

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-1016 改0
提出年月日	平成30年8月10日

V-2-10-1-2-9 管の耐震性についての計算書

まえがき

本書は、非常用ディーゼル発電装置の管の耐震性についての計算書である。
本書は、以下により構成される。

第一部 燃料設備の管の耐震性についての計算書

第二部 冷却設備の管の耐震性についての計算書

第一部 燃料設備の管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	1-2
2.1 概略系統図	1-2
2.2 鳥瞰図	1-10
3. 計算条件	1-17
3.1 荷重の組合せ及び許容応力	1-17
3.2 設計条件	1-18
3.3 材料及び許容応力	1-23
3.4 設計用地震力	1-24
4. 解析結果及び評価	1-25
4.1 固有周期及び設計震度	1-25
4.2 評価結果	1-36
4.2.1 管の応力評価結果	1-36
4.2.2 支持構造物評価結果	1-37
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	1-38
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	1-39

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36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。




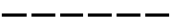
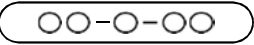
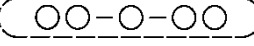

(3) 弁

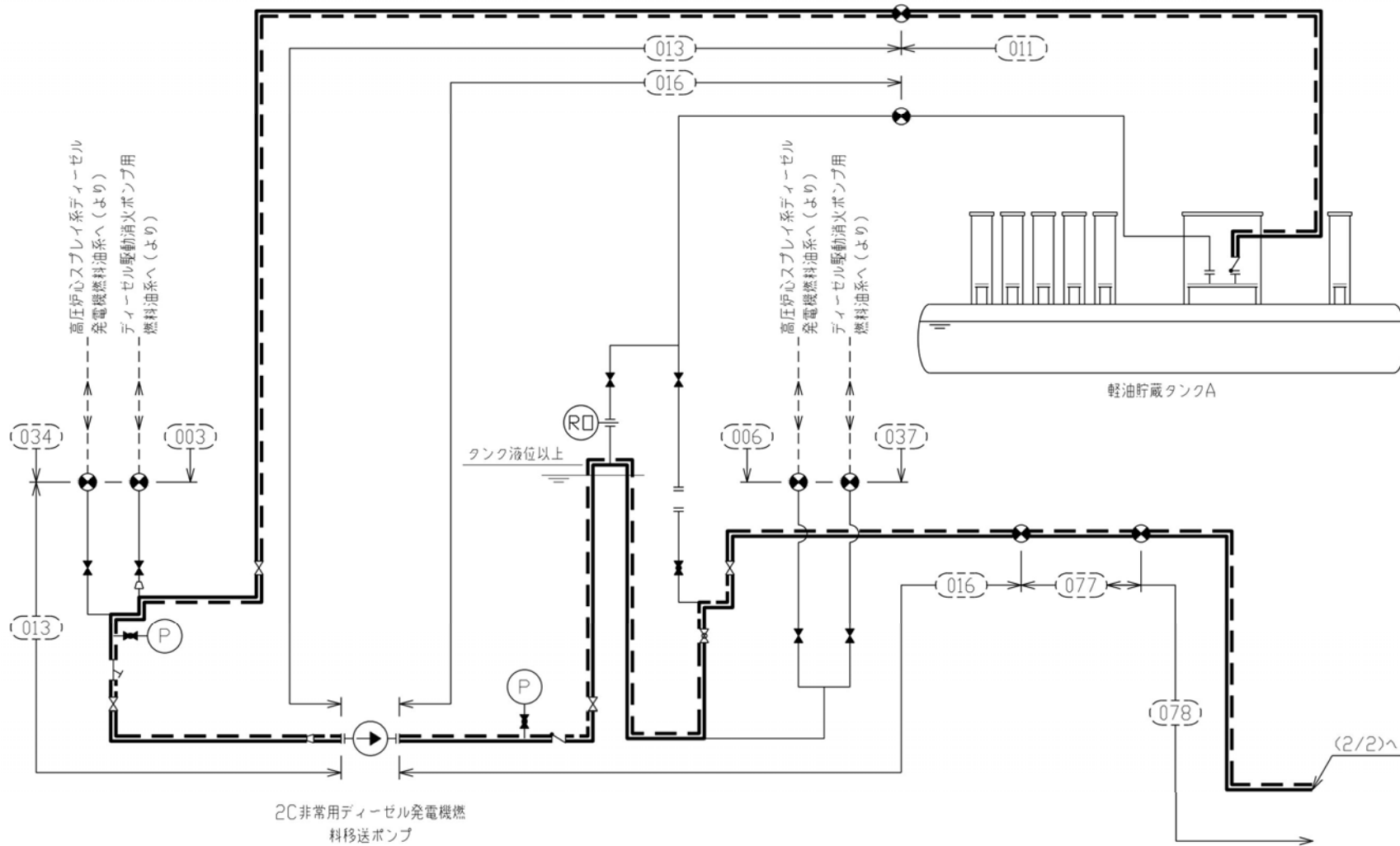
機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

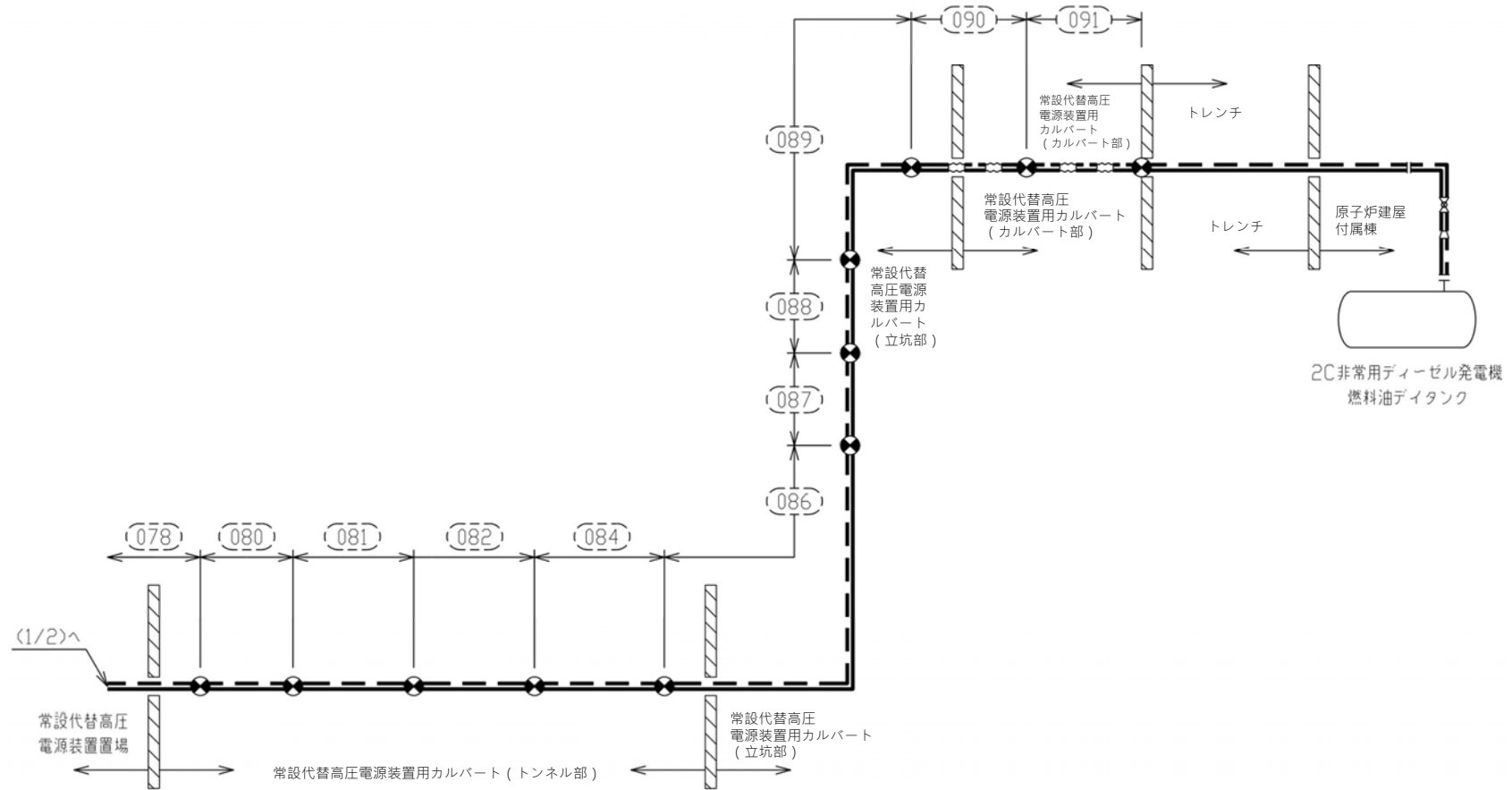
概略系統図記号凡例

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]	
火技	火力技術基準適用の管



- ※ 図中、鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火技、その他は工事計画記載範囲外とする。

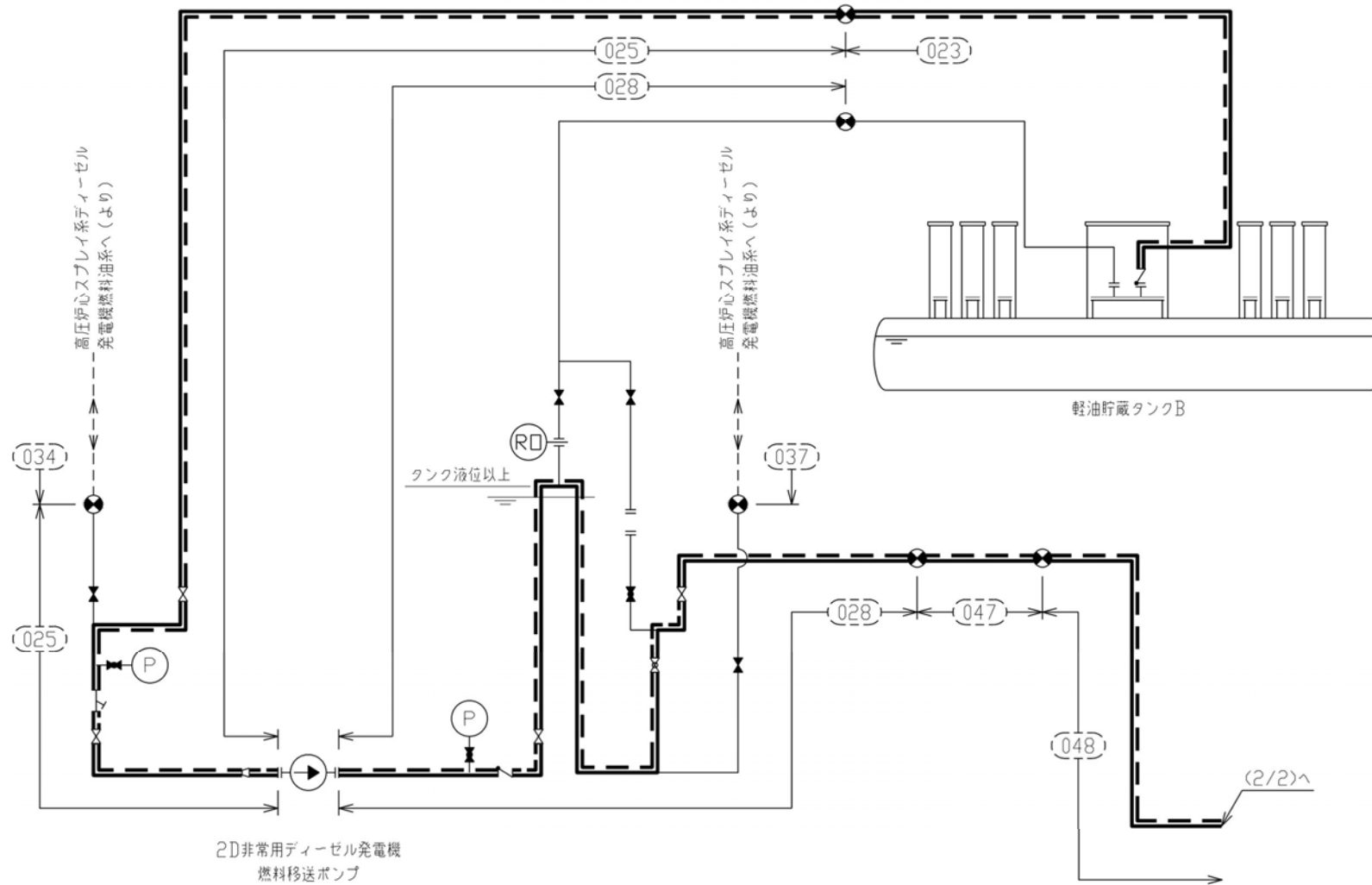
非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(1/7)



- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火技，その他は工事計画記載範囲外とする。

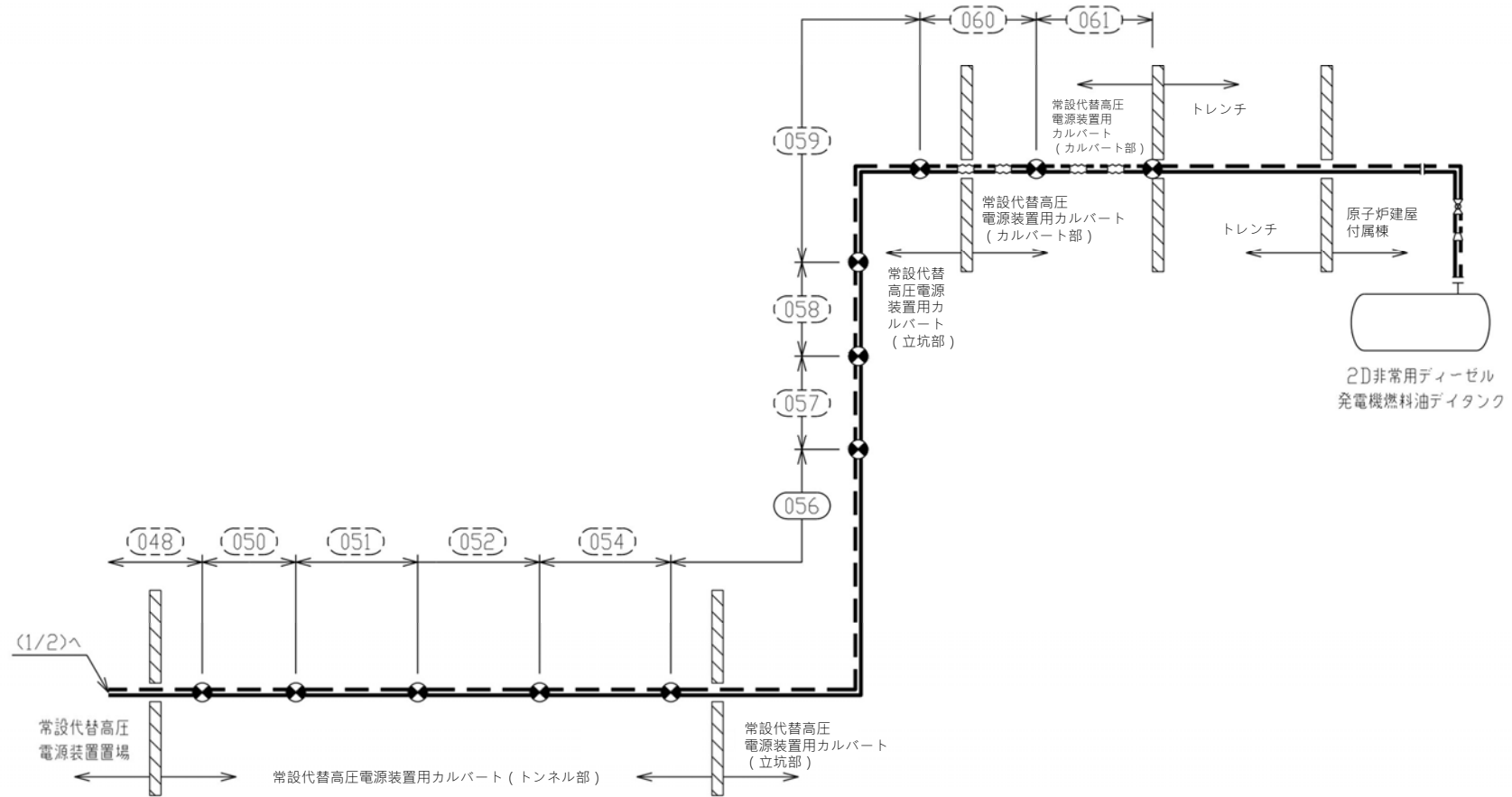
非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(2/7)

1-5



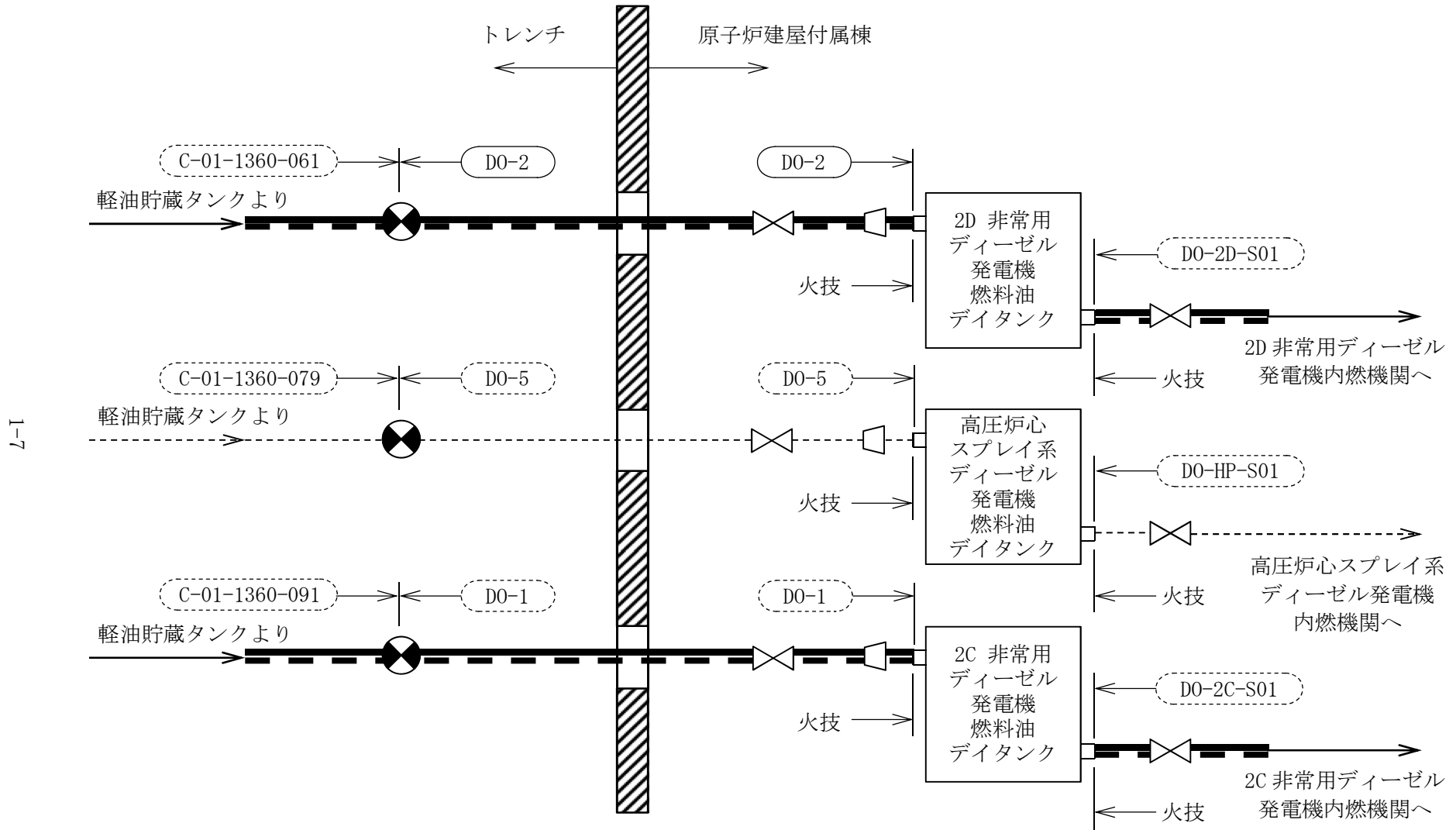
- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火技，その他は工事計画記載範囲外とする。

非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(3/7)



- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火技，その他は工事計画記載範囲外とする。

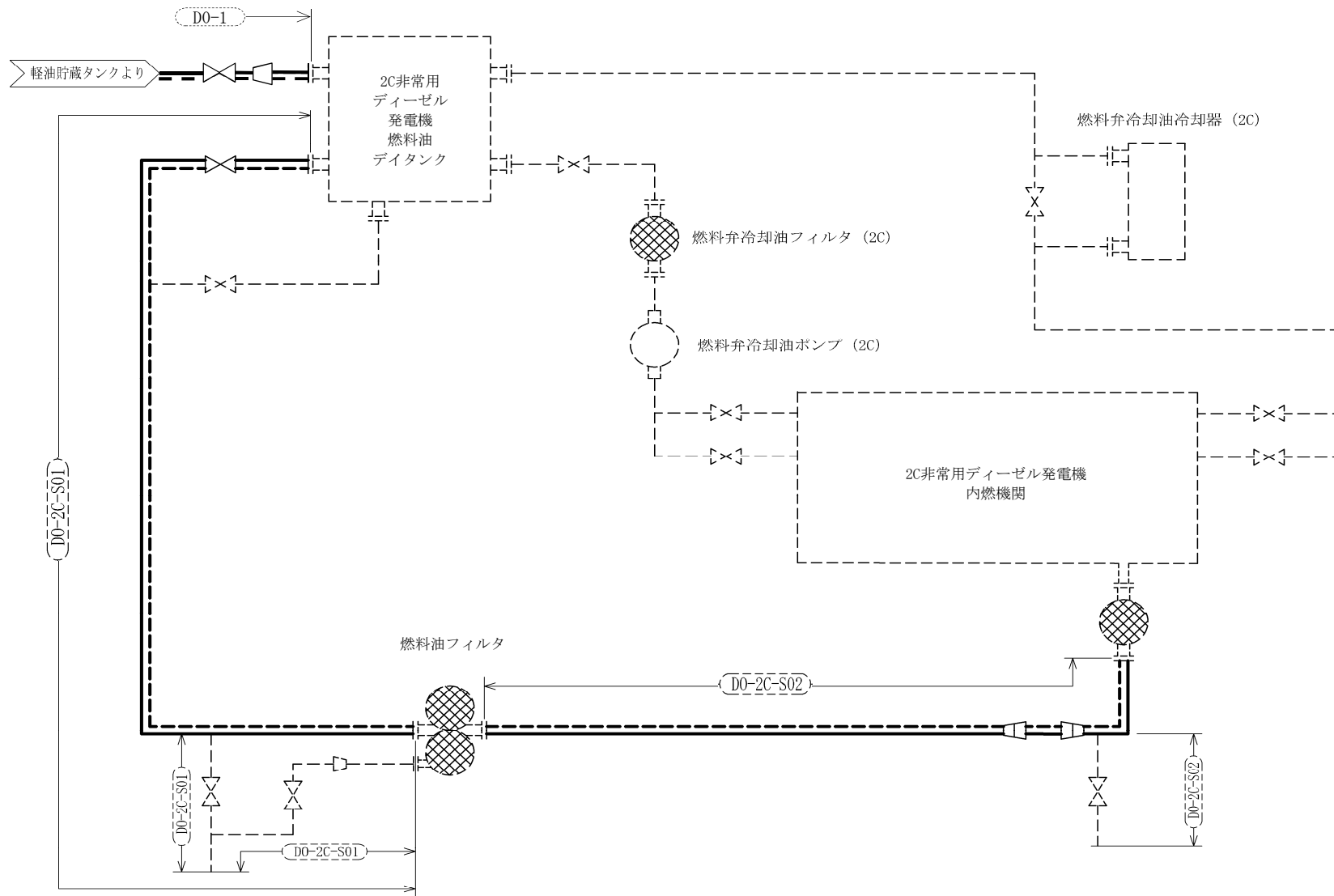
非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(4/7)



1-7

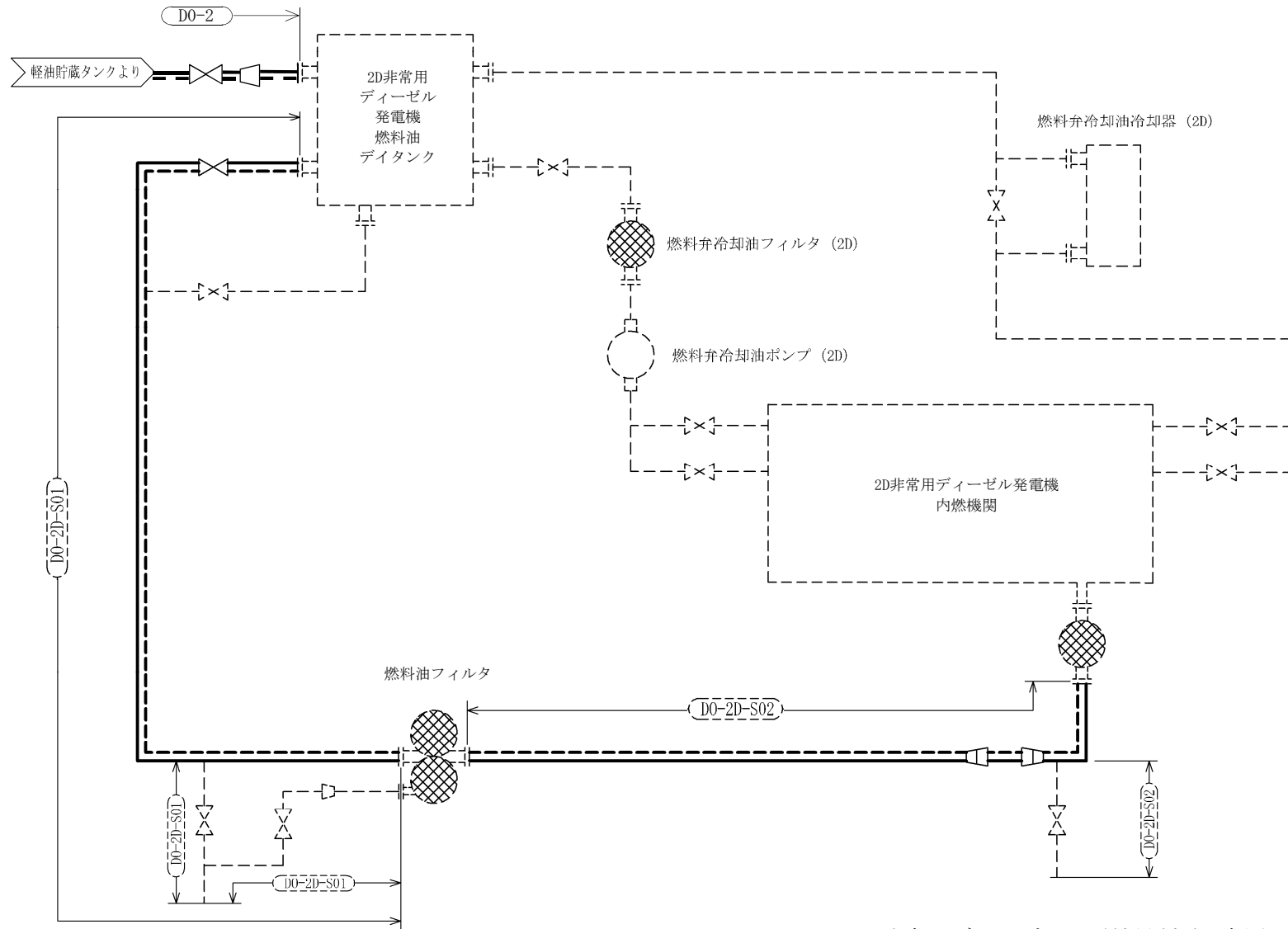
※ 太線は管クラス火技，その他は工事計画記載範囲外とする。

非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(5/7)



※ 太線は管クラス火技，その他は工事計画記載範囲外とする。

非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(6/7)





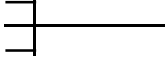
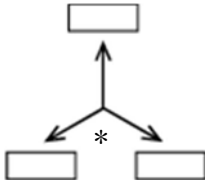


非常用ディーゼル発電機燃料油系概略系統図(7/7)

※ 太線は管クラス火技, その他は工事計画記載範囲外とする。

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

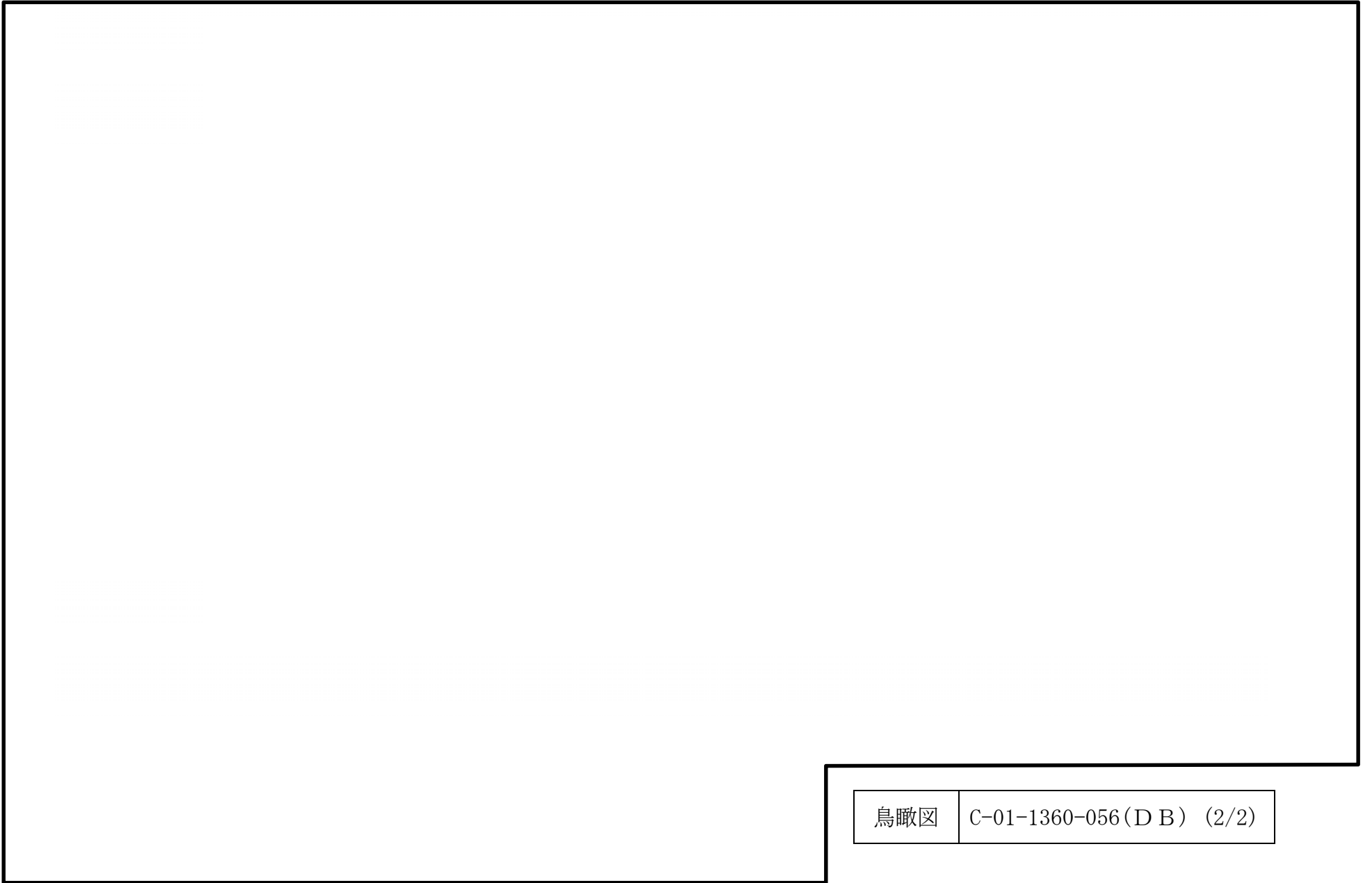
記 号	内 容
 (太線)	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管（重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」，設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。）</p>
 (細線)	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他計算書記載範囲の管</p>
○	節 点
◎	質 点
●	質 点
	ア ン カ
	ア ン カ
	レストレイント
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (* は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> 内に変位量を記載する。)</p>
	<p>注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。</p>

I-I

鳥瞰図

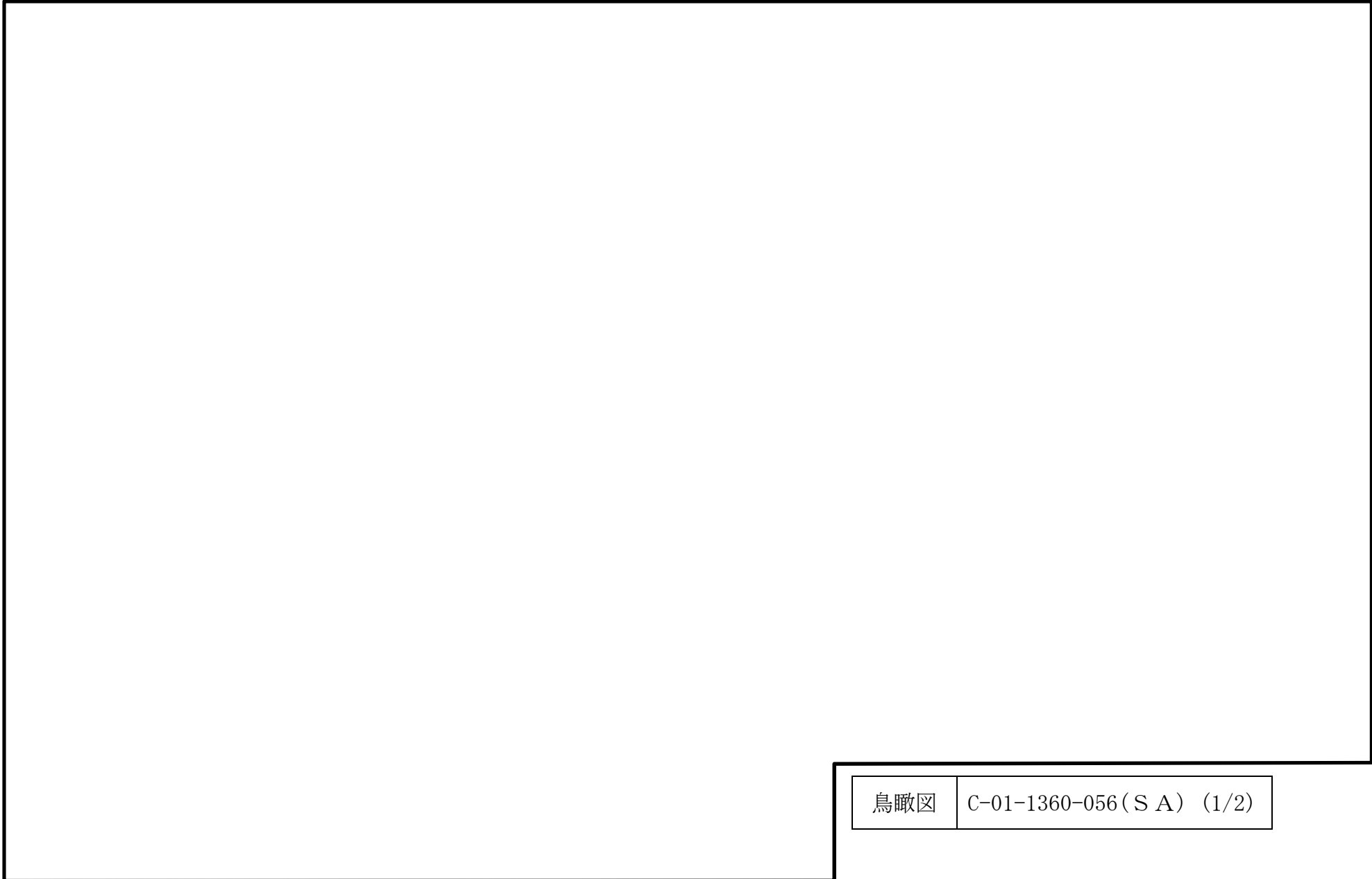
C-01-1360-056(D B) (1/2)

1-12



鳥瞰図	C-01-1360-056(D B) (2/2)
-----	--------------------------

1-13

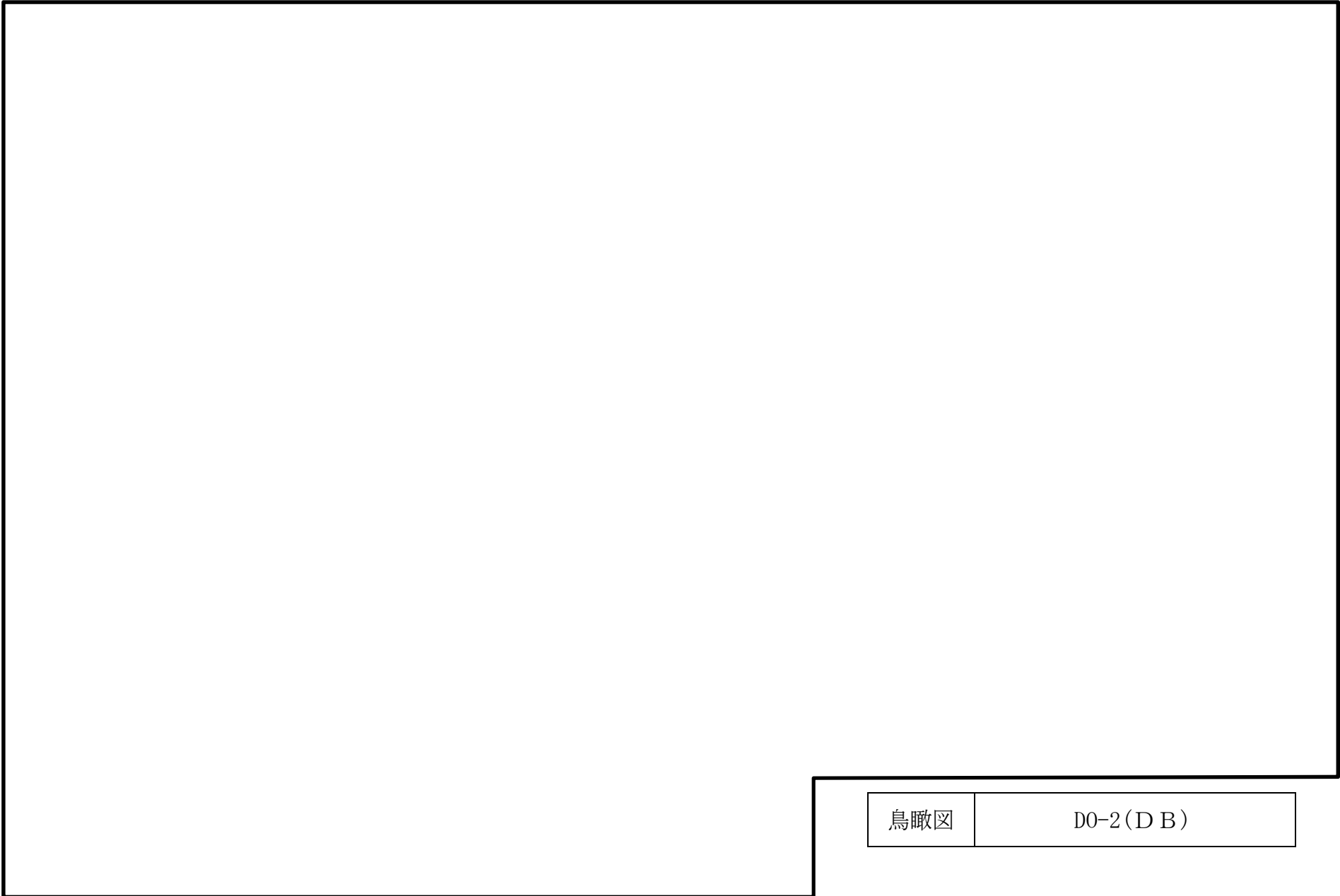


鳥瞰図	C-01-1360-056(S A) (1/2)
-----	--------------------------

1-14

鳥瞰図	C-01-1360-056(S A) (2/2)
-----	--------------------------

1-15



I-I

鳥瞰図

D0-2(S A)

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。

I-17

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*5,6	許容応力状態*7
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備の非常用発電装置	非常用ディーゼル発電装置	DB	—	—*3	S	$I_L + S_d$	$III_A S$
							$II_L + S_d$	
			SA	常設耐震/防止 常設/緩和	—*4	—	$I_L + S_s$	$IV_A S$
							$II_L + S_s$	
						$V_L + S_s$	$V_A S$	

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: 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3: クラス2, 3管の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*4: 重大事故等クラス2管の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*5: 運転状態の添字Lは荷重を示す。

*6: 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。

*7: 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。

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、管番号と対応する節点番号を示す。

鳥瞰図 C-01-1360-056

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)
P1	A00～A22	1.00	55	42.7	4.9	SUS304TP	S	

鳥瞰図 D0-2

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	801, 600, 1, 3, 802, 4, 6, 601, 803, 7, 9, 10, 12, 501, 602, 13, 15, 804, 301, 901, 302, 16, 18, 805, 603, 211	1.00	55	42.7	4.9	SUS304TP	S	
2	212, 19, 21, 502, 1001	1.00	55	48.6	5.1	SUS304TP	S	

配管の付加質量

鳥瞰図 DO-2

質量	対応する評価点
<div style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>	801, 600, 1, 3, 802, 4, 6, 601, 803, 7, 9, 10, 12, 501 602, 13, 15, 804, 301, 901, 302, 16, 18, 805, 603, 211
	212, 19, 21, 502, 1001

フランジ部の質量

鳥瞰図 D0-2

質量	対応する評価点
	501
	502

弁部の質量

鳥瞰図 D0-2

質量	対応する評価点
	901

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 C-01-1360-056

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
A00						
A01						
A02						
A03						
A04						
A05						
A06						
A07						
A09						
A11						
A12						
A14						
A15						
A16						
A18						
A19						
A20						
A22						

鳥瞰図 D0-2

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
801						
802						
803						
804						
805						
1001						

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
SUS304TP	55	—	195	496	127

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 (%)
C-01-1360-056	立坑		
D0-2	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 C-01-1360-056

耐震設計上の重要度分類		S					
適用する地震動等		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							
動的震度*2							
静的震度*3							



各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 C-01-1360-056

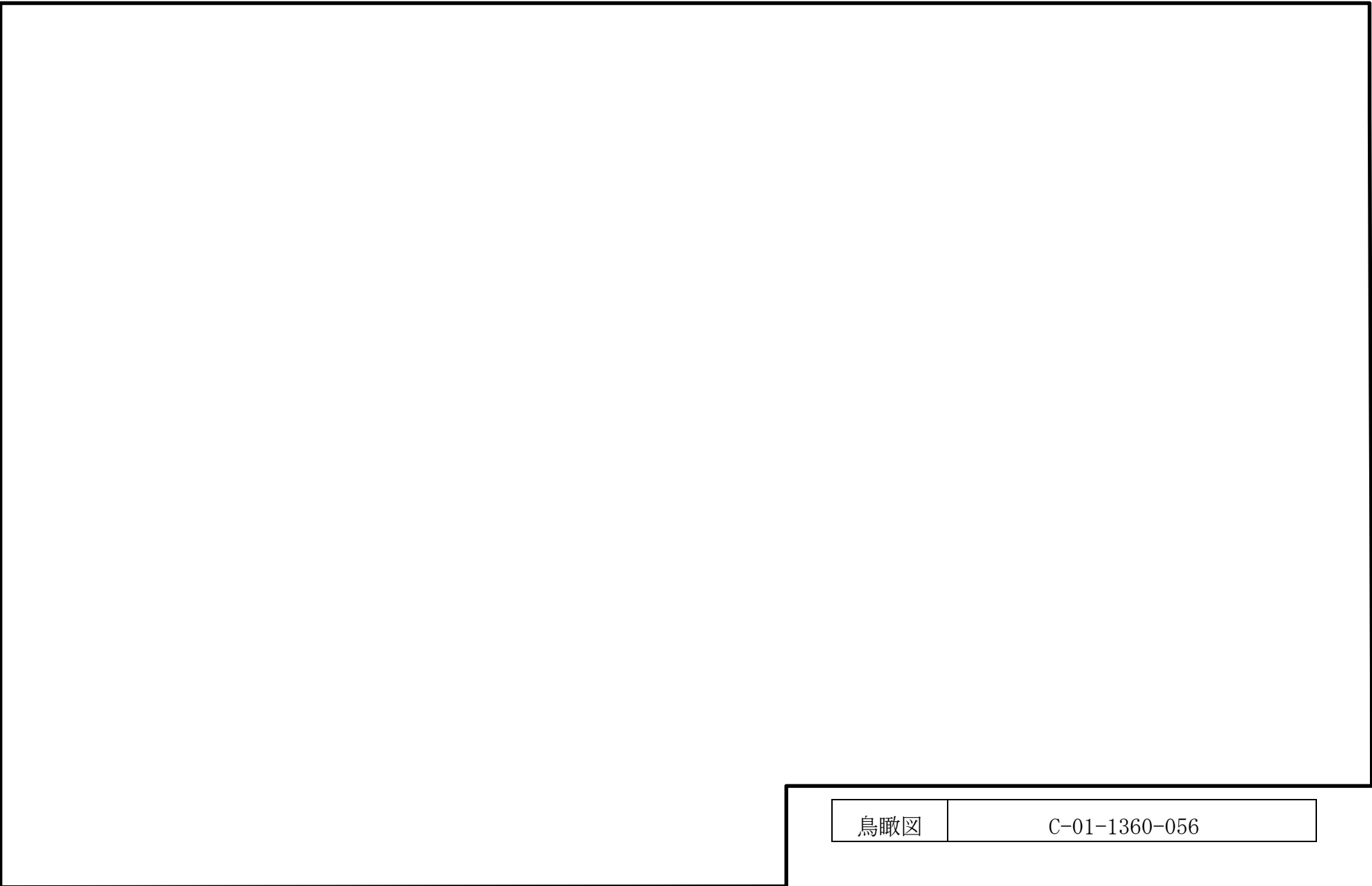
モード	固有周期 (s)	刺激係数*1		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				

注記 *1: 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・方向を赤線で図示し、次ページ以降に示す。

1-28



鳥瞰図	C-01-1360-056
-----	---------------

1-29

鳥瞰図

C-01-1360-056

固有周期及び設計震度

鳥瞰図番号 D0-2

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* 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* ⁴							
5次							
6次							
7次							
8次							
9次							
10次							
動的震度* ²							
静的震度* ³							

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図番号 D0-2

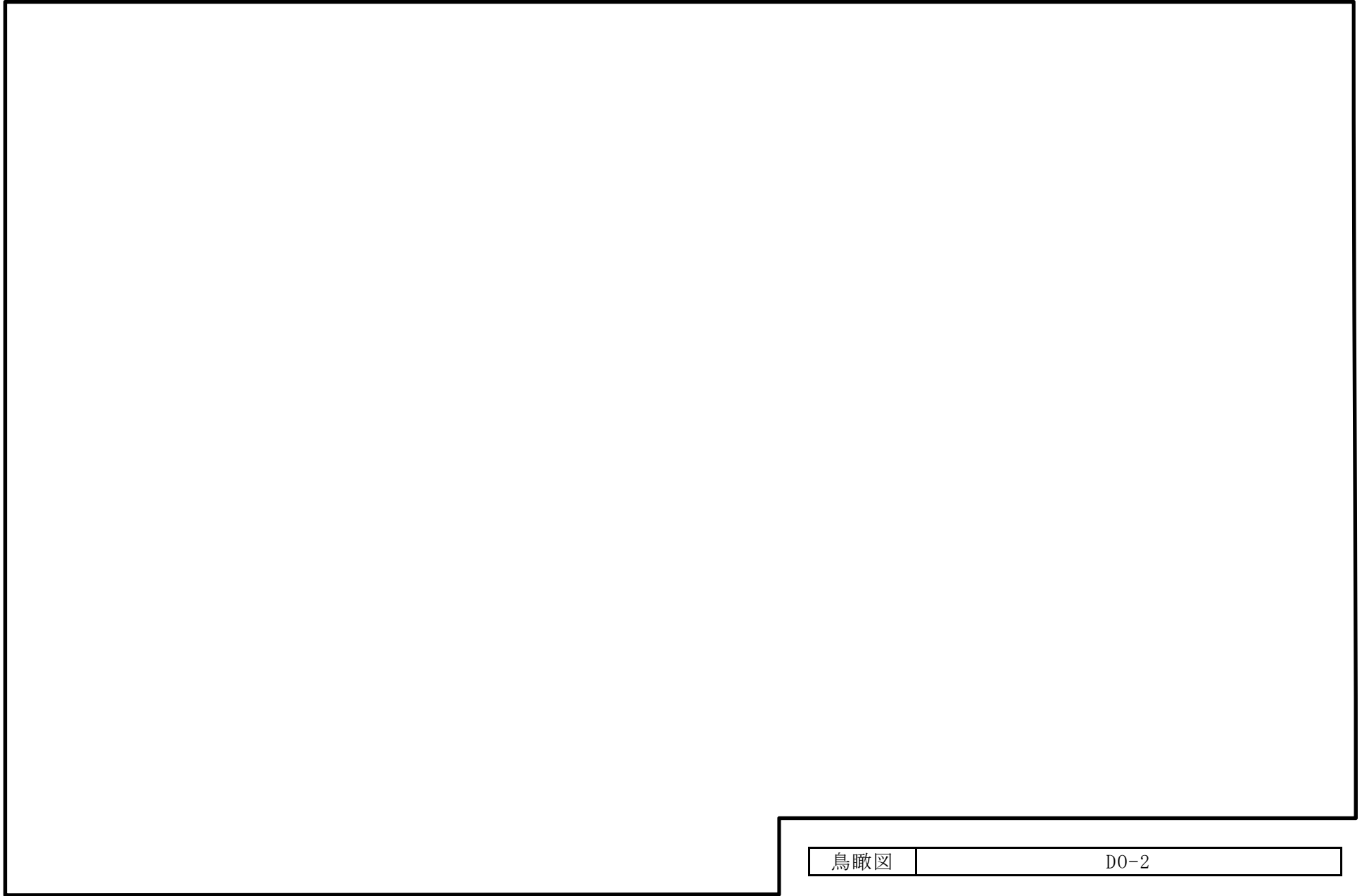
モード	固有周期 (s)	刺激係数* ¹		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
9次				
10次				

注記 *1：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

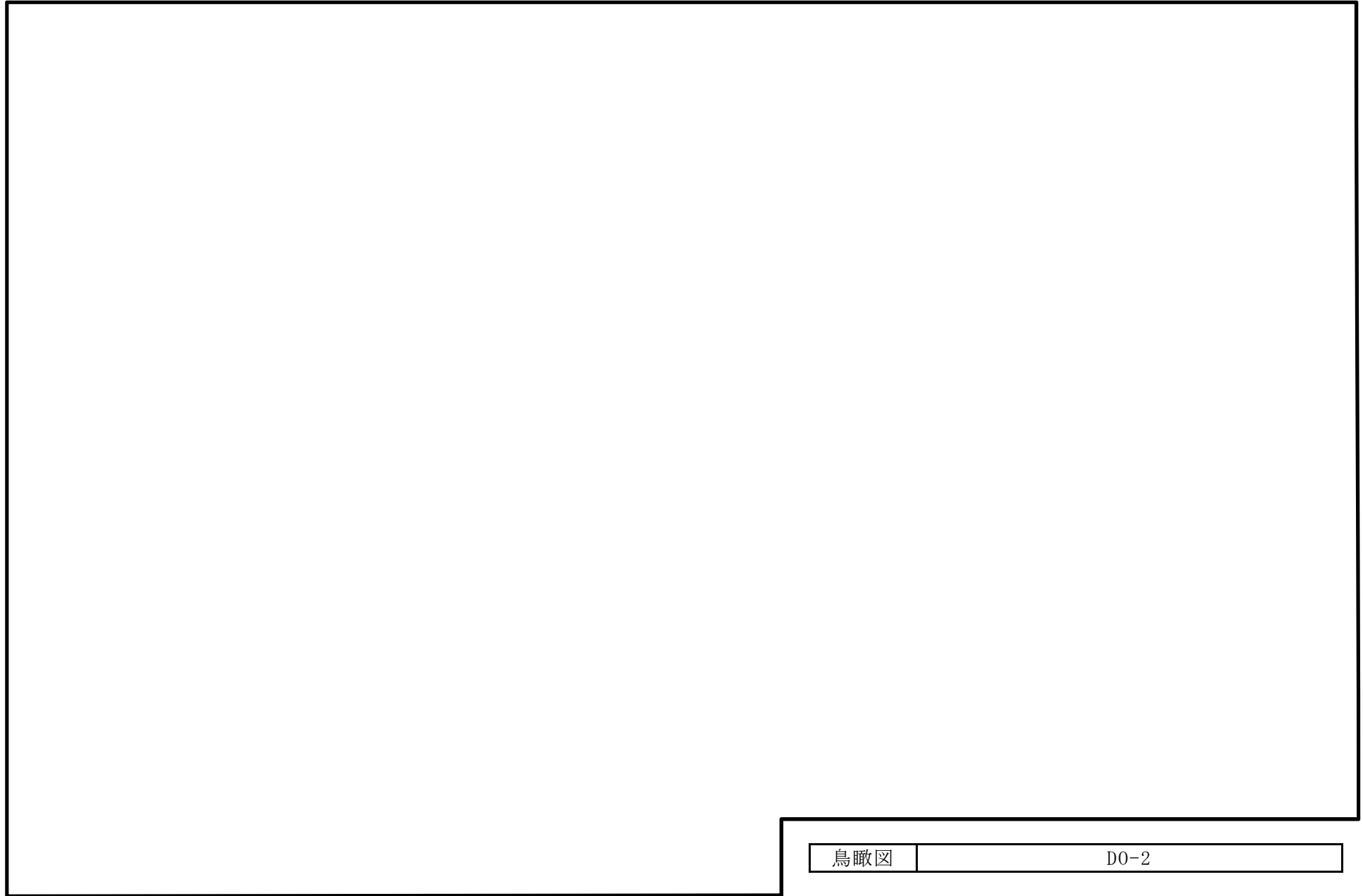
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

1-33



鳥瞰図	D0-2
-----	------

1-34



鳥瞰図	D0-2
-----	------

I-35

鳥瞰図

D0-2

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
				計算応力 $S_{prm}(S_d)$ $S_{prm}(S_s)$	許容応力 S_y^{*1} $0.9S_u$	計算応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $2S_y$	疲労累積係数 US_s
C-01-1360-056	Ⅲ _A S	A18	$S_{prm}(S_d)$	32 ^{*3}	195	—	—	—
C-01-1360-056	Ⅳ _A S	A18	$S_{prm}(S_s)$	32	446	—	—	—
C-01-1360-056	Ⅳ _A S	A17F	$S_n(S_s)$	—	—	237	390	—
D0-2	Ⅲ _A S	801	$S_{prm}(S_d)$	67	195	—	—	—
D0-2	Ⅳ _A S	801	$S_{prm}(S_s)$	103	446	—	—	—
D0-2	Ⅳ _A S	801	$S_n(S_s)$	—	—	161	390	— ^{*2}

注記 *1 : 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 $1.2S_n$ のうち大きい方とする。

*2 : 一次+二次応力が $2S_y$ 以下の場合は「—」と記載する。

*3 : 基準地震動 S_s による算出値。

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(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-D0-A18	レストレイント	Uボルト	SUS304	55	2	1	—	—	—	—	組合せ	43	195
AN-D0-A22	アンカ	ラグ	SUS304	55	1	1	3	1	1	1	組合せ	122	195

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	型式	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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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2，3及び重大事故等クラス2評価範囲）（1/3）*1

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					一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力*2 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	C-01-1360-011	A09	23	215	9.34	—	A09	23	333	14.47	—	A10	38	430	11.31	—	—	—	—
2	C-01-1360-013	H01	32	195	6.09	—	H01	32	446	13.93	—	H01	60	390	6.50	—	—	—	—
3	C-01-1360-016	F09	18	195	10.83	—	F09	18	446	24.77	—	F09	27	390	14.44	—	—	—	—
4	C-01-1360-023	A09	29	215	7.41	—	A09	29	333	11.48	—	A09	49	430	8.77	—	—	—	—
5	C-01-1360-025	C21	33	195	5.90	—	C21	33	446	13.51	—	F01	61	390	6.39	—	—	—	—
6	C-01-1360-028	F07	34	195	5.73	—	F07	34	446	13.11	—	F06	61	390	6.39	—	—	—	—
7	C-01-1360-047	A08	14	195	13.92	—	A08	14	446	31.85	—	A08	14	390	27.85	—	—	—	—
8	C-01-1360-048	A38	33	195	5.90	—	A38	33	446	13.51	—	A38	211	390	1.84	—	—	—	—
9	C-01-1360-050	A06	17	195	11.47	—	A06	17	446	26.23	—	A06	20	390	19.50	—	—	—	—
10	C-01-1360-051	A17	34	195	5.73	—	A17	34	446	13.11	—	A17	49	390	7.95	—	—	—	—
11	C-01-1360-052	A15	36	195	5.41	—	A15	36	446	12.38	—	A15	55	390	7.09	—	—	—	—
12	C-01-1360-054	A17	30	195	6.50	—	A17	30	446	14.86	—	A17	42	390	9.28	—	—	—	—
13	C-01-1360-056	A18	32	195	6.09	—	A18	32	446	13.93	—	A17F	237	390	1.64	○	—	—	—
14	C-01-1360-057	A00	9	195	21.66	—	A00	9	446	49.55	—	A00	13	390	30.00	—	—	—	—
15	C-01-1360-058	A00	9	195	21.66	—	A00	9	446	49.55	—	A00	14	390	27.85	—	—	—	—
16	C-01-1360-059	A02	7	195	27.85	—	A02	7	446	63.71	—	A02	7	390	55.71	—	—	—	—
17	C-01-1360-060	A03	6	195	32.50	—	A03	6	446	74.33	—	A04N	6	390	65.00	—	—	—	—
18	C-01-1360-061	A00	22	195	8.86	—	A00	22	446	20.27	—	A00	41	390	9.51	—	—	—	—
19	C-01-1360-077	A13	19	195	10.26	—	A13	19	446	23.47	—	A13	19	390	20.52	—	—	—	—
20	C-01-1360-078	A34	37	195	5.27	—	A34	37	446	12.05	—	A34	218	390	1.78	—	—	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2，3及び重大事故等クラス2評価範囲）（2/3）*1

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					一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力*2 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
21	C-01-1360-080	A05	13	195	15.00	—	A05	13	446	34.30	—	A06N	15	390	26.00	—	—	—	—
22	C-01-1360-081	A17	25	195	7.80	—	A17	25	446	17.84	—	A17	34	390	11.47	—	—	—	—
23	C-01-1360-082	A21	27	195	7.22	—	A21	27	446	16.51	—	A21	37	390	10.54	—	—	—	—
24	C-01-1360-084	A17	22	195	8.86	—	A17	22	446	20.27	—	A12N	29	390	13.44	—	—	—	—
25	C-01-1360-086	A19	35	195	5.57	—	A19	35	446	12.74	—	A19	224	390	1.74	—	—	—	—
26	C-01-1360-087	A06	19	195	10.26	—	A06	19	446	23.47	—	A06	32	390	12.18	—	—	—	—
27	C-01-1360-088	A11F	26	195	7.50	—	A11F	26	446	17.15	—	A11F	47	390	8.29	—	—	—	—
28	C-01-1360-089	A02	9	195	21.66	—	A02	9	446	49.55	—	A05	9	390	43.33	—	—	—	—
29	C-01-1360-090	A03	6	195	32.50	—	A03	6	446	74.33	—	A04N	6	390	65.00	—	—	—	—
30	C-01-1360-091	A00	22	195	8.86	—	A00	22	446	20.27	—	A00	41	390	9.51	—	—	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2，3及び重大事故等クラス2評価範囲）（3/3）*1

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					一次応力					一次+二次応力				疲労評価			
		評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算 応力 [MPa]	許容 応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
31	D0-1	624	34	195	5.73	—	624	51	446	8.74	—	624	74	390	5.27	—	—	—	—
32	D0-2	801	67	195	2.91	○	801	103	446	4.33	○	801	161	390	2.42	—	—	—	—
33	D0-2C-S01	13N	18	206	11.44	—	13N	28	327	11.67	—	150	49	412	8.40	—	—	—	—
34	D0-2C-S02	7	24	206	8.58	—	7	37	327	8.83	—	7	72	412	5.72	—	—	—	—
35	D0-2D-S01	19	17	206	12.11	—	19	26	327	12.57	—	19	48	412	8.58	—	—	—	—
36	D0-2D-S02	25	10	206	20.60	—	25	15	327	21.80	—	49	24	412	17.16	—	—	—	—

注記*1：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。

*2：No. 1～30は基準地震動S_sによる算出値。

第二部 冷却設備の管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	2-1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2-2
2.1 概略系統図	2-2
2.2 鳥瞰図	2-5
3. 計算条件	2-8
3.1 荷重の組合せ及び許容応力	2-8
3.2 設計条件	2-9
3.3 材料及び許容応力	2-17
3.4 設計用地震力	2-18
4. 解析結果及び評価	2-19
4.1 固有周期及び設計震度	2-19
4.2 評価結果	2-25
4.2.1 管の応力評価結果	2-25
4.2.2 支持構造物評価結果	2-26
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	2-27
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	2-28

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。

評価結果の記載方法は以下に示すとおりとする。

(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14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。




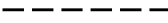
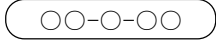
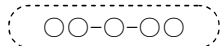

(3) 弁

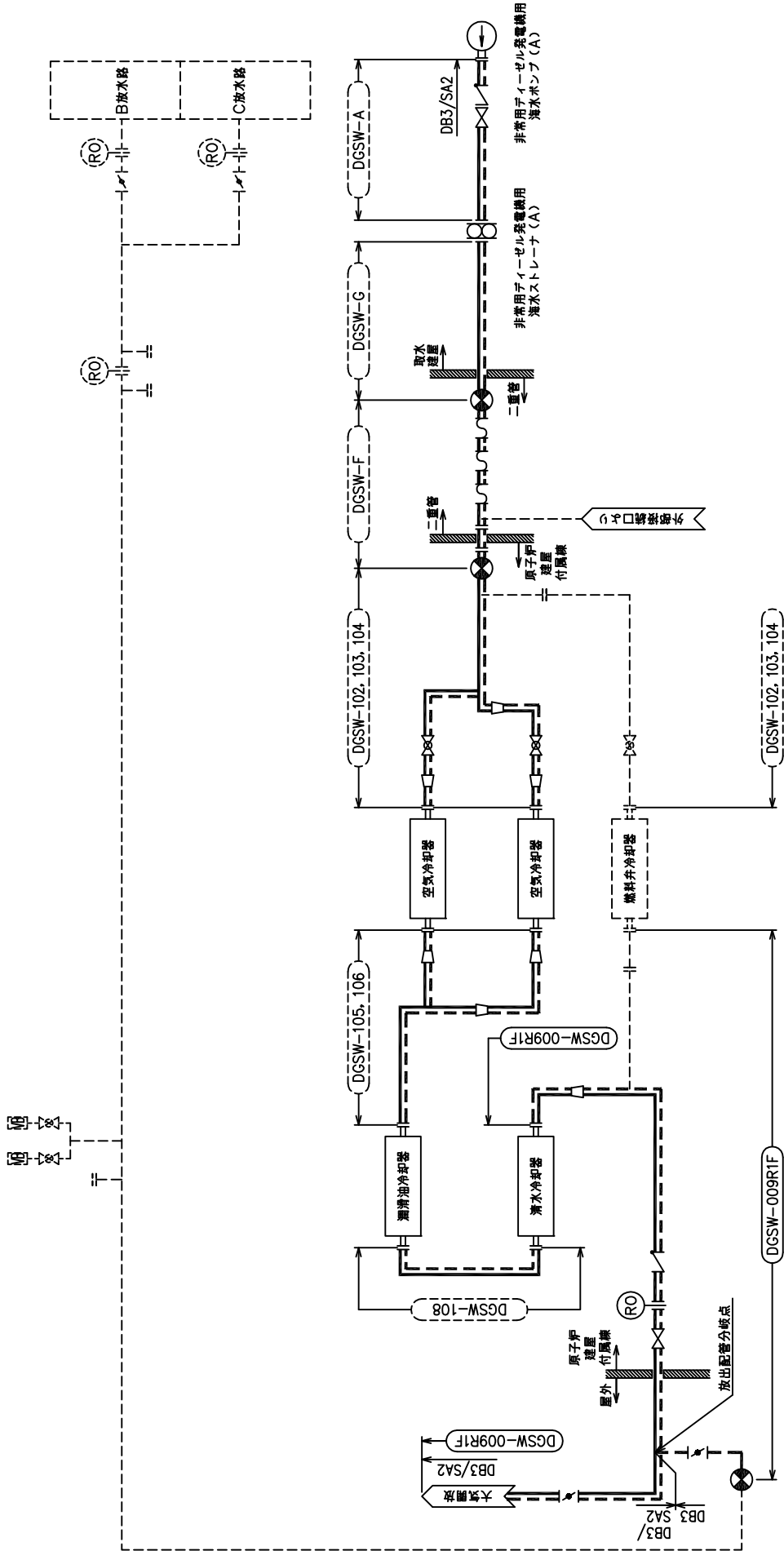
機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として, 評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

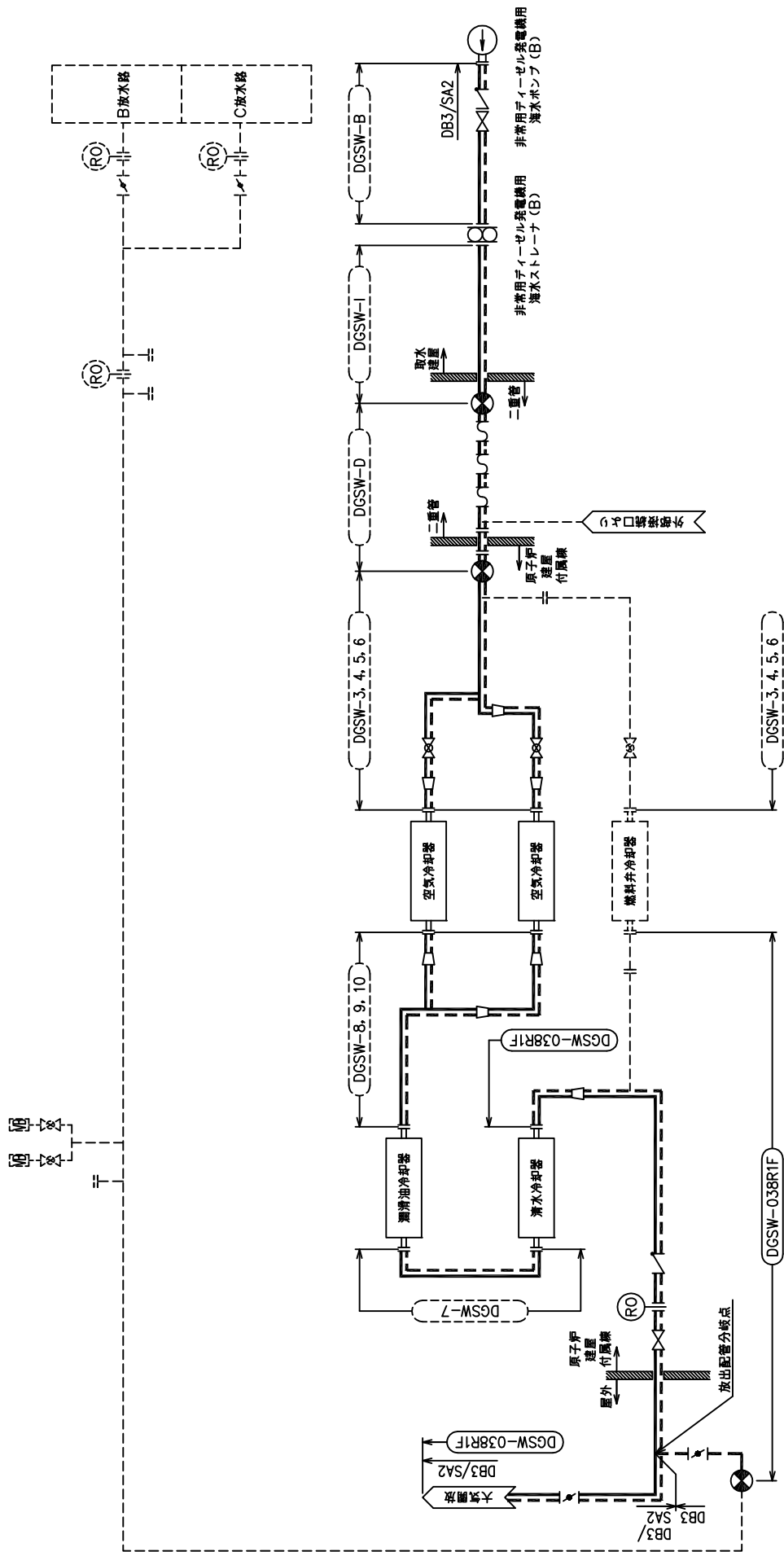
2.1 概略系統図

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



非常用ディーゼル発電装置概略系統図 (1 / 2)






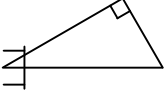
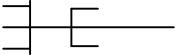

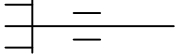
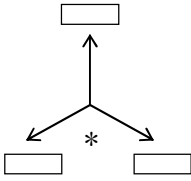


非常用ディーゼル発電装置概略系統図 (2/2)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1

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、他システム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：鳥瞰図中の寸法の単位は mm である。

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1

鳥瞰図

DGSW-038R1F(1/2)

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1

鳥瞰図

DGSW-038R1F(2/2)

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
その他発電用 原子炉の附属 施設	非常用電源設備	非常用ディーゼル 発電装置	DB	—	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

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/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_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。

3.2 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 DGSW-038R1F


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	A00～A08, A27～A09	0.70	50	216.3	8.2	STPT370	S	[Redacted]
2	A08～A27	0.70	50	216.3	8.2	SF440A	S	
3	A10～A12, A29～A30, A22～A24	0.70	50	267.4	9.3	STPT370	S	
4	A12～A29, A30～A15	0.70	50	267.4	9.3	SF440A	S	
5	A15～A17, A17～A19, A19～A22	0.70	50	267.4	9.3	STPT410	S	
6	A25～B03, B03～B05, B17N～B20, B22～B24, B26～B31, B34N～B36, B38～B41F, B44～B49, B51～B53, B55～B61, B63～B67, B70N～B72, B75N～B75F, B78～B84, B86～B87F, B90～B95, B97～B99, B102N～B102F, B106～B107, B66～E01, E03～E06, F01～F04	0.70	66	267.4	9.3	STPT410	S	

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

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)
7	B15～B17N, B20～B22, B24～B26, B31～B34N, B36～B38, B41F～B44, B49～B51, B53～B55, B61～B63, B67～B70N, B72～B75N, B75F～B78, B84～B86, B87F～B90, B95～B97, B99～B102N, B102F～B104, B105～B106, E01～E03, E06～E07, E08～F01	0.70	66	267.4	9.3	SF440A	S	
8	B06～B08, B13～B14	0.70	66	267.4	9.3	STPT38	S	
9	B05～B06, B08～B09, B12～B13, B14～B15	0.70	66	267.4	9.3	SF45A	S	

配管の付加質量

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

質量	対応する評価点
	A00～A10
	A10～B30

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

質量	対応する評価点
	A00
	A02, A04, A06
	B104, B105, E07, E08
	A08
	B09, B12
	A13, B21, B25, B32, B37, B43, B50, B54, B62, B68, B73, B77, B85, B89, B96, B100, E02
	B15
	A15
	A17, A19, A22, B03
	A24, A25
	B05

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1

オフィス部の質量

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	B12

弁部の寸法

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
A24～A25				B09～B12			
B11～B11A				B11A～B11B			
B104～B105				E07～E08			

弁部の質量

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
□	A24～A25	□	B09, B12
	B11		B11A, B11B
	B104～B105, E07～E08		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DGSW-038R1F

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
A03						
A07M						
A21						
B01						
B19						
B35						
B45						
B56						
B60						
B71						
B82						
B91						
B107						
F02						

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1

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
STPT370	50	—	209	366	—
SF440A	50	—	222	428	—
STPT410	50	—	239	409	—
STPT410	66	—	231	407	—
SF440A	66	—	217	411	—
STPT38	66	—	199	360	—
SF45A	66	—	217	411	—

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 (%)
DGSW-038R1F	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 DGSW-038R1F

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							
23次							
24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 DGSW-038R1F

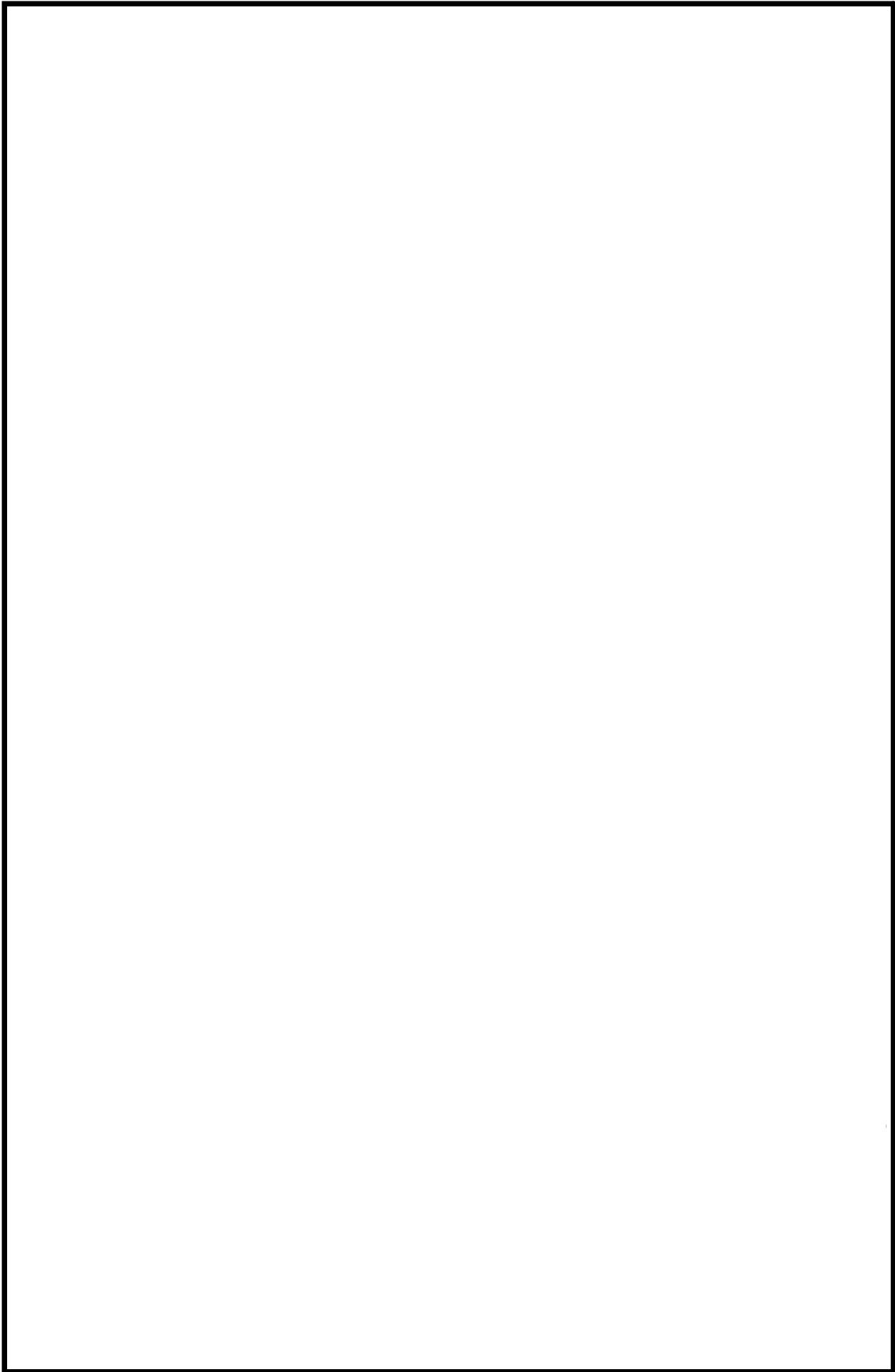
モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
23次				

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 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。

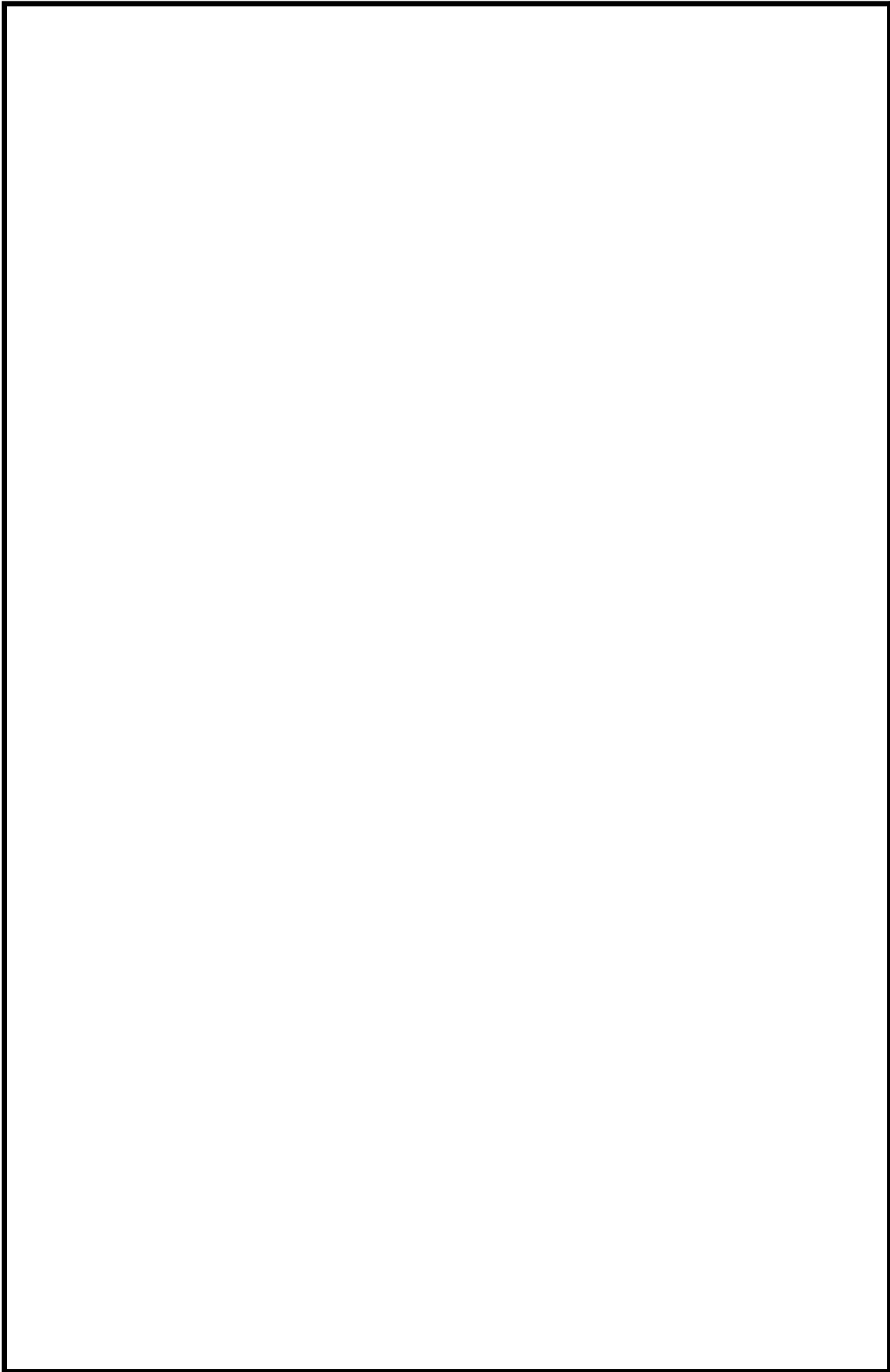
NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1



鳥瞰図

DGSW-038R1F

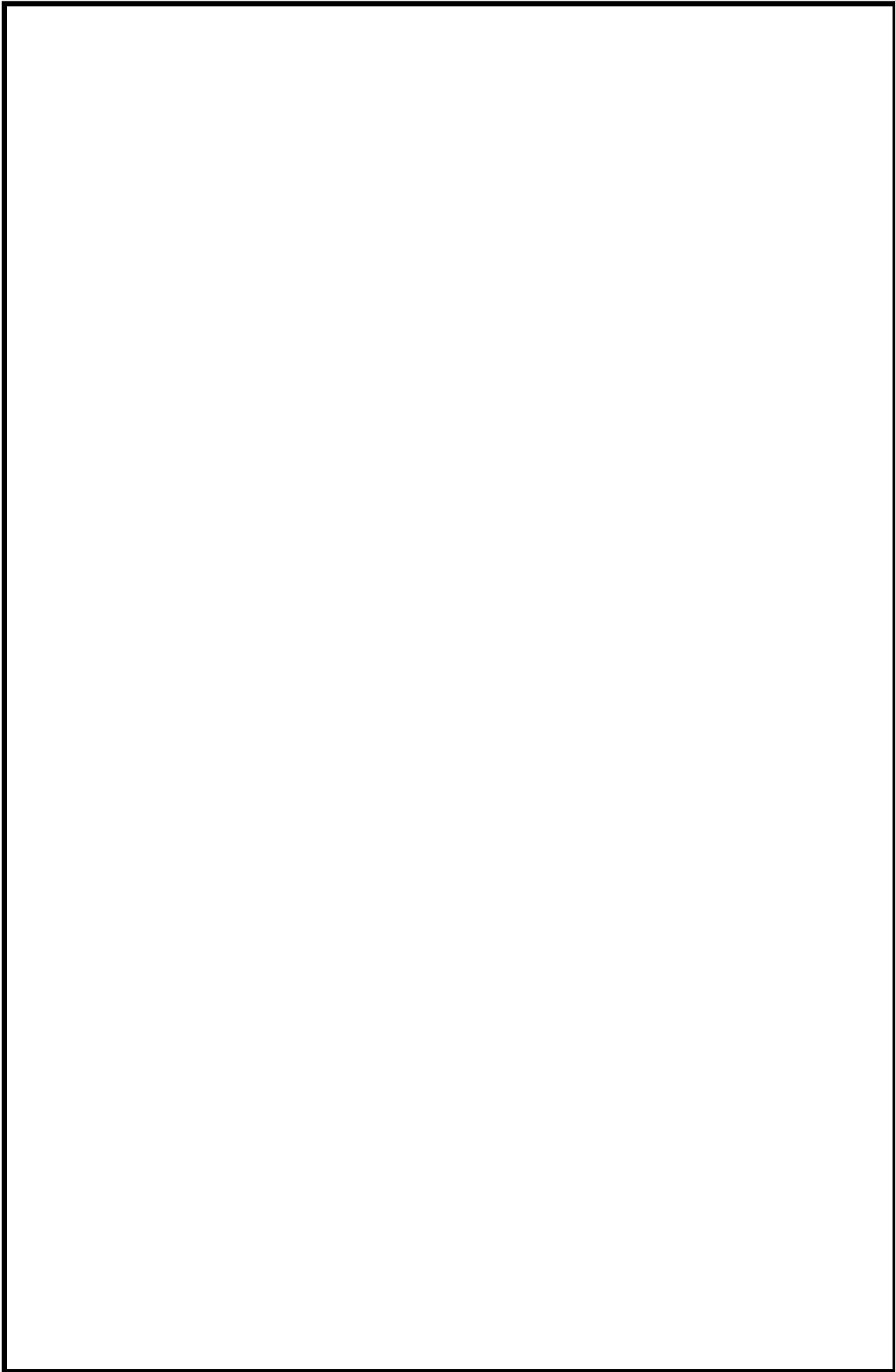
NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1



鳥瞰図

DGSW-038R1F

NT2 補③ V-2-10-1-2-9 R1



鳥瞰図 DGSW-038R1F

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3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 疲労累積係数 U S s
				計算応力 Sprm (S d) Sprm (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	
DGSW-038R1F	III _A S	B70N	Spr m (S d)	78	217	—	—	—
DGSW-038R1F	IV _A S	B70N	Spr m (S s)	120	366	—	—	—
DGSW-038R1F	IV _A S	B70N	S n (S s)	—	—	218	434	—

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)
—	—	—	「V-2-1-11 機器・ 配管の耐震支持設 計方針」参照		—	—

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-DGSW-H1076	レストレイント	ラグ	SM400B	40	800.0	22.0	6.4	—	—	—	組合せ	57	148
RH-DGSW-H162A	リジットハンガ	台座	STKR400 SS400	40	0	11.8	0	—	—	—	圧縮	19	94
DGSW-135ANC	アンカ	ラグ	SGV480	66	19.3	49.5	35.5	43.7	17.2	31.4	組合せ	163	300

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 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（重大事故等クラス2管であってクラス3管範囲）

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					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	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	疲労累積係数
1	DGSW-A	210	45	245	5.44	-	210	63	369	5.85	-	210	113	490	4.33	-	210	113	490	4.33	-	-
2	DGSW-B	140N	45	245	5.44	-	140N	78	369	4.73	-	140N	145	490	3.37	-	140N	145	490	3.37	-	-
3	DGSW-D	40	68	245	3.60	-	40	104	369	3.54	-	40	190	490	2.57	-	40	190	490	2.57	-	-
4	DGSW-F	29	34	245	7.20	-	29	46	369	8.02	-	29	54	490	9.07	-	29	54	490	9.07	-	-
5	DGSW-G	45	58	245	4.22	-	45	81	369	4.55	-	4314	137	490	3.57	-	4314	137	490	3.57	-	-
6	DGSW-I	904	42	245	5.83	-	904	59	369	6.25	-	904	98	490	5.00	-	904	98	490	5.00	-	-
7	DGSW-102, 103, 104 (2C)	755	20	209	10.45	-	755	29	329	11.34	-	755	40	418	10.45	-	755	40	418	10.45	-	-
8	DGSW-105, 106 (2C)	2	22	209	9.50	-	2	32	329	10.28	-	2	51	418	8.19	-	2	51	418	8.19	-	-
9	DGSW-108 (2C)	1	9	209	23.22	-	1	10	329	32.90	-	1	6	418	69.66	-	1	6	418	69.66	-	-
10	DGSW-3, 4, 5, 6 (2D)	1105	45	209	4.64	-	1105	66	329	4.98	-	1105	111	418	3.76	-	1105	111	418	3.76	-	-
11	DGSW-8, 9, 10 (2D)	23	43	209	4.86	-	23	67	329	4.91	-	23	117	418	3.57	-	23	117	418	3.57	-	-
12	DGSW-7 (2D)	1	9	209	23.22	-	1	11	329	29.90	-	1	6	418	69.66	-	1	6	418	69.66	-	-
13	DGSW-009R1F	F24N	67	231	3.44	-	F24N	112	366	3.26	-	F24N	200	462	2.31	-	F24N	200	462	2.31	-	-
14	DGSW-038R1F	B70N	78	217	2.78	○	B70N	120	366	3.05	○	B70N	218	434	1.99	○	B70N	218	434	1.99	○	-