

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-14-2_改1
提出年月日	2021年4月16日

## 補足-600-14-2 弁の動的機能維持評価について

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について .....	1
3. スペクトルモーダル解析において考慮する高振動数領域及び床応答曲線について.....	3
4. 高振動数領域を考慮した弁の動機機能維持評価結果 .....	4

添付 1 弁の動的機能維持評価における高振動数領域の検討に適用する床応答曲線について

添付 2 耐震計算書における機能維持評価対象弁の選定方法について

添付 3 機能維持評価用加速度の応答増加が確認された弁に対する要因の推定

添付 4 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

## 1. はじめに

本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正（以下「技術基準規則解釈等の改正」という。）及びそれに伴い改正された耐震設計に係る工認審査ガイドの記載を踏まえて、弁の動的機能維持の検討方針を示す。

### 耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）

弁等の機器の地震応答解析結果の応答加速度が当該機器を支持する配管の地震応答により増加すると考えられるときは、当該機器については、当該配管の地震応答の影響を考慮し、一定の余裕を見込むこと。

## 2. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について

技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、女川原子力発電所第2号機の配管系に設置される弁の動的機能維持評価に適用する加速度の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。

規格基準に基づく手法として J E A G 4 6 0 1 -1991（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）の当該記載部の抜粋を図1に示す。

### (1) 規格基準に基づく設計手順の整理

J E A G 4 6 0 1において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。

配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度（以下「ZPA」という。）を用いること、また、柔の場合は設計用床応答曲線を入力とした配管系のスペクトルモーダル解析を行い算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。

### (2) 今回工認における女川原子力発電所第2号機の設計手順

今回工認における女川原子力発電所第2号機の弁駆動部での応答加速度値の設定は、耐震設計に係る工認審査ガイドの記載を踏まえ、上記の規定に加えて一定の余裕を見込むとともに、配管解析に用いるスペクトルモーダル解析では各モードの応答をモード合成して最大応答を算出していることに鑑みて、20Hz を超える振動数領域まで考慮した地震応答解析を実施する方針とする。

#### a. 剛の場合（配管系の1次固有周期が20Hz以上の場合）

配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の余裕を考慮し1.2倍した値(1.2ZPA)を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。

#### b. 柔の場合（配管系の1次固有周期が20Hz未満の場合）

配管系が柔の場合は、J E A G 4 6 0 1 の手順と同様にスペクトルモーダル解析を行い

弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から1.2倍した最大加速度(1.2ZPA)による弁駆動部の応答加速度を算定し、何れか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。

また、今回工認における弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモーダル解析において、剛領域の振動モードの影響を踏まえて、20Hzを超える振動数領域まで考慮した地震応答解析により、弁駆動部の応答加速度の算定を行う。

弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び女川原子力発電所第2号機の耐震設計手順の比較を表1に示す。表1に示すとおり、女川原子力発電所第2号機における弁の機能維持評価に用いる加速度としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。

#### (5) 地震応答解析

弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。

配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA(ゼロ周期加速度)であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。

なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5~2.5%の値を用いるものとする。

図1 JEAG 4601の抜粋 (P345)

表1 弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較

配管系の固有値	J E A G 4 6 0 1	女川原子力発電所第2号機
剛の場合	最大加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析*から算定される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）の何れか大きい方を適用する。

注記\*：20Hzを超える振動数領域まで考慮した地震応答解析により算定する。

3. スペクトルモーダル解析において考慮する高振動数領域及び床応答曲線について

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価について、女川原子力発電所第2号機における従来の弁の機能維持評価に用いる振動数領域は20Hzまでとしていたが、新たに50Hz, 100Hzまで考慮したスペクトルモーダル解析を実施する。ここで、高振動数領域検討の基本とする範囲を従来の20Hzから50Hzへと拡大しているのは、女川原子力発電所第2号機で評価に適用する床応答曲線を確認した結果、20Hzから50Hzの領域で応答が卓越する場合が比較的多いこと、また以下に示すとおり、50Hz付近で応答が概ね最大加速度程度まで収束していることを考慮し設定したものである。

スペクトルモーダル解析に使用する床応答曲線について検討を行った結果を添付1に示す。50Hzまでの範囲で作成した床応答曲線を確認した結果、50Hz付近で概ね応答が最大加速度（1.0ZPA）程度まで収束しており、50Hz以上の応答については最大加速度（1.0ZPA）を用いて検討することが妥当であることを確認した。

上記の結果から、弁の動的機能維持評価に適用する床応答曲線については、作成範囲を50Hzまでとし、50Hz以上の領域は最大加速度（1.0ZPA）と設定した曲線を適用する。

添付2に示す動的機能要求弁については、上記で示した床応答曲線を用いて振動数領域を50Hz及び100Hzまで考慮した応答加速度の比較を行うこととし、有意な応答増加が確認された場合は有意な応答増加がなくなる範囲まで振動数領域を拡張することにより、機能維持の確認を行う（図2参照）。ここで、有意な応答増加の判断における考え方は以下のとおりとする。

【パターン1】 J E A G 4 6 0 1に基づき機能確認済加速度を適用している弁\*1

応答加速度の増加率が10%以上且つ、応答加速度の増加値が機能確認済加速度の10%以上（0.6G以上）である場合を有意な応答増加とする。

【パターン2】 J E A G 4 6 0 1に基づく機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁\*2

応答加速度の増加率が10%以上である場合を有意な応答増加とする。

(詳細評価の場合、弁駆動部の評価基準値が 15G や 20G と大きくなるため、基準値の 10%に相当する判断基準を適用すると 1.5G や 2.0G と比較的大きな上振れも許容する可能性があることに配慮したもの。)

\*1：添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に定義している以下に示す機能確認済加速度を適用する設備

一般弁（グローブ弁，ゲート弁，バタフライ弁，逆止弁）：水平 6.0G，鉛直 6.0G

主蒸気隔離弁：水平 10.0G，鉛直 6.2G

主蒸気逃がし安全弁：水平 9.6G，鉛直 6.1G

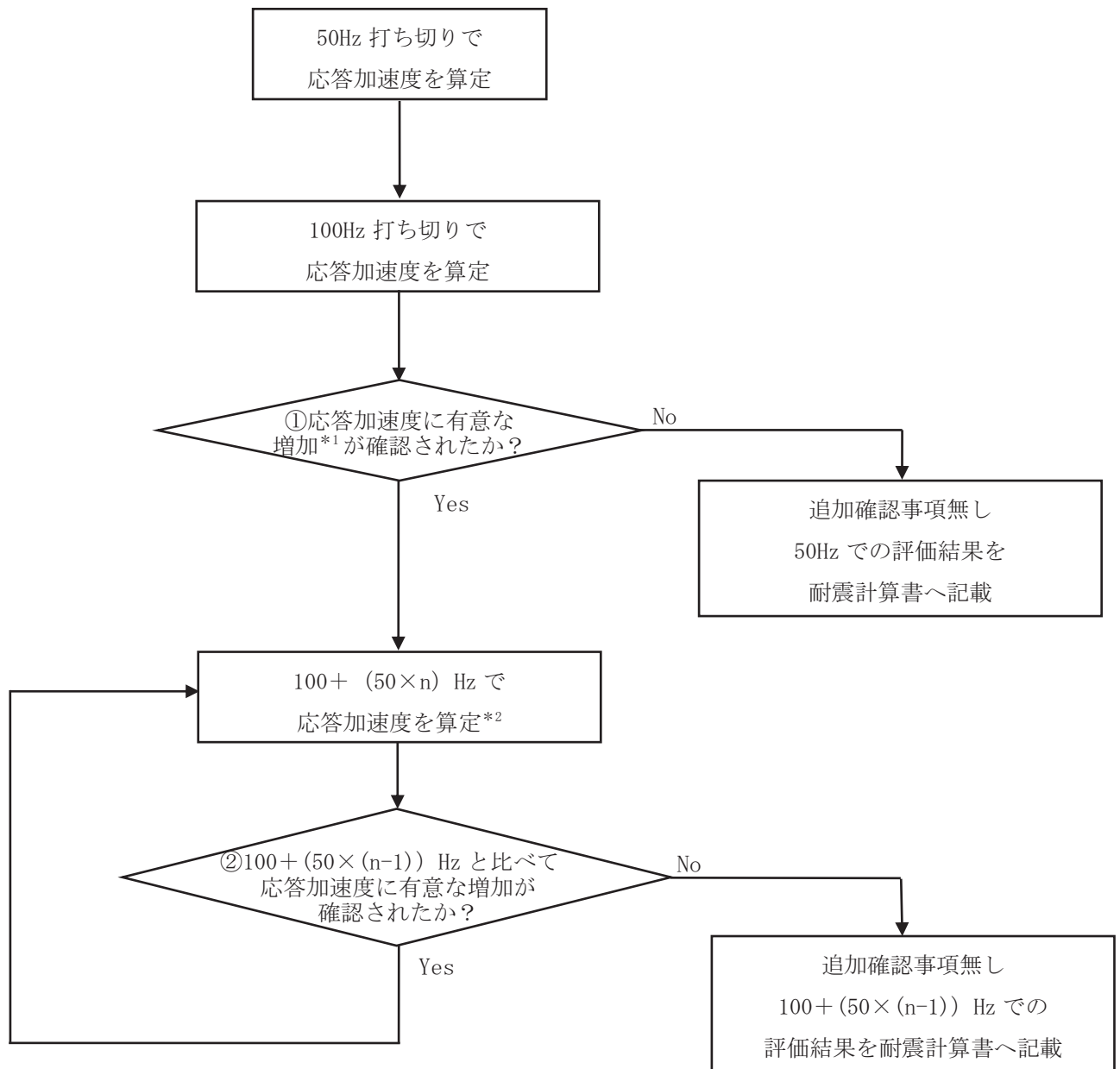
制御棒駆動系スクラム弁：水平 6.0G，鉛直 6.0G

\*2：詳細評価の詳細は補足説明資料「補足-600-14-1 動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について）」に示す。

#### 4. 高振動数領域を考慮した弁の動機機能維持評価結果

振動数領域を 50Hz 及び 100Hz まで考慮した場合の応答加速度を表 2 に示す。表 3 には 100Hz で有意な増加が確認された弁について、更なる高振動数領域として 150Hz までを考慮した場合の応答増加の影響確認結果を示す。なお、表 2 において方向が「合成」となっている弁については、3 項に記載したパターン 2 に該当する弁であり、J E A G 4 6 0 1 に基づく機能確認済加速度を超過するため詳細評価を実施している弁（逆止弁を除く）である。これらの弁については駆動部の評価基準値として 20G 等を設定しているが、この基準値は弁に発生する各方向の加速度をベクトル合成した加速度に対して設定しているものであることから、表中では「合成」との記載にしている。弁の詳細評価については「補足-600-14-1 動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について）」に詳細を示す。

表 3 に示すとおり、更なる高振動数領域まで考慮した弁の応答加速度値に有意な応答増加がないこと及び機能確認済加速度に収まることを確認した。100Hz で応答加速度に有意な増加が確認された弁に対する要因推定は添付 3 に示す。



\*1 : (パターン1 J E A G 4 6 0 1に基づき機能確認済加速度を適用している弁) 応答加速度の増加率が10%以上且つ、応答加速度の増加値が機能確認済加速度の10%以上(0.6G以上)である場合を有意な応答増加という。

(パターン2 J E A G 4 6 0 1に基づく機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁) 応答加速度の増加率が10%以上である場合を有意な増加という。

\*2 : nの初期値は1とし、②の結果がYesになるごとに1を加算していく。

図2 弁の高振動数領域を考慮した動的機能維持評価フロー

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (1/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hz での増加値の 機能確認済加 速度に対する 比率 ((②-①)/③)	備考
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
1	B21	B21-F001A	主蒸気逃がし安全弁 (A)	安全弁	合成	14.07	20.00	1.42	14.10	20.00	1.41	1.01	-	
						14.07			14.10					
						2.26			2.26					
2	B21	B21-F001B	主蒸気逃がし安全弁 (B)	安全弁	合成	13.86	20.00	1.44	13.88	20.00	1.44	1.01	-	
						13.86			13.88					
						2.26			2.26					
3	B21	B21-F001C	主蒸気逃がし安全弁 (C)	安全弁	合成	11.61	20.00	1.72	11.65	20.00	1.71	1.01	-	
						11.61			11.65					
						2.26			2.26					
4	B21	B21-F001D	主蒸気逃がし安全弁 (D)	安全弁	合成	12.54	20.00	1.59	12.59	20.00	1.58	1.01	-	
						12.54			12.59					
						2.26			2.26					
5	B21	B21-F001E	主蒸気逃がし安全弁 (E)	安全弁	合成	16.16	20.00	1.23	16.17	20.00	1.23	1.01	-	
						16.16			16.17					
						2.26			2.26					
6	B21	B21-F001F	主蒸気逃がし安全弁 (F)	安全弁	合成	15.48	20.00	1.29	15.51	20.00	1.28	1.01	-	
						15.48			15.51					
						2.26			2.26					
7	B21	B21-F001G	主蒸気逃がし安全弁 (G)	安全弁	合成	14.85	20.00	1.34	14.87	20.00	1.34	1.01	-	
						14.85			14.87					
						2.47			2.47					
8	B21	B21-F001H	主蒸気逃がし安全弁 (H)	安全弁	合成	15.23	20.00	1.31	15.26	20.00	1.31	1.01	-	
						15.23			15.26					
						2.47			2.47					
9	B21	B21-F001J	主蒸気逃がし安全弁 (J)	安全弁	合成	13.84	20.00	1.44	13.85	20.00	1.44	1.01	-	
						13.84			13.85					
						2.47			2.47					
10	B21	B21-F001K	主蒸気逃がし安全弁 (K)	安全弁	合成	14.40	20.00	1.38	14.41	20.00	1.38	1.01	-	
						14.40			14.41					
						2.47			2.47					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。



表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (2/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確 認済加速度に対 する比率 (②-①)/③	備考
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
11	B21	B21-F001L	主蒸気逃がし 安全弁(L)	安全弁	合成	14.23	20.00	1.40	14.25	20.00	1.40	1.01	-	
						14.23			14.25					
						2.47			2.47					
12	B21	B21-F002A	主蒸気第一隔 離弁(A)	主蒸気 隔離弁	合成	11.41	15.00	1.31	11.45	15.00	1.31	1.01	-	
						11.41			11.45					
						2.26			2.26					
13	B21	B21-F002B	主蒸気第一隔 離弁(B)	主蒸気 隔離弁	水平	9.27	10.00	1.07	9.27	10.00	1.07	1.00	0.00%	
						9.27			9.27					
						1.82			1.82					
					鉛直	5.91	6.20	1.04	5.93	6.20	1.04	1.01	0.33%	
						5.91			5.93					
						1.33			1.33					
14	B21	B21-F002C	主蒸気第一隔 離弁(C)	主蒸気 隔離弁	合成	14.03	15.00	1.07	14.07	15.00	1.06	1.01	-	
						14.03			14.07					
						2.47			2.47					
15	B21	B21-F002D	主蒸気第一隔 離弁(D)	主蒸気 隔離弁	合成	13.65	15.00	1.10	13.69	15.00	1.09	1.01	-	
						13.65			13.69					
						2.47			2.47					
16	B21	B21-F003A	主蒸気第二隔 離弁(A)	主蒸気 隔離弁	合成	13.61	15.00	1.10	13.88	15.00	1.08	1.02	-	
						13.61			13.88					
						2.26			2.26					
17	B21	B21-F003B	主蒸気第二隔 離弁(B)	主蒸気 隔離弁	合成	13.62	15.00	1.10	13.64	15.00	1.09	1.01	-	
						13.62			13.64					
						2.26			2.26					
18	B21	B21-F003C	主蒸気第二隔 離弁(C)	主蒸気 隔離弁	合成	14.60	15.00	1.02	14.63	15.00	1.02	1.01	-	
						14.60			14.63					
						2.47			2.47					
19	B21	B21-F003D	主蒸気第二隔 離弁(D)	主蒸気 隔離弁	合成	14.90	15.00	1.00	14.92	15.00	1.00	1.01	-	
						14.90			14.92					
						2.47			2.47					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (3/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加速の機能確 認済加速度に対 する比率 (②-①)/③	備考
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
20	B21	B21-F052A	給水系第二隔 離弁(A)	空気作動 逆止弁	水平	2.03	6.00	2.95	2.06	6.00	2.91	1.02	0.51%	
						2.03			2.06					
						1.82			1.82					
					鉛直	2.80	6.00	2.14	2.80	6.00	2.14			
						2.80								
						1.33			1.33					
21	B21	B21-F052B	給水系第二隔 離弁(B)	空気作動 逆止弁	水平	2.13	6.00	2.81	2.15	6.00	2.79	1.01	0.34%	
						2.13			2.15					
						1.82			1.82					
					鉛直	2.92	6.00	2.05	2.92	6.00	2.05			
						2.92								
						1.33			1.33					
22	B21	B21-F053A	給水系第一隔 離弁(A)	逆止弁	水平	2.44	6.00	2.45	2.47	6.00	2.42	1.02	0.51%	
						2.44			2.47					
						1.82			1.82					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51			
						1.09								
						1.33			1.33					
23	B21	B21-F053B	給水系第一隔 離弁(B)	逆止弁	水平	2.61	6.00	2.29	2.63	6.00	2.28	1.01	0.34%	
						2.61			2.63					
						1.82			1.82					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51			
						1.07								
						1.33			1.33					
24	C12	C12-D001-126	スクラム入口 弁	制御棒駆 動系スク ラム弁	水平	1.68	6.00	3.57	1.68	6.00	3.57	1.00	0.00%	
						-			-					
						1.68			1.68					
					鉛直	1.17	6.00	5.12	1.17	6.00	5.12			
						-								
						1.17			1.17					
25	C12	C12-D001-127	スクラム出口 弁	制御棒駆 動系スク ラム弁	水平	1.68	6.00	3.57	1.68	6.00	3.57	1.00	0.00%	
						-			-					
						1.68			1.68					
					鉛直	1.17	6.00	5.12	1.17	6.00	5.12			
						-								
						1.17			1.17					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (4/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能 確認済加速度に 対する比率 ((②-①)/③)	備考		
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度					
26	E11	E11-F003A	残留熱除去系熱交換器(A)バイパス弁	電動 グローブ 弁	水平	3.91	6.00	1.53	3.92	6.00	1.53	1.01	0.17%			
						3.91			3.92							
						2.12			2.12							
					鉛直	1.56	6.00	3.84	1.56	6.00	3.84				1.00	0.00%
						0.11			0.13							
						1.56			1.56							
27	E11	E11-F003B	残留熱除去系熱交換器(B)バイパス弁	電動 グローブ 弁	水平	4.77	6.00	1.25	4.77	6.00	1.25	1.00	0.00%			
						4.77			4.77							
						2.12			2.12							
					鉛直	3.36	6.00	1.78	3.36	6.00	1.78				1.00	0.00%
						3.36			3.36							
						1.56			1.56							
28	E11	E11-F004A	残留熱除去系A系 低圧注水系注入隔 離弁	電動 ゲート弁	合成	9.50	20.00	2.10	9.50	20.00	2.10	1.00	-			
						9.50			9.50							
						2.64			2.64							
29	E11	E11-F004B	残留熱除去系B系 低圧注水系注入隔 離弁	電動 ゲート弁	合成	6.52	20.00	3.06	6.52	20.00	3.06	1.00	-			
						6.52			6.52							
						2.64			2.64							
30	E11	E11-F004C	残留熱除去系C系 低圧注水系注入隔 離弁	電動 ゲート弁	水平	5.75	6.00	1.04	5.75	6.00	1.04	1.00	0.00%			
						5.75			5.75							
						1.97			1.97							
					鉛直	1.45	6.00	4.13	1.46	6.00	4.10				1.01	0.17%
						1.45			1.46							
						1.37			1.37							
31	E11	E11-F005A	残留熱除去系A系 低圧注水系注入試 験可能逆止弁	逆止弁	水平	9.28	6.00	0.64	9.28	6.00	0.64	1.00	0.00%	機能確認 済加速度 超過のため、弁体挙 動評価および構造 強度評価 を実施		
						9.28			9.28							
						1.99			1.99							
					鉛直	3.76	6.00	1.59	3.78	6.00	1.58				1.01	0.34%
						3.76			3.78							
						1.78			1.78							
32	E11	E11-F005B	残留熱除去系B系 低圧注水系注入試 験可能逆止弁	逆止弁	水平	9.56	6.00	0.62	9.56	6.00	0.62	1.00	0.00%	機能確認 済加速度 超過のため、弁体挙 動評価および構造 強度評価 を実施		
						9.56			9.56							
						1.99			1.99							
					鉛直	10.66	6.00	0.56	10.66	6.00	0.56				1.00	0.00%
						10.66			10.66							
						1.78			1.78							

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段  
が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系  
が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (5/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hz での増加値の 機能確認済加 速度に対する 比率 (②-①)/③	備考	
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度				
33	E11	E11-F005C	残留熱除去系C 系低圧注水系統 注入試験可能逆止 弁	逆止弁	水平	10.80	6.00	0.55	10.80	6.00	0.55	1.00	0.00%	機能確認済 加速度超過 のため、弁 体挙動評価 および構造 強度評価を 実施	
						10.80			10.80						
						1.99			1.99						
					鉛直	4.17	6.00	1.43	4.17	6.00	1.43				4.17
						4.17			4.17						
						1.78			1.78						
34	E11	E11-F008A	残留熱除去系 熱交換器(A)出 口弁	電動 グローブ 弁	水平	5.41	6.00	1.10	5.42	6.00	1.10	1.01	0.17%		
						5.41			5.42						
						2.12			2.12						
					鉛直	1.75	6.00	3.42	1.83	6.00	3.27				1.83
						1.75			1.83						
						1.56			1.56						
35	E11	E11-F008B	残留熱除去系 熱交換器(B)出 口弁	電動 グローブ 弁	水平	4.60	6.00	1.30	4.60	6.00	1.30	1.00	0.00%		
						4.60			4.60						
						2.12			2.12						
					鉛直	5.48	6.00	1.09	5.48	6.00	1.09				5.48
						5.48			5.48						
						1.56			1.56						
36	E11	E11-F010A	残留熱除去系A 系格納容器ス プレイ隔離弁	電動 ゲート弁	合成	9.29	20.00	2.15	9.30	20.00	2.15	1.01	0.06%		
						9.29			9.30						
						2.64			2.64						
37	E11	E11-F010B	残留熱除去系B 系格納容器ス プレイ隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.08	6.00	1.47	4.09	6.00	1.46	1.01	0.17%		
						4.08			4.09						
						2.12			2.12						
					鉛直	4.57	6.00	1.31	4.57	6.00	1.31				4.57
						4.57			4.57						
						1.56			1.56						
38	E11	E11-F011A	残留熱除去系A 系サブプレッ ションチェン パススプレイ 隔離弁	電動 ゲート弁	合成	6.70	20.00	2.98	6.70	20.00	2.98	1.00	0.00%		
						6.70			6.70						
						1.92			1.92						
39	E11	E11-F011B	残留熱除去系B 系サブプレッ ションチェン パススプレイ 隔離弁	電動 ゲート弁	合成	8.36	20.00	2.39	8.36	20.00	2.39	1.00	0.00%		
						8.36			8.36						
						1.92			1.92						

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (6/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確 認済加速度に対 する比率 ((②-①)/③)	備考
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持評 価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
40	E11	E11-F012A	残留熱除去系 A 系試験用調整弁	電動 グローブ 弁	合成	10.95	20.00	1.82	10.95	20.00	1.82	1.00	0.00%	
						10.95			10.95					
						1.92			1.92					
41	E11	E11-F012B	残留熱除去系 B 系試験用調整弁	電動 グローブ 弁	合成	8.45	20.00	2.36	8.45	20.00	2.36	1.00	0.00%	
						8.45			8.45					
						1.92			1.92					
42	E11	E11-F015A	残留熱除去系 A 系停止時冷却吸 込第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	5.93	6.00	1.01	5.93	6.00	1.01	1.00	0.00%	
						5.93			5.93					
						1.60			1.60					
					鉛直	1.43	6.00	4.19	1.44	6.00	4.16	1.01	0.17%	
						1.43			1.44					
						0.91			0.91					
43	E11	E11-F015B	残留熱除去系 B 系停止時冷却吸 込第一隔離弁	電動 ゲート弁	合成	6.25	20.00	3.20	6.25	20.00	3.20	1.00	0.00%	
						6.25			6.25					
						1.85			1.85					
44	E11	E11-F016A	残留熱除去系 A 系停止時冷却吸 込第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.37	6.00	1.37	4.37	6.00	1.37	1.00	0.00%	
						4.37			4.37					
						1.57			1.57					
					鉛直	1.48	6.00	4.05	1.55	6.00	3.87	1.05	1.17%	
						1.48			1.55					
						1.09			1.09					
45	E11	E11-F016B	残留熱除去系 B 系停止時冷却吸 込第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	5.76	6.00	1.04	5.76	6.00	1.04	1.00	0.00%	
						5.76			5.76					
						1.57			1.57					
					鉛直	1.32	6.00	4.54	1.36	6.00	4.41	1.04	0.67%	
						1.32			1.36					
						1.09			1.09					
46	E11	E11-F018A	残留熱除去系 A 系停止時冷却注 入隔離弁	電動 グローブ 弁	合成	8.56	20.00	2.33	8.56	20.00	2.33	1.00	0.00%	
						8.56			8.56					
						1.92			1.92					
47	E11	E11-F018B	残留熱除去系 B 系停止時冷却注 入隔離弁	電動 グローブ 弁	合成	7.70	20.00	2.59	7.70	20.00	2.59	1.00	0.00%	
						7.70			7.70					
						1.92			1.92					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (7/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能 確認済加速度に 対する比率 (②-①)/③	備考			
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度						
48	E11	E11-F019A	残留熱除去系A系 停止時冷却試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.60	6.00	3.75	1.60	6.00	3.75	1.00	0.00%				
						0.85			0.90								
						1.60			1.60								
						鉛直	0.91	6.00	6.59	0.91	6.00				6.59	1.00	0.00%
							0.84			0.91							
							0.91			0.91							
49	E11	E11-F019B	残留熱除去系B系 停止時冷却試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.60	6.00	3.75	1.60	6.00	3.75	1.00	0.00%				
						1.25			1.27								
						1.60			1.60								
					鉛直	1.14	6.00	5.26	1.16	6.00	5.17				1.02	0.34%	
						1.14			1.16								
						0.91			0.91								
50	E21	E21-F003	低圧炉心スプレ イ系注入隔離弁	電動 ゲート弁	合成	6.95	20.00	2.87	6.95	20.00	2.87	1.00	0.00%				
						6.95			6.95								
						2.40			2.40								
51	E21	E21-F004	低圧炉心スプレ イ系注入ライン 試験可能逆止弁	逆止弁	水平	8.12	6.00	0.73	8.12	6.00	0.73	1.00	0.00%	機能確認 済加速度 超過のため、弁体挙 動評価および構造 強度評価 を実施			
						8.12			8.12								
						1.99			1.99								
					鉛直	7.66	6.00	0.78	7.66	6.00	0.78				1.00	0.00%	
						7.66			7.66								
						1.78			1.78								
52	E22	E22-F001	高圧炉心スプレ イ系ポンプ復水 貯蔵タンク吸込 弁	電動 ゲート弁	水平	2.44	6.00	2.46	3.16	6.00	1.90	1.30	12.00%				
						2.44			3.16								
						1.57			1.57								
					鉛直	1.25	6.00	4.80	1.44	6.00	4.17				1.15	3.17%	
						1.25			1.44								
						1.09			1.09								
53	E22	E22-F003	高圧炉心スプレ イ系注入隔離弁	電動 ゲート弁	合成	7.33	20.00	2.72	7.38	20.00	2.71	1.01	0.25%				
						7.33			7.38								
						2.40			2.40								
54	E22	E22-F004	高圧炉心スプレ イ系注入ライン 試験可能逆止弁	逆止弁	水平	6.64	6.00	0.90	6.64	6.00	0.90	1.00	0.00%	機能確認 済加速度 超過のため、弁体挙 動評価および構造 強度評価 を実施			
						6.64			6.64								
						1.99			1.99								
					鉛直	7.05	6.00	0.85	7.06	6.00	0.84				1.01	0.17%	
						7.05			7.06								
						1.78			1.78								

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段  
が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系  
が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (8/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確認 済加速度に対 する比率 (②-①)/③	備考
						機能維持 評価用 加速度* ①	機能 確認済 加速度 ③	裕度	機能維持 評価用 加速度* ②	機能 確認済 加速度 ③	裕度			
55	E51	E51-F007	原子炉隔離時冷却系 タービン入口蒸気ラ イン第一隔離弁	電動 ゲート弁	合成	8.09	20.00	2.47	8.22	20.00	2.43	1.02	0.66%	
						8.09			8.22					
						2.47			2.47					
56	E51	E51-F008	原子炉隔離時冷却系 タービン入口蒸気ラ イン第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.86	6.00	2.09	3.29	6.00	1.82	1.16	7.17%	
						2.86			3.29					
						1.89			1.89					
					鉛直	4.80	6.00	1.25	4.81	6.00	1.24	1.01	0.17%	
						4.80			4.81					
						1.59			1.59					
57	G31	G31-F002	原子炉冷却材浄化系 入口ライン第一隔離 弁	電動 ゲート弁	水平	5.65	6.00	1.06	5.65	6.00	1.06	1.00	0.00%	
						5.65			5.65					
						1.60			1.60					
					鉛直	3.13	6.00	1.91	3.13	6.00	1.91	1.00	0.00%	
						3.13			3.13					
						0.91			0.91					
58	G31	G31-F003	原子炉冷却材浄化系 入口ライン第二隔離 弁	電動 ゲート弁	合成	9.14	20.00	2.18	9.14	20.00	2.18	1.00	0.00%	
						9.14			9.14					
						1.85			1.85					
59	T46	T46-F001A	非常用ガス処理系 入口弁(A)	空気作動 バタフラ イ弁	水平	5.15	6.00	1.16	5.19	6.00	1.15	1.01	0.67%	
						5.15			5.19					
						3.43			3.43					
					鉛直	5.46	6.00	1.09	5.46	6.00	1.09	1.00	0.00%	
						5.46			5.46					
						1.89			1.89					
60	T46	T46-F001B	非常用ガス処理系 入口弁(B)	空気作動 バタフラ イ弁	水平	4.97	6.00	1.20	5.01	6.00	1.19	1.01	0.67%	
						4.97			5.01					
						3.43			3.43					
					鉛直	4.81	6.00	1.24	4.82	6.00	1.24	1.01	0.17%	
						4.81			4.82					
						1.89			1.89					
61	T46	T46-F003A	非常用ガス処理系 フィルタ装置出口弁 (A)	電動 バタフラ イ弁	合成	6.22	20.00	3.21	6.63	20.00	3.01	1.07	2.05%	
						6.22			6.63					
						3.19			3.19					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

表2 高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果 (9/9)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確認 済加速度に対 する比率 (②-①)/③	備考		
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度					
62	T46	T46-F003B	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁(B)	電動 バタフライ弁	水平	4.28	6.00	1.40	5.07	6.00	1.18	1.19	13.17%			
						4.28			5.07							
						2.65			2.65							
					鉛直	1.77	6.00	3.38	1.77	6.00	3.38				1.00	0.00%
						0.92			1.20							
						1.77			1.77							
63	T48	T48-F019	ドライウエルベント用出口隔離弁	電動 バタフライ弁	合成	7.15	20.00	2.79	7.23	20.00	2.76	1.02	0.40%			
						7.15			7.23							
						3.19			3.19							
64	T48	T48-F022	サブプレッションチェンバベント用出口隔離弁	電動 バタフライ弁	合成	9.15	20.00	2.18	9.21	20.00	2.17	1.01	0.31%			
						9.15			9.21							
						3.19			3.19							
65	T49	T49-F001A	可燃性ガスA系濃度制御系入口隔離弁	電動 ゲート弁	合成	6.42	20.00	3.11	6.43	20.00	3.11	1.01	0.05%			
						6.42			6.43							
						2.64			2.64							
66	T49	T49-F001B	可燃性ガスB系濃度制御系入口隔離弁	電動 ゲート弁	合成	7.67	20.00	2.60	7.67	20.00	2.60	1.00	0.00%			
						7.67			7.67							
						2.64			2.64							
67	T49	T49-F003A	可燃性ガスA系濃度制御系出口隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.45	6.00	1.34	4.47	6.00	1.34	1.01	0.34%			
						4.45			4.47							
						2.12			2.12							
					鉛直	4.08	6.00	1.47	4.08	6.00	1.47				1.00	0.00%
						4.08			4.08							
						1.56			1.56							
68	T49	T49-F003B	可燃性ガスB系濃度制御系出口隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.82	6.00	1.24	4.83	6.00	1.24	1.01	0.17%			
						4.82			4.83							
						2.12			2.12							
					鉛直	4.03	6.00	1.48	4.04	6.00	1.48				1.01	0.17%
						4.03			4.04							
						1.56			1.56							

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。



表3 更なる高振動領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (100Hz, 1.2ZPA)			MAX (150Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	100Hz→150Hzでの 増加値の機能 確認済加速度に 対する比率 ((②-①)/③)	備考
						機能維持 評価用 加速度* (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度* (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
1	HPCS	E22-F001	高圧炉心スプレ イ系ポンプ 復水貯蔵タン ク吸込弁	電動 ゲート弁	水平	3.16	6.00	1.90	3.17	6.00	1.89	1.00	0.17%	
						3.16			3.17					
						1.57			1.57					
					鉛直	1.44	6.00	4.17	1.46	6.00	4.11			
						1.44			1.46					
						1.09			1.09					
2	AC	T46-F003B	非常用ガス処 理系フィルタ 装置出口弁 (B)	電動 バタフライ弁	水平	5.07	6.00	1.18	5.09	6.00	1.18	1.00	0.33%	
						5.07			5.09					
						2.65			2.65					
					鉛直	1.77	6.00	3.38	1.77	6.00	3.38			
						1.20			1.31					
						1.77			1.77					

注記\*1 : 上段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (50Hz 又は 100Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「-」を記載。

## 弁の動的機能維持評価における高振動数領域の検討に適用する床応答曲線について

## 1. はじめに

弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線は、50Hz までの範囲で床応答曲線を作成し、50Hz 以上を最大加速度（1.0ZPA）とすることが妥当であることを確認するため、50Hz までの床応答曲線を確認し、50Hz 程度で加速度が収束していることを確認する。床応答曲線の作成イメージを図 1 に示す。

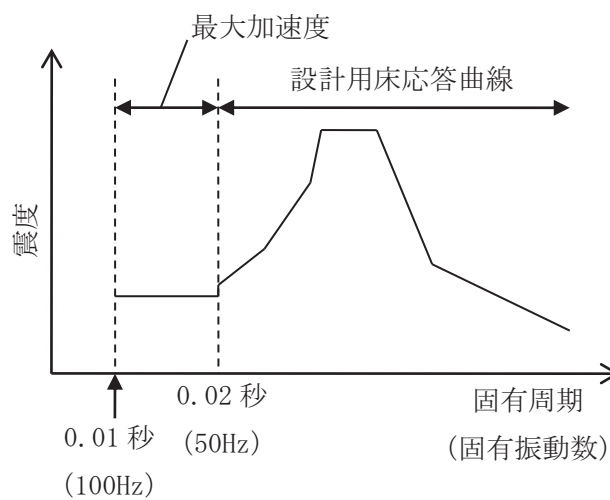


図 1-1 動的機能維持要求弁に用いる床応答曲線（イメージ図）

## 2. 高振動数領域の床応答曲線

動的機能維持の評価対象弁が設置されている建物は原子炉建屋であることから、弁の動的機能維持評価に用いる代表的な例として、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示されているもののうち、原子炉建屋 (O.P. 15.0m) および原子炉しゃへい壁 (O.P. 13.40m) の設計用床応答曲線の例を図 2-1~4 に示す。なお、本検討に適用した全ての床応答曲線については添付 4 に示す。

水平方向は 10Hz (0.1 秒) 及び 4Hz (0.25 秒) 近傍で卓越しており、50Hz (0.02 秒) までで収束していることが確認できる。

鉛直方向について、原子炉建屋については 11Hz (0.09 秒) 近傍で卓越し、原子炉しゃへい壁は 33Hz (0.03 秒) 近傍で卓越しており、卓越する周期帯に違いはあるが、いずれも 50Hz (0.02 秒) までで収束していることが確認できる。

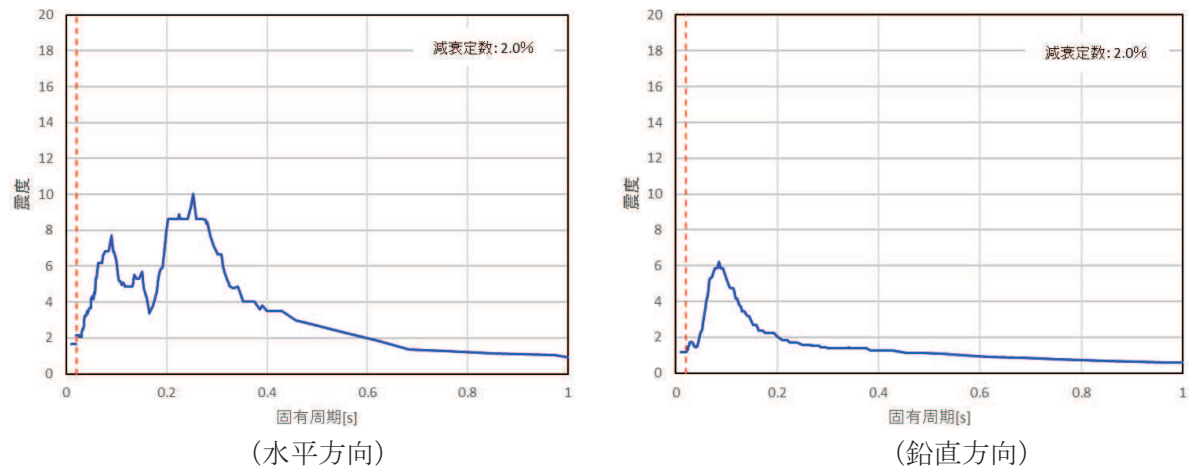


図 2-1 原子炉建屋 1F (O.P. 15.0m) の設計用床応答曲線 (減衰 2.0%, 固有周期 1.0 秒まで)

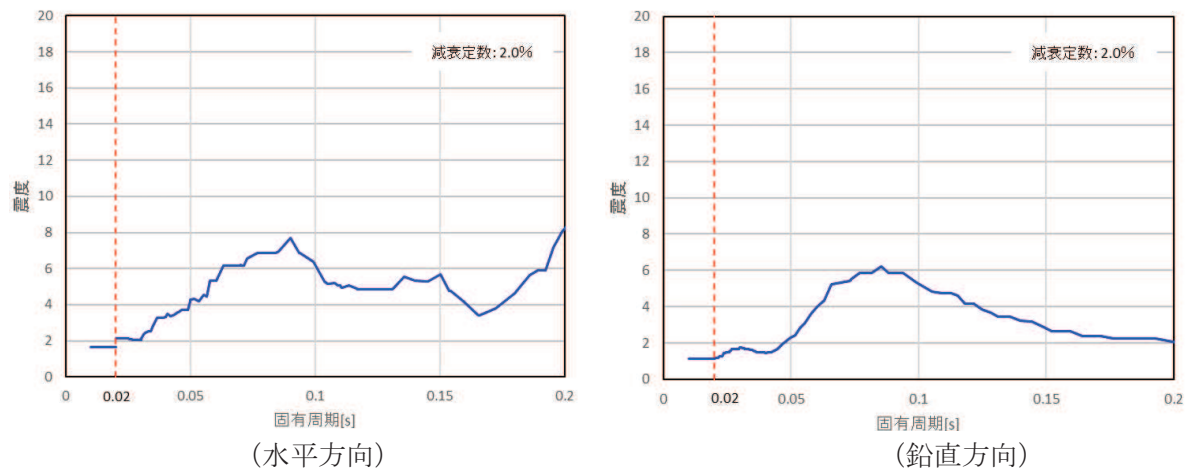
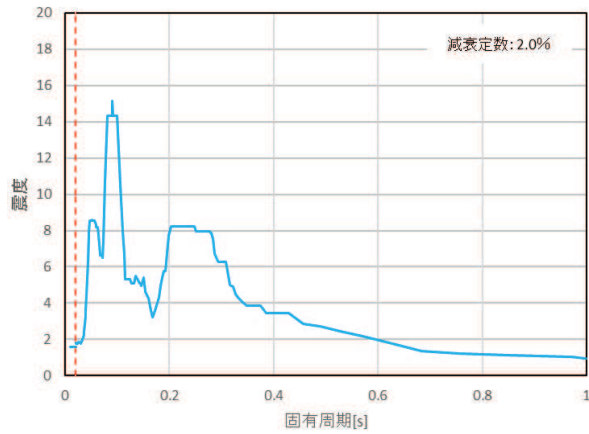
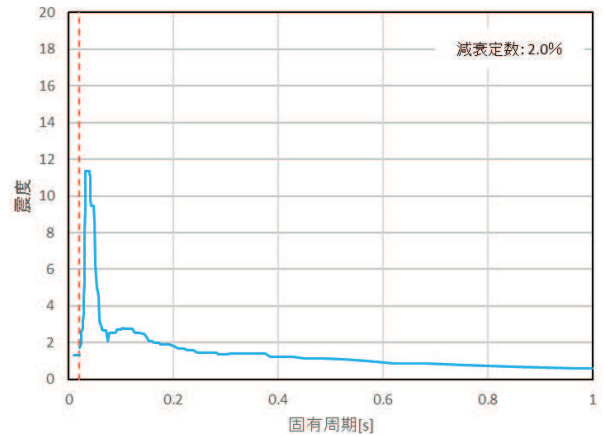


図 2-2 原子炉建屋 1F (O.P. 15.0m) の設計用床応答曲線 (減衰 2.0%, 固有周期 0.2 秒まで)

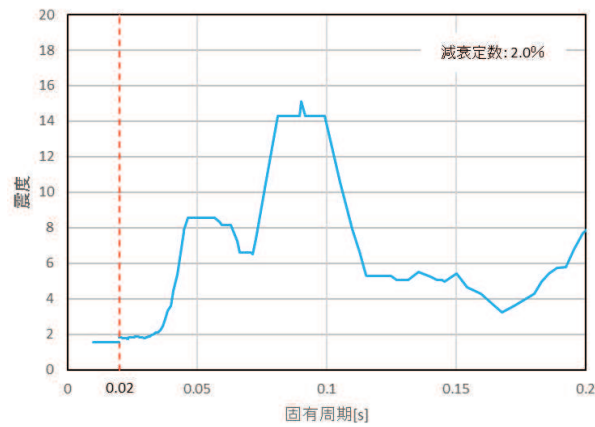


(水平方向)

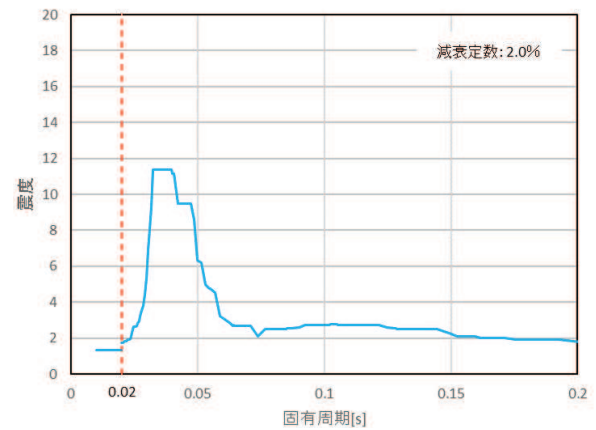


(鉛直方向)

図 2-3 原子炉しゃへい壁 (0. P. 13. 4m) の設計用床応答曲線 (減衰 2.0%, 固有周期 1.0 秒まで)



(水平方向)



(鉛直方向)

図 2-4 原子炉しゃへい壁 (0. P. 13. 4m) の設計用床応答曲線 (減衰 2.0%, 固有周期 0.2 秒まで)

### 3. 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

前述の通り, 20Hz 以上の床応答曲線を確認し, 50Hz までの範囲で加速度が収束しているため, 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線は, 50Hz までの範囲で作成した床応答曲線に 50Hz 以上を最大加速度としたものとする。

## 耐震計算書における機能維持評価対象弁の選定方法について

## 1. 概要

女川原子力発電所第 2 号機については、工認耐震計算書のうち各申請設備の「管の耐震性についての計算書」において、弁の機能維持評価を実施している。「管の耐震性についての計算書」においては、工認の要目表に記載のある弁のうち、動的機能維持が要求される弁を選定し、弁型式ごとに「機能確認済加速度」に対する「評価用加速度」の裕度が最も小さい弁の評価結果を代表として記載している。

本資料は「管の耐震性についての計算書」に記載している機能維持評価の対象弁の選定根拠を説明するものである。

## 2. 機能維持評価対象弁の選定方法について

機能維持評価対象弁を選定するために、設計基準対象施設として、工認の要目表に記載のある弁から、J E A G 4 6 0 1-1984 並びに J E A G 4 6 0 1-1991 に基づき動的機能維持評価の要求の有無を整理した。（「表 1 動的機能維持評価の要求の整理結果」参照。）

また、重大事故等対処施設として工認の要目表及び基本設計方針に記載のある弁のうち、表 1 で動的機能維持が要求される弁として整理している弁を除いて、動的機能維持評価の要求の有無を整理した結果、重大事故等対処施設として動的機能維持が要求される弁が新たに追加されないことを確認している。（動的機能維持要求が除外される理由については、「表 3 重大事故等対処施設における動的機能維持要求弁の整理結果」参照。）

表 1 動的機能維持評価の要求の整理結果 (1/3)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●68個)	動的機能維持が 要求される理由 表Ⅱ-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*
1	MS	B21-F001A	主蒸気逃がし安全弁(A)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
2	MS	B21-F001B	主蒸気逃がし安全弁(B)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
3	MS	B21-F001C	主蒸気逃がし安全弁(C)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
4	MS	B21-F001D	主蒸気逃がし安全弁(D)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
5	MS	B21-F001E	主蒸気逃がし安全弁(E)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
6	MS	B21-F001F	主蒸気逃がし安全弁(R)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
7	MS	B21-F001G	主蒸気逃がし安全弁(G)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
8	MS	B21-F001H	主蒸気逃がし安全弁(H)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
9	MS	B21-F001J	主蒸気逃がし安全弁(J)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
10	MS	B21-F001K	主蒸気逃がし安全弁(K)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
11	MS	B21-F001L	主蒸気逃がし安全弁(L)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
12	MS	B21-F002A	主蒸気第一隔離弁(A)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
13	MS	B21-F002B	主蒸気第一隔離弁(B)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
14	MS	B21-F002C	主蒸気第一隔離弁(C)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
15	MS	B21-F002D	主蒸気第一隔離弁(D)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
16	MS	B21-F003A	主蒸気第二隔離弁(A)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
17	MS	B21-F003B	主蒸気第二隔離弁(B)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
18	MS	B21-F003C	主蒸気第二隔離弁(C)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
19	MS	B21-F003D	主蒸気第二隔離弁(D)	主蒸気隔離弁	●	As-(i)-①-①	
20	FDW	B21-F052A	給水系第二隔離弁(A)	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-①	
21	FDW	B21-F052B	給水系第二隔離弁(B)	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-①	
22	FDW	B21-F053A	給水系第一隔離弁(A)	逆止弁	●	As-(i)-③-①	
23	FDW	B21-F053B	給水系第一隔離弁(B)	逆止弁	●	As-(i)-③-①	
24	CRD	C12-D001-126	スクラム入口弁	制御棒駆動系 スクラム弁	●	As-(iii)-①-②	
25	CRD	C12-D001-127	スクラム出口弁	制御棒駆動系 スクラム弁	●	As-(iii)-①-②	
26	RHR	E11-F003A	残留熱除去系熱交換器(A)バイパス弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(ii)-①-①	
27	RHR	E11-F003B	残留熱除去系熱交換器(B)バイパス弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(ii)-①-①	
28	RHR	E11-F004A	残留熱除去系 A 系低圧注水系注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(i)-①-3)-①	
29	RHR	E11-F004B	残留熱除去系 B 系低圧注水系注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(i)-①-3)-①	
30	RHR	E11-F004C	残留熱除去系 C 系低圧注水系注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(i)-①-3)-①	
31	RHR	E11-F005A	残留熱除去系 A 系低圧注水系注入試験可能逆止弁	逆止弁	●	A-(i)-①-3)-①	
32	RHR	E11-F005B	残留熱除去系 B 系低圧注水系注入試験可能逆止弁	逆止弁	●	A-(i)-①-3)-①	
33	RHR	E11-F005C	残留熱除去系 C 系低圧注水系注入試験可能逆止弁	逆止弁	●	A-(i)-①-3)-①	
34	RHR	E11-F008A	残留熱除去系熱交換器(A)出口弁	電動 グローブ弁	●	A-(i)-①-3)-①	
35	RHR	E11-F008B	残留熱除去系熱交換器(B)出口弁	電動 グローブ弁	●	A-(i)-①-3)-①	

表1 動的機能維持評価の要求の整理結果 (2/3)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●68個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表II-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
36	RHR	E11-F010A	残留熱除去系 A 系格納容器スプレイ隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
37	RHR	E11-F010B	残留熱除去系 B 系格納容器スプレイ隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
38	RHR	E11-F011A	残留熱除去系 A 系サブプレッションチェンバススプレイ隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
39	RHR	E11-F011B	残留熱除去系 B 系サブプレッションチェンバススプレイ隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
40	RHR	E11-F012A	残留熱除去系 A 系試験用調整弁	電動 グローブ 弁	●	As-(iv) A-(i)-①-3)-①	
41	RHR	E11-F012B	残留熱除去系 B 系試験用調整弁	電動 グローブ 弁	●	As-(iv) A-(i)-①-3)-①	
42	RHR	E11-F015A	残留熱除去系 A 系停止時冷却吸込第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
43	RHR	E11-F015B	残留熱除去系 B 系停止時冷却吸込第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
44	RHR	E11-F016A	残留熱除去系 A 系停止時冷却吸込第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
45	RHR	E11-F016B	残留熱除去系 B 系停止時冷却吸込第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
46	RHR	E11-F018A	残留熱除去系 A 系停止時冷却注入隔離弁	電動 グローブ 弁	●	As-(ii)-④-①	
47	RHR	E11-F018B	残留熱除去系 B 系停止時冷却注入隔離弁	電動 グローブ 弁	●	As-(ii)-④-①	
48	RHR	E11-F019A	残留熱除去系 A 系停止時冷却試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-①	
49	RHR	E11-F019B	残留熱除去系 B 系停止時冷却試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-①	
50	RHR	E11-F021	残留熱除去系ヘッドスプレイ注入隔離弁	電動 グローブ 弁	×	-	②
51	RHR	E11-F022	残留熱除去系ヘッドスプレイ注入逆止弁	逆止弁	×	-	①
52	LPCS	E21-F003	低圧炉心スプレイ系注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(i)-①-2)-①	
53	LPCS	E21-F004	低圧炉心スプレイ系注入ライン試験可能逆止弁	逆止弁	●	A-(i)-①-2)-①	
54	HPCS	E22-F001	高圧炉心スプレイ系ポンプ復水貯蔵タンク吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-1)-①	
55	HPCS	E22-F003	高圧炉心スプレイ系注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-1)-①	
56	HPCS	E22-F004	高圧炉心スプレイ系注入ライン試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-1)-①	
57	RCIC	E51-F007	原子炉隔離時冷却系タービン入口蒸気ライン第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-②	
58	RCIC	E51-F008	原子炉隔離時冷却系タービン入口蒸気ライン第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-②	
59	CUW	G31-F002	原子炉冷却材浄化系入口ライン第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
60	CUW	G31-F003	原子炉冷却材浄化系入口ライン第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
61	RD	K11-F003	ドライウェル機器ドレンサンブ第一隔離弁	電動 ゲート弁	×	-	③
62	RD	K11-F004	ドライウェル機器ドレンサンブ第二隔離弁	電動 ゲート弁	×	-	③
63	RD	K11-F103	ドライウェル床ドレンサンブ第一隔離弁	電動 ゲート弁	×	-	④
64	RD	K11-F104	ドライウェル床ドレンサンブ第二隔離弁	電動 ゲート弁	×	-	④
65	SGTS	T46-F001A	非常用ガス処理系入口弁(A)	空気作動 バタフライ 弁	●	A-(ii)-③	
66	SGTS	T46-F001B	非常用ガス処理系入口弁(B)	空気作動 バタフライ 弁	●	A-(ii)-③	
67	SGTS	T46-F003A	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁(A)	電動 バタフライ 弁	●	A-(ii)-③	
68	SGTS	T46-F003B	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁(A)	電動 バタフライ 弁	●	A-(ii)-③	
69	AC	T48-F001	バージ用窒素供給側隔離弁	空気作動 バタフライ 弁	×	-	⑤
70	AC	T48-F002	ドライウェルバージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ 弁	×	-	⑤

表 1 動的機能維持評価の要求の整理結果 (3/3)

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持が 要求される弁 (●68個)	動的機能維持が 要求される理由*1 表II-1分類例	動的機能維持要求が 除外される理由*2
71	AC	T48-F003	サブプレッションチェンババージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
72	AC	T48-F010	補給用窒素ガス供給側第二隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
73	AC	T48-F011	ドライウェル補給用窒素ガス供給第一隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	⑤
74	AC	T48-F012	サブプレッションチェンバ補給用 窒素ガス供給用第一隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
75	AC	T48-F016	バージ用窒素ガス供給側第二隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
76	AC	T48-F019	ドライウェルベント用出口隔離弁	電動 バタフライ弁	●	As-(iv)-①-①	
77	AC	T48-F020	ベント用非常用ガス処理系側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑥
78	AC	T48-F021	ベント用換気空調系側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑥
79	AC	T48-F022	サブプレッションチェンバベント用出口隔離弁	電動 バタフライ弁	●	As-(iv)-①-①	
80	FCS	T49-F001A	可燃性ガス A 系濃度制御系入口隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
81	FCS	T49-F001B	可燃性ガス B 系濃度制御系入口隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
82	FCS	T49-F003A	可燃性ガス A 系濃度制御系出口隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
83	FCS	T49-F003B	可燃性ガス B 系濃度制御系出口隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
84	FCVS	T63-F001	原子炉格納容器フィルタベント系ベントライン隔離弁 (A)	電動 バタフライ弁	×	—	⑥
85	FCVS	T63-F002	原子炉格納容器フィルタベント系ベントライン隔離弁 (B)	電動 バタフライ弁	×	—	⑥

注記 \*1：別紙 1 参照

\*2：別紙 2 参照



動的機能維持の必要性の有無については、J E A G 4 6 0 1 -1984 に規定されている。「表 II-1 具体的な動的設備とその分類例 (BWR)」(P52) において、動的機能が要求される機器例が示されており、添付 2 の表 1 に記載の要目表対象弁に対して分類例番号を記載し、動的機能維持が要求される弁を整理した。

(例：主蒸気逃がし安全弁 → As- ( i ) -①-②, As- ( ii ) -①-①)

表 II - 1 具体的な動的設備とその分類例 (BWR)

耐震重要度分類	動的機能の分類	系 統	動的機能が要求される機器	要求機能	備 考
As	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁のうち、その健全性を維持するために動的機能が必要なもの	① 主蒸気系	① 主蒸気隔離弁 ② 逃がし安全弁 (安全弁機能)	$\alpha(S_2)$	図 II - 1 参照 他の動的機能分類で動的機能が要求される弁は除く。
		② 主蒸気ドレン系	① ドレンライン隔離弁	$\alpha(S_2)$	
		③ 給水系	① 給水逆止弁	$\alpha(S_2)$	
		④ 原子炉冷却材浄化系	① 隔離弁	$\alpha(S_2)$	
	(ii) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な動的設備	① 主蒸気系	① 逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	$\beta(S_2)$	図 II - 1 参照
		② 原子炉隔離時冷却系	① タービン, ② 弁 ③ ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 2 参照
		③ 高圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 3 参照
		④ 残留熱除去系 (停止時冷却モード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	図 II - 4 参照
		⑤ 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_2)$	
		⑥ 非常用電源設備	① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_2)$	
	(iii) 原子炉の緊急停止のために、急激に負の反応度を付加するために必要な動的設備、及び原子炉の停止状態を維持するために必要な動的設備	① 制御棒駆動系	① 駆動機構 ② スクラム弁	$\alpha(S_2)$	図 II - 5 参照
	(iv) 原子炉格納容器バウンダリを構成	① 不活性ガス系	① PCV 隔離弁	$\beta(S_1)$	図 II - 6 参照 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損

耐震重要度分類	動的機能の分類	系 統	動的機能が要求される機器	要求機能	備 考
A <sub>S</sub>	する弁のうち、原子炉冷却材圧力バウンダリ破損の一定時間後に閉止が必要なもの				(LOCA)後、一般の隔離弁は直ちに閉となるため、地震時の動的機能維持の必要はない。ただし、LOCA後、ECCS等の停止に伴う原子炉格納容器バウンダリ閉止に必要な弁は、S <sub>1</sub> 地震後機能維持を要す。 また、他の動的機能分類で動的機能が要求される弁は除く。
A	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な動的設備	① 非常用炉心冷却系			
		1) 高圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の③で確認
		2) 低圧炉心スプレイ系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-7 参照
		3) 残留熱除去系(低圧炉心注水モード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-8 参照
		② 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑤で確認
		③ 非常用電源設備	① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑥で確認
	(ii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するために必要な動的設備で、上記耐震A <sub>S</sub> クラスの(iv)以外の設備	① 残留熱除去系(PCVスプレイモード)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	図II-9 参照
		② 可燃性ガス濃度制御系	① ブロア	$\beta(S_1)$	図II-10 参照
		③ 非常用ガス処理系	① 排気ファン	$\beta(S_1)$	図II-11 参照
		④ 非常用補機冷却系	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑤で確認
⑤ 非常用電源設備		① ディーゼル ② 弁, ③ ポンプ	$\beta(S_1)$	A <sub>S</sub> クラスの(ii)の⑥で確認	
(iii) 使用済燃料プール水を捕給するために必要な動的設備	① 燃料プール水補給設備(非常用)	① 弁, ② ポンプ	$\beta(S_1)$		

以下の分類表は、動的機能維持要求が除外されるとしたものについて、その具体的な理由をまとめたものである。

表 2 動的機能維持要求の除外理由分類表

番号	動的機能維持要求が除外される理由
①	原子炉圧力容器ヘッドスプレイラインに設置されている逆止弁であり、冷却材喪失事故後の動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。
②	原子炉圧力容器ヘッドスプレイラインに設置されているプラント通常運転時「閉」の電動弁であり、冷却材喪失事故後の動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。
③	ドライウエル機器ドレンサンプ出口ラインに設置されている格納容器隔離弁であり、冷却材喪失事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。
④	ドライウエル床ドレンサンプ出口ラインに設置されている格納容器隔離弁であり、冷却材喪失事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。
⑤	原子炉格納容器への窒素供給ラインに設置されている格納容器隔離弁であり、冷却材喪失事故直後の動作（「開」又は「閉」→「閉」）、その後動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。
⑥	原子炉格納容器の窒素排気ラインに設置されている格納容器隔離弁であり、冷却材喪失事故直後の動作（「開」又は「閉」→「閉」）、その後動作要求がないため（「閉」維持）、評価対象外。

表 3 重大事故等対象施設における動的機能維持要求弁の整理結果

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	重大事故等対処設備として動的機能維持要求が除外される理由
1	RHR	E11-F009A	残留熱除去系 A 系格納容器スプレイ流量調整弁	電動グロープ弁	残留熱除去系の格納容器スプレイラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
2	RHR	E11-F080	代替循環冷却ポンプ吸込弁	電動ゲート弁	代替循環冷却系ポンプの吸込ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
3	RHR	E11-F082	代替循環冷却ポンプ流量調整弁	電動グロープ弁	代替循環冷却系ポンプの吸込ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
4	RCIC	E51-F003	原子炉隔離時冷却系注入弁	電動グロープ弁	原子炉隔離時冷却系の原子炉注入ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
5	RCIC	E51-F009	原子炉隔離時冷却系タービン止め弁	電動グロープ弁	原子炉隔離時冷却系ポンプの蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
6	RCIC	E51-F017	原子炉隔離時冷却系冷却水ライン止め弁	電動グロープ弁	原子炉隔離時冷却系ポンプの冷却ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
7	RCIC	E51-F082	原子炉隔離時冷却系蒸気供給ライン分離弁	電動ゲート弁	原子炉隔離時冷却系の蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
8	HPAC	E61-F003	高圧代替注水系注入弁	電動グロープ弁	高圧代替注水系の原子炉注入ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
9	HPAC	E61-F050	高圧代替注水系タービン止め弁	電動グロープ弁	高圧代替注水系ポンプの蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
10	HPAC	E61-F064	高圧代替注水系蒸気供給ライン分離弁	電動ゲート弁	高圧代替注水系の蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
11	FPMUW	P15-F001	燃料プール補給水系ポンプ吸込弁	電動ゲート弁	燃料プール補給水系ポンプ吸込ラインに設置されている電動弁であり、重大事故等直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
12	AC	T48-F043	原子炉格納容器耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁	電動バタフライ弁	原子炉格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている電動弁であり、ベント操作実施時に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
13	AC	T48-F044	原子炉格納容器耐圧強化ベント用連絡配管止め弁	電動バタフライ弁	原子炉格納容器圧力逃がし装置のベントラインに設置されている電動弁であり、ベント操作実施時に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
14	AC	T48-F045	格納容器排気非常用ガス処理系側止め弁	空気作動バタフライ弁	原子炉格納容器排気ラインの非常用ガス処理系側に設置されている空気作動弁であり、ベント操作実施時に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。



## 機能維持評価用加速度の応答増加が確認された弁に対する要因の推定

## 1. はじめに

弁の動的機能維持評価対象弁 68 台のうち、表 1 に示す 2 台に振動数領域を 50Hz まで考慮した場合の加速度に対して 100Hz まで考慮した場合の加速度に有意な増加が確認されたことから、当該弁について増加要因に対する検討を以下に実施する。

表 1 有意な応答増加が確認された弁（検討対象弁）

系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (50Hz, 1.2ZPA)			MAX (100Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	50Hz→100Hzでの 増加値の機能確認 済加速度に対する 比率 ((②-①)/③)	備考
					機能維持 評価用 加速度*1 (①)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用 加速度*1 (②)	機能 確認済 加速度 (③)	裕度			
E22	E22-F001	高圧炉心スプレイ 系ポンプ復水貯蔵 タンク吸込弁	電動 ゲート弁	水平	2.44	6.00	2.46	3.16	6.00	1.90	1.30	12.00%	
					2.44			3.16					
					1.57			1.57					
				鉛直	1.25	6.00	4.80	1.44	6.00	4.17	1.15	3.17%	
					1.25			1.44					
					1.09			1.09					
T46	T46-F003B	非常用ガス処理系 フィルタ装置出口 弁(B)	電動 バタフライ 弁	水平	4.28	6.00	1.40	5.07	6.00	1.18	1.19	13.17%	
					4.28			5.07					
					2.65			2.65					
				鉛直	1.77	6.00	3.38	1.77	6.00	3.38	1.00	0.00%	
					0.92			1.20					
					1.77			1.77					

注記\*1：上段が動的解析結果（50Hz 又は 100Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（50Hz 又は 100Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。配管系が剛な場合は中段の動的解析結果に「－」を記載。

## 2. 評価加速度の増加率の検討

## (1) 高圧炉心スプレイ系ポンプ復水貯蔵タンク吸込弁（E22-F001）

E22-F001 の機能維持評価用加速度算出に用いた解析モデル図を図 1-1～1-2 に、当該弁の構造を図 2 に、当該配管系の主要仕様を表 2 に、各振動モードにおける刺激係数等の整理結果を表 3 に示す。

図 1-2 に示すとおり、当該弁の前後の配管には支持構造物（架構及びスナッパ）が設置されていること、弁頂部にも 2 方向の弁頂部振れ止め用の支持構造物（ロッド）が設置されている。これにより、弁水平方向で高い剛性を有していることから、50Hz 以上の高次のモードで励起することにより、100Hz まで考慮した場合での加速度が増加に至ったものと考えられる。

当該弁が設置された配管系の 50Hz 以上の振動モードのうち、加速度増加に影響を与えたものを図 3-1～3-12 に示す。

## (2) 非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁(B) (T46-F003B)

T46-F003B の機能維持評価用加速度算出に用いた解析モデル図を図 4-1～4-2 に、当該弁の構造を図 5 に、当該配管系の主要仕様を表 4 に、各振動モードにおける刺激係数等の整理結果を表 5 に示す。

図 4-2 に示すとおり、当該弁の前後の配管には支持構造物（架構）が設置されている。また、図 5 に示すとおり、当該弁はバタフライ弁でヨーク部が短く、駆動部が振れにくい構造となっている。これにより、弁水平方向は高い剛性を有していることから、50Hz 以上の高次のモードで励起することにより、100Hz まで考慮した場合での加速度が増加に至ったものと考えられる。

当該弁が設置された配管系の 50Hz 以上の振動モードのうち、加速度増加に影響を与えたものを図 6-1～6-31 に示す。

## 3. まとめ

動的機能維持評価において、50Hz まで考慮した場合の加速度に増加が確認された弁について、その増加に至った要因を検討した。加速度に有意な増加が確認された E22-F001 及び T46-F003B では、弁近傍に加速度増加に至った方向（弁水平方向）と同方向に支持構造物を有している。

このため、応答が増幅する方向で高い剛性を有していることにより、考慮する振動数を 50Hz から 100Hz に変更することで加速度増加に至ったものと考えられる。

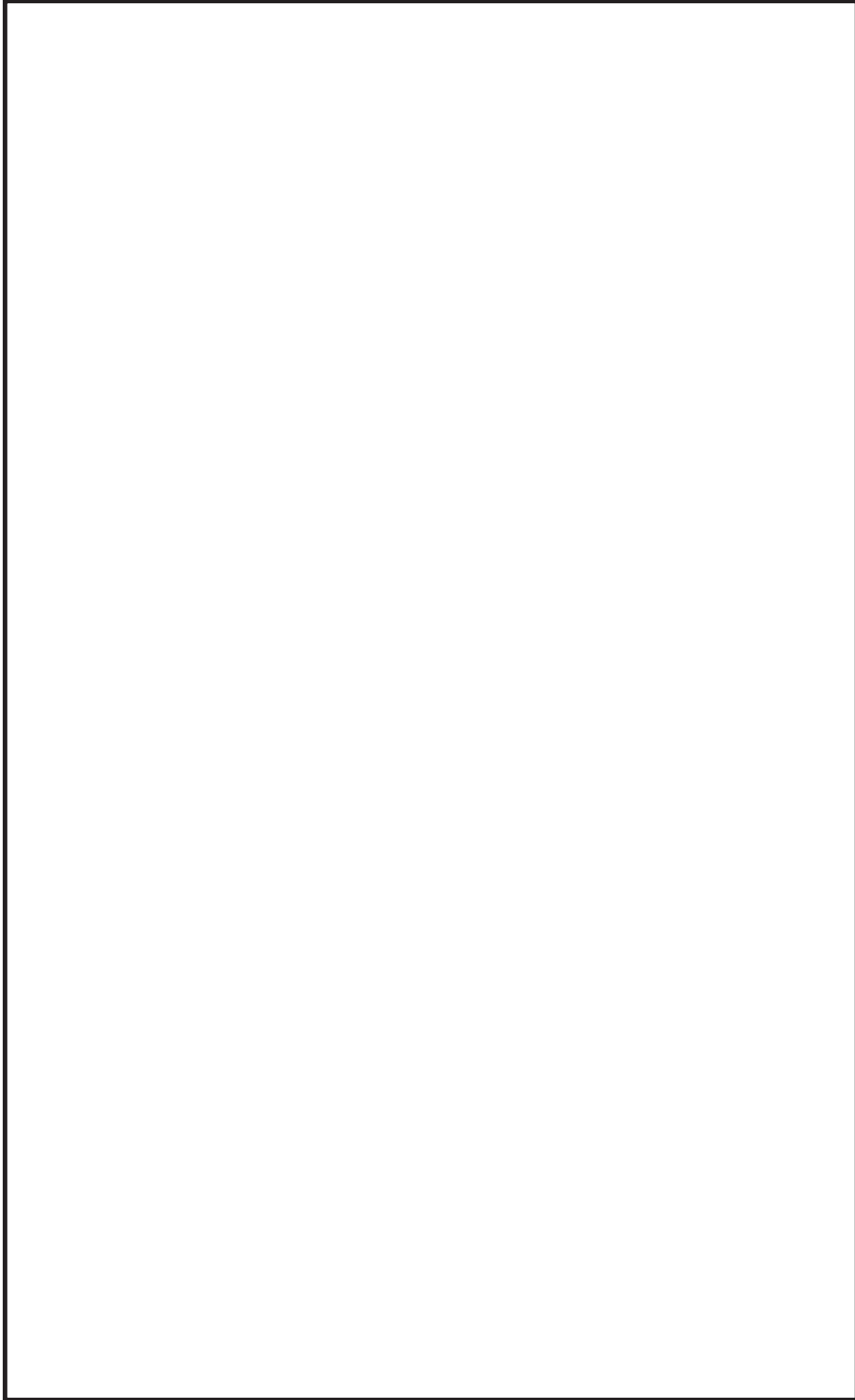


図 1-1 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の配管モデル全体図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

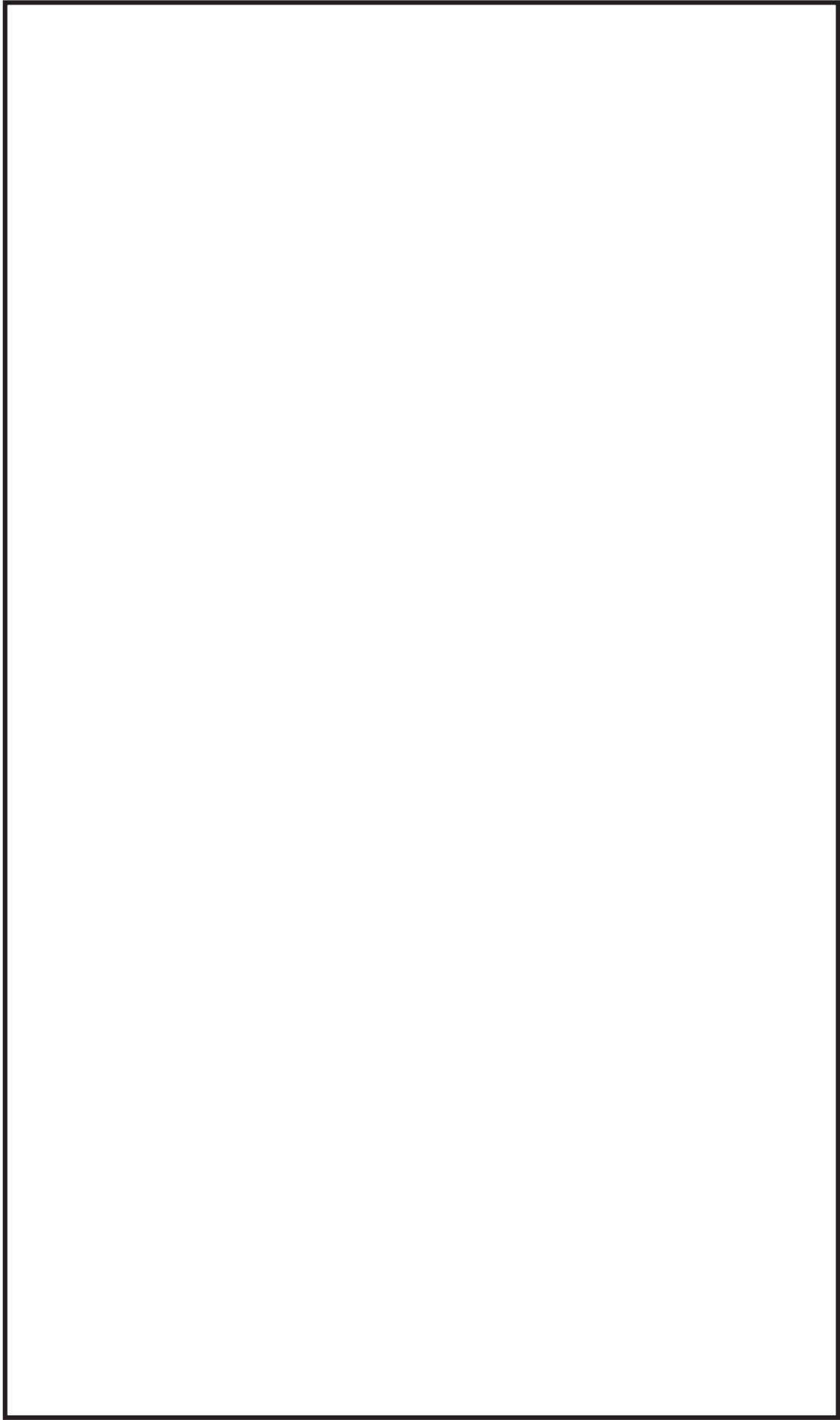


図 1-2 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の配管モデル部分図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



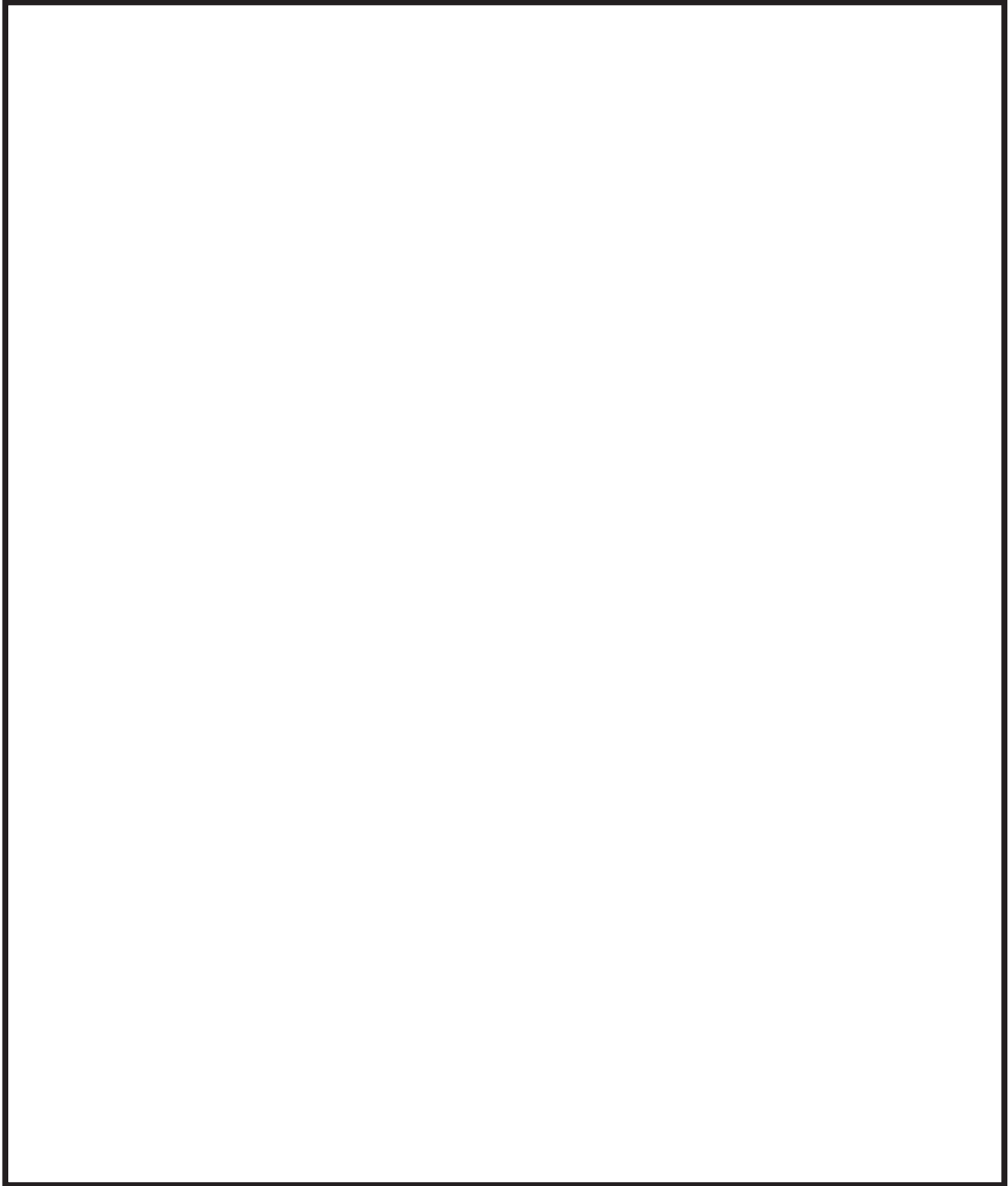


図 2 高圧炉心スプレイ系弁 (E22-F001) 構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2 高圧炉心スプレイ系配管及び主要弁の諸元

項目	主要仕様
最高使用圧力* (MPa)	1.37
最高使用温度* (°C)	100
外径* (mm)	406.4
厚さ* (mm)	9.5
配管材料*	SGV410
弁箱材質	SCPH2

※当該弁取付部廻りの仕様を記載

表 3 高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の刺激係数及び設計震度 (1/3)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X方向	Y方向	Z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								
9次								
10次								
11次								
12次								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								

表 3 高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の刺激係数及び設計震度 (2/3)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X 方向	Y 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
24 次								
25 次								
26 次								
27 次								
28 次								
29 次								
30 次								
31 次								
32 次								
33 次								
34 次								
35 次								
36 次								
37 次								
38 次								
39 次								
40 次								
41 次								
42 次								
43 次								
44 次								
45 次								
46 次								
47 次								
48 次								
49 次								
50 次								
51 次								
52 次								
53 次								
54 次								
55 次								
56 次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3 高圧炉心スプレイ系配管（HPCS-002）の刺激係数及び設計震度（3/3）

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X 方向	Y 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
57 次								
58 次								
59 次								
60 次								
61 次								
62 次								
63 次								
64 次								
65 次								
66 次								
67 次								
68 次								
69 次								
70 次								
71 次								
72 次								
73 次								
74 次								
75 次								
76 次								
77 次								
78 次								
79 次								
80 次								
81 次								
82 次								
83 次								
84 次								
85 次								
86 次								
87 次								
88 次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

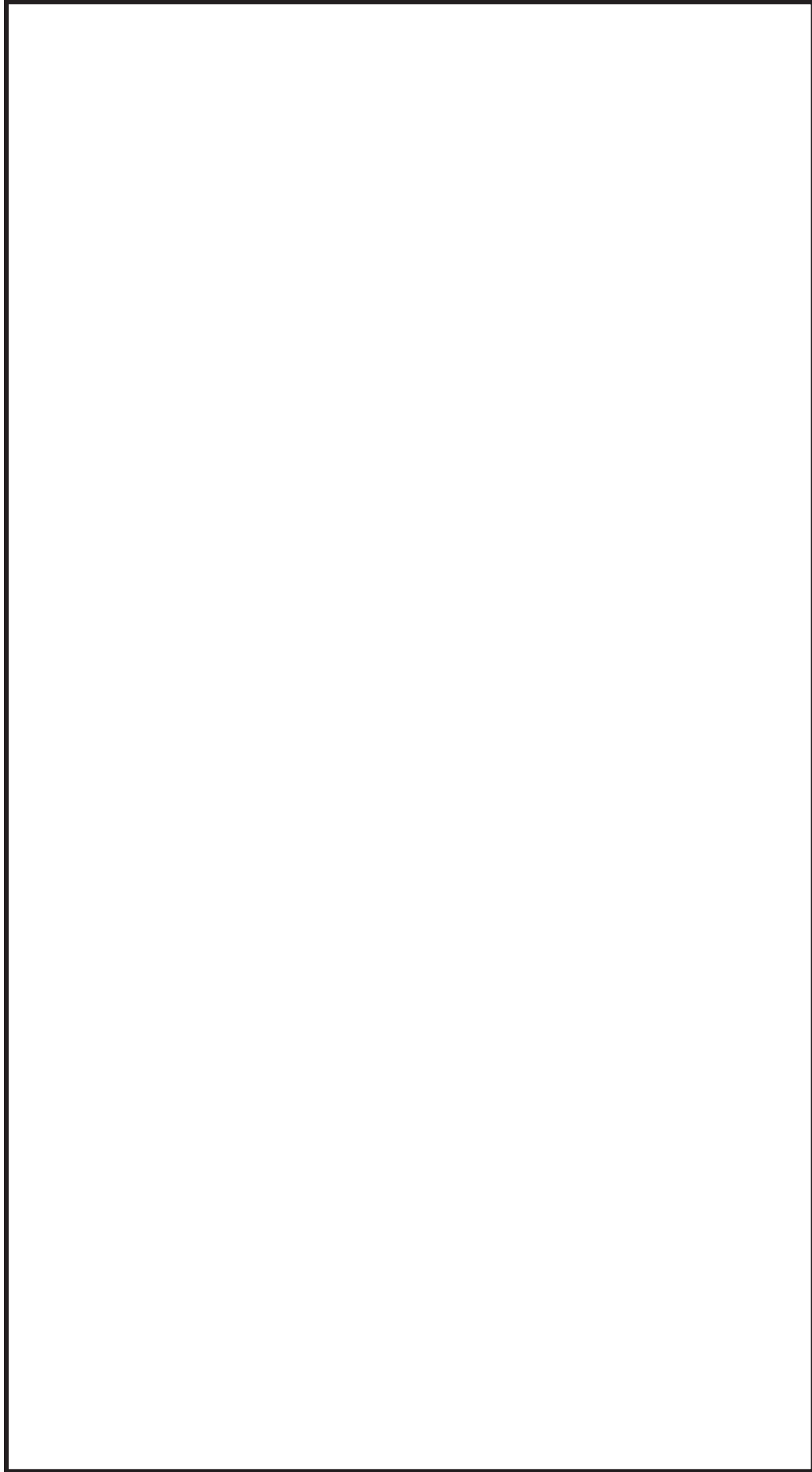


図 3-1 高压炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

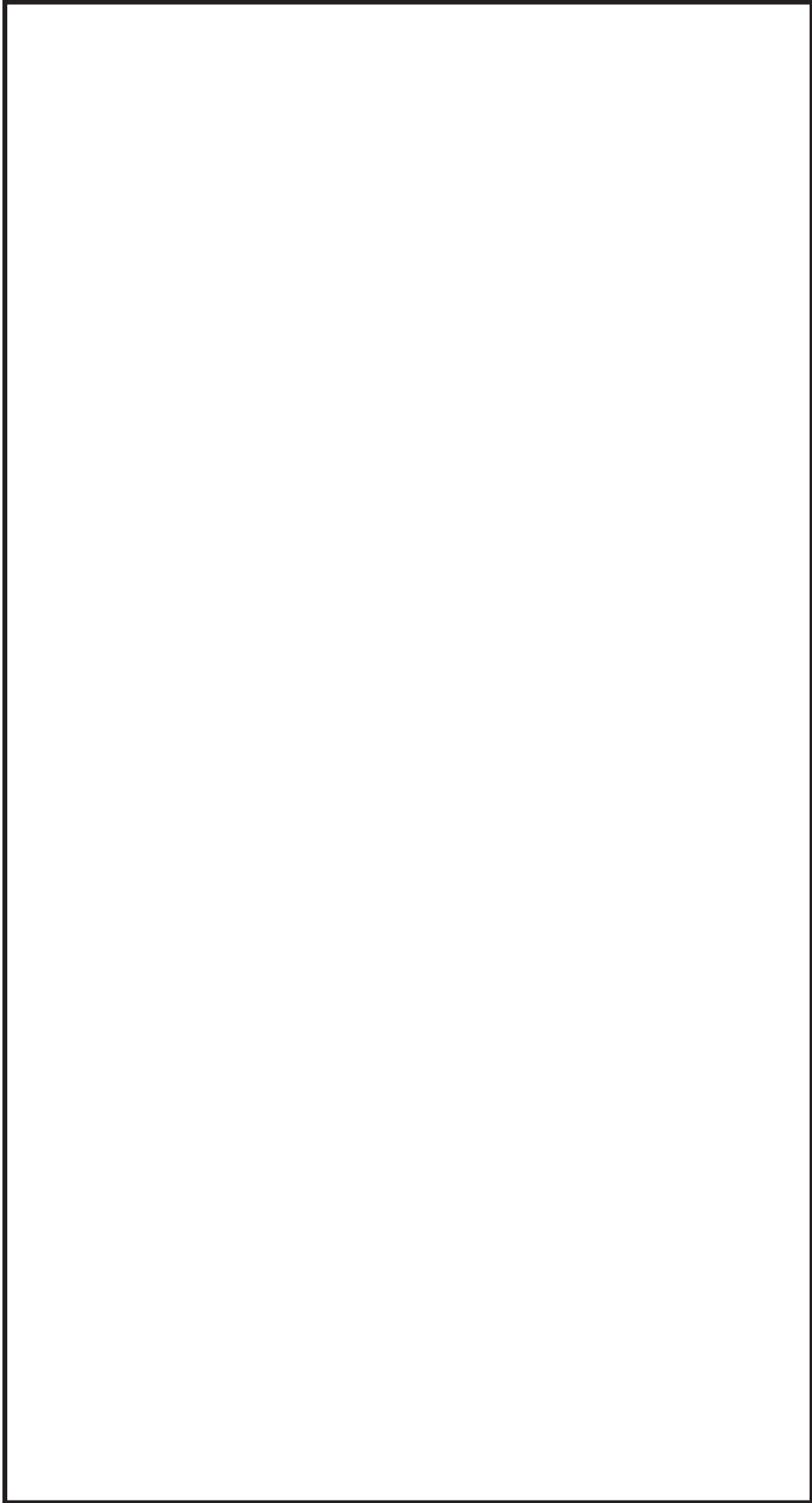


図 3-2 高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

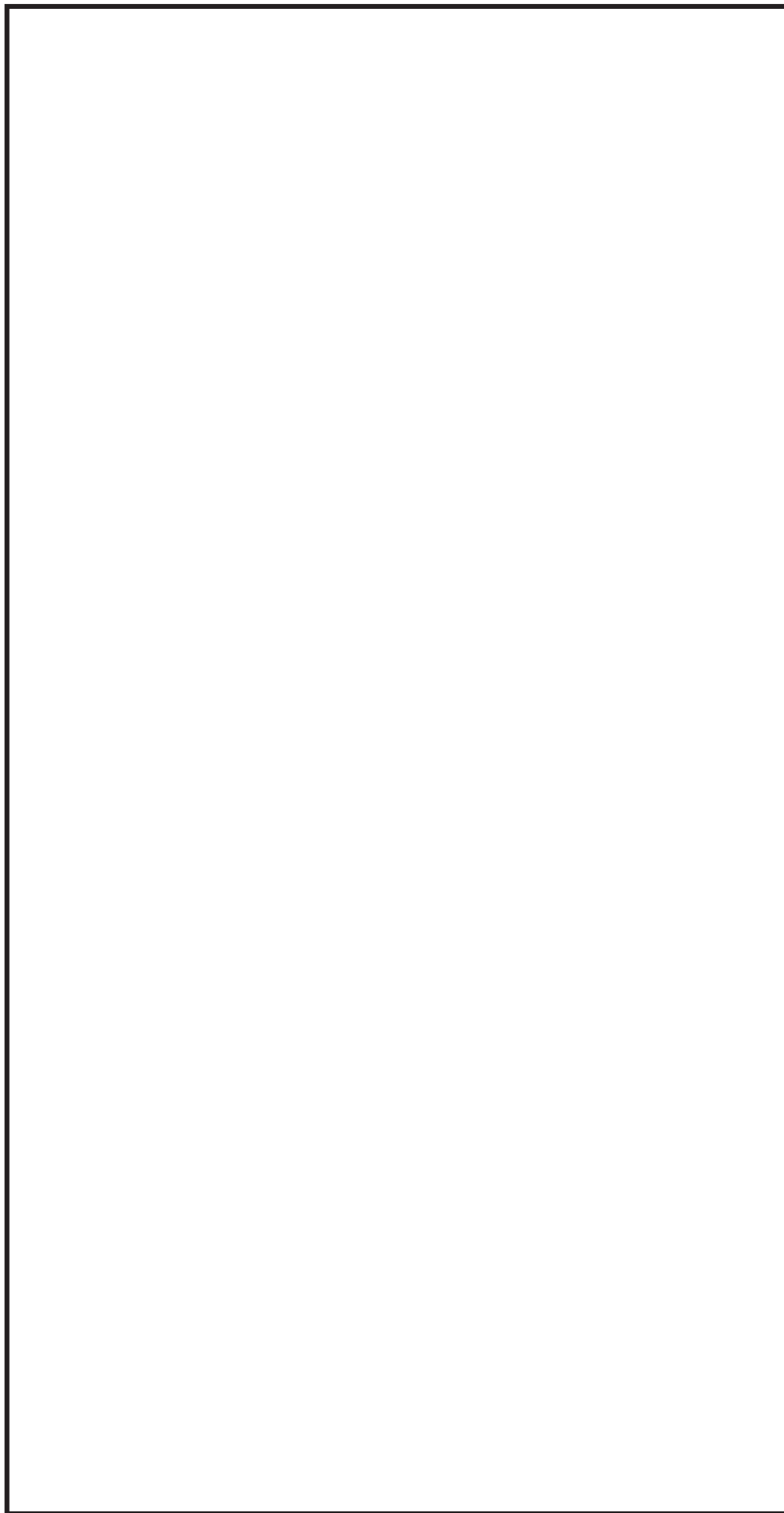


図 3-3 高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

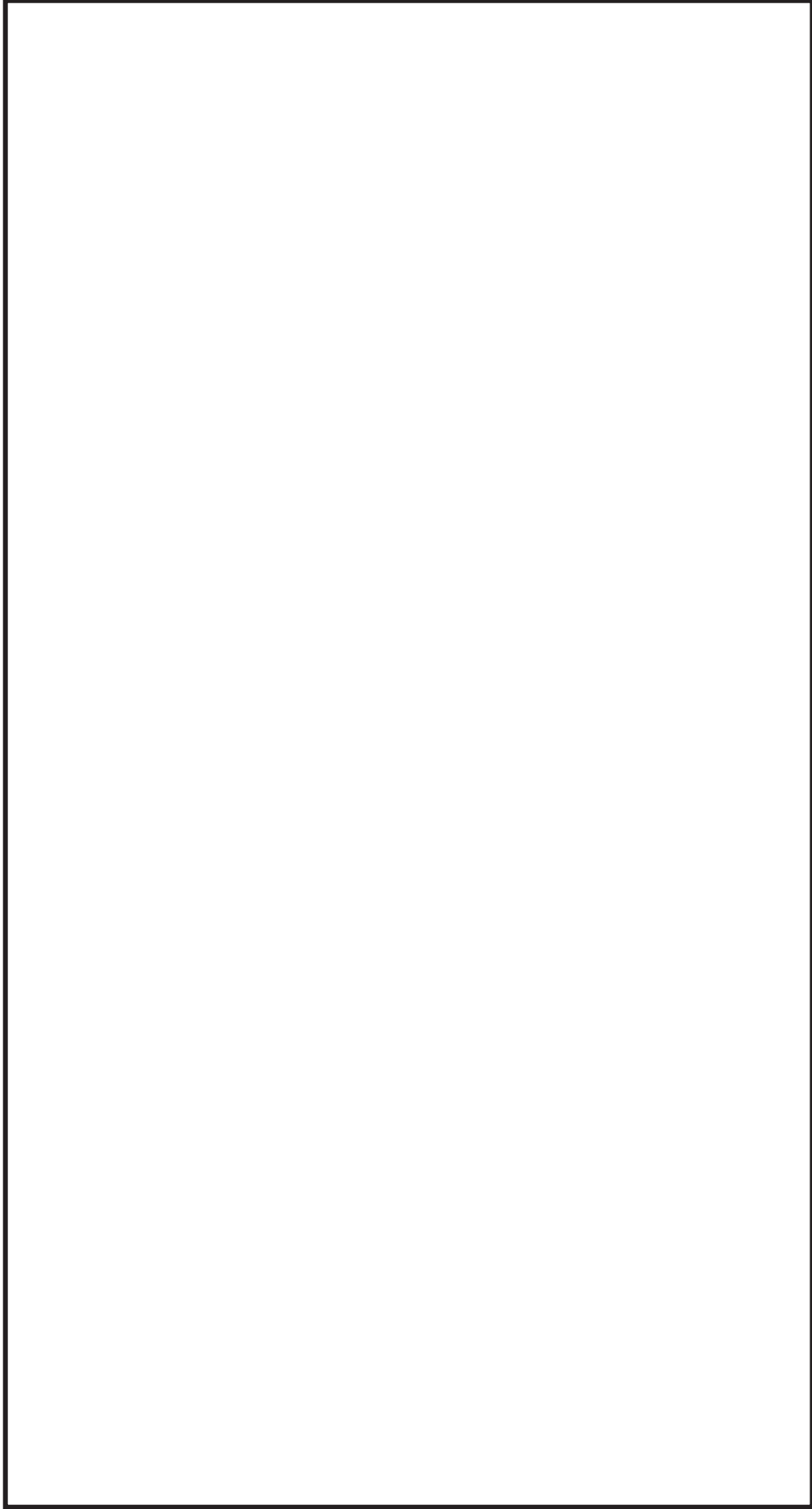


図 3-4 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



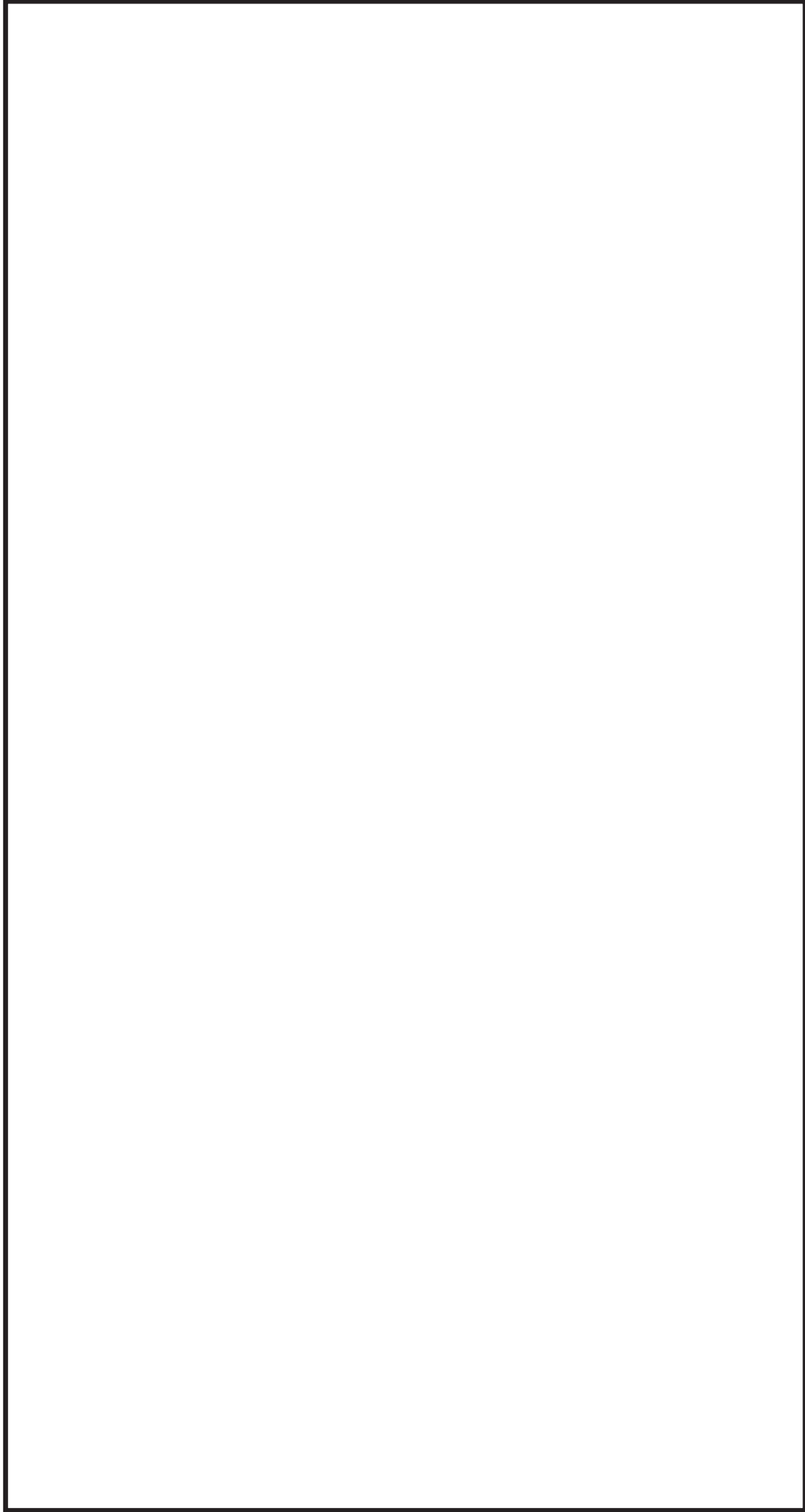


図 3-5 高压炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

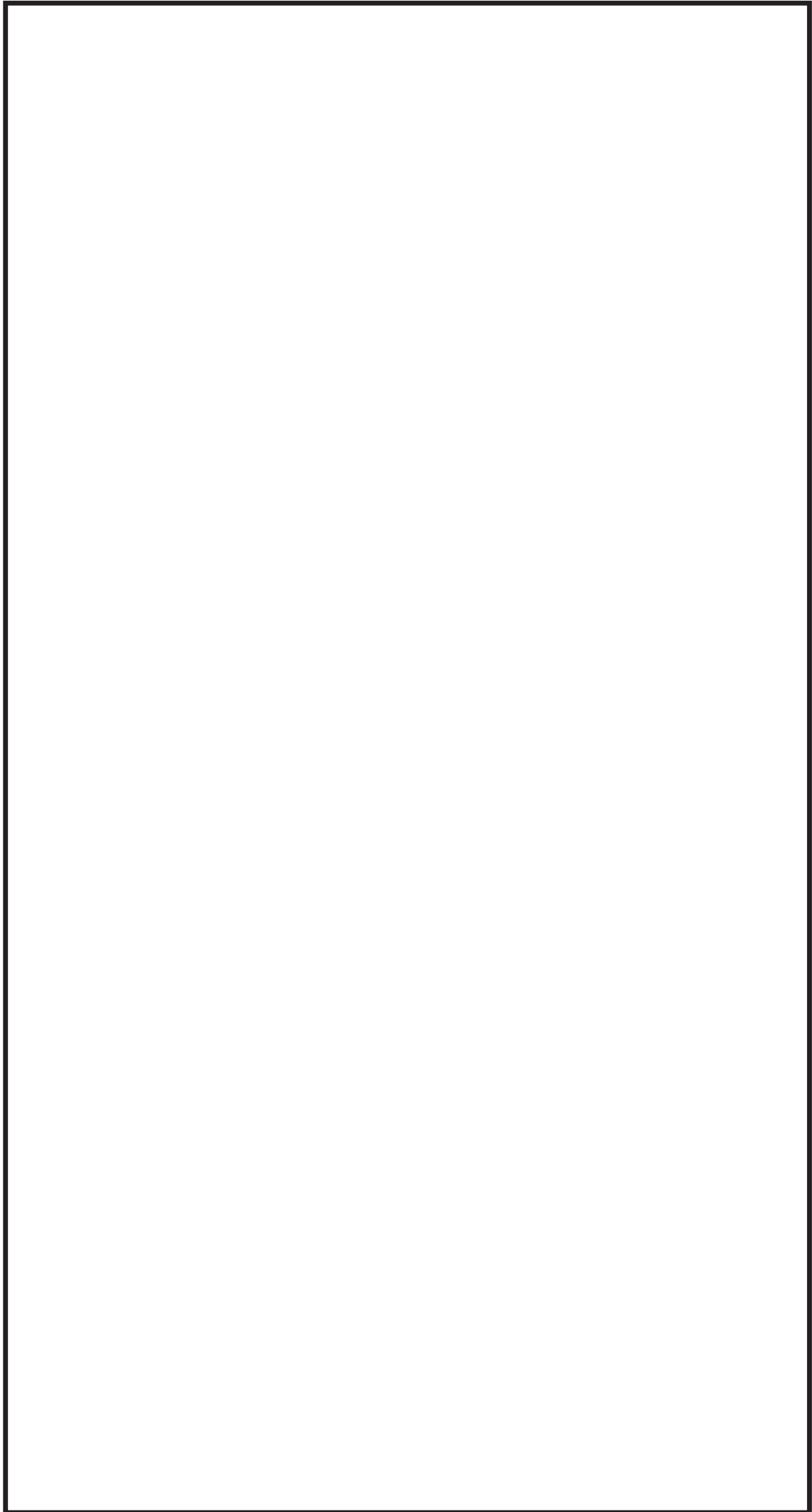


図 3-6 高压炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

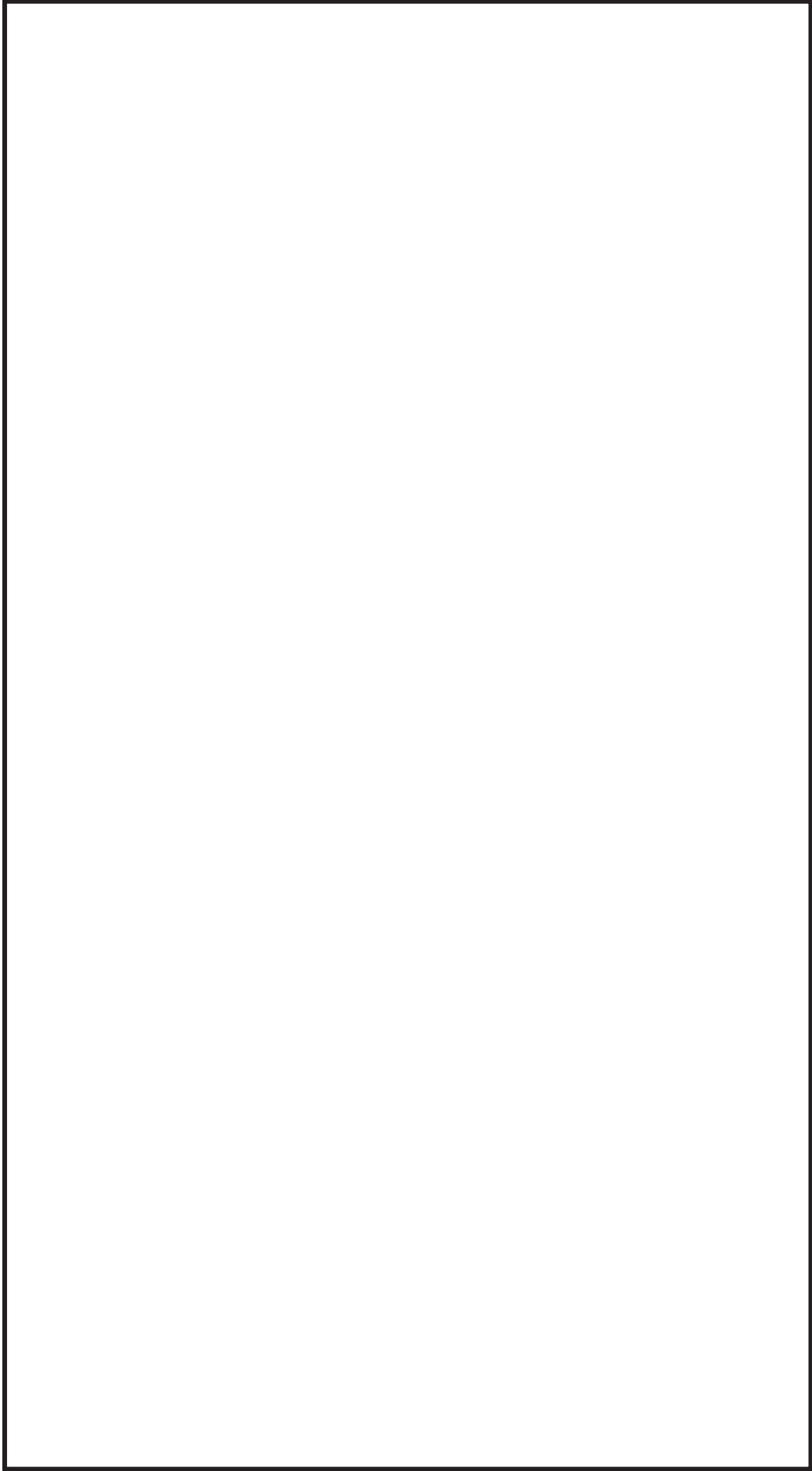


図 3-7 高压炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

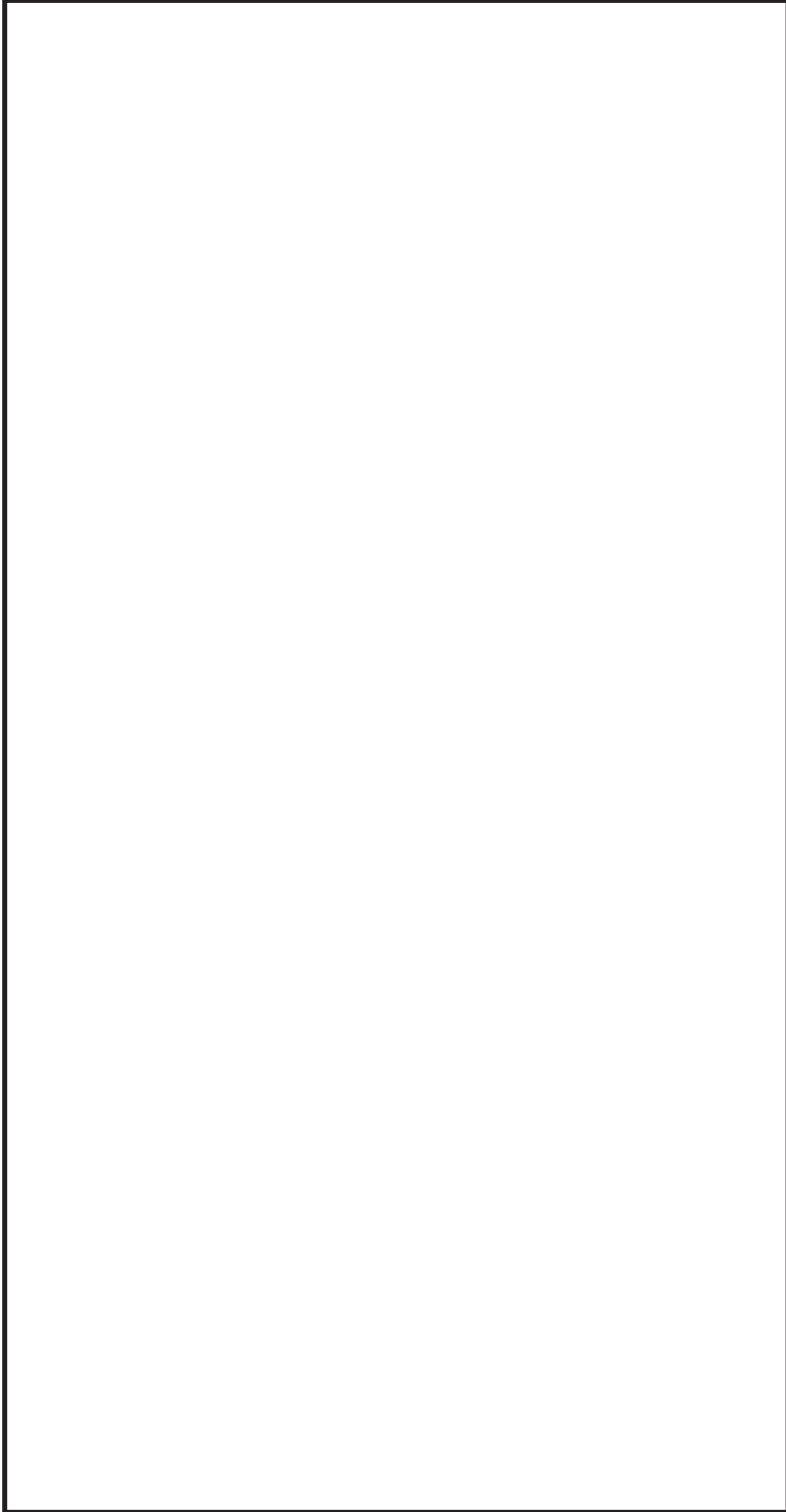


図 3-8 高压炉心スプレイ系配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

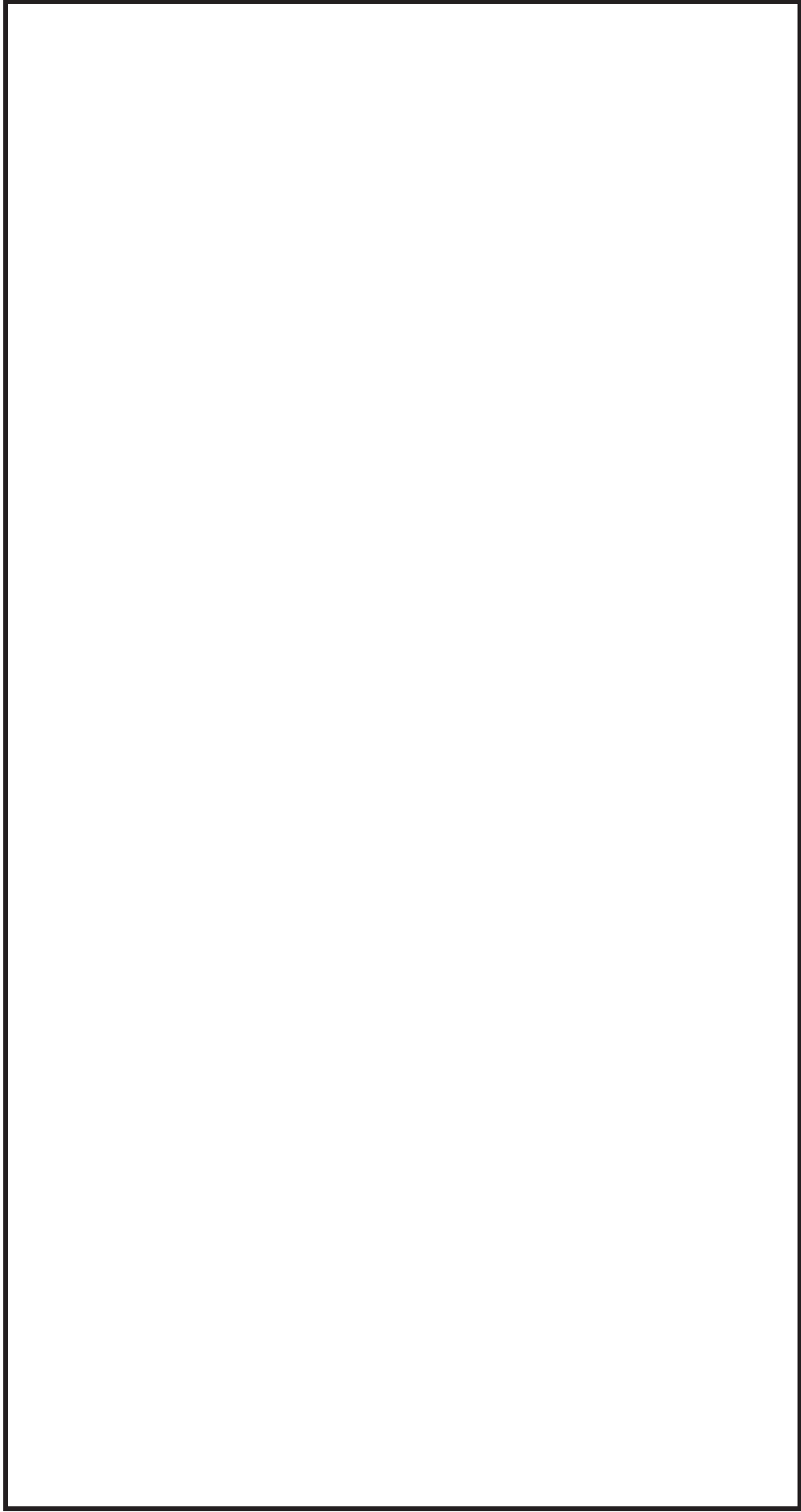


図 3-9 高压炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

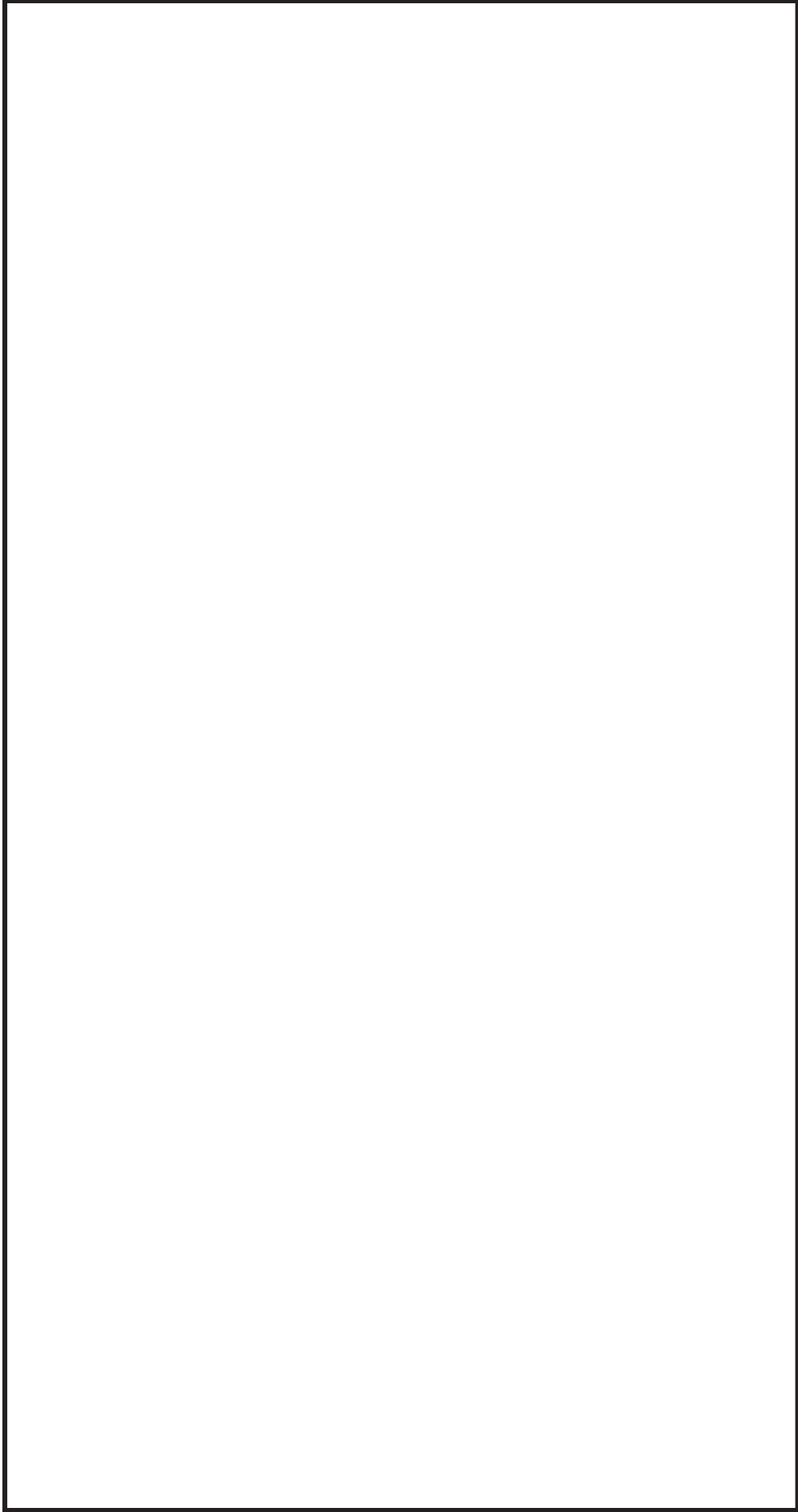


図 3-10 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

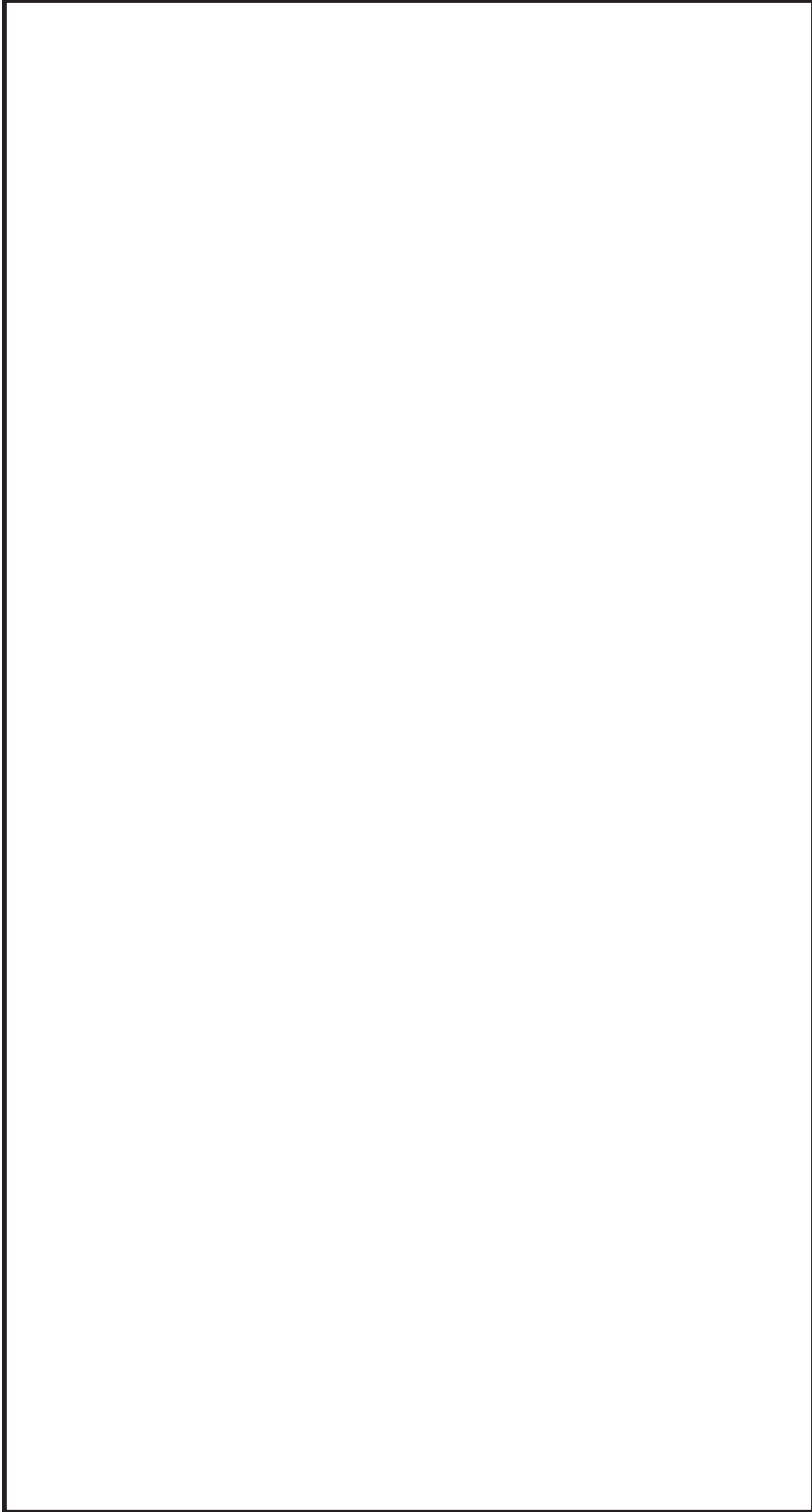


図 3-11 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

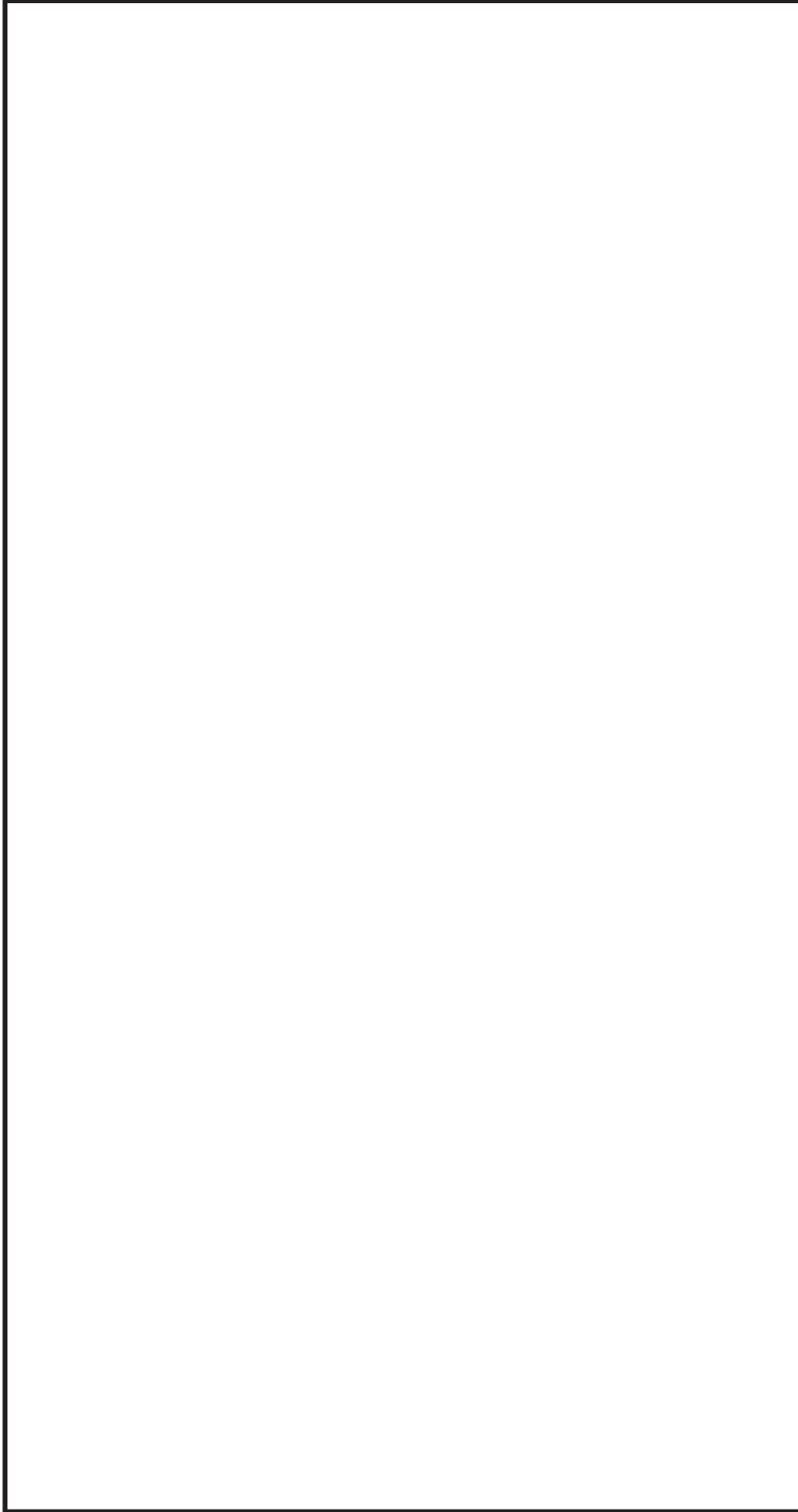


図 3-12 高圧炉心スプレイス配管 (HPCS-002) の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



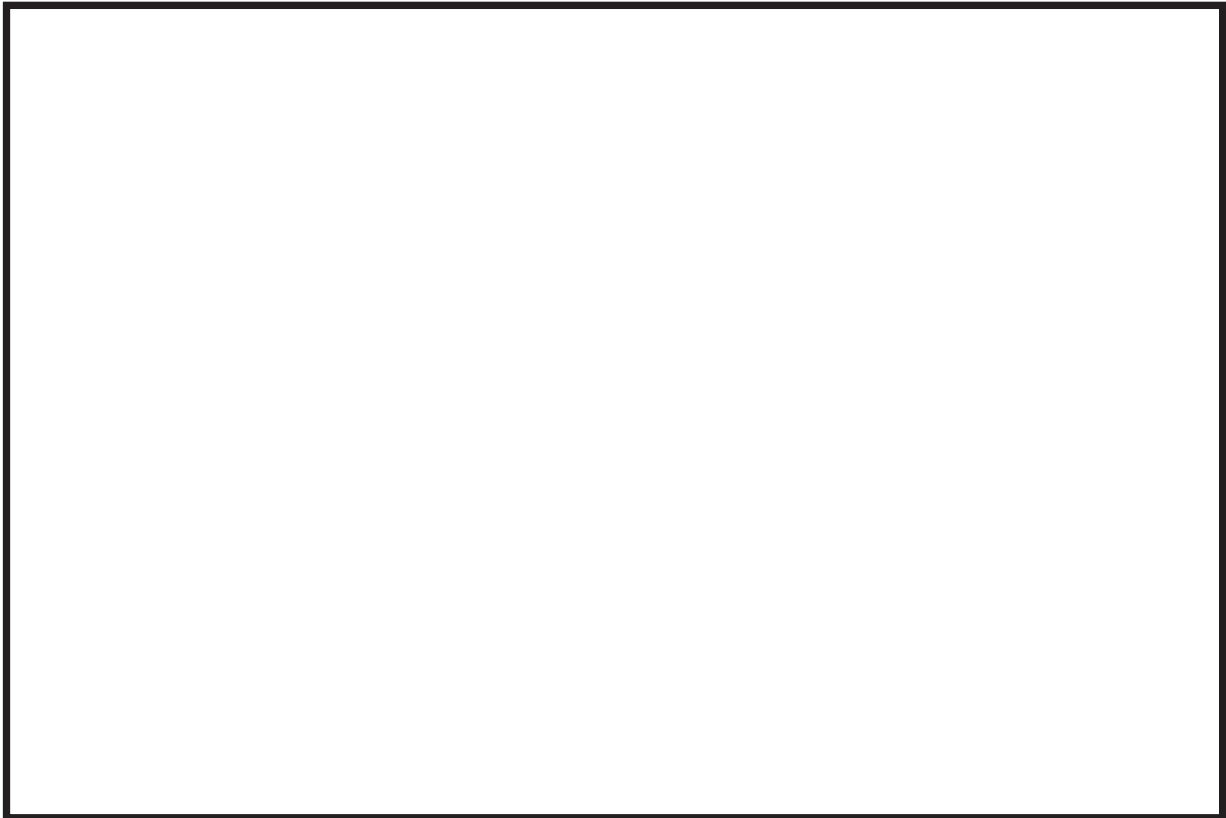


図 4-1 非常用ガス処理系配管（AC-002）\*の配管モデル全体図

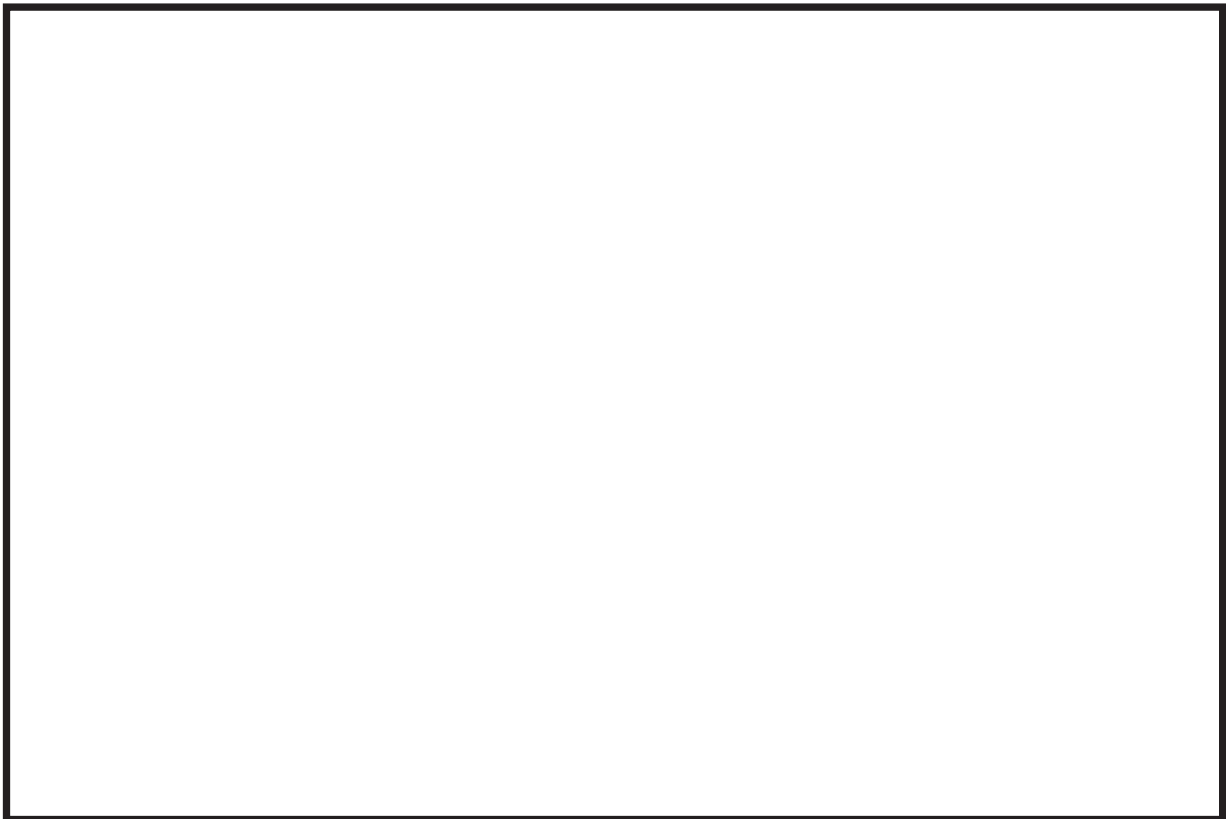


図 4-2 非常用ガス処理系配管（AC-002）の配管モデル部分図

注記\*：配管モデル内に原子炉格納容器調気系配管も含むため、モデル番号は格納容器調気系の番号（AC-002）となっている。以降も同様。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

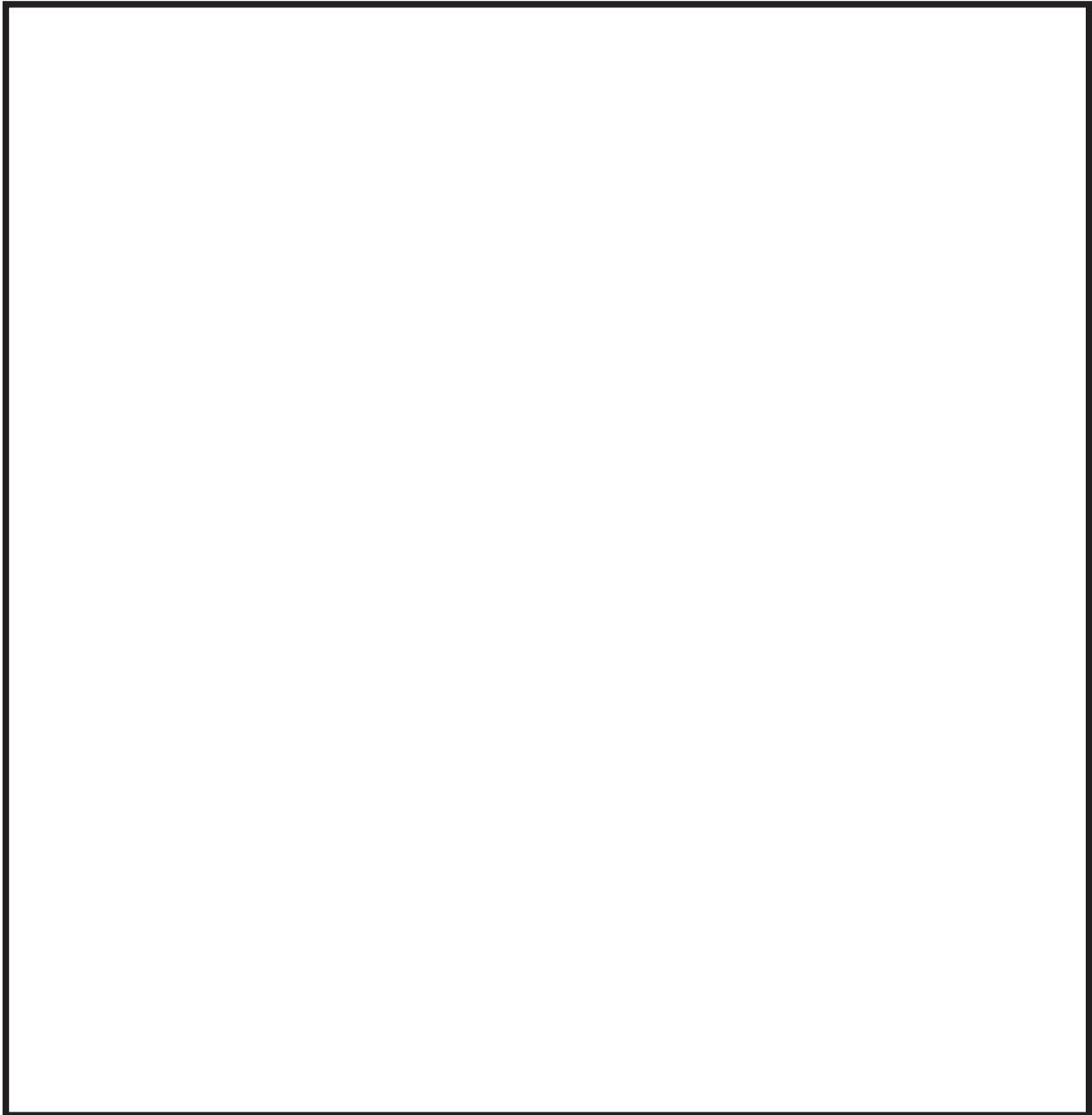


図 5 非常用ガス処理系弁 (T46-F003B) 構造図

表 4 非常用ガス処理系配管及び主要弁の諸元

項目	主要仕様
最高使用圧力※ (kPa)	13.7
最高使用温度※ (°C)	100
外径※ (mm)	318.5
厚さ※ (mm)	10.3
配管材料※	STS410
弁箱材質	SCPH2

※当該弁取付部廻りの仕様を記載

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5 非常用ガス処理系配管（AC-002）の刺激係数及び設計震度（1/5）

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X方向	Y方向	Z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								
9次								
10次								
11次								
12次								
13次								
14次								
15次								
16次								
17次								
18次								
19次								
20次								
21次								
22次								
23次								
24次								
25次								
26次								
27次								
28次								
29次								
30次								
31次								
32次								
33次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5 非常用ガス処理系配管 (AC-002) の刺激係数及び設計震度 (2/5)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X 方向	Y 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
34 次								
35 次								
36 次								
37 次								
38 次								
39 次								
40 次								
41 次								
42 次								
43 次								
44 次								
45 次								
46 次								
47 次								
48 次								
49 次								
50 次								
51 次								
52 次								
53 次								
54 次								
55 次								
56 次								
57 次								
58 次								
59 次								
60 次								
61 次								
62 次								
63 次								
64 次								
65 次								
66 次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5 非常用ガス処理系配管 (AC-002) の刺激係数及び設計震度 (3/5)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X 方向	Y 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
67 次								
68 次								
69 次								
70 次								
71 次								
72 次								
73 次								
74 次								
75 次								
76 次								
77 次								
78 次								
79 次								
80 次								
81 次								
82 次								
83 次								
84 次								
85 次								
86 次								
87 次								
88 次								
89 次								
90 次								
91 次								
92 次								
93 次								
94 次								
95 次								
96 次								
97 次								
98 次								
99 次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5 非常用ガス処理系配管（AC-002）の刺激係数及び設計震度（4/5）

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X方向	Y方向	Z方向	X方向	Z方向	Y方向
100次								
101次								
102次								
103次								
104次								
105次								
106次								
107次								
108次								
109次								
110次								
111次								
112次								
113次								
114次								
115次								
116次								
117次								
118次								
119次								
120次								
121次								
122次								
123次								
124次								
125次								
126次								
127次								
128次								
129次								
130次								
131次								
132次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5 非常用ガス処理系配管 (AC-002) の刺激係数及び設計震度 (5/5)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X 方向	Y 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
133 次								
134 次								
135 次								
136 次								
137 次								
138 次								
139 次								
140 次								
141 次								
142 次								
143 次								
144 次								
145 次								
146 次								
147 次								
148 次								
149 次								
150 次								
151 次								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

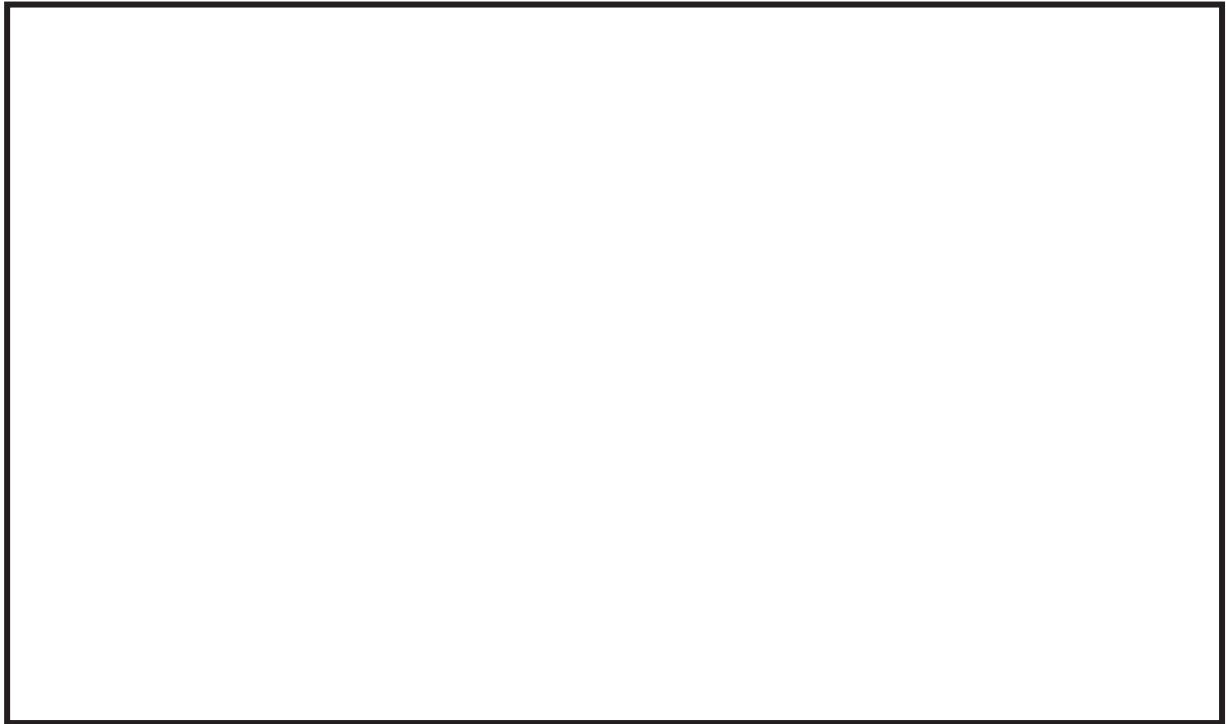


図 6-1 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

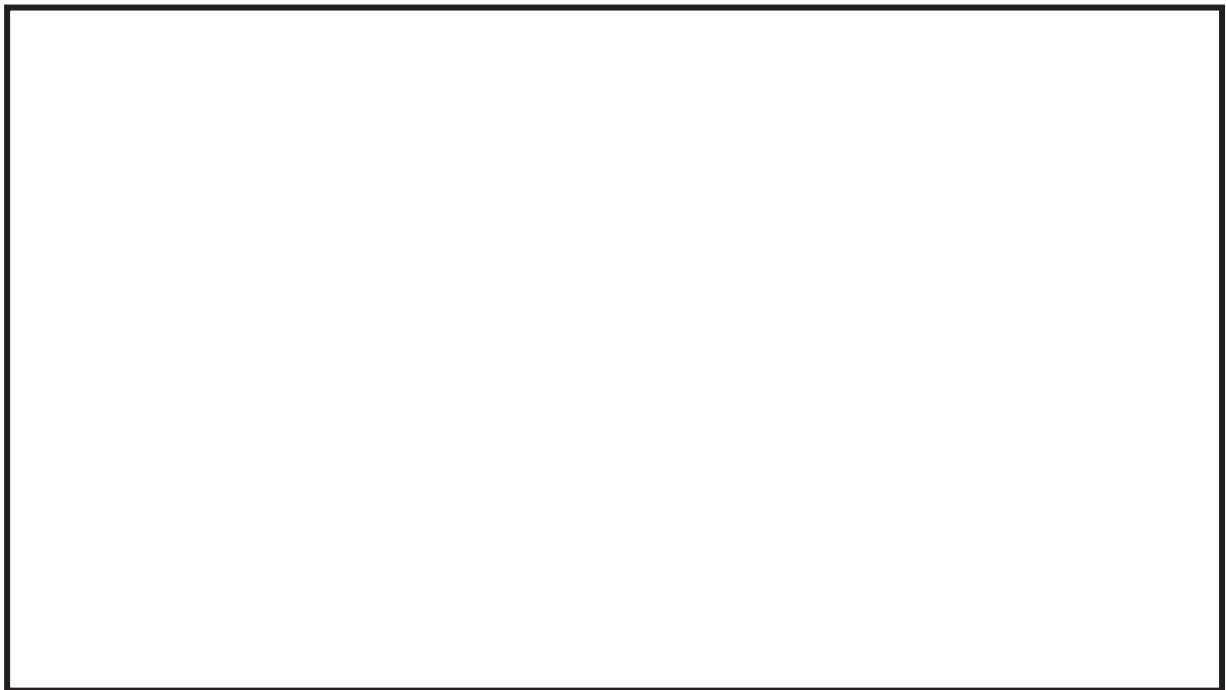


図 6-2 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



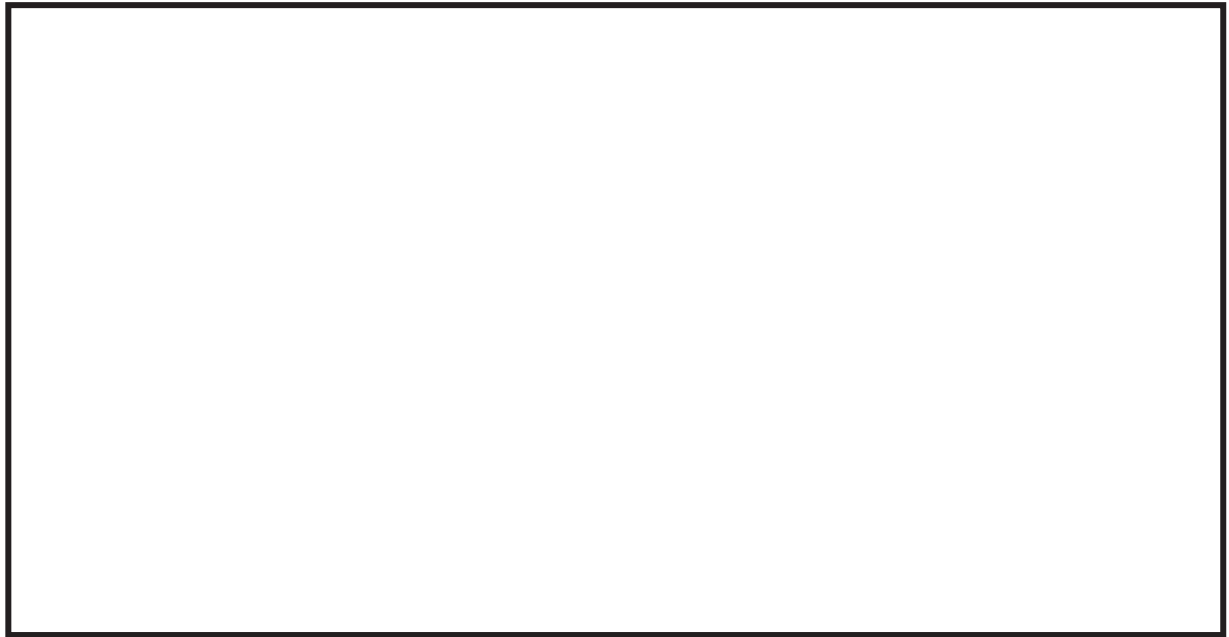


図 6-3 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

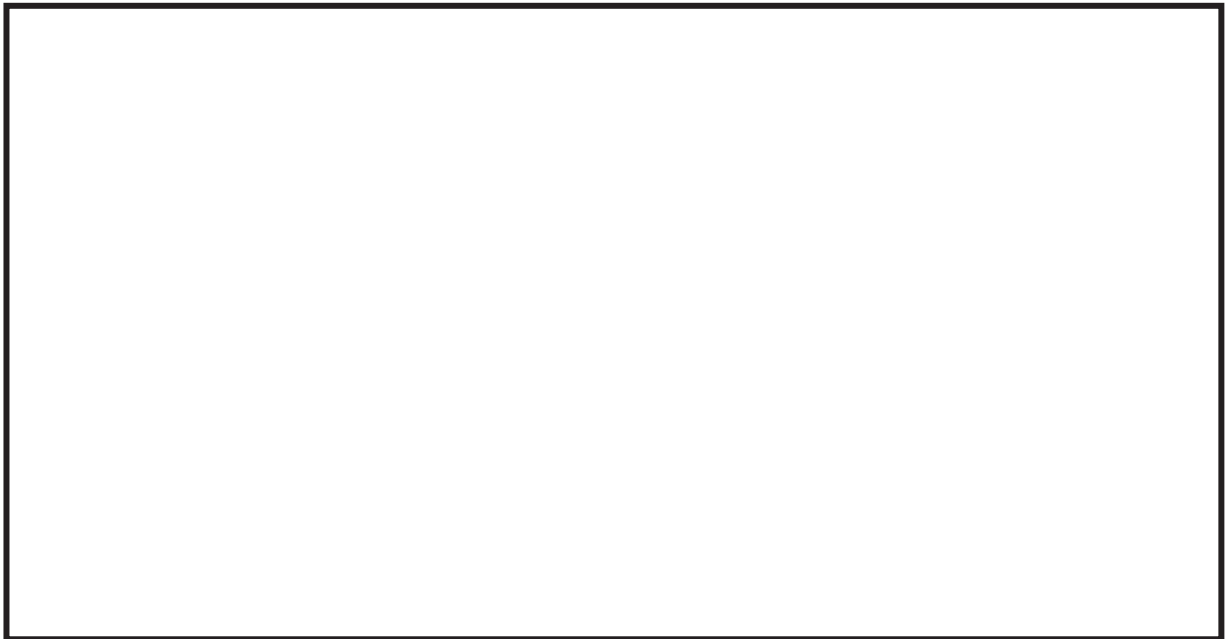


図 6-4 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

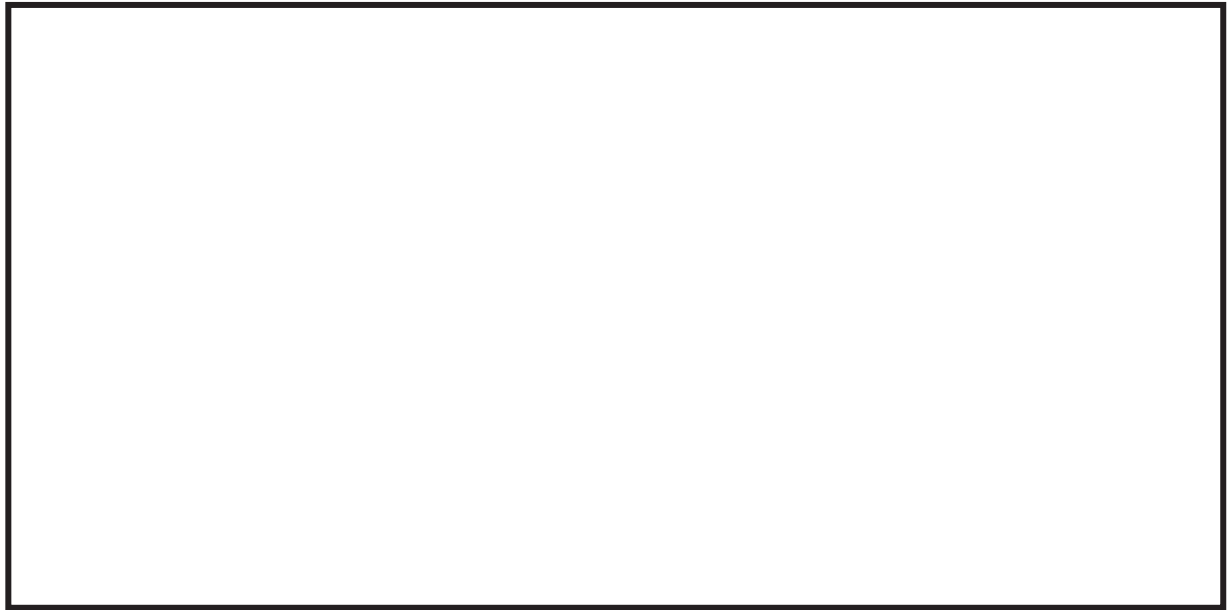


図 6-5 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

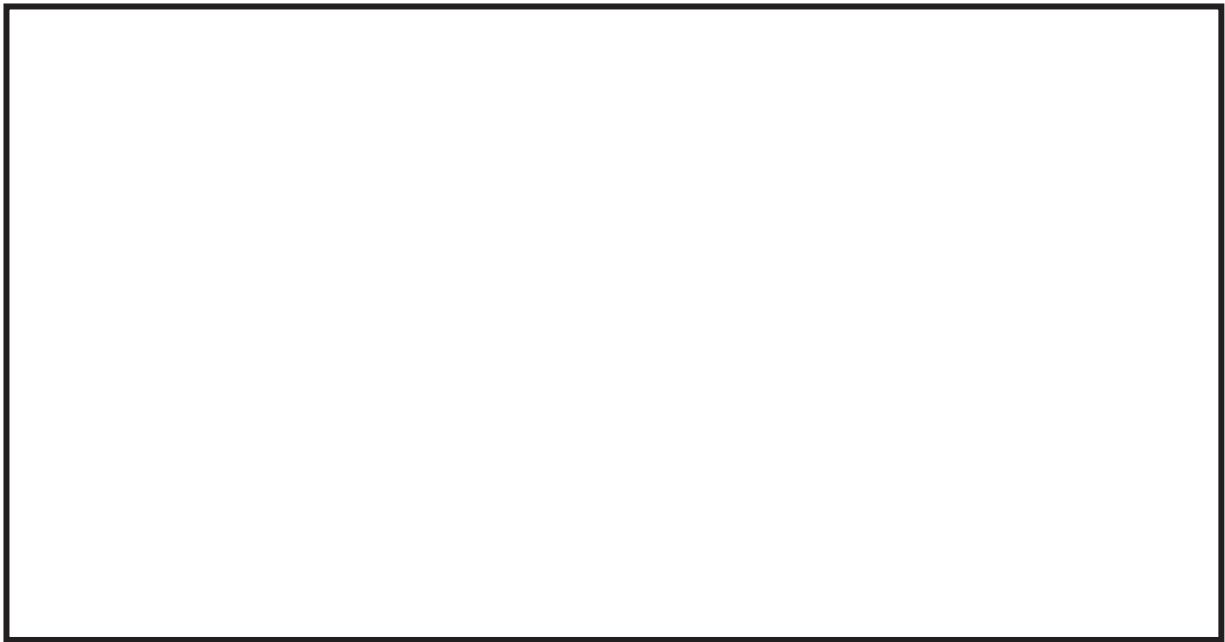


図 6-6 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

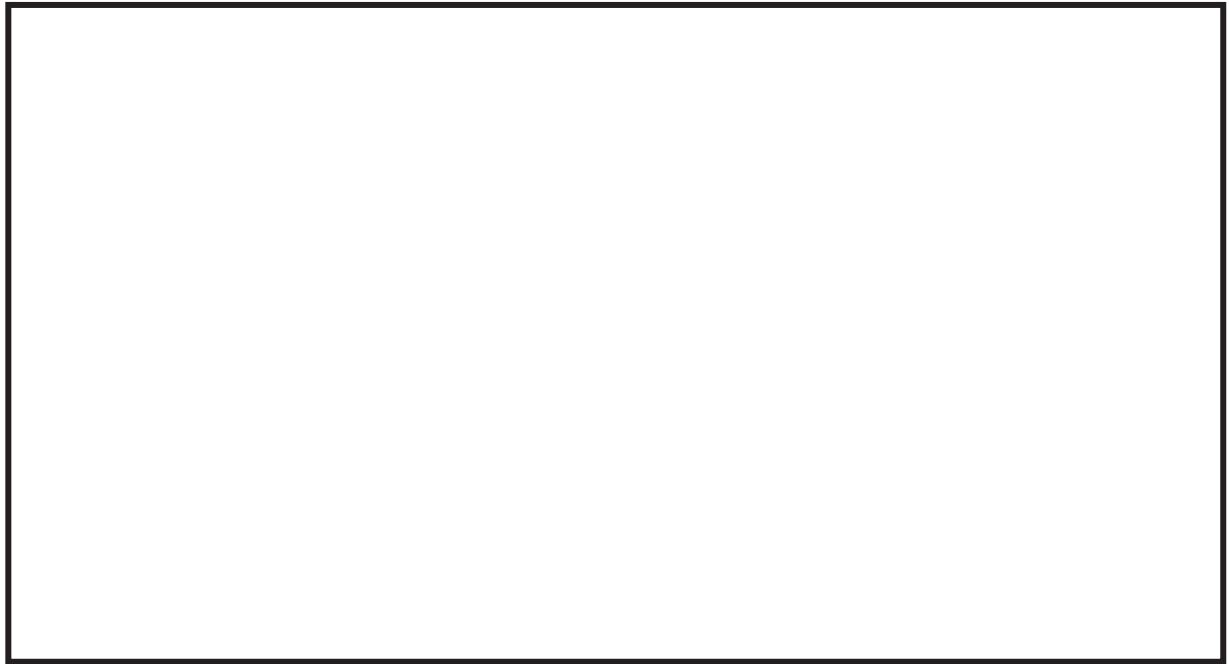


図 6-7 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図



図 6-8 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

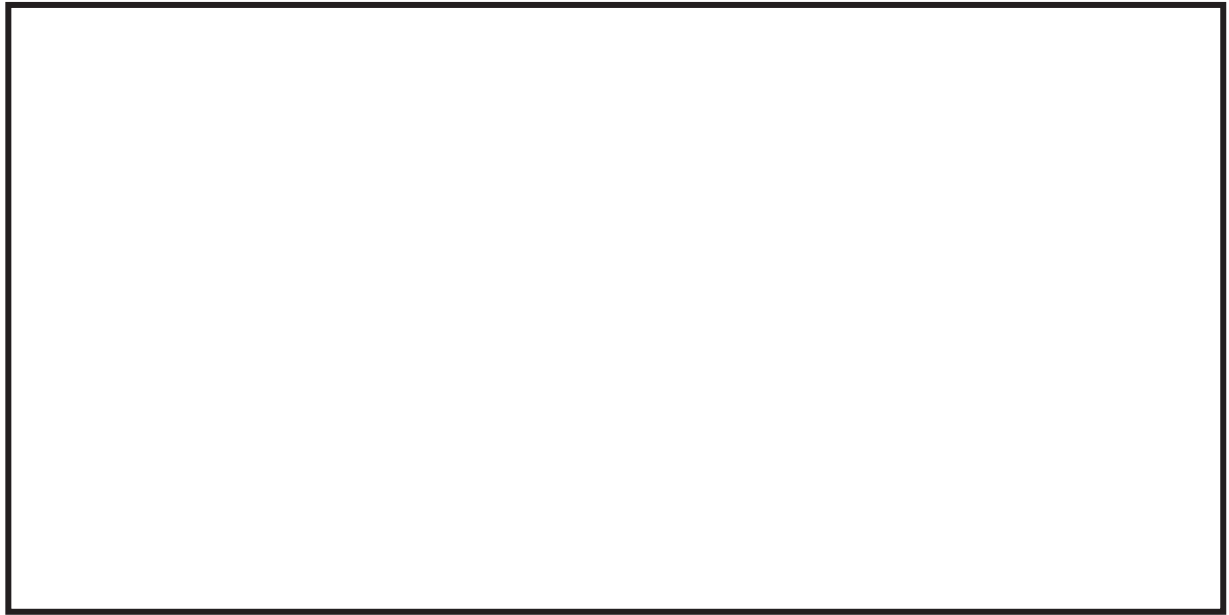


図 6-9 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

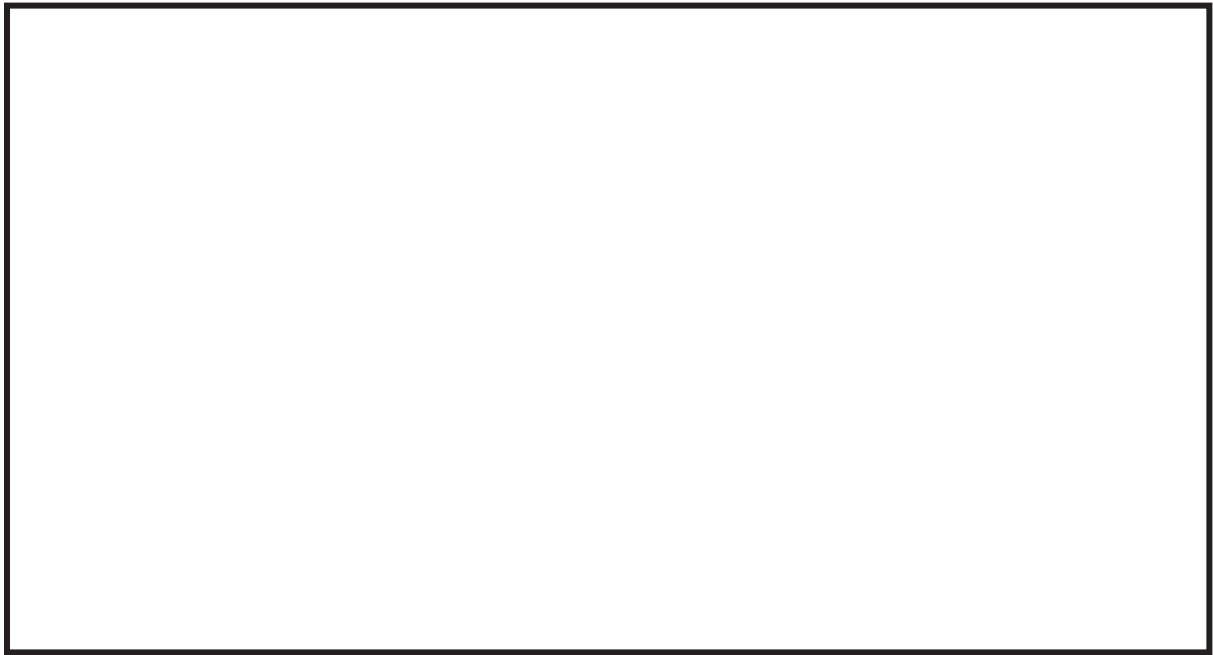


図 6-10 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-11 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

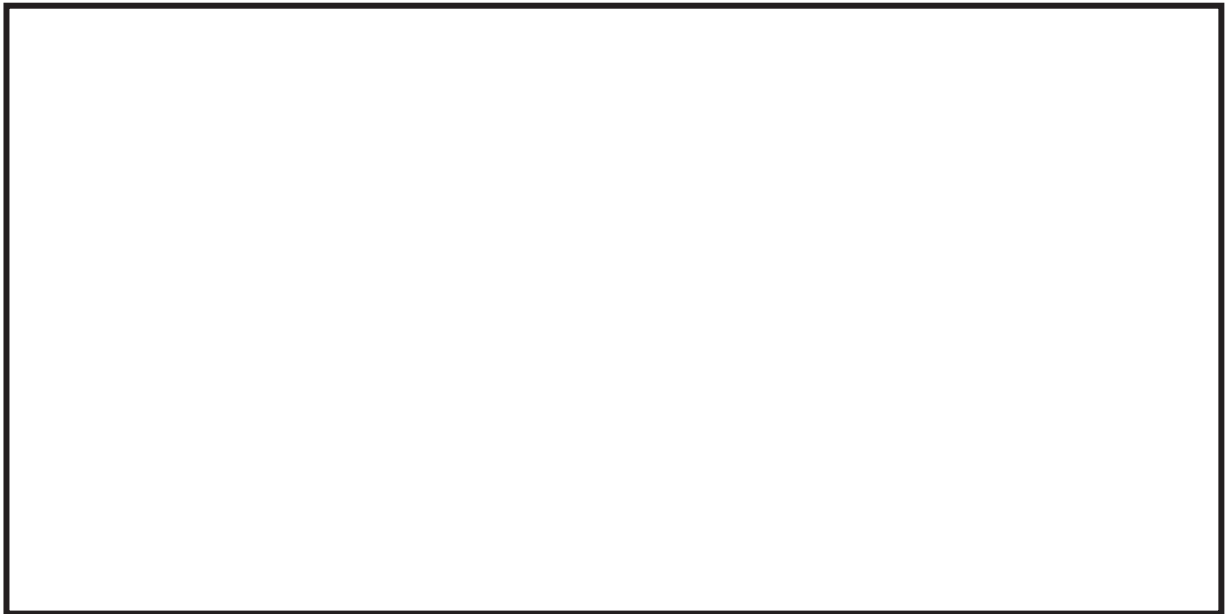


図 6-12 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-13 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

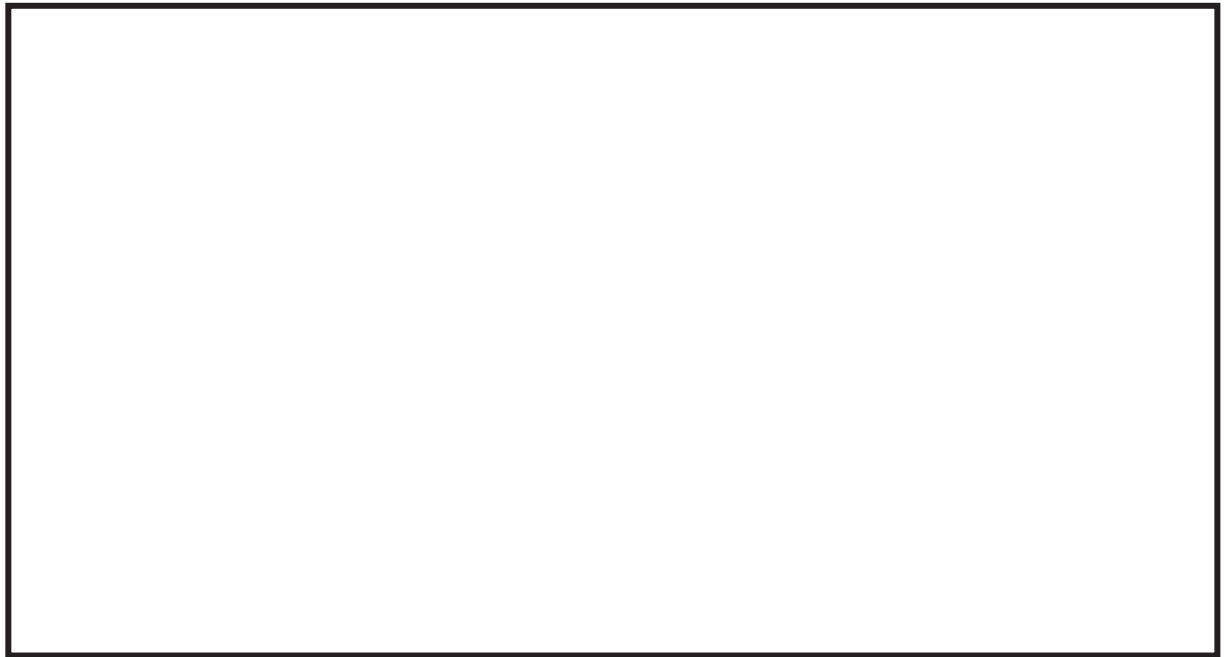


図 6-14 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-15 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図



図 6-16 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-17 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図



図 6-18 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



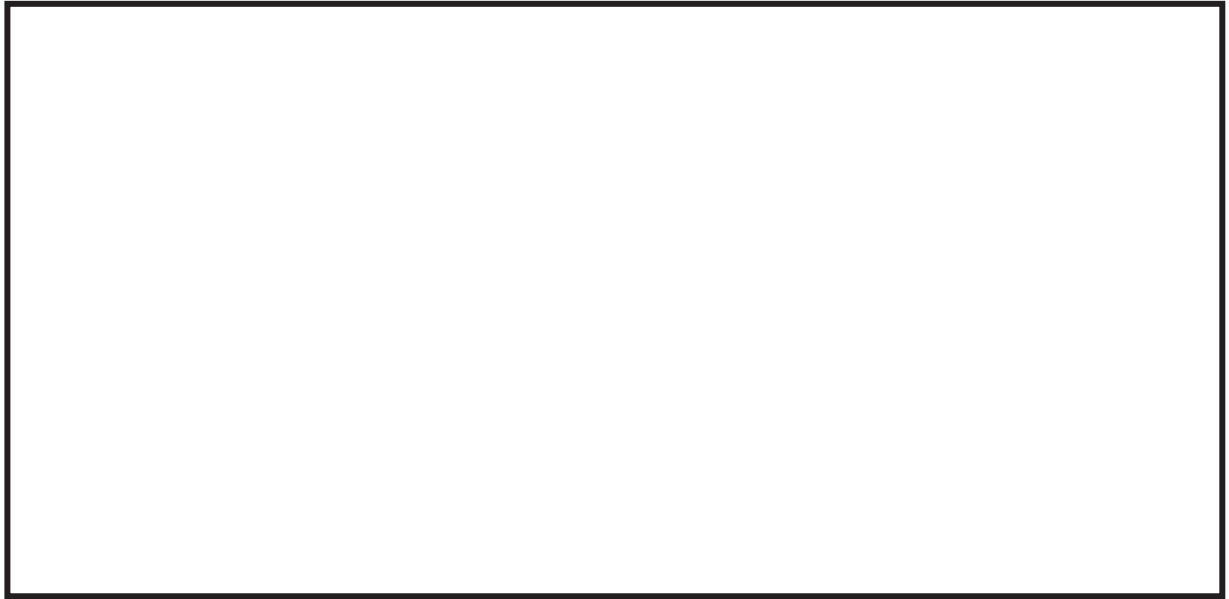


図 6-19 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図



図 6-20 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-21 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図



図 6-22 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-23 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

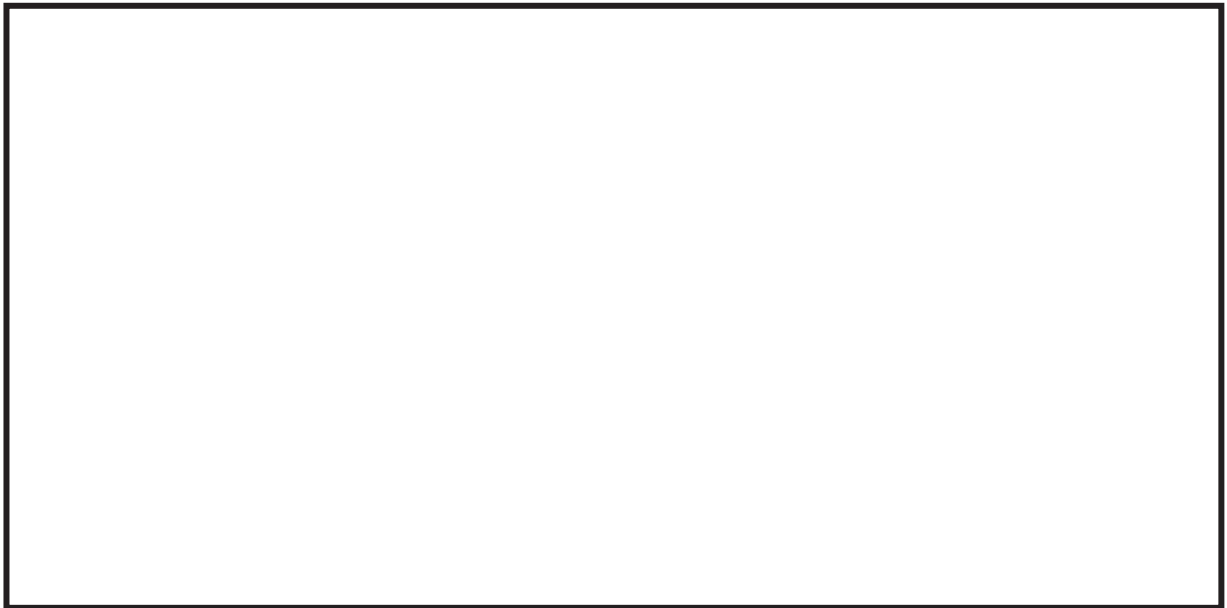


図 6-24 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

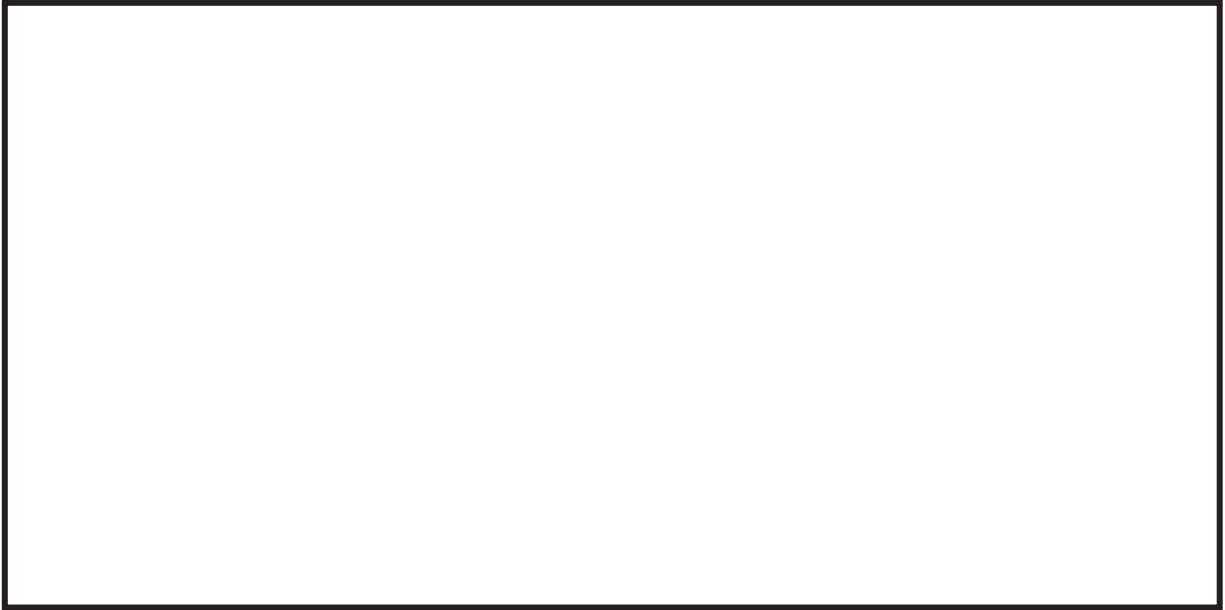


図 6-25 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

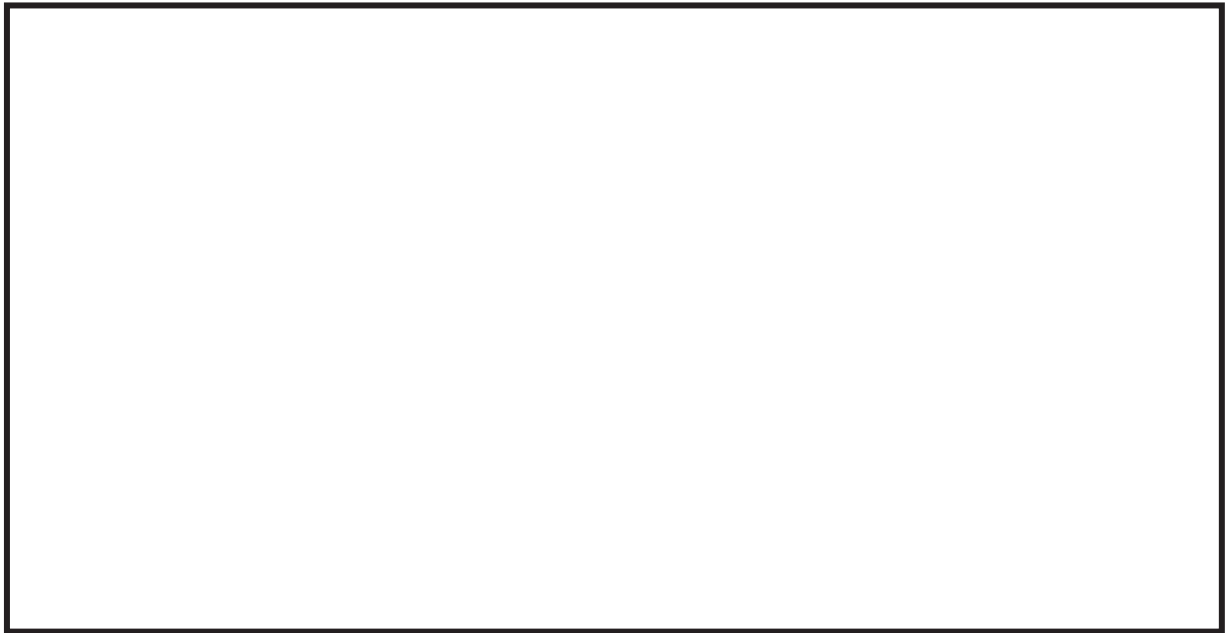


図 6-26 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-27 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

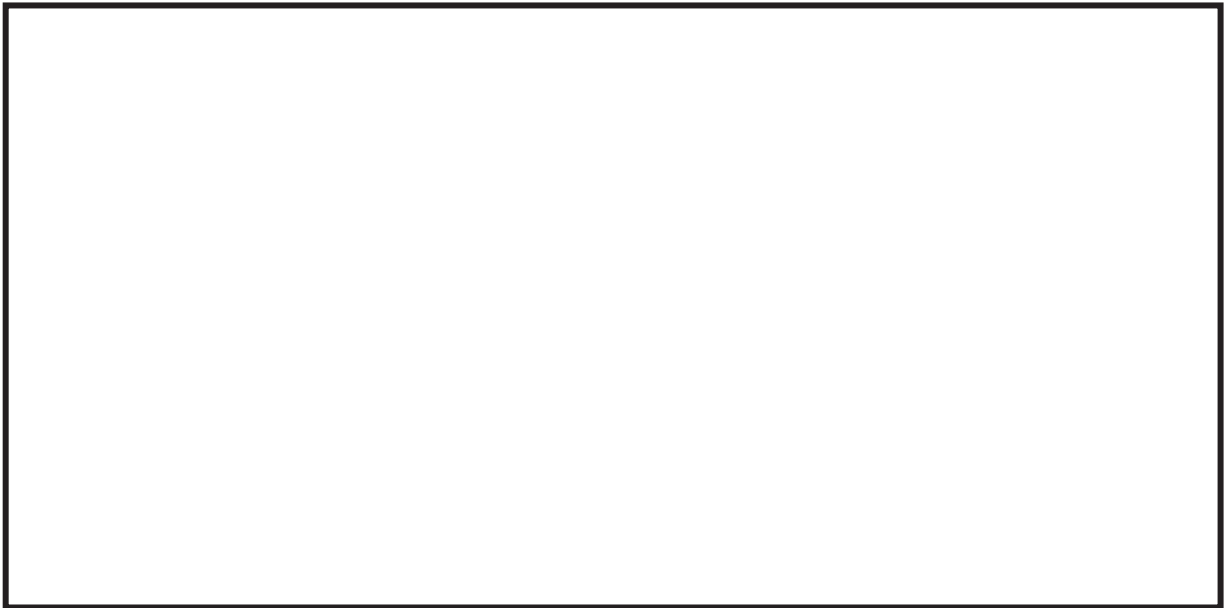


図 6-28 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

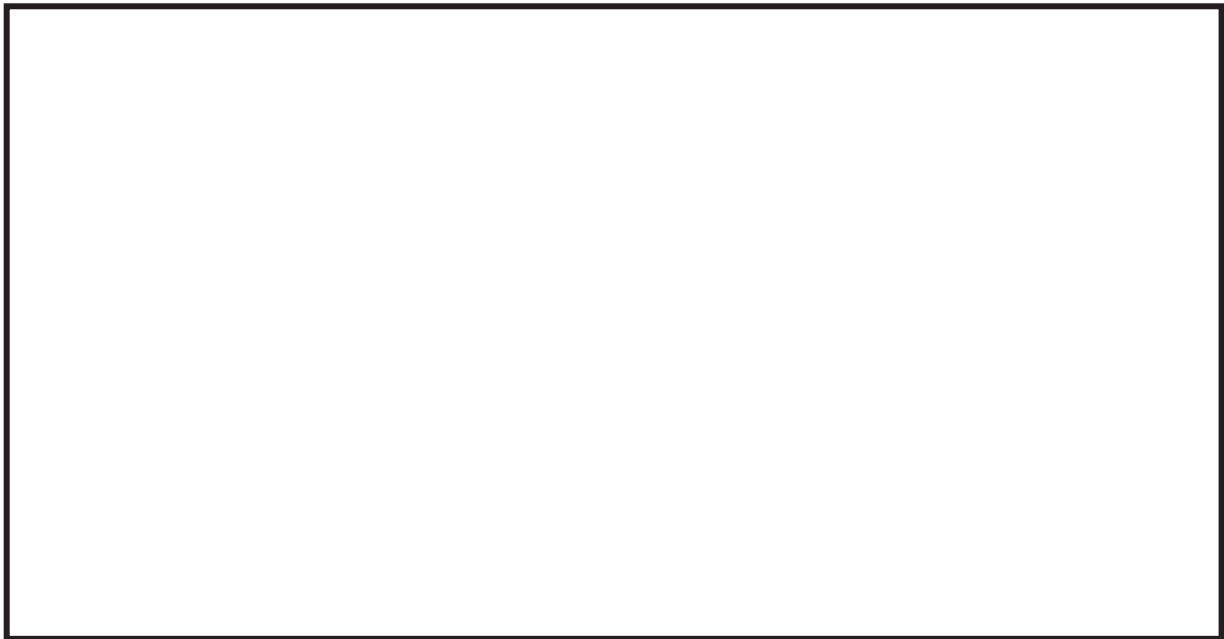


図 6-29 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

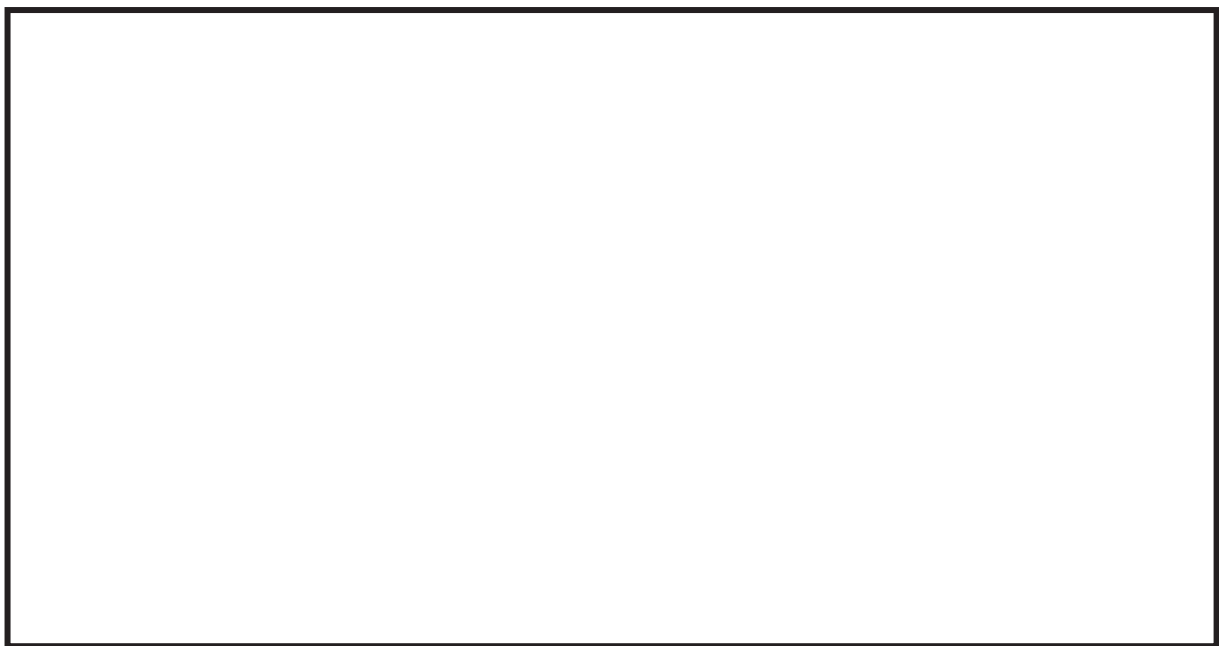


図 6-30 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 6-31 非常用ガス処理系配管（AC-002）の高振動数領域における代表的な振動モード図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

添付 1 の確認結果より、弁の動的機能維持評価には、床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz とした床応答曲線を用いることから、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に記載している設計用床応答曲線の作成方法に準拠して、床応答曲線を作成した。今回の検討に適用した全ての床応答曲線及び適用対象弁の内訳を表 2 に、床応答曲線を図 1-1～3-8 に示す。

表 1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (1/6)

弁番号	FRS	標高 O. P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
B21-F001A	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001B	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001C	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001D	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001E	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001F	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F001G	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F001H	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F001J	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F001K	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F001L	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F002A	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F002B	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F002C	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F002D	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F003A	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F003B	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F003C	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F003D	RSW	13.400	2.0	図 1.1
B21-F052A	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F052B	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F053A	RSW	10.600	2.0	図 1.2
B21-F053B	RSW	10.600	2.0	図 1.2



表1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (2/6)

弁番号	FRS	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
E11-F003A	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
E11-F003B	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
E11-F004A	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
E11-F004B	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
E11-F004C	R/B	15.000	2.0	図 3.4
		6.000		図 3.5
E11-F005A	RSW	15.950	2.5	図 1.3
E11-F005B	RSW	15.950	2.5	図 1.3
E11-F005C	RSW	15.950	2.5	図 1.3
E11-F008A	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
E11-F008B	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7

表1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (3/6)

弁番号	FRS	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
E11-F010A	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
E11-F010B	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
E11-F011A	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F011B	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F012A	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F012B	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F015A	RSW	6.240	2.5	図 1.4
E11-F015B	RSW	6.240	2.5	図 1.4
E11-F016A	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F016B	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8

表1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (4/6)

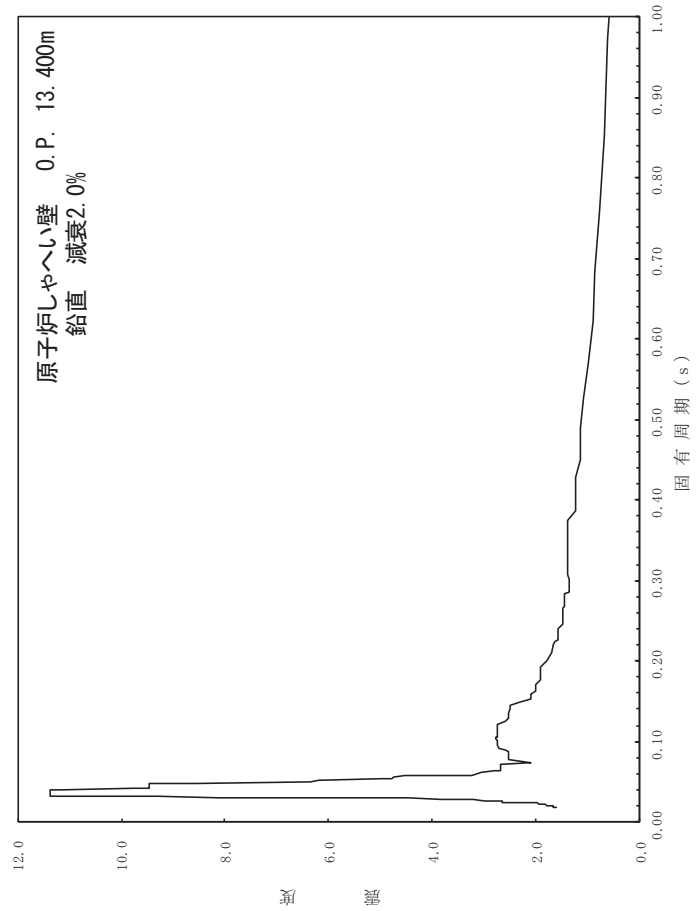
弁番号	FRS	標高 O. P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
E11-F018A	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F018B	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E11-F019A	RSW	6.240	2.5	図 1.4
E11-F019B	RSW	6.240	2.5	図 1.4
E21-F003	R/B	15.000	2.0	図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E21-F004	RSW	15.950	2.5	図 1.3
E22-F001	R/B	6.000	2.0	図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E22-F003	R/B	15.000	2.0	図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
		-8.100		図 3.8
E22-F004	RSW	15.950	2.5	図 1.3
E51-F007	RSW	13.400	2.0	図 1.1
E51-F008	RSW	13.400	2.0	図 1.1
G31-F002	RSW	6.240	2.5	図 1.4
G31-F003	RSW	6.240	2.5	図 1.4
T46-F001A	R/B	41.200	2.0	図 3.1
		33.200		図 3.1
		22.500		図 3.1
T46-F001B	R/B	41.200	2.0	図 3.1
		33.200		図 3.1
		22.500		図 3.2

表1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (5/6)

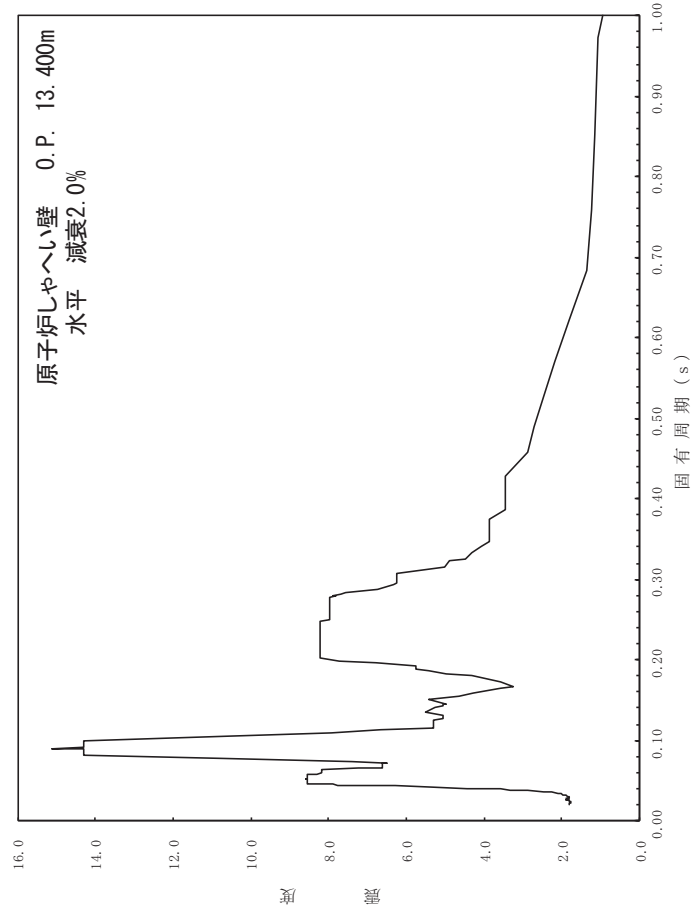
弁番号	FRS	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
T46-F003A	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	33.200		図 3.2
		22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
T46-F003B	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	33.200		図 3.2
		22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
T48-F019	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	33.200		図 3.2
		22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
T48-F022	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	33.200		図 3.2
		22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
T49-F001A	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4
T49-F001B	PCV	21.550	2.0	図 2.1
		17.150		図 2.2
	R/B	22.500		図 3.3
		15.000		図 3.4

表1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳 (6/6)

弁番号	FRS	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	図番号
T49-F003A	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7
T49-F003B	R/B	22.500	2.0	図 3.3
		15.000		図 3.4
		6.000		図 3.5
		1.150		図 3.6
		-0.800		図 3.7



鉛直方向



水平方向

図 1-1 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

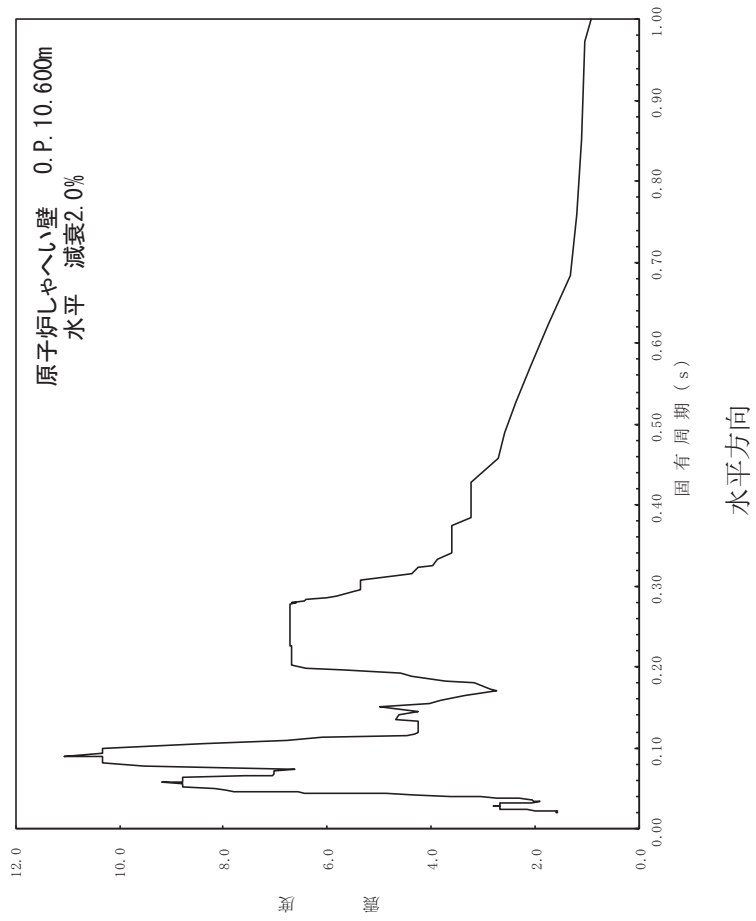
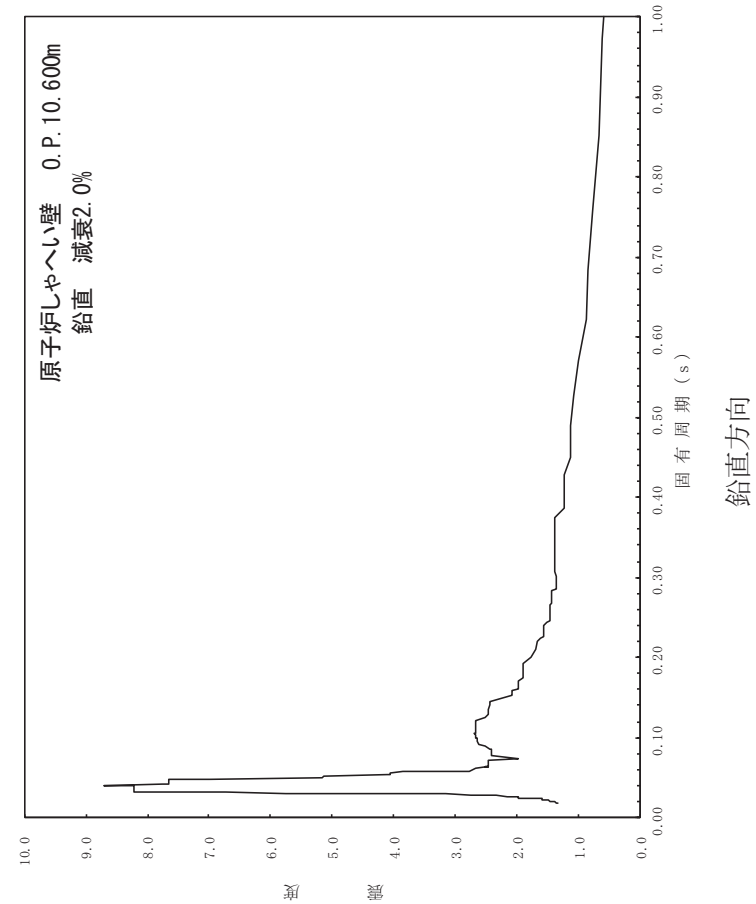
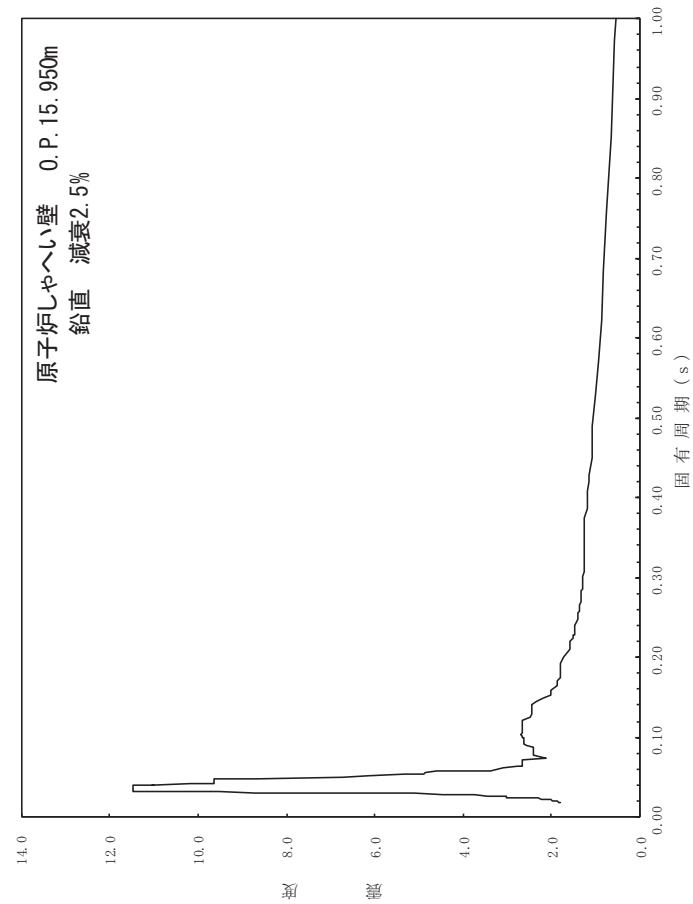
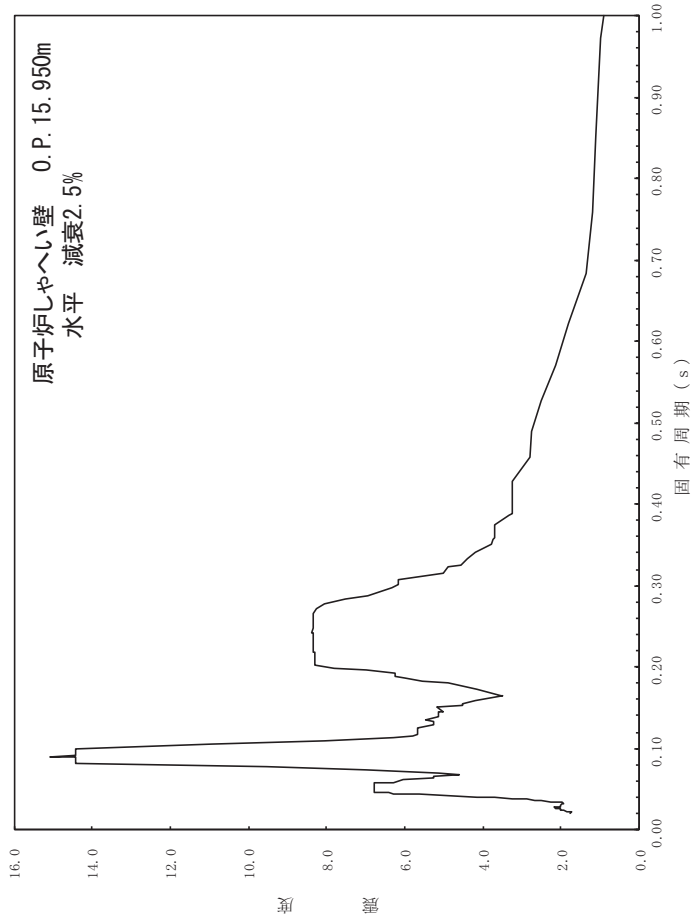


図 1-2 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



鉛直方向



水平方向

図 1-3 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



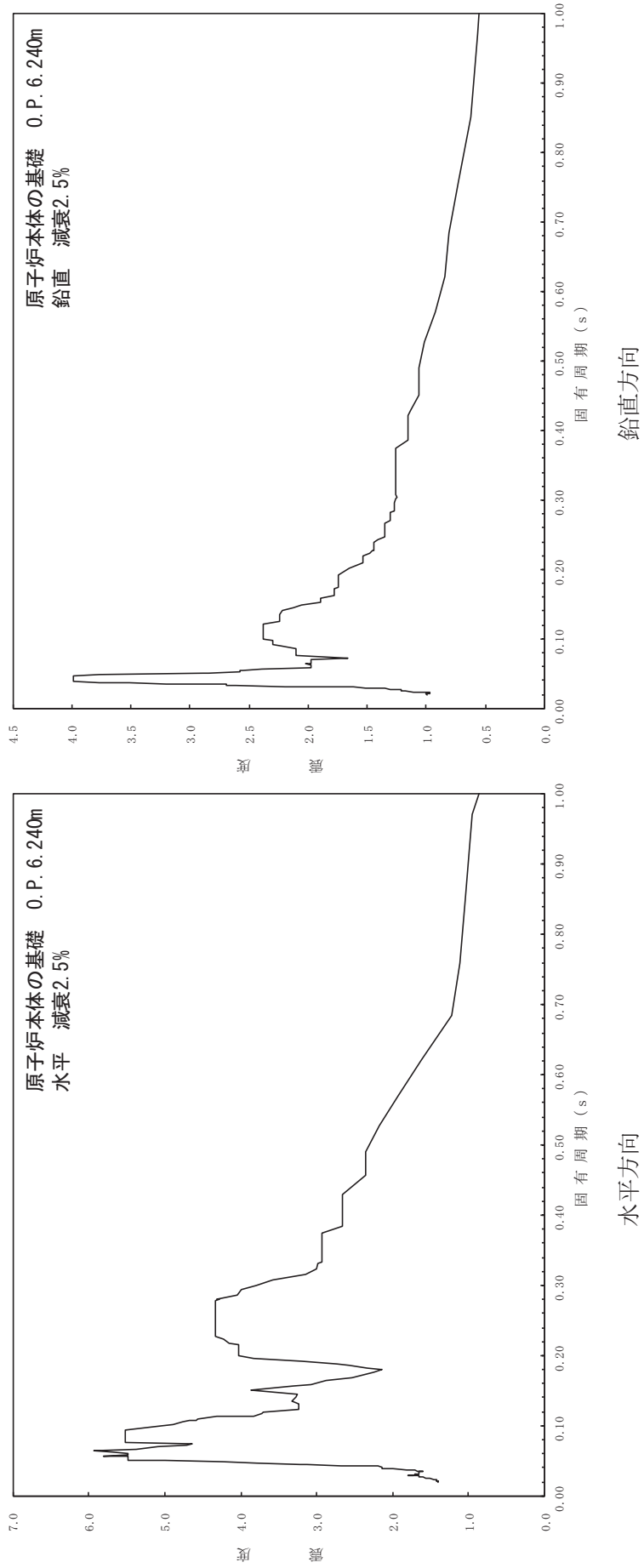


図 1-4 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

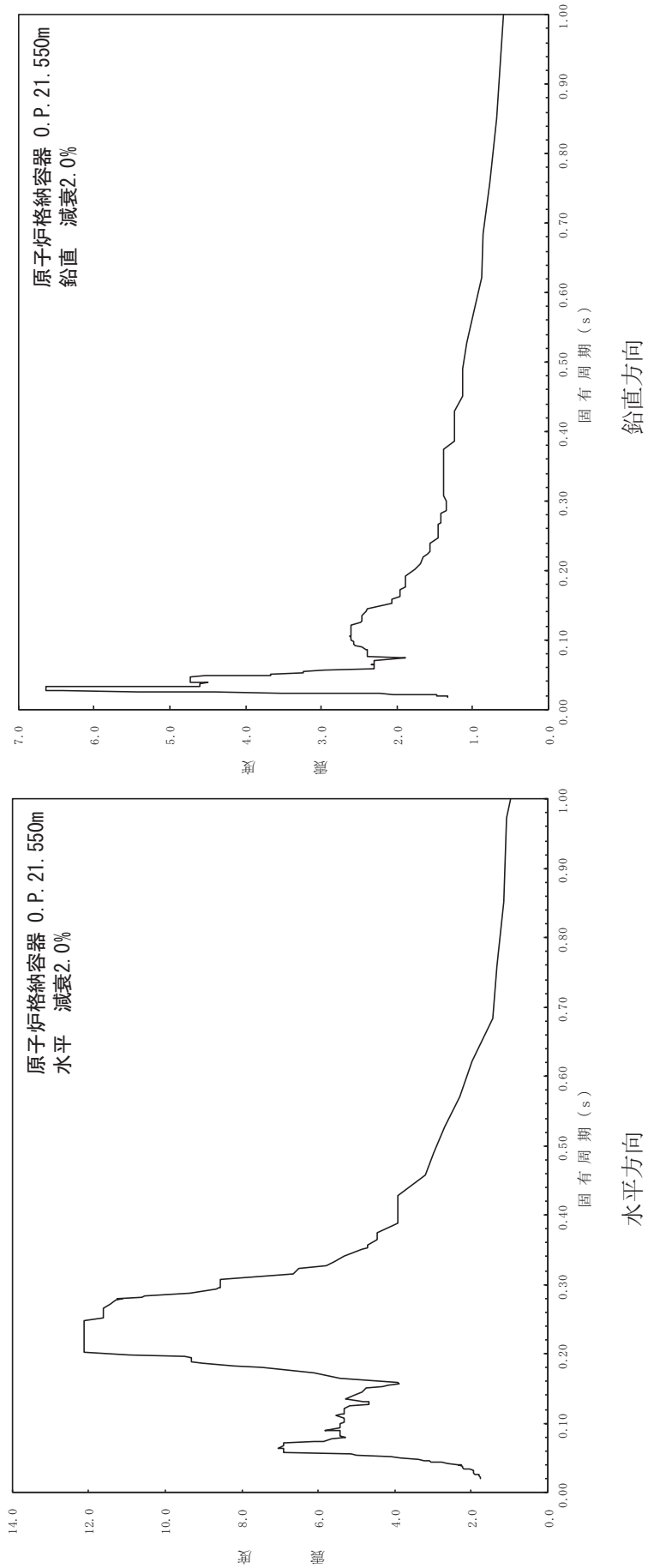
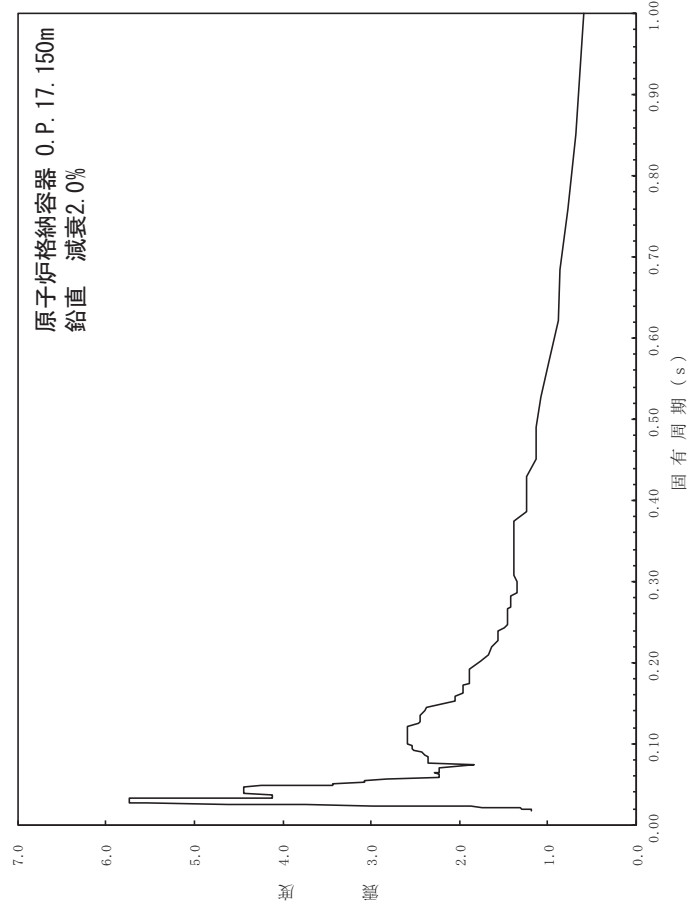
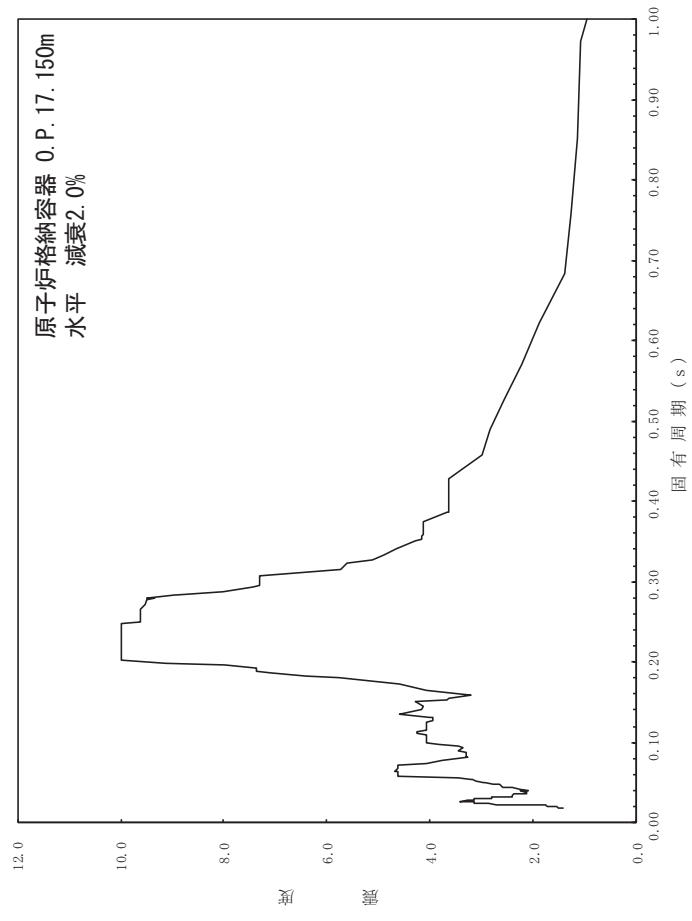


図 2-1 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

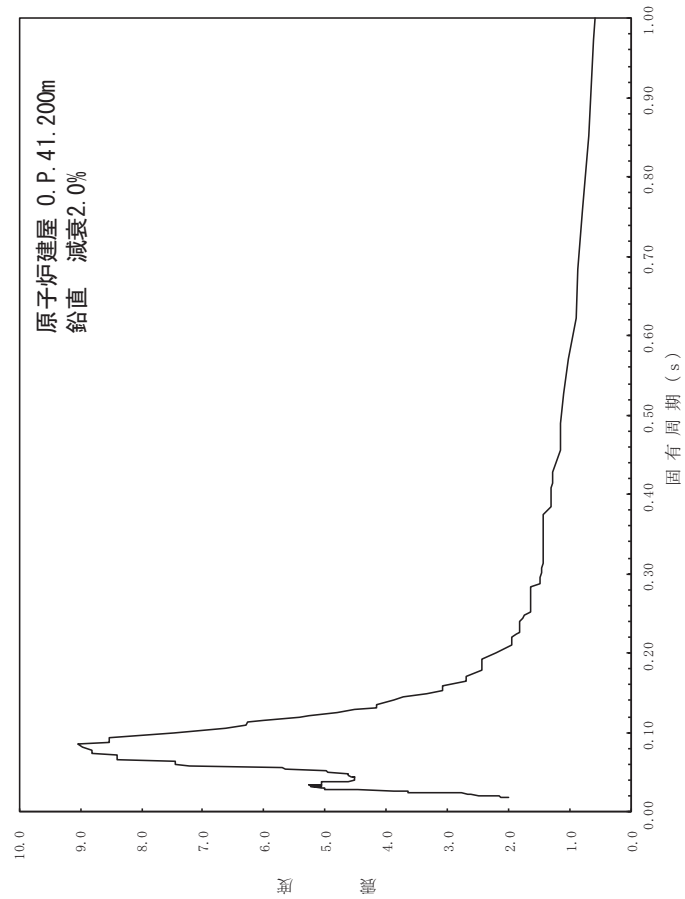


鉛直方向

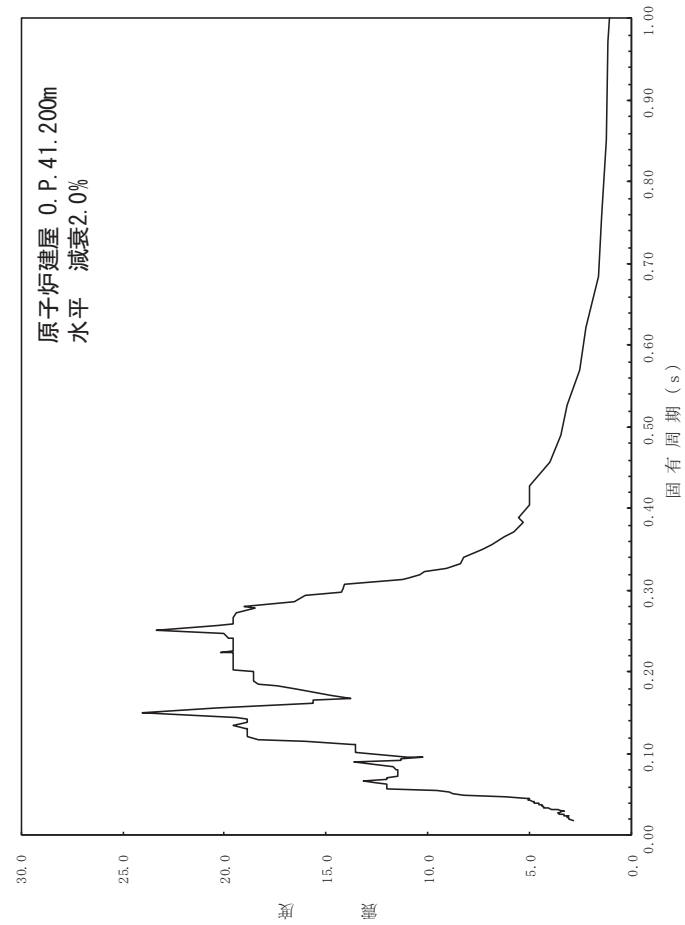


水平方向

図 2-2 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



鉛直方向



水平方向

図 3-1 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

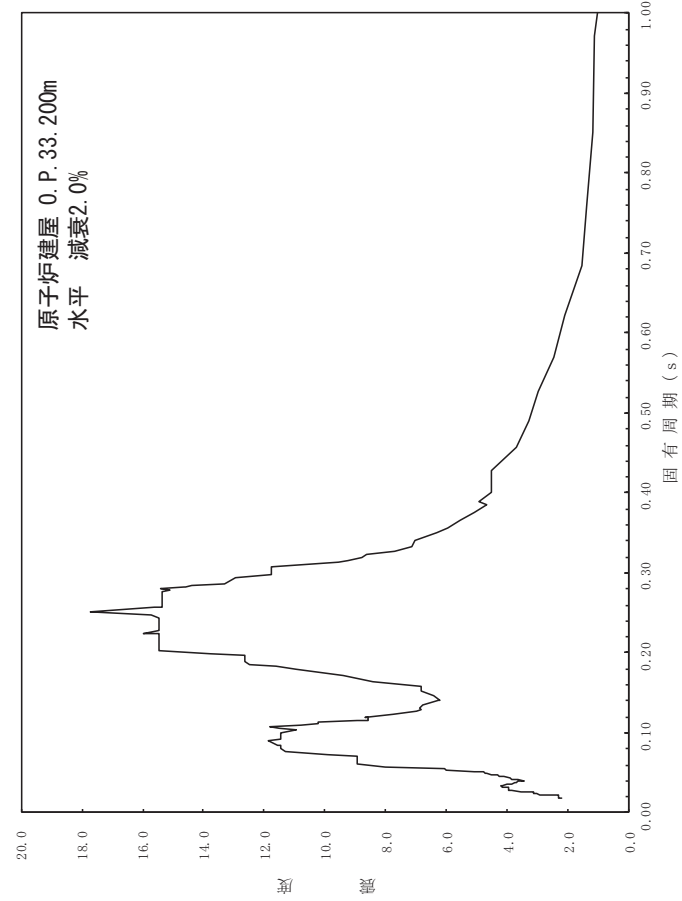
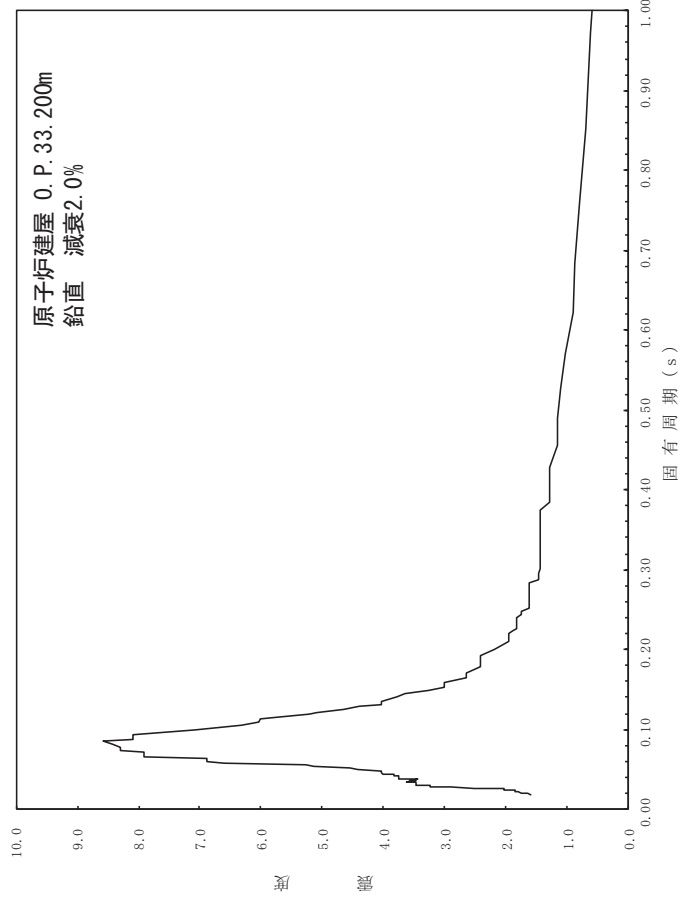
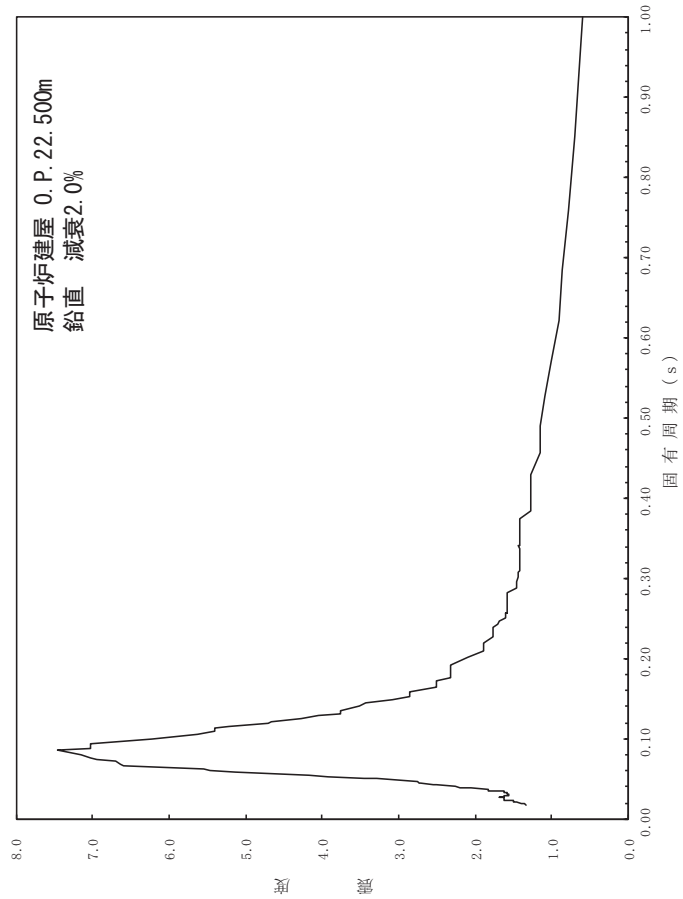
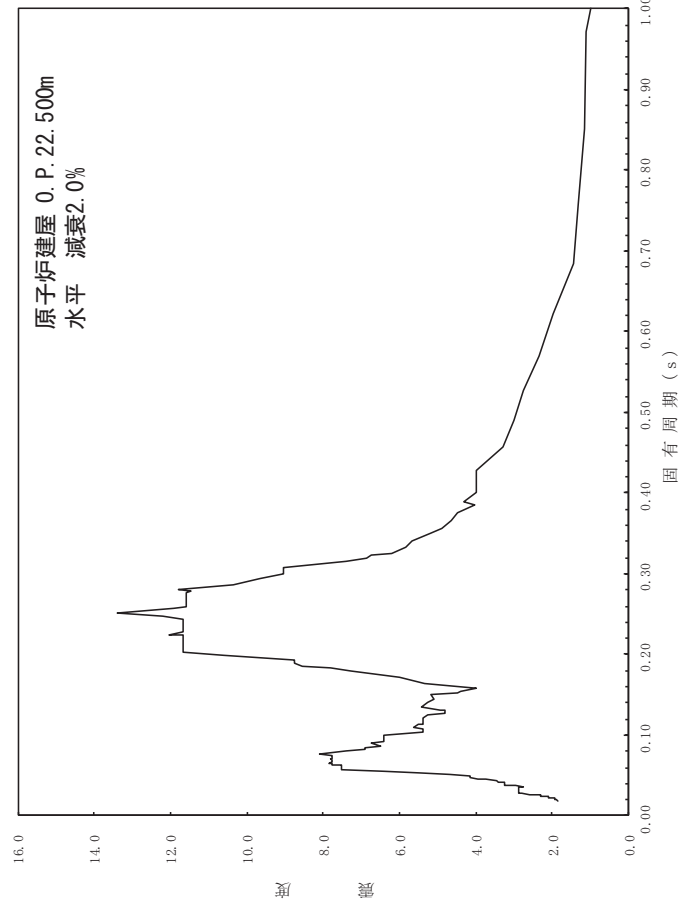


図 3-2 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

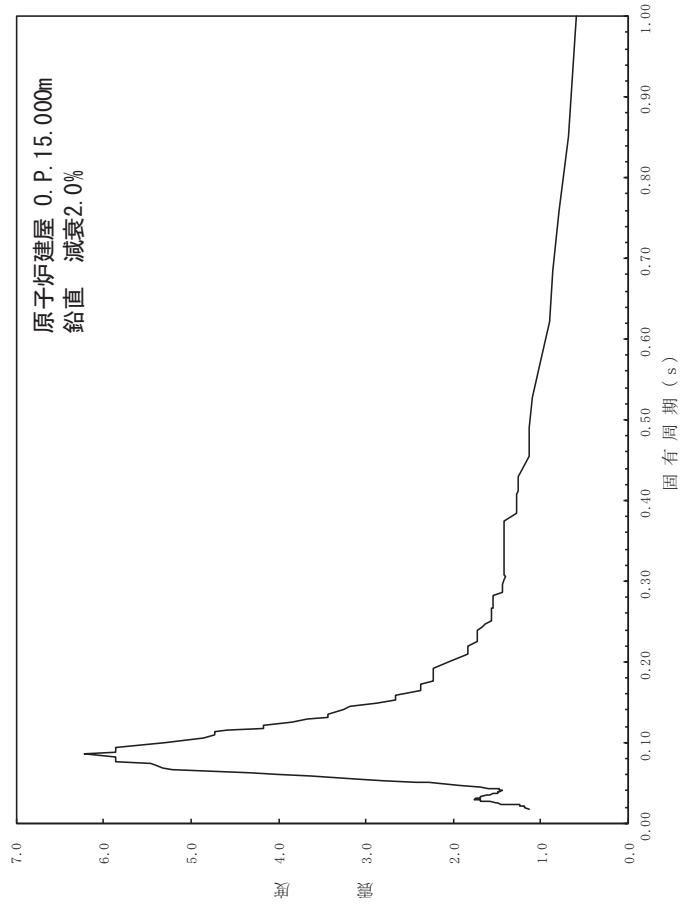


鉛直方向

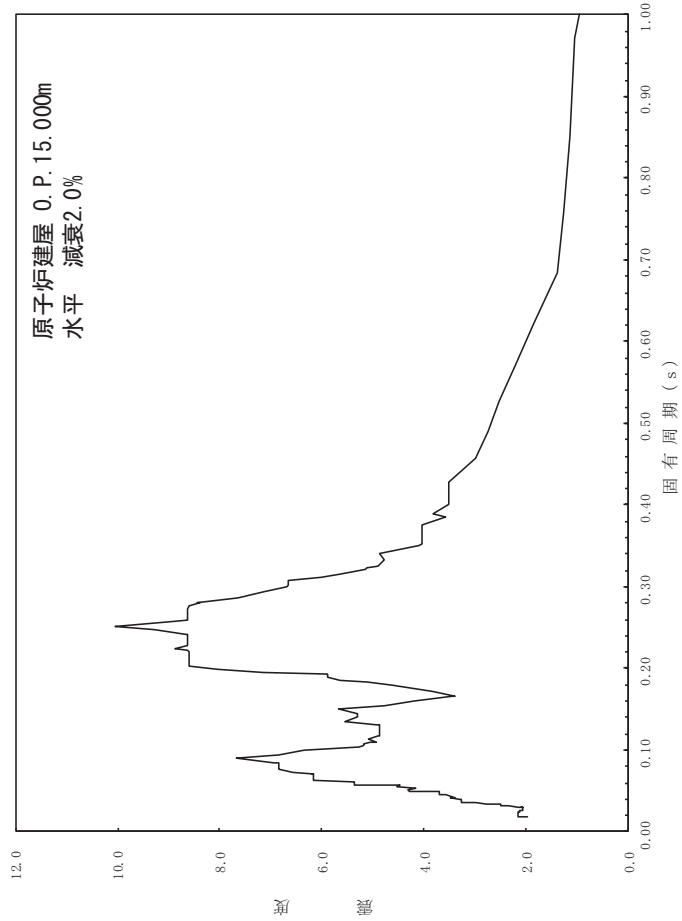


水平方向

図 3-3 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

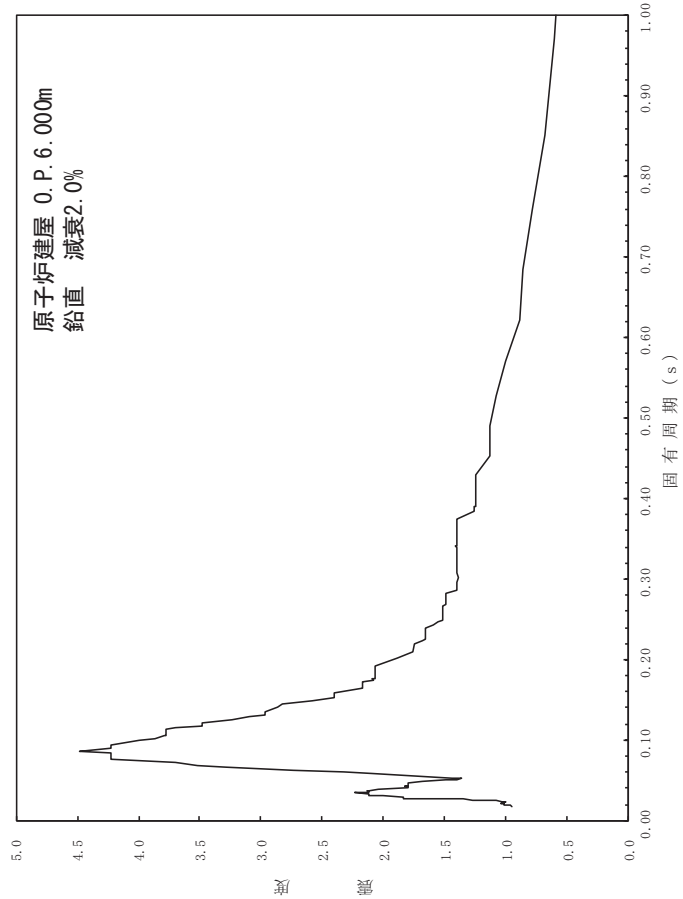


鉛直方向

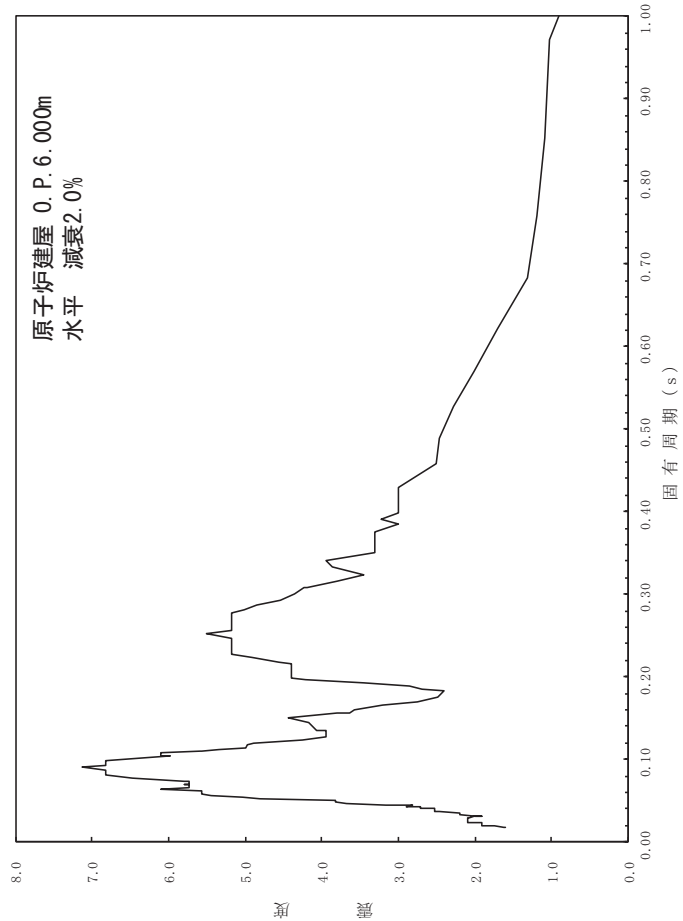


水平方向

図 3-4 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



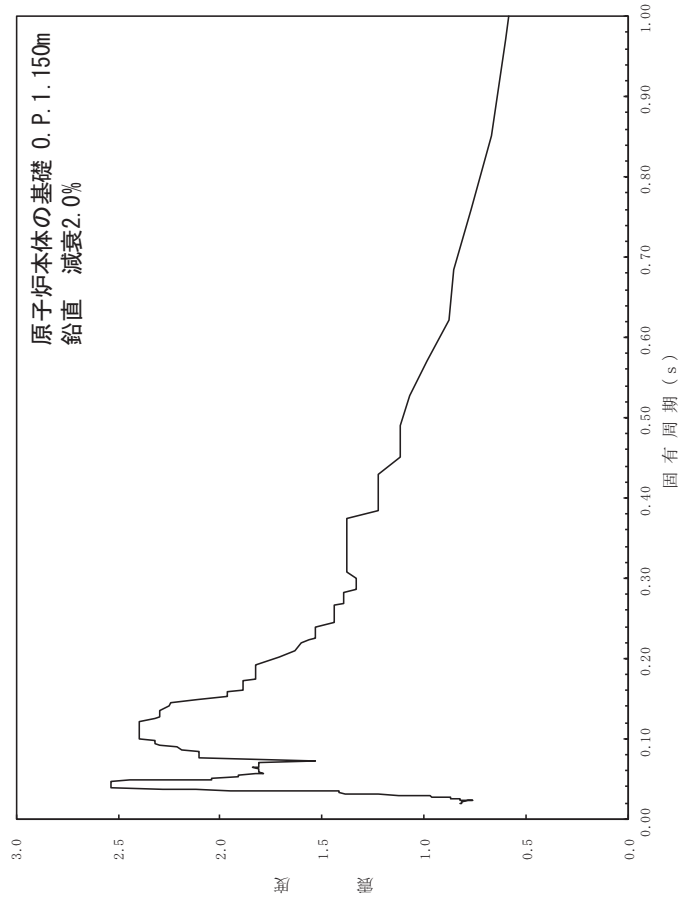
鉛直方向



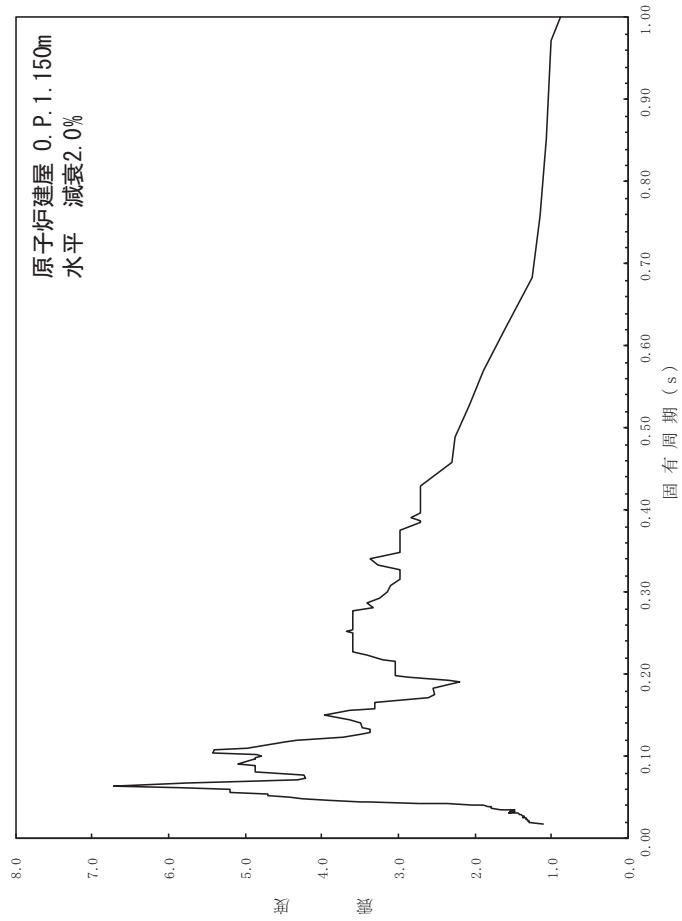
水平方向

図 3-5 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



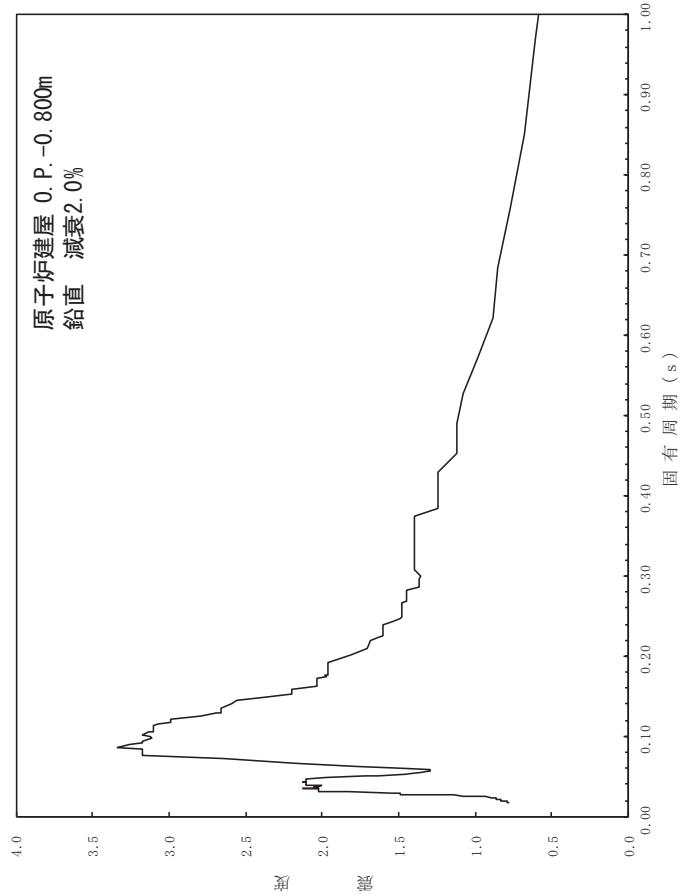


鉛直方向

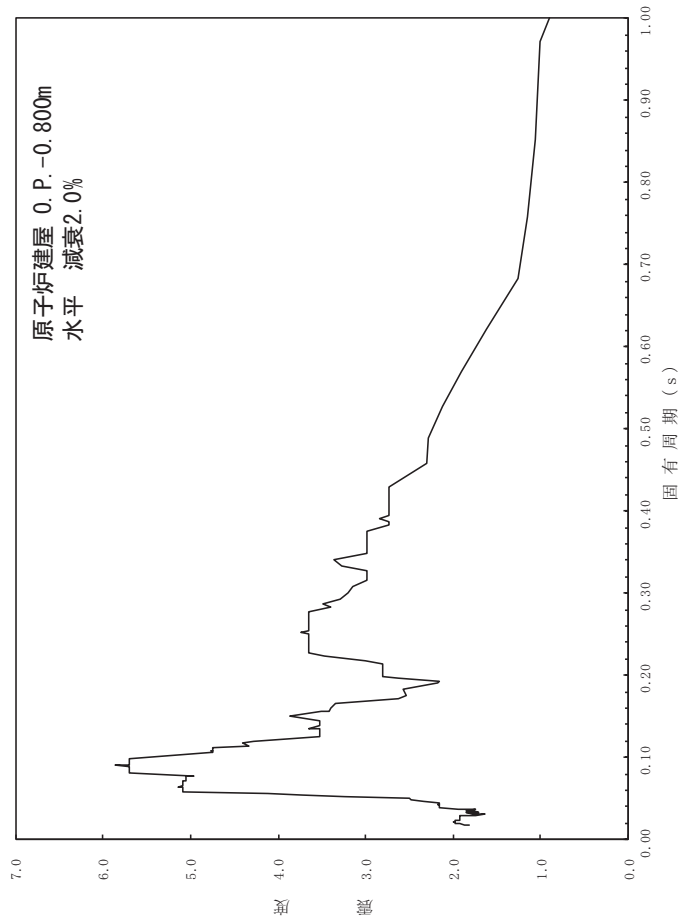


水平方向

図 3-6 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線

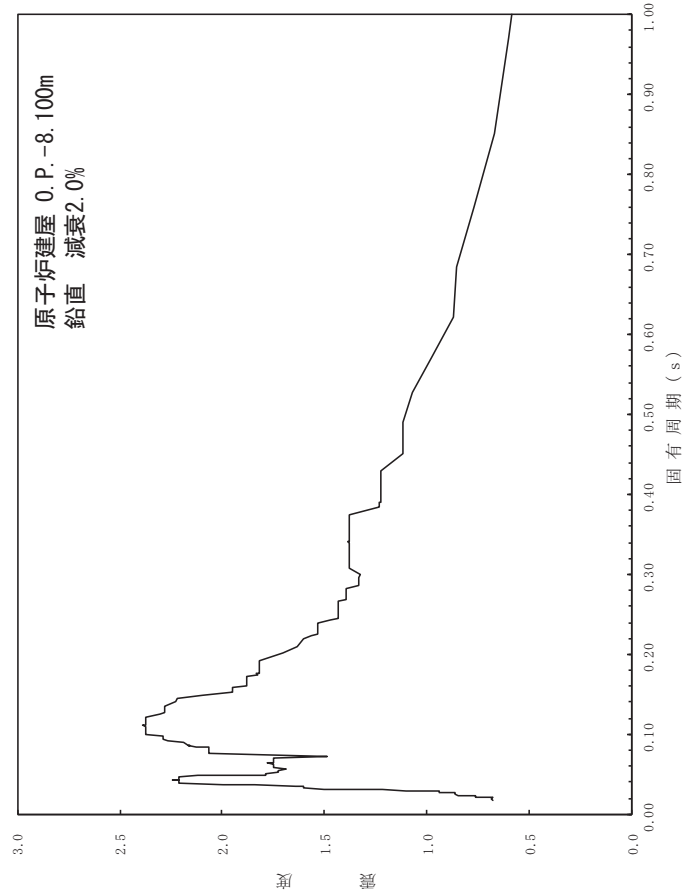


鉛直方向

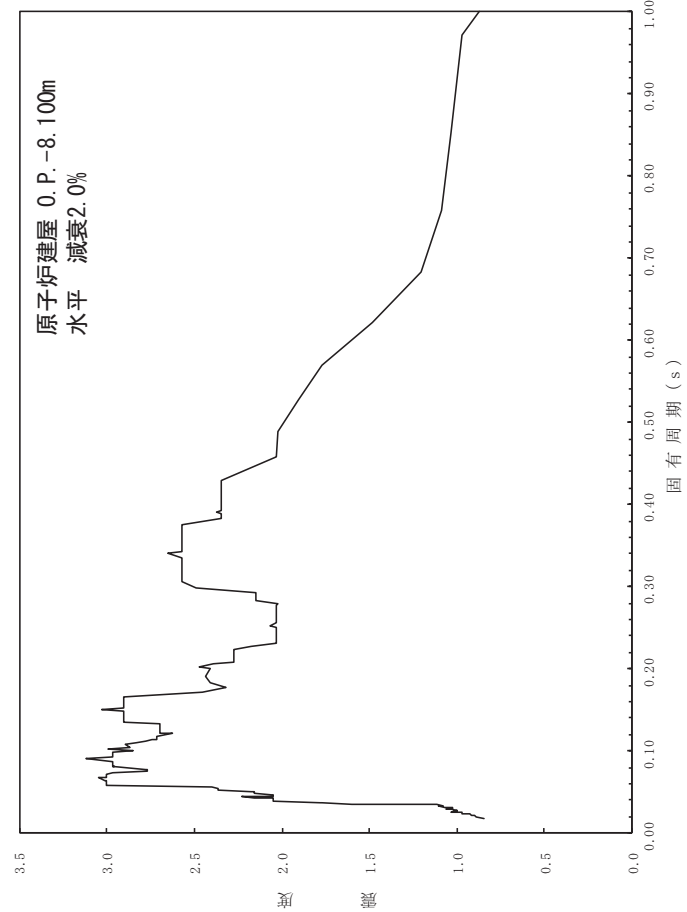


水平方向

図 3-7 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線



鉛直方向



水平方向

図 3-8 弁の動的機能維持に適用する床応答曲線