

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-2-036-19 改1
提出年月日	2020年8月28日

V-2-5-4-2-5 管の耐震性についての計算書

K7 ① V-2-5-4-2-5 R0

2020年8月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-5-4-2-5 管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3.	計算条件	9
3.1	計算方法	9
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
3.3	設計条件	11
3.4	材料及び許容応力	23
3.5	設計用地震力	24
4.	解析結果及び評価	25
4.1	固有周期及び設計震度	25
4.2	評価結果	37
4.2.1	管の応力評価結果	37
4.2.2	支持構造物評価結果	38
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	39
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	40

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、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及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全5モデルのうち、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。




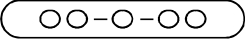

(3) 弁

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。

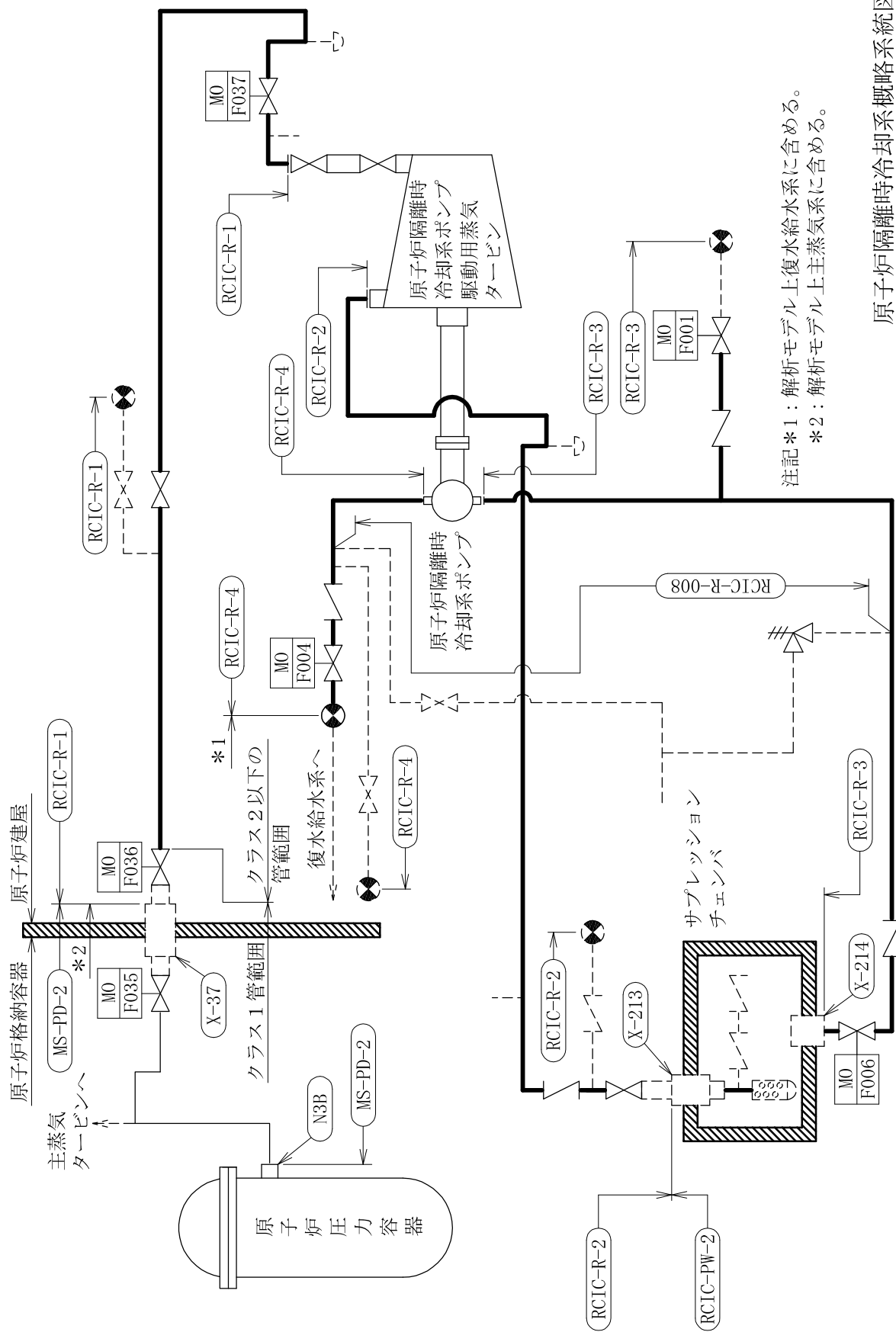
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0



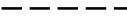


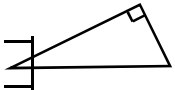
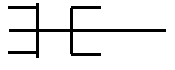

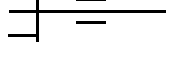
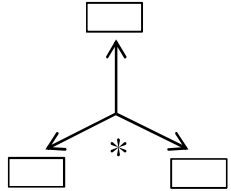


注記*1：解析モデル上復水給水系に含める。
*2：解析モデル上主蒸気系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図

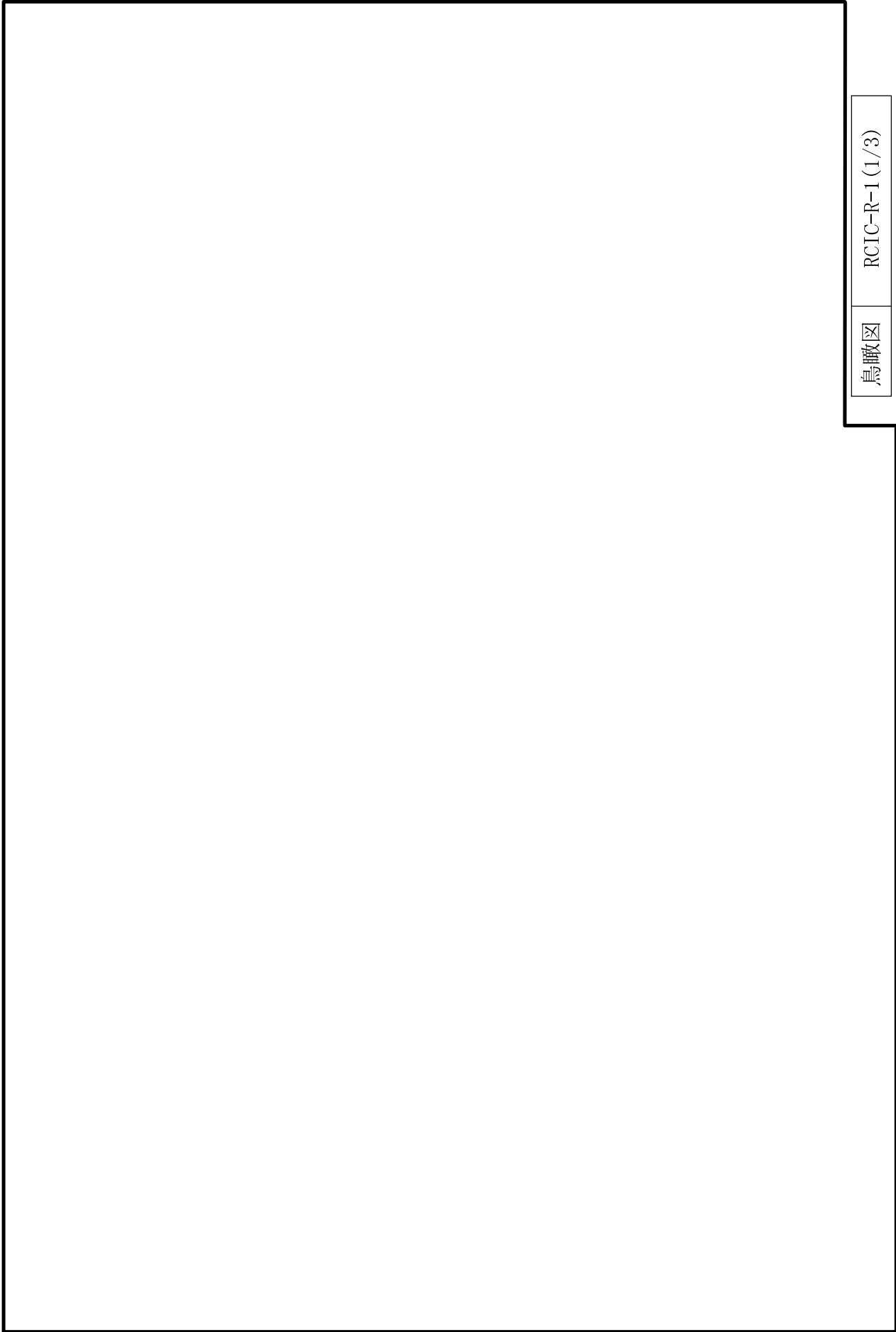
2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

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

注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0



鳥瞰図

RCIC-R-1 (1/3)

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

鳥瞰図

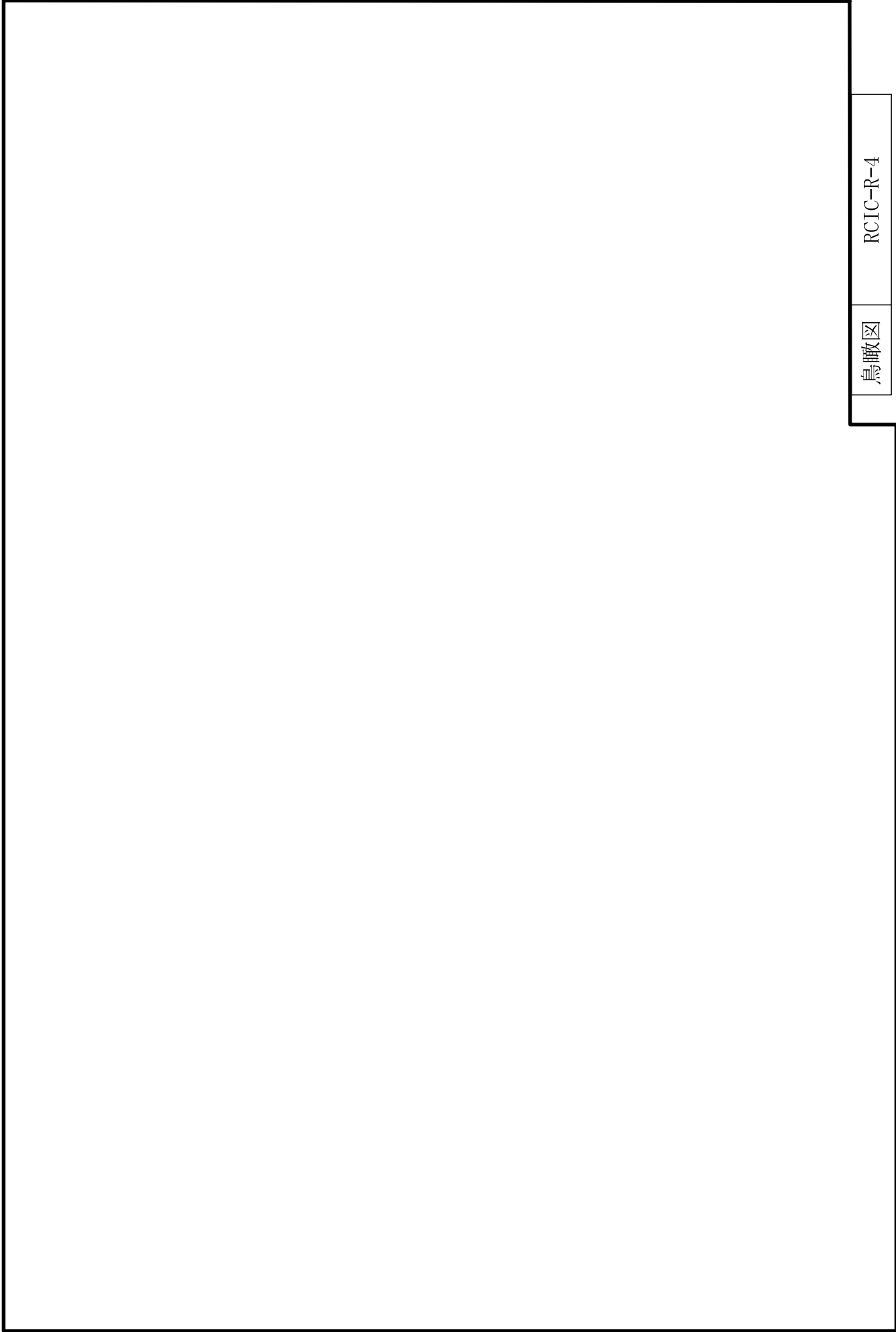
RCIC-R-1 (2/3)

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

鳥瞰図

RCIC-R-1 (3/3)

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0



鳥瞰図

RCIC-R-4

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、別紙「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	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*2,3}	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系	DB	—	クラス2管	S	I _L +S _d	III _A S
							II _L +S _d	
							IV _L (L)+S _d	
							I _L +S _s	
							II _L +S _s	
								IV _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：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を示す。

*3：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。

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 RCIC-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	6~1901, 1905~70	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	S	185960
2	75~89N	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	S	200360

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 RCIC-R-4

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~18, 19~30S	11.77	77	165.2	18.2	STPT410	S	200360
2	30S~61	11.77	77	165.2	18.2	STPT410	S	201667
3	65~101A	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	S	201667

配管の付加質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

質量	対応する評価点
	6～1901, 1905～37S, 47S～70, 75～89N
	37S～47S

配管の付加質量

鳥瞰図 RCIC-R-4

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

フランジ部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	89N

フランジ部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-4

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	13

弁部の寸法

鳥瞰図 RCIC-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
2~3				3~4			
4~5				3~6			
1901~1902				1902~1903			
1903~1904				1902~1905			
70~71				71~72			
72~73				73~74			
71~75							

弁部の寸法

鳥瞰図 RCIC-R-4

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

弁部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	4		5
	1903		1904
	72		74

弁部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-4

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

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 RCIC-R-1

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 160 **						
19						
25						
31						
38						
** 51 **						
** 51 **						
51						
61						
** 73 **						
** 80 **						
80						
81						
89N						



K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 RCIC-R-4

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
12						
26						
35						
50						
54						
66						
78						
** 78 **						
82						
89						
** 89 **						
93						
95						
101A						

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) 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 _h
STPT410	302	—	182	404	—
STPT410	77	—	226	406	—

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曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-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。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
RCIC-R-1	原子炉建屋		
RCIC-R-4	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価
 4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RC1C-R-1

モード	適用する地震動等 固有周期 (s)	S d 及び静的震度			S s			
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向	
1次	[Redacted]							
2次								
3次								
4次								
5次								
6次								
7次								
8次								
19次								
20次								
動的震度*2								
静的震度*3								

注記*1: 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2: S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。
 *3: 3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RCIC-R-1

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				
19次				

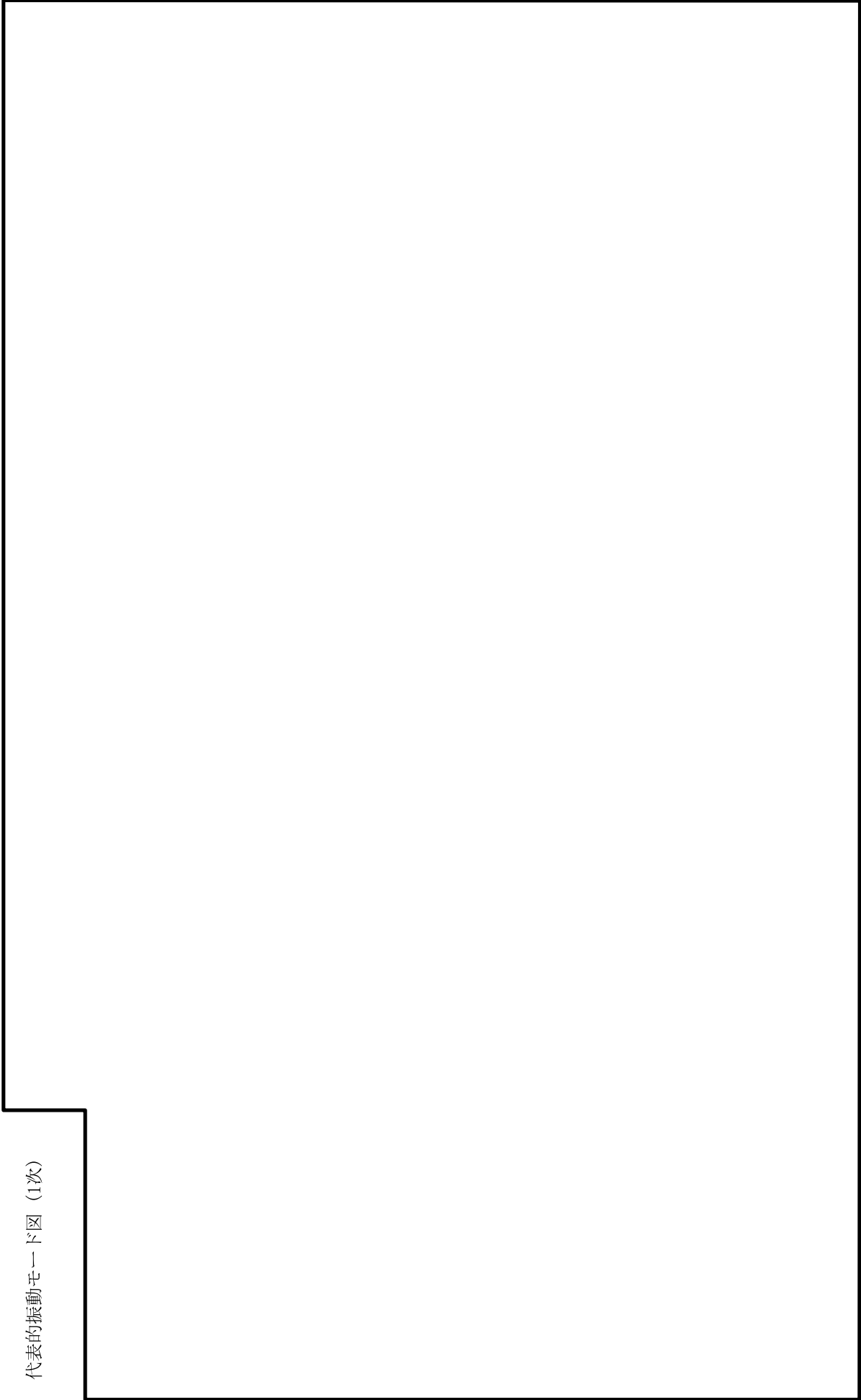
注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

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、次ページ以降に示す。

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (1次)

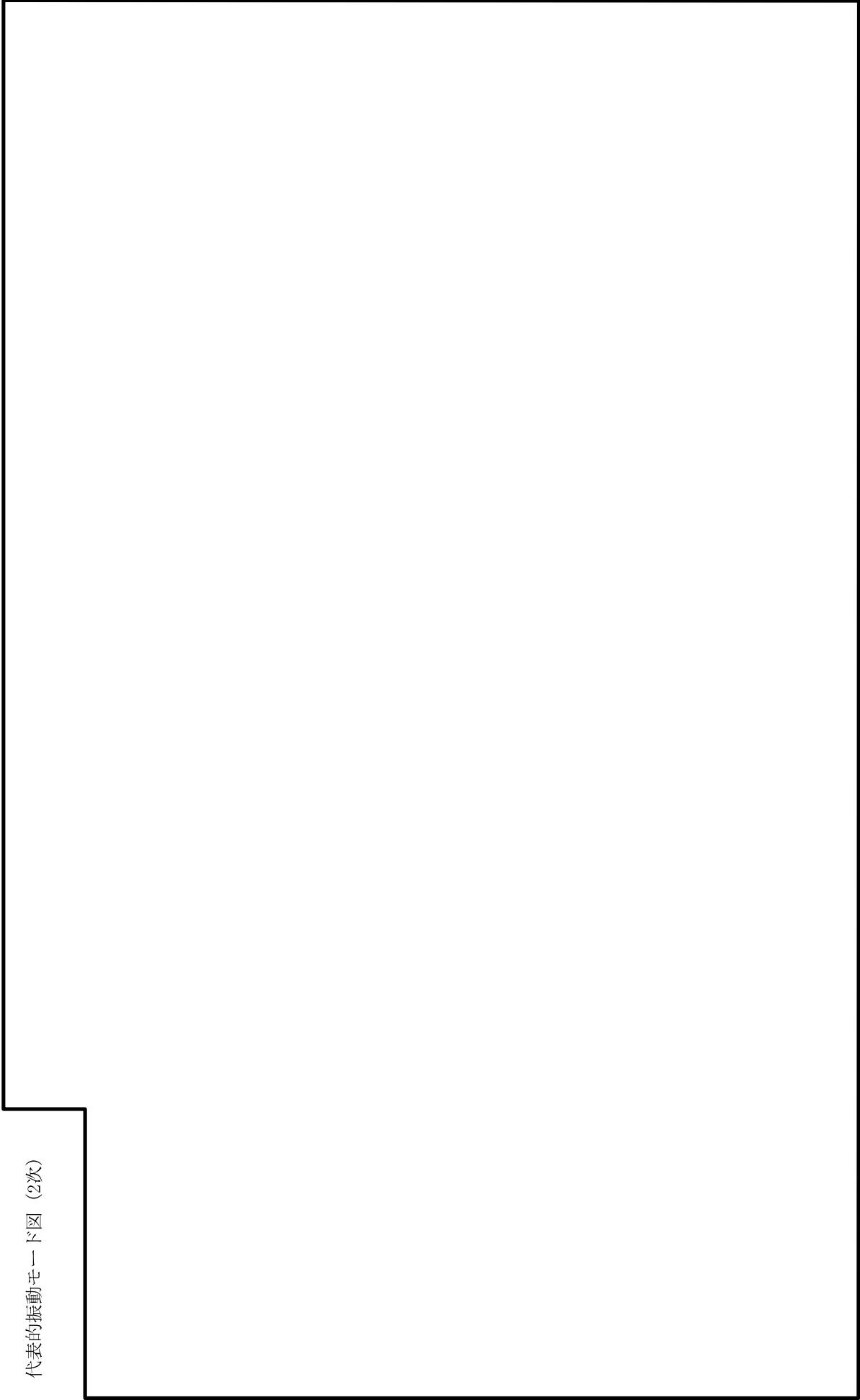


鳥瞰図

RCIC-R-1

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (2次)

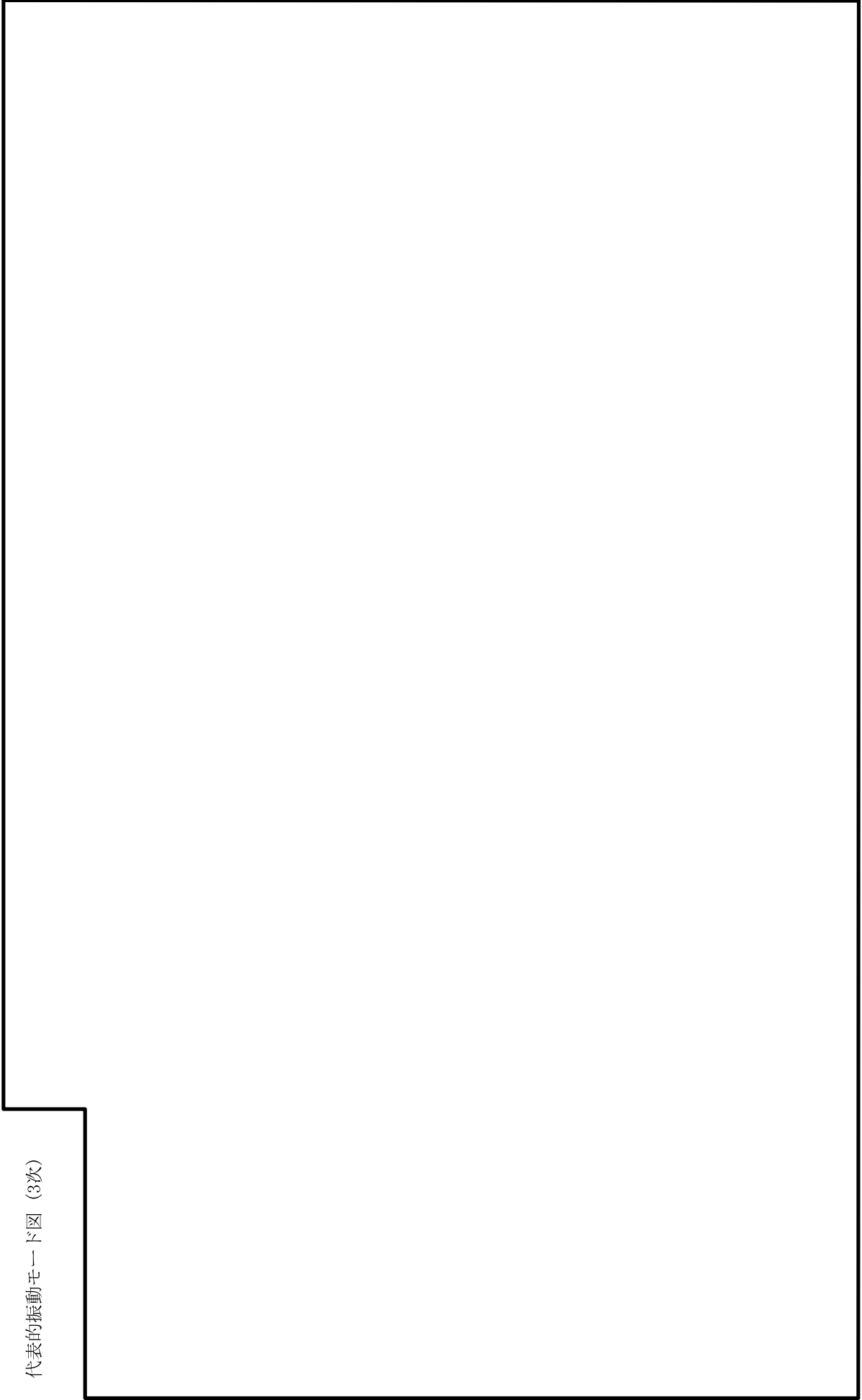


鳥瞰図

RCIC-R-1

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (3次)



鳥瞰図

RCIC-R-1

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RC1C-R-4

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s			
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		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								
14次								
15次								
動的震度*2								
静的震度*3								

注記*1: 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2: S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。
 *3: 3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RCIC-R-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				
5次				
6次				
7次				
8次				
14次				

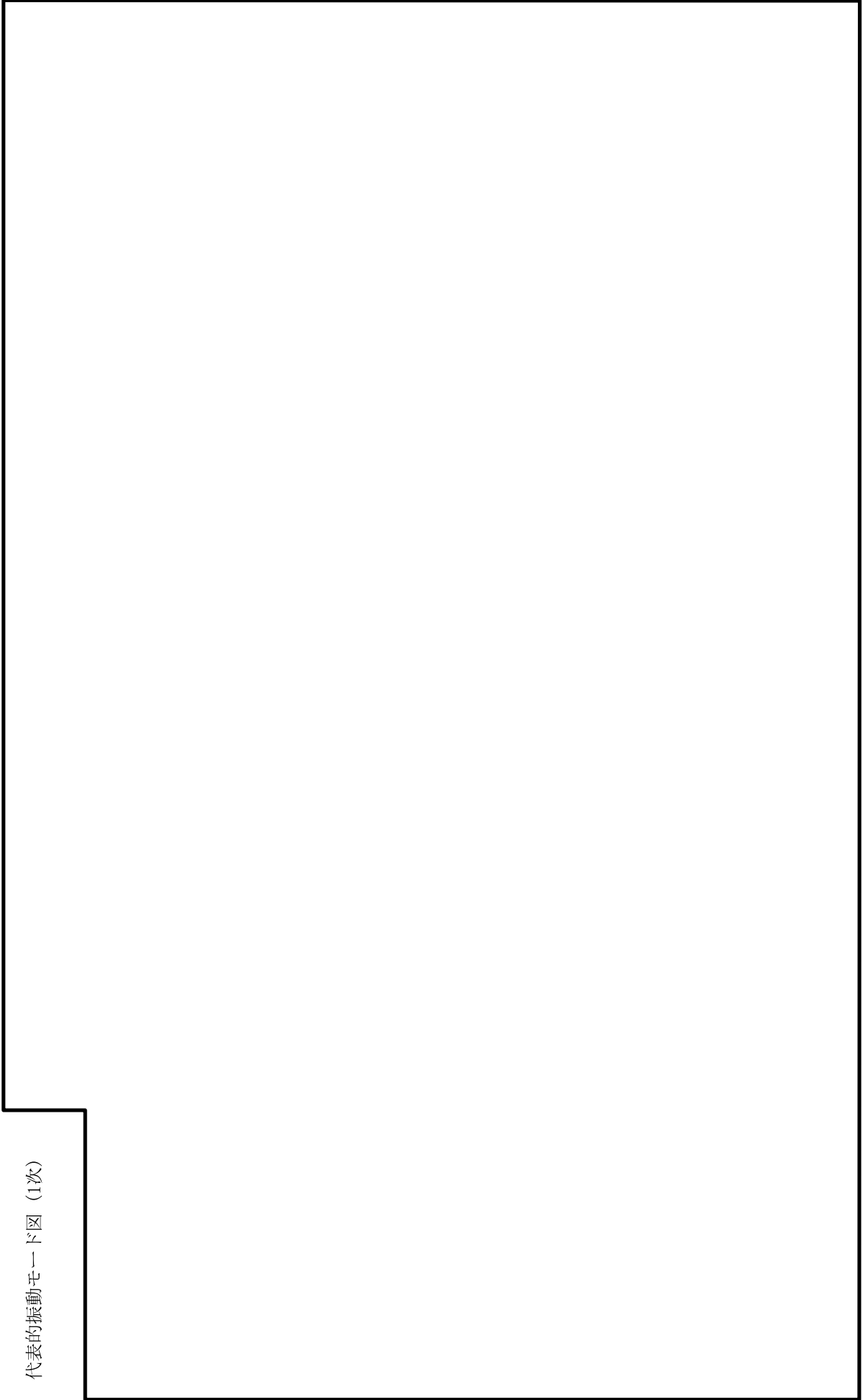
注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

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、次ページ以降に示す。

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (1次)

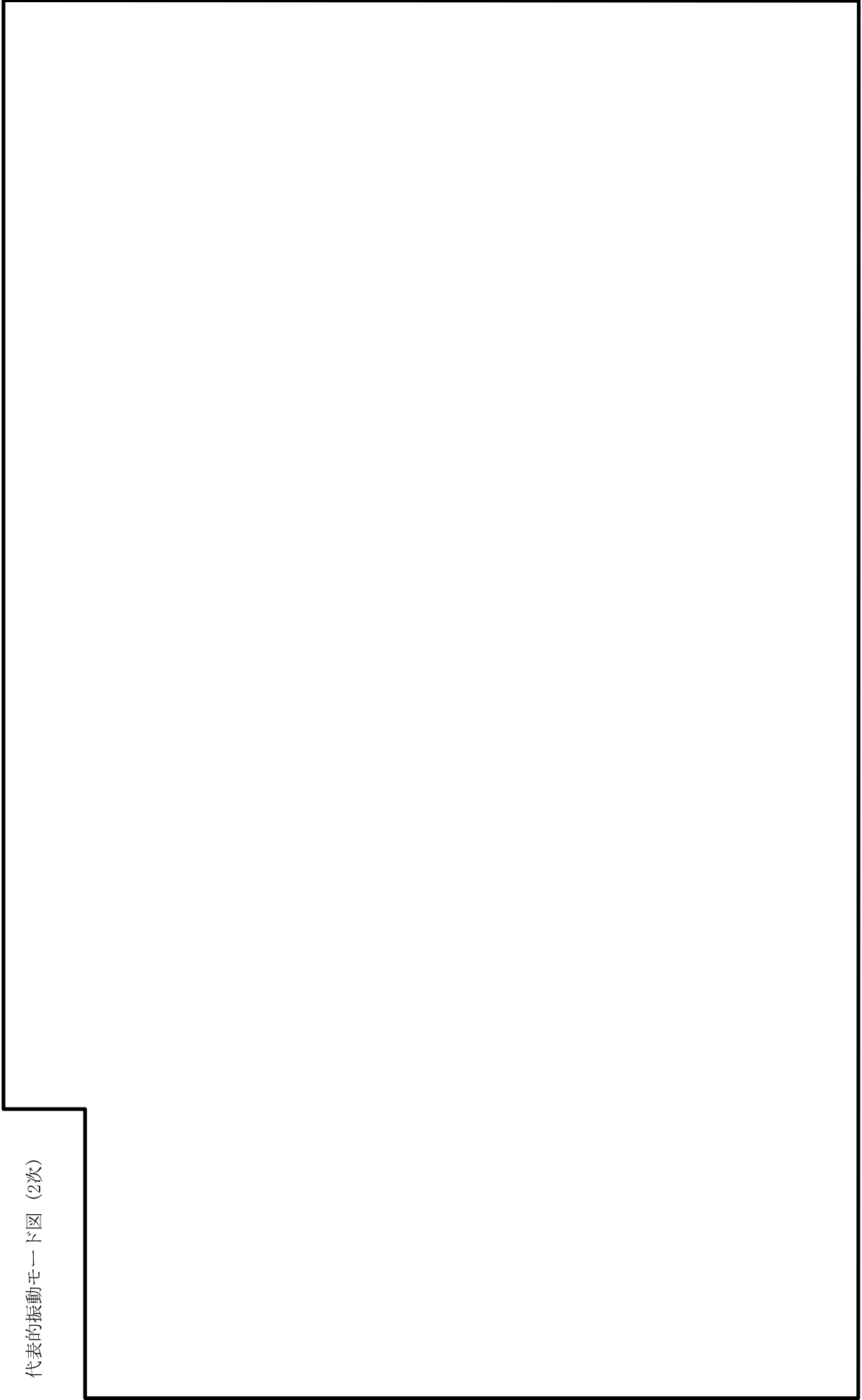


鳥瞰図

RCIC-R-4

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (2次)

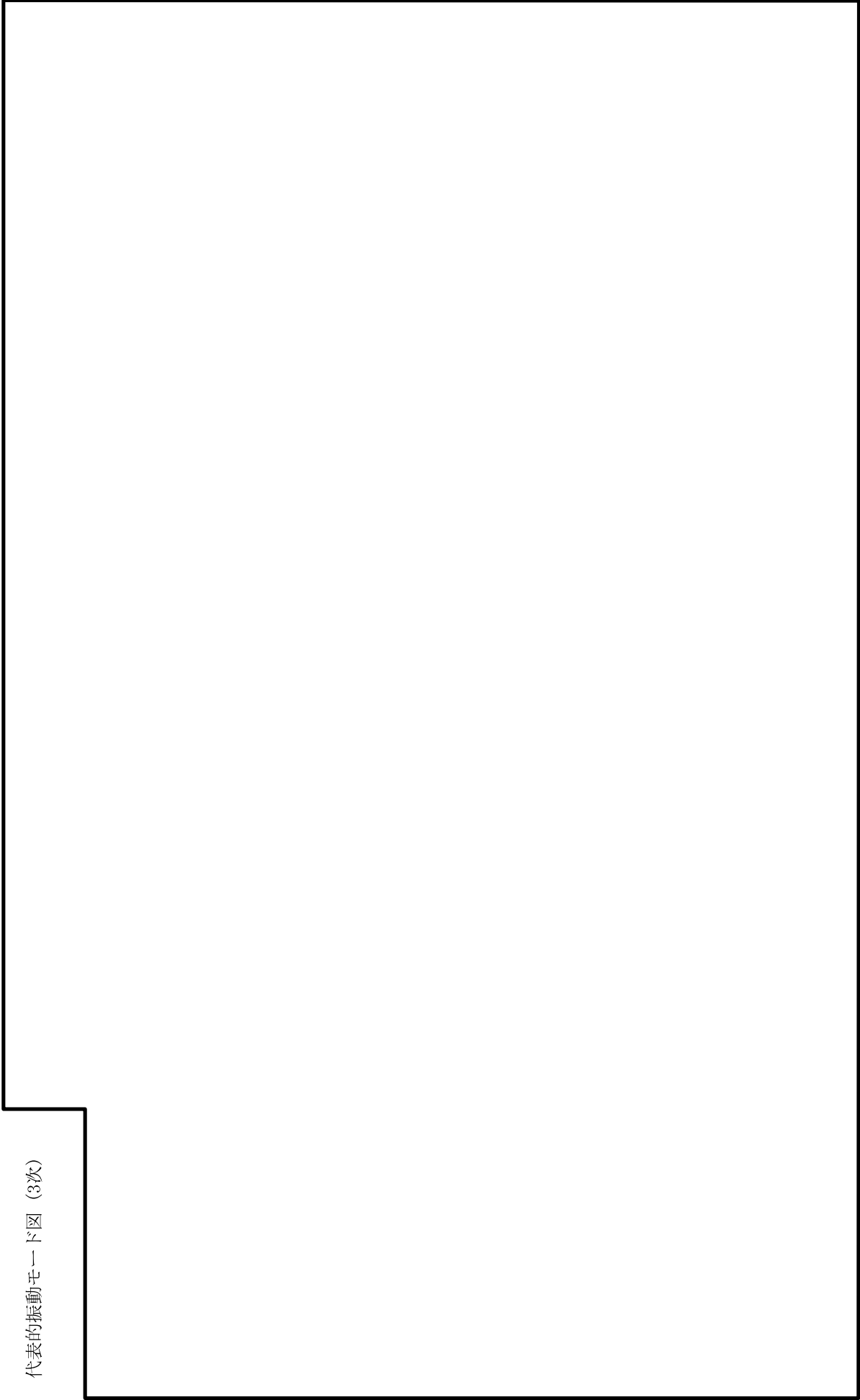


鳥瞰図

RCIC-R-4

K7 ① V-2-5-4-2-5 (設) R0

代表的振動モード図 (3次)



鳥瞰図

RCIC-R-4

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2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価(MPa)		一次+二次応力評価(MPa)		疲労評価 疲労累積係数
				計算応力 $S_{prm} (S d)$ $S_{prm} (S s)$	許容応力 S_y^* $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S s)$	許容応力 $2 S_y$	
RCIC-R-1	III _A S	19	$S_{prm} (S d)$	106	182	—	—	—
RCIC-R-4	IV _A S	15	$S_{prm} (S s)$	156	365	—	—	—
RCIC-R-1	IV _A S	11	$S_n (S s)$	—	—	219	364	—

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 $1.2 S_h$ のうち大きい方の値とする。

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)
SNM-RCIC-R020-1	メカニカルスナッパ	SMS-6A-100	V-2-1-12 「配管及び支 持構造物の耐震計算に ついて」参照	302	33	90
SH-RCIC-R020-2	スプリングハンガ	VS1B-12			8.9	9.8

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				
AN-RCIC-R501	アンカ	ラグ	SGV410	302	36	22	11	7	9	19	曲げ	76	94	
RE-RCIC-R006	レストレイント	パイプバンド	STKR400 SM400B	302	22	53	0	—	—	—	引張圧縮	51	82	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

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計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度*		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 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
E51-F004	止め弁	β (Ss)	3.4	1.0	6.0	6.0	—	—
E51-F037	止め弁	β (Ss)	2.5	1.4	6.0	6.0	—	—

注記*：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

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	疲労係数
1	RCIC-PW-2	8	15	152	10.13	—	8	21	396	18.85	—	8	25	304	12.16	—	—	—
2	RCIC-R-1	19	106	182	1.71	○	11	148	363	2.45	—	11	219	364	1.66	○	—	—
3	RCIC-R-2	23	33	209	6.33	—	23	52	363	6.98	—	29	76	418	5.50	—	—	—
4	RCIC-R-3	2	39	219	5.61	—	2	59	363	6.15	—	2	75	438	5.84	—	—	—
5	RCIC-R-4	60	98	226	2.30	—	15	156	365	2.33	○	15	240	452	1.88	—	—	—
6	RCIC-R-008	41	40	226	5.65	—	45	55	363	6.60	—	45	136	438	3.22	—	—	—

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。

重大事故等対処設備

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	9
3.	計算条件	13
3.1	計算方法	13
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3	設計条件	15
3.4	材料及び許容応力	21
3.5	設計用地震力	22
4.	解析結果及び評価	23
4.1	固有周期及び設計震度	23
4.2	評価結果	29
4.2.1	管の応力評価結果	29
4.2.2	支持構造物評価結果	30
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	31
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	32

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、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及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全5モデルのうち、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。




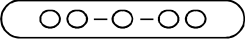

(3) 弁

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。

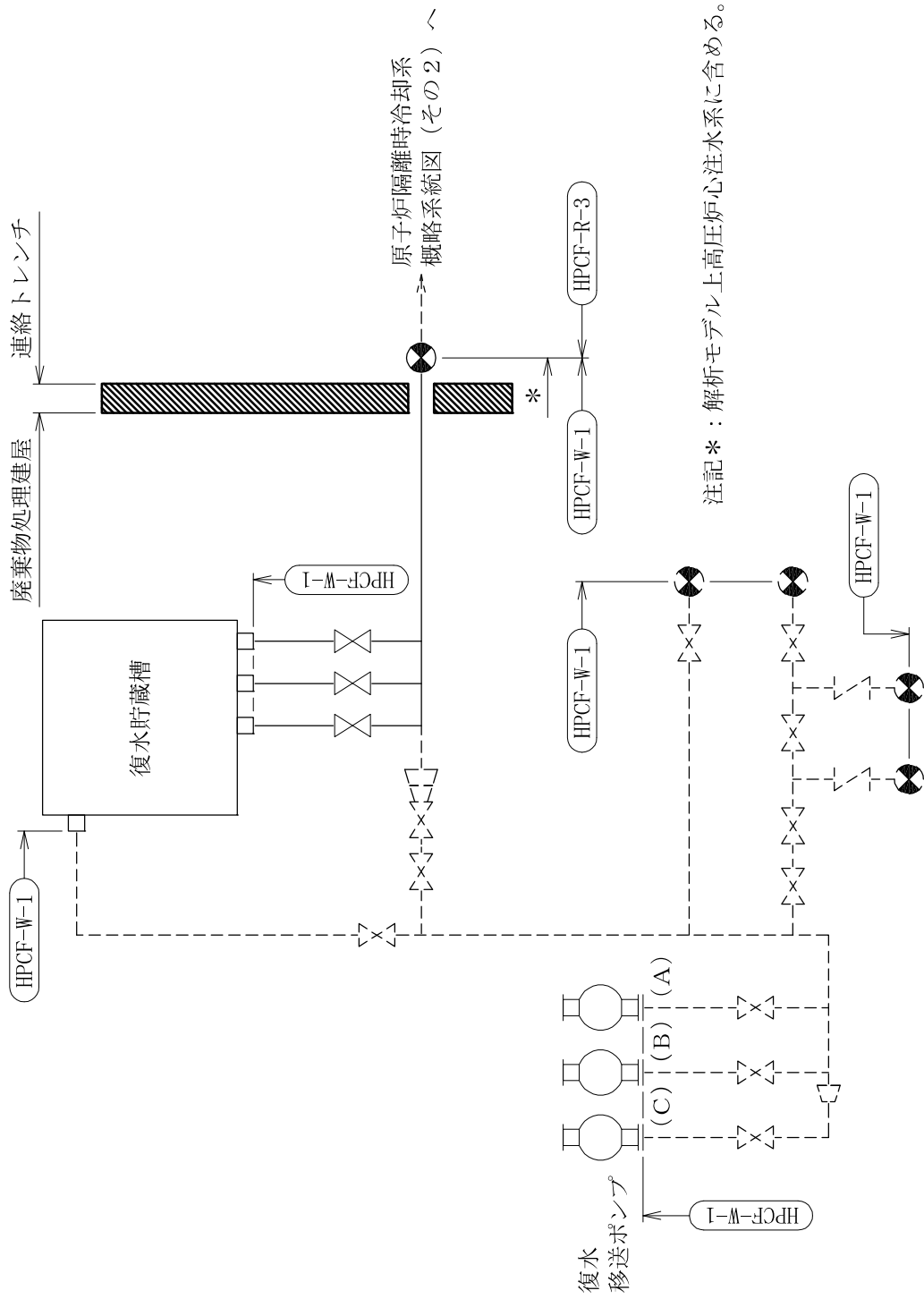
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

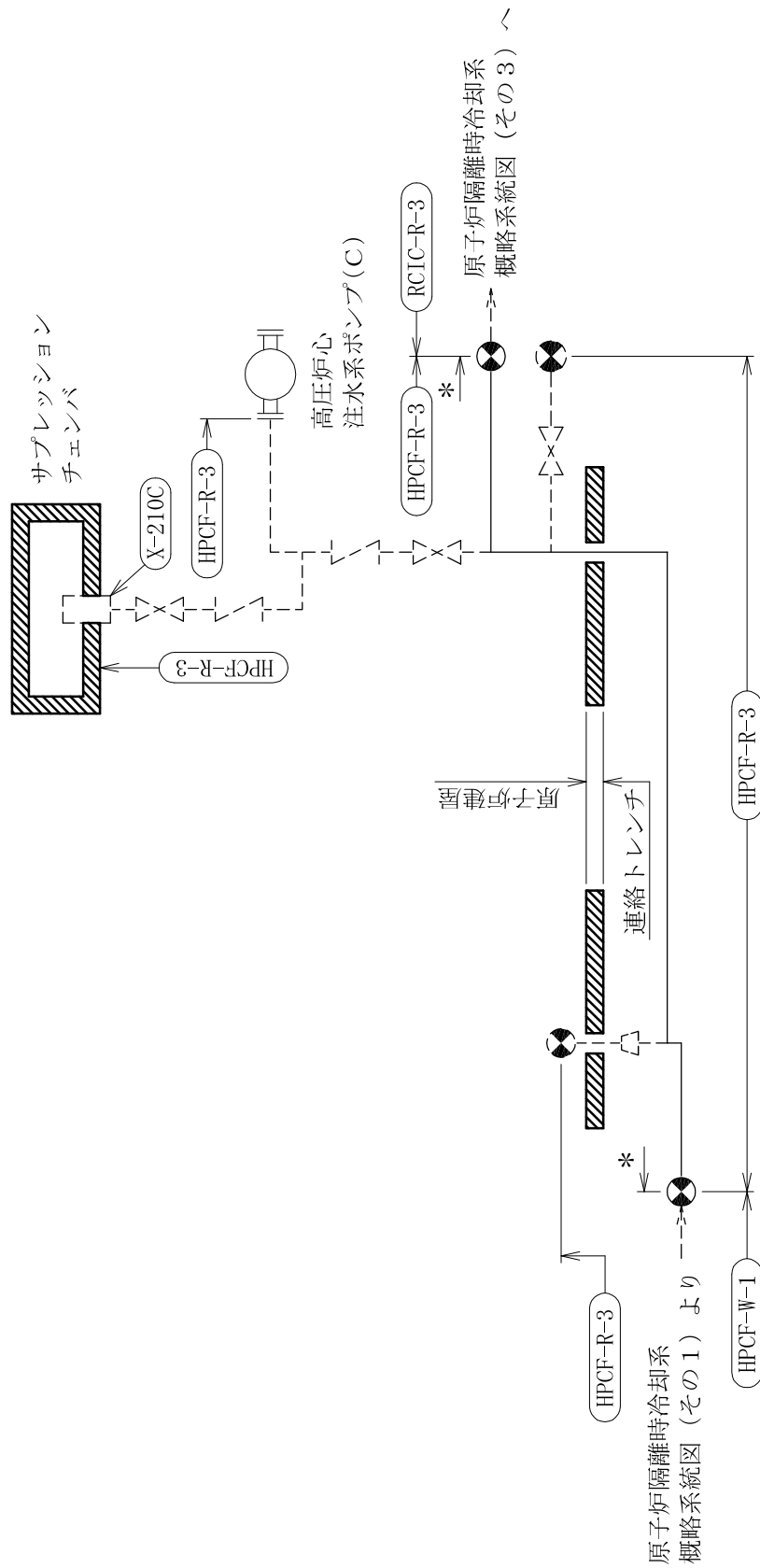
概略系統図記号凡例

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

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

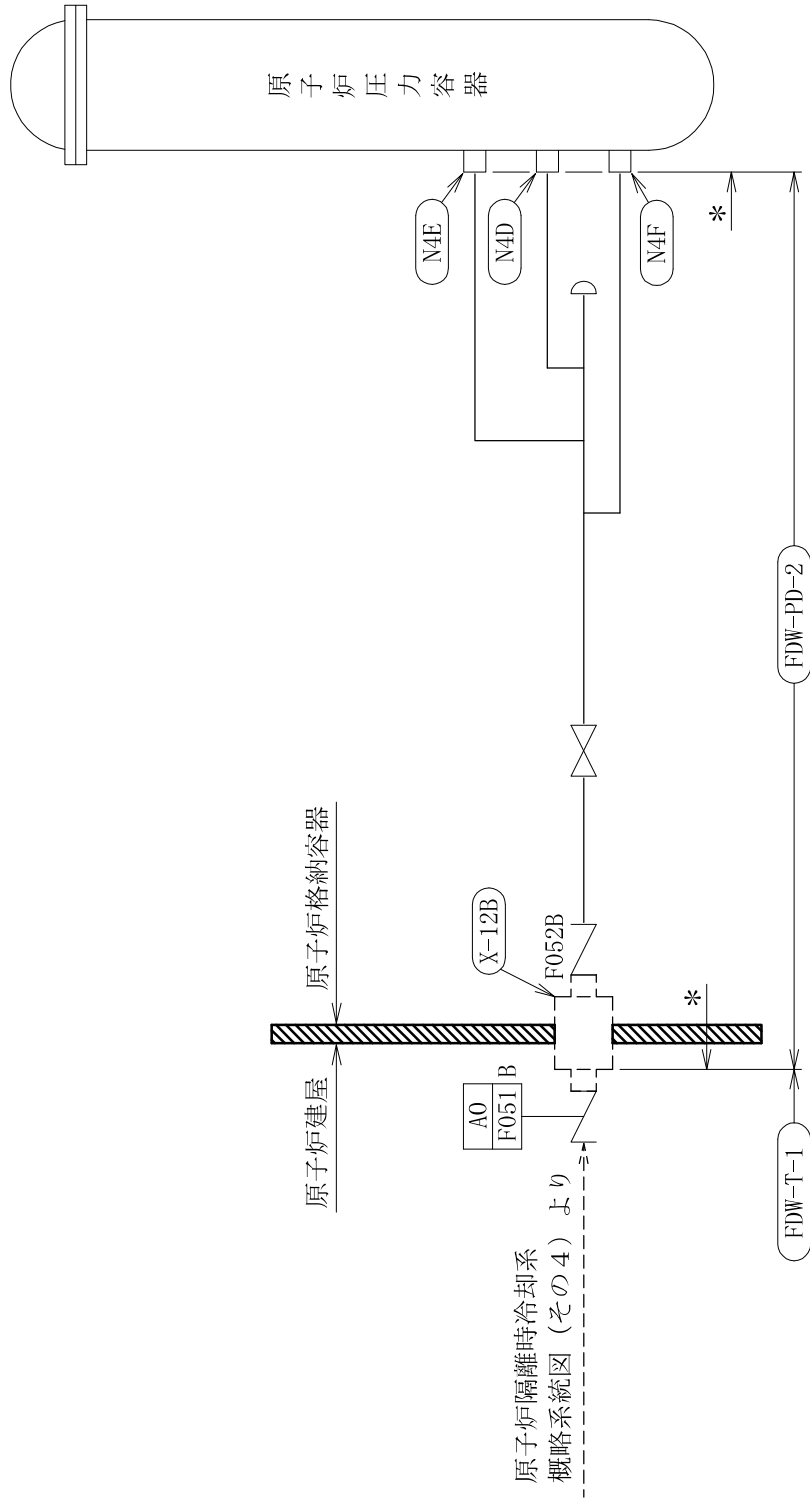


原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その1)



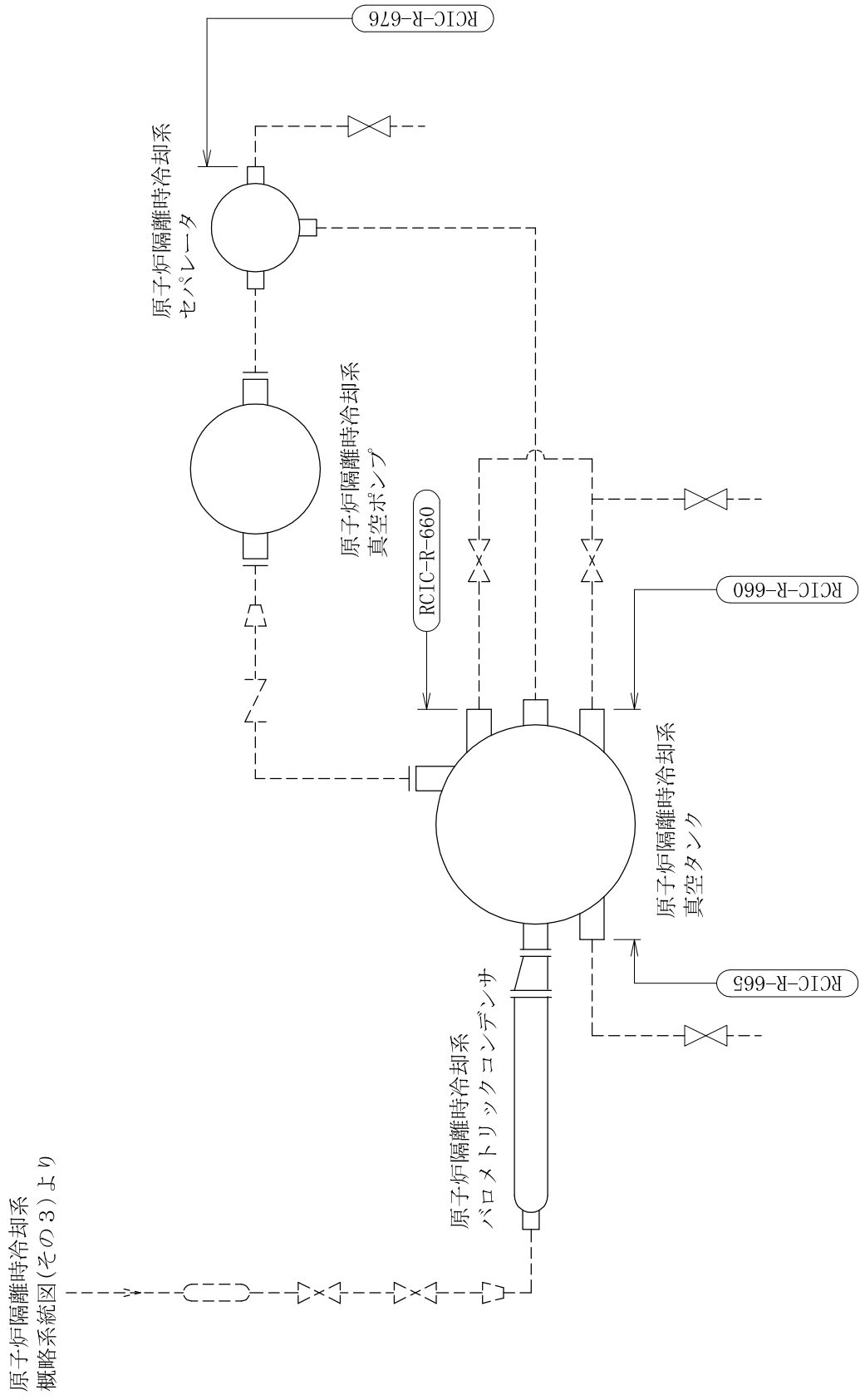
注記*：解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その2)








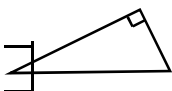
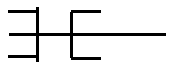

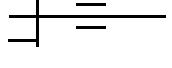
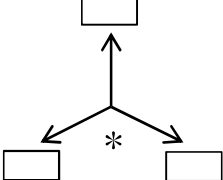
注記*：解析モデル上復水給水系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その5)



2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	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, <input type="text"/> 内に 変位量を記載する。)

注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

鳥瞰図

RCIC-R-1 (1/3)

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

鳥瞰図

RCIC-R-1 (2/3)

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

鳥瞰図

RCIC-R-1 (3/3)

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、別紙「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}	許容応力状態 ^{*4}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系	S A	常設／防止 (D B 拡張)	重大事故等クラス2管	—	V _L + S S	V _A S
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	高压代替注水系	S A	常設耐震／防止	重大事故等クラス2管	—	V _L + S S	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	高压代替注水系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L + S S	V _A S

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は荷重を示す。

*4：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

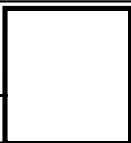
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥瞰図 RCIC-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	6~1901, 1905~70 12~106	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	—	185960
2	75~89N	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	—	200360
3	110~131A	8.62	302	165.2	14.3	STPT410	—	201667

配管の付加質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

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

フランジ部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	89N

弁部の寸法

鳥瞰図 RCIC-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
2~3				3~4			
4~5				3~6			
1901~1902				1902~1903			
1903~1904				1902~1905			
70~71				71~72			
72~73				73~74			
71~75				106~107			
107~108				108~109			
107~110							

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

弁部の質量

鳥瞰図 RCIC-R-1

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

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 RCIC-R-1

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 160 **						
19						
25						
31						
38						
** 51 **						
** 51 **						
51						
61						
** 73 **						
** 80 **						
80						
81						
89N						
1100						
** 1100 **						
1251						
131A						

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) 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 _h
STPT410	302	—	182	404	—

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曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-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。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
RCIC-R-1	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価
 4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RC1C-R-1

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		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				
19次				
20次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RCIC-R-1

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				
19次				

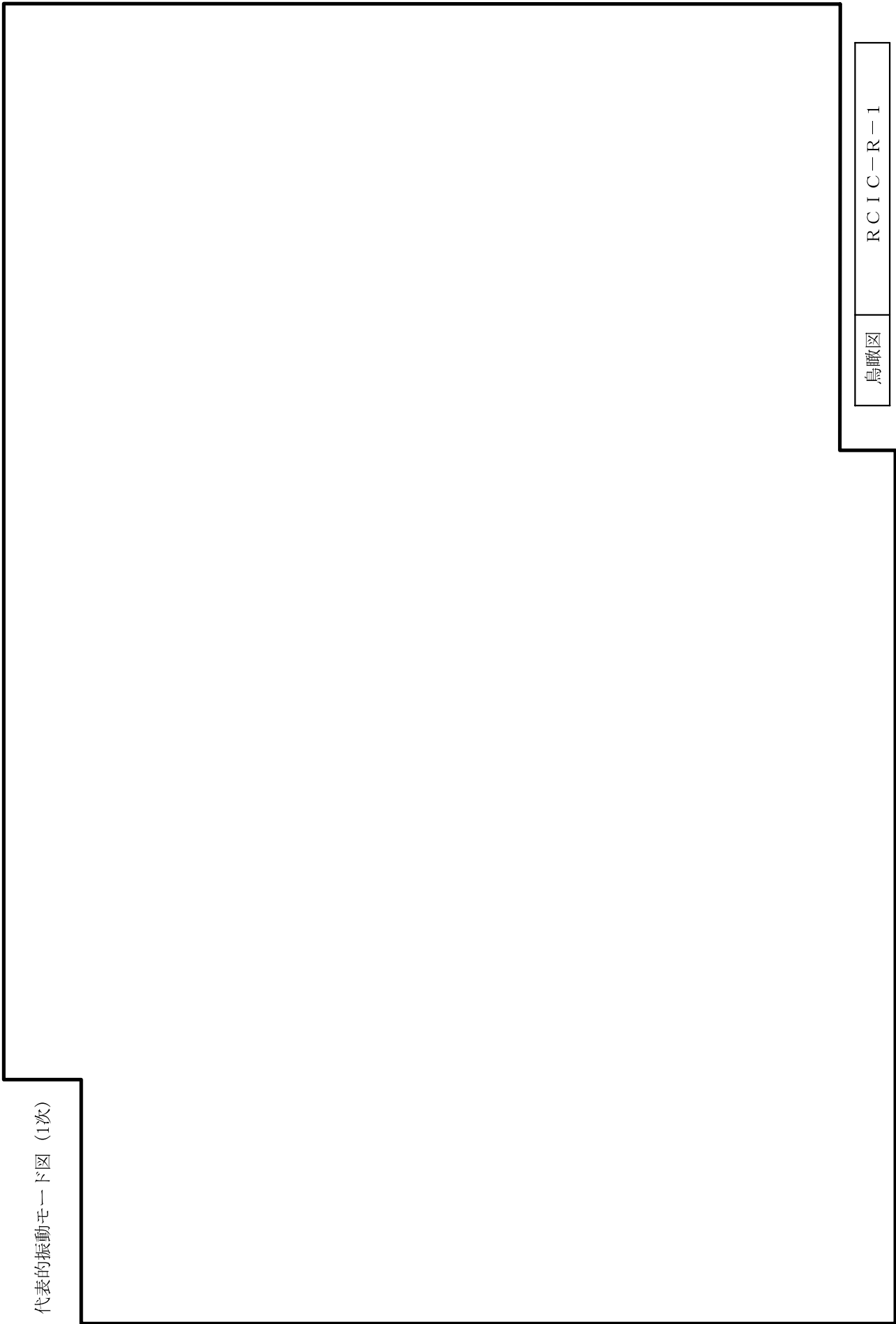
注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

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、次ページ以降に示す。

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

代表的振動モード図 (1次)

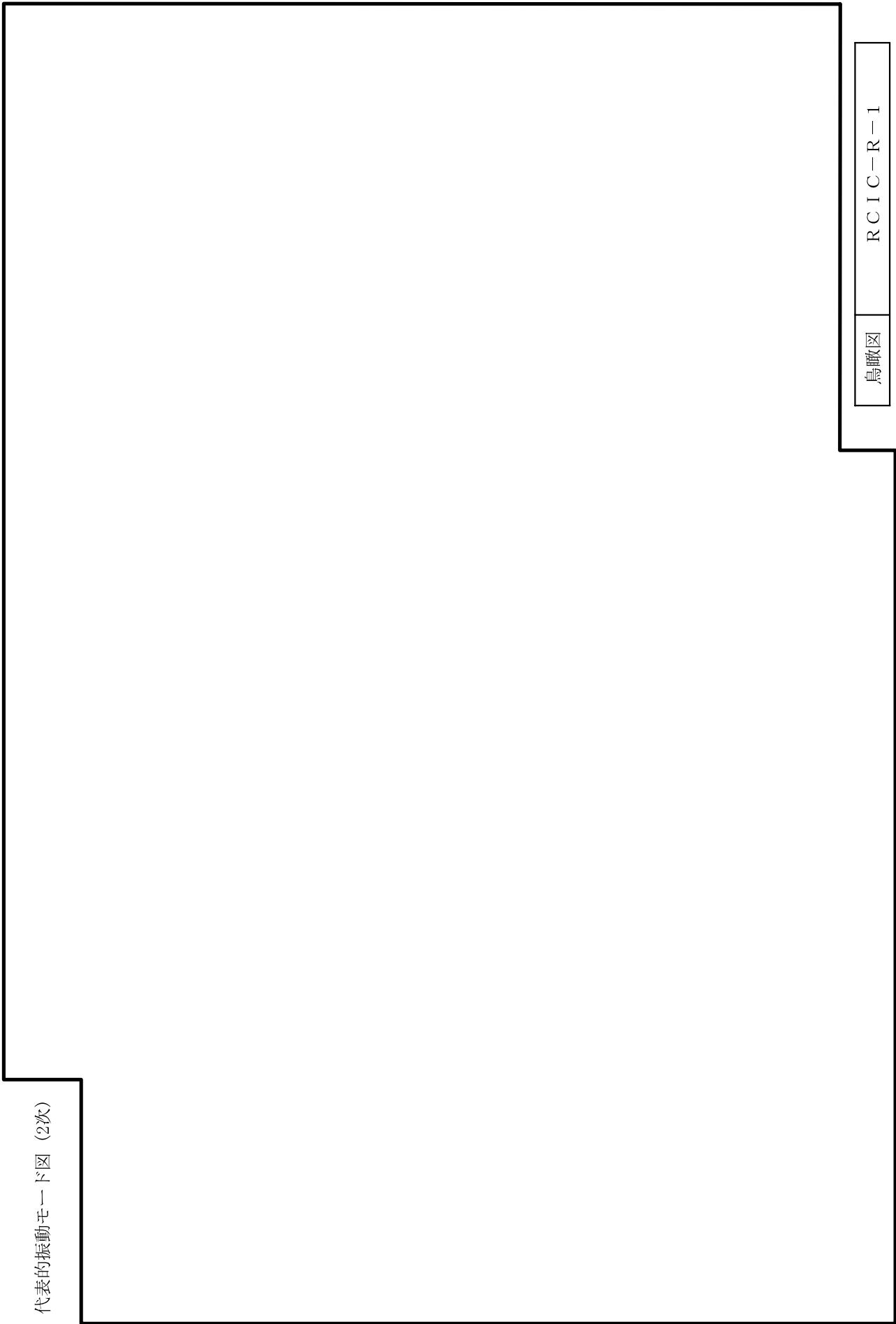


鳥瞰図

RCIC-R-1

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

代表的振動モード図 (2次)

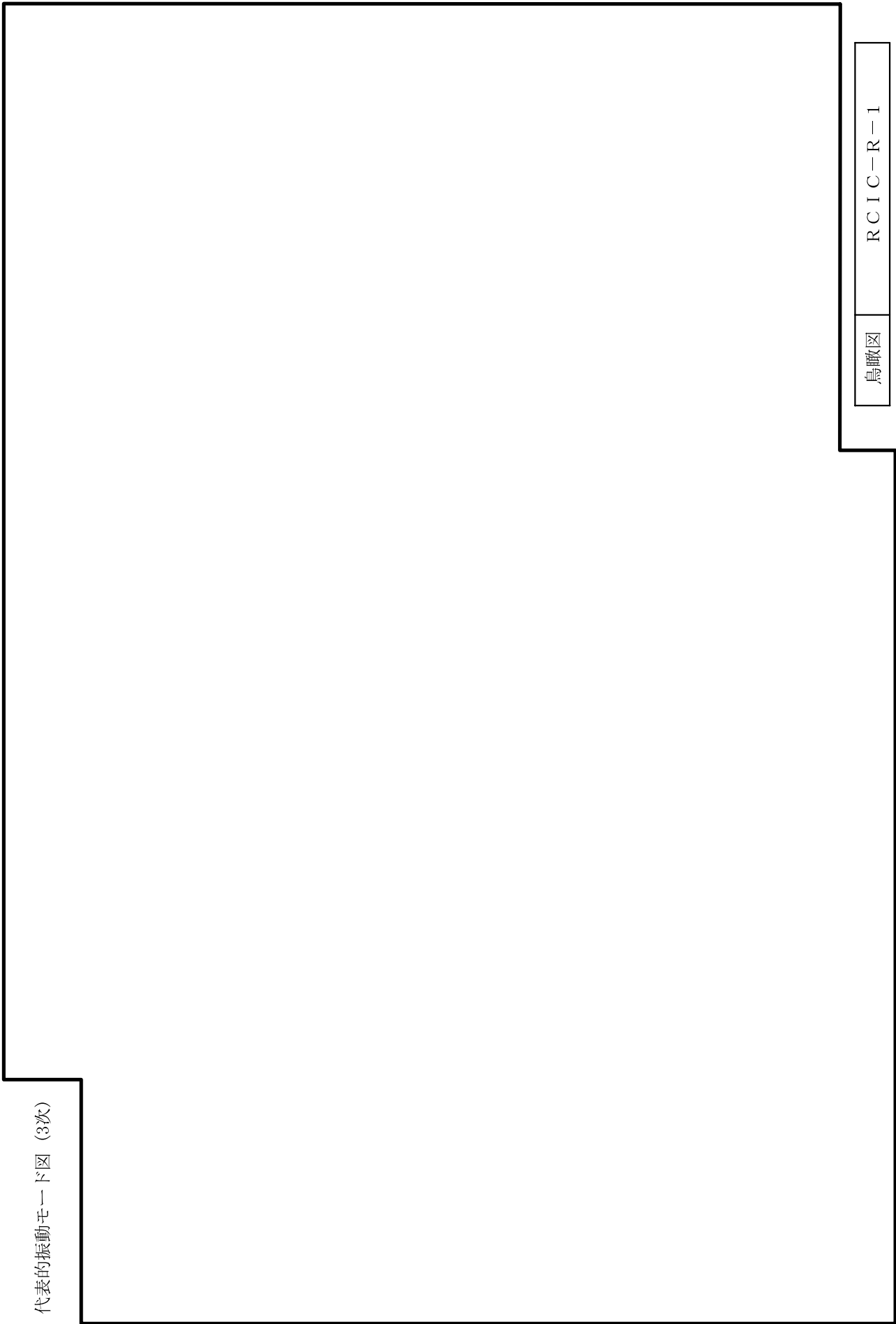


鳥瞰図

RCIC-R-1

K7 ① V-2-5-4-2-5 (重) R0

代表的振動モード図 (3次)



鳥瞰図

RCIC-R-1

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。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数 U S s
				計算応力 S _{prn} (S s)	許容応力 0.9 S _u	計算応力 S _n (S s)	許容応力 2 S _y	
RCIC-R-1	V A S	106	S _{prn} (S s)	158	363	—	—	—
RCIC-R-1	V A S	11	S _n (S s)	—	—	219	364	—

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)
SNM-RCIC-R020-1	メカニカルスナッパ	SMS-6A-100	V-2-1-12「配管及び支 持構造物の耐震計算に ついて」参照		33	90
SH-RCIC-R020-2	スプリングハンガ	VSIB-12			8.9	9.8

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			
AN-HPCF-R501	アンカ	ラグ	SUS304 STKR400	100	45	14	16	4	10	16	組合せ	45	117
RE-RCIC-R006	レストレイント	パイプバンド	STKR400 SM400B	302	22	53	0	—	—	—	引張圧縮	51	82

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

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計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	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 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	RCIC-PW-2	8	21	396	18.85	—	8	25	304	12.16	—	—	—	—	
2	RCIC-R-1	106	158	363	2.29	○	11	219	364	1.66	○	—	—	—	
3	RCIC-R-2	23	52	363	6.98	—	29	76	418	5.50	—	—	—	—	
4	RCIC-R-3	49A	69	431	6.24	—	2	75	434	5.78	—	—	—	—	
5	RCIC-R-4	15	156	363	2.32	—	15	240	434	1.80	—	—	—	—	
6	RCIC-R-6	24	60	363	6.05	—	24	90	434	4.82	—	—	—	—	
7	RCIC-R-008	45	56	363	6.48	—	45	136	422	3.10	—	—	—	—	
8	RCIC-R-660	1N	206	363	1.76	—	1N	290	434	1.49	—	—	—	—	
9	RCIC-R-665	1N	31	363	11.70	—	1N	53	434	8.18	—	—	—	—	
10	RCIC-R-676	1N	46	363	7.89	—	1N	61	434	7.11	—	—	—	—	