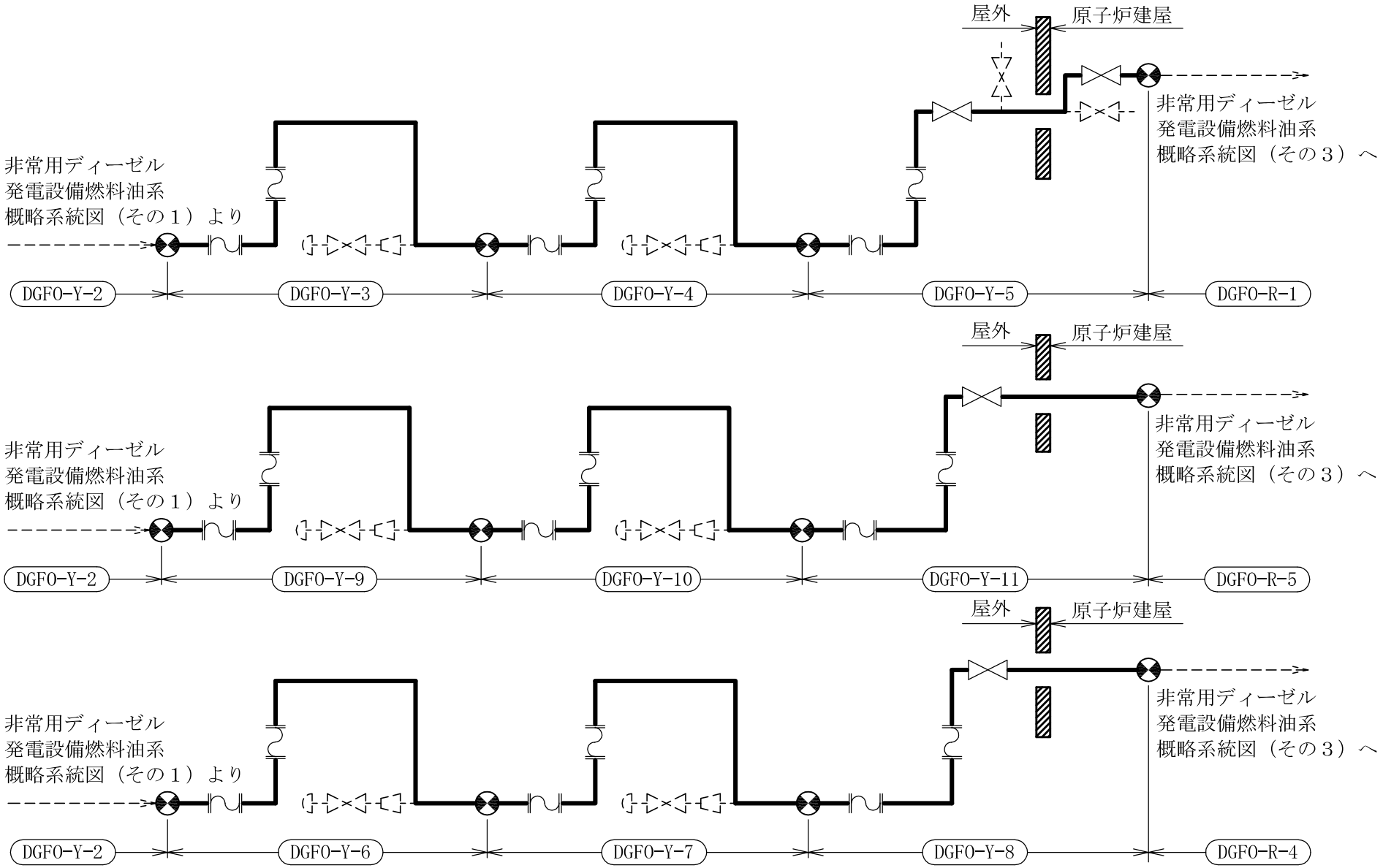
No.	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	DGFO-R-1	60	26	366	14.07	—	68	42	462	11.00	—	—	—	—
2	DGFO-R-2	216	101	366	3.62	○	216	192	462	2.40	○	—	—	—
3	DGFO-R-3	321	32	366	11.43	—	321	54	462	8.55	—	—	—	—
4	DGFO-R-4	716	23	366	15.91	—	716	38	462	12.15	—	—	—	—
5	DGFO-R-5	81	60	366	6.10	—	81	111	462	4.16	—	—	—	—
6	DGFO-R-6	250	78	366	4.69	—	250	148	462	3.12	—	—	—	—
7	DGFO-R-7	2	31	366	11.80	—	52	50	462	9.24	—	—	—	—
8	DGFO-Y-1	95N	92	366	3.97	—	95N	143	462	3.23	—	—	—	—
9	DGFO-Y-2	509	70	366	5.22	—	509	130	462	3.55	—	—	—	—
10	DGFO-Y-3	28	26	366	14.07	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—
11	DGFO-Y-4	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
12	DGFO-Y-5	76A	35	366	10.45	—	76A	37	462	12.48	—	—	—	—
13	DGFO-Y-6	28	20	366	18.30	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—
14	DGFO-Y-7	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
15	DGFO-Y-8	27	23	366	15.91	—	27	42	462	11.00	—	—	—	—
16	DGFO-Y-9	28	26	366	14.07	—	13	34	376	11.05	—	—	—	—

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）

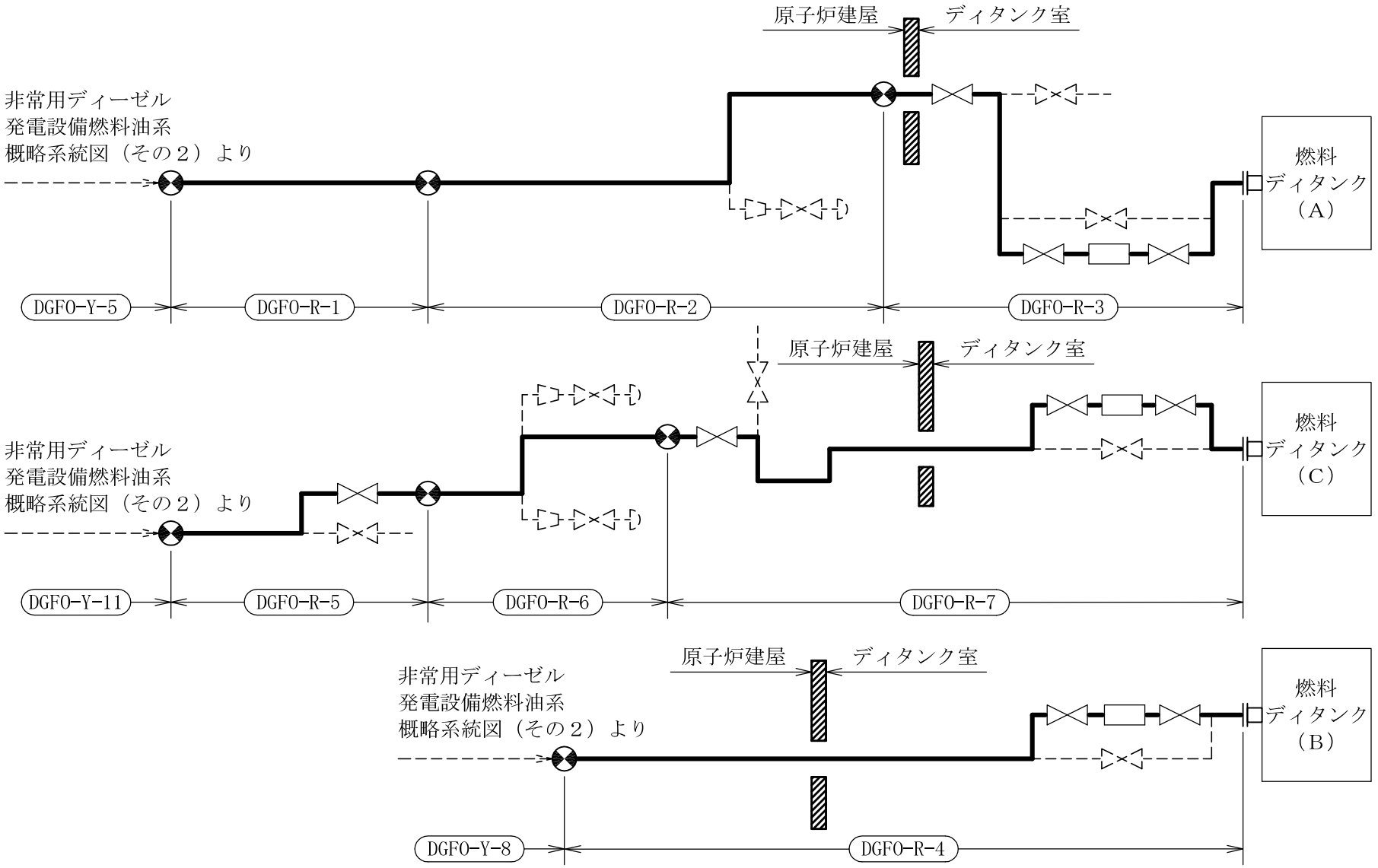
No.	配管モデル	許容応力状態　V_AS												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
17	DGFO-Y-10	28	20	366	18.30	—	8	27	376	13.92	—	—	—	—
18	DGFO-Y-11	42A	25	366	14.64	—	39	29	462	15.93	—	—	—	—



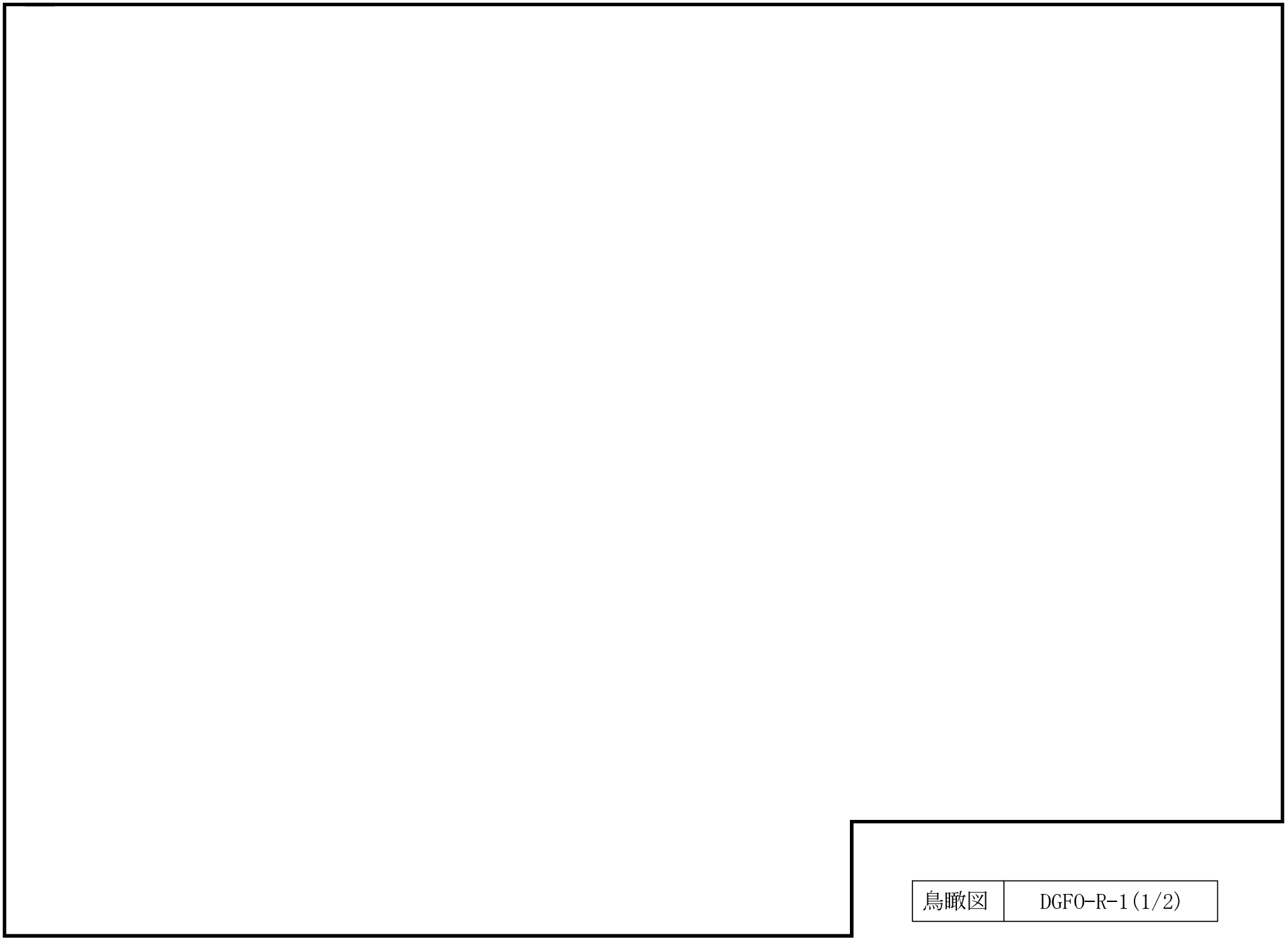
非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その１）



非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その２）



非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（その３）



鳥瞰図	DGFO-R-1(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-1(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-2(1/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(2/5)

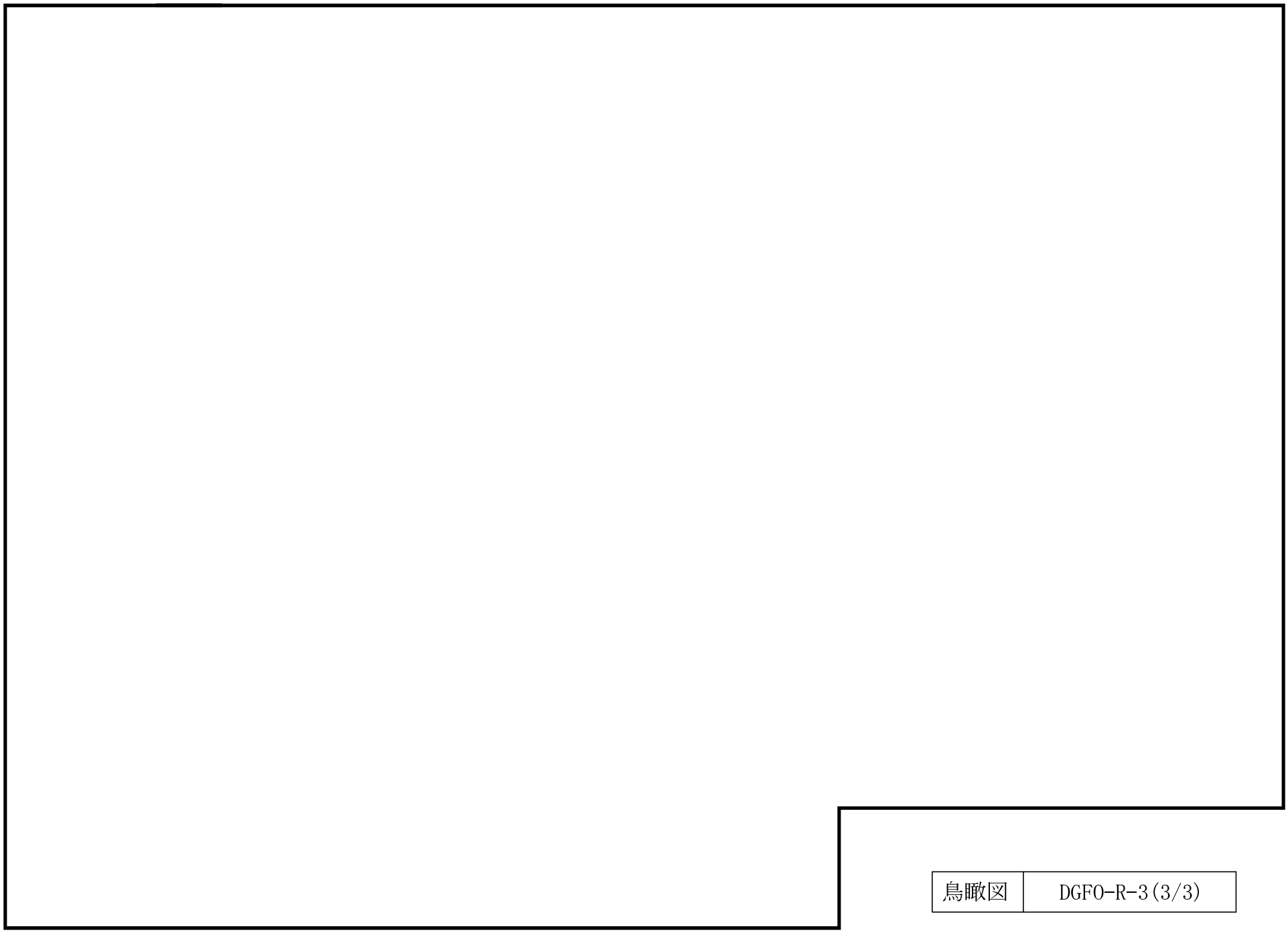
鳥瞰図	DGFO-R-2(3/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(4/5)

鳥瞰図	DGFO-R-2(5/5)

鳥瞰図	DGFO-R-3(1/3)

鳥瞰図	DGFO-R-3(2/3)



鳥瞰図	DGFO-R-3(3/3)

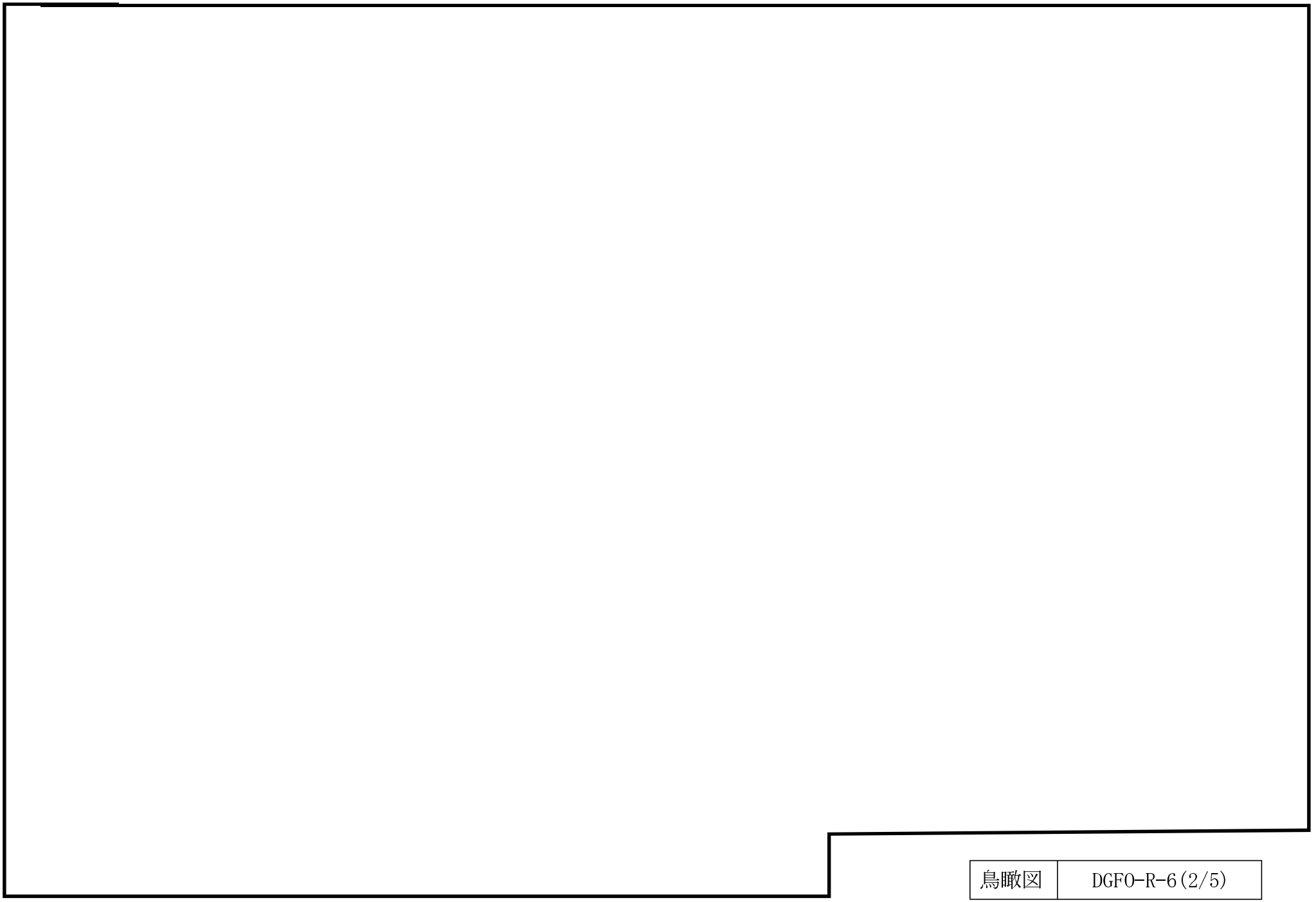
鳥瞰図	DGFO-R-4(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-4(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-5(1/2)

鳥瞰図	DGFO-R-5(2/2)

鳥瞰図	DGFO-R-6(1/5)



鳥瞰図	DGFO-R-6(2/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(3/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(4/5)

鳥瞰図	DGFO-R-6(5/5)

鳥瞰図	DGFO-R-7(1/4)

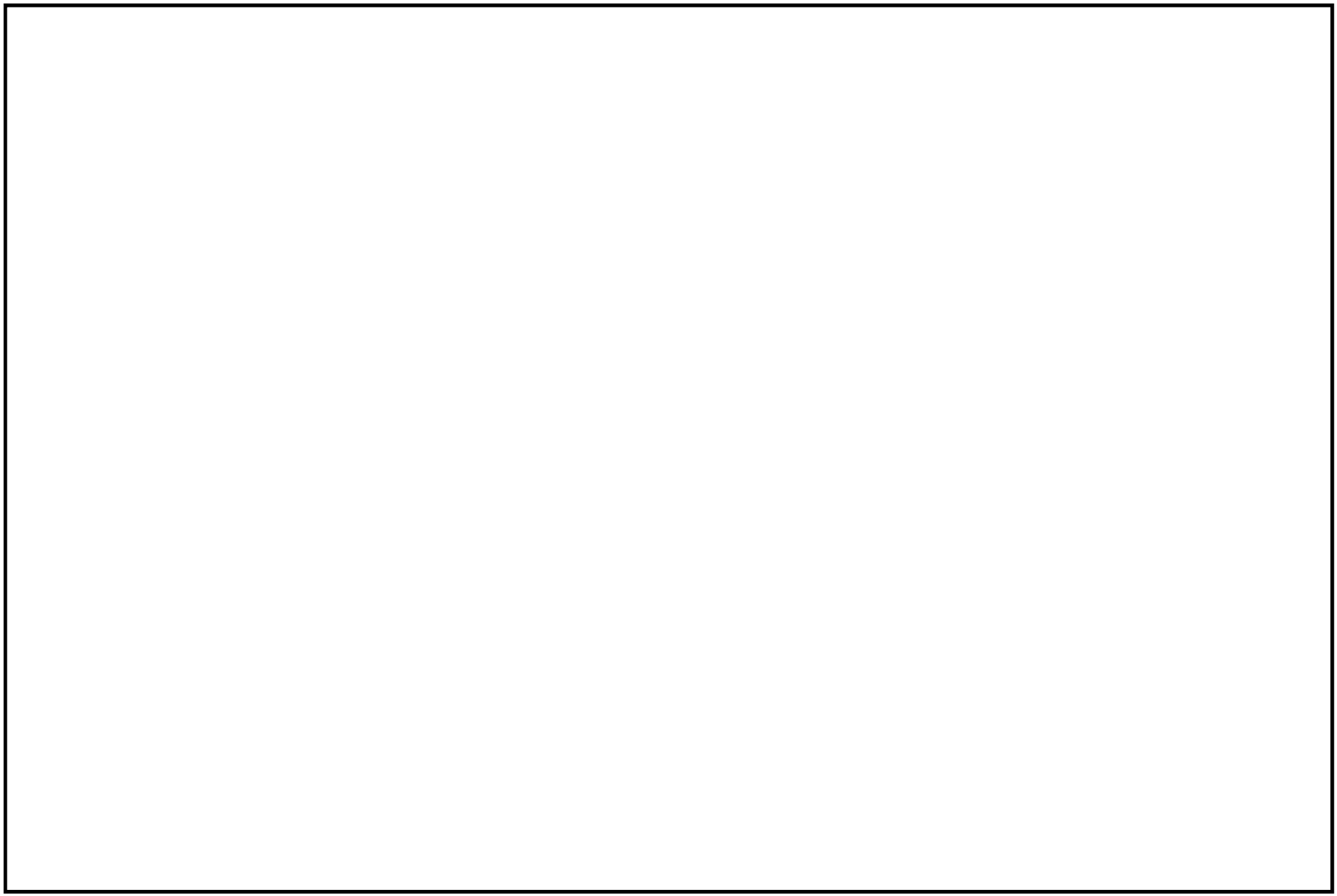
鳥瞰図	DGFO-R-7(2/4)

鳥瞰図	DGFO-R-7(3/4)

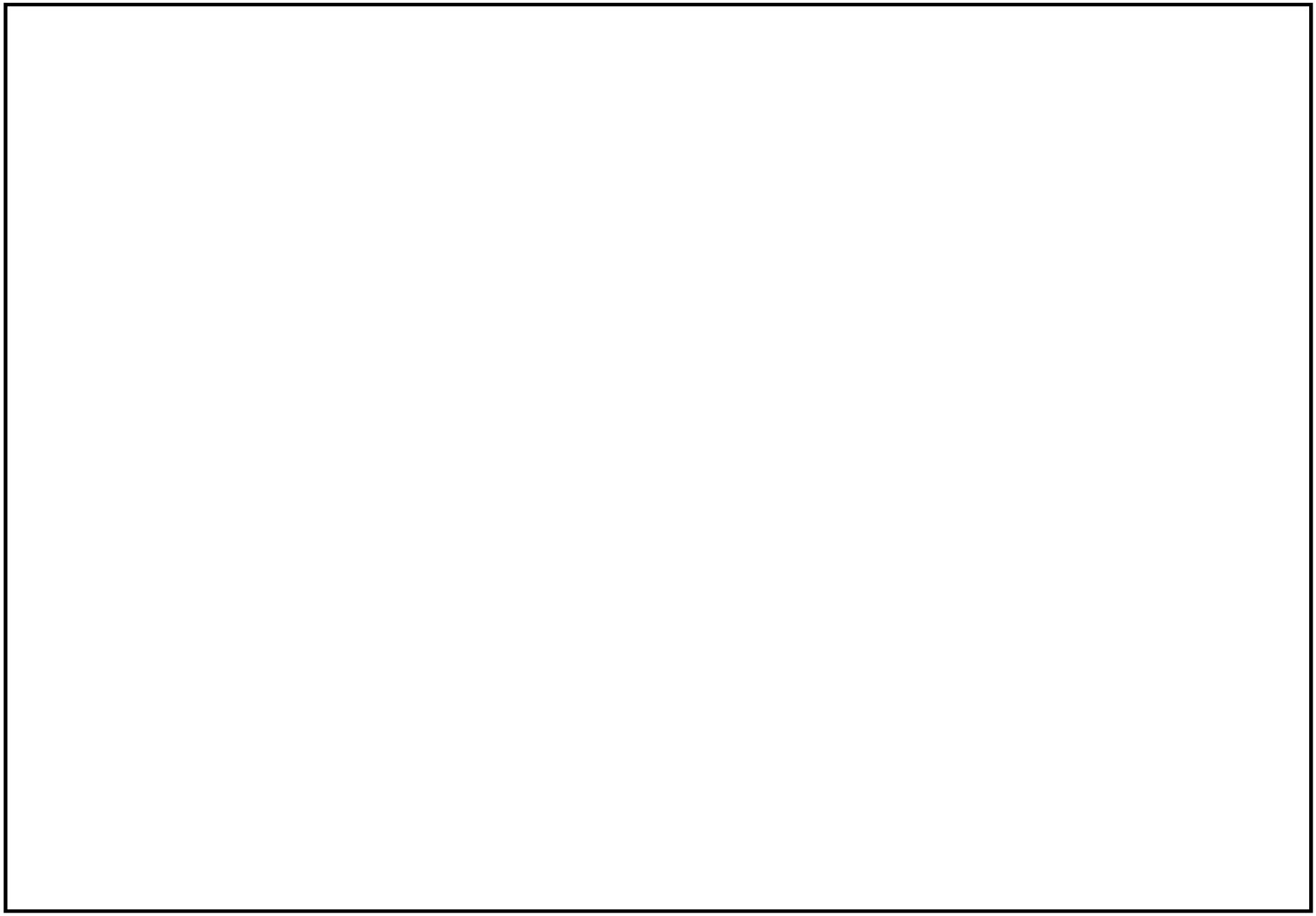
鳥瞰図	DGFO-R-7(4/4)

鳥瞰図	DGFO-Y-1(1/4)

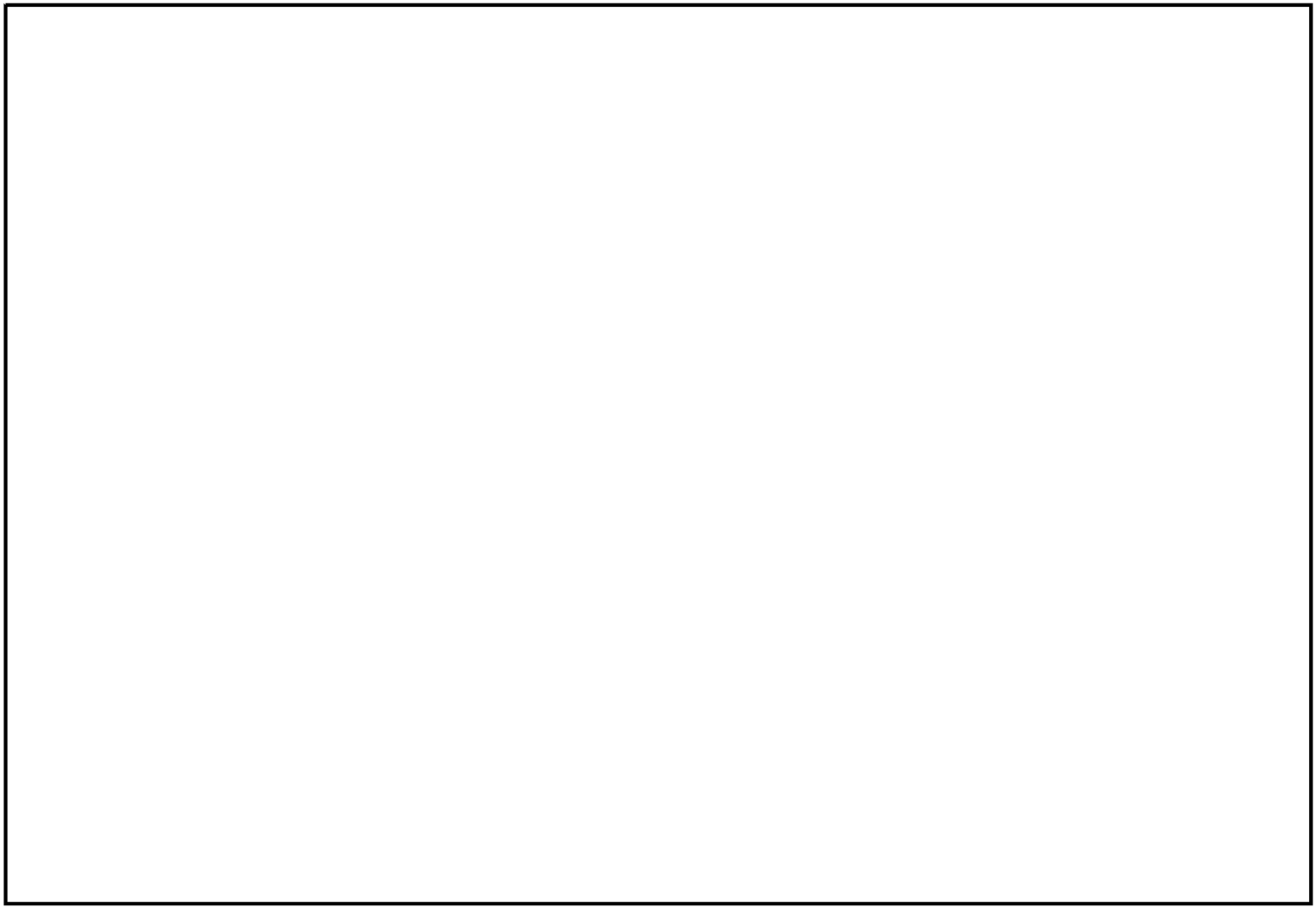
鳥瞰図	DGFO-Y-1(2/4)



鳥瞰図	DGFO-Y-1(3/4)



鳥瞰図	DGFO-Y-1(4/4)



鳥瞰図	DGFO-Y-2(1/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(2/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(3/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(4/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-2(5/5)

鳥瞰図	DGFO-Y-3

鳥瞰図	DGFO-Y-4

鳥瞰図	DGFO-Y-5

鳥瞰図	DGFO-Y-6

鳥瞰図	DGFO-Y-7

鳥瞰図	DGFO-Y-8

鳥瞰図	DGFO-Y-9

鳥瞰図	DGFO-Y-10

鳥瞰図	DGFO-Y-11

30. 代替交流電源設備の計算モデル

・Ⅴ-2-10-1-2-2-6　管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

4.2.4　代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

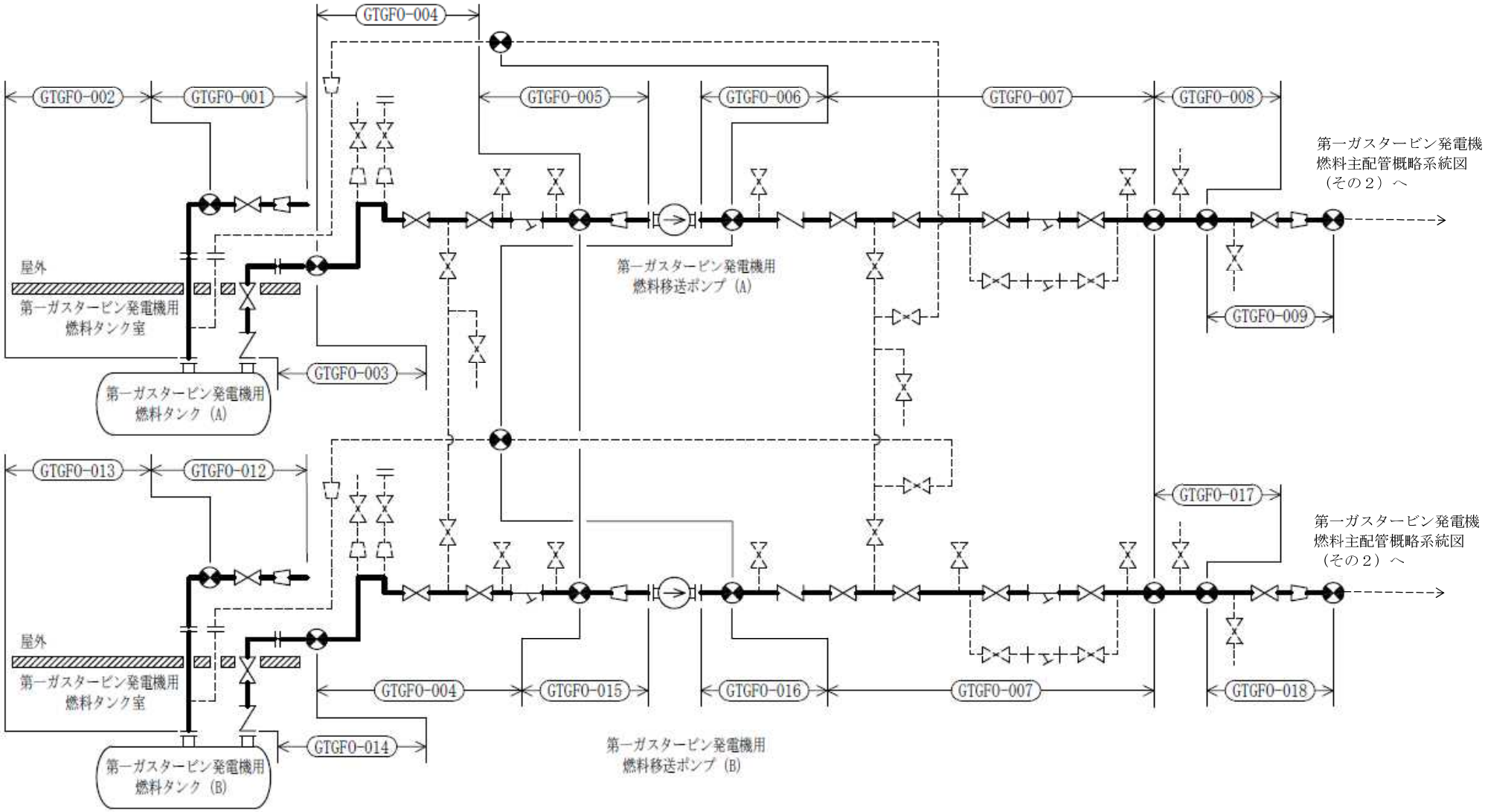
代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，設計条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

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）

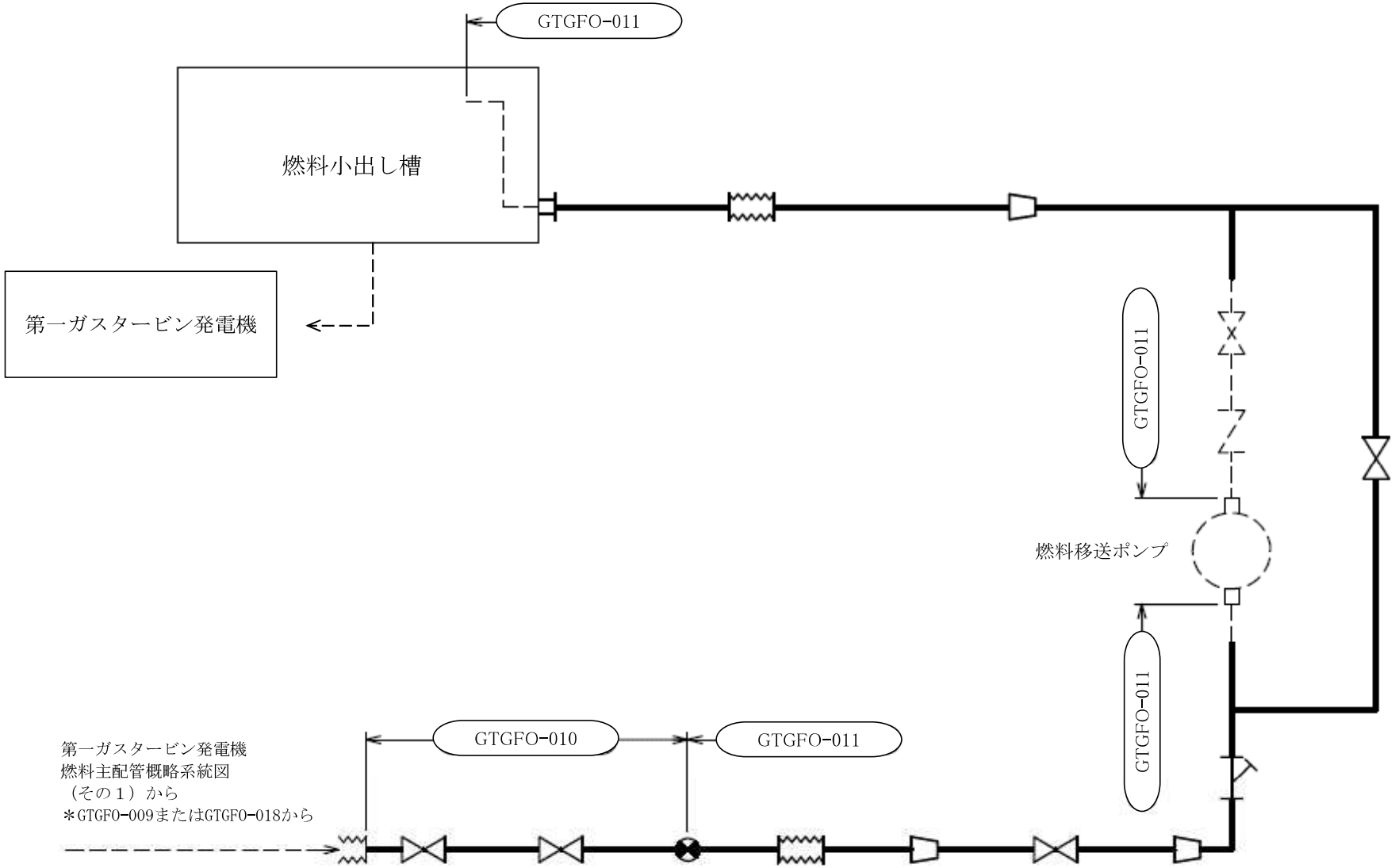
No.	配管モデル	許容応力状態　IV_AS												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	GTGFO-001	14	20	366	18.30	－	17	30	462	15.40	―	―	―	―
2	GTGFO-002	502	14	366	26.14	－	801	13	462	35.53	―	―	―	―
3	GTGFO-003	804	12	366	30.50	－	804	9	462	51.33	―	―	―	―
4	GTGFO-004	45	61	366	6.00	－	50	84	462	5.50	―	―	―	―
5	GTGFO-005	6	6	366	61.00	－	6	2	462	231.00	―	―	―	―
6	GTGFO-006	1	8	366	45.75	－	1	6	462	77.00	―	―	―	―
7	GTGFO-007	92	58	366	6.31	－	92	96	462	4.81	―	―	―	―
8	GTGFO-008	51	39	366	9.38	－	11	389	462	1.18	○	―	―	―
9	GTGFO-009	9	27	366	13.55	－	1	32	462	14.43	―	―	―	―
10	GTGFO-010	6	116	431	3.71	○	6	216	376	1.74	―	―	―	―
11	GTGFO-011	38	95	431	4.53	－	38	158	376	2.37	―	―	―	―
12	GTGFO-012	16	45	366	8.13	－	16	54	462	8.55	―	―	―	―

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）

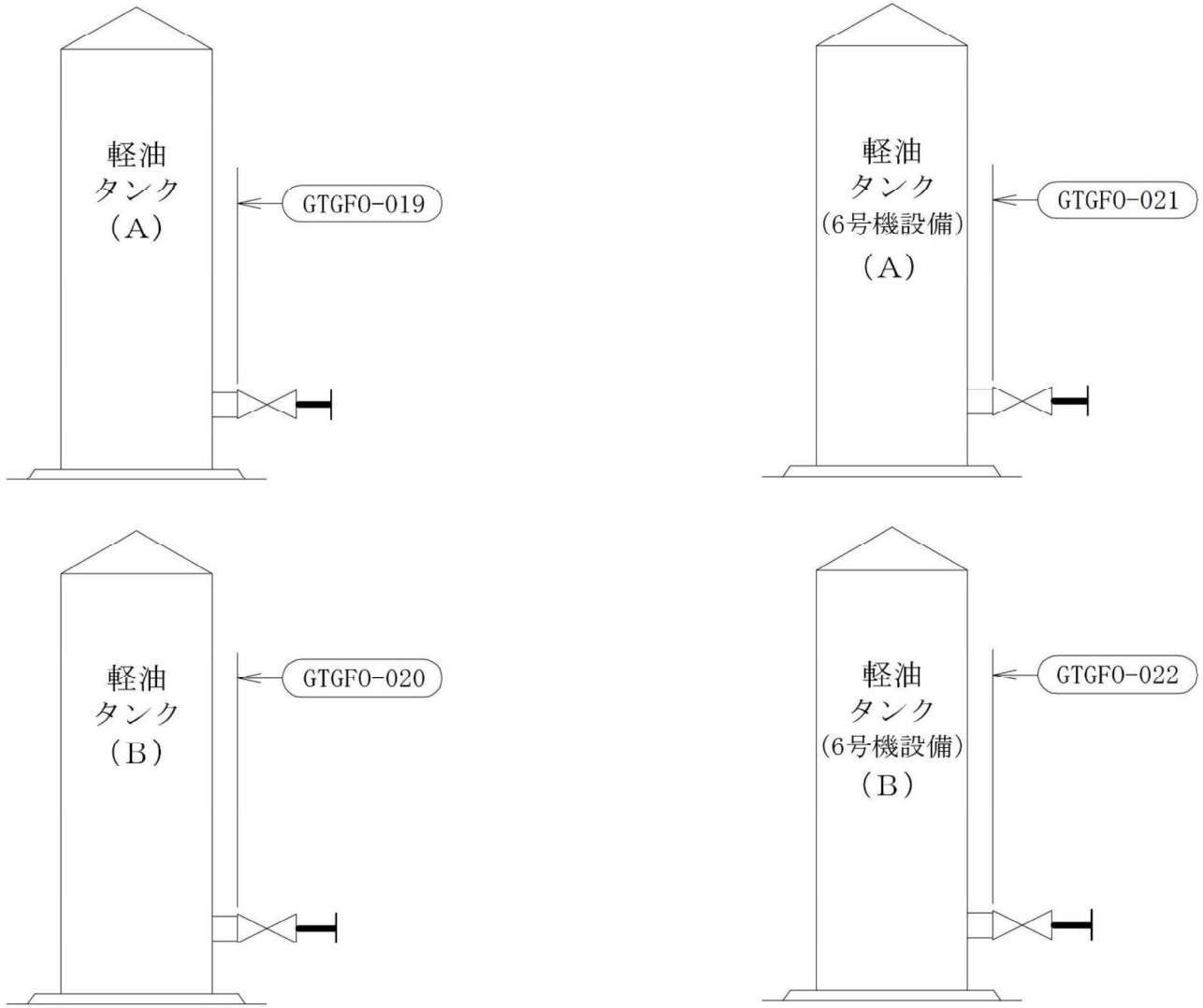
No.	配管モデル	許容応力状態　ⅣＡＳ											
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
13	GTGFO-013	502	14	366	26.14	—	801	13	462	35.53	—	—	—	—
14	GTGFO-014	804	12	366	30.50	—	804	9	462	51.33	—	—	—	—
15	GTGFO-015	6	6	366	61.00	—	6	2	462	231.00	—	—	—	—
16	GTGFO-016	1	9	366	40.66	—	1	6	462	77.00	—	—	—	—
17	GTGFO-017	27	64	366	5.71	—	24	379	462	1.21	—	—	—	—
18	GTGFO-018	17	41	366	8.92	—	1	46	462	10.04	—	—	—	—
19	GTGFO-019	1	10	366	36.60	—	1	14	462	33.00	—	—	—	—
20	GTGFO-020	1	28	366	13.07	—	1	42	462	11.00	—	—	—	—
21	GTGFO-021	1	28	366	13.07	—	1	42	462	11.00	—	—	—	—
22	GTGFO-022	1	10	366	36.60	—	1	14	462	33.00	—	—	—	—



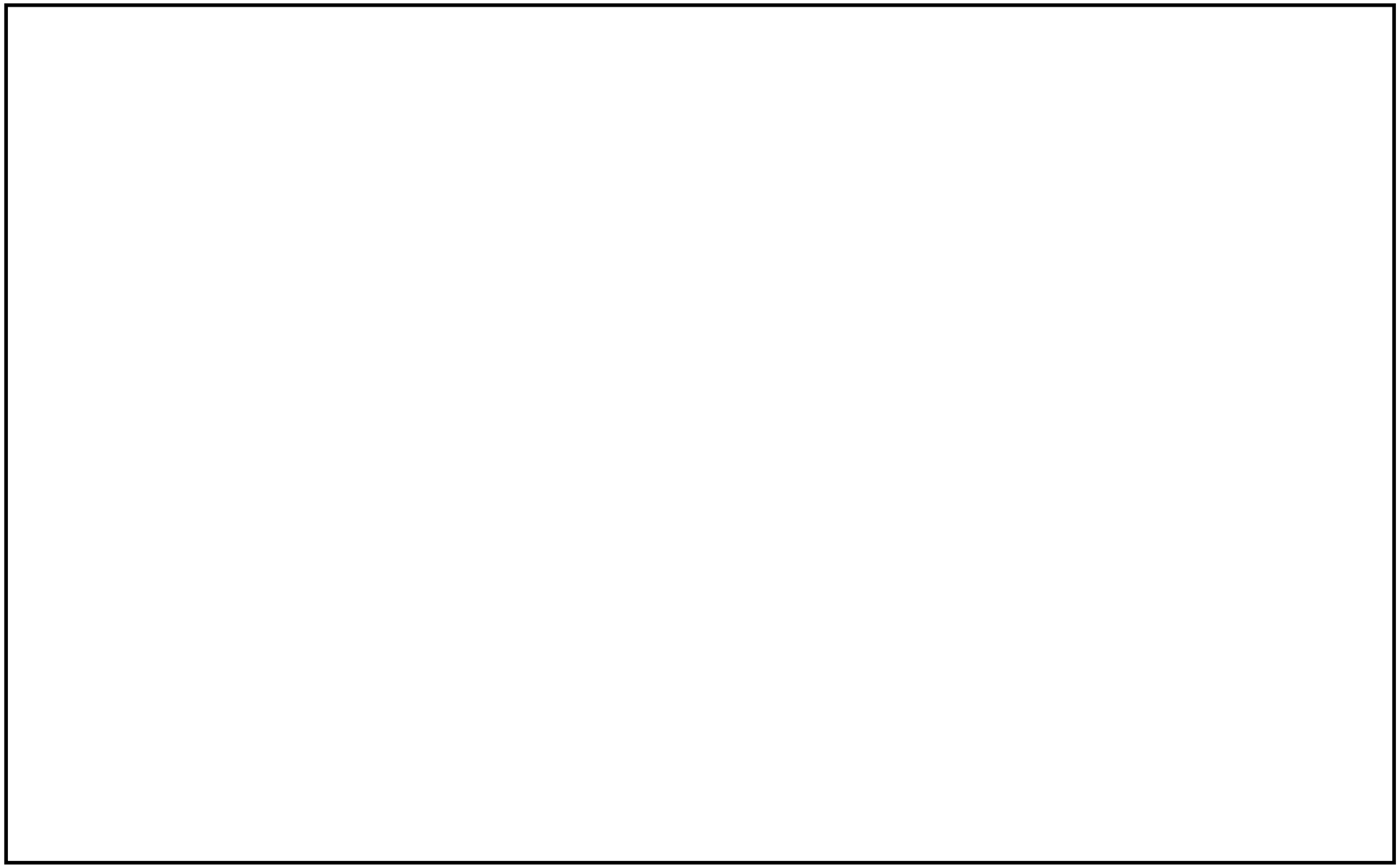
第一ガスタービン発電機　燃料主配管概略系統図（その１）



第一ガスタービン発電機　燃料主配管概略系統図（その２）



第一ガスタービン発電機　燃料主配管概略系統図（その３）

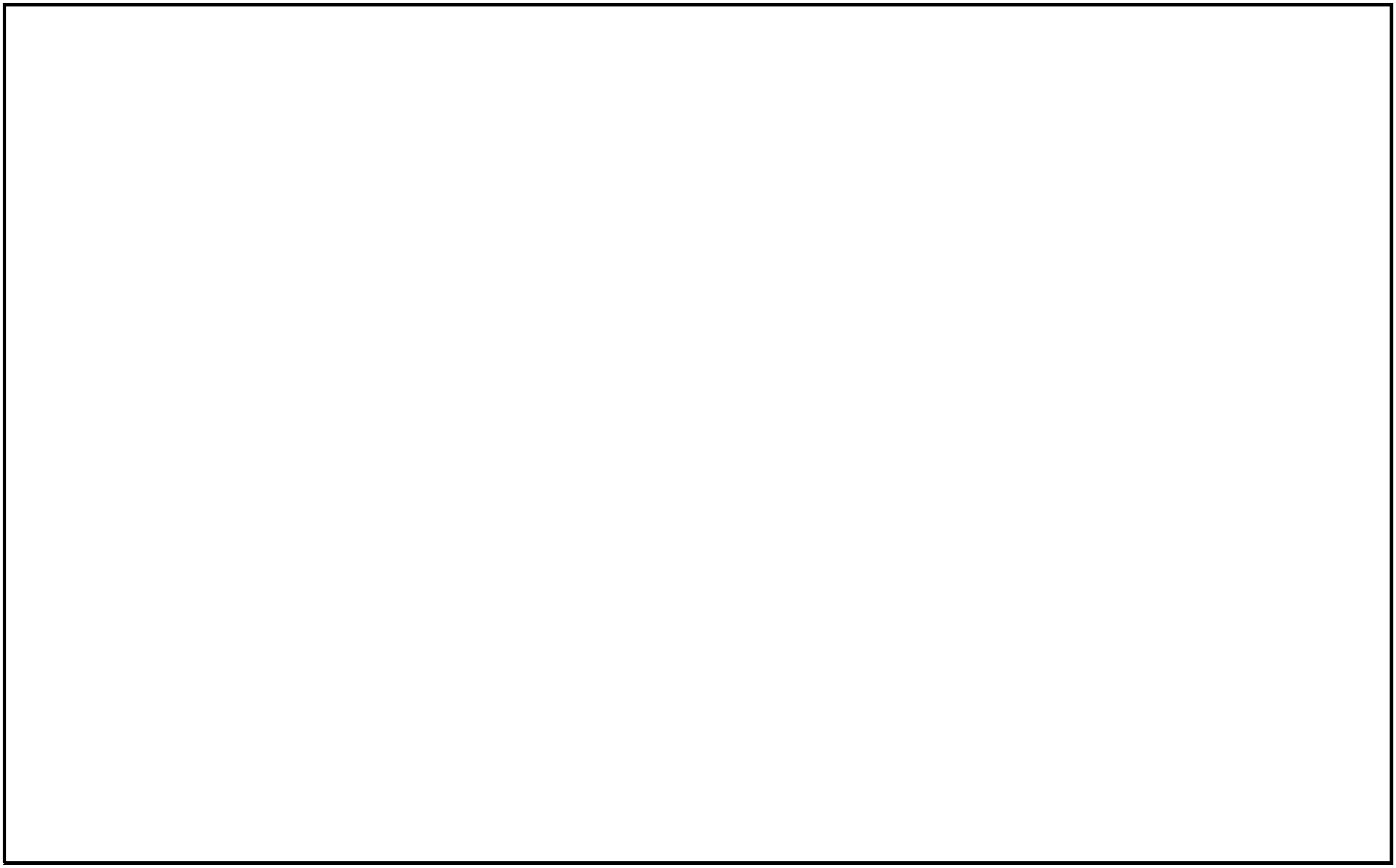


鳥瞰図	GTGF0-001

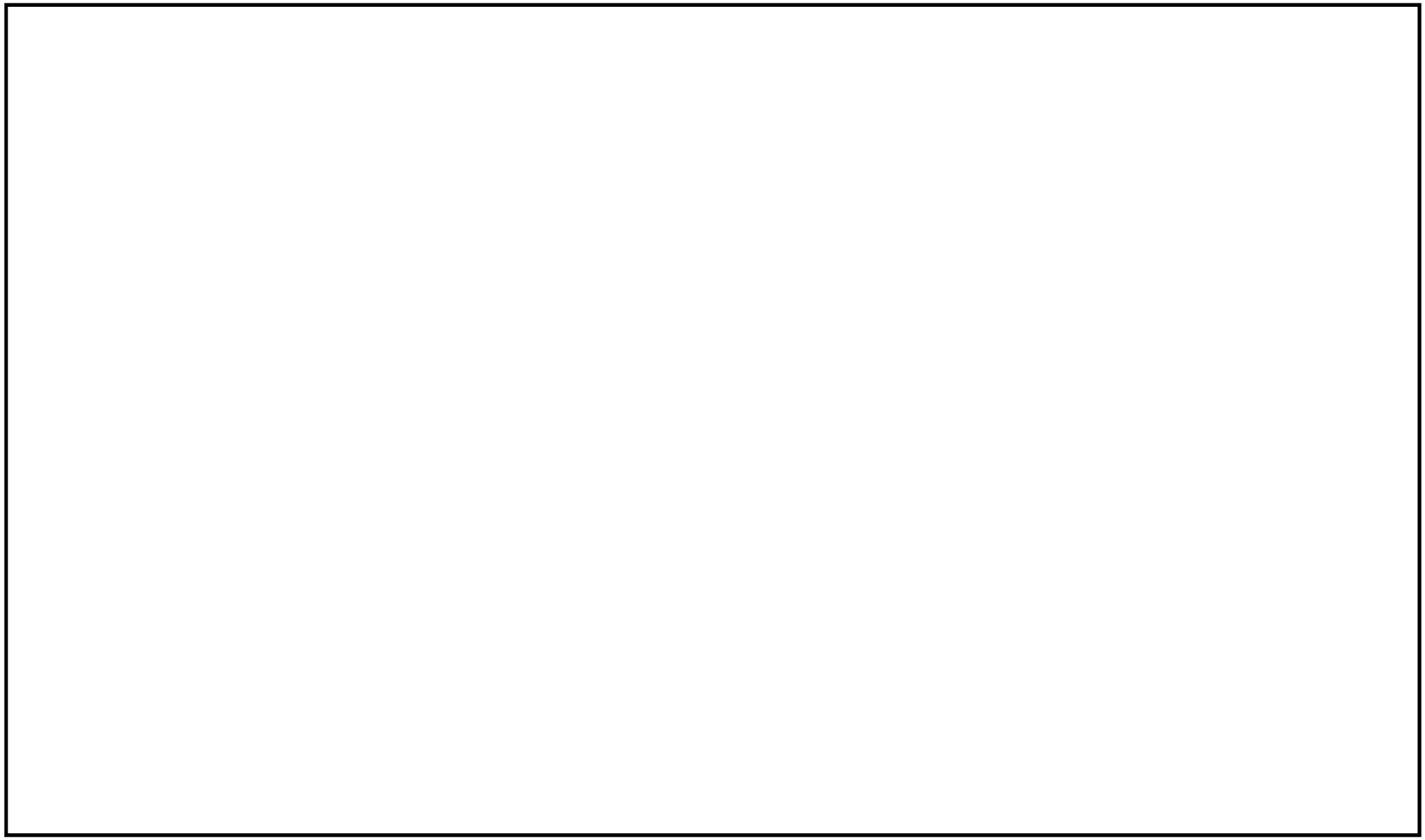
鳥瞰図	GTGF0-004(1/3)

鳥瞰図	GTGF0-004(2/3)

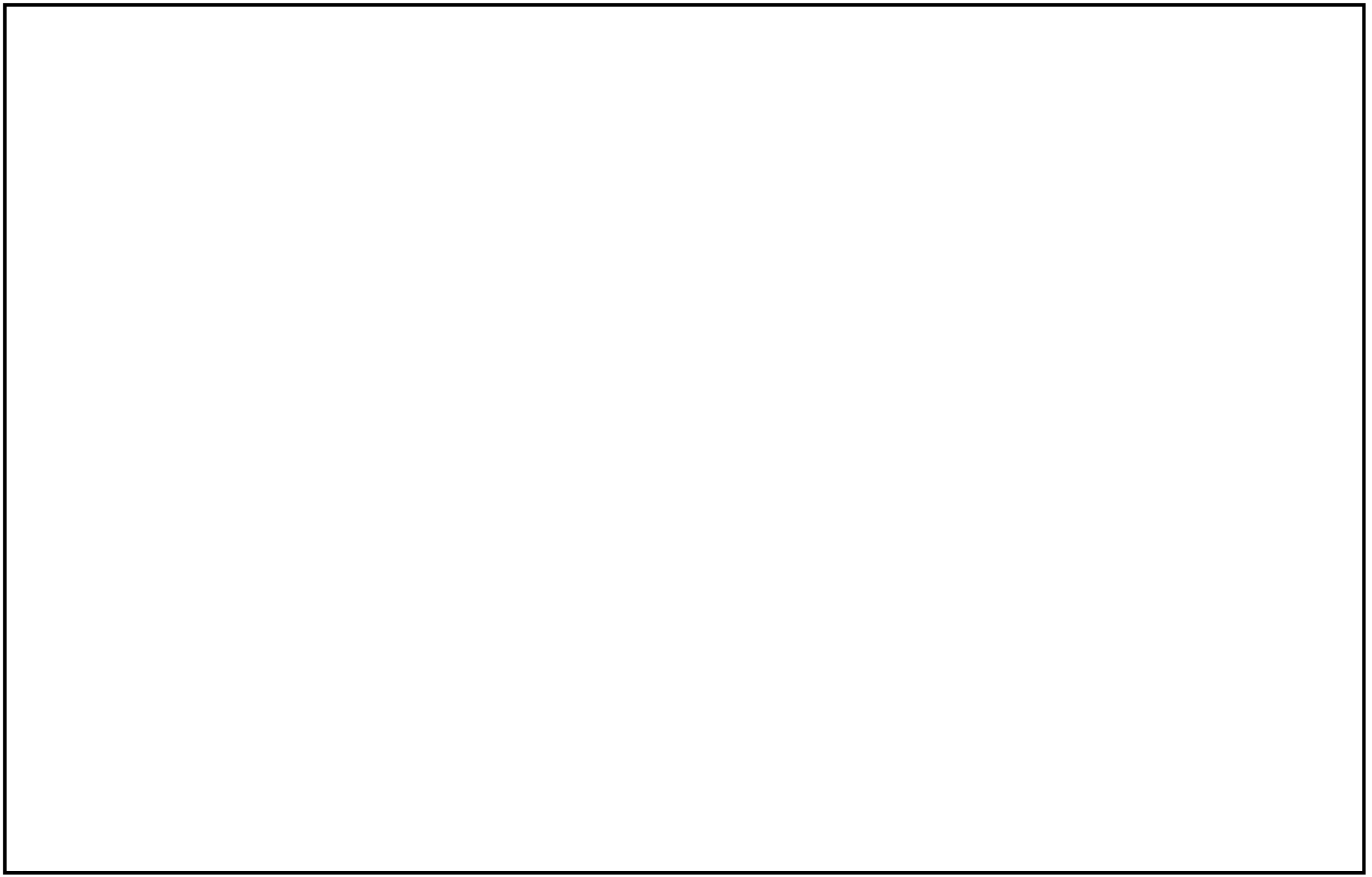
鳥瞰図	GTGF0-004(3/3)



鳥瞰図	GTGFO-005

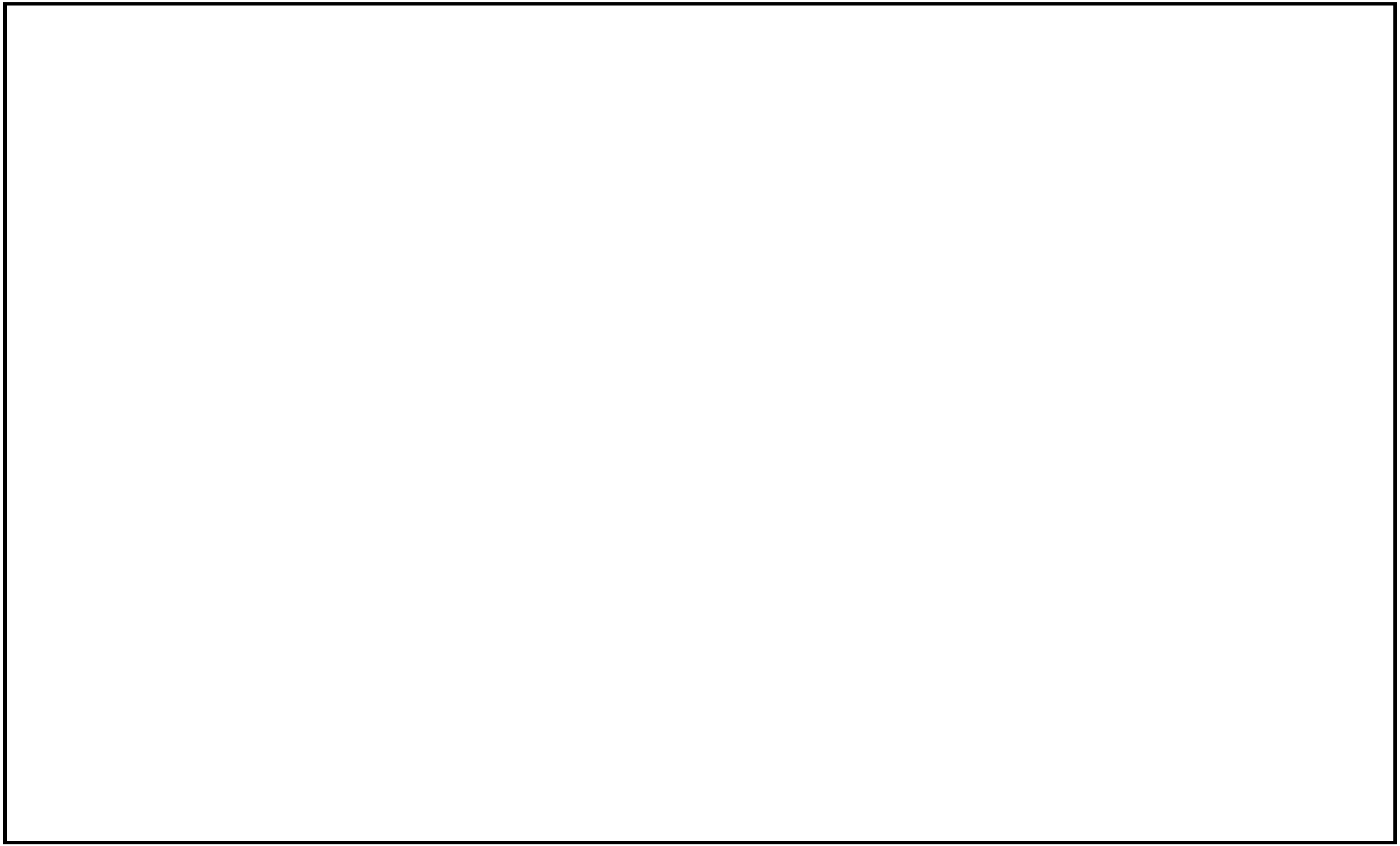


鳥瞰図	GTGFO-006



鳥瞰図	GTGFO-007(1/7)

鳥瞰図	GTGFO-007(2/7)



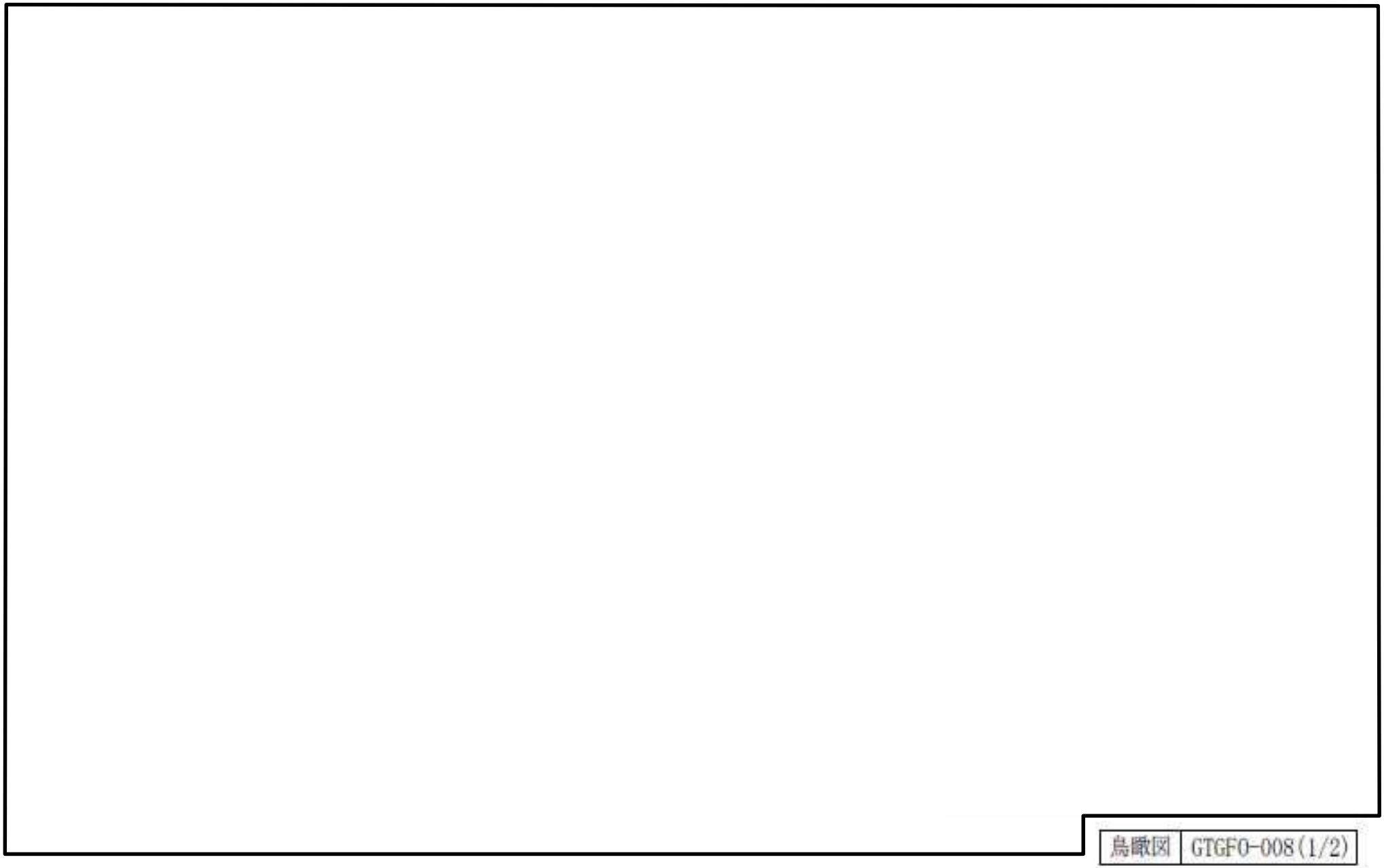
鳥瞰図	GTGFO-007(3/7)

鳥瞰図	GTGFO-007(4/7)

鳥瞰図	GTGFO-007(5/7)

鳥瞰図	GTGFO-007(6/7)

鳥瞰図	GTGFO-007(7/7)

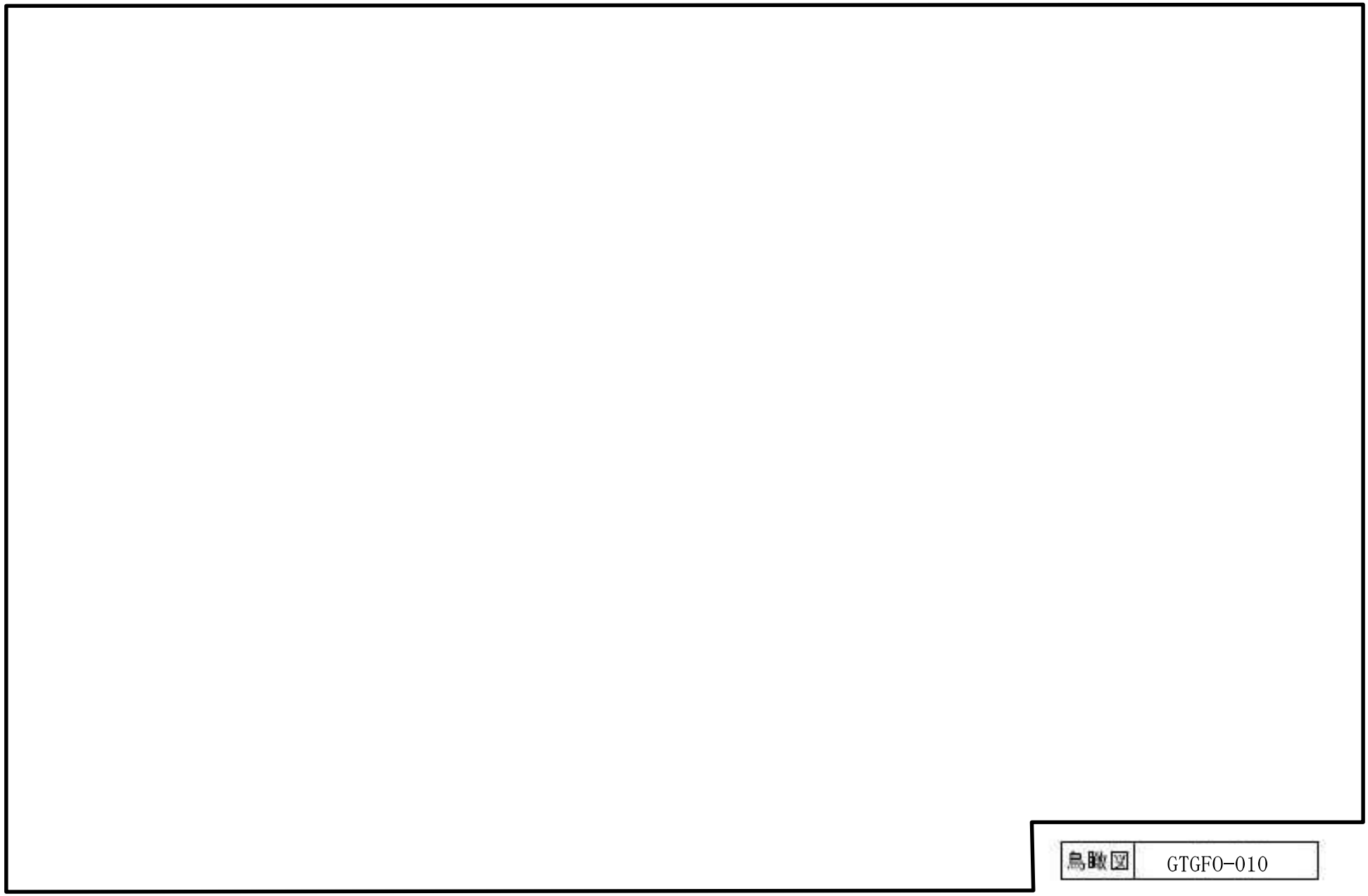


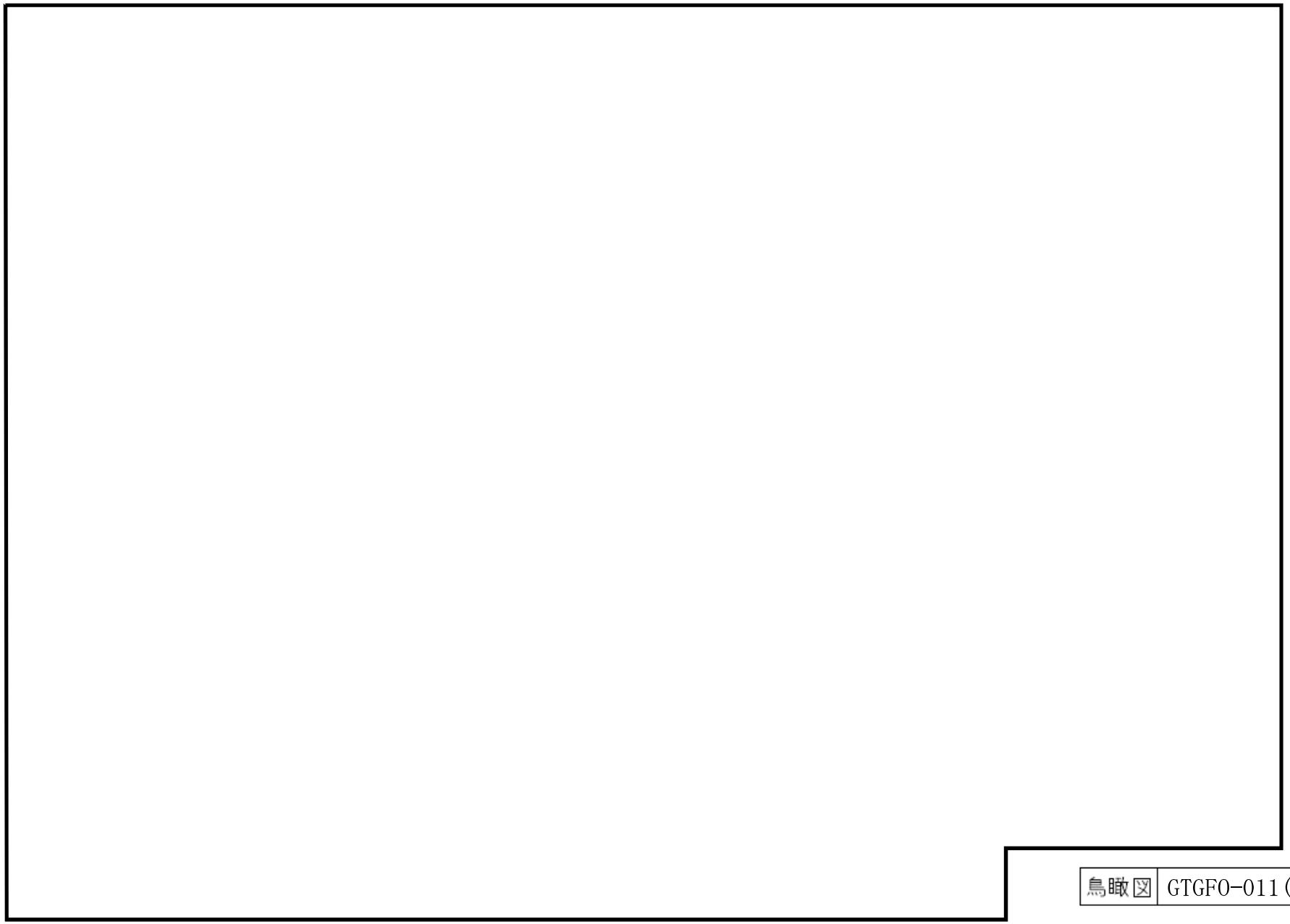
鳥瞰図	GTGF0-008(1/2)

鳥瞰図	GTGF0-008(2/2)

鳥瞰図	GTGFO-009(1/2)

鳥瞰図	GTGFO-009(2/2)

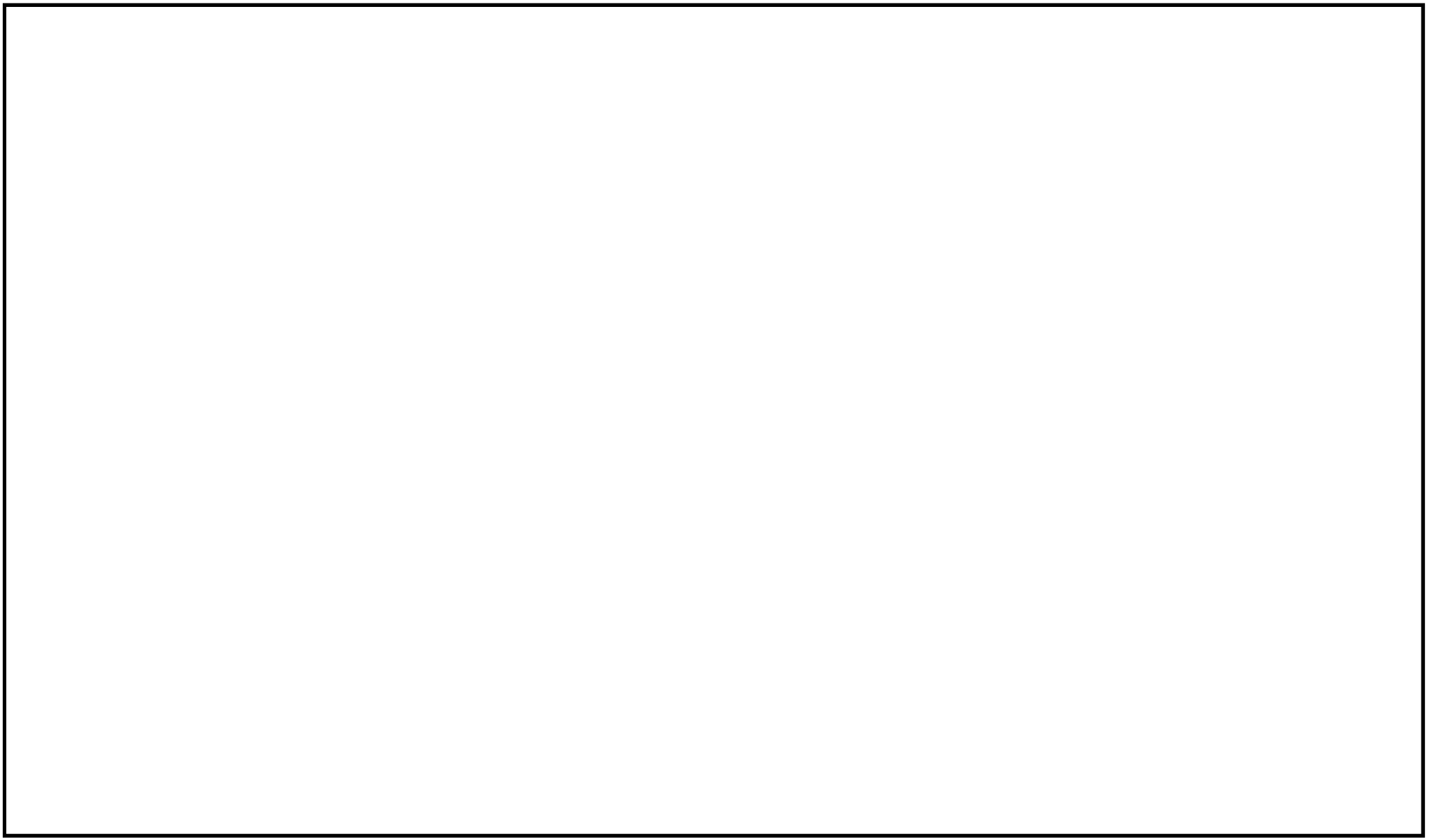

鳥瞰図
GTGFO-010



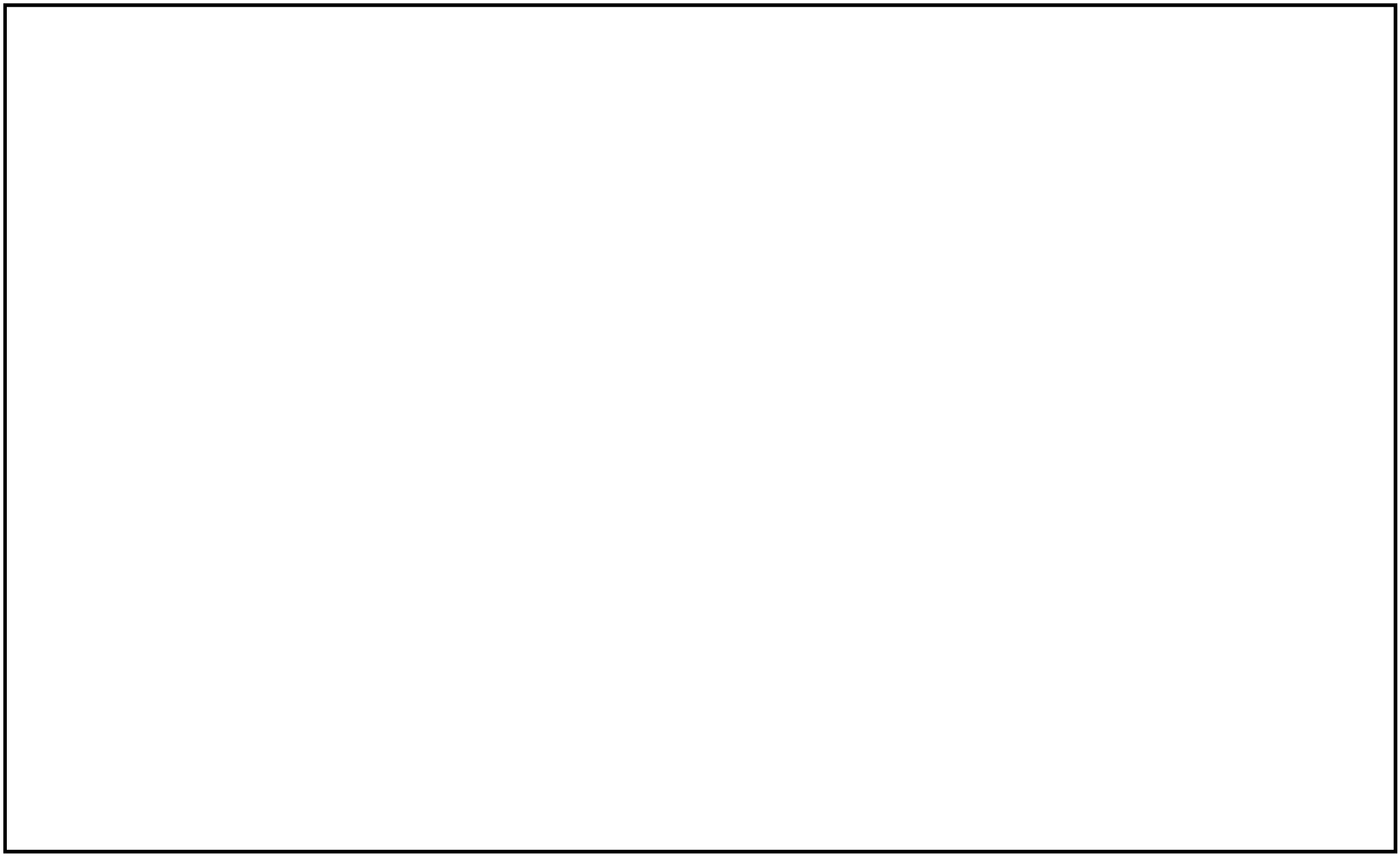
鳥瞰図	GTGFO-011(1/2)

鳥瞰図	GTGFO-011(2/2)

鳥瞰図	GTGFO-012



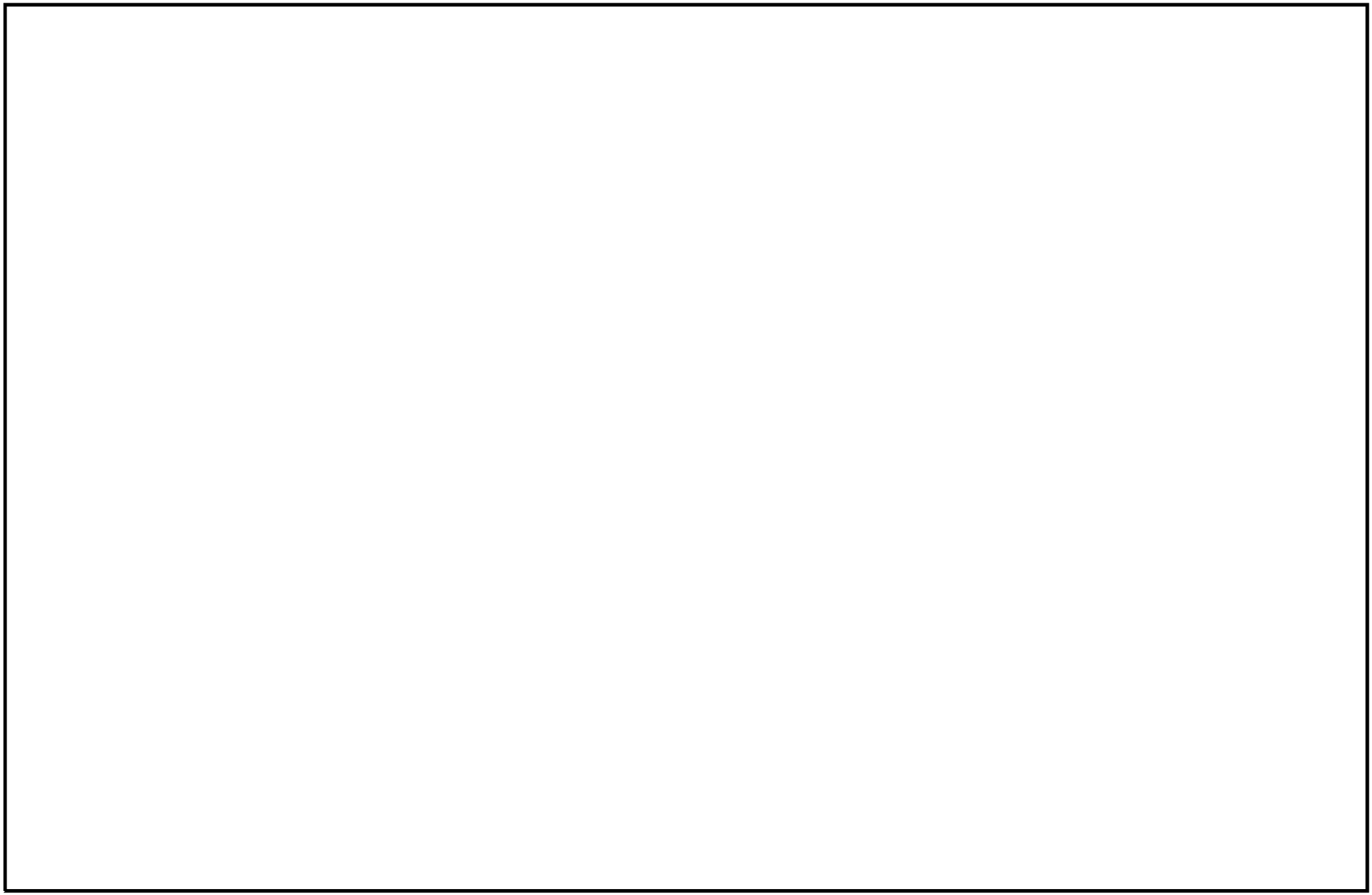
鳥瞰図	GTGFO-015



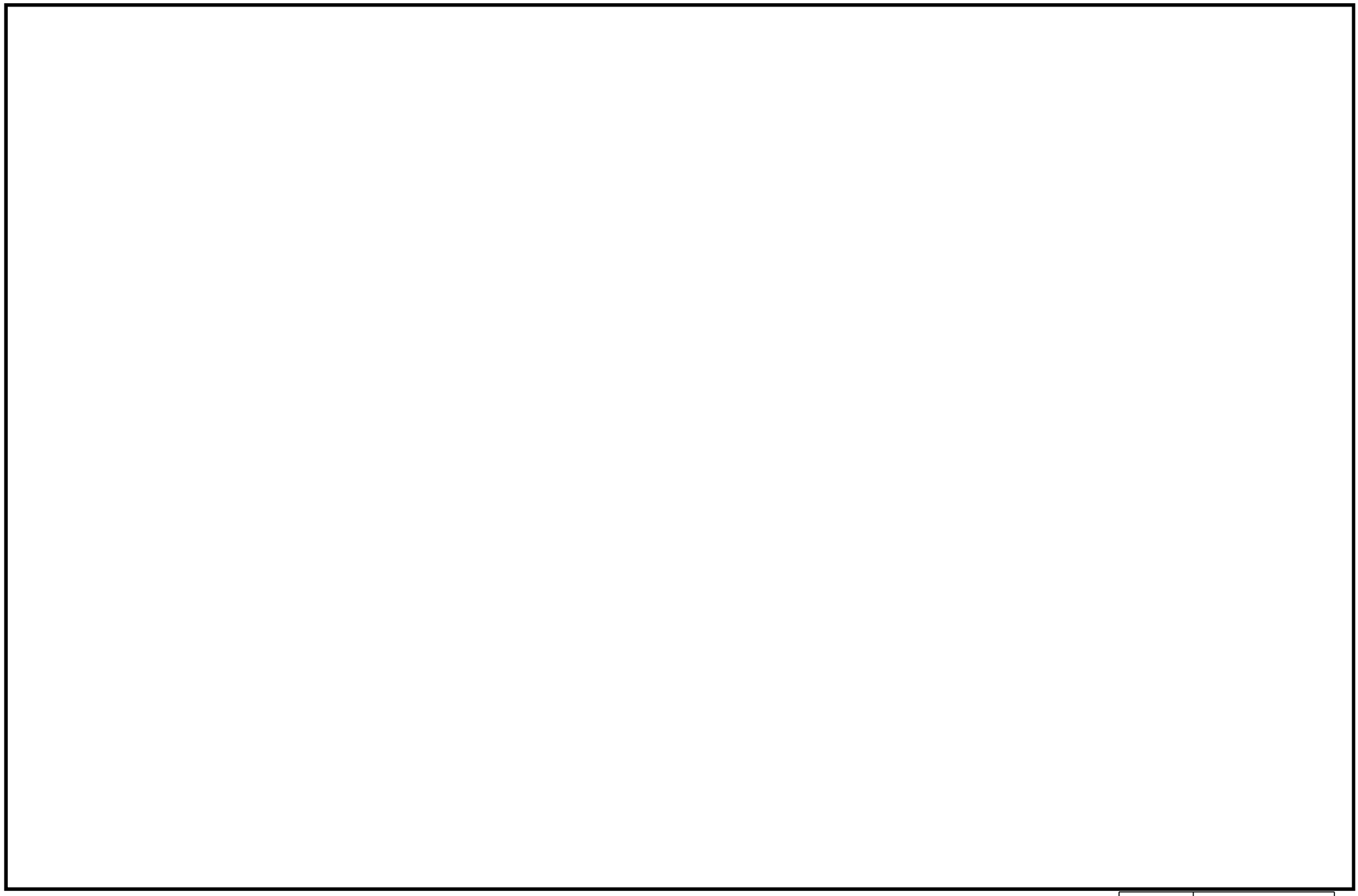
鳥瞰図	GTGFO-016

鳥瞰図	GTGFO-017(1/2)

鳥瞰図	GTGFO-017(2/2)



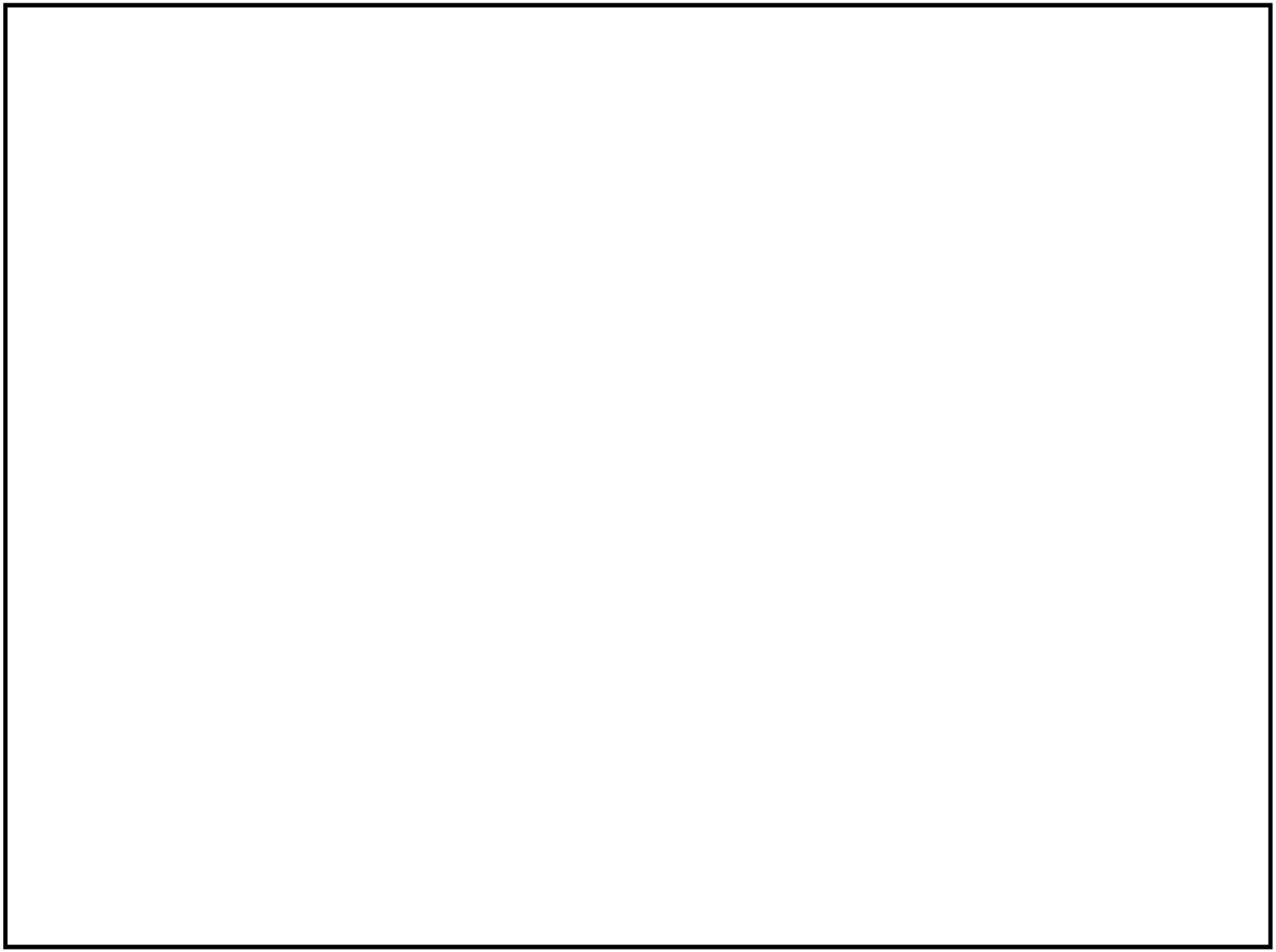
鳥瞰図	GTGFO-018(1/2)



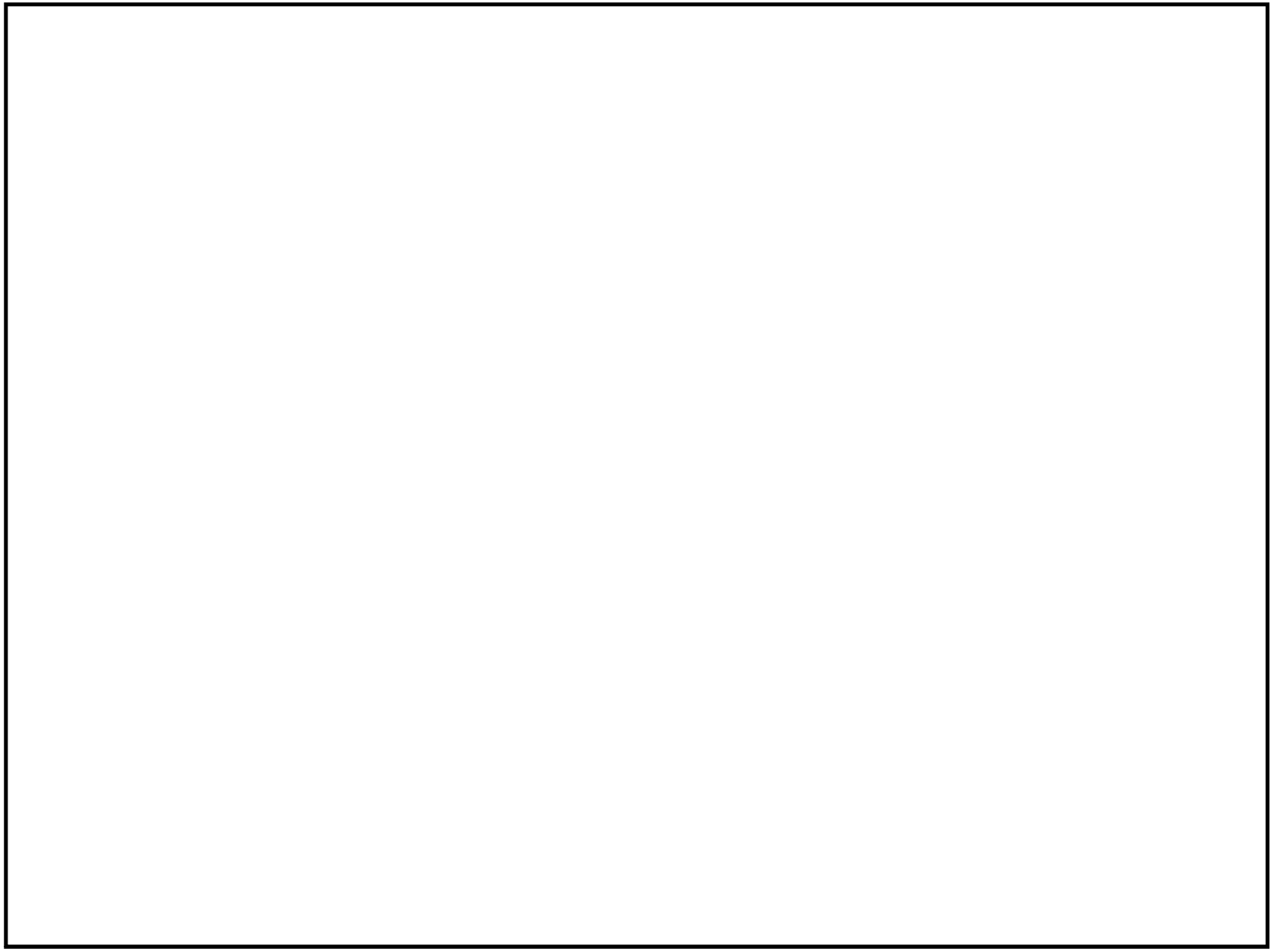
鳥瞰図	GTGFO-018(2/2)

鳥瞰図	GTGFO-002,013

鳥瞰図	GTGFO-003, 014



鳥瞰図	GTGFO-019, 022



鳥瞰図	GTGFO-020, 021

6. 電気盤等の水平方向の機能維持評価用加速度の設定方法について

目　　次

1.　検討の目的　・・・

1. 検討の目的

電気盤，計装ラック（以下「電気盤等」という。）は，JNES で実施された電気盤等の加振試験*より固有振動数 20Hz 以上を有していても，器具取付位置での応答は，水平方向入力に対して応答増幅があることが確認されている。

当該事象を踏まえて柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の電気盤等の電気的機能維持評価結果への影響を確認する。

なお，電気盤等の鉛直方向については，構造上設置床から上下方向に梁があり水平方向に比べ固有振動数が大きく応答増幅の影響は小さいと考えられるため水平方向のみ影響を確認する。

注＊ ：独立行政法人原子力安全基盤機構　平成 16 年度原子力発電施設耐震信頼性実証に関する報告書その 1（横型ポンプ，電気品）

2. 影響検討対象

電気盤等の応答増幅が考えられるのは直立形の電気盤等であることから，影響検討対象については直立形の電盤等に分類される直立形，ベンチ形の盤及び直立形の計装ラックの影響検討を行う。

3. 電気盤等の電気的機能維持評価用加速度の設定方法について

電気盤等については，固有振動数を 20Hz 以上の剛構造とすることを基本として設計している。

今回の評価では電気盤等の応答増幅として 20Hz での設計用床応答曲線の加速度に対し，電気盤等に取り付けられる器具の電気的機能維持確認済加速度が上回ることを確認する。表 3－1 に電気盤等が設置される床面高さの 20Hz での設計用床応答曲線の加速度を示す。

また，図 1～12 に電気盤等が設置される床面高さの水平方向設計用床応答曲線を示す。

表 3－1　20Hz での設計用床応答曲線加速度

据付場所	床面高さ（m）*1	加速度（×9.8m/s²）*2	設計用最大床応答加速度 I（×9.8m/s²）
原子炉建屋	T.M.S.L.31.700	1.37	1.15
	T.M.S.L.23.500	1.17	1.01
	T.M.S.L.4.800	1.04	0.83
	T.M.S.L.-8.200	0.78	0.74
タービン建屋	T.M.S.L.12.300	1.64	1.02
	T.M.S.L.4.900	1.44	0.95
	T.M.S.L.-1.100	1.02	0.82
コントロール建屋	T.M.S.L.17.300	1.62	1.37
	T.M.S.L.12.300	1.50	1.27
	T.M.S.L.6.500	1.37	1.22
緊急時対策所	T.M.S.L.27.800	1.21	1.08
格納容器圧力逃がし装置基礎	T.M.S.L.12.000	1.92	1.80

注＊1　：電気盤等が設置される床面高さのみを示す。

＊2　：Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す

設計用床応答曲線 I のうち減衰定数 4.0%の加速度を記載。

4.　評価結果

表 4－1 に電気盤等の評価結果を示す。なお評価結果については電気盤等が設置される床面高さ毎に最も機能維持確認済加速度が小さい電気盤等を記載する。

表 4－1　電気的機能維持評価結果

据付場所	床面高さ（m）	電気盤等名称	加速度（×9.8m/s²）＊	機能維持確認済加速度（×9.8m/s²）
原子炉建屋	T.M.S.L.31.700	AM 用 MCC 7B-1A	1.37	
	T.M.S.L.23.500	非常用ディーゼル発電機 7A 制御盤(1)	1.17	
	T.M.S.L.4.800	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 主回路	1.04	
	T.M.S.L.-8.200	原子炉系炉心流量（計装ラック）	0.78	
タービン建屋	T.M.S.L.12.300	パワーセンタ 7C-2	1.64	
	T.M.S.L.4.900	パワーセンタ 7D-2	1.44	
	T.M.S.L.-1.100	パワーセンタ 7E-2	1.02	
コントロール建屋	T.M.S.L.17.300	安全系プロセス放射線モニタ盤	1.62	
	T.M.S.L.12.300	データ伝送装置	1.50	
	T.M.S.L.6.500	バイタル交流電源装置 7A	1.37	
緊急時対策所	T.M.S.L.27.800	統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム，IP-電話機及び IP-FAX）・通信端末収容台①	1.21	
格納容器圧力逃がし装置基礎	T.M.S.L.12.000	フィルタ装置 スクラバ水 pH(計装ラック)	1.92	

注＊　：表 3－1 に記載の 20Hz での設計用床応答曲線の加速度を示す。

5. まとめ

4 項に示す評価結果より，20Hz での設計用床応答曲線の加速度に対して，電気盤等に取り付けられる器具の電気的機能維持確認済加速度が上回ることを確認した。

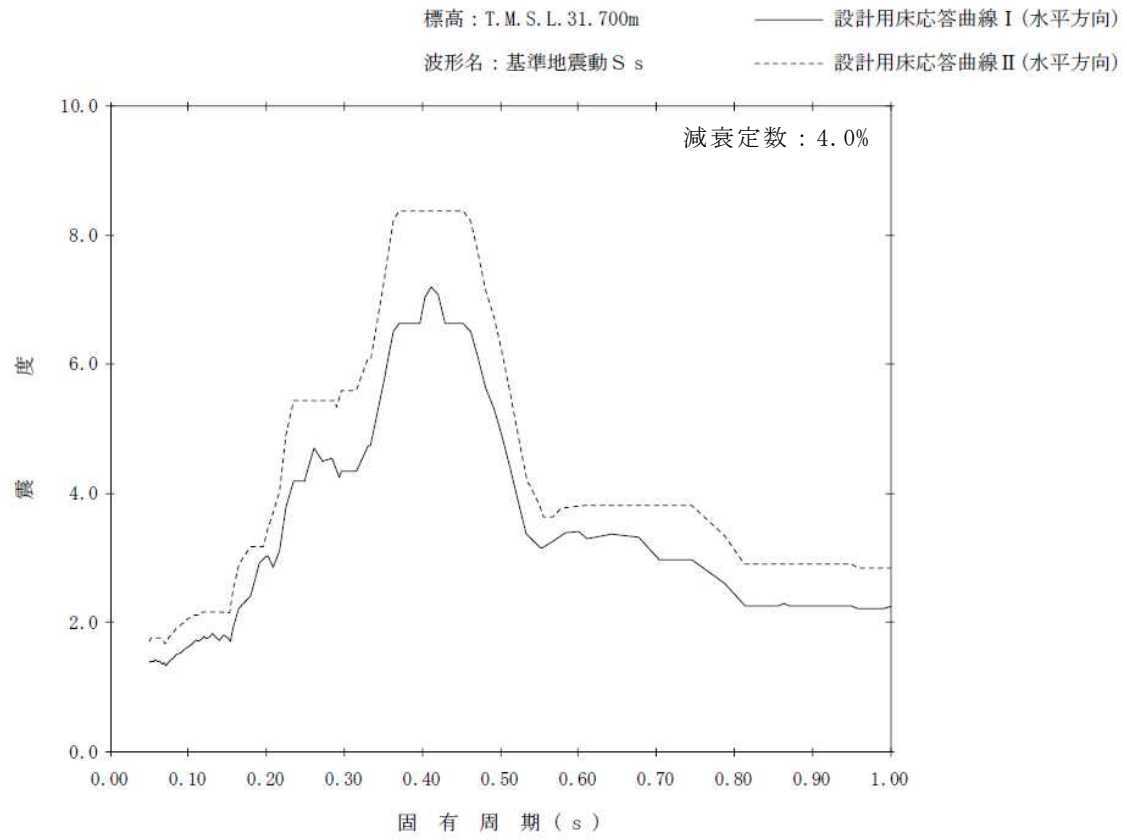


図１　原子炉建屋（T.M.S.L.31.700m）設計用床応答曲線

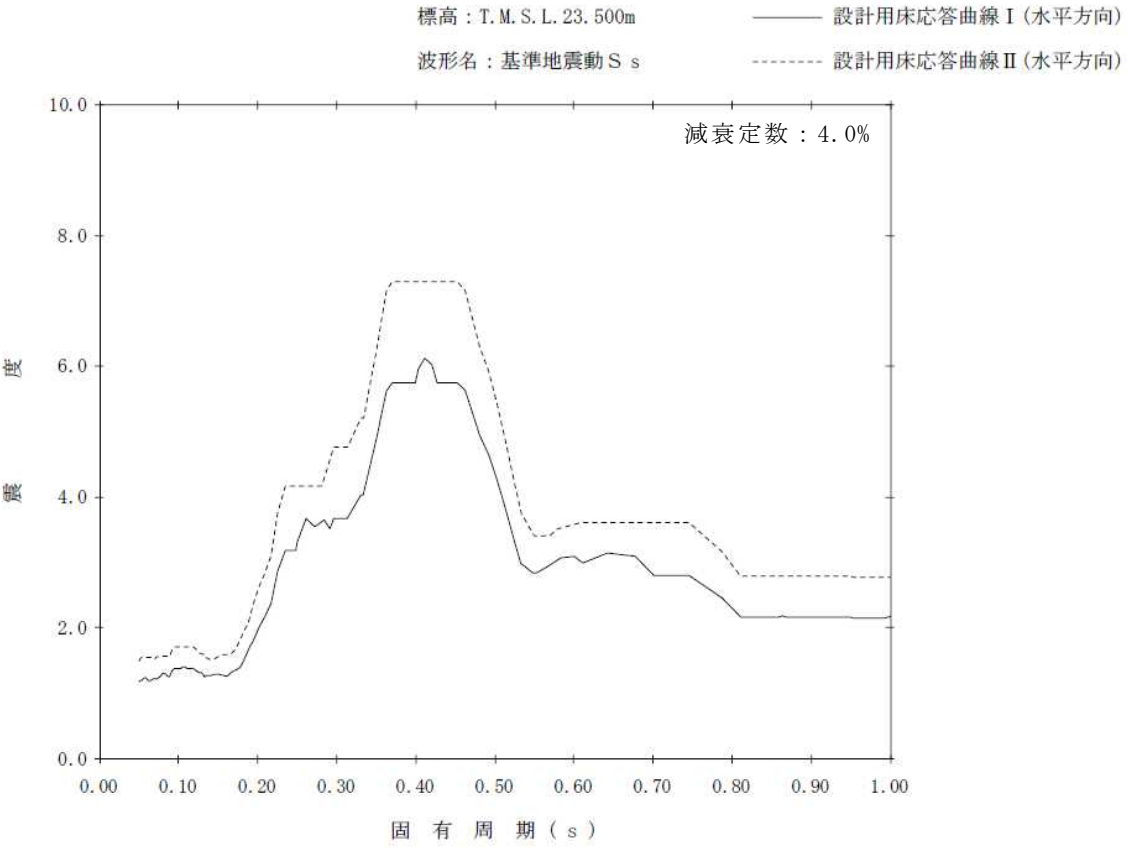


図２　原子炉建屋（T.M.S.L.23.500m）設計用床応答曲線

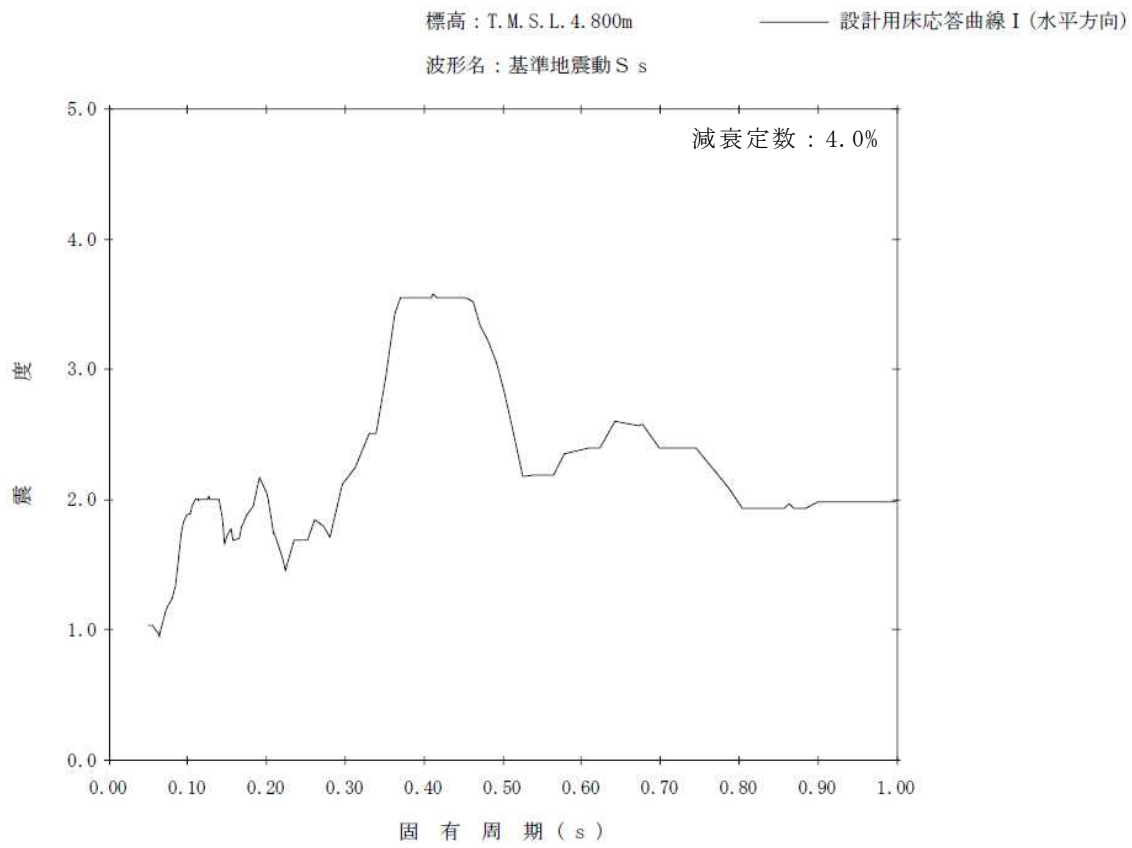


図 3　原子炉建屋（T.M.S.L.4.800m）設計用床応答曲線

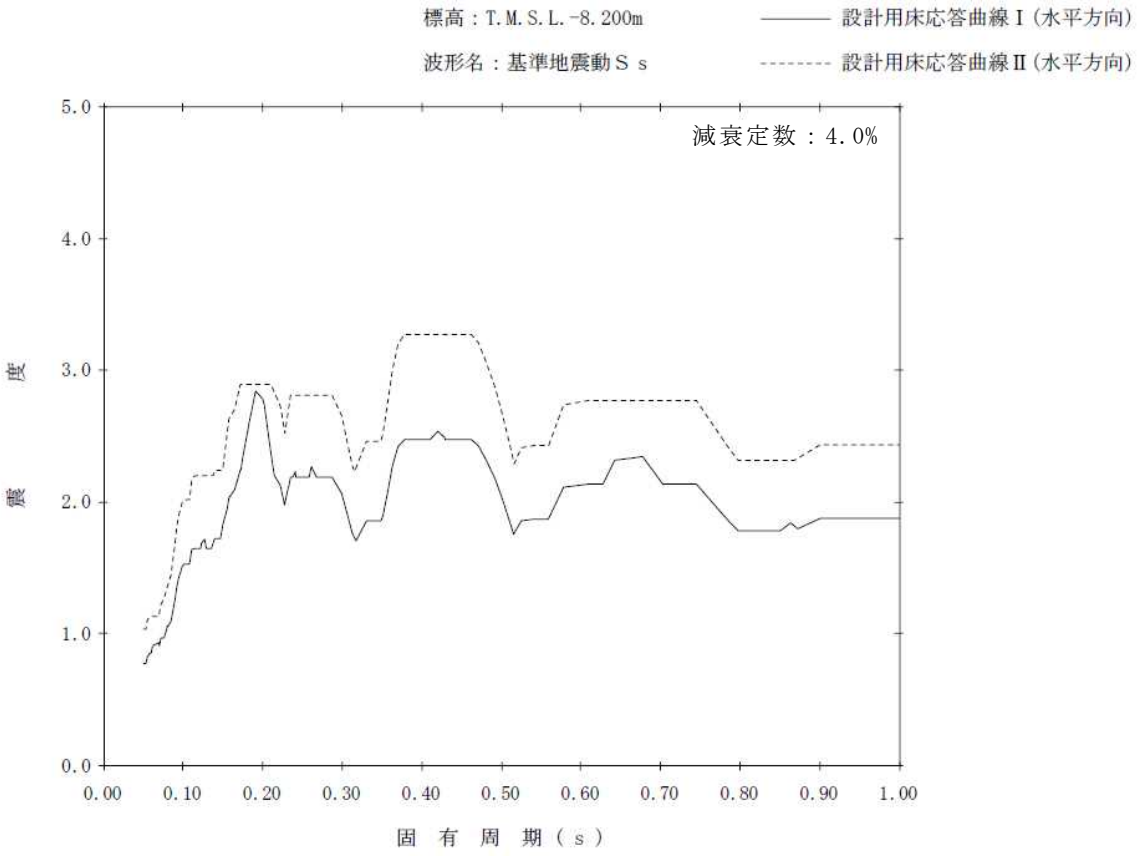


図 4　原子炉建屋（T.M.S.L.-8.200m）設計用床応答曲線

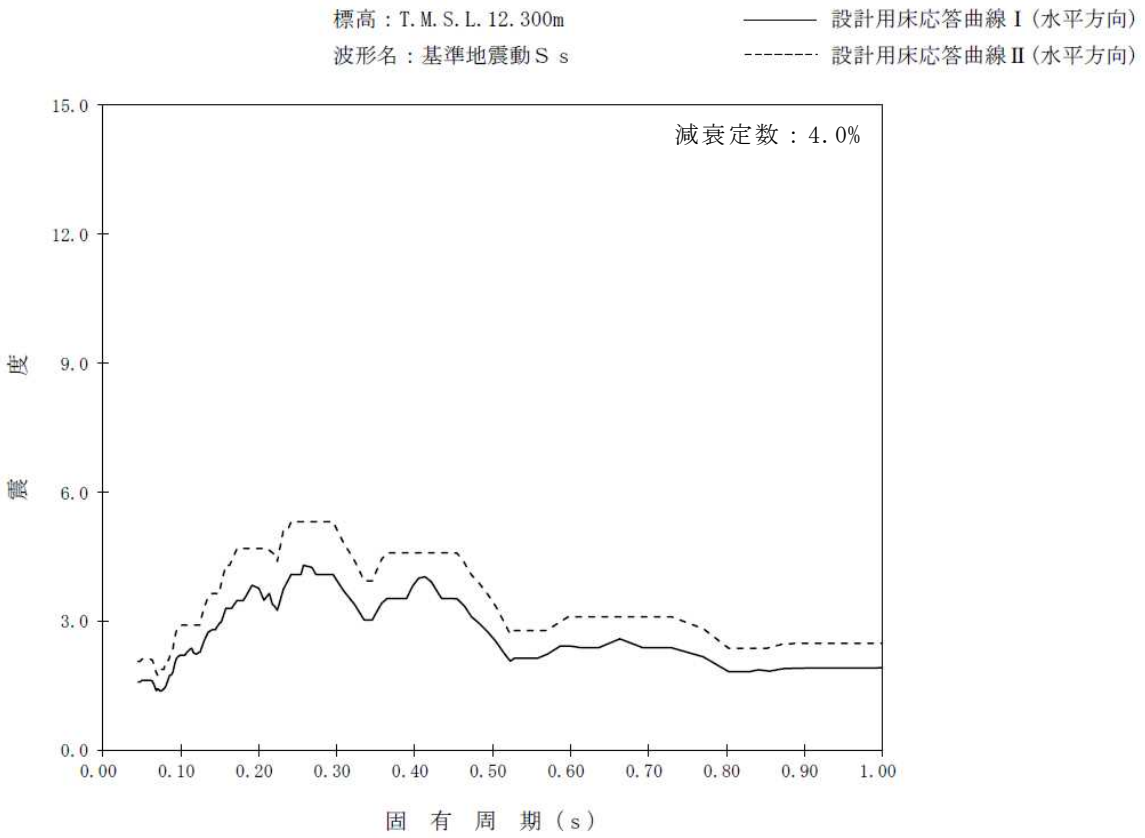


図５　タービン建屋（T.M.S.L.12.300m）設計用床応答曲線

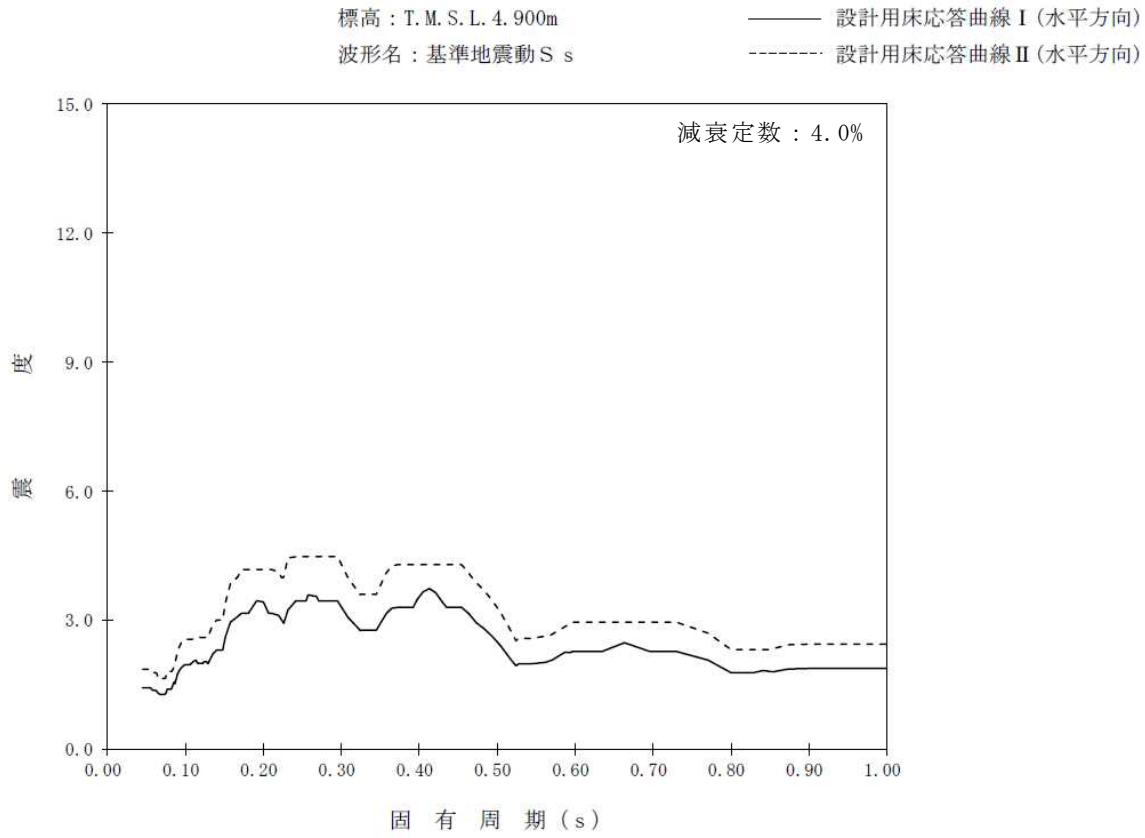


図６　タービン建屋（T.M.S.L.4.900m）設計用床応答曲線

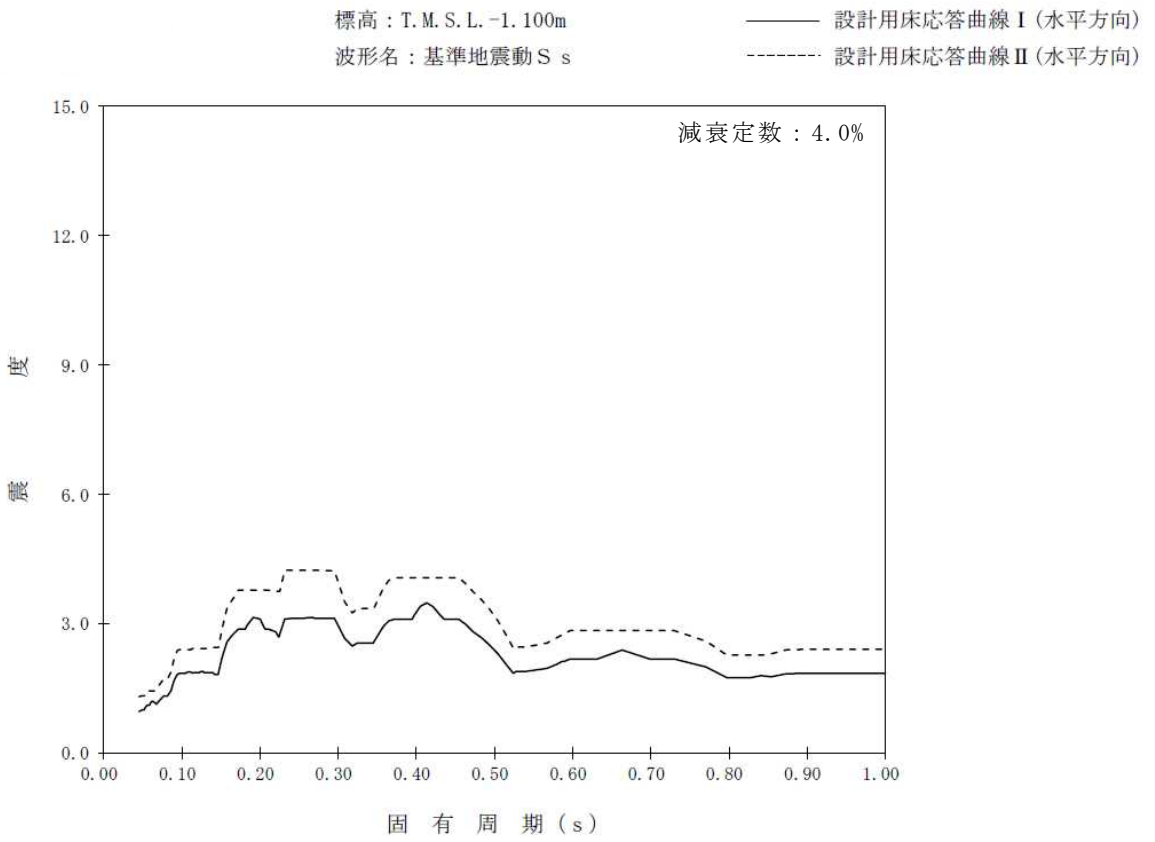


図７　タービン建屋（T.M.S.L.-1.100m）設計用床応答曲線

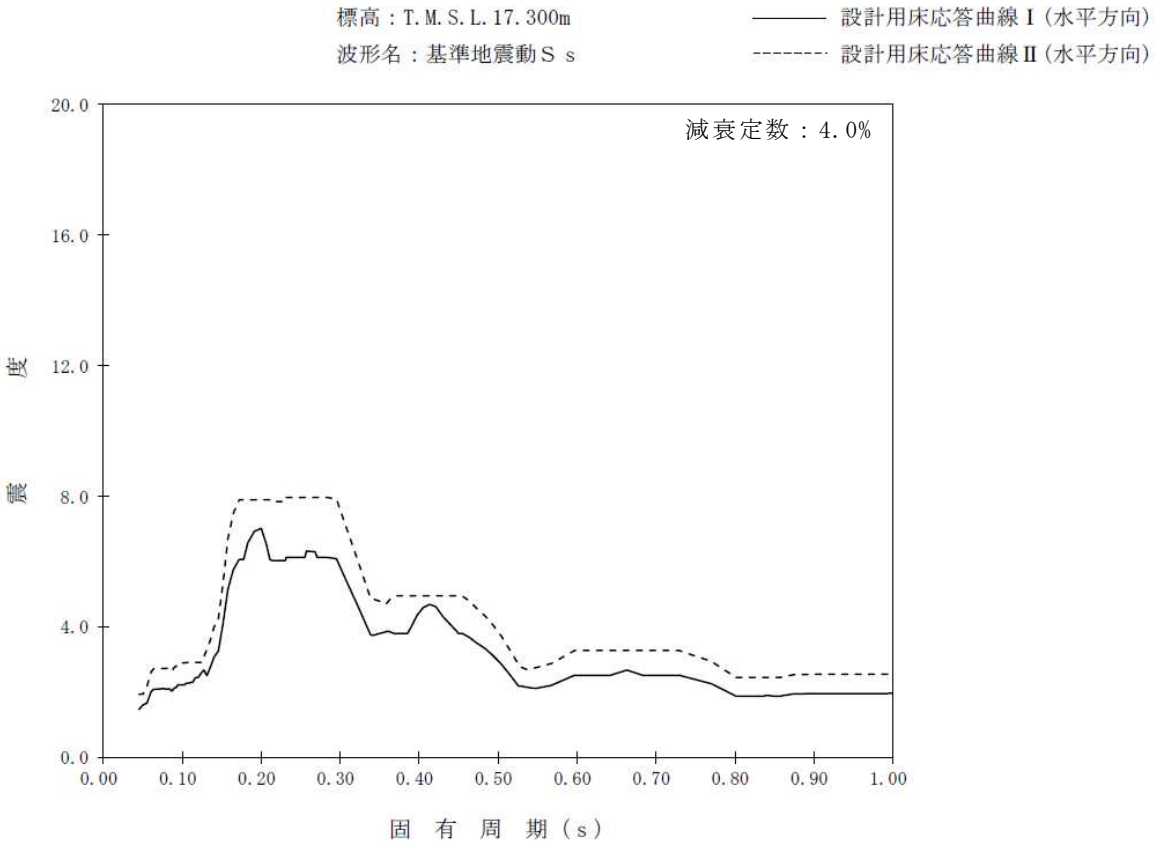


図８　コントロール建屋（T.M.S.L.17.300m）設計用床応答曲線

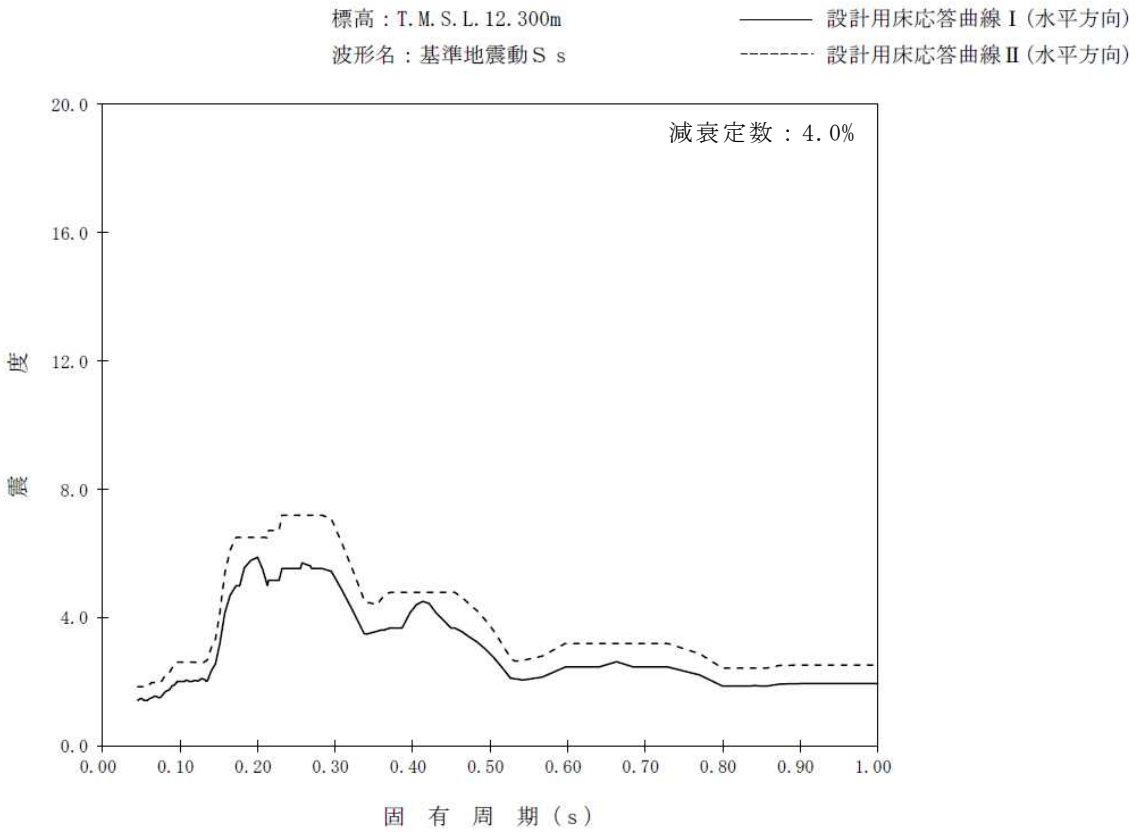


図 9　コントロール建屋（T.M.S.L.12.300m）設計用床応答曲線

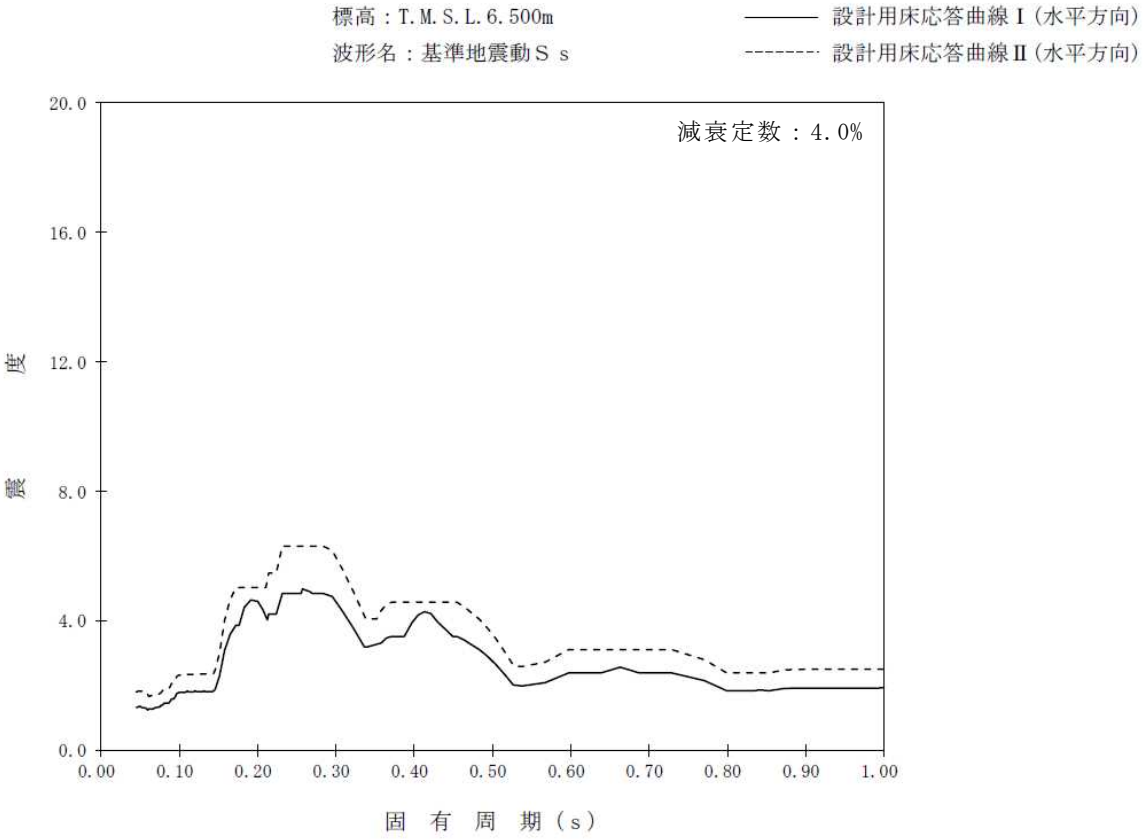


図 10　コントロール建屋（T.M.S.L.6.500m）設計用床応答曲線

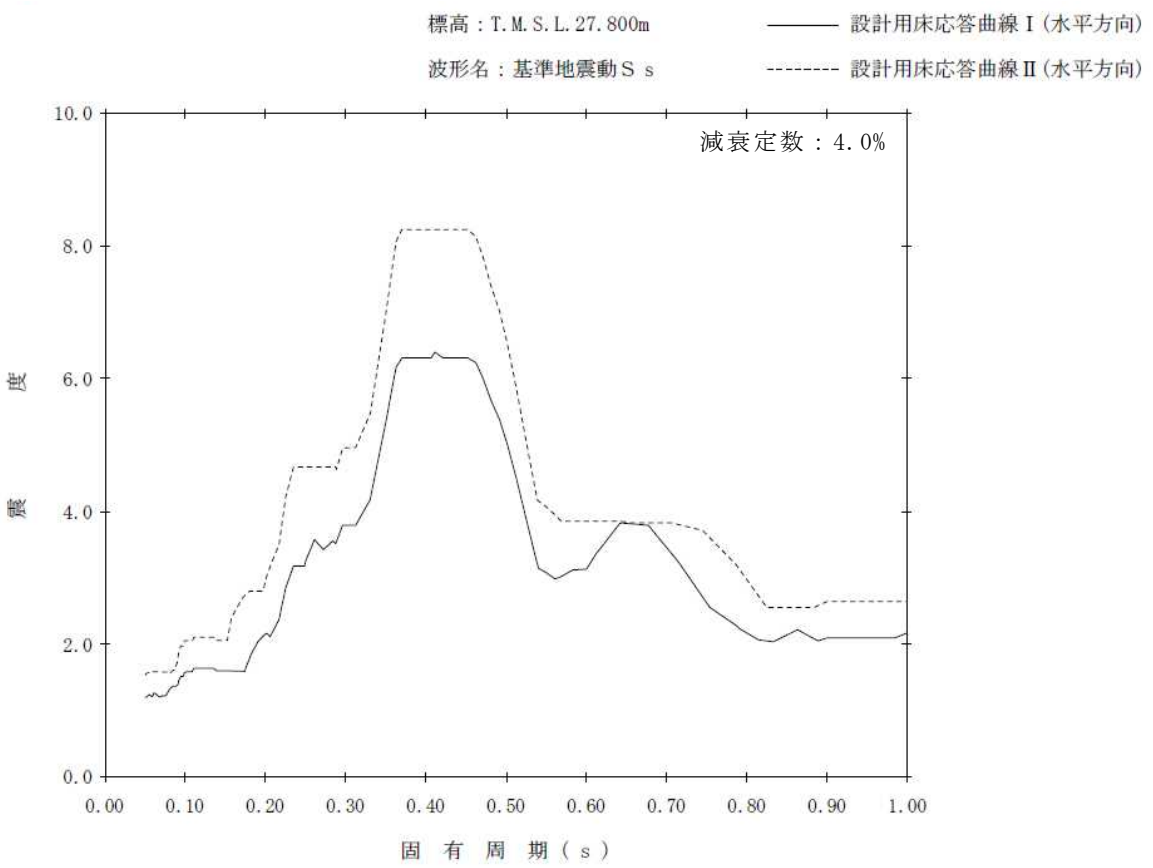


図 11　緊急時対策所（T.M.S.L.27.800m）設計用床応答曲線

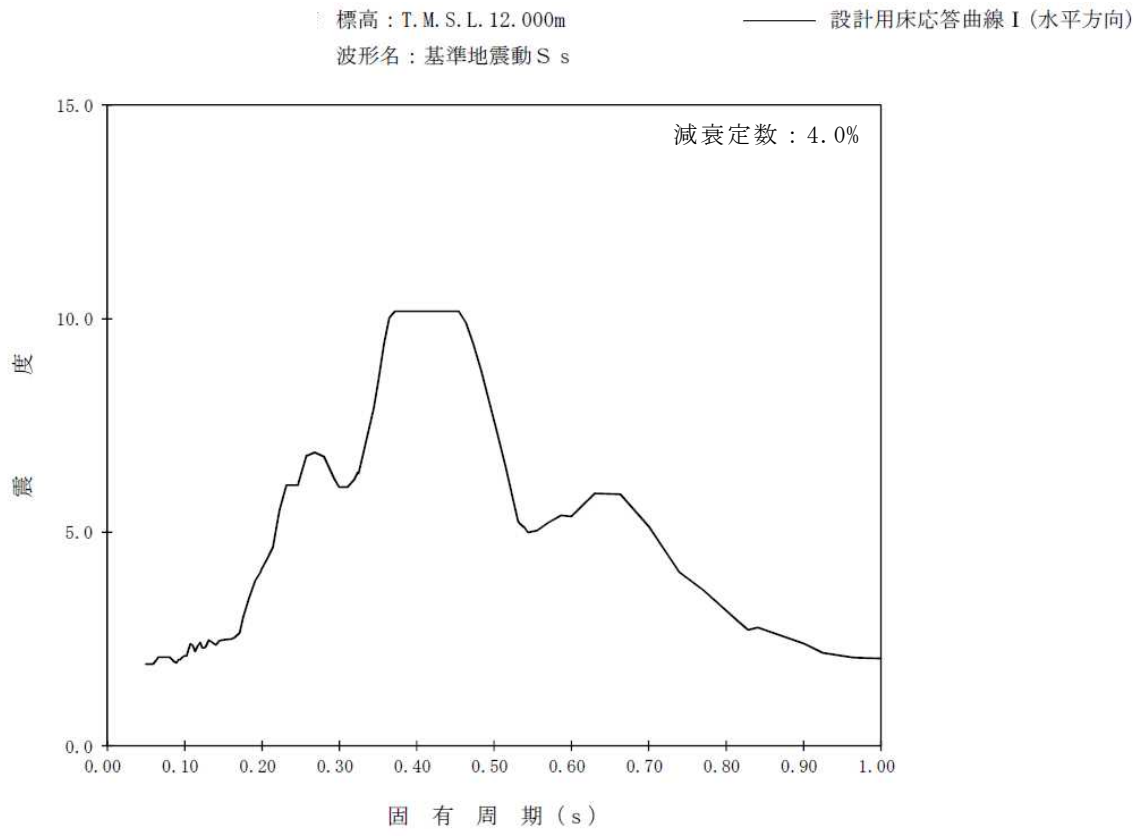


図 12　格納容器圧力逃がし装置基礎（T.M.S.L.12.000m）設計用床応答曲線

7. 再循環系ポンプの軸固着に対する評価について

再循環系ポンプの軸固着に対する評価について

1. 概要

クラス１ポンプである原子炉冷却材再循環ポンプ（以下「ＲＩＰ」という。）については，ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（重要度分類編 4. 添付資料 B. 7. 第１種ポンプについて）にて動的機能維持の要求はないが，地震により軸固着を生じないことを確認するよう求められている。このため，ＲＩＰの軸固着が生じないことを確認した。評価内容を以下に示す。

2. ＲＩＰ軸固着の検討方針

ＲＩＰ軸固着の検討としては，基準地震動Ｓｓによる地震時に軸受に発生する荷重が許容値を満足することを評価する。

3. ＲＩＰの回転体支持構造

ＲＩＰの回転体支持構造である軸受部を図１に示す。

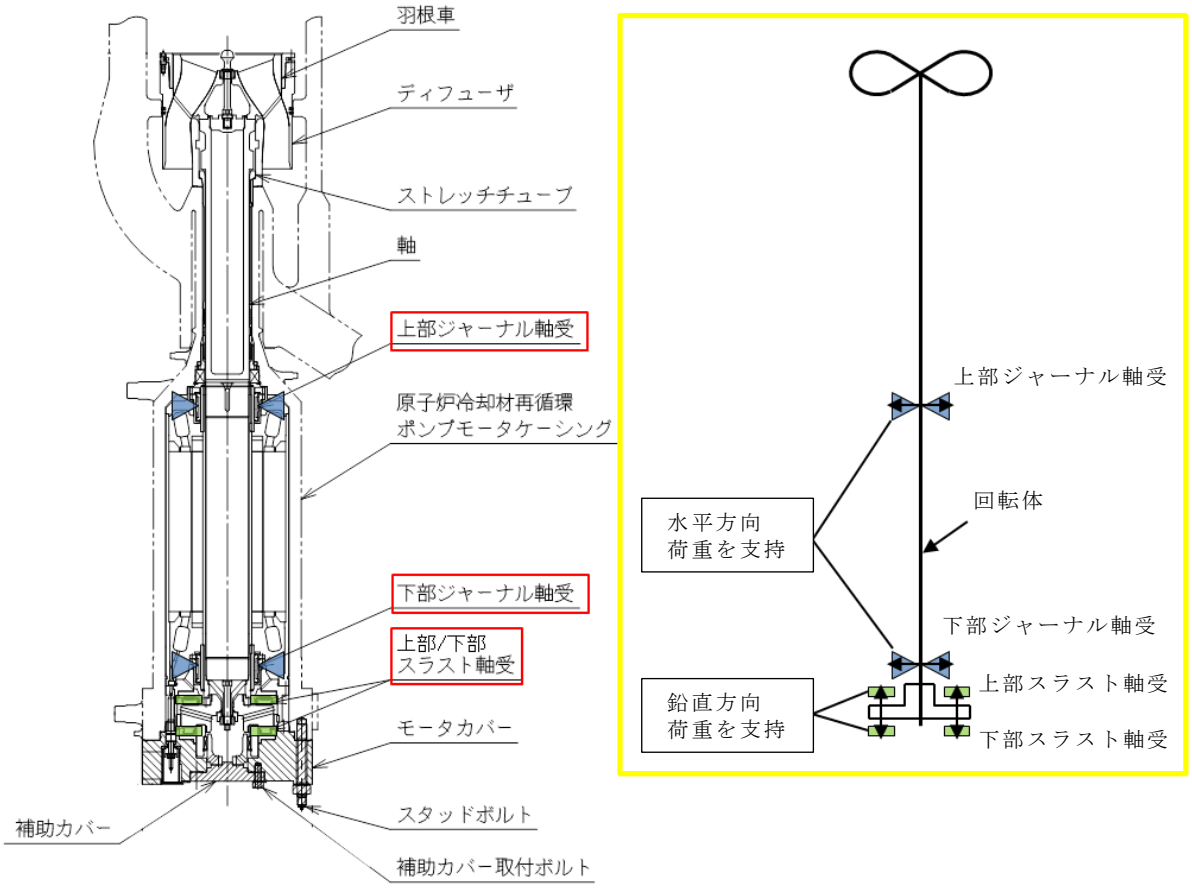


図１　ＲＩＰの回転体支持構造図

4.　スラスト軸受評価

4.1　スラスト軸受の評価方針

スラスト軸受の評価は，スラスト軸受の許容荷重と，基準地震動Ｓｓによる地震時に発生する鉛直方向荷重の比較にて実施し，「許容荷重＞発生する鉛直方向荷重」であれば，スラスト軸受部において軸固着は生じない。

スラスト軸受は上下にパッドを設けているが，通常運転時には上側のパッドで荷重を受けていることから，鉛直上向きについて評価を実施する。

4.2　スラスト軸受の構造概要

ＲＩＰのスラスト軸受の構造図を図２に示す。スラスト軸受は，回転体部のスラストカラーを上下で挟むように，上部スラスト軸受と下部スラスト軸受が設置されており，それぞれベアリングハウジング及びモータカバーで支えられている。

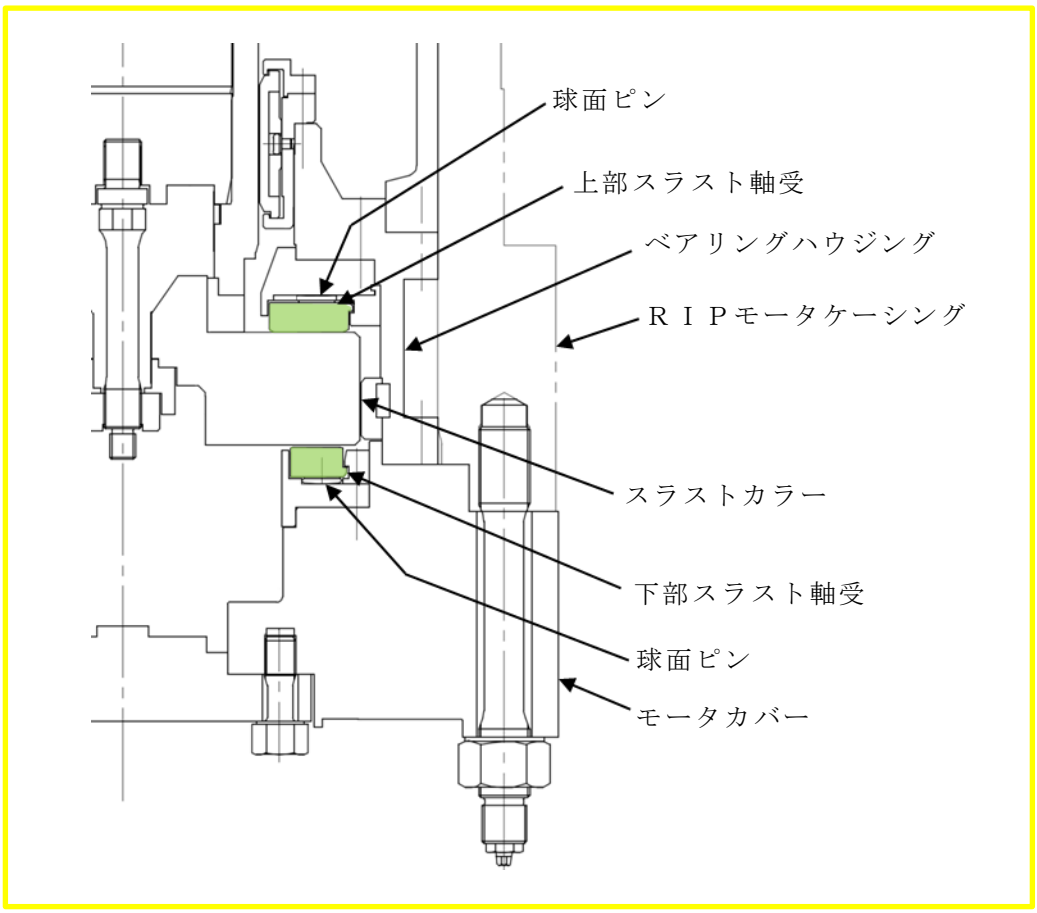


図２　スラスト軸受構造図

4.3　スラスト軸受の許容荷重

スラスト軸受の許容荷重は，軸受構造上の許容荷重と，軸固着を生じない軸受機能上の許容荷重の小さい方とする。

a.　軸受構造上の許容荷重

上部スラスト軸受を構成する部品の中で，最も低い許容荷重を有する部品は球面ピン（図２参照）であることから，球面ピンの許容荷重を軸受構造上の許容荷重とする。

b.　軸受機能上の許容荷重

ＲＩＰのスラスト軸受は水中軸受であり，回転体のスラストカラーと軸受の間には水膜が形成されている。水膜形成上の許容荷重は，軸受水膜特性（水膜厚さと軸受荷重の関係）と最小水膜厚さより求めている。（図３参照）

軸受部での水膜形成の維持は，軸受が接触せず流体潤滑を維持できる厚さを最小水膜厚さとして評価することで，回転体の軸固着を生じない条件としては十分に保守的であるため，水膜形成上の許容荷重を軸受機能上の許容荷重とする。許容荷重の算出過程を別紙１に示す。

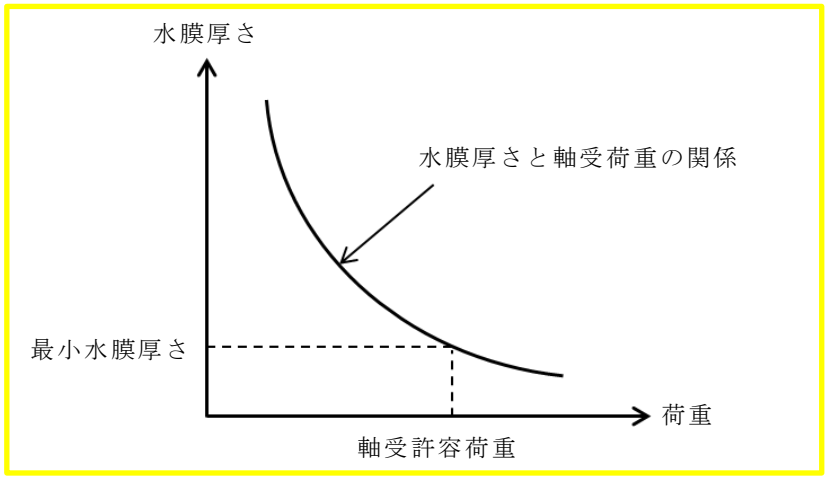


図３　軸受許容荷重算出概念図

c.　スラスト軸受の許容荷重

上部スラスト軸受の構造上及び機能上の許容荷重を表１に示す。これより，許容荷重の低い値を上部スラスト軸受の許容荷重として設定した。

表１　スラスト軸受の許容荷重　（単位：kN）

種別	軸受構造上の許容荷重	軸受機能上の許容荷重*1	許容荷重
上部スラスト軸受			

注記＊1：一般文献（機械工学便覧）にて与えられる水膜厚さと軸受荷重の関係より算出

4.4　スラスト軸受の発生荷重

スラスト軸受に作用する荷重を表５に示す。

通常運転時のＲＩＰ回転体には，羽根車における流体力によって上向きのスラスト力が作用している。本評価においては，上記に加えてＲＩＰ回転体の質量と，基準地震動Ｓｓによる鉛直方向加速度を考慮し，スラスト軸受における鉛直上向き方向の発生荷重を算出する。

「発生荷重」＝「流体力による荷重」－「死荷重」＋「地震荷重」

＜算出方法＞

以下の式により算出する。

Ａ＝Ｂ－Ｃ＋Ｄ×Ｅ×ｇ

Ａ：鉛直上向き方向発生荷重

Ｂ：スラスト流体力（上向き）　[redacted] kN

Ｃ：ＲＩＰ回転体の質量による死荷重　[redacted] kN*1

Ｄ：ＲＩＰ回転体の質量　[redacted] ton

Ｅ：基準地震動Ｓｓによる鉛直方向設計震度　0.88*2

ｇ：重力加速度　9.80665m/s^2

注記＊1：ＲＩＰ回転体は水中にあるため，浮力の影響を考慮した値

Ｃ＝「ＲＩＰ回転体の質量」×ｇ －「浮力」

ここで，保守的に常温における水密度(1000kg/m^3)を用いて，

「浮力」＝「ＲＩＰ回転体の体積」×「水密度」×ｇ

＝[redacted]×1000×9.80665×10^{-3}＝[redacted] (kN)

＊2：Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」の設計用最大応答加速度Ⅰ(1.0ZPA)

以上より

Ａ＝[redacted]－[redacted]＋[redacted]×0.88×9.80665＝42.59 → 42.6

であるため，鉛直上向き方向の発生荷重はＡ＝42.6kNとなる。

4.5　スラスト軸受の評価結果

ＲＩＰスラスト軸受の評価結果を表２に示す。評価の結果，軸受部に発生する荷重は許容荷重を下回るため，ＲＩＰ通常運転時に地震の影響でスラスト軸受部での軸固着が生じることはない。

表２　スラスト軸受の評価結果（基準地震動Ｓｓ）　（単位：kN）

種別	発生荷重	許容荷重
上部スラスト軸受	42.6	[redacted]

5.　ジャーナル軸受評価

5.1　ジャーナル軸受の評価方針

ジャーナル軸受の評価は，ジャーナル軸受の許容荷重と，基準地震動Ｓｓによる地震時に発生する水平方向荷重の比較にて実施し，「許容荷重＞発生する水平方向荷重」であれば，ジャーナル軸受部において軸固着は生じない。

5.2　ジャーナル軸受の構造概要

ＲＩＰのジャーナル軸受の構造図を図４に示す。ジャーナル軸受は，モータの上下に上部ジャーナル軸受と下部ジャーナル軸受が設置されており，それぞれの軸受はベアリングハウジング（上）とベアリングハウジング（下）で支えられている。

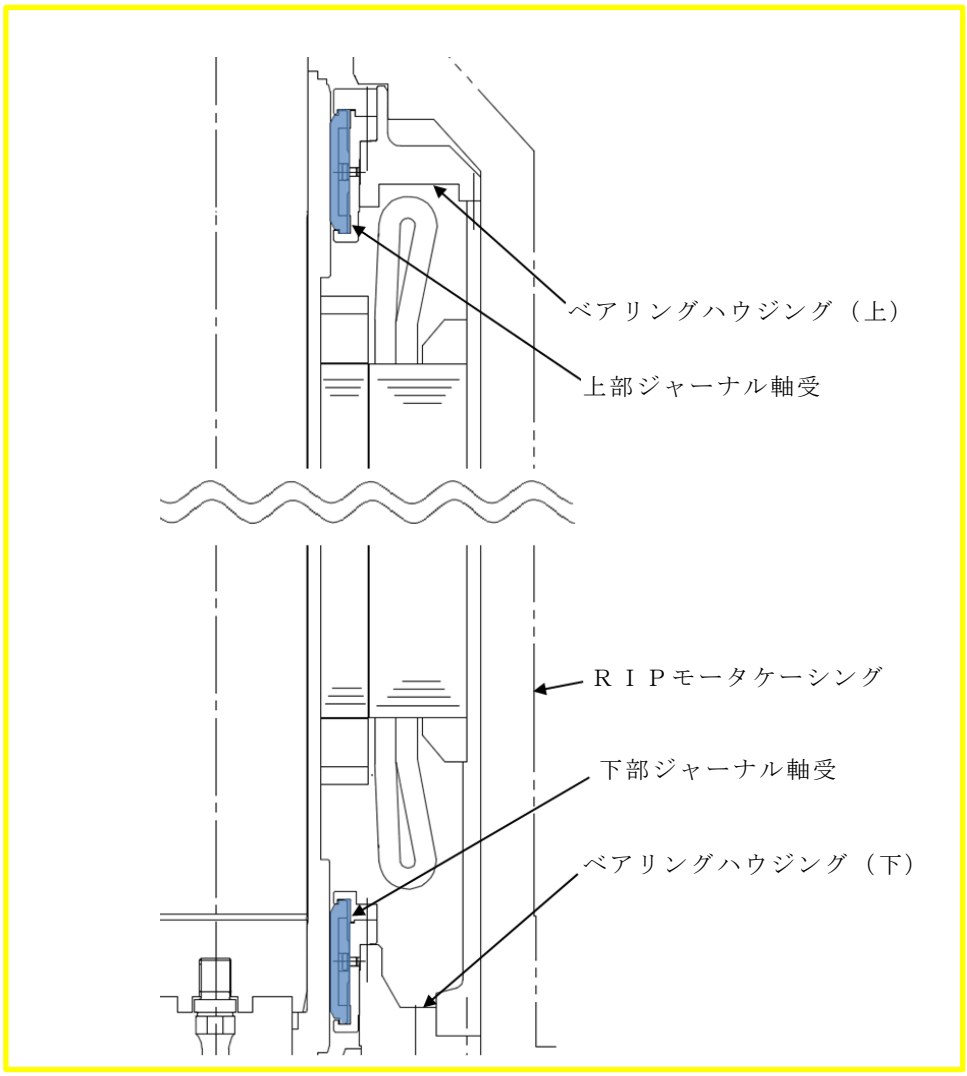


図４　ジャーナル軸受構造図

5.3　ジャーナル軸受の許容荷重

ジャーナル軸受の許容荷重は，軸受構造上の許容荷重と，軸固着を生じない軸受機能上の許容荷重の小さい方とする。

a.　軸受構造上の許容荷重

ジャーナル軸受を構成する部品の中で，最も低い許容荷重を有する部品は軸受パッド裏面の支持部（ピボット部）であることから，支持部の許容荷重を軸受構造上の許容荷重とする。

b.　軸受機能上の許容荷重

ジャーナル軸受は，4.3 項のスラスト軸受とは異なり，水膜形成上の許容荷重を軸受機能上の許容荷重とすると過度に保守的な評価になることから，要素試験に基づいてメーカで確認している軸固着を生じないための条件を軸受機能上の許容荷重とする。

c.　ジャーナル軸受の許容荷重

ジャーナル軸受の構造上及び機能上の許容荷重を表３に示す。これより，許容荷重の低い値をジャーナル軸受の許容荷重として設定した。なお，上部ジャーナル軸受と下部ジャーナル軸受は，構造及び材質が同じため，許容荷重は同一となる。

表３　ジャーナル軸受の許容荷重　（単位：kN）

種別	軸受構造上の許容荷重	軸受機能上の許容荷重	許容荷重
ジャーナル軸受			

5.4　ジャーナル軸受の発生荷重

ジャーナル軸受に作用する荷重を表５に示す。

通常運転時のＲＩＰ回転体には，羽根車における流体力によって水平方向の荷重が作用している。本評価においては，上記に加えて基準地震動Ｓｓによる水平方向加速度を考慮し，ジャーナル軸受における水平方向の発生荷重を算出する。

「発生荷重」＝「流体力による荷重」＋「地震荷重」

算出においては，図５に示す梁モデルを用いて，水平方向の流体力及び設計震度を考慮して，材料力学式によりジャーナル軸受部の発生荷重を算出する。

＜算出方法＞

以下の式により算出する。

$A = B + C_i + C_m$

A：水平方向発生荷重

B：羽根車部に作用する流体力F_fによって，上部ジャーナル軸受，下部ジャーナル軸受各々に作用する荷重（上部：[redacted]kN，下部：[redacted]kN）

C_i：羽根車部に作用する地震荷重F_iによって，上部ジャーナル軸受，下部ジャーナル軸受各々に作用する荷重（上部：[redacted]kN，下部：[redacted]kN）

$F_i = D_i \times E_i \times g$

D_i：羽根車部の質量 [redacted]ton

E_i：基準地震動Ｓｓによる羽根車部の水平方向設計震度　1.63*

C_m：モータ部に作用する地震荷重F_mによって，上部ジャーナル軸受，下部ジャーナル軸受各々に作用する荷重（上部：[redacted]kN，下部：[redacted]kN）

$F_m = D_m \times E_m \times g$

D_m：モータ部の質量 [redacted]ton

E_m：基準地震動Ｓｓによるモータ部の水平方向設計震度　2.11*

注記＊：Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」の設計用最大応答加速度Ⅰ（1.0ZPA）

以上より，上部ジャーナル軸受の発生荷重は 25.7kN，下部ジャーナル軸受の発生荷重は 19.9kN となる。

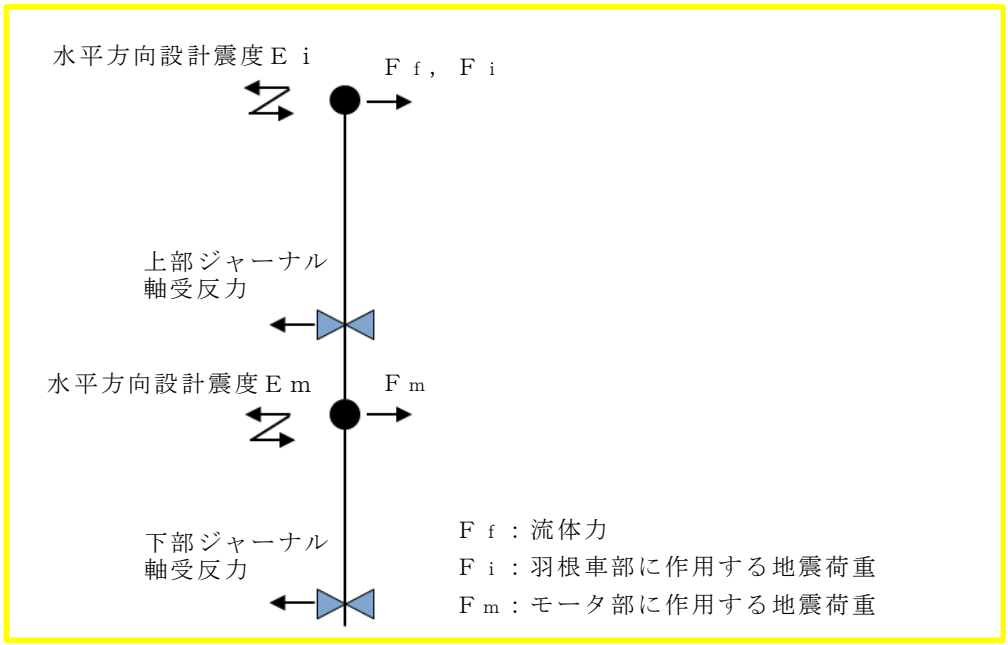


図５　水平方向評価梁モデル

5.5　ジャーナル軸受の評価結果

ＲＩＰジャーナル軸受の評価結果を表４に示す。評価の結果，軸受部に発生する荷重は許容荷重を下回るため，ＲＩＰ通常運転時に地震の影響でジャーナル軸受部での軸固着が生じることはない。

表４　ジャーナル軸受の評価結果（基準地震動Ｓｓ）　（単位：kN）

種別	発生荷重	許容荷重
上部ジャーナル軸受	25.7	[redacted]
下部ジャーナル軸受	19.9	[redacted]

6.　コーストダウン運転時の評価

6.1　コーストダウン運転時の評価方針

前項までの評価により，ＲＩＰ通常運転時には地震の影響で軸固着が生じることはないことを確認した。本項では，ＲＩＰの電源（電源は耐震Ｃクラス）が遮断された後のコーストダウンによる降速状態について，地震の影響の評価を行う。

ＲＩＰ通常運転時に対して，コーストダウンで回転速度が低下している状況では，水膜形成上の許容荷重は低下していく。そのため，コーストダウンによってＲＩＰが降速する状態においては，地震の影響によって回転体と軸受の接触が生じ，摩擦抵抗が増加して降速の挙動に影響を及ぼし得ると考えられる。実際の地震応答は交番荷重であり，ある一定方向のみ連続して荷重が作用することはなく，１０台のＲＩＰで同時に軸固着が生じることは考えにくいが，以下においては保守的に，コーストダウン前のＲＩＰ通常運転時に同時に全台が軸固着するものと仮定して，原子炉へ及ぼす影響を解析により評価する。

解析条件は，設置変更許可申請書記載の「原子炉冷却材流量の喪失」と起因事象以外は同じとする*。起因事象は「原子炉冷却材再循環ポンプの軸固着」であり，ＲＩＰ全台が時刻 0 秒で軸固着することを仮定する。解析結果の判断基準も，「原子炉冷却材流量の喪失」と同様に，燃料被覆管最高温度 1200℃以下及び原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力 10.34MPa[gage]（最高使用圧力の 1.2 倍）以下とする。

注記＊：９×９燃料採用時の設置変更許可申請書（平成 10 年 12 月 21 日 平成 10･03･31 資第 99 号 許可）

6.2　コーストダウン運転時の評価結果

燃料被覆管温度の解析結果を図６に示す。解析の結果，ＲＩＰ全台軸固着による炉心流量の急減により燃料被覆管の最高温度は約 576℃となり，判断基準である 1200℃に対して十分な余裕があることを確認した。また，原子炉圧力の最大値は約 8.29MPa[gage]まで上昇するにとどまるので，原子炉圧力と圧力容器底部圧力との差（0.3MPa 程度)を考慮しても,判断基準である 10.34MPa[gage]を十分下回る。従って，保守的に通常運転時のＲＩＰが全台同時に軸固着する事象を想定したとしても，安全上有意な影響が生じることはない。

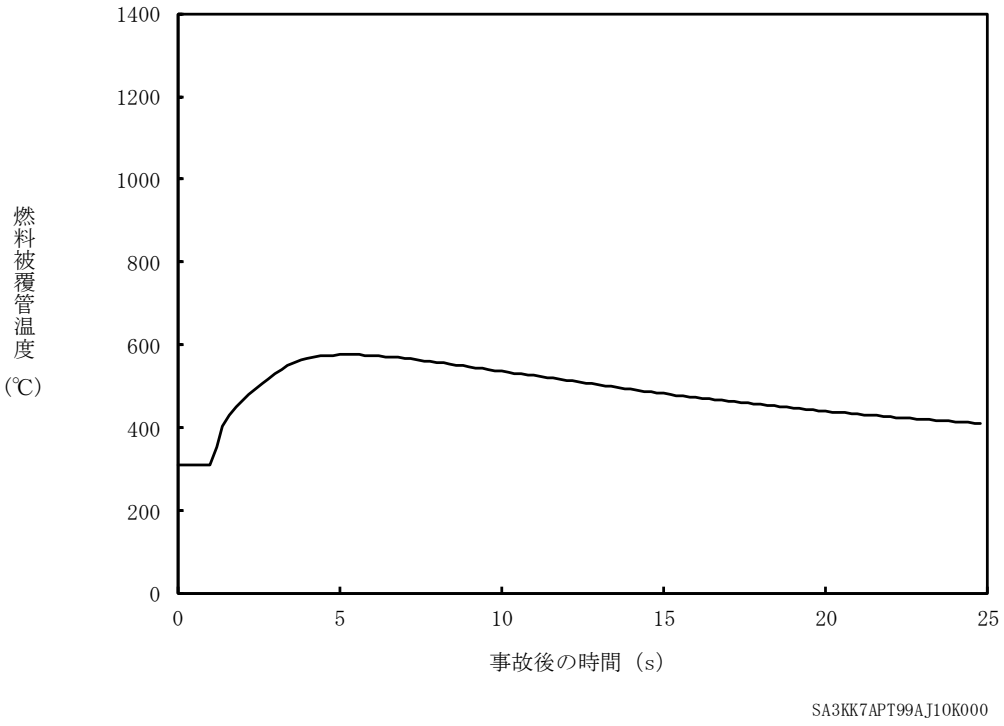


図６　原子炉冷却材再循環ポンプ全台軸固着　燃料被覆管温度変化

7.　結論

クラス１ポンプであるＲＩＰについて，通常運転時に基準地震動Ｓｓにより軸受に発生する荷重が許容値を満足し，軸固着が生じないことを確認した。また，コーストダウン運転時の評価として，ＲＩＰ全台が同時に軸固着するものと仮定しても，原子炉の安全上の要求が満たされることを確認した。

表５　ＲＩＰ軸受に作用する荷重

No.	ＲＩＰ軸受に発生する荷重		荷重を受ける軸受	考慮する荷重の方向	補足説明
	分類	発生する荷重			
1	死荷重	ＲＩＰ回転体の自重	スラスト軸受	鉛直下向き	運転中，軸受に定常的に作用する荷重であることから考慮している。ＲＩＰ通常運転時には上部スラスト軸受で荷重を受けていることから，鉛直下向きの自重は，上向きの浮力の影響を考慮した値とする。
2	機械的荷重	機械の振動による荷重	ジャーナル軸受	考慮しない	ＲＩＰ回転体の危険速度は定格回転速度よりも十分に高く，静止部材に対する相対振動は十分小さい事から考慮しない。
3		流体力による荷重	スラスト軸受	鉛直上向き	運転中，軸受に定常的に作用する荷重であることから考慮している。
4			ジャーナル軸受	水平方向	運転中，軸受に定常的に作用する荷重であることから考慮している。
5	地震荷重		スラスト軸受	鉛直上向き	地震時にＲＩＰ回転体は鉛直方向加速度の影響を受けることから考慮している。（他の荷重との組合せにおいて厳しい評価となるような向きにて考慮）
6			ジャーナル軸受	水平方向	地震時にＲＩＰ回転体は水平方向加速度の影響を受けることから考慮している。（他の荷重との組合せにおいて厳しい評価となるような向きにて考慮）

別紙１　スラスト軸受の軸受機能上の許容荷重について

1.　概要

本資料は，スラスト軸受の軸受機能上の許容荷重の算出過程を示すものである。

2.　スラスト軸受の軸受機能上の許容荷重の算出過程

水膜形成上の許容荷重は，下記の理論式（式 2.1）に基づく水膜厚さh_0と軸受荷重Wの関係から算出する。

$$W=\frac{\eta\times10^{-6}\times U\times B^{2}\times L\times Z\times Kw}{h_0^{2}} \qquad (式\ 2.1)\ ^{*1}$$

η　：流体の粘性係数 [　　] μPa･s *2

U　：周速 [　　] m/s *3

B　：上部スラスト軸受パッド長さ [　　] m

L　：上部スラスト軸受パッド幅 [　　] m

Z　：上部スラスト軸受パッド数 [　]

Kw　：負荷容量係数 [　　] *1*4

注記*1：機械工学便覧　β4 編 1･4･3 動圧スラスト軸受の流体潤滑理論による。

*2：モータ冷却水出口温度[　]℃ における値

*3：定格回転速度 1490rpm における値

*4：軸受縦横比とピボット位置係数から特性図を読取った値

（式 2.1）より水膜厚さh_0と軸受荷重Wの関係を図１に示す。

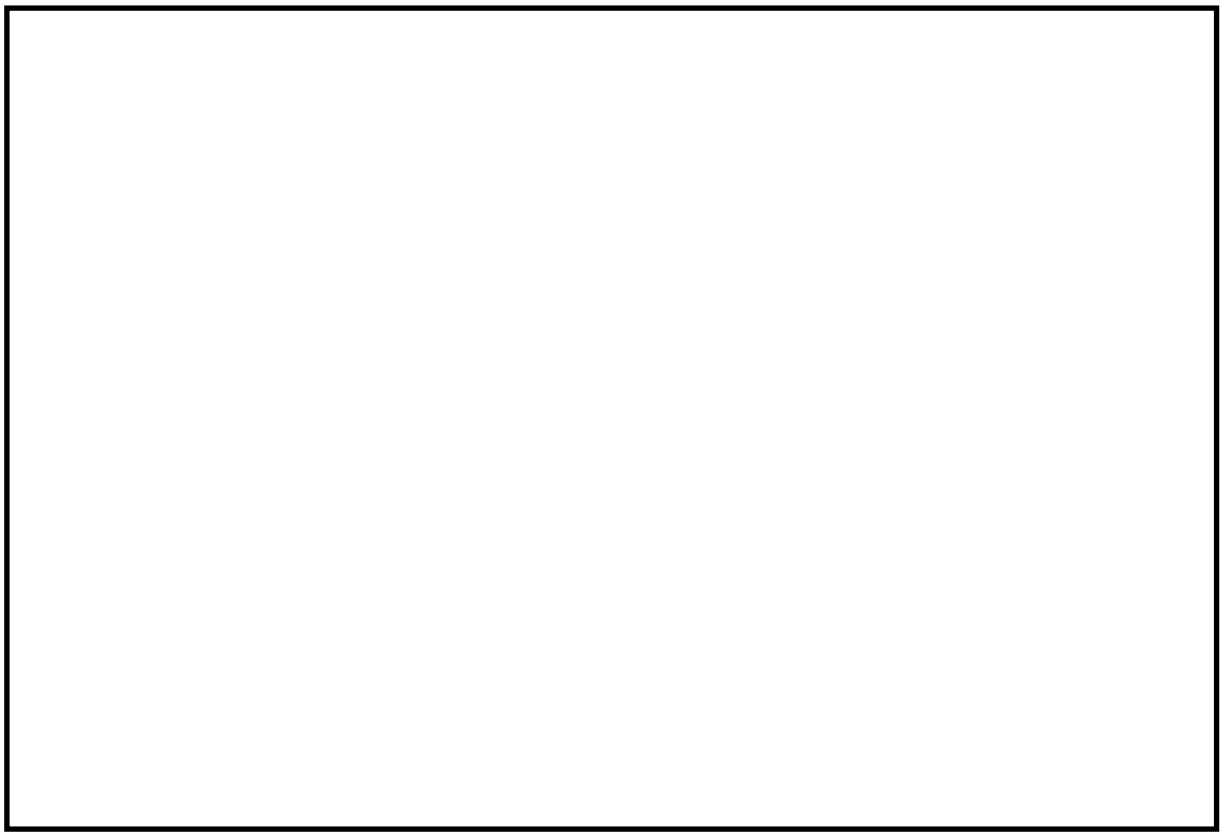


図１　上部スラスト軸受　水膜厚さと軸受荷重の関係

上部スラスト軸受の軸受機能上の許容荷重は，軸受摺動面の粗さに基づいて，流体潤滑を維持できる最小水膜厚さ［　　］ m を設定した上で，それに対する軸受荷重として算出した。

W＝［　　］＝［　　］N →［　　］kN

以上より，スラスト軸受の軸受機能上の許容荷重は［　　］kN となる。

8.　ダクトの耐震計算方法について

1. 概要

K-7 主配管範囲のダクト支持点設計における，直管部，曲管部，分岐部，集中質量部の考慮について考え方を示すものである。

2. ダクトの支持点設計

ダクト系が適切な剛性を有すると共に，地震時に発生するモーメントが許容座屈曲げモーメントを満足するよう，定ピッチスパン法により耐震性を確保している。ダクト系の直管部，曲管部，分岐部，集中質量部の標準的な構成要素の支持間隔について，固有振動数および地震時の応力(モーメント)に対する裕度を検証した。

3. 直管部の支持間隔について

実機のダクトは連続梁であることから，ダクト１スパンに着目した場合は両端固定梁に近似されるが，その支持間隔の算出を１スパン両端支持梁として定ピッチスパンを算出することにより，裕度を有するものとしている。

両端固定梁を両端支持梁としてモデル化することによる裕度について，各計算式の比較を行い，その検証を以下に示す。

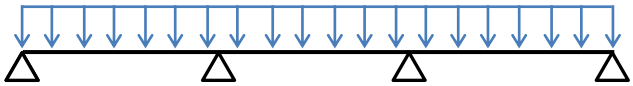


図 3-1　連続梁

3.1 振動数基準スパンにおける裕度

固有振動数を一定としたときの，両端支持梁の支持間隔(設計値)と両端固定梁の支持間隔（実機近似値)の比較結果を下記に示す。

$$L_1 = \sqrt{\frac{\pi^2}{2\cdot\pi\cdot f}\cdot\sqrt{\frac{E\cdot I\cdot g}{w}}} \quad \cdots\cdots\cdots (2.1)$$

出典：機械工学便覧 α２編　機械力学

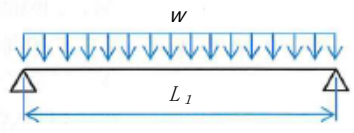


図 3-2　両端支持梁

$$L_2 = \sqrt{\frac{4.730^2}{2\cdot\pi\cdot f}\cdot\sqrt{\frac{E\cdot I\cdot g}{w}}} \quad \cdots\cdots\cdots (2.2)$$

出典：機械工学便覧 α２編　機械力学

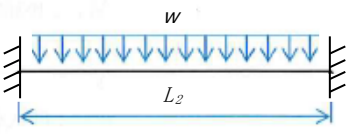


図 3-3　両端固定梁

（記号の説明）

π ：円周率　　I ：断面二次モーメント

f ：固有振動数　　g ：重力加速度

E ：縦弾性係数　　w ：ダクト単位重量

L_1 ：等分布質量を受ける両端支持梁の振動数基準支持間隔

L_2 ：等分布質量を受ける両端固定梁の振動数基準支持間隔

(2.1),(2.2)式より，同一断面，重量のダクトにおける支持間隔 L_1 は L_2 の約 0.67 倍(約 33%の設計裕度)である。したがって，振動数基準スパンにおける直管部の設計は，実機に対し保守的となる支持間隔が算出されることから振動数基準スパンは設計裕度を有している。

3.2 モーメント基準スパンにおける裕度

モーメントを一定とした時に，両端支持梁の支持間隔 L_3 (設計値)と両端固定梁の支持間隔 L_4 (実機近似値)の比較結果を以下に示す。

$$L_3 = \sqrt{\frac{8 \cdot M}{w}} \quad \cdots\cdots\cdots (2.3)$$

出典：機械工学便覧 α 3 編 材料力学

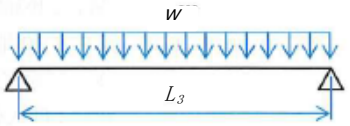


図 3-4　両端支持梁

$$L_4 = \sqrt{\frac{12 \cdot M}{w}} \quad \cdots\cdots\cdots (2.4)$$

出典：機械工学便覧 α 3 編 材料力学

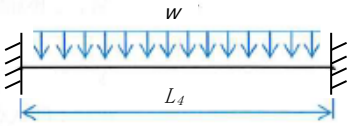


図 3-5　両端固定梁

（記号の説明）

M：許容座屈曲げモーメント

w ：ダクト単位重量

L_3 ：等分布質量を受ける両端支持梁の振動数基準支持間隔

L_4 ：等分布質量を受ける両端固定梁の振動数基準支持間隔

(2.3),(2.4)式より，同一断面，重量のダクトにける支持間隔 L_3 は L_4 の約 0.82 倍(約 18%の設計裕度) である。したがって，モーメント基準スパンにおける直管部は，実機に対し保守的となる支持間隔が算出されることからモーメント基準スパンは設計裕度を有している。

4. 曲管部の支持間隔について

ダクトの曲管部については，これらの近傍を支持することを原則とし，その支持間隔は直管部の支持間隔以内に収まるような設計を行っている。これは 3. 項で述べた直管部の支持間隔の設計法における裕度に曲管部の縮小率が包絡されることに拠る。

曲管部の縮小率，および直管部支持間隔への包絡性について検証結果を以下に示す。

4.1 曲管部支持間隔の縮小率

曲管部は，直管部に比べ曲がり面と直角な方向（面外方向）の振動数が低下する。このため，曲管部の近くで面外振動を抑えるよう支持を行い，その支持間隔の長さは，図 4-1 の曲がり角と振動数係数の関係（曲管部の縮小率）を考慮した基準支持間隔以内となるようにする必要がある。

4.2 直管部支持間隔への曲管部縮小率の包絡性

曲がり角と振動数係数の関係を図 4-1 に示す。図 4-1 より曲がり角がπ（＝直管）の場合λ_{π}＝4.73 に対しては，ℓ1= ℓ2 の場合に最も振動数係数が低下し，曲がり角がπ/2（＝曲管）の場合は$\lambda_{\pi/2}$＝3.95 まで低下することがわかる。

したがって，ダクトの振動数を低下させないようにするための支持間隔の縮小率は次式の通りとなる。

$$\frac{l_{曲管}}{l_{直管}} = \frac{\lambda_{\pi/2}}{\lambda_{\pi}} = \frac{3.95}{4.73} = 0.83 \cdots (3.1)$$

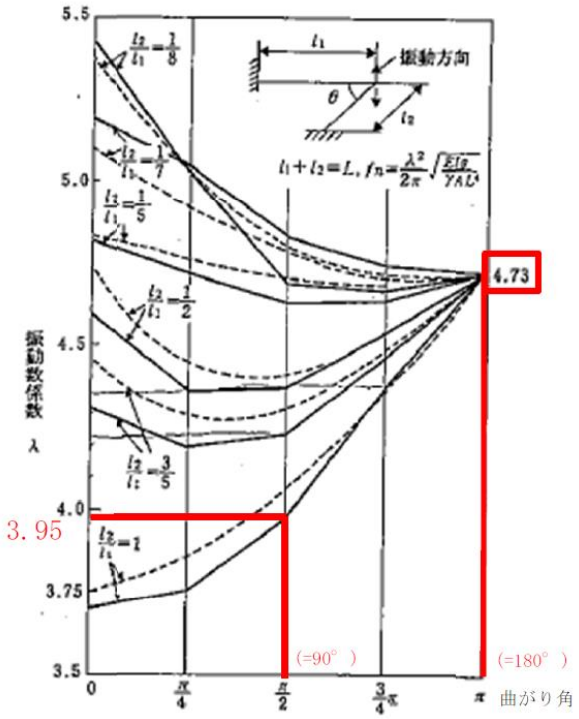


図 4-1 曲がり角と振動数係数の関係
（JEAG4601-1987 より引用）

(3.1)式より，直管部（実機近似値）に対する曲がり部支持間隔の縮小率は約 0.83 倍（約 17%）であり，直管部（設計値）の支持間隔における裕度約 0.82 倍（約 18%）に包絡される。実機に対し保守的となる支持間隔が算出されることからモーメント基準スパンは設計裕度を有している。

5. 分岐部の支持間隔について

ダクトの分岐部は，これらの近傍を支持することを原則とし，その支持間隔は直管部の支持間隔に縮小率を乗じた支持間隔以内に収まる支持点設計を行っている。

分岐部の縮小率，および直管部支持間隔への包絡性についての検証結果を以下に示す。

5.1 分岐部支持間隔の縮小率

分岐部がある場合の支持間隔は，図 5-1 に示す同部支持区間振動数が，直管部の振動数以上となるように，直管部の支持間隔に縮小率を乗じる必要がある。

$$l_{TEE} = MAX\begin{pmatrix} l_{R1}+l_{R2} \\ l_{R1}+l_B \\ l_{R2}+l_B \end{pmatrix}$$

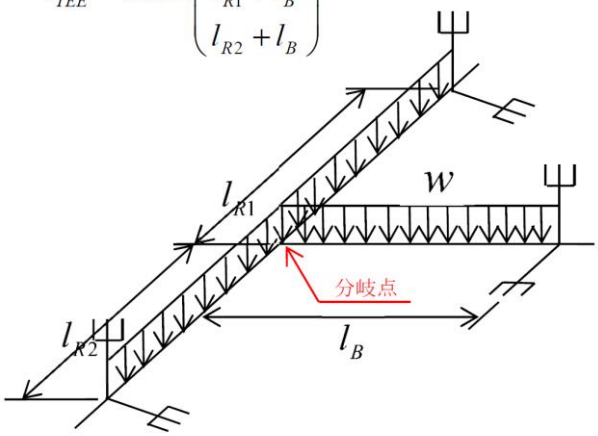


図 5-1 単純支持モデル（分岐部）
（JEAG4601-1987 より引用）

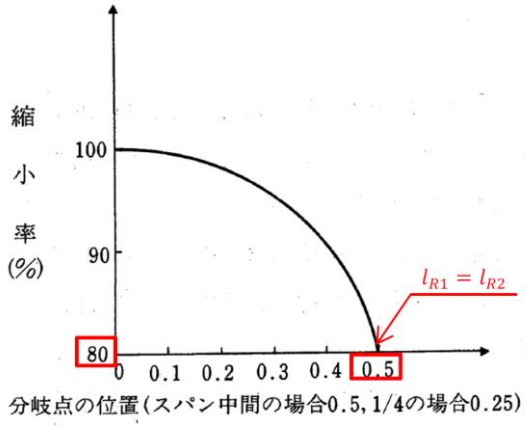


図 5-2 分岐部縮小率
（JEAG4601-1987 より引用）

5.2 直管部支持（設計値）への分岐部縮小率の包絡性

分岐点の位置と縮小率の関係を図 5-2 に示す。図 5-2 より分岐点の位置がスパン中間（＝0.5）の場合に直管部（実機近似値）に対する縮小率は 0.80 倍（20%）であり，直管部（設計値）の支持間隔における裕度約 0.82 倍（約 18%）を 2%超過する。

したがって，分岐部は，直管部（設計値）の支持間隔を 2%以上縮小した支持間隔によって支持点設計を行なっている。

6. 集中質量部支持間隔

ダクトの自動ダンパ等の重量物が取り付く場合は，重量物自体又は近傍を支持しており，近傍を支持する場合においては，当該集中重量を考慮した支持間隔を算定し，支持点設計を行う必要がある。

実機条件（実機のスパン／集中質量部配置）における発生曲げモーメントおよびダクトの許容座屈曲げモーメントを算出し，許容値内に収まっている支持点設計とすることで，主配管範囲の集中重量を負担に対して設計裕度を確認している。

9. 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書における斜角ノズルの評価方針についての補足説明資料

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-3-3-1-1「原子炉圧力容器の応力解析の方針」及びⅤ-2-3-3-1-3「原子炉圧力容器の応力計算書」において評価を実施しているノズルのうち，斜角に取り付くもの（以下「斜角ノズル」という。）を垂直ノズルとして軸対称モデル化とすることの妥当性を説明する。

2. 評価方法

下鏡に取り付く斜角ノズルは，シュラウドサポート側接続部が高応力となる。（図 1）

解析においては，下鏡中央の垂直ノズルのモデルに対し解析を実施し，シュラウドサポート側の高応力は，応力集中係数で考慮している。応力集中係数については，形状変化部にコーナー（隅部の半径）Ｒを有する場合のステップバーモデルの式[1]に基づき設定している。

なお,軸対称な垂直ノズルと同一寸法でコーナーＲを有する斜角ノズルの下鏡接合部の応力は，過去に実施された解析等の結果*1, 2から同程度であり，斜角ノズルに対する評価においても垂直ノズルでモデル化した結果により評価を行うことは問題ないものと考えられる。

また，上記のステップバーモデルは、接続傾斜角度がシュラウドサポート側接続部より緩やかなモデルであるが，設計・建設規格 解説 PVB-3114(1)に記載されるとおり，設計疲労線図は疲労試験を行って求めた応力と繰返し回数の関係に対し，応力に対して2倍，繰返し回数に対して20倍の安全率を考慮して作成されており，保守性を考慮した評価となる。

3. 結論

2章より，工認評価において，下鏡に取り付く斜角ノズルを，垂直ノズルとして軸対称にモデル化した上で，さらに前述のステップバーモデルの式に基づき，各ノズルの形状に応じて設定する応力集中係数を考慮*3して解析を行うことは，評価上問題ない手法であると言える。

注記＊1 ：三次元応力解析[2]

下鏡板に取り付くノズルのうち，最外周部の斜角ノズルと，中央部の垂直ノズルをそれぞれモデル化し，内圧[redacted]MPaに対する三次元応力解析を実施した結果，斜角ノズルのシュラウドサポート側接続部で[redacted] MPaに対し，垂直ノズルで[redacted]MPaとなっており，発生応力は同程度であることが確認されている。

＊2 ：光弾性実験[3]

スケールモデルを用いた光弾性実験では,応力集中が生じる下鏡接合部近傍での応力は，斜角ノズルで[redacted]MPa，垂直ノズルで[redacted] Paとなっており同程度であることが確認されている。

＊3 ：二次元軸対称応力解析における垂直ノズルの応力に対する応力集中係数有無の差については，一次＋二次応力と一次＋二次応力＋ピーク応力の差として表れる。

一例として，既に認可された工事計画の添付書類の「原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル（N9）の応力計算書」表4－3で，応力集中係数を考慮する評価点のうちP02において応力の大きな[redacted] を確認すると，発生応力は[redacted]kg/mm^{2}から[redacted]kg/mm^{2}へ[redacted]g/mm^{2}から[redacted]g/mm^{2}へ[redacted]増加している。

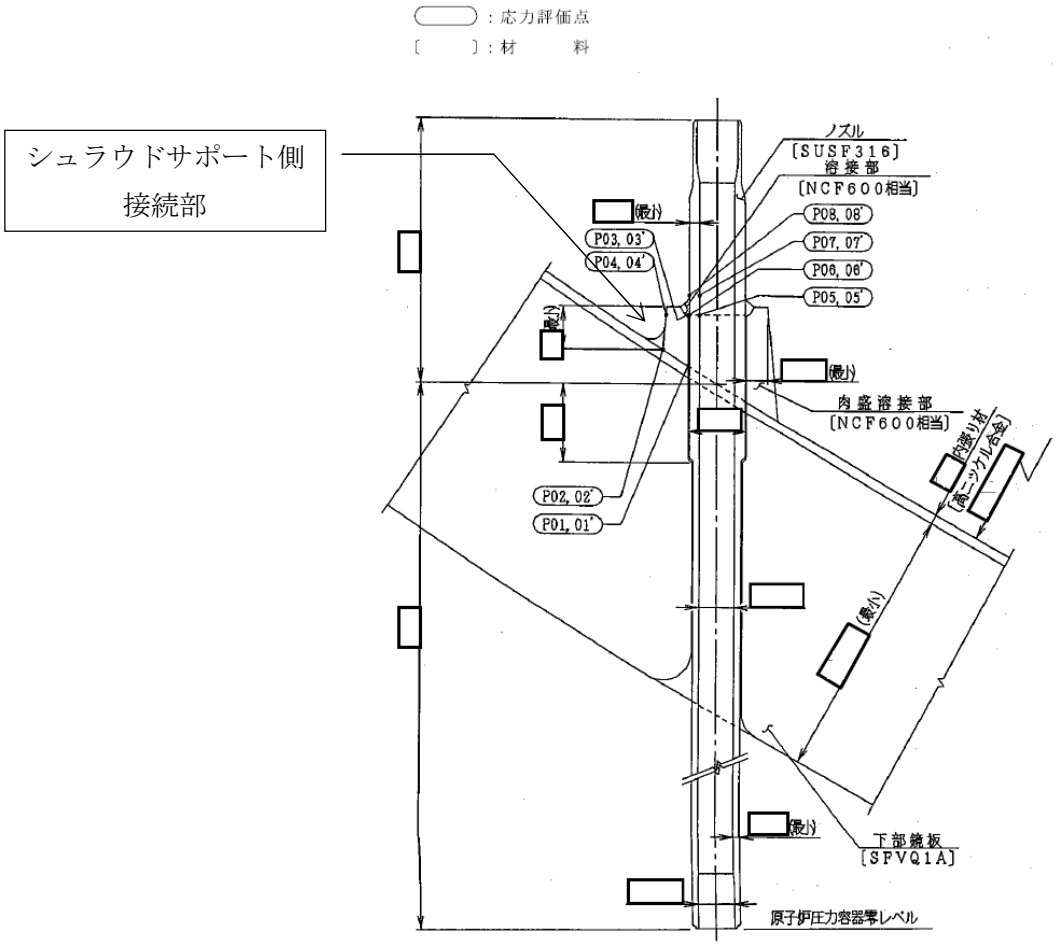


図1　原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル（N9）構造図

引用文献

[1]Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings
(March 1979 Revision of WRC Bulletin 107/August 1965)

[2]Experimental and Theoretical Study on Crack Growth Characteristics of the Full Size Partial Penetration Welded Nozzle
(Y.Sakaguchi, T.Shindo, M.Kubo, T.Katori, S.Kimura)

[3]Investigation of Stress Distribution in Normal and Oblique Partial Penetration Welded Nozzles by 3-D Photoelastic Stress Freezing Method
(H.Miyamoto, Y.Shirota, M.Kubo, T.Katori)

以上

10. ＥＣＣＳストレーナの評価条件等の整理について

目　　次

1. 概要 ····· 1
2. ECCS ストレーナに関わる内規について ····· 1
3. ECCS ストレーナ関連の既提出工事認可申請について ····· 1
4. 技術基準の規定について ····· 1
5. 既工認及び今回工認における評価条件の整理 ····· 2
6. ECCS ストレーナの評価に用いる荷重について ····· 2
7. 異物量の整理 ····· 5

別紙 1　水力学的動荷重の算出について ····· 別 1－1
別紙 2　耐震強度評価における非 DBA 塗装片の異物荷重想定について ····· 別 2－1
別紙 3　解析モデルについて ····· 別 3－1

1. 概要

非常用炉心冷却系ストレーナ（以下「ECCS ストレーナ」という。）に対して，内規及び圧損試験による条件を踏まえた評価を実施することについて，以下に評価条件等の整理を行った。

2. ECCS ストレーナに関わる内規について

ECCS ストレーナに関わる内規の時系列を以下に示す。

① 平成 17 年 10 月 25 日　平成 17・10・13 原院第 4 号　「沸騰水型原子力発電設備における非常用炉心冷却設備及び格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価及び構造強度評価について（内規）」（以下「H17 年内規」という。）
② 平成 20 年 2 月 27 日　平成 20・02・12 原院第 5 号　「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 年 3 月 1 日施行
（以下「H20 年内規」という。）

3. ECCS ストレーナ関連の既提出工事認可申請について

ECCS ストレーナ関連の既提出工事認可申請について以下に示す。

① 平成 18 年 7 月 31 日　総官発 18 第 86 号　申請
② 平成 18 年 8 月 17 日　平成 18・07・31 原第 44 号　認可
③ 平成 20 年 2 月 29 日　総官発 19 第 305 号　申請
④ 平成 20 年 4 月 7 日　平成 20・02・29 原第 10 号　認可

4. 技術基準の規定について

技術基準における ECCS ストレーナの評価に関連する規定を以下に示す。

技術基準	評価に関連する規定
5 条・50 条（地震による損傷の防止）	設計基準対象施設：地震荷重Ｓｄ，Ｓｓで評価する必要がある。 重大事故等対処設備：地震荷重Ｓｓで評価する必要がある。
17 条（材料及び構造）	H20 年内規に適合することが解釈（17 条 4）に記載されている。
55 条（材料及び構造）	設計基準対象施設の規定（17 条）を準用することが解釈に記載されている。

5. 既工認及び今回工認における評価条件の整理

既工認及び今回工認における評価条件を以下に示す。

対象		評価条件	
		既工認	今回工認
残留熱除去系	ストレーナ本体	H17 年内規に基づき評価	H20 年内規に基づき評価
	ストレーナ部ティー*	―	
	ストレーナ取付部コネクタ	H17 年内規に基づき評価	
高圧炉心注水系	ストレーナ本体	H17 年内規に基づき評価	
	ストレーナ部ティー*	―	
	ストレーナ取付部コネクタ	H17 年内規に基づき評価	
原子炉隔離時冷却系	ストレーナ本体*	―	
	ストレーナ部ティー*	―	

注記＊：施設時の適用規格が「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年 10 月 30 日　通商産業省告示第５０１号）となることから，強度計算書において設計・建設規格又は告示による評価を実施する。

6. ECCS ストレーナの評価に用いる荷重について

表 6－1 に ECCS ストレーナの評価における荷重の組合せを示す。今回工認における ECCS ストレーナの評価において，同一の荷重の組合せである場合は，より大きな荷重の組合せを代表で評価条件として用いる。このため，設計基準対象施設（以下「DB」という。）及び重大事故等対処設備（以下「SA」という。）として評価に用いる荷重の比較を表 6－2 に示す。

なお，ECCS ストレーナはサプレッションプール内に設置される機器であり，Ⅴ-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」にて原子炉格納施設の重大事故等時の荷重の組合せとして，Ｓｄとチャギング荷重の組合せが示されている。これは格納容器過圧・過温破損（ベントケース）を想定したものであり，当該シーケンスにおいてストレーナは有効性評価上，期待する設備ではないため，Ｓｄとチャギング荷重の組合せは考慮不要である。

水力学的動荷重の算出については別紙 1 に示す。

表 6－1　ECCS ストレーナ評価用荷重の整理

【内規に記載の組合せ】

運転状態	死荷重	異物荷重	通常運転温度	差圧	SRV 荷重		LOCA 荷重			地震荷重		供用状態
					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)	Sd	Ss	
運転状態Ⅰ	○		○									A
運転状態Ⅱ	○		○		○							B
運転状態Ⅳ(L)	○	○		○								A
運転状態Ⅳ(S)	○	○		○				○				D
運転状態Ⅳ(S)	○	○		○		○			○			D
運転状態Ⅳ(S)	○						○					D
運転状態Ⅰ	○									○		C($\mathrm{III_AS}$)
運転状態Ⅰ	○										○	D($\mathrm{IV_AS}$)
運転状態Ⅱ	○				○					○		C($\mathrm{III_AS}$)
運転状態Ⅱ	○				○						○	D($\mathrm{IV_AS}$)
運転状態Ⅳ(L)	○	○		○						○		C($\mathrm{III_AS}$)

【今回工認で考慮する組合せ】

分類		運転状態	死荷重	異物*1荷重	通常運転温度	差圧	SRV 荷重		LOCA 荷重			地震荷重		供用状態
							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)	Sd	Ss	
強度計算書記載項目	SA	運転状態Ⅴ(L)	○	○		○								重大事故等時*2
		運転状態Ⅴ(S)	○	○		○				○				重大事故等時*2
		運転状態Ⅴ(S)	○	○		○		○			○			重大事故等時*2
		運転状態Ⅴ(S)	○						○					重大事故等時*2
耐震計算書記載項目	DB	運転状態Ⅰ	○									○		C($\mathrm{III_AS}$)
		運転状態Ⅰ	○										○	D($\mathrm{IV_AS}$)
		運転状態Ⅱ	○				○					○		C($\mathrm{III_AS}$)
		運転状態Ⅱ	○				○						○	D($\mathrm{IV_AS}$)
		運転状態Ⅳ(L)	○	○		○						○		C($\mathrm{III_AS}$)
	SA	運転状態Ⅴ(L) *3	○	○		○						○		D($\mathrm{IV_AS}$) *4
		運転状態Ⅴ(LL)	○	○		○							○	D($\mathrm{IV_AS}$) *4

注記＊1：原子炉隔離時冷却系については，重大事故等時のシーケンス上，LOCA 時の機能要求がないことから，異物荷重を考慮しない。

＊2：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。

＊3：運転状態Ⅴ（Ｌ）は，温度条件を重大事故等時における最高使用温度とした運転状態Ⅴ（ＬＬ）の評価で代表される。

＊4：許容応力状態$\mathrm{V_AS}$として$\mathrm{IV_AS}$の許容応力を用いる。

表 6－2　荷重の大小関係の整理

No.	荷重の種類		説明
1	異物荷重 DB 時≧SA 時		ストレーナの圧損試験の評価結果より，DB 時圧損が SA 時圧損を上回るため，ストレーナに付加される異物の量は DB 条件での値に包絡できることから， DB 時≧SA 時 DB 時圧損：□ m SA 時圧損：□ m
2	差圧 DB 時≧SA 時		ストレーナの圧損試験の評価結果より， DB 時≧SA 時
3	SRV 荷重	中小破断時 DB 時＝SA 時	DB，SA 時ともに逃がし安全弁作動時にサプレッションプール内に設置される構造物に考慮すべき荷重であり， DB 時荷重＝SA 時荷重
4	LOCA 荷重	プールスウェル DB 時＝SA 時	DB，SA 時ともに LOCA 時に発生するプールスウェルの際にサプレッションプール内に設置される構造物に考慮すべき荷重であり， DB 時荷重＝SA 時荷重
5		蒸気凝縮（CO） DB 時＝SA 時	DB，SA 時ともに LOCA 時に発生する蒸気凝縮の際にサプレッションプール内に設置される構造物に考慮すべき荷重であり， DB 時荷重＝SA 時荷重
6		チャギング（CH） DB 時＝SA 時	DB，SA 時ともに LOCA 時に発生するチャギングの際にサプレッションプール内に設置される構造物に考慮すべき荷重であり， DB 時荷重＝SA 時荷重
7	地震荷重	Ｓｓ荷重≧Ｓｄ荷重 （又は静的震度）	Ｓｄ荷重はＳｓ荷重の 1/2 程度であり， Ｓｓ荷重≧Ｓｄ荷重（又は静的震度）

7.　異物量の整理

内規に基づきストレーナ評価にて考慮する異物量については，「破損保温材」，「破損保温材以外に考慮する異物」が定義されており，以下にその整理を行う。

(1) 破損保温材の異物量

表 7－1 に示すとおり内規に基づき異物量を算出した。

［H20 年内規　記載］

（２）破損保温材のECCS水源への移行量評価
（１）で評価された保温材の破損量に別表第２に示す割合を乗じた量が、ECCS水源（ECCSの再循環運転における水源をいい、BWRではサプレッションプール、PWRでは格納容器再循環サンプをいう。以下同じ。）への移行量として評価されていること。

別表第２　破損保温材のECCS水源への移行割合

保温材種類	BWR	PWR
カプセル保温（金属反射型）	50%	57%（ドライ型） 68%（アイスコンデンサ型）
カプセル保温（繊維質）	15%	60%
一般保温（ケイ酸カルシウム）	10%	100%
一般保温（繊維質）	28%（グレーチング上） 78%（グレーチング下）	60%

表 7－1　破損保温材の ECCS 水源への移行割合と異物量*1

No.	保温材種類	既工認（H17 年内規）	圧損試験（DB 時）	圧損試験（SA 時）
①	カプセル保温（金属反射型）	50% 【　　m^2】	50% 【　　m^2】	50% 【　　m^2】
②	カプセル保温（繊維質）	15% 【　m^2】	15% 【　m^2】	15% 【　m^2】
③	一般保温（ケイ酸カルシウム）	10% 【　　m^3】	10% 【　　m^3】	10% 【　　m^3】
④	一般保温（繊維質）	28%（グレーチング上） 78%（グレーチング下） 【　m^3（　　kg*2）】	28%（グレーチング上） 78%（グレーチング下） 【　m^3（　　kg*2）】	28%（グレーチング上） 78%（グレーチング下） 【　m^3（　　kg*3）】

注記　＊1：異物量は移行割合を乗じた後の値を示す。
＊2：内規に基づき付着厚さ 3mm 相当を考慮している。
＊3：実機のドライウェル内では，繊維質保温材を撤廃しているが，付着厚さ 0.3mm 相当を考慮している。

(2) 破損保温材以外に考慮する異物

表 7－2 に示すとおり内規に基づき異物量を算出した。

[H20 年内規　記載]

（３）破損保温材以外の異物のECCS水源への移行量評価

破損保温材以外の格納容器内に存在する異物について、破断流・格納容器スプレイによる流動及び格納容器内雰囲気を考慮の上で、ECCS水源への移行量が評価されていること。その際、存在する異物の量については、原則として、発電設備毎の状況調査に基づき保守的な量としていること。ただし、異物管理及び原子炉起動の際の格納容器内清掃･点検を実施している場合に限り、別表第３に示す異物の種類に応じ、当該異物の欄に示す量とすることができることとする。

別表第３　破損保温材以外に考慮する異物

種類	BWR	PWR
耐DBA仕様塗装	39 kg	半径10Dの球形ZOIの表面積に塗膜厚さを乗じた値
非DBA仕様塗装	格納容器内の事故時環境に直接晒されるもの全量	
堆積異物	スラッジ：89 kg 錆片：23 kg 塵土：68 kg	繊維質：13.6 kg 粒子：77.1 kg
その他異物	現地調査を踏まえ余裕を持たせた値	

表 7－2　破損保温材以外に考慮する異物

No.	種類		既工認 (H17 年内規)	圧損試験 (DB 時)	圧損試験 (SA 時)
⑤	耐 DBA 仕様塗装 （ジェット破損）		□kg	□kg	□kg
⑥	非 DBA 仕様塗装		－	□kg	□kg
⑦	堆積異物	スラッジ	□kg	□kg	□kg
⑧		錆片	□kg	□kg	□kg
⑨		塵土	□kg	□kg	□kg
⑩	その他異物		－	□m²	□m²
⑪	耐 DBA 仕様塗装 （SA 環境剥落）＊		－	－	□kg
⑫	化学影響生成異物		－	－	□kg

注記＊：重大事故等時において原子炉格納容器内温度が上昇することから，塗装片の追加発生を考慮。

(3) 今回工認で考慮する異物の整理

表 7－1 及び表 7－2 より，DB／SA 評価の異物で考慮すべき対象を次のとおり整理する。

① カプセル保温（金属反射型）：

DB／SA の評価で考慮が必要。DB 時の圧損試験では，評価式により試験投入不要としているが，異物荷重としては考慮すべきであるため，DB 時でも考慮する。

② カプセル保温（繊維質）：

繊維質保温材を撤廃しているため，DB／SA ともに考慮不要。

③ 一般保温（ケイ酸カルシウム）：

DB／SA の評価で考慮が必要であり，現場調査の確認結果による値を用いる。

④ 一般保温（繊維質）：

繊維質保温材を撤廃しており，DB／SA ともに考慮不要であるが，DB では内規の薄膜効果を考慮するため，付着厚さ 3mm 相当の考慮が必要。SA では内規に規定がなく繊維質ゼロ相当として付着厚さ 0.3mm 相当の考慮が必要。

⑤ 耐 DBA 仕様塗装（ジェット破損）：

DB／SA の評価で考慮が必要であり，内規記載の値を用いる。

⑥ 非 DBA 仕様塗装：

DB／SA の評価で考慮が必要であり，現場調査の確認結果による値を用いる。

⑦ スラッジ：(DB／SA)
⑧ 錆片：(DB／SA)
⑨ 塵土：(DB／SA)
} 堆積異物

DB／SA の評価で考慮が必要であり，内規記載の値を用いる。

⑩ その他異物：(DB／SA)

DB／SA の評価で考慮が必要。圧損試験では，ストレーナ表面積からステッカー類の総表面積の 75%分を差し引いて考慮しているため，試験には投入していないが，異物荷重としては考慮すべきであるため，現場調査の確認結果による値を用いる。

⑪ 耐 DBA 仕様塗装（SA 環境剥落）
⑫ 化学影響生成異物
} SA 時に考慮する異物

SA 時に考慮すべき異物であるが，この異物を考慮した圧損試験の結果，DB 条件で得られた圧損より小さい値であることが確認できたことから，ストレーナに付加される異物の量は DB 条件での値に包絡できると考えられるため，評価には含めない。

(4) 評価で考慮する異物のまとめ

上記より，今回工認で考慮する異物について表 7－3 に示す。なお，耐震強度評価においては全量を系統ごとに流量比で分配し，異物の質量をストレーナの自重と同様に死荷重として考慮している。

表 7－3　異物のまとめ

No.	異物の種類		評価で考慮する異物量	備考
①	カプセル保温 （金属反射型）		□ m^2	移行割合と破損影響範囲
②	カプセル保温 （繊維質）		－	繊維撤廃
③	一般保温 （ケイ酸カルシウム）		□ m^3	移行割合と破損影響範囲
④	一般保温 （繊維質）		□ kg 〔DB：□ kg SA：□ kg〕	繊維撤廃 ただし以下を考慮 DB：付着厚さ 3mm 相当 SA：付着厚さ 0.3mm 相当
⑤	耐 DBA 仕様塗装 （ジェット破損）		□ kg	内規記載値
⑥	非 DBA 仕様塗装		□ kg*	確認結果
⑦	堆積異物	スラッジ	□ kg	内規記載値
⑧		錆片	□ kg	内規記載値
⑨		塵土	□ kg	内規記載値
⑩	その他異物		□ m^2	確認結果
⑪	耐 DBA 仕様塗装 （SA 環境剥落）		－	圧損試験結果より含めず
⑫	化学影響生成異物		－	圧損試験結果より含めず

注記＊：ストレーナの吸込影響範囲を踏まえた保守性について別紙 2 に示す。

別紙 1

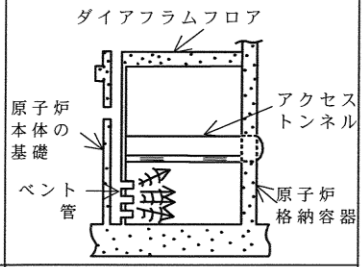
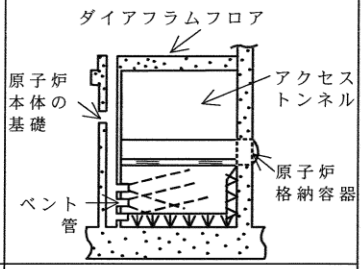
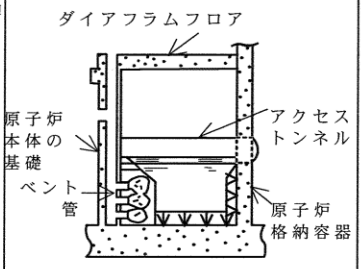
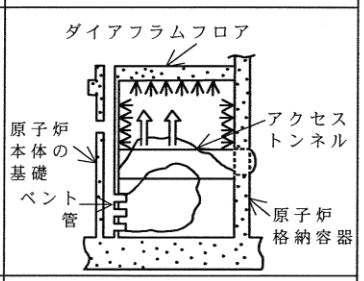
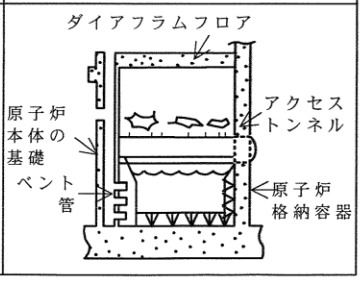
水力学的動荷重の算出について

1. はじめに

原子炉冷却材喪失時及び逃がし安全弁作動時には，サプレッションプール水中の構造物に様々な荷重が作用する。これらの荷重に関する評価は，ABWR であっても基本的に MARK-Ⅱ型格納容器での現象と同等であることから，「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」（昭和 56 年 7 月 20 日決定 平成 2 年 8 月 30 日一部改訂）（以下「MARK－Ⅱ指針」という。）に準じて荷重の評価を行う。本資料は，ABWR においてストレーナに作用する水力学的動荷重の評価の概要について説明するものである。

2. 水力学的動荷重の現象及び評価項目

水力学的動荷重は，原子炉冷却材喪失時に発生するものと，逃がし安全弁作動時に発生するものの二つに大別される。それぞれの事象について，図 2－1 及び図 2－2 にその概要を示す。また，ABWR のストレーナにおいて考慮する水力学的動荷重を表 2－1 に示す。

事故後の推移	ABWR
① 破断直後	
② ベントクリアリング過程	
③ 気泡形成過程	
④ プールスウェル過程	
⑤ フォールバック過程	

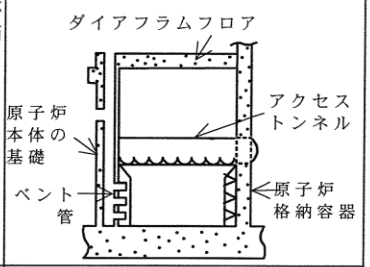
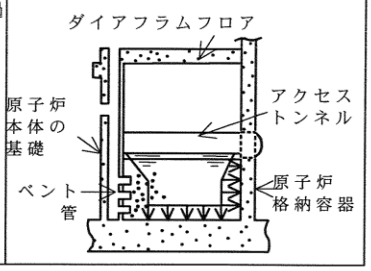
事故後の推移	ABWR
⑥ フォールバック後の水面揺動過程	
⑦ 蒸気放出過程	

図 2－1　原子炉冷却材喪失時の動荷重現象概念

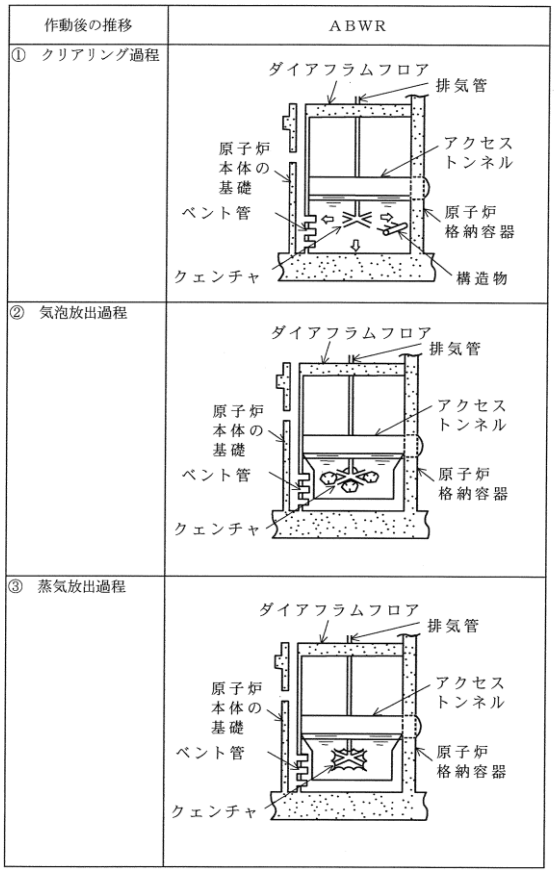


図２－２　逃がし安全弁作動時の動荷重現象概念

表 2－1　水力学的動荷重の評価項目

事象	荷重	概要	評価項目
原子炉冷却材喪失時	ベントクリアリング		
	気泡形成		
	プールスウェル		
	フォールバック		
	蒸気凝縮振動(CO)		
	チャギング(CH)		
逃がし安全弁作動時	逃がし安全弁作動時荷重		

3.　水力学的動荷重の評価

MARK－Ⅱ指針に示される水力学的動荷重の評価手法と，ABWR のストレーナに作用する水力学的動荷重の比較を表 3－1 及び表 3－2 に示す。

表 3－1　原子炉冷却材喪失時にストレーナに作用する動荷重（その１）

事故後の推移	荷重	MARK-Ⅱ動荷重指針での番号	適用	MARK-Ⅱ動荷重指針での評価方法	荷重の評価方法
①破断直後	—	—			
②ベントクリアリング過程	ベントクリアリングに伴うプール水の流動によるドラッグ荷重	2.1.2(2)			
	ベントクリアリング時にベント管に加わる水平荷重	2.1.2(5)			
③気泡形成過程	気泡形成に伴うプール水の流動によるドラッグ荷重	2.1.2(2)			
④プールスウェル過程	プールスウェルに伴うプール水の流動によるドラッグ荷重	2.1.2(2)			
	プールスウェルに伴うウェットウェル気相部内の構造物に対する衝撃荷重	2.1.2(3)			
	プールスウェル時の真空破壊弁への荷重	2.1.2(4)			
	プールスウェル時にベント管に加わるドラッグ荷重	2.1.2(6)			

表３－１　原子炉冷却材喪失時にストレーナに作用する動荷重（その２）

事故後の推移	荷重	MARK-Ⅱ動荷重指針での番号	適用	MARK -Ⅱ動荷重指針での評価方法	荷重の評価方法
⑤フォールバック過程	フォールバックに伴うプール水の流動によるドラッグ荷重	2.1.2(2)			
⑥フォールバック後の水面振動過程	プールスウェル後のプール水面の振動による荷重	2.1.2(7)			
⑦蒸気放出過程	蒸気凝縮に伴いベント管に加わる水平荷重	2.1.2(1)			
	蒸気凝縮に伴うプール水の流動によるドラッグ荷重	2.1.2(2)			
	蒸気凝縮時の真空破壊弁への荷重	2.1.2(4)			
	蒸気流によりベント管に加わる反力による荷重	2.1.2(8)			

表３－２　逃がし安全弁作動時にストレーナに作用する水力学的動荷重

事故後の推移	荷重	MARK-Ⅱ動荷重指針での番号	適用	MARK -Ⅱ動荷重指針での評価方法	荷重の評価方法
①クリアリング過程	弁の作動開始直後，排気管内にたまっていた水のクリアリングによる噴流により，プール内構造物に加わる衝撃荷重とドラッグ荷重	2.2.2(1)			
②気泡放出過程	クリアリングに引き続き，排気管内にたまっていた非凝縮性ガスがプール内に吹き出して膨張・収縮することにより構造物に加わるドラッグ	2.2.2(1)			
③蒸気放出過程	排気管からプールへ流入する蒸気の凝縮が不安定となる場合に生じる構造物へのドラッグ荷重	2.2.2(3)			
①②③	弁作動時にクエンチャ自身に加わる荷重	2.2.2(4)			

ストレーナに加わる水力学的動荷重による以下のドラッグ荷重は，基本的に，[ ]に示される手法に従い算出する。

[ ]

[ ]

3.1　原子炉冷却材喪失時（LOCA 時）の水力学的動荷重

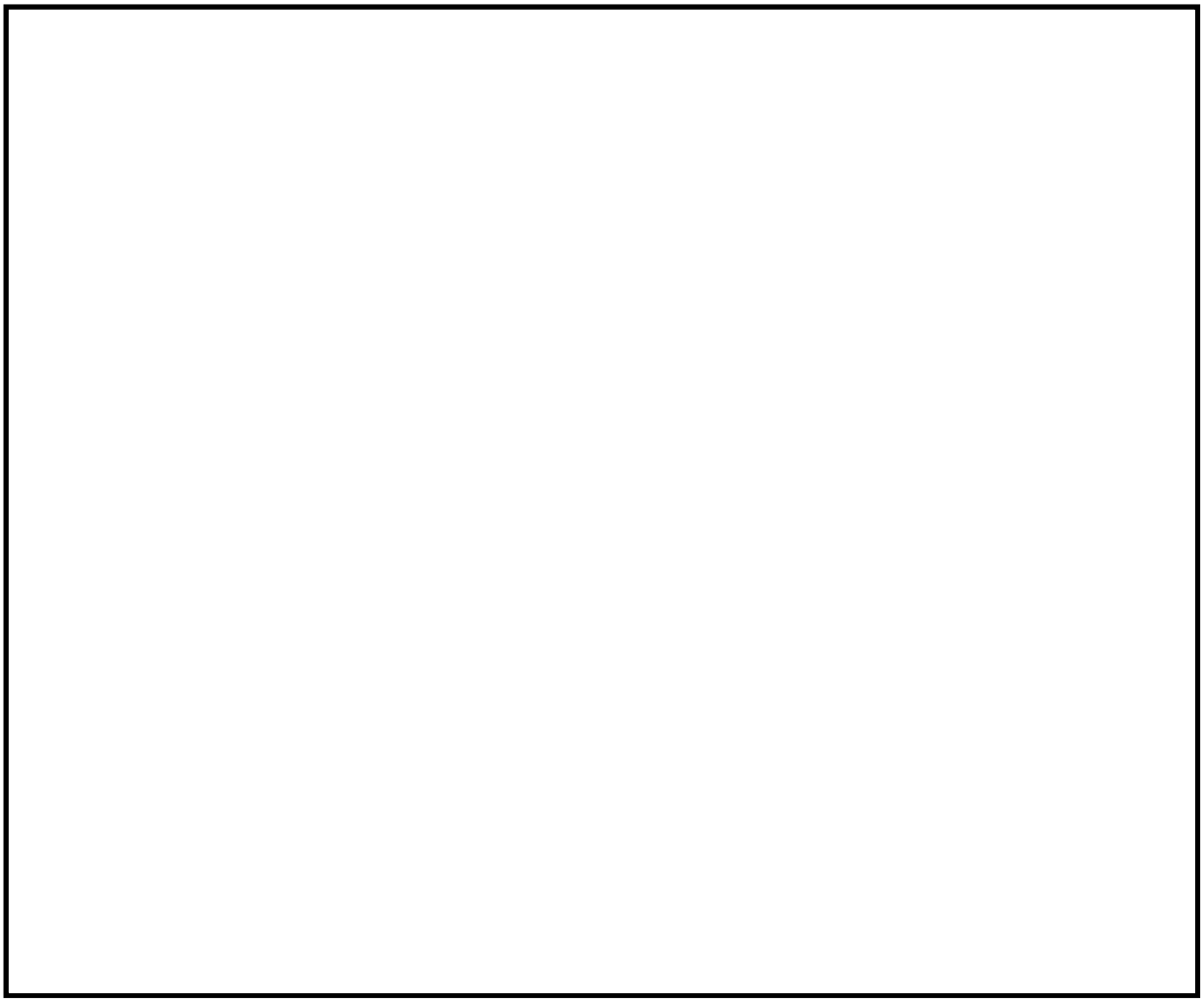


図 3－1　ベント管 A の鉛直面での角度及びベント管 A，B の水平面の角度

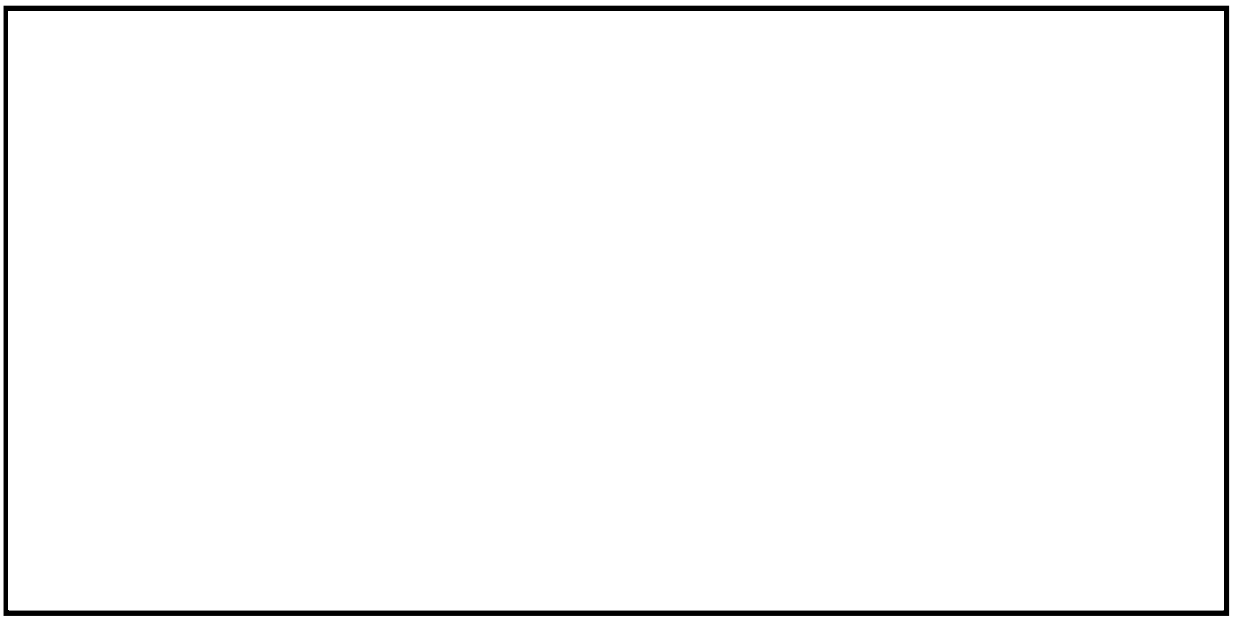


図 3－2　ストレーナ重心位置に作用する荷重

3.1.1 [redacted]

[redacted]

(1) 荷重算出方法

構造物に加わる荷重は，定常ドラッグ荷重 F_S（N）と加速度ドラッグ荷重 F_A（N）の和とする。

$F_S =$ [redacted] (1)

$F_A =$ [redacted] (2)

C_D ：ドラッグ係数

[redacted]

A_P ：対象構造物の投影面積（m^2）

$\vec{U}$ ：対象構造物の周囲流体の速度（m/s），評価条件を a. 項に示す。

ρ ：対象構造物の周囲流体の密度（kg/m^3）＝1000

$\vec{U}_A$ ：対象構造物の周囲流体の加速度（m/s^2），評価条件を a. 項に示す。

V_A ：対象構造物の水力学的体積

a. 評価条件

ベント管先端におけるプール水の流速及び加速度は，以下により評価したドラッグ荷重の合計の最大値における条件とする。

$\vec{U} =$ [redacted] (3)

$\vec{U}_A =$ [redacted] (4)

r ：各ベント開口中心からストレーナ重心までの距離（m）

$u(t)$ ：速度の強度（m^3/s）図 3－4 参照

$a(t)$ ：加速度の強度（m^3/s^2）図 3－5 参照

流体の速度及び加速度の評価は，[redacted]

[redacted]

構造物周囲流体の流速及び加速度は，各ベント開口先端を起点とした場合の各成分流の合成和とする。

以上より，3 本のベント開口の X,Y,Z 軸方向ドラッグ荷重の分力を算出する。

図 3－3　気泡半径の変化

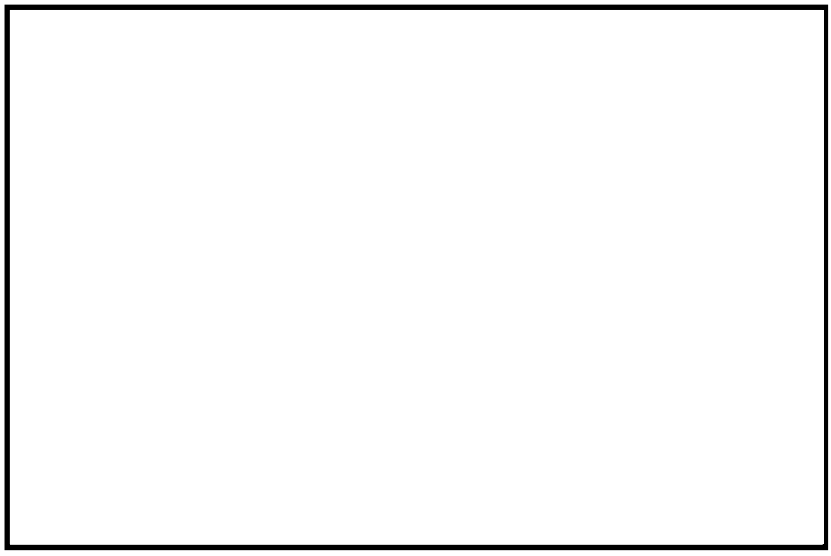


図 3－4　流体の速度強度 u(t)

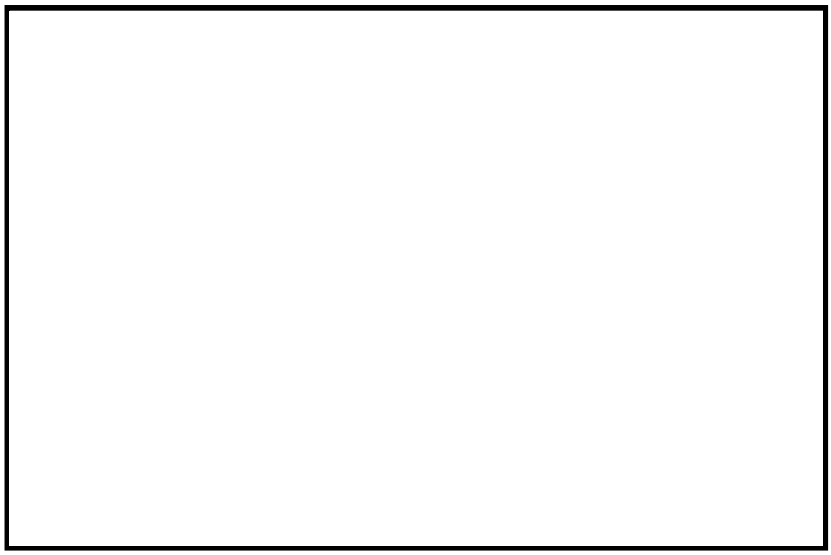


図 3－5　流体の加速度強度 a(t)

(2) 関連図書

[redacted]以外の関連図書を以下に示す。

1) [redacted]

(3) 算出結果

各軸方向毎のドラッグ荷重の合計は，下記の値となる。

・ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　F_X＝[redacted]

HPCF 系ストレーナ　F_X＝

RCIC 系ストレーナ　F_X＝

・ストレーナ軸方向（Y 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　F_Y＝[redacted]

HPCF 系ストレーナ　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　F_Z＝[redacted]

HPCF 系ストレーナ　F_Z＝

RCIC 系ストレーナ　F_Z＝

以上の計算結果を用いたストレーナの強度評価においては，ストレーナの軸方向荷重，軸直角方向荷重による応力評価を行う。

なお，軸直角方向荷重は，水平方向（X 軸）及び鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重を SRSS にて合成した保守的な荷重を設定する。

強度評価で用いる[redacted]を以下に示す。

・ストレーナ軸方向荷重

RHR 系ストレーナ　F_Y＝[redacted]

HPCF 系ストレーナ　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向荷重

RHR 系ストレーナ　F_{XZ}＝[redacted]

HPCF 系ストレーナ　F_{XZ}＝

RCIC 系ストレーナ　F_{XZ}＝

3.1.2 [redacted]

(1) 荷重算出方法

[redacted]

なお，ドラッグ荷重は，ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸），ストレーナ軸方向（Y 軸），ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）の 3 軸方向毎の荷重として算出した。[redacted]は，下記の（5）及び（6）より求めたストレーナの周囲流体速度及び周囲流体加速度を用いて，上記 3.1.1（1）項に示す（1）及び（2）式より算出する。

$\vec{U}$ = [redacted] (5)

$\vec{U}_A$ = [redacted] (6)

A_m = [redacted]

S : ソース（ベント管先端点源）強さ

[redacted]

[redacted] : [redacted]

N : ベント数

r_{effi} : Effective radial attenuation distance（鏡像法を用いる場合の鏡像点からの実効的な距離の合成）

ω : 角速度（rad/s）$=2\pi f$， f は[redacted]とする。

t : 時間

(2) 関連図書

[redacted]以外の関連図書を以下に示す。

1) [redacted]

(3) 算出結果

各軸方向毎のドラッグ荷重の合計は，下記の値となる。

・ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_X＝

HPCF 系ストレーナ　　F_X＝

RCIC 系ストレーナ　　F_X＝

・ストレーナ軸方向（Y 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Z＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Z＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Z＝

以上の計算結果を用いたストレーナの強度評価においては，ストレーナの軸方向荷重，軸直角方向荷重による応力評価を行う。

なお，軸直角方向荷重は，水平方向（X 軸）及び鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重を SRSS にて合成した保守的な荷重を設定する。

強度評価で用いる　　を以下に示す。

・ストレーナ軸方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

HPCF 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

RCIC 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

3.1.3

(1) 荷重算出方法

また，ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸），ストレーナ軸方向（Y 軸），ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）の 3 軸方向毎のドラッグ荷重として算出した。

は，下記の（7）及び（8）より算出する。

$F_c =$ (7)

A ：構造物の軸に対する法線方向の投影面積（m^2）

ρ ：水の密度（kg/m^3）＝1000

S ：ソース強度（m^3/s^2）

r ：チャギング中心（トップベント出口）から構造物までの距離（m）

θ ：チャギング中心から構造物の方向$(\vec{r})$と構造物中心軸の角度

$F_r =$ (8)

$F_0 =$

α ： （/ｓ）

ω ：角速度（rad/s），$=2\pi f$， ｆは Ｈｚ

P_0 ：最大リングアウト圧力

A ：荷重方向の構造物の投影面積（m^2）

H ：プール水深（ ｍ）

ｙ ：プール底から構造物下端の距離（ｍ）

ｄ ：垂直方向の構造物の幅（m）

(2) 関連図書

以外の関連図書を以下に示す。

1)

(3) 算出結果

各軸方向毎のドラッグ荷重の合計は，下記の値となる。

・ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_X＝

HPCF 系ストレーナ　　F_X＝

RCIC 系ストレーナ　　F_X＝

・ストレーナ軸方向（Y 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Z＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Z＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Z＝

以上の計算結果を用いたストレーナの強度評価においては，ストレーナの軸方向荷重，軸直角方向荷重による応力評価を行う。

なお，軸直角方向荷重は，水平方向（X 軸）及び鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重を SRSS にて合成した保守的な荷重を設定する。

強度評価で用いる　　を以下に示す。

・ストレーナ軸方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

HPCF 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

RCIC 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

3.2　逃がし安全弁（SRV）作動時の水力学的動荷重

逃がし安全弁（SRV）作動時のドラッグ荷重算出において，下記の点を考慮する。

3.2.1

(1) 荷重算出方法

構造物に加わる荷重は，気泡とストレーナの距離関係及び記号を図 3－6 のように定め，(11)式により求める圧力荷重 ΔP_{max}（Pa）と(12)式により求めるドラッグ荷重 P_{Dmax}（Pa）の和として，(9)及び(10)式により評価する。

$F_{max} =$ (9)

$P_{max} =$ (10)

$\Delta P_{max} =$ (11)

$P_{Dmax} =$ (12)

R_q　：クエンチャ半径（m）＝

R_0　：気泡半径（m)＝

r_1　：クエンチャ中心点からストレーナ表面の距離（m）

a　：ストレーナの巾（m）

ρ　：プール水の密度(kg/m^3)=1000

C_D　：ドラッグ係数

A_P　：ストレーナの投影面積（m^2）

P_{0max}　：気泡最大圧力（Pa）　a.項に示す。

V_{1-max}　：流体速度(m/s)=

V_0　：最大気泡表面速度（m/s）

a.　評価条件

気泡振動時の荷重評価に用いる気泡の最大/最小圧力は，下記を用いるものとする。

また，流体速度は，既工認設定値が十分に保守的な値であるため，下記の値を用いることとする。

気泡最大圧力　$P_{0max} =$　(kPa)

最大気泡表面速度　$V_0 =$　(m/s)

(2) 関連図書

以外の関連図書を以下に示す。

1)

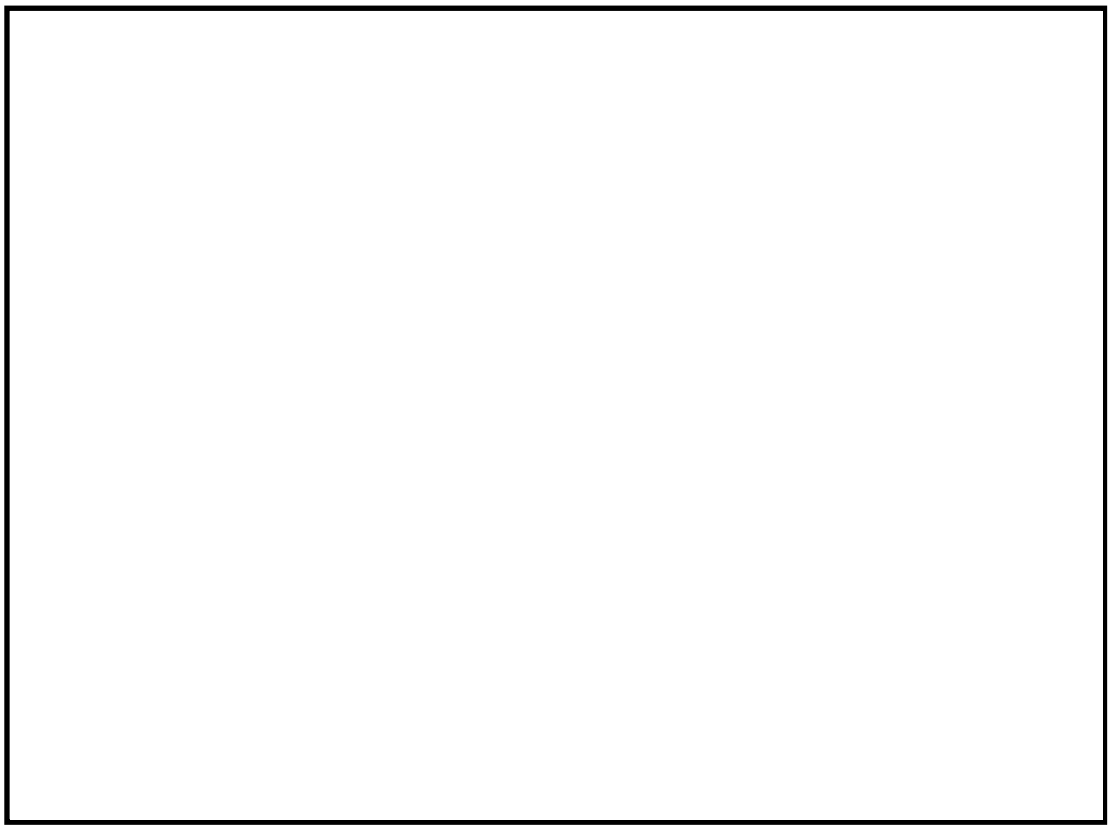


図 3－6　気泡とストレーナの距離関係及び記号

(3) 算出結果

各軸方向毎のドラッグ荷重の合計は，下記の値となる。

・ストレーナ軸直角方向かつ水平方向（X 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_X＝

HPCF 系ストレーナ　　F_X＝

RCIC 系ストレーナ　　F_X＝

・ストレーナ軸方向（Y 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向かつ鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重の合計

RHR 系ストレーナ　　F_Z＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Z＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Z＝

以上の計算結果を用いたストレーナの強度評価においては，ストレーナの軸方向荷重，軸直角方向荷重による応力評価を行う。

なお，軸直角方向荷重は，水平方向（X 軸）及び鉛直方向（Z 軸）ドラッグ荷重を SRSS にて合成した保守的な荷重を設定する。

強度評価で用いる　　を以下に示す。

・ストレーナ軸方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_Y＝

HPCF 系ストレーナ　　F_Y＝

RCIC 系ストレーナ　　F_Y＝

・ストレーナ軸直角方向荷重

RHR 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

HPCF 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

RCIC 系ストレーナ　　F_{XZ}＝

参考資料1

水力学的動荷重算出における計算条件

(1) RHR，HPCF ストレーナのドラッグ係数 C_D の設定根拠

RHR，HPCF ストレーナにおけるドラッグ係数は，[　　]に示される値を使用する。本数値は，ＧＥ社で実施したフルスケール・プロトタイプによる実験等から得られた多孔効果を含んだ値である。

RHR，HPCF ストレーナ軸直角方向
RHR，HPCF ストレーナ軸方向 [　　]

(2) RHR，HPCF ストレーナの投影面積の算出方法

RHR，HPCF ストレーナの投影面積は，外観形状が円筒形のストレーナにおいて，軸方向及び軸直角方向に対し算出する。

RHR，HPCF ストレーナの軸方向の投影面積はディスクの円形面の面積とする。

RHR，HPCF ストレーナの軸直角方向の投影面積は，円筒形の軸直角方向から投影した長方形面の面積とする。さらに，軸直角方向の投影面積の算出において，ストレーナ本体のディスク間ギャップ分の投影面積は差引き，ストレーナとティー継手の接合部のフランジの投影面積は付加して算出する。

(3) RHR，HPCF ストレーナの加速度体積の算出方法

[　　]

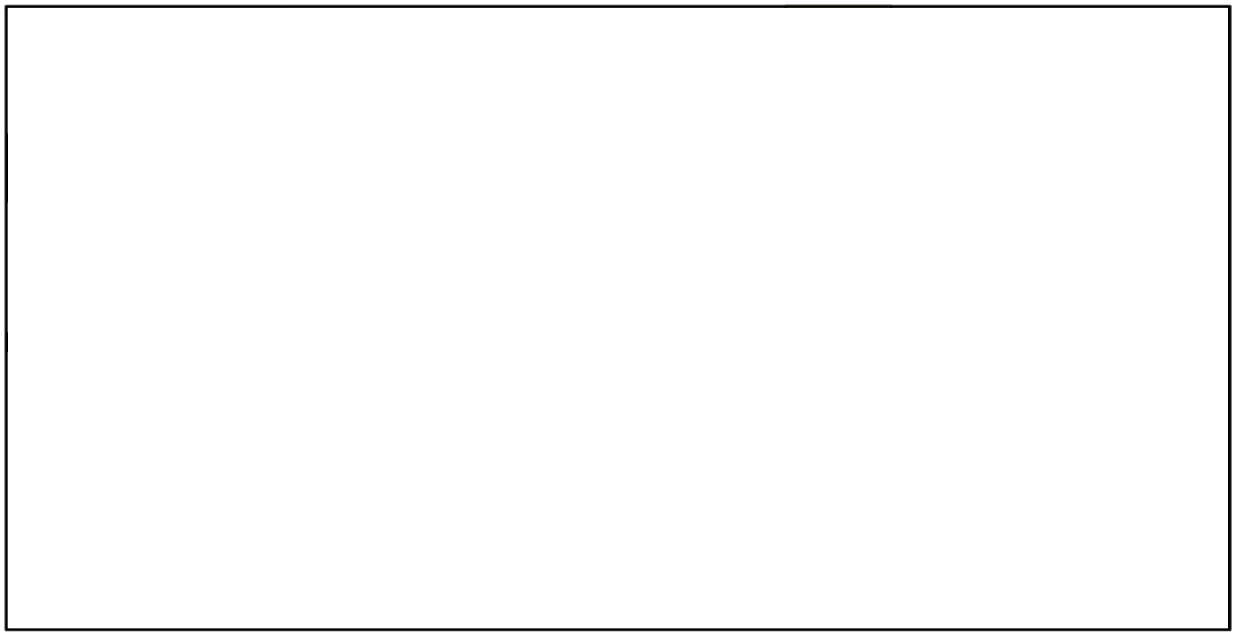
また，ストレーナは多孔プレート構造のため，多孔効果による荷重低減を行うことができる。[　　]では，これを[　　]として下記を設定している。

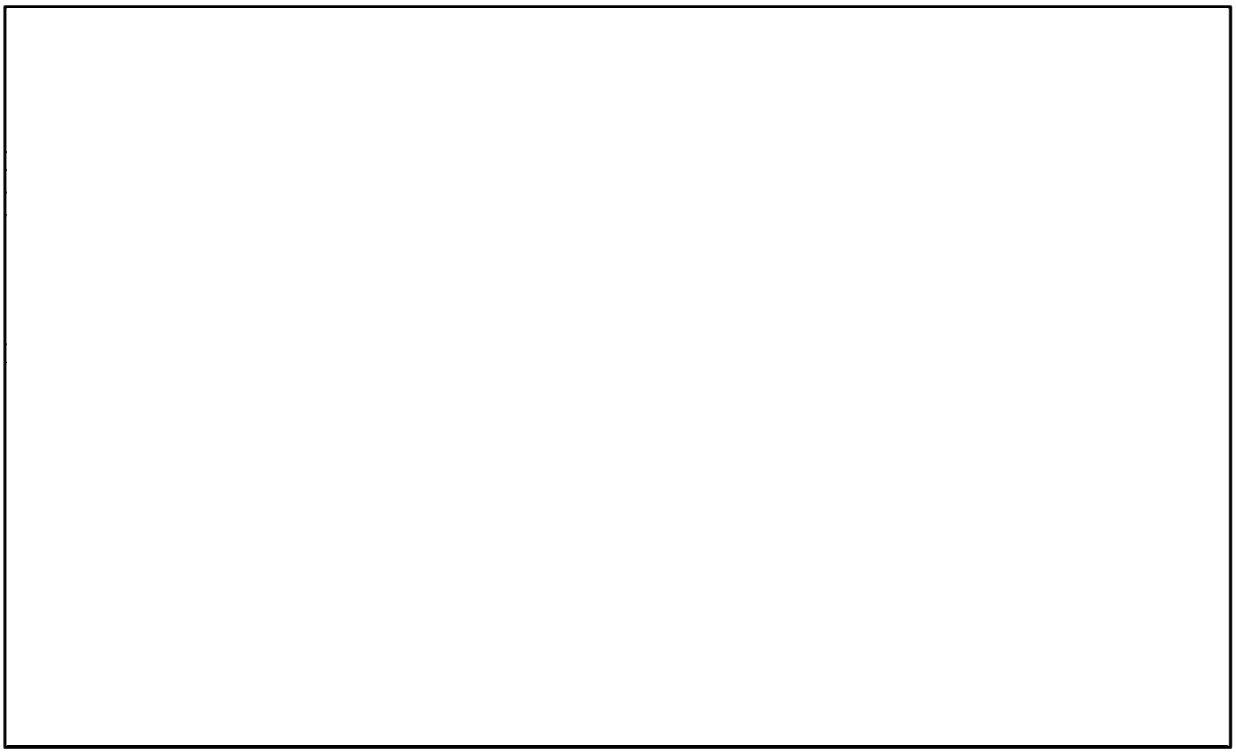
・軸直角方向
・軸方向 [　　]

よって，最終的なストレーナの加速度体積は下式となる。

V_A＝[　　]
＝

水力学的質量の算出　参考





別紙 2

耐震強度評価における非 DBA 塗装片の異物荷重想定について

設計基準事故時におけるストレーナの圧損評価では,内規に従い繊維質保温材の有無に関わらず,繊維質保温材の薄膜効果を考慮し，一次冷却材喪失事故（以下「LOCA」という。）時に発生する異物及び格納容器内に存在する他の異物の全量がストレーナへ付着すると仮定している。ストレーナの耐震強度評価においても，上記を踏襲して異物荷重を設定している。

本資料は，ストレーナに吸い込まれると考えられる異物の範囲（吸込影響範囲）を考慮した場合の，非 DBA 塗装片のストレーナへの移行量及び異物荷重の低減について説明し，今回工認における異物荷重の設定の保守性を示すものである。

＜異物荷重に関する検討の経緯＞

考慮する異物のうち，非 DBA 塗装片については LOCA 時の破断流により発生する異物ではなく，LOCA 後の格納容器の温度・圧力の上昇により剥離して発生するものであり，LOCA ブローダウンによる攪拌が静定した後，サプレッションプール（以下「S/P」という。）へ移行するものである。非 DBA 塗装片は比較的高い比重を有することから，当該異物の挙動として，ベント管から S/P へ流入した塗装片の全量がストレーナへ到達するという想定は，非常に保守的な想定である。そこで，当該異物荷重を現実的なものとするため，計算機プログラムを用いて格納容器内の三次元流動解析を行い，移行率（異物がストレーナへ到達する割合）を考慮して異物荷重を設定することを検討していた。しかしながら，今回工認の耐震強度評価において，全量移行を考慮した異物荷重にて評価を行い，十分な構造強度を有していることを確認した。よって，今回工認の耐震強度評価においては，保守的な評価として，非 DBA 塗装片の全量移行を考慮した異物荷重による評価を実施した。

1. ストレーナの吸込影響範囲

非 DBA 塗装片は，以下の過程を経てストレーナへ移行すると想定される。なお，非 DBA 塗装片はドライウェル内のみ存在し，ベント管からのみ S/P に移行する。

ａ．LOCA 時に配管の破断口から流出した原子炉冷却材の影響で，ドライウェル内の温度と圧力が上昇し，非 DBA 塗装の剥離が起こる。

ｂ．原子炉格納容器スプレイにより剥離した非 DBA 塗装片が洗い流され，原子炉冷却材やスプレイ水等と共に 10 本のベント管を通じて S/P へ流入する。

ｃ．非 DBA 塗装片は，ブローダウン過程から一定の時間が過ぎた静定状態に近い S/P 内でストレーナに移行する。

設計基準事故時における S/P 内の流動状況から，ストレーナが塗装片を吸い寄せる可能性のある領域は，ストレーナ近傍に限定されると考えられる。S/P 内の流速及び非 DBA 塗装片の沈降速度から，ストレーナがベント管から噴出した非 DBA 塗装片を吸い寄せる可能性のある範囲について評価する。

1.1　評価方法

ストレーナの吸込影響範囲評価で仮定する S/P 内流れ場の概念図を図 1－1 及び図 1－2 に示す。図 1－1 は，S/P 内における設計基準事故時に起動する任意のストレーナ近傍の水平断面図であり，図 1－2 は図 1－1 における A－A 断面図である。

図 1－1 に示したとおり，本評価では簡易的に，流速をストレーナ接近流速（v_A）とし，ストレーナのトップディスク中央を中心とした放射状の流れ場が形成されていると仮定する。さらに，保守的な想定として，その流速はどの地点においても一様に v_A であると仮定する。なお，ストレーナ近傍の流れを形成する流路と比較して S/P は大空間であり，大部分の S/P 内の流速はストレーナ接近流速よりも小さいことから，S/P 内を一様にストレーナ接近流速で想定することは十分に保守的な設定である。

ドライウェル内で発生する非 DBA 塗装片はベント管水平吐出管の最高段中心をそれぞれ初期位置として塗装片は v_A で水平方向へ移動しつつ，沈降速度（v_S）で鉛直方向に落下する状態を評価する。

吸込影響範囲の評価手順は以下である。

- 上記の仮定のもと，塗装片が S/P 床面に落下するまでに水平方向に移動することができる距離 L を計算する。ここで，非 DBA 塗装片が移行する際の S/P はブローダウン後の静定した状況と想定され，また，S/P 底面からストレーナ下端まで約 700 mm であることから，一度 S/P 床面に落下した塗装片は，ストレーナ接近流速により再浮遊することはないものとする。
- ストレーナのトップディスク位置を中心として，半径 L の円弧を描く。このようにして得た円弧よりもストレーナ側にある領域が，塗装片を吸い寄せる可能性のある影響範囲となる。

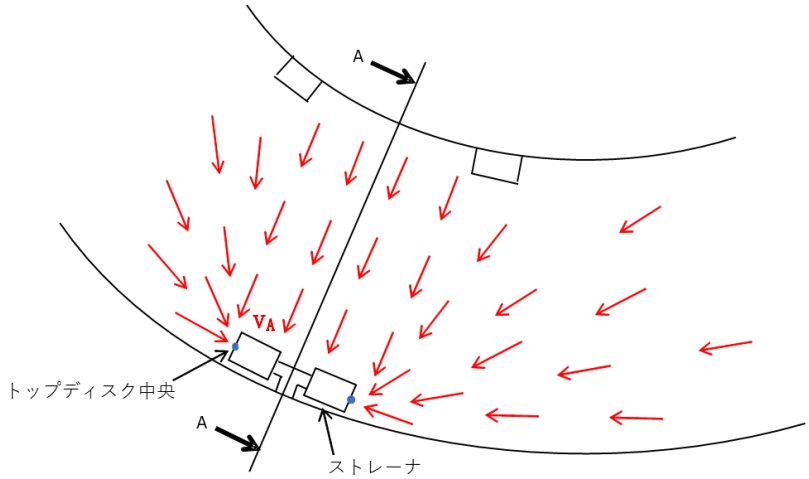


図 1－1　ストレーナの吸込影響範囲評価における流れ場の概念図（S/P 水平断面図）
※流速ベクトルの大きさは，いずれもストレーナ接近流速 v_A である。

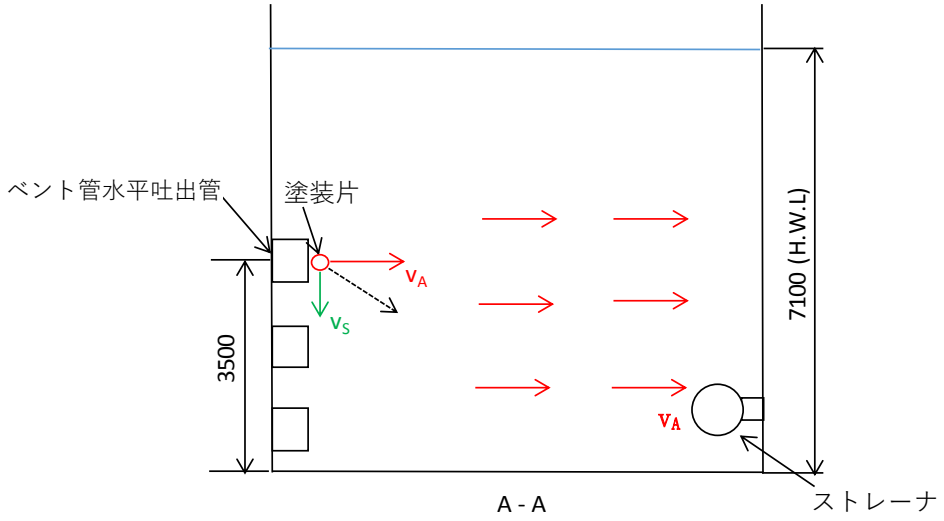


図 1－2　ストレーナの吸込影響範囲評価における流れ場の概念図（S/P 垂直断面図）
※流速ベクトルの大きさは，いずれもストレーナ接近流速 v_A である。

1.2　評価条件

1.2.1　流量条件

本評価では，流速 v_A を求めるための流量として，設計基準事故時に起動する残留熱除去系2系統(954(m^3/h)×2)及び高圧炉心注水系1系統(727(m^3/h))のうち，高流量の残留熱除去系の定格流量を想定する。

S/P 内の流速として一様なストレーナ接近流速を考える場合，残留熱除去系の定格流量954 (m^3/h)に対して，ストレーナ1台あたりの流量は以下となる。

$$Q = 954\ (m^3/h) \div 2\ (台) \div 3600(s/h) = 0.133\ (m^3/s)$$

したがって，ストレーナ接近流速は，

$$v_A = Q/(\pi DL) = 0.133\ /(\pi \times \square \times \square) \times 1000 = \square\ (mm/s)$$

となる。ここで，D はストレーナ直径，L はストレーナ長さである。ただし本評価では，保守的にストレーナの側面積に対する接近流速を使用する。

1.2.2　塗装片の沈降速度

非 DBA 塗装片の沈降速度は，非 DBA 塗装片の沈降試験*により得られた□ (mm/s)に基づき，保守的に v_S=□ (mm/s)とする。

注記＊：出典 受託調査報告書「ECCS ストレーナ新審査基準に係るストレーナ性能確認調査（最終報告書)」平成 22 年 3 月

1.3　評価結果

RHR ポンプの定格流量を想定したストレーナ接近流速に対して，ベント管水平吐出管の最高段に配置された塗装片が S/P 床面に落下せずに水平方向に移動する距離は，以下となる。

$$L = v_A \times \Delta t = v_A \times (H_v/v_S) = \square \times (\ 3500\ \div \square\ ) = \square\ (mm)$$

ここで，Δt は塗装片がベント管水平吐出管の最高段中心高さから床面へ落下するまでの時間，H_v はベント管水平吐出管の最高段中心高さ(=3500(mm))である。

設計基準事故時に起動する残留熱除去系及び高圧炉心注水系のうち，それぞれのストレーナ位置が互いに最も離れている，RHR(A)ストレーナ，RHR(C)ストレーナ及び HPCF(B)ストレーナを起動した場合の結果を示す。この場合，ストレーナの吸込影響範囲は，図 1－3 にハッチングしたとおりとなる。

図 1－3 に図示した結果より，一個あたりのストレーナに到達する塗装片は，最も近い□本のベント管から噴出された塗装片のみであると想定することができる。

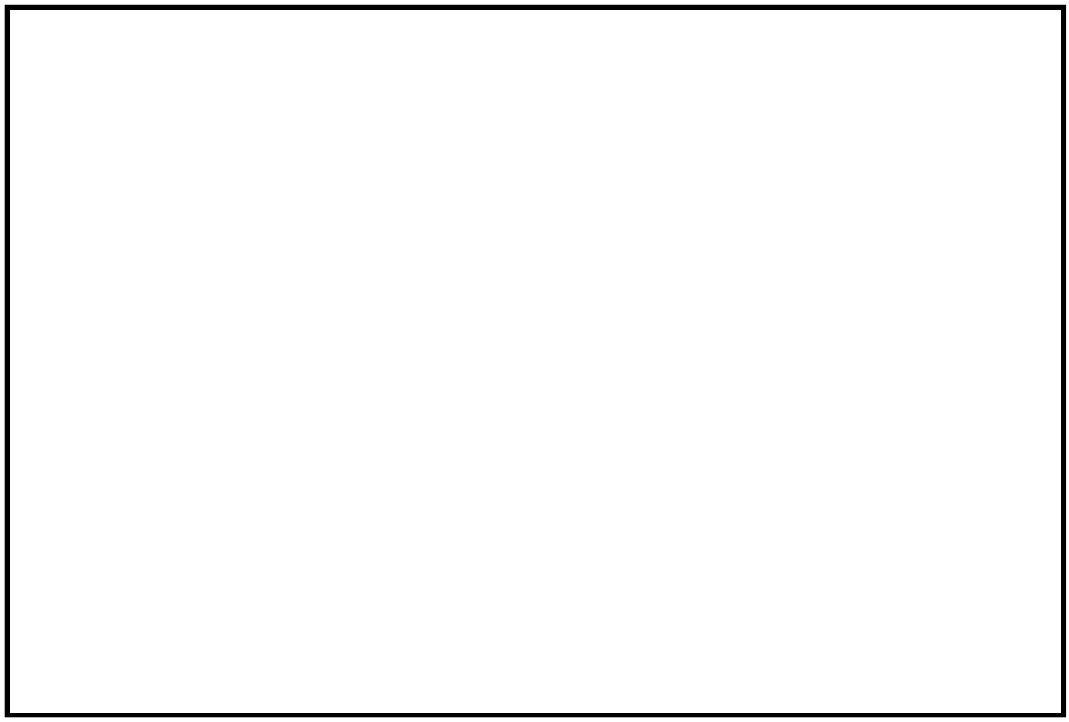


図 1－3　ストレーナの吸込影響範囲（非 DBA 塗装片）
（設計基準事故時に RHR(A)，(C)及び HPCF(B)が起動した場合の例）

2.　異物量検討

1.で求めたストレーナの吸込影響範囲から，ストレーナに到達する非 DBA 塗装片の異物量について検討する。

2.1　評価方法

ドライウェル内の全非 DBA 塗装□(kg)が設計基準事故時に全剥離し，ベント管を介して全て S/P に達し，ベント管水平吐出管 30 本の内，最高段に位置する 10 本から均等に□(kg)ずつ排出されると仮定し，1.で求めたストレーナの吸込影響範囲に含まれるベント管の本数からストレーナに吸い込まれる異物量を算出する。なお，起動する残留熱除去系及び高圧炉心注水系の位置によっては，隣接するストレーナの吸込影響範囲が重なり，異物量が低減される場合もあるが，本評価では保守的に隣接するストレーナの吸込影響範囲が重ならない場合を想定する。

2.2　評価結果

1.での評価結果からストレーナ 1 系統あたり□本のベント管からの異物が吸い込まれることを踏まえ，設計基準事故時には 3 系統のストレーナが稼働するので，考慮すべき異物量 W は以下のように計算される。

W =□(kg)÷10（本）×□(本)× 3（系統）=□(kg)

2.3　異物荷重

2.2 の評価結果を踏まえ，今回工認において考慮している異物荷重からの低減効果について検討する。なお，物量調査に基づく非 DBA 塗装の異物量については，□ %マージンを考慮する。

	非 DBA 塗装の移行量考慮無		非 DBA 塗装の移行量考慮有	
系統	残留熱除去系	高圧炉心注水系	残留熱除去系	高圧炉心注水系
非 DBA 塗装				

3.　結論

ストレーナの吸込影響範囲にもとづき非 DBA 塗装片のストレーナへの移行量を考慮した場合，非 DBA 塗装の異物荷重は残留熱除去系について□ %低減，高圧炉心注水系について□ %低減することができると考えられる。

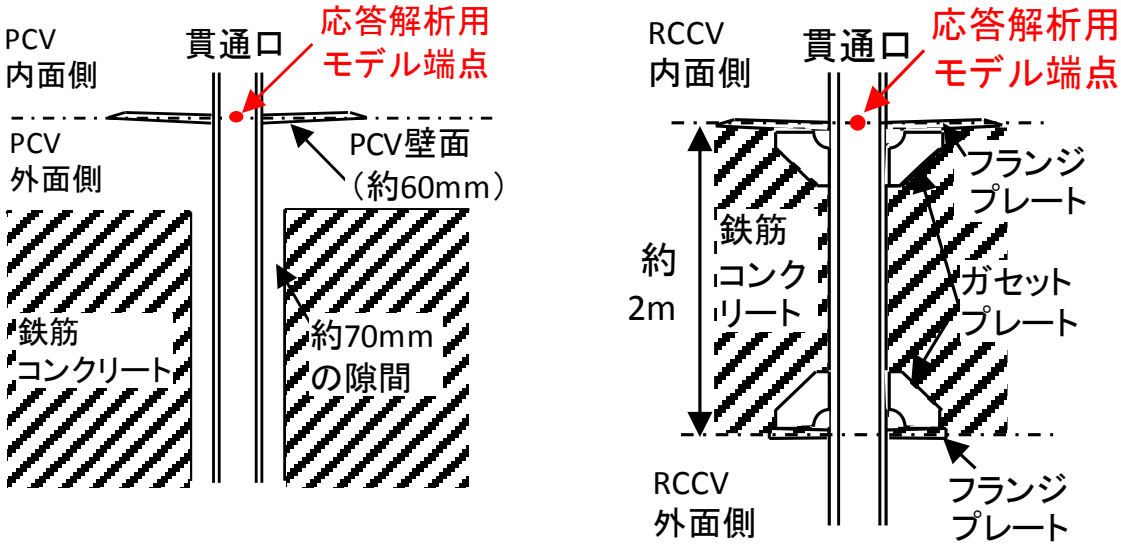
なお，今回工認の耐震強度評価においては，保守的な評価として全量を考慮している。

解析モデルについて

本資料は，ECCS ストレーナの耐震強度評価における解析モデルについて説明するものである。

(1) 貫通部のモデル化について

BWR MARK-Ⅱ型と ABWR 型について，図 1－1 に示すとおり，ストレーナと原子炉格納容器の接続部の構造が異なっている。ABWR 型ではガセットプレート及びフランジプレートにより，強固に約 2m の鉄筋コンクリートに固定されているため，応答解析用モデルの端点を完全固定としている。一方，BWR MARK-Ⅱ型では，約 60mm の PCV 壁面に直接取り付けられているのみであり，鉄筋コンクリートとの間には約 70mm の隙間があるため，動きを考慮した回転バネとしてモデル化している。



BWR MARK-Ⅱ型　　ABWR 型

図 1－1　貫通部における BWR MARK-Ⅱ型と ABWR 型の構造の違い

(2) 多孔プレートの設定について

応力解析用モデルでは，ASME Section Ⅲ Div.1 Appendices A-8131(a) （図 2－1 参照）に記載の方針に基づき，多孔プレートは孔無しの等価プレートにてモデル化しており，以下に示す等価係数を掛けることで計算を行っている。

・縦弾性係数

ASME Section Ⅲ Div.1 Appendices A-8131(b)（図 2－1 参照）に記載の「縦弾性係数 E と等価縦弾性係数の間にある係数はコンピューター演算により直接求めても良い」に基づき，FEM 解析により計算した変位から係数を算出し，設定している。等価縦弾性係数の係数は孔無しのプレートに対して計算された変位最大値と孔有りのプレートに対して計算された変位最大値の比により算出し，残留熱除去系は［　　］，高圧炉心注水系は［　　］を用いている。

・ポアソン比

ASME Section Ⅲ Div.1 Appendices A-8131(c) （図 2－1 参照）中の Figure A-8131-1 に示されるグラフから求め，設定している。なお，図中の h（孔の間の最小距離），P（孔のピッチ）は図 2－2 からそれぞれ［　　］mm と［　　］mm となり，h/P=［　　］より等価ポアソン比 ν^* は［　　］となる。

・応力増倍率

ASME Section Ⅲ Div.1 Appendices A-8131(b)（図 2－1 参照）に記載の「孔有りプレートの係数は等価の孔無しプレートに対してコンピューター演算を行い求めた単位荷重に対する応力から求め，適用することができる」に基づき，FEM 解析により孔有りのプレートに対して計算された応力最大値と孔無しのプレートに対して計算された応力最大値の比により算出し，残留熱除去系は［　　］，高圧炉心注水系は［　　］を用いている。

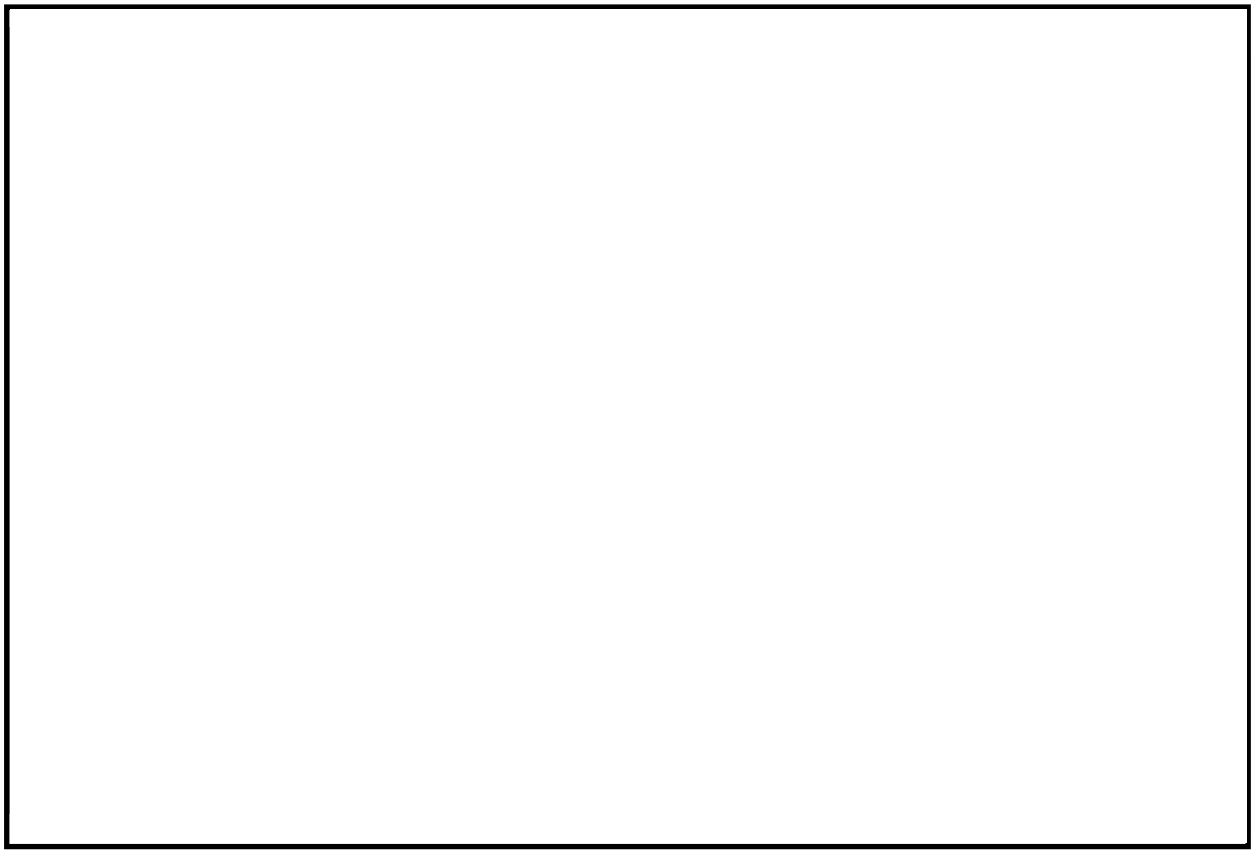


図 2－1　ASME Section Ⅲ　Div.1 Appendices A-8131 抜粋

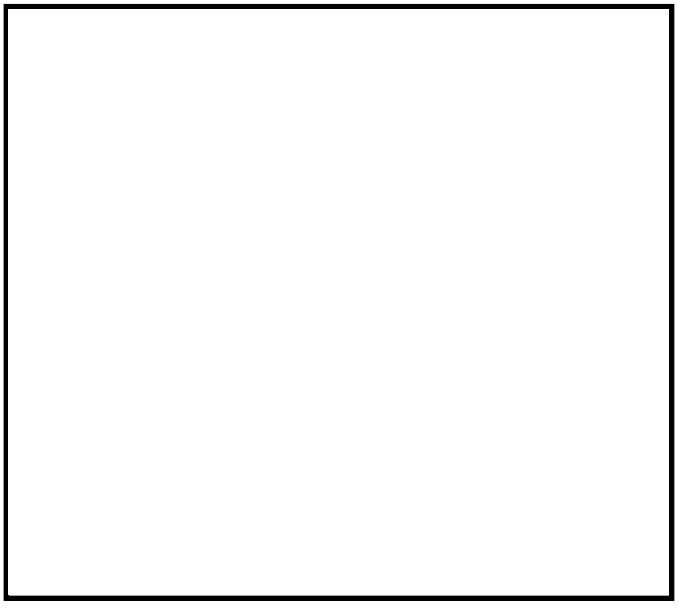


図 2－2　多孔プレート構造図（残留熱除去系）

(3) フランジ部の評価について

ストレーナはフランジ面にてボルトとナットにより締結されているため，WARREN C. YOUNG“ROARK’S FORMULAS for Stress and Strain”7th Edition に記載の式を用いて完全拘束を想定し，図 3－1 に示すとおりモデル化している。当該式は円板に支持されたトラニオンに曲げモーメントが作用した際に，フランジ面に発生する曲げ応力の最大値を算出する式であり，概略図を図 3－2 に示す。

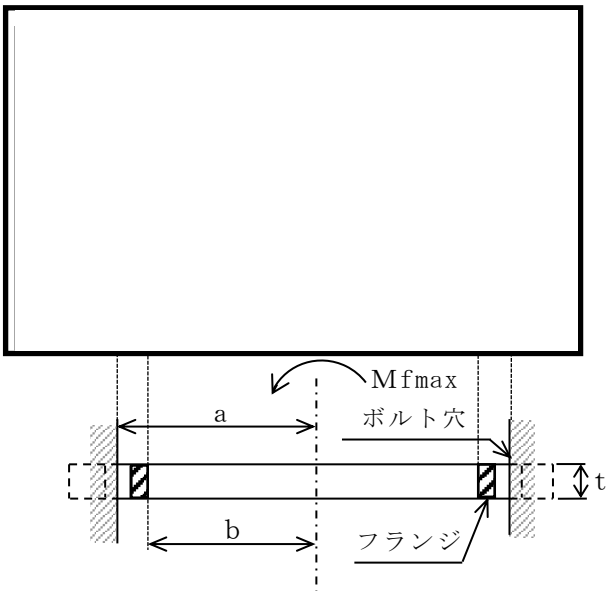


図 3－1　フランジ断面の計算モデル

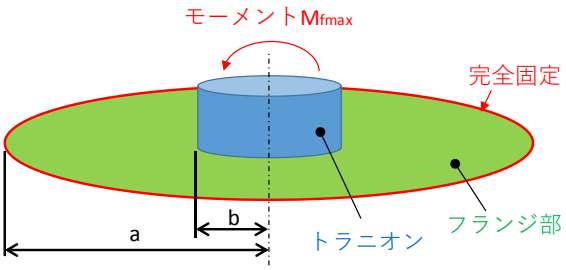


図 3－2　モデル概略図

また，応力評価式における β の計算過程を以下に示す。

図 3－3　“ROARK’S FORMULAS for Stress and Strain”抜粋

β については，参考文献中に表として図 3－3 のように与えられているので，b/a＝[　　]から 0.70 と 0.80 の値を線形補間して以下のように求めている。

(4) ティー部の評価について

ティーに発生する応力は，設計・建設規格　PPC-3520 に従い算出しており，解説 PPC-3520(c)では主管と分岐管の交点のモーメントを用いることが規定されているが，工認計算においては，図 4－1 に示すとおりフランジ面及びスリーブに作用するモーメントを用いて計算を行っている。

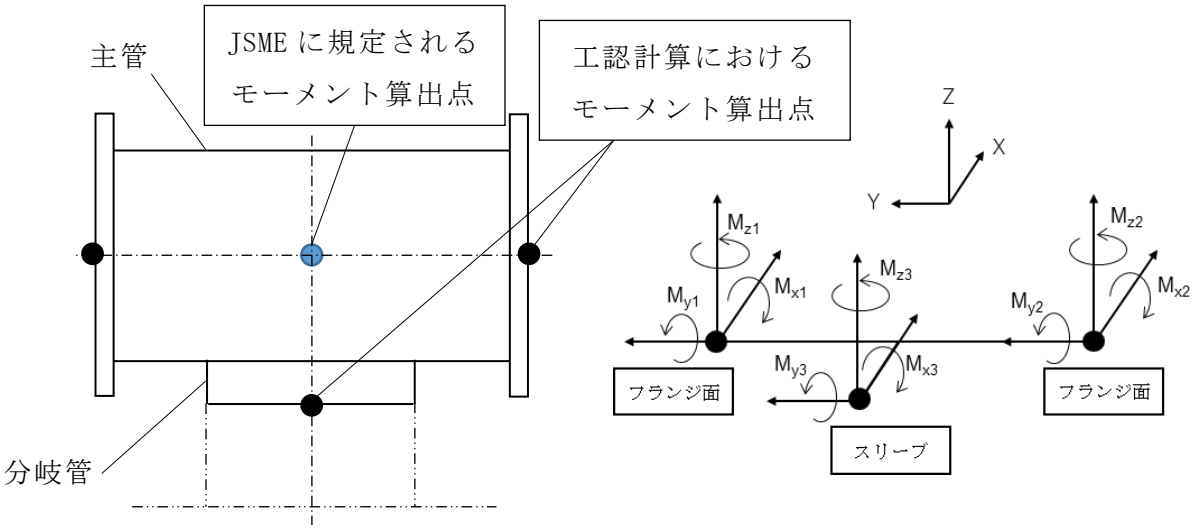


図 4－1　ティーのモーメント算出点

工認計算においては設計・建設規格 解説 PPC-3520 の考え方に基づき，以下のとおり合成したモーメントを用いている。ここで，$M_{ir(i=x,y,z)}$は M_{i1} と M_{i2} の絶対値の小さい方をとる。

分岐管の合成モーメント $M_b = \sqrt{{M_{x3}}^2 + {M_{y3}}^2 + {M_{z3}}^2}$

主管の合成モーメント $M_r = \sqrt{{M_{xr}}^2 + {M_{yr}}^2 + {M_{zr}}^2}$

フランジ面及びスリーブに作用するモーメントを用いることについて，以下の観点から評価結果は保守性を有していると考える。

- 交点の主管のモーメントはフランジ面と比べて大きくなるが，交点の分岐管のモーメントはスリーブにおけるモーメントと比べて小さくなる。
- モーメントの符号は考慮せず，保守的に主管両端のモーメントを異符号として扱い計算している。
- 各設計荷重について，余裕を見込んだ荷重設定をしている。

なお，確認計算として主管と分岐管の交点のモーメントを用いた場合の評価を実施しており，表 4－1 に示すとおり，工認計算結果が保守性を有していることを確認した。

表 4－1(1)　ティー部の評価に用いる主管と分岐管のモーメント

荷重	残留熱除去系			
	確認計算*		工認計算	
	主管 [N･mm]	分岐管 [N･mm]	主管 [N･mm]	分岐管 [N･mm]
死荷重				
異物荷重				
差圧				
ＳＲＶ荷重				
プールスウェル（気泡形成）				
蒸気凝縮（ＣＯ）				
チャギング（ＣＨ）				
Ｓｄ*地震荷重				
Ｓｓ地震荷重				
異物Ｓｄ*地震荷重				
異物Ｓｓ地震荷重				

注記＊：主管と分岐管の交点のモーメントを用いた場合の評価

表 4－1(2)　ティー部の評価結果

許容応力状態	残留熱除去系			
	確認計算*		工認計算	
	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
$Ⅲ_AS$	38	169	47	169
$Ⅳ_AS$	54	395	69	395
$Ⅴ_AS$	51	373	69	373
Ⅴ(S)	116	204	117	204

注記＊：主管と分岐管の交点のモーメントを用いた場合の評価

(5) コネクタの応力係数について

クラス 2 配管であるコネクタの解析における一般要求事項は，設計・建設規格 PPC-3511 に基づき，「応力係数 B は PPB-3810 の規定に基づいて定められた値を用いる」とある一方で，PPB-3810 には曲げ管および突合せ溶接式エルボに関する記載はあるが，コネクタに相当するエビ管の応力係数に関して記載がない。

しかしながら，ASME Section Ⅲ Division 1 Table NC-3673.2(b)-1（図 5－1 参照）において，エビ管は曲げ管および突合せ溶接式エルボと同じ評価式を用いていること，また，設計・建設規格 解説 PPB-3810 にて「文献等（ASME B&PV Code Section Ⅲを含む）に記載されている係数であって，適切と認められるもの」は応力係数として用いてよい旨が示されていることから，コネクタに設計・建設規格(PPB-4.20)式に規定される曲げ管および突合せ溶接式エルボの応力係数を適用している。

図 5－1　ASME Section Ⅲ Division 1 Table NC-3673.2(b)-1

11. 高圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書に関する補足説明資料

高圧代替注水系ポンプの加振試験について

1．試験概要

高圧代替注水系ポンプは横形のポンプであるが，原動機であるタービンと一体構造となっており，ＪＥＡＧ４６０１における適用形式が異なることから，機能確認済加速度を用いた評価とすることができない。そのため，機能確認済加速度を設定することを目的とし，[redacted]を用いて柏崎刈羽原子力発電所第7号機向けのポンプと同型式のポンプの加振試験を実施した。本ポンプはタービンと一体構造であるため，ガバナ等の付属品を含む形で試験を実施した。ポンプ断面イメージ図を図 1-1 に示す。試験方法としては振動特性把握試験を実施し，固有振動数を求め，剛構造であることを確認した後，機器の据付位置における機能維持評価用加速度を包絡する加振波で加振試験を実施した。また，加振試験に加え，試験前後の性能比較及び試験後に機器毎の部品に分解し，目視検査を実施することで健全性を確認している。振動試験装置外観を図 1-2，加振台仕様を表 1-1 に示す。また，試験体と実機の主な仕様の比較を表 1-2 に示す。

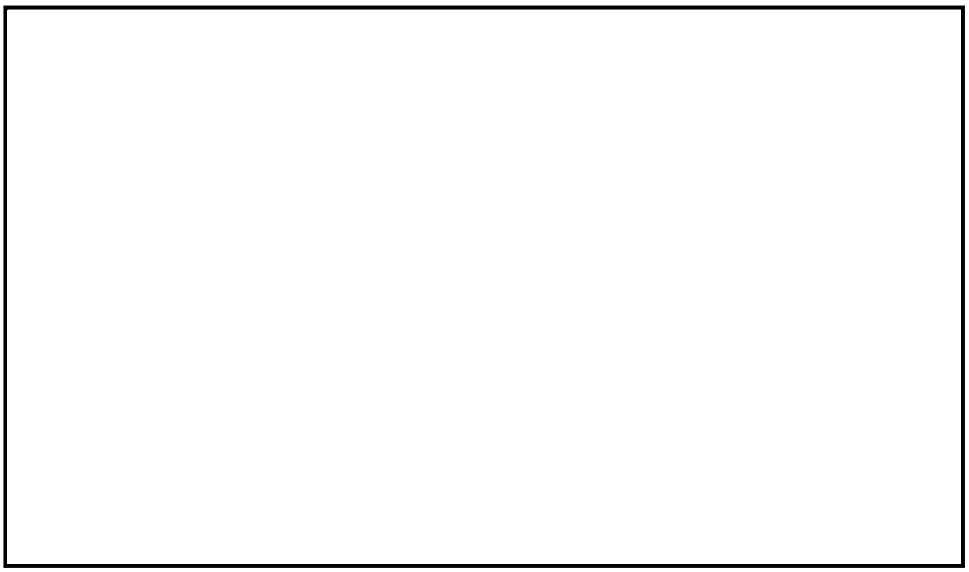


図 1-1　ポンプ断面イメージ図

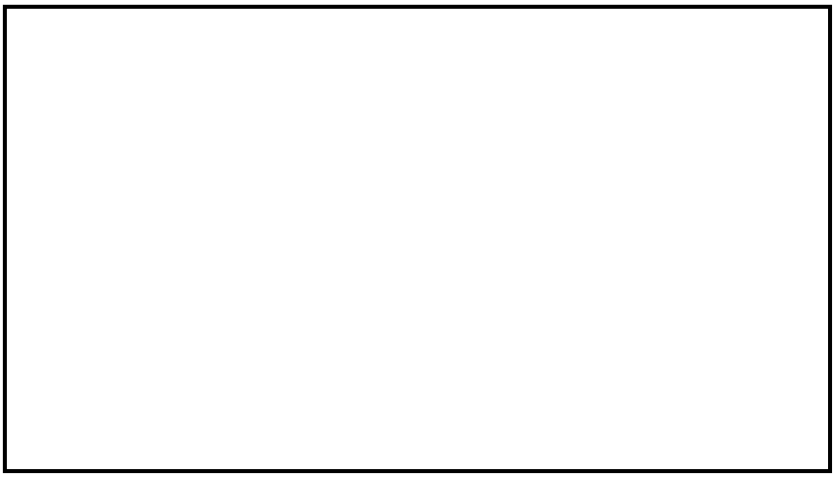


図 1-2　振動試験装置外観

表 1-1　加振台仕様

寸法		
最大積載量		
運転周波数帯域		
最大加速度 (10t 搭載時)	水平	1.6×9.8 m/s^2
	鉛直	1.2×9.8 m/s^2

表 1-2　高圧代替注水系ポンプの主な仕様の比較

仕様		試験体	実機
外形寸法		1430mm（長さ） 940mm（幅） 1295mm（高さ）	同左
重量		3650kg（公称値）	同左
ポンプ	種類	ターボ形	同左
	容量	136m^3/h	182m^3/h
原動機	種類	背圧式蒸気タービン	同左
	出力	553kW	740kW

2. 振動特性把握試験

2.1　試験方法

ポンプに 3 軸加速度計を取付け，加振波として　　までの範囲でランダム波を使用した各軸単独加振を実施し，3 軸それぞれについて応答加速度から周波数応答関数を得て，固有周期について求める。計測センサー取付位置を図 2-1，図 2-2 に示す。

図 2-1　計測センサー取付位置（その 1）

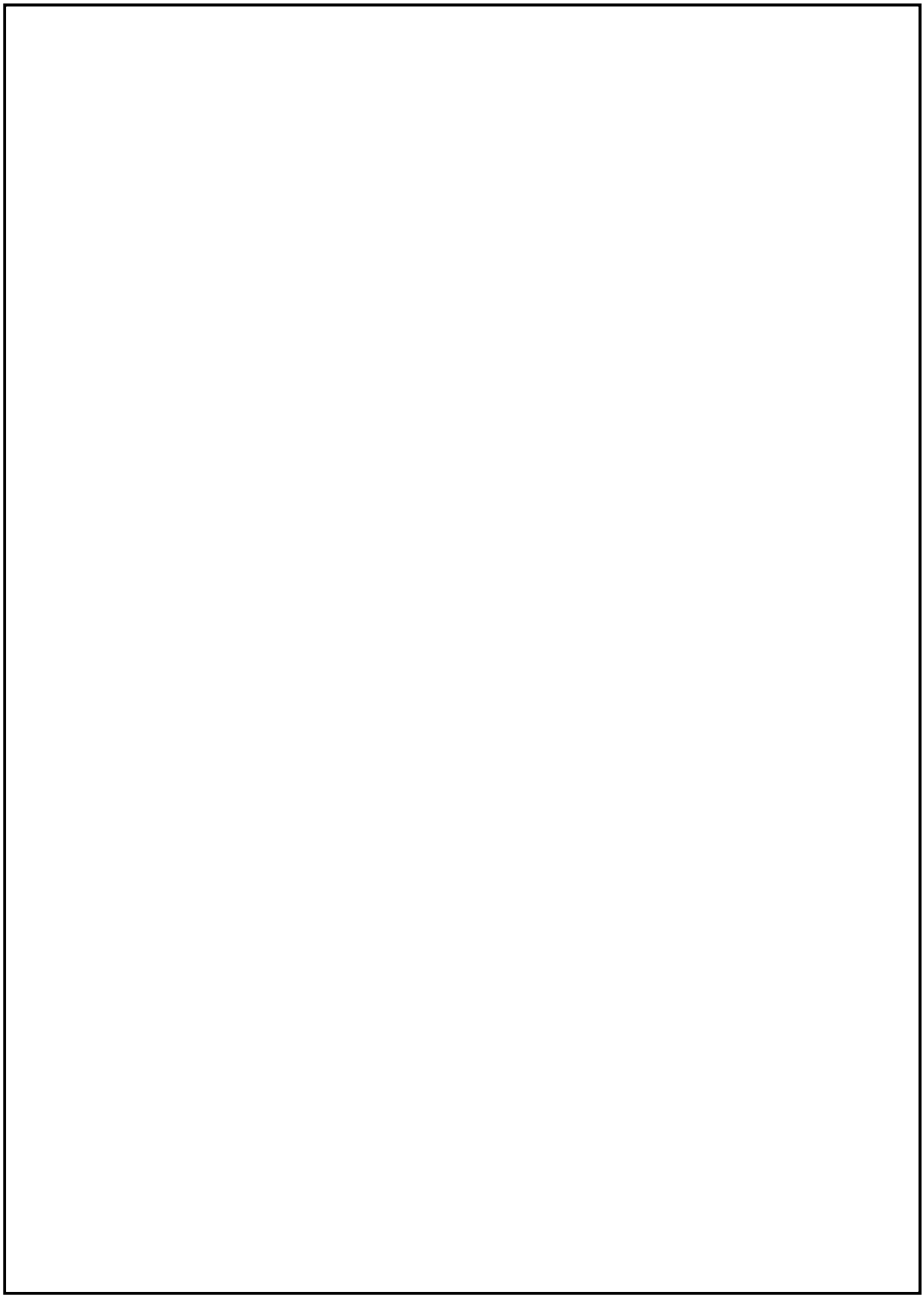
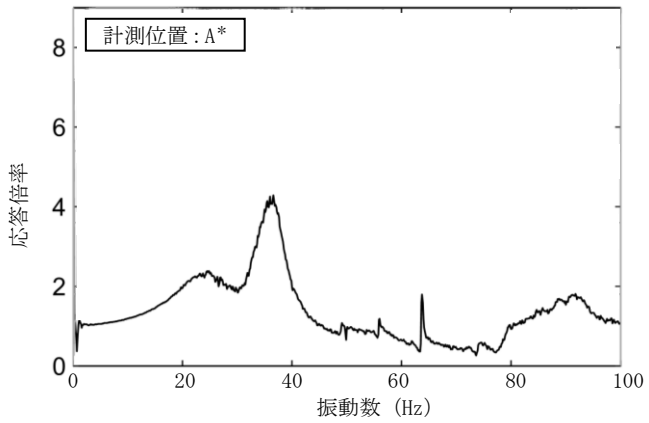


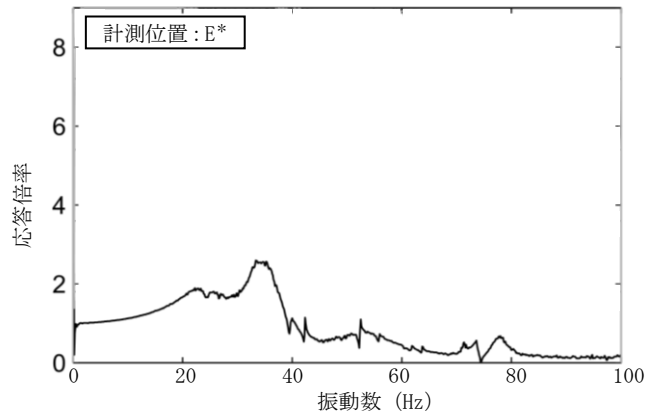
図 2-2　計測センサー取付位置（その 2）

2.2　試験結果

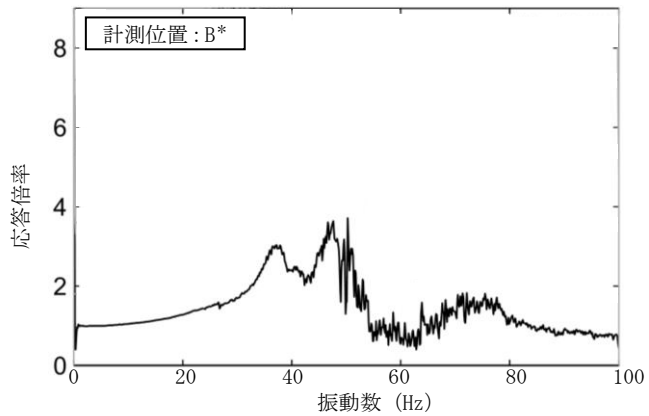
試験により得られた周波数応答関数を図 2-3 に，各軸方向の固有周期を表 2-1 に示す。各軸方向について剛構造と見なせる固有周期 0.05 秒を十分に下回る結果が得られた。



a．水平 X 方向



b．水平 Y 方向



c．鉛直 Z 方向

注記＊：各計測位置のうち，応答が卓越しているものを代表で記載。

図 2-3　周波数応答関数

表 2-1　各軸方向での固有周期

方向	固有周期(s)	固有振動数(Hz)
X		
Y		
Z		

3. 加振試験

3.1　試験方法

「2.2　試験結果」で示しているように，機器の固有周期は 0.05 秒を下回っており，剛構造と見なせることから,機器据付位置における機能維持評価用加速度を包絡するような加振波を生成し，加振試験を実施する。加振波は水平（前後）＋水平（左右）＋鉛直方向を加振方向として，次のように生成される。

・機器据付位置における設計用床応答曲線と等価な試験用床応答曲線を設定し，ランダム波を作成する。

・作成されたランダム波を入力とした加振台の時刻歴加速度波形から床応答曲線に変換し，試験用床応答曲線と比較する。

・ここで加振台での床応答曲線が試験用床応答曲線を満足する場合，これを最終的な入力加振波とする。満足していない場合，ランダム波を補正し，再度確認するプロセスを繰り返して試験用床応答曲線を満足する入力加振波を作成する。

加振試験における試験条件を表 3-1 に，加振波を図 3-1 に示す。

表 3-1　加振試験条件

項目	試験条件
加振地震波	ランダム波
加振方向	水平 2 方向＋鉛直方向の 3 軸同時加振試験
運転状態	停止中加振（満水状態）
取付状態	振動台上に設置された台板にボルトにて取り付け
試験回数	1 回

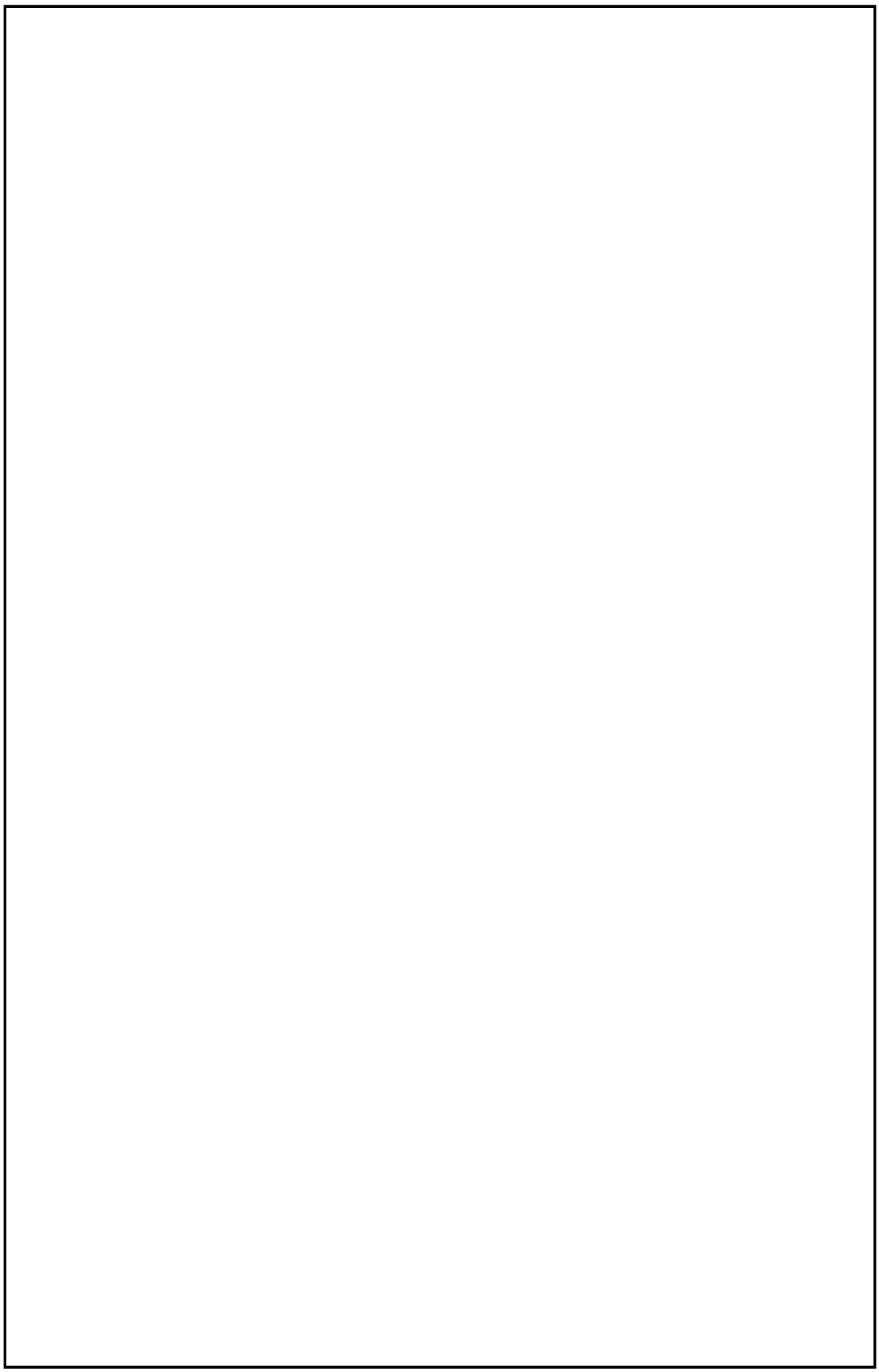


図 3-1　加振試験に用いた加振波（振動台上での計測データ）の加速度時刻歴波形

3.2　試験結果

加振中及び加振後に，以下の項目について確認し，異常のないことをもって，本試験における加振台での最大加速度を整数位で切り捨てた値を機能確認済加速度とした。

図 3-2 に設計用床応答曲線及び加振台床応答曲線を示す。なお，振動台の影響により 50Hz 近傍にピークが生じている。

また，加振試験前後の動作試験結果を図 3-3 に示す。

(1)　加振台への時刻歴入力の最大加速度が機器据付位置における機能維持評価用加速度以上であること。(表 3-2 参照)

(2)　漏えいのないこと。

(3)　構造上損傷のないこと。

(4)　加振中にガバナが□以上変位しないこと。

(5)　トリップ装置が誤作動しないこと。

(6)　加振試験前後に動作試験を実施し，機器の健全性及び動作に異常のないこと。

a.　高圧及び低圧時における定格流量点で設計揚程の□の範囲にあること。

b.　高圧時による性能試験で，必要揚程を下回らないこと。

c.　高圧時による性能試験で，設定締切揚程を上回らないこと。

d.　正常にトリップ機能が動作すること。

e.　漏えいのないこと。

(7)　加振試験後に機器毎の部品に分解し，外観の目視点検により損傷のないこと。

表 3-2　機能維持評価用加速度と試験時の時刻歴最大加速度との比較

(×9.8 m/s^2)

方向	機能維持評価用加速度	機能確認済加速度	加振台加振試験時 最大加速度
X	1.08	□	□
Y	1.08		
Z	1.06		

3.3　まとめ

加振試験で水平方向は□×9.8 m/s^2，鉛直方向は□×9.8 m/s^{2}まで問題ないことを確認した。また，加振試験後の点検で損傷が無いこと及び性能試験において機器の健全性並びに動作性に異常が無いこと（図 3-3 参照）を確認し，高圧代替注水系ポンプの動的機能が維持されることを確認した。

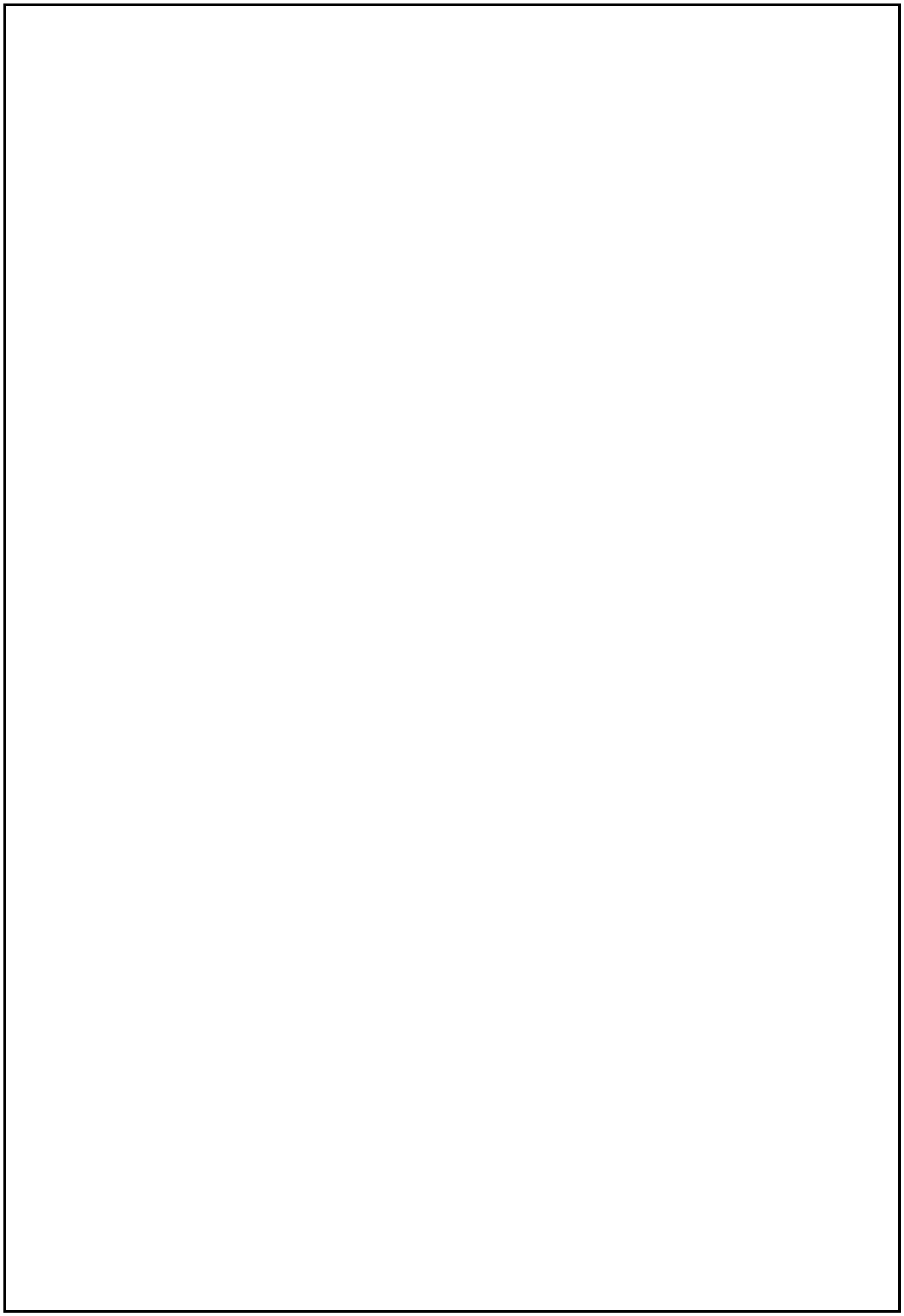


図 3-2　設計用床応答曲線と加振台床応答曲線との比較

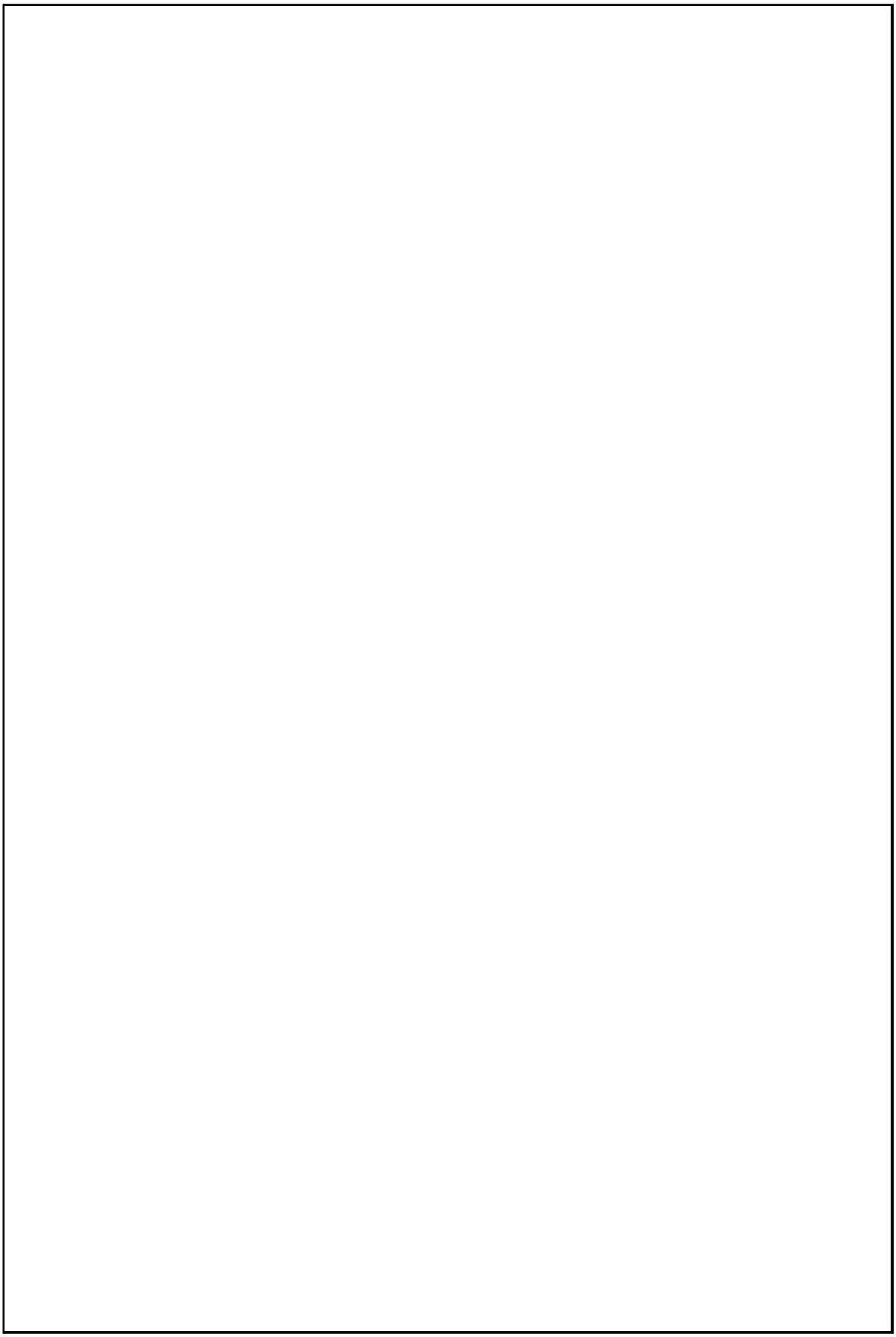


図 3-3(1)　加振試験前の動作試験結果

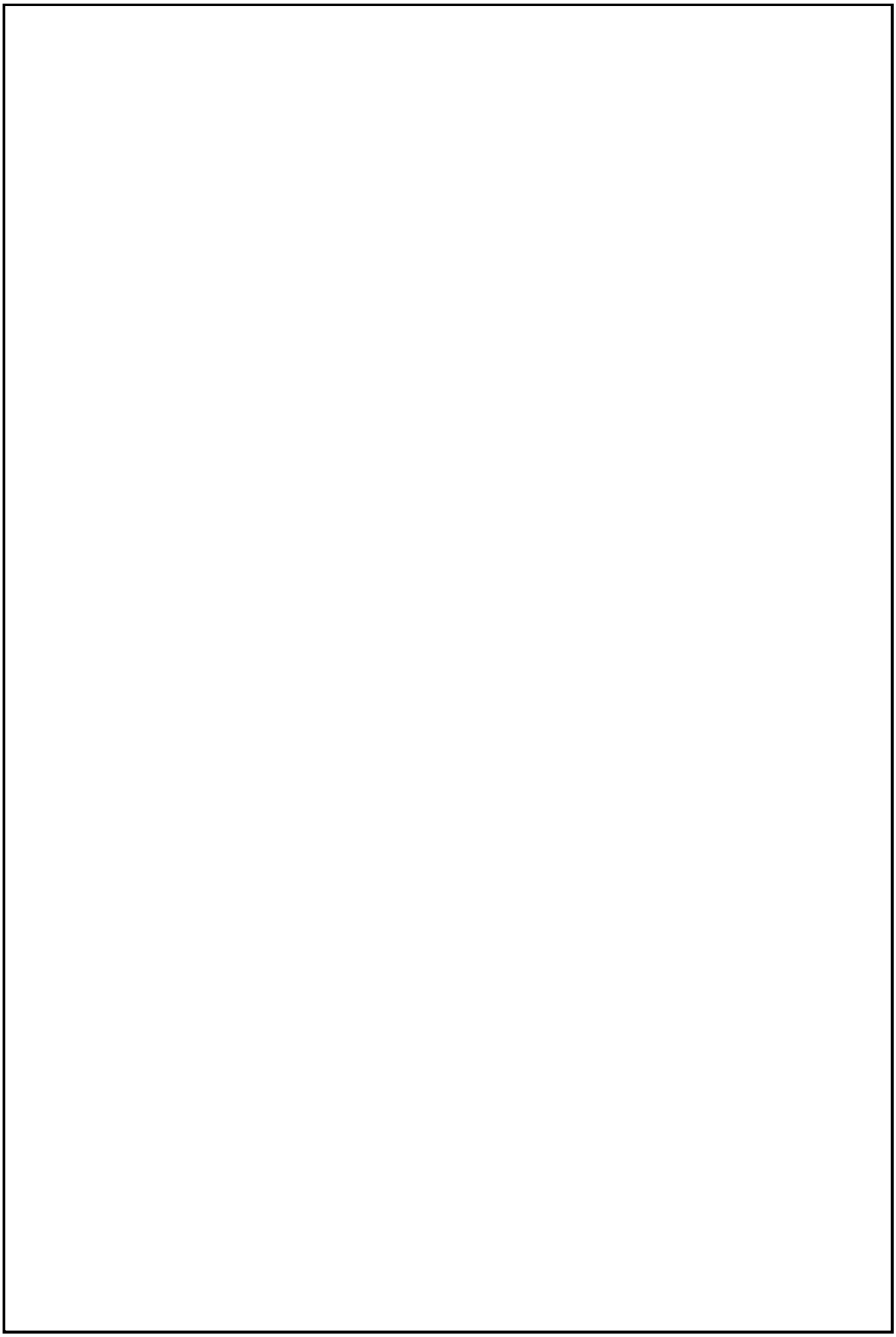


図 3-3(2)　加振試験後の動作試験結果

12.　制御棒の挿入性評価について

目　次

1.　はじめに ····· 1
2.　制御棒挿入性評価について ····· 2
3.　鉛直地震動の影響について ····· 4
3.1　既往研究の制御棒挿入性の整理 ····· 4
3.2　鉛直地震動の影響評価 ····· 5
3.2.1 制御棒に作用する荷重 ····· 5
3.2.2 燃料集合体の浮上り ····· 10
4.　まとめ ····· 14

1. はじめに

制御棒挿入性への鉛直方向加速度の影響については，社団法人日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会「水平・上下地震動に対する機器の機能維持評価法の検討に関する調査報告書」（以下「耐専報告書」という。）並びに独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その２（ＢＷＲ制御棒挿入性）に係る報告書」（以下「機器耐力その２報告書」という。）及び「原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その３（総合評価）に係る報告書」（以下「機器耐力その３報告書」という。）にて整理されている。柏崎刈羽原子力発電所第７号機における鉛直方向加速度による制御棒挿入性の影響評価について，既往検討成果に基づき影響評価を実施した。

2.　制御棒挿入性評価について

今回工認における制御棒挿入性評価については，ＪＥＡＧ4601-1991 追補版でのＢＷＲ用制御棒の評価手法を適用する。ＪＥＡＧ4601-1991 追補版の制御棒挿入性の評価手順を図 1 に示す。

制御棒の耐震性についての計算書では，建屋・機器連成系応答解析から得られた燃料集合体の相対変位が，制御棒の挿入試験で得られた燃料集合体の相対変位（約 40mm）以内であることを確認している。柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の制御棒の耐震性についての評価概要を表 1 に示す。

表 1　制御棒の耐震性についての評価概要

燃料集合体相対変位	機能確認済相対変位	鉛直方向震度 （上部格子板位置）
31.6mm*1	約 40mm*2	0.9*1 (0.9*1)

＊1：　Ⅴ-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」の基準地震動Ｓｓにおける地震応答解析結果

＊2：　機能確認済相対変位は，株式会社 東芝にて実施した挿入性試験で取得したもの。燃料集合体の相対変位が約 40mm においても，60%及び 100%ストロークスクラム時間がそれぞれ 1.44 秒及び 2.80 秒以内である。挿入性試験の内容は，Ⅴ-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」に示す。

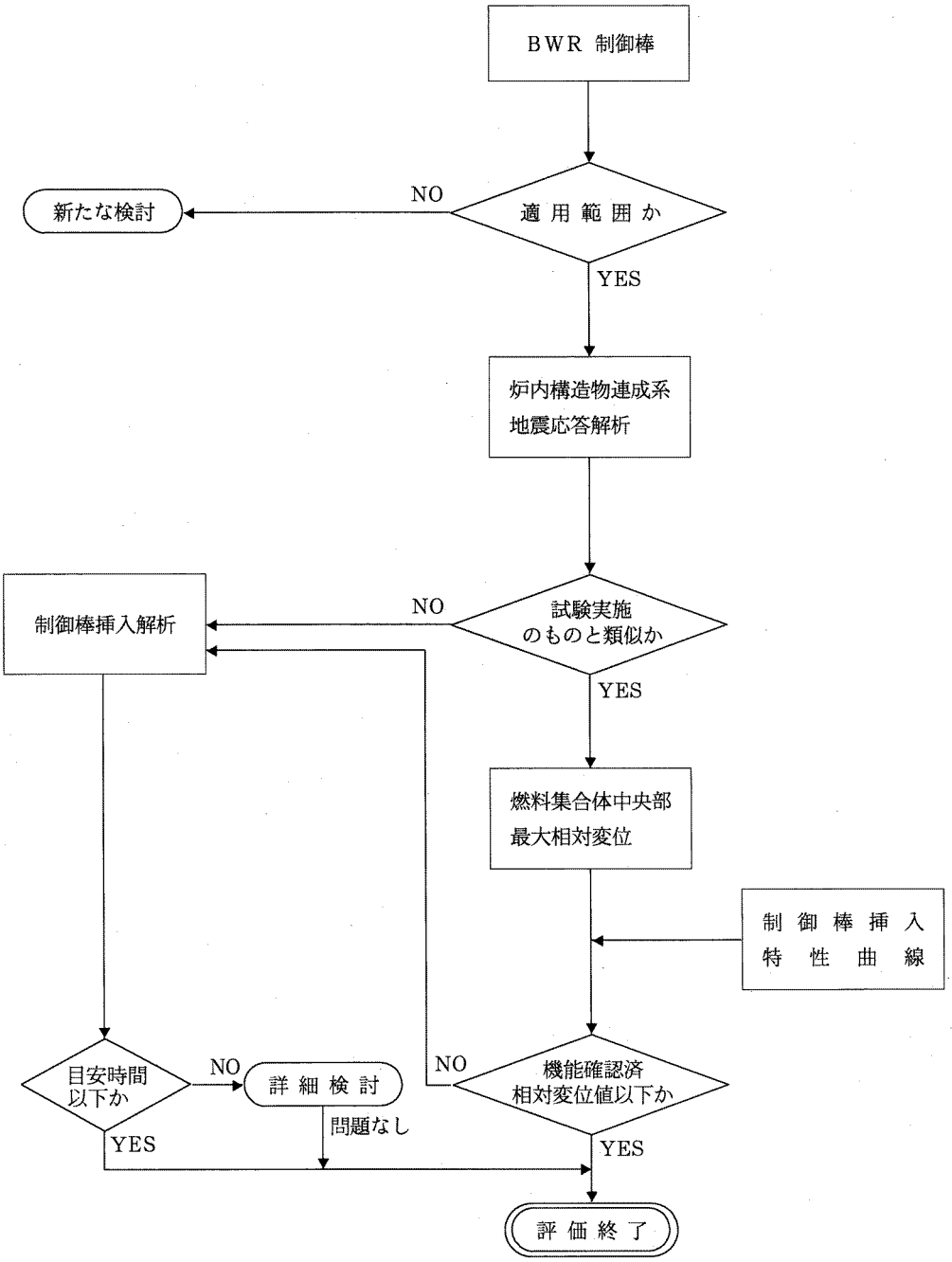


図１　制御棒挿入性の評価手順（ＢＷＲ）（ＪＥＡＧ4601-1991 追補版）

3.　鉛直地震動の影響について

3.1　既往研究の制御棒挿入性の整理

(1)　耐専報告書では，制御棒挿入時に制御棒に作用する挿入力とその他作用力を算出し，その大小関係と方向から上下地震動に対する影響を評価し，1.0×9.8m/s^{2}に対して影響は小さく無視できるとしている。なお，ここでは，水平地震力による燃料中央部のたわみ変位は 34mm である。

(2)　機器耐力その２報告書では，1.0×9.8m/s^{2}以上の上下方向加速度が燃料集合体に作用する場合には，燃料集合体が浮上る可能性があることから，制御棒挿入性への影響として，制御棒の挿入現象・挿入時間及び燃料集合体の浮上りについて検討し，解析による制御棒挿入時間の評価及び 2.0×9.8m/s^{2}が作用し，仮に燃料集合体に浮上りが生じた場合でも，燃料支持金具から離脱することはないとしている。

(3)　機器耐力その３報告書では，上下地震動として最大加速度 2.0×9.8m/s^{2}に対する検討を実施し，上下地震動による制御棒挿入性への影響はきわめて小さいとしている。

3.2　鉛直地震動の影響評価

制御棒挿入性に対する鉛直方向加速度による影響については，次の項目について評価する。

① 制御棒に作用する荷重

② 燃料集合体の浮上り

3.2.1 制御棒に作用する荷重

(1) 評価方針

耐専報告書における影響評価と同様に制御棒挿入時に制御棒に作用する荷重を静的荷重と扱い，また各荷重の作用方法は安全側の評価となるように設定する。ここで設定した条件において制御棒に作用する上下方向の荷重から，鉛直方向加速度が制御棒挿入性に与える影響を評価する。表 2 に影響評価で考慮する荷重と設定方針を示す。

表 2　制御棒挿入性影響評価で考慮する荷重と設定方針

No.	制御棒に作用する荷重の種類	設定方法
1	制御棒自重	下向きに働く力として設定
2	制御棒駆動機構の挿入圧及び炉圧	定格炉圧，定格 HCU アキュムレータチャージ圧時のスクラムでの挿入力として設定
3	炉水による浮力	制御棒に生じる浮力を制御棒の体積に基づき設定
4	上下地震力による抗力	炉心支持板位置の鉛直方向加速度から下向きに作用する力として設定
5	水平地震力による抗力	機器耐力その２報告書を基に設定した水平抗力に，摩擦係数，及び報告書で用いられた制御棒と柏崎刈羽原子力発電所第７号機用制御棒の剛性の差を考慮し設定

(2) 評価結果

表 2 の設定方針により算出した制御棒に作用する各鉛直方向荷重を表 3 及び図 3 に示す。制御棒挿入機構の挿入力が主体の上向きの力は[redacted]である。一方，自重や鉛直地震動による下向きの力は[redacted]である。よって，方向性を考慮した荷重の総和は上向きの力が[redacted]上回っている。

表 3　制御棒挿入性影響評価で考慮する荷重と算出根拠

No.	制御棒に作用する荷重の種類	荷重（N）＊1	算出根拠
1	制御棒自重	[redacted]	〔柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機〕 制御棒質量：[redacted]
2	制御棒駆動機構の挿入圧及び炉圧	[redacted]	〔柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機〕 定格炉圧，定格 HCU アキュームレータチャージ圧時のスクラム挿入力
3	炉水による浮力	[redacted]	〔柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機〕 制御棒体積に炉水密度を考慮
4	上下地震力による抗力 （別紙参照）	－ 1029	〔柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機〕 鉛直方向加速度 0.9×9.8m/s^2 が制御棒及び制御棒駆動機構部に作用するとして算定
5	水平地震力による抗力（摩擦力）	－ 3000	〔柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機〕 機器耐力その 2 報告書を基に設定した，相対変位[redacted]（柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の最大相対変位を包絡）における水平抗力[redacted]に，摩擦係数[redacted]制御棒の剛性（断面二次モーメント）比[redacted]倍を乗じる
作用力の合計		[redacted]	－

＊１：　荷重の方向を，上向き＋，下向きーとした。

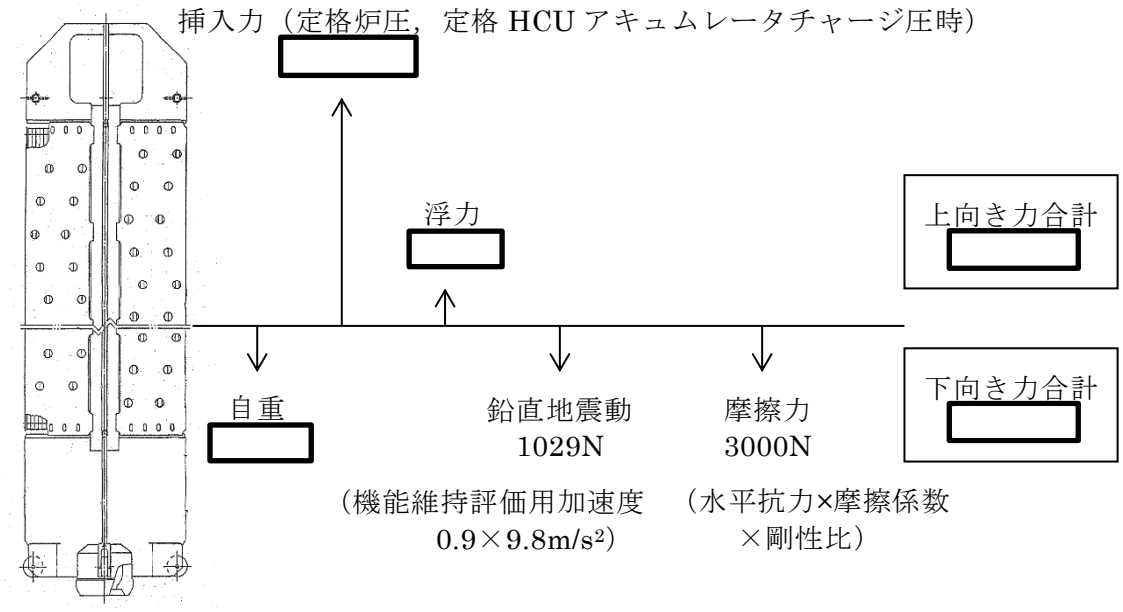


図 3　制御棒に作用する鉛直方向荷重

別 紙

〔上下地震動による抗力で生じるスクラム時間遅れ〕

(1) 評価方針

鉛直地震力による抗力でスクラム時間に遅れが生じることから，燃料のたわみ変位によって生じる下向き抗力とスクラム遅れ時間との相関を仮定し，整理する。

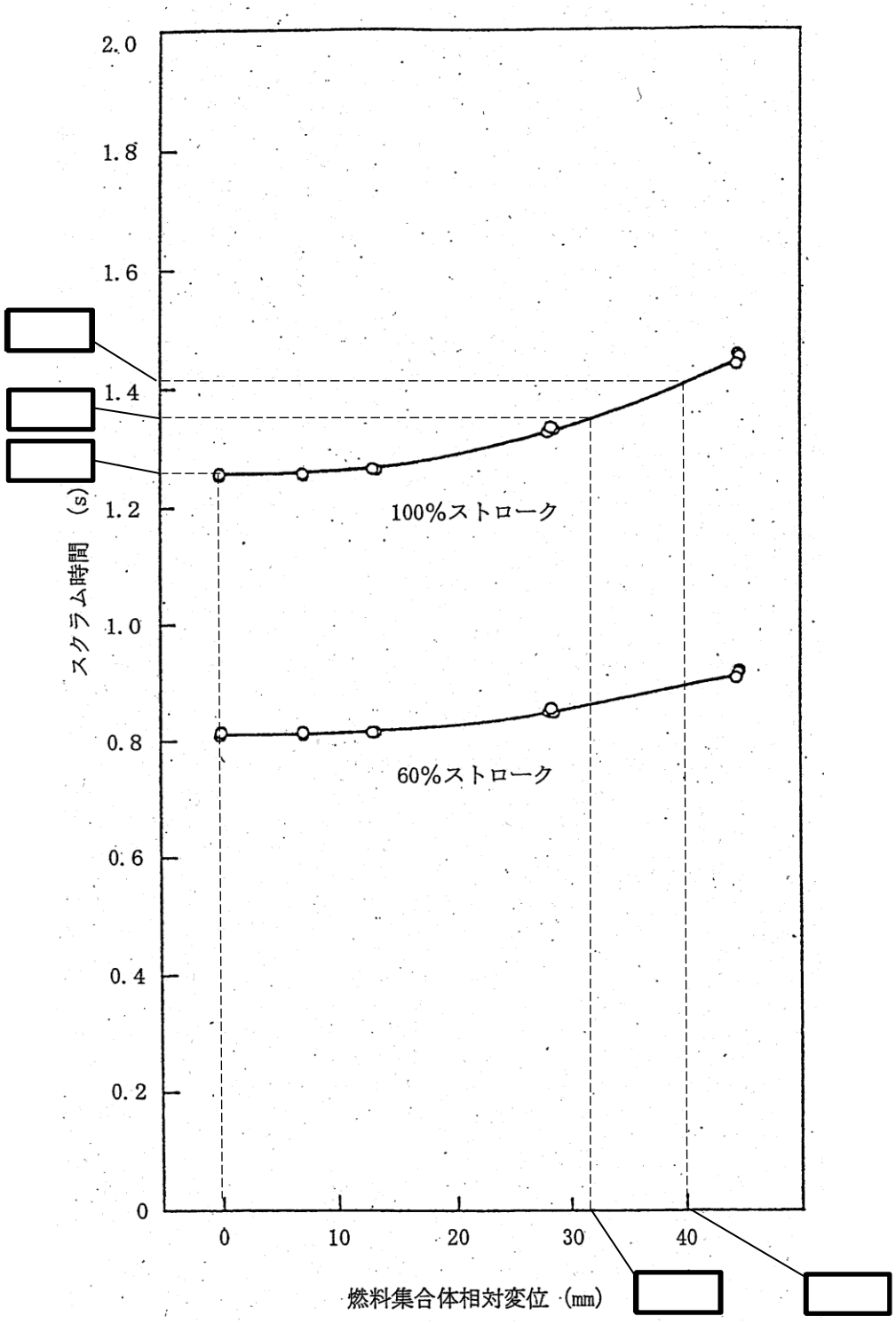
(2) 評価結果

Ⅴ-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」の「図 4－3　燃料集合体相対変位のスクラム時間に及ぼす影響」（別図 1 参照）によると，非加振時のスクラム時間は約[　]秒であるのに対し，相対変位 40mm におけるスクラム時間は約[　]秒であり，スクラム時間は[　]秒増加している。一方，「表 3　制御棒挿入性影響評価で考慮する荷重と算出根拠」より，相対変位 40mm での抗力（摩擦力）を保守的に 3000N とすると，制御棒挿入に対する抗力（摩擦力）3000N が常時下向きに作用する場合，スクラム時間は[　]秒増加すると推定できる。

次に，「表 3　制御棒挿入性影響評価で考慮する荷重と算出根拠」より鉛直方向加速度 0.9×9.8m/s^2 作用時には抗力 1029N が生じることから，この時のスクラム時間の遅れは，摩擦力と時間遅れが比例するとして[　]×(1029/3000)＝[　]（秒）となる。

柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の相対変位[　]mm に対するスクラム時間（100%ストローク）は，別図 1 より約[　]秒であることから，鉛直地震力による影響を考慮したスクラム時間は[　]（秒）となる。これは，100%ストロークスクラムの目安時間 2.8 秒以内である。

別 紙



別図１　燃料集合体相対変位のスクラム時間に及ぼす影響

（Ⅴ-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」に加筆）

3.2.2 燃料集合体の浮上り

(1) 評価方針

制御棒上部は，スクラム開始前の初期状態においても燃料集合体間に挿入されており，仮に上下地震動による浮上りが生じた場合でも燃料集合体下部の水平方向の移動は制御棒により拘束されるため，制御棒挿入が不可能になることはないと考えられる。

本項では，機器耐力その２報告書を基に，仮に上下地震動により燃料集合体に浮上りが生じた場合として，次の 2 ケースについて検討する。

① 上下地震動による燃料集合体の浮上り

② 水平及び上下地震動による燃料集合体の浮上り

(2) 評価結果

a. 上下地震動による燃料集合体の浮上り

機器耐力その２報告書では，上下地震動による燃料集合体の燃料支持金具からの浮上り量について，1 自由度 1 質点の簡易解析モデルに正弦波を入力する解析により検討している。モデルを図 4 に，解析結果を図 5 に示す。浮上り量の最大は，入力加速度[　　]振動数 5Hz の場合で浮上り量は[　]となっている。

柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の鉛直方向震度は 0.9×9.8m/s^2 であり，機器耐力その２報告書の解析結果における 1.5×9.8m/s^2 での浮上り量 37mm を超えることはなく，浮上り量は燃料支持金具設置深さ[　]より小さい。

図 4　燃料集合体の浮上り量解析モデルの概略図（機器耐力その２報告書）

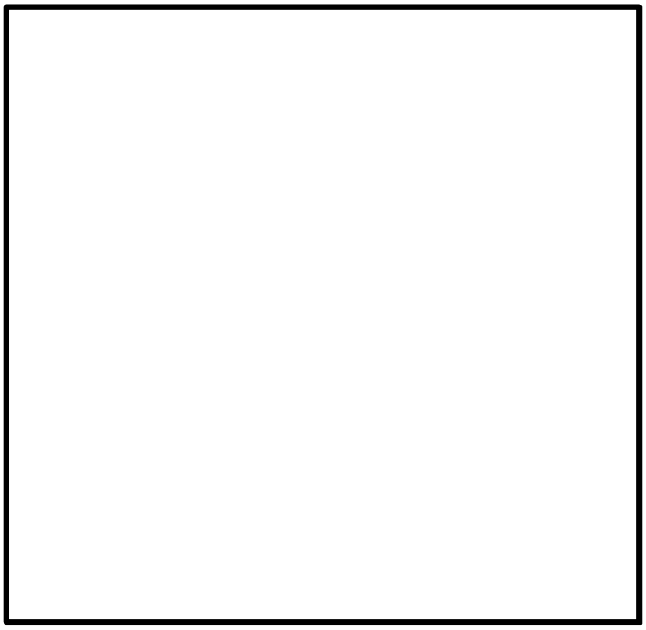


図 5　浮上り量解析結果（正弦波）（機器耐力その２報告書）

b．水平及び上下地震動による燃料集合体の浮上り

機器耐力その２報告書では，上下方向に加えて水平方向の地震力を考慮し，燃料集合体が燃料支持金具から離脱する可能性について検討している。燃料集合体が上下地震動により浮上り，水平地震動の加速度により燃料支持金具の面に沿って上方向に移動する事象を考えている。概要図を図 6 に示す。

図 6 の条件において力学的検討を行い，上下地震動によって燃料集合体が浮上った状態で水平方向の地震動の影響を受けた場合の水平動による上方向の移動量を求めている。実プラントの基準地震動条件での検討では，移動量評価条件は表 4 に示すとおりで，機器耐力その２報告書において水平動に対する評価結果では，上下動が 1.5×9.8m/s^2 のときの水平動による上方向の移動量は 1.1mm，2.0×9.8m/s^2 のときの移動量は 1.3mm となっている。結果として，水平及び上下地震動による上方向の移動量は，上下動が 1.5×9.8m/s^2 のときは［　　］＋1.1mm＝［　　］上下動が 2.0×9.8m/s^2 のときは［　　］＋1.3mm＝［　　］となり，上下地震動に加え水平地震動を考慮した場合でも，燃料支持金具設置深さ［　　］に対し十分小さい値となることが確認されている。

［　　］

図 6　水平・上下方向の地震動による浮上り検討概要図（機器耐力その２報告書）

表 4　2.0×9.8m/s^2 及び 1.5×9.8m/s^2 のときの移動量評価条件（機器耐力その２報告書）

次に柏崎刈羽原子力発電所第７号機の基準地震動条件での移動量評価条件を整理し，機器耐力その２報告書の移動量評価条件と対比して，表 5 に示す。機器耐力その２報告書の検討条件に対し，柏崎刈羽原子力発電所第７号機の基準地震動Ｓｓの条件の方が，燃料集合体下端の加速度最大値及びせん断力最大値ともに小さい。このため，水平及び上下地震動による上方向の移動量は，機器耐力その２報告書で算出された 6.9mm（1.5×9.8m/s^2 の場合）より小さくなり，浮上りによる燃料支持金具からの離脱の影響はないと考える。

なお，燃料集合体の浮上りに伴い，一時的に燃料集合体と燃料支持金具の間の流量が増加し，燃料集合体内の流量低下が生じる可能性があるが，浮上り量も小さく，浮上り継続時間も短時間であることから，燃料集合体の冷却が著しく損なわれることはないと考える。

表 5　柏崎刈羽原子力発電所第７号機の移動量評価条件（機器耐力その２報告書と対比）

	上下地震動 最大加速度 (m/s^2)	燃料集合体下端 加速度最大値 （水平方向） (m/s^2)	燃料集合体下端 せん断力最大値 （水平方向）（N）
機器耐力その２ 報告書			
柏崎刈羽原子力 発電所第７号機	0.9×9.8	0.99×9.8	3.30×10^6

4. まとめ

鉛直地震動が作用した場合を想定し，制御棒に作用する荷重，燃料集合体の浮上りについて影響を検討した。

まず，制御棒に作用する荷重について，制御棒に作用する上下方向地震力と地震スクラムにより生じるその他作用力との大小関係を評価し，影響を検討した。その結果，交番荷重である鉛直地震動の加速度 0.9×9.8m/s^2 が，仮に常時下向きに作用するとした場合でも，制御棒の上向き挿入力は下向きの力に対して，十分大きくなっている。なお，今回の影響評価では，下記①に示すように保守性を有している。

① 水平地震力による抗力として，機器耐力その２報告書を基に設定した，相対変位 42mm における水平力を使用している。一方，柏崎刈羽原子力発電所第７号機の燃料集合体相対変位は 31.6mm であり，この時の水平地震力による抗力は 42mm での抗力より小さい。

また，鉛直地震動による抗力で生じるスクラム時間の遅れについて，燃料のたわみ変位によって生じる下向き抗力とスクラム遅れ時間との相関を仮定し検討した。その結果，常時下向きの地震力によるスクラム時間の遅れを加算してもスクラム目安時間を超えることはなく，実際には鉛直地震動は交番荷重として作用することから，挿入時間の遅れに対し影響はないと考える。

さらに，燃料集合体に浮上りが生じるとした場合の評価について，機器耐力その２報告書を参照して検討した。燃料支持金具から燃料集合体が離脱する可能性は極めて小さいとしている機器耐力その２報告書における耐震評価条件と，柏崎刈羽原子力発電所第７号機の基準地震動Ｓｓの評価条件を比較し，柏崎刈羽原子力発電所第７号機の耐震評価条件は機器耐力その２報告書の耐震評価条件より小さいことから，燃料集合体の浮上りによる影響はないと考える。

以上のことから，制御棒の挿入性に対する鉛直方向地震による影響は小さく問題ないと考える。

13.　制御棒駆動機構の耐震評価方針について

目 次

1. 制御棒駆動機構の耐震評価の概要 ····· 1
2. 「クラス１耐圧バウンダリ」に対する耐震評価 ····· 1
3. 「スクラム機能」に対する耐震評価 ····· 1
4. 制御棒駆動機構の耐震評価方針 ····· 2

1. 制御棒駆動機構の耐震評価の概要

制御棒駆動機構（以下「ＣＲＤ」という）は，設計基準対象施設においてはＳクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類され，機能要求としては，「クラス１耐圧バウンダリ（ＰＳ－１：原子炉冷却材圧力バウンダリ機能）」と「スクラム機能（ＭＳ－１：原子炉の緊急停止機能）」を有する。「クラス１耐圧バウンダリ」と「スクラム機能」に対するそれぞれの耐震評価方針について，以下に整理する。

2. 「クラス１耐圧バウンダリ」に対する耐震評価

ＣＲＤは，クラス１耐圧バウンダリの機能を有するＣＲＤハウジングに取り付けられる。ＣＲＤのクラス１耐圧バウンダリのうち，最小板厚部となるスプールピース最小断面について，Ⅴ-2-6-3-1「制御棒駆動機構の耐震性についての計算書」で耐震評価を実施している。

3. 「スクラム機能」に対する耐震評価

スクラム機能要求に対する規格基準の要求としては，ＪＥＡＧ４６０１-1987 に示されており，以下記載となっている。

「制御棒及び制御棒駆動装置については，地震時に制御棒が安全上要求される時間内に炉心内に挿入されることをもって，機能維持を確認する。」

当該記載を踏まえ，従来より，地震時に制御棒が安全上要求される時間内に挿入されることを確認することにより，ＣＲＤのスクラム機能維持を確認している。具体的には，制御棒の挿入性試験において，模擬燃料集合体を強制加振させることにより，所定の変位を与え，地震を模擬した状態で制御棒をスクラム挿入させている。Ⅴ-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」において，挿入試験のスクラム時の制御棒挿入時間が安全上要求される規定時間 60％ストローク 1.44 秒以下及び 100％ストローク 2.80 秒以下である燃料集合体の変位 約 40 ㎜を許容変位量とし，柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の地震時における燃料集合体変位が許容変位量 40㎜ 以内であることを確認している。

また，制御棒の挿入性を確認するための試験において，燃料集合体の相対変位に着目して実施していることについては，既工認から同様である。

燃料集合体の相対変位について着目した試験を実施している理由は，燃料集合体は上端を上部格子板，下端を炉心支持板で支持されており，そのスパン長は約 4m となり柔構造であることに対して，その他の挿入経路である制御棒案内管及び制御棒駆動機構は，燃料集合体に比べて構造的に剛であり，地震により生じる変位が燃料集合体に比べて小さいため，制御棒案内管及び制御棒駆動機構における制御棒挿入時の接触による抵抗力は，燃料集合体部分と比べて小さく，地震時において制御棒の挿入経路に与える影響は軽微であるためである。

各構造物の固有周期を表 1 に示す。表 1 に示すとおり振動特性からも燃料集合体が最も固有周期が大きく，地震時に変位が生じ易い構造である。

表 1 各構造物の固有周期

構造物	固有周期[水平方向]（秒）
燃料集合体	0.209
制御棒案内管	0.065
制御棒駆動機構 （制御棒駆動機構ハウジング）	[redacted]

4. 制御棒駆動機構の耐震評価方針

ＣＲＤの機能要求である「クラス１耐圧バウンダリ」及び「スクラム機能」のうち，「クラス１耐圧バウンダリ」は2項のとおりⅤ-2-6-3-1「制御棒駆動機構の耐震性についての計算書」で，「スクラム機能」は3項のとおりⅤ-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」で評価している。