

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-05 改 04
提出年月日	2023年2月22日

弁の動的機能維持評価について

2023年2月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 弁の応答加速度の算出について	
1.1 はじめに	1
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
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スペクトルについて	3
1.4 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果	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スペクトルについて	
添付 2 高振動数領域の考慮によって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 3 弁の動的機能維持評価に用いる床応答スペクトルについて	
添付 4 弁の高振動数領域を考慮した評価を行う配管モデルの妥当性の確認	

1. 弁の応答加速度の算出について

1.1 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維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。

なお、本資料は以下に示す図書について補足する図書である。

- ・ VI-2-5-3-1-2 「管の耐震性についての計算書（主蒸気系）」
- ・ VI-2-5-3-2-1 「管の耐震性についての計算書（給水系）」
- ・ VI-2-5-4-1-4 「管の耐震性についての計算書（残留熱除去系）」
- ・ VI-2-5-5-1-3 「管の耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-5-2-3 「管の耐震性についての計算書（低圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-6-1-3 「管の耐震性についての計算書（原子炉隔離時冷却系）」
- ・ VI-2-5-7-1-6 「管の耐震性についての計算書（原子炉補機冷却系及び原子炉補機海水系）」
- ・ VI-2-5-8-1-1 「管の耐震性についての計算書（原子炉浄化系）」
- ・ VI-2-6-3-2-1-1 「水圧制御ユニットの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-6-6-1-1 「管の耐震性についての計算書（逃がし安全弁室素ガス供給系）」
- ・ VI-2-9-4-5-1-1 「管の耐震性についての計算書（非常用ガス処理系）」
- ・ VI-2-9-4-5-2-1 「管の耐震性についての計算書（可燃性ガス濃度制御系）」
- ・ VI-2-9-4-6-1-1 「管の耐震性についての計算書（窒素ガス制御系）」
- ・ VI-2-10-2-11 「隔離弁，機器・配管の耐震性についての計算書」

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

技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、島根原子力発電所第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 追補版（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構造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、柔構造の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモード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) 今回工認における島根原子力発電所第2号機的设计手順

今回工認における島根原子力発電所第2号機の弁駆動部の応答加速度の算定においては、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ド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. 剛構造の場合（配管系の1次固有振動数が20Hz 以上の場合）

配管系が剛構造の場合は、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. 柔構造の場合（配管系の1次固有振動数が20Hz 未満の場合）

配管系が柔構造の場合は、J E A G 4 6 0 1 の手順と同様にスペクトルモード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、いず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ド解析において、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島根原子力発電所第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、島根原子力発電所第2号機における弁の機能維持評価に用いる加速度は、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の余裕を見込んだ値である。

(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ド解析法を用いる。

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ド解析を行い、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。

図1 J E A G 4 6 0 1 の抜粋 (P. 345)

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	島根原子力発電所第2号機
剛構造の場合	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) を適用する。
柔構造の場合	スペクトルモーダル解析により算定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*により算定した弁駆動部の応答加速度と最大加速度を1.2倍した値 (1.2ZPA) のいずれか大きい方の値を適用する。

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。

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スペクトルについて

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価について、島根原子力発電所第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。なお、スペクトルモーダル解析に使用する床応答スペクトルは水平2方向及び鉛直方向を考慮する。

スペクトルモーダル解析に使用する床応答スペクトルについて検討を行った結果を添付1に示す。添付1に示すとおり、島根原子力発電所の基準地震動 S_s の周期特性と建物の振動特性の関係により、床応答スペクトルは1Hzから50Hzの領域で応答が卓越することが確認されたことから、高振動数領域の検討においては50Hzまでの適用を基本とする。

また、床応答スペクトルは50Hz付近で概ね応答が最大加速度(1.0ZPA)程度まで収束していること、基準地震動 S_s の評価範囲が0.02秒~5秒であることを踏まえて、弁の動的機能維持評価に適用する床応答スペクトルについては、作成範囲を50Hzまでとし、50Hzよりも高振動数となる領域は最大加速度(1.0ZPA)と設定したスペクトルを適用する。

補足説明資料「動的機能維持評価対象弁の選定」に整理している動的機能要求弁については、上記で示した床応答スペクトル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、振動数領域を50Hzにした場合の応答加速度と振動数領域を100Hzにした場合の応答加速度を比較して、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の場合】

応答加速度の増加率が10%以上かつ、応答加速度の増加値が機能確認済加速度*1の10%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の場合】

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、弁駆動部の機能確認済加速度は15Gや20Gと大きくなるため、機能確認済加速度の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ため、判断基準から除外する。)

注記*1：VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて定義す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

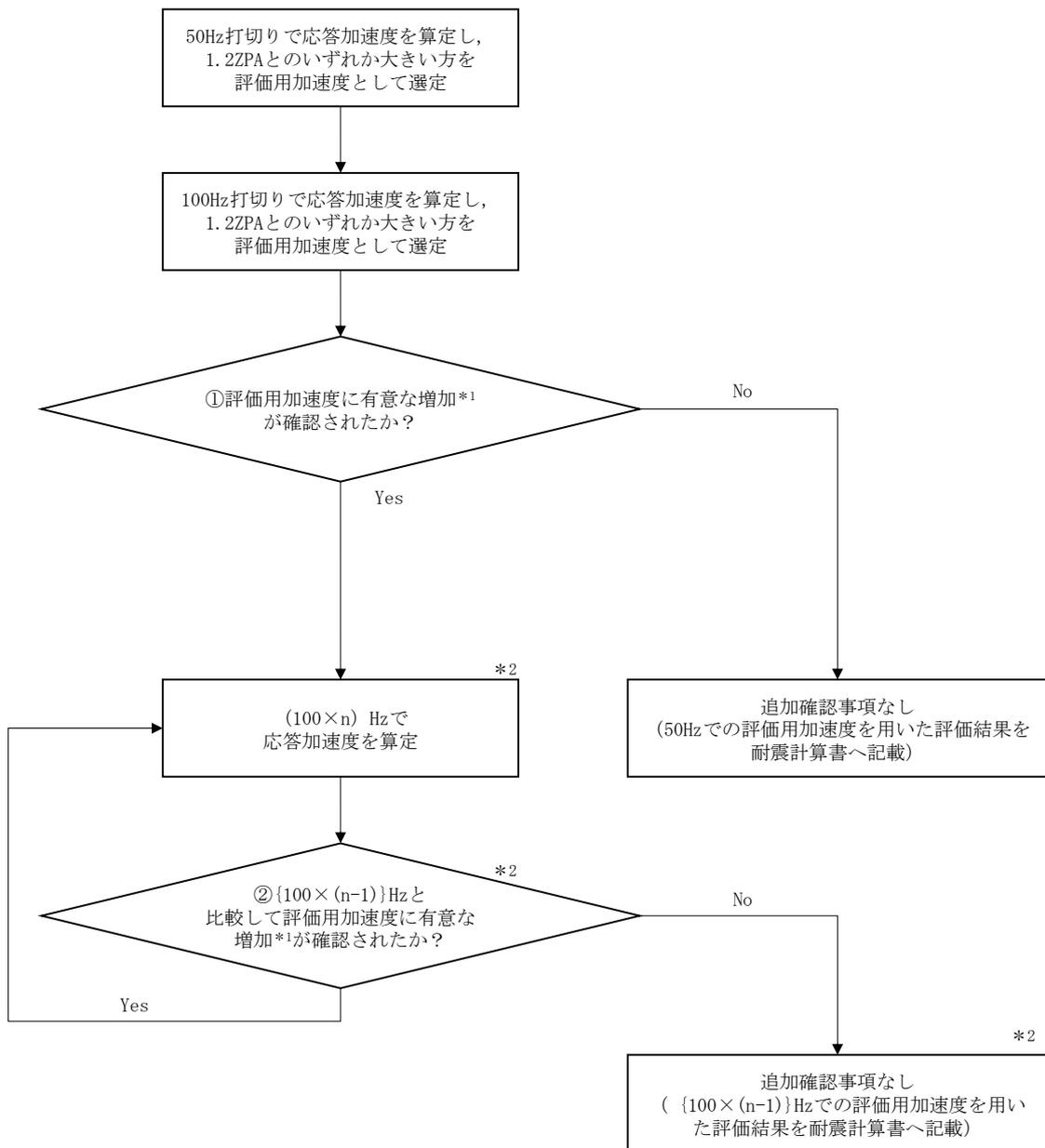
*2：詳細評価の詳細は補足説明資料「動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備の機能維持評価について）」に示す。

1.4 高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果

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「水平」、「鉛直」に加え「合成」について確認している弁については、1.3 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、弁駆動部の動作機能確認済加速度 A_{T1} として適用する加速度が 20G 等の大加振により取得されたものであり、 A_T を大幅に上回ることを踏まえ、念のため、水平 2 方向及び鉛直地震動を合成した加速度による評価も実施している。

評価の結果、評価対象弁の 77 台のうち 74 台については、更なる高振動数領域まで考慮した場合に有意な応答増加がないことを確認したが、3 台については、有意な応答増加を確認したことから、要因検討を実施した。有意な応答増加を確認した弁に対する要因推定は添付 2 に示す。

また、本評価に適用した床応答スペクトルを添付 3 に、高振動数領域を評価する配管モデルについて検証した結果を添付 4 に示す。



注記*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 2 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 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (1/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
1	MS	RV202-1A	A-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	12.05	20.00	1.65	12.05	20.00	1.65	1.00	—	A
						12.05			12.05					
						3.18			3.18					
					鉛直	5.52	20.00	3.62	5.52	20.00	3.55	1.02	—	—
						5.52			5.52					
						1.44			1.44					
					合成	13.26	20.00	1.50	13.30	20.00	1.50	1.01	—	—
						13.26			13.30					
						3.50			3.50					
2	MS	RV202-1B	B-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	13.58	20.00	1.47	13.58	20.00	1.47	1.00	—	A
						13.58			13.58					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.49	20.00	4.45	4.49	20.00	4.45	1.00	—	—
						4.49			4.49					
						1.44			1.44					
					合成	14.31	20.00	1.39	14.31	20.00	1.39	1.00	—	—
						14.31			14.31					
						3.50			3.50					
3	MS	RV202-1C	C-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	11.84	20.00	1.68	11.84	20.00	1.68	1.00	—	A
						11.84			11.84					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.90	20.00	4.08	4.90	20.00	4.08	1.00	—	—
						4.90			4.90					
						1.44			1.44					
					合成	12.82	20.00	1.56	12.82	20.00	1.56	1.00	—	—
						12.82			12.82					
						3.50			3.50					
4	MS	RV202-1D	D-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	12.35	20.00	1.61	12.35	20.00	1.61	1.00	—	A
						12.35			12.35					
						3.18			3.18					
					鉛直	5.11	20.00	3.91	5.11	20.00	3.91	1.00	—	—
						5.11			5.11					
						1.44			1.44					
					合成	13.37	20.00	1.49	13.37	20.00	1.49	1.00	—	—
						13.37			13.37					
						3.50			3.50					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (2/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
5	MS	RV202- 1E	E-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	13.47	20.00	1.48	13.47	20.00	1.48	1.00	—	A
						13.47			13.47					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.49	20.00	4.45	4.49	20.00	4.45	1.00	—	—
						4.49			4.49					
						1.44			1.44					
					合成	14.20	20.00	1.40	14.20	20.00	1.40	1.00	—	—
						14.20			14.20					
						3.50			3.50					
6	MS	RV202- 1F	F-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	16.74	20.00	1.19	16.74	20.00	1.19	1.00	—	A
						16.74			16.74					
						3.18			3.18					
					鉛直	5.21	20.00	3.83	5.31	20.00	3.76	1.02	—	—
						5.21			5.31					
						1.44			1.44					
					合成	17.54	20.00	1.14	17.57	20.00	1.13	1.01	—	—
						17.54			17.57					
						3.50			3.50					
7	MS	RV202- 1G	G-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	9.80	20.00	2.04	9.80	20.00	2.04	1.00	—	A
						9.80			9.80					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.58	20.00	5.58	3.68	20.00	5.43	1.03	—	—
						3.58			3.68					
						1.44			1.44					
					合成	10.44	20.00	1.91	10.47	20.00	1.91	1.01	—	—
						10.44			10.47					
						3.50			3.50					
8	MS	RV202- 1H	H-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	14.19	20.00	1.40	14.19	20.00	1.40	1.00	—	A
						14.19			14.19					
						3.18			3.18					
					鉛直	5.72	20.00	3.49	5.82	20.00	3.43	1.02	—	—
						5.72			5.82					
						1.44			1.44					
					合成	15.30	20.00	1.30	15.34	20.00	1.30	1.01	—	—
						15.30			15.34					
						3.50			3.50					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (3/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
9	MS	RV202-1J	J-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	13.58	20.00	1.47	13.58	20.00	1.47	1.00	—	A
						13.58			13.58					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.09	20.00	4.88	4.09	20.00	4.88	1.00	—	—
						4.09			4.09					
						1.44			1.44					
					合成	14.19	20.00	1.40	14.19	20.00	1.40	1.00	—	—
						14.19			14.19					
						3.50			3.50					
10	MS	RV202-1K	K-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	10.92	20.00	1.83	10.92	20.00	1.83	1.00	—	A
						10.92			10.92					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.07	20.00	6.51	3.07	20.00	6.51	1.00	—	—
						3.07			3.07					
						1.44			1.44					
					合成	11.35	20.00	1.76	11.35	20.00	1.76	1.00	—	—
						11.35			11.35					
						3.50			3.50					
11	MS	RV202-1L	L-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	12.45	20.00	1.60	12.45	20.00	1.60	1.00	—	A
						12.45			12.45					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.68	20.00	5.43	3.68	20.00	5.43	1.00	—	—
						3.68			3.68					
						1.44			1.44					
					合成	12.99	20.00	1.53	12.99	20.00	1.53	1.00	—	—
						12.99			12.99					
						3.50			3.50					
12	MS	RV202-1M	M-主 蒸気逃 がし安 全弁	逃がし 安全弁	水平	12.45	20.00	1.60	12.45	20.00	1.60	1.00	—	A
						12.45			12.45					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.37	20.00	5.93	3.47	20.00	5.76	1.03	—	—
						3.37			3.47					
						1.44			1.44					
					合成	12.90	20.00	1.55	12.93	20.00	1.54	1.01	—	—
						12.90			12.93					
						3.50			3.50					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (4/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5			
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度						
13	MS	AV202-1A	A-主 蒸気内 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	5.62	10.00	1.77	5.72	10.00	1.74	1.02	1.00%				
						5.62			5.72								
						3.18			3.18								
					鉛直	4.90	6.20	1.26	5.11	6.20	1.21				1.05	3.39%	
						4.90			5.11								
						1.44			1.44								
14	MS	AV202-1B	B-主 蒸気内 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	4.19	10.00	2.38	4.39	10.00	2.27	1.05	2.00%				
						4.19			4.39								
						3.18			3.18								
					鉛直	3.68	6.20	1.68	3.88	6.20	1.59				1.06	3.23%	
						3.68			3.88								
						1.44			1.44								
15	MS	AV202-1C	C-主 蒸気内 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	3.88	10.00	2.57	4.09	10.00	2.44	1.06	2.10%				
						3.88			4.09								
						3.18			3.18								
					鉛直	3.07	6.20	2.01	3.27	6.20	1.89				1.07	3.23%	
						3.07			3.27								
						1.44			1.44								
16	MS	AV202-1D	D-主 蒸気内 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	4.80	10.00	2.08	5.00	10.00	2.00	1.05	2.00%				
						4.80			5.00								
						3.18			3.18								
					鉛直	3.98	6.20	1.55	4.19	6.20	1.47				1.06	3.39%	
						3.98			4.19								
						1.44			1.44								
17	MS	AV202-2A	A-主 蒸気外 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	3.18	10.00	3.14	3.27	10.00	3.05	1.03	0.90%				
						3.17			3.27								
						3.18			3.18								
					鉛直	3.68	6.20	1.68	3.78	6.20	1.64				1.03	1.62%	
						3.68			3.78								
						1.44			1.44								
18	MS	AV202-2B	B-主 蒸気外 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	4.49	10.00	2.22	4.60	10.00	2.17	1.03	1.10%				
						4.49			4.60								
						3.18			3.18								
					鉛直	4.09	6.20	1.51	4.19	6.20	1.47				1.03	1.62%	
						4.09			4.19								
						1.44			1.44								

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (5/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
19	MS	AV202- 2C	C-主 蒸気外 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	4.49	10.00	2.22	4.60	10.00	2.17	1.03	1.10%	
						4.49			4.60					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.09	6.20	1.51	4.19	6.20	1.47	1.03	1.62%	
						4.09			4.19					
						1.44			1.44					
20	MS	AV202- 2D	D-主 蒸気外 側隔離 弁	主蒸気 隔離弁	水平	4.29	10.00	2.33	4.29	10.00	2.33	1.00	0.00%	
						4.29			4.29					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.19	6.20	1.47	4.19	6.20	1.47	1.00	0.00%	
						4.19			4.19					
						1.44			1.44					
21	FW	AV204- 101A	A-原 子炉給 水外側 隔離逆 止弁	空気作 動逆止 弁	水平	2.69	6.00	2.23	2.69	6.00	2.23	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.69			2.69					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.33			1.33					
22	FW	AV204- 101B	B-原 子炉給 水外側 隔離逆 止弁	空気作 動逆止 弁	水平	2.69	6.00	2.23	2.69	6.00	2.23	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.69			2.69					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.33			1.33					
23	FW	V204- 101A	A-原 子炉給 水内側 隔離逆 止弁	逆止弁	水平	2.69	6.00	2.23	2.69	6.00	2.23	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.69			2.69					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.33			1.33					
24	FW	V204- 101B	B-原 子炉給 水内側 隔離逆 止弁	逆止弁	水平	2.69	6.00	2.23	2.69	6.00	2.23	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.69			2.69					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.33			1.33					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (6/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
25	RHR	MV222- 2A	A-RHR 熱交バ イパス 弁	電動グ ローブ 弁	水平	2.76	6.00	2.17	2.76	6.00	2.17	1.00	0.00%	
						2.76			2.76					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						0.82			0.92					
						1.54			1.54					
26	RHR	MV222- 2B	B-RHR 熱交バ イパス 弁	電動グ ローブ 弁	水平	3.07	6.00	1.95	3.27	6.00	1.83	1.07	3.34%	
						3.07			3.27					
						1.70			1.70					
					鉛直	3.68	6.00	1.63	3.68	6.00	1.63	1.00	0.00%	
						3.68			3.68					
						1.54			1.54					
27	RHR	MV222- 3A	A-RHR ドライ ウエ ル第 1ス プレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.25	6.00	2.66	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.25			2.25					
					鉛直	1.73	6.00	3.46	1.73	6.00	3.46	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.73			1.73					
28	RHR	MV222- 3B	B-RHR ドライ ウエ ル第 1ス プレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	1.94	6.00	3.09	1.94	6.00	3.09	1.00	0.00%	
						1.94			1.94					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						1.33			1.43					
						1.54			1.54					
29	RHR	MV222- 4A	A-RHR ドライ ウエ ル第 2ス プレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.25	6.00	2.66	1.00	0.00%	
						—			—					
						2.25			2.25					
					鉛直	1.73	6.00	3.46	1.73	6.00	3.46	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.73			1.73					
30	RHR	MV222- 4B	B-RHR ドライ ウエ ル第 2ス プレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	2.05	6.00	2.92	2.15	6.00	2.79	1.05	1.67%	
						2.05			2.15					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.84	6.00	3.26	1.84	6.00	3.26	1.00	0.00%	
						1.84			1.84					
						1.54			1.54					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (7/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加 速度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加 速度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
31	RHR	MV222-5A	A-RHR 注水弁	電動ゲ ート弁	水平	1.70	6.00	3.52	1.70	6.00	3.52	1.00	0.00%	
						1.13			1.33					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						1.13			1.13					
						1.54			1.54					
32	RHR	MV222-5B	B-RHR 注水弁	電動ゲ ート弁	水平	2.15	6.00	2.79	2.15	6.00	2.79	1.00	0.00%	
						2.15			2.15					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.94	6.00	3.09	1.94	6.00	3.09	1.00	0.00%	
						1.94			1.94					
						1.54			1.54					
33	RHR	MV222-5C	C-RHR 注水弁	電動ゲ ート弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.35	6.00	2.55	1.05	1.67%	
						2.25			2.35					
						1.70			1.70					
					鉛直	3.47	6.00	1.72	3.47	6.00	1.72	1.00	0.00%	
						3.47			3.47					
						1.54			1.54					
34	RHR	MV222-6	RHR 炉 水入口 内側隔 離弁	電動ゲ ート弁	水平	3.68	6.00	1.63	3.88	6.00	1.54	1.06	3.34%	
						3.68			3.88					
						1.83			1.83					
					鉛直	2.45	6.00	2.44	2.45	6.00	2.44	1.00	0.00%	
						2.45			2.45					
						0.98			0.98					
35	RHR	MV222-7	RHR 炉 水入口 外側隔 離弁	電動ゲ ート弁	水平	2.45	6.00	2.44	2.45	6.00	2.44	1.00	0.00%	
						2.45			2.45					
						1.48			1.48					
					鉛直	2.96	6.00	2.02	2.96	6.00	2.02	1.00	0.00%	
						2.96			2.96					
						0.77			0.77					
36	RHR	MV222-11A	A-RHR ポンプ 炉水戻 り弁	電動グ ローブ 弁	水平	1.52	6.00	3.94	1.52	6.00	3.94	1.00	0.00%	
						0.92			1.23					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.74	6.00	3.44	1.74	6.00	3.44	1.00	0.00%	
						1.74			1.74					
						1.16			1.16					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (8/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
37	RHR	MV222-11B	B-RHR ポンプ 炉水戻 り弁	電動グ ローブ 弁	水平	1.52	6.00	3.94	1.52	6.00	3.94	1.00	0.00%	
						0.62			1.03					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.62			0.82					
						1.16			1.16					
38	RHR	MV222-15A	A-RHR テスト 弁	電動グ ローブ 弁	水平	1.52	6.00	3.94	1.52	6.00	3.94	1.00	0.00%	
						0.11			1.23					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.11			0.62					
						1.16			1.16					
39	RHR	MV222-15B	B-RHR テスト 弁	電動グ ローブ 弁	水平	1.70	6.00	3.52	1.84	6.00	3.26	1.09	2.34%	
						1.43			1.84					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						1.03			1.23					
						1.54			1.54					
40	RHR	MV222-16A	A-RHR トラス スプレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.45	6.00	2.44	1.09	3.34%	
						2.25			2.45					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.82			0.82					
						1.16			1.16					
41	RHR	MV222-16B	B-RHR トラス スプレ イ弁	電動ゲ ート弁	水平	2.96	6.00	2.02	2.96	6.00	2.02	1.00	0.00%	
						2.96			2.96					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.43	6.00	4.19	1.54	6.00	3.89	1.08	1.84%	
						1.43			1.54					
						1.16			1.16					
42	RHR	AV222-1A	A-試験 可能 逆止弁	空気作 動逆止 弁	水平	5.92	6.00	1.01	6.03	6.00	0.99	1.02	—	A
						5.92			6.03					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.80	6.00	1.25	4.80	6.00	1.25	1.00	—	
						4.80			4.80					
						1.44			1.44					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (9/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
43	RHR	AV222-1B	B-試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	3.68	6.00	1.63	4.09	6.00	1.46	1.12	6.84%	
						3.68			4.09					
						3.18			3.18					
					鉛直	4.09	6.00	1.46	4.09	6.00	1.46	1.00	0.00%	
						4.09			4.09					
						1.44			1.44					
44	RHR	AV222-1C	C-試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	4.90	6.00	1.22	4.90	6.00	1.22	1.00	0.00%	
						4.90			4.90					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.47	6.00	1.72	3.58	6.00	1.67	1.04	1.84%	
						3.47			3.58					
						1.44			1.44					
45	RHR	AV222-3A	A-炉水戻り試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	5.82	6.00	1.03	5.82	6.00	1.03	1.00	0.00%	
						5.82			5.82					
						1.83			1.83					
					鉛直	2.35	6.00	2.55	2.35	6.00	2.55	1.00	0.00%	
						2.35			2.35					
						0.98			0.98					
46	RHR	AV222-3B	B-炉水戻り試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	8.58	6.00	0.69	8.58	6.00	0.69	1.00	—	A
						8.58			8.58					
						1.83			1.83					
					鉛直	3.88	6.00	1.54	3.98	6.00	1.50	1.03	—	
						3.88			3.98					
						0.98			0.98					
47	HPCS	MV224-2	HPCSポンプトラス入口弁	電動ゲート弁	水平	1.48	6.00	4.05	1.64	6.00	3.65	1.11	2.67%	
						0.52			1.64					
						1.48			1.48					
					鉛直	0.77	6.00	7.79	0.77	6.00	7.79	1.00	0.00%	
						0.31			0.62					
						0.77			0.77					
48	HPCS	MV224-3	HPCS注水弁	電動ゲート弁	水平	1.74	6.00	3.44	1.74	6.00	3.44	1.00	0.00%	
						1.74			1.74					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.33	6.00	4.51	1.33	6.00	4.51	1.00	0.00%	
						1.33			1.33					
						1.16			1.16					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (10/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済加 速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済加 速度*3 (③)	裕度			
49	HPCS	AV224-1	試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	4.70	6.00	1.27	4.80	6.00	1.25	1.03	1.67%	
						4.70			4.80					
						3.70			3.70					
					鉛直	1.55	6.00	3.87	1.55	6.00	3.87	1.00	0.00%	
						0.82			1.03					
						1.55			1.55					
50	LPCS	MV223-2	LPCS注水弁	電動ゲート弁	水平	1.84	6.00	3.26	2.05	6.00	2.92	1.12	3.50%	
						1.84			2.05					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.23	6.00	4.87	1.33	6.00	4.51	1.09	1.67%	
						1.23			1.33					
						1.16			1.16					
51	LPCS	AV223-1	試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	5.52	6.00	1.08	5.82	6.00	1.03	1.06	5.00%	
						5.52			5.82					
						3.70			3.70					
					鉛直	1.55	6.00	3.87	2.35	6.00	2.55	1.52	13.34%	
						1.43			2.35					
						1.55			1.55					
52	RCIC	MV221-20	蒸気内側隔離弁	電動ゲート弁	水平	3.18	6.00	1.88	3.18	6.00	1.88	1.00	0.00%	
						0.92			1.84					
						3.18			3.18					
					鉛直	3.78	6.00	1.58	3.78	6.00	1.58	1.00	0.00%	
						3.78			3.78					
						1.44			1.44					
53	RCIC	MV221-21	蒸気外側隔離弁	電動ゲート弁	水平	1.52	6.00	3.94	1.52	6.00	3.94	1.00	0.00%	
						1.03			1.33					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.43	6.00	4.19	1.43	6.00	4.19	1.00	0.00%	
						1.43			1.43					
						1.16			1.16					
54	RCW	MV214-1A	A-RCW常用補機冷却水入口切換弁	電動ゲート弁	水平	2.05	6.00	2.92	2.15	6.00	2.79	1.05	1.67%	
						2.05			2.15					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.21			0.72					
						1.16			1.16					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (11/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
55	RCW	MV214-1B	B-RCW 常用補 機冷却 水入口 切換弁	電動ゲ ート弁	水平	3.07	6.00	1.95	3.17	6.00	1.89	1.04	1.67%	
						3.07			3.17					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.23	6.00	4.87	1.23	6.00	4.87	1.00	0.00%	
						1.23			1.23					
						1.16			1.16					
56	RCW	MV214-7A	A-RHR 熱交冷 却水出 口弁	電動グ ローブ 弁	水平	1.90	6.00	3.15	1.94	6.00	3.09	1.03	0.67%	
						1.13			1.94					
						1.90			1.90					
					鉛直	1.79	6.00	3.35	1.79	6.00	3.35	1.00	0.00%	
						1.03			1.33					
						1.79			1.79					
57	RCW	MV214-7B	B-RHR 熱交冷 却水出 口弁	電動グ ローブ 弁	水平	2.56	6.00	2.34	3.78	6.00	1.58	1.48	20.34%	B
						2.56			3.78					
						2.25			2.25					
					鉛直	2.25	6.00	2.66	2.35	6.00	2.55	1.05	1.67%	
						2.25			2.35					
						1.73			1.73					
58	CUW	MV213-3	CUW 入 口内側 隔離弁	電動ゲ ート弁	水平	3.68	6.00	1.63	3.68	6.00	1.63	1.00	0.00%	
						3.68			3.68					
						1.68			1.68					
					鉛直	0.92	6.00	6.52	0.92	6.00	6.52	1.00	0.00%	
						0.82			0.82					
						0.92			0.92					
59	CUW	MV213-4	CUW 入 口外側 隔離弁	電動ゲ ート弁	水平	3.07	6.00	1.95	3.07	6.00	1.95	1.00	0.00%	
						3.07			3.07					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						1.13			1.13					
						1.16			1.16					
60	CRD	AV212-126	水圧制 御ユニ ットス クラム 弁	制御棒 駆動系 スクラ ム弁	水平	1.70	6.00	3.52	1.70	6.00	3.52	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.54			1.54					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (12/14) *1

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*4 (((②-①)/③))	判定 区分 *5
						機能維持 評価用加 速度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度 *3 (③)	裕度	機能維持 評価用加 速度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度 *3 (③)	裕度			
61	CRD	AV212-127	水圧制御ユニットスクラム弁	制御棒駆動系スクラム弁	水平	1.70	6.00	3.52	1.70	6.00	3.52	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.54	6.00	3.89	1.54	6.00	3.89	1.00	0.00%	
						—			—					
						1.54			1.54					
62	ADS	MV227-2A	A-逃がし弁 N2 入口弁	電動グロープ弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.25	6.00	2.66	1.00	0.00%	
						0.11			1.33					
						2.25			2.25					
					鉛直	1.73	6.00	3.46	1.73	6.00	3.46	1.00	0.00%	
						0.11			0.11					
						1.73			1.73					
63	ADS	MV227-2B	B-逃がし弁 N2 入口弁	電動グロープ弁	水平	2.25	6.00	2.66	2.25	6.00	2.66	1.00	0.00%	
						0.52			0.92					
						2.25			2.25					
					鉛直	1.73	6.00	3.46	1.73	6.00	3.46	1.00	0.00%	
						0.62			0.82					
						1.73			1.73					
64	SGT	AV226-1A	A-R/B 連絡弁	空気作動バタフライ弁	水平	1.90	6.00	3.15	1.90	6.00	3.15	1.00	0.00%	
						0.21			1.33					
						1.90			1.90					
					鉛直	1.79	6.00	3.35	1.79	6.00	3.35	1.00	0.00%	
						0.41			0.52					
						1.79			1.79					
65	SGT	AV226-1B	B-R/B 連絡弁	空気作動バタフライ弁	水平	1.90	6.00	3.15	1.90	6.00	3.15	1.00	0.00%	
						0.11			1.74					
						1.90			1.90					
					鉛直	1.79	6.00	3.35	1.79	6.00	3.35	1.00	0.00%	
						0.31			0.62					
						1.79			1.79					
66	FCS	MV229-1A	A-FCS 入口隔離弁	電動ゲート弁	水平	2.56	6.00	2.34	2.66	6.00	2.25	1.04	1.67%	
						2.56			2.66					
						2.25			2.25					
					鉛直	1.73	6.00	3.46	1.73	6.00	3.46	1.00	0.00%	
						0.31			0.72					
						1.73			1.73					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (13/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済 加速度*3 (③)	裕度			
67	FCS	MV229-1B	B-FCS 入口隔離 弁	電動ゲ ート弁	水平	6.43	20.00	3.11	6.43	20.00	3.11	1.00	—	A
						6.43			6.43					
						2.25			2.25					
					鉛直	3.98	20.00	5.02	3.98	20.00	5.02	1.00	—	
						3.98			3.98					
						1.73			1.73					
					合成	7.57	20.00	2.64	7.57	20.00	2.64	1.00	—	
						7.57			7.57					
						2.84			2.84					
68	FCS	MV229-2A	A-FCS 出口隔離 弁	電動ゲ ート弁	水平	1.70	6.00	3.52	1.94	6.00	3.09	1.15	4.00%	
						1.54			1.94					
						1.70			1.70					
					鉛直	1.64	6.00	3.65	1.64	6.00	3.65	1.00	0.00%	
						1.64			1.64					
						1.54			1.54					
69	FCS	MV229-2B	B-FCS 出口隔離 弁	電動ゲ ート弁	水平	1.70	6.00	3.52	2.05	6.00	2.92	1.21	5.84%	
						1.33			2.05					
						1.70			1.70					
					鉛直	2.05	6.00	2.92	2.15	6.00	2.79	1.05	1.67%	
						2.05			2.15					
						1.54			1.54					
70	NGC	AV217-10A	A-ト ーラス 真空破 壊隔離 弁	空気作 動パタ フライ 弁	水平	1.52	6.00	3.94	1.94	6.00	3.09	1.28	7.00%	
						1.33			1.94					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.31			1.13					
						1.16			1.16					
71	NGC	AV217-10B	B-ト ーラス 真空破 壊隔離 弁	空気作 動パタ フライ 弁	水平	1.74	6.00	3.44	2.45	6.00	2.44	1.41	11.84%	B
						1.74			2.45					
						1.52			1.52					
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	0.00%	
						0.11			1.03					
						1.16			1.16					

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表 2 高振動数領域を考慮した弁の動的機能持評価結果 (14/14) *1

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*4 ((②-①)/③)	判定 区分*5			
						機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能又 は動作 確認済加 速度*3 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能又 は動作 確認済加 速度*3 (③)	裕度						
72	TSW	MV247-1A	A-TSW ポンプ 出口弁	電動パ タフライ 弁	水平	2.30	6.00	2.60	2.30	6.00	2.60	1.00	0.00%				
						—			—								
						2.30			2.30								
					鉛直	1.00	6.00	6.00	1.00	6.00	6.00				1.00	0.00%	
						—			—								
						1.00			1.00								
73	TSW	MV247-1B	B-TSW ポンプ 出口弁	電動パ タフライ 弁	水平	2.30	6.00	2.60	2.30	6.00	2.60	1.00	0.00%				
						—			—								
						2.30			2.30								
					鉛直	1.00	6.00	6.00	1.00	6.00	6.00				1.00	0.00%	
						—			—								
						1.00			1.00								
74	TSW	MV247-1C	C-TSW ポンプ 出口弁	電動パ タフライ 弁	水平	2.30	6.00	2.60	2.30	6.00	2.60	1.00	0.00%				
						—			—								
						2.30			2.30								
					鉛直	1.00	6.00	6.00	1.00	6.00	6.00				1.00	0.00%	
						—			—								
						1.00			1.00								
75	TSW	MV247-3	TSW ポ ンプ第 二出口 弁	電動パ タフライ 弁	水平	2.30	6.00	2.60	2.30	6.00	2.60	1.00	0.00%				
						—			—								
						2.30			2.30								
					鉛直	1.00	6.00	6.00	1.00	6.00	6.00				1.00	0.00%	
						—			—								
						1.00			1.00								
76	TSW	V247-5	TSW 浸 水防止 逆止弁	逆止弁	水平	2.80	6.00	2.14	2.80	6.00	2.14	1.00	0.00%				
						—			—								
						2.80			2.80								
					鉛直	1.90	6.00	3.15	1.90	6.00	3.15				1.00	0.00%	
						—			—								
						1.90			1.90								
77	RWL	V252-6000	廃液放 出管浸 水防止 逆止弁	逆止弁	水平	2.80	6.00	2.14	2.80	6.00	2.14	1.00	0.00%				
						0.70			1.90								
						2.80			2.80								
					鉛直	1.90	6.00	3.15	1.90	6.00	3.15				1.00	0.00%	
						0.40			1.30								
						1.90			1.90								

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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。配管系が剛構造の場合は中段の動的解析結果に「—」を記載する。

*3：機能確認済加速度以下となる弁については機能確認済加速度，機能確認済加速度を超過する弁については動作確認済加速度を記載する。

*4：機能確認済加速度を超過し詳細評価を実施する弁については，判断基準から除外する。

*5：機能確認済加速度を超過した評価値については「A」，振動数領域を 50Hz にした場合の応答加速度と振動数領域を 100Hz にした場合の応答加速度を比較して有意な応答増加が確認された評価値については「B」を記載する。

表3 更なる高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価結果*1

No.	系統	弁番号	弁名称	弁型式	方向	MAX(100Hz, 1.2ZPA)			MAX(200Hz, 1.2ZPA)			増加率 (②/①)	100Hz→200Hz での増加値の 機能確認済加 速度に対する 比率 ((②-①)/③)
						機能維持 評価用加 速度*2 (①)	機能確 認済加 速度 (③)	裕度	機能維持 評価用加 速度*2 (②)	機能確 認済加 速度 (③)	裕度		
1	LPCS	AV223-1	試験可能 逆止弁	空気作 動逆止 弁	水平	5.82	6.00	1.03	5.82	6.00	1.03	1.00	0.00%
						5.82			5.82				
						3.70			3.70				
					鉛直	2.35	6.00	2.55	2.45	6.00	2.44		
						2.35			2.45				
						1.55			1.55				
2	NGC	AV217- 10B	B-トーラ ス真空破 壊隔離弁	空気作 動パタ フライ 弁	水平	2.45	6.00	2.44	2.45	6.00	2.44	1.00	0.00%
						2.45			2.45				
						1.52			1.52				
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17		
						1.03			1.03				
						1.16			1.16				
3	RCW	MV214-7B	B-RHR 熱 交冷却水 出口弁	電動グ ローブ 弁	水平	3.78	6.00	1.58	3.78	6.00	1.58	1.00	0.00%
						3.78			3.78				
						2.25			2.25				
					鉛直	2.35	6.00	2.55	2.35	6.00	2.55		
						2.35			2.35				
						1.73			1.73				

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：上段が動的解析結果（100Hz 又は 200Hz）と最大加速度（1.2ZPA）における最大値、
中段が動的解析結果（100Hz 又は 200Hz）の値、下段が最大加速度（1.2ZPA）の値

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スペクトルについて

1. はじめに

弁の動的機能維持評価に用いる床応答スペクトルは、50Hz までの範囲で床応答スペクトルを作成し、50Hz 以上を最大加速度 (1.0ZPA) とする (NS2-補-027-01「設計用床応答スペクトルの作成方法及び適用方法について」参照)。このことが妥当であることを確認するため、50Hz までの床応答スペクトルを確認し、50Hz 程度で加速度が収束していることを確認する。100Hz までを考慮した評価を実施する場合の床応答スペクトルの作成イメージを図1に示す。

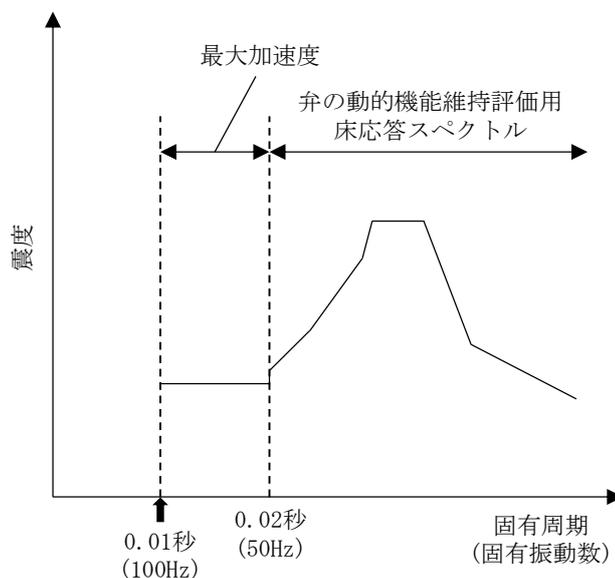


図1 弁の動的機能維持評価に用いる床応答スペクトルイメージ図
(100Hz までを考慮した評価に適用する場合)

2. 高振動数領域の床応答スペクトル

動的機能維持評価の評価対象弁が設置されている建物は原子炉建物であることから、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-2-7 設計用床応答スペクトルの作成方針」に示されているもののうち、原子炉建物、ガンマ線遮蔽壁及び圧力容器ペDESTALの弁の動的機能維持評価に用いる床応答スペクトルの例を図2～4に示す。なお、本検討に適用した全ての床応答スペクトルについては添付3に示す。

水平方向 (NS) について、原子炉建物は 10Hz (0.1 秒) 及び 4Hz (0.25 秒) 近傍、ガンマ線遮蔽壁は 9Hz (0.11 秒) 近傍、圧力容器ペDESTALは 15Hz (0.065 秒)、9Hz (0.11 秒) 及び 4Hz (0.25 秒) 近傍で卓越しており、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。

水平方向 (EW) について、原子炉建物は 14Hz (0.07 秒) 及び 4.5Hz (0.22 秒) 近傍、ガンマ線遮蔽壁は 17Hz (0.06 秒) 及び 9Hz (0.11 秒) 近傍、圧力容器ペDESTALは 17Hz (0.06 秒) 近傍で卓越しており、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。

鉛直方向について、原子炉建物は 22Hz (0.045 秒) 及び 10Hz (0.1 秒) 近傍、ガンマ線遮蔽壁は 22Hz (0.045 秒) 近傍、圧力容器ペダスタルは 22Hz (0.045 秒) 及び 10Hz (0.1 秒) 近傍で卓越しており、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。

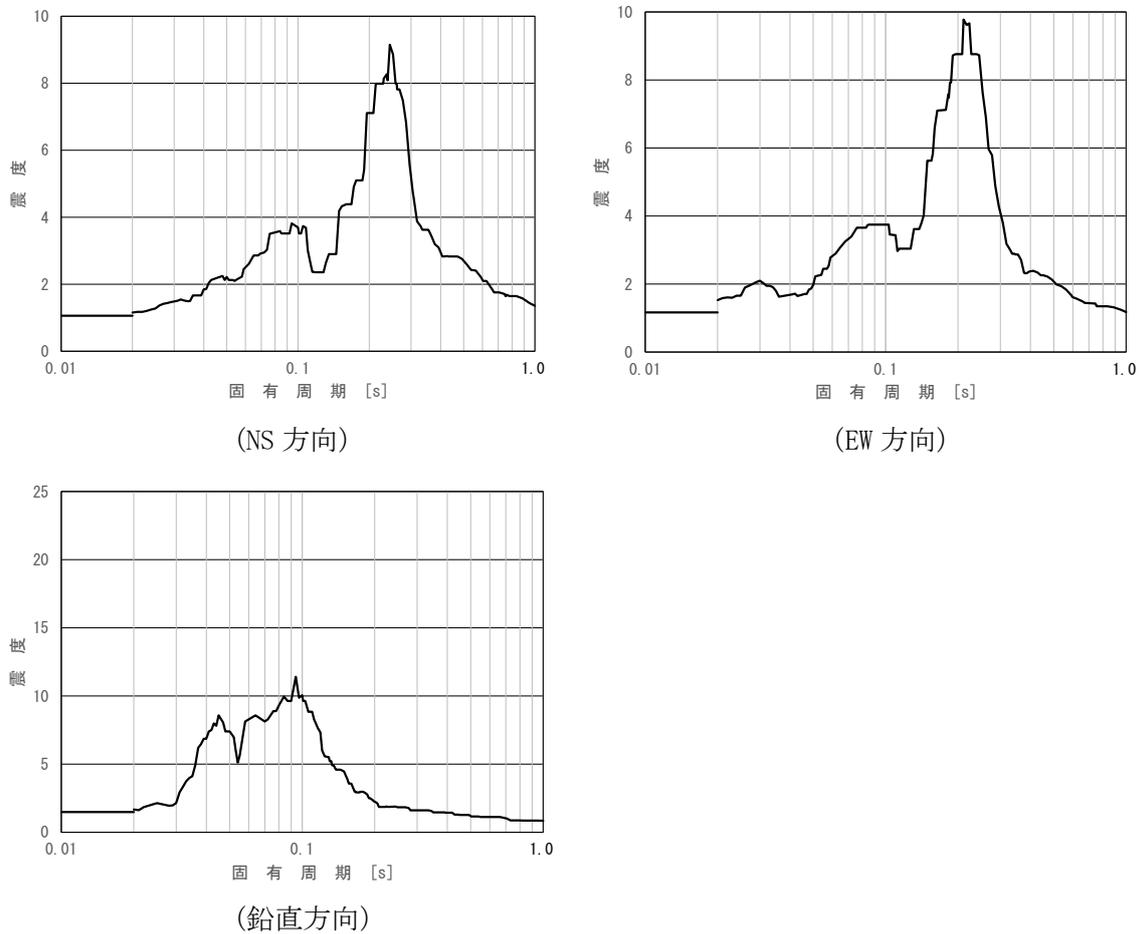
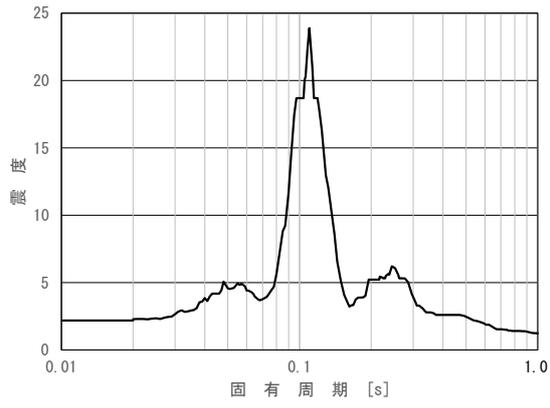
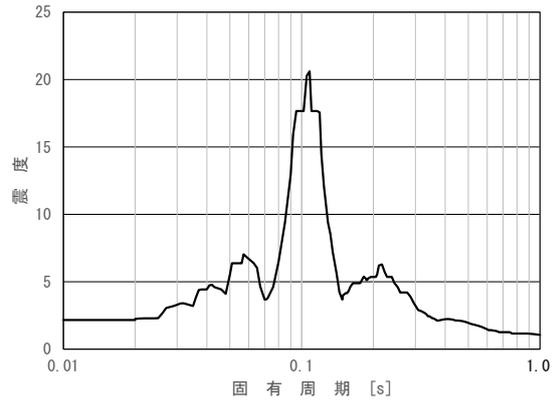


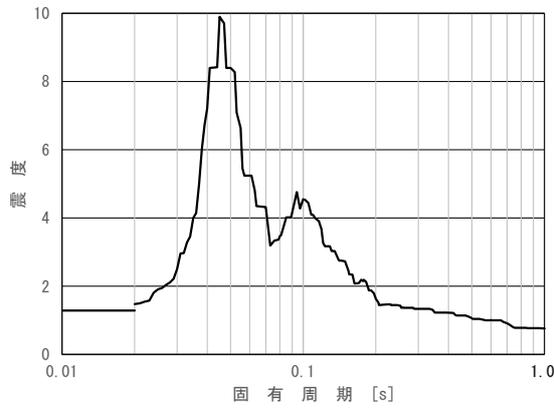
図 2 原子炉建物 (EL34.800m) の設計用床応答スペクトル (減衰 2.0%)



(NS 方向)

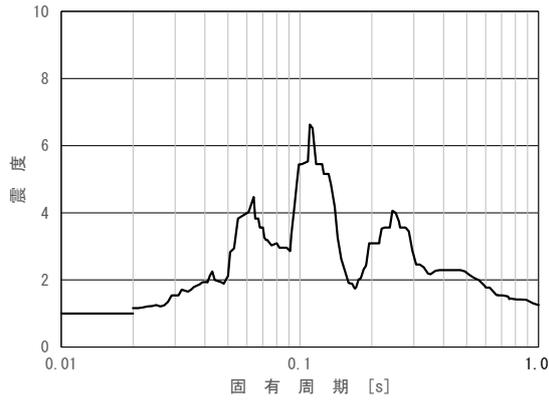


(EW 方向)

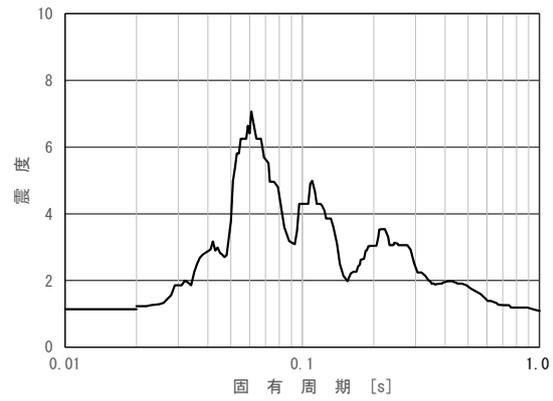


(鉛直方向)

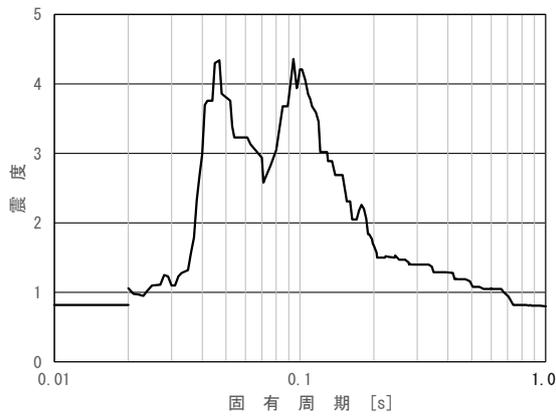
図3 ガンマ線遮蔽壁 (EL26.981m) の設計用床応答スペクトル (減衰 3.0%)



(NS 方向)



(EW 方向)



(鉛直方向)

図 4 圧力容器ペデスタル (EL15.944m) の設計用床応答スペクトル (減衰 2.5%)

3. 弁の動的機能維持に適用する床応答スペクトル

前述のとおり、20Hz 以上の床応答スペクトルを確認し、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スペクトルは、50Hz までの範囲で作成した床応答スペクトルに 50Hz 以上を最大加速度としたものを適用する。

高振動数領域の考慮によって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 77 台のうち、表 1 に示す 3 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）*1

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)
						機能維持評価用加速度 ^{*2} (①)	機能確認済加速度 (③)	裕度	機能維持評価用加速度 ^{*2} (②)	機能確認済加速度 (③)	裕度		
1	LPCS	AV223-1	試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	5.52	6.00	1.08	5.82	6.00	1.03	1.06	5.00%
						5.52			5.82				
						3.70			3.70				
					鉛直	1.55	6.00	3.87	2.35	6.00	2.55		
						1.43			2.35				
						1.55			1.55				
2	NGC	AV217-10B	B-トーラス真空破壊隔離弁	空気作動バタフライ弁	水平	1.74	6.00	3.44	2.45	6.00	2.44	1.41	11.84%
						1.74			2.45				
						1.52			1.52				
					鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17		
						0.11			1.03				
						1.16			1.16				
3	RCW	MV214-7B	B-RHR 熱交換冷却水出口弁	電動グロープ弁	水平	2.56	6.00	2.34	3.78	6.00	1.58	1.48	20.34%
						2.56			3.78				
						2.25			2.25				
					鉛直	2.25	6.00	2.66	2.35	6.00	2.55		
						2.25			2.35				
						1.73			1.73				

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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

2. 評価用加速度の増加率の検討

(1) 低圧炉心スプレー系試験可能逆止弁（AV223-1）

AV223-1 の機能維持評価用加速度算出に用いた配管モデル図を図 1-1 及び図 1-2、弁構造図を図 2、当該弁接続配管の主要仕様を表 2、使用した床応答スペクトルを図 3-1、図 3-2 及び図 3-3、各振動モードにおける固有振動数、刺激係数及び設計震度を表 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が設置されている。これにより、当該弁を含む支持構造物間の配管は高い剛性を有していることから、50Hz までの振動数領域で応答励起せず、50Hz 以上の高振動数領域で応答励起することにより、100Hz まで考慮した場合での有意な応答増加に至ったものと考えられる。

有意な応答増加に影響を与える振動モードについて、振動モード図を図 4-1 及び図 4-2 に示す。また、表 3 中には、該当するモードを赤枠にて示す。

(2) 窒素ガス制御系 B-トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B)

AV217-10B の機能維持評価用加速度の算出に用いた配管モデル図を図 5-1 及び図 5-2、弁構造図を図 6、当該弁接続配管の主要仕様を表 4、使用した床応答スペクトルを図 7-1、図 7-2 及び図 7-3、各振動モードにおける固有振動数、刺激係数及び設計震度を表 5 に示す。

図 5-2 に示すとおり、当該弁の前後の配管には支持構造物が設置されており、さらには弁頂部にも弁頂部振れ止め用の支持構造物が設置されている。これにより、当該弁を含む支持構造物間の配管は高い剛性を有していることから、50Hz までの振動数領域で応答励起せず、50Hz 以上の高振動数領域で応答励起することにより、100Hz まで考慮した場合での有意な応答増加に至ったものと考えられる。

有意な応答増加に影響を与える振動モードについて、振動モード図を図 8-1 及び図 8-2 に示す。また、表 5 中には、該当するモードを赤枠にて示す。

(3) 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交冷却水出口弁 (MV214-7B)

MV214-7B の機能維持評価用加速度の算出に用いた配管モデル図を図 9-1 及び図 9-2、弁構造図を図 10、当該弁接続配管の主要仕様を表 6、使用した床応答スペクトルを図 11-1、図 11-2 及び図 11-3、各振動モードにおける固有振動数、刺激係数及び設計震度を表 7 に示す。

図 9-2 に示すとおり、当該弁の前後の配管には支持構造物が設置されており、さらには弁頂部にも弁頂部振れ止め用の支持構造物が設置されている。これにより、当該弁を含む支持構造物間の配管は高い剛性を有していることから、50Hz までの振動数領域で応答励起せず、50Hz 以上の高振動数領域で応答励起することにより、100Hz まで考慮した場合での有意な応答増加に至ったものと考えられる。

有意な応答増加に影響を与える振動モードについて、振動モード図を図 12-1 及び図 12-2 に示す。また、表 7 中には、該当するモードを赤枠にて示す。

3. まとめ

高振動数領域において有意な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。AV223-1、AV217-10B 及び MV214-7B では、弁近傍に高振動数領域において有意な応答励起が現れたことから、支持構造物を有しており、弁近傍の構造についての剛性が高い特徴を有しているため、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。

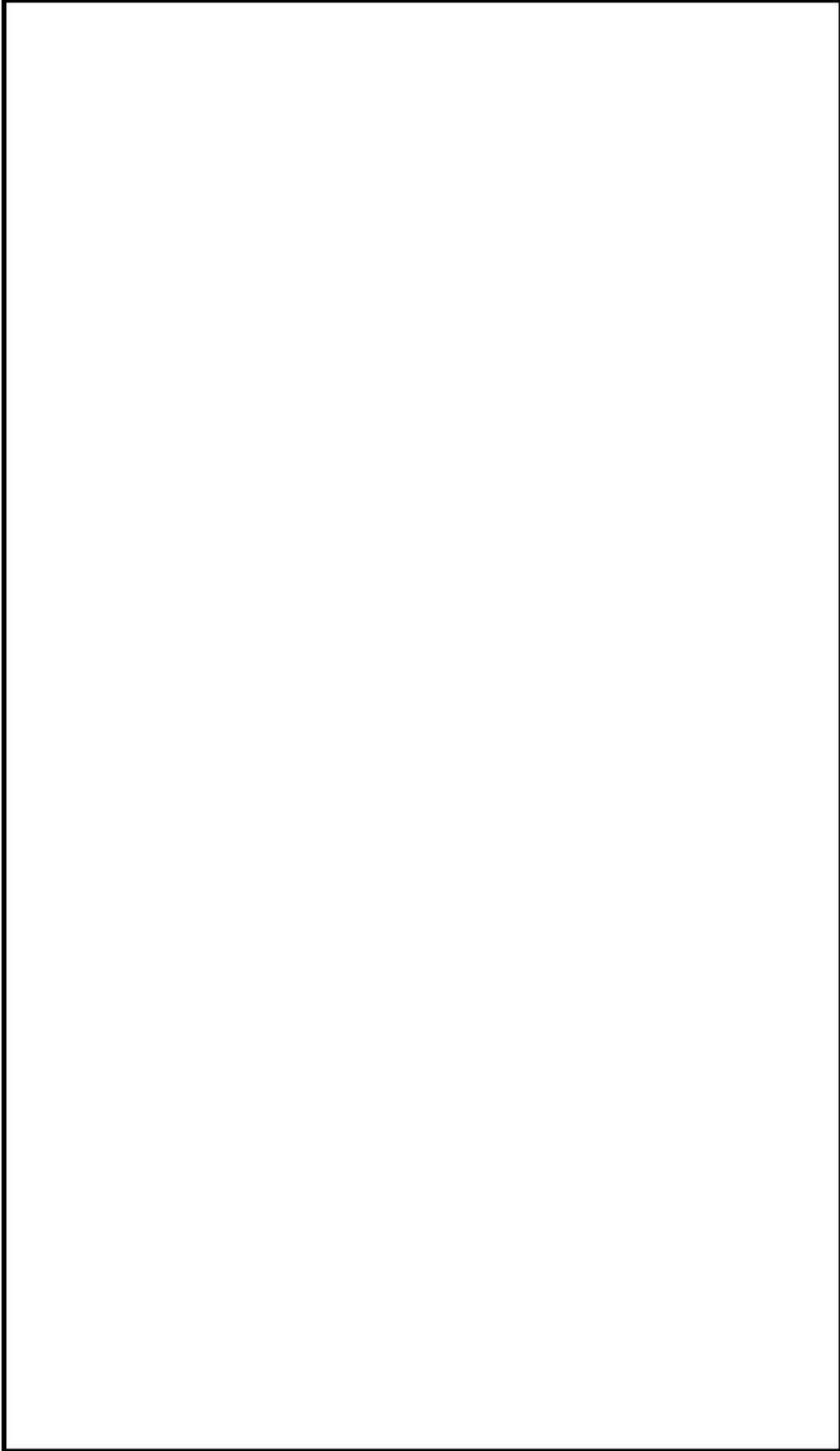


図 1-1 低圧炉心スプレイス試験可能逆止弁 (AV223-1) が取り付き配管モデル (LPCS-PD-1) の全体図

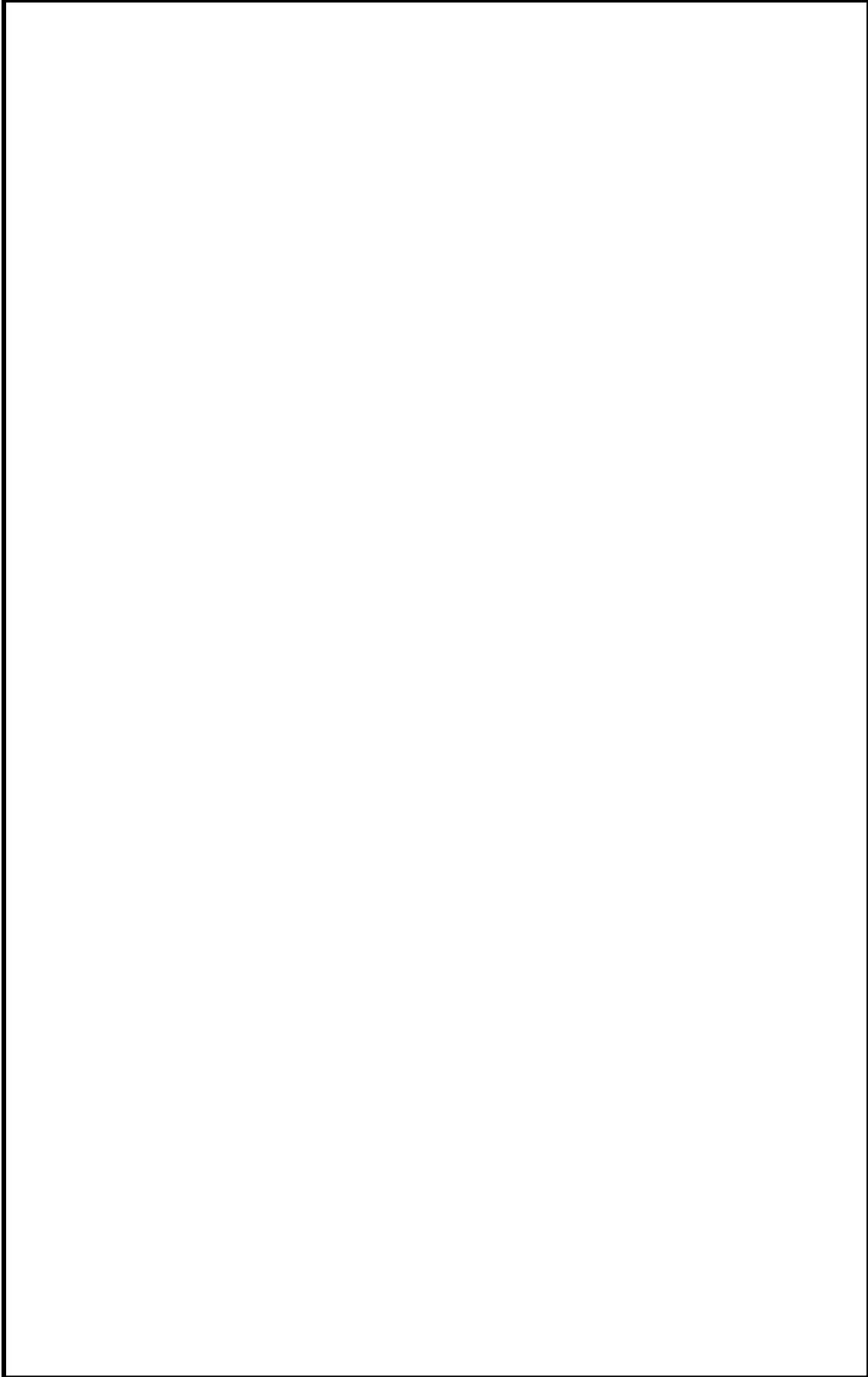


図 1-2 低圧炉心スプレイス試験可能逆止弁 (AV223-1) が取り付く配管モデル (LPCS-PD-1) の部分図

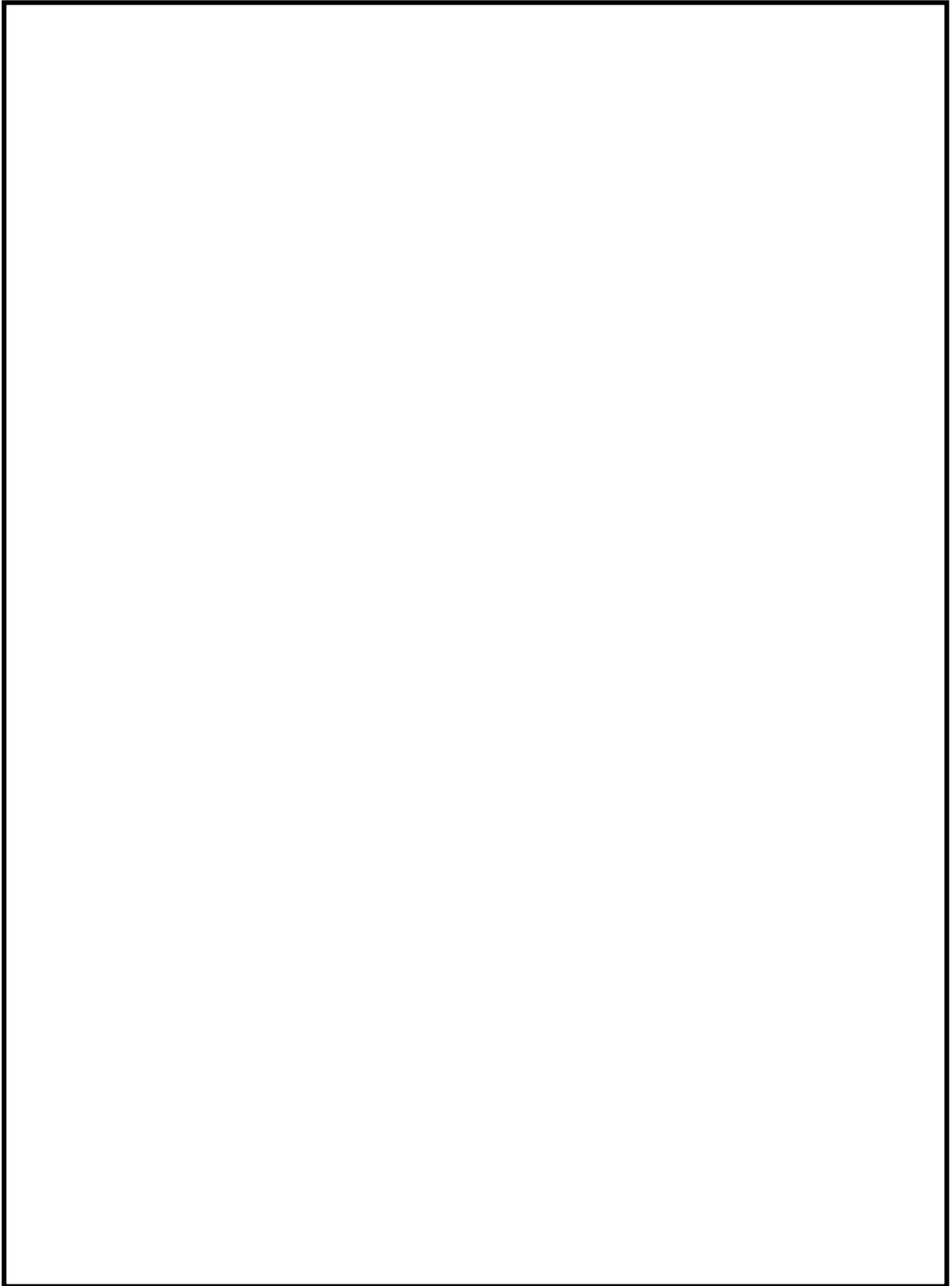


図2 低圧炉心スプレイ系試験可能逆止弁(AV223-1)の構造図

表 2 低圧炉心スプレイ系試験可能逆止弁 (AV223-1)
及びその接続配管 (LPCS-PD-1) 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)	
厚さ (mm)	
配管材料	STS42
弁箱材質	
弁部の総質量* (kg)	

注記* : 配管解析に用いる質量であり, 弁本体, 駆動部及び内部流体質量の合計値を記載



図 3-1 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

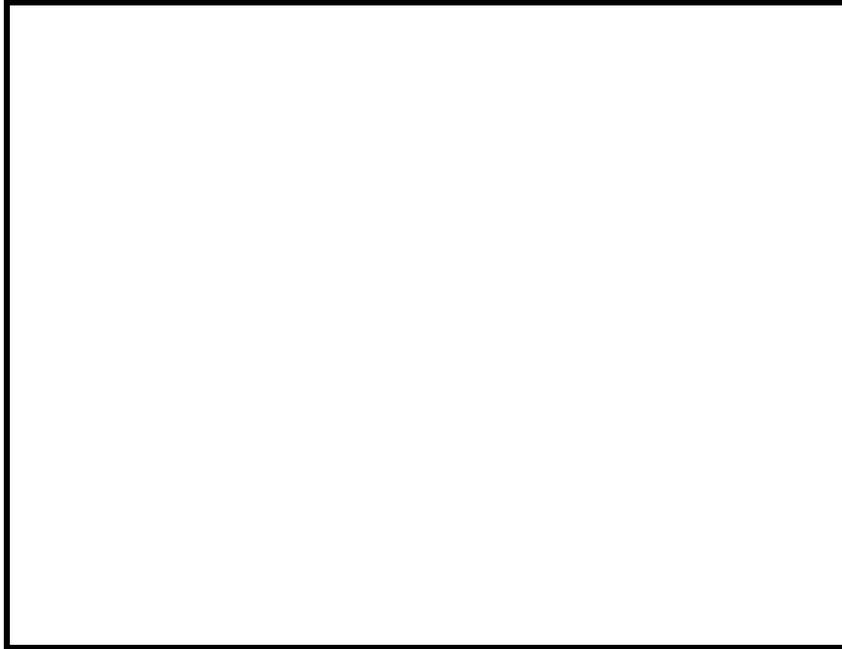


図 3-2 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)



図 3-3 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

表 3 低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-PD-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。



図 4-1 低圧炉心スプレイス試験可能逆止弁 (AV223-1) の応答増幅が確認された振動モード・13 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

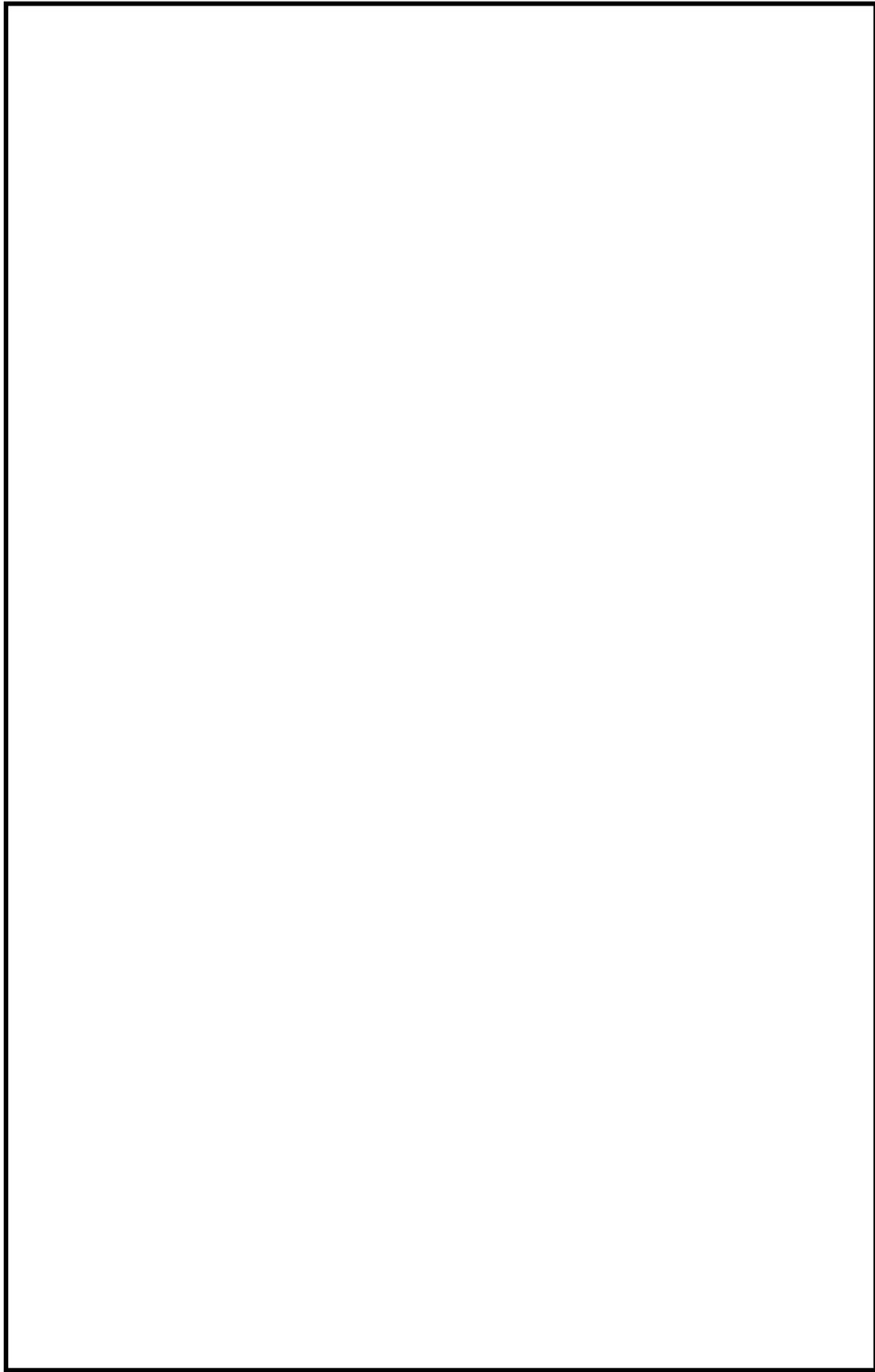


図 4-2 低圧炉心スプレイス試験可能逆止弁 (AV223-1) の応答増幅が確認された振動モード・14 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

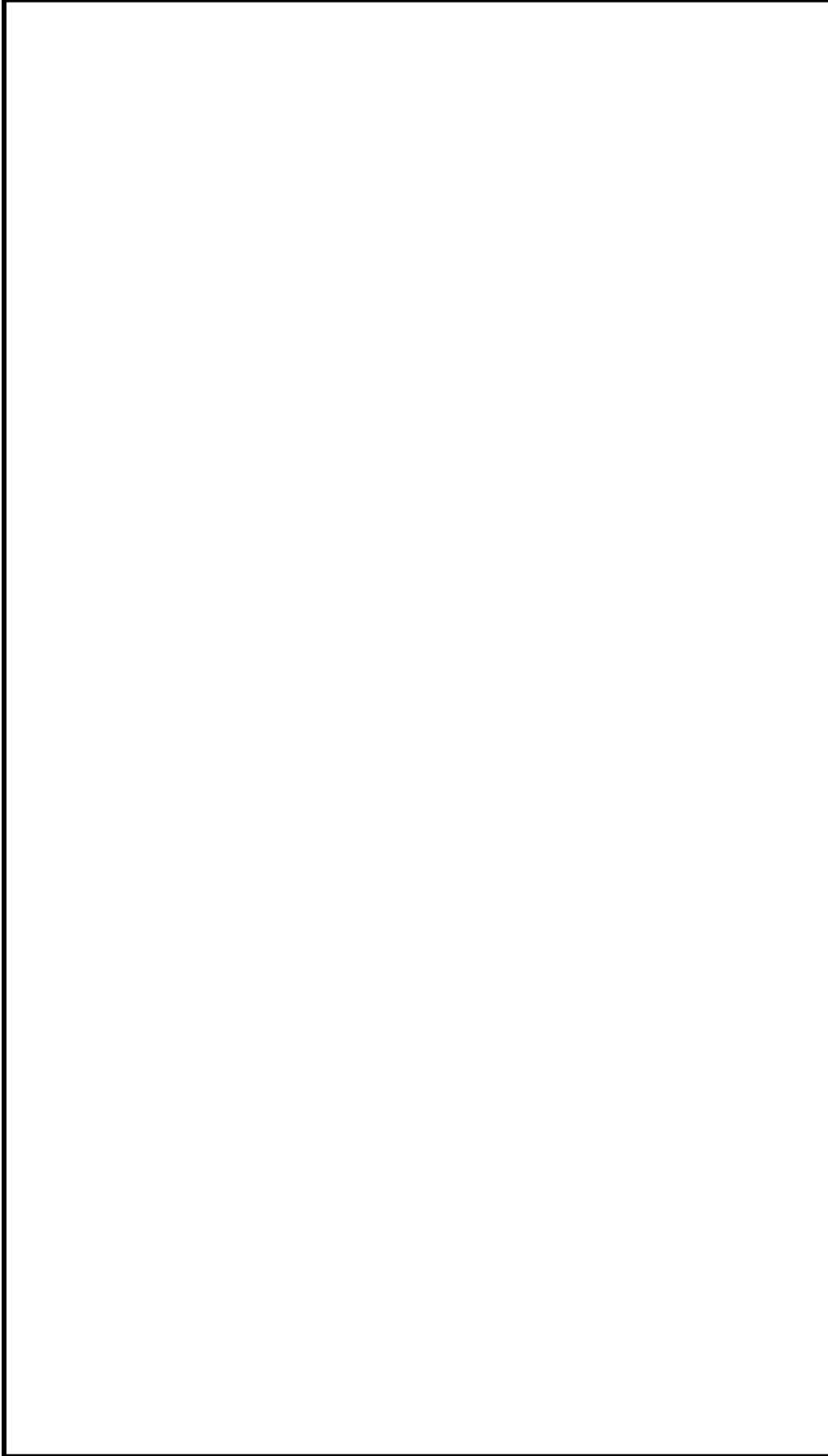


図 5-1 窒素ガス制御系 B-トートラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) が取り付き配管モデル (NGC-R-1) の全体図

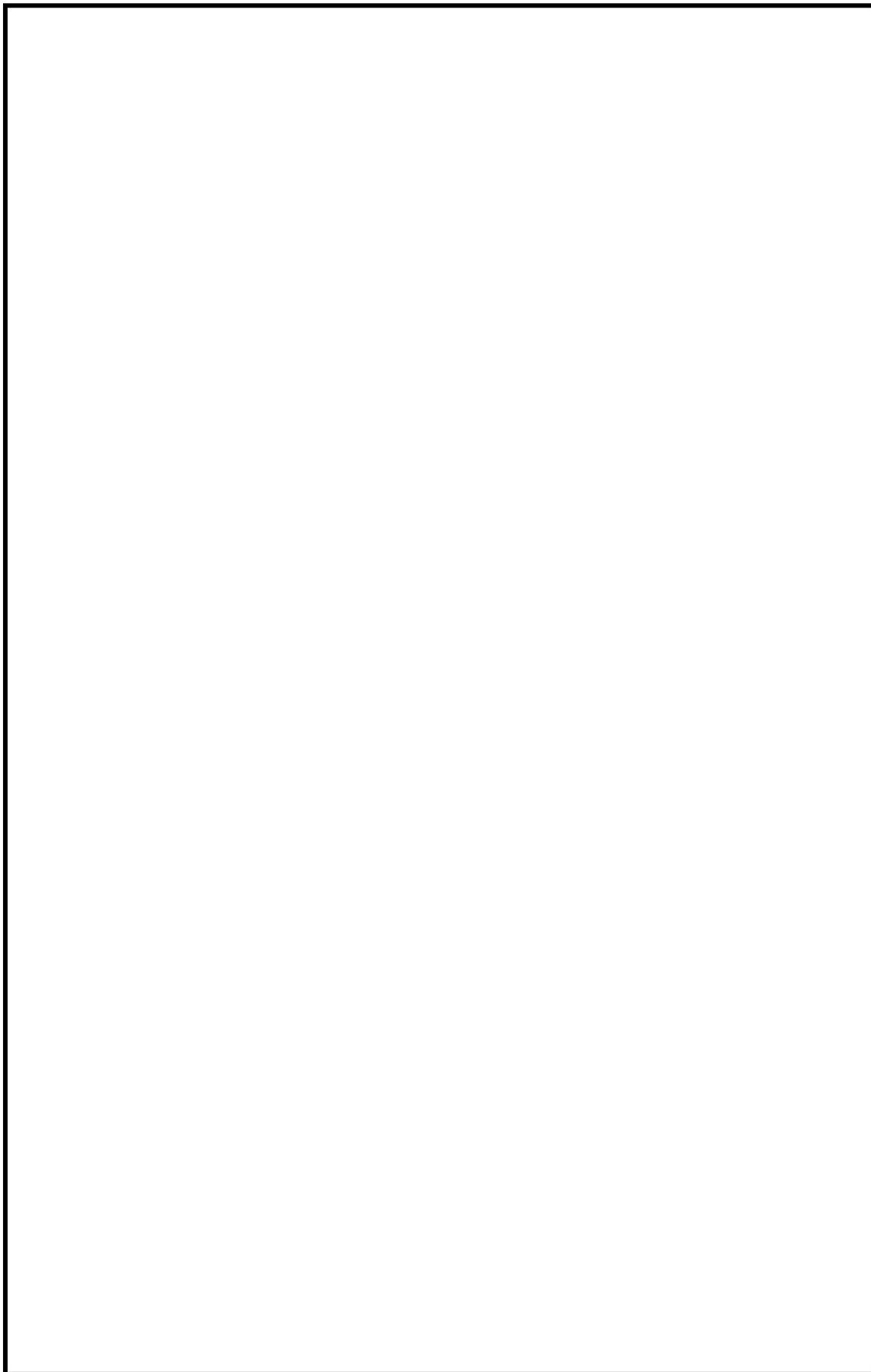


図 5-2 窒素ガス制御系 B- トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) が取り付く配管モデル (NGC-R-1) の部分図

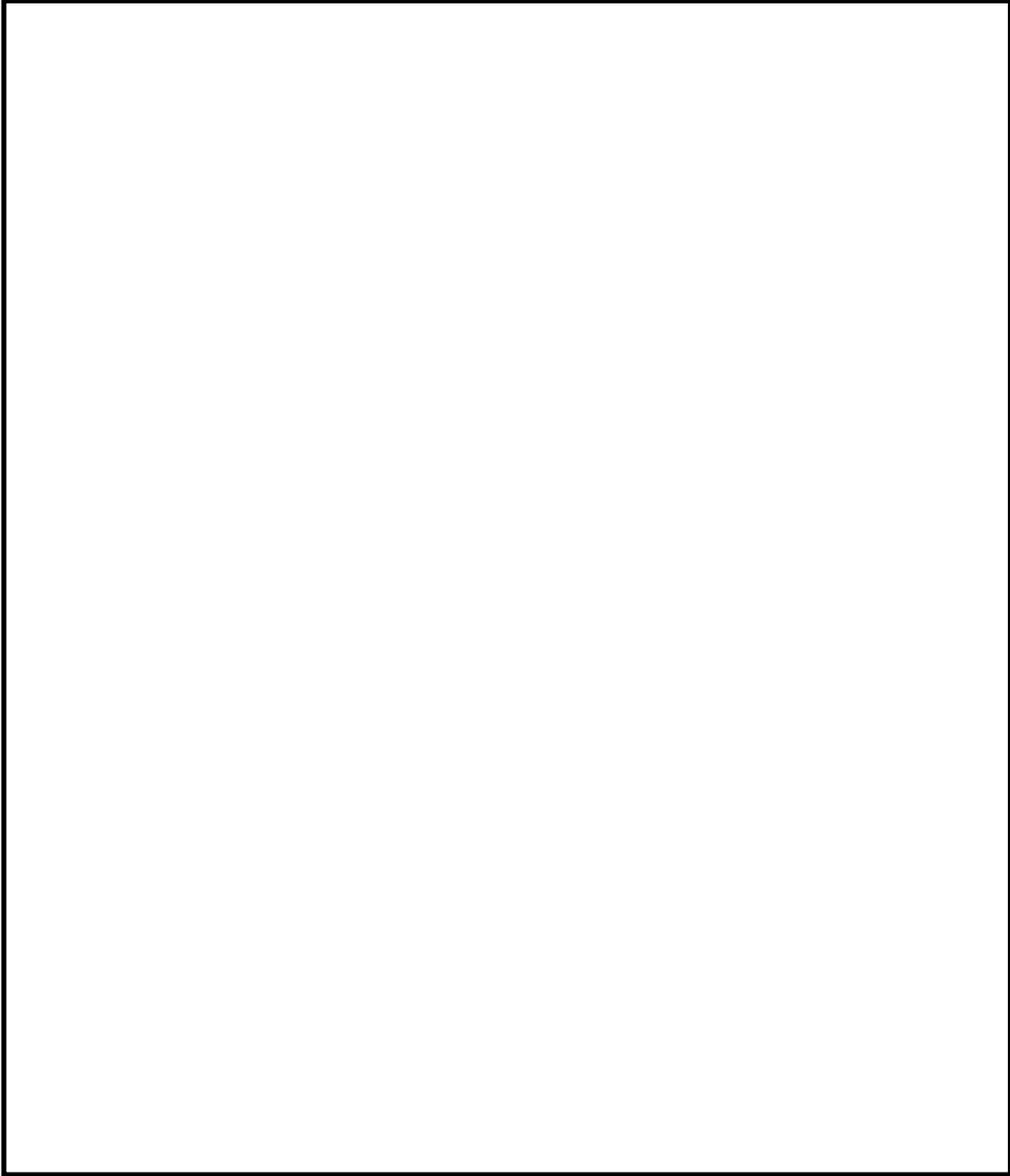


図 6 窒素ガス制御系 B-トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) の構造図

表 4 窒素ガス制御系 B-トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) 及びその接続配管 (NGC-R-1) の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	0.427
最高使用温度 (°C)	104
外径 (mm)	
厚さ (mm)	
配管材料	SM41C
弁箱材質	
弁部の総質量* (kg)	

注記* : 配管解析に用いる質量であり, 弁本体, 駆動部及び内部流体質量の合計値を記載

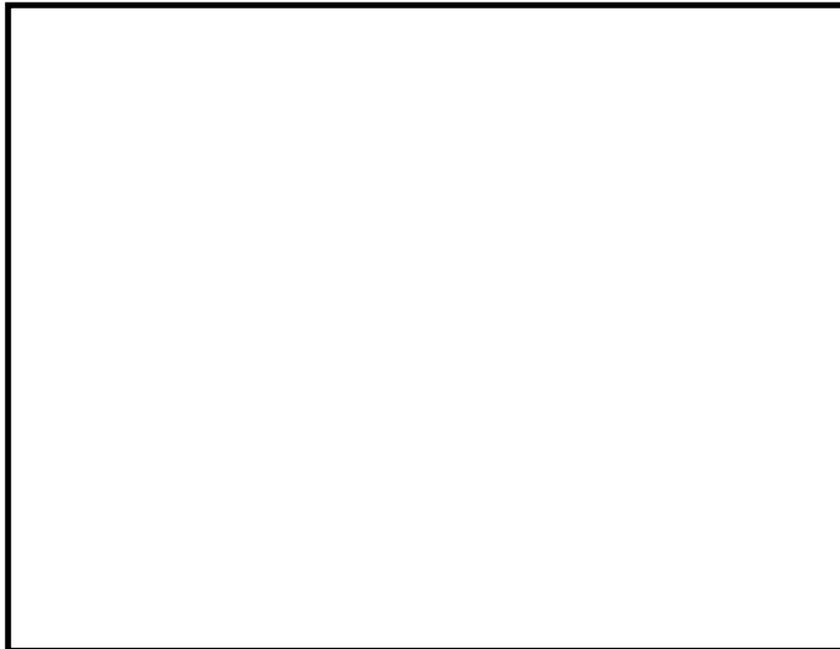


図 7-1 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL15.300m)



図 7-2 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL15.300m)

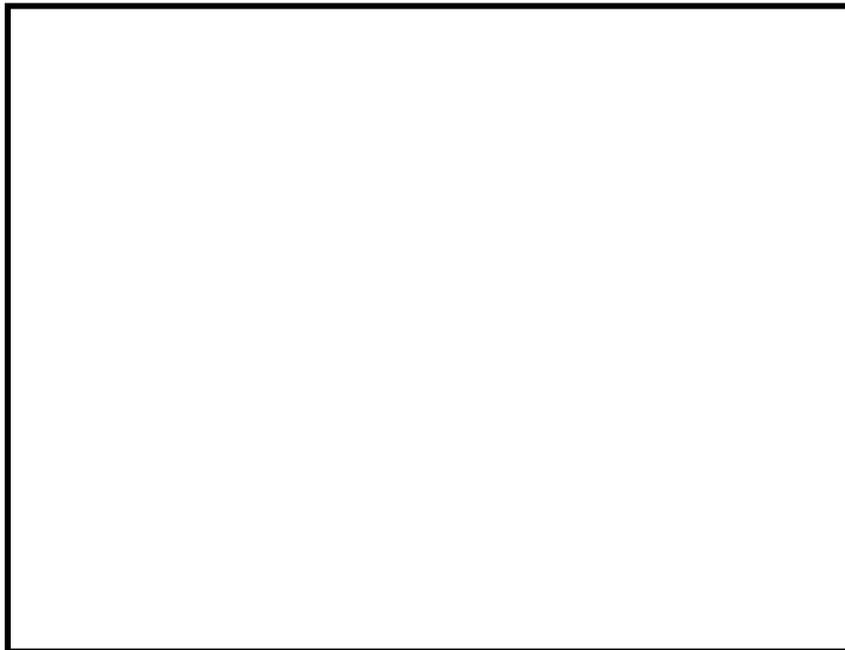


図 7-3 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL15.300m)

表 5 窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (1/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 5 窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (2/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 5 窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (3/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 5 窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (4/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 5 窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (5/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度 (G)		
					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
81 次							
82 次							
83 次							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

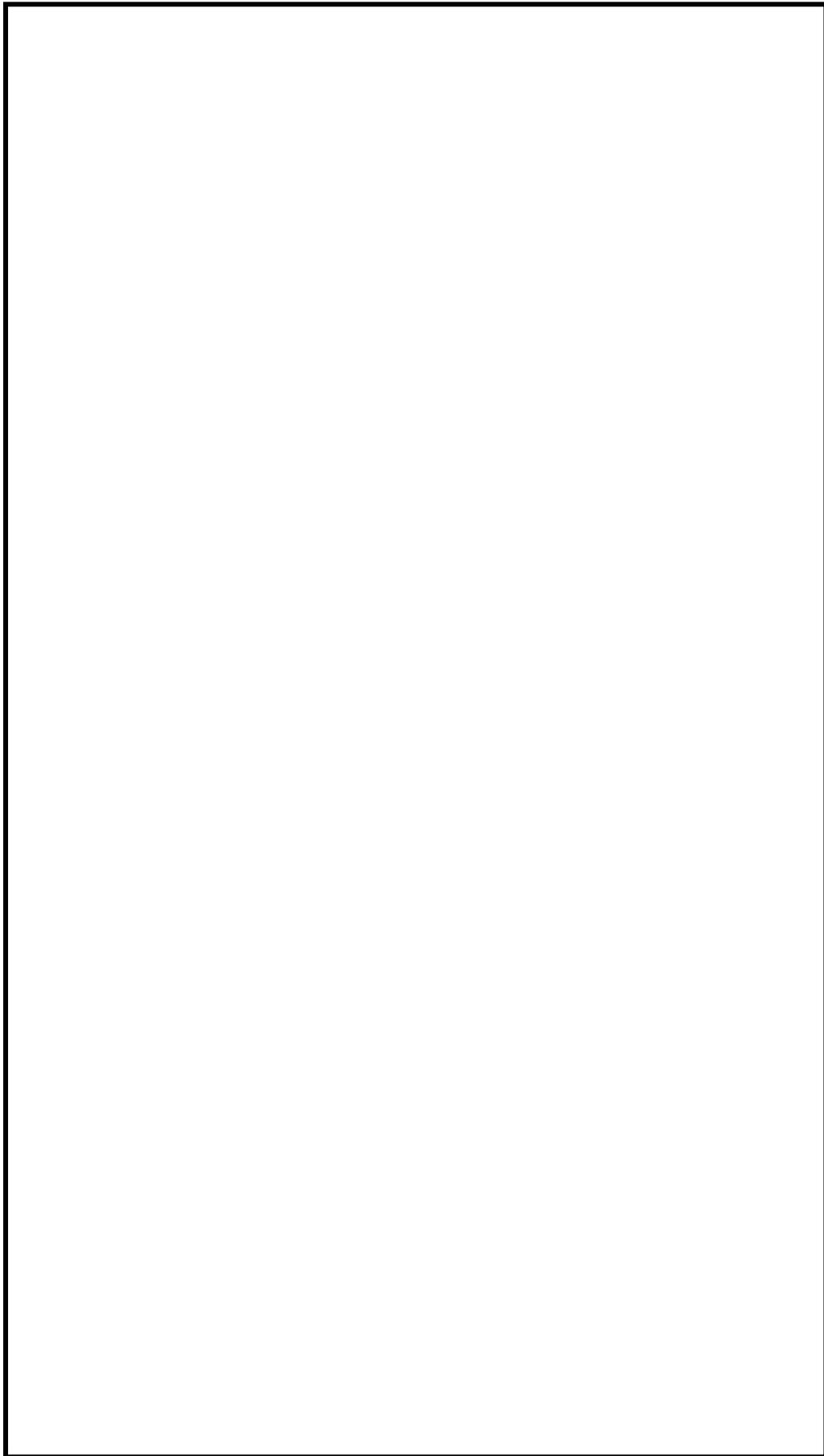


図 8-1 窒素ガス制御系 B-1 トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) の応答増幅が確認された

振動モード・52 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

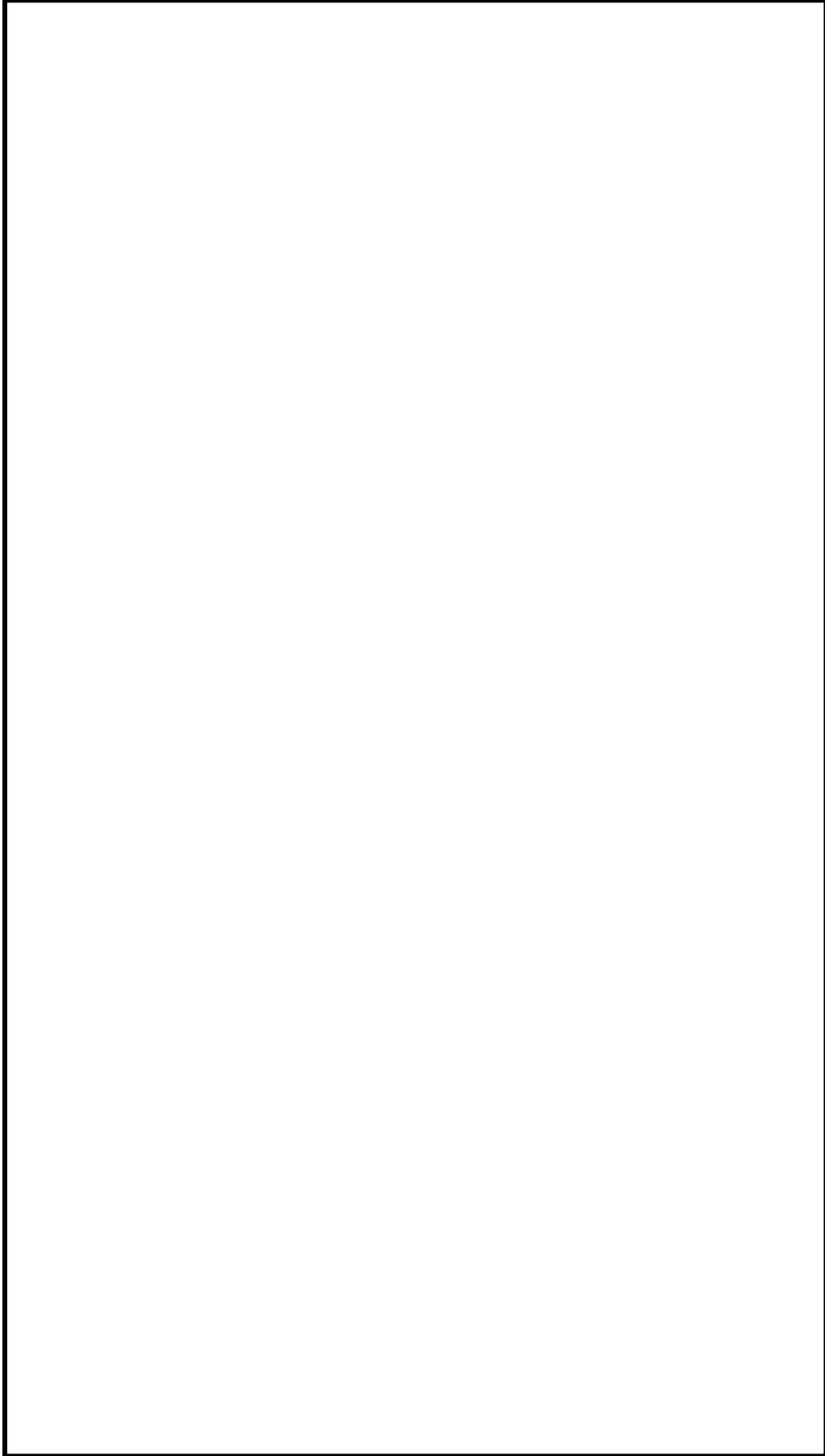


図 8-2 窒素ガス制御系 B-1 トーラス真空破壊隔離弁 (AV217-10B) の応答増幅が確認された

振動モード・64 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

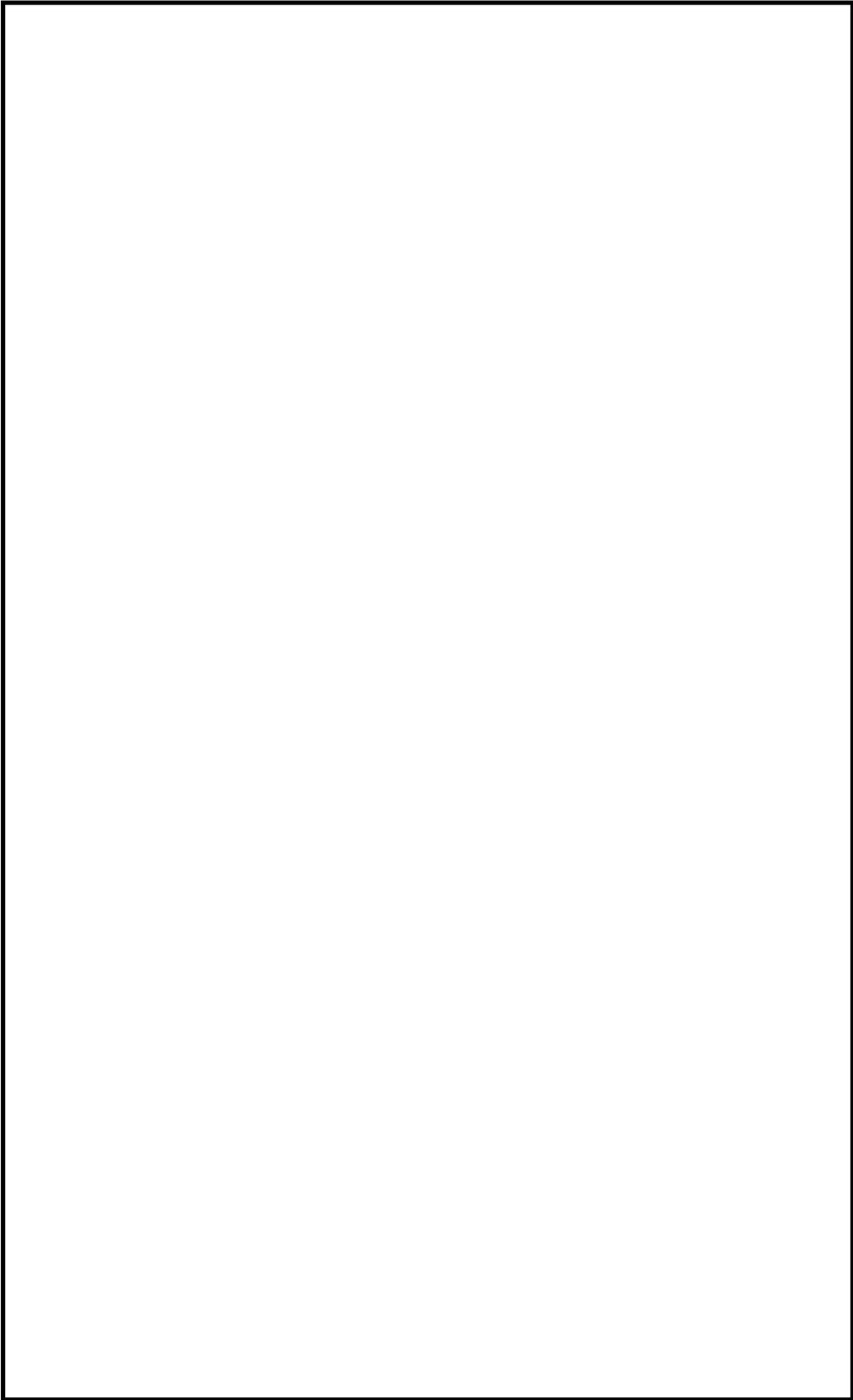


図 9-1 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交換器水出口弁 (MV214-7B) が取り付き配管モデル (RCW-R-7) の全体図

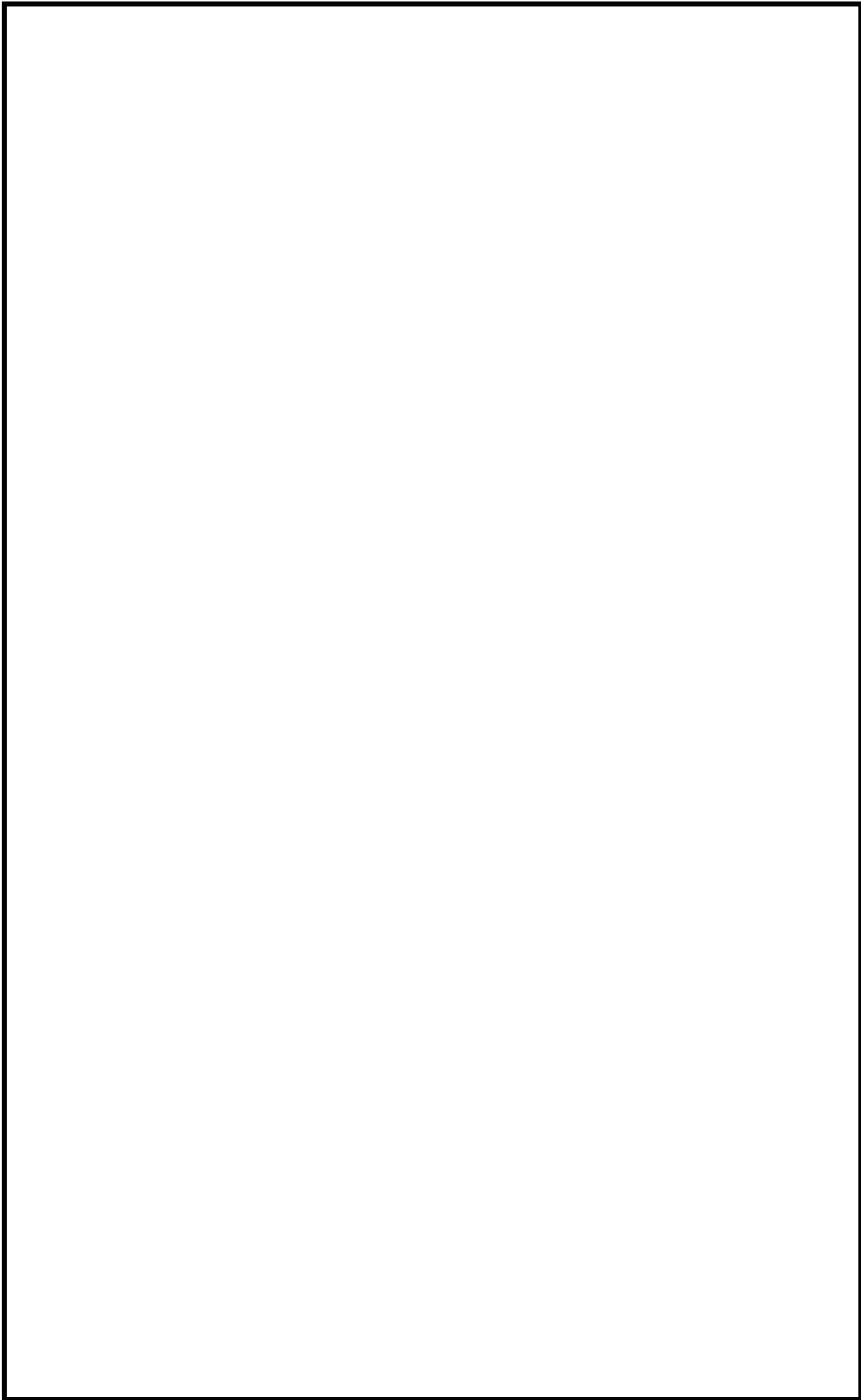


図 9-2 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交換器水出口弁 (MW214-7B) が取り付く配管モデル (RCW-R-7) の部分図

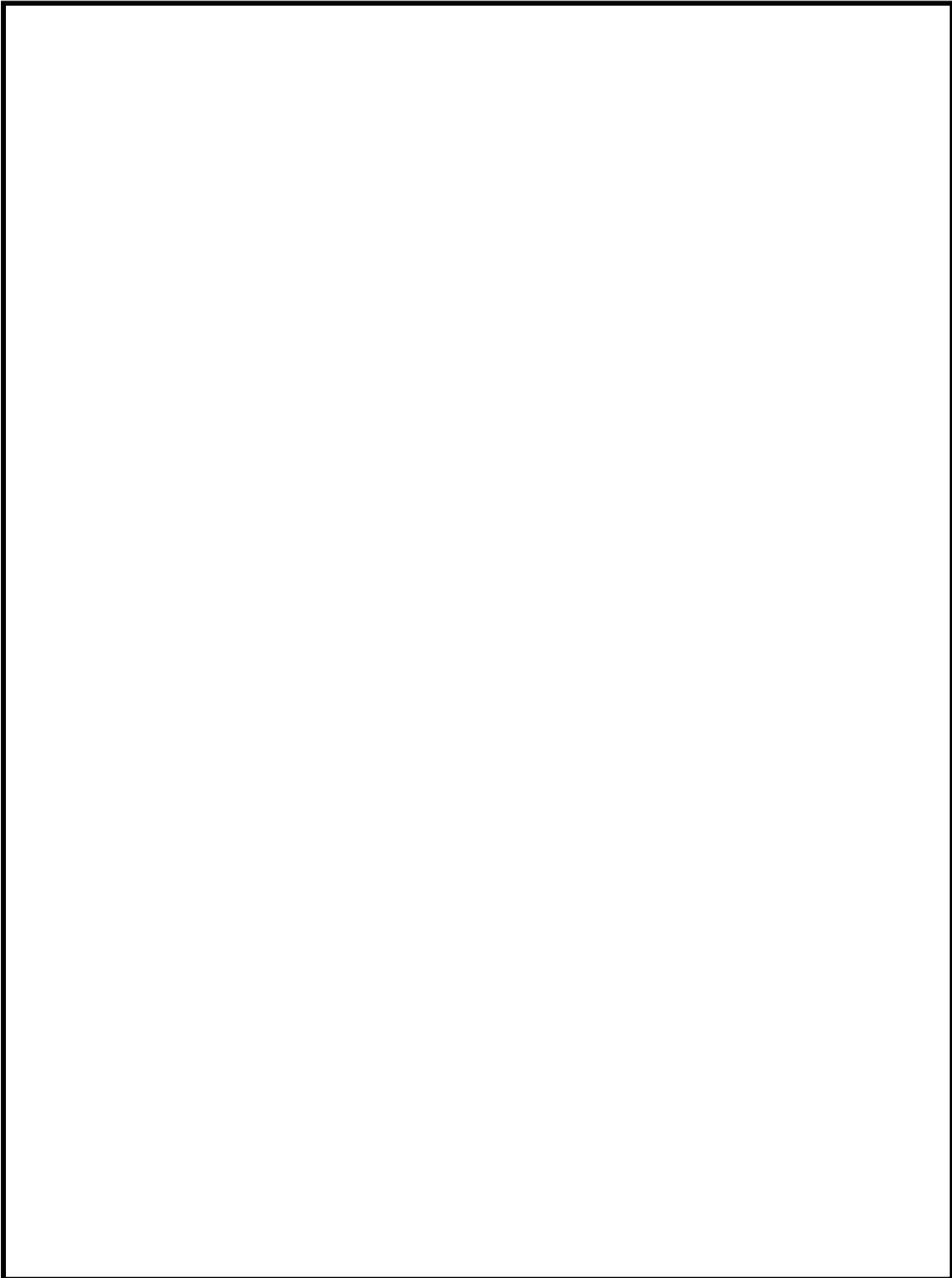


図 10 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交冷却水出口弁 (MV214-7B) の構造図

表 6 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交冷却水出口弁 (MV214-7B) 及びその接続配管(RCW-R-7)の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	1.37
最高使用温度 (°C)	85
外径 (mm)	
厚さ (mm)	
配管材料	SM41C
弁箱材質	
弁部の総質量* (kg)	

注記* : 配管解析に用いる質量であり, 弁本体, 駆動部及び内部流体質量の合計値を記載

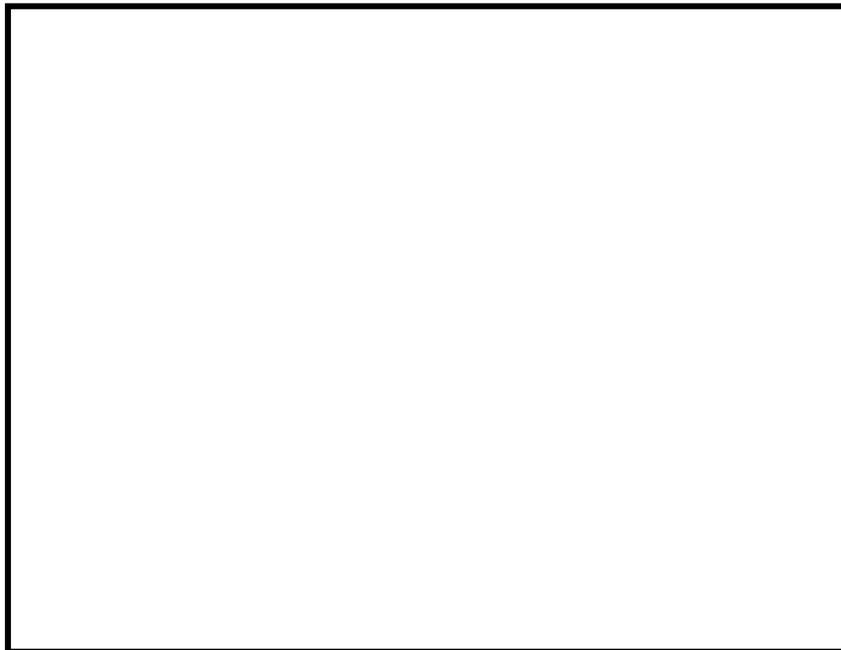


図 11-1 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL30.500m)

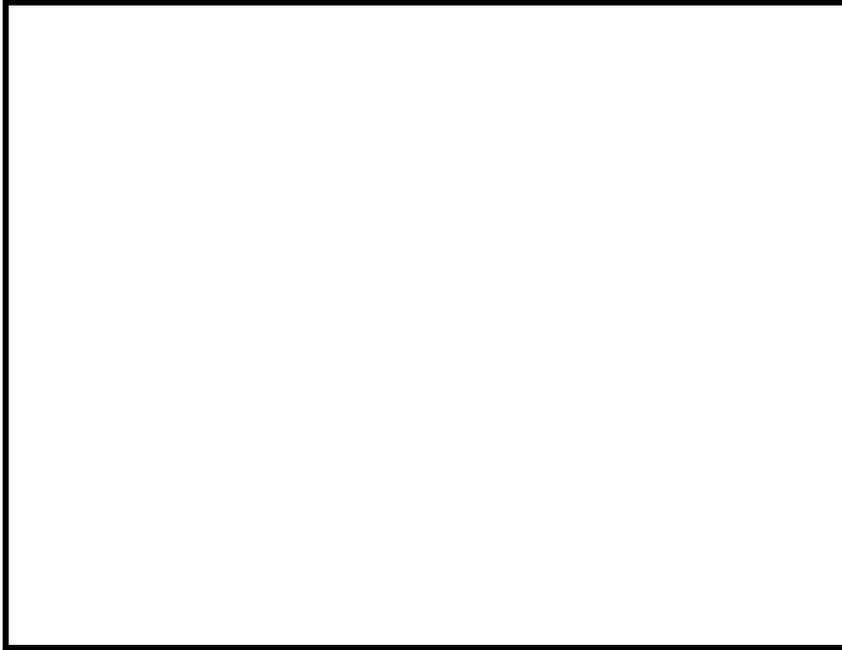


図 11-2 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL30.500m)

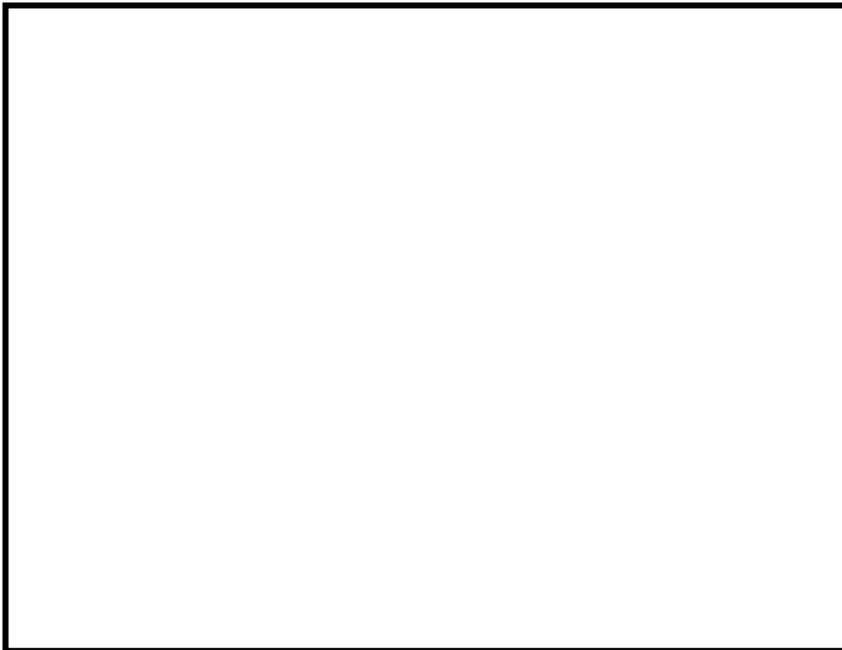


図 11-3 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL30.500m)

表 7 原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (1/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度(G)		
					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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 7 原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (2/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度(G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 7 原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (3/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度(G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表 7 原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7) の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (4/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度(G)		
					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
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							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

表7 原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7)の固有振動数, 刺激係数及び設計震度 (5/5)

モード*1	固有 周期 (s)	刺激係数*2			設計震度(G)		
					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
81次							
82次							
83次							
84次							
85次							
86次							
87次							
88次							
89次							
90次							
91次							
92次							

注記*1 : 100Hz までのモードを示す。

*2 : モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

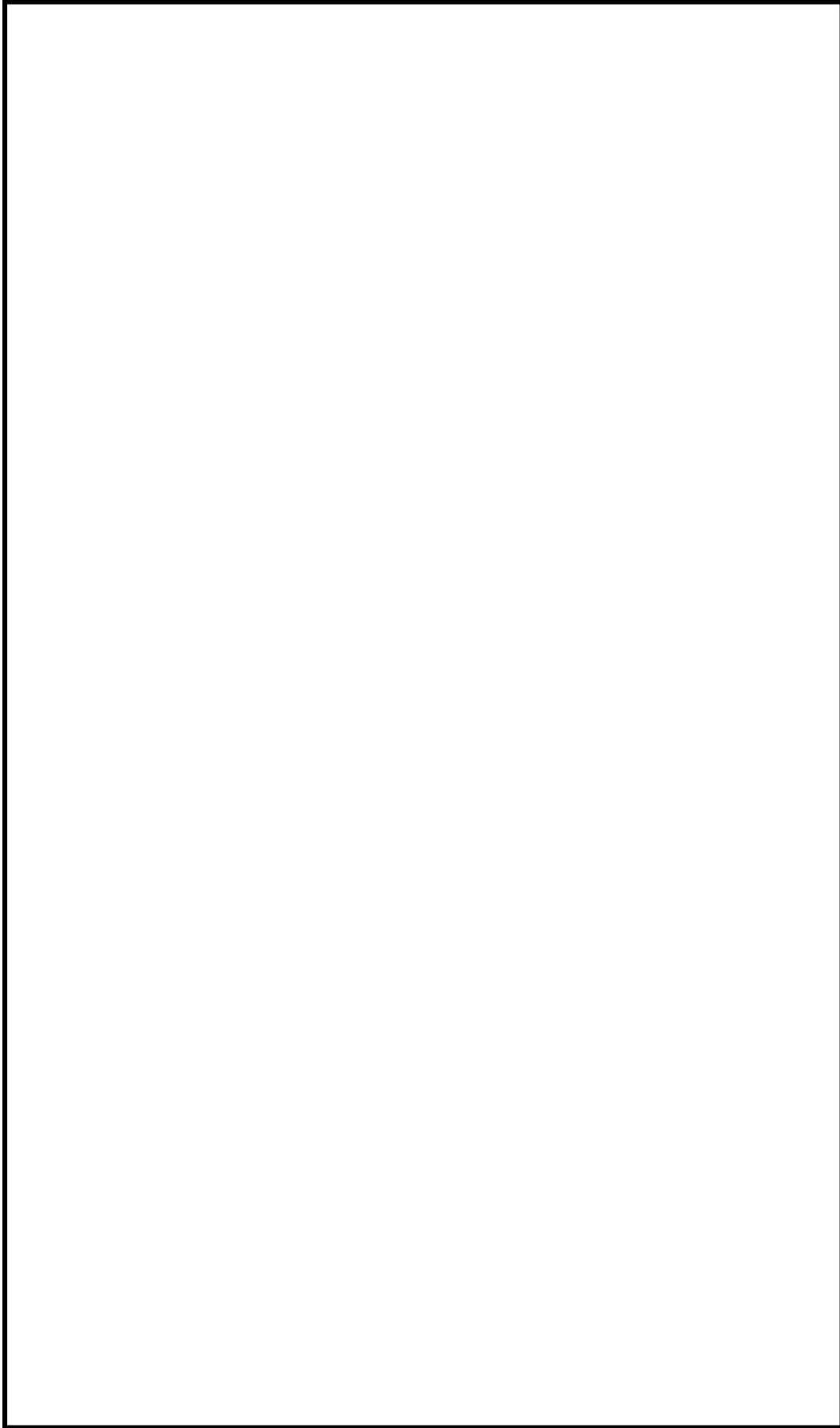


図 12-1 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交換冷却水出口弁 (MV214-7B) の応答増幅が確認された

振動モード・56 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

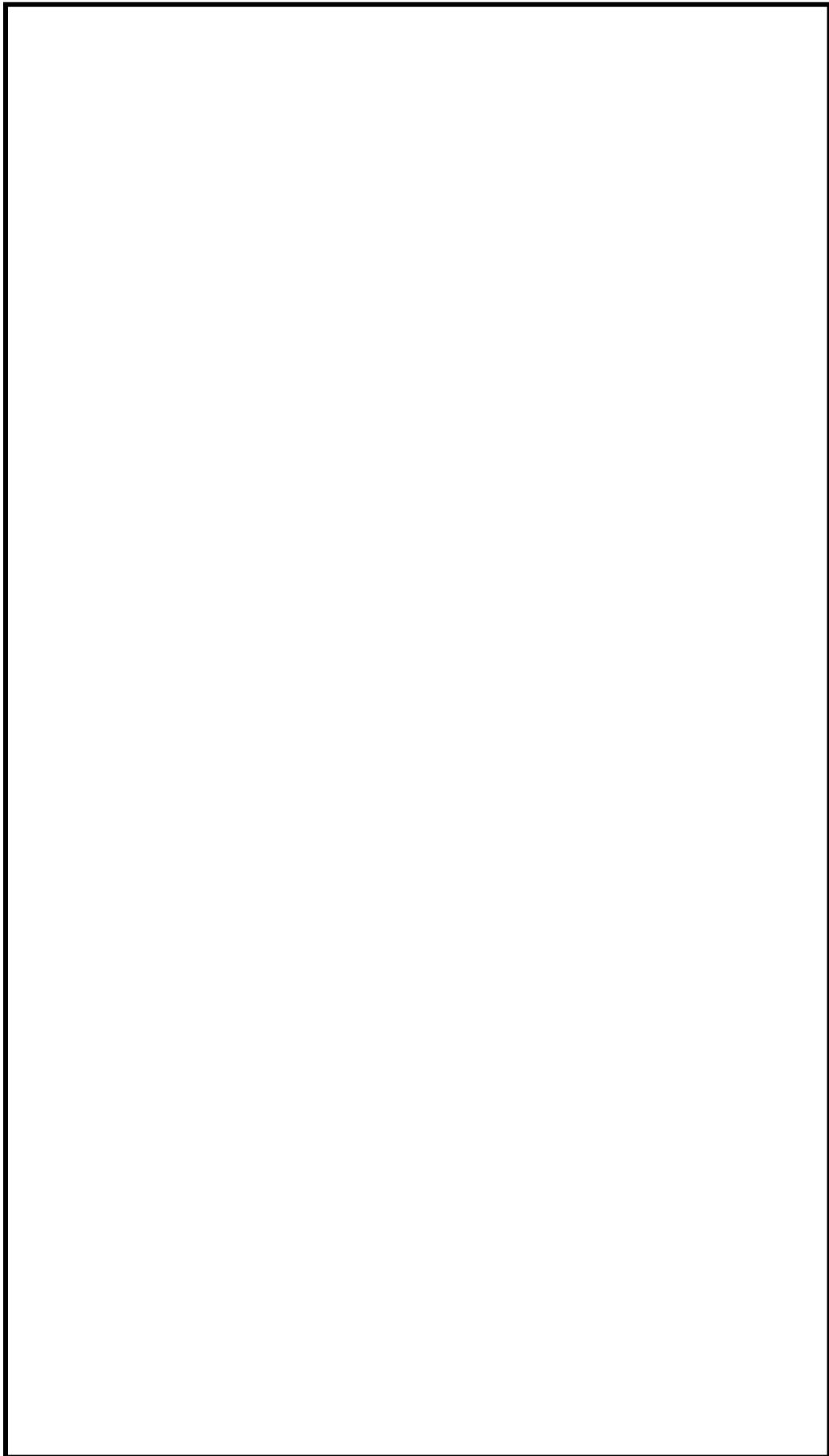


図 12-2 原子炉補機冷却系 B-RHR 熱交換冷却水出口弁 (MV214-7B) の応答増幅が確認された

振動モード・58 次 (周期 秒, 振動数 Hz)

弁の動的機能維持評価に用いる床応答スペクトルについて

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 としたものを採用することから、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」及び NS2-補-027-01「設計用床応答スペクトルの作成方法及び適用方法について」に記載している設計用床応答スペクトルの作成方法に基づき、1~50Hz の周期範囲において計算して床応答スペクトルを作成した。今回の検討に適用した全ての床応答スペクトル適用対象弁の内訳を表 1、床応答スペクトルを図 1~9 に示す。

表 1 弁の評価に用いる床応答スペクトルの使用内訳 (1/3)

弁番号	建物	標高 EL (m)	減衰定数 (%)*	図番号*		
				NS	EW	鉛直
RV202-1A	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1B	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1C	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1D	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1E	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1F	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1G	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1H	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1J	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1K	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1L	ガンマ線遮蔽壁					
RV202-1M	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-1A	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-1B	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-1C	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-1D	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-2A	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-2B	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-2C	ガンマ線遮蔽壁					
AV202-2D	ガンマ線遮蔽壁					
AV204-101A	ガンマ線遮蔽壁					
AV204-101B	ガンマ線遮蔽壁					
V204-101A	ガンマ線遮蔽壁					
V204-101B	ガンマ線遮蔽壁					

注記*：剛構造の配管系に取り付く弁については「—」を記載

表1 弁の評価に用いる床応答スペクトルの使用内訳 (2/3)

弁番号	建物	標高 EL (m)	減衰定数 (%)*	図番号*		
				NS	EW	鉛直
MV222-2A	原子炉建物					
MV222-2B	原子炉建物					
MV222-3A	原子炉建物					
MV222-3B	原子炉建物					
MV222-4A	原子炉建物					
MV222-4B	原子炉建物					
MV222-5A	原子炉建物					
MV222-5B	原子炉建物					
MV222-5C	原子炉建物					
MV222-6	圧力容器ペDESTAL					
MV222-7	原子炉建物					
MV222-11A	原子炉建物					
MV222-11B	原子炉建物					
MV222-15A	原子炉建物					
MV222-15B	原子炉建物					
MV222-16A	原子炉建物					
MV222-16B	原子炉建物					
AV222-1A	ガンマ線遮蔽壁					
AV222-1B	ガンマ線遮蔽壁					
AV222-1C	ガンマ線遮蔽壁					
AV222-3A	圧力容器ペDESTAL					
AV222-3B	圧力容器ペDESTAL					
MV224-2	原子炉建物					
MV224-3	原子炉建物					
AV224-1	ガンマ線遮蔽壁					
MV223-2	原子炉建物					
AV223-1	ガンマ線遮蔽壁					
MV221-20	ガンマ線遮蔽壁					
MV221-21	原子炉建物					
MV214-1A	原子炉建物					
MV214-1B	原子炉建物					
MV214-7A	原子炉建物					
MV214-7B	原子炉建物					

注記* : 剛構造の配管系に取り付く弁については「—」を記載

表1 弁の評価に用いる床応答スペクトルの使用内訳 (3/3)

弁番号	建物	標高 EL (m)	減衰定数 (%)*	図番号*		
				NS	EW	鉛直
MV213-3	圧力容器ペDESTAL					
MV213-4	原子炉建物					
AV212-126	原子炉建物					
AV212-127	原子炉建物					
MV227-2A	原子炉建物					
MV227-2B	原子炉建物					
AV226-1A	原子炉建物					
AV226-1B	原子炉建物					
MV229-1A	原子炉建物					
MV229-1B	原子炉建物					
MV229-2A	原子炉建物					
MV229-2B	原子炉建物					
AV217-10A	原子炉建物					
AV217-10B	原子炉建物					
MV247-1A	取水槽					
MV247-1B	取水槽					
MV247-1C	取水槽					
MV247-3	取水槽					
V247-5	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)					
V252-6000	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)					

注記* : 剛構造の配管系に取り付く弁については「—」を記載

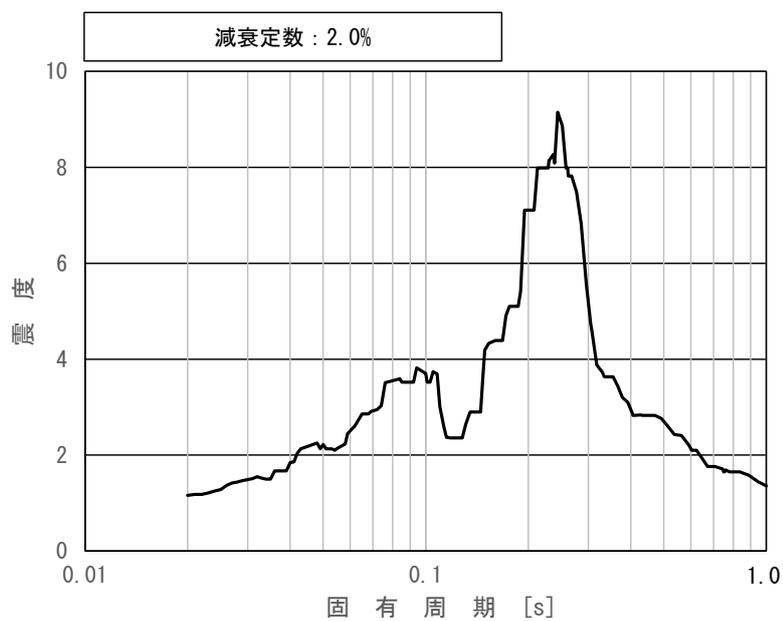


図1 (1/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL34.800m)

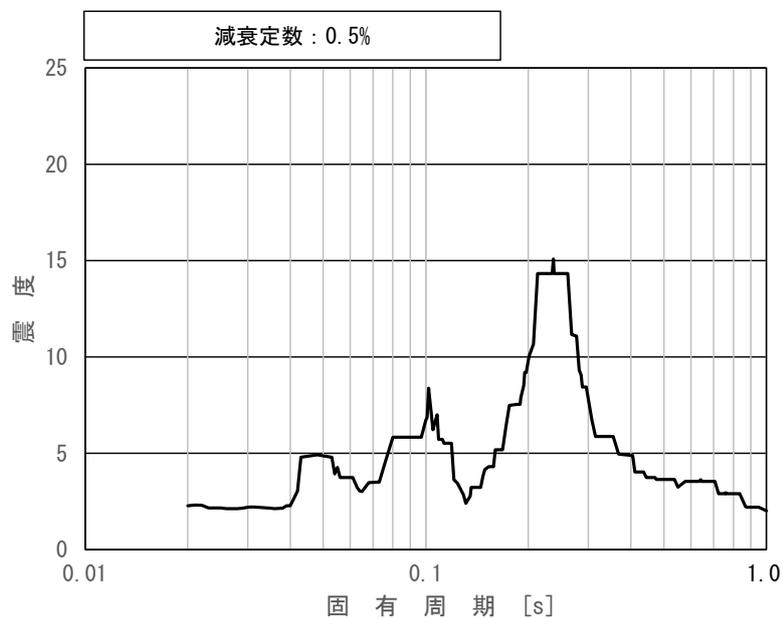


図1 (2/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL30.500m)

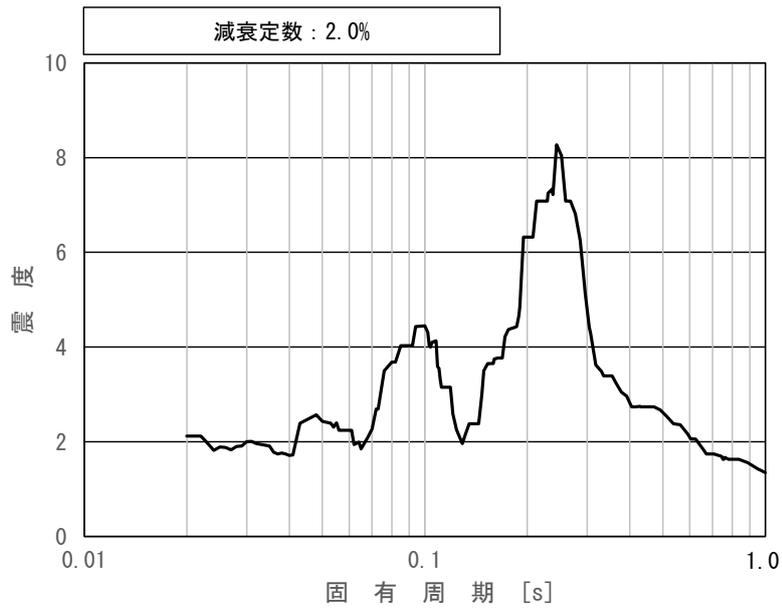


図1 (3/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL30.500m)

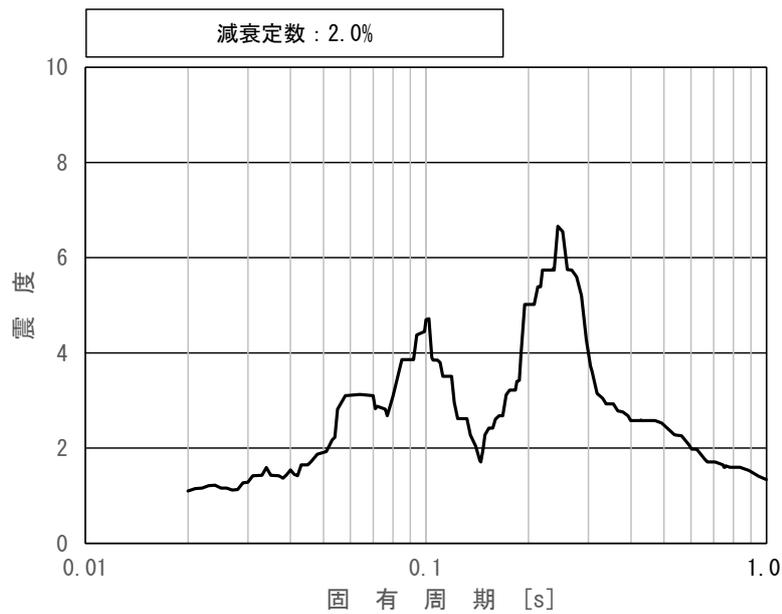


図1 (4/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL23.800m)

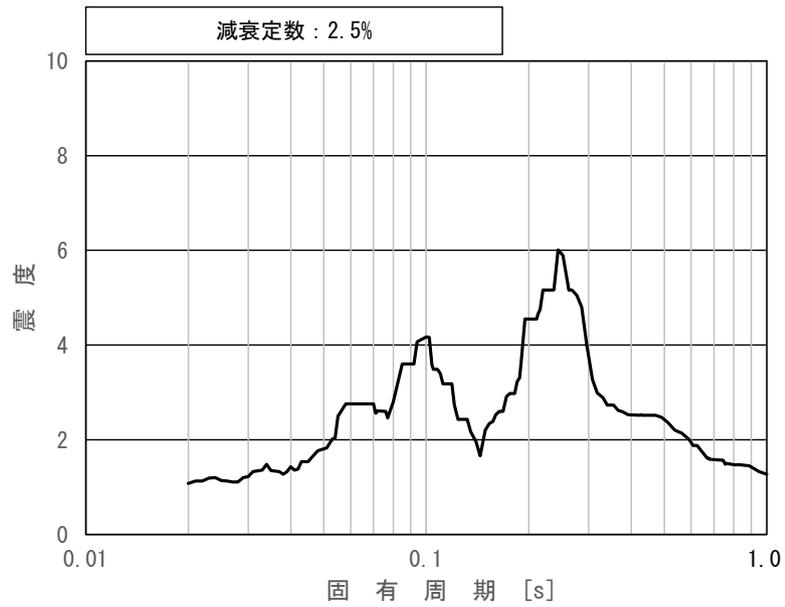


図1 (5/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL23.800m)

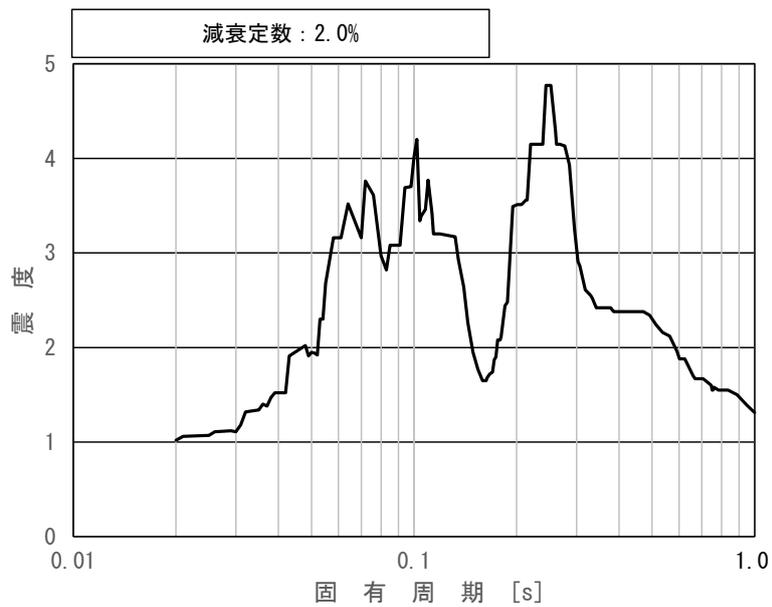


図1 (6/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL15.300m)

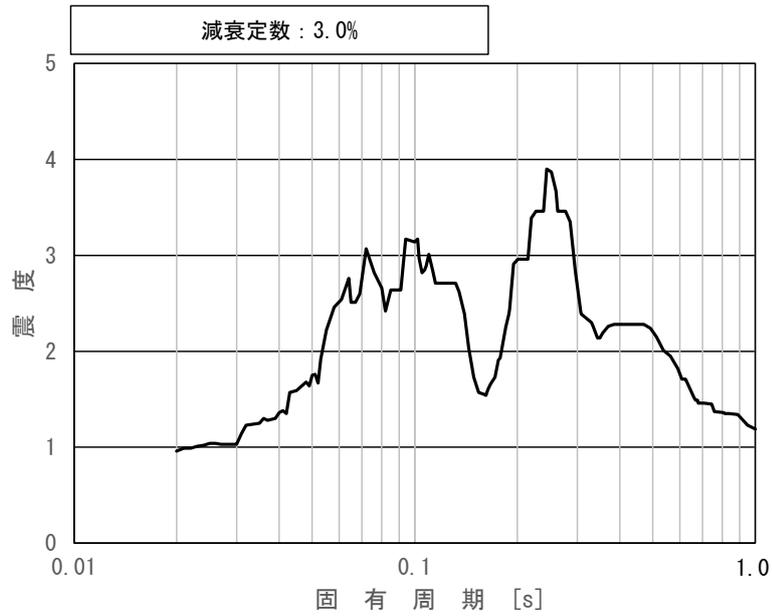


図1 (7/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL15.300m)

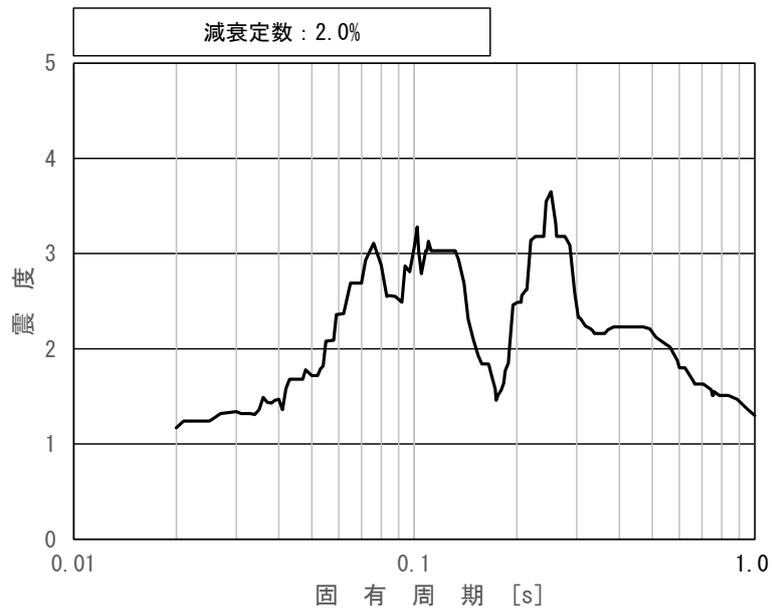


図1 (8/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL8.800m)

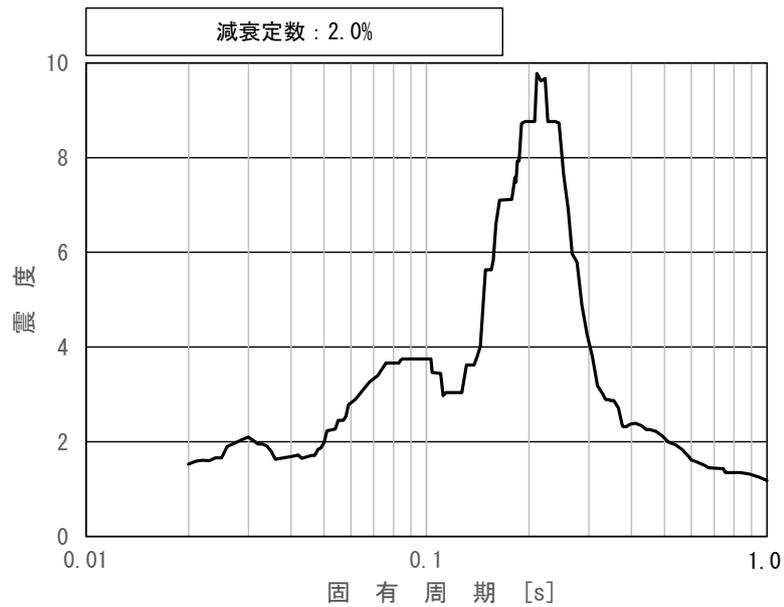


図 2 (1/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL34.800m)

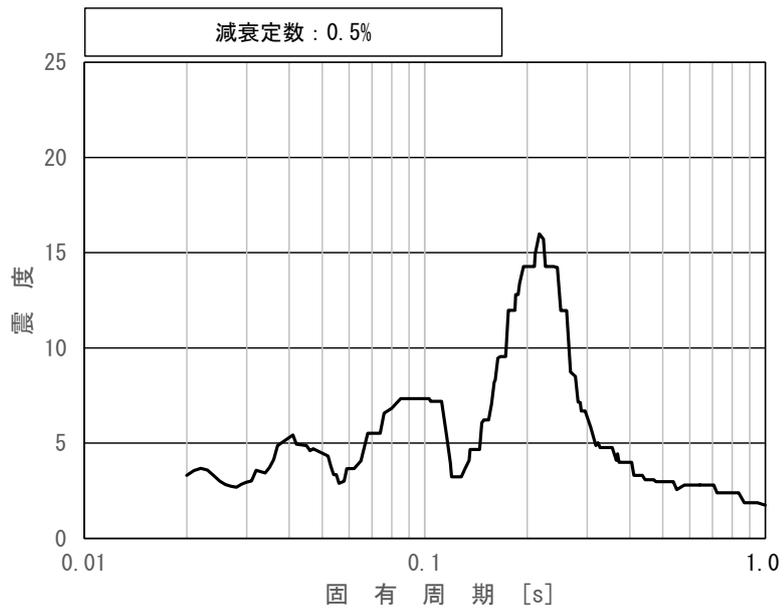


図 2 (2/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL30.500m)

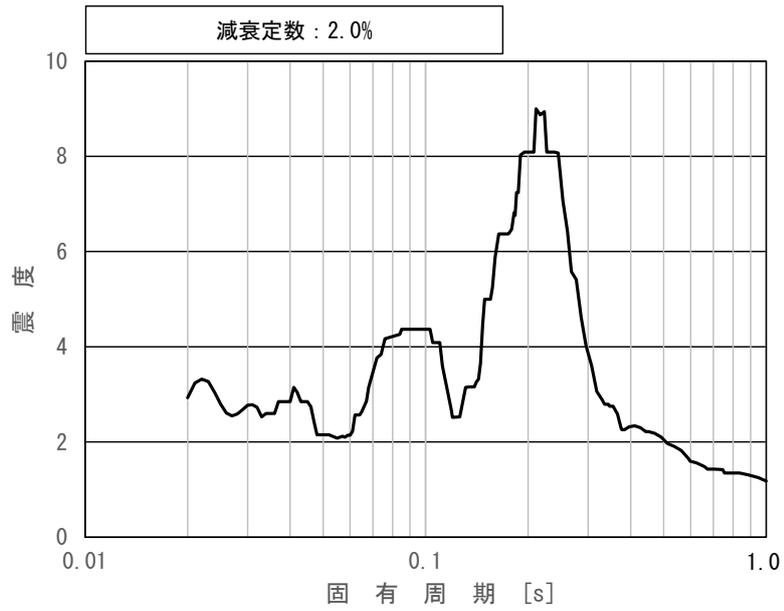


図 2 (3/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL30.500m)

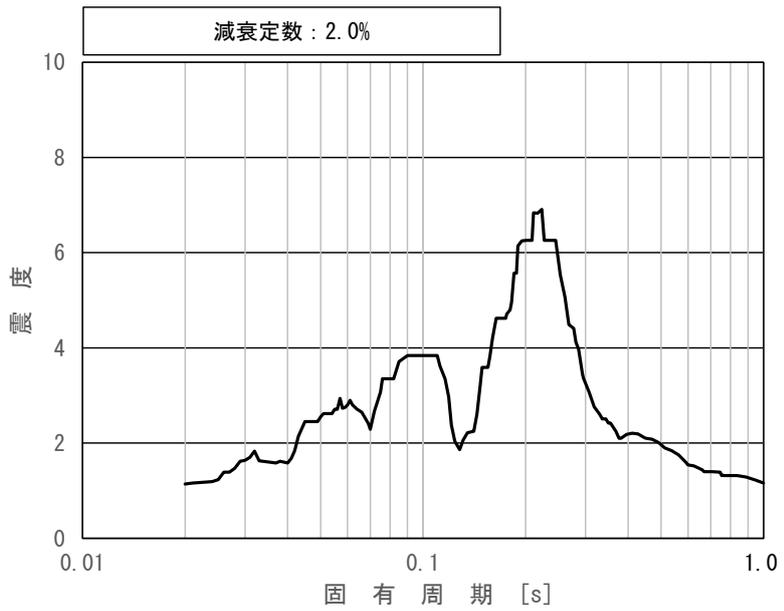


図 2 (4/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL23.800m)

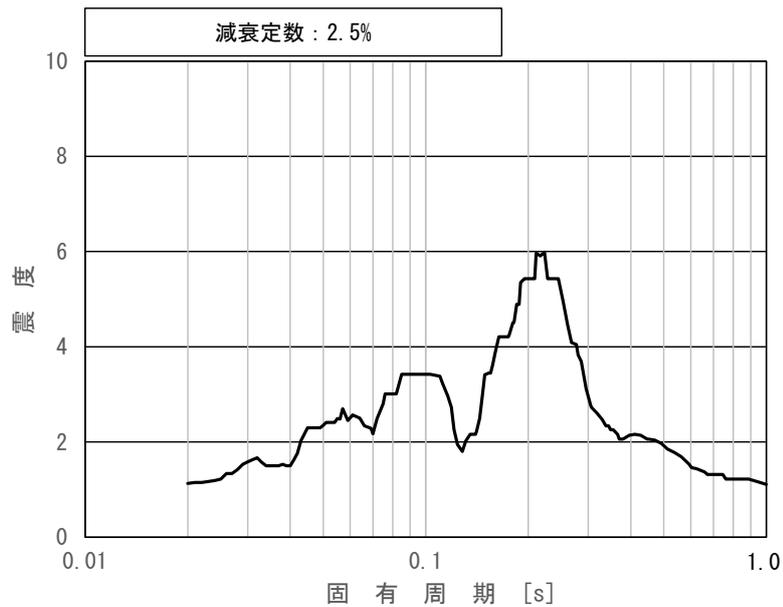


図 2 (5/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL23.800m)

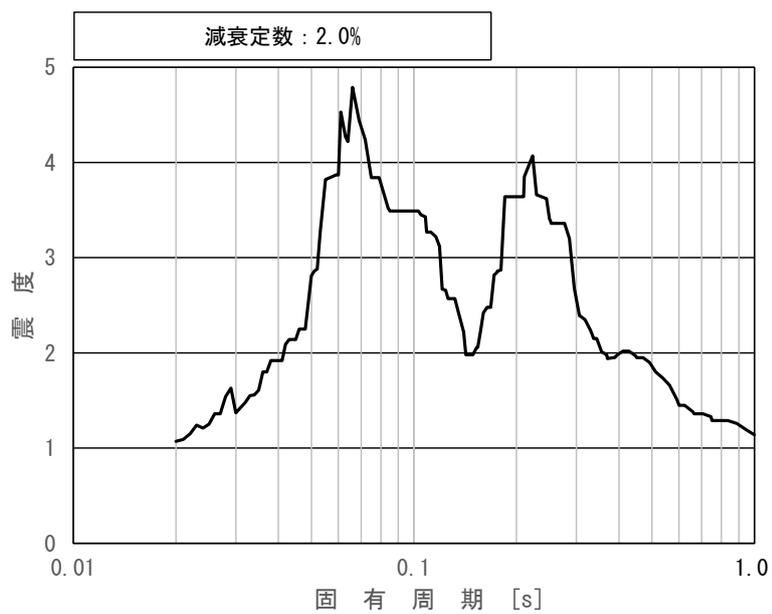


図 2 (6/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL15.300m)

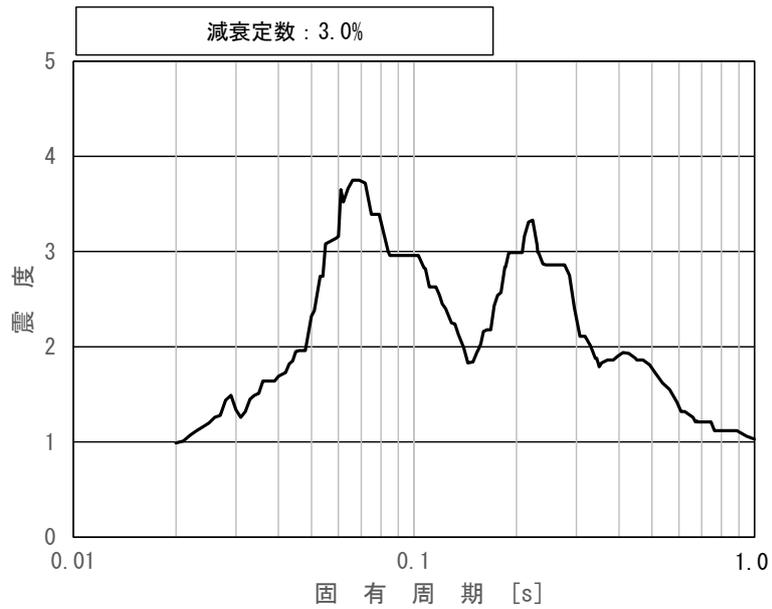


図2 (7/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL15.300m)

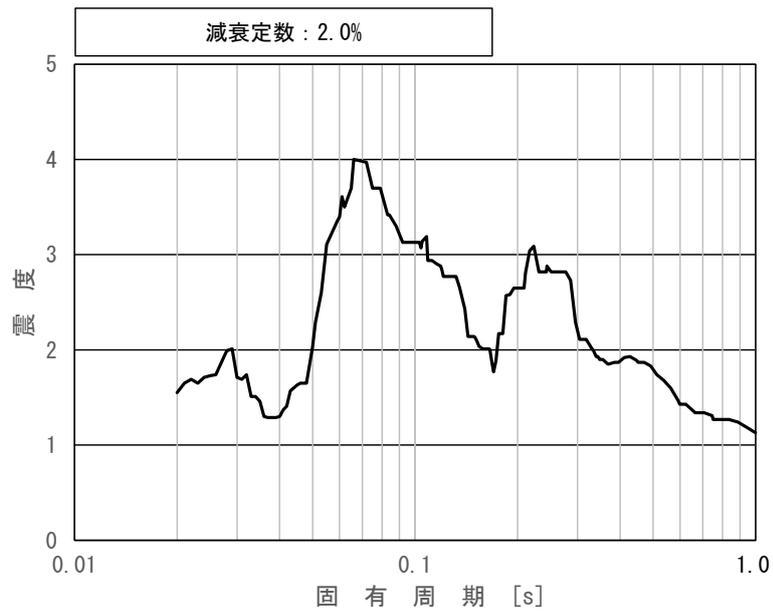


図2 (8/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL8.800m)

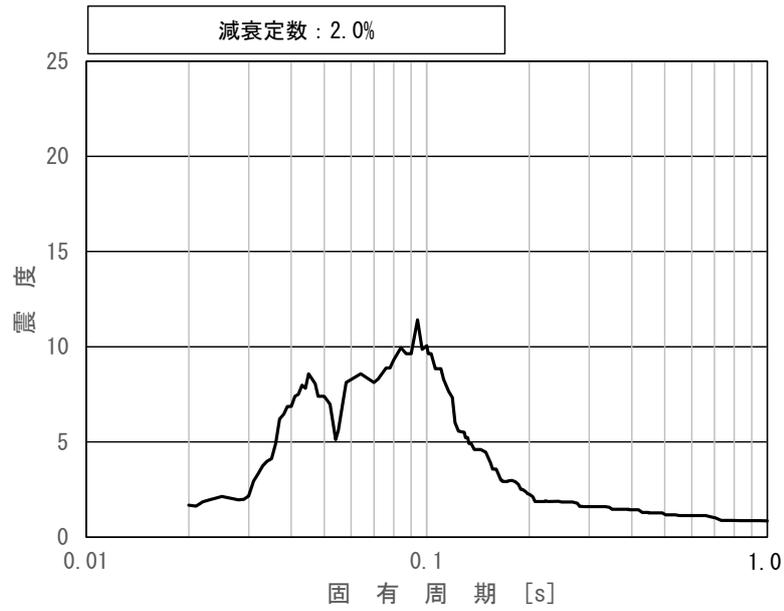


図3 (1/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL34.800m)

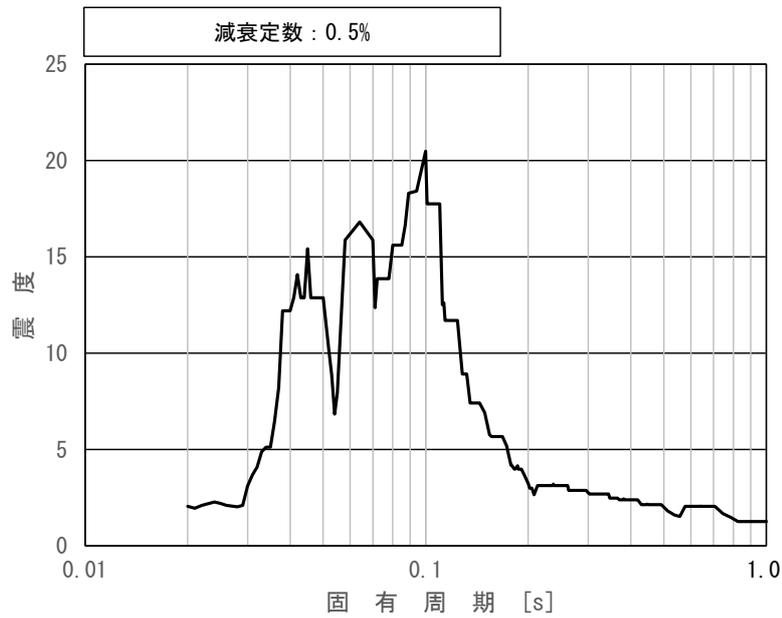


図3 (2/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL30.500m)

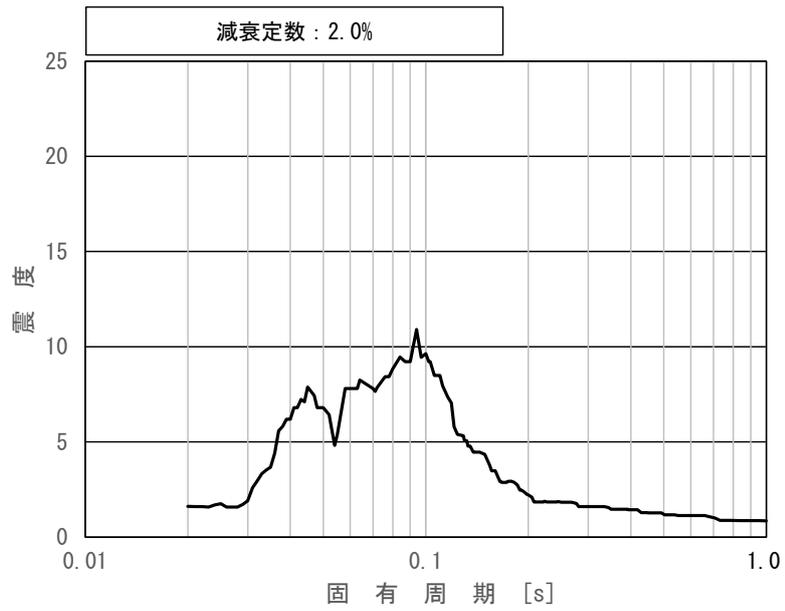


図 3 (3/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL30.500m)

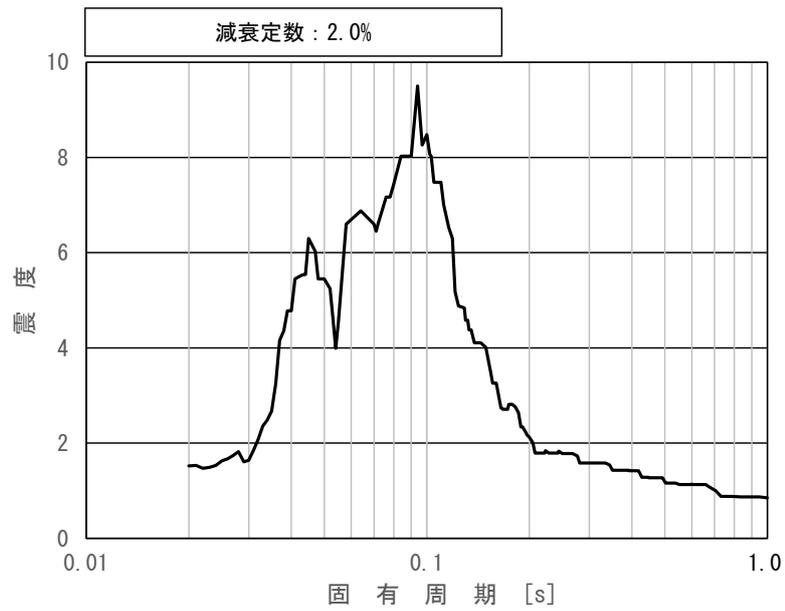


図 3 (4/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL23.800m)

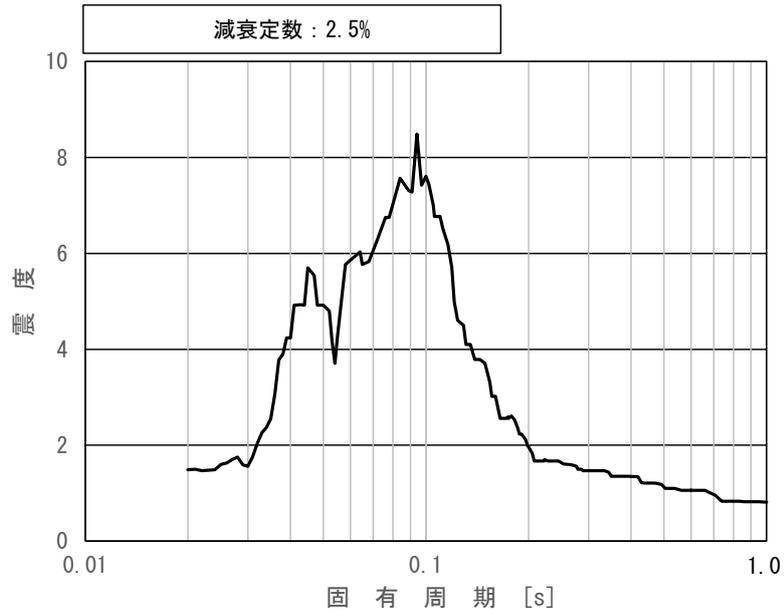


図3 (5/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL23.800m)

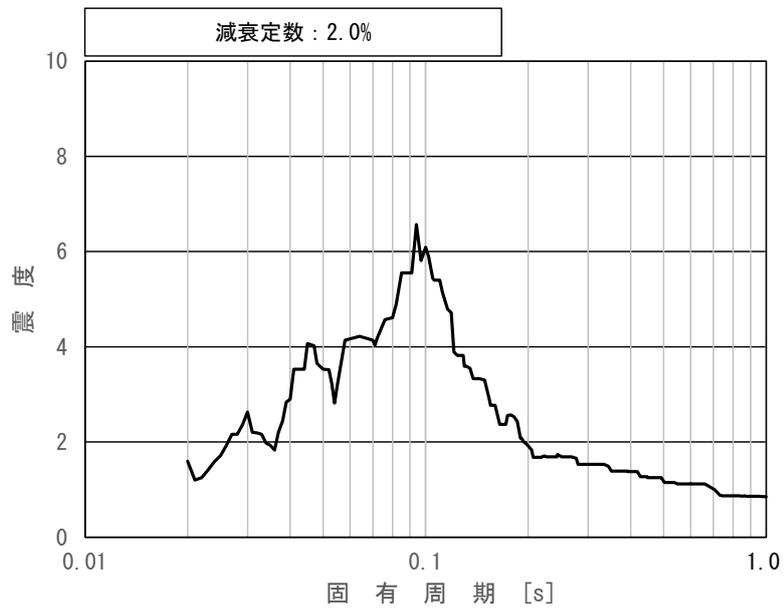


図3 (6/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉建物 EL15.300m)

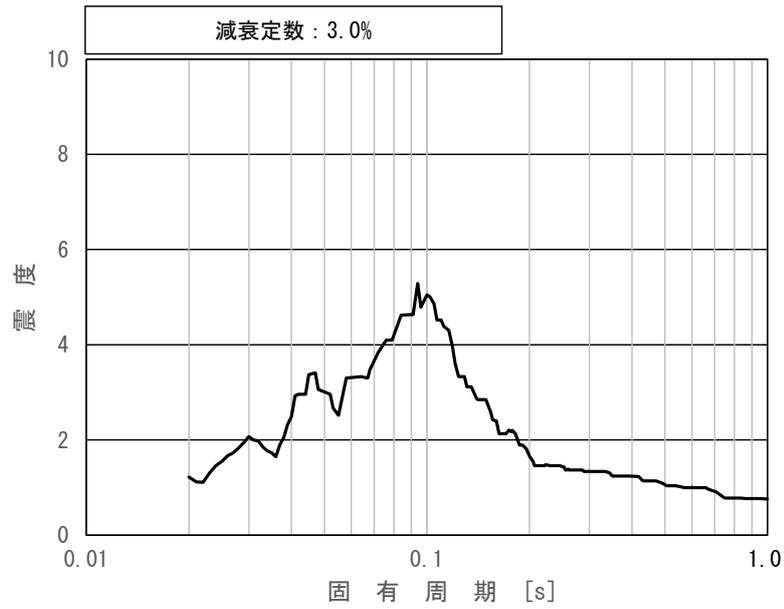


図3 (7/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL15.300m)

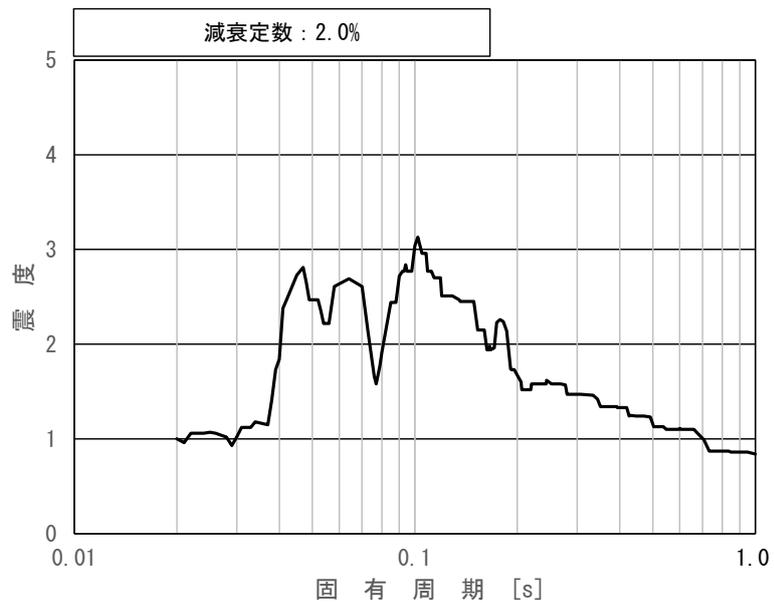


図3 (8/8) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL8.800m)

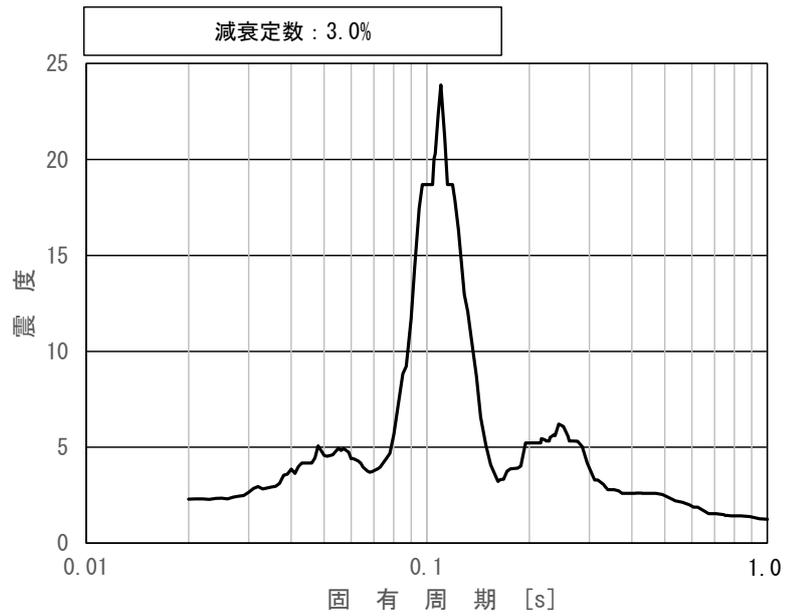


図 4 (1/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

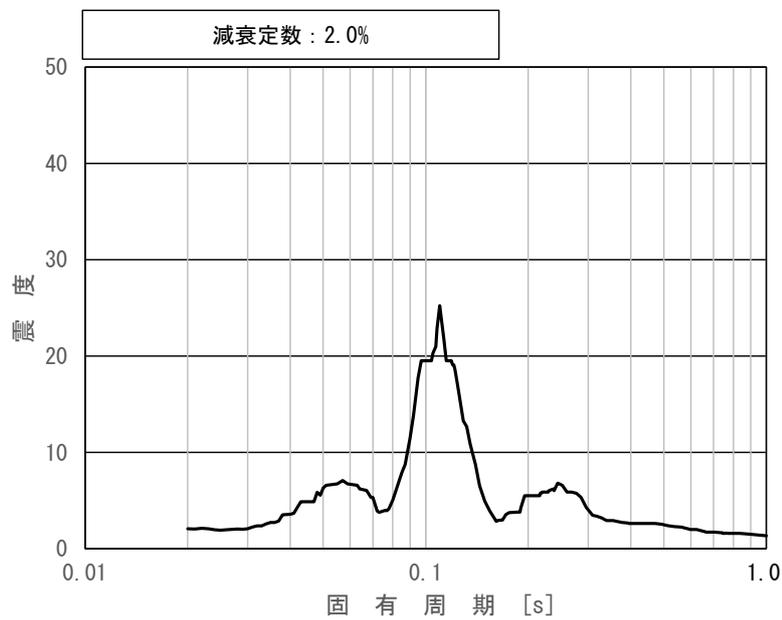


図 4 (2/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

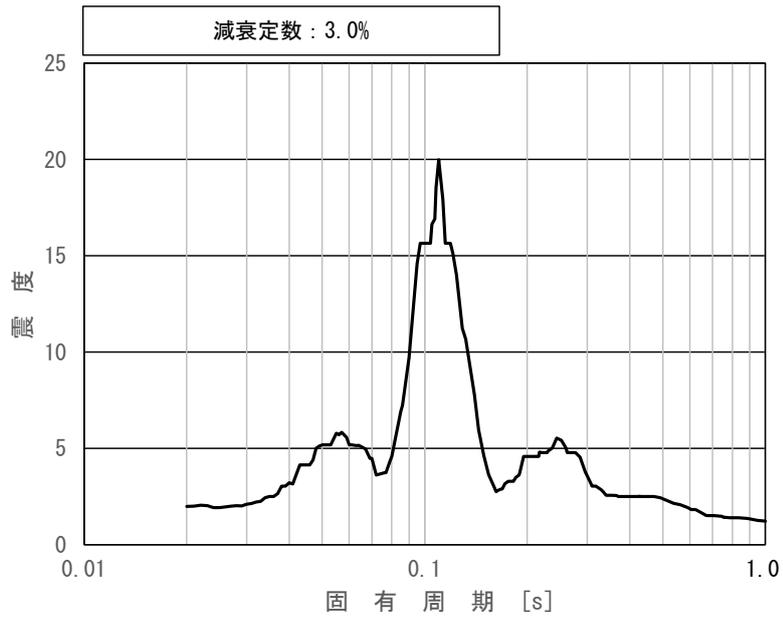


図 4 (3/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

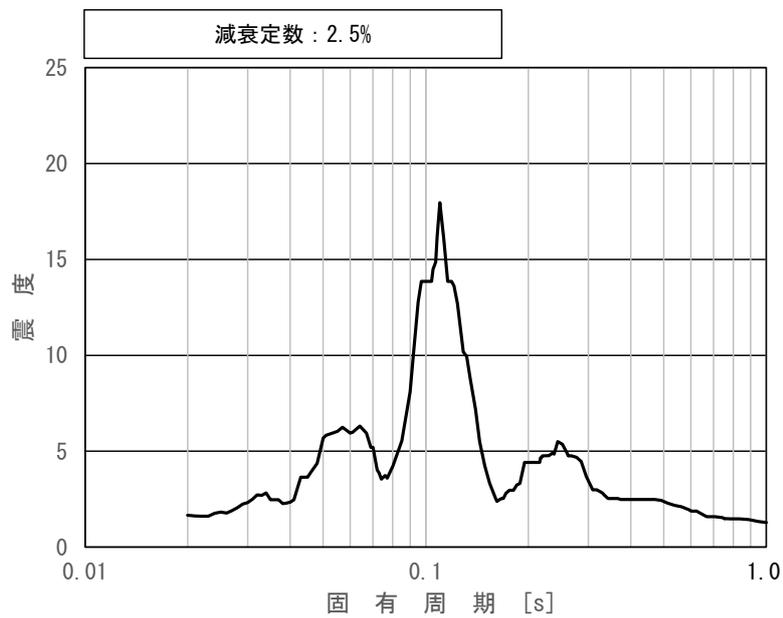


図 4 (4/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

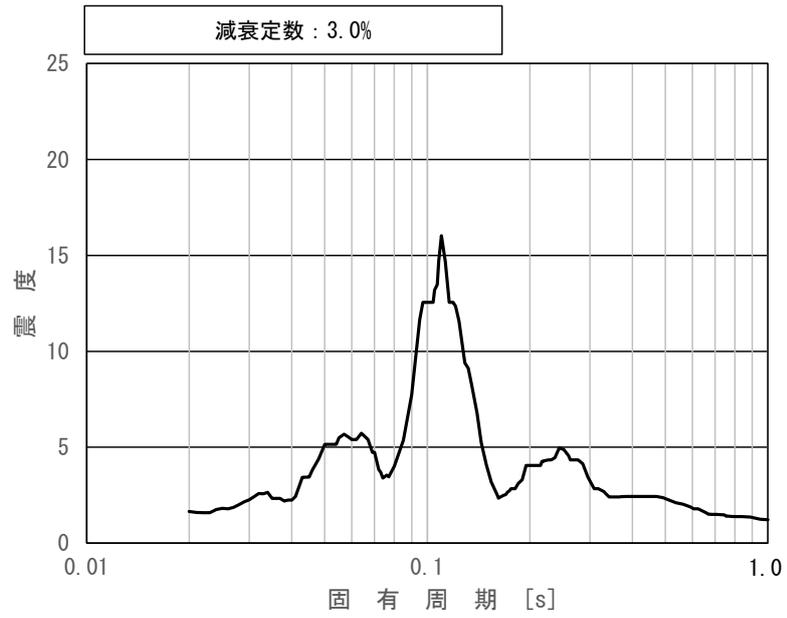


図 4 (5/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

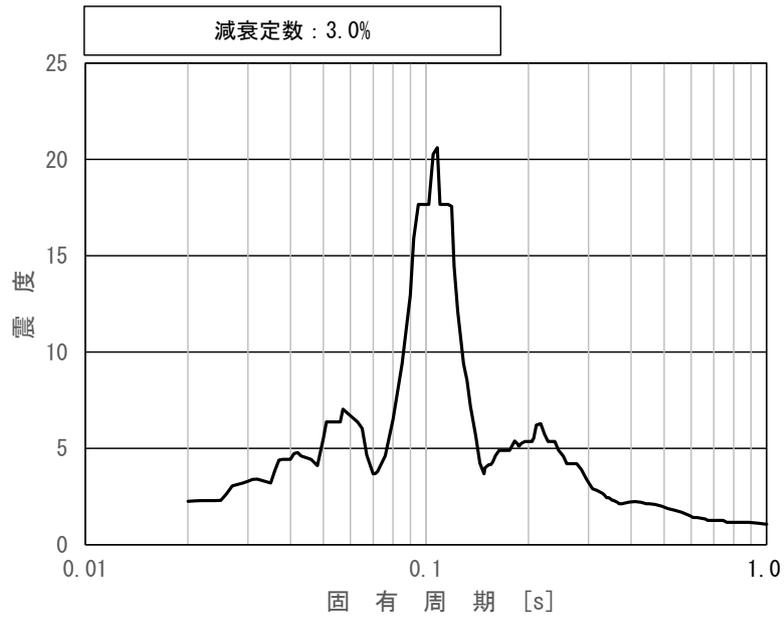


図 5 (1/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

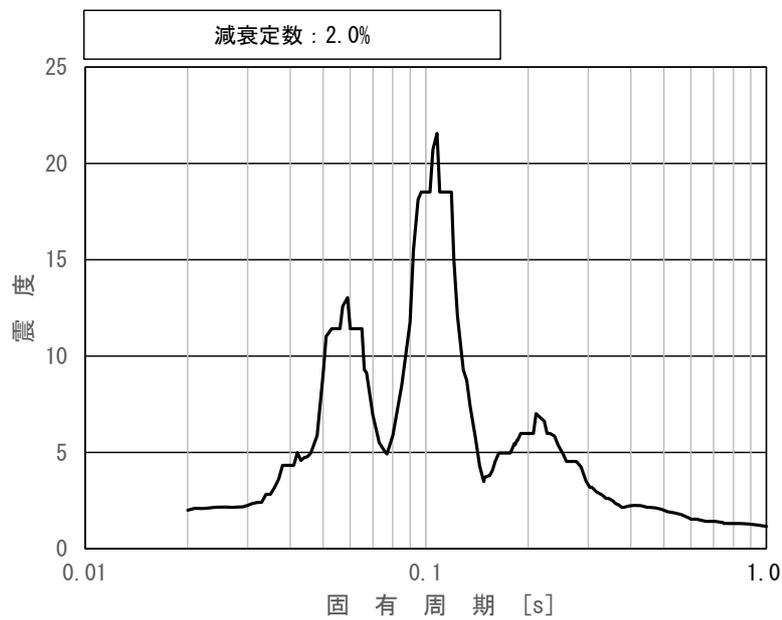


図 5 (2/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

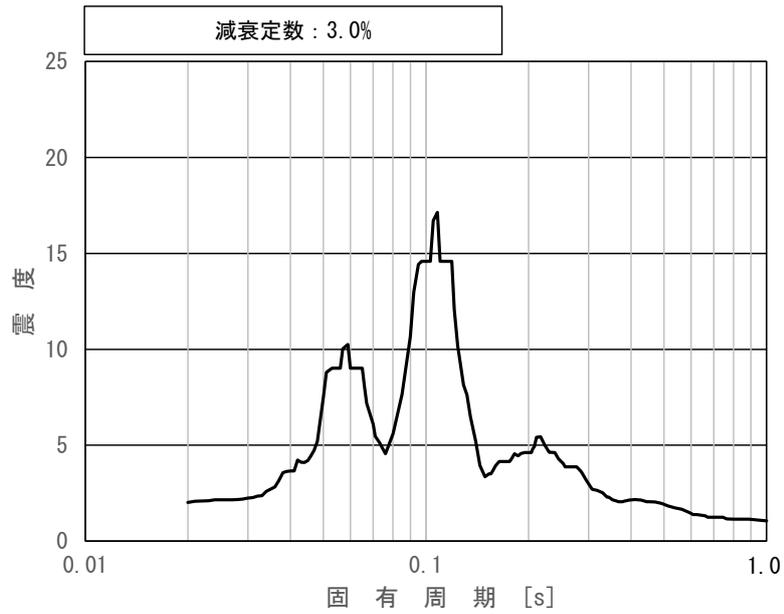


図5 (3/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

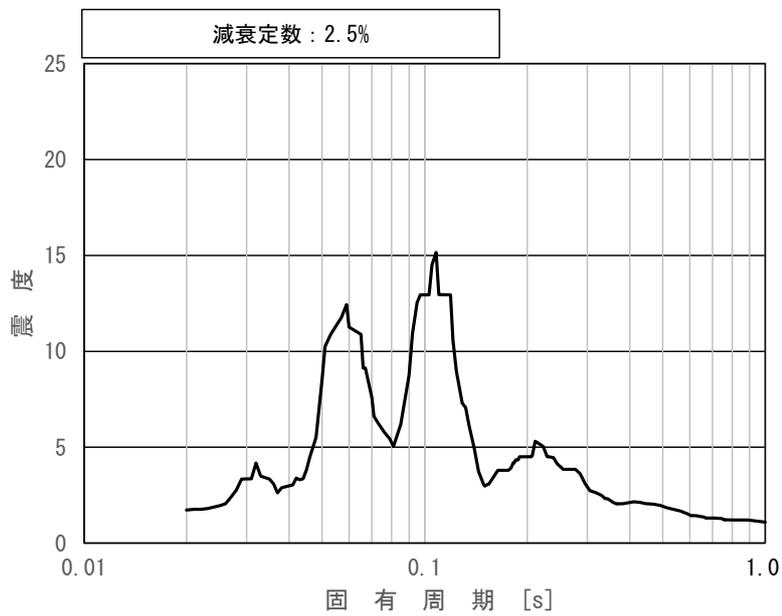


図5 (4/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

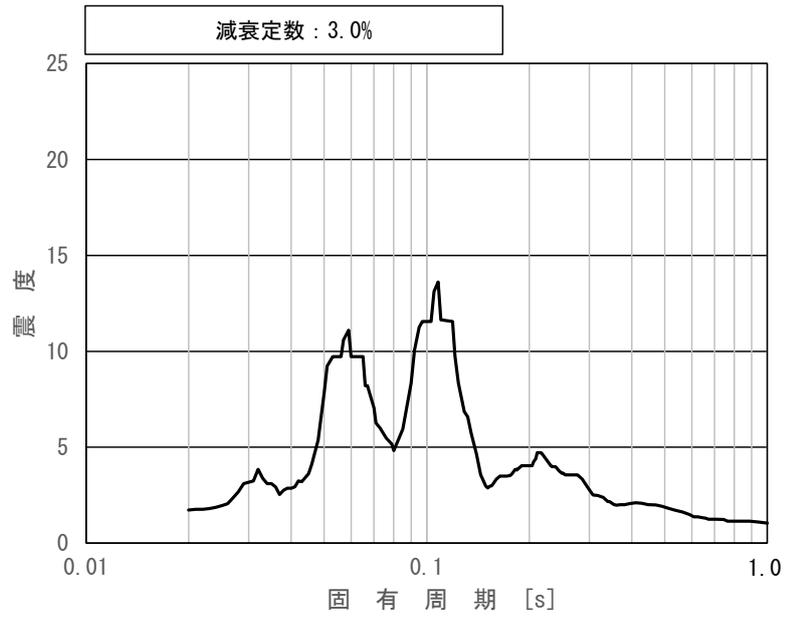


図 5 (5/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

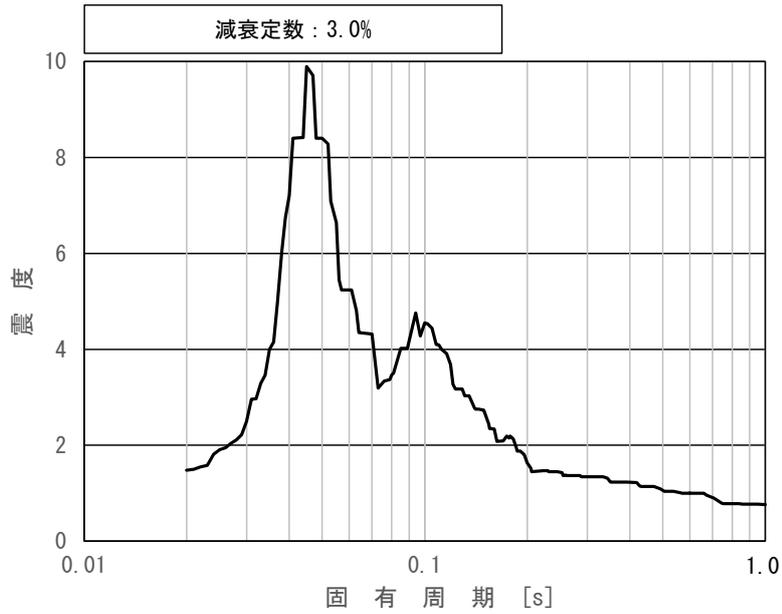


図 6 (1/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

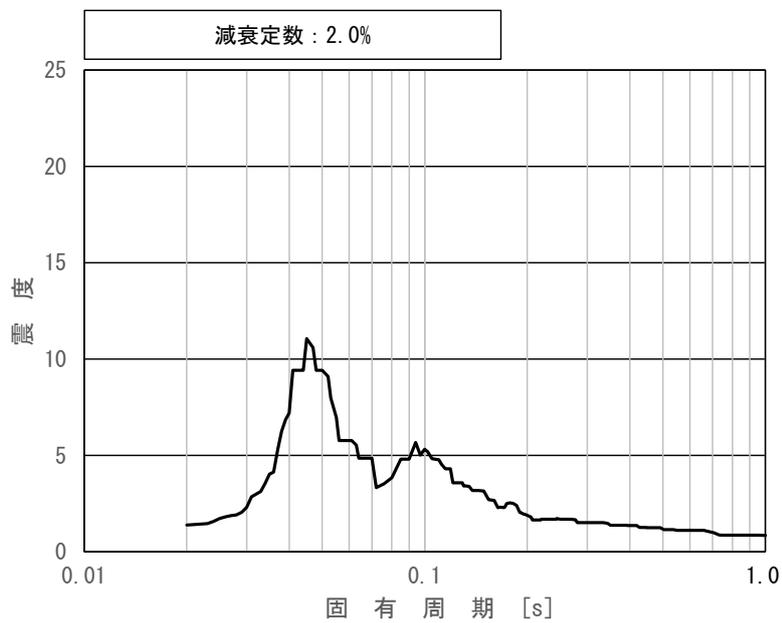


図 6 (2/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向 : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

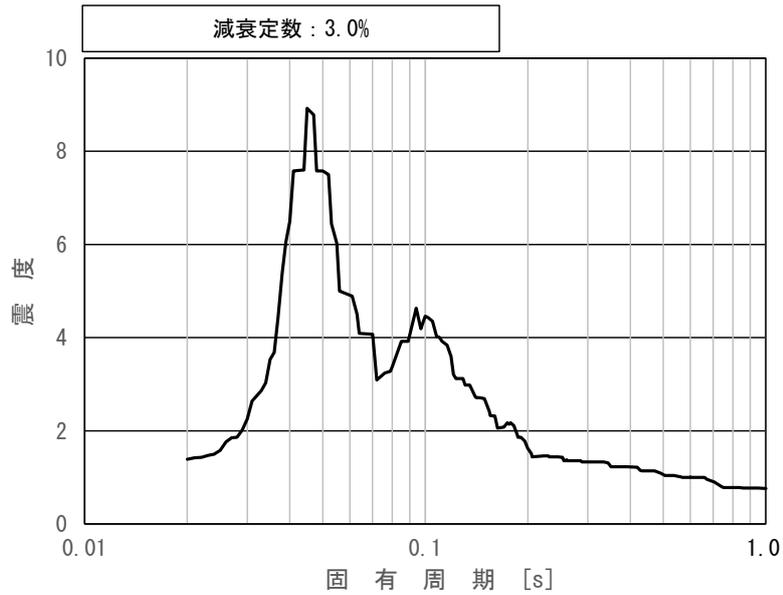


図 6 (3/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

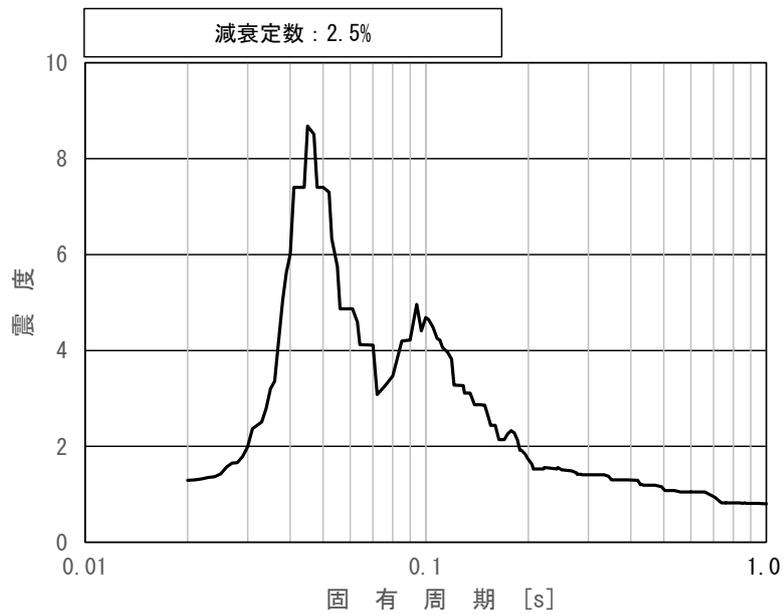


図 6 (4/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

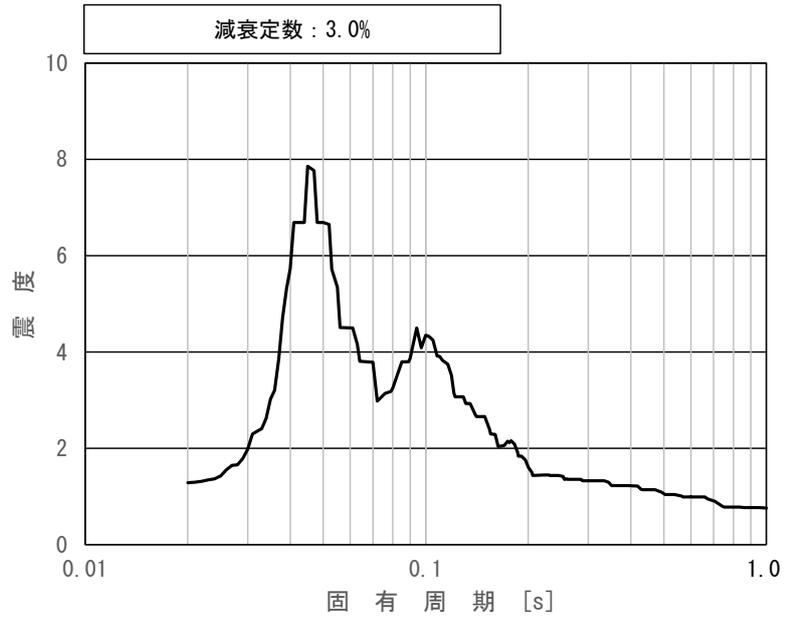


図 6 (5/5) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

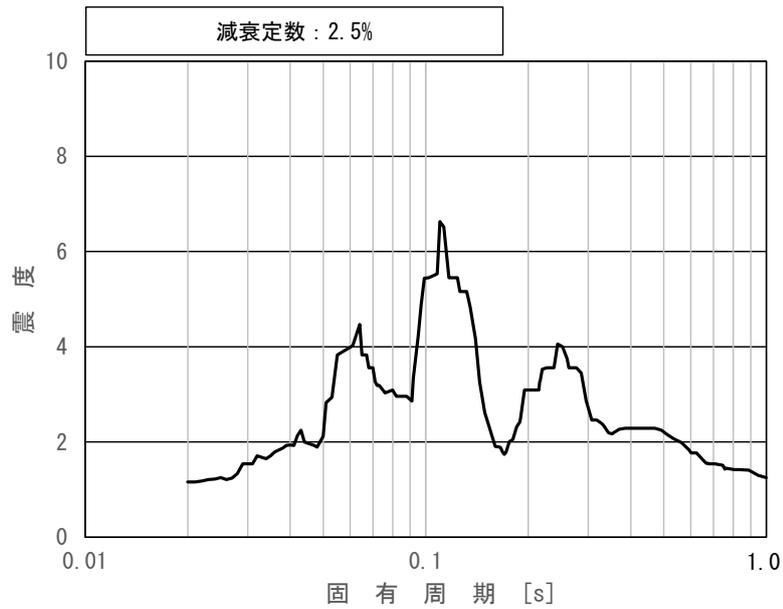


図 7 (1/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m)

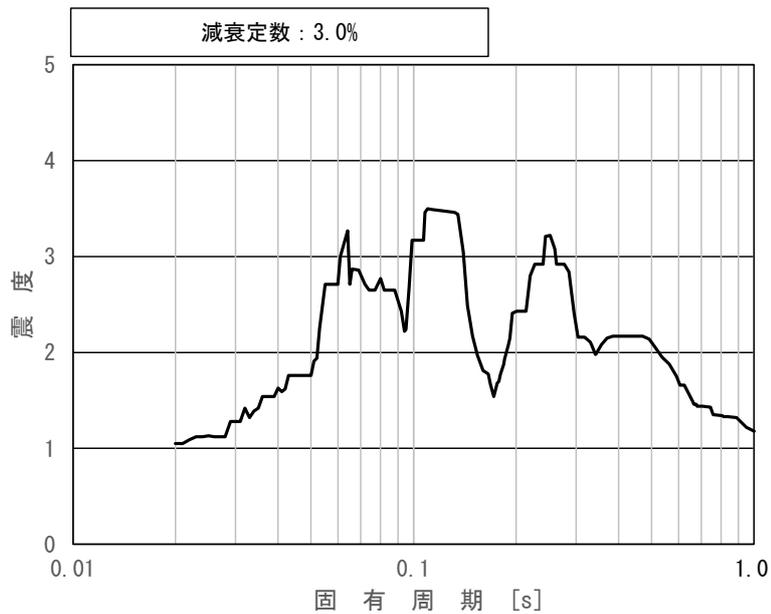


図 7 (2/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m)

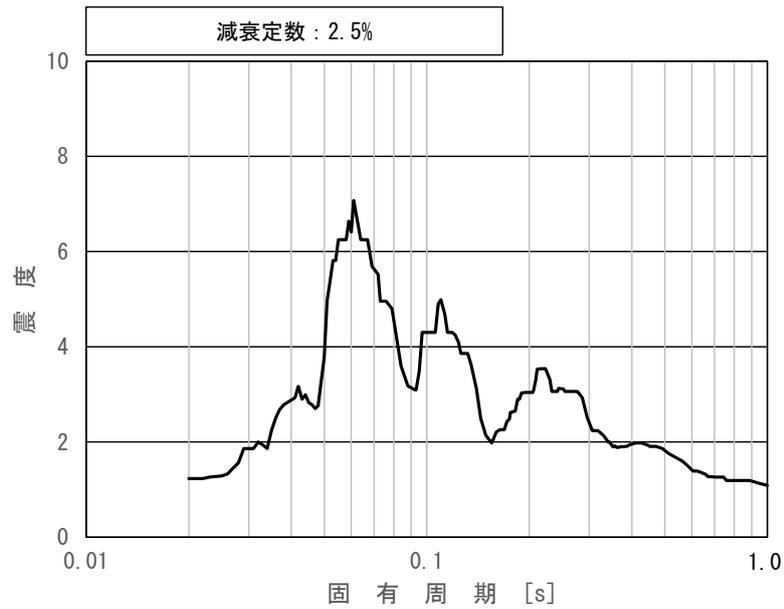


図 8 (1/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m)

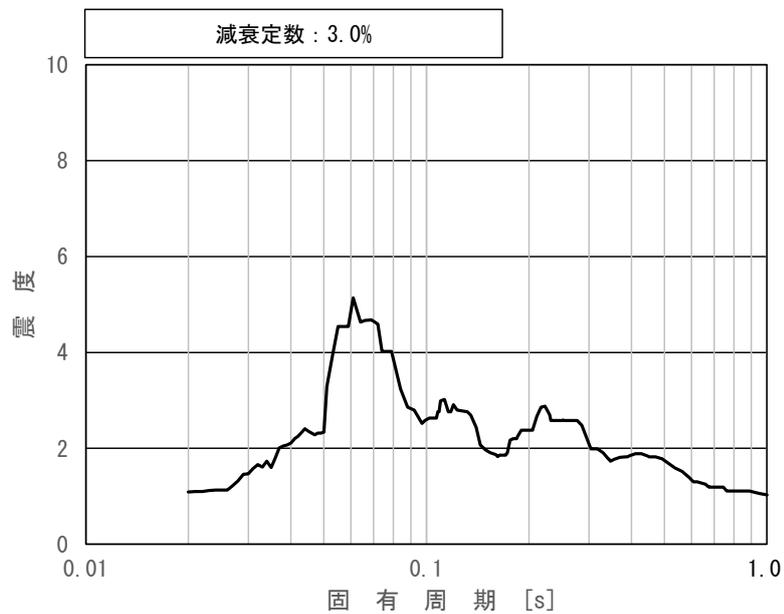


図 8 (2/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m)

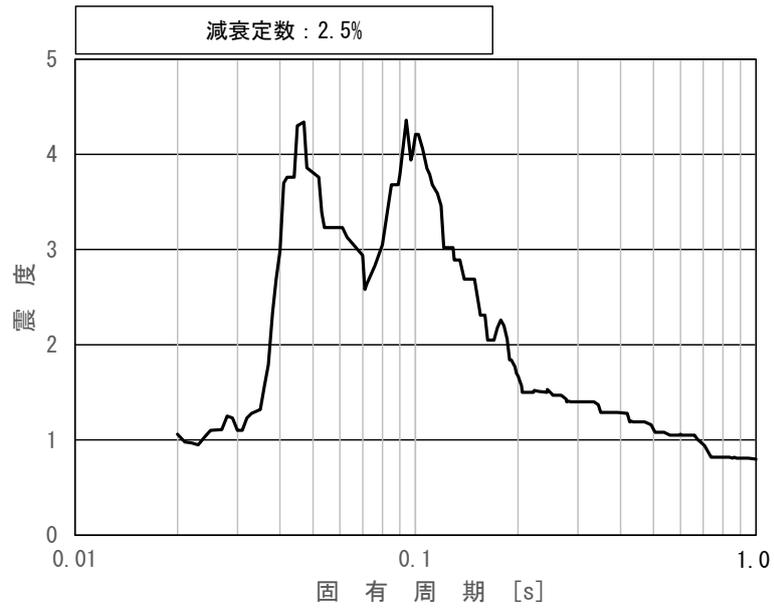


図9 (1/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器ペデスタル EL15.944m)

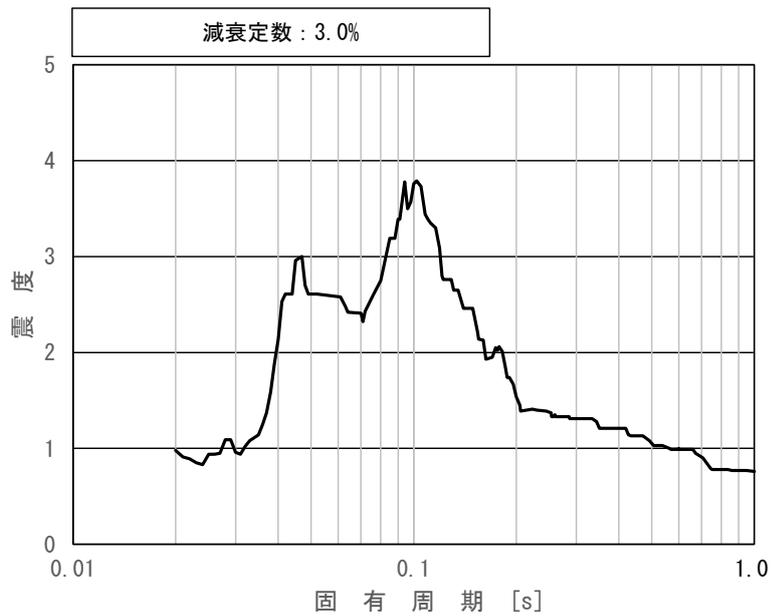


図9 (2/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器ペデスタル EL13.022m)

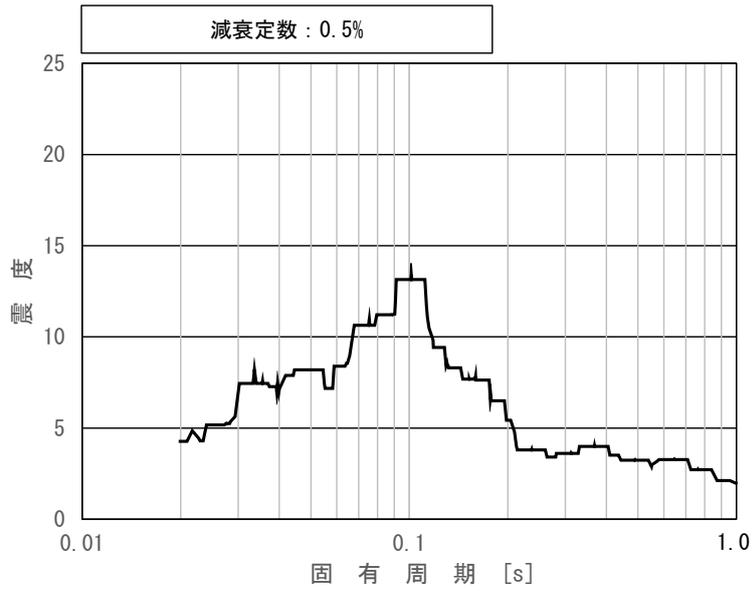


図 10 (1/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 : 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (NS 断面)
 EL5.200m)

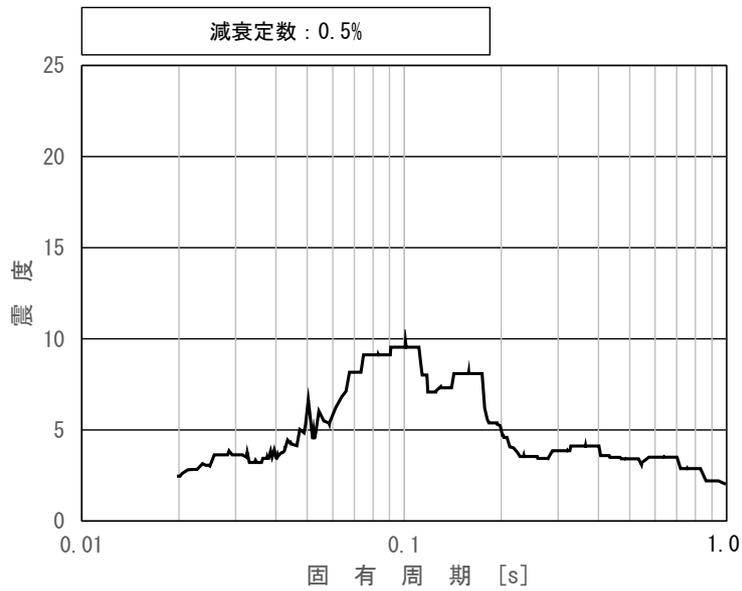


図 10 (2/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 : 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (EW 断面)
 EL5.200m)

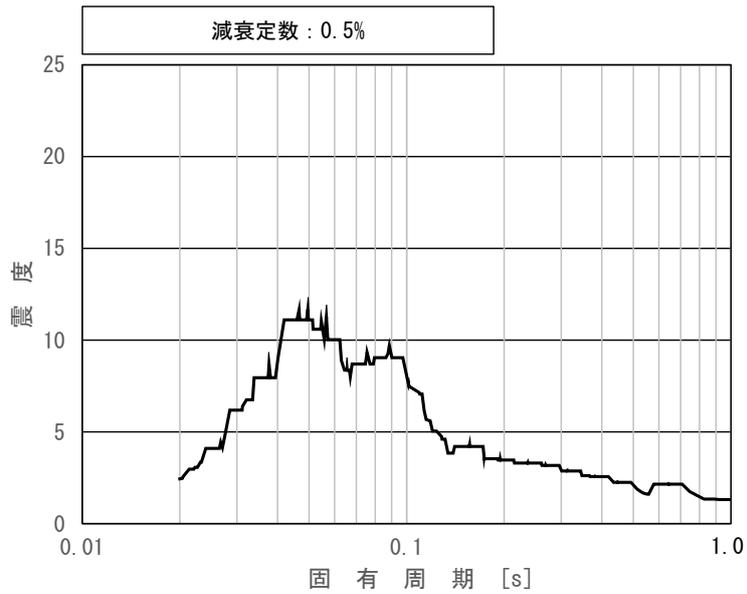


図 11 (1/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (NS 断面)
 EL5.200m)

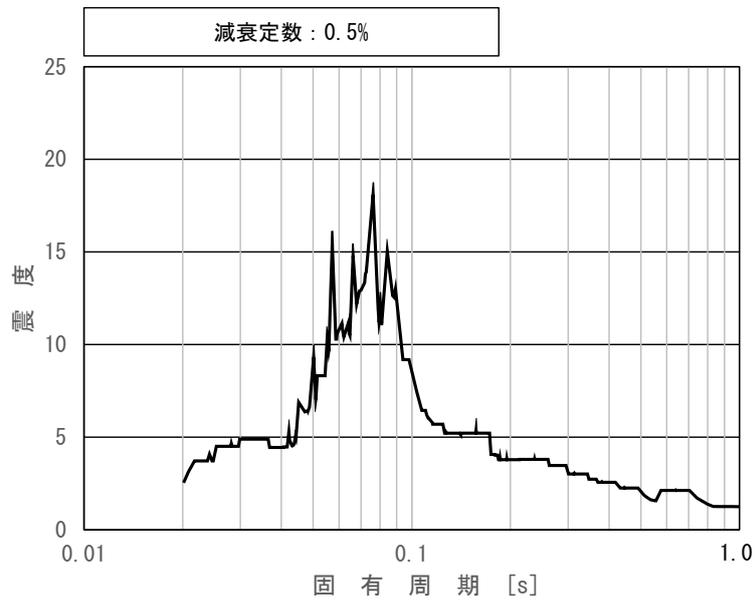


図 11 (2/2) 弁の動的機能維持評価用床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (EW 断面)
 EL5.200m)

弁の高振動数領域を考慮した評価を行う配管モデルの妥当性の確認

1. はじめに

高振動数領域を考慮した弁の動的機能維持評価を行うにあたり、現行の配管モデルが高振動数領域を考慮した評価を適切に実施可能な節点の設定がされていることの検証を、モデルの節点数を変更した場合の評価結果との比較により実施した。以下に検証結果をまとめる。

2. 配管モデルの妥当性確認方法

配管系の解析モデルは以下に示す J E A G 4 6 0 1-1987 に記載の考え方にに基づき作成しており、弁自体の節点が設けられている他、弁設置位置は質量が集中するため周辺に設置する配管支持装置の節点などを設けており、比較的多くの節点を設定されている。

(3) 配管

配管は、前述の基本方針に基づき弁やポンプを含め配管系 3 次元モデルを作成する。

a. BWR

配管系モデル化例としてここでは再循環系配管解析モデルについて述べる。

図 6.5.2-8 に BWR の再循環系配管の概要を示しておりこれらをモデル化したものが図 6.5.2-9 である。

BWR の再循環系配管モデルについては、質点の設定に当たっては、配管支持装置取付点、ポンプ、弁等の設置点、配管口径変更点、ノズル位置等を基準として応力評価上重要な位置に質点を定めている。また、配管の曲り部においては剛性の変化率を評価に加えると共に弁、ポンプ等については等価な剛性と質量を評価したモデル化を実施している。

「6.5.4 地震応答解析法」に後述する様に配管設計は、スペクトルモーダル解析法によって行われるのが一般的である。その解析結果の例を次に示す。

BWR 再循環系配管に対する入力加速度と振動モードを表 6.5.2-1 及び図 6.5.2-10 に示している。表 6.5.2-1 は、各固有振動モードに対する水平震度と鉛直震度を示しており、水平震度は床応答スペクトルからもとめられたものである。そして、表 6.5.2-2 が解析結果として得られた地震力（表中の SS）を反力とモーメントについて示したもので、W は配管自重等による死荷重である。

注：J E A G 4 6 0 1-1987 より抜粋

実際の配管モデルでは、添付 2 の図 1-2 や図 4-2 に示す例のように、弁周辺は弁自体の節点や支持構造物設置点の節点が設けられており、比較的多くの節点を設定されている。また直管部についても支持構造物設置点や溶接部等に節点を設けており十分に節点が設けられている。

したがって、現行の配管モデルにおいても十分に高振動数領域の地震応答を評価できる解析モデルになっているものと考えているが、妥当性確認のため 3 項に示す代表の配管モデ

ルについて節点を追加したモデルを作成し節点数の変更前後での応答加速度を比較検証する。

3. 対象モデルの選定

以下 (1) (2) に示す観点に対し、それぞれ 1 モデルずつ代表を選定し、配管モデルの節点を追加した場合との比較を実施する。

(1) 高振動数領域を考慮した評価で応答増幅が小さい弁が取り付く配管モデル

本項目に該当する弁が取り付く配管モデルでは、応答増幅が小さい結果となった要因が、節点数の設定による影響である可能性がある。そこで本文の表 2 に示す評価結果から応答増幅が小さい弁として AV222-1C (配管モデル RHR-PD-6) を選定した。評価結果を下記の表 1 に再掲する。

表 1 高振動数領域を考慮した評価で応答増幅が小さい弁の動的機能維持評価結果*1

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)
					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		
RHR	AV222-1C	C-試験可能逆止弁	空気作動逆止弁	水平	4.90	6.00	1.22	4.90	6.00	1.22	1.00	0.00%
					4.90			4.90				
					3.18			3.18				
				鉛直	3.47	6.00	1.72	3.58	6.00	1.67	1.04	1.84%
					3.47			3.58				
					1.44			1.44				

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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

(2) 高振動数領域を考慮した評価で応答増幅が大きい弁が取り付く配管モデル

本項目に該当する弁が取り付く配管モデルでは、高振動数領域における応答増幅を算出可能となる適切な節点数が設定されているが、(1)と比較する観点で検討を実施する。そこで本文の表 2 に示す評価結果から応答増幅が大きい弁として AV217-10B (配管モデル NGC-R-1) を選定した。評価結果を下記の表 2 に再掲する。

表 2 高振動数領域を考慮した評価で応答増幅が大きい弁の動的機能維持評価結果*1

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
					機能維持 評価用加速 度*2 (①)	機能確認 済加速度 (③)	裕度	機能維持 評価用加速 度*2 (②)	機能確認 済加速度 (③)	裕度		
NGC	AV217- 10B	B-トーラス真空破壊隔離弁	空気作 動バタ フライ 弁	水平	1.74	6.00	3.44	2.45	6.00	2.44	1.41	11.84%
					1.74			2.45				
					1.52			1.52				
				鉛直	1.16	6.00	5.17	1.16	6.00	5.17	1.00	
					0.11			1.03				
					1.16			1.16				

注記*1：加速度の単位は[G]である。

*2：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

4. 節点追加前後の配管モデル

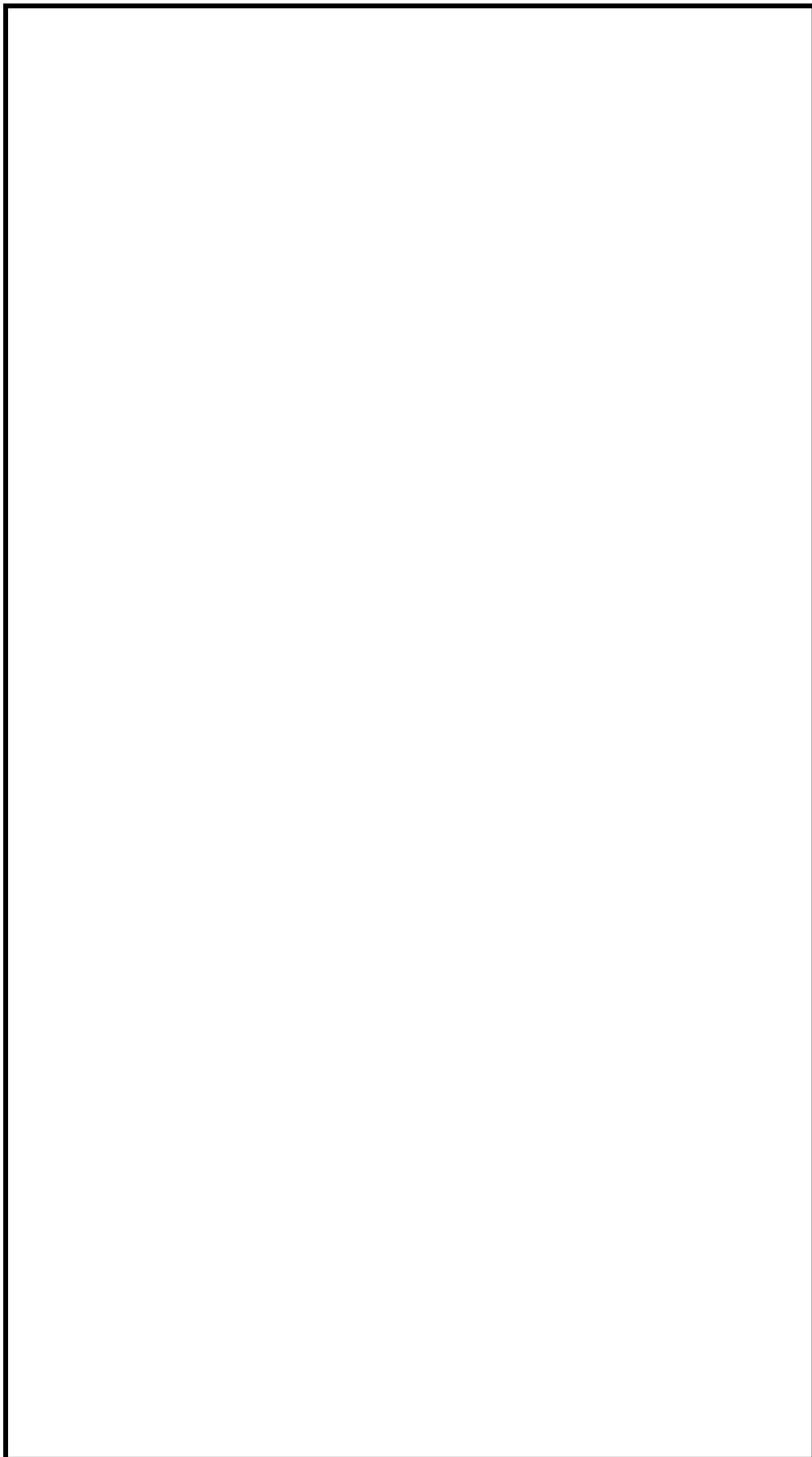
対象として選定した配管モデル RHR-PD-6（対象弁 AV222-1C）及び NGC-R-1（対象弁 AV217-10B）について，節点追加前の現行の配管モデルと節点追加後の検証用の配管モデルを図 1-1，1-2，2-1 及び 2-2 に示す。節点の追加は比較的節点の間隔が大きい直管部などの箇所に着目して節点を追加し，モデル全体に渡って節点間隔が密になるように変更している。

5. 評価結果の比較

現状の配管モデルと節点追加後の検証用の配管モデルについて，固有値解析を実施した結果を表 3-1 及び 3-2 に示す。また，現行の配管モデルと節点追加後の検証用の配管モデルについて，地震応答解析を実施し，弁の応答加速度を比較した結果を表 4 に示す。

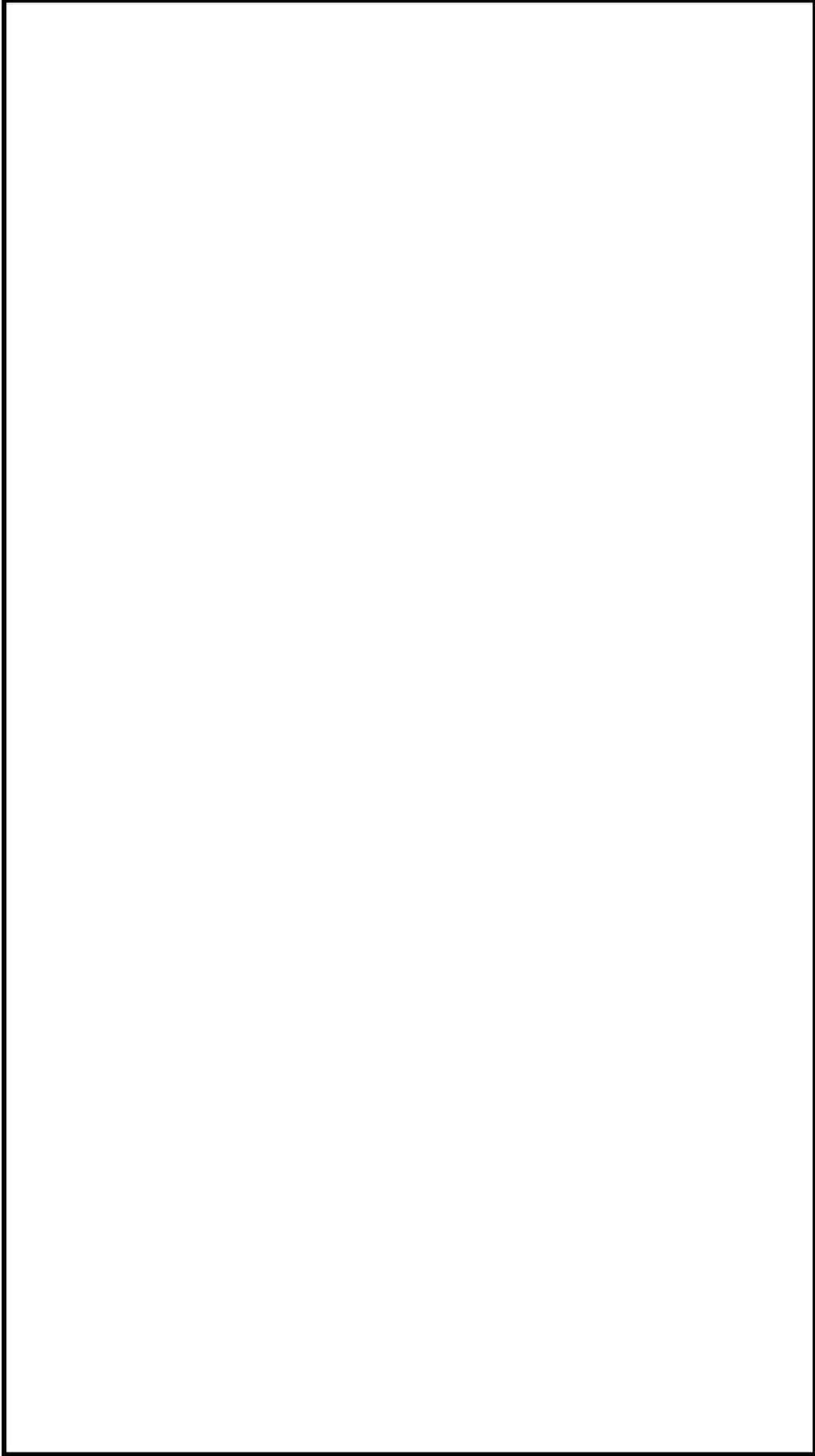
表 3-1 及び 3-2 に示すとおり，固有値解析の結果は，節点の変更に伴って，微小な差異はあるものの，その差は小さくほぼ同様の計算結果となった。また，表 4 に示すとおり，弁応答加速度は，節点の変更による差異は生じない結果となった。

以上の検証結果から，現行の配管モデルにおいても，高振動数領域を考慮した評価が実施可能であることを確認した。



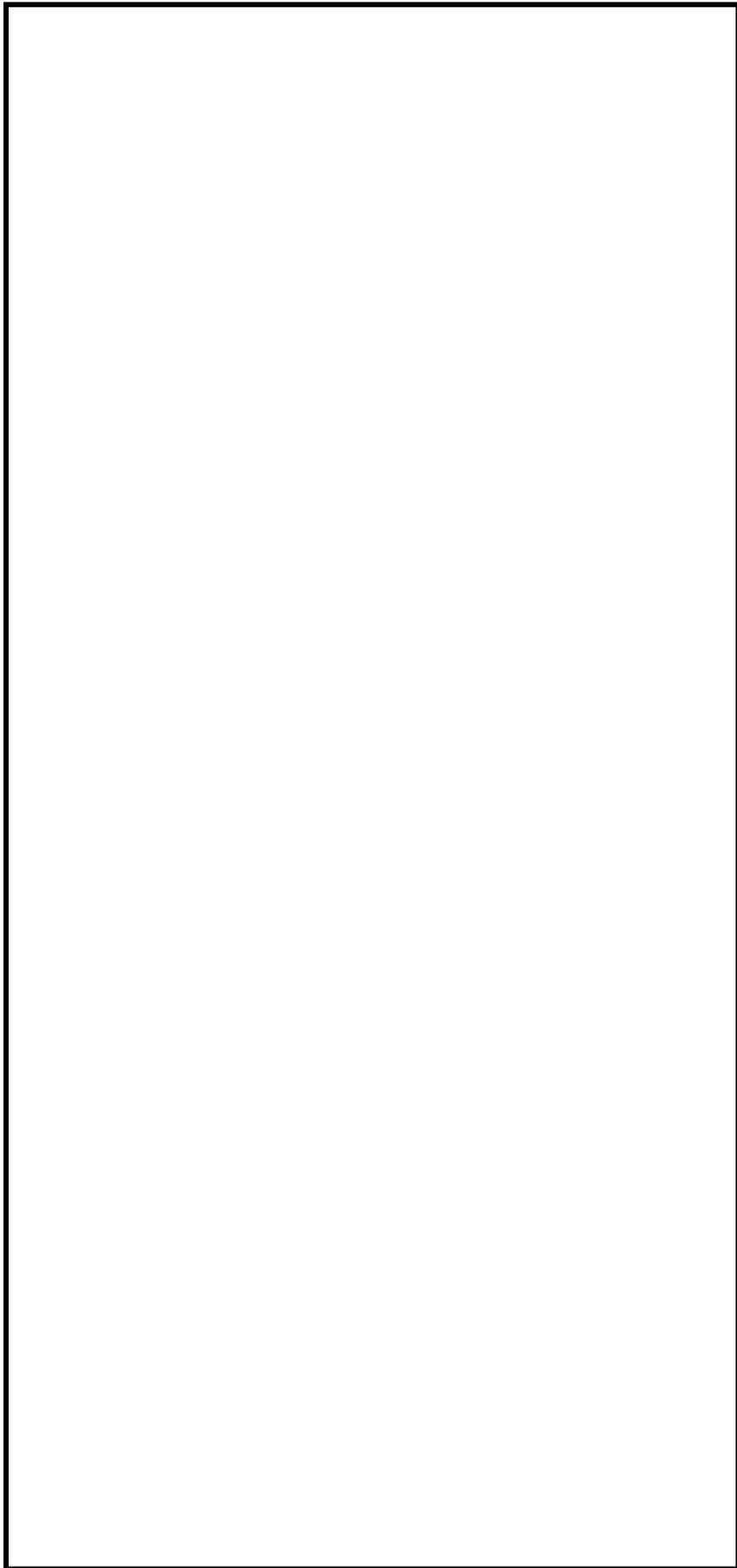
変更前（現行の配管モデル）

図 1-1 節点変更前後の配管モデルの比較 (RHR-PD-6, 全体図) (1/2)



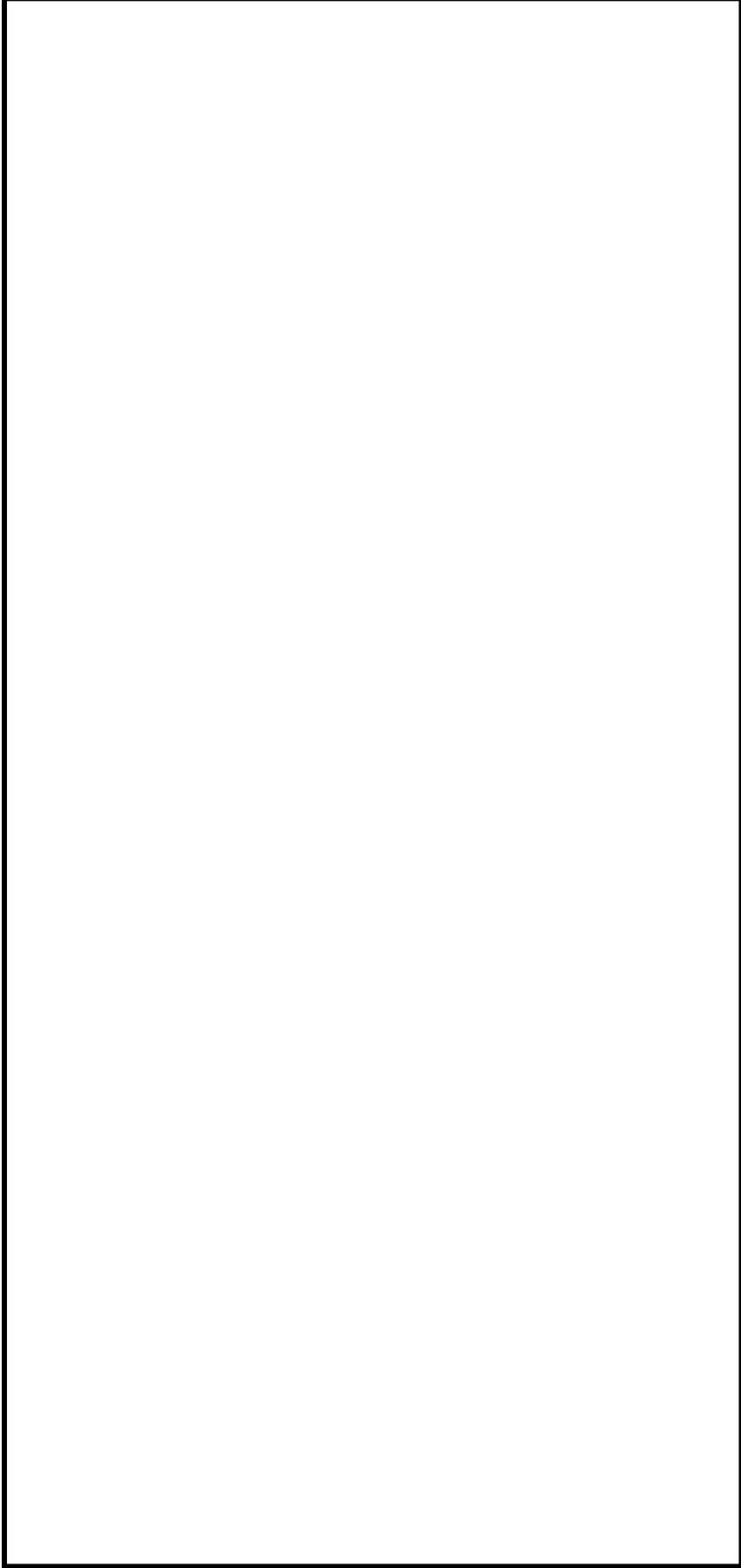
変更後（検証用の配管モデル）

図 1-1 節点変更前後の配管モデルの比較 (RHR-PD-6, 全体図) (2/2)



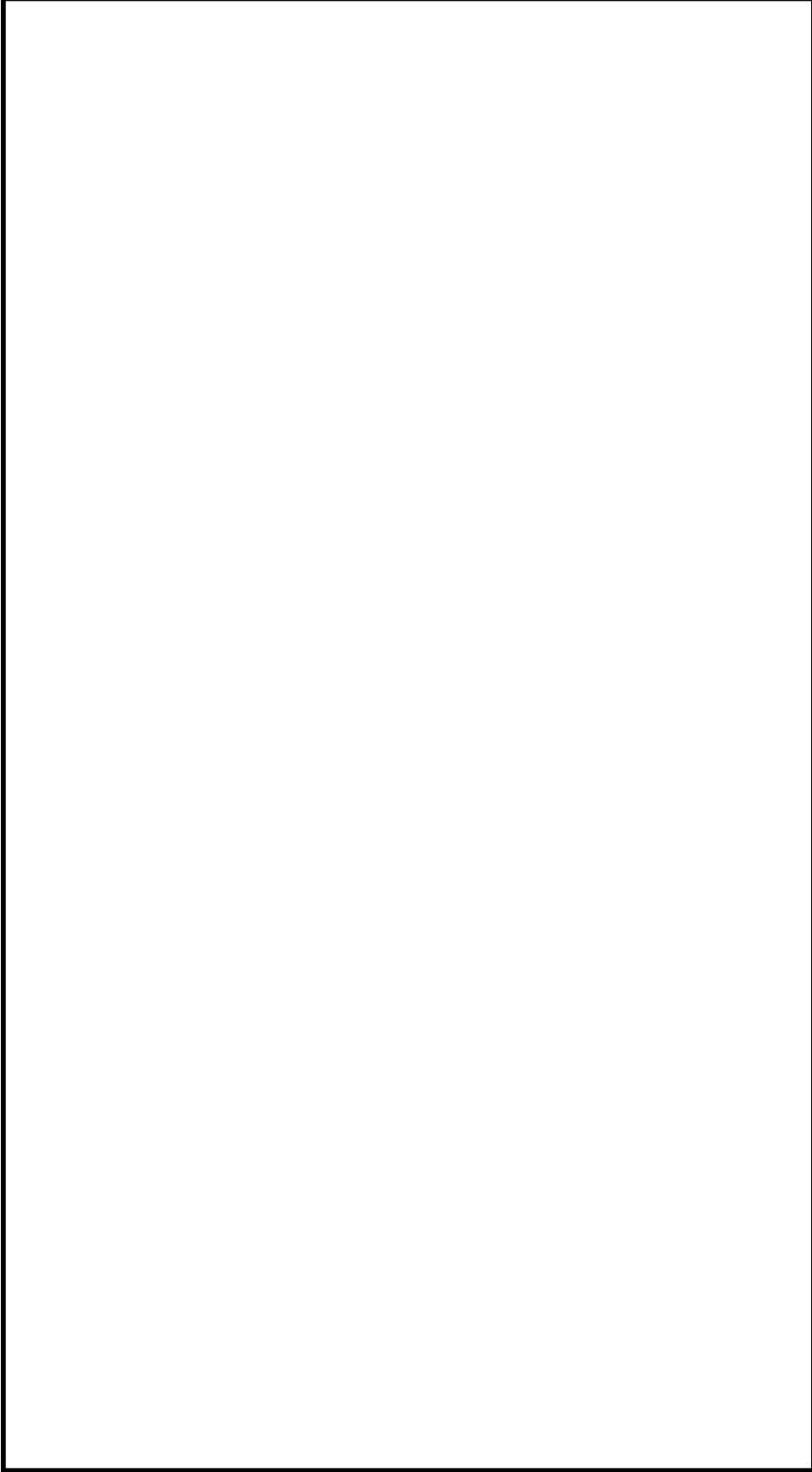
変更前（現行の配管モデル）

図 1-2 節点変更前後の配管モデルの比較 (RHR-PD-6, 部分図) (1/2)



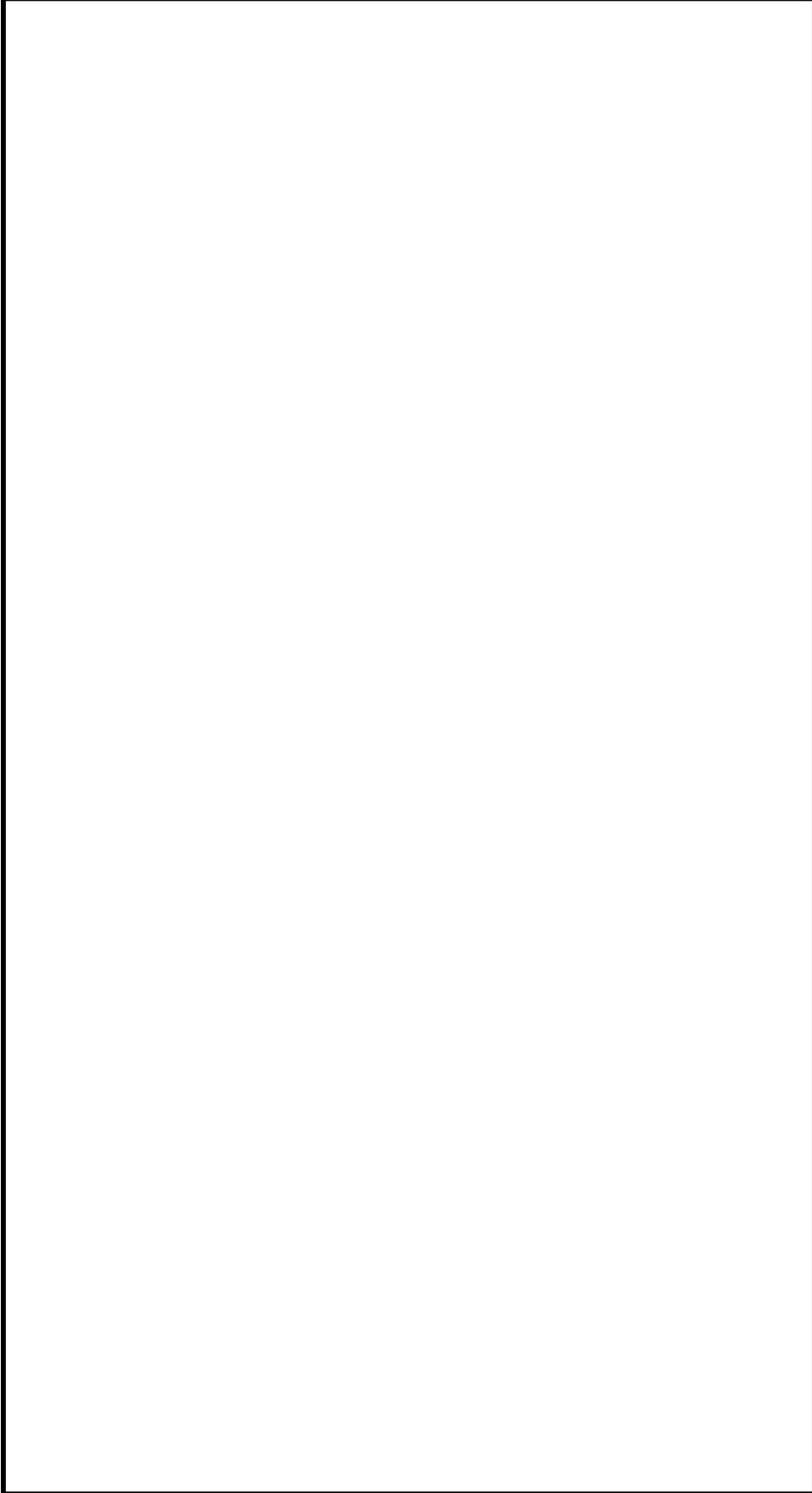
変更後（検証用の配管モデル）

図 1-2 節点変更前後の配管モデルの比較 (RHR-PD-6, 部分図) (2/2)



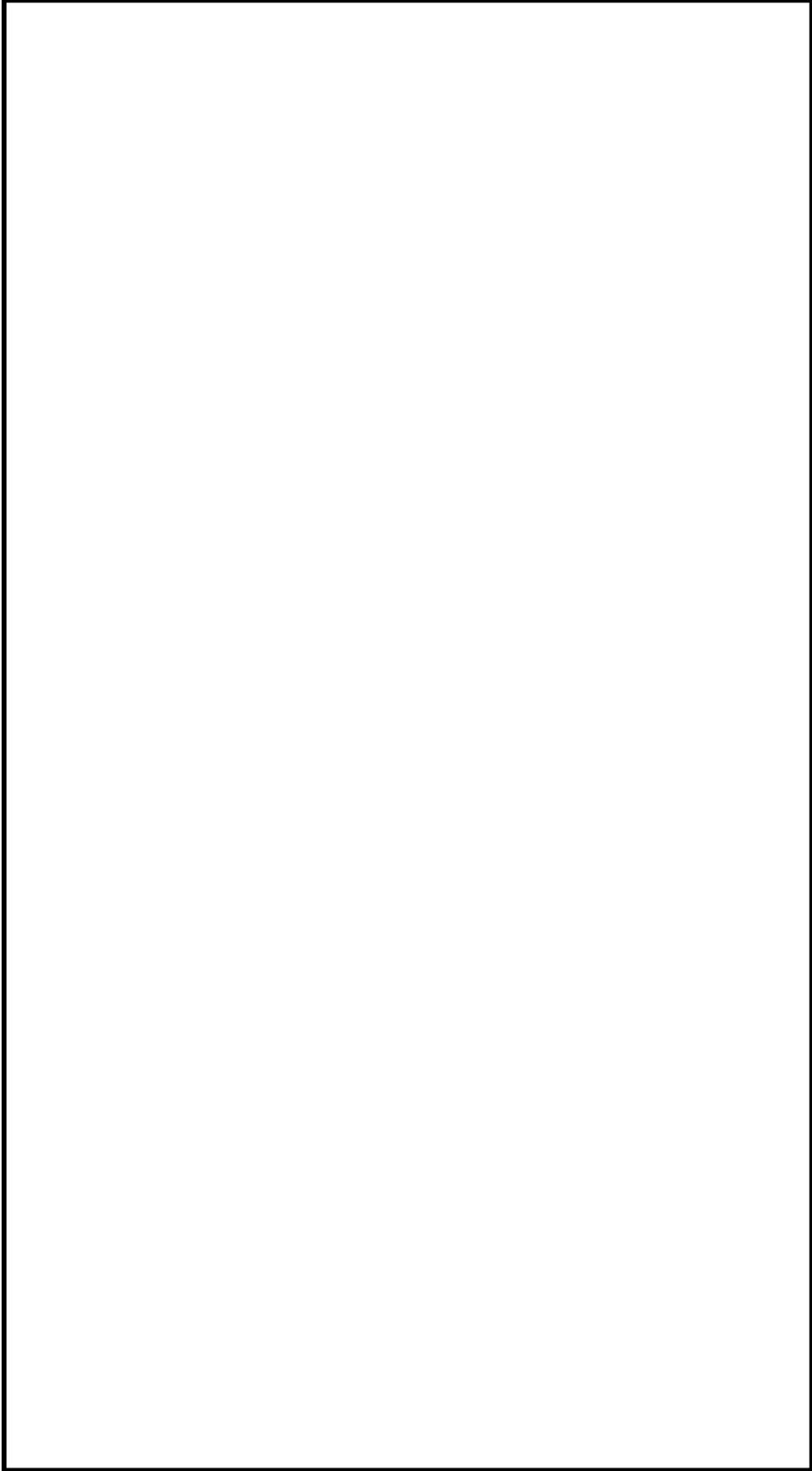
変更前 (現行の配管モデル)

図 2-1 節点変更前後の配管モデルの比較 (NGC-R-1, 全体図) (1/2)



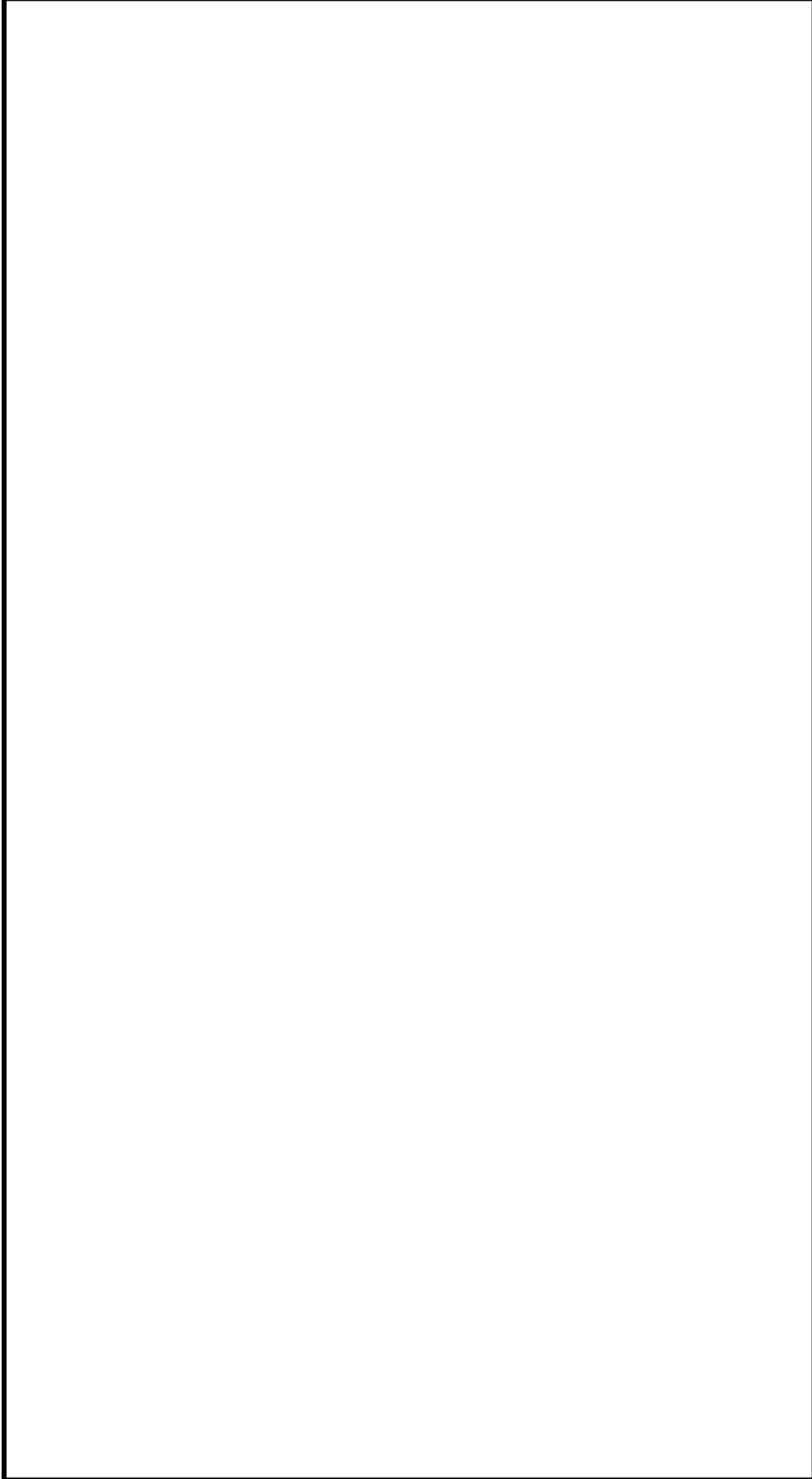
変更後（検証用の配管モデル）

図 2-1 節点変更前後の配管モデルの比較 (NGC-R-1, 全体図) (2/2)



変更前（現行の配管モデル）

図 2-2 節点変更前後の配管モデルの比較 (NGC-R-1, 部分図) (1/2)



変更後（検証用の配管モデル）

図 2-2 節点変更前後の配管モデルの比較 (NGC-R-1, 部分図) (2/2)

5. 評価結果の比較

現行の配管モデルと節点追加後の検証用の配管モデルについて、固有値解析を実施した結果を表 3-1, 3-2 に示す。節点の変更に伴い、各振動モードに微小な差異はあるものの、その差は小さくほぼ同様の振動モードがあらわれているものと考えられる。

また、添付 3 に示す設計用床応答スペクトルを適用して、計算に考慮する振動数領域を 100Hz までとし、水平 2 方向を考慮した地震応答解析を実施した結果を表 4 に示す。

配管モデル RHR-PD-6 及び NGC-R-1 に設置されている検討対象弁 (AV222-1C 及び AV217-10B) について、節点変更前後のモデルより算出された応答加速度を比較した結果、数値に差異はあらわれなかった。

以上の結果から、現行の配管モデルは、高振動数領域を考慮した評価を適切に実施可能となる節点が設けられており、妥当な解析モデルであることが確認できた。

表 3-1 節点変更前後の配管モデルによる固有値解析結果の比較 (RHR-PD-6)

振動 モード 次数	固有周期(s)		比率 (②/①)
	現行の配管モデル (①)	検証用の配管モデル (②)	
1			1.00
2			1.00
3			1.00
4			1.00
5			1.00
6			1.00
7			1.02
8			1.00
9			1.00
10			1.03
11			1.00
12			1.01
13			0.98
14			0.98
15			0.99

表 3-2 節点変更前後の配管モデルによる固有値解析結果の比較 (NGC-R-1) (1/3)

振動 モード 次数	固有周期(s)		比率 (②/①)
	現行の配管モデル (①)	検討用の配管モデル (②)	
1			0.99
2			1.00
3			0.99
4			0.99
5			1.00
6			1.00
7			1.00
8			1.00
9			1.00
10			1.00
11			0.99
12			0.99
13			1.00
14			1.00
15			1.00
16			1.00
17			1.00
18			1.00
19			1.00
20			0.99
21			0.99
22			1.00
23			1.00
24			1.00
25			1.00
26			0.99
27			1.00
28			1.00
29			1.00
30			1.00

表 3-2 節点変更前後の配管モデルによる固有値解析結果の比較 (NGC-R-1) (2/3)

振動 モード 次数	固有周期(s)		比率 (②/①)
	現行の配管モデル (①)	検討用の配管モデル (②)	
31			1.00
32			1.00
33			1.00
34			1.00
35			1.00
36			1.00
37			1.00
38			0.99
39			0.99
40			1.00
41			0.99
42			1.00
43			1.00
44			1.00
45			1.00
46			1.01
47			1.01
48			1.01
49			0.99
50			1.00
51			1.00
52			1.00
53			1.00
54			1.00
55			0.98
56			0.99
57			0.99
58			0.99
59			0.99
60			0.99

表 3-2 節点変更前後の配管モデルによる固有値解析結果の比較 (NGC-R-1) (3/3)

振動 モード 次数	固有周期(s)		比率 (②/①)
	現行の配管モデル (①)	検討用の配管モデル (②)	
61			0.99
62			0.99
63			1.00
64			1.00
65			1.00
66			1.00
67			1.00
68			0.98
69			1.00
70			0.98
71			0.98
72			0.99
73			0.99
74			1.00
75			0.99
76			0.99
77			0.98
78			1.00
79			0.99
80			0.99
81			1.00
82			1.01
83			1.01

表 4 現行の配管モデルと検証用の配管モデルの応答加速度比較

弁番号	系統	弁名称	配管 モデル	応答加速度 (G)				検証 結果
				現行の配管モデル		検証用の配管モデル		
				水平	鉛直	水平	鉛直	
AV222-1C	RHR	C-試験可能 逆止弁	RHR-PD-6	4.60	3.58	4.60	3.58	差異無し
AV217-10B	NGC	B-ト ーラス 真空破 壊隔離 弁	NGC-R-1	2.45	1.03	2.45	1.03	差異無し