

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	工認-578 改2
提出年月日	平成30年10月2日

#### V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書

## 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	5
3. 計算条件	26
3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	26
3.2 設計条件	29
3.3 材料及び許容応力	45
3.4 設計用地震力	46
4. 解析結果及び評価	47
4.1 固有周期及び設計震度	47
4.2 評価結果	59
4.2.1 管の応力評価結果	59
4.2.2 支持構造物評価結果	62
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	63
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	64

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」，「V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」及び「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」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又は動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は以下に示す通りである。

### (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25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（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を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、種類及び型式ごとの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。





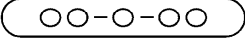
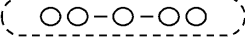

### (3) 弁

機能確認済加速度の応答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。

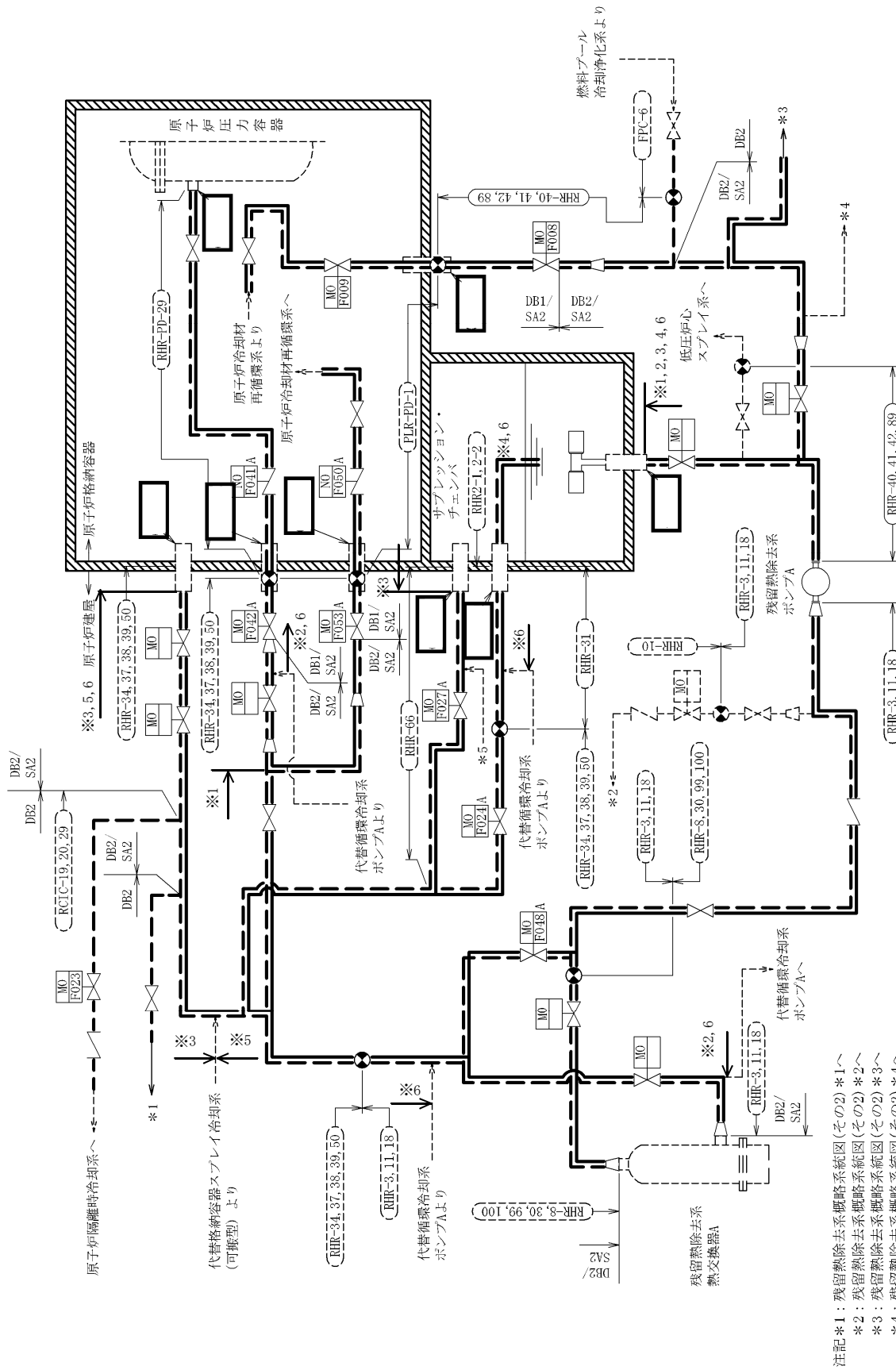
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

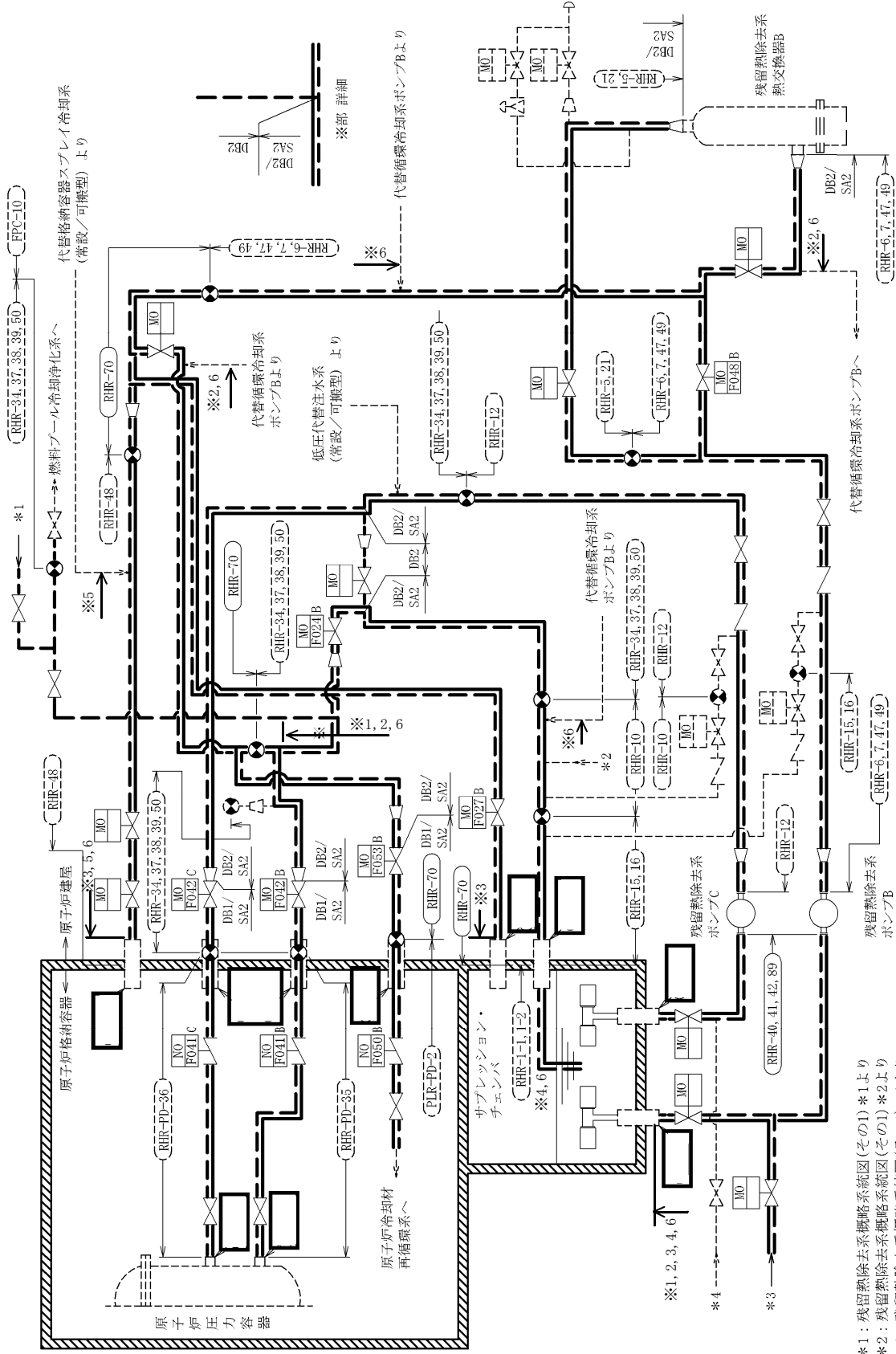
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載す る範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果のみ記載する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 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

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



注記 \*1: 残留熱除去系概略系統図(その2) \*1~ \*2: 残留熱除去系概略系統図(その2) \*2~ \*3: 残留熱除去系概略系統図(その2) \*3~ \*4: 残留熱除去系概略系統図(その2) \*4~ \*5: サプレション・プール水 pH制御装置より \*6: 圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備代替循環冷却系と兼用。  
 \*1: 低圧注水系と兼用。  
 \*2: 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備代替循環冷却系と兼用。  
 \*3: 格納容器スプレイ冷却系と兼用。  
 \*4: サプレション・プール冷却系と兼用。  
 \*5: 代替格納容器スプレイ冷却系と兼用。  
 \*6: 圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備代替循環冷却系と兼用。

残留熱除去系概略系統図(その1)





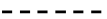


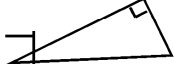
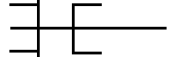

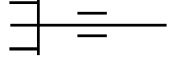
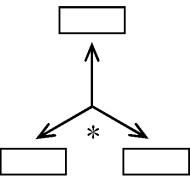
残留熱除去系概略系統図(その2)

注記 ※1: 低圧注水系統と兼用。  
 ※2: 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備代替循環冷却系と兼用。  
 ※3: 格納容器スプレイ冷却系と兼用。  
 ※4: サプレッション・プール冷却系と兼用。  
 ※5: 代替格納容器スプレイ冷却系と兼用。  
 ※6: 圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備代替循環冷却系と兼用。

注記 ※1: 残留熱除去系概略系統図(その1) ※1より  
 ※2: 残留熱除去系概略系統図(その1) ※2より  
 ※3: 残留熱除去系概略系統図(その1) ※3より  
 ※4: 残留熱除去系概略系統図(その1) ※4より

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 (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。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	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, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に 変位量を記載する。)

注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

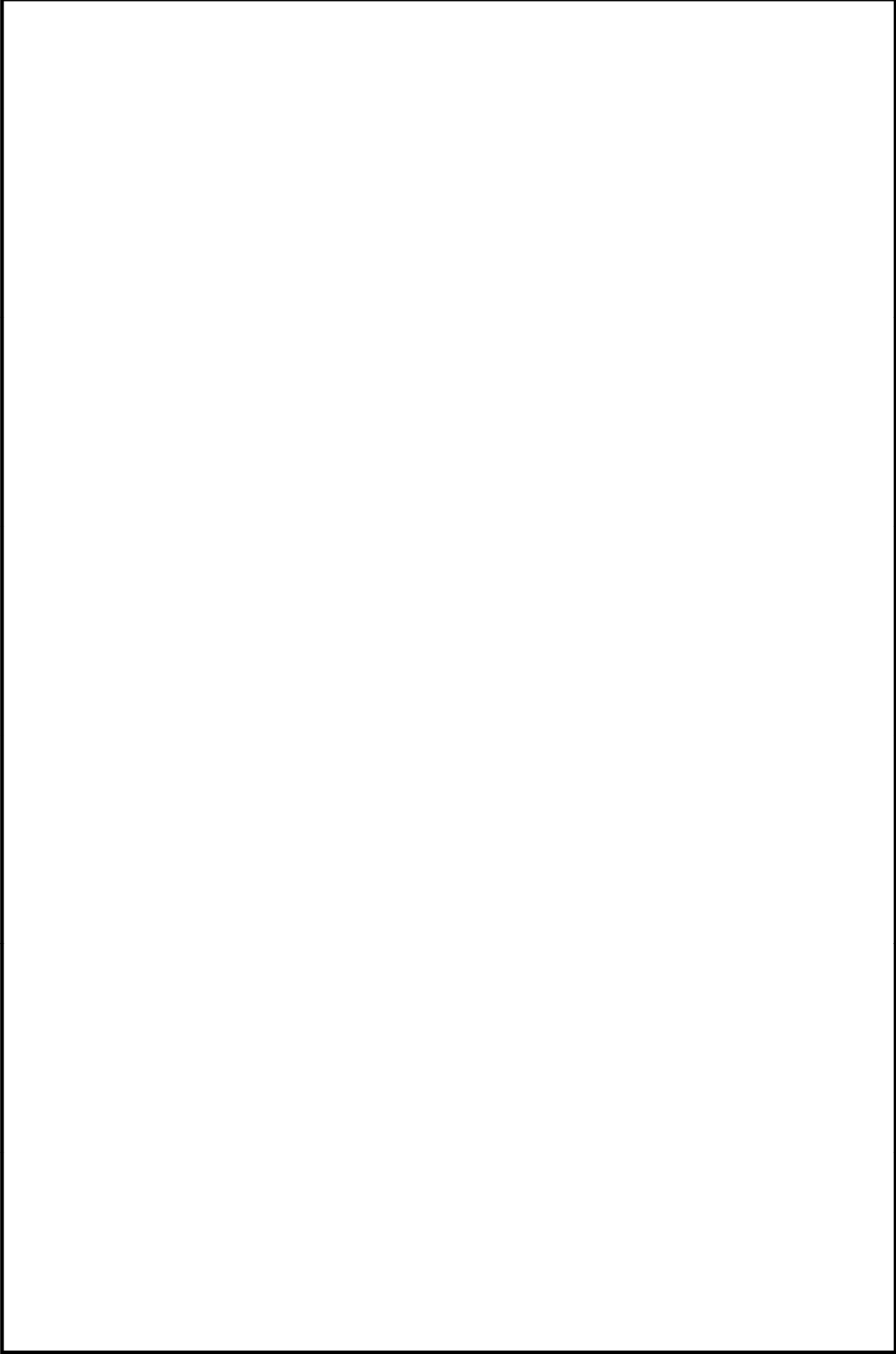
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

鳥瞰図

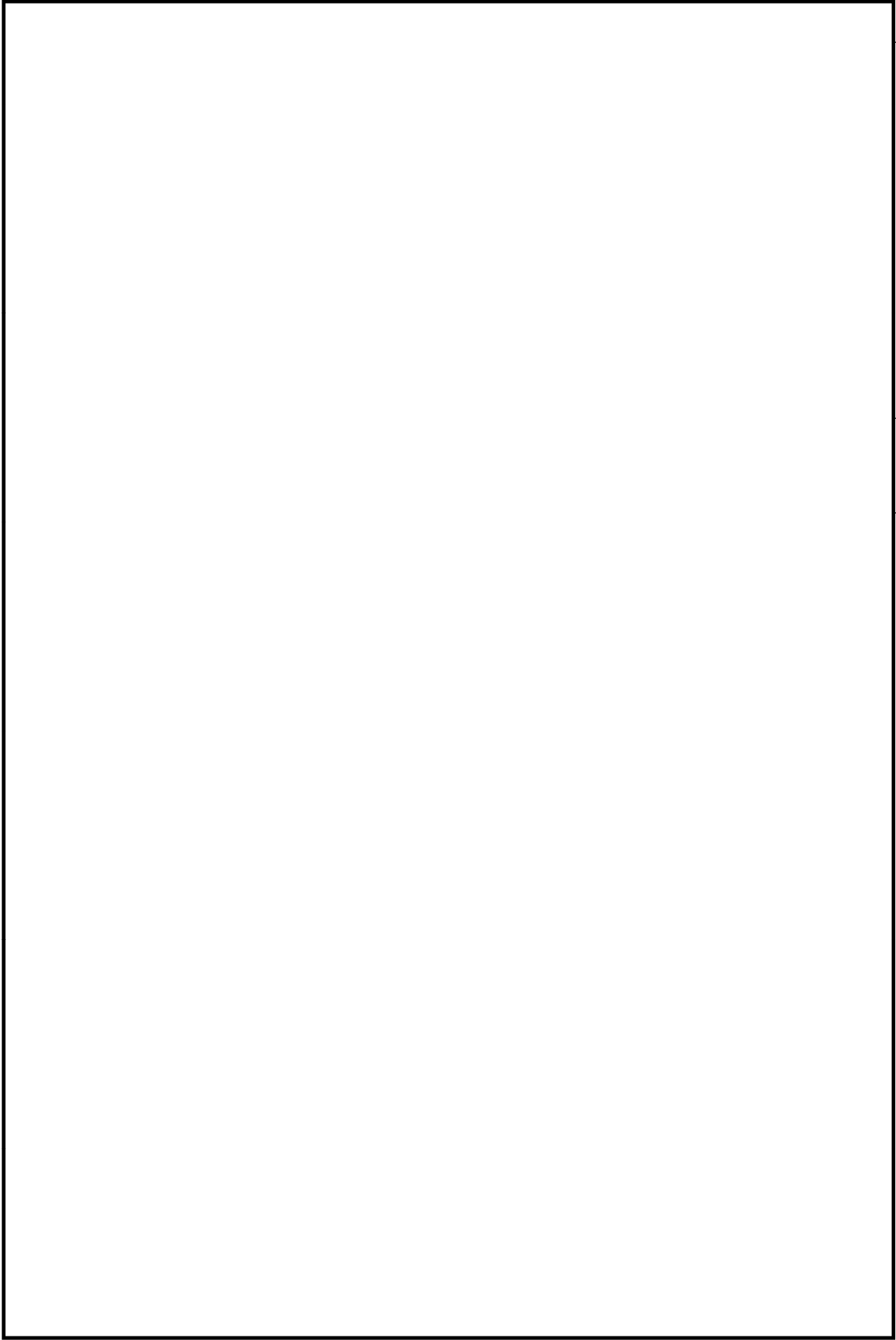
RHR-40, 41, 42, 89 (DB) (1/7)







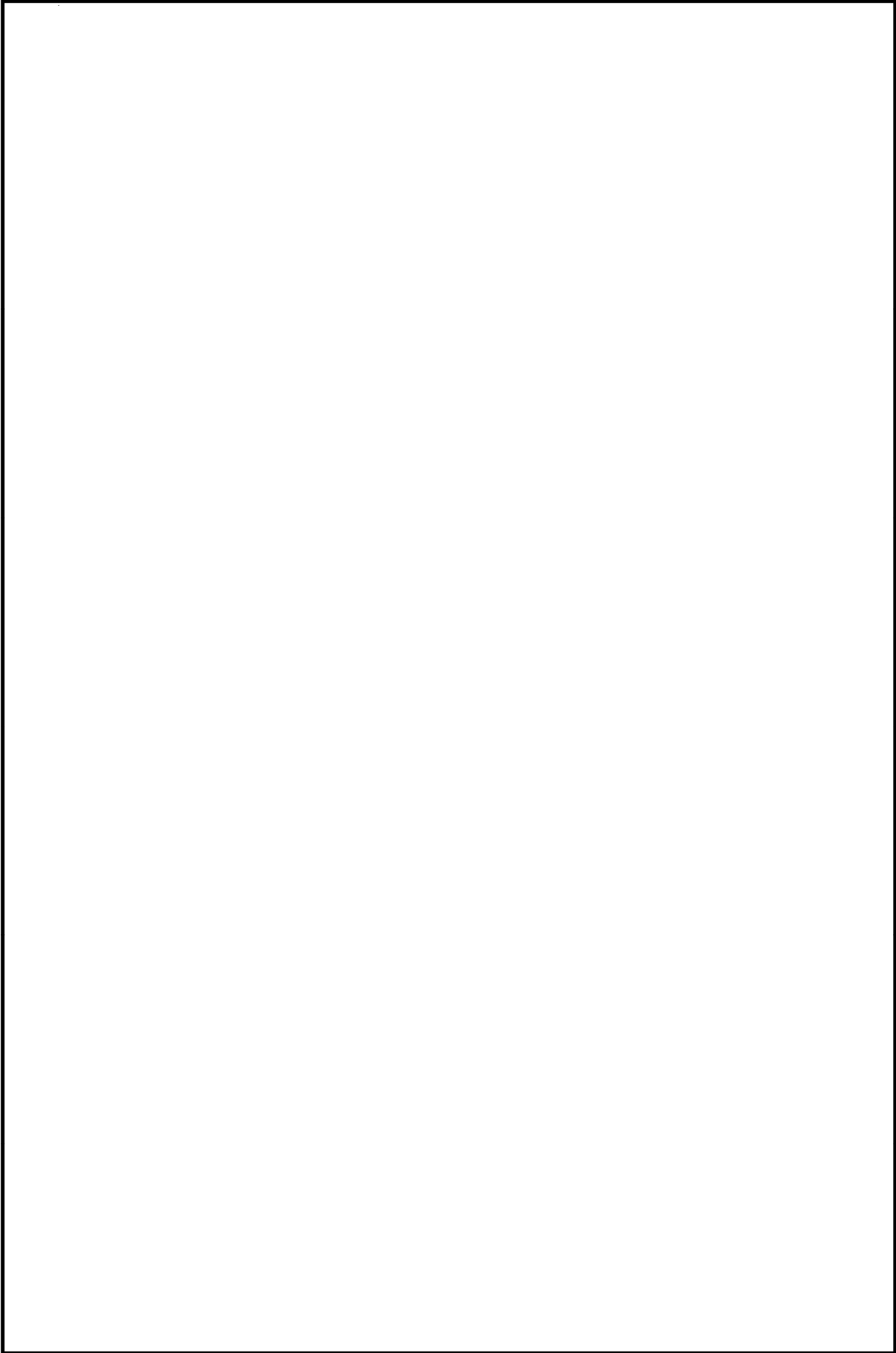
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (DB) (4/7)

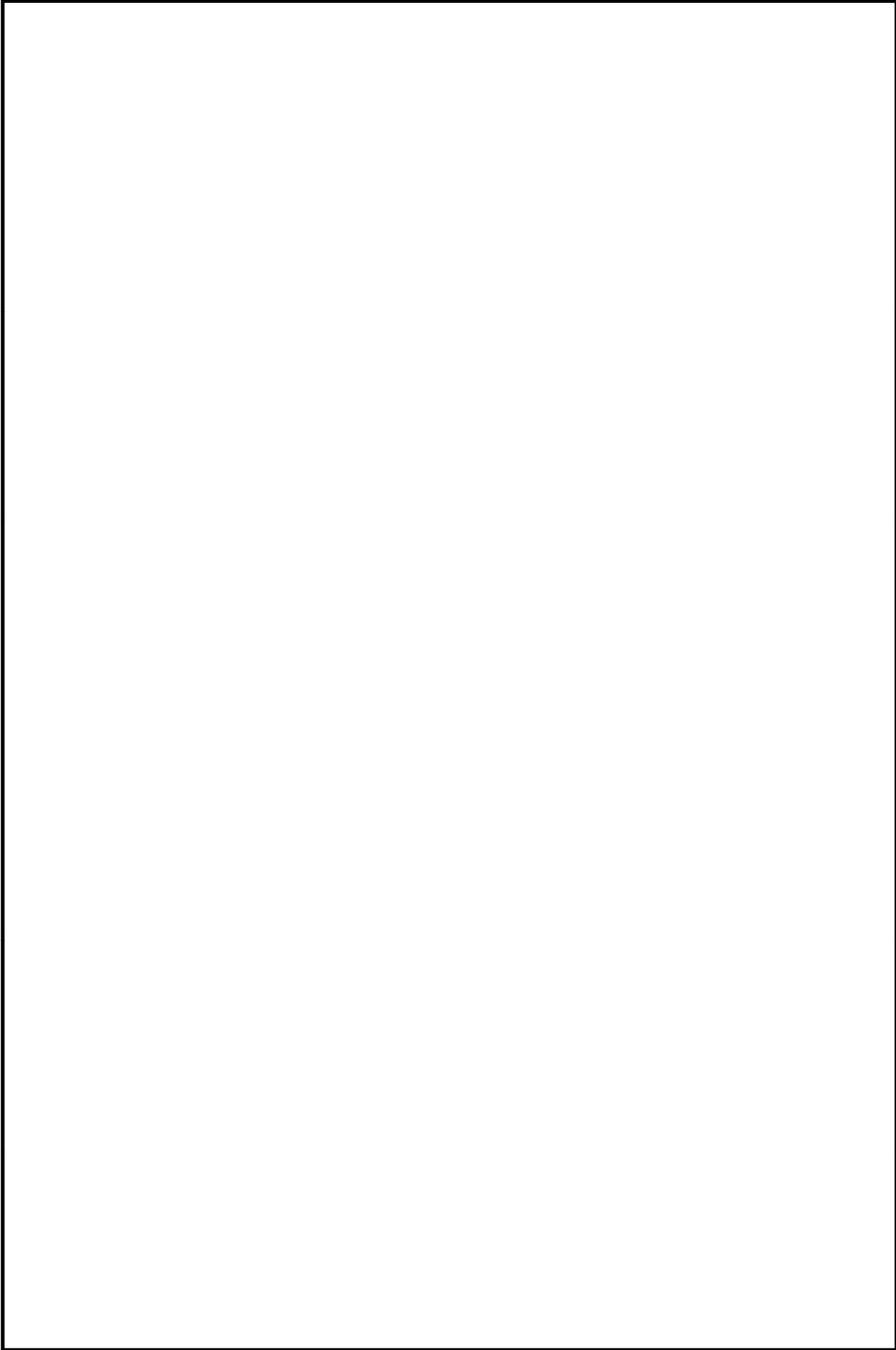
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



鳥瞰図

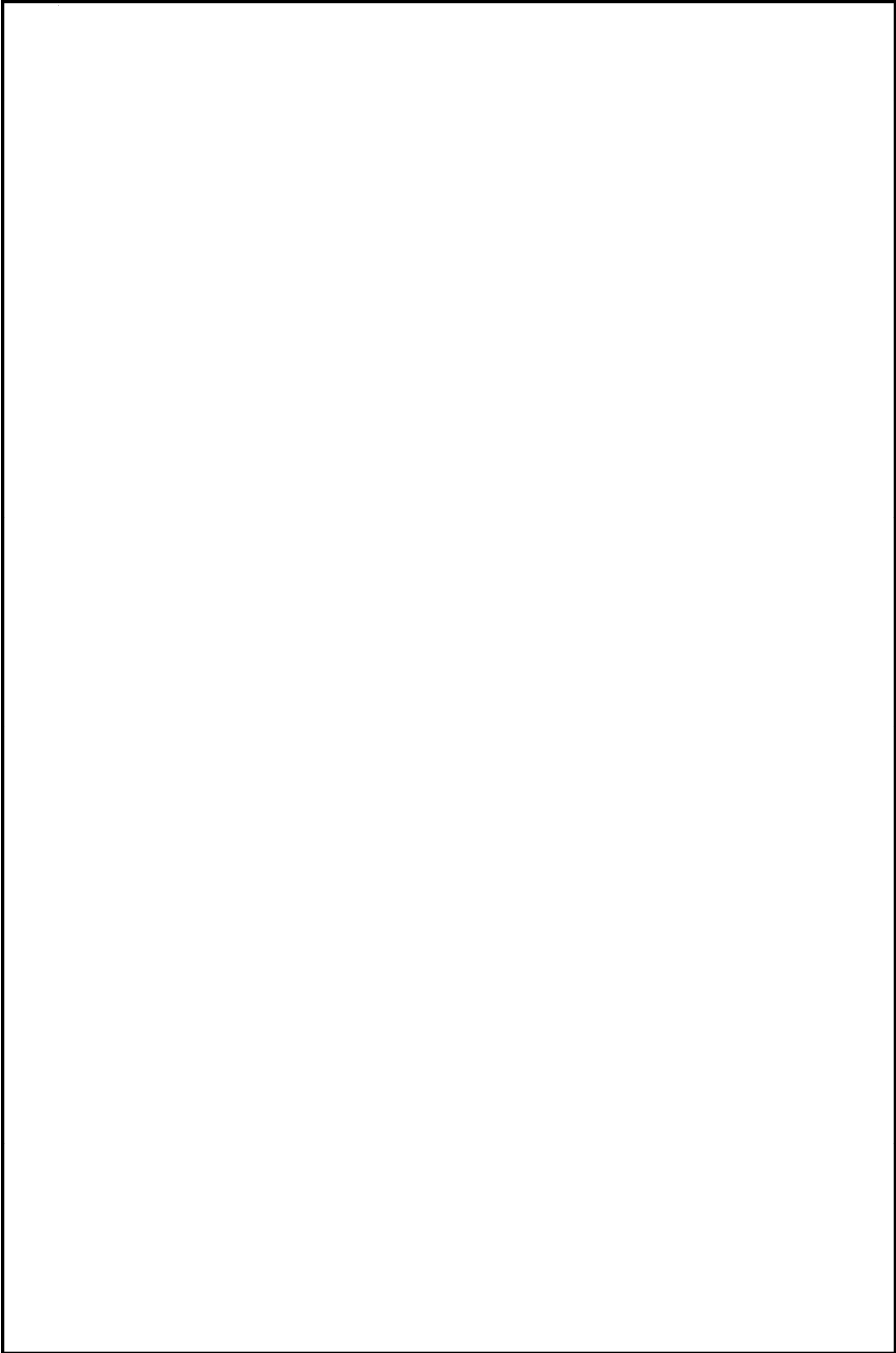
RHR-40, 41, 42, 89 (DB) (5/7)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

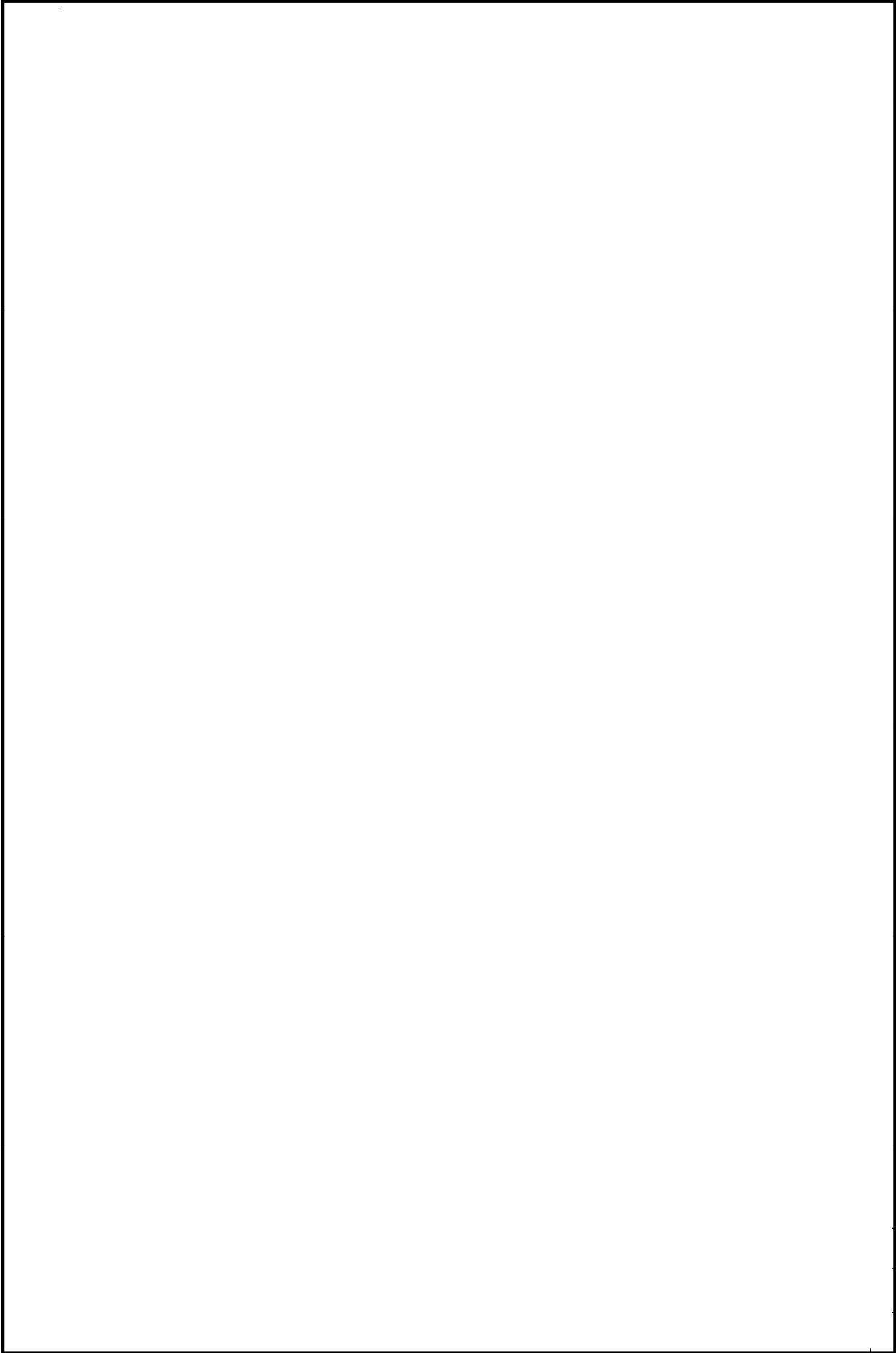
RHR-40, 41, 42, 89 (DB) (6/7)



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (DB) (7/7)

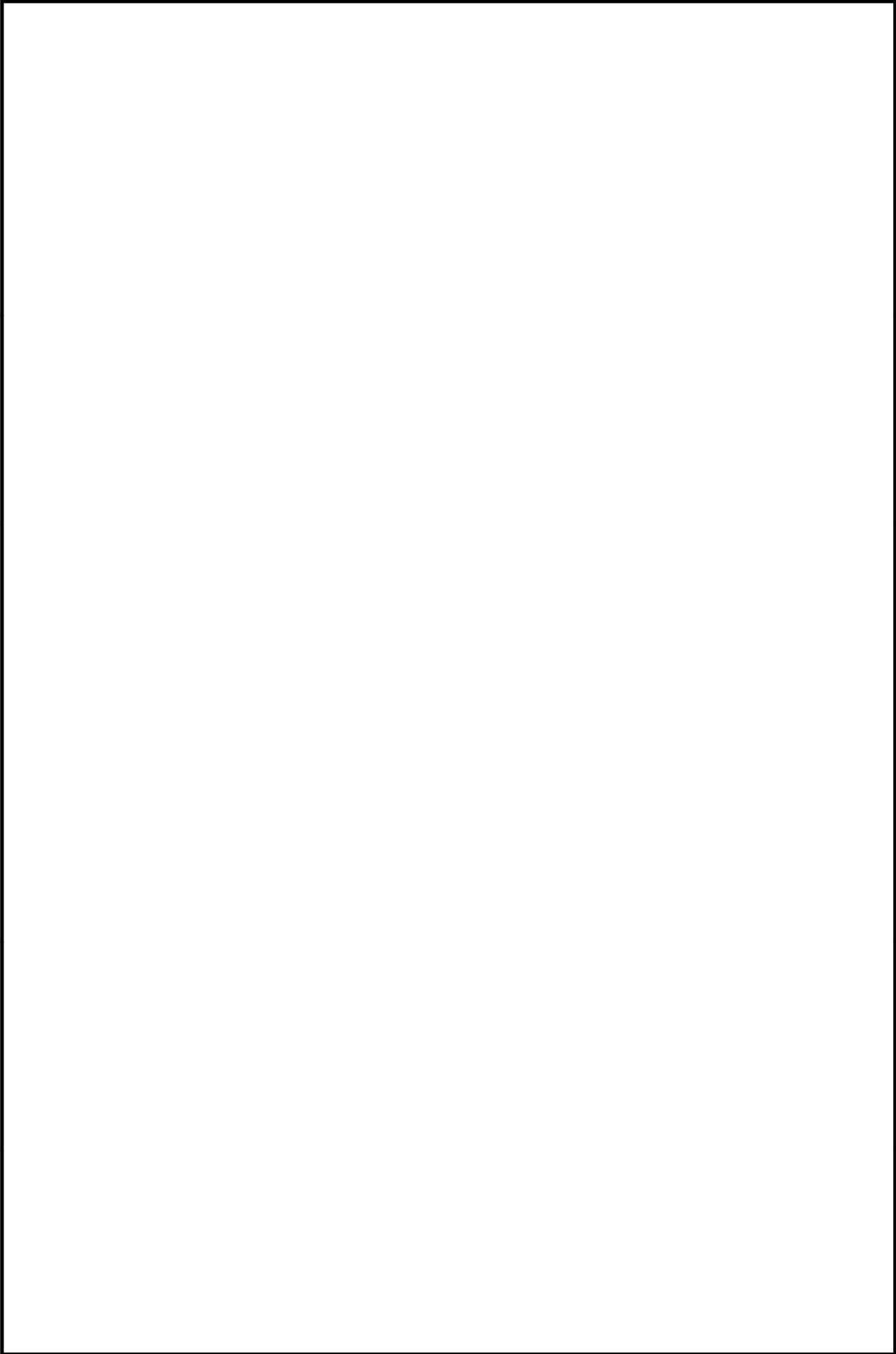
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (1/7)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0

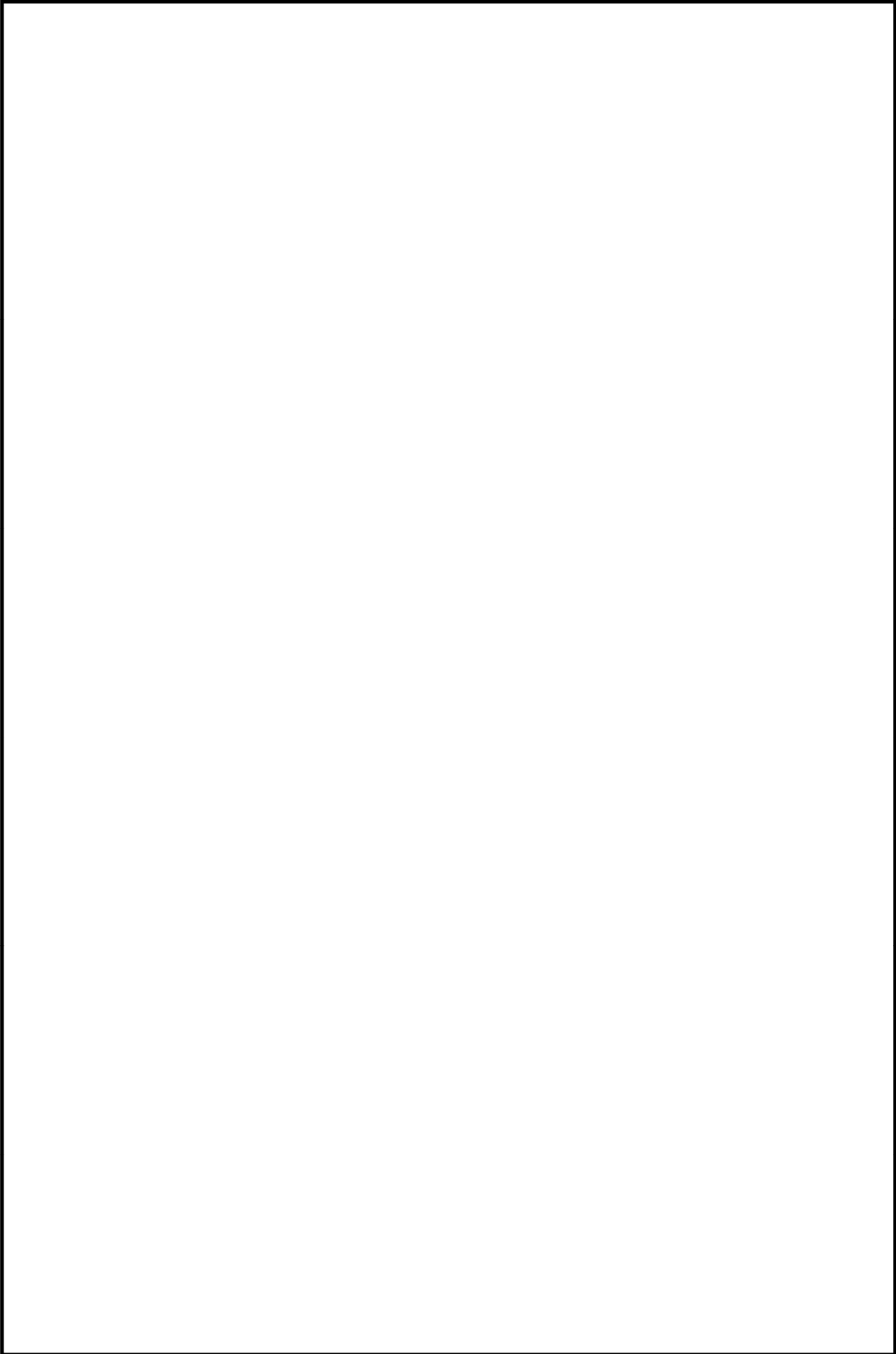


鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (2/7)



NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



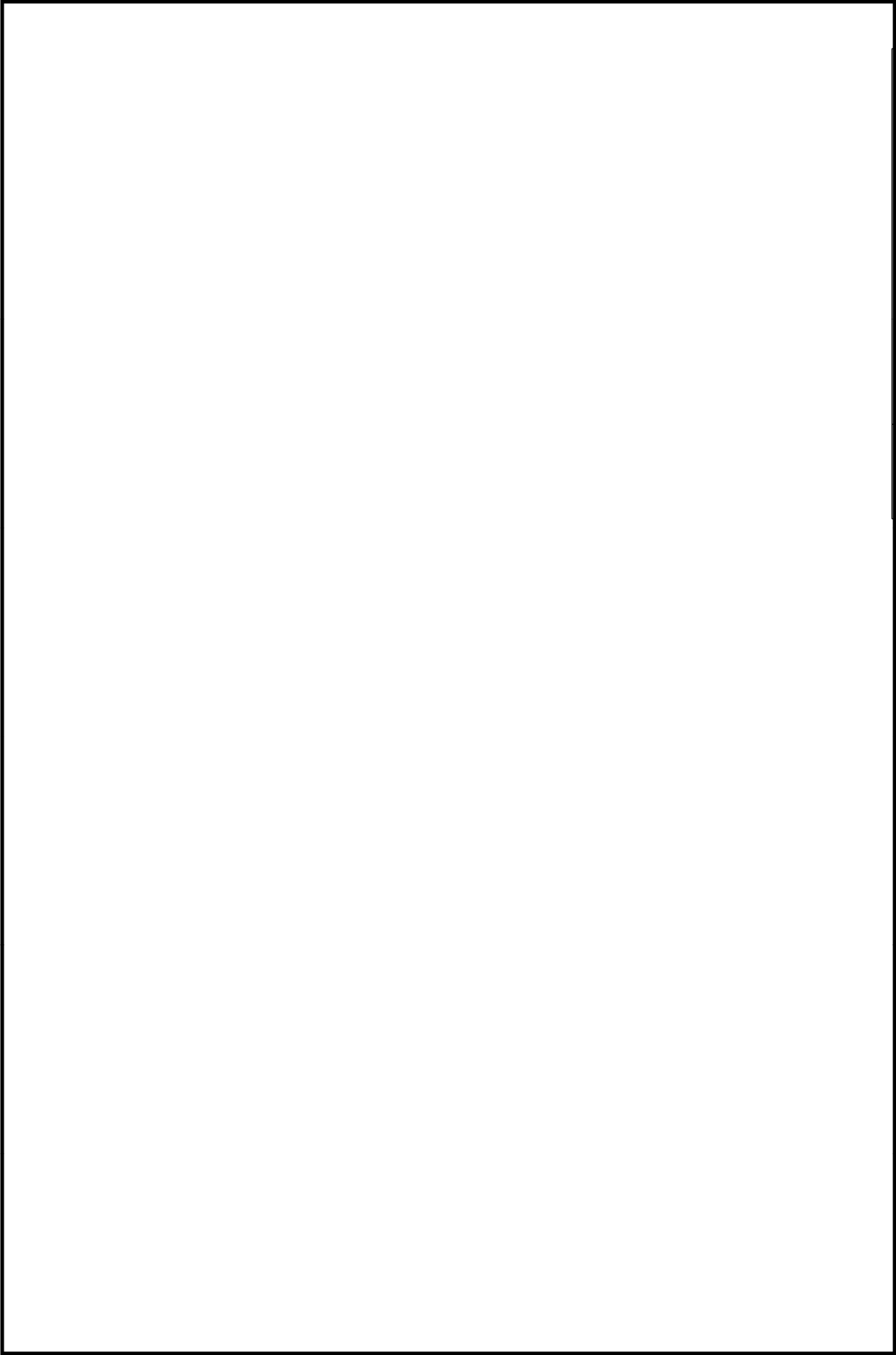
鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (3/7)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (4/7)

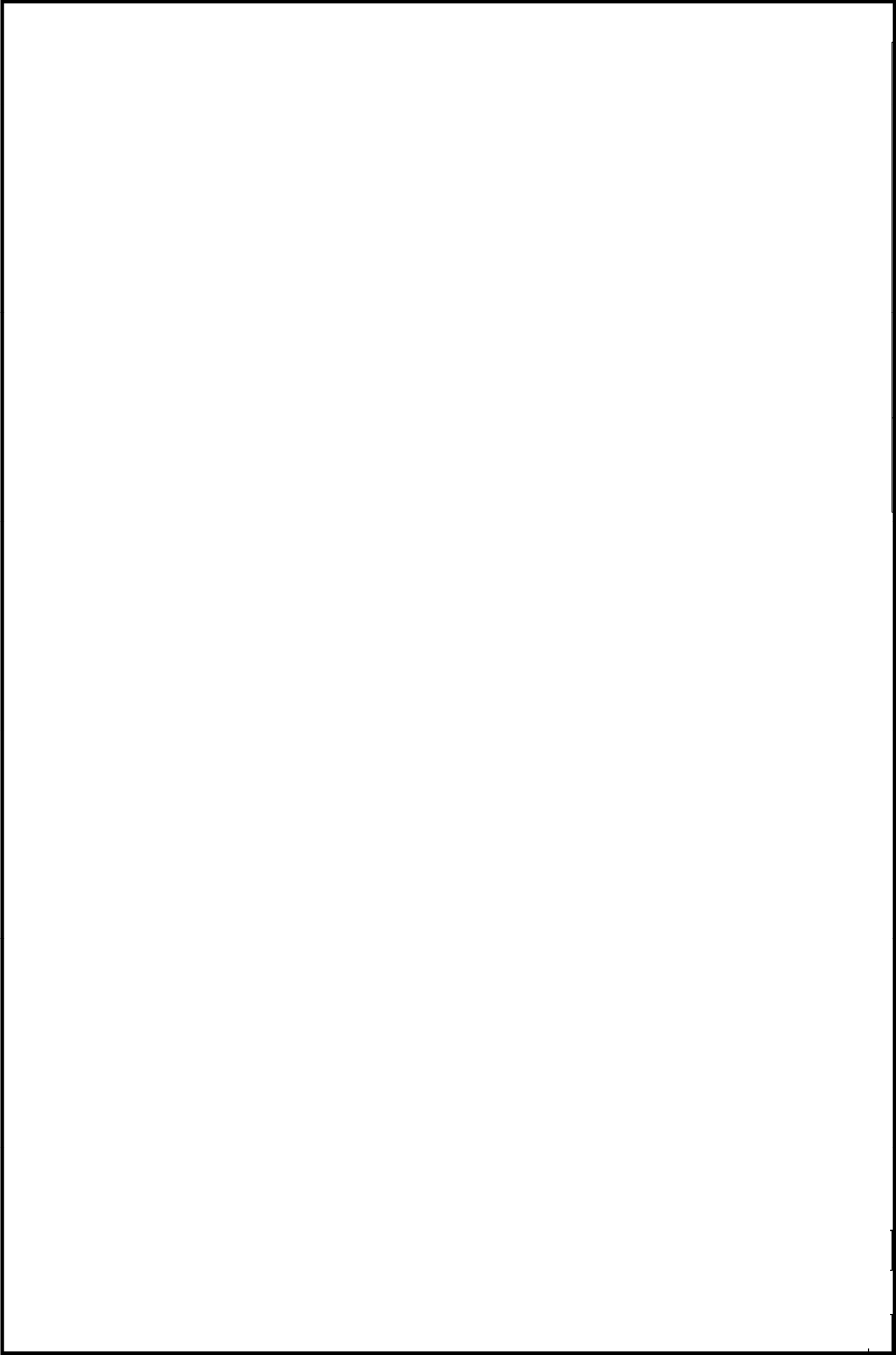
鳥瞰図



鳥瞰図

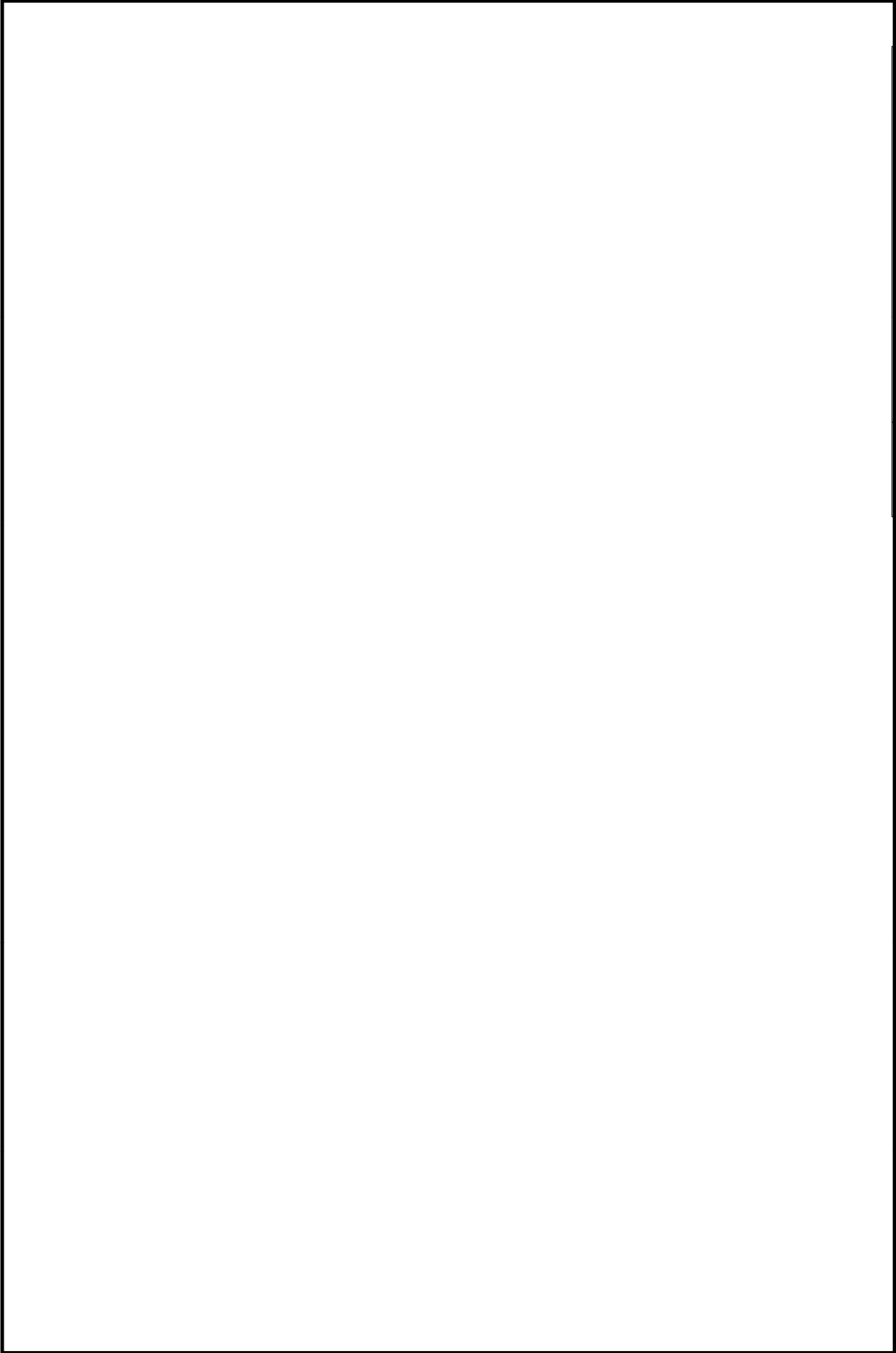
RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (5/7)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (6/7)



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89 (SA) (7/7)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

鳥瞰図

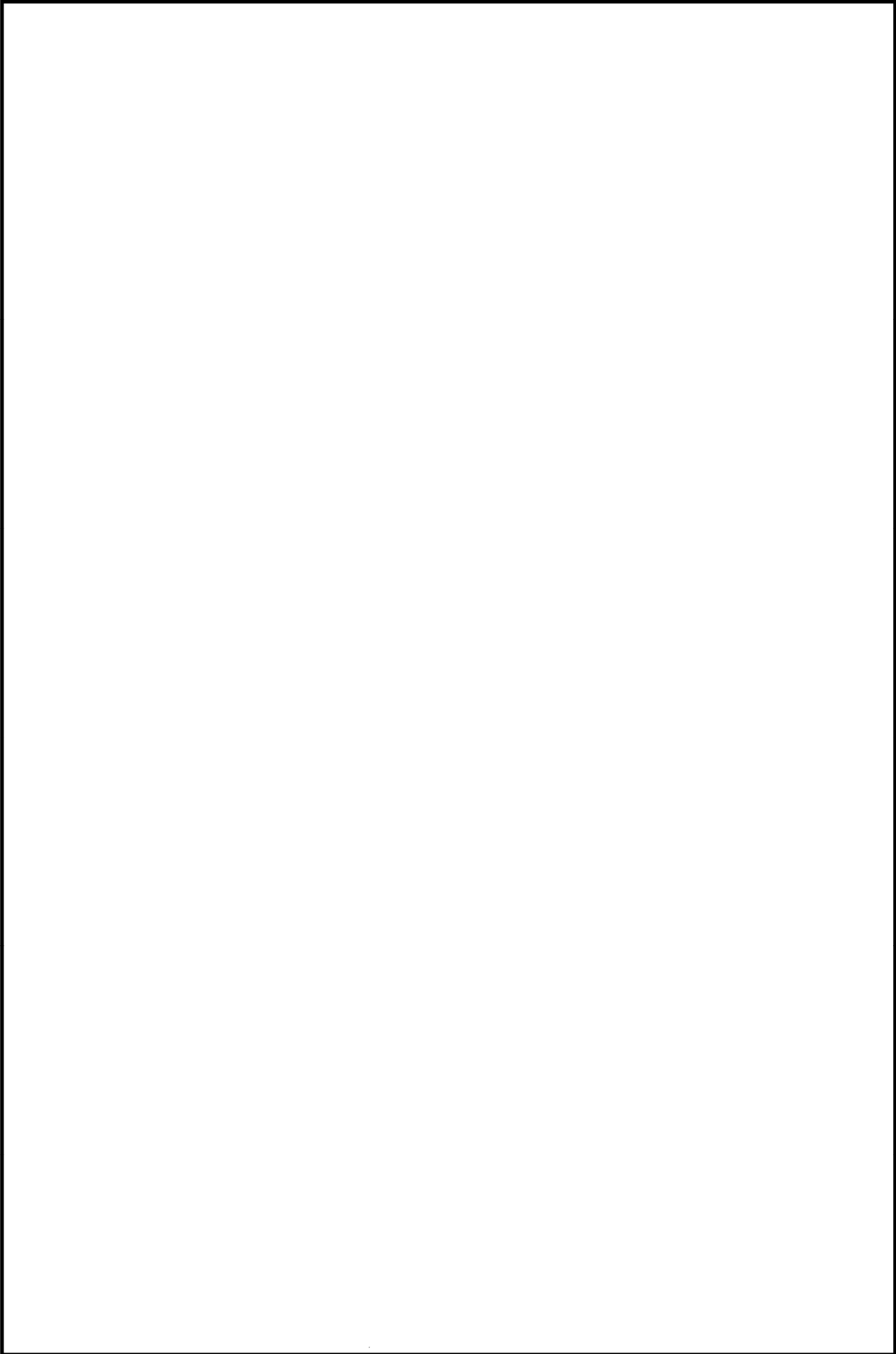
RHR-70 (DB) (1/3)

NT2 補③ V-2-5-4-1-1-4 R0

鳥瞰図

RHR-70 (DB) (2/3)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



鳥瞰図

RHR-70 (DB) (3/3)



NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

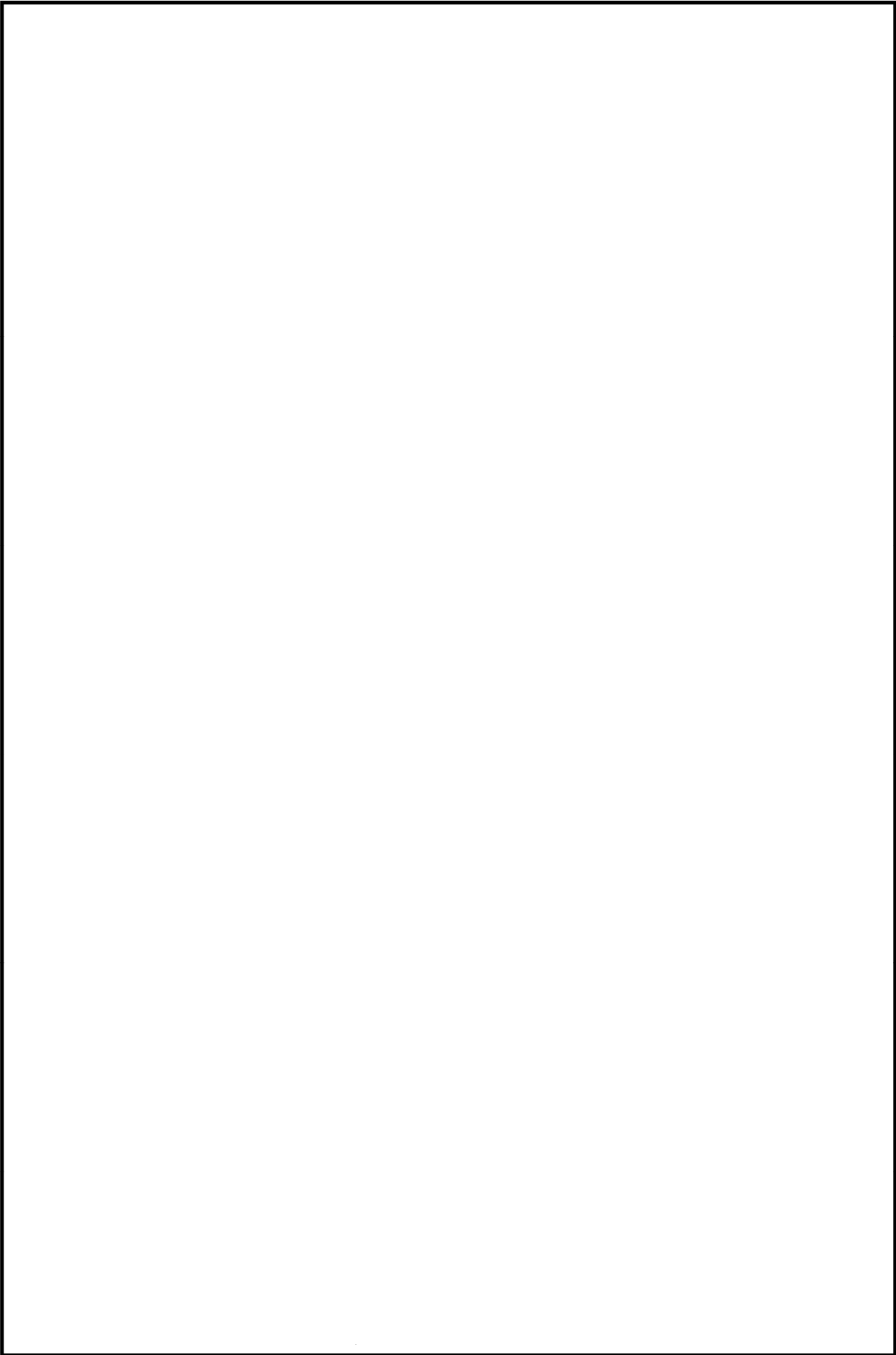
RHR-70 (SA) (1/3)

NT2 補③ V-2-5-4-1-1-4 R0

鳥瞰図

RHR-70 (SA) (2/3)

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0



鳥瞰図

RHR-70 (SA) (3/3)

3. 計算条件

3.1 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を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震設計上の重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3,4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
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	S	$I_L + S_d$	III <sub>A</sub> S
							$II_L + S_d$	
	$IV_L(L) + S_d$							
	非常用炉心冷却設備その他 原子炉注水設備	低圧注水系	SA	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	$I_L + S_s$	IV <sub>A</sub> S
							$II_L + S_s$	
							$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V <sub>A</sub> S
$V_L(LL) + S_s^{*6}$								
$V_L + S_s$	V <sub>A</sub> S							
$V_L(L) + S_d^{*6,7}$								
$V_L(LL) + S_s^{*6}$	V <sub>A</sub> S							
$V_L + S_s$								

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震設計上の重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3,4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
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	低圧代替注水系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V A S
		代替循環冷却系					$V_L(LL) + S_s^{*6}$ $V_L + S_s$	
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	格納容器 スプレイ冷却系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V A S
		サブプレッション ・スプレール冷却系					$V_L(LL) + S_s^{*6}$ $V_L + S_s$	
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	代替格納容器 スプレイ冷却系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V A S
							$V_L(LL) + S_s^{*6}$ $V_L + S_s$	

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	耐震設計上の重要度分類	荷重の組合せ*3,4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	代替循環冷却系	S A	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V A S
		低圧代替注水系					$V_L(LL) + S_s^{*6}$	
			S A	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S_d^{*6,7}$	V A S
							$V_L(LL) + S_s^{*6}$	
							$V_L + S_s$	

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: 「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」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備, 「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<sub>A</sub>Sは許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し, 許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとして評価を実施する。  
 \*6: プロセス条件に加え, 重大事故時の原子炉格納容器バウンダリ条件として, 重大事故時の原子炉格納容器限界温度及び圧力を考慮する。  
 \*7: 荷重の組合せV<sub>L</sub>(L) + S<sub>d</sub>はV<sub>L</sub>(LL) + S<sub>s</sub>に包絡されるため, 評価を省略する。

3.2 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-40, 41, 42, 89

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	耐震設計上の 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	101N~111, 113~117 528~529, 727~729	0.86	148	609.6	9.5	SM41B	S	
2	145~184, 145~200 509~519N, 509~526 707~717N, 707~725	1.52	174	609.6	9.5	SM50B	S	
3	185~192	1.52	174	508.0	9.5	SM41B	S	
4	194~197A	8.62	302	508.0	32.5	SUS304TP	S	
5	201~506, 508~509 154~704, 706~707	1.52	174	457.2	9.5	SM41B	S	
6	1561~274A	1.52	174	267.4	9.3	STPT42	S	

配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

質量	対応する評価点
	201～506, 508～509, 154～704, 706～707
	145～184, 145～200, 509～519N, 509～526, 707～717N 707～725
	185～192
	194～197A
	1561～274A



フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

質量	対応する評価点
	102F, 516F, 712F, 713F, 717N
	256F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

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				112~1101			
1101~1102				112~113			
192~193				193~1901			
1901~1902				193~194			
506~507				507~5001			
5001~5000				5000~5002			
507~508				526~527			
527~5201				5201~5200			
5200~5202				527~528			
704~705				705~7001			
7001~7000				7000~7002			
705~706				725~726			
726~7201				7201~7200			
7200~7202				726~727			

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	111, 113, 528, 526, 727, 725		112, 527, 726
	1101, 5201, 7201		1102, 5202, 7202
	192, 194		193
	1901		1902
	506, 508, 704, 706		507, 705
	5001, 7001		5002, 7002

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

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
101N						
105						
** 105 **						
** 109 **						
1090						
110						
119N						
** 119N **						
** 119N **						
148						
150						
1511						
152						
155						
** 158 **						
158						
163						
** 165 **						
168						
** 170 **						
172						
176						
** 176 **						

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

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
** 177 **						
180						
180						
183						
187						
190						
191						
** 1902 **						
1951						
197A						
202						
205						
** 208 **						
** 208 **						
209						
501						
501						
502						
505						
5000						
** 5000 **						
509						
511						
511						
5131						
5141						

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

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
5141						
519N						
520						
521						
523						
527						
5200						
531N						
** 531N **						
** 531N **						
** 223 **						
** 223 **						
224						
** 701 **						
** 701 **						
702						
7000						
** 7000 **						
709						
709						
709						
7091						
716						
717N						

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

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
719						
721						
721						
726						
7200						
731N						
** 731N **						
** 731N **						
233						
2351						
** 238 **						
238						
243						
248						
250						
255						
257						
260						
264						
267						
272						
274A						

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

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-70

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	耐震設計上の 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1A~11, 4~4800 49~74A	3.45	174	457.2	14.3	SM41B	S	
2	12~38A	3.45	174	406.4	12.7	SM50B	S	
3	480~49	3.45	174	457.2	14.3	STPT410	S	
4	57~76	3.45	174	355.6	11.1	STPT42	S	
5	77~78	3.45	174	318.5	10.3	STPT42	S	
6	79~83	10.70	302	318.5	25.4	SUSF316	S	
7	83~84A	10.70	302	318.5	25.4	SUS304TP	S	
8	10~94	3.45	174	114.3	6.0	STPT42	S	
9	95~98	3.45	148	114.3	6.0	STPT42	S	



配管の付加質量

鳥 瞰 図 RHR-70

質量	対応する評価点
□	1A～11, 4～4800, 480～74A
□	12～38A
□	57～76
□	77～78
□	79～84A
□	10～94

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 RHR-70

質量	対応する評価点
□	2F
□	961F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RHR-70

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
4800~4801				4801~4802			
4802~4803				4801~480			
78~780				780~781			
781~782				780~79			
94~940				940~941			
941~942				940~95			

弁部の質量

鳥 瞰 図 RHR-70

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	4800, 480		4801
	4802		4803
	78, 79		780
	781		782
	94, 95		940
	941		942

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-70

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						
7						
8						
13						
** 18 **						
19						
** 27 **						
28						
34						
38A						
44						
** 44 **						
48						
51						
** 51 **						
** 53 **						
** 580 **						
63						
64						
68						
710						
74A						
84A						
89						
93						

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-70

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
96						
96						
101N						

3.3 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 <sub>m</sub>	S <sub>y</sub>	S <sub>u</sub>	S <sub>h</sub>
SM41B	148	—	207	373	—
SM50B	174	—	264	441	—
SM41B	174	—	200	373	—
SUS304TP	302	114	126	391	110
STPT42	174	—	210	404	—
STPT410	174	—	210	404	—
SUSF316	302	118	130	420	116
STPT42	148	—	214	404	—

### 3.4 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備評価用床応答曲線を下表に示す。

なお、設備評価用床応答曲線は添付資料「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を用いる。また、減衰定数は添付資料「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	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
RHR-40, 41, 42, 89	原子炉建屋		
RHR-70	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 RHR-40, 41, 42, 89

耐震クラス		S					
適用する地震動等		S <sub>d</sub> 及び静的震度			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度		応答鉛直震度	
		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							
37次							
38次							
動的震度							
静的震度							

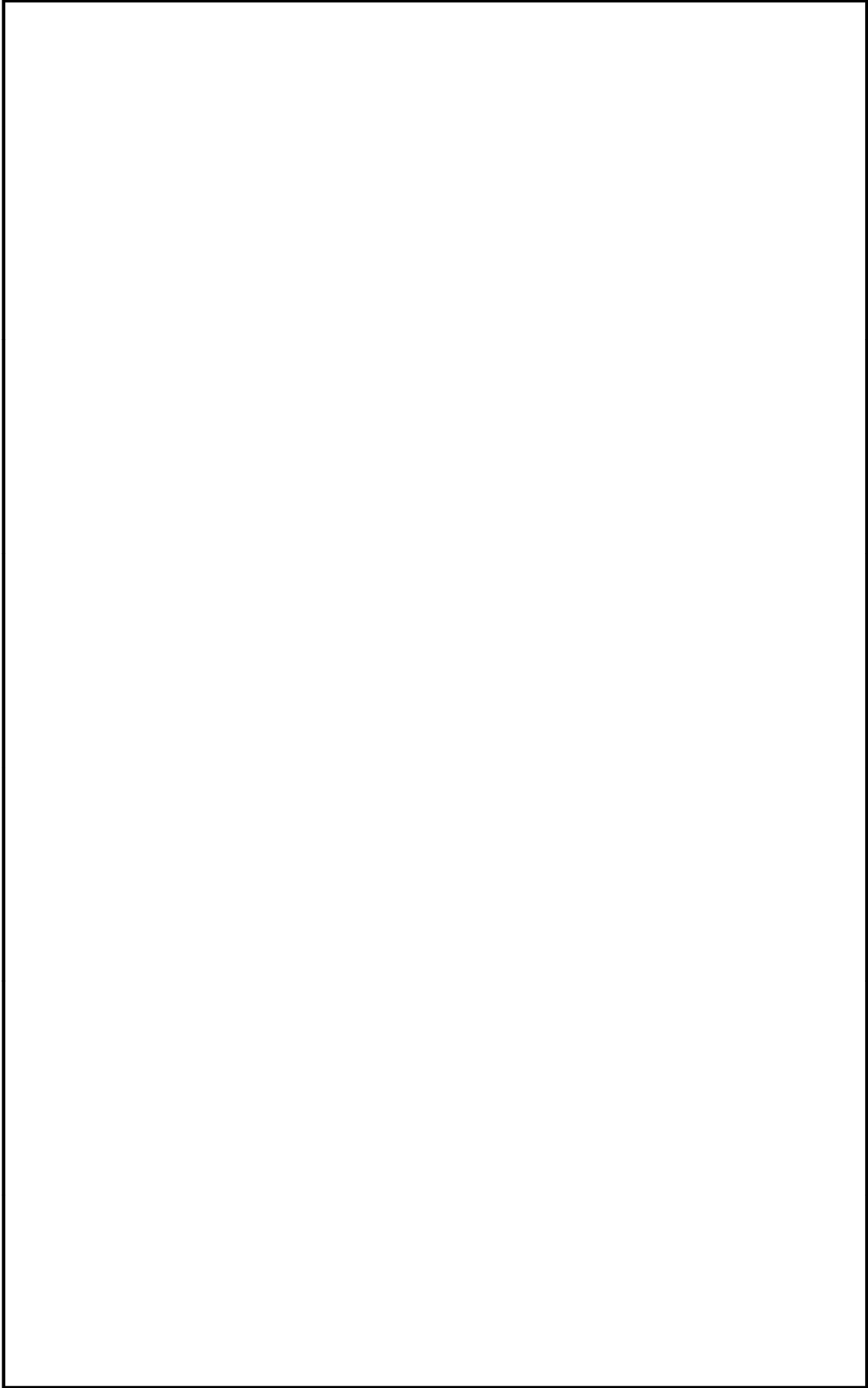
各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-40, 41, 42, 89

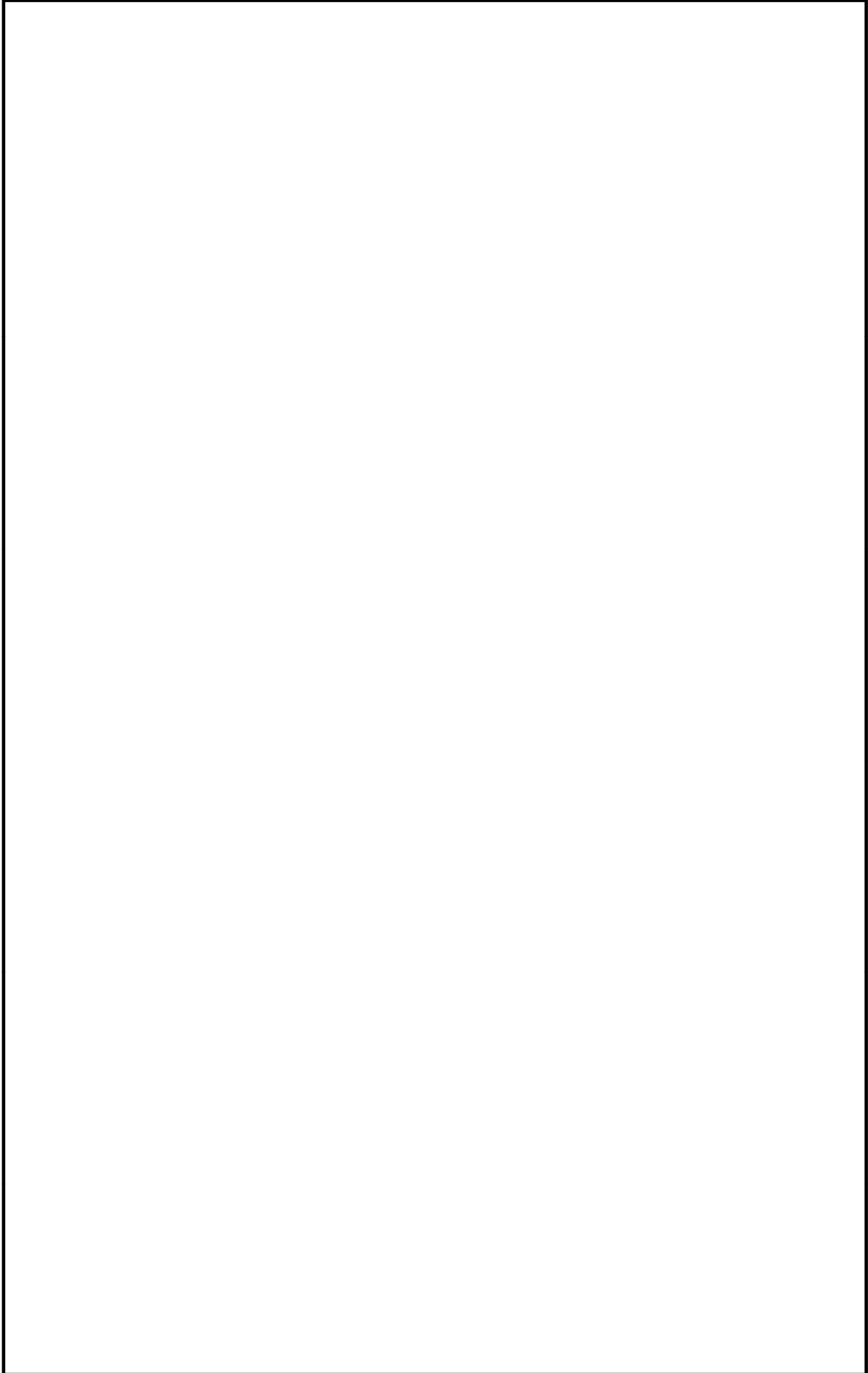
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
37次				

## 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。

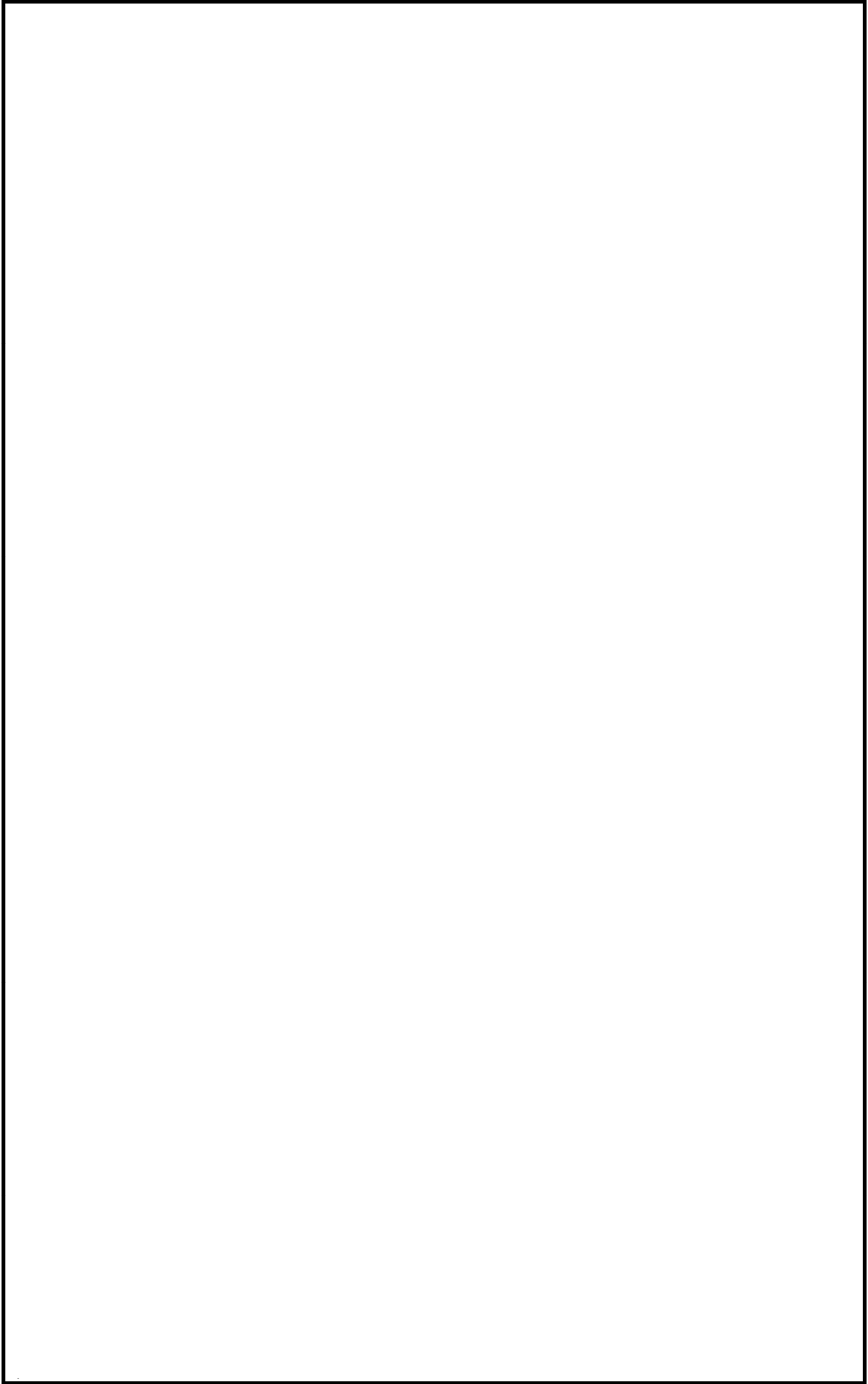


NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89



鳥瞰図

RHR-40, 41, 42, 89

解析結果及び評価  
固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-70

耐震設計上の重要度分類		S					
適用する地震動等		S <sub>d</sub> 及び静的震度			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度		応答鉛直震度	
		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							
18次							
19次							
動的震度							
静的震度							

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RHR-70

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				
18次				
19次				

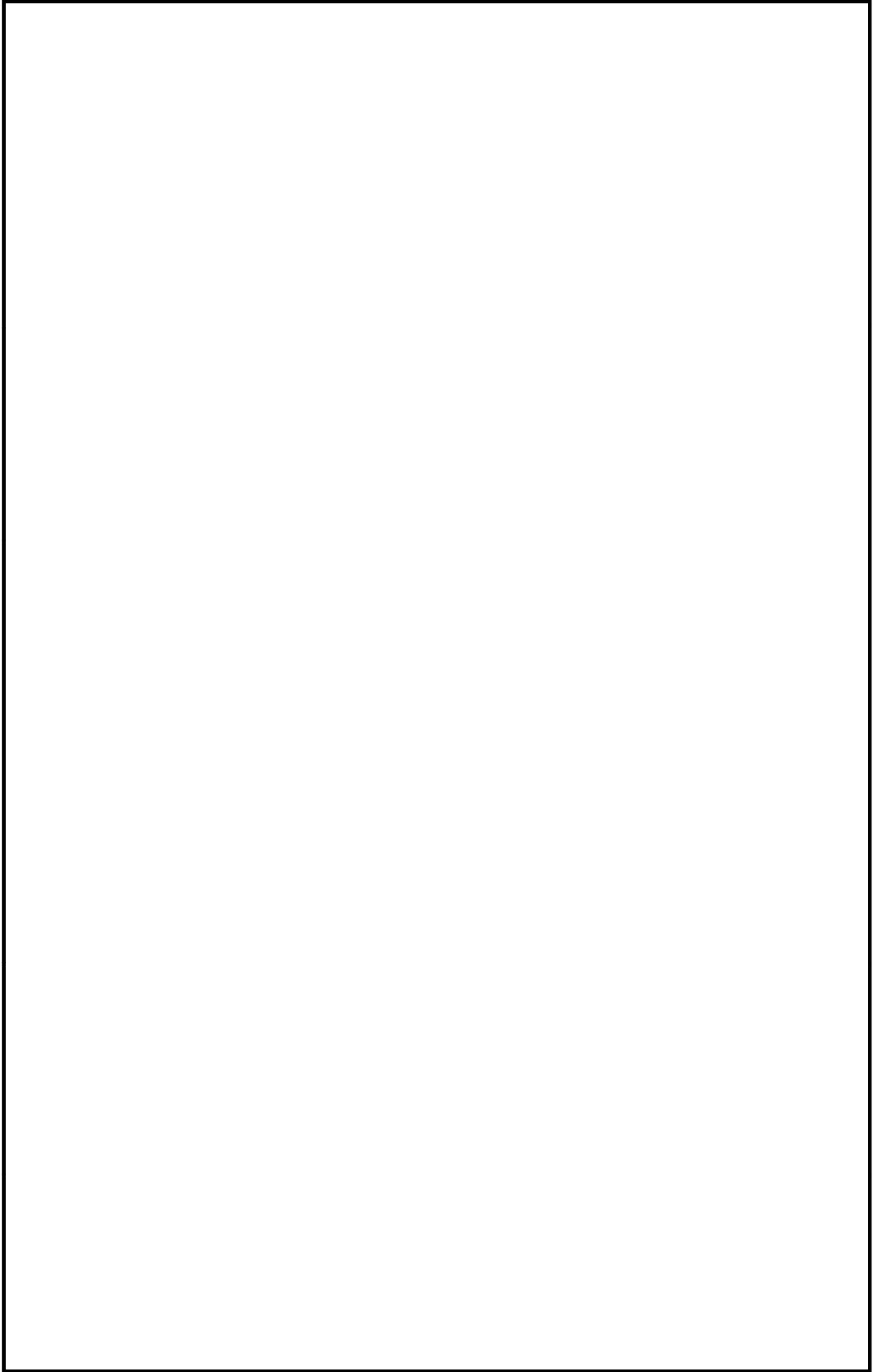
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



## 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。

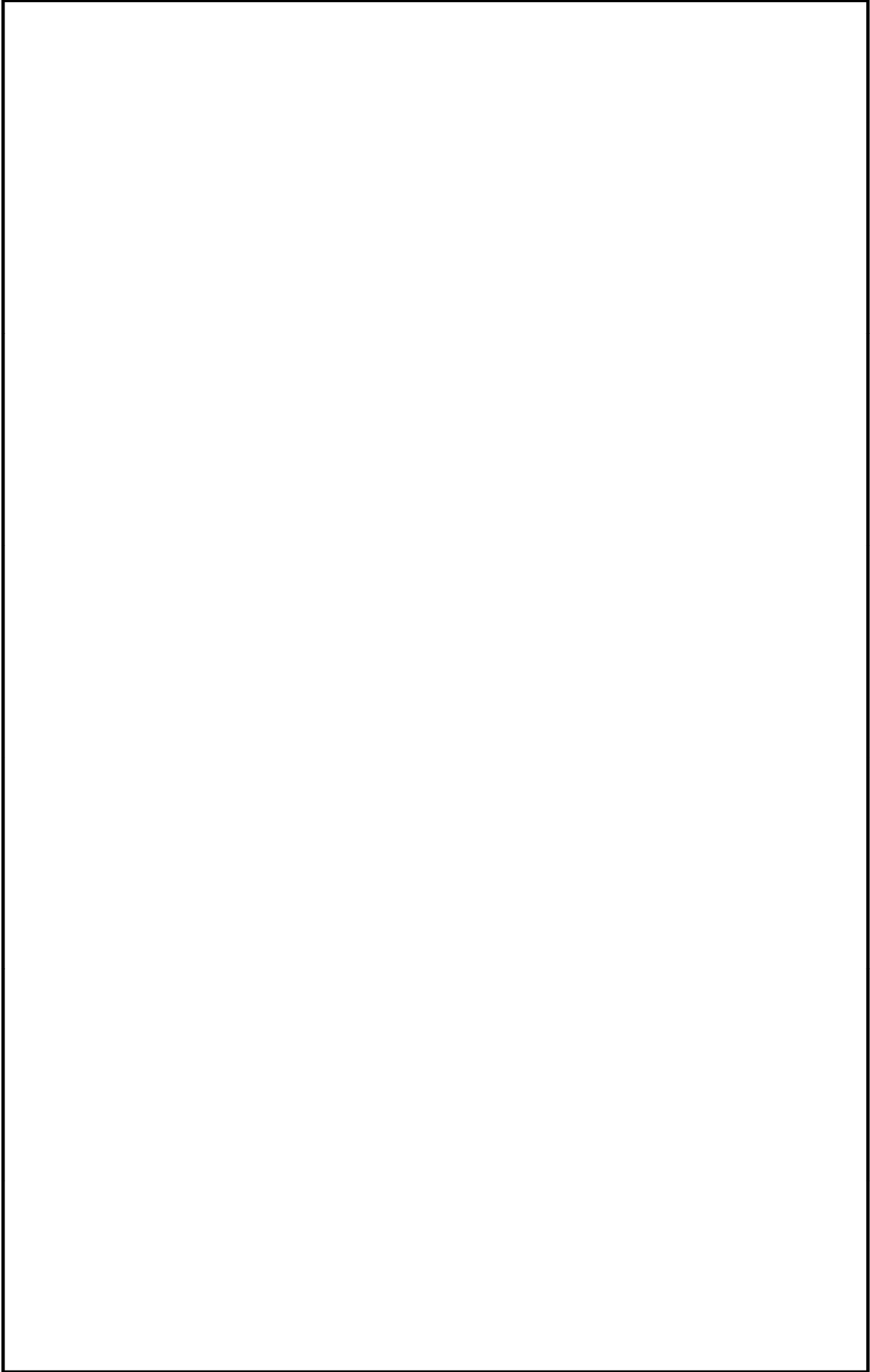
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

RHR-70

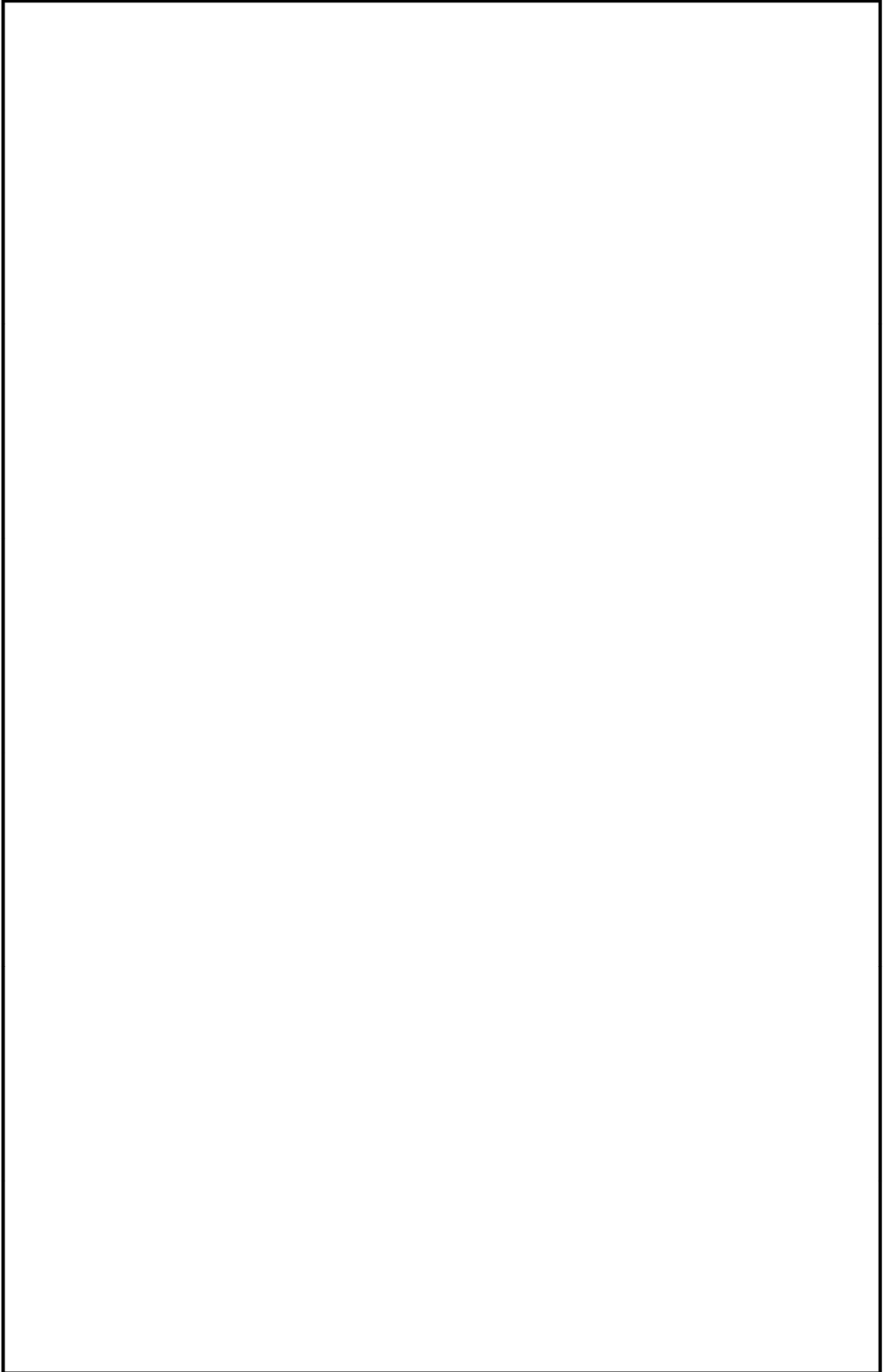
NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

RHR-70

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R1



鳥瞰図

RHR-70

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1管

鳥瞰図	許容応力状態 (供用状態)	最大応力 評価点	配管要素 名称	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+U <sub>s</sub>
					一次応力 S <sub>pr m</sub> (S <sub>d</sub> ) S <sub>pr m</sub> (S <sub>s</sub> )	許容応力 min (2.25S <sub>m</sub> , 1.8S <sub>y</sub> ) min(3S <sub>m</sub> , 2S <sub>y</sub> )	ねじり 応力 S <sub>t</sub> (S <sub>d</sub> ) S <sub>t</sub> (S <sub>s</sub> )	許容 応力 0.55S <sub>m</sub> 0.73S <sub>m</sub>	一次+二次 応力 S <sub>n</sub> (S <sub>s</sub> )	許容 応力 3S <sub>m</sub>	
RHR-70	III <sub>A</sub> S	82	ELBOW	S <sub>pr m</sub> (S <sub>d</sub> )	153	234	—	—	—	—	—
RHR-70	III <sub>A</sub> S	81	ELBOW	S <sub>t</sub> (S <sub>d</sub> )	—	—	73*	64	—	—	—
RHR-70	IV <sub>A</sub> S	82	ELBOW	S <sub>pr m</sub> (S <sub>s</sub> )	217	260	—	—	—	—	—
RHR-70	IV <sub>A</sub> S	81	ELBOW	S <sub>t</sub> (S <sub>s</sub> )	—	—	119*	84	—	—	—
RHR-70	IV <sub>A</sub> S	82	ELBOW	S <sub>n</sub> (S <sub>s</sub> )	—	—	—	—	496	354	0.0160
RHR-70	IV <sub>A</sub> S	82	ELBOW	U+U <sub>s</sub>	—	—	—	—	—	—	0.0160

注記 \*：ねじりによる応力が許容応力状態III<sub>A</sub>Sのとき0.55S<sub>m</sub>、又は許容応力状態IV<sub>A</sub>Sのとき0.73S<sub>m</sub>を超える評価点を示し、次ページに  
曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sのとき0.55S<sub>m</sub>、又は許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sのとき0.73S<sub>m</sub>を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図	評価点	一次応力評価 (MPa)			
		ねじり応力 S <sub>t</sub> (S <sub>d</sub> ) S <sub>t</sub> (S <sub>s</sub> )	許容応力 0.55S <sub>m</sub> 0.73S <sub>m</sub>	曲げとねじり応力 S <sub>t</sub> + S <sub>b</sub> (S <sub>d</sub> ) S <sub>t</sub> + S <sub>b</sub> (S <sub>s</sub> )	許容応力 1.8S <sub>m</sub> 2.4S <sub>m</sub>
RHR-70	81	73	64	88	212
RHR-70	81	119	86	146	283

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以下の管及び重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力状態 (供用状態)	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
				計算応力 $S_{pr,m} (S_d)$ $S_{pr,m} (S_s)$	許容応力 $S_y^*$ $0.9S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2S_y$	
RHR-40, 41, 42, 89	III <sub>A</sub> S	509	$S_{pr,m} (S_d)$	131	200	—	—	—
RHR-40, 41, 42, 89	IV <sub>A</sub> S	509	$S_{pr,m} (S_s)$	203	335	—	—	—
RHR-40, 41, 42, 89	IV <sub>A</sub> S	509	$S_n (S_s)$	—	—	382	400	—

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 $1.2S_h$ のうち大きい方とする。

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-RHR-606B-2	メカニカルスナッパ	SMS-3			41.8	45.0
SNO-RHR-32C	オイルスナッパ	SN-25			300.0	375.0
RO-RHR-RE20	ロッドレストレイント	RTS-6			55.3	108.0
SH-RHR-30C	スプリングハンガ	VS-4			75.8	97.2
CH-RHR-178	コンスタントハンガ	CSH-25			21.1	22.5

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 <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
AN-RHR-641	アンカ	ラグ	SM41B	174	49.9	217.0	76.0	87.9	30.4	72.5	組合せ	101	138
RE-RHR-698A	レストレイント	パイプバンド	STKR400 SM400B	174	51.2	172.0	0	-	-	-	圧縮	42	120
RH-RHR-861T1	リジットハンガ	パイプバンド	STKR400 SM400B	302	0	41.5	0	-	-	-	圧縮	11	55



4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり応答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	応答加速度* ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )		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
E12-F053B	止め弁	$\beta (S_s)$	5.7	1.5	6.0	6.0	—	—
E12-F042A	止め弁	$\beta (S_d)$	2.3	4.9	6.0	6.0	—	—
E12-F050A	逆止め弁	$\beta (S_s)$	5.9	2.2	6.0	6.0	—	—
E12-F041B	逆止め弁	$\beta (S_d)$	5.0	3.2	6.0	6.0	—	—

注記 \*：応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz 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、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範囲）

No.	配管モデル	許容応力状態 III <sub>A</sub> S						許容応力状態 IV <sub>A</sub> S										
		一次応力			一次応力			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	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	疲労評価係数	
1	RHR-34_X-12	670	119	310	2.60	-	670	162	414	2.55	-	68A	205	366	1.78	-	670	0.0013
2	RHR-34_X-19	1731	67	234	3.49	-	1731	78	260	3.33	-	1731	102	354	3.47	-	1731	0.0002
3	RHR-70	82	153	234	1.52	○	82	217	260	1.19	○	82	496	354	0.71	○	82	0.0160
4	RHR-PD-29	13	118	310	2.62	-	20	147	414	2.81	-	20	350	414	1.18	-	21N	0.0084
5	RHR-PD-35	13	120	310	2.58	-	20	145	414	2.85	-	20	355	414	1.16	-	21N	0.0080
6	RHR-PD-36	13	120	310	2.58	-	20	147	414	2.81	-	20	351	414	1.17	-	21N	0.0087
7	RHR-40, 41, 42, 89	196	76	226	2.97	-	196	93	252	2.70	-	196	171	342	2.00	-	1952	0.0009
8	PLR-PD-1	308	95	226	2.37	-	302	103	252	2.44	-	334	264	342	1.29	-	334	0.0009
9	PLR-PD-2	216	75	234	3.12	-	216	102	260	2.54	-	223	212	354	1.66	-	217	0.0002

注記 : III<sub>A</sub>Sの一次+二次応力の許容値はIV<sub>A</sub>Sと同様であることから、地震荷重が大きいIV<sub>A</sub>Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。  
 IV<sub>A</sub>Sの計算応力は、V<sub>A</sub>SとIV<sub>A</sub>Sの大きい方を記載している。

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範囲）

No.	配管モデル	許容応力状態 III <sub>A</sub> S						許容応力状態 IV <sub>A</sub> S						疲労評価			
		一次応力			一次応力			一次応力			一次+二次応力			評価点	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	計算応力 [MPa]			許容応力 [MPa]	裕度
1	RHR-3	28	100	200	2.00	—	28	136	335	2.46	—	28	192	400	2.08	—	—
2	RHR-5	38	110	181	1.64	—	38	156	335	2.14	—	38	222	362	1.63	—	—
3	RHR-6	33	88	200	2.27	—	116	134	335	2.50	—	116	203	400	1.97	—	—
4	RHR-8	88A	75	200	2.66	—	88A	97	335	3.45	—	88A	118	400	3.38	—	—
5	RHR-10	622	39	210	5.38	—	622	56	363	6.48	—	622	75	420	5.60	—	—
6	RHR-12	6	52	207	3.98	—	6	66	335	5.07	—	6	71	414	5.83	—	—
7	RHR-15	47	24	200	8.33	—	47	34	335	9.85	—	44	113	400	3.53	—	—
8	RHR-34	335F	94	200	2.12	—	158A	147	335	2.27	—	158A	265	400	1.50	—	—
9	RHR-48	93	104	273	2.62	—	93	143	396	2.76	—	93	234	546	2.33	—	—
10	RHR-70	76	137	210	1.53	—	76	202	363	1.79	—	76	318	420	1.32	—	—
11	FPC-6	535A	24	210	8.75	—	535A	28	363	12.96	—	522	28	420	15.00	—	—
12	FPC-10	135A	44	210	4.77	—	135A	56	363	6.48	—	135A	55	420	7.63	—	—
13	RHR1-1	2	61	207	3.39	—	2	81	335	4.13	—	2	99	414	4.18	—	—
14	RHR2-1	2	63	207	3.28	—	2	85	335	3.94	—	2	104	414	3.98	—	—
15	RHR-31	1A	93	207	2.22	—	1A	141	335	2.37	—	1A	272	414	1.52	—	—
16	RHR-40, 41, 42, 89	509	131	200	1.52	○	509	203	335	1.65	○	509	382	400	1.04	○	—
17	RHR-66	1N	72	210	2.91	—	1N	109	363	3.33	—	1N	319	420	1.31	—	—
18	RCIC-19, 20, 29	76	91	132	1.45	—*1	76	113	351	3.10	—	73	115	252	2.19	—	—

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

IV<sub>A</sub>Sの計算応力は、V<sub>A</sub>SとIV<sub>A</sub>Sの大きい方を記載している。

\*1: 評価結果は、添付資料「V-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書」に示す。