

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-005-09
提出年月日	2022年 10月 25日

VI-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書
(残留熱除去系)

2022年 10月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	7
3. 計算条件	30
3.1 計算方法	30
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	31
3.3 設計条件	36
3.4 材料及び許容応力	79
3.5 設計用地震力	80
4. 解析結果及び評価	81
4.1 固有周期及び設計震度	81
4.2 評価結果	116
4.2.1 管の応力評価結果	116
4.2.2 支持構造物評価結果	120
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	121
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	123

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、残留熱除去系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全26モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。





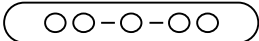
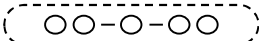

(3) 弁

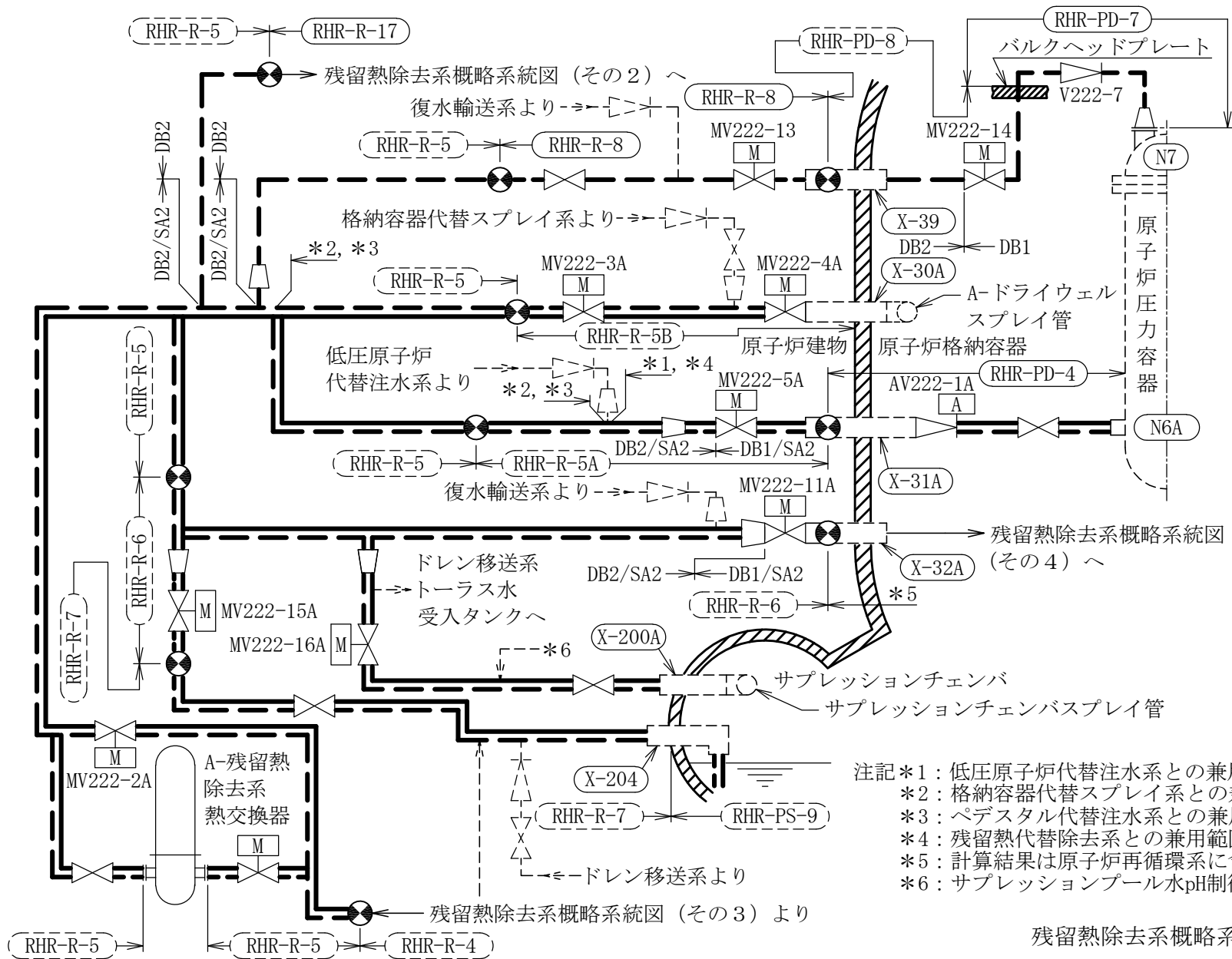
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

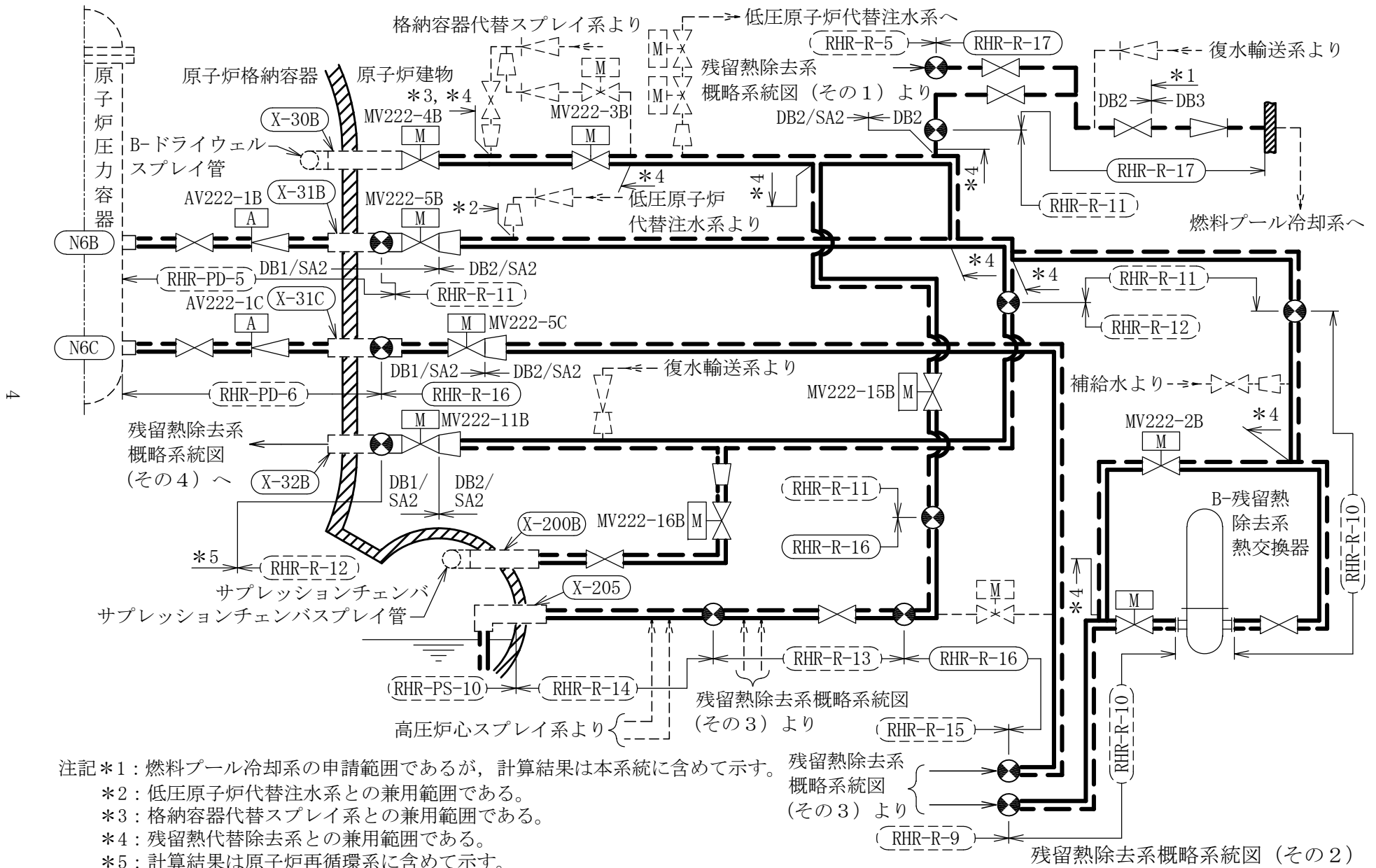
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管 のうち他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管

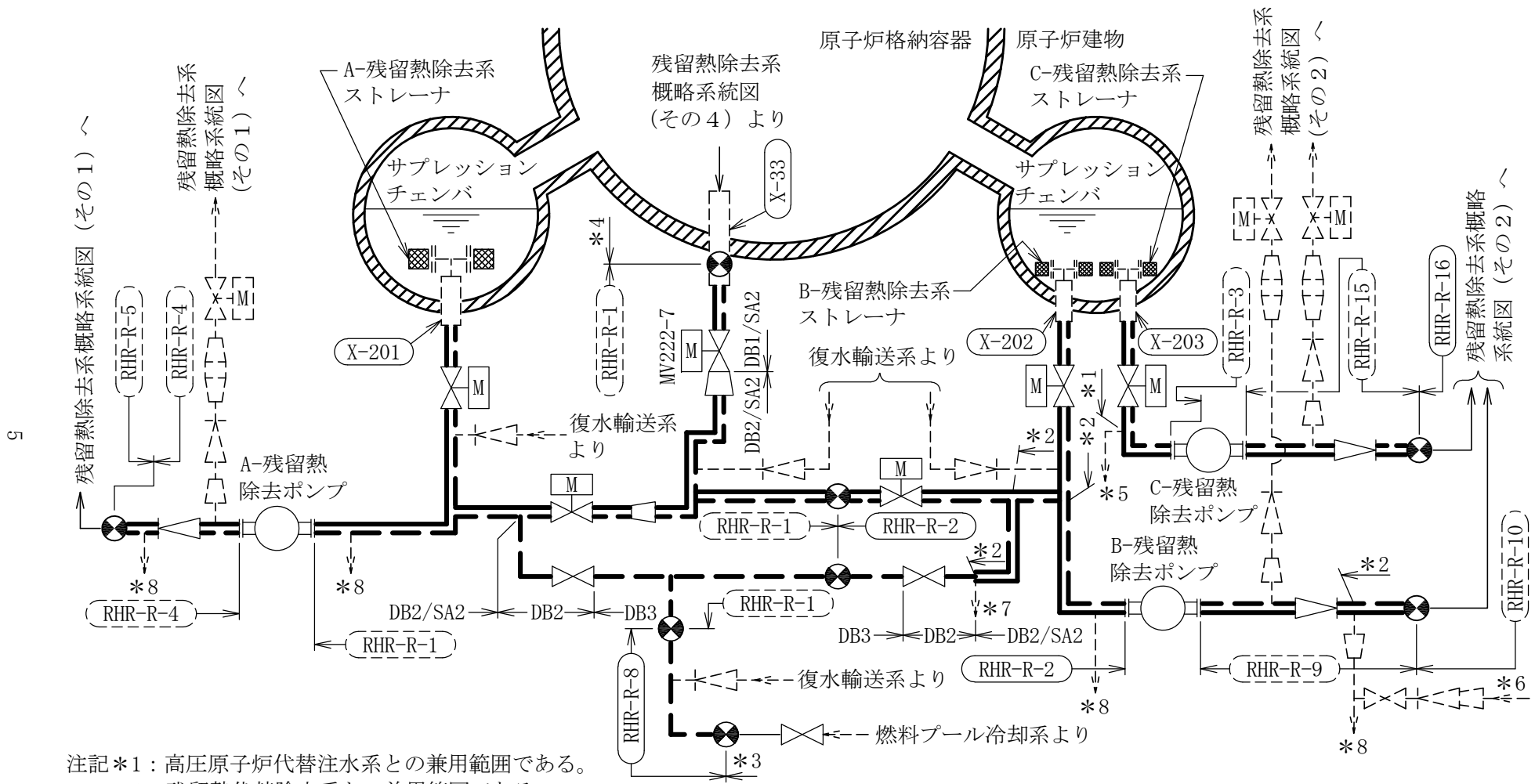


残留熱除去系概略系統図 (その1)



注記*1：燃料プール冷却系の申請範囲であるが、計算結果は本系統に含めて示す。
 *2：低圧原子炉代替注水系との兼用範囲である。
 *3：格納容器代替スプレイ系との兼用範囲である。
 *4：残留熱代替除去系との兼用範囲である。
 *5：計算結果は原子炉再循環系に含めて示す。

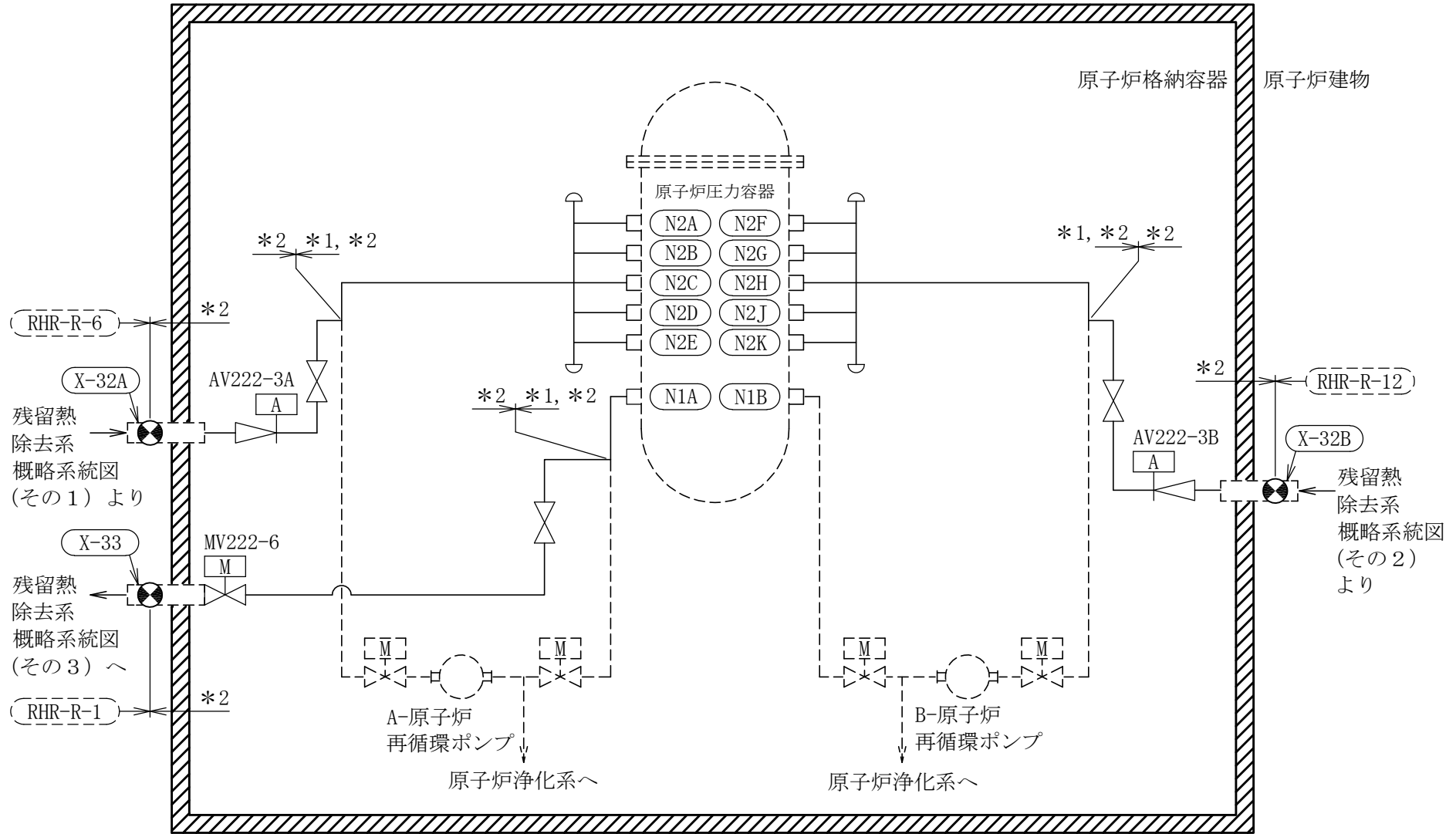
残留熱除去系概略系統図 (その2)
 残留熱除去系概略系統図 (その3) より
 残留熱除去系概略系統図 (その3) より
 残留熱除去系概略系統図 (その4) へ



- 注記 *1 : 高圧原子炉代替注水系との兼用範囲である。
 *2 : 残留熱代替除去系との兼用範囲である。
 *3 : 計算結果は燃料プール冷却系に含めて示す。
 *4 : 計算結果は原子炉再循環系に含めて示す。
 *5 : 高圧原子炉代替注水系へ
 *6 : 残留熱代替除去系より
 *7 : 残留熱代替除去系へ
 *8 : RHRフラッシング用サンプルタンクへ

残留熱除去系概略系統図 (その3)

9




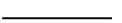
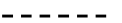


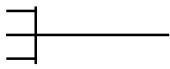
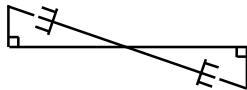
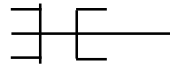
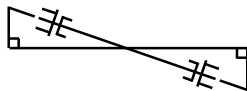

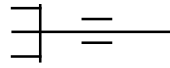
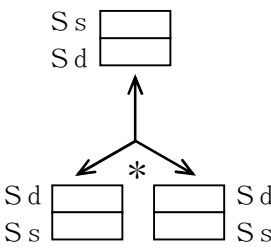
注記*1：原子炉再循環系との兼用範囲である。

*2：計算結果は原子炉再循環系に含めて示す。

残留熱除去系概略系統図 (その4)

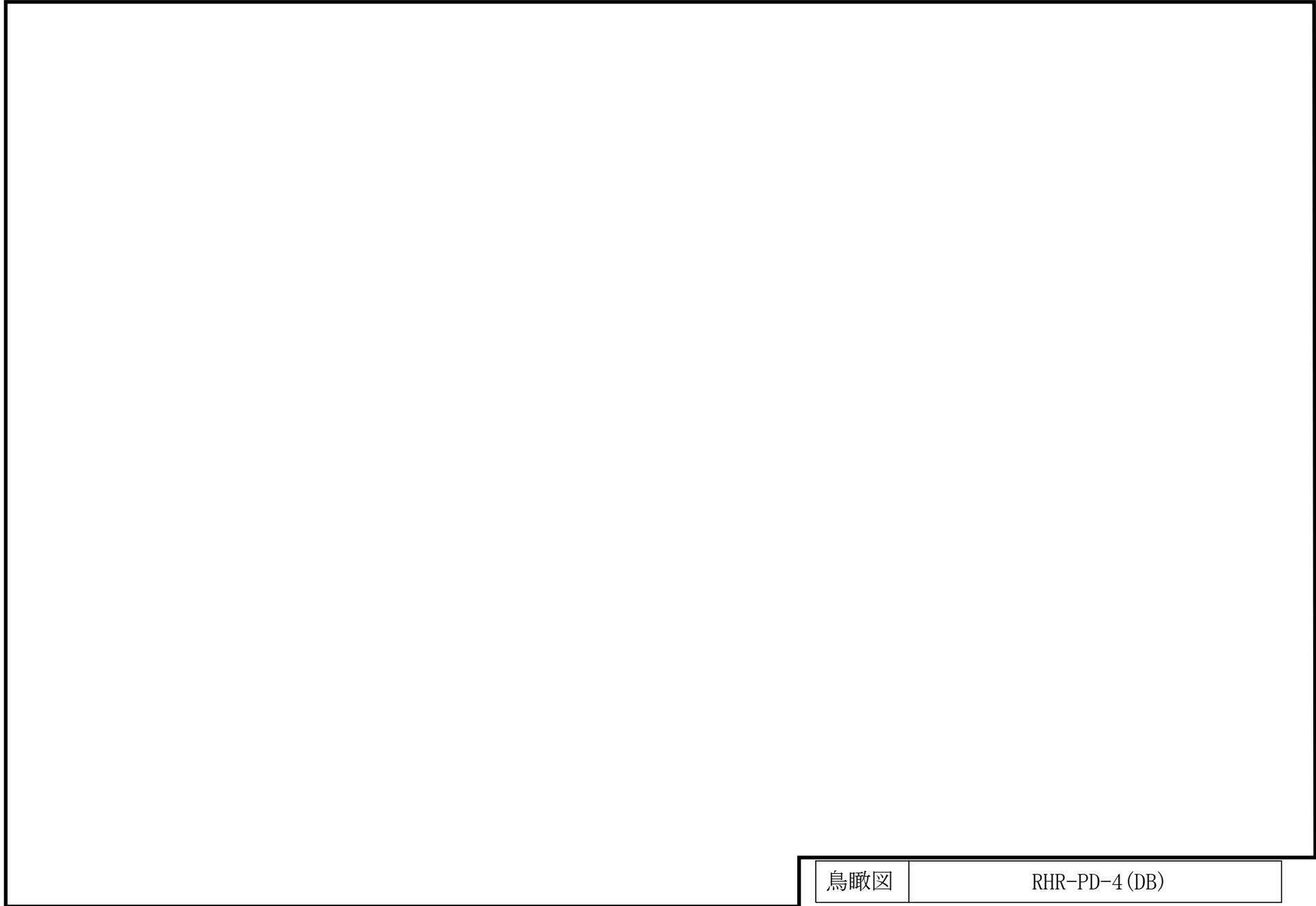
2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

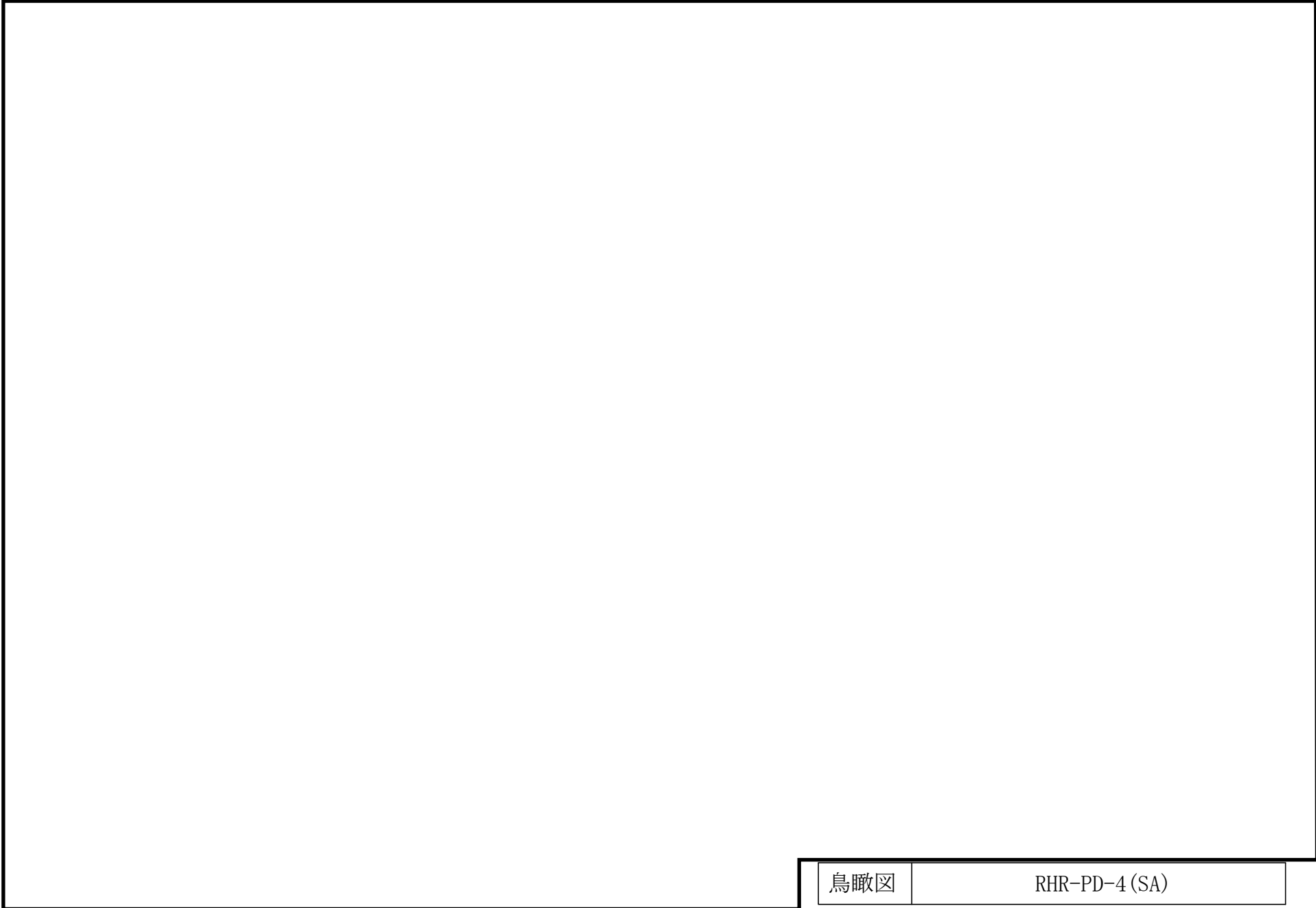
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。) 注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

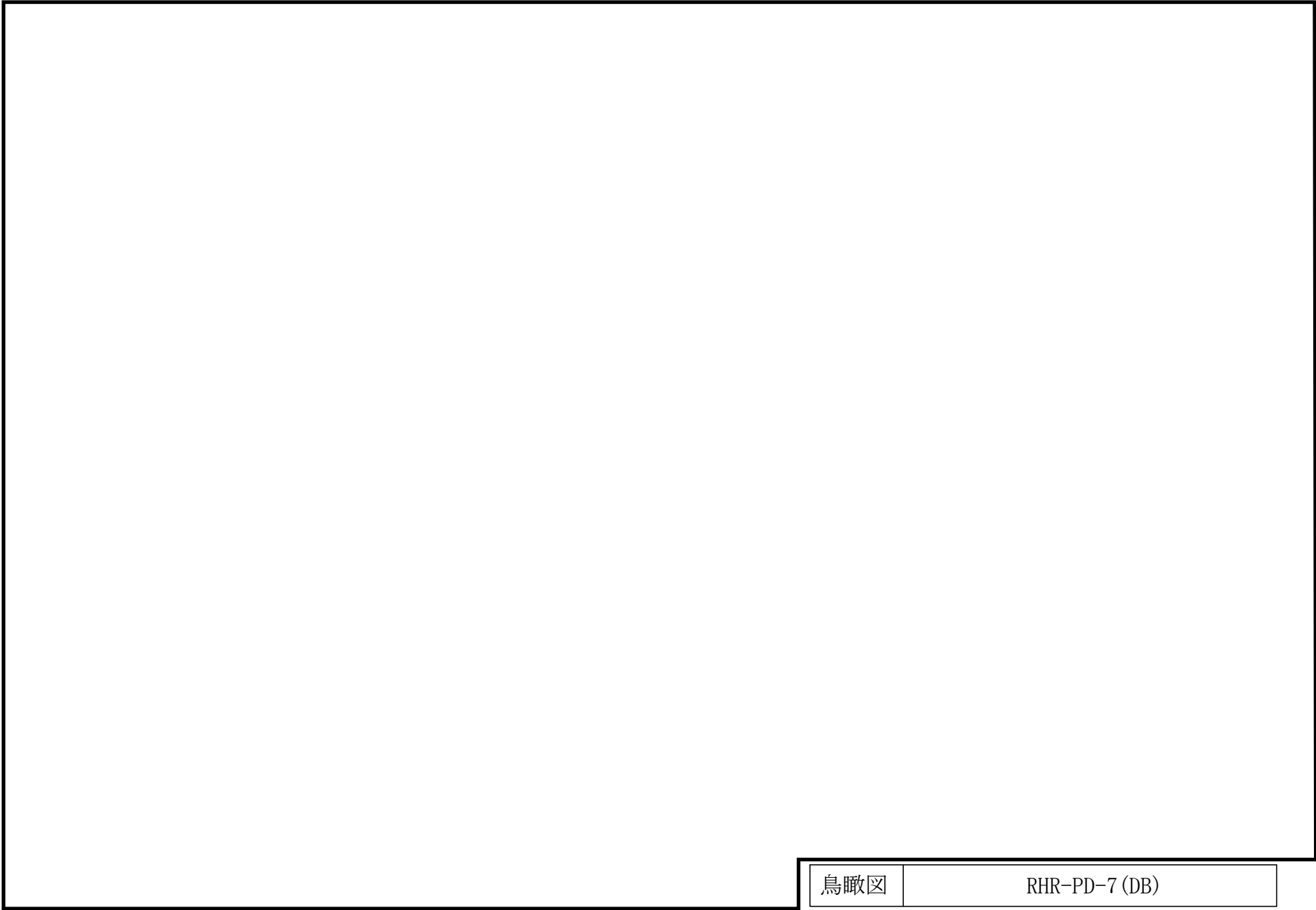
∞



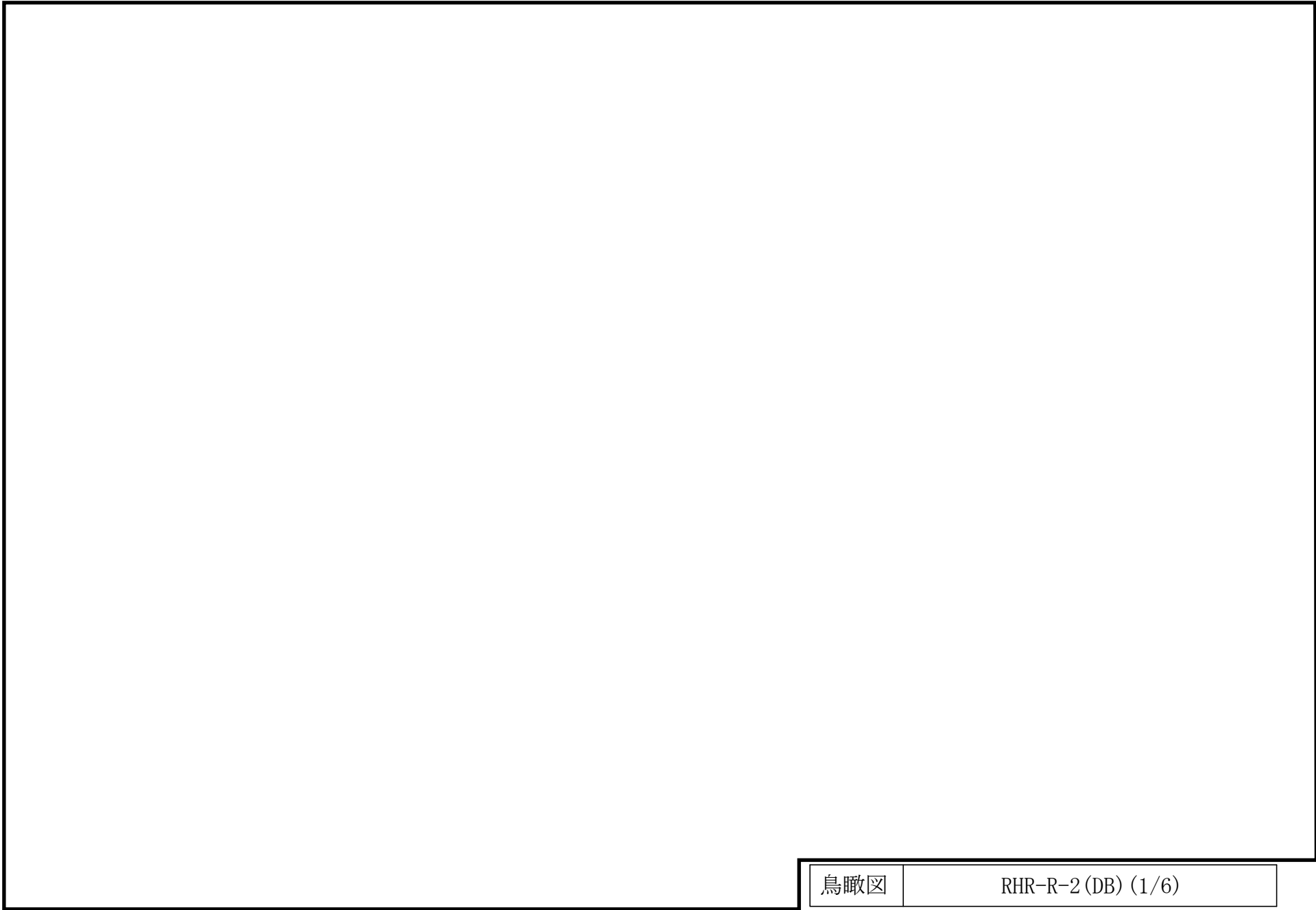
鳥瞰図	RHR-PD-4 (DB)
-----	---------------



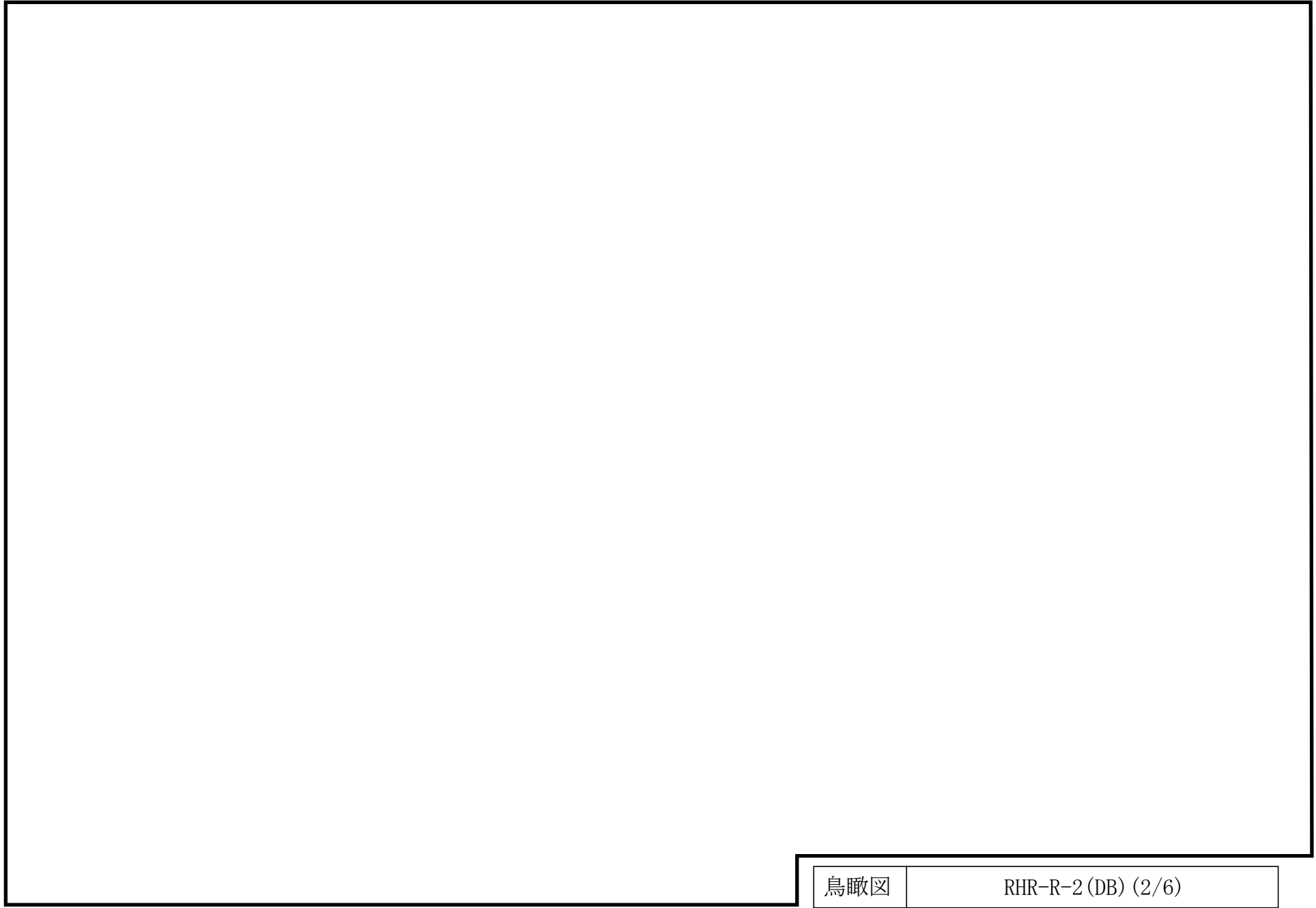
鳥瞰図	RHR-PD-4 (SA)
-----	---------------



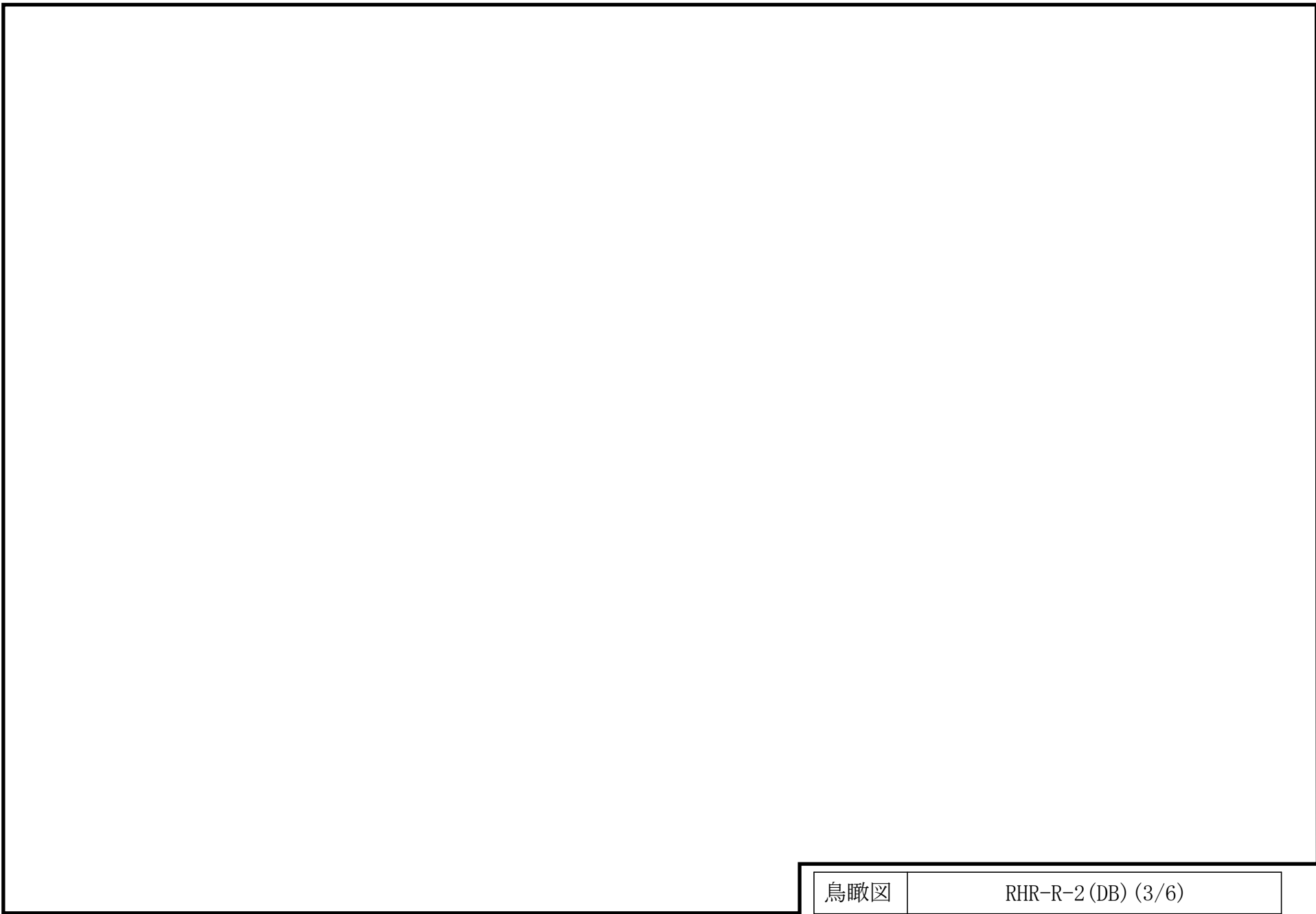
鳥瞰図	RHR-PD-7 (DB)
-----	---------------



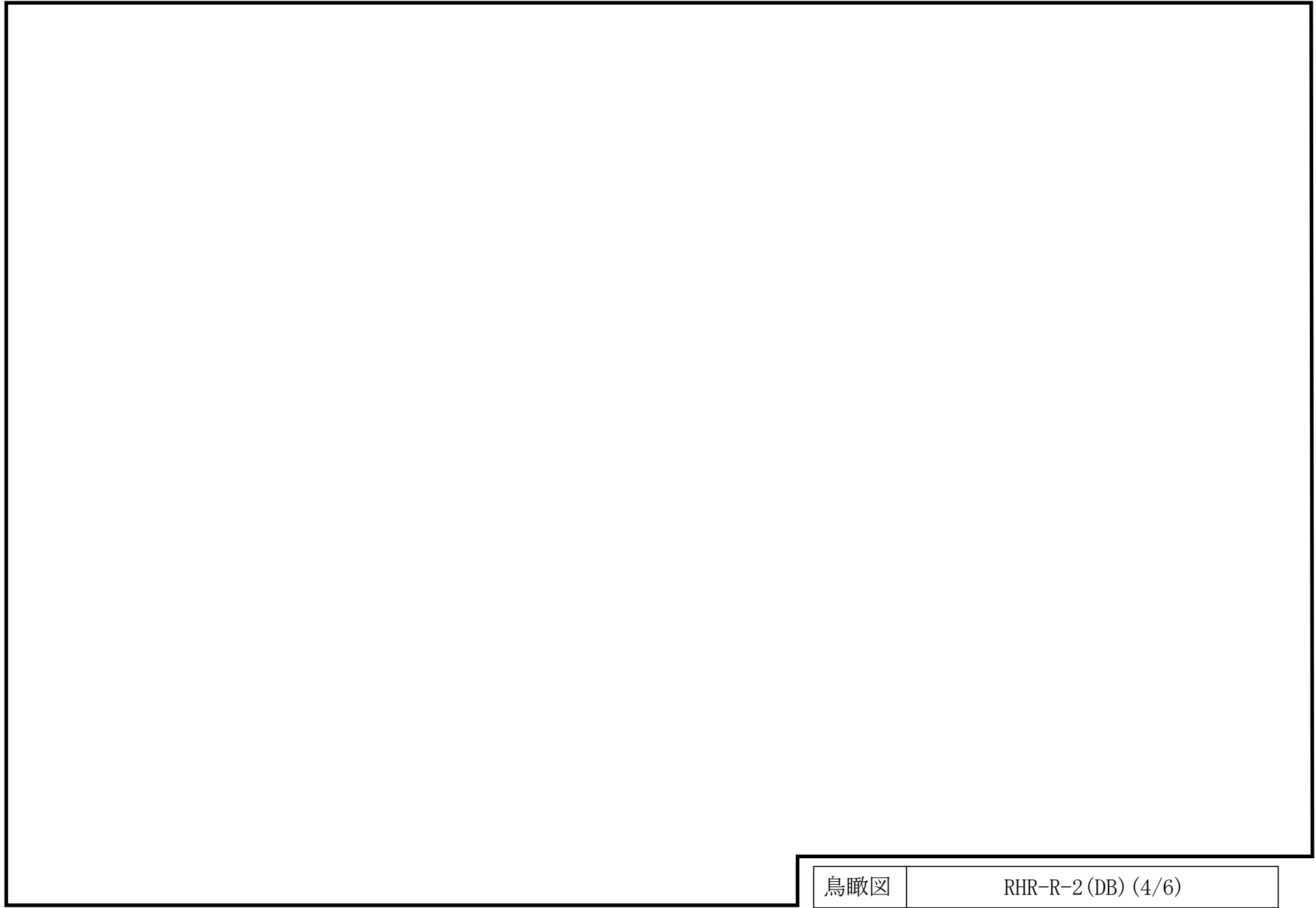
鳥瞰図	RHR-R-2(DB) (1/6)
-----	-------------------



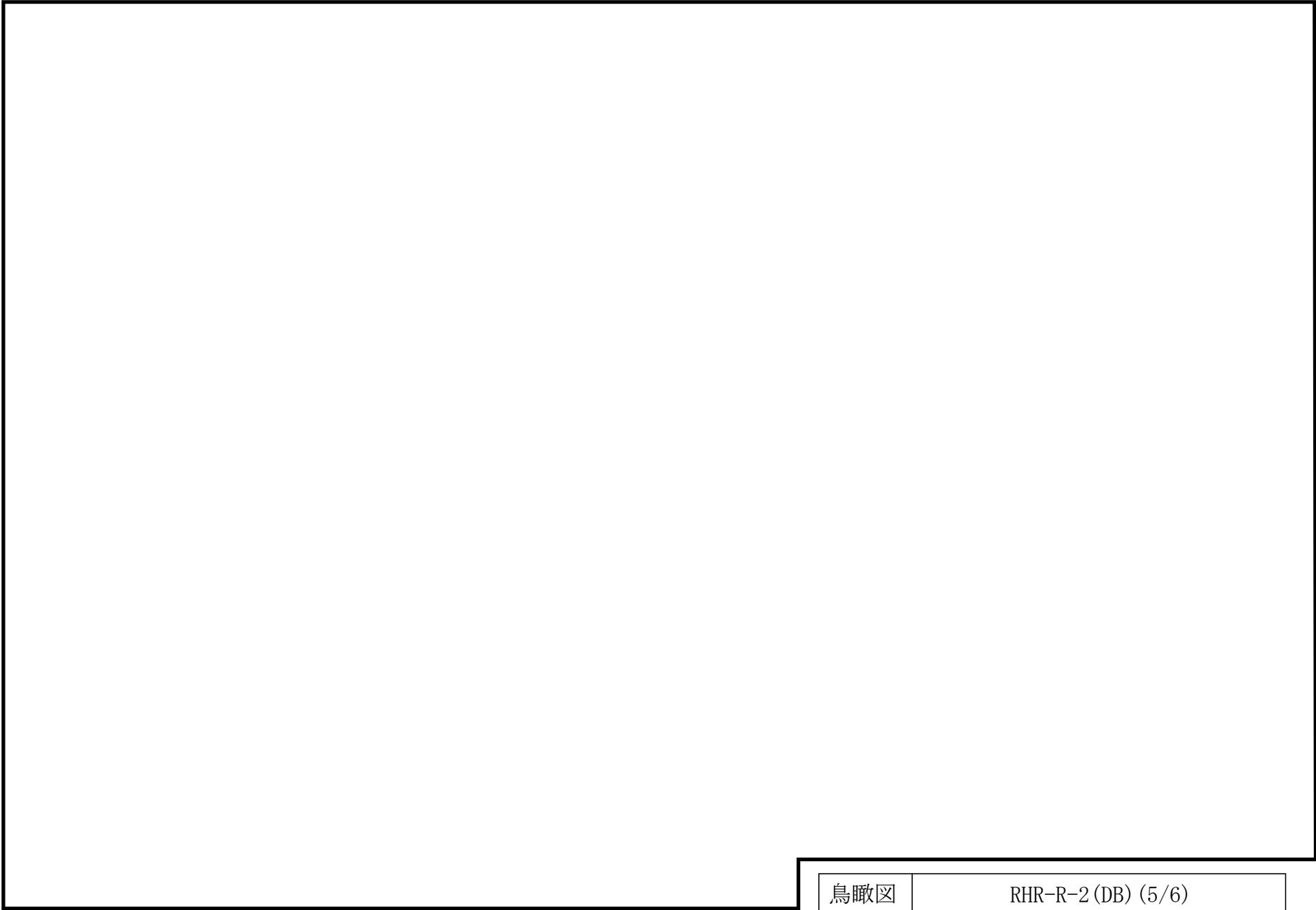
鳥瞰図	RHR-R-2 (DB) (2/6)
-----	--------------------



鳥瞰図	RHR-R-2 (DB) (3/6)
-----	--------------------

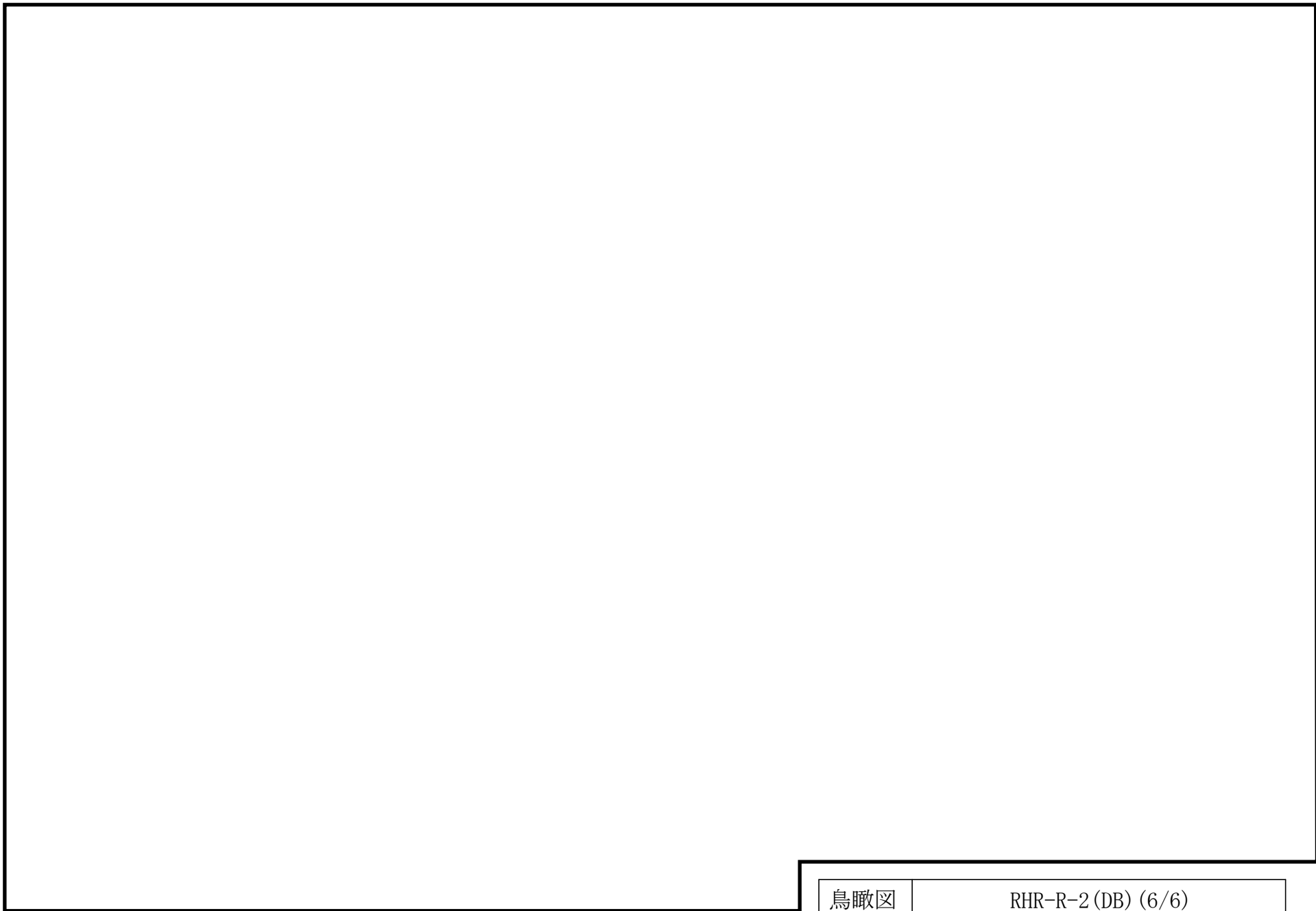


鳥瞰図	RHR-R-2 (DB) (4/6)
-----	--------------------



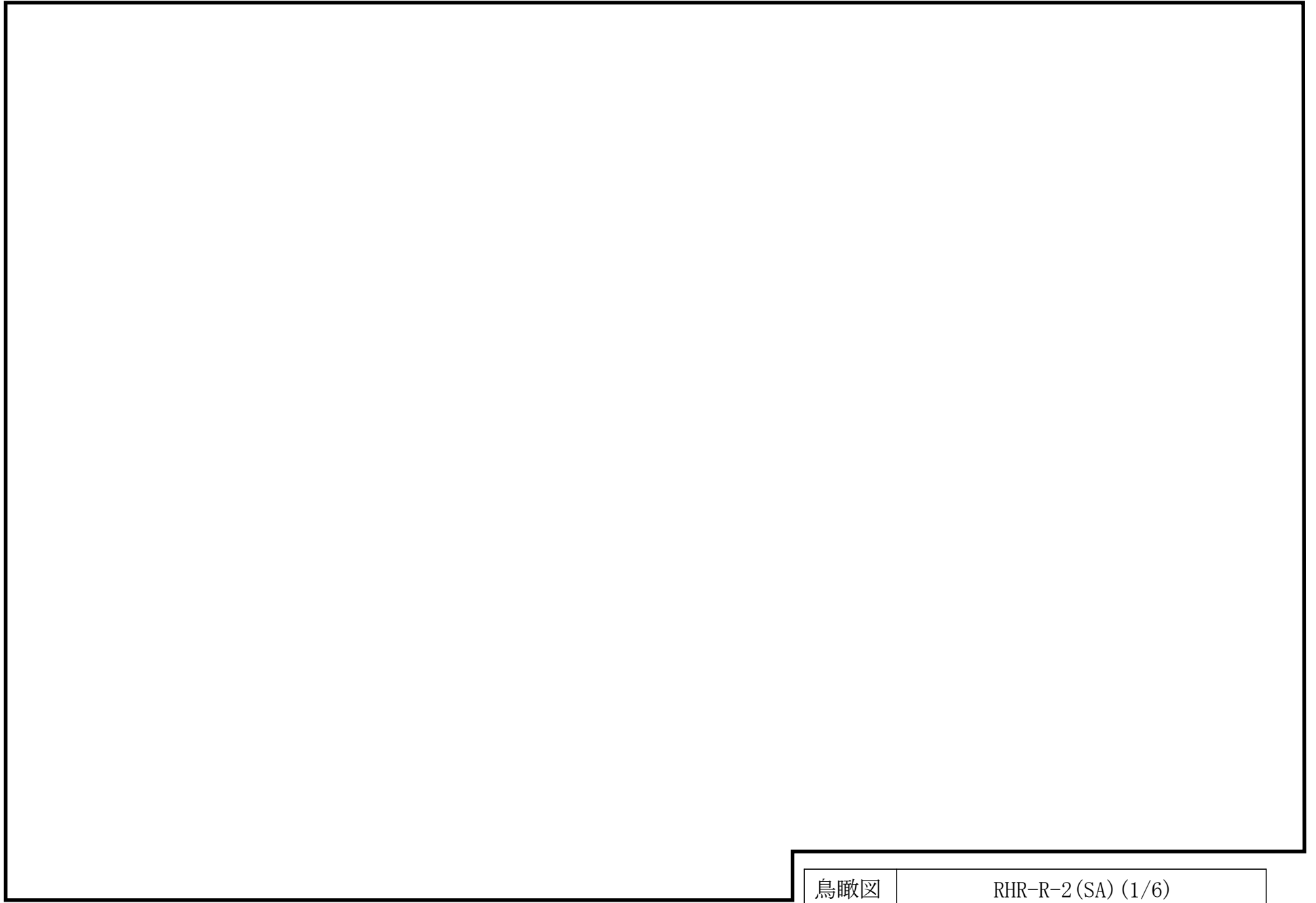
鳥瞰図

RHR-R-2 (DB) (5/6)



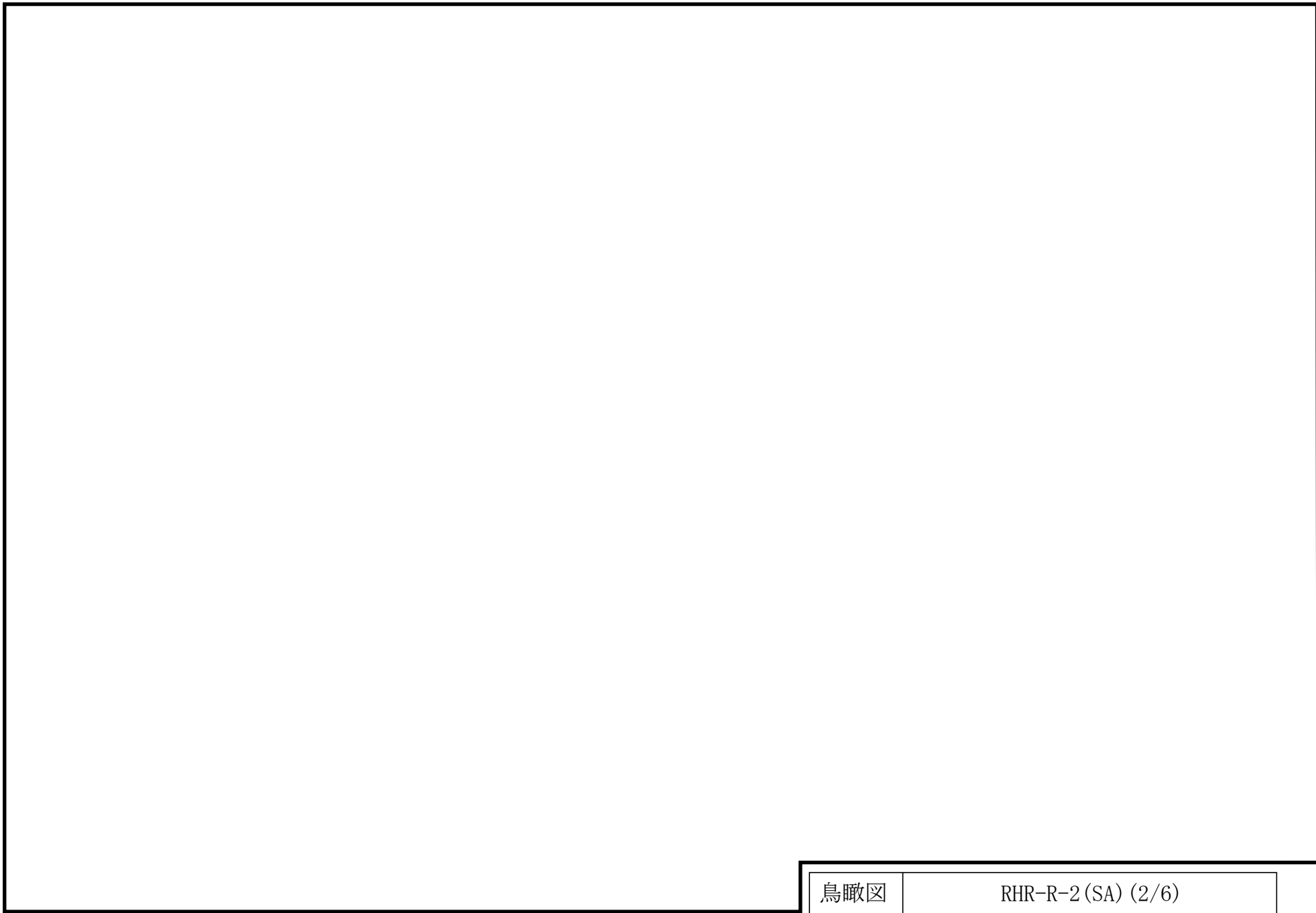
鳥瞰図

RHR-R-2 (DB) (6/6)



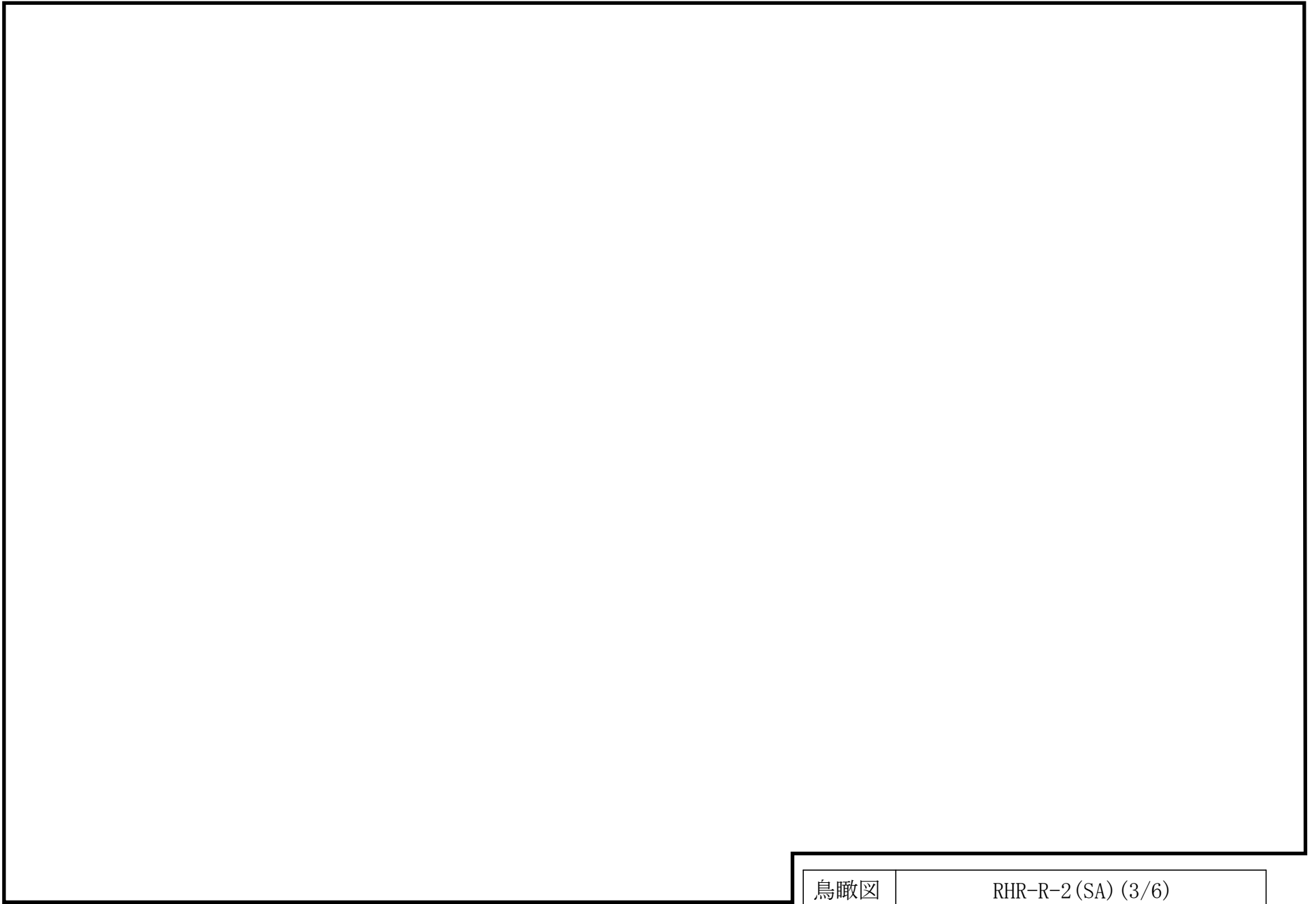
鳥瞰図

RHR-R-2(SA) (1/6)

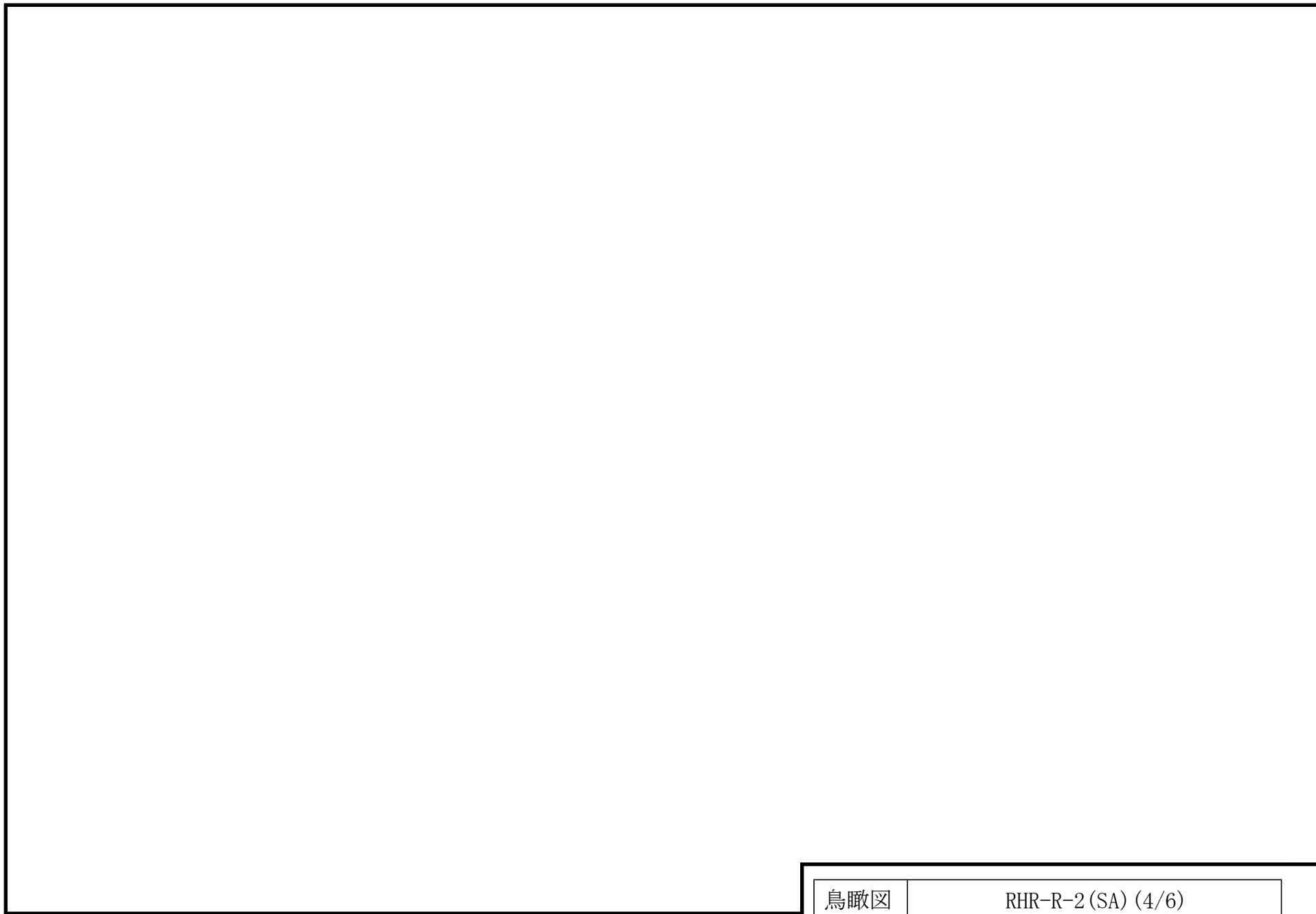


鳥瞰図

RHR-R-2(SA) (2/6)

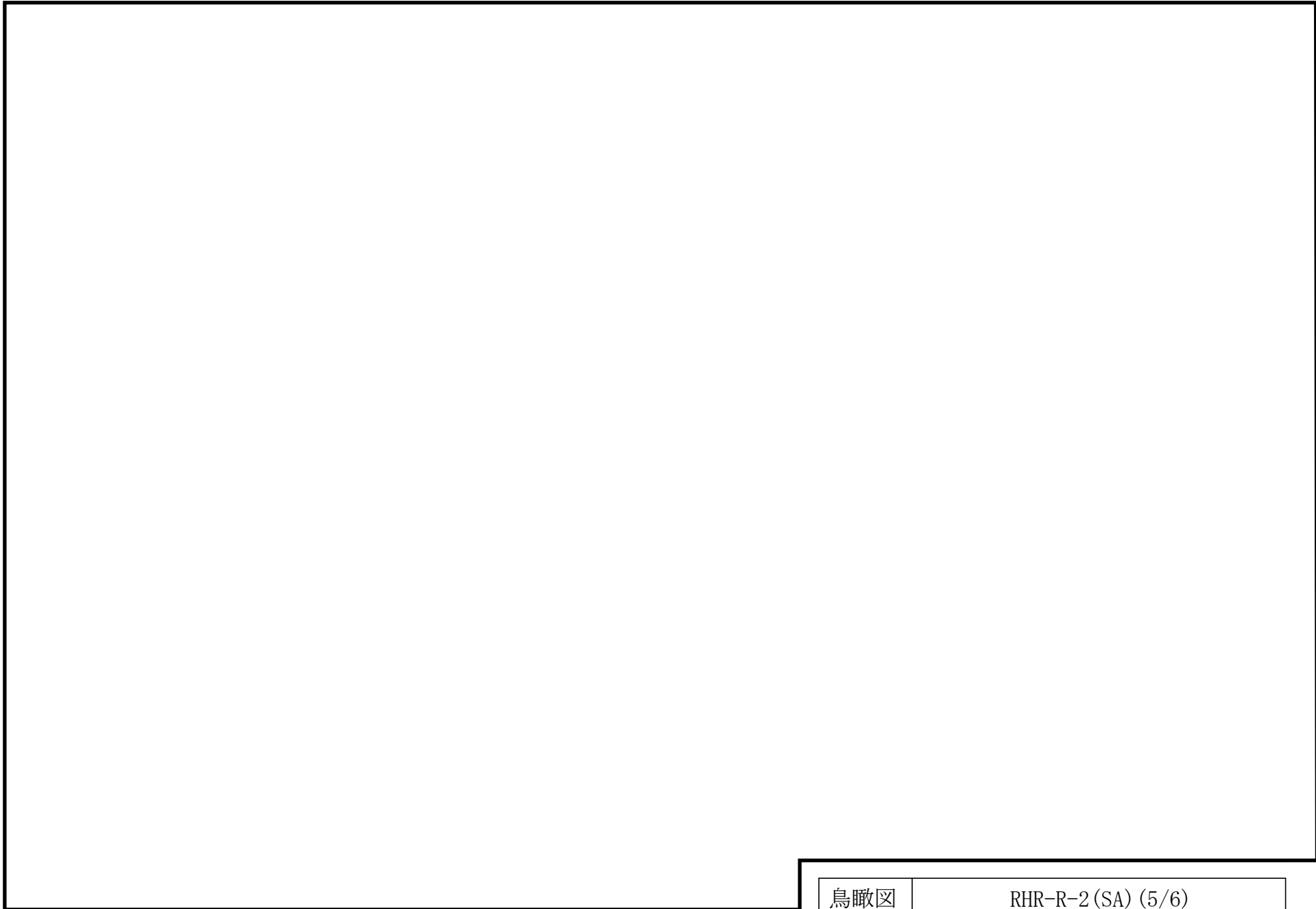


鳥瞰図	RHR-R-2(SA) (3/6)
-----	-------------------



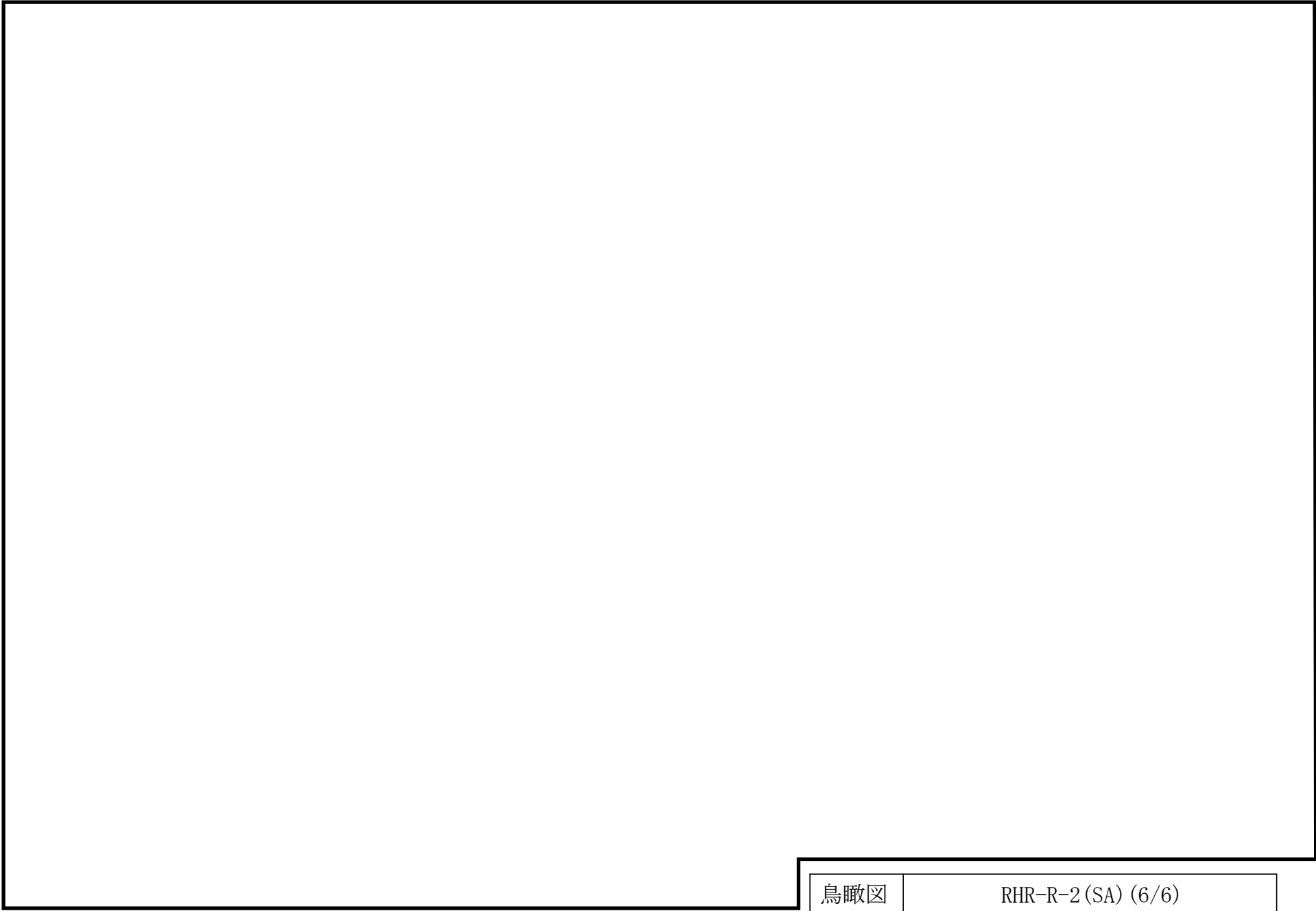
鳥瞰図

RHR-R-2(SA) (4/6)

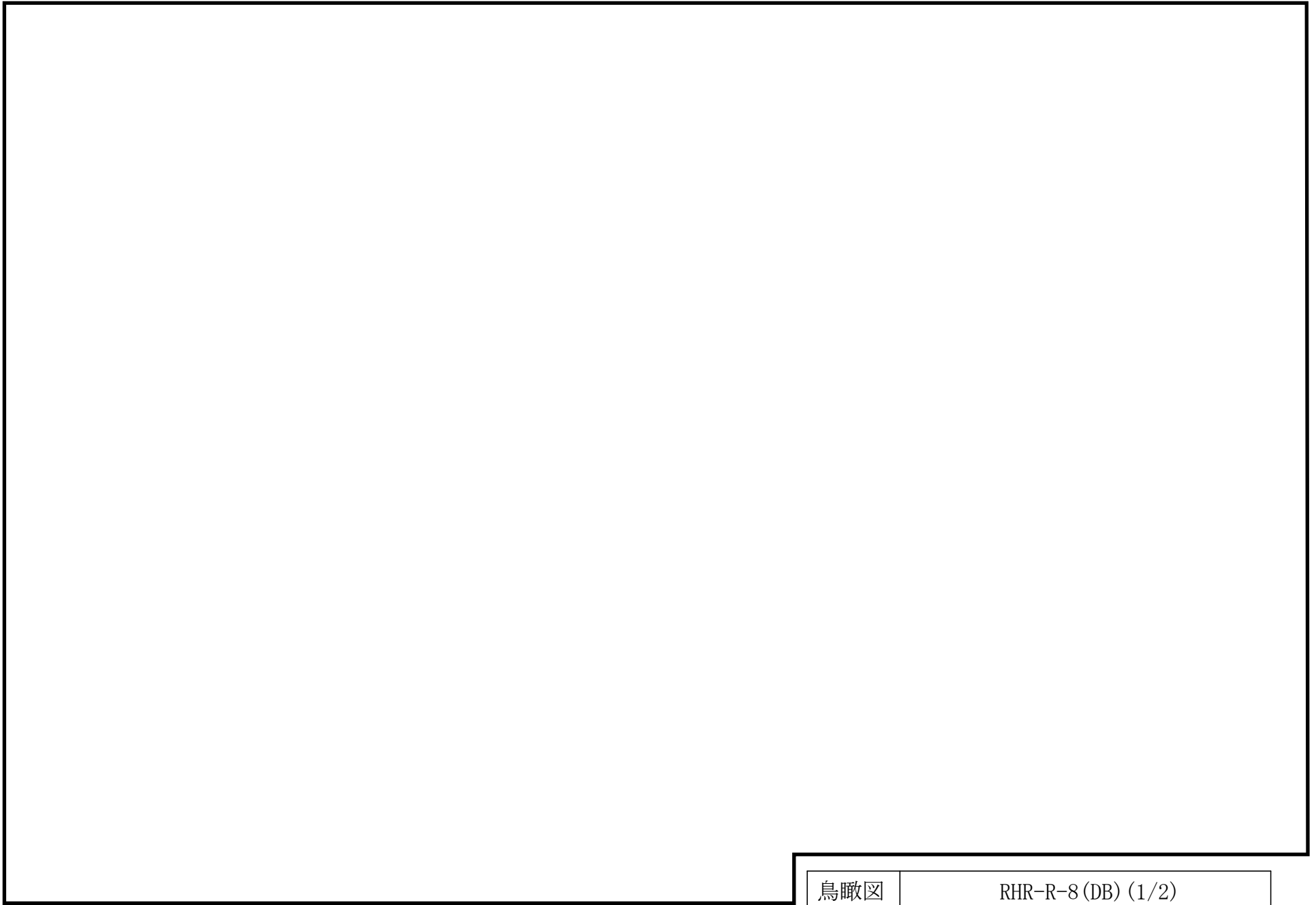


鳥瞰図

RHR-R-2(SA) (5/6)



鳥瞰図	RHR-R-2 (SA) (6/6)
-----	--------------------



鳥瞰図

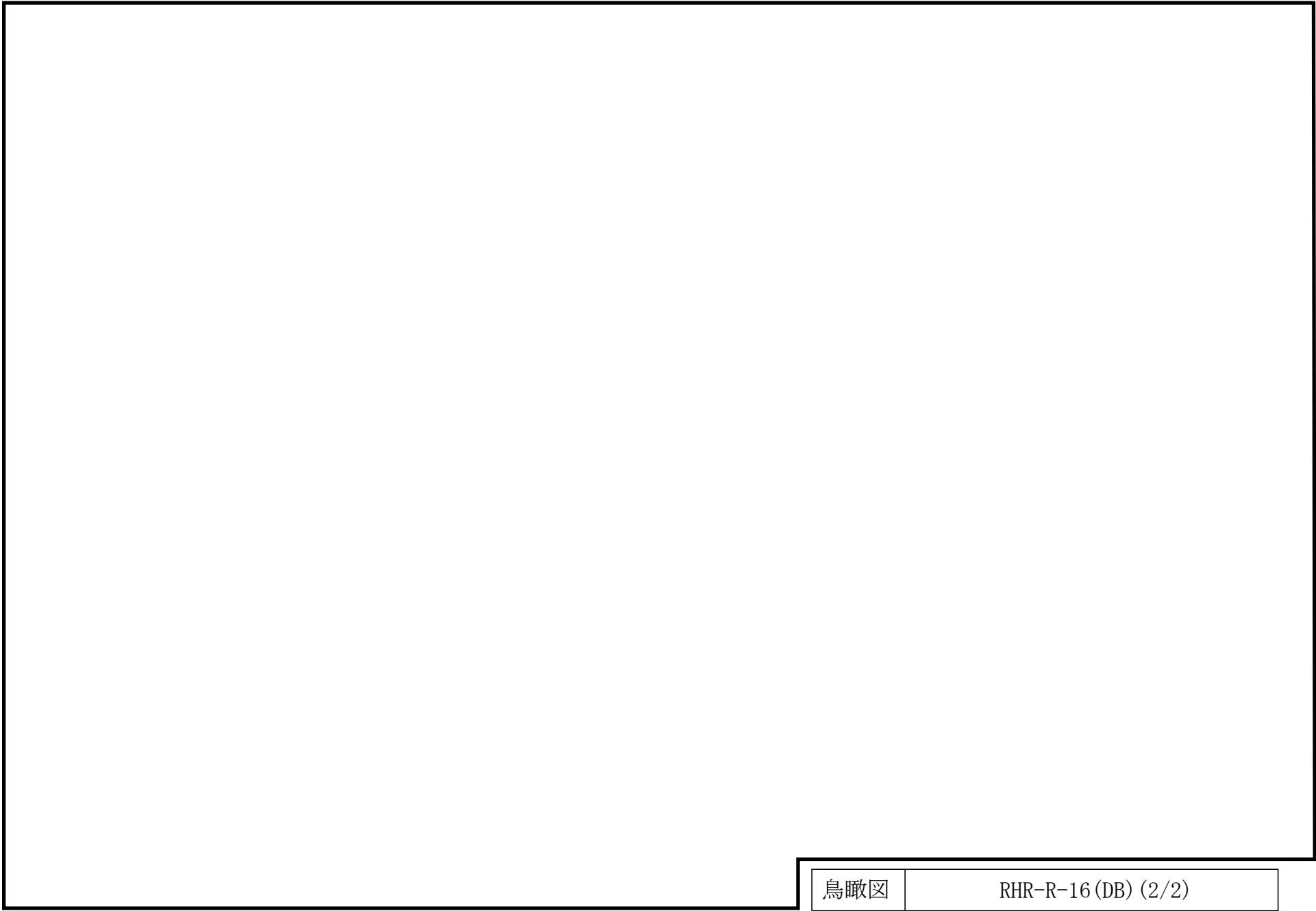
RHR-R-8 (DB) (1/2)

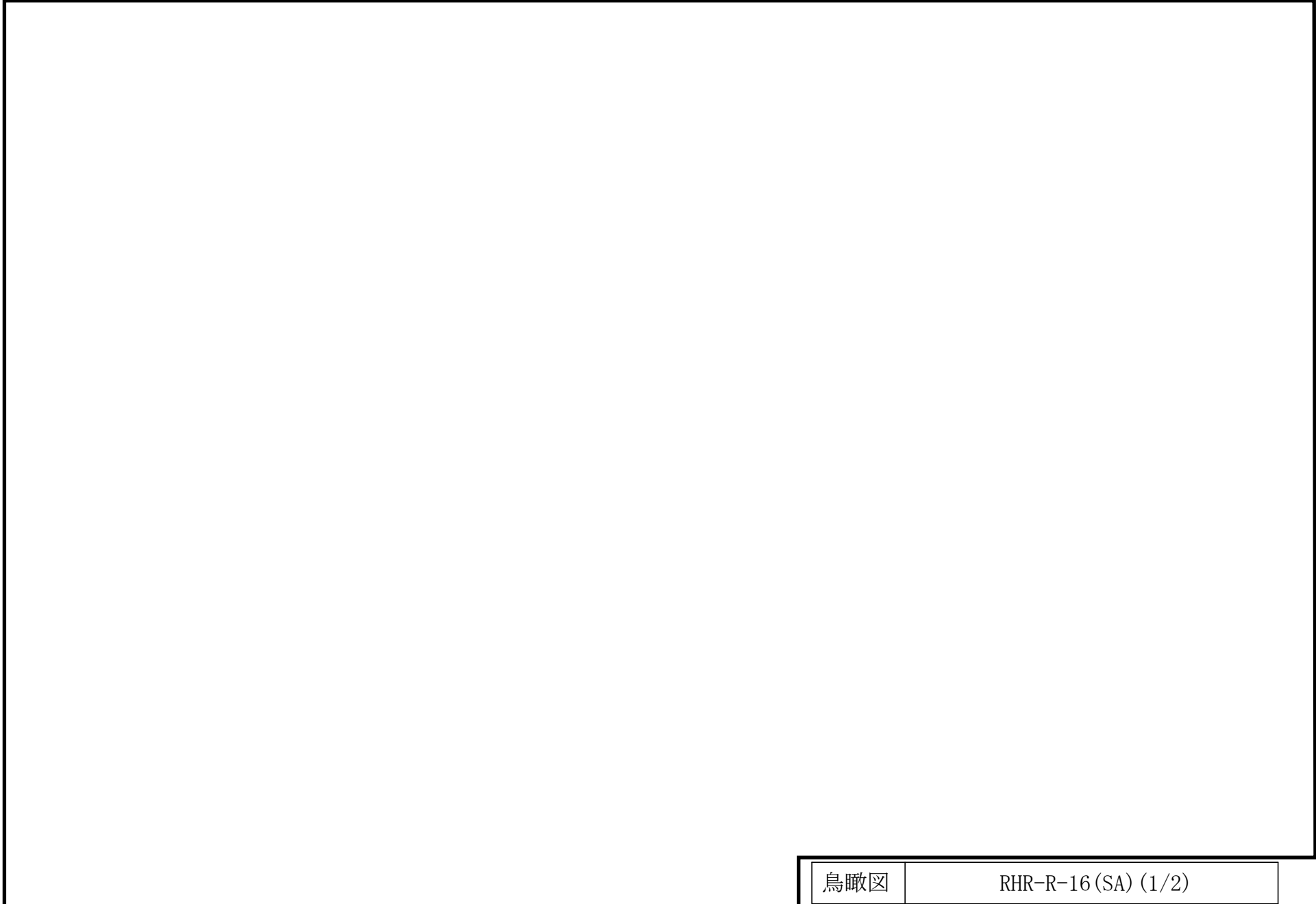




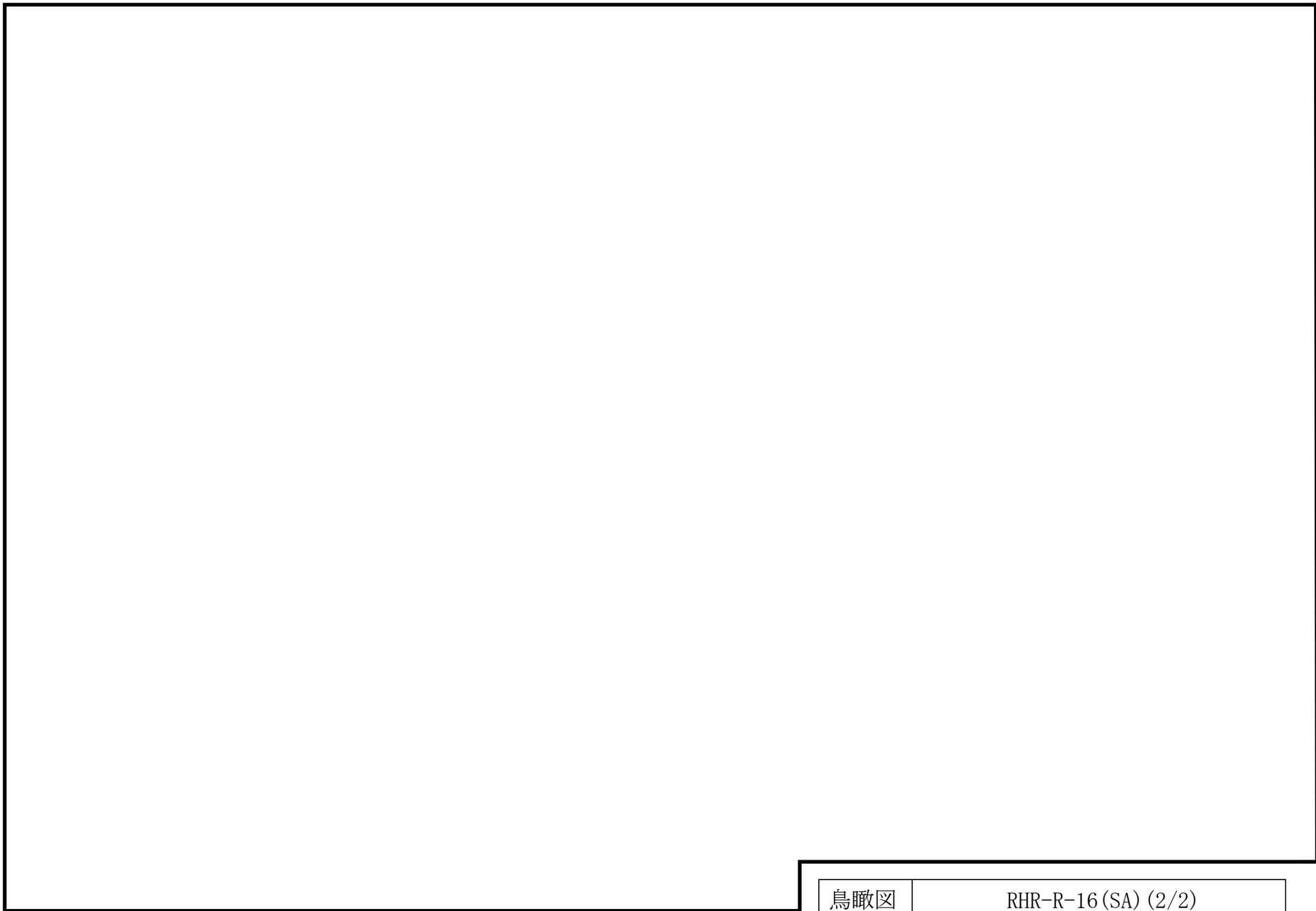
鳥瞰図

RHR-R-16 (DB) (1/2)



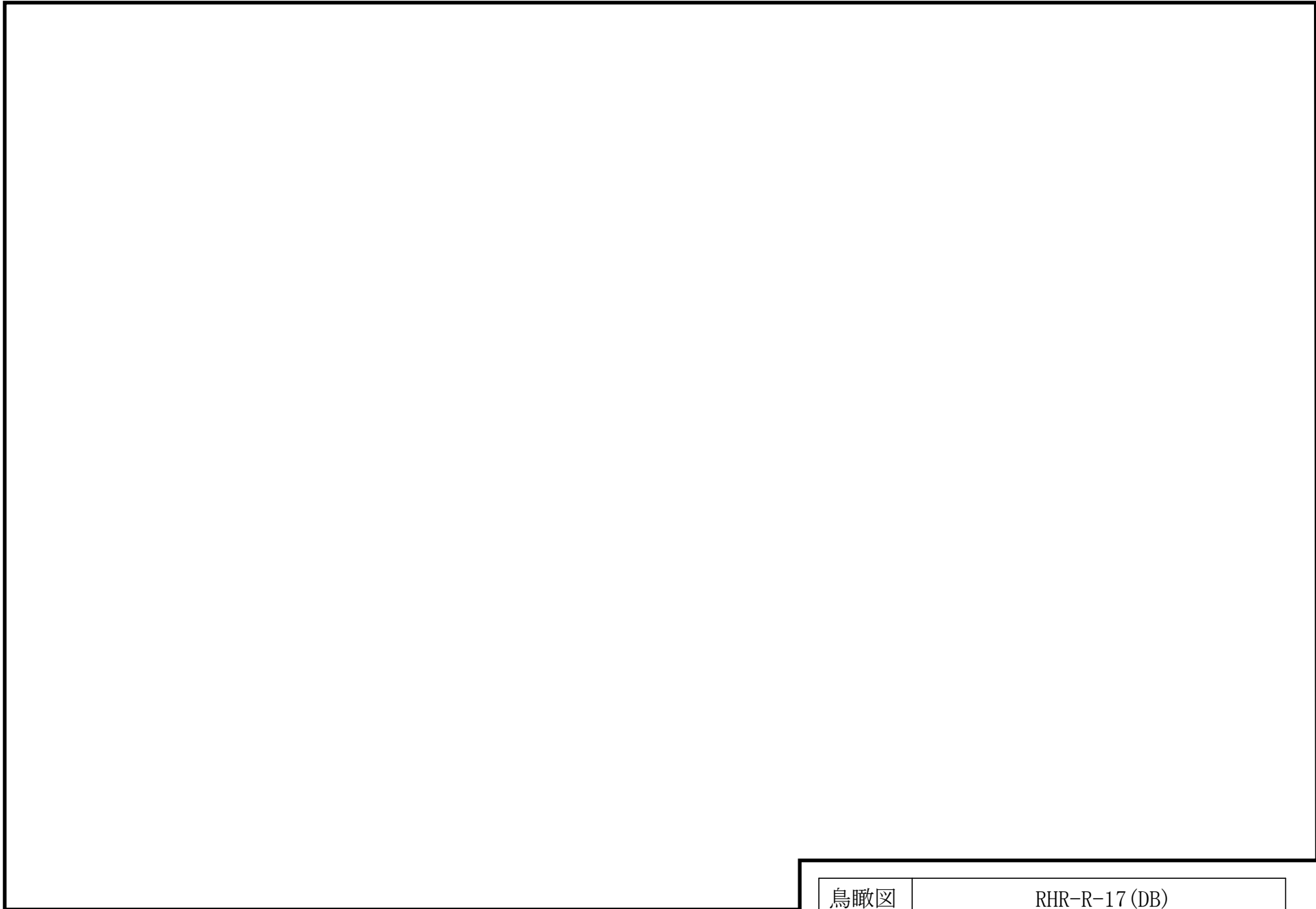


鳥瞰図	RHR-R-16(SA) (1/2)
-----	--------------------



鳥瞰図

RHR-R-16(SA) (2/2)



鳥瞰図

RHR-R-17 (DB)

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	残留熱除去系	DB	—	クラス1管 クラス2管 クラス3管	S	I _L + S _d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L + S _d	
							Ⅳ _{L(L)} + S _d	
							I _L + S _s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L + S _s	
			SA	常設/防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2管	—	I _L + S _s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L + S _s	
							Ⅳ _{L(L)} + S _d ^{*6}	
							V _{L(L)} + S _d ^{*6, *7, *8, *9}	Ⅴ _A S
							V _{L(LL)} + S _s ^{*6, *7, *10}	
V _L + S _s ^{*11}								

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	残留熱除去系	S A	常設/防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							IV _L (L) + S _d ^{*6}	
							V _L (L) + S _d ^{*6, *7, *8, *9}	V _A S
							V _L (LL) + S _s ^{*6, *7, *10}	
		V _L + S _s ^{*11}						
		高圧原子炉代替注水系	S A	常設耐震/防止	重大事故等 クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							V _L (L) + S _d ^{*7, *8, *9}	V _A S
							V _L (LL) + S _s ^{*7, *10}	
							V _L + S _s ^{*11}	
		低圧原子炉代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							IV _L (L) + S _d ^{*6}	
							V _L (L) + S _d ^{*6, *7, *8, *9}	V _A S
V _L (LL) + S _s ^{*6, *7, *10}								
V _L + S _s ^{*11}								

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備	燃料プール冷却系	DB	—	クラス3管	S	$I_L + S_d$	III _A S
							$II_L + S_d$	
							$I_L + S_s$	IV _A S
							$II_L + S_s$	
原子炉格納施設	原子炉格納容器安全設備	残留熱除去系	SA	常設/防止(DB拡張)	重大事故等クラス2管	—	$I_L + S_s$	IV _A S
							$II_L + S_s$	
							$V_L(L) + S_d^{*7, *8, *9}$	V _A S
							$V_L(LL) + S_s^{*7, *10}$	
							$V_L + S_s^{*11}$	
		高圧原子炉代替注水系	SA	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	$I_L + S_s$	IV _A S
							$II_L + S_s$	
							$V_L(L) + S_d^{*7, *8, *9}$	V _A S
							$V_L(LL) + S_s^{*7, *10}$	
							$V_L + S_s^{*11}$	

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉格納施設	原子炉格納容器安全設備	低圧原子炉代替注水系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							IV _L (L) + S _d ^{*6}	
							V _L (L) + S _d ^{*6, *7, *8, *9}	V _A S
							V _L (LL) + S _s ^{*6, *7, *10}	
		V _L + S _s ^{*11}						
		格納容器代替スプレイ系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							V _L (L) + S _d ^{*7, *8, *9}	V _A S
							V _L (LL) + S _s ^{*7, *10}	
							V _L + S _s ^{*11}	
		ペDESTAL代替注水系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							V _L (L) + S _d ^{*7, *8, *9}	V _A S
							V _L (LL) + S _s ^{*7, *10}	
V _L + S _s ^{*11}								

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉格納施設	原子炉格納容器安全設備	残留熱代替除去系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							IV _{L(L)} + S _d ^{*6}	
							V _{L(L)} + S _d ^{*6, *7, *8, *9}	V _A S
							V _{L(LL)} + S _s ^{*6, *7, *10}	
V _L + S _s ^{*11}								

注記*1 : D Bは設計基準対象施設, S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2 : 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／防止 (D B 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張), 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3 : 運転状態の添字Lは荷重, (L)は荷重が長期間作用している状態, (LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4 : 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5 : 許容応力状態V_A Sは許容応力状態IV_A Sの許容限界を使用し, 許容応力状態IV_A Sとして評価を実施する。

*6 : 原子炉冷却材圧力バウンダリにおいて考慮する。

*7 : 原子炉格納容器バウンダリにおいて考慮する。

*8 : 原子炉格納容器バウンダリは, 事象の進展によっては, 重大事故等時の最大荷重の発生タイミングが遅くなる可能性があることから, 保守的に重大事故等時の最大荷重とS_d地震力の組合せを考慮する。

*9 : 原子炉格納容器バウンダリにおいては, 原子炉格納容器過圧・過温破損 (残留熱代替除去系を使用しない場合) における荷重条件を適用する。

*10 : 原子炉格納容器バウンダリにおいては, 原子炉格納容器過圧・過温破損 (残留熱代替除去系を使用する場合) における荷重条件を適用する。

*11 : 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから, 重大事故等時の最大荷重とS_s地震力の組合せを考慮する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	7~27, 28~29	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	8.62	302
2	29~31N	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	8.62	302

設計条件

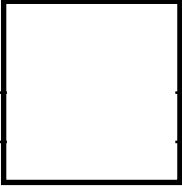
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	7～27, 28～29	267.4	18.2	STS42	S	200400
2	29～31N	267.4	18.2	STS42	S	186920

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

質量	対応する評価点
	7～901, 13～15, 17～1901, 24～2502, 26～27
	28～3101, 3102～31N
	901～13, 15～17, 1901～24, 2502～26
	3101～3102

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	6~7	<input type="text"/>	27~28

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
6~7				27~28			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
** 9 **						
** 1201 **						
14						
19						
** 23 **						
29						
N1						

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1～21	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	—	—
2	22～27	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	—	—
3	28～29N	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	—	—

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1～21	114.3	11.1	STS42	S	200400
2	22～27	114.3	11.1	STS42	S	185880
3	28～29N	165.2	14.3	STS42	S	185880


配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

質量	対応する評価点
	1～101, 302～801, 901～121, 141～171
	101～302, 801～901, 121～141, 171～21
	22～27
	28～29N

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

質量	対応する評価点
	3F, 24F
	29N

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

質量	対応する評価点
	21～22

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
21~22			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
6						
13						
15						
** 15 **						
18						
N1						

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-2

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	2~14	Ⅲ _A S	0.427	104
		Ⅳ _A S	0.427	104
		Ⅴ _A S	0.853	178
2	18~2601, 2701~35N	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
3	2601~2701	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
4	27~3601	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
5	3601~37	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
6	37~39, 43~67A	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
7	38~7001	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-2

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
8	7001～7002	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	1.37	185
9	7002～7102	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	—	—
10	7102～72	Ⅲ _A S	1.37	185
		Ⅳ _A S	1.37	185
		Ⅴ _A S	—	—
11	73～92A	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-2

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	2～14	508.0	9.5	SM41C	S	201667
2	18～2601, 2701～35N	508.0	9.5	SM41C	S	201667
3	2601～2701	517.6	14.3	SM41C	S	201667
4	27～3601	416.0	14.3	SM41C	S	201667
5	3601～37	406.4	9.5	SM41C	S	201667
6	37～39, 43～67A	406.4	9.5	STPT42	S	201667
7	38～7001	216.3	8.2	STPT42	S	201667
8	7001～7002	216.3	8.2	STPT410	S	201667
9	7002～7102	216.3	8.2	STPT410	S	201667
10	7102～72	216.3	8.2	STPT42	S	201667
11	73～92A	216.3	8.2	STPT42	S	201667

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-R-2

質量	対応する評価点
	18～23
	23～2601, 2701～341, 342～35N
	2601～2701
	341～342
	27～39, 43～4401, 4601～491, 521～53, 551～571 600～611, 621～631, 661～67A
	4401～4601, 491～521, 53～551, 571～600, 611～621 631～661
	38～72

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-2

質量	対応する評価点
	34F
	35N

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	14, 18		15
	16		17
	39~40, 40~43		39, 43
	40		41
	42		72~73

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
14~15				15~16			
16~1601				1601~17			
15~18				39~40			
40~41				41~4101			
4101~42				40~43			
72~73							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1N **						
** 1N **						
** 1N **						
9						
** 12 **						
1601						
1601						
19						
** 1901 **						
25						
35N						
4101						
4301						
49						
52						
56						
57						
5901						
** 610 **						
622						
63						
6501						
67A						
71						

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 7101 **	2.5×10^4	—	—	—	—	—
	0.7986	-0.6018	0.0000	—	—	—
83	—	9.8×10^5	—	—	—	—
** 83 **	9.8×10^5	—	—	—	—	—
	0.7071	0.0000	-0.7071	—	—	—
** 83 **	9.8×10^5	—	—	—	—	—
	0.7071	0.0000	0.7071	—	—	—
88	9.8×10^5	9.8×10^5	—	—	—	—
92A	9.8×10^{11}	9.8×10^{11}	9.8×10^{11}	9.8×10^{11}	9.8×10^{11}	9.8×10^{11}

注：** 印は 斜め拘束を示す。また、下段は方向余弦を示す。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-8

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1A~6S, 22S~560	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—
2	6S~22S	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—
3	560~60A	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—
4	109~111, 113~136A 109~139	Ⅲ _A S	3.92	185
		Ⅳ _A S	3.92	185
		Ⅴ _A S	—	—
5	141~144	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	—	—

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-8

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1A～6S, 22S～560	216.3	8.2	STPT42	S	201667
2	6S～22S	216.3	8.2	STPT42	S	200800
3	560～60A	216.3	8.2	STPT410	S	201667
4	109～111, 113～136A 109～139	114.3	8.6	STPT42	S	201667
5	141～144	114.3	11.1	STPT42	S	200400

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-R-8

質量	対応する評価点
	109～111, 113～136A, 109～139
	141～142
	142～144

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-8

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	111, 113		112
	1120		1121
	139, 141		140
	1400		1402

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-R-8

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
111~112				112~1120			
1120~1121				112~113			
139~140				140~1400			
1400~1401				1401~1402			
140~141							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-8

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
12						
17						
25						
33						
43						
52						
5601						
60A						
118						
** 128 **						
128						
** 128 **						
136A						
** 1401 **						
** 1401 **						
145A						

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-16

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1A~40	Ⅲ _A S	3.92	100
		Ⅳ _A S	3.92	100
		Ⅴ _A S	3.92	116
2	46~50	Ⅲ _A S	8.62	302
		Ⅳ _A S	8.62	302
		Ⅴ _A S	8.62	302
3	75~97A, 75~99A	Ⅲ _A S	3.92	104
		Ⅳ _A S	3.92	104
		Ⅴ _A S	3.92	178

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-16

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1A~40	355.6	15.1	STS42	S	201667
2	46~50	267.4	18.2	STS42	S	200400
3	75~97A, 75~99A	267.4	12.7	STPT42	S	201667

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-R-16

質量	対応する評価点
	46～47
	47～50

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-16

質量	対応する評価点
	26
	93

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-16

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	41, 46		42
	43		45

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-R-16

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
41~42				42~43			
43~44				44~45			
42~46							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-16

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
4001						
8						
11						
13						
20						
2401						
** 27 **						
27						
** 31 **						
** 35 **						
35						
** 35 **						
** 44 **						
** 44 **						
51A						
7601						
7801						
81						
** 87 **						
87						
** 91 **						
91						

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-16

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
97A						
99A						

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-17

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1A~14, 15~25 17~101, 102~121A	Ⅲ _A S	3.92	185
		Ⅳ _A S	3.92	185
		Ⅴ _A S	—	—
2	26~28	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—
3	29~54A	Ⅲ _A S	1.37	66
		Ⅳ _A S	1.37	66
		Ⅴ _A S	—	—

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-R-17

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1A～14, 15～25 17～101, 102～121A	216.3	10.3	STPT42	S	201667
2	26～28	216.3	8.2	STPT42	S	201667
3	29～54A	216.3	8.2	SUS304TP	S	193400

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-R-17

質量	対応する評価点
	1A～2, 13S～14
	2～13S, 102～121A
	15～25, 17～101

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-17

質量	対応する評価点
	115F

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-R-17

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	14~15		25~26
	28~29		101~102

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-R-17

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
14~15				25~26			
28~29				101~102			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-R-17

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
5						
10						
19						
27						
37						
39						
48						
54A						
103						
104						
112						
121A						

S2 補 VI-2-5-4-1-4 R0

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STS42	302	122	—	—	—
SM41C	104	—	219	373	—
SM41C	178	—	199	373	—
SM41C	185	—	197	373	—
STPT42	185	—	209	404	—
STPT410	185	—	209	404	—
STPT42	66	—	231	407	—
STPT410	66	—	231	407	—
STPT42	302	—	182	404	—
STS42	100	—	220	405	—
STS42	116	—	218	404	—
STPT42	104	—	219	404	—
STPT42	178	—	210	404	—
SUS304TP	66	—	188	479	126

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数を下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。減衰定数は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき策定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S _d	S _s
RHR-PD-4	ガンマ線遮蔽壁				
RHR-PD-7	原子炉格納容器				
RHR-R-2	原子炉建物				
RHR-R-8	原子炉建物				
RHR-R-16	原子炉建物				
RHR-R-17	原子炉建物				

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S s)により得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d)及び設計用震度 I (基準地震動 S s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-PD-4

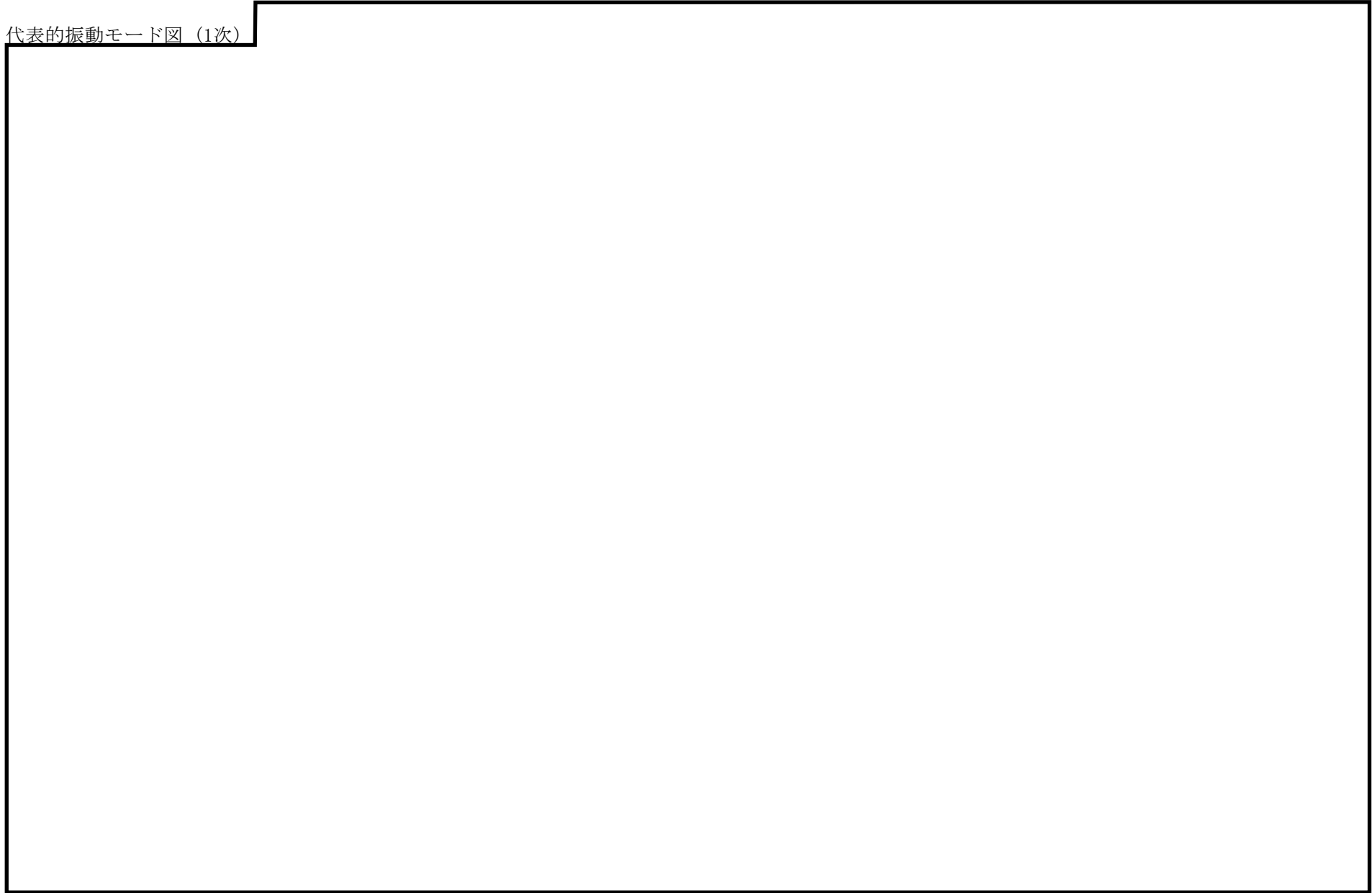
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)

85

代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度			基準地震動 S _s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S_d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S_s)により得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S_d)及び設計用震度 I (基準地震動 S_s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-PD-7

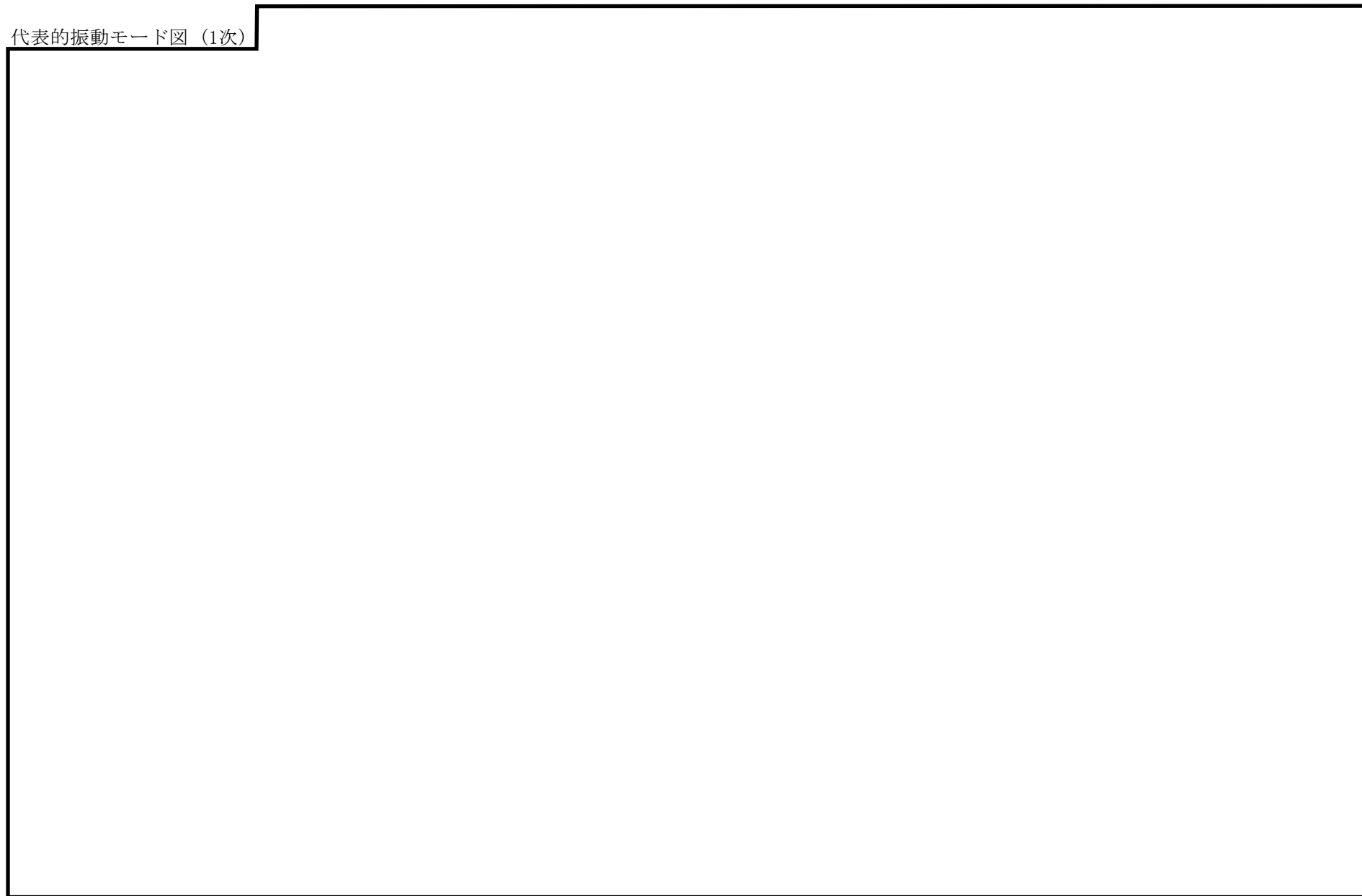
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

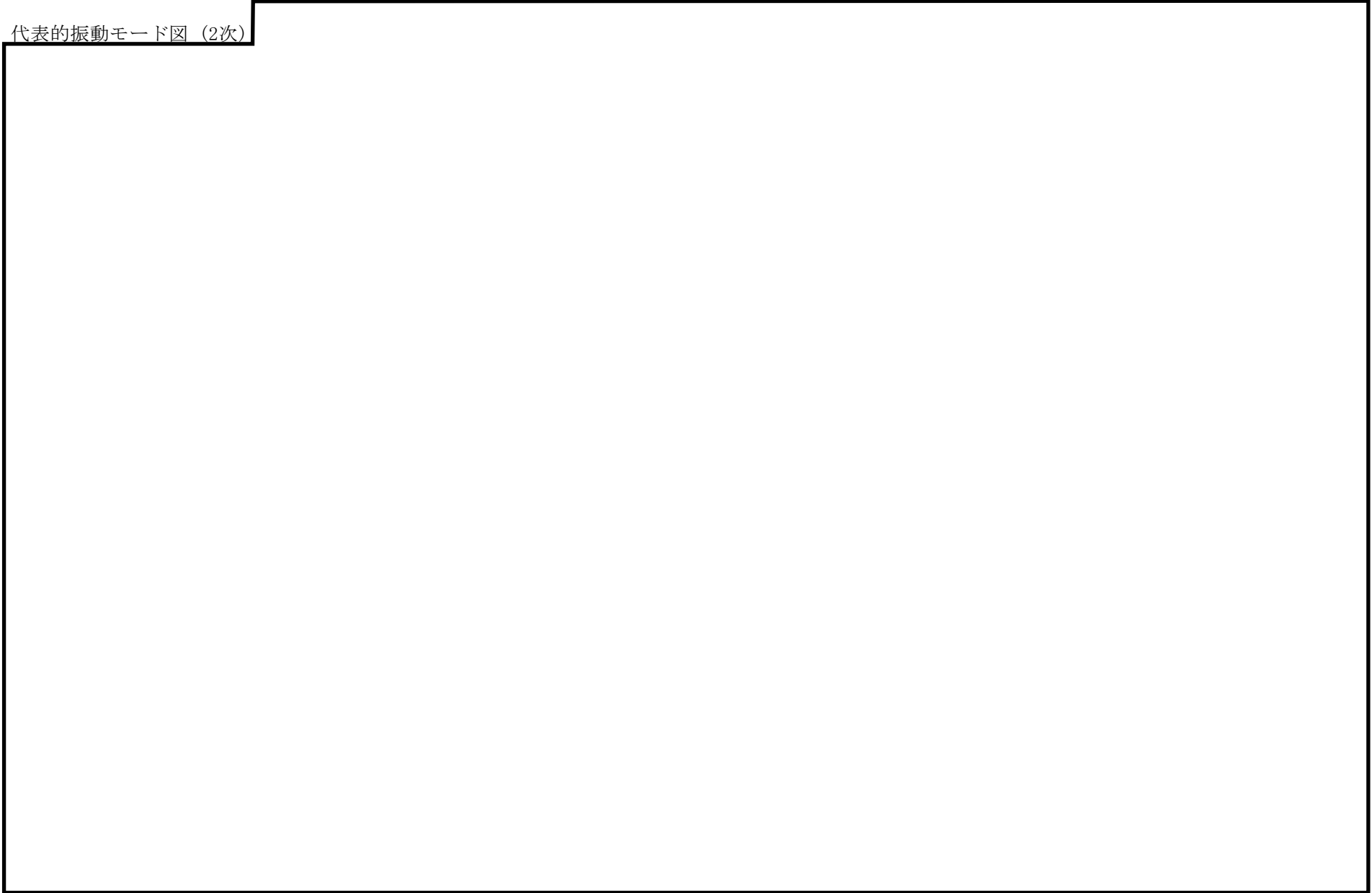
代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-R-2

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度			基準地震動 S _s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
16次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s 以上のモードを示す。0.020 s 以上0.050 s 未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S_d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S_s)により得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S_d)及び設計用震度 I (基準地震動 S_s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6：3.6・C_I及び1.2・C_Vより定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-R-2

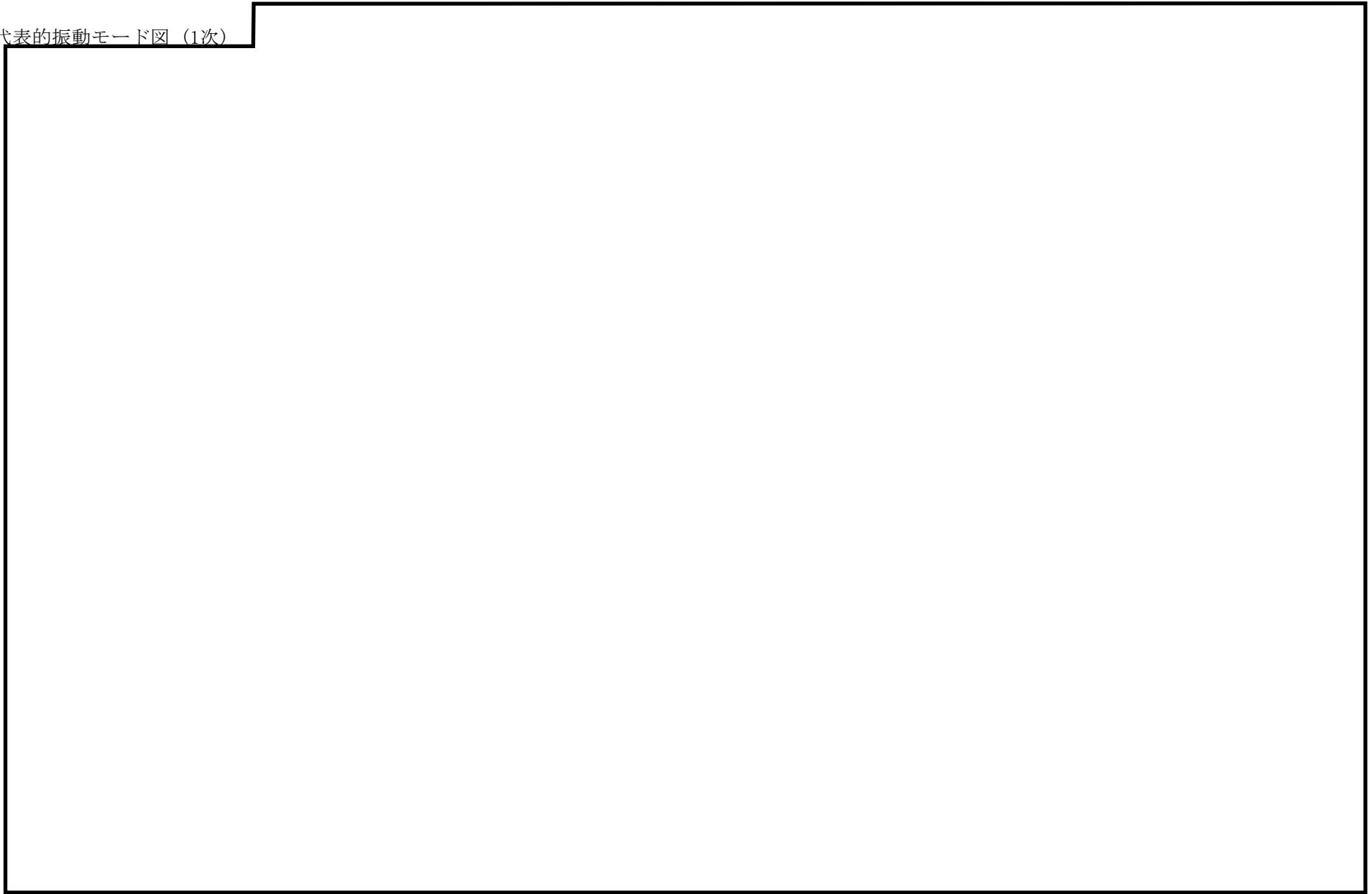
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
16次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

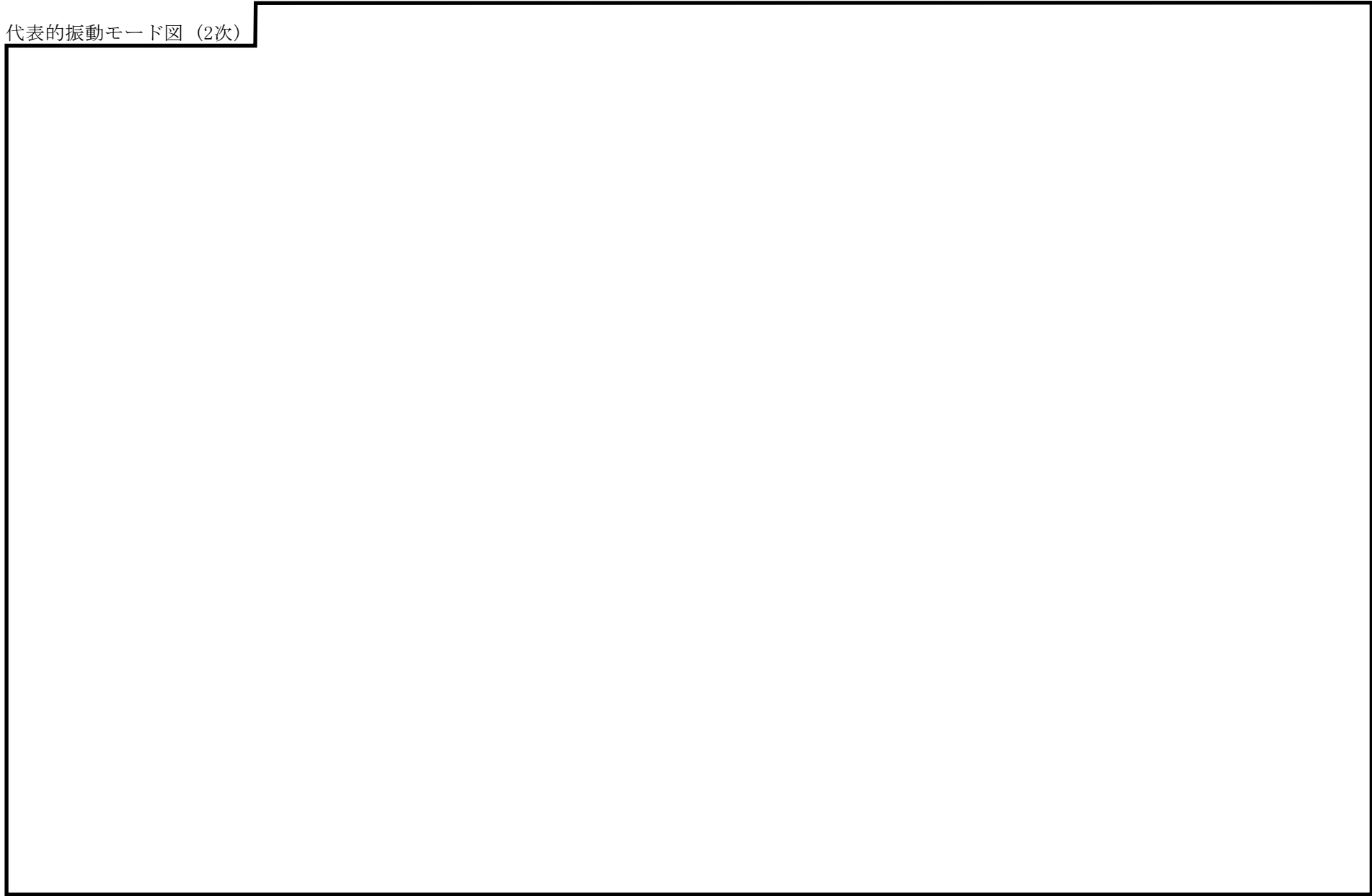
代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

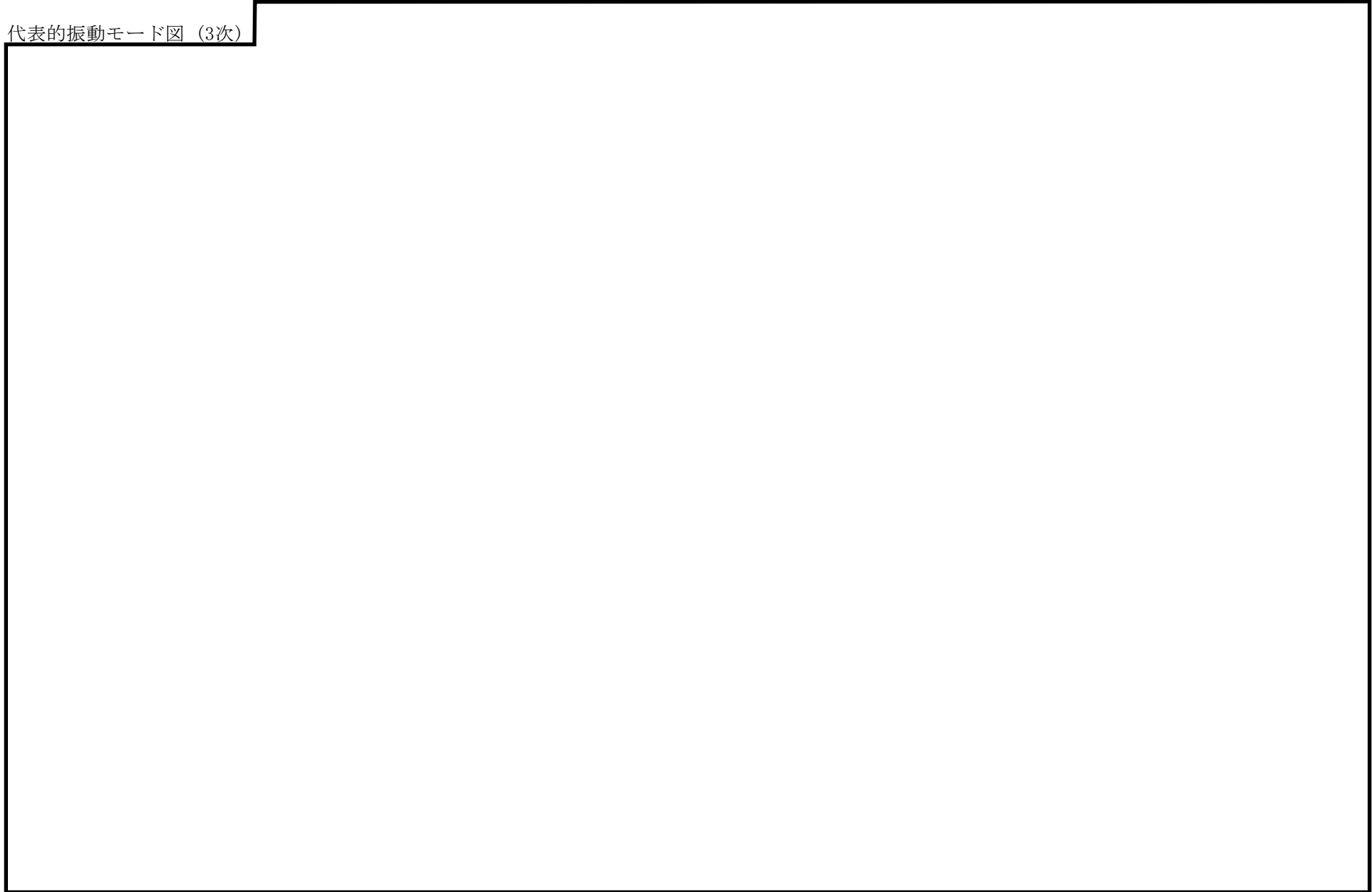
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-R-8

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s 以上のモードを示す。0.020 s 以上0.050 s 未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトルⅡ(弾性設計用地震動 S d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトルⅡ(基準地震動 S s)により得られる震度

*4：設計用震度Ⅱ(弾性設計用地震動 S d)及び設計用震度Ⅱ(基準地震動 S s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-R-8

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

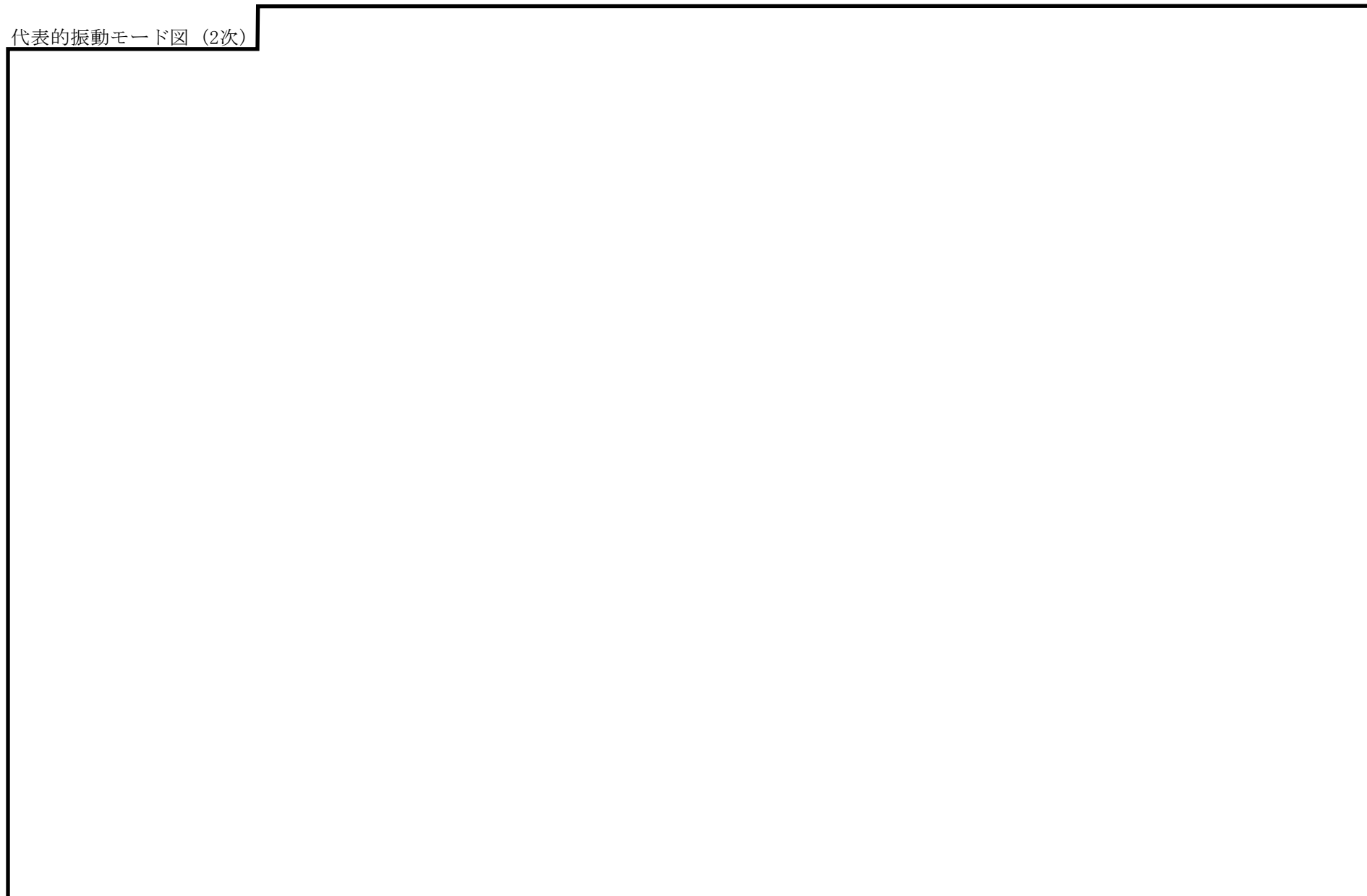
代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

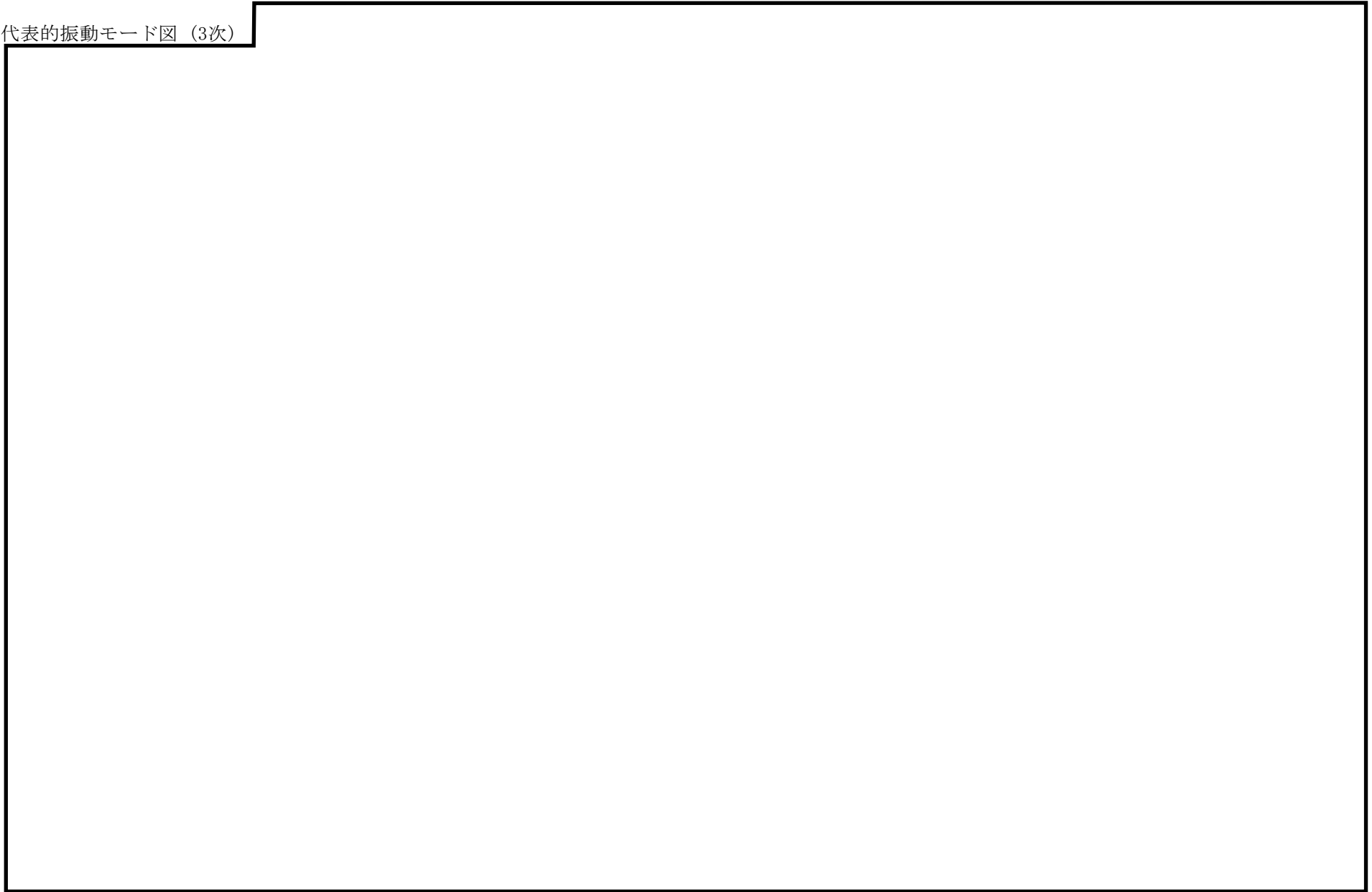
代表的振動モード図 (1次)

101

代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-R-16

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度			基準地震動 S _s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S_d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S_s)により得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S_d)及び設計用震度 I (基準地震動 S_s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-R-16

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)

107

代表的振動モード図 (2次)

108

代表的振動モード図 (3次)

109

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-R-17

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトルⅡ(弾性設計用地震動 S d)により得られる震度

*3：設計用床応答スペクトルⅡ(基準地震動 S s)により得られる震度

*4：設計用震度Ⅱ(弾性設計用地震動 S d)及び設計用震度Ⅱ(基準地震動 S s)

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_V$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-R-17

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				

注記*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

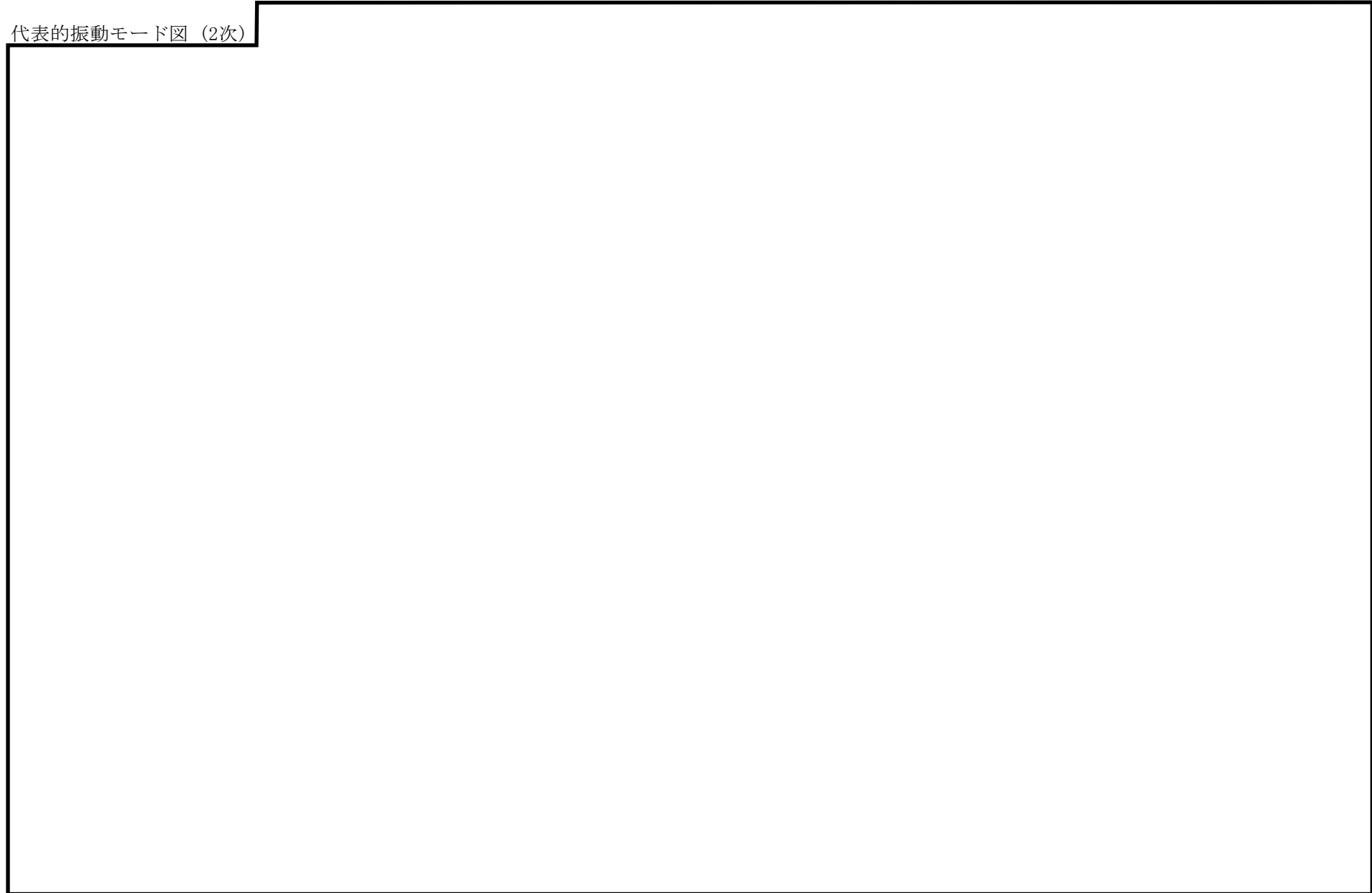
代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

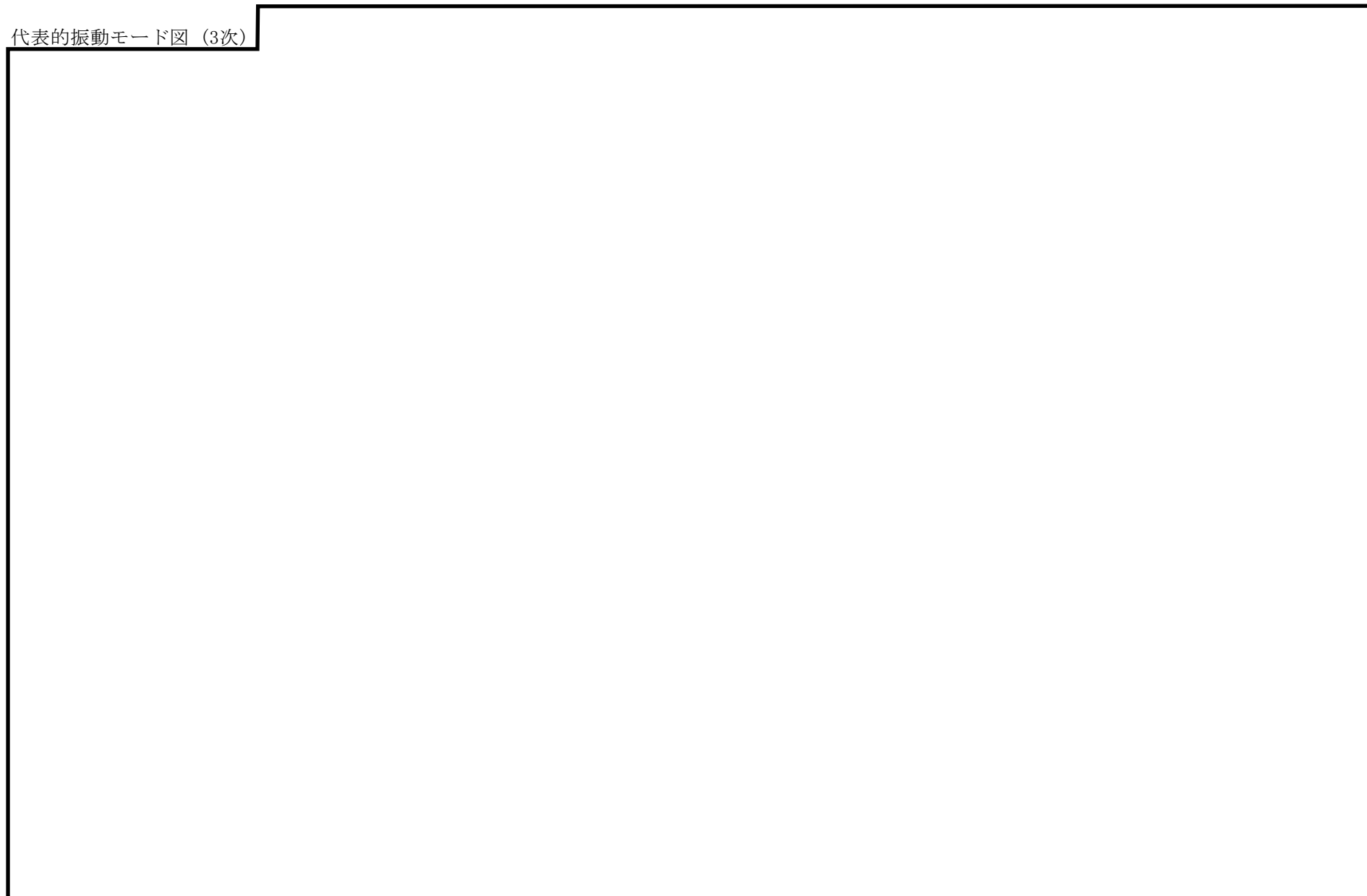
代表的振動モード図 (1次)

113

代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



115

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

許容応力 状態	最大応力区分 (許容応力)		鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	配管要素 名称	応力評価		疲労評価
						計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
ⅢA S	一次 応力	膜+曲げ $S_{p r m} (2.25 \cdot S m)$	RHR-R-16	49	BUTT WELD	95	274	—
		ねじり $S_t (0.55 \cdot S m)$	RHR-R-16	50	ELBOW	32	67	—
		ねじり+曲げ $S_t + S_b (1.8 \cdot S m)$	RHR-R-16	—	—	—	—	—
	一次+二次応力 $S_n (3 \cdot S m)$		RHR-PD-7	27	REDUCER	336	366	—
	疲労累積係数 $U + U S d$		RHR-PD-7	27	REDUCER	—	—	0.0196
ⅣA S	一次 応力	膜+曲げ $S_{p r m} (3 \cdot S m)$	RHR-PD-4	31N	NOZZLE	138	366	—
		ねじり $S_t (0.73 \cdot S m)$	RHR-PD-4	29	SUP. PT	70	89	—
		ねじり+曲げ $S_t + S_b (2.4 \cdot S m)$	RHR-PD-4	—	—	—	—	—
	一次+二次応力 $S_n (3 \cdot S m)$		RHR-PD-7	27	REDUCER	558	366	0.1770
	疲労累積係数 $U + U S s$		RHR-PD-7	27	REDUCER	—	—	0.1770

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)		鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	配管要素 名称	応力評価		疲労評価
						計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
IVAS	一次 応力	膜+曲げ $S_{pr m}(3 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	31N	NOZZLE	138	366	—
		ねじり $S_t(0.73 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	29	SUP. PT	70	89	—
		ねじり+曲げ $S_t + S_b(2.4 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	—	—	—	—	—
	一次+二次応力 $S_n(3 \cdot S_m)$		RHR-PD-4	31N	NOZZLE	379	366	0.0161
	疲労累積係数 $U + U S_s$		RHR-PD-4	31N	NOZZLE	—	—	0.0161
VAS	一次 応力	膜+曲げ $S_{pr m}(3 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	31N	NOZZLE	138	366	—
		ねじり $S_t(0.73 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	29	SUP. PT	70	89	—
		ねじり+曲げ $S_t + S_b(2.4 \cdot S_m)$	RHR-PD-4	—	—	—	—	—
	一次+二次応力 $S_n(3 \cdot S_m)$		RHR-PD-4	31N	NOZZLE	379	366	0.0161
	疲労累積係数 $U + U S_s$		RHR-PD-4	31N	NOZZLE	—	—	0.0161

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S d U S s
Ⅲ _A S	一次応力 $S_{p r m}(S_y^*)$	RHR-R-17	54A	162	188	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	RHR-R-17	54A	268	376	—
Ⅳ _A S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	RHR-R-8	141	253	363	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	RHR-R-8	141	414	364	0.1594

注記* : オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, S_y と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S s
IV _A S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	RHR-R-2	27	141	335	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	RHR-R-2	21	294	394	—
V _A S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	RHR-R-2	27	141	335	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	RHR-R-2	21	294	394	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
SNM-RHR-30	メカニカルスナッパ	SMS-3	VI-2-1-12「配 管及び支持構 造物の耐震計 算について」参 照	185	22	45	—
SNO-RHR-48	オイルスナッパ	SN-25			287	375	—
RE-RHR-50	ロッドレストレイント	RSA-25			198	450	—
SH-RHR-209	スプリングハンガ	VS1B-19			70	72	
—	コンスタントハンガ	—			—	—	
—	リジットハンガ	—			—	—	

注記*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RE-RHR-384	レストレイント	パイプバンド	SM400B	185	59	137	0	—	—	—	圧縮	41	119
AN-RHR-221	アンカ	ラグ	SGV480	302	114	164	312	239	218	145	組合せ	107	137

4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 ^{*1}	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		詳細評価 ^{*2}					
							動作機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)			
			水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
AV222-3B	空気作動逆止弁	β (S s)	8.6	3.9	6.0	6.0	—	—	操作部本体 取付ボルト部	組合せ	36	886
AV222-1A	空気作動逆止弁	β (S s)	6.0	4.8	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—
MV222-2B	電動グローブ弁	β (S s)	3.1	3.7	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—
MV222-6	電動ゲート弁	β (S s)	3.7	2.5	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—

注記*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

α (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

α (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

β (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

β (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。

弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 ^{*1}	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		詳細評価 ^{*2}					
			水平	鉛直	水平	鉛直	動作機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)			
							水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
MV222-5C	電動ゲート弁	β (S s)	2.3	3.5	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—

注記*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

α (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

α (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

β (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

β (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。

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。

クラス1管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S												
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					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	RHR-PD-4	31N	91	274	3.01	—	31N	202	366	1.81	—	31N	0.0041	—
2	RHR-PD-5	11	81	274	3.38	—	8	188	366	1.94	—	41	0.0040	—
3	RHR-PD-6	32N	89	274	3.07	—	32N	187	366	1.95	—	32N	0.0035	—
4	RHR-PD-7	27	61	274	4.49	—	27	336	366	1.08	○	27	0.0196	○
5	RHR-PD-8	17	69	274	3.97	—	18	245	366	1.49	—	37	0.0046	—
6	RHR-R-1	109	70	274	3.91	—	109	27	366	13.55	—	110	0.0010	—
7	RHR-R-5A	18	74	274	3.70	—	18	62	366	5.90	—	18	0.0000	—
8	RHR-R-16	49	95	274	2.88	○	50	111	366	3.29	—	46	0.0000	—

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。

クラス1管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S												
		一次応力評価					一次+二次応力評価					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	RHR-PD-4	31N	138	366	2.65	○	31N	379	366	0.96	—	31N	0.0161	—
2	RHR-PD-5	11	106	366	3.45	—	8	351	366	1.04	—	41	0.0040	—
3	RHR-PD-6	32N	129	366	2.83	—	32N	350	366	1.04	—	32N	0.0097	—
4	RHR-PD-7	27	75	366	4.88	—	27	558	366	0.65	○	27	0.1770	○
5	RHR-PD-8	17	89	366	4.11	—	18	435	366	0.84	—	18	0.0089	—
6	RHR-R-1	109	77	366	4.75	—	109	51	366	7.17	—	110	0.0010	—
7	RHR-R-5A	18	86	366	4.25	—	18	106	366	3.45	—	18	0.0000	—
8	RHR-R-16	49	132	366	2.77	—	50	232	366	1.57	—	50	0.0008	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV A S												
		一次応力評価					一次+二次応力評価					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	RHR-PD-4	31N	138	366	2.65	○	31N	379	366	0.96	○	31N	0.0161	○
2	RHR-PD-5	11	106	366	3.45	—	8	351	366	1.04	—	41	0.0040	—
3	RHR-PD-6	32N	129	366	2.83	—	32N	350	366	1.04	—	32N	0.0097	—
4	RHR-R-1	109	77	366	4.75	—	109	51	366	7.17	—	110	0.0010	—
5	RHR-R-5A	18	86	366	4.25	—	18	106	366	3.45	—	18	0.0000	—
6	RHR-R-16	49	132	366	2.77	—	50	232	366	1.57	—	50	0.0008	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S												
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					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	RHR-PD-4	31N	138	366	2.65	○	31N	379	366	0.96	○	31N	0.0161	○
2	RHR-PD-5	11	106	366	3.45	—	8	351	366	1.04	—	41	0.0040	—
3	RHR-PD-6	32N	129	366	2.83	—	32N	350	366	1.04	—	32N	0.0097	—
4	RHR-R-1	109	77	366	4.75	—	109	51	366	7.17	—	110	0.0010	—
5	RHR-R-5A	18	86	366	4.25	—	18	106	366	3.45	—	18	0.0000	—
6	RHR-R-16	49	132	366	2.77	—	50	232	366	1.57	—	50	0.0008	—

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。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積係数	代表
1	RHR-PD-8	11	69	182	2.63	—	8	165	364	2.20	—	—
2	RHR-PS-9	7	8	219	27.37	—	7	4	438	109.50	—	—
3	RHR-PS-10	9	10	219	21.90	—	9	8	438	54.75	—	—
4	RHR-R-1	29	102	197	1.93	—	29	124	394	3.17	—	—
5	RHR-R-2	27	95	197	2.07	—	21	179	394	2.20	—	—
6	RHR-R-3	27	69	221	3.20	—	3	93	438	4.70	—	—
7	RHR-R-4	34	78	209	2.67	—	340	71	418	5.88	—	—
8	RHR-R-5	312	136	209	1.53	—	315	185	418	2.25	—	—
9	RHR-R-5A	10	48	209	4.35	—	10	27	418	15.48	—	—
10	RHR-R-5B	25	48	209	4.35	—	24	246	418	1.69	—	—
11	RHR-R-6	24	66	209	3.16	—	80	106	438	4.13	—	—
12	RHR-R-7	43	146	219	1.50	—	44	300	438	1.46	—	—
13	RHR-R-8	141	151	182	1.20	—	141	210	364	1.73	—	—
14	RHR-R-9	35	66	209	3.16	—	35	51	418	8.19	—	—
15	RHR-R-10	30	82	209	2.54	—	30	77	418	5.42	—	—

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。

クラス 2 以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積係数	代表
16	RHR-R-11	122	90	209	2.32	—	249	136	418	3.07	—	—
17	RHR-R-12	1302	59	209	3.54	—	67	123	438	3.56	—	—
18	RHR-R-13	10	75	219	2.92	—	10	123	438	3.56	—	—
19	RHR-R-14	34	46	219	4.76	—	40	148	438	2.95	—	—
20	RHR-R-15	22	87	220	2.52	—	22	75	440	5.86	—	—
21	RHR-R-16	6	94	220	2.34	—	6	98	440	4.48	—	—
22	RHR-R-17	54A	162	188	1.16	○	54A	268	376	1.40	—	○

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。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
1	RHR-PD-8	11	98	363	3.70	—	8	298	364	1.22	—	—
2	RHR-PS-9	7	9	363	40.33	—	7	6	438	73.00	—	—
3	RHR-PS-10	9	12	363	30.25	—	9	15	438	29.20	—	—
4	RHR-R-1	29	155	335	2.16	—	29	238	394	1.65	—	—
5	RHR-R-2	27	170	335	1.97	—	21	353	394	1.11	—	—
6	RHR-R-3	27	110	335	3.04	—	3	183	438	2.39	—	—
7	RHR-R-4	34	111	363	3.27	—	34	136	418	3.07	—	—
8	RHR-R-5	315	220	363	1.65	—	315	353	418	1.18	—	—
9	RHR-R-5A	10	58	363	6.25	—	10	46	418	9.08	—	—
10	RHR-R-5B	25	56	363	6.48	—	24	359	418	1.16	—	—
11	RHR-R-6	21	108	363	3.36	—	80	225	438	1.94	—	—
12	RHR-R-7	43	131	363	2.77	—	44	302	438	1.45	—	—
13	RHR-R-8	141	253	363	1.43	○	141	414	364	0.87	0.1594	○
14	RHR-R-9	35	90	363	4.03	—	35	98	418	4.26	—	—
15	RHR-R-10	30	117	363	3.10	—	30	149	418	2.80	—	—

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。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
16	RHR-R-11	122	131	363	2.77	—	249	264	418	1.58	—	—
17	RHR-R-12	50	89	363	4.07	—	67	257	438	1.70	—	—
18	RHR-R-13	10	126	363	2.88	—	10	225	438	1.94	—	—
19	RHR-R-14	40	69	363	5.26	—	40	304	438	1.44	—	—
20	RHR-R-15	22	125	364	2.91	—	22	150	440	2.93	—	—
21	RHR-R-16	6	142	364	2.56	—	6	195	440	2.25	—	—
22	RHR-R-17	54A	293	431	1.47	—	54A	530	376	0.70	0.0176	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
1	RHR-PS-9	7	9	363	40.33	—	7	6	438	73.00	—	—
2	RHR-PS-10	9	12	363	30.25	—	9	15	438	29.20	—	—
3	RHR-R-1	29	129	335	2.59	—	29	198	394	1.98	—	—
4	RHR-R-2	27	141	335	2.37	○	21	294	394	1.34	—	○
5	RHR-R-3	27	110	335	3.04	—	3	183	438	2.39	—	—
6	RHR-R-4	34	111	363	3.27	—	34	136	418	3.07	—	—
7	RHR-R-5	85	132	363	2.75	—	85	189	418	2.21	—	—
8	RHR-R-5A	10	58	363	6.25	—	10	46	418	9.08	—	—
9	RHR-R-5B	25	56	363	6.48	—	24	299	418	1.39	—	—
10	RHR-R-6	21	108	363	3.36	—	80	225	438	1.94	—	—
11	RHR-R-7	43	131	363	2.77	—	44	302	438	1.45	—	—
12	RHR-R-9	35	90	363	4.03	—	35	98	418	4.26	—	—
13	RHR-R-10	30	117	363	3.10	—	30	149	418	2.80	—	—
14	RHR-R-11	122	131	363	2.77	—	249	264	418	1.58	—	—
15	RHR-R-12	50	89	363	4.07	—	67	257	438	1.70	—	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
16	RHR-R-13	10	126	363	2.88	—	10	225	438	1.94	—	—
17	RHR-R-14	40	69	363	5.26	—	40	304	438	1.44	—	—
18	RHR-R-15	22	125	364	2.91	—	22	150	440	2.93	—	—
19	RHR-R-16	6	142	364	2.56	—	6	195	440	2.25	—	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積係数	代表
1	RHR-PS-9	7	12	363	30.25	—	7	6	420	70.00	—	—
2	RHR-PS-10	9	16	363	22.68	—	9	15	420	28.00	—	—
3	RHR-R-1	29	129	335	2.59	—	29	198	394	1.98	—	—
4	RHR-R-2	27	141	335	2.37	○	21	294	394	1.34	—	○
5	RHR-R-3	27	110	335	3.04	—	3	183	398	2.17	—	—
6	RHR-R-4	34	111	363	3.27	—	34	136	418	3.07	—	—
7	RHR-R-5	85	132	363	2.75	—	85	189	418	2.21	—	—
8	RHR-R-5A	10	58	363	6.25	—	10	46	418	9.08	—	—
9	RHR-R-5B	25	56	363	6.48	—	24	299	418	1.39	—	—
10	RHR-R-6	21	108	363	3.36	—	80	225	414	1.84	—	—
11	RHR-R-7	43	135	363	2.68	—	44	302	420	1.39	—	—
12	RHR-R-9	35	90	363	4.03	—	35	98	418	4.26	—	—
13	RHR-R-10	30	117	363	3.10	—	30	149	418	2.80	—	—
14	RHR-R-11	122	131	363	2.77	—	249	264	418	1.58	—	—
15	RHR-R-12	50	89	363	4.07	—	67	257	414	1.61	—	—

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積係数	代表
16	RHR-R-13	10	130	363	2.79	—	10	225	420	1.86	—	—
17	RHR-R-14	40	72	363	5.04	—	40	304	420	1.38	—	—
18	RHR-R-15	22	125	363	2.90	—	22	150	436	2.90	—	—
19	RHR-R-16	6	142	363	2.55	—	6	195	436	2.23	—	—