

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-028-5 改1
提出年月日	2020年5月12日

弁の動的機能維持評価について

2020年5月

東京電力ホールディングス株式会社

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 高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価

添付 2 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 3 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 4 弁の動的機能維持評価における有意な応答増加に関する補足説明

添付 5 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 6 原子炉格納容器内に設置されている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。）を踏まえて、弁の動的機能維持の検討方針を示す。

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、柏崎刈羽原子力発電所第7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値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 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 1-1991 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) 今回工認における柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計手順

今回工認における柏崎刈羽原子力発電所第7号機の弁駆動部での応答加速度値の設定は、上記の規定に加えて一定の余裕を見込み評価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）

配管系の固有値が柔の場合は、J E A G 4 6 0 1-1991 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値の算定を行う。

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柏崎刈羽原子力発電所第7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、柏崎刈羽原子力発電所第7号機における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、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 4601-1991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	JEAG 4601-1991	柏崎刈羽原子力発電所第7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. スペクトルモード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、動的機能維持要求弁として原子炉格納容器内に設置される主蒸気隔離弁及び原子炉格納容器外に設置される残留熱除去系の弁に対して検討を行った。

柏崎刈羽原子力発電所第7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30Hz、50Hzまで考慮したスペクトルモード解析を実施した。本検討の詳細は添付1に示す。

解析結果として30Hzまで振動数を考慮した場合については、20Hzに比べて応答加速度が増加したものの、50Hzまで考慮した場合は、30Hzまでの応答加速度に対して、弁駆動部の応答加速度値に増加がないことから、柏崎刈羽原子力発電所第7号機における弁の機能維持評価に用いる振動数領域については、30Hzまでを基本として評価を実施することとする。

また、床応答曲線の作成方法の妥当性確認として、30Hzまで作成した床応答曲線と20Hzから30Hzまでの領域を最大加速度(1.0ZPA)とした床応答曲線を用いてスペクトルモード解析を実施した。本検討の詳細は添付2に示す。

本検討より、20Hz近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎については、20Hzを超えた範囲を最大加速度(1.0ZPA)とした場合に対して、30Hzまで作成した床応答曲線を用いた場合において応答加速度の増加が確認された。弁の動的機能維持評価に用いる評価条件は以下のとおりとする。原子炉格納容器内は添付6に記載している床応答曲線の50Hz以上の領域を最大加速度(1.0ZPA)として、原子炉格納容器外はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に記載している床応答曲線の20Hz以上の領域を最大加速度(1.0ZPA)として評価に用いる。

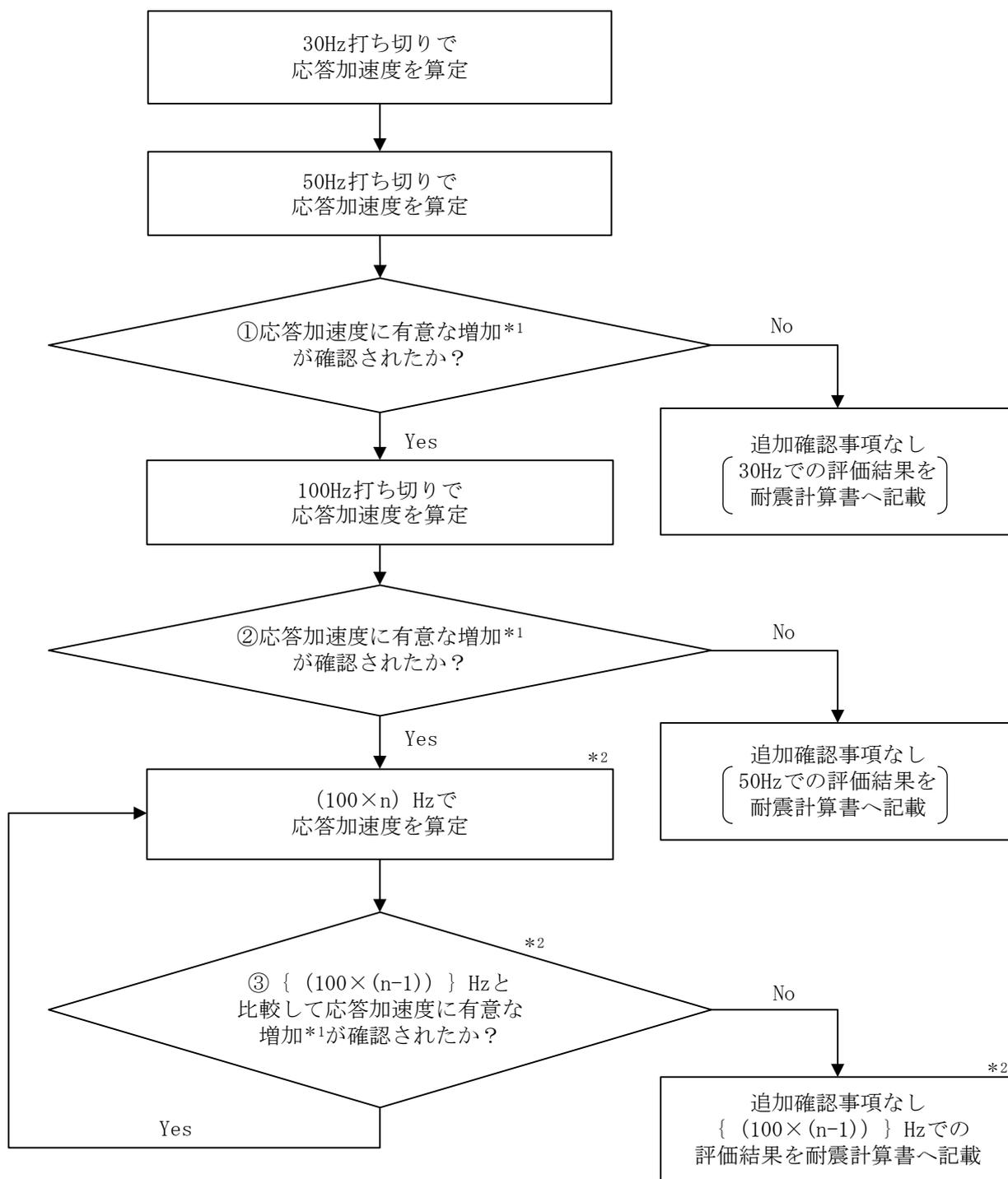
表1 弁の動的機能維持評価に用いる評価条件

評価対象弁の設置箇所	弁の動的機能維持評価に用いる評価条件
原子炉格納容器内	床応答スペクトルの作成を50Hzとし、50Hzを超えた範囲は最大加速度(1.0ZPA)とする
原子炉格納容器外	床応答スペクトルの作成を20Hzとし、20Hzを超えた範囲は最大加速度(1.0ZPA)とする

なお、本評価は代表的な弁での検討であるため、その他の動的機能要求弁(添付3参照)についても、振動数領域を30Hz及び50Hz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)。有意な応答増加の詳細については添付4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 30Hz 及び 50Hz まで考慮した場合の応答加速度を表 2 に示す。表 3 には 50Hz で応答加速度に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 100Hz まで考慮した場合の応答増加の影響確認結果を示す。表 3 に示すとおり、高振動数領域まで考慮した弁の応答加速度値として、機能維持対象弁は、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。50Hz 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 5 に示す。



*1 : 有意な増加とは、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%以上である場合を指す**（例：機能確認済加速度が6.0Gの弁の場合、**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0.6G以上であれば有意な増加として扱う**）

*2 : nの初期値は2とし、③の結果がYesになるごとに1を加算していく

図2 高振動数領域を考慮した動的機能維持評価フロー

表 2(1) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F001A	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	3.27 (3.27) (1.06)	6.1	1.87	3.27 (3.27) (1.06)	6.1	1.87	1.00	0.00%	
2	MS	B21-F001B	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	2.66 (2.66) (1.06)	6.1	2.29	2.76 (2.76) (1.06)	6.1	2.21	1.04	1.64%	
3	MS	B21-F001C	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	1.00	0.00%	
					鉛直	1.84 (1.84) (1.06)	6.1	3.32	2.15 (2.15) (1.06)	6.1	2.84	1.17	5.09%	
4	MS	B21-F001D	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	7.45 (7.45) (1.72)	9.6	1.29	7.45 (7.45) (1.72)	9.6	1.29	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 (1.74) (1.06)	6.1	3.51	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.29	8.37%	
5	MS	B21-F001E	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	5.31 (5.31) (1.72)	9.6	1.81	5.31 (5.31) (1.72)	9.6	1.81	1.00	0.00%	
					鉛直	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	2.05 (2.05) (1.06)	6.1	2.98	1.06	1.81%	
6	MS	B21-F001F	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	6.13 (6.13) (1.72)	9.6	1.57	6.13 (6.13) (1.72)	9.6	1.57	1.00	0.00%	
					鉛直	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.00	0.00%	
7	MS	B21-F001G	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	5.62 (5.62) (1.72)	9.6	1.71	5.62 (5.62) (1.72)	9.6	1.71	1.00	0.00%	
					鉛直	2.05 (2.05) (1.06)	6.1	2.98	2.05 (2.05) (1.06)	6.1	2.98	1.00	0.00%	
8	MS	B21-F001H	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	6.43 (6.43) (1.72)	9.6	1.49	6.54 (6.54) (1.72)	9.6	1.47	1.02	1.15%	
					鉛直	2.15 (2.15) (1.06)	6.1	2.84	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.05	1.64%	
9	MS	B21-F001J	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	5.52 (5.52) (1.72)	9.6	1.74	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	1.04	2.09%	
					鉛直	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.16	5.09%	
10	MS	B21-F001K	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	8.37 (8.37) (1.72)	9.6	1.15	8.47 (8.47) (1.72)	9.6	1.13	1.01	1.05%	
					鉛直	1.84 (1.84) (1.06)	6.1	3.32	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	1.05	1.64%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(2) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
11	MS	B21-F001L	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	7.15 (7.15) (1.72)	9.6	1.34	7.15 (7.15) (1.72)	9.6	1.34	1.00	0.00%	
					鉛直	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.00	0.00%	
12	MS	B21-F001M	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	6.13 (6.13) (1.72)	9.6	1.57	6.23 (6.23) (1.72)	9.6	1.54	1.02	1.05%	
					鉛直	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	1.00	0.00%	
13	MS	B21-F001N	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	6.74 (6.74) (1.72)	9.6	1.42	6.84 (6.84) (1.72)	9.6	1.40	1.01	1.05%	
					鉛直	2.45 (2.45) (1.06)	6.1	2.49	2.45 (2.45) (1.06)	6.1	2.49	1.00	0.00%	
14	MS	B21-F001P	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	6.33 (6.33) (1.72)	9.6	1.52	6.43 (6.43) (1.72)	9.6	1.49	1.02	1.05%	
					鉛直	2.86 (2.86) (1.06)	6.1	2.13	2.86 (2.86) (1.06)	6.1	2.13	1.00	0.00%	
15	MS	B21-F001R	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	8.17 (8.17) (1.72)	9.6	1.18	1.00	0.00%	
					鉛直	3.47 (3.47) (1.06)	6.1	1.76	3.47 (3.47) (1.06)	6.1	1.76	1.00	0.00%	
16	MS	B21-F001S	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	5.41 (5.41) (1.72)	9.6	1.77	5.41 (5.41) (1.72)	9.6	1.77	1.00	0.00%	
					鉛直	2.66 (2.66) (1.06)	6.1	2.29	2.86 (2.86) (1.06)	6.1	2.13	1.08	3.28%	
17	MS	B21-F001T	MS主蒸気逃がし安全弁 (ADS)	安全弁	水平	5.52 (5.52) (1.72)	9.6	1.74	5.62 (5.62) (1.72)	9.6	1.71	1.02	1.05%	追加確認 対象
					鉛直	1.64 (1.64) (1.06)	6.1	3.72	2.35 (2.35) (1.06)	6.1	2.60	1.43	11.64%	
18	MS	B21-F001U	MS主蒸気逃がし安全弁	安全弁	水平	6.74 (6.74) (1.72)	9.6	1.42	6.74 (6.74) (1.72)	9.6	1.42	1.00	0.00%	追加確認 対象
					鉛直	1.33 (1.33) (1.06)	6.1	4.59	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.69	15.09%	
19	MS	B21-F002A	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	3.88 (3.88) (1.72)	10.0	2.58	3.98 (3.98) (1.72)	10.0	2.51	1.03	1.00%	
					鉛直	2.66 (2.66) (1.06)	6.2	2.33	2.66 (2.66) (1.06)	6.2	2.33	1.00	0.00%	
20	MS	B21-F002B	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	4.49 (4.49) (1.72)	10.0	2.23	4.60 (4.60) (1.72)	10.0	2.17	1.02	1.10%	
					鉛直	5.21 (5.21) (1.06)	6.2	1.19	5.21 (5.21) (1.06)	6.2	1.19	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(3) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
21	MS	B21-F002C	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	5.72 (5.72) (1.72)	10.0	1.75	5.72 (5.72) (1.72)	10.0	1.75	1.00	0.00%	
					鉛直	3.27 (3.27) (1.06)	6.2	1.90	3.27 (3.27) (1.06)	6.2	1.90	1.00	0.00%	
22	MS	B21-F002D	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	5.21 (5.21) (1.72)	10.0	1.92	5.21 (5.21) (1.72)	10.0	1.92	1.00	0.00%	
					鉛直	3.88 (3.88) (1.06)	6.2	1.60	3.88 (3.88) (1.06)	6.2	1.60	1.00	0.00%	
23	MS	B21-F003A	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	5.22 (5.22) (3.32)	10.0	1.92	5.36 (5.36) (3.32)	10.0	1.87	1.03	1.41%	
					鉛直	1.81 (1.81) (1.09)	6.2	3.43	1.86 (1.86) (1.09)	6.2	3.33	1.03	0.81%	
24	MS	B21-F003B	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	4.16 (4.16) (3.32)	10.0	2.40	4.36 (4.36) (3.32)	10.0	2.29	1.05	2.00%	
					鉛直	1.87 (1.87) (1.09)	6.2	3.32	1.93 (1.93) (1.09)	6.2	3.21	1.03	0.97%	
25	MS	B21-F003C	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	5.39 (5.39) (3.32)	10.0	1.86	5.62 (5.62) (3.32)	10.0	1.78	1.04	2.30%	
					鉛直	1.68 (1.68) (1.09)	6.2	3.69	1.75 (1.75) (1.09)	6.2	3.54	1.04	1.13%	
26	MS	B21-F003D	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グループ弁	水平	5.08 (5.08) (3.32)	10.0	1.97	5.26 (5.26) (3.32)	10.0	1.90	1.04	1.80%	
					鉛直	1.92 (1.92) (1.09)	6.2	3.23	2.01 (2.01) (1.09)	6.2	3.08	1.05	1.46%	
27	FDW	B21-F051A	原子炉給水ライン外側 隔離弁	空気作動 逆止弁	水平	1.71 (0.72) (1.71)	6.0	3.51	1.71 (0.72) (1.71)	6.0	3.51	1.00	0.00%	
					鉛直	0.99 (0.11) (0.99)	6.0	6.06	0.99 (0.62) (0.99)	6.0	6.06	1.00	0.00%	
28	FDW	B21-F051B	原子炉給水ライン外側 隔離弁	空気作動 逆止弁	水平	1.71 (0.92) (1.71)	6.0	3.51	1.71 (0.92) (1.71)	6.0	3.51	1.00	0.00%	
					鉛直	0.99 (0.11) (0.99)	6.0	6.06	0.99 (0.62) (0.99)	6.0	6.06	1.00	0.00%	
29	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 (0.41) (1.45)	6.0	4.14	1.74 (1.74) (1.45)	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
30	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 (0.41) (1.45)	6.0	4.14	1.64 (1.64) (1.45)	6.0	3.66	1.13	3.17%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.43 (1.43) (1.05)	6.0	4.20	1.36	6.34%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(4) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
31	RHR	E11-F004A	RHR熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	3.07 (3.07) (0.99)	6.0	1.95	3.07 (3.07) (0.99)	6.0	1.95	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 (1.54) (1.00)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.00)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
32	RHR	E11-F004B	RHR熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	2.35 (2.35) (1.03)	6.0	2.55	2.45 (2.45) (1.03)	6.0	2.45	1.04	1.67%	
					鉛直	1.74 (1.74) (1.00)	6.0	3.45	1.74 (1.74) (1.00)	6.0	3.45	1.00	0.00%	
33	RHR	E11-F004C	RHR熱交換器出口弁	電動 グロープ弁	水平	1.84 (1.84) (1.03)	6.0	3.26	1.94 (1.94) (1.03)	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.23 (1.23) (1.00)	6.0	4.88	1.23 (1.23) (1.00)	6.0	4.88	1.00	0.00%	
34	RHR	E11-F005A	RHR注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	3.17 (3.17) (1.71)	6.0	1.89	3.27 (3.27) (1.71)	6.0	1.83	1.03	1.67%	
					鉛直	0.99 (0.92) (0.99)	6.0	6.06	0.99 (0.62) (0.99)	6.0	6.06	1.00	0.00%	
35	RHR	E11-F005B	RHR注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.11) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
36	RHR	E11-F005C	RHR注入弁 (RHR 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	水平	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.11) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.92) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
37	RHR	E11-F006B	RHR L P F L試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.45 (0.92) (1.45)	6.0	4.14	1.74 (1.74) (1.45)	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
38	RHR	E11-F006C	RHR L P F L試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	2.15 (2.15) (1.45)	6.0	2.79	2.15 (2.15) (1.45)	6.0	2.79	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.72) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
39	RHR	E11-F008A	RHR試験用調節弁	電動 グロープ弁	水平	3.88 (3.88) (0.99)	6.0	1.55	3.98 (3.98) (0.99)	6.0	1.51	1.03	1.67%	
					鉛直	1.84 (1.84) (1.00)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.00)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
40	RHR	E11-F008B	RHR試験用調節弁	電動 グロープ弁	水平	2.25 (2.25) (1.03)	6.0	2.67	2.45 (2.45) (1.03)	6.0	2.45	1.09	3.34%	
					鉛直	1.00 (0.41) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.62) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	

* : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。

表 2 (5) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
41	RHR	E11-F008C	RHR試験用調節弁	電動 グロoup弁	水平	2.25 (2.25) (1.03)	6.0	2.67	2.35 (2.35) (1.03)	6.0	2.55	1.04	1.67%	
					鉛直	1.00 (0.52) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.62) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
42	RHR	E11-F010A	RHR停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.27 (3.27) (1.45)	6.0	1.83	3.27 (3.27) (1.45)	6.0	1.83	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.62) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.82) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
43	RHR	E11-F010B	RHR停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.96 (2.96) (1.30)	6.0	2.03	2.96 (2.96) (1.30)	6.0	2.03	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.52) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.92) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
44	RHR	E11-F010C	RHR停止時冷却内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.66 (2.66) (1.45)	6.0	2.26	2.66 (2.66) (1.45)	6.0	2.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.82) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
45	RHR	E11-F011A	RHR停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 (2.05) (0.99)	6.0	2.93	2.05 (2.05) (0.99)	6.0	2.93	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.41) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
46	RHR	E11-F011B	RHR停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.33 (1.33) (0.99)	6.0	4.51	1.33 (1.33) (0.99)	6.0	4.51	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
47	RHR	E11-F011C	RHR停止時冷却外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 (2.05) (0.99)	6.0	2.93	2.05 (2.05) (0.99)	6.0	2.93	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
48	RHR	E11-F013A	RHR熱交換器バイパス 弁	電動 グロoup弁	水平	3.78 (3.78) (0.99)	6.0	1.59	3.78 (3.78) (0.99)	6.0	1.59	1.00	0.00%	
					鉛直	2.35 (2.35) (1.00)	6.0	2.55	2.35 (2.35) (1.00)	6.0	2.55	1.00	0.00%	
49	RHR	E11-F013B	RHR熱交換器バイパス 弁	電動 グロoup弁	水平	1.64 (1.64) (1.03)	6.0	3.66	1.64 (1.64) (1.03)	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.92) (1.00)	6.0	6.00	1.03 (1.03) (1.00)	6.0	5.83	1.03	0.50%	
50	RHR	E11-F013C	RHR熱交換器バイパス 弁	電動 グロoup弁	水平	1.84 (1.84) (1.03)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.03)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.03 (1.03) (1.00)	6.0	5.83	1.03 (1.03) (1.00)	6.0	5.83	1.00	0.00%	

* : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。

表 2(6) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
51	RHR	E11-F019B	RHR S/Pスプレイ 注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.47 (3.47) (1.07)	6.0	1.73	3.47 (3.47) (1.07)	6.0	1.73	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 (1.54) (1.05)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.05)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
52	RHR	E11-F019C	RHR S/Pスプレイ 注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	3.37 (3.37) (1.07)	6.0	1.78	3.37 (3.37) (1.07)	6.0	1.78	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
53	HPCF	E22-F001B	HPCF C S P側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	2.25 (2.25) (1.03)	6.0	2.67	2.66 (2.66) (1.03)	6.0	2.26	1.18	6.84%	
					鉛直	1.00 (0.72) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.72) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
54	HPCF	E22-F001C	HPCF C S P側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 (1.54) (1.03)	6.0	3.90	1.74 (1.74) (1.03)	6.0	3.45	1.13	3.34%	
					鉛直	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.41) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
55	HPCF	E22-F003B	HPCF注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.74 (1.74) (0.99)	6.0	3.45	1.74 (1.74) (0.99)	6.0	3.45	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.72) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
56	HPCF	E22-F003C	HPCF注入隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (0.99)	6.0	3.09	2.05 (2.05) (0.99)	6.0	2.93	1.06	1.84%	
					鉛直	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.82) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
57	HPCF	E22-F004B	HPCF試験可能逆止 弁	逆止弁	水平	1.94 (1.94) (1.45)	6.0	3.09	1.94 (1.94) (1.45)	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.94 (1.94) (1.05)	6.0	3.09	2.05 (2.05) (1.05)	6.0	2.93	1.06	1.84%	
58	HPCF	E22-F004C	HPCF試験可能逆止 弁	逆止弁	水平	2.86 (2.86) (1.45)	6.0	2.10	2.86 (2.86) (1.45)	6.0	2.10	1.00	0.00%	
					鉛直	3.07 (3.07) (1.05)	6.0	1.95	3.07 (3.07) (1.05)	6.0	1.95	1.00	0.00%	
59	RCIC	E51-F001	RCIC C S P側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 (1.54) (1.03)	6.0	3.90	1.64 (1.64) (1.03)	6.0	3.66	1.07	1.67%	
					鉛直	1.00 (0.11) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
60	RCIC	E51-F004	RCIC注入弁	電動 グロブ弁	水平	3.37 (3.37) (0.99)	6.0	1.78	3.37 (3.37) (0.99)	6.0	1.78	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.82) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.92) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(7) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
61	RCIC	E51-F006	RCIC S/P側吸 込隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 (1.54) (1.03)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.03)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
62	RCIC	E51-F035	RCIC蒸気ライン内 側隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.70 (4.70) (1.72)	6.0	1.28	4.70 (4.70) (1.72)	6.0	1.28	1.00	0.00%	
					鉛直	2.05 (2.05) (1.06)	6.0	2.93	2.05 (2.05) (1.06)	6.0	2.93	1.00	0.00%	
63	RCIC	E51-F036	RCIC蒸気ライン外 側隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (0.99)	6.0	3.09	1.94 (1.94) (0.99)	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.52) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
64	RCIC	E51-F037	RCICタービン止め 弁	電動 グロブ弁	水平	2.45 (2.45) (0.99)	6.0	2.45	2.56 (2.56) (0.99)	6.0	2.34	1.04	1.84%	
					鉛直	1.33 (1.33) (1.00)	6.0	4.51	1.33 (1.33) (1.00)	6.0	4.51	1.00	0.00%	
65	CUW	G31-F002	CUW吸込ライン内側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	4.29 (4.29) (1.30)	6.0	1.40	4.29 (4.29) (1.30)	6.0	1.40	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 (1.43) (1.05)	6.0	4.20	1.43 (1.43) (1.05)	6.0	4.20	1.00	0.00%	
66	CUW	G31-F003	CUW吸込ライン外側 隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (1.13)	6.0	3.09	1.94 (1.94) (1.13)	6.0	3.09	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 (0.31) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.41) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	
67	RCW	P21-F007A	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.84 (1.84) (1.23)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.23)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	0.95 (0.92) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.92) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	
68	RCW	P21-F007B	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.84 (1.84) (1.23)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.23)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.33 (1.33) (0.95)	6.0	4.51	1.43 (1.43) (0.95)	6.0	4.20	1.08	1.67%	
69	RCW	P21-F007C	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	3.07 (3.07) (0.98)	6.0	1.95	3.17 (3.17) (0.98)	6.0	1.89	1.03	1.67%	
					鉛直	1.03 (1.03) (0.89)	6.0	5.83	1.13 (1.13) (0.89)	6.0	5.31	1.10	1.67%	
70	RCW	P21-F007D	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.05 (2.05) (1.23)	6.0	2.93	2.15 (2.15) (1.23)	6.0	2.79	1.05	1.67%	
					鉛直	0.95 (0.72) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.82) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(8) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
71	RCW	P21-F007E	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 (1.54) (1.23)	6.0	3.90	1.64 (1.64) (1.23)	6.0	3.66	1.07	1.67%	
					鉛直	0.95 (0.82) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.92) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	
72	RCW	P21-F007F	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.86 (2.86) (0.98)	6.0	2.10	2.96 (2.96) (0.98)	6.0	2.03	1.04	1.67%	
					鉛直	0.92 (0.92) (0.89)	6.0	6.52	0.92 (0.92) (0.89)	6.0	6.52	1.00	0.00%	
73	RCW	P21-F011A	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 (0.11) (1.23)	6.0	4.88	1.23 (1.23) (1.23)	6.0	4.88	1.00	0.00%	
					鉛直	0.95 (0.41) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.72) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	
74	RCW	P21-F011B	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 (0.21) (1.23)	6.0	4.88	1.54 (1.54) (1.23)	6.0	3.90	1.25	5.17%	
					鉛直	0.95 (0.52) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.82) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	
75	RCW	P21-F011C	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	2.25 (2.25) (0.98)	6.0	2.67	2.25 (2.25) (0.98)	6.0	2.67	1.00	0.00%	
					鉛直	0.89 (0.31) (0.89)	6.0	6.74	0.89 (0.62) (0.89)	6.0	6.74	1.00	0.00%	
76	RCW	P21-F042A	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グロープ弁	水平	2.76 (2.76) (0.99)	6.0	2.17	2.86 (2.86) (0.99)	6.0	2.10	1.04	1.67%	
					鉛直	1.64 (1.64) (1.00)	6.0	3.66	1.84 (1.84) (1.00)	6.0	3.26	1.12	3.34%	
77	RCW	P21-F042B	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グロープ弁	水平	2.86 (2.86) (0.99)	6.0	2.10	2.86 (2.86) (0.99)	6.0	2.10	1.00	0.00%	
					鉛直	1.00 (0.52) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.52) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
78	RCW	P21-F042C	RCW RHR熱交換 器冷却水出口弁	電動 グロープ弁	水平	2.66 (2.66) (0.99)	6.0	2.26	2.76 (2.76) (0.99)	6.0	2.17	1.04	1.67%	
					鉛直	1.00 (0.21) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.52) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
79	RCW	P21-F048A	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.76 (2.76) (1.07)	6.0	2.17	2.96 (2.96) (1.07)	6.0	2.03	1.07	3.34%	
					鉛直	1.74 (1.74) (1.05)	6.0	3.45	1.74 (1.74) (1.05)	6.0	3.45	1.00	0.00%	
80	RCW	P21-F048B	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (1.13)	6.0	3.09	2.05 (2.05) (1.13)	6.0	2.93	1.06	1.84%	
					鉛直	1.08 (0.11) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.21) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	

* : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的
解析結果 (30Hz 又は 50Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。

表 2 (9) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
81	RCW	P21-F048C	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.94 (1.94) (1.07)	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.05 (0.72) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.92) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
82	RCW	P21-F048D	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 (2.05) (1.07)	6.0	2.93	2.25 (2.25) (1.07)	6.0	2.67	1.10	3.34%	
					鉛直	1.05 (0.52) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.52) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
83	RCW	P21-F048E	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (1.13)	6.0	3.09	2.45 (2.45) (1.13)	6.0	2.45	1.26	8.50%	
					鉛直	1.08 (0.62) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.92) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	
84	RCW	P21-F048F	RCW非常用D/G冷 却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 (1.84) (1.07)	6.0	3.26	1.94 (1.94) (1.07)	6.0	3.09	1.05	1.67%	
					鉛直	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.72) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
85	RSW	P41-F004A	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.25 (2.25) (1.23)	6.0	2.67	2.25 (2.25) (1.23)	6.0	2.67	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 (1.43) (0.95)	6.0	4.20	1.43 (1.43) (0.95)	6.0	4.20	1.00	0.00%	
86	RSW	P41-F004B	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.64 (1.64) (1.23)	6.0	3.66	1.64 (1.64) (1.23)	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.43 (1.43) (0.95)	6.0	4.20	1.43 (1.43) (0.95)	6.0	4.20	1.00	0.00%	
87	RSW	P41-F004C	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 (1.54) (1.13)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.13)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 (1.54) (0.90)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (0.90)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
88	RSW	P41-F004D	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 (1.54) (1.23)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.23)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 (1.74) (0.95)	6.0	3.45	1.74 (1.74) (0.95)	6.0	3.45	1.00	0.00%	
89	RSW	P41-F004E	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.64 (1.64) (1.23)	6.0	3.66	1.64 (1.64) (1.23)	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.64 (1.64) (0.95)	6.0	3.66	1.64 (1.64) (0.95)	6.0	3.66	1.00	0.00%	
90	RSW	P41-F004F	RSWストレーナ入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.54 (1.54) (1.13)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (1.13)	6.0	3.90	1.00	0.00%	
					鉛直	1.54 (1.54) (0.90)	6.0	3.90	1.54 (1.54) (0.90)	6.0	3.90	1.00	0.00%	

* : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) の値, 下段が最大加速度 (1.2ZPA) の値。

表 2(10) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
91	SGTS	T22-F001A	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	2.15 (2.15) (1.38)	6.0	2.79	2.35 (2.35) (1.38)	6.0	2.55	1.09	3.34%	
					鉛直	1.15 (0.41) (1.15)	6.0	5.22	1.15 (0.52) (1.15)	6.0	5.22	1.00	0.00%	
92	SGTS	T22-F001B	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	1.64 (1.64) (1.38)	6.0	3.66	1.94 (1.94) (1.38)	6.0	3.09	1.18	5.00%	
					鉛直	1.15 (0.31) (1.15)	6.0	5.22	1.15 (0.41) (1.15)	6.0	5.22	1.00	0.00%	
93	SGTS	T22-F002A	SGTS乾燥装置入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.38 (0.11) (1.38)	6.0	4.35	1.38 (0.41) (1.38)	6.0	4.35	1.00	0.00%	
					鉛直	1.15 (0.11) (1.15)	6.0	5.22	1.15 (0.11) (1.15)	6.0	5.22	1.00	0.00%	
94	SGTS	T22-F002B	SGTS乾燥装置入口 弁	電動バタフ ライ弁	水平	1.38 (0.21) (1.38)	6.0	4.35	1.38 (0.72) (1.38)	6.0	4.35	1.00	0.00%	
					鉛直	1.15 (0.11) (1.15)	6.0	5.22	1.15 (0.21) (1.15)	6.0	5.22	1.00	0.00%	
95	SGTS	T22-F004A	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.89 (2.89) (2.27)	6.0	2.08	3.27 (3.27) (2.27)	6.0	1.83	1.13	6.34%	
					鉛直	1.23 (0.94) (1.23)	6.0	4.88	1.31 (1.31) (1.23)	6.0	4.58	1.07	1.34%	
96	SGTS	T22-F004B	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.27 (1.29) (2.27)	6.0	2.64	2.48 (2.48) (2.27)	6.0	2.42	1.09	3.50%	
					鉛直	1.23 (0.22) (1.23)	6.0	4.88	1.23 (0.29) (1.23)	6.0	4.88	1.00	0.00%	
97	FCS	T49-F001A	FCS入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.13 (0.92) (1.13)	6.0	5.31	1.13 (1.13) (1.13)	6.0	5.31	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 (0.11) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.11) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	
98	FCS	T49-F001B	FCS入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.84 (1.84) (1.13)	6.0	3.26	1.84 (1.84) (1.13)	6.0	3.26	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 (0.82) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.92) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	
99	FCS	T49-F003A	FCS入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.15 (2.15) (1.13)	6.0	2.79	2.25 (2.25) (1.13)	6.0	2.67	1.05	1.67%	
					鉛直	1.08 (0.82) (1.08)	6.0	5.56	1.13 (1.13) (1.08)	6.0	5.31	1.05	0.84%	
100	FCS	T49-F003B	FCS入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.35 (2.35) (1.13)	6.0	2.55	2.35 (2.35) (1.13)	6.0	2.55	1.00	0.00%	
					鉛直	1.08 (0.62) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.82) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(11) 高振動数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 (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
101	FCS	T49-F007A	FCS 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.33 (1.33) (1.07)	6.0	4.51	1.43 (1.43) (1.07)	6.0	4.20	1.08	1.67%	
					鉛直	1.05 (0.21) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.82) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
102	FCS	T49-F007B	FCS 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	水平	2.35 (2.35) (1.07)	6.0	2.55	2.35 (2.35) (1.07)	6.0	2.55	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
103	FCS	T49-F008A	FCS 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.64 (1.64) (1.07)	6.0	3.66	1.64 (1.64) (1.07)	6.0	3.66	1.00	0.00%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
104	FCS	T49-F008B	FCS 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	水平	1.64 (1.64) (1.07)	6.0	3.66	1.74 (1.74) (1.07)	6.0	3.45	1.06	1.67%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
105	CRD	C12-126	スクラム弁	空気作動 グループ弁	水平	1.30 (—) (1.30)	6.0	4.62	1.30 (—) (1.30)	6.0	4.62	1.00	0.00%	
					鉛直	1.27 (—) (1.27)	6.0	4.72	1.27 (—) (1.27)	6.0	4.72	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 3 高振動数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 (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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F001T	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.62 (5.62) (1.72)	9.6	1.71	5.62 (5.62) (1.72)	9.6	1.71	1.00	0.00%	
					鉛直	2.35 (2.35) (1.06)	6.1	2.60	2.35 (2.35) (1.06)	6.1	2.60	1.00	0.00%	
2	MS	B21-F001U	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	6.74 (6.74) (1.72)	9.6	1.42	6.84 (6.84) (1.72)	9.6	1.40	1.01	1.05%	
					鉛直	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	2.35 (2.35) (1.06)	6.1	2.60	1.04	1.64%	

*：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。

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価

1. はじめに

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価として、スペクトルモーダル解析にて考慮する範囲を 20Hz、30Hz 及び 50Hz までとし、弁駆動部の応答加速度を算定した。

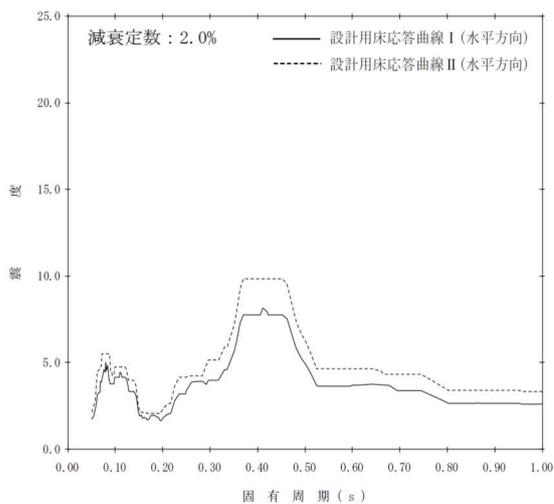
2. 評価対象の選定

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とタービン建屋であることから、設計用床応答曲線のうち弁の動的機能維持評価に用いる原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎、原子炉建屋、タービン建屋の設計用床応答曲線の例を図 1 に示す。

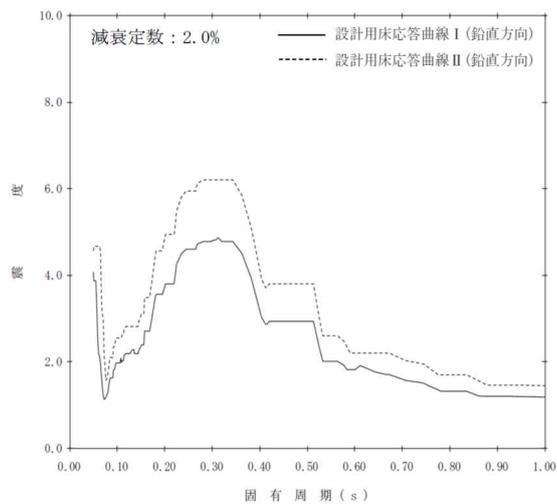
原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の設計用床応答曲線は 20Hz 近傍で卓越しており、原子炉建屋及びタービン建屋とは異なる傾向であることが確認できる。

この傾向を踏まえ、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の設計用床応答曲線を用いる弁と、20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉建屋及びタービン建屋の設計用床応答曲線を用いる弁から、20Hz まで考慮したスペクトルモーダル解析において裕度が最小となる対象として、主蒸気隔離弁及び残留熱除去系弁を評価対象として選定した。

評価対象弁近傍の解析モデルを図 2 に示す。

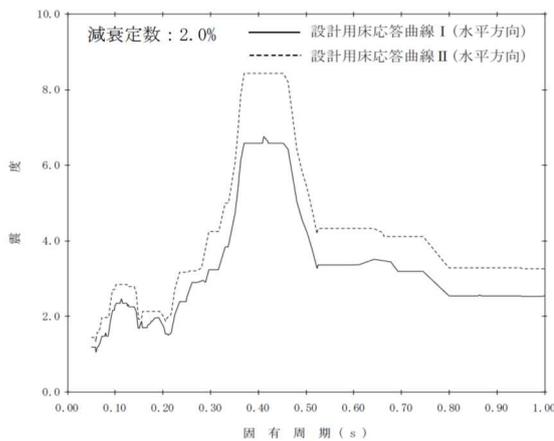


水平方向

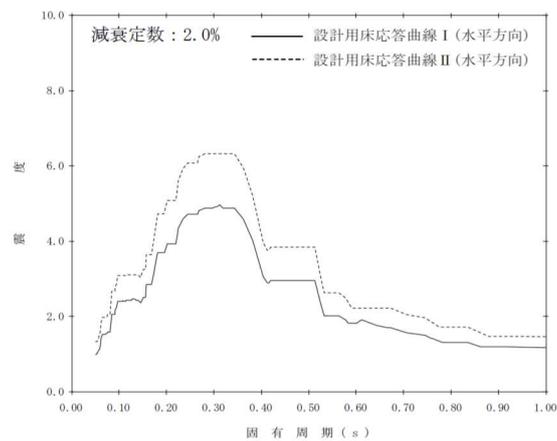


鉛直方向

図 1(1) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18.440m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

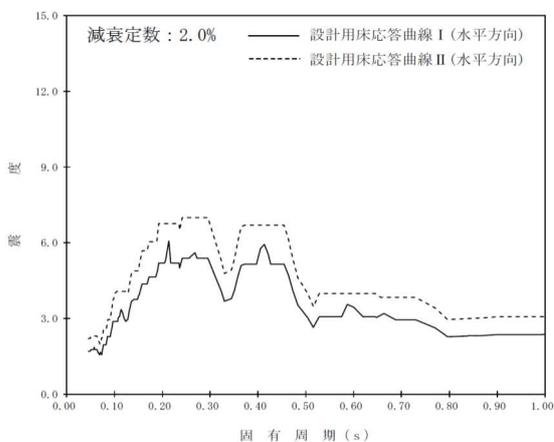


水平方向

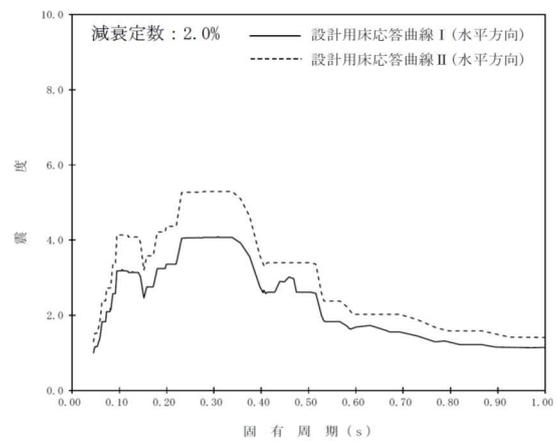


鉛直方向

図 1(2) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 12.300m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)



水平方向



鉛直方向

図 1(3) タービン建屋 (T. M. S. L. 12.300m) の設計用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

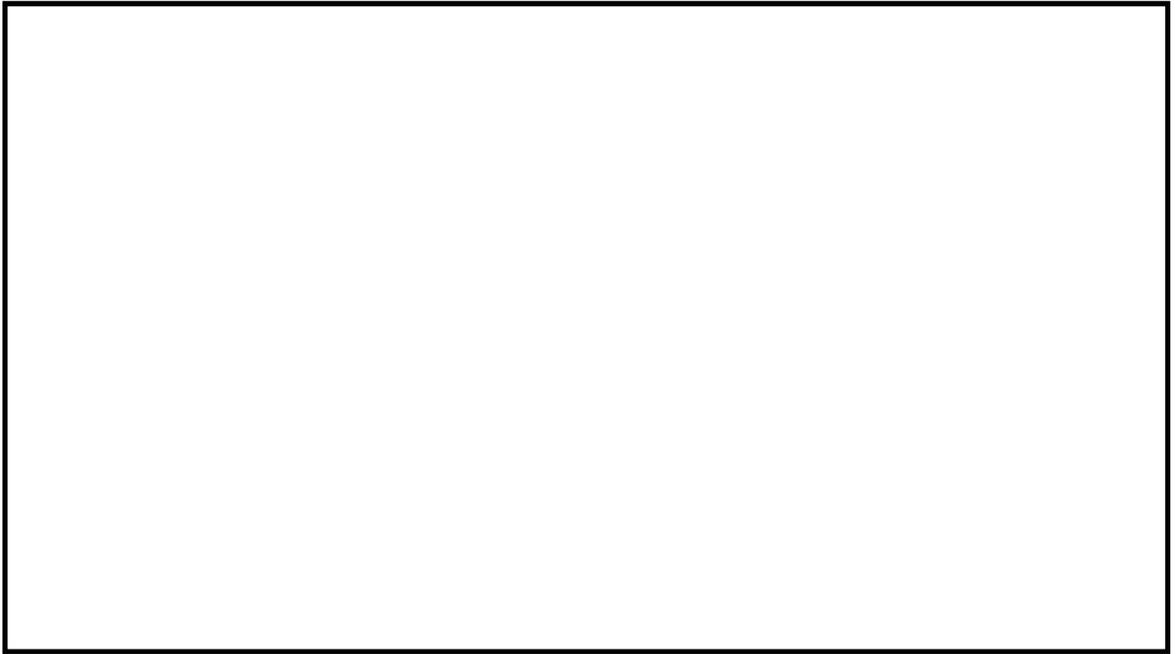


図 2(1) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図（主蒸気系配管）

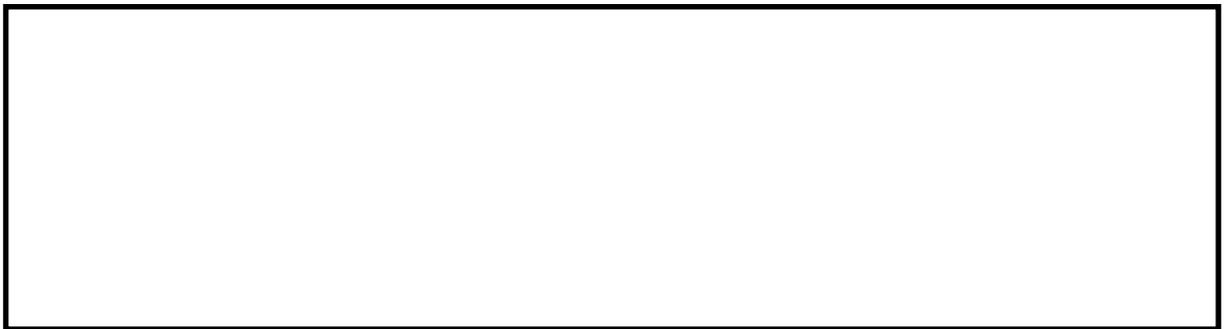


図 2(2) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図（残留熱除去系配管）

3. 入力条件

当該解析モデルは柔構造であることから、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して機能維持評価を行う。

スペクトルモーダル解析における入力条件としては、設計用床応答曲線を用いることとする。なお設計用床応答曲線の作成を 20Hz としていることから、20Hz を超えた範囲について、原子炉格納容器外は最大加速度、原子炉格納容器内は床応答曲線の作成範囲を 50Hz までとした床応答曲線を入力とする(詳細は添付 2 に示す)。入力条件となる動的機能維持評価用床応答曲線を図 3 に示す。動的機能維持評価用床応答曲線の適用性を添付 2 に示す。

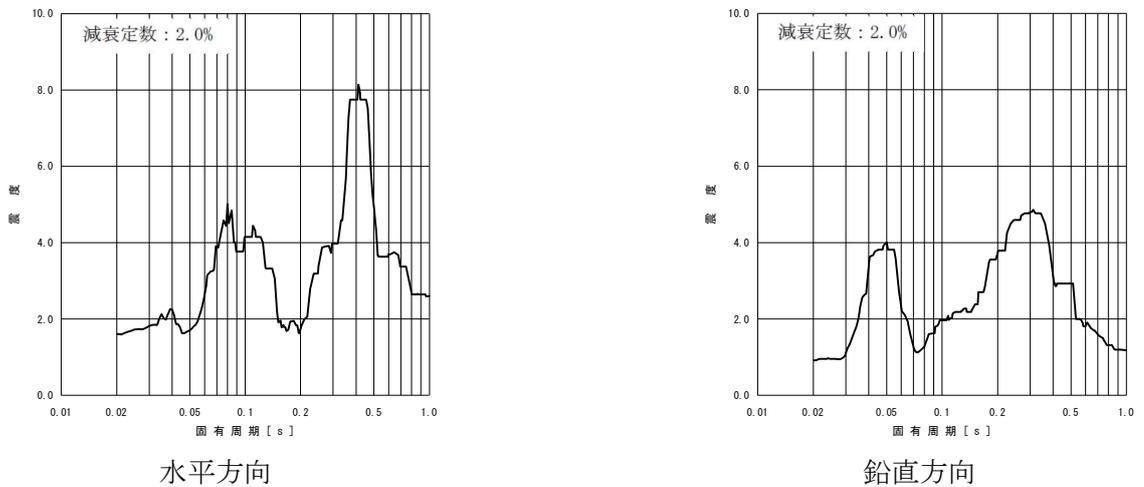


図 3(1) 原子炉遮蔽壁 (T. M. S. L. 18.440m) の動的機能維持評価用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

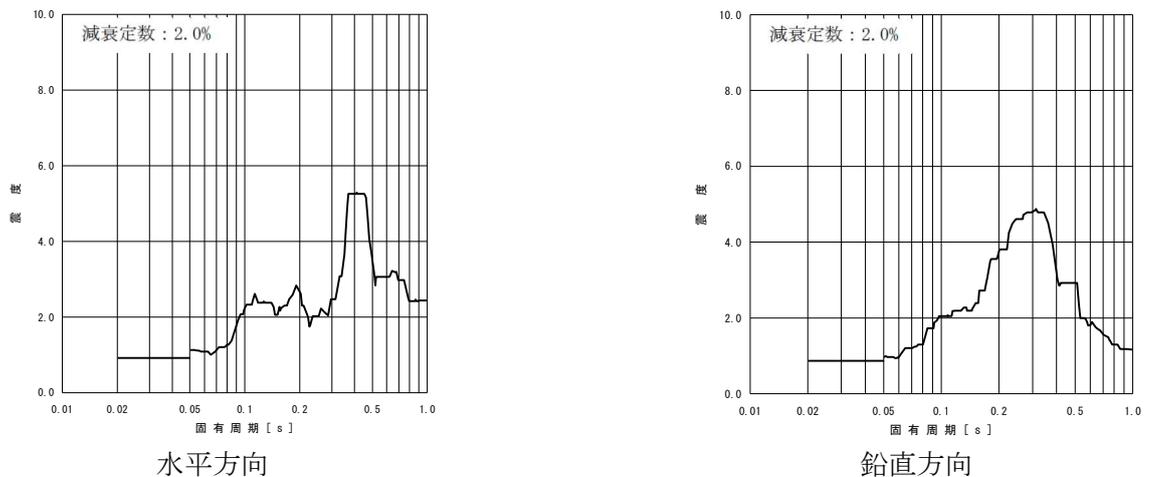


図 3(2) 原子炉建屋 (T. M. S. L. 4.800m) の動的機能維持評価用床応答曲線 (減衰定数 2.0%)

4. 解析結果

解析モデルを用いた地震応答解析による弁駆動部における応答加速度の算定結果を表 1 に示す。表 1 に示すとおり 20Hz の応答加速度に対して、30Hz まで考慮した応答加速度は増加しているものの、50Hz まで考慮した応答加速度は、30Hz に対して増加は認められなかった。

表 1 弁駆動部における応答加速度

弁名称	方向	スペクトルモーダル解析 (G)			最大加速度 (1.2ZPA) (G)
		20Hz	30Hz	50Hz	
主蒸気系 主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C)	水平	5.11	5.72	5.72	1.72
	鉛直	0.72	3.27	3.27	1.06
残留熱除去系 熱交換器バイパス弁 (E11-F013A)	水平	3.78	3.78	3.78	0.99
	鉛直	2.35	2.35	2.35	1.00

参考として、固有値解析結果のうち固有振動数及び刺激係数を表 2 に、振動モード図を図 4 に示す。

5. 応答加速度増加の要因推定

B21-F002C の鉛直方向の応答加速度が 20Hz から 30Hz で大きく増加している要因を以下のとおり推定した。

B21-F002C の上流には水平 1 方向と鉛直方向を支持するレスレイント、下流側には原子炉格納容器貫通部を有しており高い剛性を有している (図 5 参照)。

また、原子炉遮蔽壁の床応答曲線は鉛直方向が卓越しており、20Hz 以降の振動数領域においても震度が大きいことから応答加速度が増加に至ったものと考えられる。

表 2(1) 主蒸気系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

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								

表 2(2) 主蒸気系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

モード	固有振動数 (Hz)	固有周期 (S)	刺激係数			設計震度		
			X 方向	Y 方向	Z 方向	水平方向		鉛直方向
						X 方向	Z 方向	Y 方向
3 3 次								
3 4 次								
3 5 次								
3 6 次								
3 7 次								
3 8 次								
3 9 次								
4 0 次								
4 1 次								
4 2 次								
4 3 次								
4 4 次								
4 5 次								
4 6 次								
4 7 次								
4 8 次								
4 9 次								
5 0 次								
5 1 次								
5 2 次								

表 2(3) 残留熱除去系配管の固有周期，刺激係数及び設計震度

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								
113次								
114次								



振動モード図 (1次)
固有振動数 : 10.097Hz



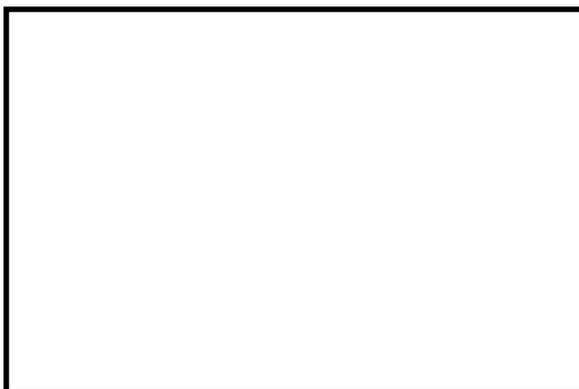
振動モード図 (2次)
固有振動数 : 12.614Hz



振動モード図 (3次)
固有振動数 : 14.010Hz



振動モード図 (4次)
固有振動数 : 15.726Hz



振動モード図 (5次)
固有振動数 : 16.617Hz



振動モード図 (6次)
固有振動数 : 17.141Hz

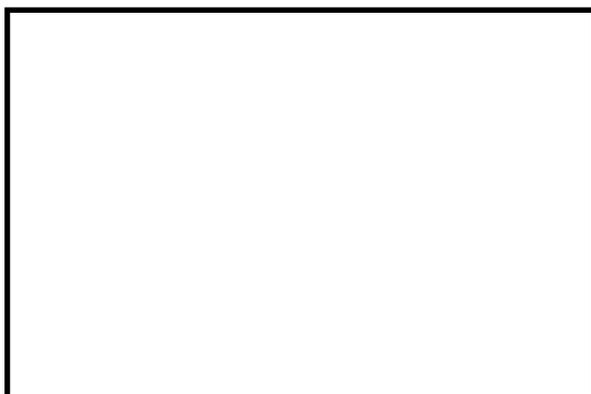
図 4(1) 振動モード図 (主蒸気系配管)



振動モード図 (7次)
固有振動数 : 17.947Hz



振動モード図 (8次)
固有振動数 : 18.225Hz



振動モード図 (9次)
固有振動数 : 18.695Hz

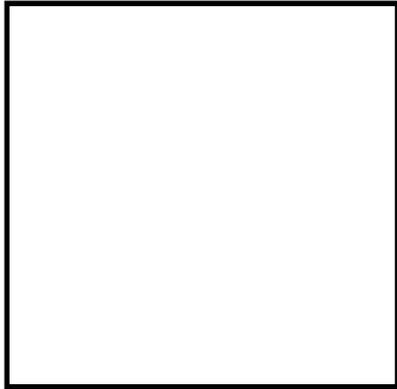


振動モード図 (10次)
固有振動数 : 19.231Hz

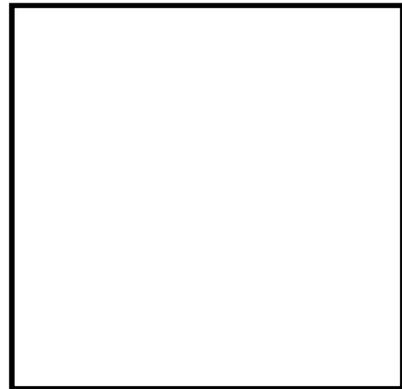


振動モード図 (51次)
固有振動数 : 49.285Hz

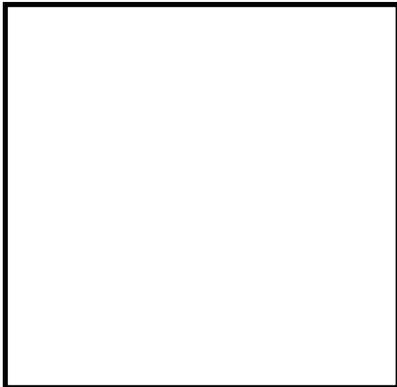
図 4(2) 振動モード図 (主蒸気系配管)



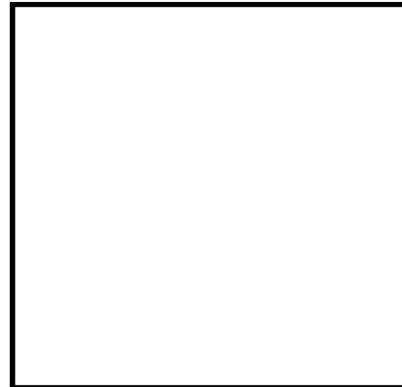
振動モード図 (1 次)
固有振動数 : 4.342Hz



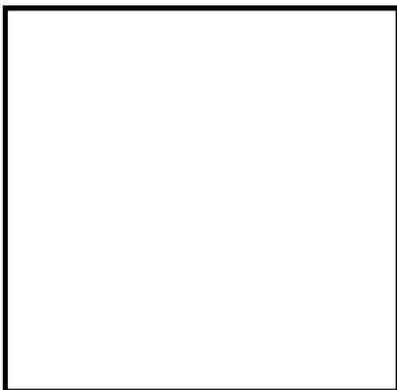
振動モード図 (2 次)
固有振動数 : 6.404Hz



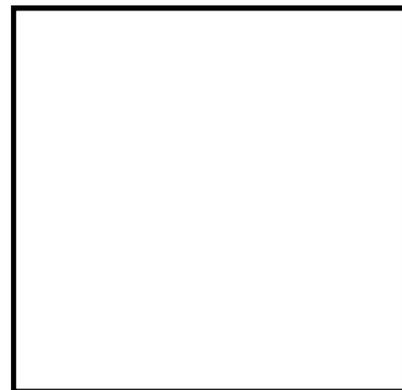
振動モード図 (3 次)
固有振動数 : 6.436Hz



振動モード図 (4 次)
固有振動数 : 6.861Hz

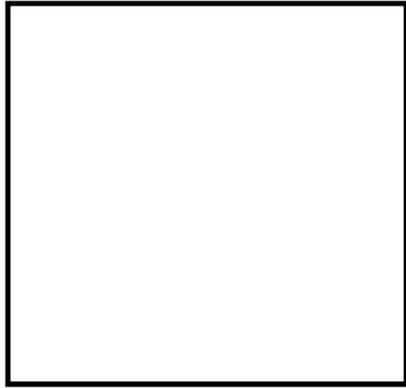


振動モード図 (5 次)
固有振動数 : 7.183Hz

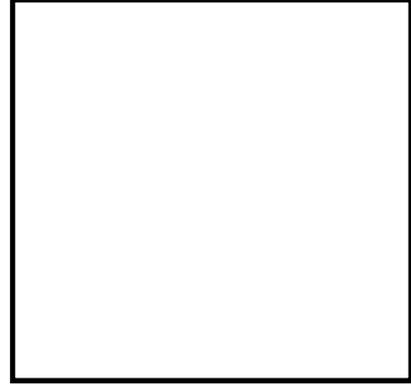


振動モード図 (6 次)
固有振動数 : 7.474Hz

図 4(3) 振動モード図 (残留熱除去系配管)



振動モード図 (7次)
固有振動数 : 7.688Hz



振動モード図 (8次)
固有振動数 : 7.800Hz



振動モード図 (9次)
固有振動数 : 8.578Hz



振動モード図 (10次)
固有振動数 : 8.720Hz



振動モード図 (113次)
固有振動数 : 49.975Hz

図 4(4) 振動モード図 (残留熱除去系配管)



図 5 主蒸気系配管の解析モデル図 (モデル No. MS-PD-3)

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

本資料では弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線の作成方法として、設計用床応答曲線の 20Hz 以上を最大加速度とすることが妥当であることを確認するため、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎及び 20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉建屋の設計用床応答曲線を弁の動的機能維持評価に用いる配管系を対象に妥当性を確認する。

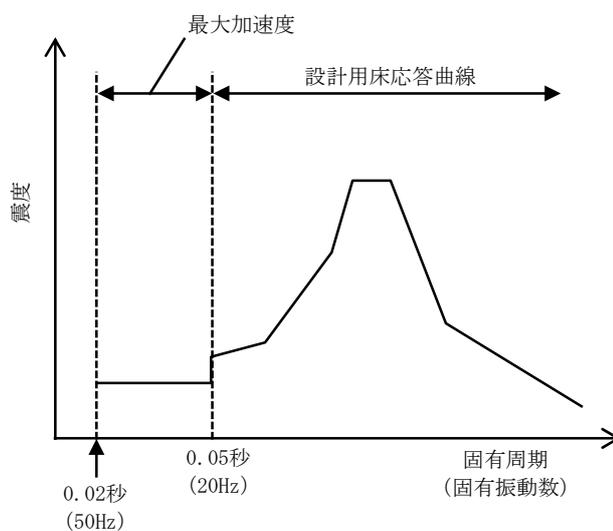


図 1 動的機能維持要求弁に用いる床応答曲線 (イメージ図)

2. 配管系の地震応答解析

原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎及び原子炉建屋の設計用床応答曲線を適用し、スペクトルモード解析を実施する解析モデルのうち、ここでは添付 1 と同一の主蒸気系主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C) 及び残留熱除去系熱交換器バイパス弁 (E11-F013A) について確認を行う。評価対象弁近傍の解析モデルを図 2 に示す。

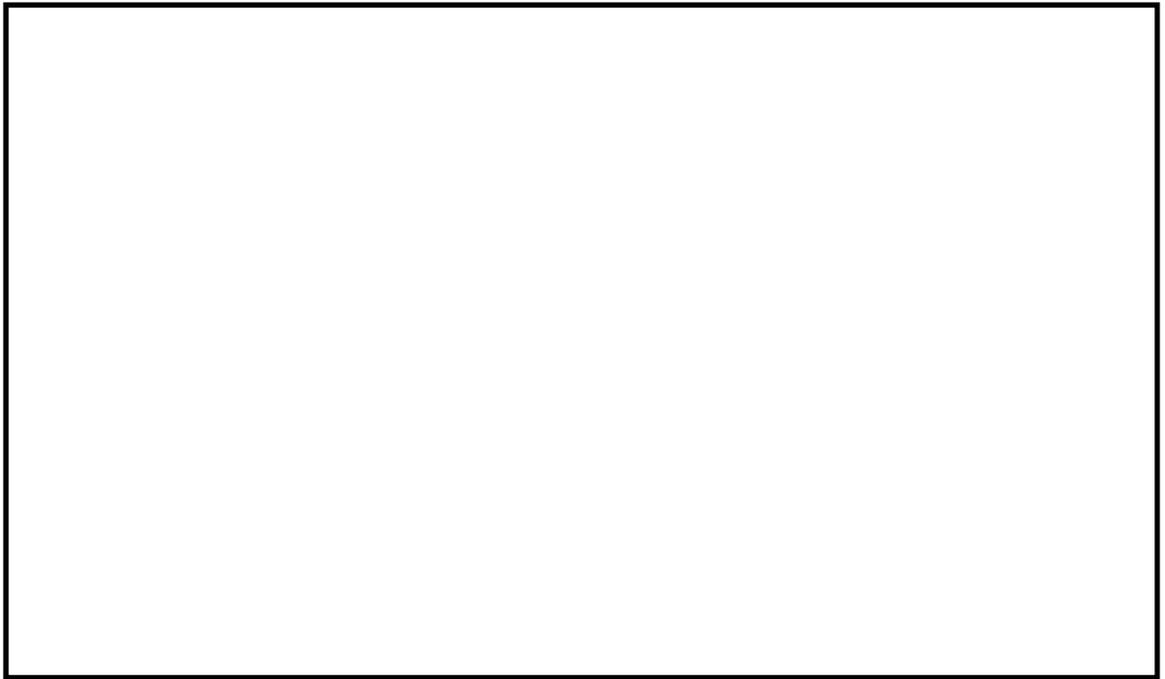


図 2(1) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図 (主蒸気系配管)



図 2(2) 評価対象弁近傍の配管解析モデル図 (残留熱除去系配管)

3. 確認内容

動的機能維持対象弁の応答加速度値の算出に用いる床応答曲線として、以下2種類を作成し、スペクトルモーダル解析により弁位置の応答加速度を算出することにより行う。

なお、各床応答曲線は50Hzまで作成するが、添付1にて地震応答解析において30Hz以上で応答加速度の増加が認められなかったことから、本確認においては30Hzまでを考慮した地震応答解析を実施する。

a. 動的機能維持評価用床応答曲線

柏崎刈羽原子力発電所第7号機の動的機能維持評価に用いる床応答曲線であり、床応答スペクトルの作成を20Hzとし、20Hzを超えた範囲は最大加速度として作成する(図3)。

b. 検討用床応答曲線

動的機能維持確認用床応答曲線との応答比較のために用いる床応答曲線とし、床応答スペクトルの作成範囲を50Hzとする(図4)。

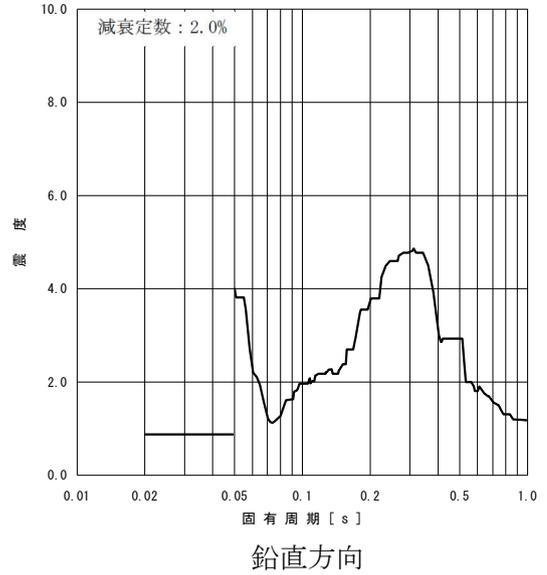
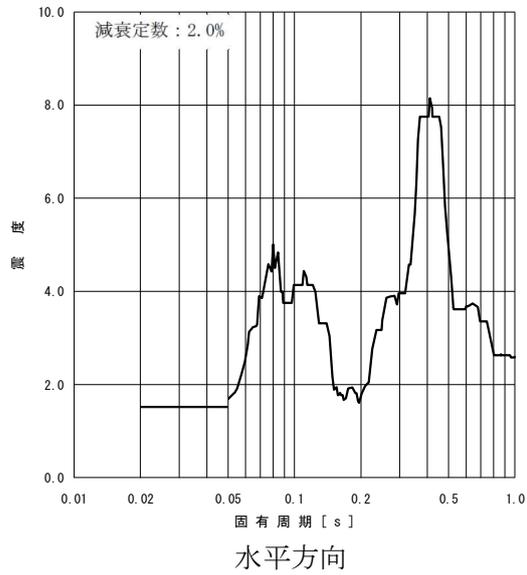


図 3(1) 動的機能維持評価用床応答曲線
(原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 18.440m 減衰定数 2.0%)

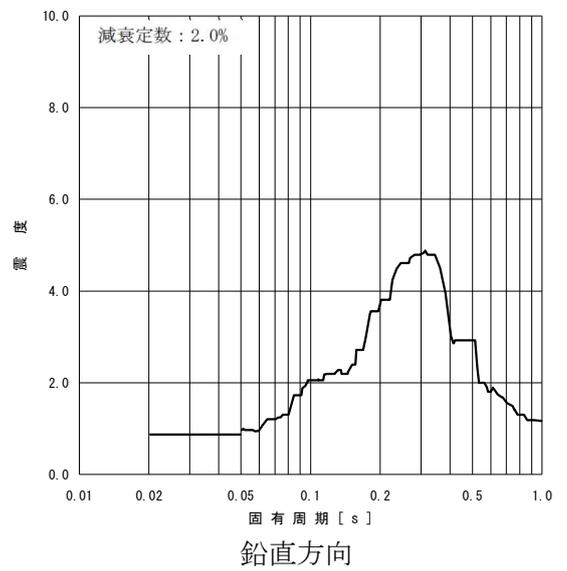
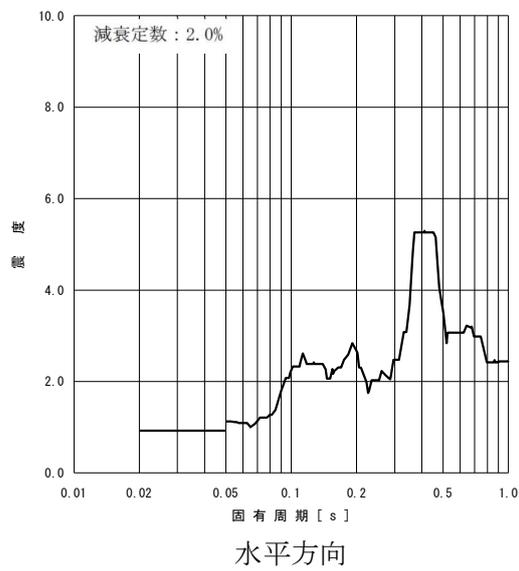


図 3(2) 動的機能維持評価用床応答曲線
(原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800m 減衰定数 2.0%)

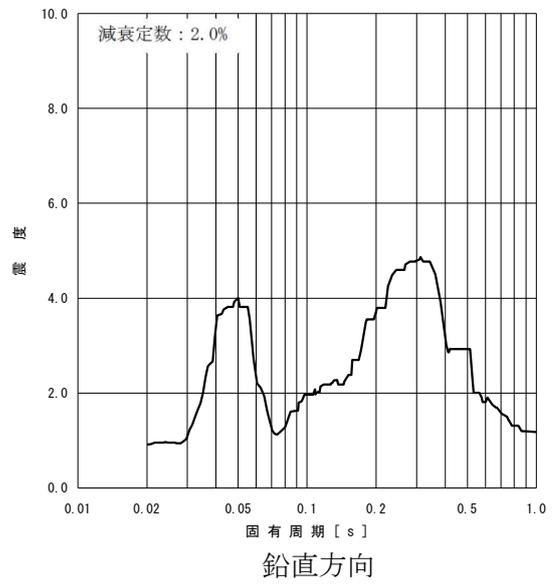
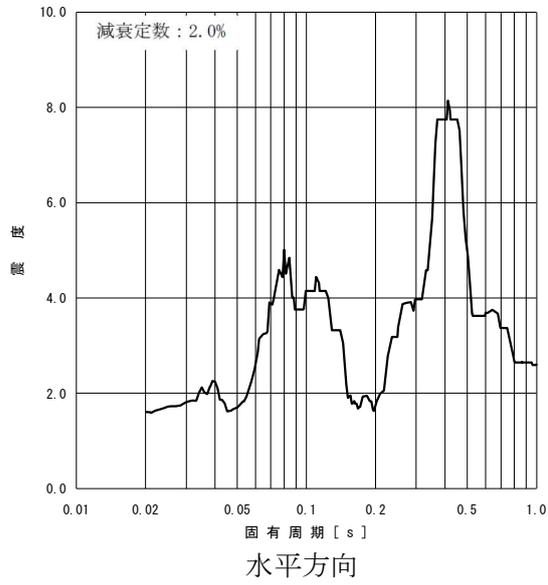


図 4(1) 検討用床応答曲線
(原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 18.440m 減衰定数 2.0%)

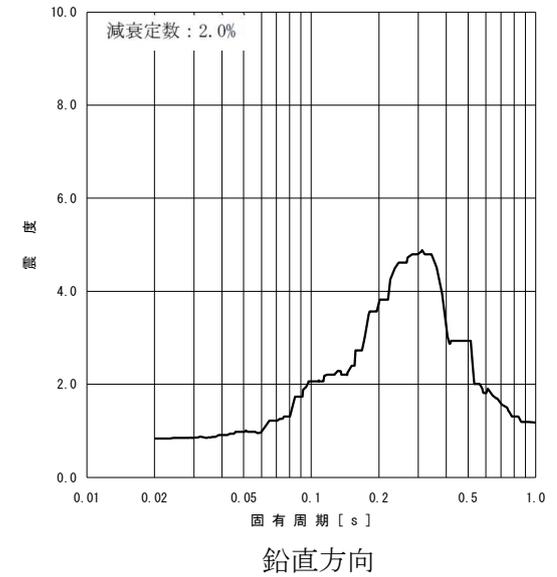
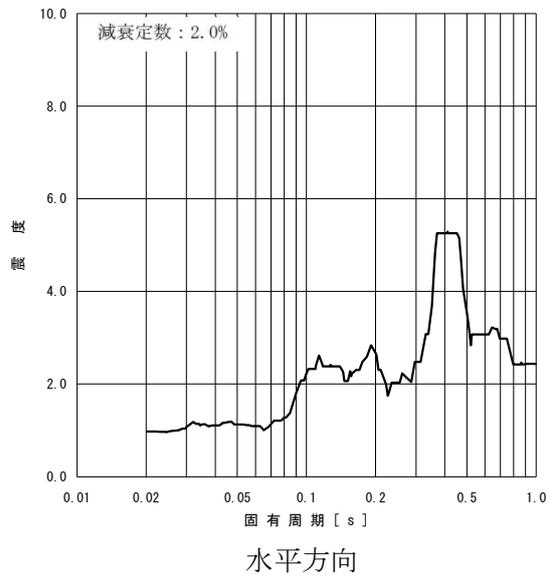


図 4(2) 検討用床応答曲線
(原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800m 減衰定数 2.0%)

4. 確認結果

(1) 確認結果

各床応答曲線を用いた地震応答解析による弁駆動部の応答加速度の算定結果を表1に示す。

主蒸気内側隔離弁については、今回評価に適用する動的機能維持評価用床応答曲線による評価結果及び最大加速度 1.2ZPA の弁駆動部の応答加速度と比較して、検討用床応答曲線の評価結果の鉛直方向が2倍以上増加することを確認した。

熱交換器バイパス弁については、今回評価に適用する動的機能維持評価用床応答曲線による評価結果及び最大加速度 1.2ZPA と検討用床応答曲線の評価結果で、弁駆動部の応答加速度の差がないことを確認した。

なお、各弁共に評価結果が機能確認済加速度以下である。

表1 弁駆動部位置における応答加速度

		主蒸気系 主蒸気内側隔離弁 (B21-F002C)		残留熱除去系 熱交換器バイパス弁 (E11-F013A)	
		弁駆動部の応答加速度 (G)			
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
動的機能 維持 評価用	動的機能維持確認用床応答 曲線*1による結果	5.41	1.43	3.78	2.35
	最大加速度 1.2ZPA	1.72	1.06	0.99	1.00
	包絡値	5.41	1.43	3.78	2.35
検討用	検討用床応答曲線*2 による結果	5.72	3.27	3.78	2.35
機能確認済加速度 (G)		10.0	6.2	6.0	

*1 : 床応答曲線の作成を 20Hz とし、20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成 (図 3)

*2 : 床応答曲線の作成を 50Hz として作成 (図 4)

(2) 確認結果を踏まえた対応

前述の通り、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の床応答曲線を弁の動的機能維持評価に用いる配管系では、機能確認済加速度以下ではあるものの20Hz を超える範囲の作成方法による弁駆動部応答加速度への影響があることを確認した。

本解析結果を踏まえて、20Hz 近傍にて卓越する応答を示す原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎の床応答曲線を用いる、即ち原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価には検討用床応答曲線を用いる。

一方で、20Hz 近傍で応答が卓越しない原子炉格納容器外に設置されている弁の動的機能維持評価には動的機能維持評価用床応答曲線を用いる（表 2 参照）。

表 2 弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線の使用分類

評価対象弁の設置箇所	弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線
原子炉格納容器内	検討用床応答曲線 〔床応答スペクトルの作成範囲を50Hz として作成〕
原子炉格納容器外	動的機能維持評価用床応答曲線 〔床応答スペクトルの作成を20Hz とし、20Hz を超えた範囲は最大加速度として作成〕

参考として、固有値解析結果のうち固有振動数及び刺激係数を表 3 及び表 4 に、主要次数のモード図を図 5 及び図 6 に示す。

5. 応答加速度増加の要因推定

B21-F002C の鉛直方向の応答加速度が、動的機能維持確認用床応答曲線と比較して検討用床応答曲線を用いて評価した場合に大きく増加している要因を以下のとおり推定した。

B21-F002C の上流には水平 1 方向と鉛直方向を支持するレスレイント、下流側には原子炉格納容器貫通部を有しており高い剛性を有している（図 7 参照）。

また、原子炉遮蔽壁の床応答曲線は鉛直方向が卓越しており、20Hz 以降の震度が最大加速度（0.88G）と比較しても倍以上に大きいことから、動的機能維持確認用床応答曲線と比較して検討用床応答曲線を用いて評価した場合に応答加速度の増加に至ったものと考えられる。

表 3 主蒸気系配管の固有振動数及び刺激係数

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								

表 4(1) 残留熱除去系配管の固有振動数及び刺激係数

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								
34次								
35次								
36次								
37次								
38次								
39次								
40次								

表 4(2) 残留熱除去系配管の固有振動数及び刺激係数

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
4 1 次								
4 2 次								
4 3 次								
4 4 次								
4 5 次								
4 6 次								
4 7 次								
4 8 次								
4 9 次								
5 0 次								
5 1 次								
5 2 次								
5 3 次								
5 4 次								
5 5 次								
5 6 次								
5 7 次								
5 8 次								
5 9 次								
6 0 次								
6 1 次								
6 2 次								
6 3 次								
6 4 次								
6 5 次								
6 6 次								
6 7 次								
6 8 次								
6 9 次								
7 0 次								
7 1 次								
7 2 次								

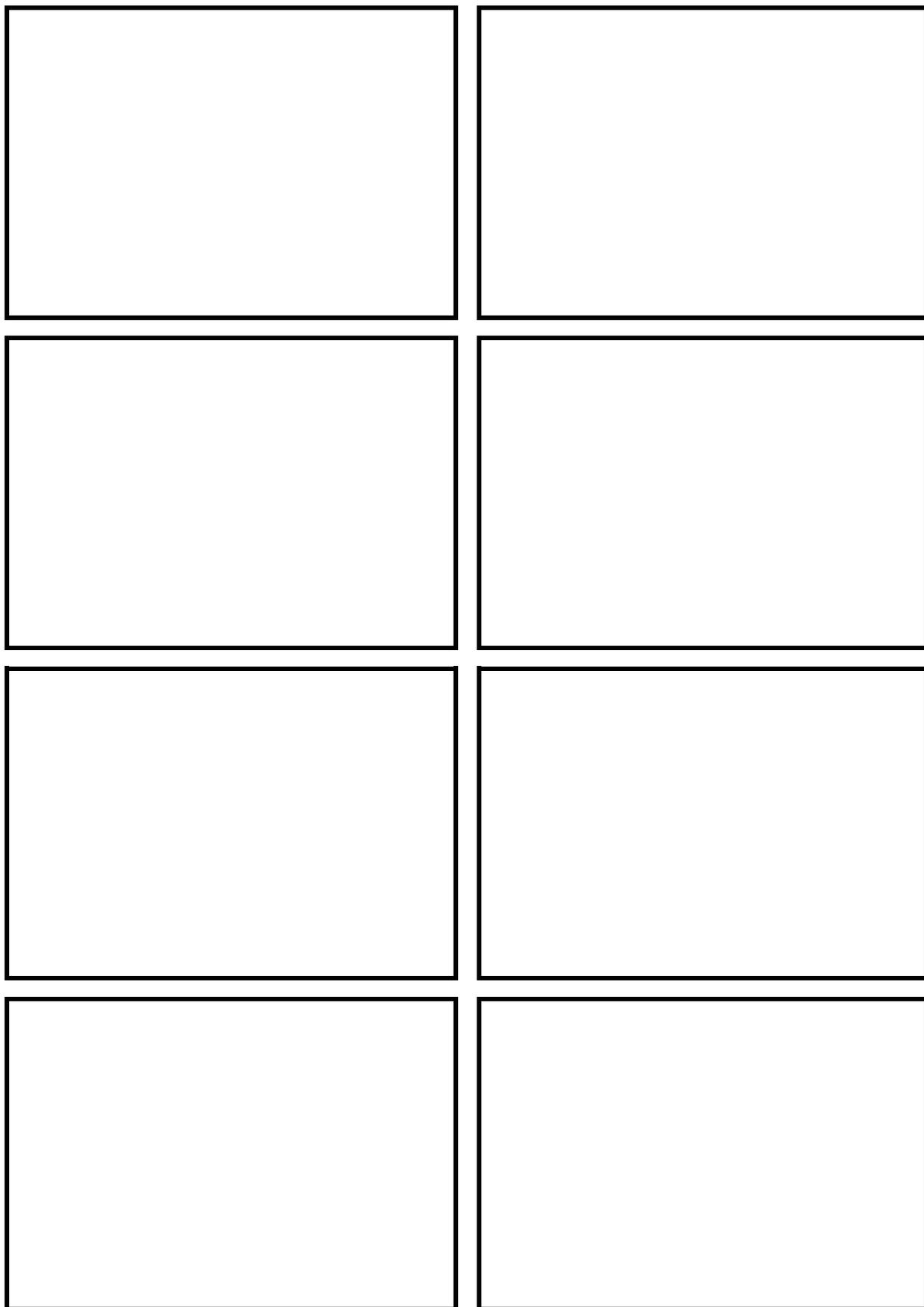


図 5(1) 主蒸気系配管の振動モード図

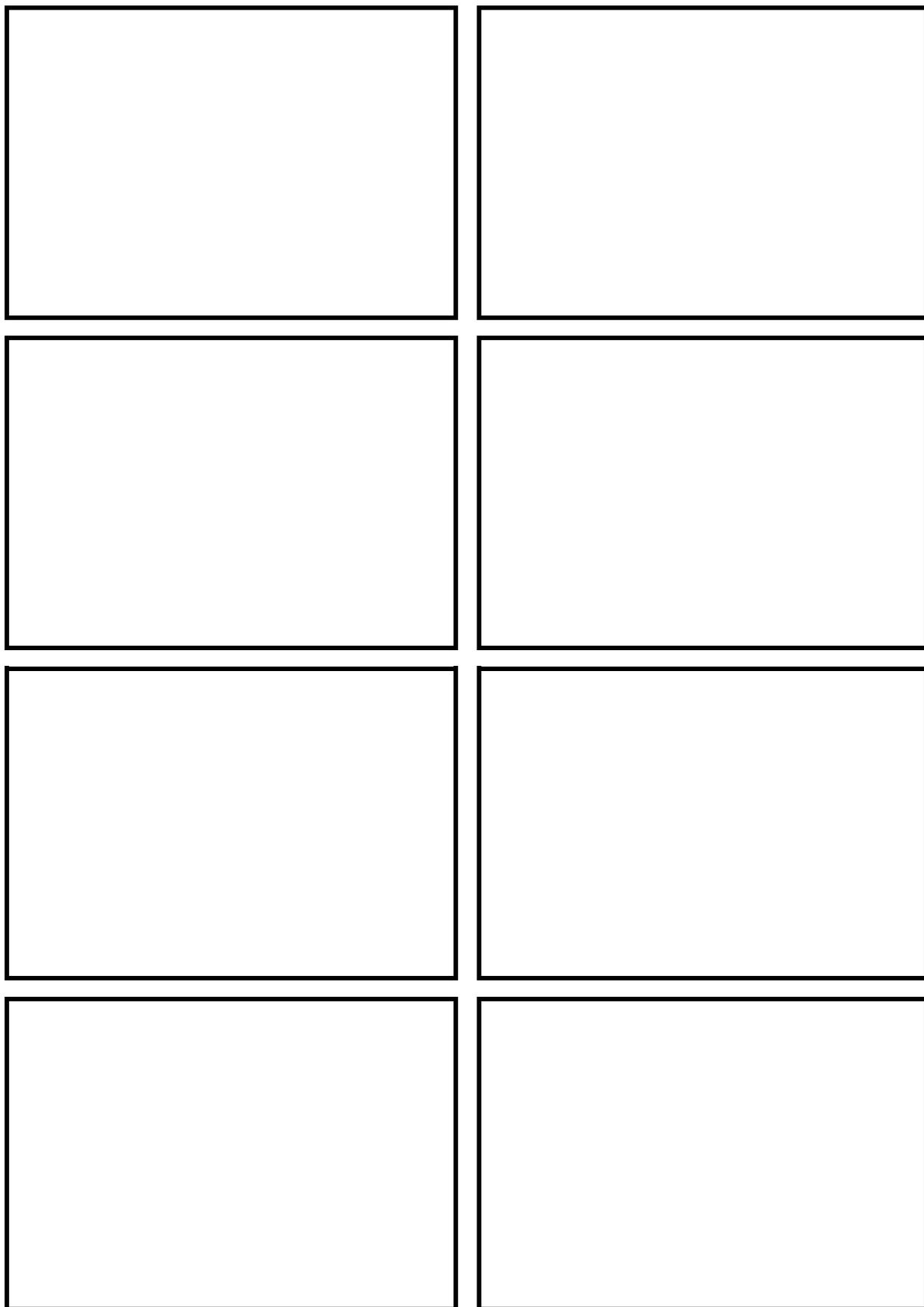


図 5(2) 主蒸気系配管の振動モード図

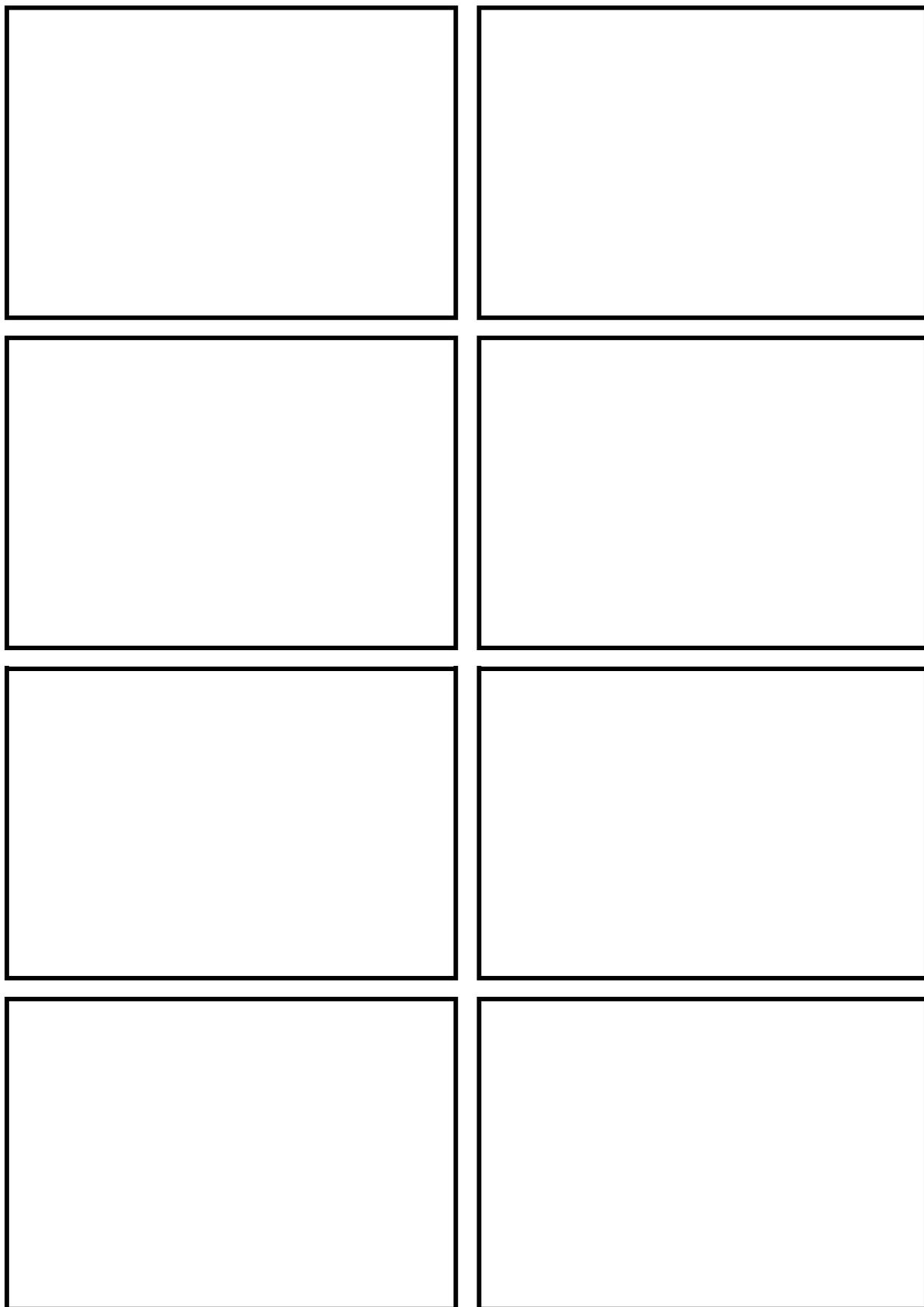


図 5(3) 主蒸気系配管の振動モード図

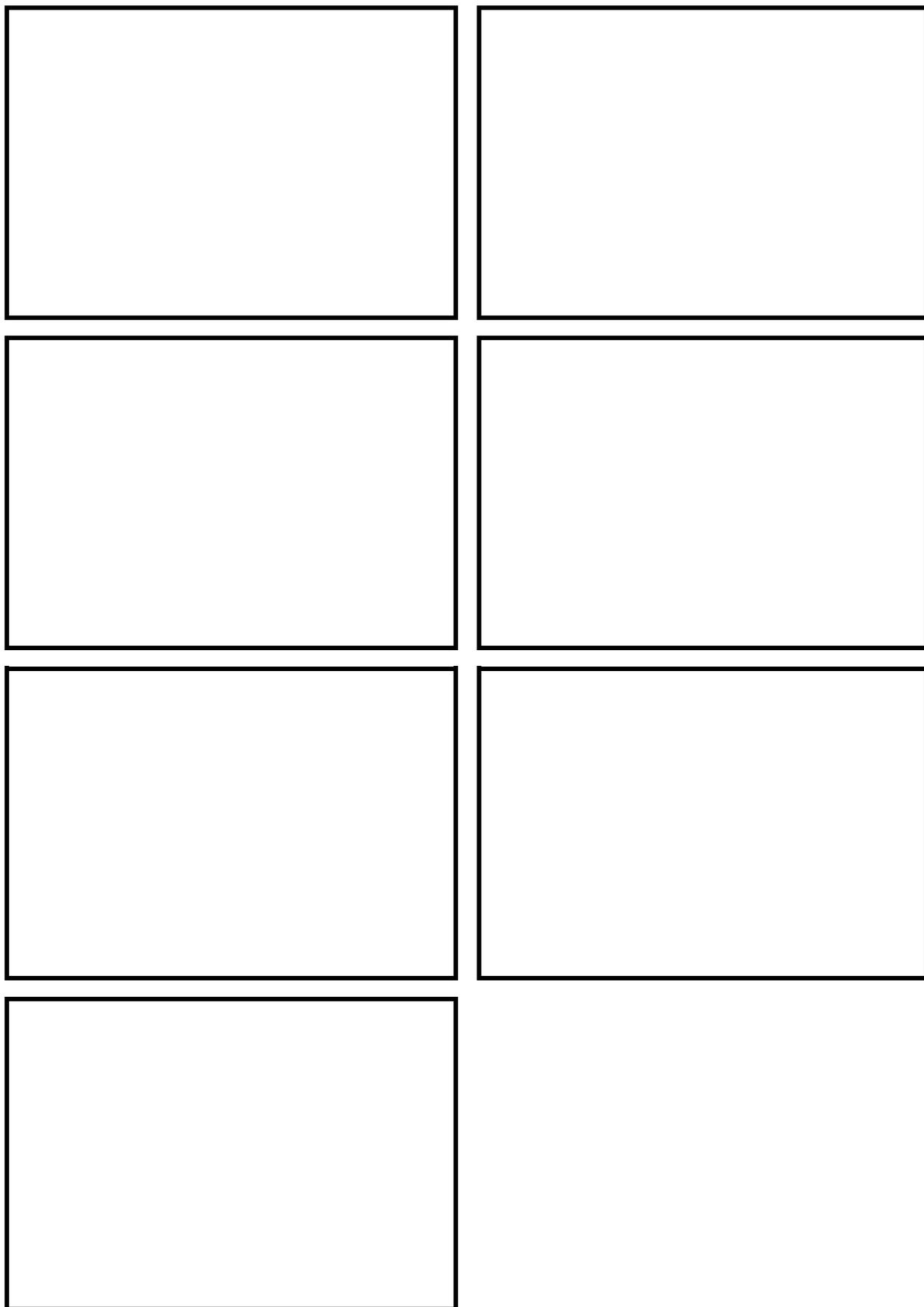


図 5(4) 主蒸気系配管の振動モード図

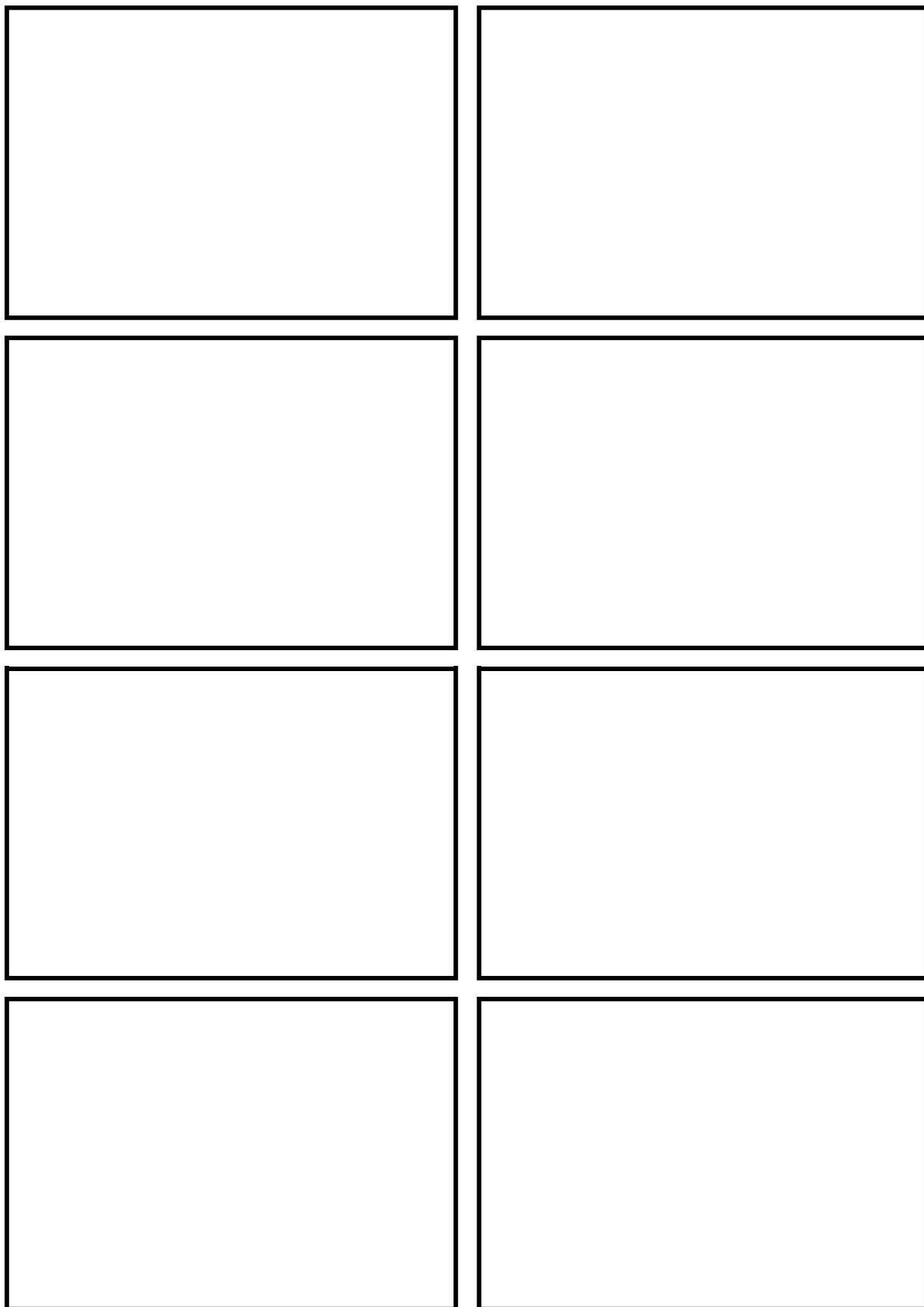


図 6(1) 残留熱除去系配管の振動モード図

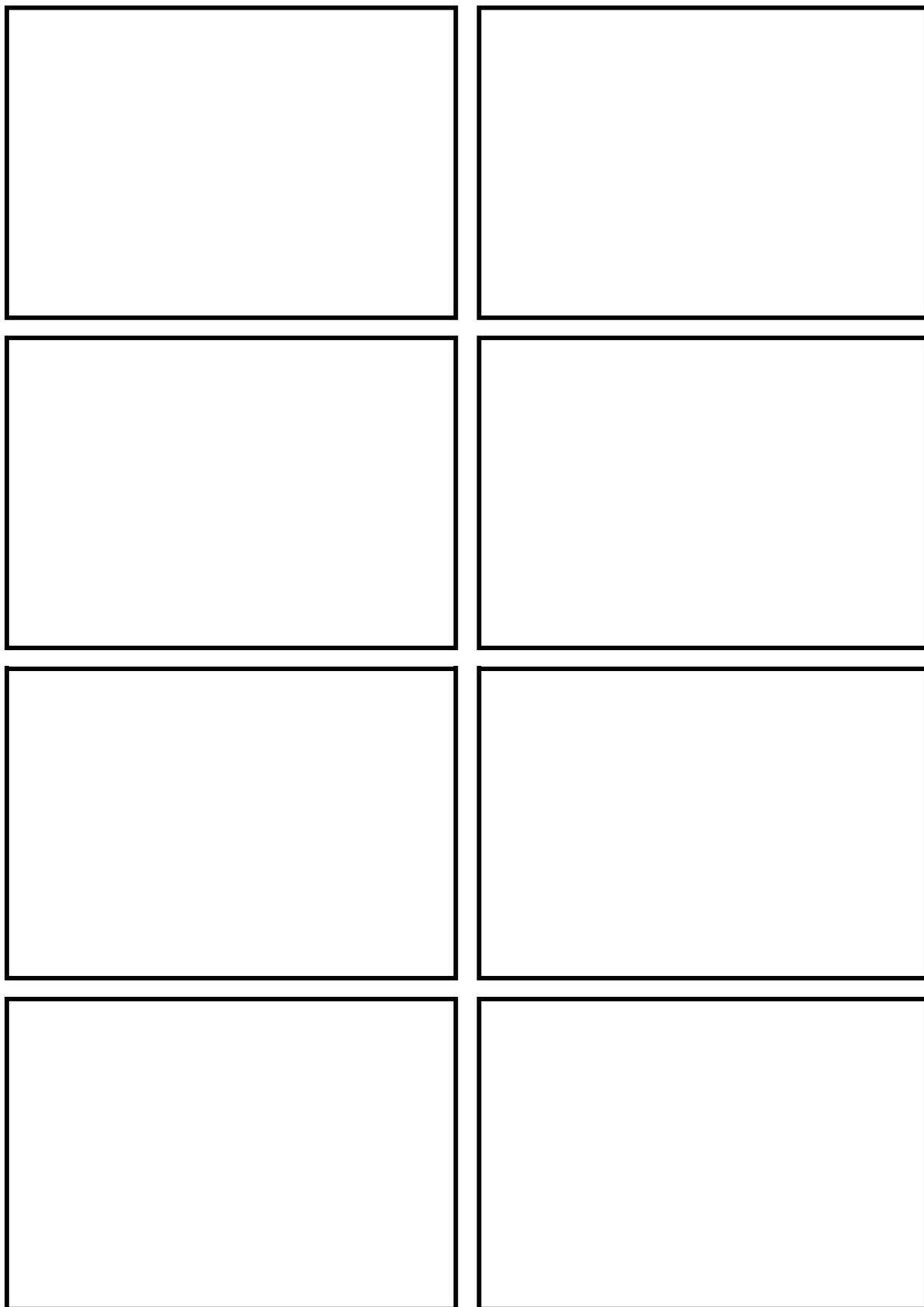


図 6 (2) 残留熱除去系配管の振動モード図

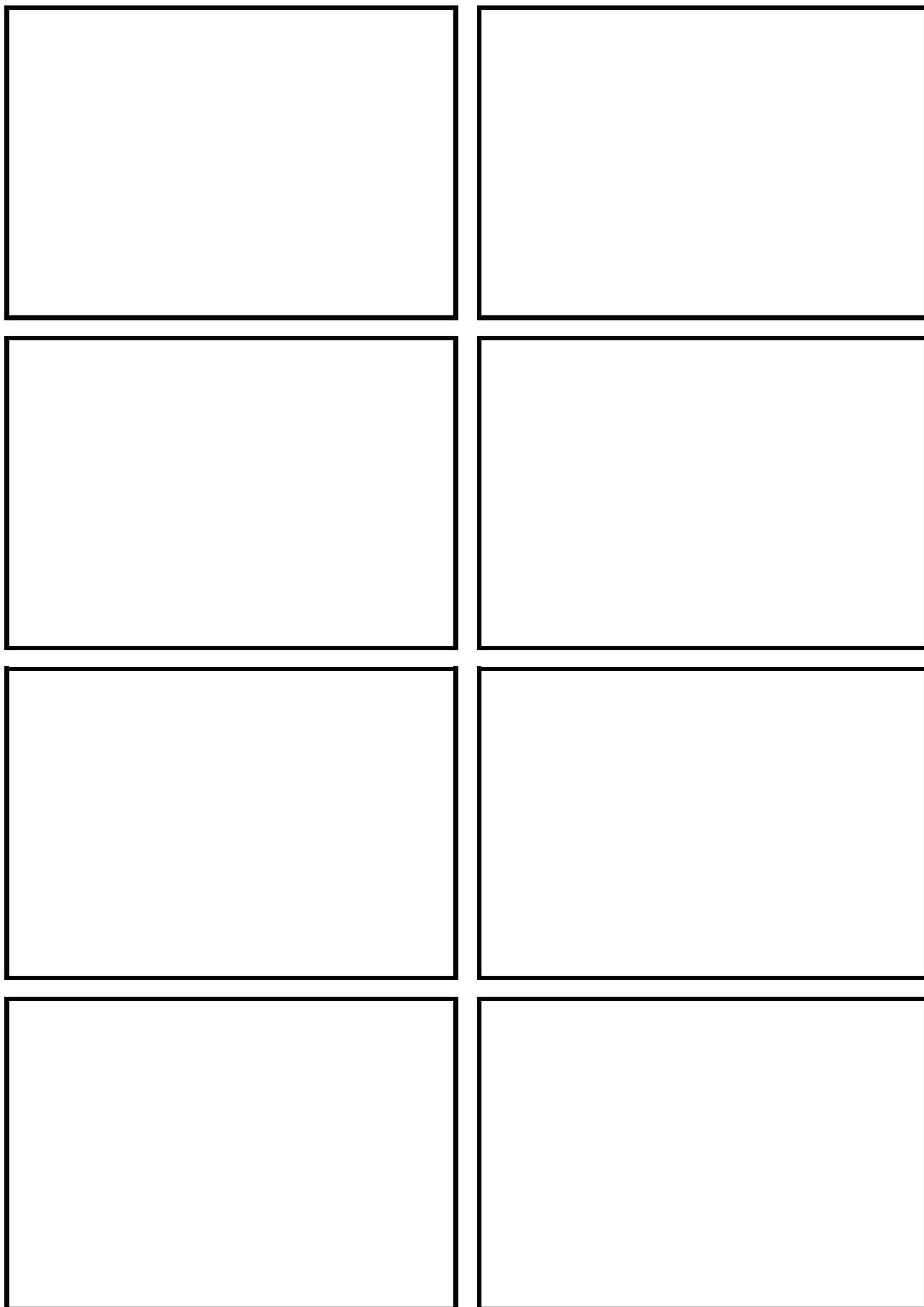


図 6 (3) 残留熱除去系配管の振動モード図

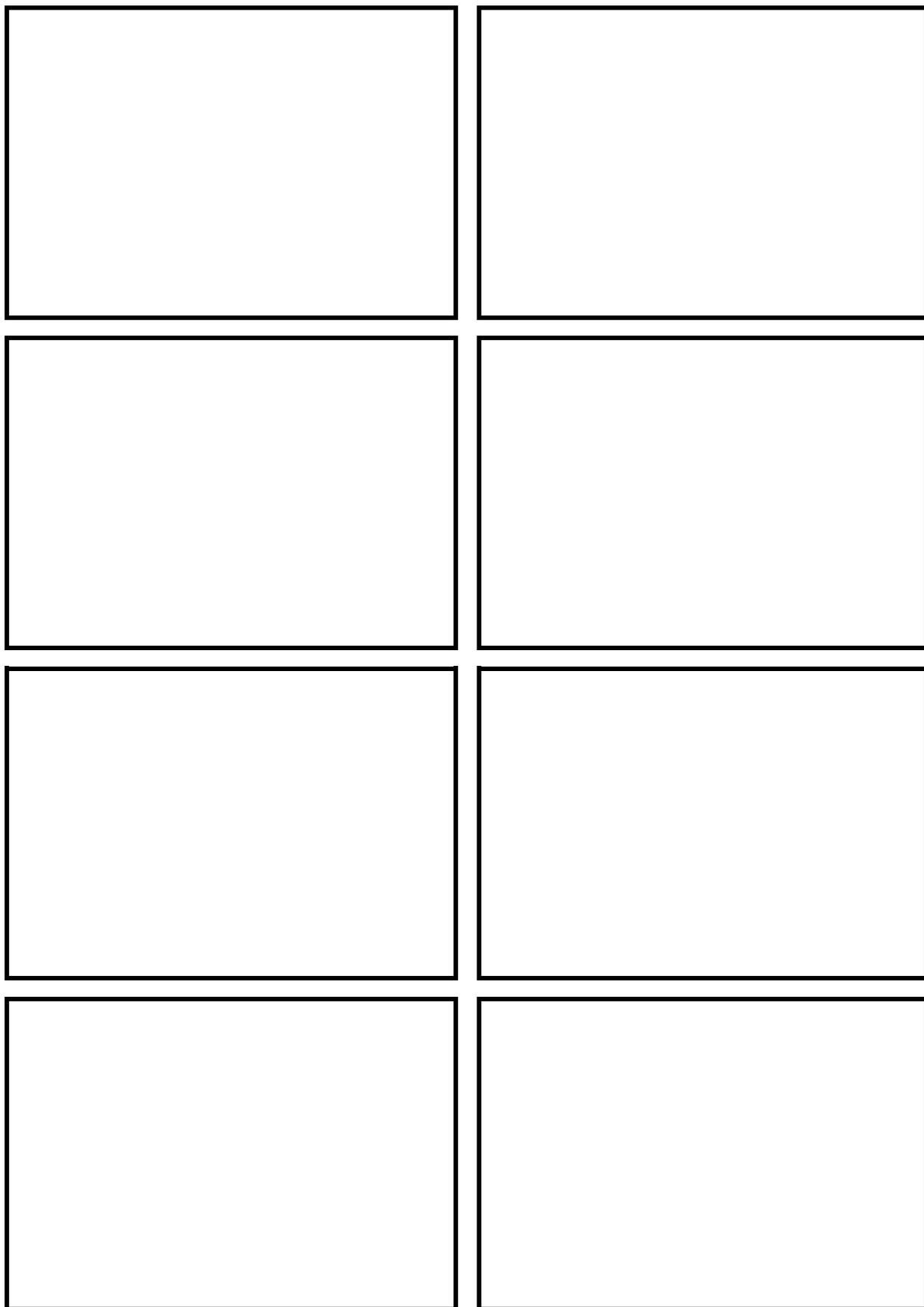


図 6(4) 残留熱除去系配管の振動モード図

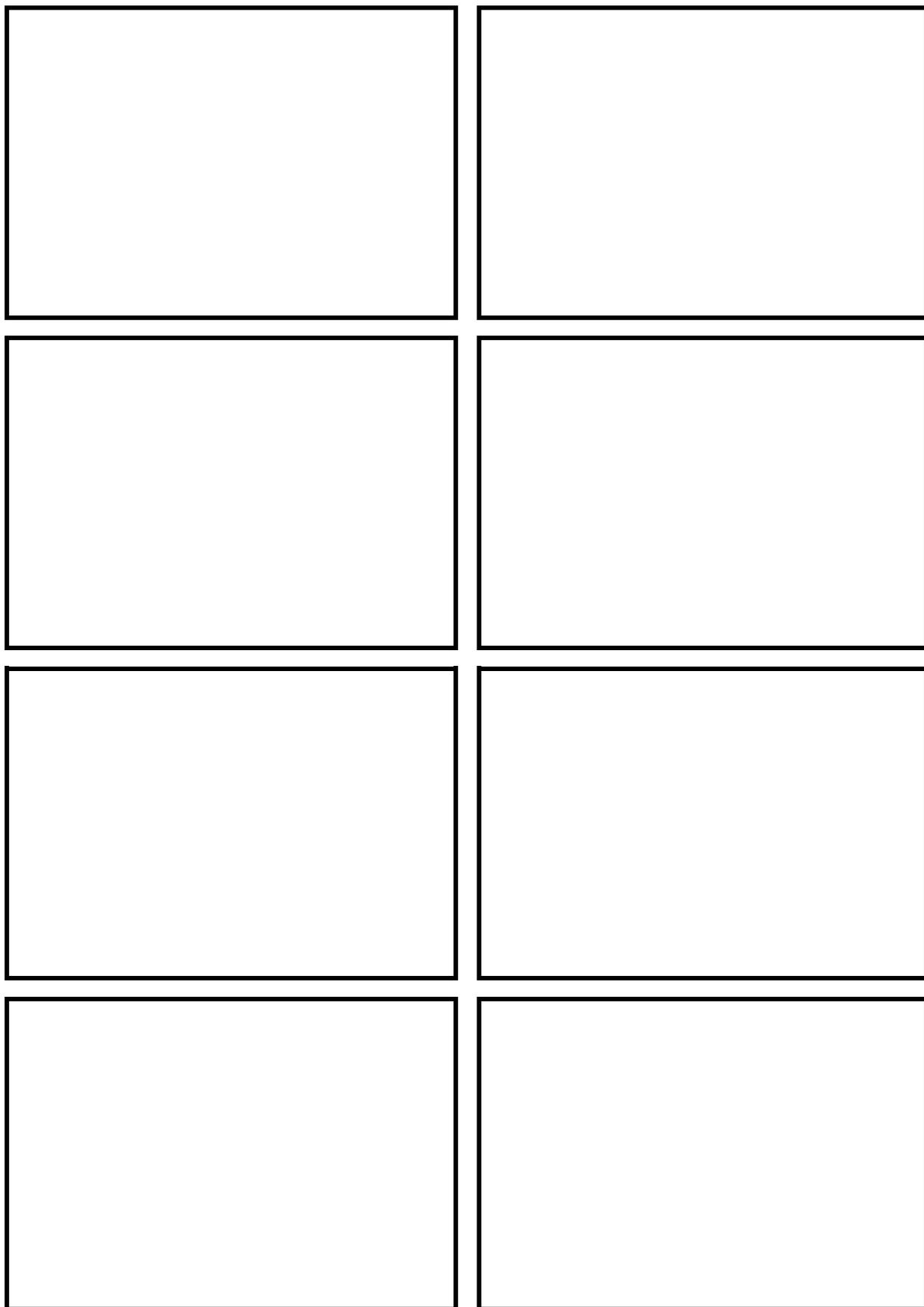


図 6 (5) 残留熱除去系配管の振動モード図

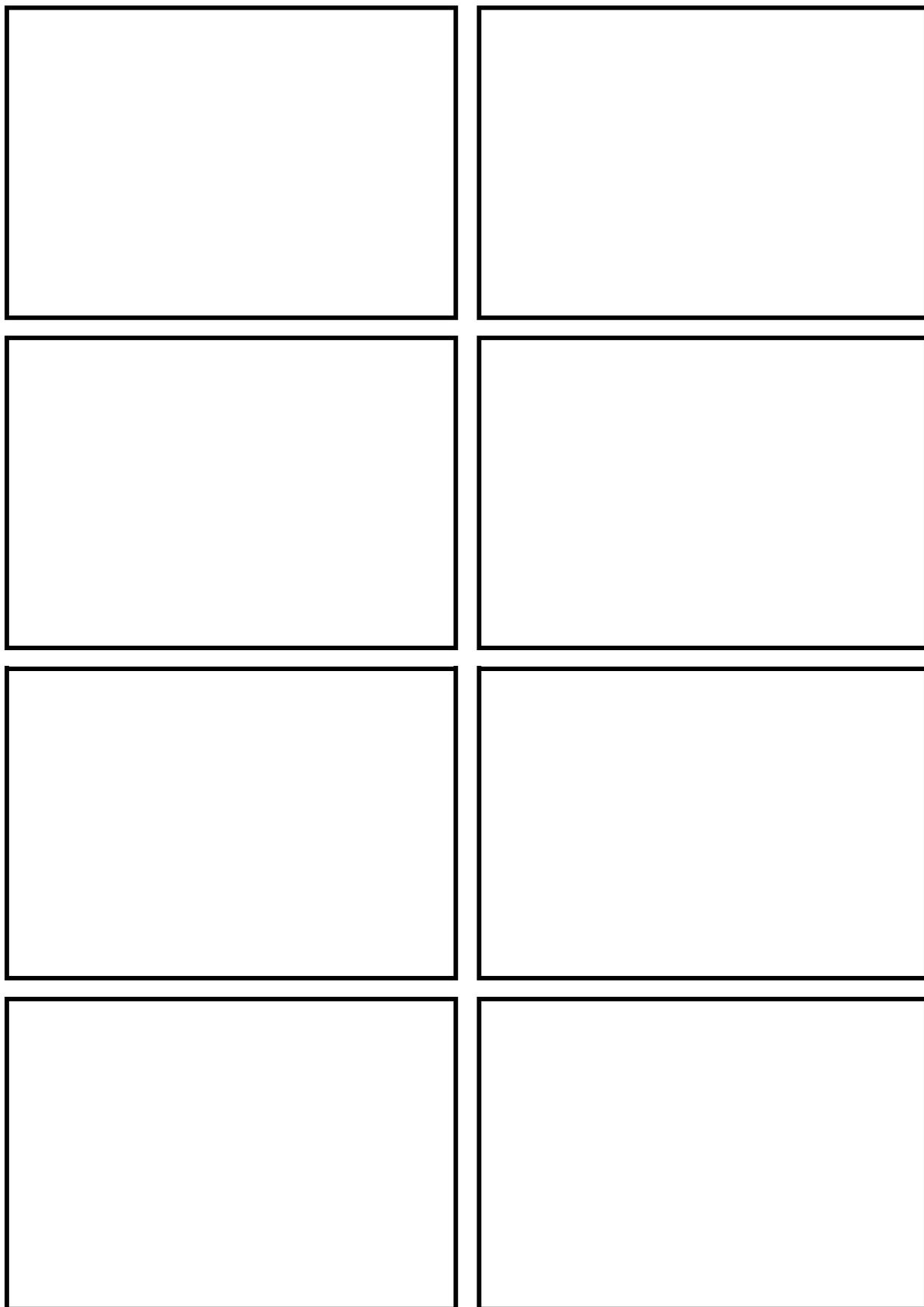


図 6 (6) 残留熱除去系配管の振動モード図

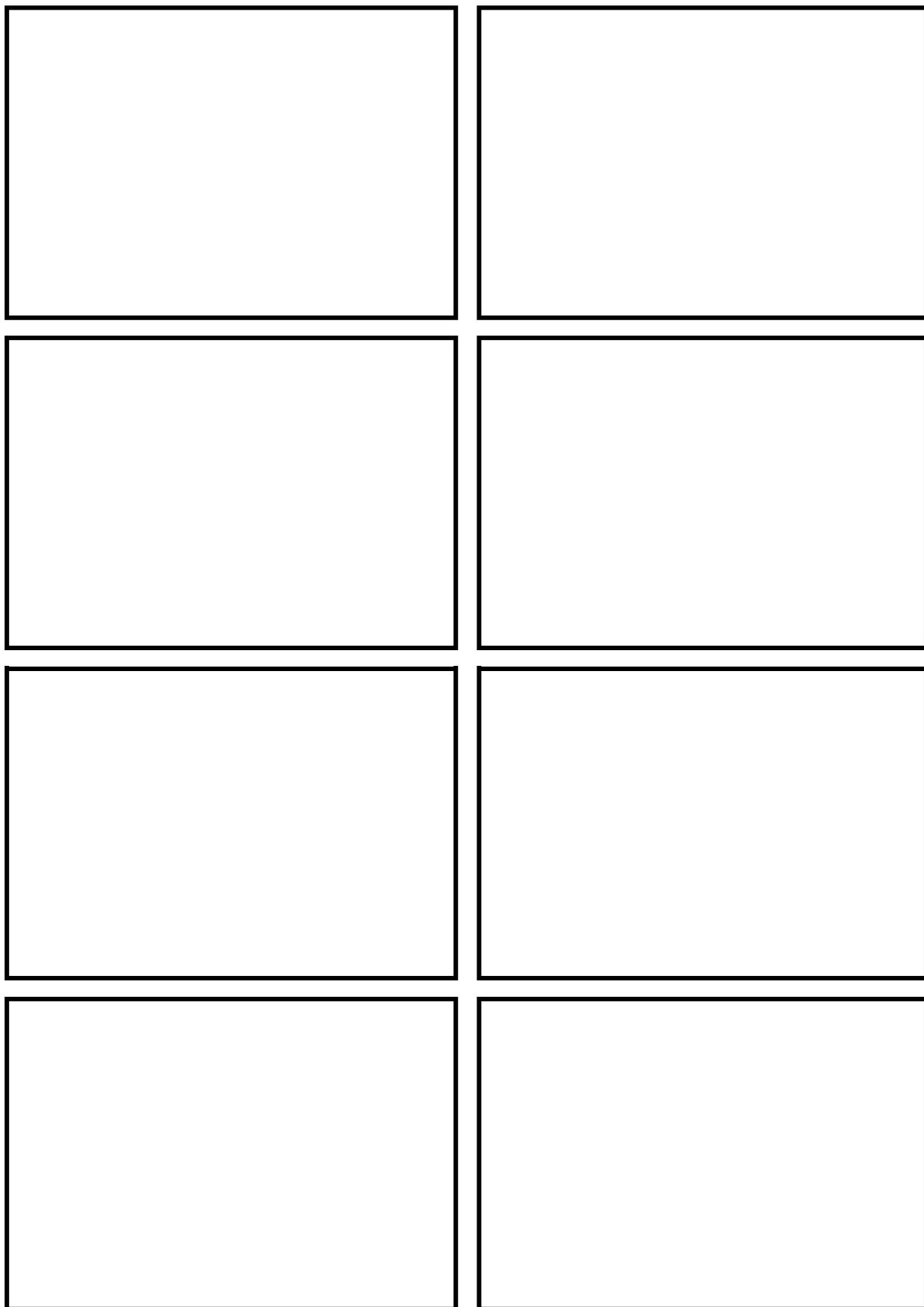


図 6(7) 残留熱除去系配管の振動モード図

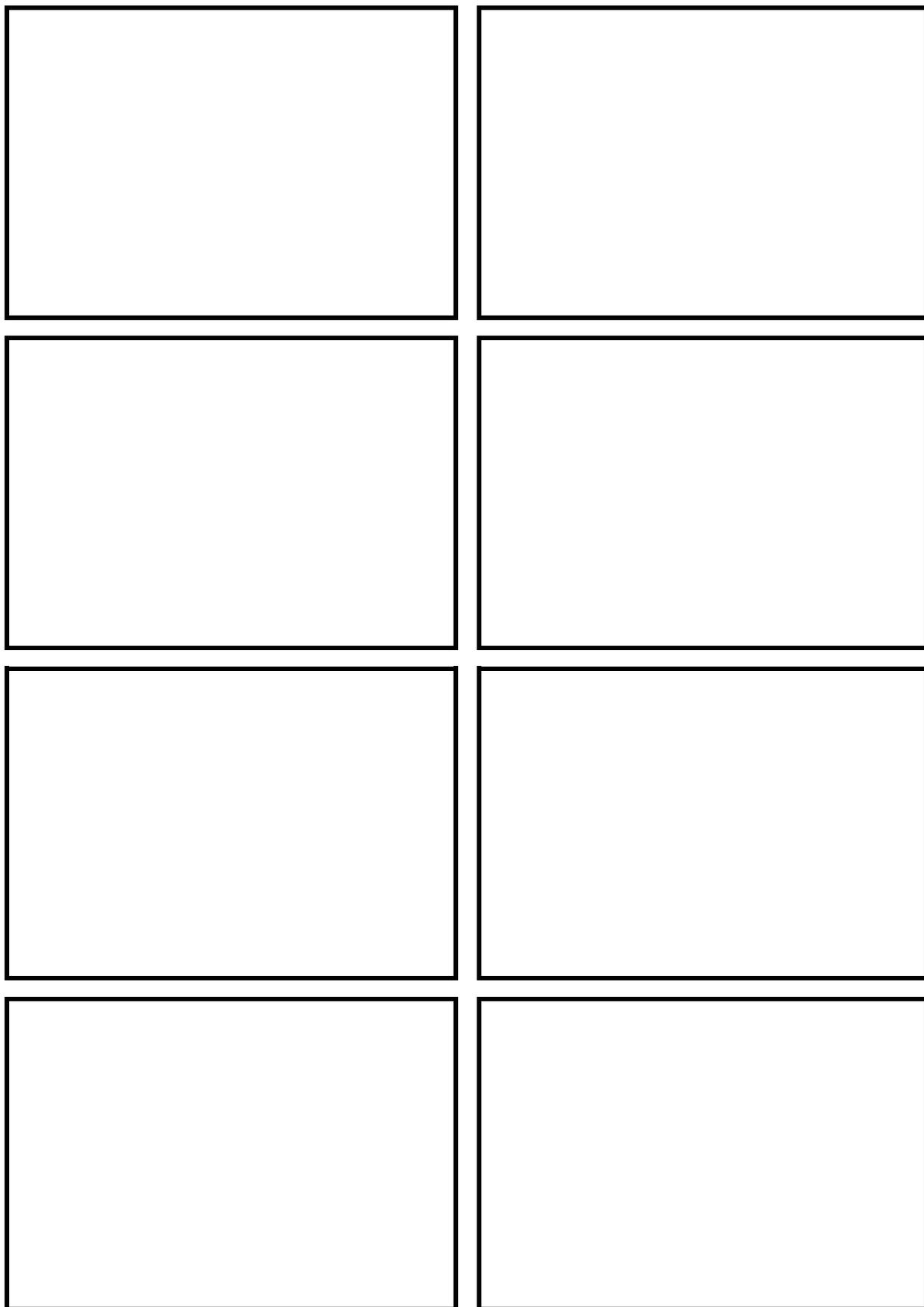


図 6(8) 残留熱除去系配管の振動モード図

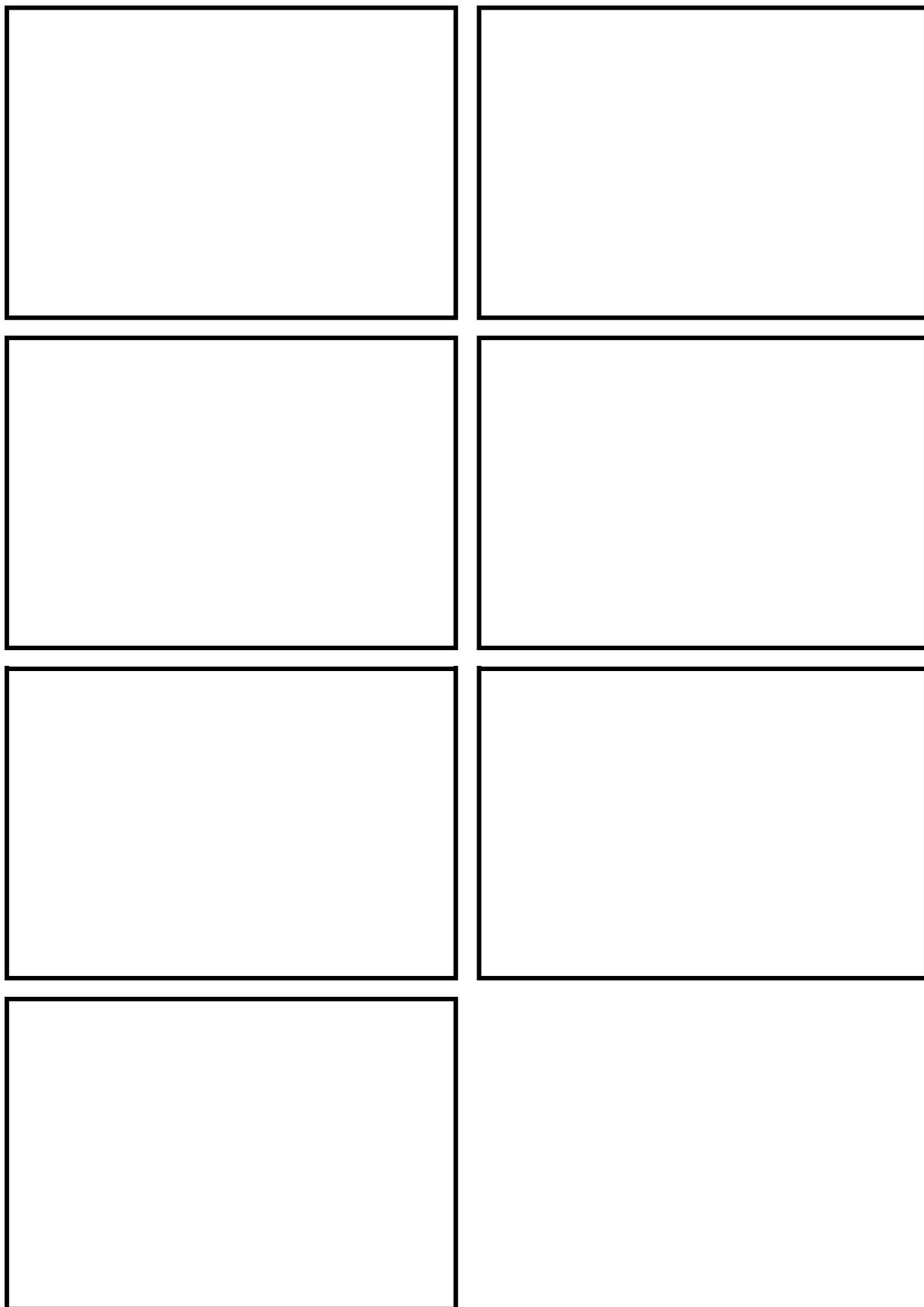


図 6 (9) 残留熱除去系配管の振動モード図

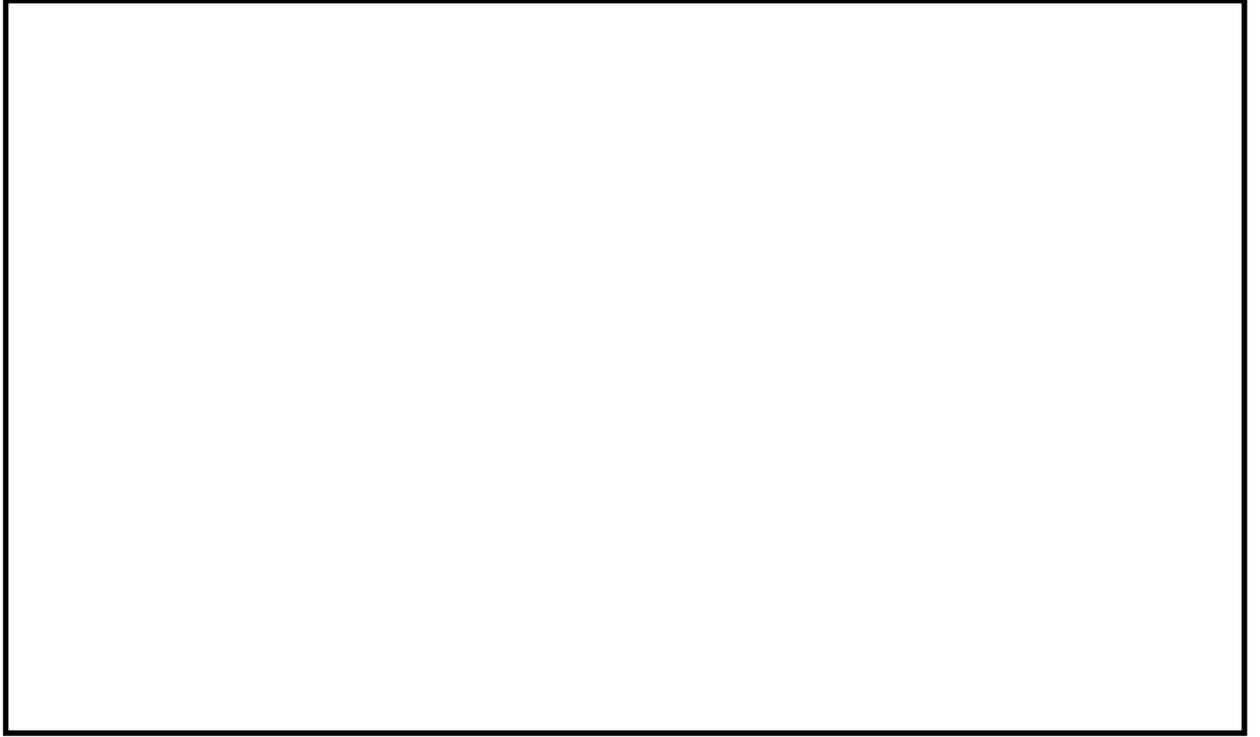


図 7 主蒸気系配管の解析モデル図 (モデル No. MS-PD-3)

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

柏崎刈羽原子力発電所第7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。(別添 1 参照)

また、重大事故等対象施設を対象として、工認の要目表及び基本設計方針に記載のある弁から動的機能維持評価の要求の有無を整理した。(別添 2 参照)

上記の整理より、重大事故等対象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。

別添 1

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 (●105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
1	MS	B21-F002A	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
2	MS	B21-F002B	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
3	MS	B21-F002C	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
4	MS	B21-F002D	主蒸気内側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
5	MS	B21-F003A	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
6	MS	B21-F003B	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
7	MS	B21-F003C	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
8	MS	B21-F003D	主蒸気外側隔離弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(i)-①-①	
9	MS	B21-F051A	原子炉給水ライン外側隔離弁	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-④ A-(i)-①-③	
10	MS	B21-F051B	原子炉給水ライン外側隔離弁	空気作動 逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-②	
11	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側隔離弁	逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-④ A-(i)-①-③	
12	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側隔離弁	逆止弁	●	As-(i)-③-① As-(ii)-②	
13	CRD	C12-126	スクラム弁	空気作動 グローブ弁	●	As-(iii)-①-②	
14	SLC	C41-F007	S L C P C V外側逆止弁	逆止弁	×	—	⑨
15	SLC	C41-F008	S L C P C V内側逆止弁	逆止弁	×	—	⑨
16	RHR	E11-F004A	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
17	RHR	E11-F004B	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
18	RHR	E11-F004C	R H R 熱交換器出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
19	RHR	E11-F005A	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
20	RHR	E11-F005B	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
21	RHR	E11-F005C	R H R 注入弁 (R H R 注入隔離弁)	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
22	RHR	E11-F006B	R H R L P F L 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
23	RHR	E11-F006C	R H R L P F L 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-④-① A-(i)-①-③-①	
24	RHR	E11-F008A	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	
25	RHR	E11-F008B	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	
26	RHR	E11-F008C	R H R 試験用調節弁	電動 グローブ弁	●	As-(iv) A-(ii)-①	

別添 1

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 (●105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
27	RHR	E11-F010A	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
28	RHR	E11-F010B	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
29	RHR	E11-F010C	RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
30	RHR	E11-F011A	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
31	RHR	E11-F011B	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
32	RHR	E11-F011C	RHR 停止時冷却外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-④-①	
33	RHR	E11-F013A	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
34	RHR	E11-F013B	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
35	RHR	E11-F013C	RHR 熱交換器バイパス弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-④-①	
36	RHR	E11-F019B	RHR S/P スプレイ注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
37	RHR	E11-F019C	RHR S/P スプレイ注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-①-①	
38	RHR	E11-F029A	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
39	RHR	E11-F029B	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
40	RHR	E11-F029C	RHR SPH第一止め弁	電動 ゲート弁	×	—	⑥
41	HPCF	E22-F001B	HPCF CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
42	HPCF	E22-F001C	HPCF CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
43	HPCF	E22-F003B	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
44	HPCF	E22-F003C	HPCF 注入隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
45	HPCF	E22-F004B	HPCF 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
46	HPCF	E22-F004C	HPCF 試験可能逆止弁	逆止弁	●	As-(ii)-③-① A-(i)-①-①-①	
47	RCIC	E51-F001	RCIC CSP側吸込弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
48	RCIC	E51-F004	RCIC 注入弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
49	RCIC	E51-F006	RCIC S/P 側吸込隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	
50	RCIC	E51-F035	RCIC 蒸気ライン内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-① As-(iv)	
51	RCIC	E51-F036	RCIC 蒸気ライン外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-① As-(iv)	
52	RCIC	E51-F037	RCIC タービン止め弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-②-② A-(i)-①	

別添 1

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 (●105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
53	CUW	G31-F002	C U W吸込ライン内側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
54	CUW	G31-F003	C U W吸込ライン外側隔離弁	電動 ゲート弁	●	As-(i)-④-①	
55	CUW	G31-F017	C U W R P Vヘッドスプレイ隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	⑦
56	CUW	G31-F018	C U W R P Vヘッドスプレイ逆止弁	逆止弁	×	—	⑧
57	RD	K11-F003	R D ドライウエルL C Wサンプ内側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	②
58	RD	K11-F004	R D ドライウエルL C Wサンプ外側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	②
59	RD	K11-F103	R D ドライウエルH C Wサンプ内側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	③
60	RD	K11-F104	R D ドライウエルH C Wサンプ外側 隔離弁	電動 ゲート弁	×	—	③
61	RCW	P21-F007A	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
62	RCW	P21-F007B	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
63	RCW	P21-F007C	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
64	RCW	P21-F007D	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
65	RCW	P21-F007E	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
66	RCW	P21-F007F	R C W熱交換器冷却水出口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
67	RCW	P21-F011A	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
68	RCW	P21-F011B	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
69	RCW	P21-F011C	R C W冷却水供給温度調節弁（熱交換 器側）	空気作動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
70	RCW	P21-F042A	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
71	RCW	P21-F042B	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
72	RCW	P21-F042C	R C W R H R熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
73	RCW	P21-F048A	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
74	RCW	P21-F048B	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
75	RCW	P21-F048C	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
76	RCW	P21-F048D	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
77	RCW	P21-F048E	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
78	RCW	P21-F048F	R C W非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	

別添 1

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 (●105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
79	RSW	P41-F004A	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
80	RSW	P41-F004B	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
81	RSW	P41-F004C	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
82	RSW	P41-F004D	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
83	RSW	P41-F004E	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
84	RSW	P41-F004F	R S W ストレーナ入口弁	電動 バタフライ弁	●	As-(ii)-⑤-① A-(i)-②-① A-(ii)-④-①	
85	SGTS	T22-F001A	S G T S 入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
86	SGTS	T22-F001B	S G T S 入口隔離弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
87	SGTS	T22-F002A	S G T S 乾燥装置入口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
88	SGTS	T22-F002B	S G T S 乾燥装置入口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
89	SGTS	T22-F004A	S G T S フィルタ装置出口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
90	SGTS	T22-F004B	S G T S フィルタ装置出口弁	電動 バタフライ弁	●	A-(ii)-③	
91	AC	T31-F001	A C P C V パージ用空気供給隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
92	AC	T31-F002	A C D/W パージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
93	AC	T31-F003	A C S/C パージ用入口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
94	AC	T31-F010	A C P C V 窒素供給隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
95	AC	T31-F011	A C D/W 窒素入口隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
96	AC	T31-F012	A C S/C 窒素入口隔離弁	空気作動 グローブ弁	×	—	⑤
97	AC	T31-F016	A C P C V パージ用窒素供給隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	⑤
98	AC	T31-F019	A C D/W ベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
99	AC	T31-F020	A C S G T S 側 P C V ベント用隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
100	AC	T31-F021	A C H V A C 側 P C V ベント用隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
101	AC	T31-F022	A C S/C ベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	×	—	④
102	FCS	T49-F001A	F C S 入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
103	FCS	T49-F001B	F C S 入口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
104	FCS	T49-F003A	F C S 入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	

別添 1

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 (●105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
105	FCS	T49-F003B	F C S 入口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
106	FCS	T49-F007A	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
107	FCS	T49-F007B	F C S 出口第二隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
108	FCS	T49-F008A	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
109	FCS	T49-F008B	F C S 出口第一隔離弁	電動 ゲート弁	●	A-(ii)-②	
110	NB	B21-F001A	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
111	NB	B21-F001B	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
112	NB	B21-F001C	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
113	NB	B21-F001D	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
114	NB	B21-F001E	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
115	NB	B21-F001F	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
116	NB	B21-F001G	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
117	NB	B21-F001H	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
118	NB	B21-F001J	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
119	NB	B21-F001K	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
120	NB	B21-F001L	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
121	NB	B21-F001M	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
122	NB	B21-F001N	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
123	NB	B21-F001P	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
124	NB	B21-F001R	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
125	NB	B21-F001S	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
126	NB	B21-F001T	MS 主蒸気逃がし安全弁 (A D S)	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
127	NB	B21-F001U	MS 主蒸気逃がし安全弁	安全弁	●	As-(i)-①-② As-(ii)-①-①	
128	SLC	C41-F003A	S L C ポンプ出口逃がし弁	安全弁	×	—	①
129	SLC	C41-F003B	S L C ポンプ出口逃がし弁	安全弁	×	—	①
130	SLC	C41-F014	S L C ポンプ入口逃がし弁	安全弁	×	—	①

別添 1

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 (●105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
131	RHR	E11-F039A	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
132	RHR	E11-F039B	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
133	RHR	E11-F039C	RHR停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	安全弁	×	—	①
134	RHR	E11-F042A	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
135	RHR	E11-F042B	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
136	RHR	E11-F042C	RHR停止時冷却吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
137	RHR	E11-F051A	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
138	RHR	E11-F051B	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
139	RHR	E11-F051C	RHRテストライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
140	HPCF	E22-F020B	HPCFポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
141	HPCF	E22-F020C	HPCFポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
142	RCIC	E51-F017	RCICポンプ吸込側逃がし弁	安全弁	×	—	①
143	HPIN	P54-F011A	HPIN非常用窒素ガス安全弁	安全弁	×	—	①
144	HPIN	P54-F011B	HPIN非常用窒素ガス安全弁	安全弁	×	—	①
145	FCS	T49-F009	FCS出口ライン逃がし弁	安全弁	×	—	①
146	FCS	T49-F015	FCS出口ライン逃がし弁	安全弁	×	—	①

* 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、今回の別添 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 _S	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 ₁ 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 _S 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 _S 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 _S 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 _S 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 _S 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 _S 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	$\beta(S_1)$		

以下のリストは、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。

番号	動的機能維持要求が除外される理由
①	原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性，原子炉停止後の崩壊熱除去等，プラントの事故対応や停止操作時において動作を必要としない安全弁であり，評価対象外。
②	ドライウェルLCW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。
③	ドライウェルHCW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	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及び空気作動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「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。
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及び空気作動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「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	サプレッションプール水移送ラインに設置されている電動弁であり，冷却材喪失事故直後に動作（「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。
⑦	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，冷却材喪失事故直後の動作要求がないため（「閉」維持），評価対象外。
⑧	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。
⑨	ほう酸水注入ラインに設置されているプラント通常運転時「閉」の逆止弁であり，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。

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	動的機能維持要求が除外される理由
1	RCIC	E51-F012	R C I C 冷却ライン止め弁	電動 グローブ弁	原子炉隔離時冷却系ポンプの冷却水ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
2	RCIC	E51-F034	R C I C 過酷事故時蒸気止め弁	電動 ゲート弁	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービンの蒸気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
3	HPAC	E51-F065	R C I C H P A Cタービン止め弁	電動 グローブ弁	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	HPAC	E61-F004	H P A C 注入弁	電動 グローブ弁	高圧代替注水系の原子炉注水ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「閉」→「開」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
5	AC	T31-F019	A C D/Wベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	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空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
6	AC	T31-F022	A C S/Cベント用出口隔離弁	空気作動 バタフライ弁	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空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
7	FV	T31-F070	A C P C V耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁	電動 バタフライ弁	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手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
8	FV	T31-F072	A C P C V耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁バイパス弁	電動 バタフライ弁	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手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
9	FV	T61-F001	耐圧強化ベント系PCVベントラインフィルタベント容器側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	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空気作動弁であり、ベント操作実施時に手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
10	FV	T61-F002	耐圧強化ベント系PCVベントライン排気筒側隔離弁	空気作動 バタフライ弁	耐圧強化ベント系のベントライン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手動操作（「閉」→「開」）が可能であるため、評価対象外。
11	HVAC	U41-F001A, B	MCR通常時外気取入れ隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の通常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
12	HVAC	U41-F002A, B	MCR排気隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の排気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
13	HVAC	U41-F003A, B	MCR非常時外気取入れ隔離ダンパ	電動 バタフライ弁	中央制御室の非常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
14	HVAC	U41-DAM601A, B	MCR外気取入ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の通常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
15	HVAC	U41-DAM602A, B	MCR非常用外気取入ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の非常時外気取入れラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。
16	HVAC	U41-DAM604A, B	MCR排気ダンパ(A), (B) (6号機設備, 6, 7号機共用)	電動 バタフライ弁	中央制御室の排気ラインに設置されている電動弁であり、重大事故直後に動作（「開」→「閉」）、その後動作要求が無いため、評価対象外。

弁の動的機能維持評価における有意な応答増加に関する補足説明

1. 有意な応答増加の判断基準

先行BWRプラント（東海第二発電所）では、弁の動的機能維持評価におけるスペクトルモード解析にて考慮する高振動数領域の判断基準として、評価用加速度の増加率が10%以上となる場合を有意な応答増加としていた。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（以下「KK7」という。）では、先行BWRプラント（東海第二発電所）と同様の判断基準に加え、評価用加速度の増加値が機能確認済加速度（以下「At」という。）の10%以上となることを有意な応答増加の判断基準としている（表1参照）。

表1 有意な応答増加とする判断基準

判断基準	先行BWRプラント	KK7
評価用加速度の増加率	評価用加速度の10%以上	評価用加速度の10%以上
評価用加速度の増加値	—	機能確認済加速度の10%以上

2. 評価用加速度の増加値を判断基準に加える考え方

弁の動的機能維持評価は、評価用加速度がAt以下となることを確認するものである。

先行BWRプラントと同様に評価用加速度の増加率のみを有意な応答増加の判断基準とする場合、評価用加速度が小さい弁については例え僅かな増加量であっても有意な増加があると整理して、振動数領域を拡張した更なる評価を実施することとなる。

ここで、KK7の弁の動的機能維持評価において、評価用加速度の増加率が10%以上となる対象を表2に示す。表2に示す対象のうちNo.9「P21-F007C」を例にすると、30Hzから50Hzで鉛直方向の評価用加速度が1.03から1.13へ10%増加しているものの、増加値は0.1と僅かであり機能確認済加速度6.0と比較しても十分余裕があることが確認できる。このようなケースを踏まえると、評価用加速度の増加率のみが動的機能維持評価結果に有意な影響を与える訳では無いと考えることからKK7では評価用加速度の増加率に加えて、評価用加速度の増加値を有意な応答増加の判断基準に含めている。

表 2(1) 増加値により有意な増加が無いと判断した対象弁

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
1	MS	B21-F001C	MS主蒸気逃がし安全 弁 (ADS)	安全弁	水平	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	1.00	0.00%	
					鉛直	1.84 (1.84) (1.06)	6.1	3.32	2.15 (2.15) (1.06)	6.1	2.84	1.17	5.09%	
2	MS	B21-F001D	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	7.45 (7.45) (1.72)	9.6	1.29	7.45 (7.45) (1.72)	9.6	1.29	1.00	0.00%	
					鉛直	1.74 (1.74) (1.06)	6.1	3.51	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.29	8.37%	
3	MS	B21-F001J	MS主蒸気逃がし安全 弁	安全弁	水平	5.52 (5.52) (1.72)	9.6	1.74	5.72 (5.72) (1.72)	9.6	1.68	1.04	2.09%	
					鉛直	1.94 (1.94) (1.06)	6.1	3.14	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	2.71	1.16	5.09%	
4	MS	B21-F052A	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 (0.41) (1.45)	6.0	4.14	1.74 (1.74) (1.45)	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
5	MS	B21-F052B	原子炉給水ライン内側 隔離弁	逆止弁	水平	1.45 (0.41) (1.45)	6.0	4.14	1.64 (1.64) (1.45)	6.0	3.66	1.13	3.17%	
					鉛直	1.05 (0.31) (1.05)	6.0	5.71	1.43 (1.43) (1.05)	6.0	4.20	1.36	6.34%	
6	RHR	E11-F006B	RHR LPFL試験 可能逆止弁	逆止弁	水平	1.45 (0.92) (1.45)	6.0	4.14	1.74 (1.74) (1.45)	6.0	3.45	1.20	4.84%	
					鉛直	1.05 (0.41) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (1.03) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
7	HPCF	E22-F001B	HPCF CSP側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	2.25 (2.25) (1.03)	6.0	2.67	2.66 (2.66) (1.03)	6.0	2.26	1.18	6.84%	
					鉛直	1.00 (0.72) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.72) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
8	HPCF	E22-F001C	HPCF CSP側吸 込弁	電動 ゲート弁	水平	1.54 (1.54) (1.03)	6.0	3.90	1.74 (1.74) (1.03)	6.0	3.45	1.13	3.34%	
					鉛直	1.00 (0.31) (1.00)	6.0	6.00	1.00 (0.41) (1.00)	6.0	6.00	1.00	0.00%	
9	RCW	P21-F007C	RCW熱交換器冷却水 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	3.07 (3.07) (0.98)	6.0	1.95	3.17 (3.17) (0.98)	6.0	1.89	1.03	1.67%	
					鉛直	1.03 (1.03) (0.89)	6.0	5.83	1.13 (1.13) (0.89)	6.0	5.31	1.10	1.67%	
10	RCW	P21-F011B	RCW冷却水供給温度 調節弁 (熱交換器側)	空気作動バ タフライ弁	水平	1.23 (0.21) (1.23)	6.0	4.88	1.54 (1.54) (1.23)	6.0	3.90	1.25	5.17%	
					鉛直	0.95 (0.52) (0.95)	6.0	6.32	0.95 (0.82) (0.95)	6.0	6.32	1.00	0.00%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

表 2(2) 増加値により有意な増加が無いと判断した対象弁

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX (30Hz, 1.2ZPA)			MAX (50Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	30Hz→50Hz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
						評価用加 速度* (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	評価用加 速度* (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度			
11	RCW	P21-F042A	RCW RHR熱交換器冷却水出口弁	電動 グローブ弁	水平	2.76 (2.76) (0.99)	6.0	2.17	2.86 (2.86) (0.99)	6.0	2.10	1.04	1.67%	
					鉛直	1.64 (1.64) (1.00)	6.0	3.66	1.84 (1.84) (1.00)	6.0	3.26	1.12	3.34%	
12	RCW	P21-F048D	RCW非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	2.05 (2.05) (1.07)	6.0	2.93	2.25 (2.25) (1.07)	6.0	2.67	1.10	3.34%	
					鉛直	1.05 (0.52) (1.05)	6.0	5.71	1.05 (0.52) (1.05)	6.0	5.71	1.00	0.00%	
13	RCW	P21-F048E	RCW非常用D/G冷却水出口弁	電動 ゲート弁	水平	1.94 (1.94) (1.13)	6.0	3.09	2.45 (2.45) (1.13)	6.0	2.45	1.26	8.50%	
					鉛直	1.08 (0.62) (1.08)	6.0	5.56	1.08 (0.92) (1.08)	6.0	5.56	1.00	0.00%	
14	SGTS	T22-F001B	SGTS入口隔離弁	空気作動バ タフライ弁	水平	1.64 (1.64) (1.38)	6.0	3.66	1.94 (1.94) (1.38)	6.0	3.09	1.18	5.00%	
					鉛直	1.15 (0.31) (1.15)	6.0	5.22	1.15 (0.41) (1.15)	6.0	5.22	1.00	0.00%	
15	SGTS	T22-F004A	SGTSフィルタ装置 出口弁	電動バタフ ライ弁	水平	2.89 (2.89) (2.27)	6.0	2.08	3.27 (3.27) (2.27)	6.0	1.83	1.13	6.34%	
					鉛直	1.23 (0.94) (1.23)	6.0	4.88	1.31 (1.31) (1.23)	6.0	4.58	1.07	1.34%	

*：上段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値，中段が動的解析結果（30Hz 又は 50Hz）の値，下段が最大加速度（1.2ZPA）の値。

3. 弁の動的機能維持評価における高振動領域の影響

(1) 配管解析におけるスペクトルモーダル解析について

配管解析におけるスペクトルモーダル解析では、質点を梁要素で連結した質点モデルを作成した上で、固有値解析により求めた振動モード毎の固有周期 $[T_N]$ 、揺れやすさを表す刺激係数 $[\beta_N]$ 及び揺れる方向と大きさを表す固有ベクトル $[\phi_N]$ を用いて、各モードの応答をモード合成することによって最大応答を算出している。

具体的には、床応答曲線より固有周期 $[T_N]$ における応答加速度 $[\alpha_N]$ を読み取り、以下の式を用いてある質点に対する全モードをSRSSにより合成し、評価用加速度 $[\alpha]$ を算出する。

$$\alpha = \sqrt{(\alpha_1 \beta_1 \phi_1)^2 + \dots + (\alpha_N \beta_N \phi_N)^2}$$

(2) 高振動数領域の影響について

KK7 では弁の動的機能維持評価において考慮する振動数領域は 30Hz を基本としており、50Hz とした場合の加速度に有意な応答増加が確認されない場合は 30Hz の評価用加速度を採用することとしている。

これは、弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線が、20Hz 近傍で応答が卓越する原子炉遮蔽壁・原子炉本体基礎の位置であっても 30Hz 近傍では概ね最大加速度 (1.0ZPA) に収束していることから、前述したスペクトルモーダル解析の特性 (各モードの応答加速度をモード合成) により、これ以降の領域における応答加速度が小さく、動的機能維持評価の成立性に影響するような評価用加速度の大きな増加は無いと考えられるためである。

具体的には、弁の評価用加速度に寄与する主要なモードが概ね 30Hz 未満にある場合には、最大加速度 (1.0ZPA) より大きな応答加速度を用いて評価用加速度が積算されるため 30Hz までの評価用加速度が大きくなる (比較的裕度が小さくなる) 傾向になり、30Hz 以上の領域では評価用加速度の積算に用いる応答加速度が小さいため 50Hz (若しくはそれ以降の振動数領域) まで計算しても評価用加速度の大きな増加は無い。

一方で、主要なモードが概ね 30Hz 未満の領域に無い場合については、30Hz までの評価用加速度は小さくなる (比較的裕度が大きくなる) 傾向になり、50Hz (若しくはそれ以降の振動数領域) まで計算した場合に評価用加速度が若干増加する可能性はあるが、この場合であっても各モードの応答加速度は最大加速度 (1.0ZPA) 程度と小さく評価用加速度の増加量は大きくないと考えられる。また、このケースでは最大加速度 (1.2ZPA) による評価を行うことも、評価の保守性に寄与するものと言える。

評価用加速度の値に差はあるものの、これらの傾向は弁の動的機能維持評価結果から確認できる。例として、動的機能維持評価対象弁が設置されている階層のうち、解析モデル数が多い階層として、原子炉遮蔽壁 T. M. S. L. 15.600m 及び原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800m の床応答曲線を評価に用いている弁の 20Hz, 30Hz, 50Hz での評価結果を図 1 に示す。

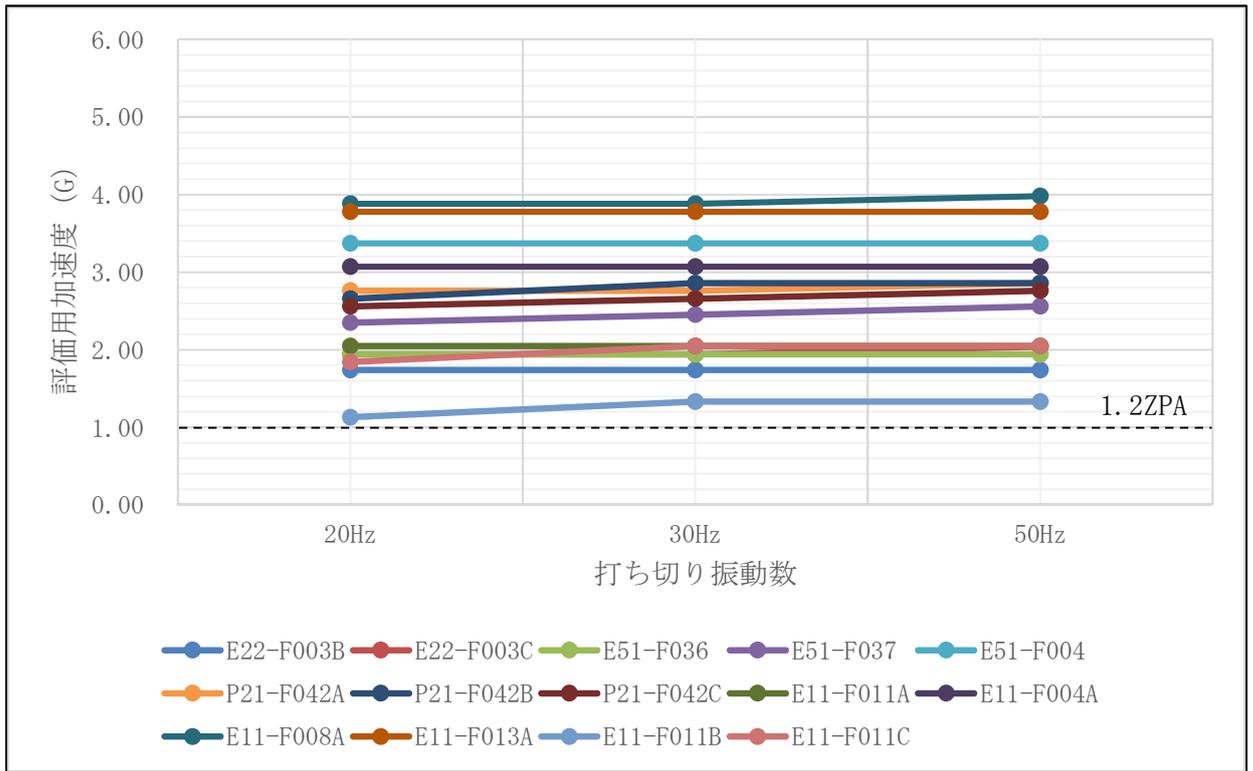


図 1 (1) 原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m を用いた評価結果 (水平方向)

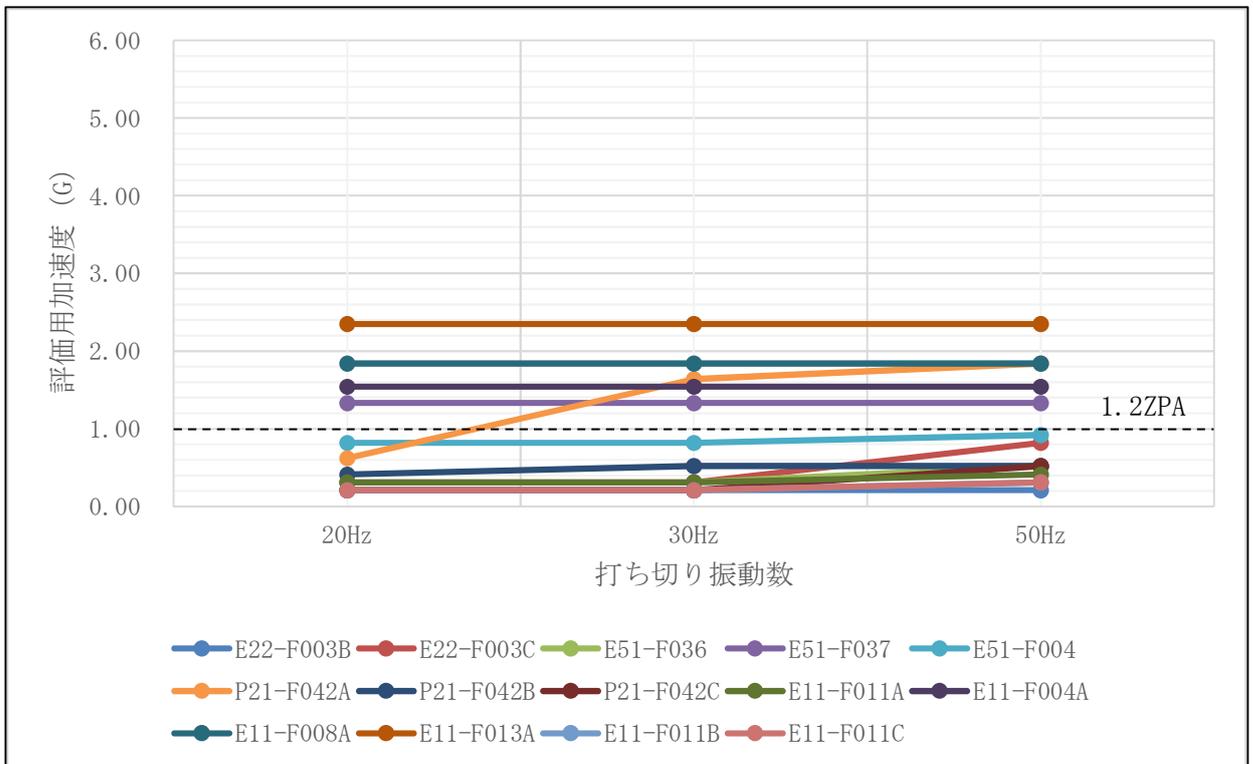


図 1 (2) 原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800m を用いた評価結果 (鉛直方向)

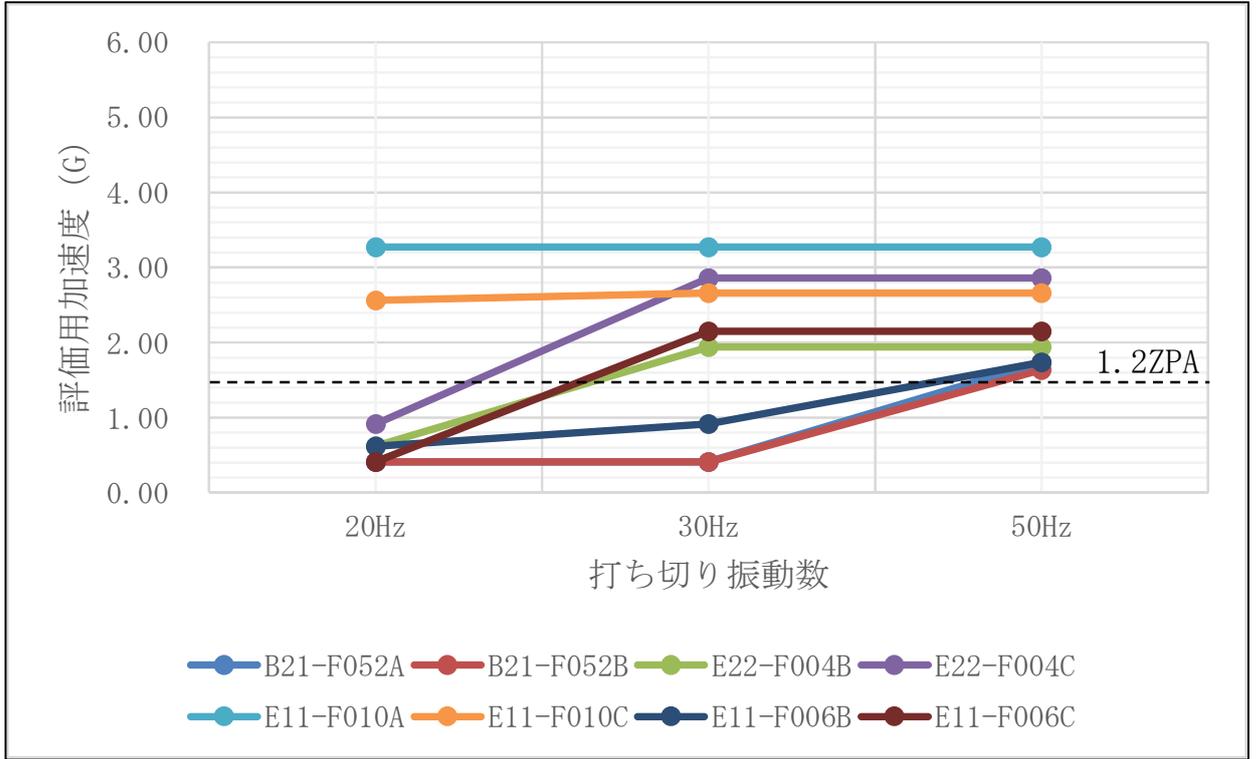


図 1(3) 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m を用いた評価結果 (水平方向)

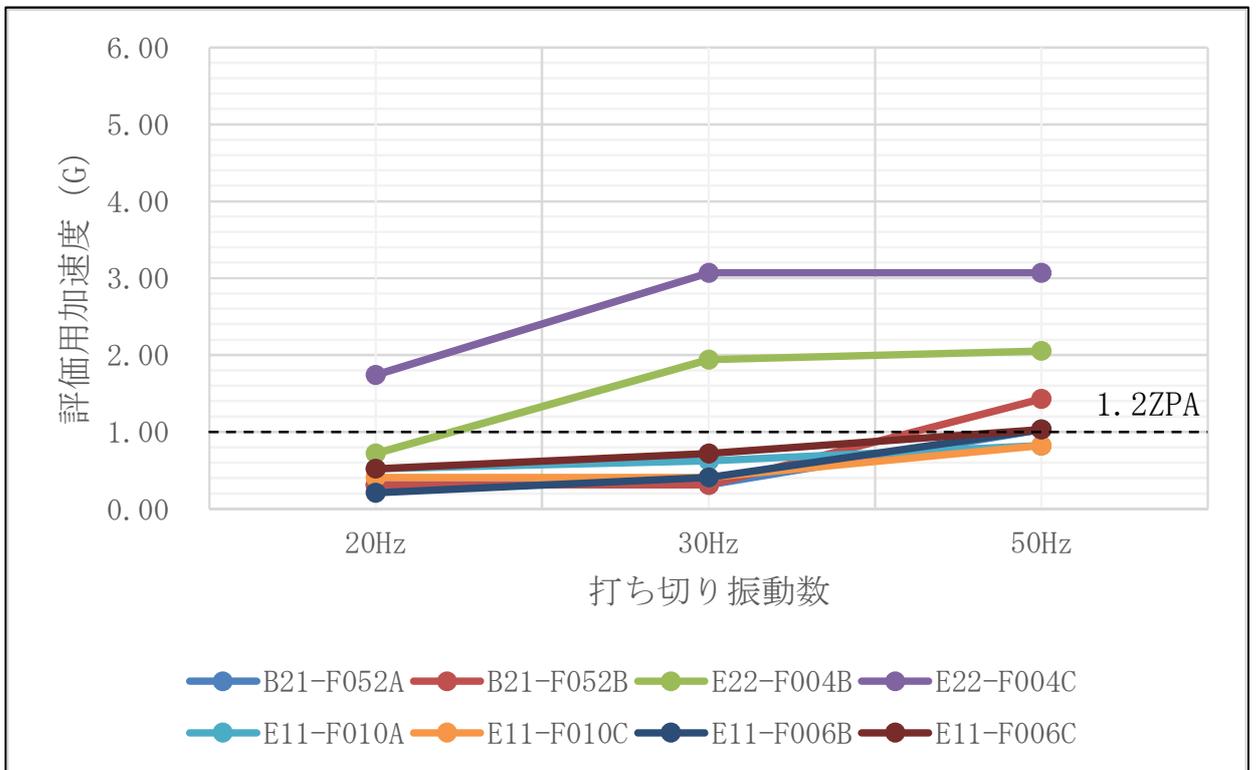


図 1(4) 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m を用いた評価結果 (鉛直方向)

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 105 台のうち表 1 に示す 2 台に振動数領域を 30Hz まで考慮した場合の加速度に対して 50Hz 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。なお、対象弁はいずれも同一モデル (MS-PD-4) に属する弁である。

表 1 有意な応答増加が確認された弁 (検討対象弁)

弁番号	弁名称	方向	評価用加速度 ^{*1}		機能確認 済み加速 度 (③)	応答増加率 (②/①)	30Hz→50Hzでの 増加値の機能確認済 加速度比 ((②-①) /③)
			最大値 (①) (30Hz) (1.2ZPA)	最大値 (②) (50Hz) (1.2ZPA)			
B21-F001T	主蒸気逃がし 安全弁T	鉛直	1.64 (1.64) (1.06)	2.35 (2.35) (1.06)	6.1	1.43	11.64%
B21-F001U	主蒸気逃がし 安全弁U	鉛直	1.33 (1.33) (1.06)	2.25 (2.25) (1.06)	6.1	1.69	15.08%

*1 : 上段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) と最大応答加速度 (1.2ZPA) における最大値, 中段が動的解析結果 (30Hz 又は 50Hz) による値, 下段が最大応答加速度 (1.2ZPA) による値

2. 評価加速度の増加率の検討

B21-F001T 及び B21-F001U の評価用加速度算出に用いた解析モデル図を図 1 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 に示すとおり、当該弁が設置された配管の支持構造として、B21-F001T 及び B21-F001U の中間地点には鉛直方向を支持するスナッパが設置されている。これにより、鉛直方向に対して高い剛性を有していることから、30Hz 以上の高次のモードで励起することにより、50Hz 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。

また、当該弁が設置された配管系の振動モードとして 24 次のモードが卓越しており、特に当該モードが加速度増加に影響を与えたものと考えられる (図 2 参照)。

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 B21-F001T（主蒸気逃がし安全弁 T）及び B21-F001U（主蒸気逃がし安全弁 U）の解析モデル図を図 1 に示すが、弁近傍に加速度増加に至った方向と同方向に支持構造物を有している。また、他の主蒸気逃がし安全弁と比べて、弁近傍の主蒸気管には鉛直方向に対して垂直にスナッパが設置されており、B21-F001T 及び B21-F001U 近傍の配管系は、他の主蒸気逃がし安全弁近傍の配管系よりも高い剛性を有していることにより、30Hz 以上の高次モードによる影響で加速度増加に至ったものと考えられる。

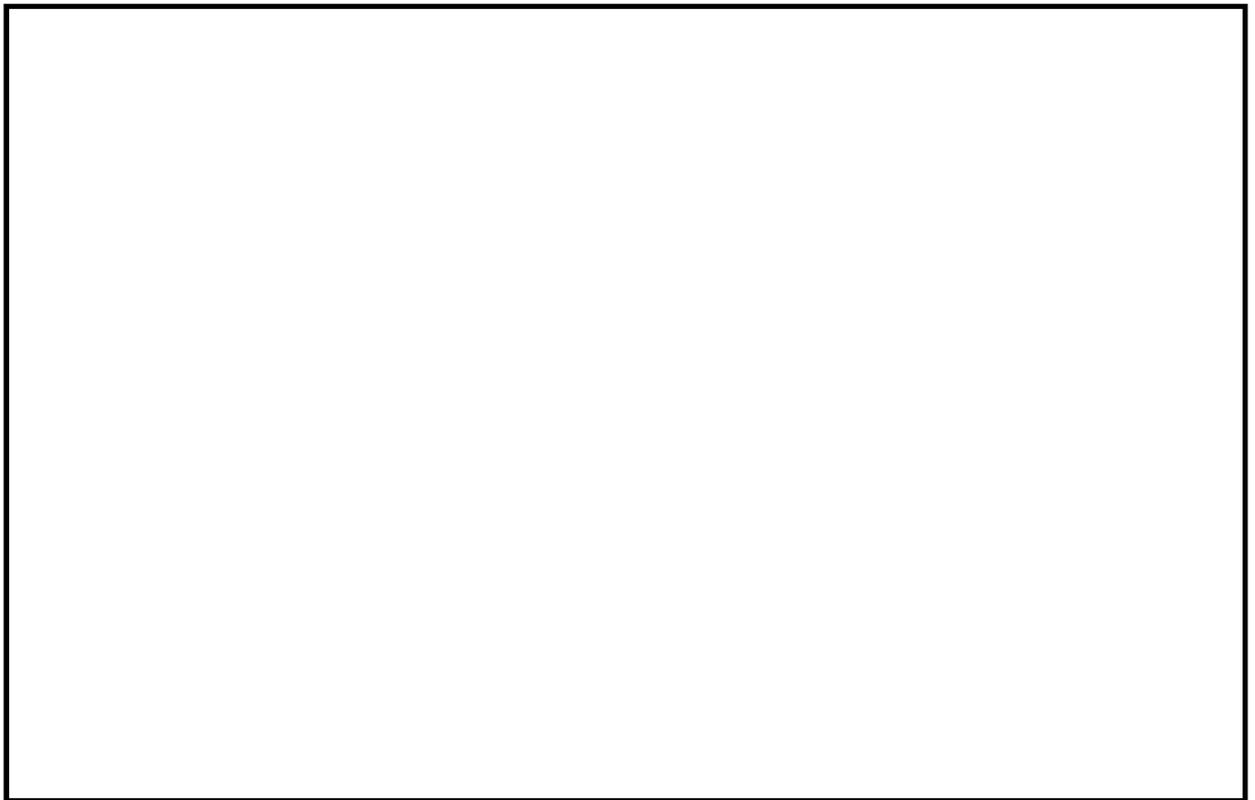


図 1 主蒸気系配管の解析モデル図（モデル No. MS-PD-4）

表 2 主蒸気系配管及び主要弁の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
外径 (mm)	711.2
厚さ (mm)	35.7
材料	STS480

表 3 主蒸気系配管の刺激係数等

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								
34次								

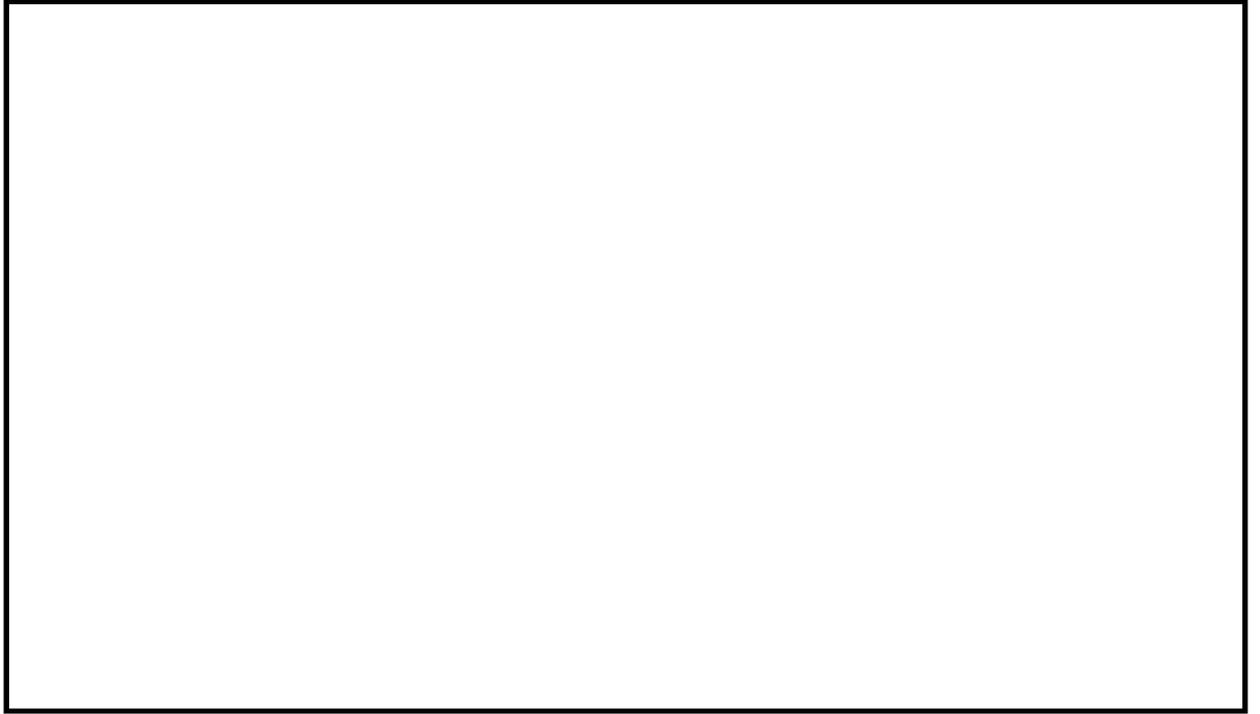


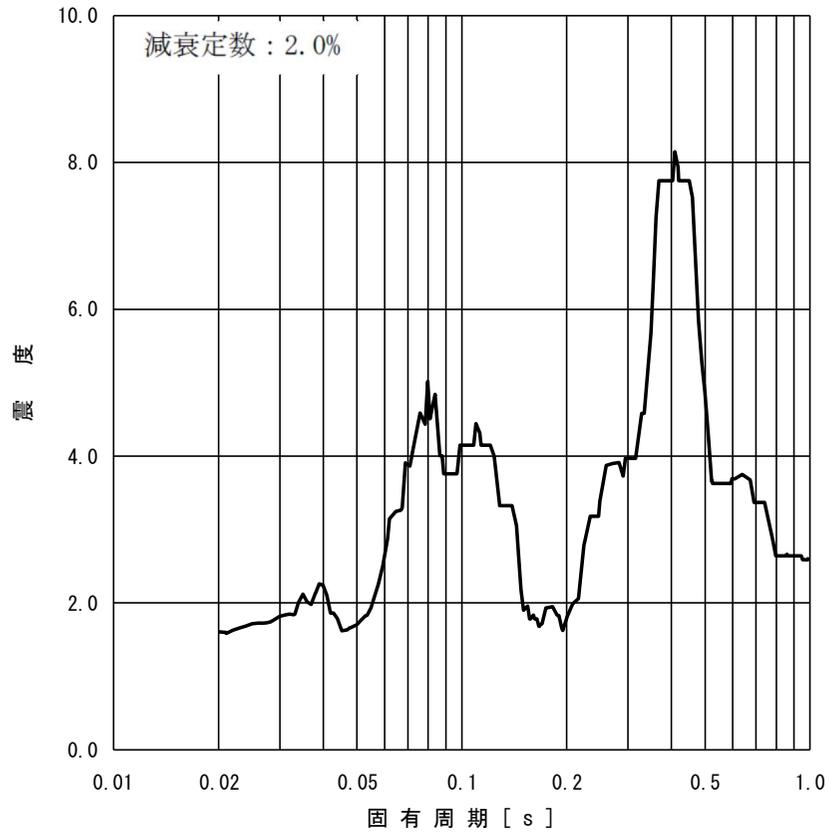
図 2 主蒸気系配管の代表的な振動モード図 (モデル No. MS-PD-4)

原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価に用いる床応答曲線について

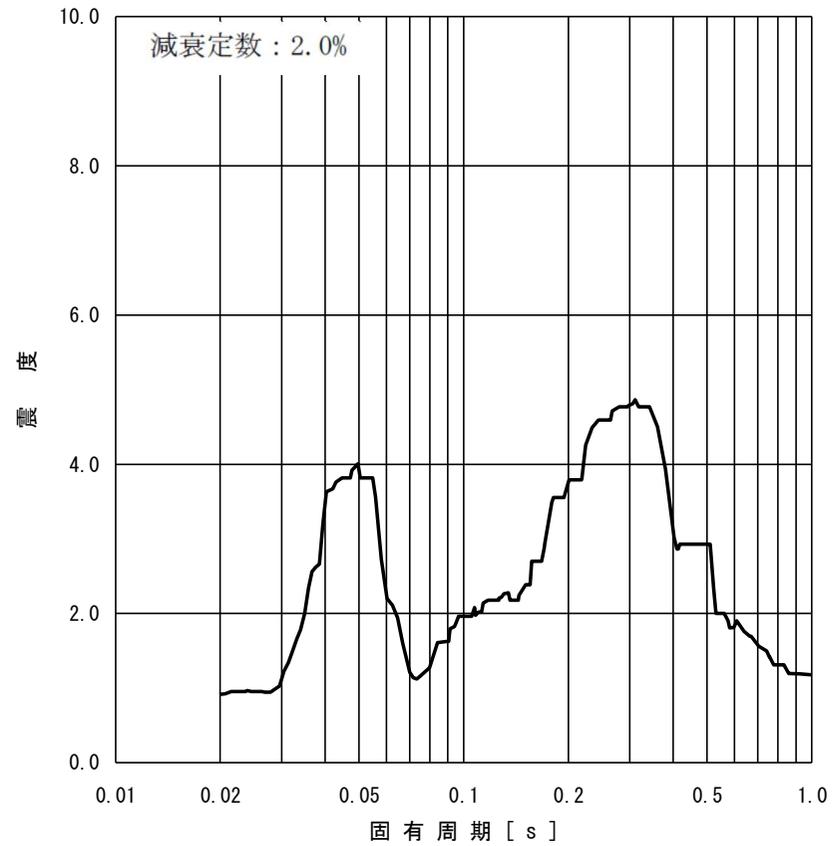
添付 2 の確認結果より，原子炉格納容器内に設置されている弁の動的機能維持評価には，床応答スペクトルの作成範囲を 50Hz として作成した床応答曲線を用いることから，V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に準拠して床応答曲線を作成した。作成した床応答曲線及び適用対象弁の内訳を表 1 に，床応答曲線を図 1～図 6 に示す。

表 1 弁の評価に用いる床応答曲線の使用内訳

弁番号	標高 (m)	減衰定数 (%)	図番号
B21-F001A	18.44	2.0	図1
B21-F001B			
B21-F001C			
B21-F001D			
B21-F001E			
B21-F001F			
B21-F001G			
B21-F001H			
B21-F001J			
B21-F001K			
B21-F001L			
B21-F001M			
B21-F001N			
B21-F001P			
B21-F001R			
B21-F001S			
B21-F001T			
B21-F001U			
B21-F002A	15.60	3.0	図5
B21-F002B			
B21-F002C			
B21-F002D			
E51-F035			
E22-F004C	0.5	図2	
E11-F006B	1.5	図3	
E11-F006C	2.0	図4	
E22-F004B	13.95	2.0	図6
B21-F052A			
B21-F052B			
E11-F010A			
E11-F010C			
E11-F010B			
G31-F002			

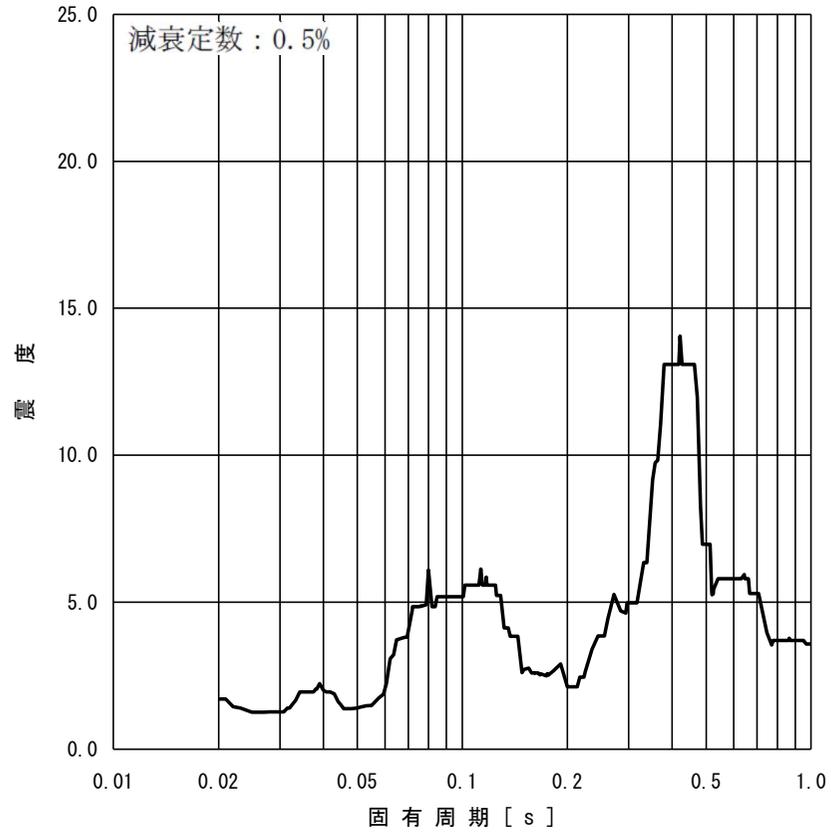


水平方向

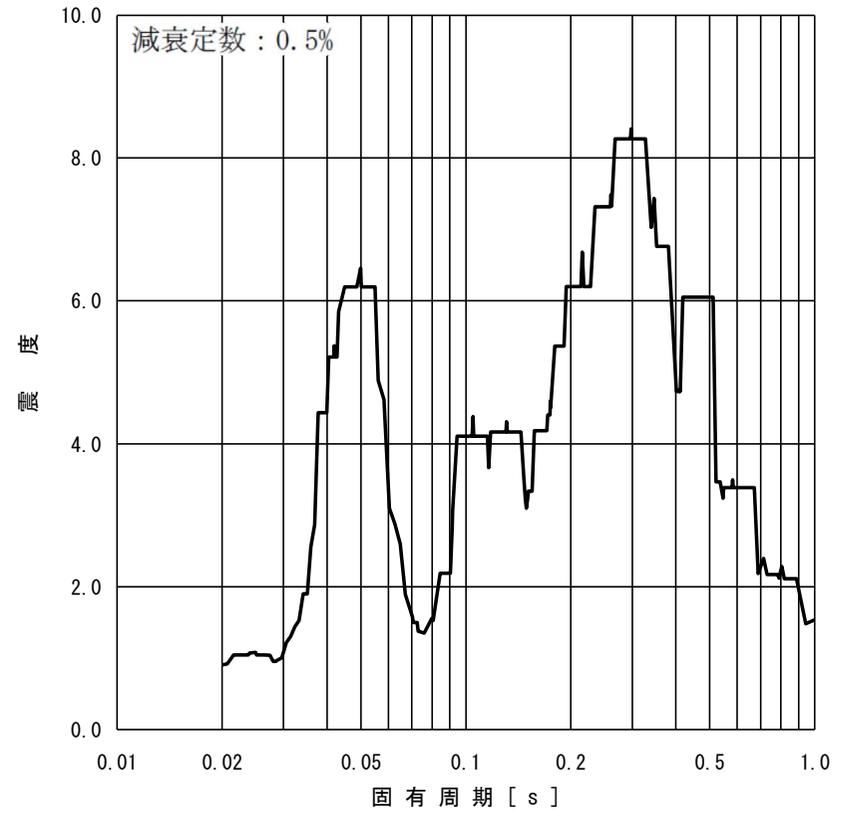


鉛直方向

図1 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 18.440m 減衰定数 2.0%

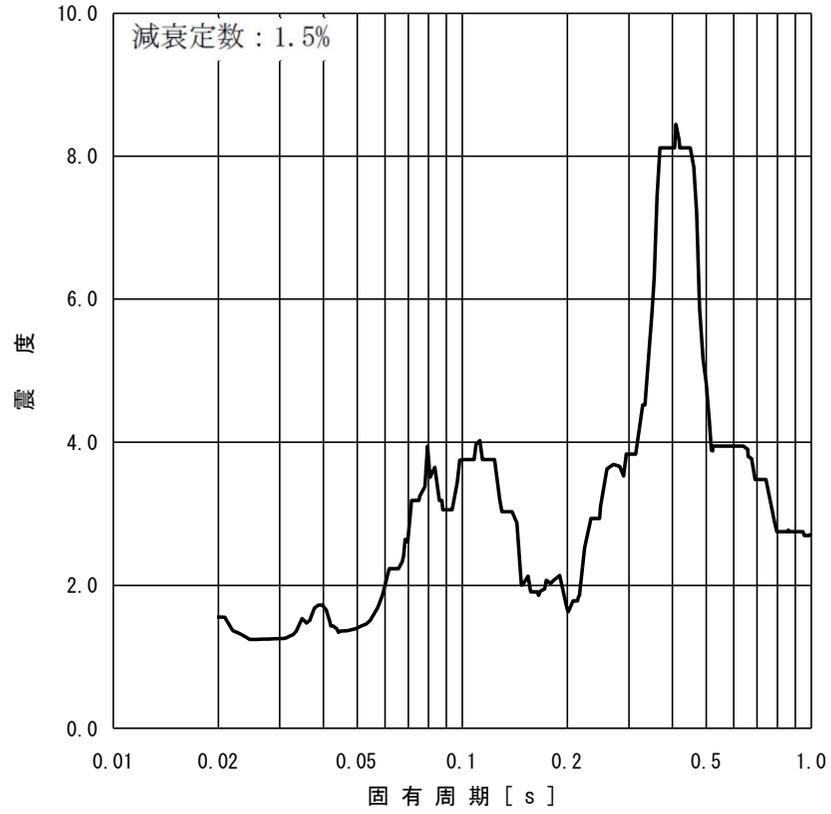


水平方向

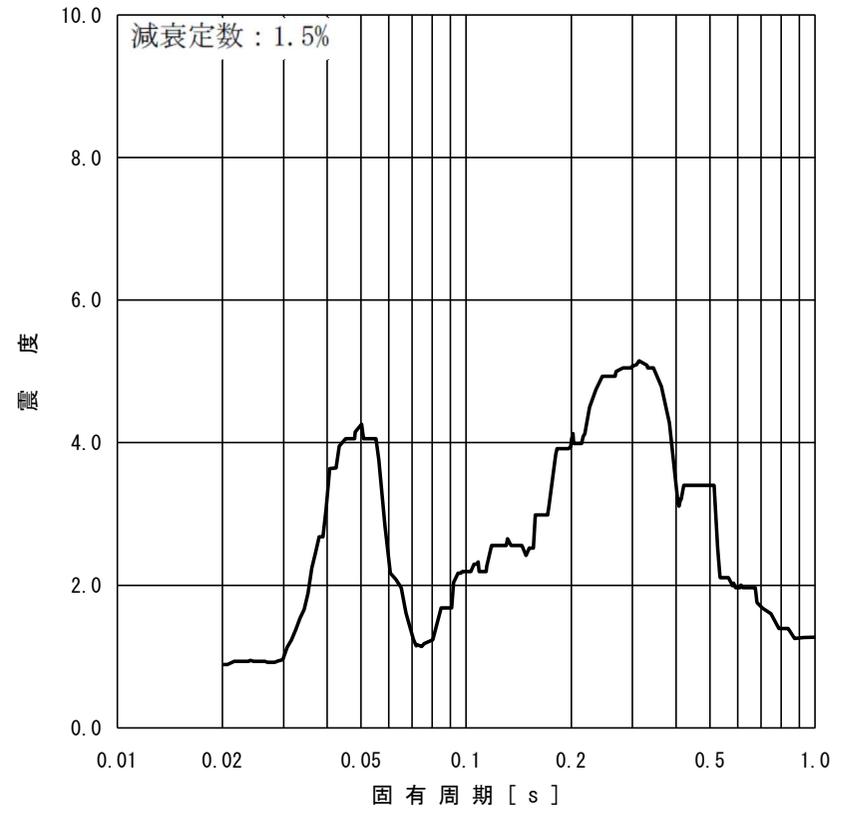


鉛直方向

図2 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 0.5%

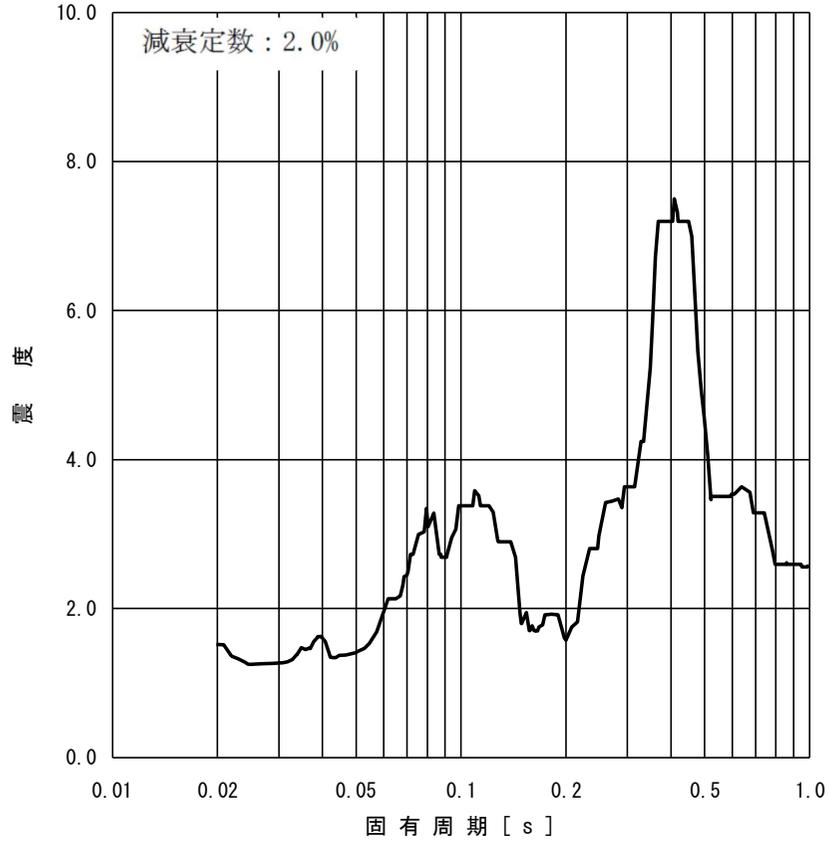


水平方向

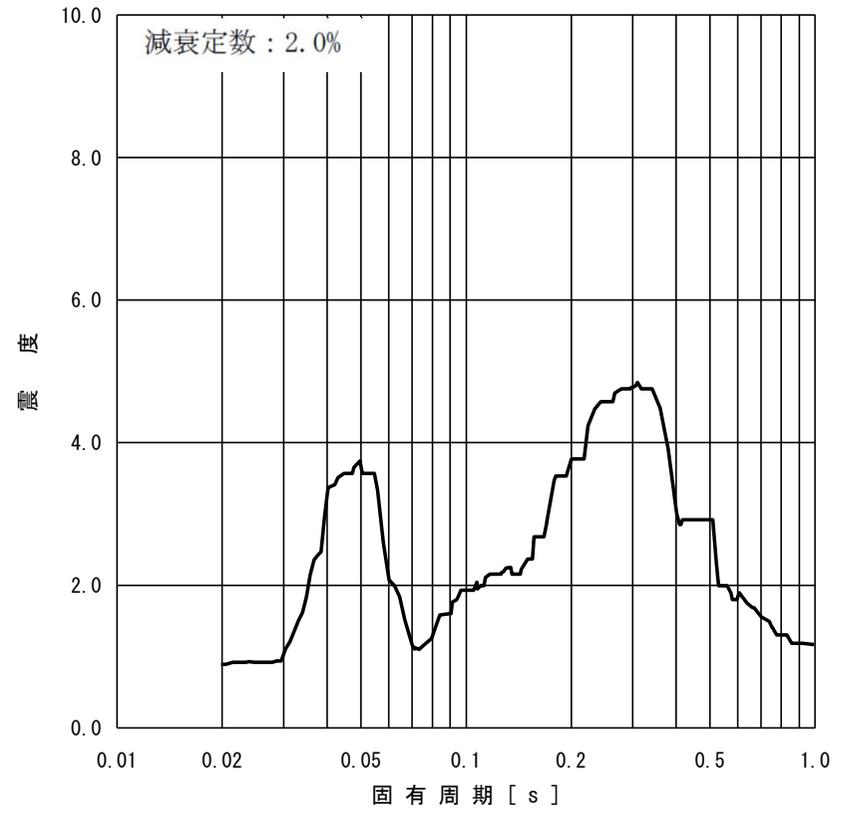


鉛直方向

図3 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15. 600m 減衰定数 1.5%

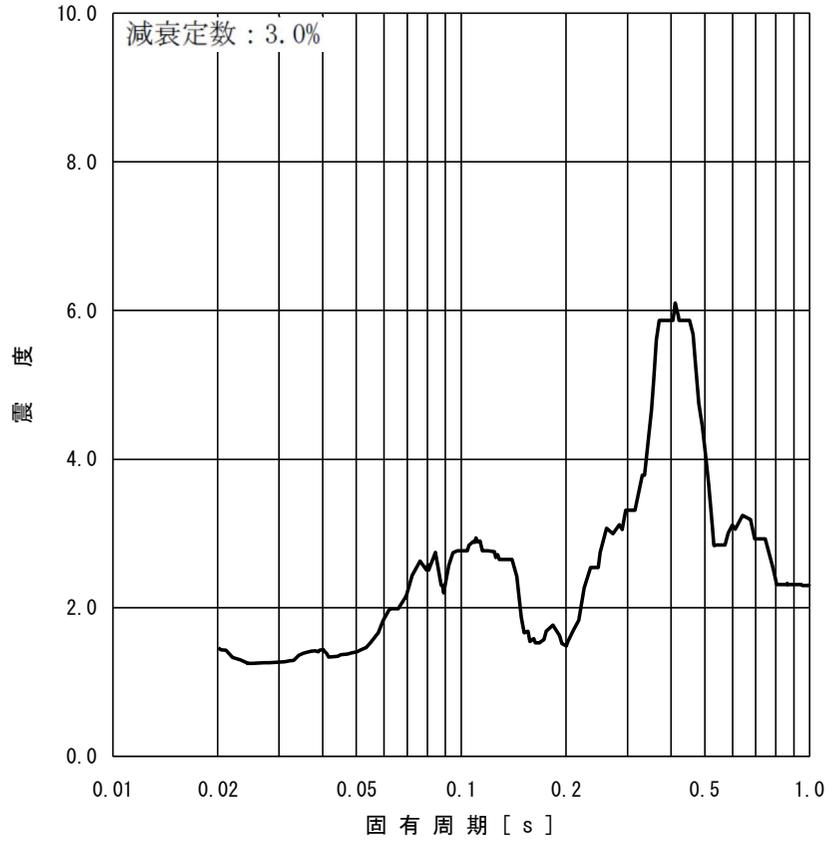


水平方向

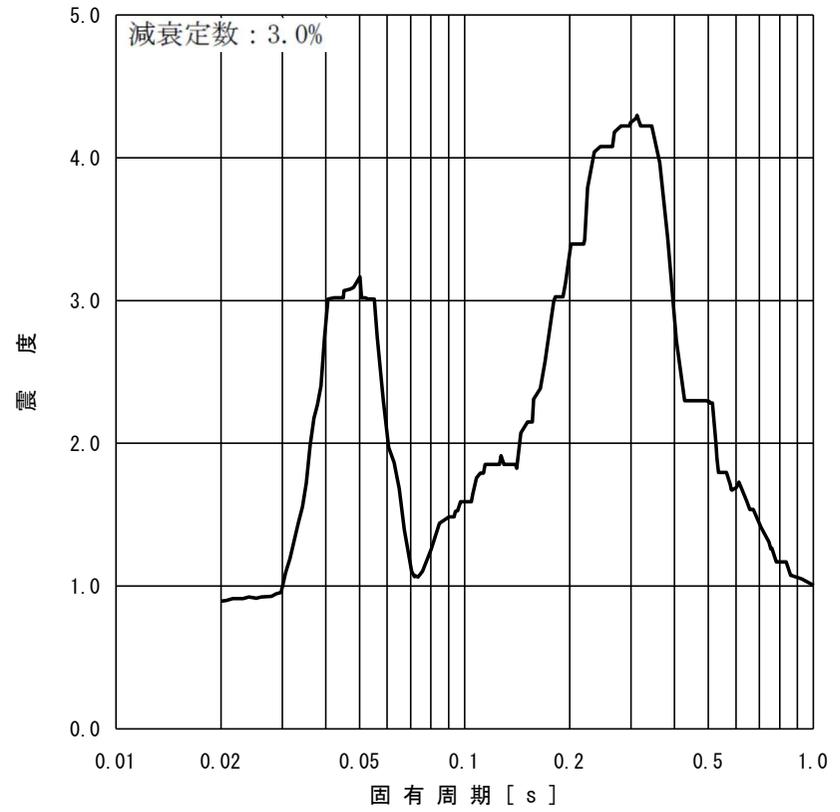


鉛直方向

図4 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 2.0%

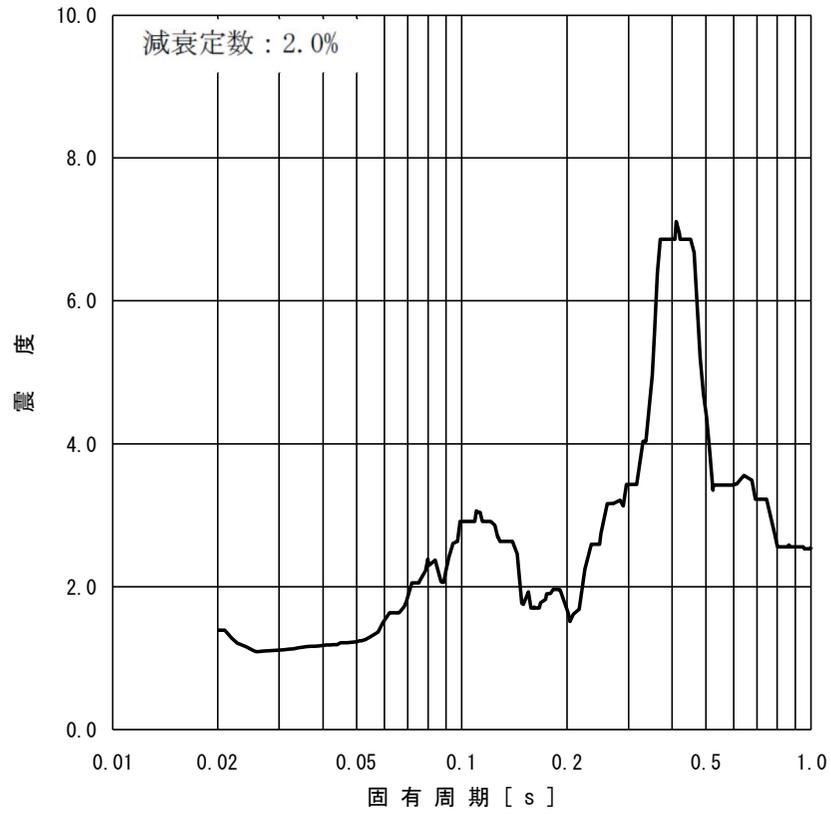


水平方向

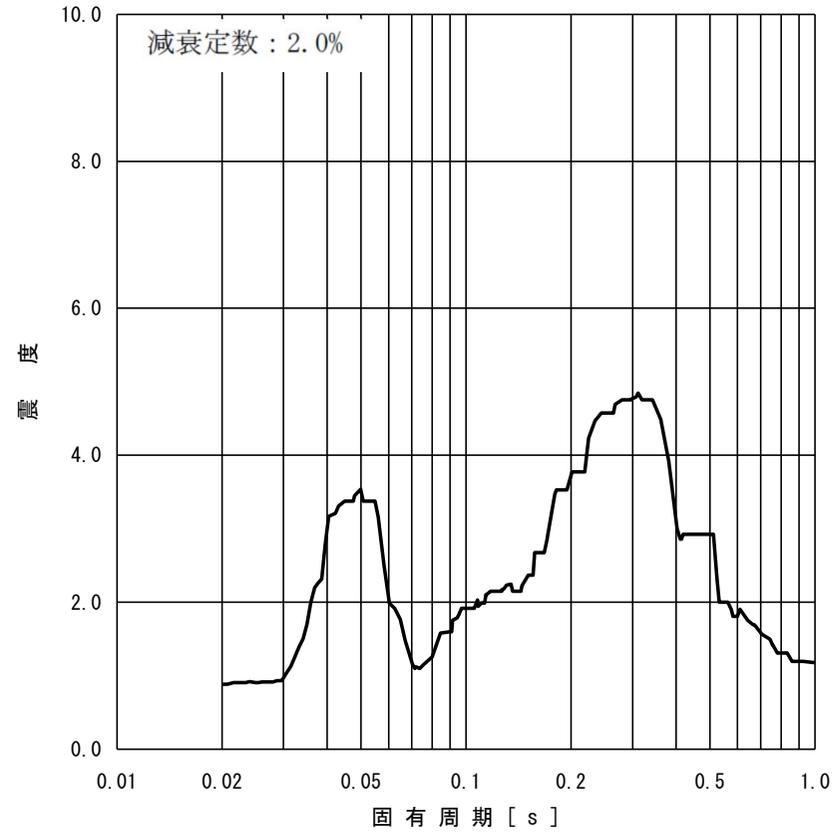


鉛直方向

図5 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 15.600m 減衰定数 3.0%



平方向



鉛直方向

図6 原子炉遮蔽壁 T.M.S.L. 13.950m 減衰定数 2.0%