

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-611 改1
提出年月日	平成30年8月13日

V-2-5-3-1-2 管の耐震性についての計算書

赤字及び赤枠部は改訂箇所を示す。

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	107
3.1 荷重の組合せ及び許容応力	107
3.2 設計条件	110
3.3 材料及び許容応力	145
3.4 設計用地震力	146
4. 解析結果及び評価	147
4.1 固有周期及び設計震度	147
4.2 評価結果	165
4.2.1 管の応力評価結果	165
4.2.2 支持構造物評価結果	168
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	169
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	170

1. 概要

本計算書は、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」，「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」及び「V-2-1-14-6 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（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。




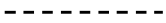
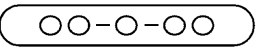
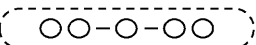

(3) 弁

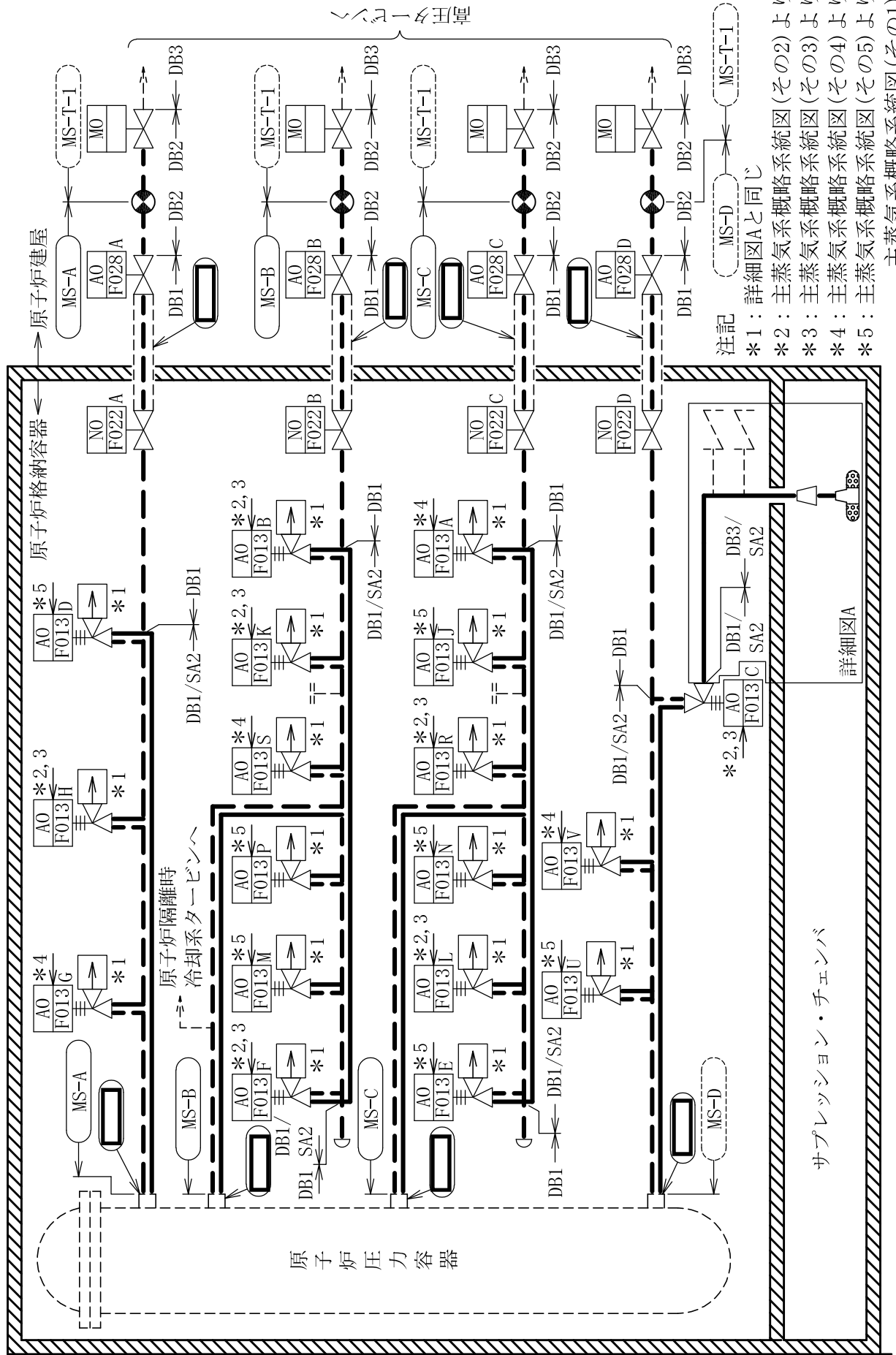
機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

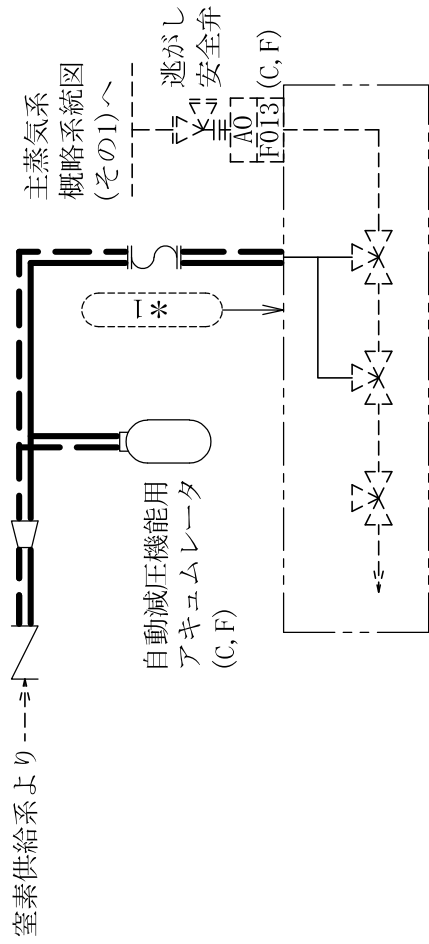
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

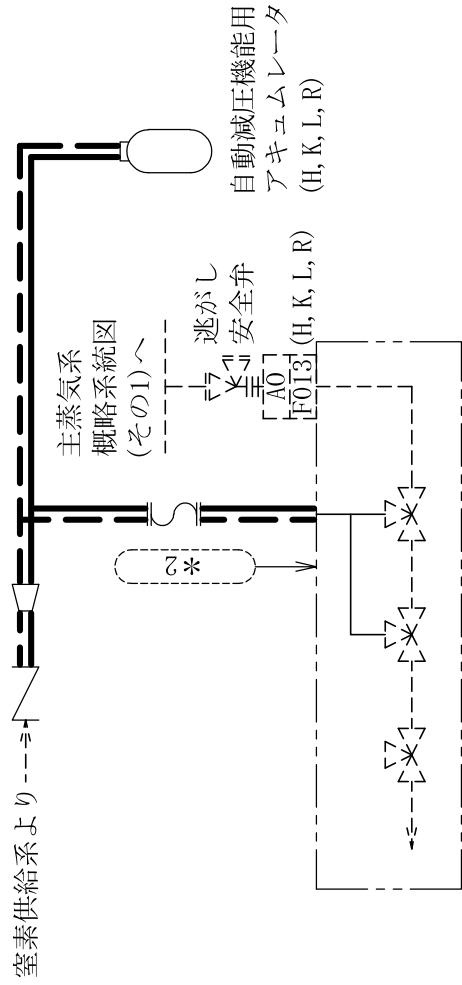
概略系統図記号凡例

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

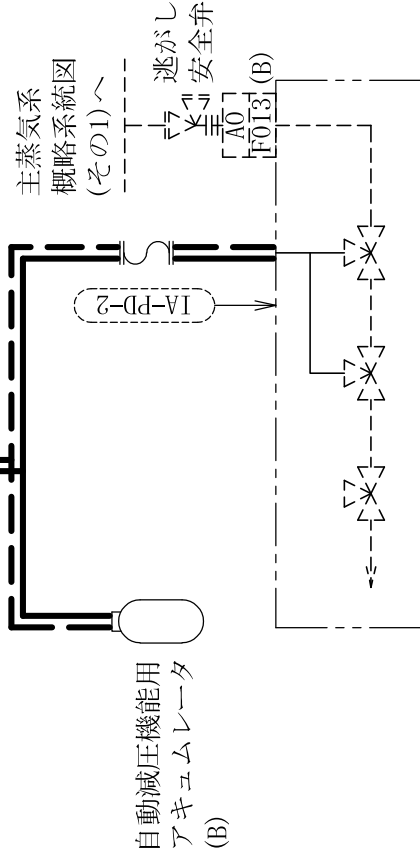




室素供給系より



[注]太破線範囲の管クラス：DB3
太線範囲の管クラス：SA2



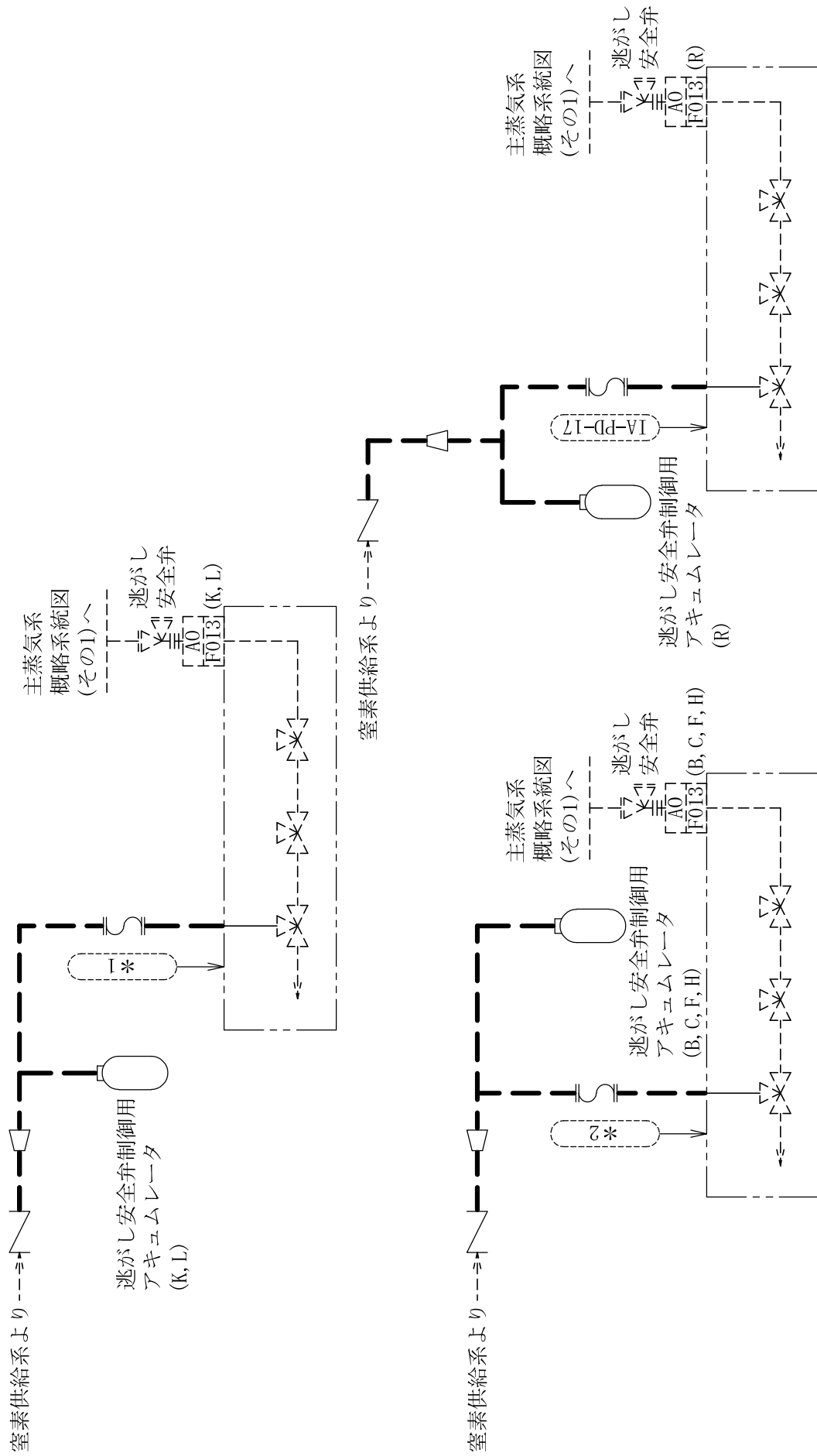
注記*1：IA-PD-4/(C), IA-PD-2/(F)

*2：IA-PD-3/(H), IA-PD-4/(L), IA-PD-1/(R)

主蒸気系概略系統図(その2)

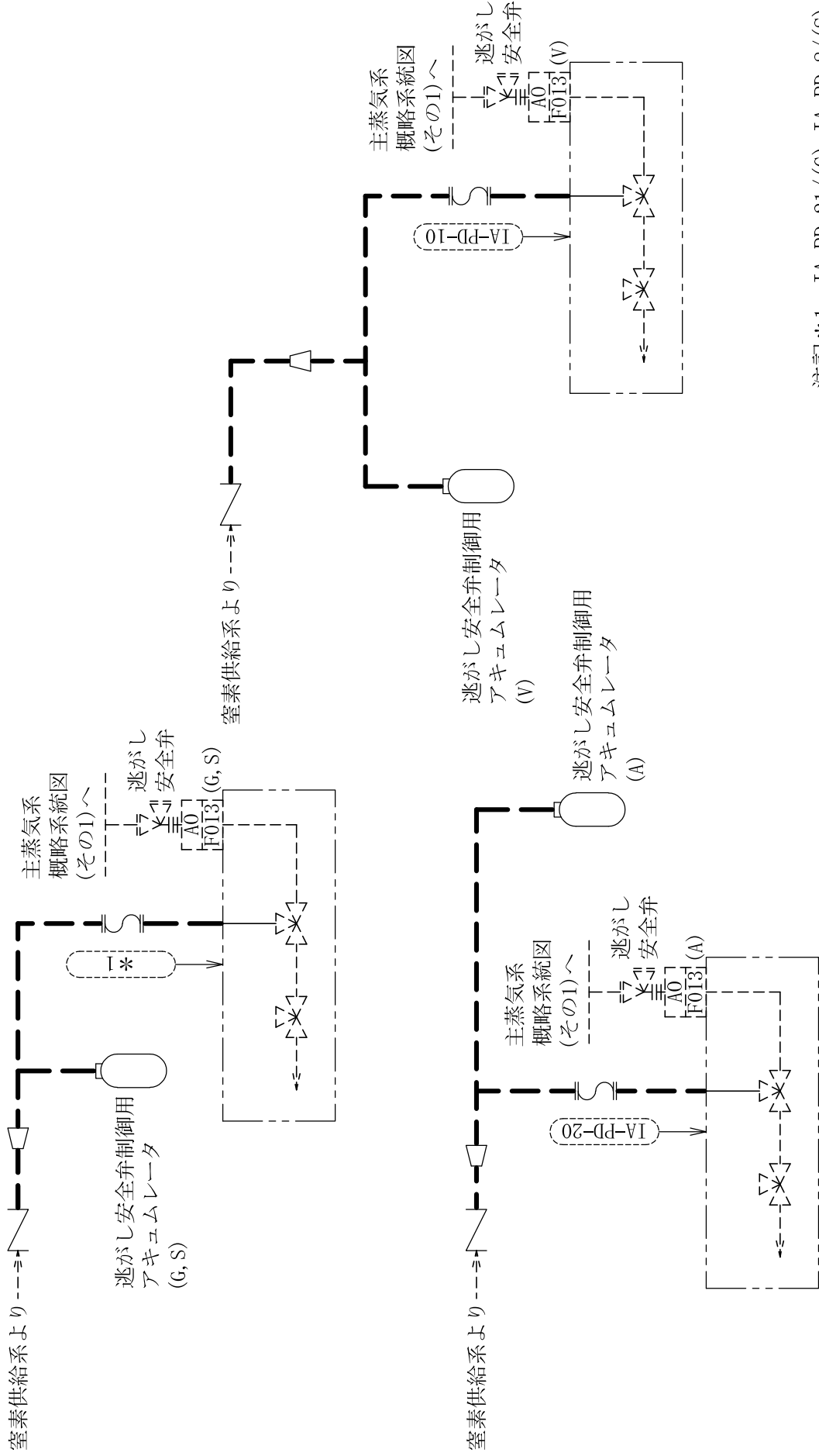
注記*1 : IA-PD-9/(K), IA-PD-15/(L)

*2 : IA-PD-11/(B), IA-PD-22/(C), IA-PD-5/(F), IA-PD-12/(H)



[注]太破線範囲の管クラス : DB3

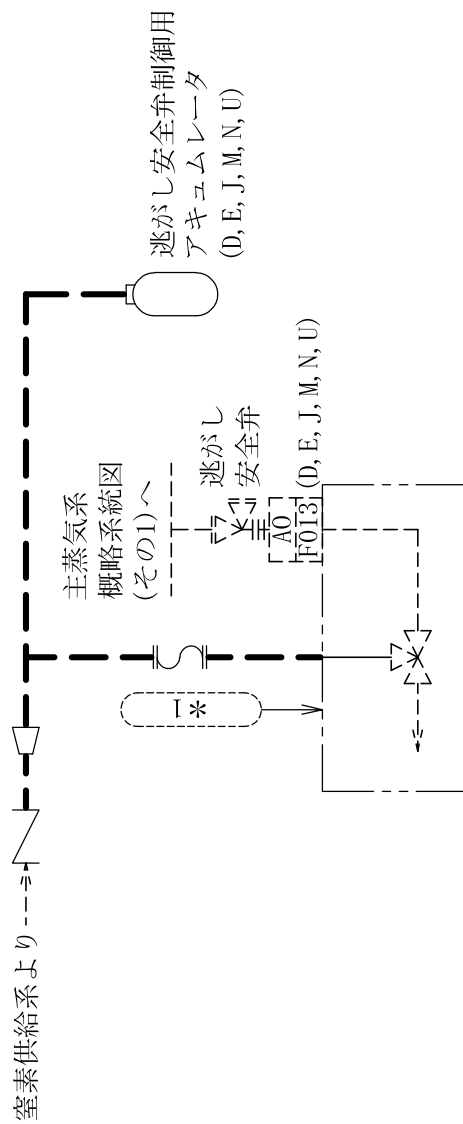
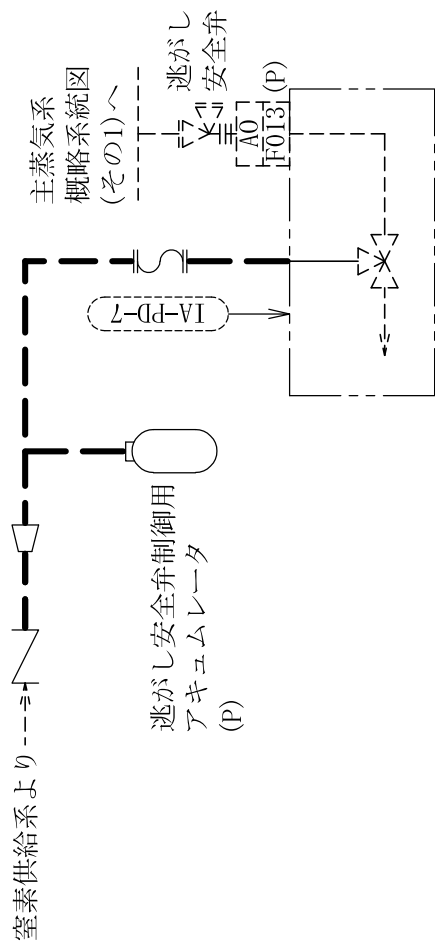
主蒸気系概略系統図 (その3)



注記*1 : IA-PD-21/ (G), IA-PD-8/ (S)

主蒸気系概略系統図 (その4)

[注]太破線範囲の管クラス : DB3








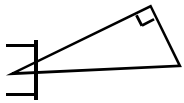
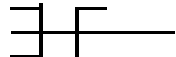
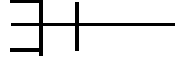

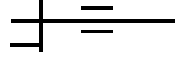
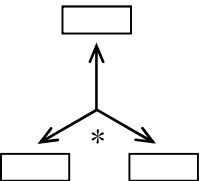
[注]太破線範囲の管クラス：DB3

注記*1：IA-PD-13/(D), IA-PD-14/(E), IA-PD-18/(J)
IA-PD-6/(M), IA-PD-16/(N), IA-PD-19/(U)

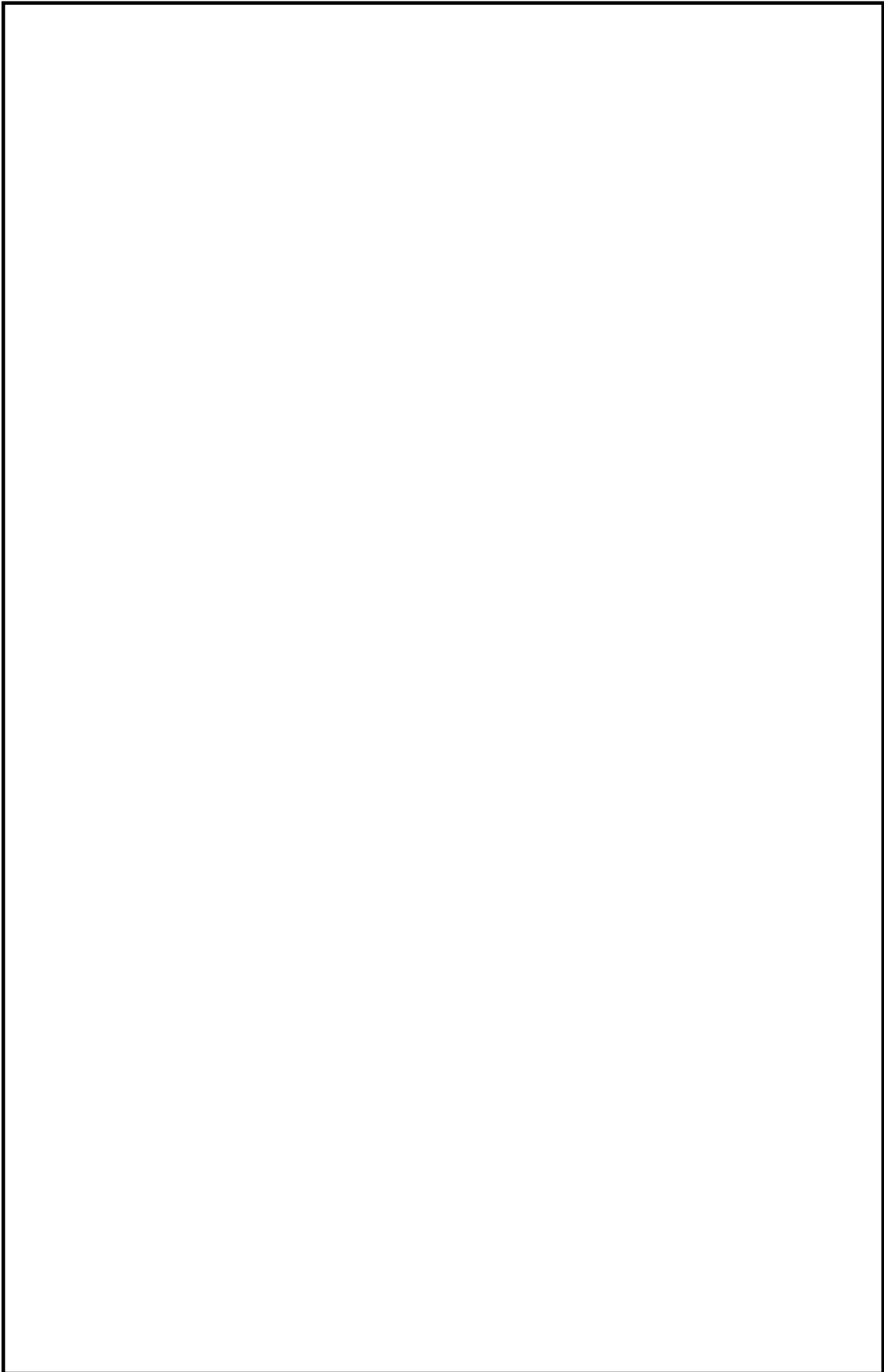
主蒸気系概略系統図(その5)

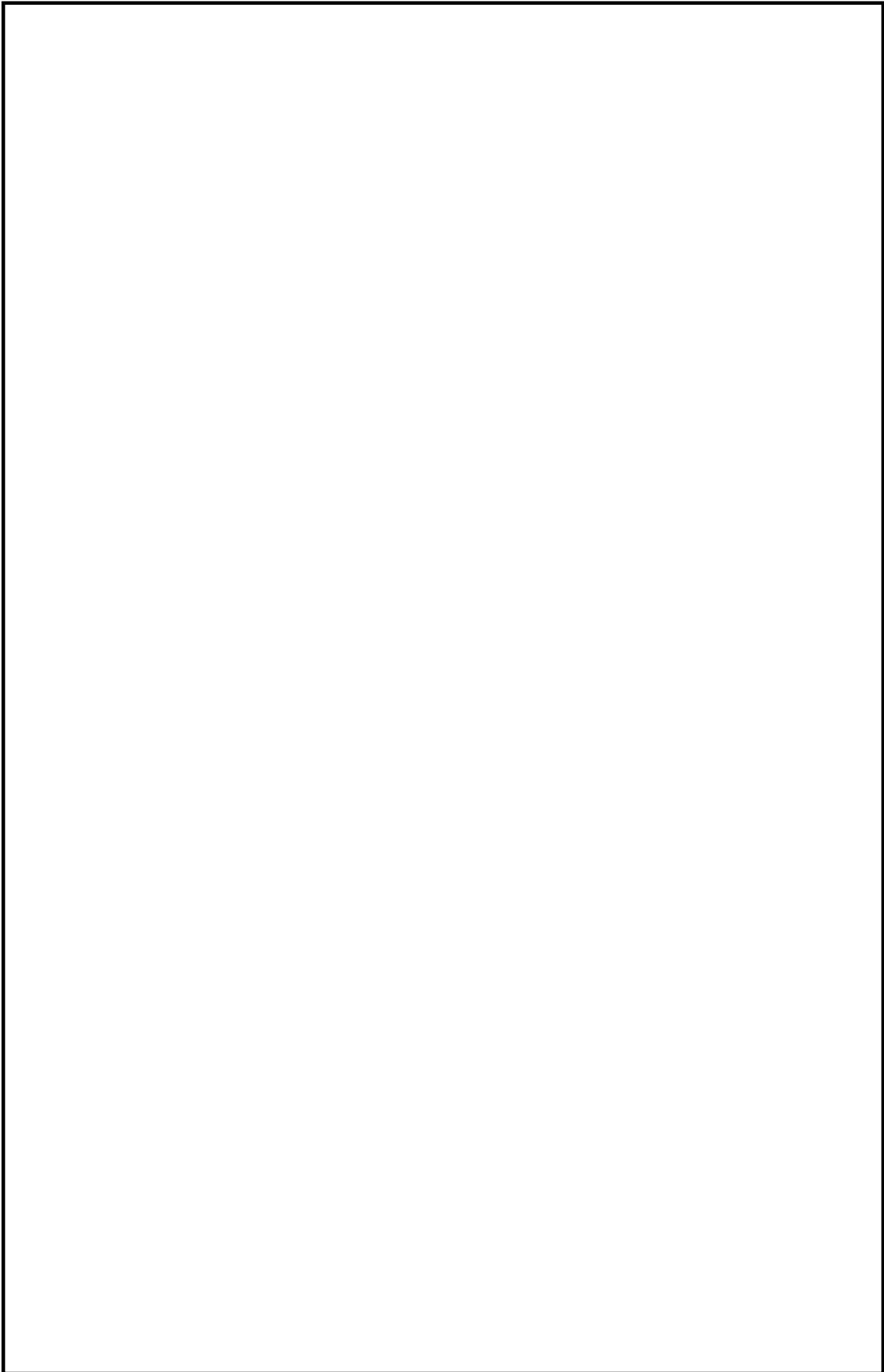
2.2 鳥瞰図

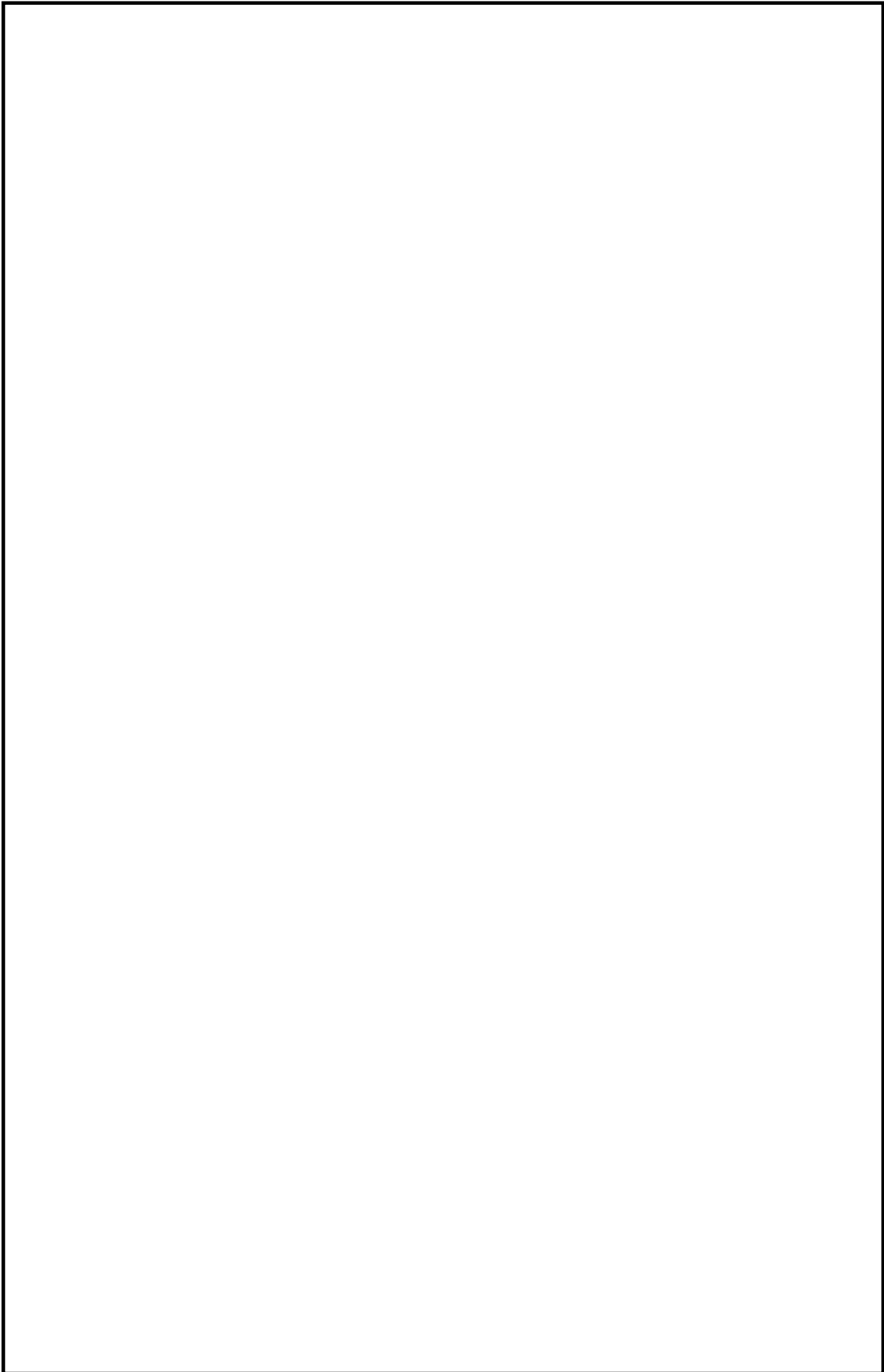
鳥瞰図記号凡例

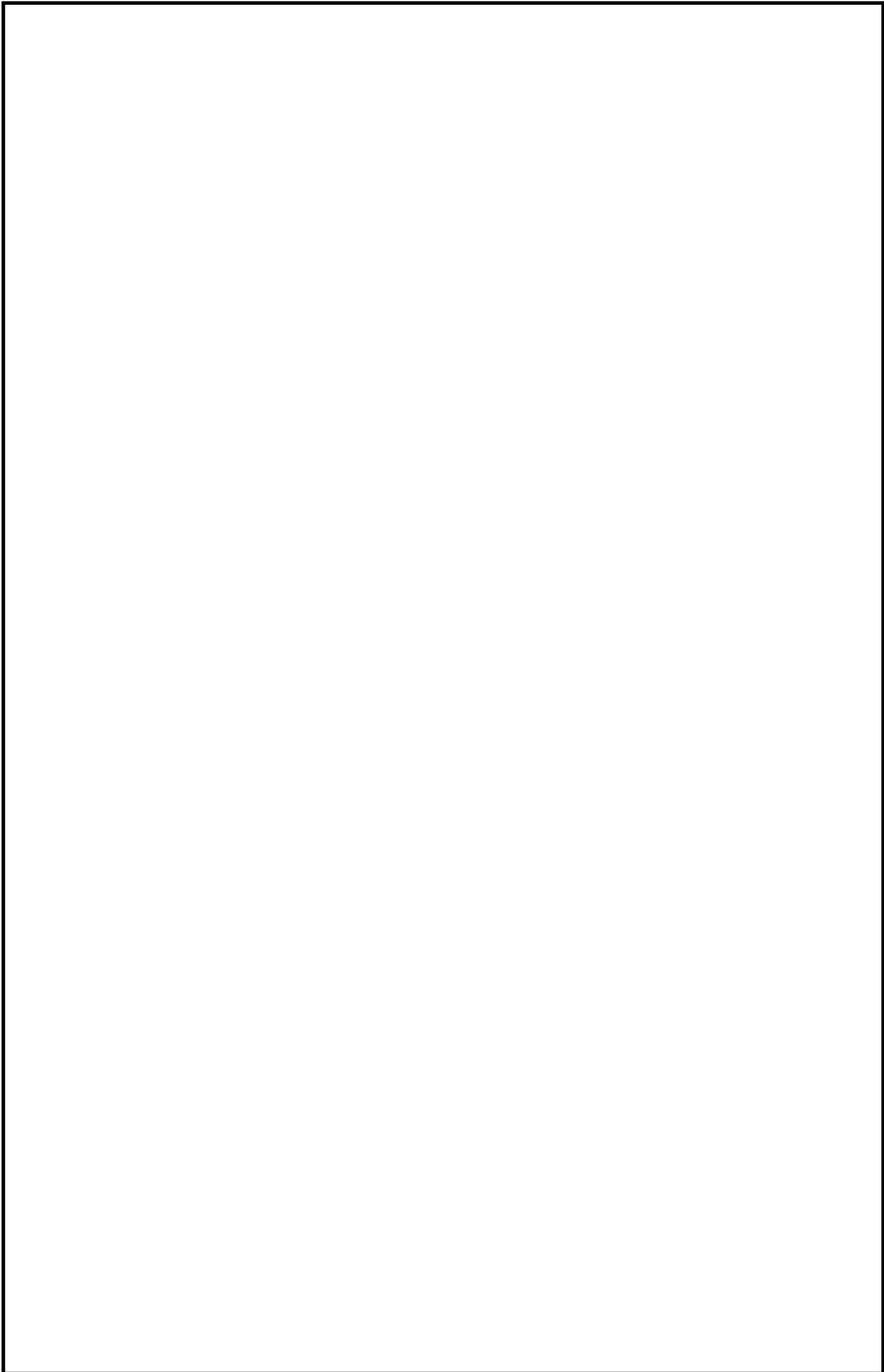
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本システムの管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ガイド
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点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。)

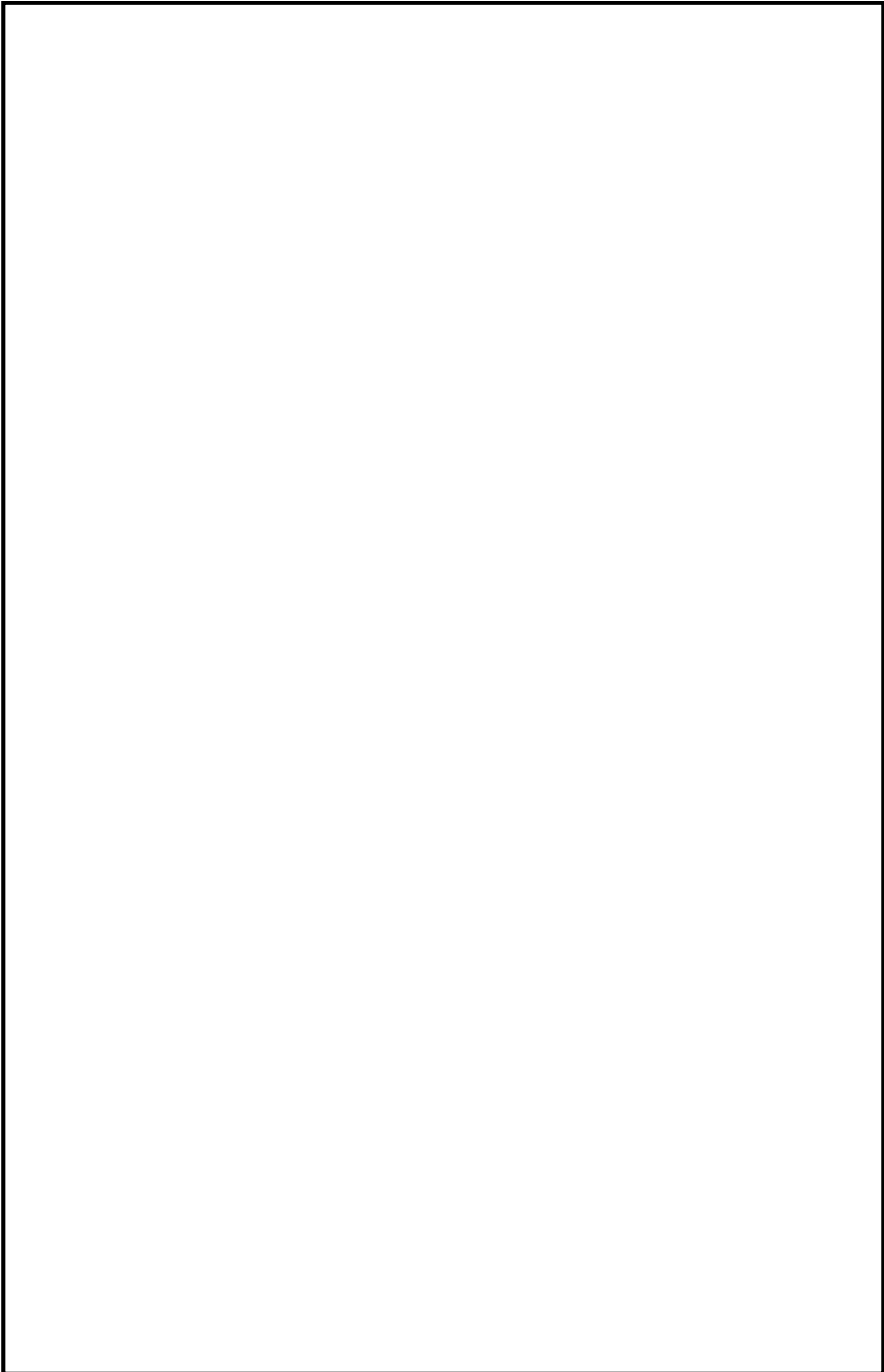
注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

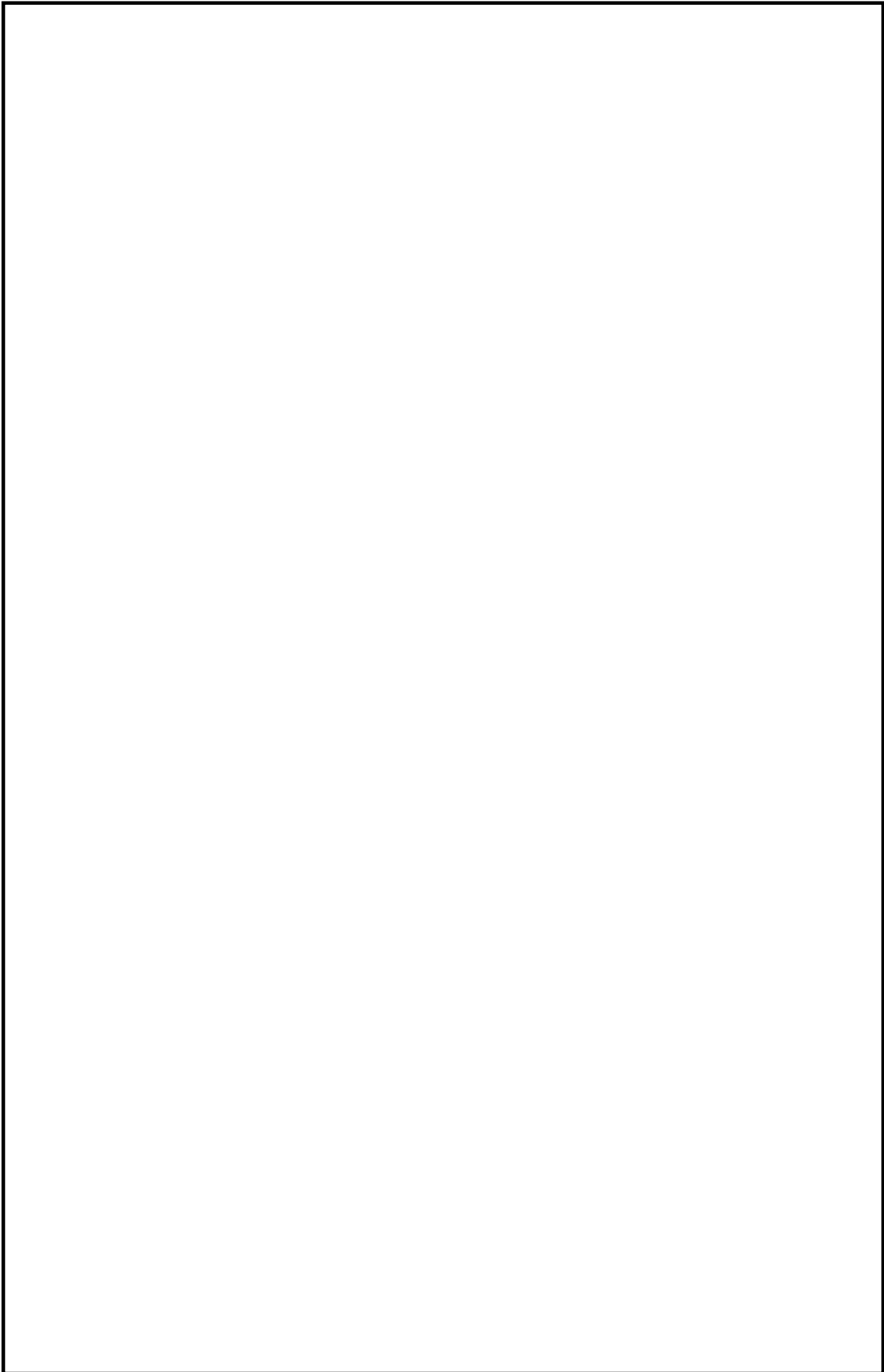






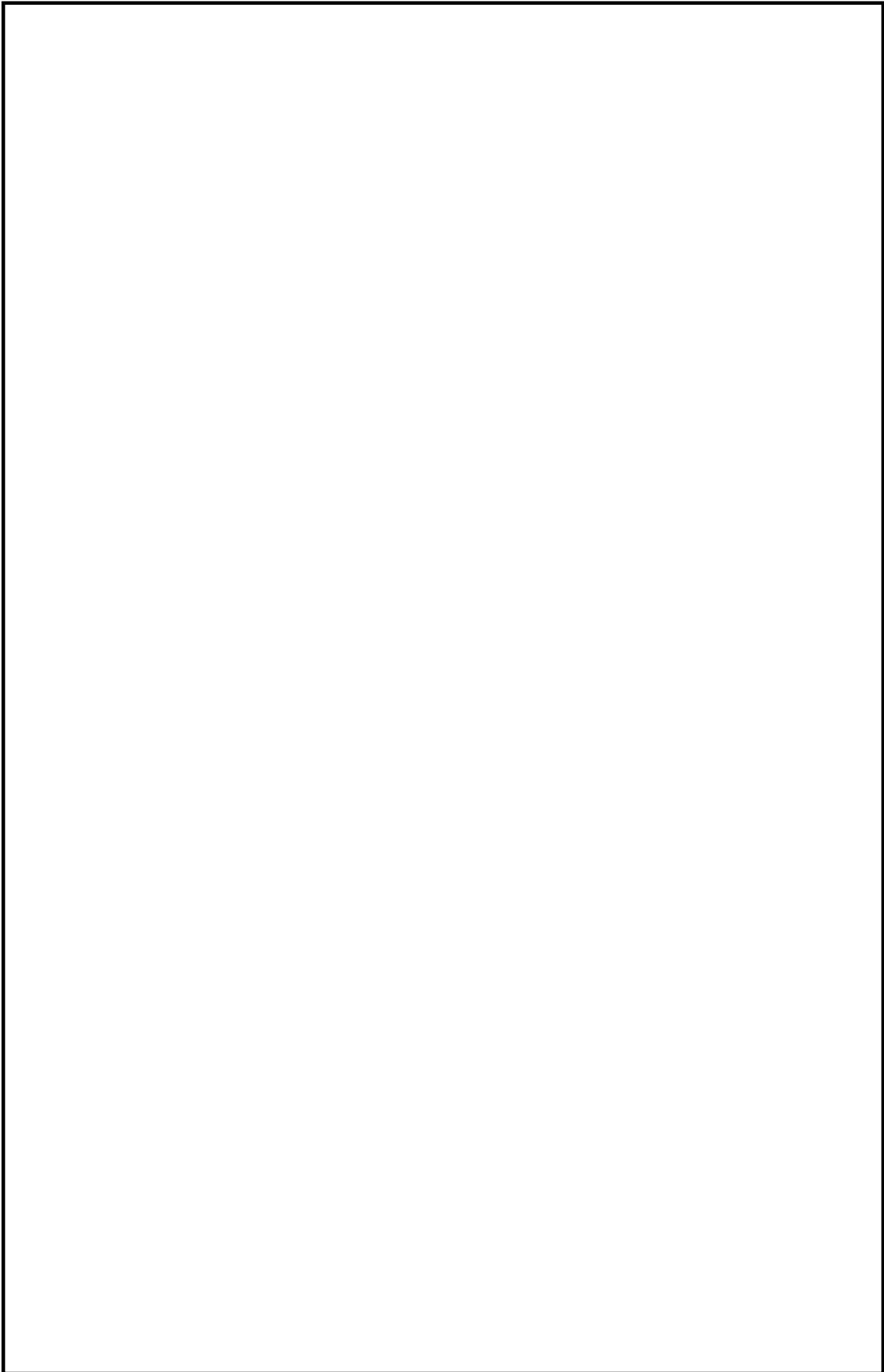


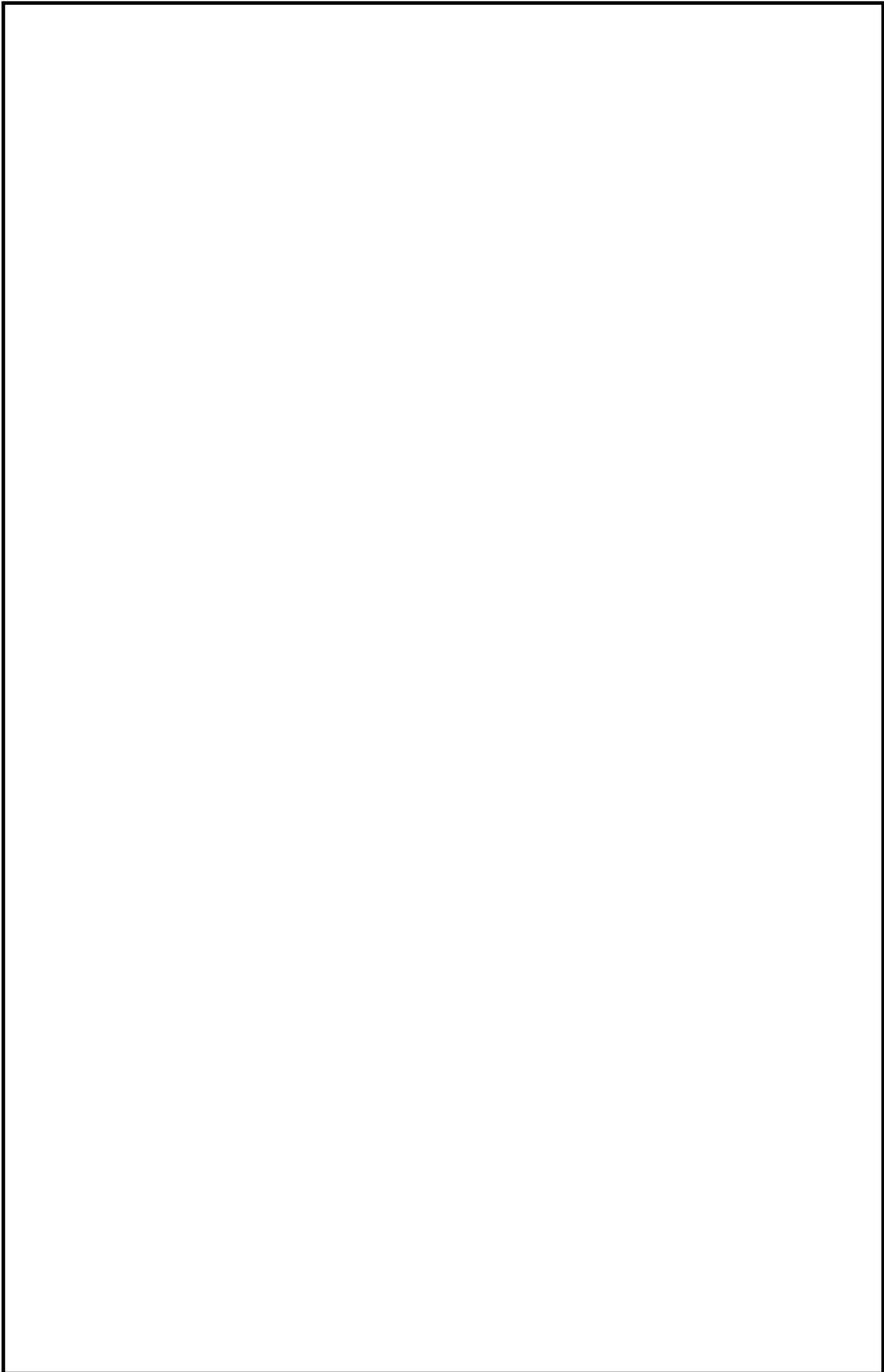


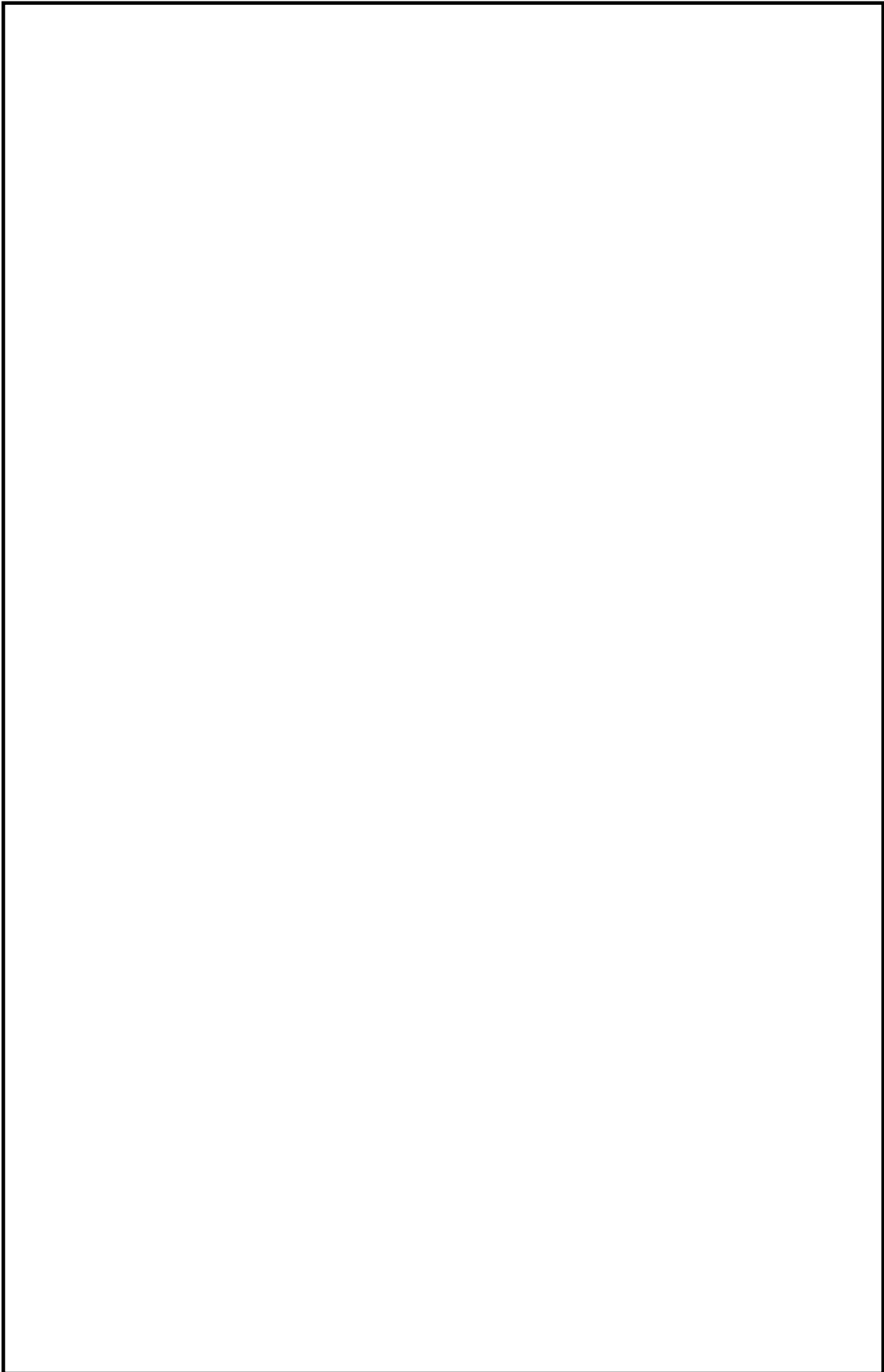


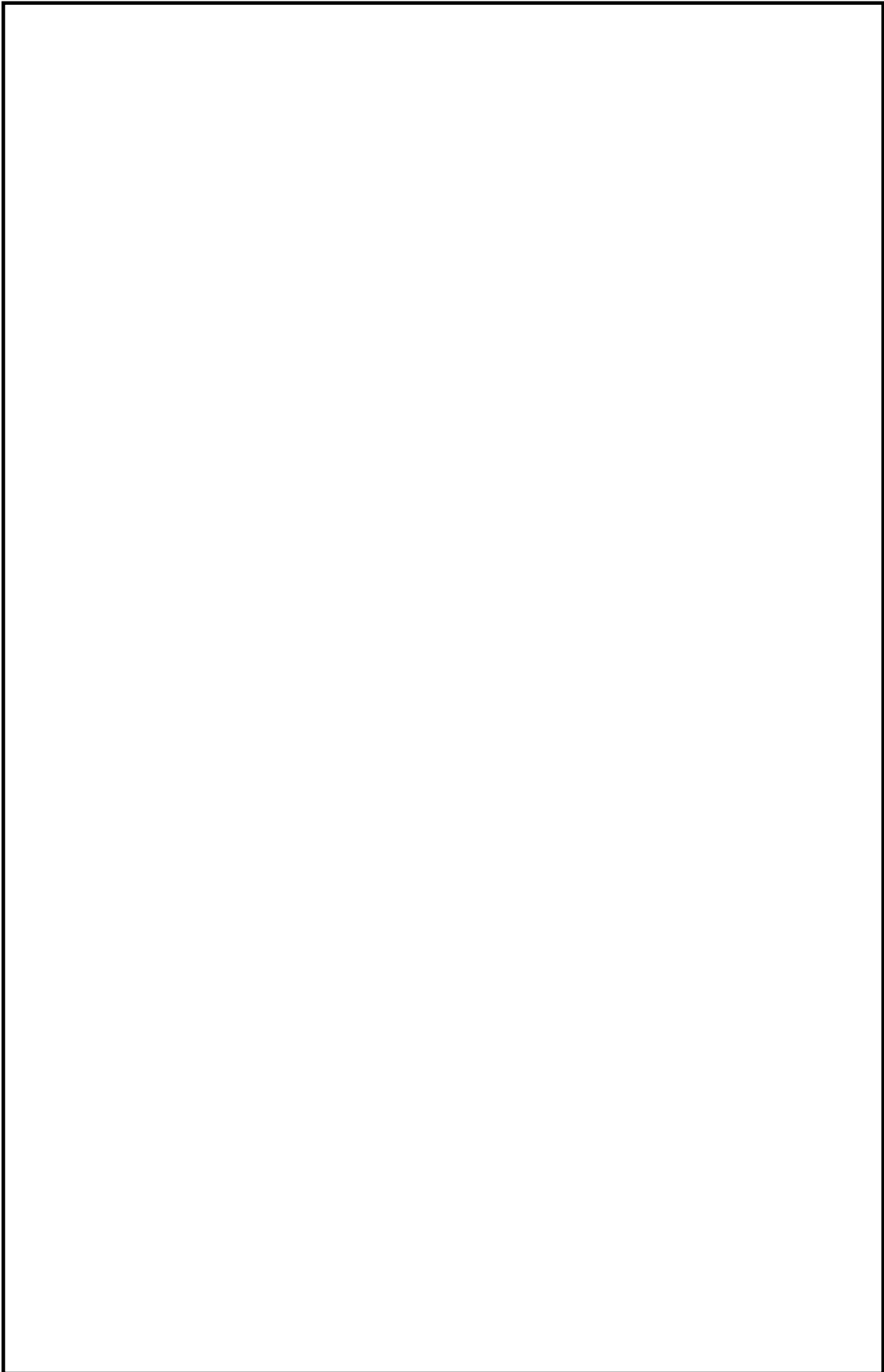
鳥瞰図

MS-B(DB) (14/19)



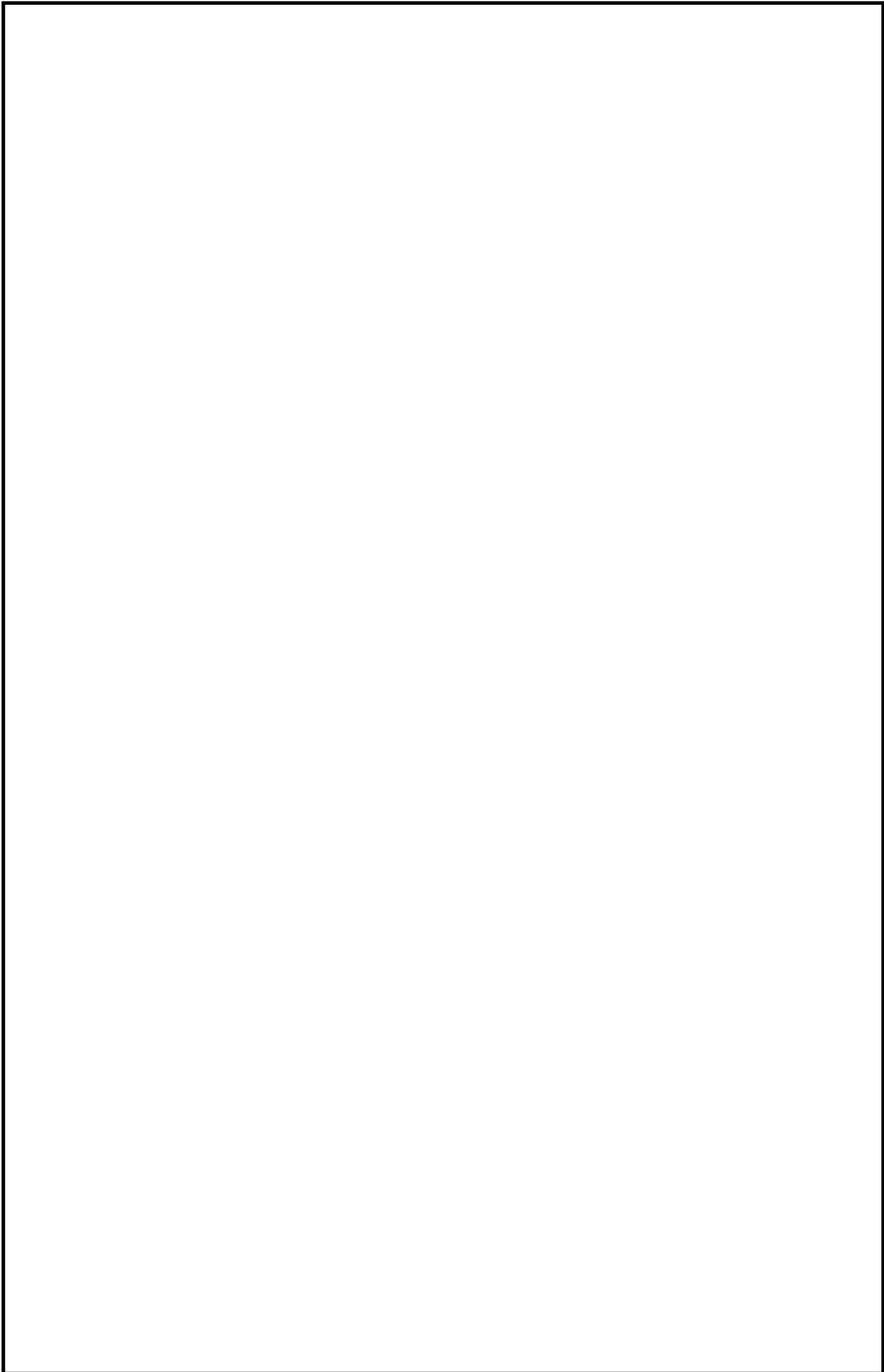


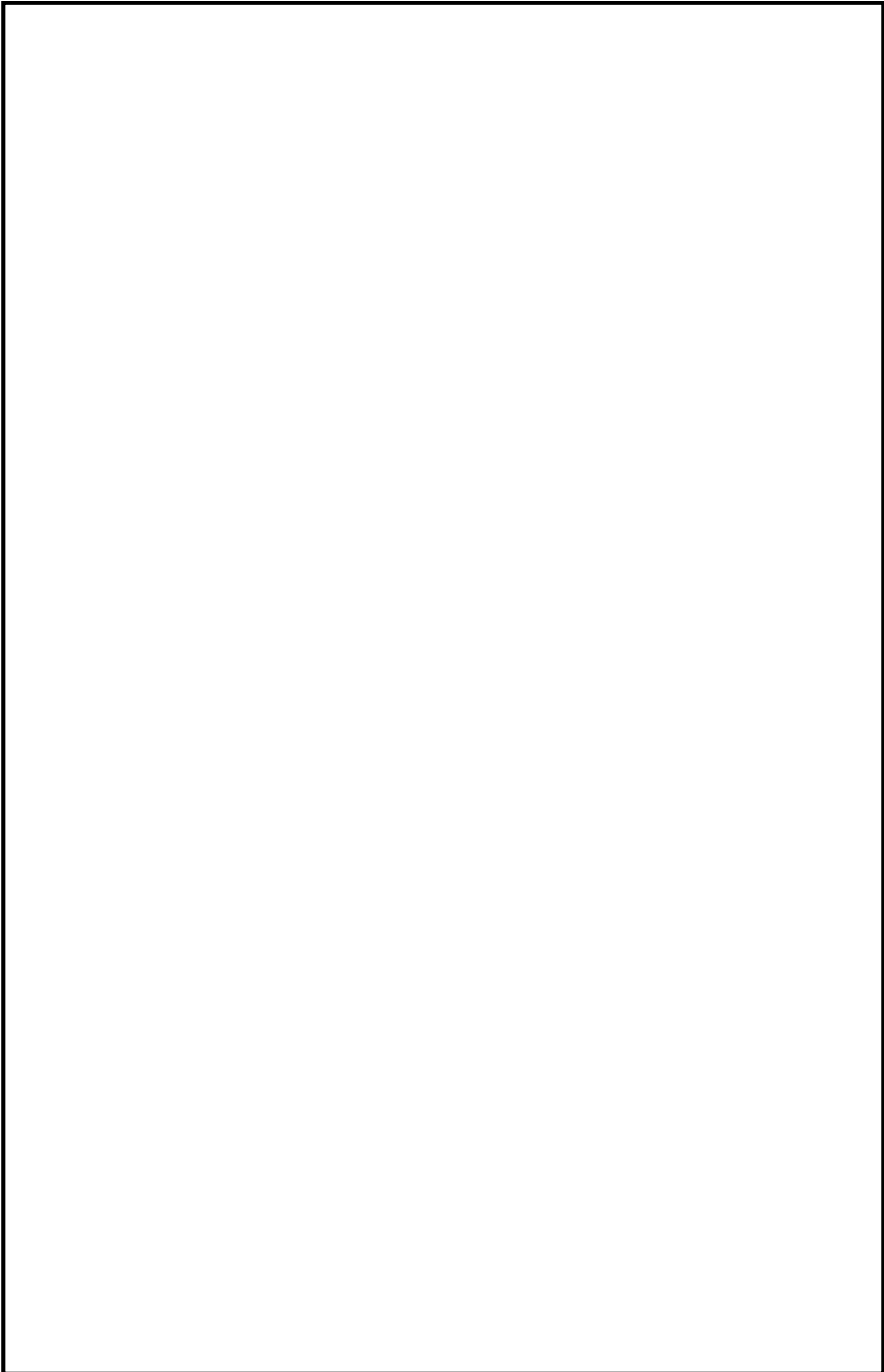




鳥瞰図

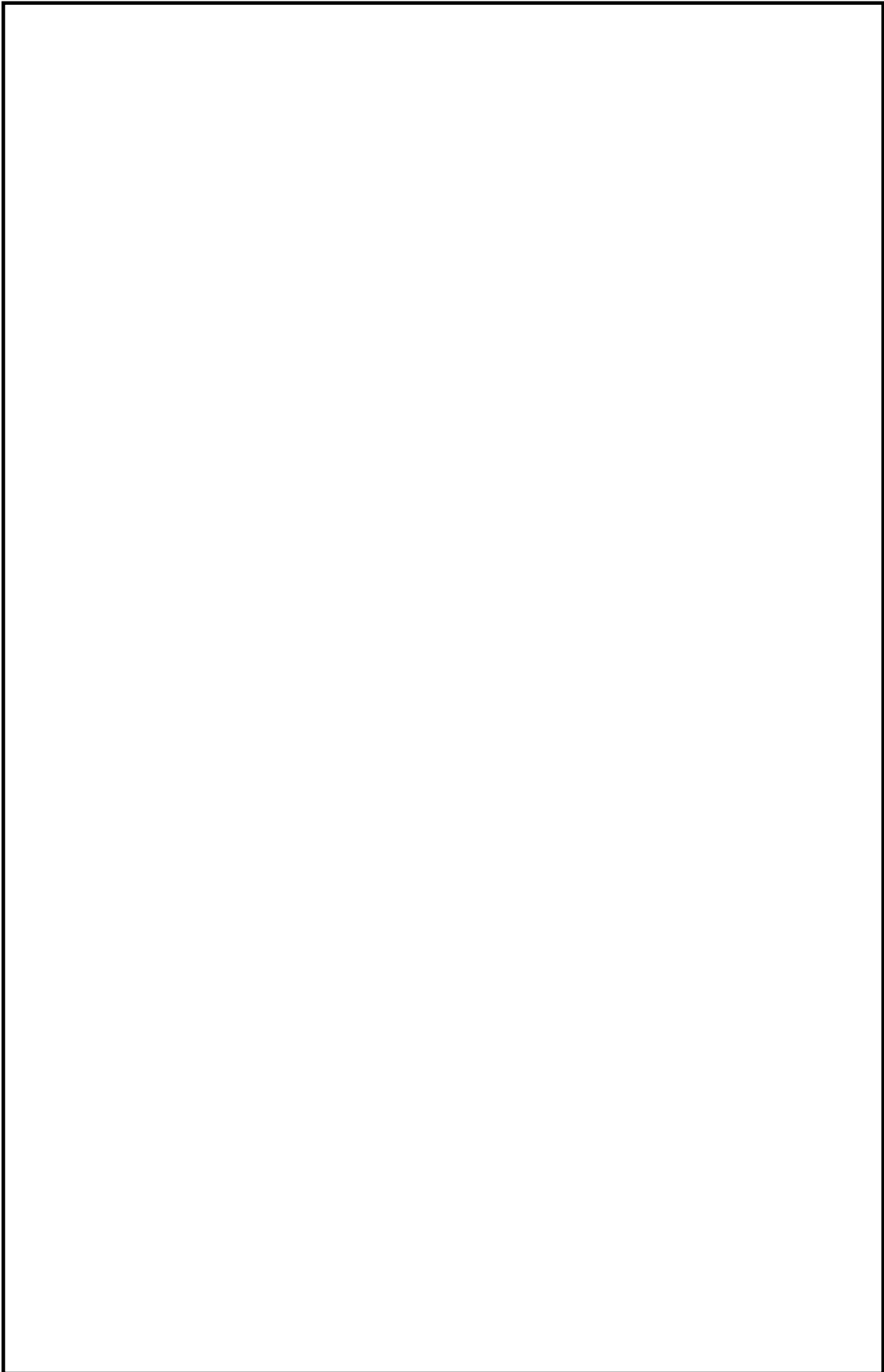
MS-B(SA) (14/19)

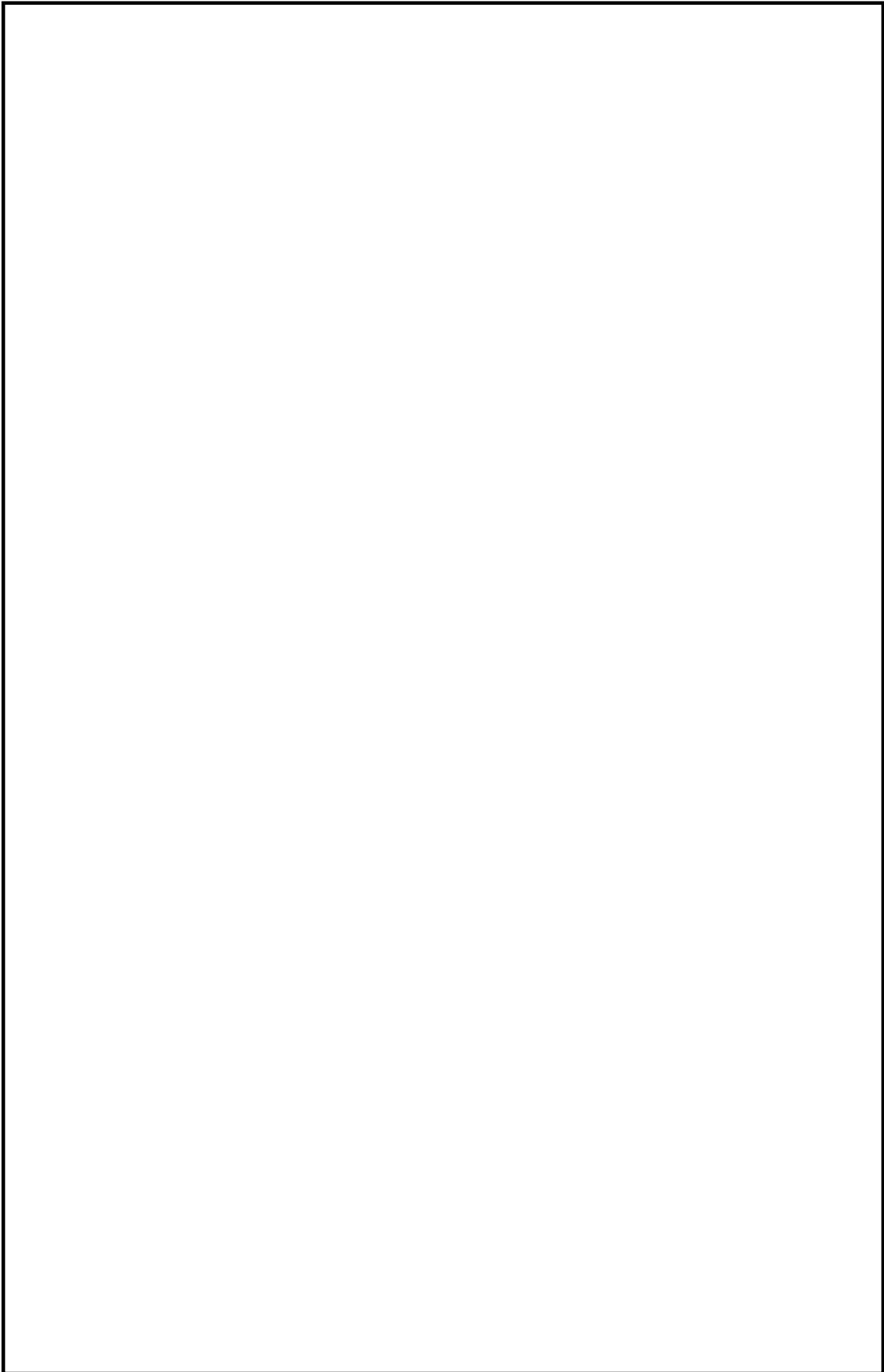




鳥瞰図

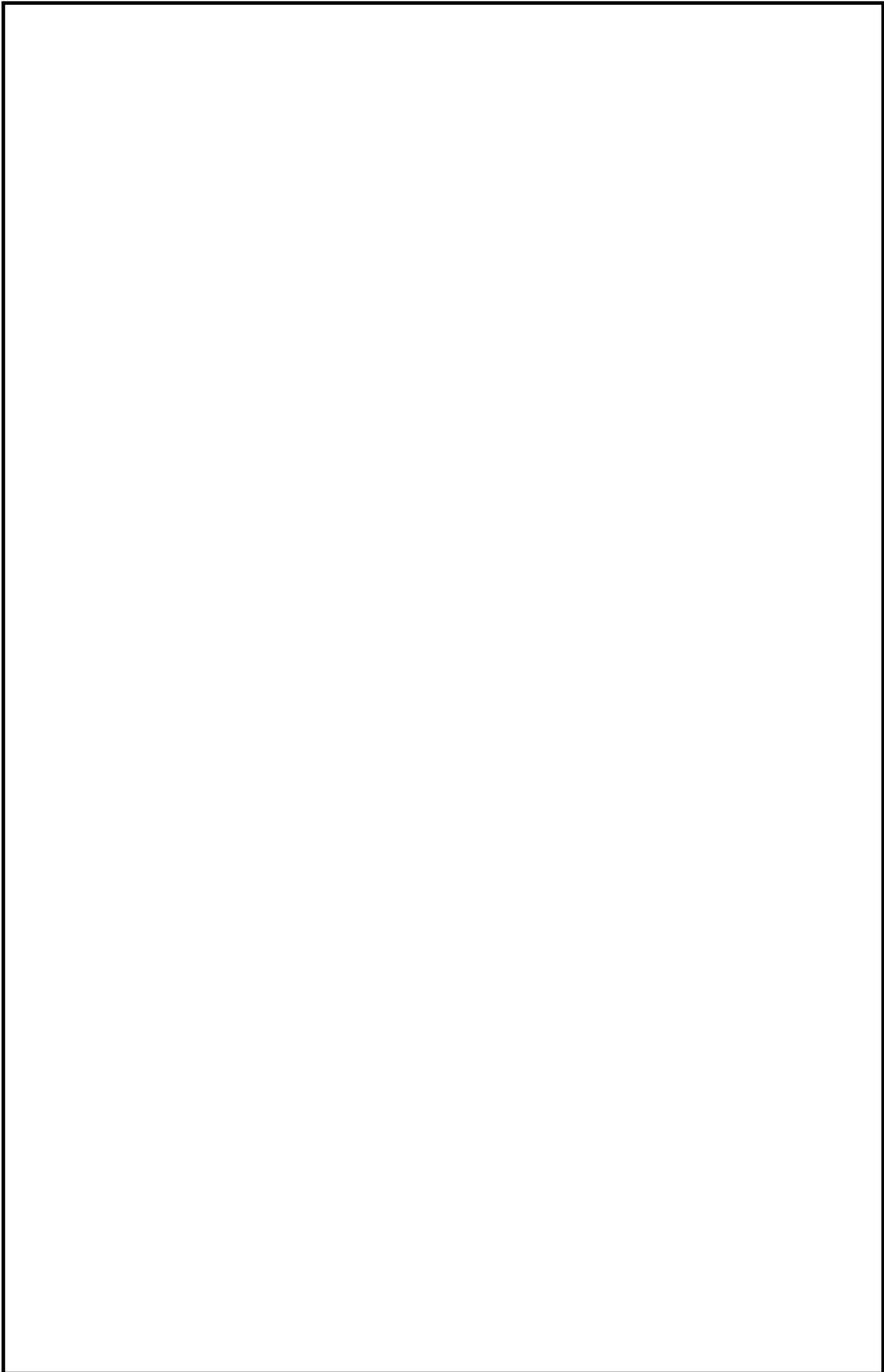
MS-C (DB) (10/19)





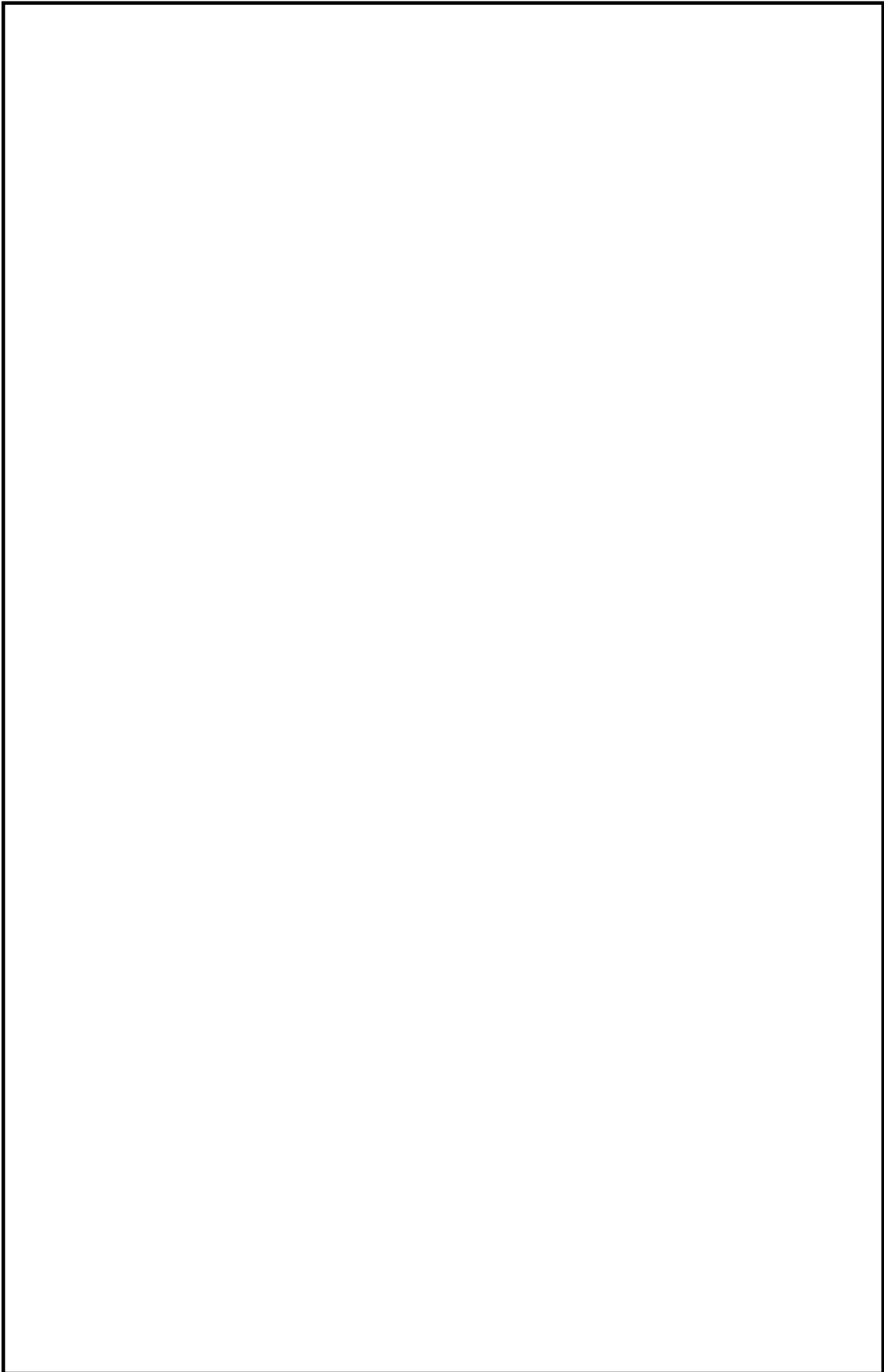
鳥瞰図

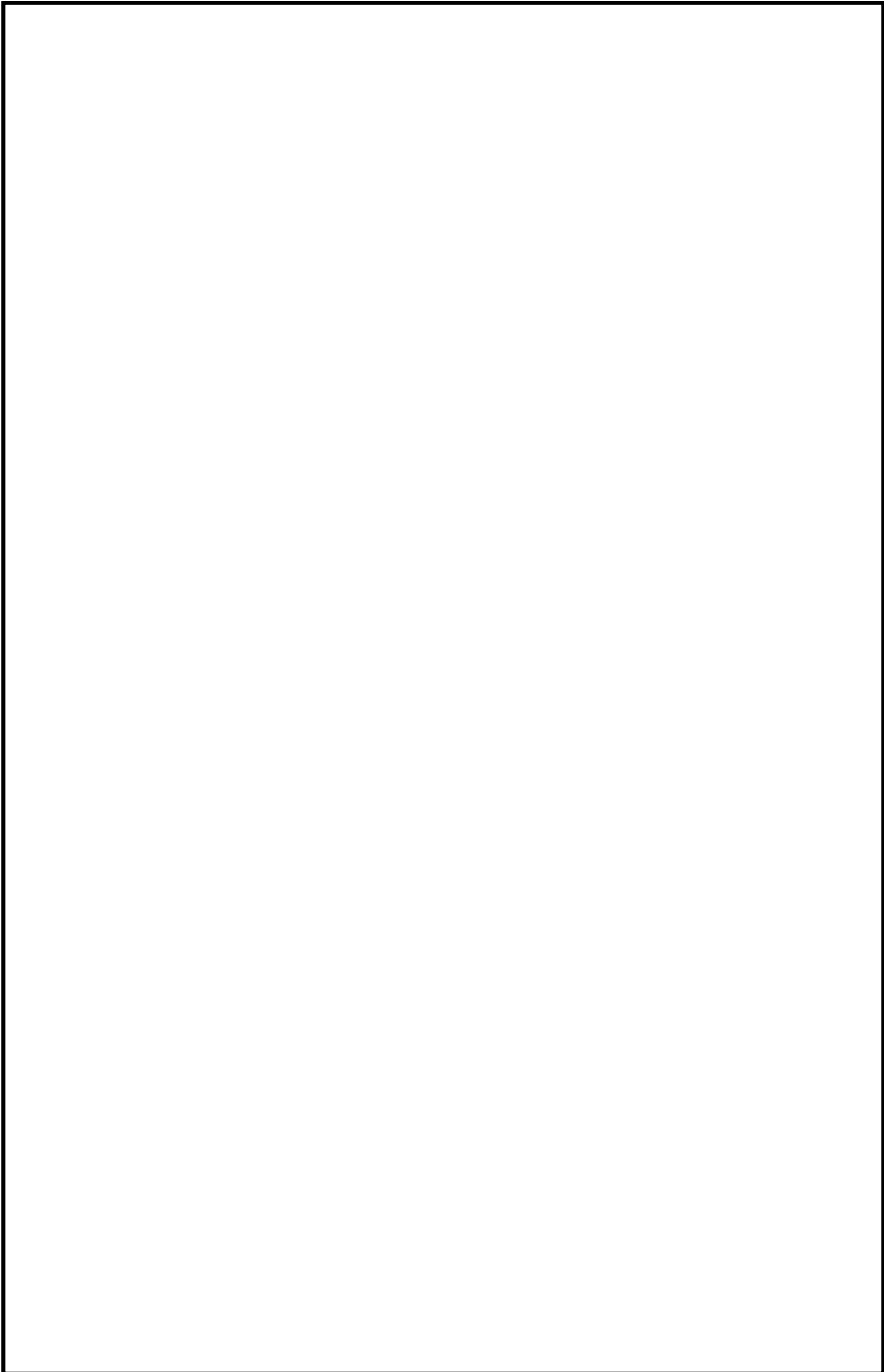
MS-C (DB) (12/19)



鳥瞰図

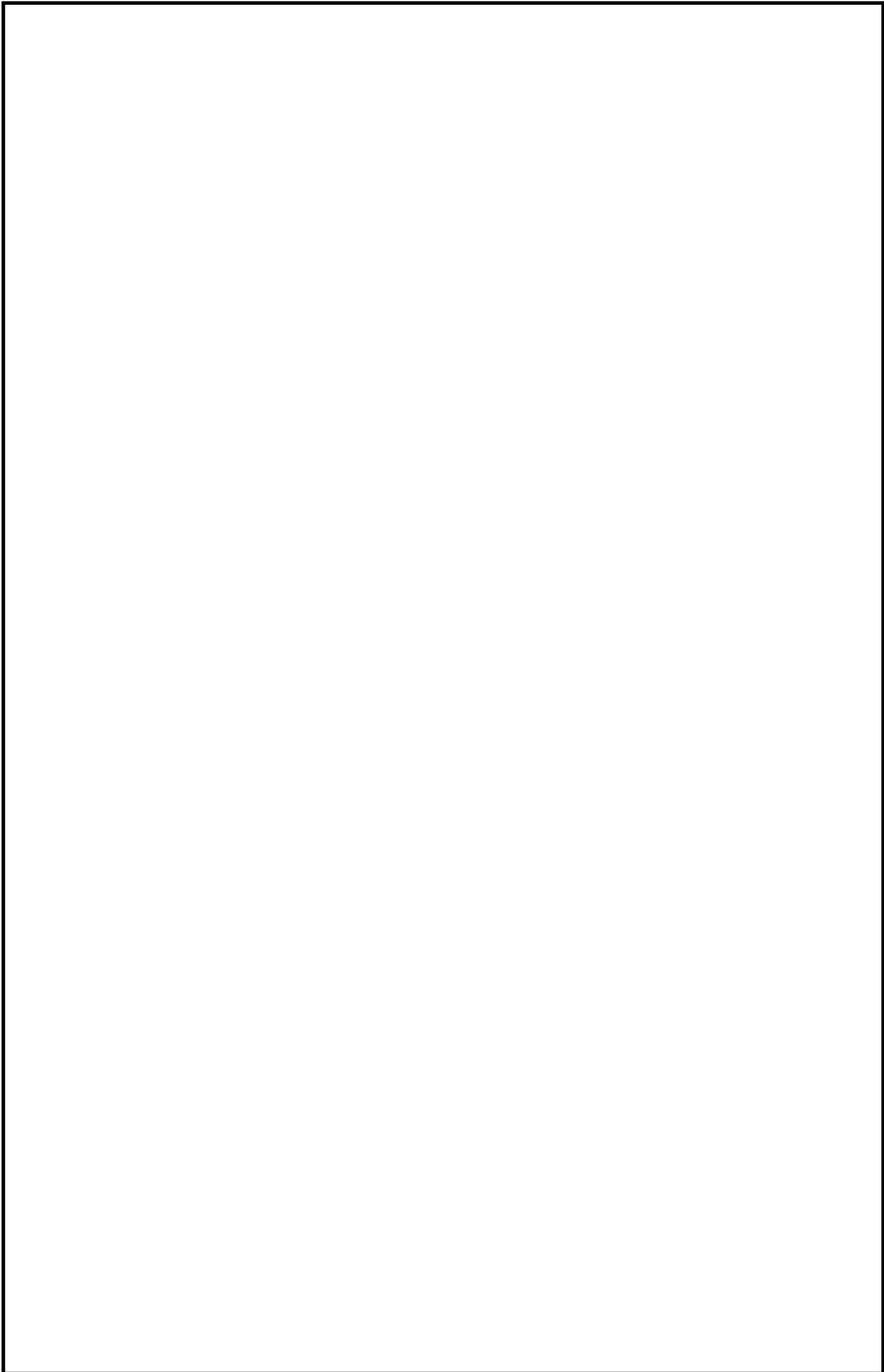
MS-C (DB) (13/19)





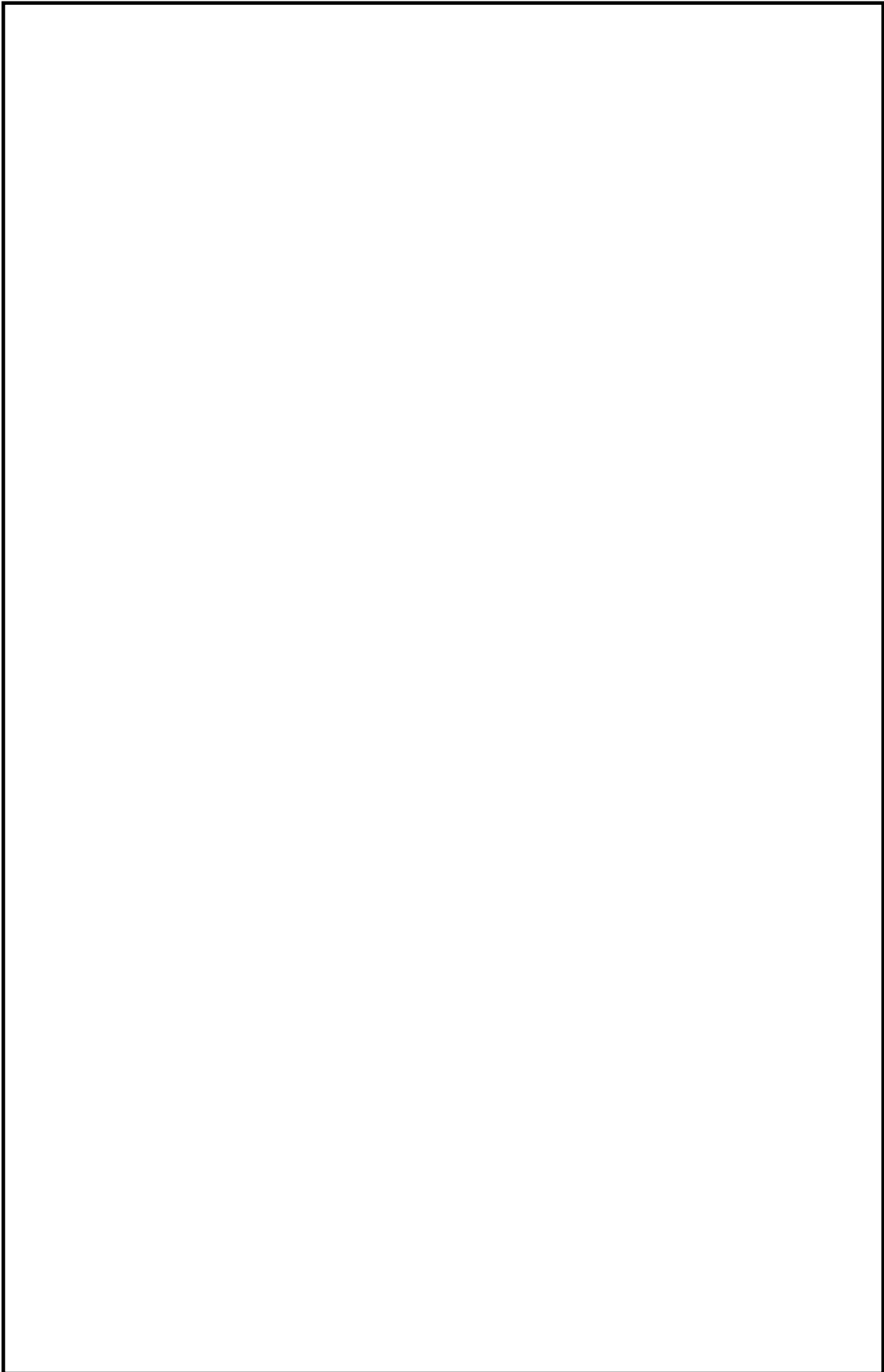
鳥瞰図

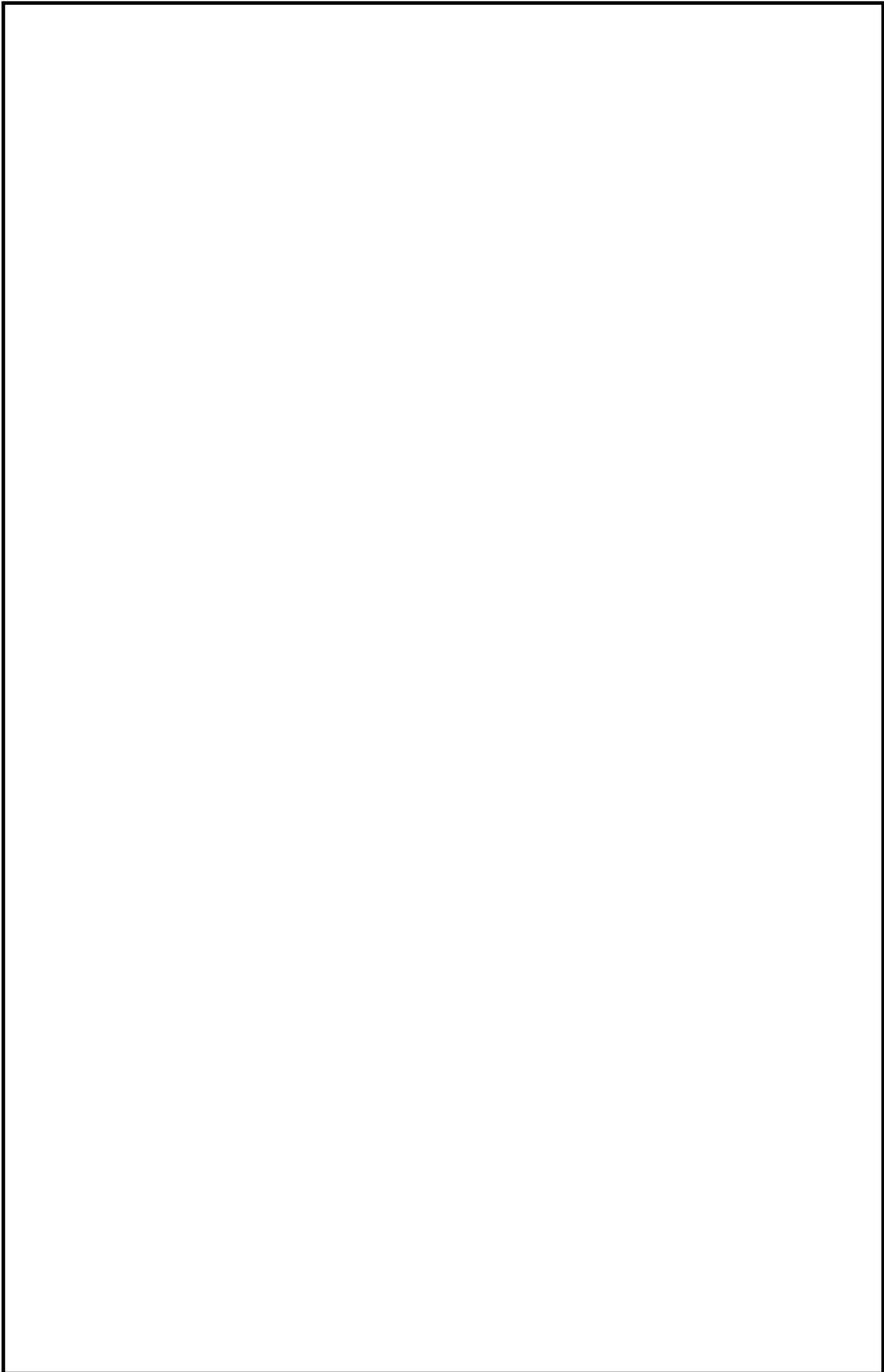
MS-C (DB) (15/19)

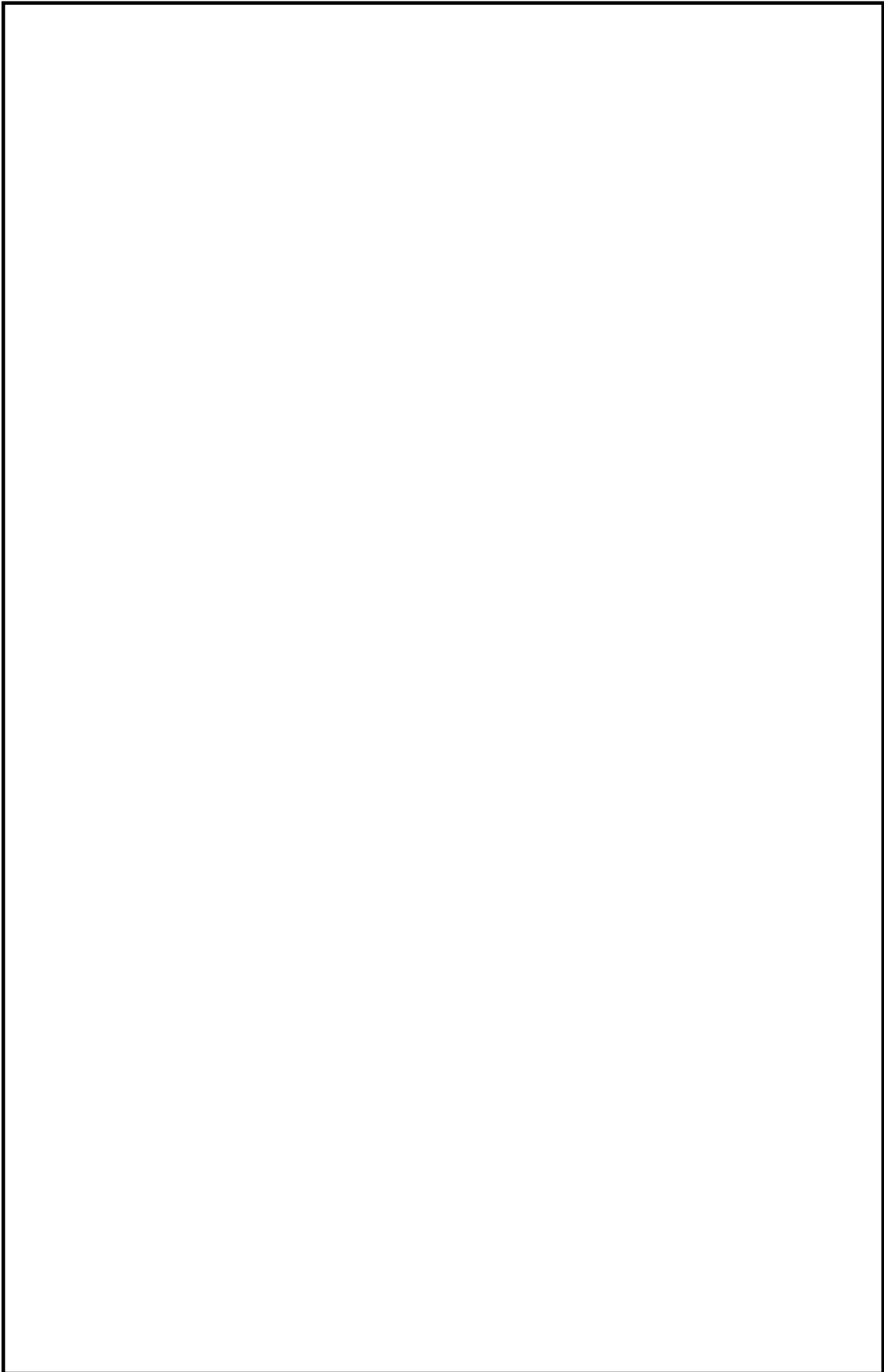


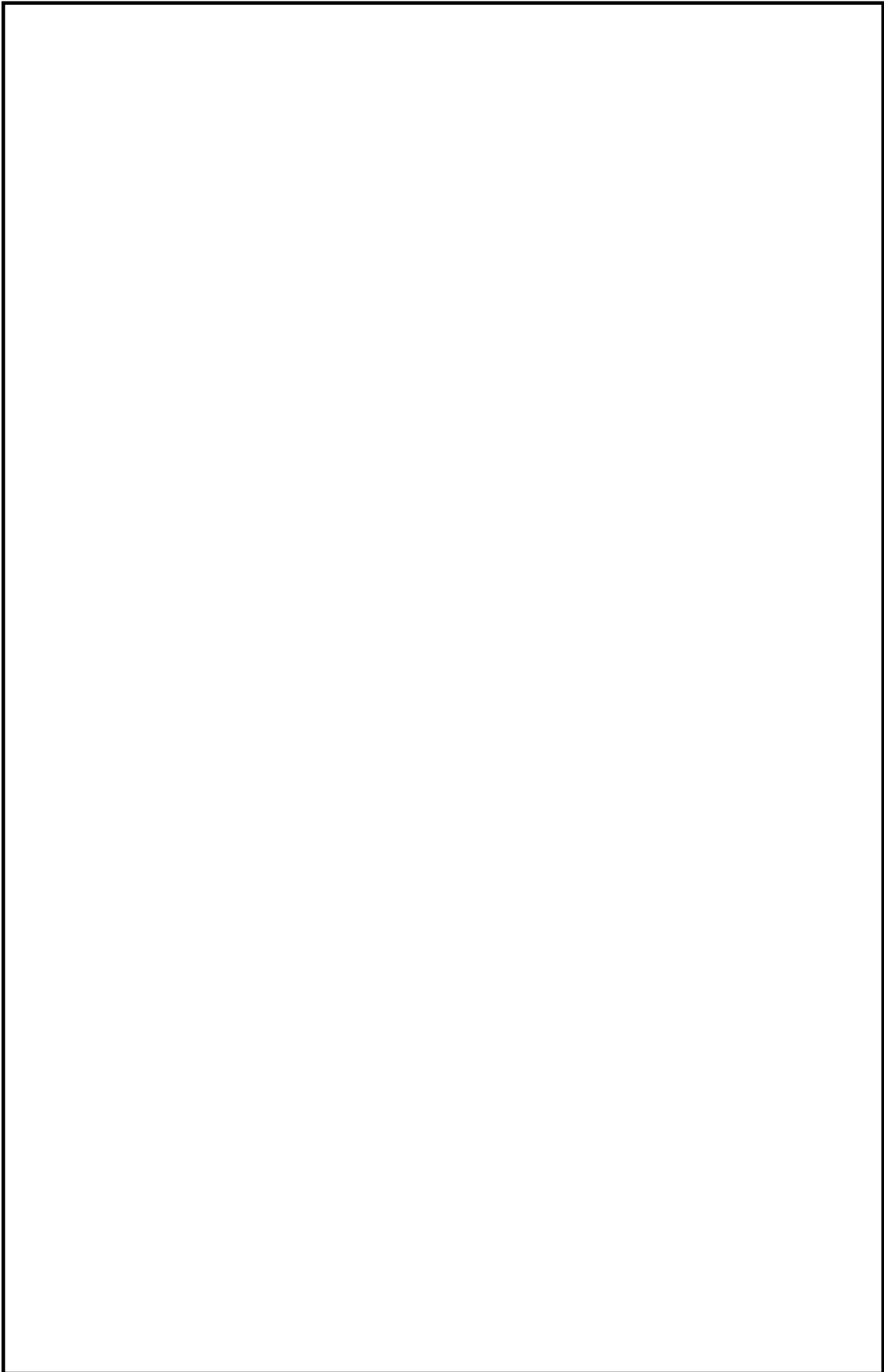
鳥瞰図

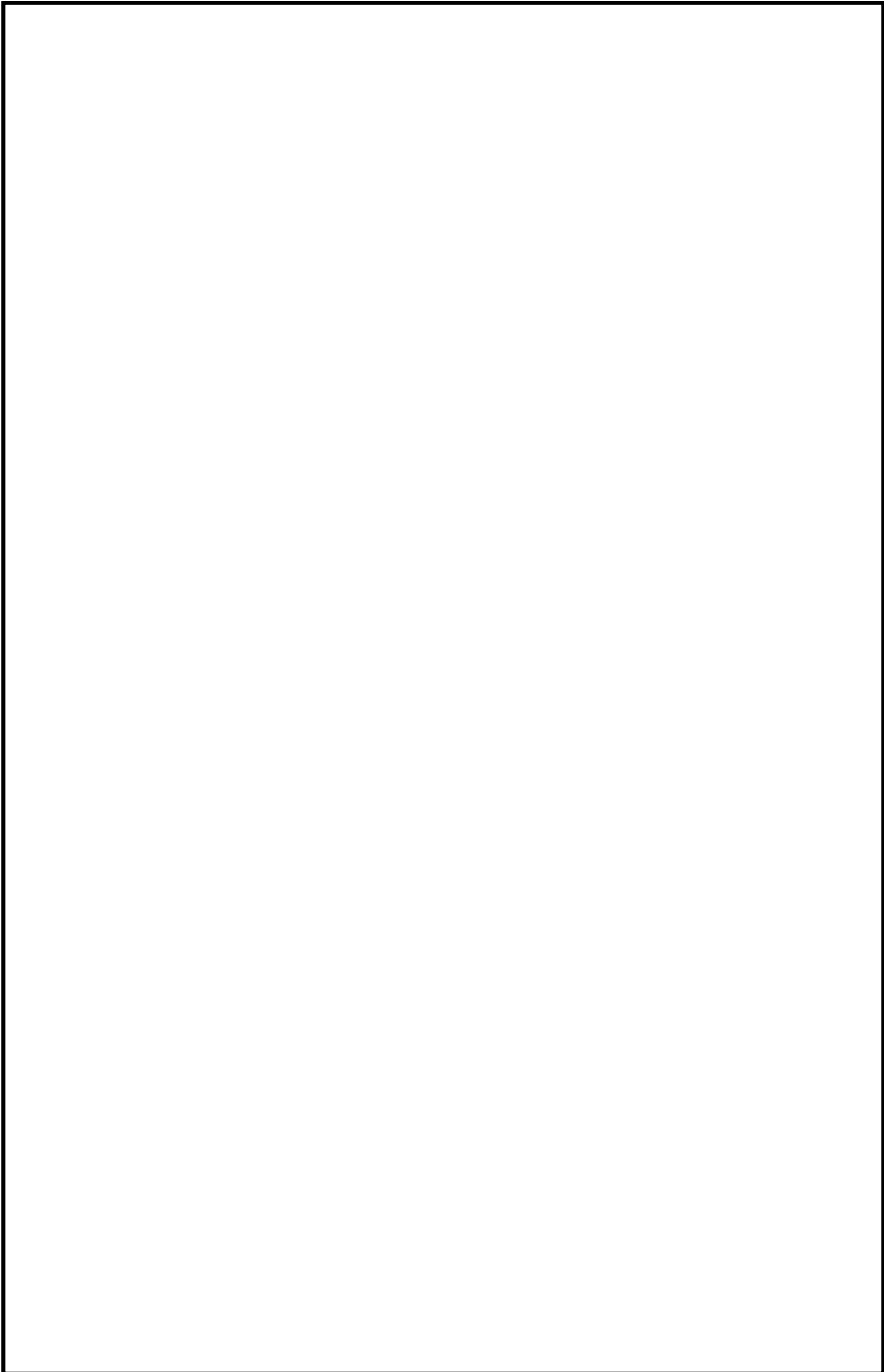
MS-C (DB) (17/19)





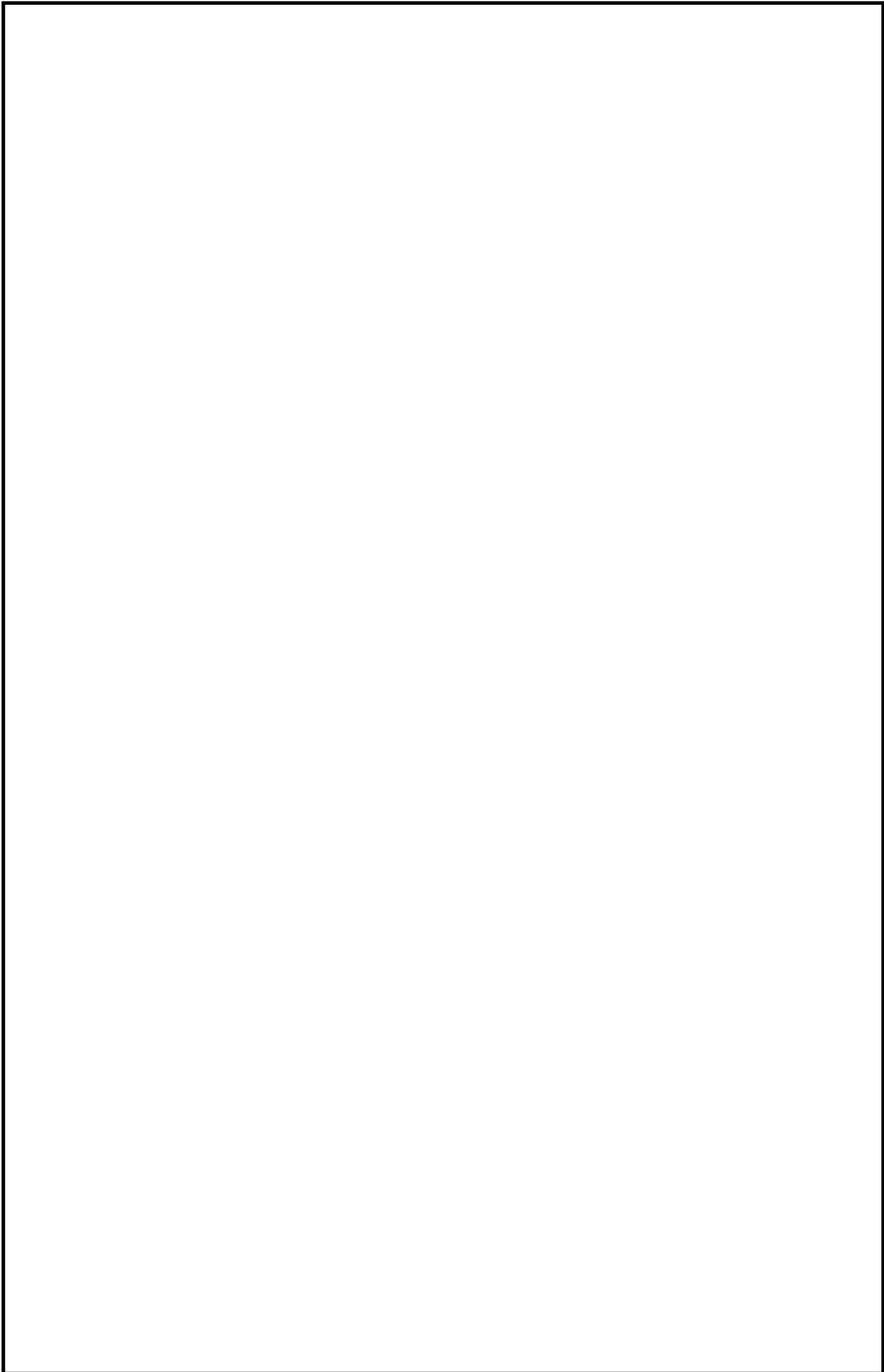


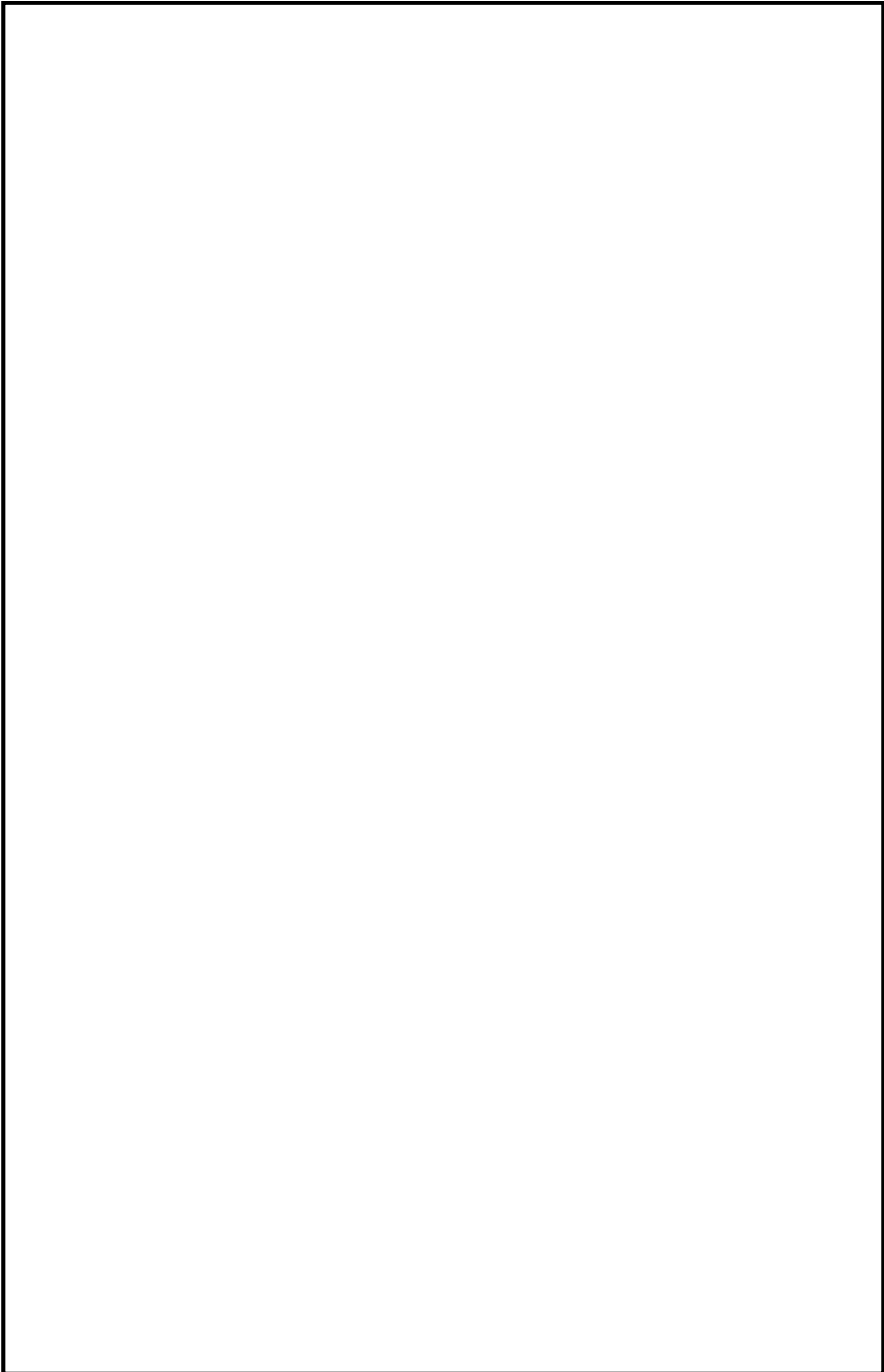




鳥瞰図

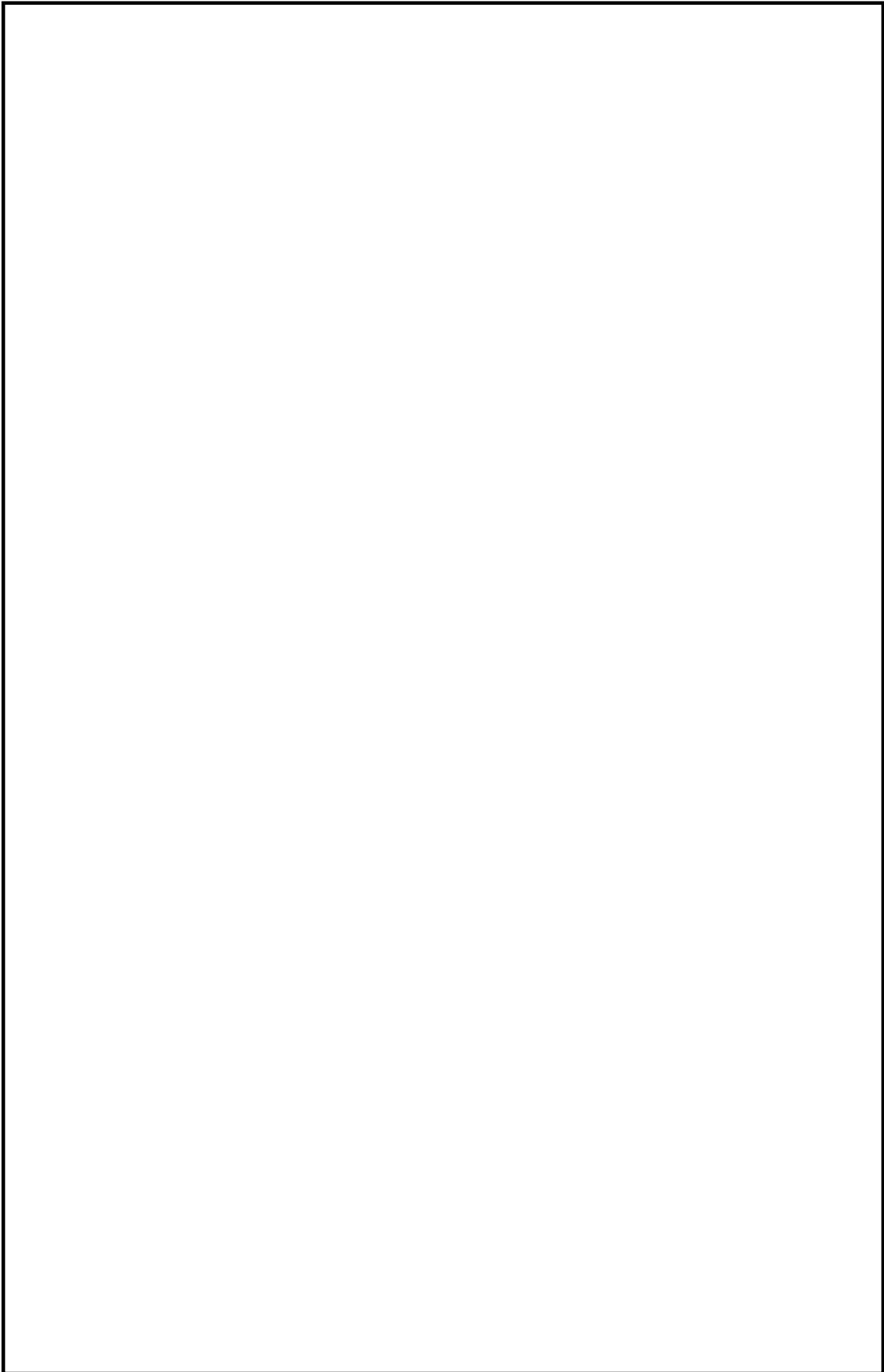
MS-C(SA) (12/19)

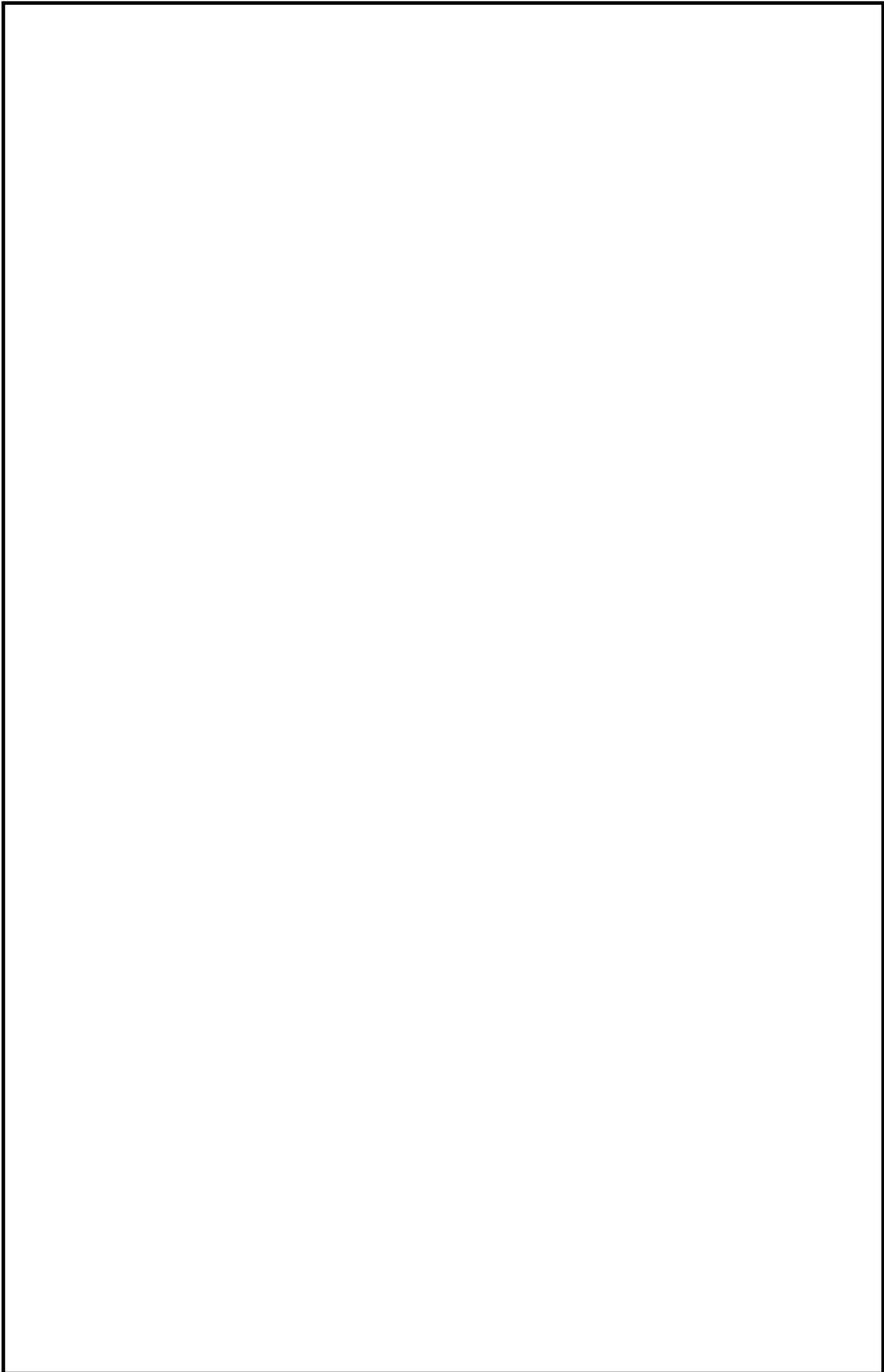


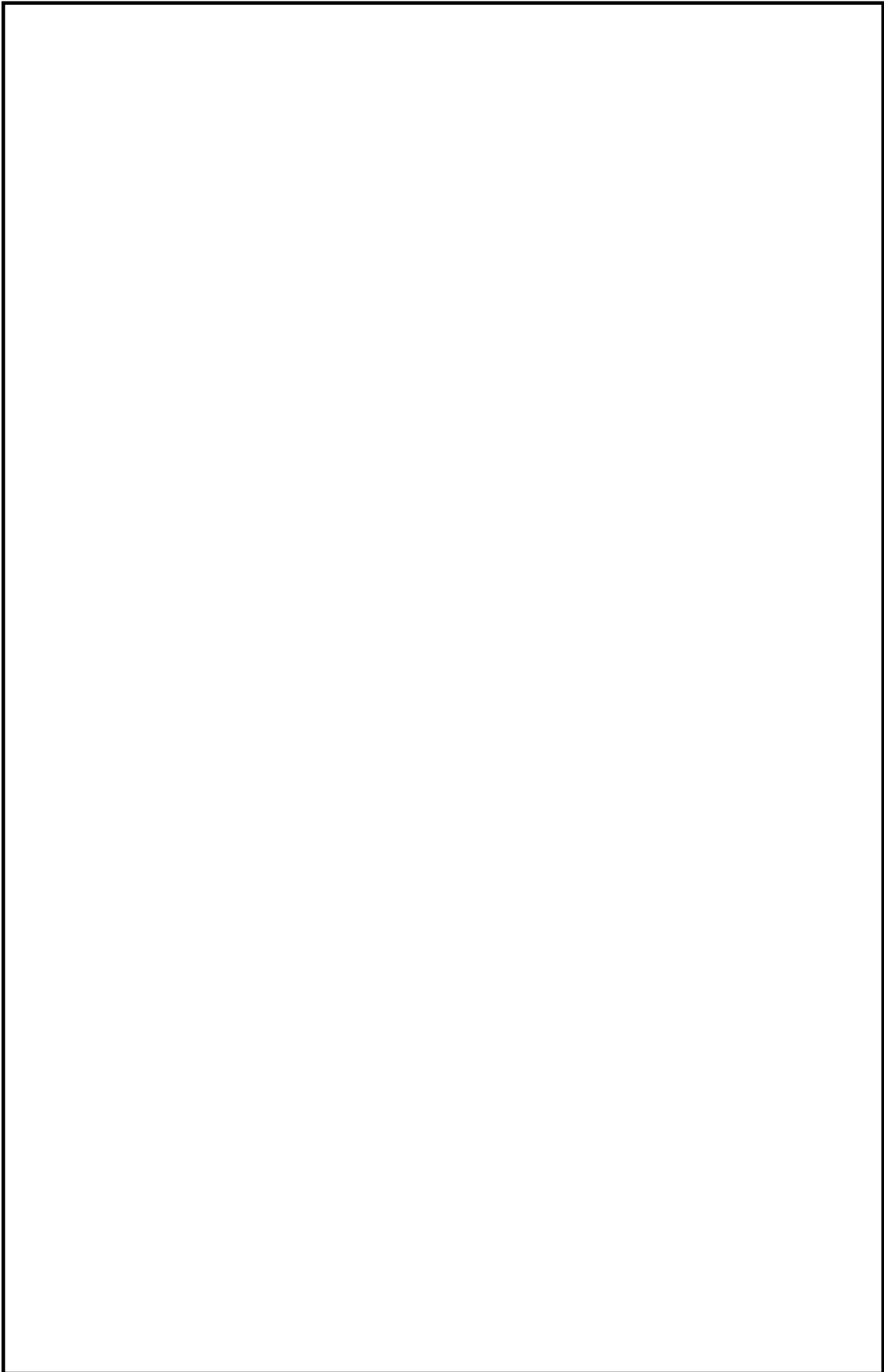


鳥瞰図

MS-C(SA) (15/19)







3. 計算条件

3.1 荷重の組合せ及び許容応力

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 ^{*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}
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	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	
							V _L (L) + S _d ^{*6,7}	V _A S
V _L (LL) + S _s ^{*6}								
			SA	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L + S _s	V _A S

荷重の組合せ及び許容応力

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 ^{*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	高压炉心 スプレイ系	D B	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_A S$		
		原子炉隔離時 冷却系		常設／防止 常設耐震／防止 常設／緩和						
		ほう酸水注入系		常設耐震／防止 常設／緩和						
		高压代替注水系		常設耐震／防止 常設／緩和						
		計測制御 系統施設		制御用空気設備					非常用窒素 供給系	常設耐震／防止

荷重の組合せ及び許容応力

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 ^{*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	原子炉隔離時 冷却系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_A S$
		高压代替注水系		常設／緩和				

- 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 $V_A S$ 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： 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 $V_L(L) + S_d$ は $V_L(LL) + S_s$ 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 MS-A

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	1N~47	8.62	302	660.4	33.6	STPT49	S	183880
2	48~54	8.62	302	660.4	33.5	STPL46	S	175880
3	26~8100, 21~8200 14~8300	8.62	302	252.3	39.6	ASME SA105 GR II	S	183880
4	8100~811, 8200~821 8300~831	8.62	302	219.1	23.0	ASME SA105 GR II	S	183880
5	811~813F, 821~823F 831~833F	8.62	302	219.1	23.0	STPT49	S	183880
6	55~57A	8.62	302	660.4	33.3	STS49	S	183880
7	101F~101, 201F~201	3.45	302	267.4	15.1	STPT410	S	200360

設計条件

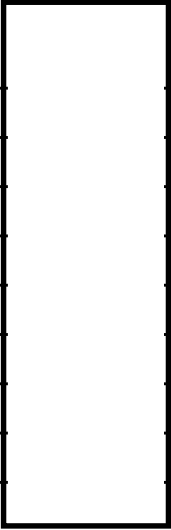
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-A

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)
8	101~129, 201~225 301F~337	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	S	200360
9	129~135, 225~234	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	200360
10	135~139, 234~238 337~341	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	202200
11	140~161, 239~259 342~363	3.45	302	318.5	17.4	STPT42	—	202200

配管の付加質量

鳥 瞰 図 MS-A

質量	対応する評価点
	1N~12, 16~19, 23~24, 30~34, 36~44 49~50
	12~16
	19~23
	24~30
	34~36
	44~46
	46~47, 48~49
	50~54
	55~57A
	8100~813F, 8200~823F, 8300~833F

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 MS-A

質量	対応する評価点
	813F, 823F, 833F
	101F, 201F, 301F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 MS-A

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
47~4701				4701~4702			
4702~4703				4701~48			
54~5401				5401~5402			
5402~5403				5401~55			
813F~814				814~815			
815~816				816~817			
814~101F				823F~824			
824~825				825~826			
826~827				824~201F			
833F~834				834~835			
835~836				836~837			
834~301F							

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 MS-A

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	4702, 5402		4703
	5403		814, 824, 834
	816, 836		817, 827, 837
	826		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-A

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
N1						
6						
** 7 **						
** 8 **						
** 17 **						
18						
** 24 **						
** 24 **						
28						
** 28 **						
** 28 **						
** 32 **						
** 33 **						
45						
4702						
5402						
** 5402 **						
57A						
110						
111						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-A

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
** 114 **						
** 115 **						
124						
** 124 **						
129						
135						
137						
146						
** 147 **						
** 147 **						
147						
151						
153						
165						
209						
210						
211						
214						
221						
** 221 **						
225						
233						
234						
240						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-A

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
** 242 **						
** 242 **						
242						
249						
251						
263						
308						
** 314 **						
** 315 **						
316						
** 322 **						
** 322 **						
326						
327						
334						
337						
348						
** 350 **						
** 350 **						
350						
353						
355						
367						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

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 MS-B

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	1N~34, 17~78	8.62	302	660.4	33.6	STPT49	S	183880
2	79~84	8.62	302	660.4	33.5	STPL46	S	175880
3	56~8100, 49~8200 41~8300, 21~8400 26~8500, 31~8600	8.62	302	252.3	39.6	ASME SAI05 GR II	S	183880
4	8100~811, 8200~821 8300~831, 8400~841 8500~851, 8600~861	8.62	302	219.1	23.0	ASME SAI05 GR II	S	183880

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 MS-B

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)
5	811～813F, 821～823F	8.62	302	219.1	23.0	STPT49	S	183880
	831～833F, 841～843F							
	851～853F, 861～863F							
6	85～87A	8.62	302	660.4	33.3	STS49	S	183880
7	101F～123, 201～219	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	S	200360
	301F～322, 401F～427							
	503～528, 601F～628							
8	201F～201, 501F～503	3.45	302	267.4	15.1	STPT410	S	200360

設計条件

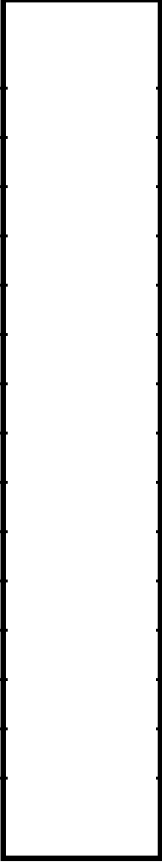
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-B

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)
9	123～133, 219～227	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	200360
	322～334, 427～434							
	528～536, 628～636							
10	133～142, 227～235	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	202200
	334～338, 434～442							
	536～540, 636～640							
11	143～166, 236～256	3.45	302	318.5	17.4	STPT42	—	202200
	339～360, 443～462							
	541～559, 641～661							

配管の付加質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点
	1N~8, 12~17, 23~24, 35~39, 51~53 58~65, 67~75
	8~12, 47~51
	17~19, 17~35
	19~23
	24~29
	29~33
	33~34
	39~43
	43~47
	53~58
	65~67
	75~77
	77~78, 79~80
	80~84
	85~87A
	8100~813F, 8200~823F, 8300~833F, 8400~843F, 8500~853F 8600~863F

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点
	813F, 823F, 833F, 843F, 853F, 863F
	101F, 201F, 301F, 401F, 501F, 601F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 MS-B

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
78~7801				7801~7802			
7802~7803				7801~79			
84~8401				8401~8402			
8402~8403				8401~85			
813F~814				814~815			
815~816				816~817			
814~101F				823F~824			
824~825				825~826			
826~827				824~201F			
833F~834				834~835			
835~836				836~837			
834~301F				843F~844			
844~845				845~846			
846~847				844~401F			
853F~854				854~855			
855~856				856~857			
854~501F				863F~864			
864~865				865~866			
866~867				864~601F			

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	7802, 8402		7803, 8403
	814, 824, 834, 844, 854, 864		816, 826, 866
	817, 827, 837, 847, 857, 867		836, 846, 856

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
N1						
6						
7						
** 15 **						
28						
** 28 **						
** 28 **						
29						
** 36 **						
** 38 **						
** 38 **						
** 52 **						
60						
** 60 **						
** 60 **						
** 63 **						
** 64 **						
76						
7802						
8402						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
** 8402 **						
87A						
105						
109						
** 110 **						
** 111 **						
116						
** 119 **						
119						
123						
128						
133						
** 148 **						
** 148 **						
148						
149						
156						
158						
170						
207						
** 209 **						
** 210 **						
211						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
216						
** 216 **						
219						
221						
227						
238						
** 240 **						
** 240 **						
240						
246						
248						
260						
** 310 **						
** 311 **						
312						
313						
318						
** 318 **						
322						
330						
334						
** 342 **						
** 342 **						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
342						
344						
350						
352						
364						
402						
** 407 **						
** 408 **						
** 409 **						
419						
** 421 **						
427						
431						
434						
** 446 **						
** 446 **						
446						
448						
452						
454						
466						
505						
** 505 **						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
** 509 **						
** 510 **						
513						
516						
** 522 **						
522						
528						
532						
536						
** 543 **						
** 543 **						
543						
544						
549						
551						
563						
605						
606						
** 606 **						
** 612 **						
** 612 **						
** 622 **						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-B

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
628						
630						
636						
** 644 **						
** 644 **						
644						
645						
651						
653						
665						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

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 MS-C

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	1N~28, 12~72	8.62	302	660.4	33.6	STPT49	S	183880
2	73~78	8.62	302	660.4	33.5	STPL46	S	175880
3	50~8100, 43~8200 35~8300, 16~8400 20~8500, 25~8600	8.62	302	252.3	39.6	ASME SAI05 GR II	S	183880
4	8100~811, 8200~821 8300~831, 8400~841 8500~851, 8600~861	8.62	302	219.1	23.0	ASME SAI05 GR II	S	183880

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 MS-C

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)
5	811～813F, 821～823F	8.62	302	219.1	23.0	STPT49	S	183880
	831～833F, 841～843F							
	851～853F, 861～863F							
6	79～81A	8.62	302	660.4	33.3	STS49	S	183880
7	101F～127, 201～238	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	S	200360
	302～309, 401F～439							
	501F～505, 601～604							
	605～627							
8	201F～201, 301F～302	3.45	302	267.4	15.1	STPT410	S	200360
	601F～601, 604～605							

設計条件

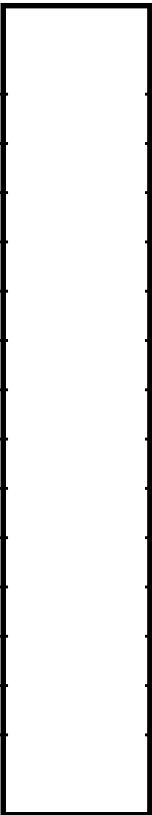
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-C

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)
9	127～134, 309～333	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	200360
	505～534, 627～636							
10	134～137, 238～242	3.45	302	267.4	15.1	STPT42	—	202200
	333～339, 439～444							
	534～538, 636～640							
11	138～160, 243～265	3.45	302	318.5	17.4	STPT42	—	202200
	340～359, 445～464							
	539～559, 641～661							

配管の付加質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点
	1N~12, 18~19, 29~33, 45~47, 52~59 61~69
	12~14, 12~29
	14~18
	19~23, 41~45
	23~27
	27~28
	33~37
	37~41
	47~52
	59~61
	69~71
	71~72, 73~74
	74~78
	79~81A
	8100~813F, 8200~823F, 8300~833F, 8400~843F, 8500~853F 8600~863F

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点
	813F, 823F, 833F, 843F, 853F, 863F
	101F, 201F, 301F, 401F, 501F, 601F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 MS-C

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
72~7201				7201~7202			
7202~7203				7201~73			
78~7801				7801~7802			
7802~7803				7801~79			
813F~814				814~815			
815~816				816~817			
814~101F				823F~824			
824~825				825~826			
826~827				824~201F			
833F~834				834~835			
835~836				836~837			
834~301F				843F~844			
844~845				845~846			
846~847				844~401F			
853F~854				854~855			
855~856				856~857			
854~501F				863F~864			
864~865				865~866			
866~867				864~601F			

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
□	7202, 7802	□	7203
	7803		814, 824, 834, 844, 854, 864
	816, 826, 846, 866		817, 827, 837, 847, 857, 867
	836, 856		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
N1						
6						
7						
** 10 **						
22						
** 22 **						
** 22 **						
23						
** 30 **						
** 32 **						
** 32 **						
** 46 **						
54						
** 54 **						
** 54 **						
** 57 **						
** 58 **						
70						
7202						
7802						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
** 7802 **						
81A						
107						
** 109 **						
** 110 **						
** 112 **						
** 121 **						
127						
132						
134						
142						
** 143 **						
** 143 **						
143						
150						
152						
164						
208						
** 209 **						
** 210 **						
213						
223						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
** 224 **						
** 224 **						
237						
238						
246						
** 248 **						
** 248 **						
248						
255						
257						
269						
** 308 **						
** 309 **						
** 309 **						
312						
320						
326						
331						
333						
341						
** 342 **						
** 342 **						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
342						
349						
351						
363						
** 405 **						
** 408 **						
** 408 **						
413						
421						
** 427 **						
** 427 **						
438						
439						
450						
** 451 **						
** 451 **						
451						
454						
456						
468						
503						
** 503 **						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
** 505 **						
** 505 **						
508						
** 520 **						
** 521 **						
** 524 **						
** 524 **						
528						
534						
544						
** 545 **						
** 545 **						
545						
549						
551						
563						
602						
** 602 **						
** 608 **						
609						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-C

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
** 610 **						
619						
** 624 **						
** 627 **						
** 627 **						
636						
638						
645						
** 646 **						
** 646 **						
646						
651						
653						
665						

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

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 m	S y	S u	S h
STPT49	302	138	209	—	—
STPL46	302	135	—	—	—
ASME SAI05 GR II	302	115	173	—	—
STS49	302	—	209	423	—
STPT410	302	—	182	404	—
STPT42	302	—	182	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「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「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 (%)
MS-A	ペDESTAL		
MS-B	ペDESTAL		
MS-C	ペDESTAL		

4. 解析結果及び評価
 4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-A

耐震設計上の重要度分類		S					
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		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							
30次							
31次							
動的震度							
静的震度							

各モードに対応する刺激係数

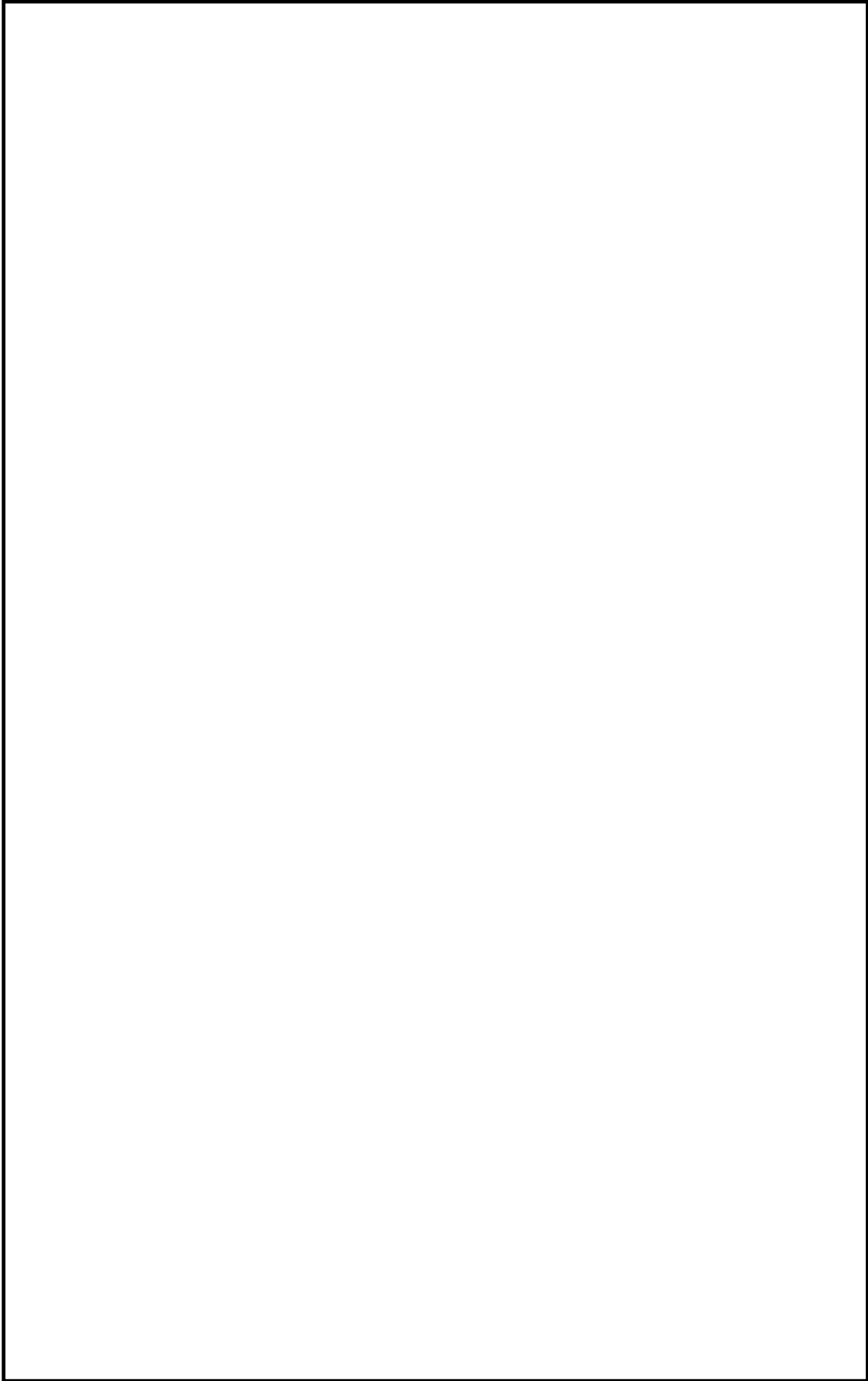
鳥 瞰 図 MS-A

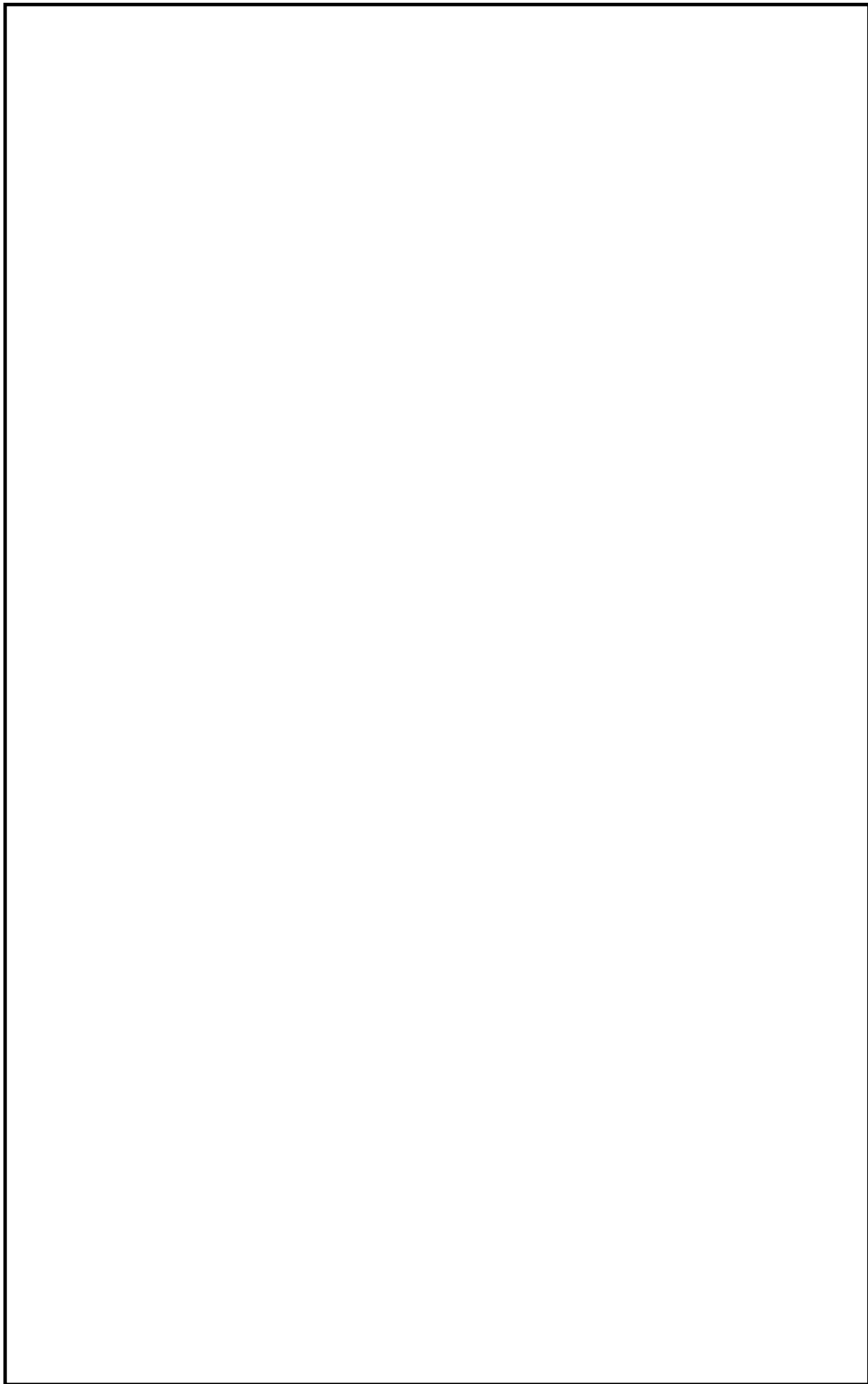
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
30次				

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

代表的振動モード図

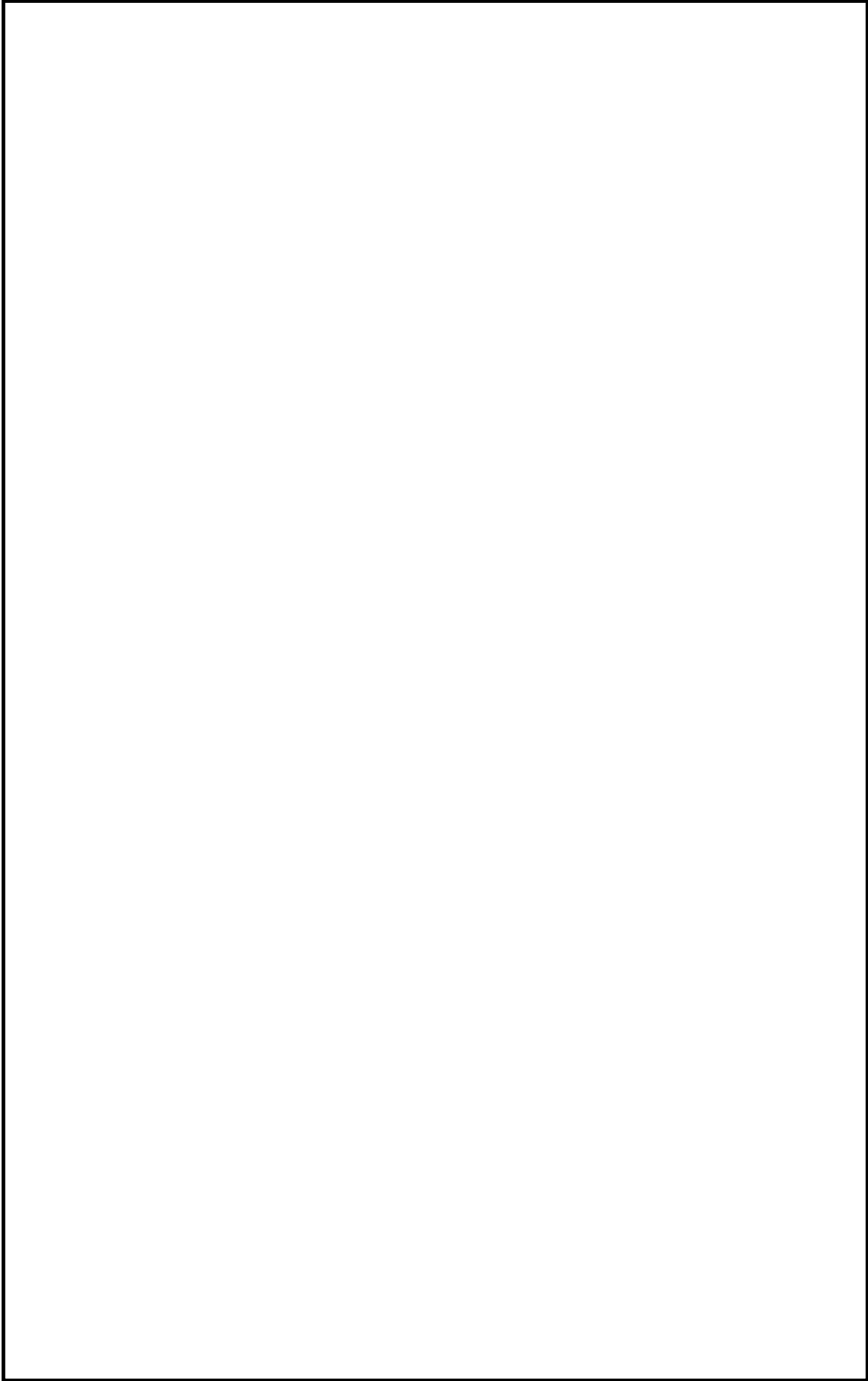
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。





鳥瞰図

MS-A



解析結果及び評価
固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 MS-B

耐震設計上の重要度分類		S					
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		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							
52 次							
53 次							
動的震度							
静的震度							

各モードに対応する刺激係数

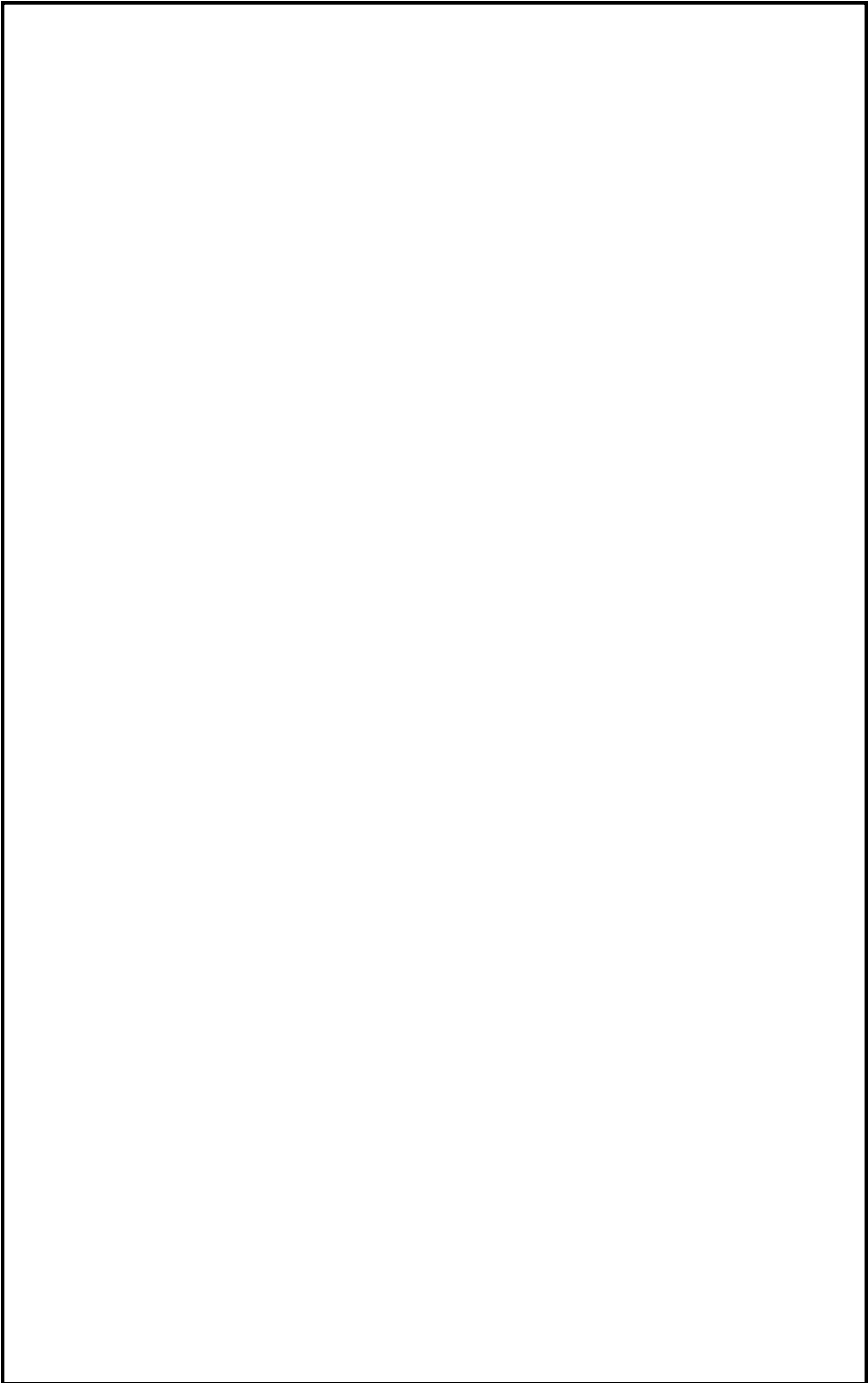
鳥 瞰 図 MS-B

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				
52次				

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R2

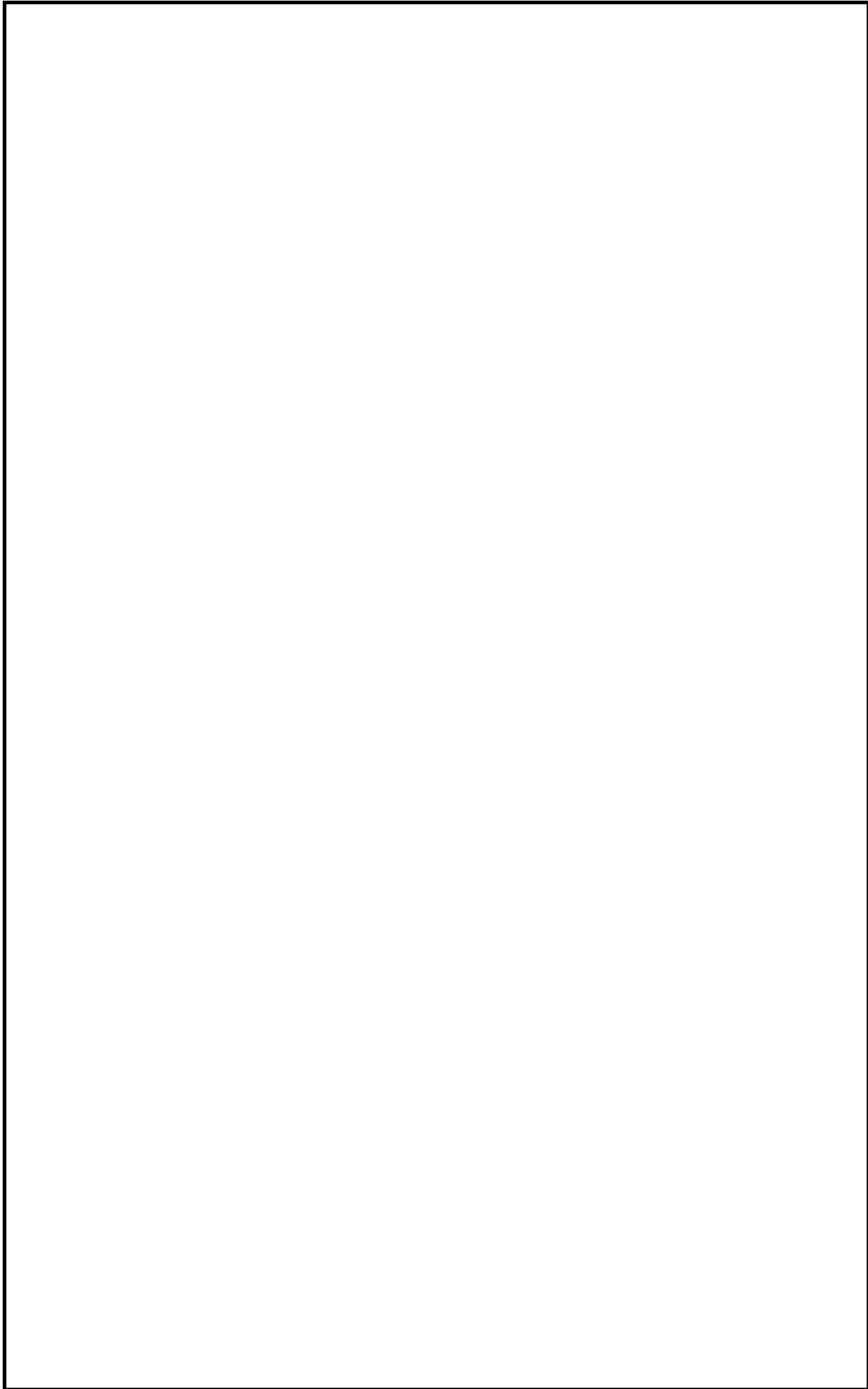
代表的振動モード図

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。



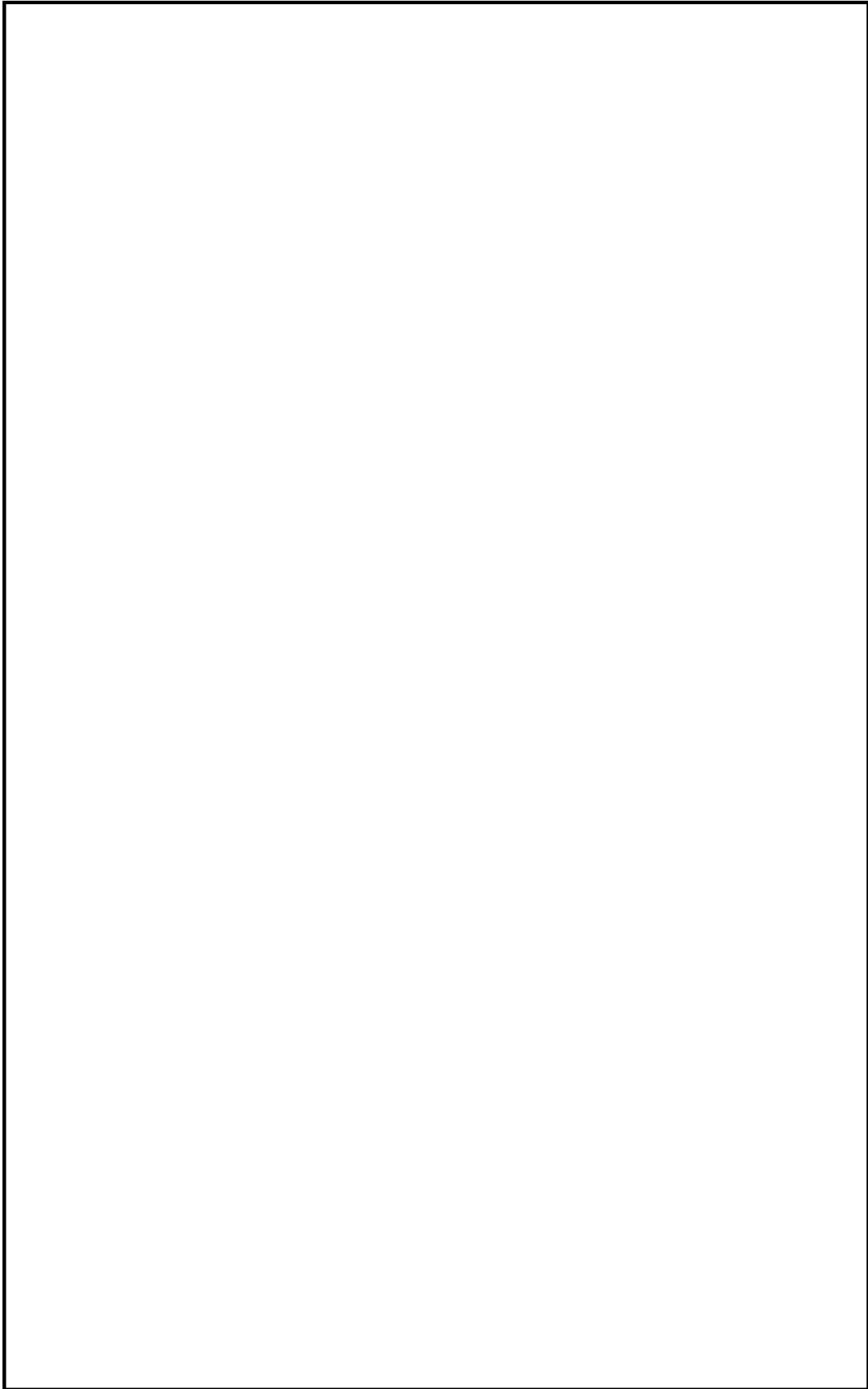
鳥瞰図

MS-B



鳥瞰図

MS-B



解析結果及び評価
固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-C

耐震設計上の重要度分類		S					
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		応答鉛直震度		応答鉛直震度	
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Y方向	Z方向
1次	[Redacted]						
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
51次							
52次							
動的震度							
静的震度							

各モードに対応する刺激係数

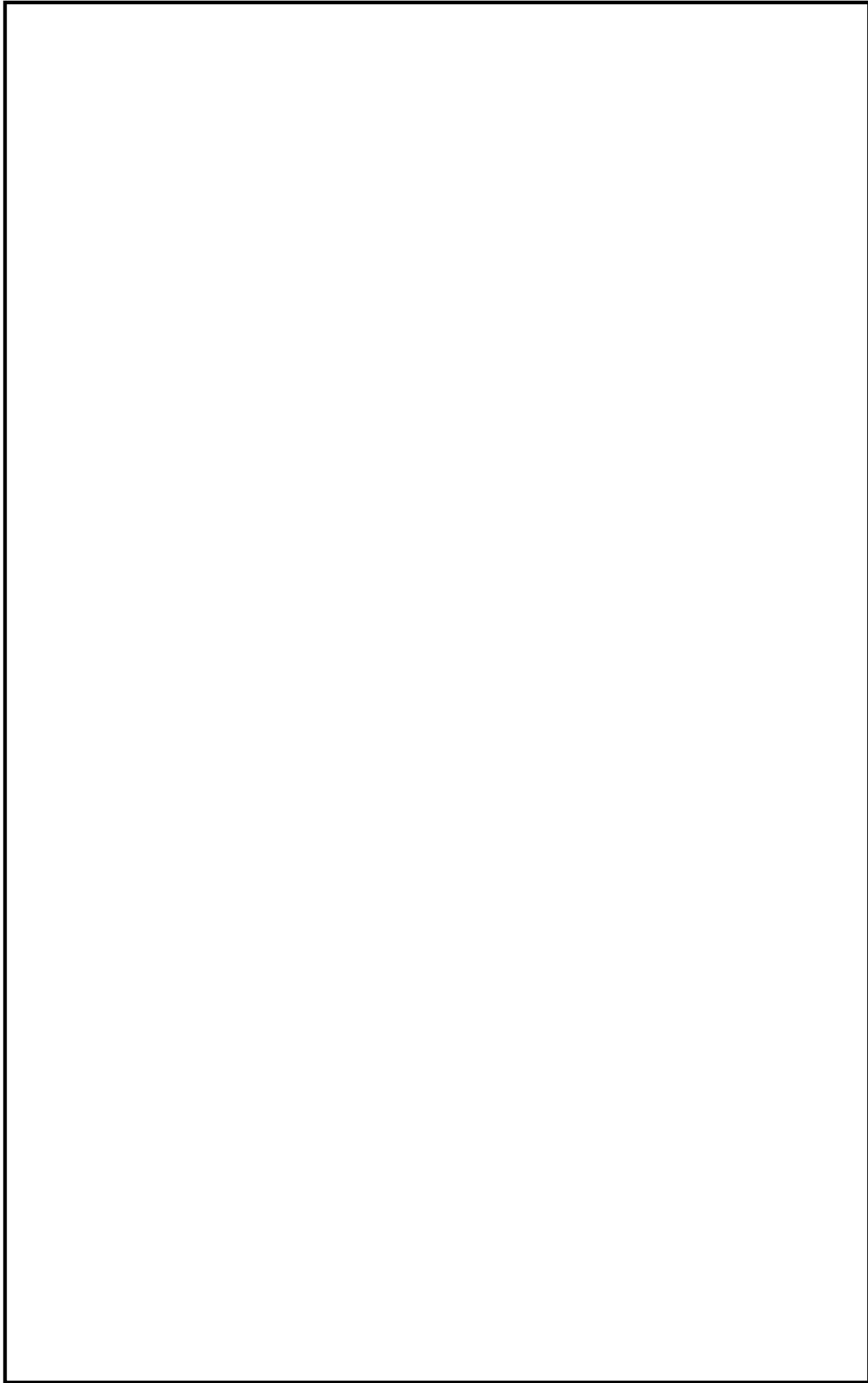
鳥 瞰 図 MS-C

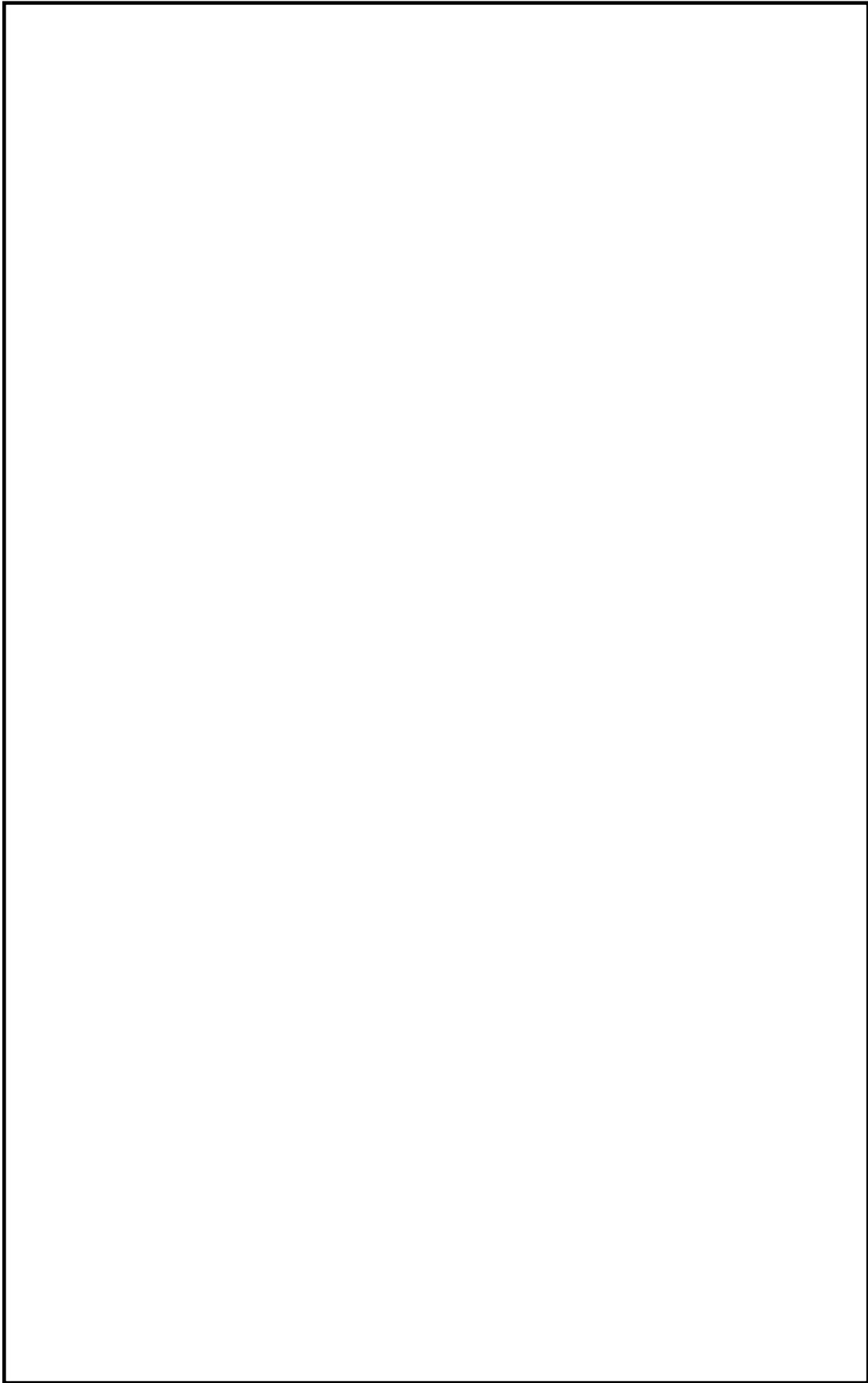
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
51次				

NT2 補③ V-2-5-3-1-2 R0

代表的振動モード図

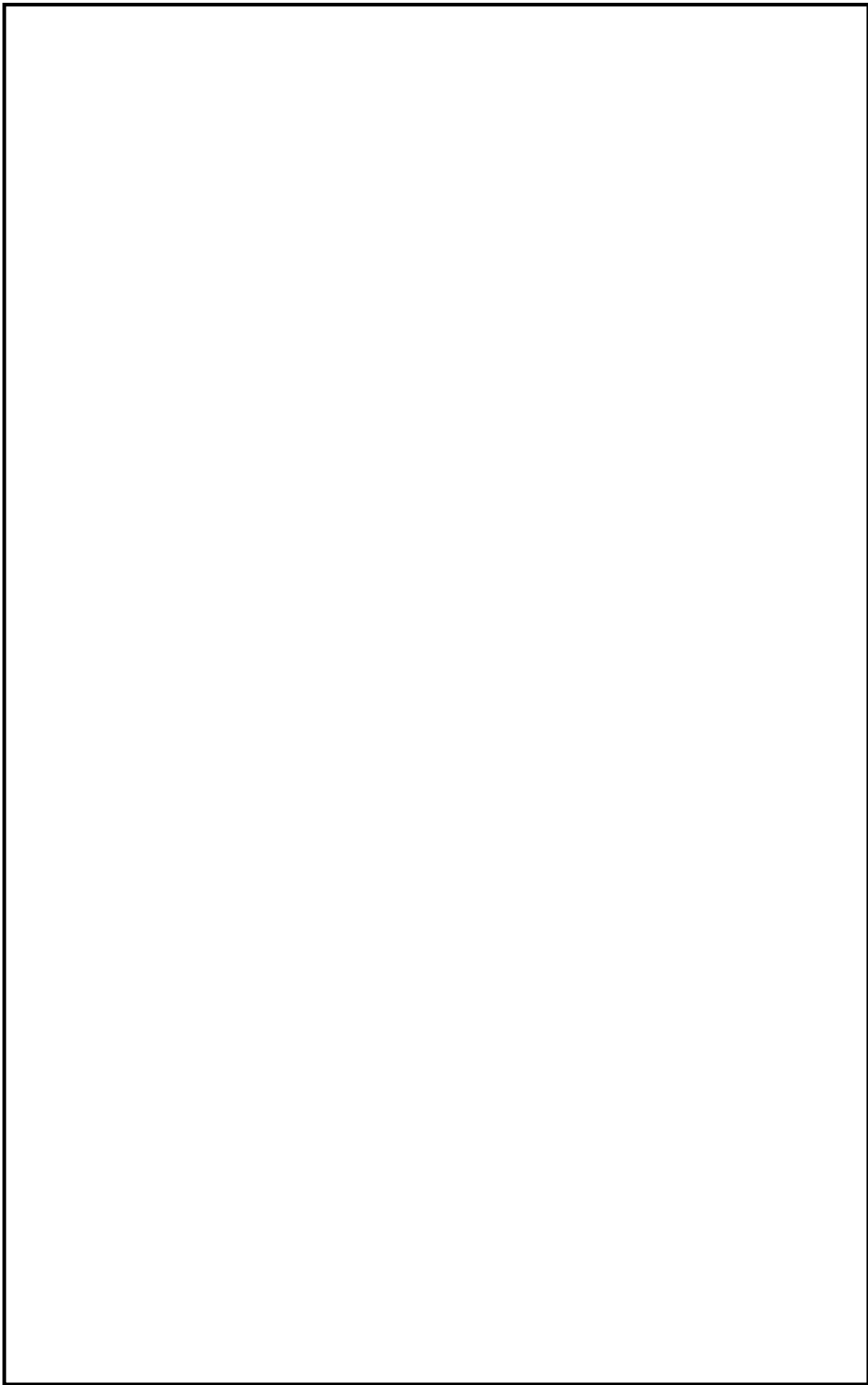
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。





鳥瞰図

MS-C



鳥瞰図

MS-C

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 管及び重大事故等クラス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
					一次応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 min(2.25Sm, 1.8Sy) min(3Sm, 2Sy)	ねじり 応力 St(Sd) St(Ss)	許容 応力 0.55Sm 0.73Sm	一次+二次 応力 Sn(Ss)	許容 応力 3Sm	
MS-B	III _A S	49	TEE	Spr _m (Sd)	223	258	—	—	—	—	—
MS-B	III _A S	49	TEE	St(Sd)	—	—	49	63	—	—	—
MS-B	IV _A S	49	TEE	Spr _m (Ss)	306	345	—	—	—	—	—
MS-B	IV _A S	49	TEE	St(Ss)	—	—	72	83	—	—	—
MS-A	IV _A S	21	TEE	Sn(Ss)	—	—	—	—	857	345	0.7218
MS-B	IV _A S	49	TEE	U+U Ss	—	—	—	—	—	—	0.8153

* 印はねじりによる応力が許容応力状態III_ASのとき0.55Sm, 又は許容応力状態IV_ASのとき0.73Smを超える評価点を示し, 次紙に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

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 _{prn} (S _d) S _{prn} (S _s)	許容応力 S _y * 0.9S _u	計算応力	許容応力	
MS-C	III _A S	232	S _{prn} (S _d)	121	182	—	—	—
MS-C	IV _A S	232	S _{prn} (S _s)	138	363	—	—	—
MS-A	IV _A S	301F	S _n (S _s)	—	—	151	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1.2S_hのうち大きい方とする。

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

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 Sprm (Ss)	許容応力 0.9Su	計算応力 Sn (Ss)	許容応力 2Sy	
MS-C	V _A S	451	Sprn (Ss)	175	363	—	—	—
MS-C	V _A S	451	Sn (Ss)	—	—	255	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-MS-464	メカニカルスナッパ	SMS-16	「V-2-1-11機器・ 配管の耐震支持設 計方針」参照		175.0	240.0
SNO-MS-P035	オイルスナッパ	SN-25			243.0	375.0
RO-MS-P036	ロッドレストレイント	RTS-16			264.0	288.0
SH-MS-HC1-1,2	スプリングハンガ	VS-L4			63.9	72.9
CH-MS-434	コンスタントハンガ	CHS-59			15.1	215.7

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				
GD-MS-GDI	ガイド	ラグ	ASTM A516 Gr. 70	302	195.0	566.0	0	0	0	0	230.0	組合せ	62	136
RE-MS-649	レストレイント	パイプバンド	SM400B	302	113.0	0	31.5	-	-	-	-	圧縮	62	115
AN-MS-220	アンカ	ラグ	ASTM A516 Gr. 70	302	207.0	329.0	1040.0	459.0	303.0	191.0	組合せ	82	237	

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
B22-F022A	主蒸気隔離弁	α (Ss)	6.4	5.6	10.0	6.2	—	—
B22-F022B	主蒸気隔離弁	α (Ss)	7.4	5.6	10.0	6.2	—	—
B22-F022C	主蒸気隔離弁	α (Ss)	7.4	5.4	10.0	6.2	—	—
B22-F013K	主蒸気逃がし安全弁	α (Ss) β (Ss)	6.8	1.8	9.6	6.1	—	—
B22-F013E	主蒸気逃がし安全弁	α (Ss) β (Ss)	6.1	2.4	9.6	6.1	—	—
B22-F013H	主蒸気逃がし安全弁	α (Ss) β (Ss)	6.8	1.6	9.6	6.1	—	—
B22-F013R	主蒸気逃がし安全弁	α (Ss) β (Ss)	4.8	2.4	9.6	6.1	—	—

* 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 _A S										許容応力状態 IV _A S													
		一次応力					二次応力					一次応力					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	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	MS-A	21	203	258	1.27	-	21	292	345	1.18	-	21	857	345	0.40	○	21	0.7218	-						
2	MS-B	49	223	258	1.15	○	49	306	345	1.12	○	49	811	345	0.42	-	49	0.8153	○						
3	MS-C	16	206	258	1.25	-	50	278	345	1.24	-	50	757	345	0.45	-	50	0.6906	-						
4	MS-D	24	177	258	1.45	-	24	235	345	1.46	-	24	676	345	0.51	-	24	0.5298	-						

注記*：III_ASの一次＋二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。IV_ASの計算応力は、V_ASとIV_AS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 _A S										許容応力状態 IV _A S													
		一次応力					二次応力					一次応力					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	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	MS-A	335	101	182	1.80	-	301F	121	363	3.00	-	301F	151	364	2.41	○	301F	0.7218	-						
2	MS-B	318	117	182	1.55	-	318	134	363	2.70	-	201F	140	364	2.60	-	201F	0.8153	-						
3	MS-C	232	121	182	1.50	○	232	138	363	2.63	○	307	146	364	2.49	-	307	0.6906	-						
4	MS-D	301F	84	182	2.16	-	301F	115	363	3.15	-	301F	151	364	2.41	○	301F	0.5298	-						
5	MS-T-1	302	67	209	3.11	-	302	76	380	5.00	-	302	137	418	3.05	-	302	0.7218	-						
6	MS-A	-	-	-	-	-	350	118	363	3.07	-	350	121	364	3.00	-	350	0.8153	-						
7	MS-B	-	-	-	-	-	130	135	363	2.68	-	360	165	364	2.20	-	360	0.6906	-						
8	MS-C	-	-	-	-	-	451	175	363	2.07	○	451	255	364	1.42	○	451	0.5298	-						
9	MS-D	-	-	-	-	-	133	155	363	2.34	-	133	204	364	1.78	-	133	0.7218	-						