

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-15
提出年月日	2022年12月6日

機器・配管系の耐震設計における剛柔判定を行う  
固有周期について

2022年12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. はじめに	1
2. 剛柔判定を行う固有周期の考え方	1
3. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法	1
4. 実機に対する適用性	2
5. 剛柔判定に係る閾値の検討	9
6. 動的解析法の妥当性確認	15
6.1 確認方法	15
6.2 検討対象設備	17
6.3 検討に適用する床応答スペクトル	28
6.4 検討対象設備の主要諸元, 解析モデル	36
6.5 地震応答解析結果	56
6.6 まとめ	61

## 1. はじめに

島根原子力発電所第2号機における機器・配管系の耐震設計においては、当該設備が柔構造と判断される場合には、動的解析により地震力を算定し、剛構造と判断される場合には、機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度(1.2ZPA)とした静的解析により地震力を算定するが、この剛柔判定を行う閾値として固有周期0.05秒(20Hz)を適用している。

本検討においては、0.05秒以下の領域も考慮した地震応答解析を行い、剛柔判定を行う閾値として固有周期0.05秒を適用していることの妥当性を検討する。

なお、本資料が関連する工認図書は以下のとおり。

- ・VI-2 「耐震性に関する説明書」

## 2. 剛柔判定を行う固有周期の考え方

剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲の概要を図1に示す。剛柔判定の固有周期は、地震動による応答増幅が大きくなる建物・構築物の卓越周期から十分分離した位置に設定し、動的解析の適用要否の決定に用いている。なお、この考え方は、J E A G 4 6 0 1-1970に示されている。

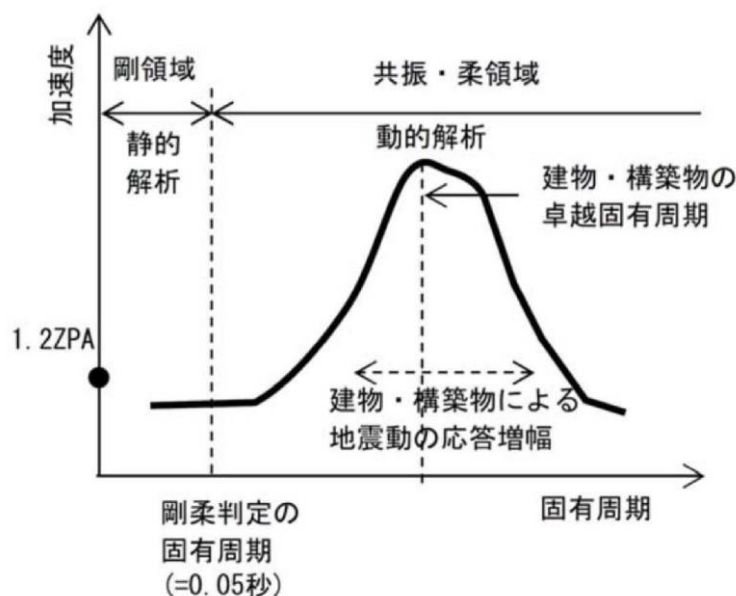


図1 床応答スペクトルにおける剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲の概要

## 3. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法

J E A G 4 6 0 1-1987の抜粋を図2に示す。機器・配管系の剛柔判定については、J E A G 4 6 0 1-1987に例示されているとおり、機器・配管系の1次固有周期が0.05秒以下の場合には剛構造、0.05秒を超える場合には柔構造とする。この方針は、既工認と同じである。

機器・配管系の耐震設計では、剛柔判定の固有周期0.05秒を超える場合は、基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ に対して動的解析により水平及び鉛直方向の動的地震力を

定める。固定周期が 0.05 秒以下の場合、機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度（1.2ZPA）とした静的解析により地震力を算出する。

#### 6.4.3 動的地震力の概要

機器・配管系の耐震設計に用いる動的地震力は、重要性の高い As クラス機器の地震力を基本に定めるものである。本項では、その概要を示し、地震力算定の詳細は「6.5 地震応答解析」に述べることとする。

##### (1) As 及び A クラス機器

A クラス機器に関しては、基準地震動  $S_1$  に対し動的解析（地盤—建屋—機器連成の解析あるいは据付位置における設計用床応答スペクトルを用いた解析等）により算定される水平地震力を適用する。A クラス機器の中で特に重要な As クラス機器に関しては、さらに基準地震動  $S_2$  に対し動的解析によって得られる水平地震力をも適用する。ただし、その機器が剛構造と判断される場合（例えば機器の 1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い固有振動数を有する場合）には、その機器の据付位置における建物の応答加速度を基に定まる震度により地震力を算定する。なお、As、A クラスの機器については鉛直地震力をも考慮し、基準地震動の最大加速度を 1/2 とした鉛直震度（高さ方向については一定とする）より求まる鉛直地震力を水平地震力と同時に不利な方向で組合せる。

図 2 J E A G 4 6 0 1-1987（抜粋）

#### 4. 実機に対する適用性

J E A G 4 6 0 1-1987 の記載は、水平方向の動的解析への適用として剛柔判定の固有周期 0.05 秒の考え方を示したものである。新規制基準においては、鉛直方向についても水平方向と同様に動的な扱いとするため、鉛直方向も含め剛柔判定の固有周期 0.05 秒が地震力算定に適用可能であることを検討した。本検討に際して参照した J E A G 4 6 0 1-1970 の抜粋を図 3 に示す。J E A G 4 6 0 1-1970 には建物・構築物の卓越固有周期の 1/2 を剛柔判定の固有周期とするとの考え方が示されており、原子力発電所の建物・構築物の卓越周期は一般に、0.1~0.5 秒（2~10Hz）であることを考慮して、0.05 秒を剛柔判定の固有周期とすれば十分であると記載されている。

島根原子力発電所第 2 号機の原子炉建物地震応答解析モデルに基づく、水平方向及び鉛直方向における固有周期を表 1 及び表 2 並びに図 4~図 6 に示す。建物の卓越固有周期は水平及び鉛直方向とも概ね 0.1 秒以上であり、剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、原子炉建物の卓越固有周期に対して十分な離隔（卓越固有周期の 1/2 程度）をもって設定されている。

また加速度応答スペクトルを図 7 に、変位応答スペクトルを図 8 に示す。加速度応答スペクトルでは 0.05 秒未満で一定の加速度値を有するが、変位応答スペクトルにおいては固有周期 0.05 秒で概ね収斂している。

上記の検討結果より、島根原子力発電所第 2 号機の原子炉建物の卓越固有周期は、0.05 秒を剛柔判定の固有周期とする J E A G 4 6 0 1-1970 の考え方に適合するとともに、変

位応答スペクトルにおいては固有周期 0.05 秒で概ね収斂していることから、既工認と同じ剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、島根原子力発電所第 2 号機の水平及び鉛直方向の地震力算定に適用可能であることを確認した。

原子力発電所の場合について一般的にみると、地盤の卓越振動数、構築物の固有振動数をあわせ考えて、2～10 Hz が取付け点の卓越振動数域すなわち床応答曲線が持ち上る領域と考えられる。したがって動特性がまったく不明な場合には一応これより共振領域としては 1～20 Hz を考えれば一応十分であろう。

そこで固有振動数の評価に当たって重要なことは、対象となっている機械系が固有振動数解析を必要とする範囲にあるか否かを判定することである。明らかに 20 Hz よりはるかに高い固有振動数を有すると推定される対象につき、多くの計算を行なう必要はない。その推定は在来の経験であってもよし、対象物あるいはそれと類似な機器についての試験の結果であってもよい。この試験もたとえば簡単に木槌でたたいてみるといったことであってもよいのである。ときには、これによって支持金具の不完全さなどを見出すことができる。

図 3 J E A G 4 6 0 1-1970 (抜粋)

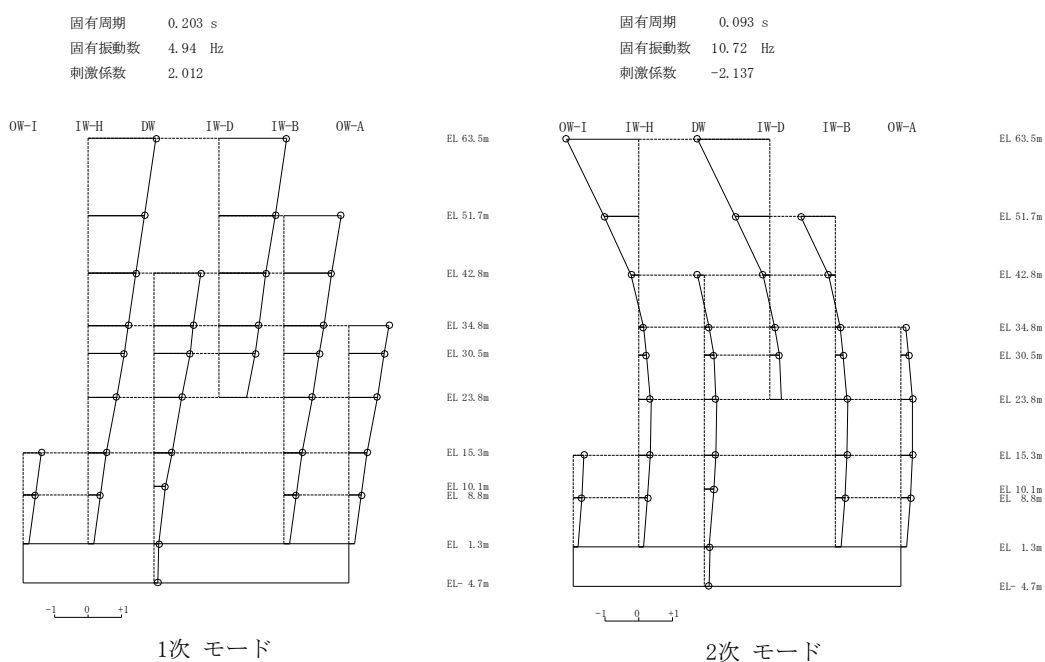
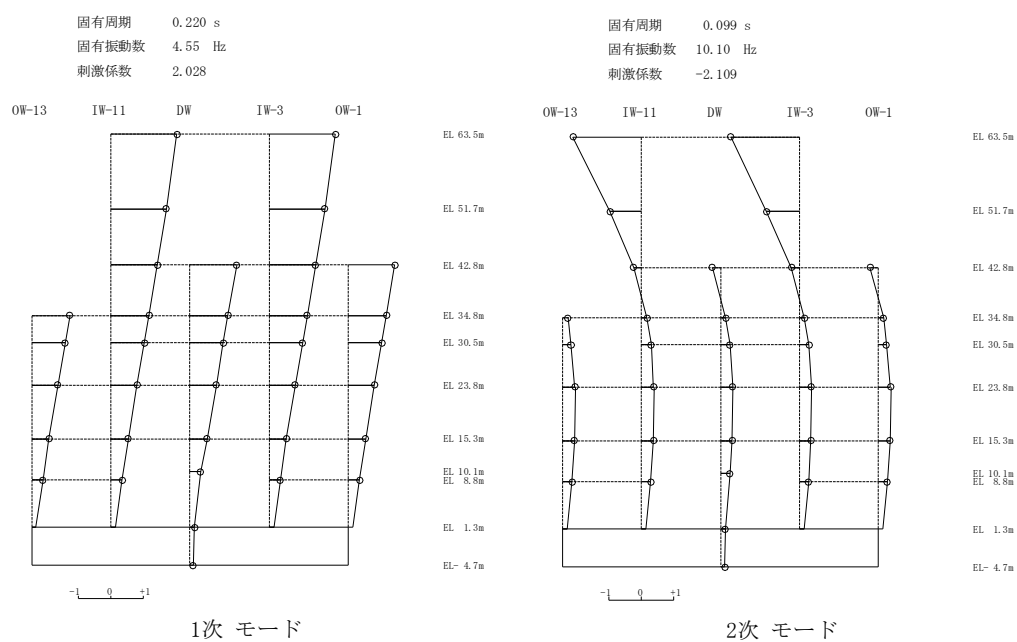
表 1 原子炉建物地震応答解析モデルの固有値解析結果 (水平方向)

次数	NS 方向		EW 方向	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1 次	0.220	4.55	0.203	4.94
2 次	0.099	10.10	0.093	10.72

表 2 原子炉建物地震応答解析モデルの固有値解析結果 (鉛直方向)

次数*	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
2 次	0.105	9.48

注記\* : 1 次モードは主要な機器を設置していない  
屋根トラス部が卓越するため除く。



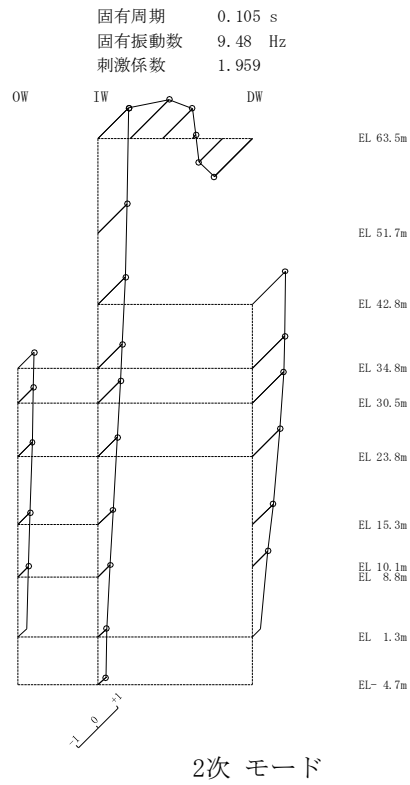


図 6 刺激関数図 (鉛直方向)

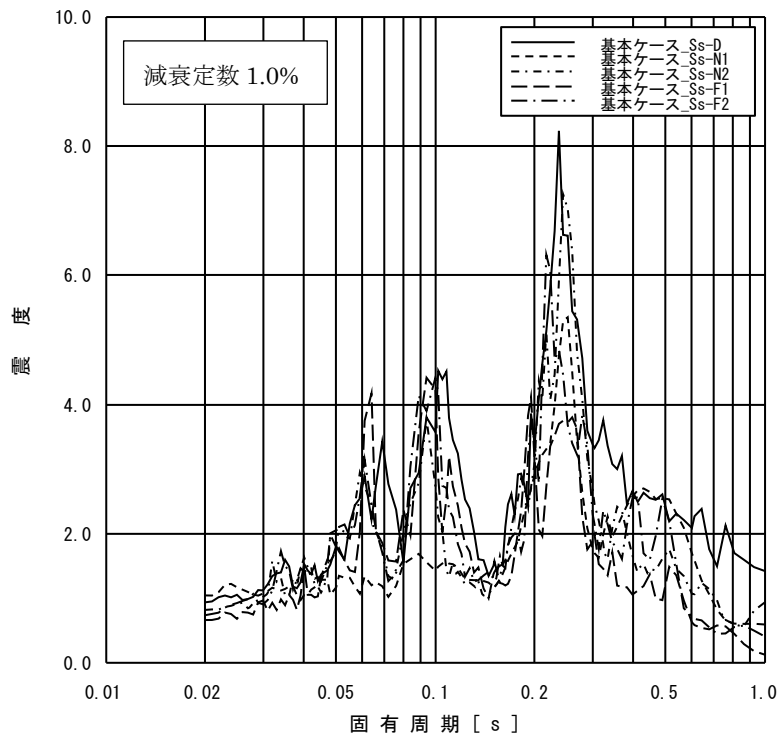


図 7(1) 原子炉建物 (EL23.800m) の加速度応答スペクトル (NS 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

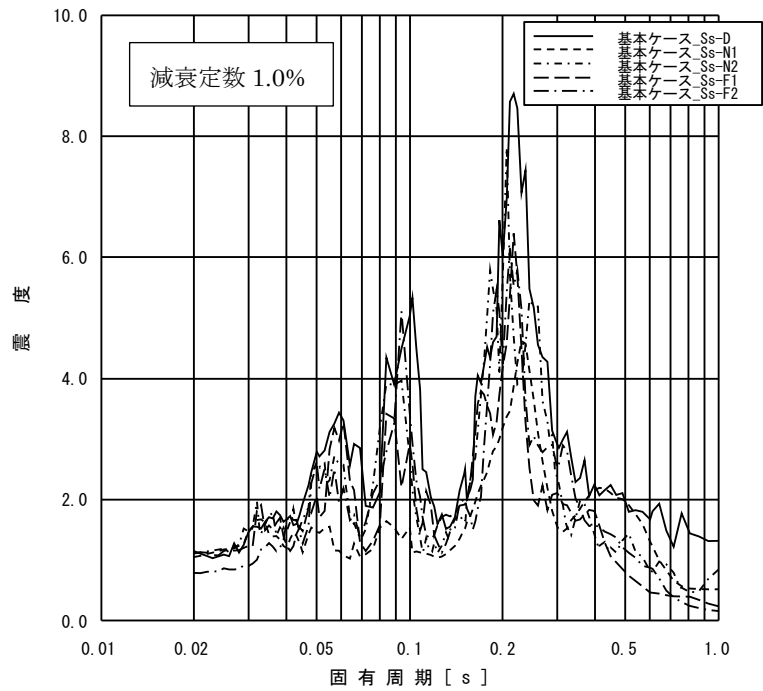


図 7(2) 原子炉建物 (EL23.800m) の加速度応答スペクトル (EW 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

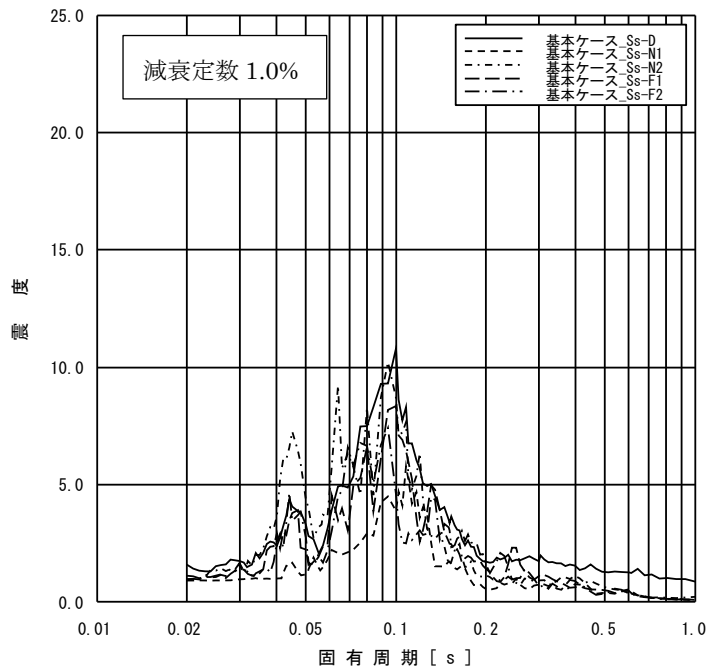


図 7(3) 原子炉建物 (EL23.800m) の加速度応答スペクトル (鉛直方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)



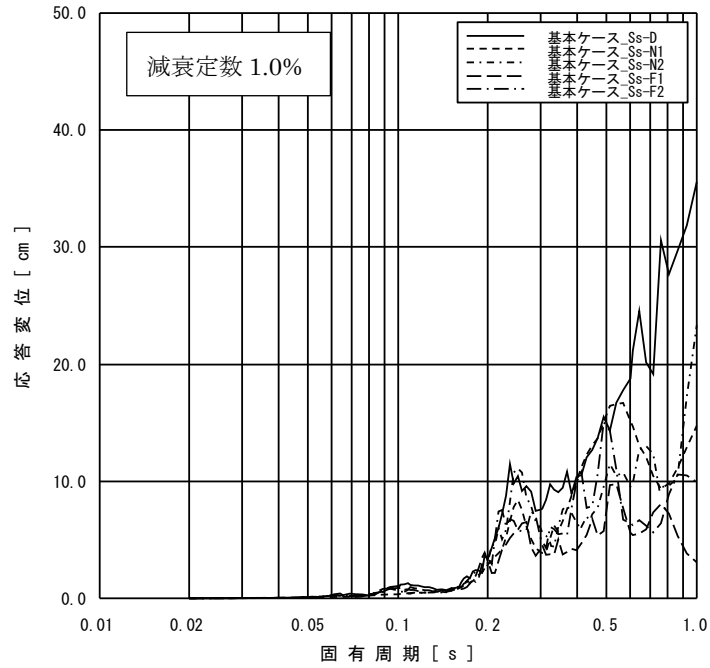


図 8(1) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(NS 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

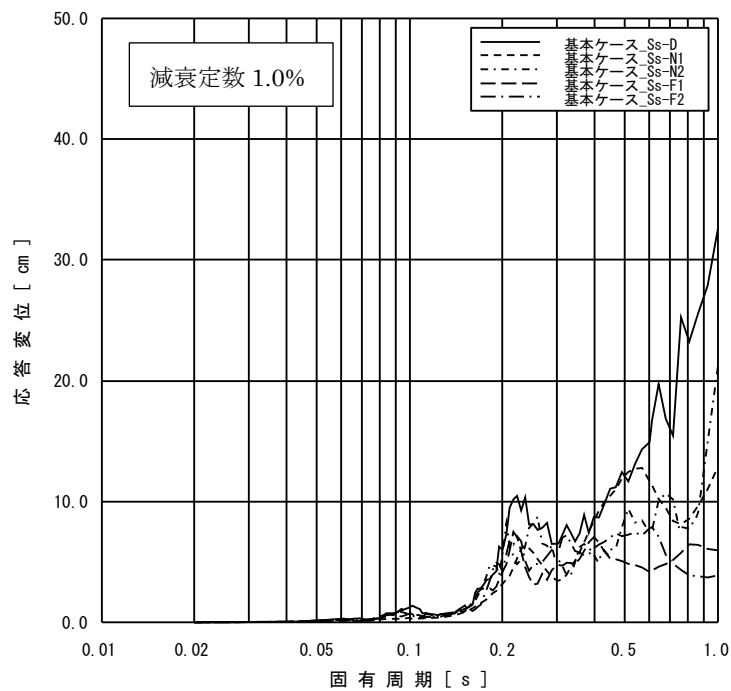


図 8(2) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(EW 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

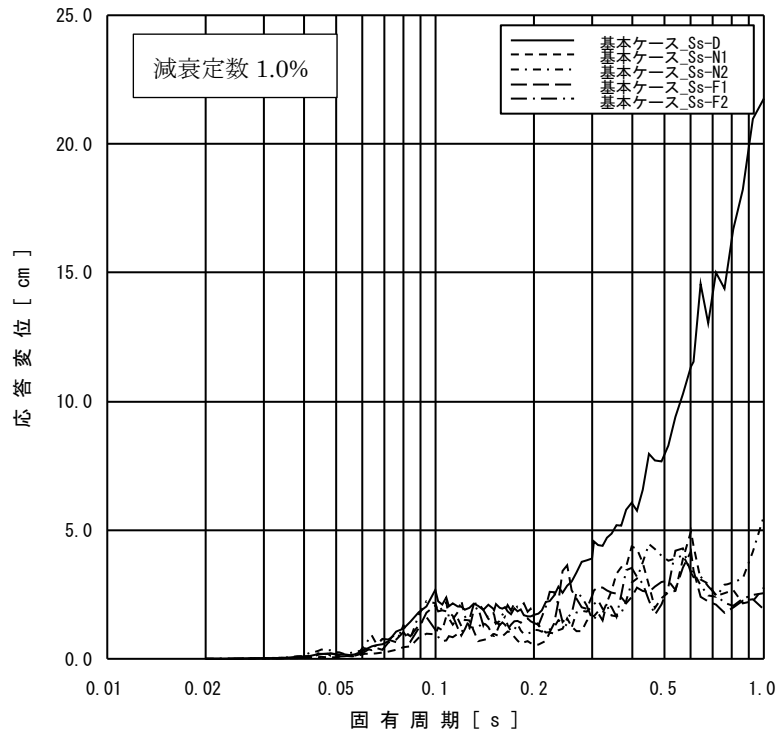


図 8(3) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

## 5. 剛柔判定に係る閾値の検討

### (1) 剛柔判定の閾値を 0.05 秒とすることに関連する知見

地震動の高振動数領域においては地震力が短い周期で交番することから地震による変位やエネルギーが小さくなる傾向があり、設備の損傷の観点からは影響は小さいと考えられることから、0.05 秒を剛柔判定の閾値としている。この地震動の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいとの考え方は、米国における地震時の点検・再起動等においても取り入れられている。

島根 2 号機の耐震評価において剛柔判定の閾値を 0.05 秒と設定することを踏まえ、地震動の 0.1 秒以下の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいと検討されている既往知見を以下に記載する。

#### a. J E A G 4 6 0 1

J E A G 4 6 0 1-1987 で機器が剛構造と判断される場合の例示として、1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い振動数を有する場合を掲示している。また、J E A G 4 6 0 1-1970 では、一般的なものとして、2~10Hz が取付け点の卓越振動数域と考えられ、共振領域としては 1~20Hz を考えれば十分であろうとしている。(当該部分の抜粋は図 2, 3 に示す。)

J E A G 4 6 0 1-1987 における剛柔判定の固有振動数 20Hz 以上の考え方は、水平方向の動的解析への適用として示したものであるが、鉛直方向においても J E A G 4 6 0 1-1970 の考え方にに基づき、原子炉建物の卓越固有周期が剛柔判定の固有周期 0.05 秒に対して、十分な離隔を有することを確認している。また、4. で示した通り、構造強度の評価における部材力（曲げモーメント、せん断力等）の算出に係る変位応答スペクトル\*においては、水平方向では 0.1 秒で概ね収斂している。鉛直方向では、0.1 秒でも一定の応答変位がみられるが、0.1 秒以下では概ね単調減少して 0.05 秒では収斂していることを確認している。

注記\*：部材力は、応答変位に剛性を乗じて算出する（5. (2) 参照）。

#### b. 過去事例

過去に、観測された地震動が 0.1 秒以下の周期領域のみで設計時の想定を超えた原子力発電所では耐震設計上重要な施設に対して被害の発生が無い。

【周期 0.1 秒以下で設計時の想定を超える地震動が観測された原子力発電所】

女川原子力発電所（2005 年宮城県沖地震）

米国 Perry 原子力発電所（1986 年 Leroy 地震）\*

米国 Summer 原子力発電所（1978 年小規模地震多数）\*

注記\*：(出典) EPRI 1988.7 A Criterion for Determining Exceedance of the Operating Basis Earthquake

c. 気象庁の震度階

近地地震などでは短周期成分が多く含まれており、日本では経験的に地震動と破壊の状態との関係を震度で示している。気象庁震度階の元となっている計測震度では、周期 0.1 秒よりも短周期側の地震動成分をフィルタでカットしている。計測震度の算出方法について、図 9 に気象庁ホームページに公開されている内容の抜粋を示す。

### 計測震度の算出方法

#### 1 経緯

震度観測のあり方について検討するため、昭和60年3月、気象庁に発足した震度観測検討委員会は、昭和63年2月にとりまとめられた検討結果報告において、震度観測を計測化する場合の算出式を提案している。それは、河角による震度と最大加速度の関係式

$$I = 2 \cdot \log a_m + 0.7 \quad (1)$$

に、体感による震度とより一致するよう周期の影響を考慮した項を加えた式

$$I = 2 \cdot \log a_m + 0.7 + \log(k \cdot t) \quad (2)$$

で、更に継続時間的要素についても考慮するとしている。ここで、

$I$  : 震度(四捨五入にして整数値とする、また、この式を用いるのは震度6  
までで、震度7の判定は被害状況の調査による)

$a_m$  : 最大加速度 (gal=c m/sec<sup>2</sup>)

$t$  : 周期(sec) (0.1 ≤ t ≤ 1.0の範囲に限る)

$k$  : 係数

である。

図9 計測震度の算出方法 (抜粋)

(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/study-panel/shindo-kentokai/hensen.pdf>)  
より転載

d. 米国の規格

地震後の対応に関する米国の規格 : Nuclear Plant Response to an Earthquake (ANSI/ANS-2.23-2002) では、観測された地震が設計用の地震動を超えたか否かの判定 (OBE Exceedance Criteria) で、応答スペクトルで 0.1 秒以下の周期帯について考慮外としている。本規格では、CAV (Cumulative Absolute Velocity) という指標を導入して観測された地震動の有効性 (構造物の破壊に対する影響度) を判定している。

原波形と 0.1 秒のフィルタを掛けた波形について各々 CAV を算出し、その比を地震による影響の程度を示す震度 (米国では修正メルカリ震度を使用している) に対してプロットすると、破損が生じるといわれる修正メルカリ震度 VII 程度以上で安定し、0.1 秒のフィルタを掛けた波形が破損との関係をより良く表している。

e. 米国電力研究所の調査\*

10Hz を超える振動数領域における高加速度振動による設備の影響について調査を行い、一部の設備を除き影響は無視できると結論付けている。

固有振動数が低い設備は高振動数領域の加速度には影響を受けず、また、固有振動数が高い設備についても、高振動数領域における加速度では変位や応力が小さくなる

ため、高振動数領域で SSE (Safety Shutdown Earthquake) を超える地震動に見舞われた米国内の発電所（上記 b. の発電所）において、設備に影響が無かったことも紹介されている。

注記\*：(出典) EPRI 2006. 12 Program on Criterion Technology Innovation: The Effects of High-Frequency Ground Motion on Structures, Components, and Equipment in Nuclear Power Plants

なお、b. ～d. についての情報は、一般社団法人日本原子力技術協会（現一般社団法人原子力安全推進協会）地震後の機器健全性評価ガイドライン（平成 24 年 3 月）にまとめて記述されている。

<http://www.gengikyo.jp/archive/pdf/JANTI-SANE-G1.pdf>

(2) 変位応答スペクトルを踏まえた剛柔判定の検討

島根原子力発電所第 2 号機のガンマ線遮蔽壁 EL29.962m における基準地震動  $S_s$  による加速度応答スペクトルを図 10 に示す。また、同様に変位応答スペクトルを図 11 に示す。

加速度応答スペクトルでは 0.05 秒未満で一定の加速度値を有するが、構造強度の評価に直接かかわる変位応答スペクトル\*の卓越周期に対し、剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、十分な離隔をもって設定されていることが分かる。

注記\*：機器・配管系の動的解析に適用されるスペクトルモーダル解析 (JEAG 4601-1987 P565, 567) では、加速度応答スペクトルから各モードに対応する応答変位を求め、この応答変位に剛性を乗じて部材力(曲げモーメント、せん断力等)を算出している。

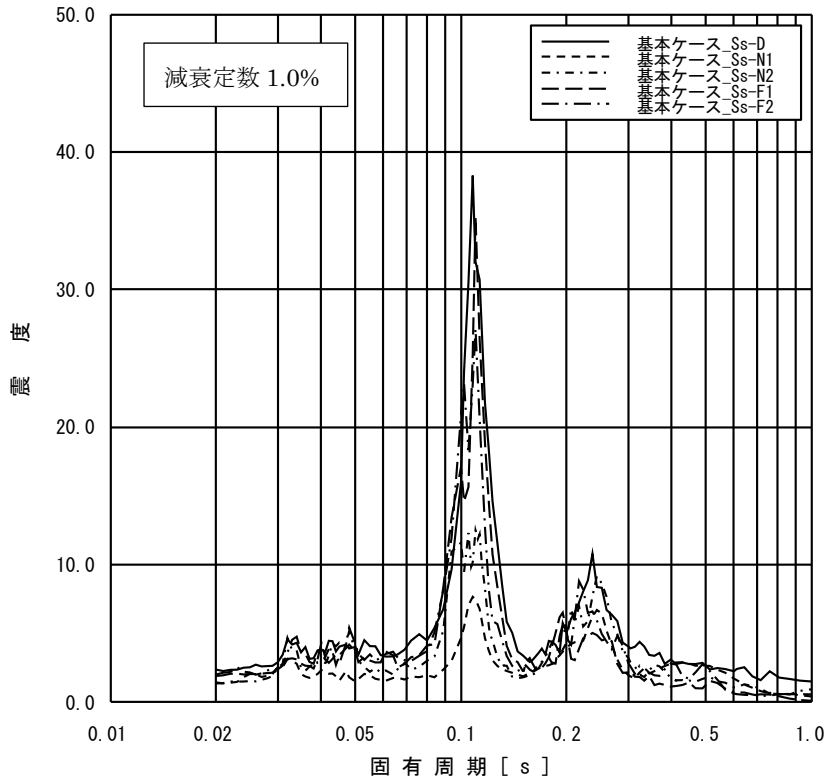


図 10(1) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%)

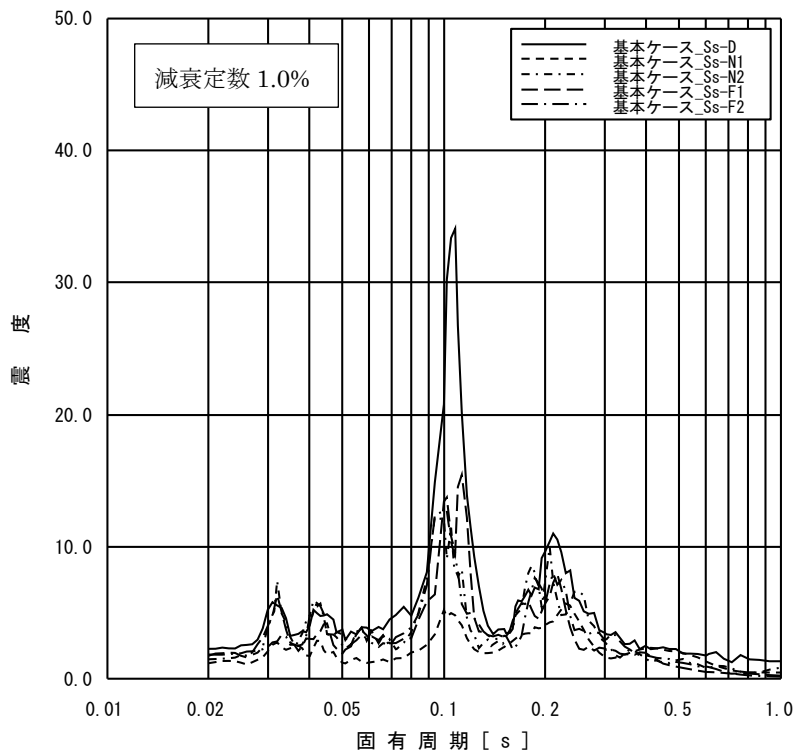


図 10(2) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%)

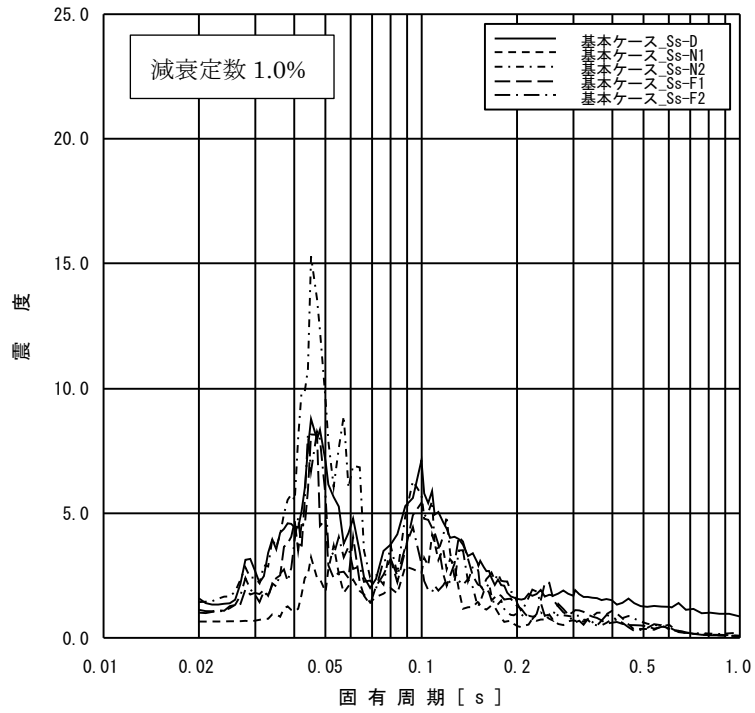


図 10(3) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

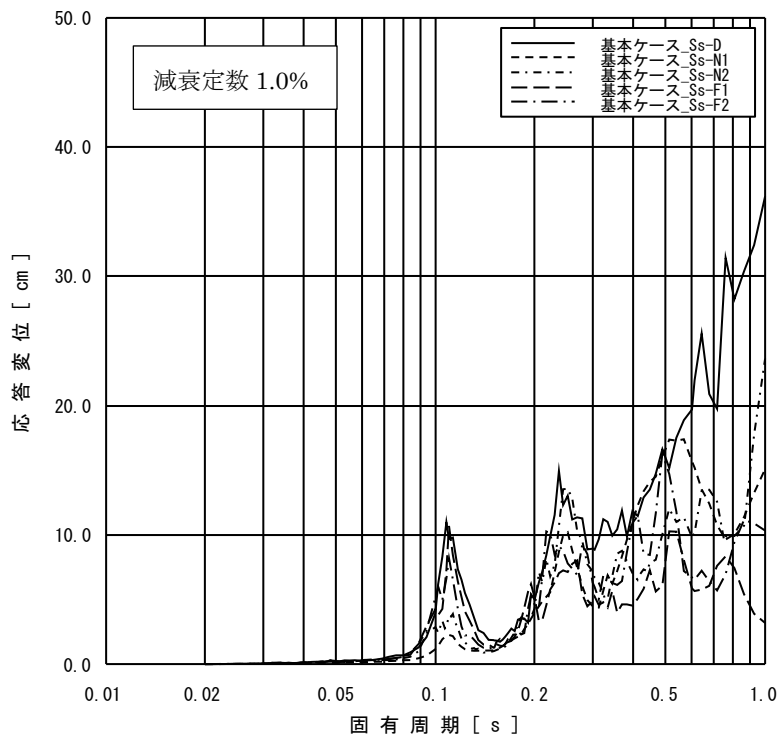


図 11(1) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%)

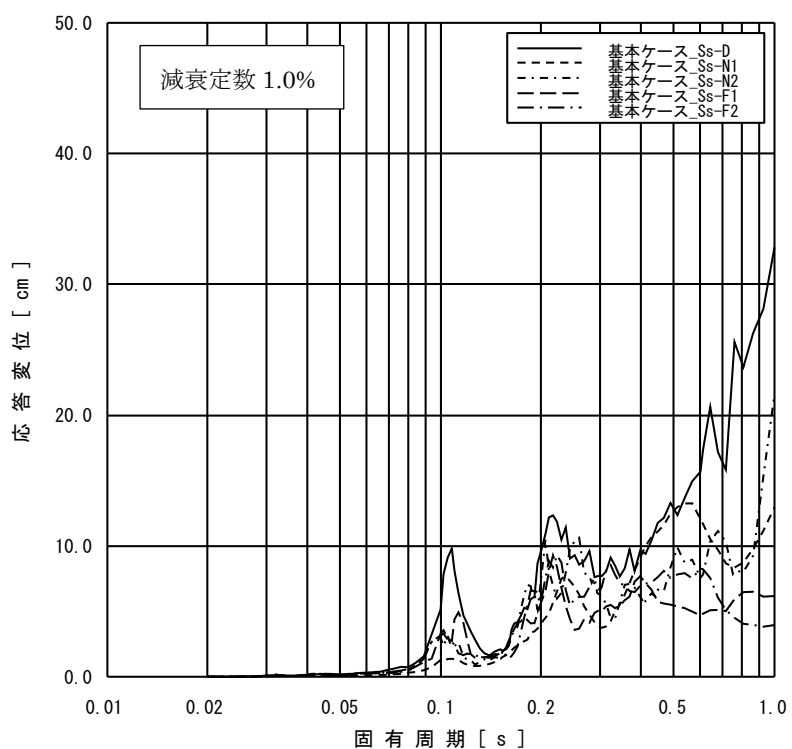


図 11(2) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%)

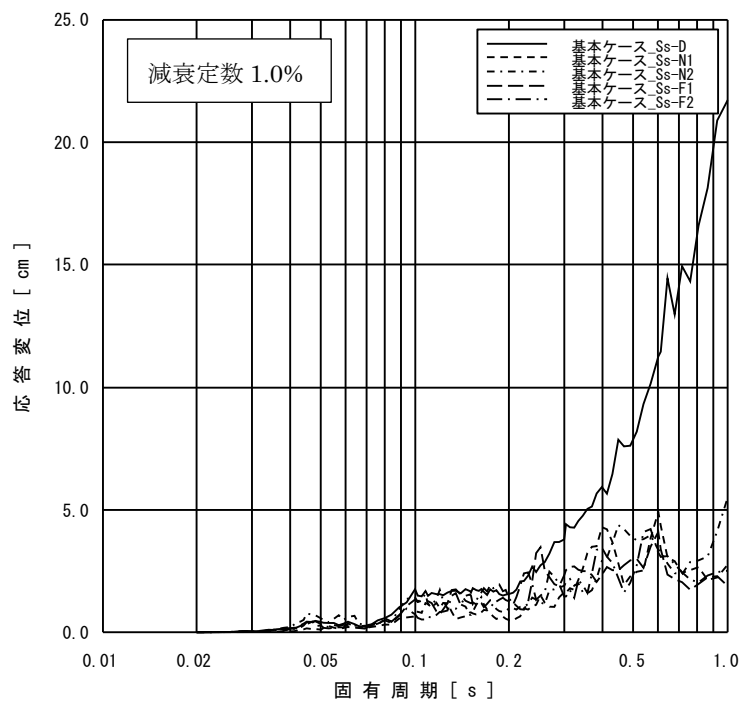


図 11(3) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



## 6. 動的解析法の妥当性確認

本項では現行の動的解析において応答増幅を考慮する固有振動数の範囲は0.05秒を超える(20Hz未満)範囲としていることについて、構造強度設計を行う上で妥当であること、すなわち、変位応答スペクトルをベースに設定した剛柔判定の固有周期が耐震設計を行う上で妥当性を有していることを確認する。また、柔構造の機器・配管系のスペクトルモーダル解析においては、設計用床応答スペクトルに対して高振動数領域を考慮した入力震度を設定している(補足-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)ため、その設定の妥当性を併せて確認する。

なお、弁の動的機能維持評価に適用する加速度値の算定方法については、補足-027-5「弁の動的機能維持評価について」に示す。

### 6.1 確認方法

図12にスペクトルモーダル解析を適用する設備の動的解析法の妥当性確認フローを示す。また、図13に検討における地震応答解析で考慮する固有振動数領域を示す。

本検討は、50Hzの領域まで作成した検討用床応答スペクトルを適用した地震応答解析結果を、20Hzの領域まで作成した設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果及び計算範囲外の高振動数領域に対する配慮として実施している1.2ZPAによる静解析の結果の包絡値と比較する。また、検討用床応答スペクトルを適用した地震応答解析結果を、高振動数領域を考慮した入力震度の設定方法を用いた地震応答解析結果と併せて比較する。

なお、本検討における地震応答解析においては、水平2方向及び鉛直1方向を考慮した解析を実施する。

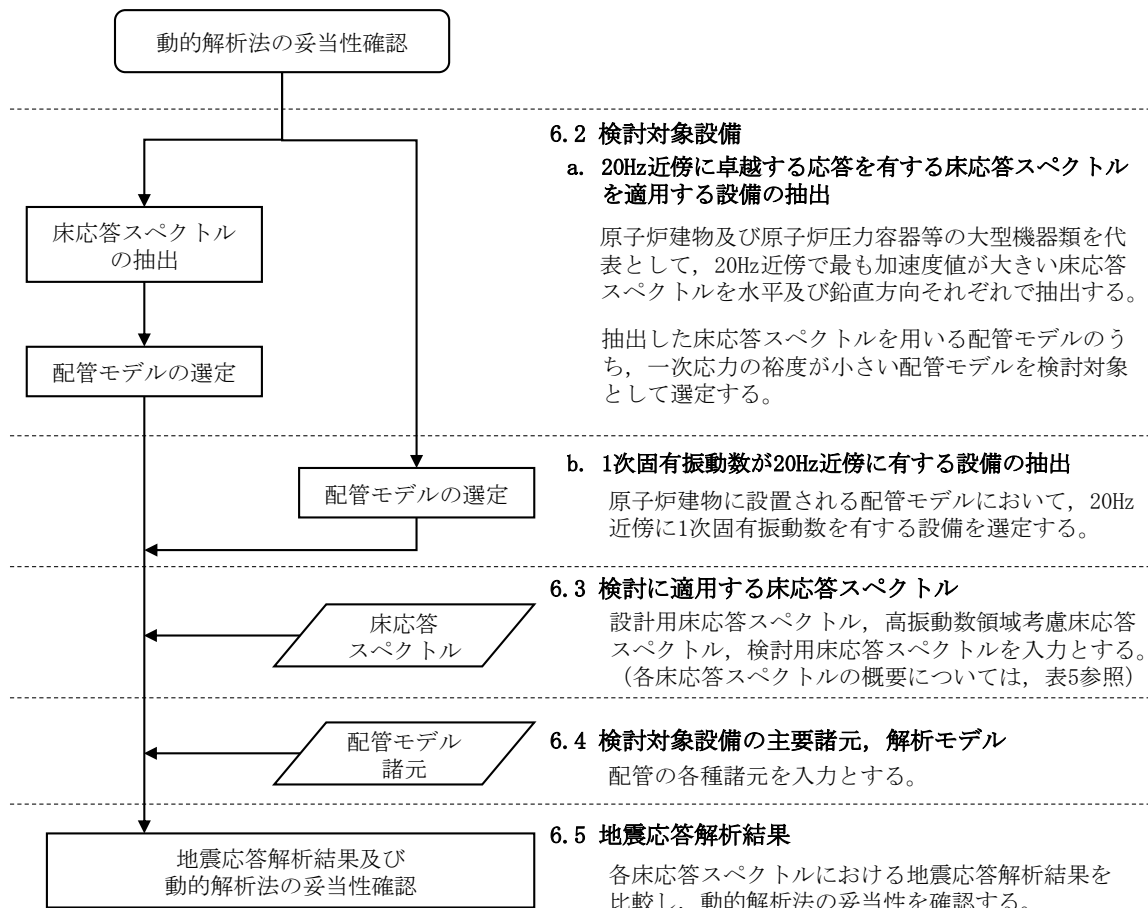


図 12 スペクトルモーダル解析を適用する設備の動的解析法の妥当性確認フロー

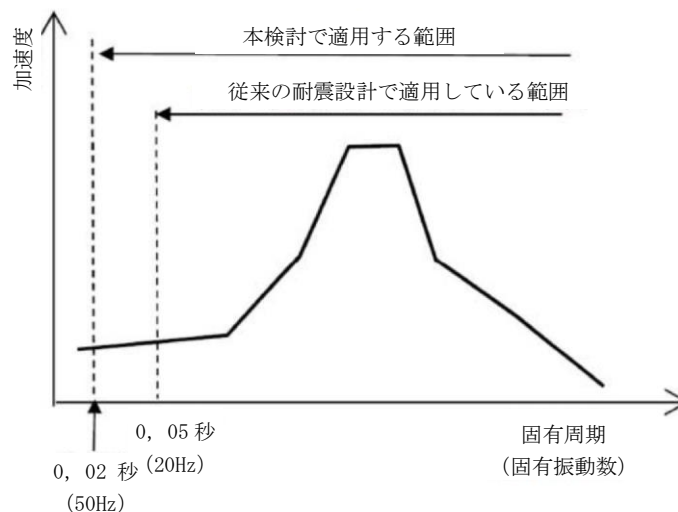


図 13 地震応答解析で考慮する固有振動数領域

## 6.2 検討対象設備

検討対象設備は、20Hz 近傍に卓越する応答に対する検討を行う観点から 20Hz 近傍に卓越する応答を有する構築物の床応答スペクトルを適用する設備を選定する。また、設計用床応答スペクトル作成において 20Hz 以降の高振動数領域を剛な領域としていることを踏まえて、1 次固有振動数が 20Hz 近傍に有する設備を選定する。

### a. 20Hz 近傍に卓越する応答を有する床応答スペクトルを適用する設備の抽出

耐震評価対象設備が最も多い原子炉建物及び原子炉圧力容器等の大型機器類を代表として、以下の地震応答について確認した。加速度応答スペクトルを添付図 1～6 に示す。

- ・原子炉建物
- ・原子炉格納容器
- ・ガンマ線遮蔽壁
- ・原子炉圧力容器ペDESTAL
- ・原子炉圧力容器

添付図 1～6 より、水平及び鉛直方向ともに高振動数領域(50Hz)へ向かうにつれて加速度値は低下傾向にあるものの、20Hz 近傍で応答が卓越している質点が複数あることが分かる。

そこで、各加速度応答スペクトルの結果から、20Hz 近傍で最も加速度値が大きい原子炉建物 EL51.700m（水平方向）とガンマ線遮蔽壁 EL29.962m（鉛直方向）の床応答スペクトルを適用するもののうち、一次応力の裕度が小さい燃料プールのプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）及び残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）を対象として検討する。

### b. 1 次固有振動数が 20Hz 近傍に有する設備の抽出

原子炉建物に設置される配管系において、20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する設備を選定する。20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する配管系として、1 次として 、2 次として  の振動モードを有する燃料プールのプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）を選定する。

上記の a. 及び b. の検討により抽出した検討対象設備を表 3 に示す。なお、原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の床応答スペクトルを適用し耐震評価を実施する設備を表 4 に示す。

表 3 妥当性検討に用いた対象設備

対象設備	選定理由
燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)	水平方向で 20Hz 近傍の加速度が最も大きい原子炉建物 EL51.700m の床応答スペクトルを適用し評価する設備のうち、一次応力の裕度が小さい設備として選定した。
残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)	鉛直方向で 20Hz 近傍の加速度が最も大きいガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の床応答スペクトルを適用し評価する設備のうち、一次応力の裕度が小さい設備として選定した。
燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)	20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有し、2 次固有振動数が 20Hz 以上となる設備として選定した。

表 4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(1/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応 答スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-1)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-3)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-4)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-5)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-10)	原子炉建物 EL 34.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-11)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-12)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		○
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-3)	原子炉建物 EL 51.700m		○
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-4)	原子炉建物 EL 51.700m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-5)	原子炉建物 EL 23.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-6)	原子炉建物 EL 34.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-7)	原子炉建物 EL 51.700m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-8)	原子炉建物 EL 51.700m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備（2/9）

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
給水系配管 (FW-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 21.500m		—
給水系配管 (FW-PD-2)	ガンマ線遮蔽壁 EL 21.500m		—
給水系配管 (FW-T-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-4)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-5)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-6)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-8)	ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962m		○
残留熱除去系配管 (RHR-PS-9)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PS-10)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-5)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-5A)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-5B)	原子炉建物 EL 30.500m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-6)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(3/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
残留熱除去系配管 (RHR-R-7)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-8)	原子炉建物 EL 30.500m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-9)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-10)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-12)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-13)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-14)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-15)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-16)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-17)	原子炉建物 EL 34.800m		—
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(4/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-5)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RCIC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RCIC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (FW-T-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-3)	原子炉建物 EL 30.500m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-5A)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-F-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-PS-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—



表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(5/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-4)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-6)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-7)	原子炉建物 EL 30.500m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-12)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-18)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉浄化系配管 (CUW-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-2)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-3)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-4)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-5)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-6)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(6/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-1)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-2)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-3)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-4)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-5)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-6)	原子炉建物 EL 30.500m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-3)	原子炉建物 EL 42.800m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-1SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-2SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-3SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-4SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-1SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-2SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-3SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ドレン移送系配管 (RWL-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(7/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
ドレン移送系配管 (RWL-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (RHR-R-5B)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペDESTAL代替注水系配管 (APFS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペDESTAL代替注水系配管 (APFS-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペDESTAL代替注水系配管 (APFS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペDESTAL代替注水系配管 (APFS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペDESTAL代替注水系配管 (MUW-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (FLSR-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m	—	

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(8/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-9)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-19)	原子炉建物 EL 30.500m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-1)	原子炉建物 EL 30.500m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-2)	原子炉建物 EL 30.500m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-1SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-2SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-3SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-4SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-5SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-6SP)	原子炉建物 EL 8.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-7SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-8SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-9SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-10SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—

表 4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の

床応答スペクトルを適用する設備(9/9)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—
窒素ガス制御系配管 (NGC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—

### 6.3 検討に適用する床応答スペクトル

設計用床応答スペクトル、高振動数領域を考慮した入力震度（以下「高振動数領域考慮床応答スペクトル」という）の設定方法及び検討用床応答スペクトルの概要を表 5、検討に適用する床応答スペクトルを図 14～図 16 に示す。

設計用床応答スペクトルは、表 6 に示す各検討対象設備に応じた設計用床応答スペクトルⅠ又はⅡを適用する（1.2ZPA による静解析に適用する設計用震度も同様）。なお、設計用床応答スペクトルの作成方法は、補足-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」における「2.1 設計用床応答スペクトルⅠの作成方法」及び「2.2 設計用床応答スペクトルⅡの作成方法」に示す。

高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法は、上記の設計用床応答スペクトルについて、補足-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」における「3.2 地震応答解析における高振動数領域を考慮した入力震度の設定方法」に従い高振動数領域を考慮して設定する。

検討用床応答スペクトルは、上記の設計用床応答スペクトルと同じ解析ケースの時刻歴応答解析結果を用いて、剛領域の設備応答の影響を確認する観点から、固有周期 0.02 秒（50Hz）まで作成するとともに、設計用床応答スペクトルと同様に基本ケースについては周期軸方向に 10% 拡幅する。

なお、床応答スペクトルの作成における固有周期の計算間隔は、表 7 に示す計算間隔を用いる。

表5 検討に適用する床応答スペクトルの設定方法の概要

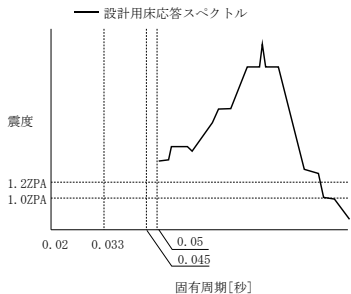
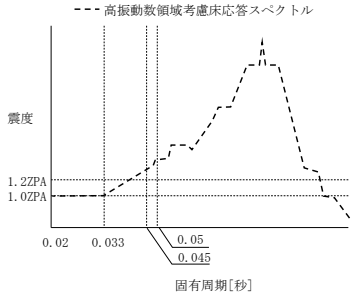
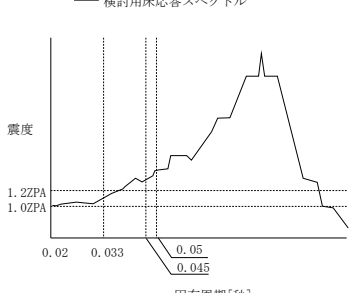
No.	種類	スペクトルの形状	地震応答解析に 考慮する振動数範囲
①	設計用床応答 スペクトル		1~20Hz
②	高振動数領域 考慮床応答 スペクトル		1~50Hz
③	検討用床応答 スペクトル		1~50Hz

表 6 各検討対象設備に適用する設計用床応答スペクトルの種類

検討対象 設備	設計用床応答 スペクトルの 種類	(参考) 設計用床応答スペクトル作成に係る解析ケース		
		基本ケース		不確かさケース
		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2 (地盤物性+ $\sigma$ )	ケース 3 (地盤物性- $\sigma$ )
SFPS-R-3	設計用床応答 スペクトル II	○		
RHR-PD-8	設計用床応答 スペクトル I	○	○	○
SFPS-R-2	設計用床応答 スペクトル II	○		

表 7 固有周期の計算間隔

固有周期 (s)	計算間隔 ( $\Delta\omega$ : rad/s)
0.02 ~ 0.1	4.0
0.1 ~ 0.15	1.5
0.15 ~ 0.3	0.8
0.3 ~ 0.6	0.6
0.6 ~ 1.0	0.5

注：VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」のうち「2.2.1 (3) 数値計算用諸元」における固有周期計算間隔を再掲。なお、固有周期 0.02(s)~0.05(s)における計算間隔については、固有周期 0.05(s)~0.1(s)と同じ計算間隔を用いる。



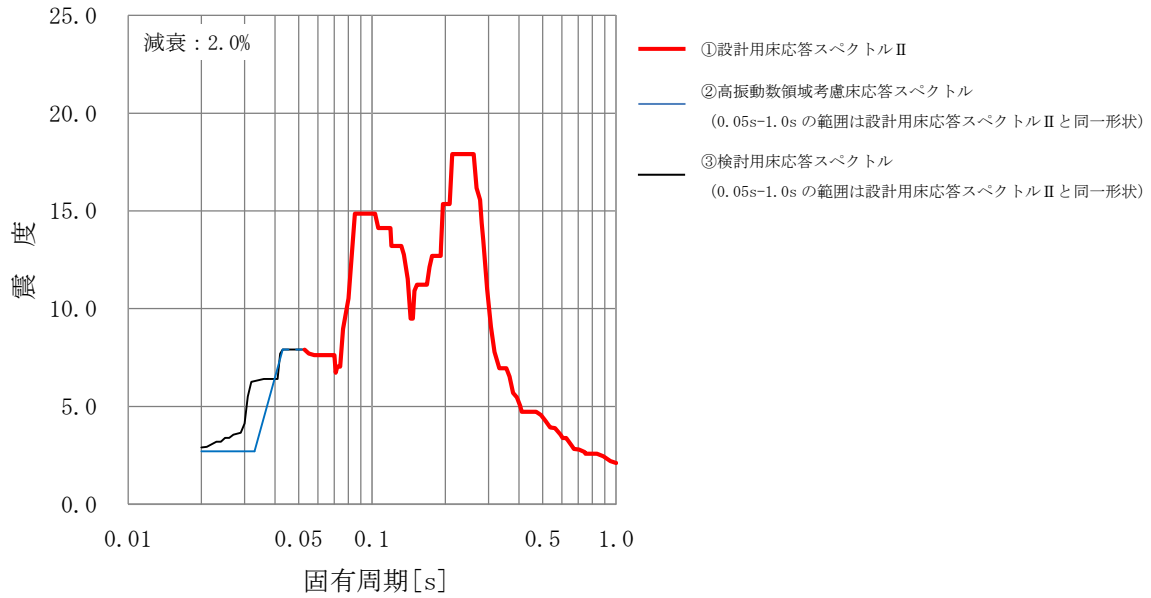


図 14(1) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (NS 方向)

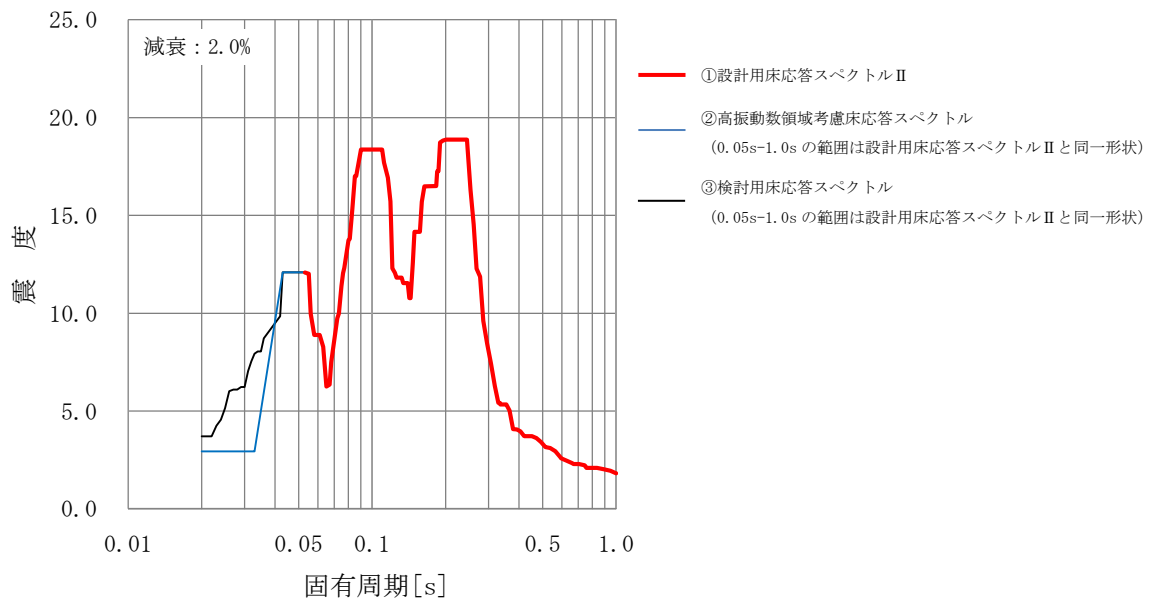


図 14(2) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (EW 方向)

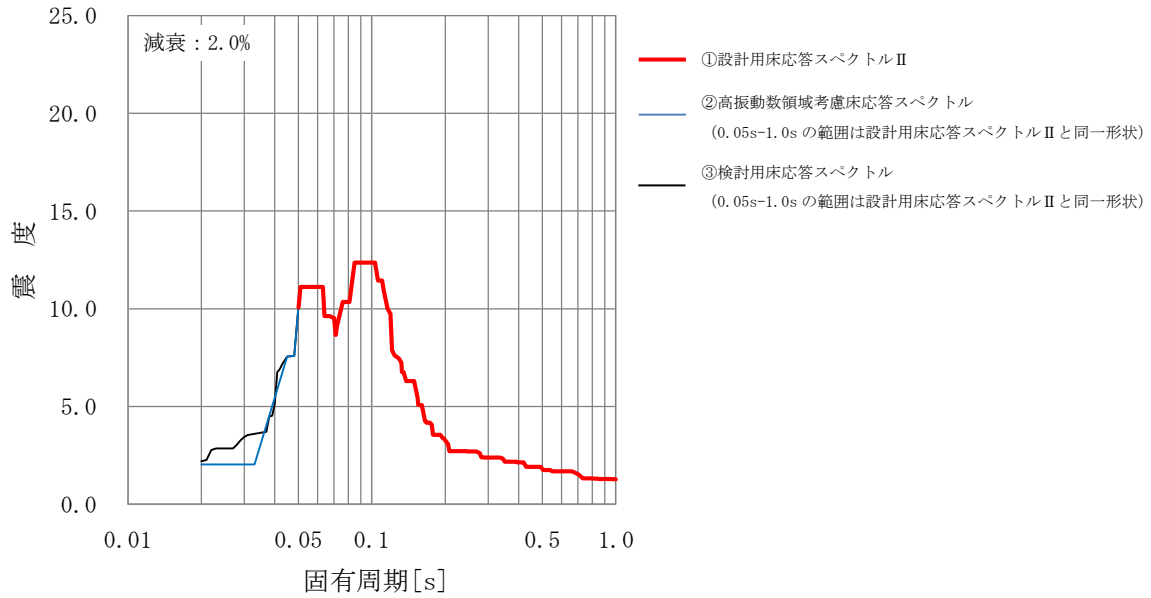
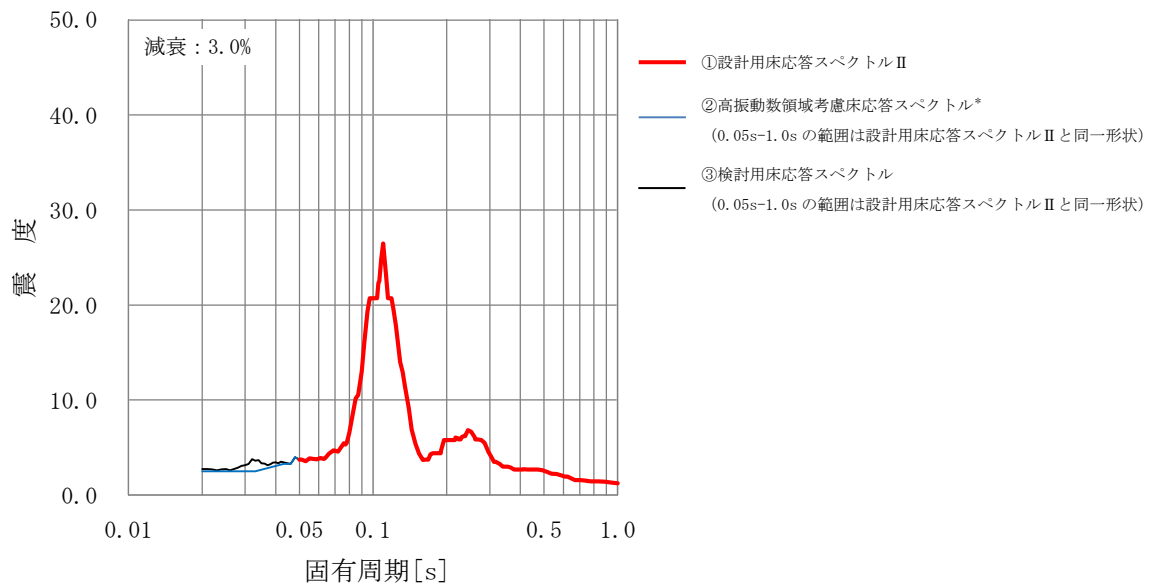
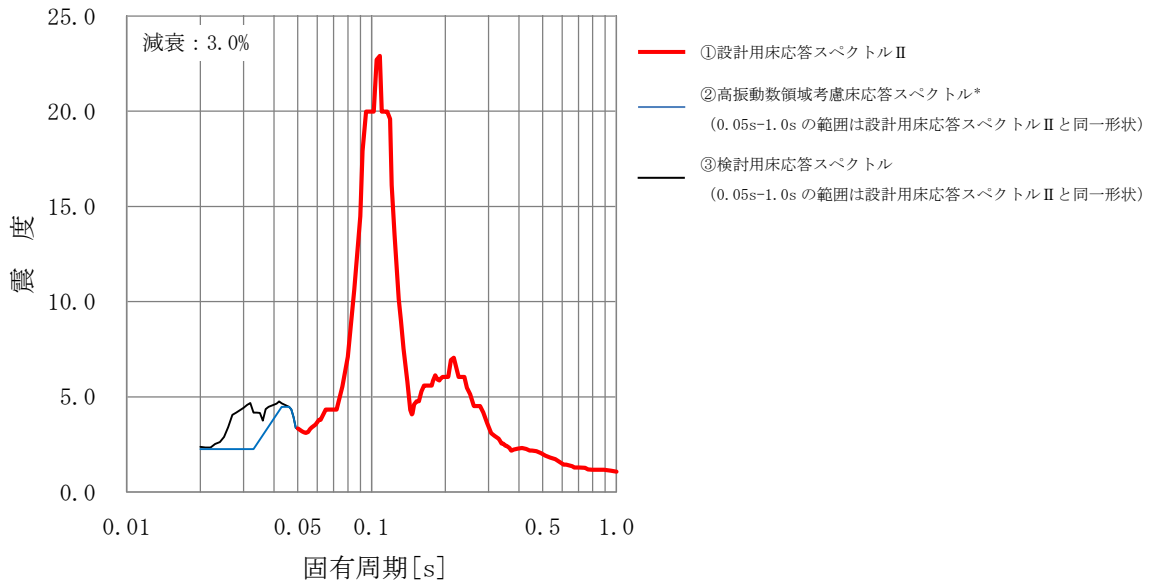


図 14(3) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (鉛直方向)



注記\*：本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル（拡幅あり）を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

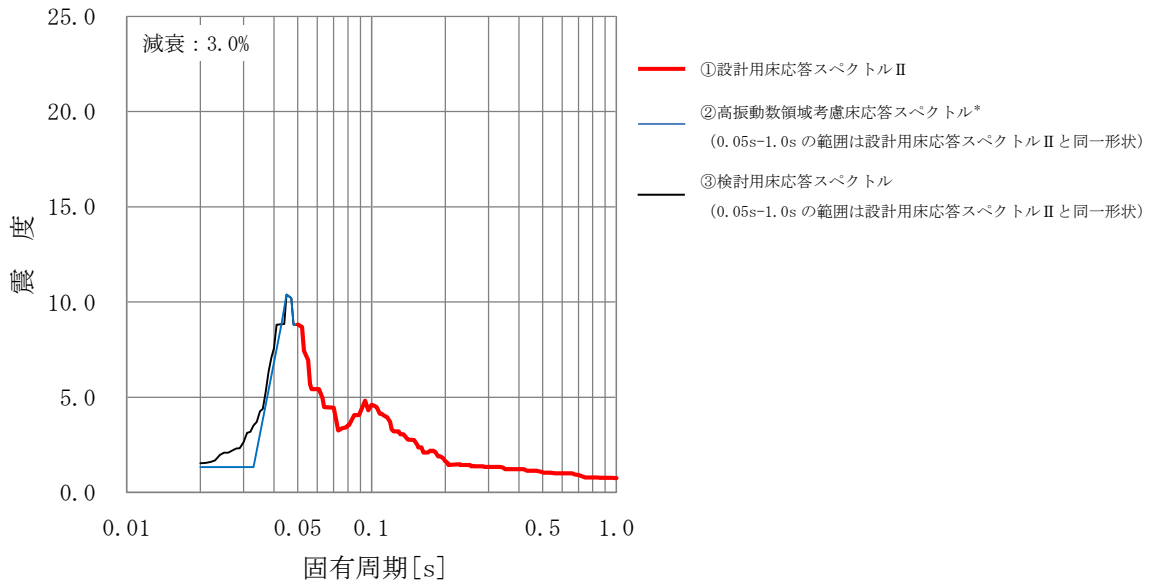
図 15(1) 検討に適用する床応答スペクトル  
(残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (NS 方向)



注記\*: 本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル（拡幅あり）を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

図 15(2) 検討に適用する床応答スペクトル

(残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (EW 方向)



注記\*: 本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル（拡幅あり）を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

図 15(3) 検討に適用する床応答スペクトル

(残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (鉛直方向)

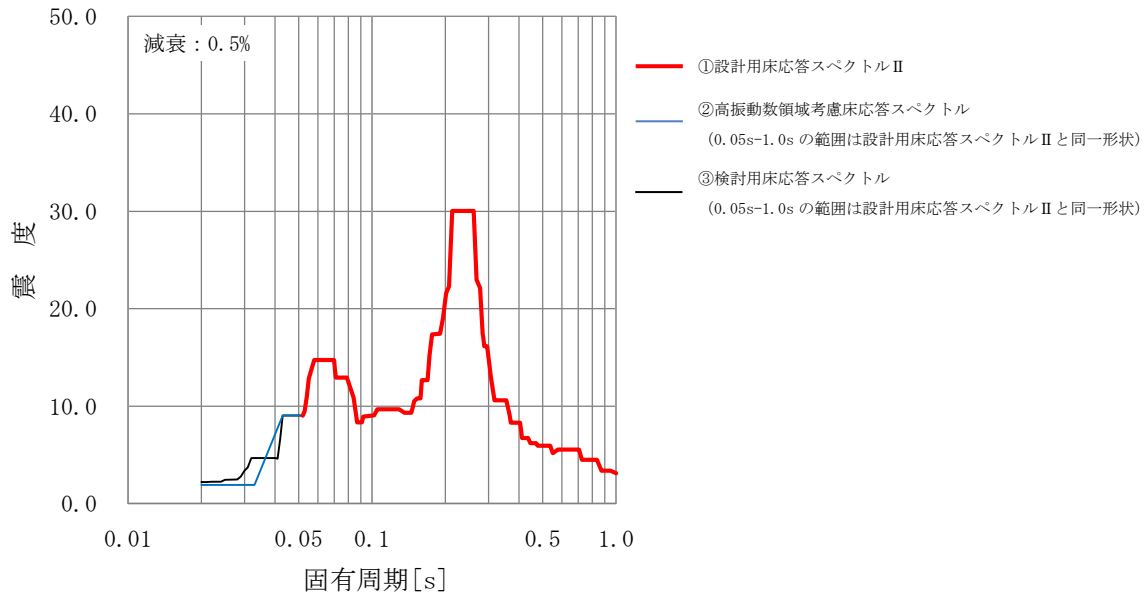


図 16(1) 検討に適用する床応答スペクトル

(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (NS 方向)

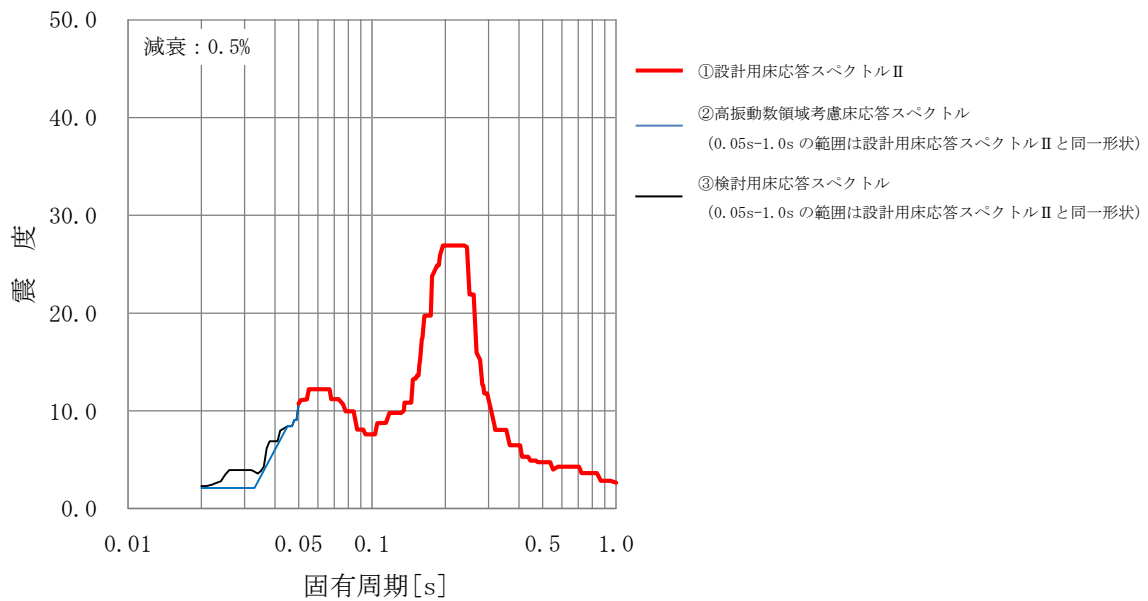


図 16(2) 検討に適用する床応答スペクトル

(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (EW 方向)

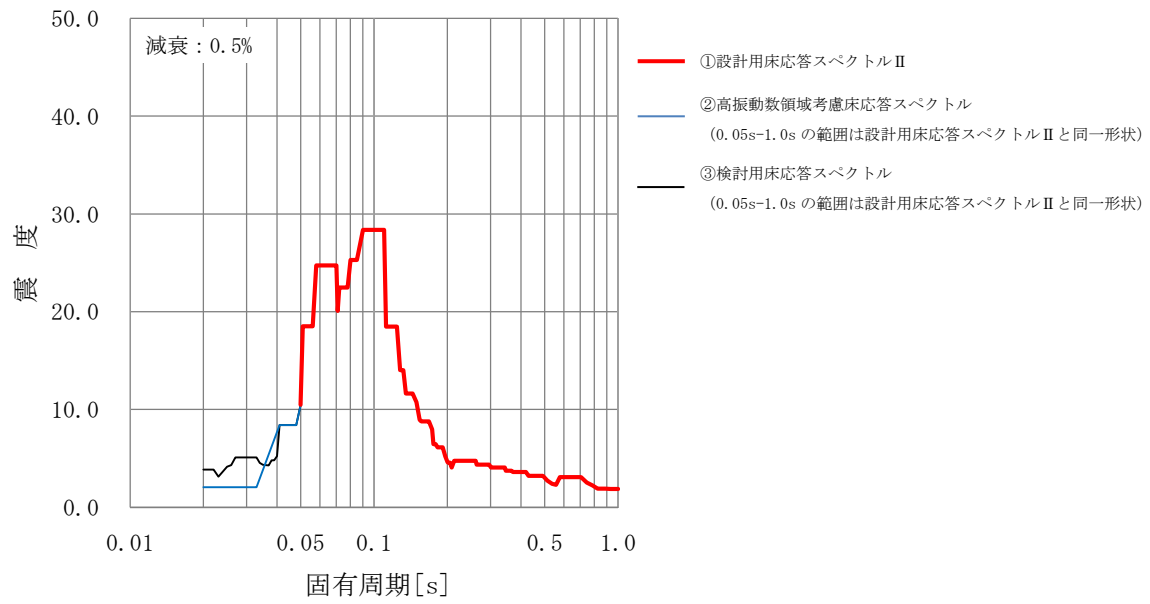


図 16(3) 検討に適用する床応答スペクトル

(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (鉛直方向)

#### 6.4 検討対象設備の主要諸元，解析モデル

検討対象設備として燃料プールスプレイ系配管及び残留熱除去系配管の主要仕様，解析モデル図，固有振動数及び刺激係数，主要次数のモード図を示す。

##### a. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）

燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の主要仕様を表 8 に，解析モデル図を図 17 に，固有振動数及び刺激係数を表 9 に，主要次数のモード図を図 18 に示す。

表 8 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	2.45
最高使用温度 (°C)	66
外径 (mm)	114.3
厚さ (mm)	6.0
材料	SUS304TP

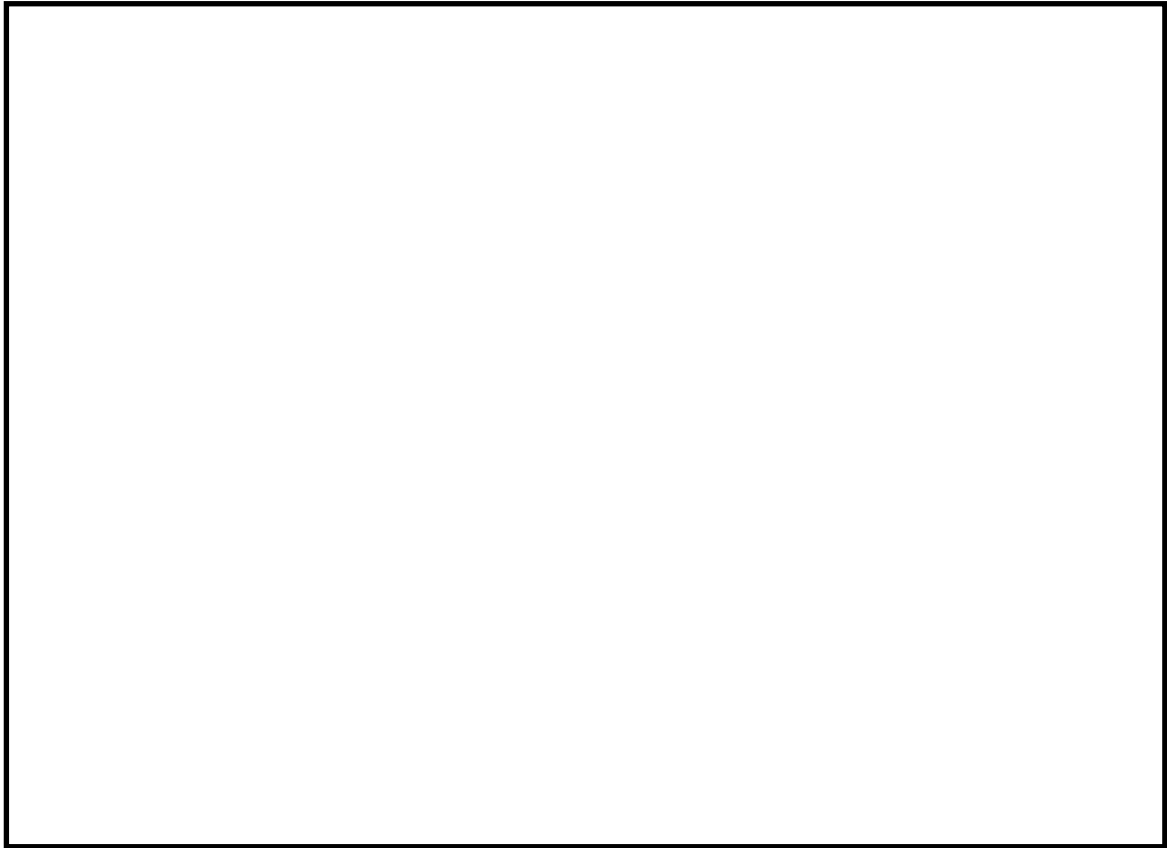


図 17 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の解析モデル図

表 9 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の固有振動数及び刺激係数 (1/2)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向



表 9 燃料プールのプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の固有振動数及び刺激係数 (2/2)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

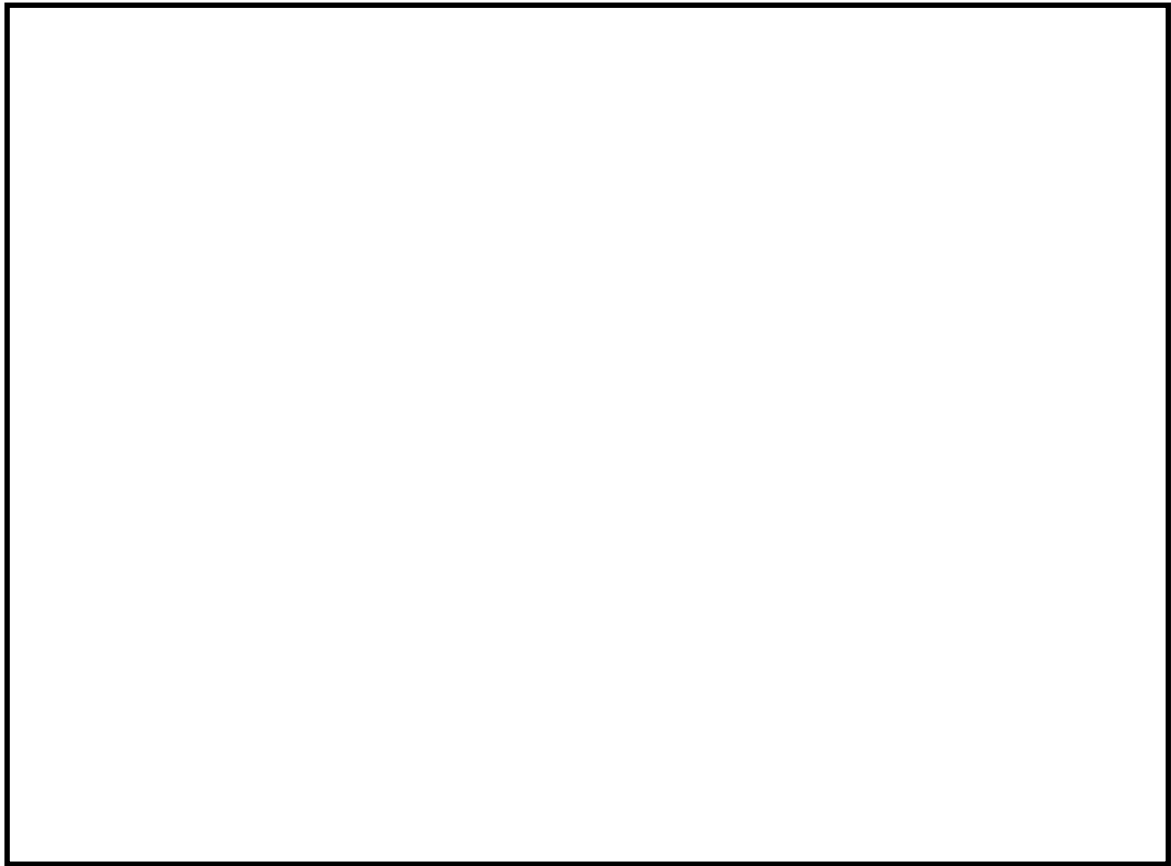


図 18(1) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (1 次)

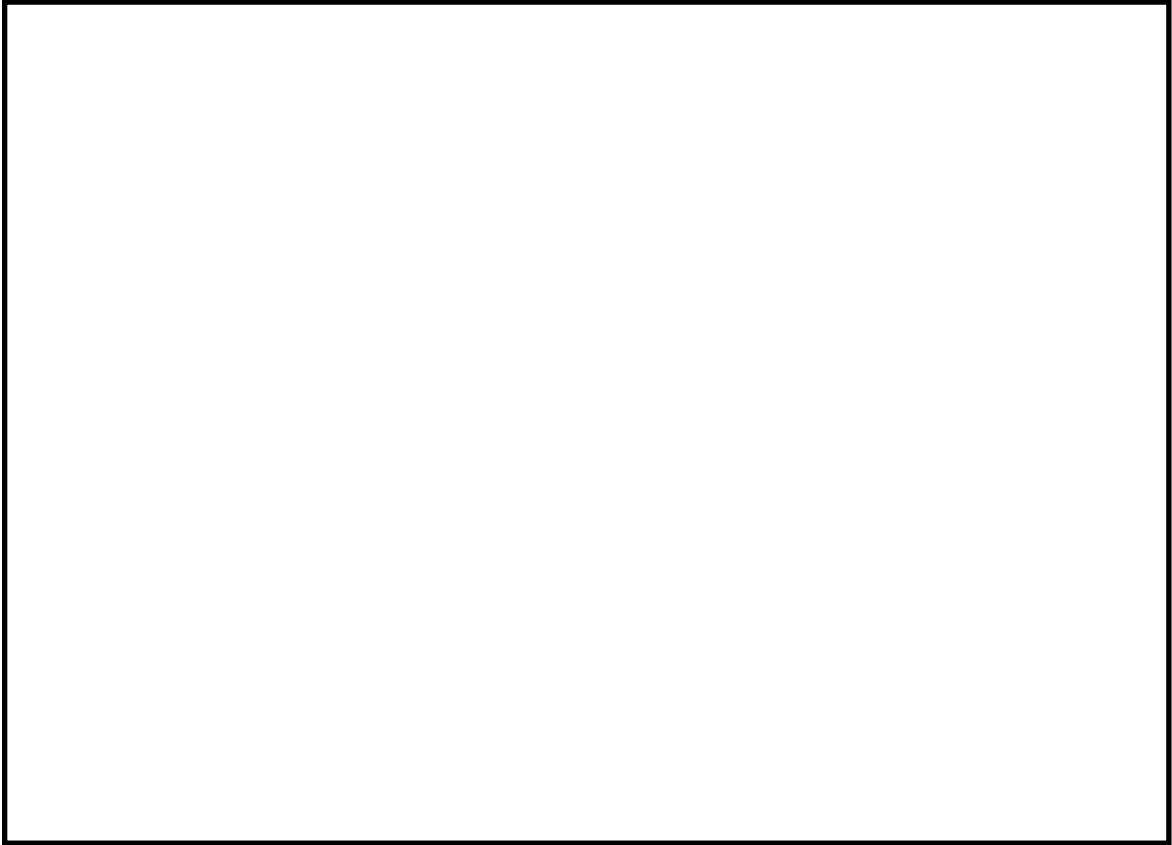


図 18(2) 燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (2 次)

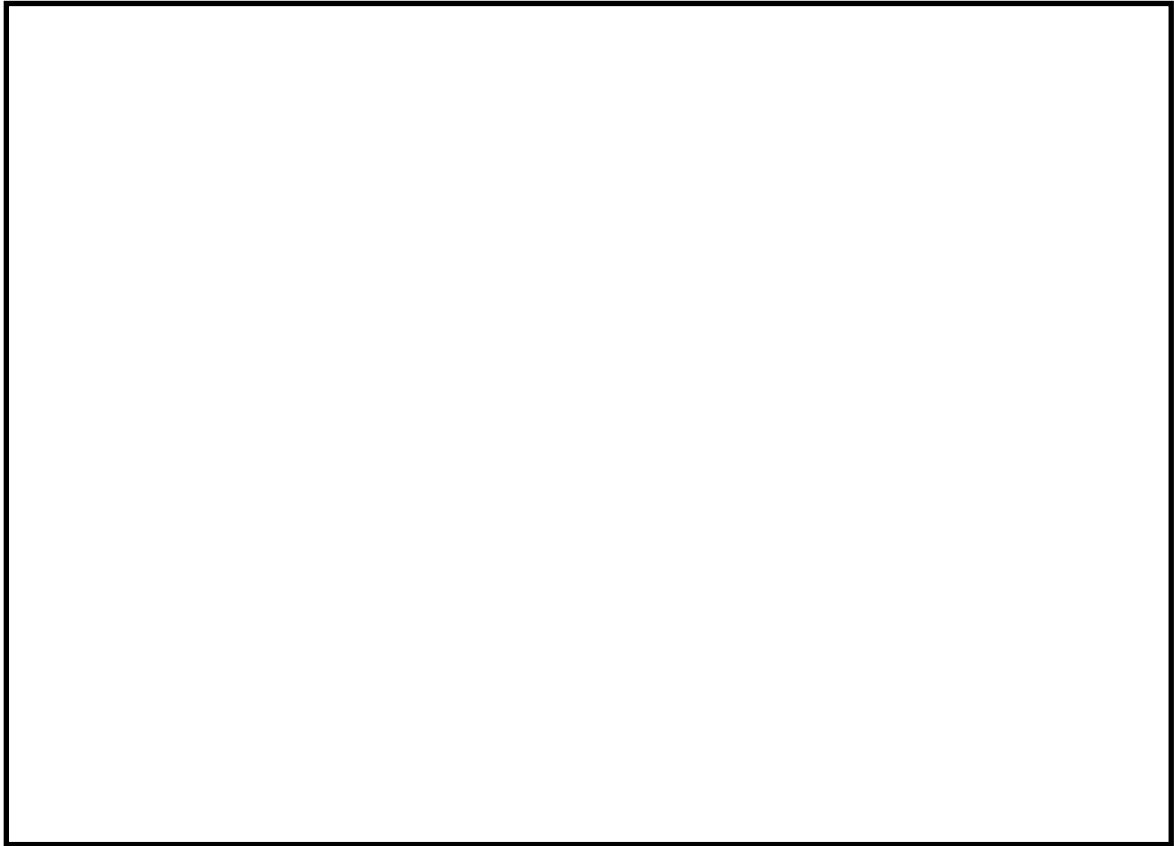


図 18(3) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (3 次)

b. 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）

残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の主要仕様を表 10 に、解析モデル図を図 19 に、固有振動数及び刺激係数を表 11 に、主要次数のモード図を図 20 に示す。

表 10 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）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)	114.3
厚さ (mm)	11.1
材料	STS42

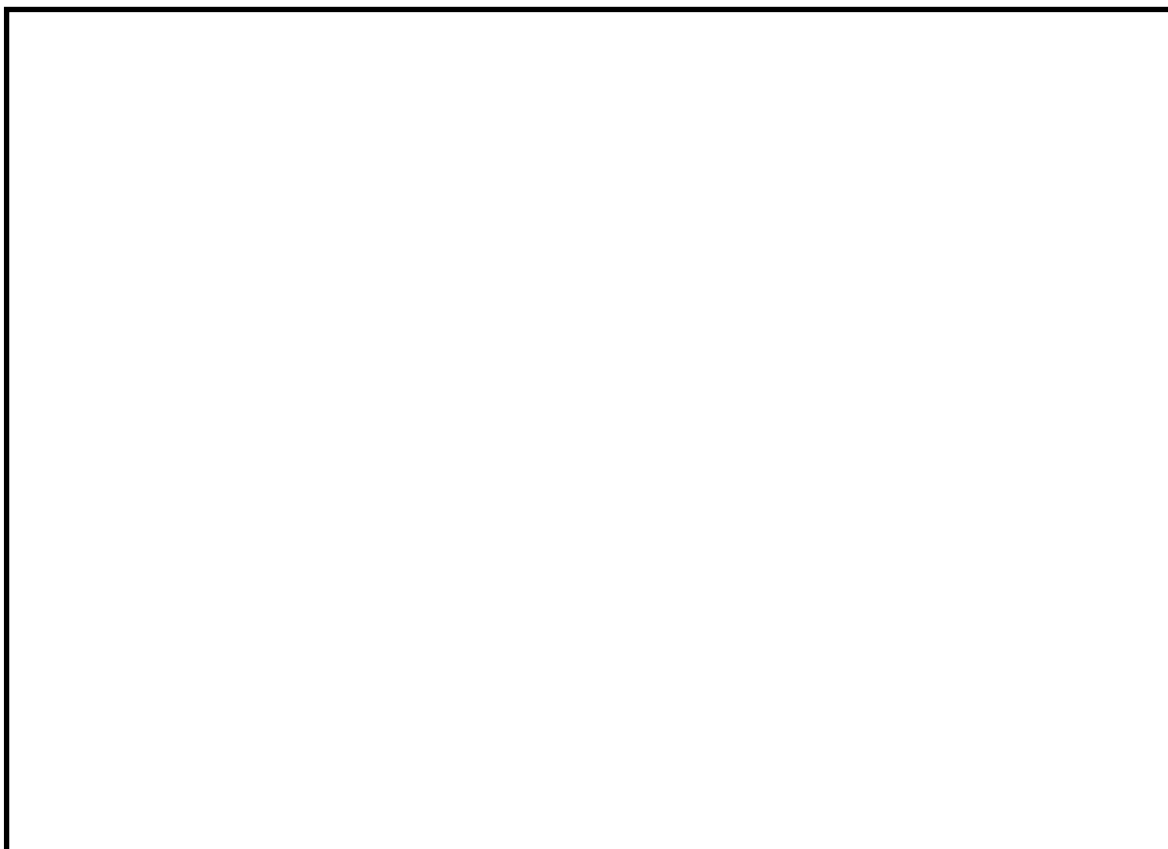


図 19 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の解析モデル図

表 11 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）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*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

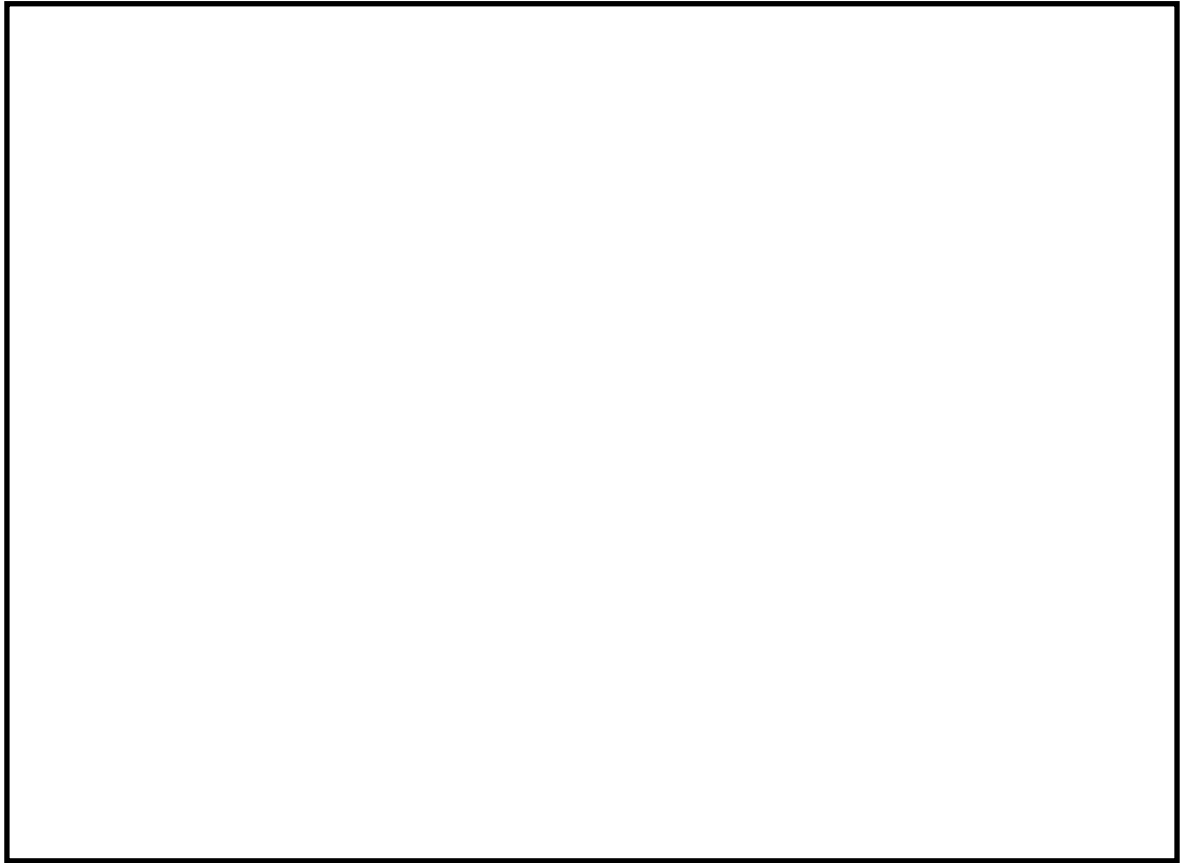


図 20(1) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (1次)



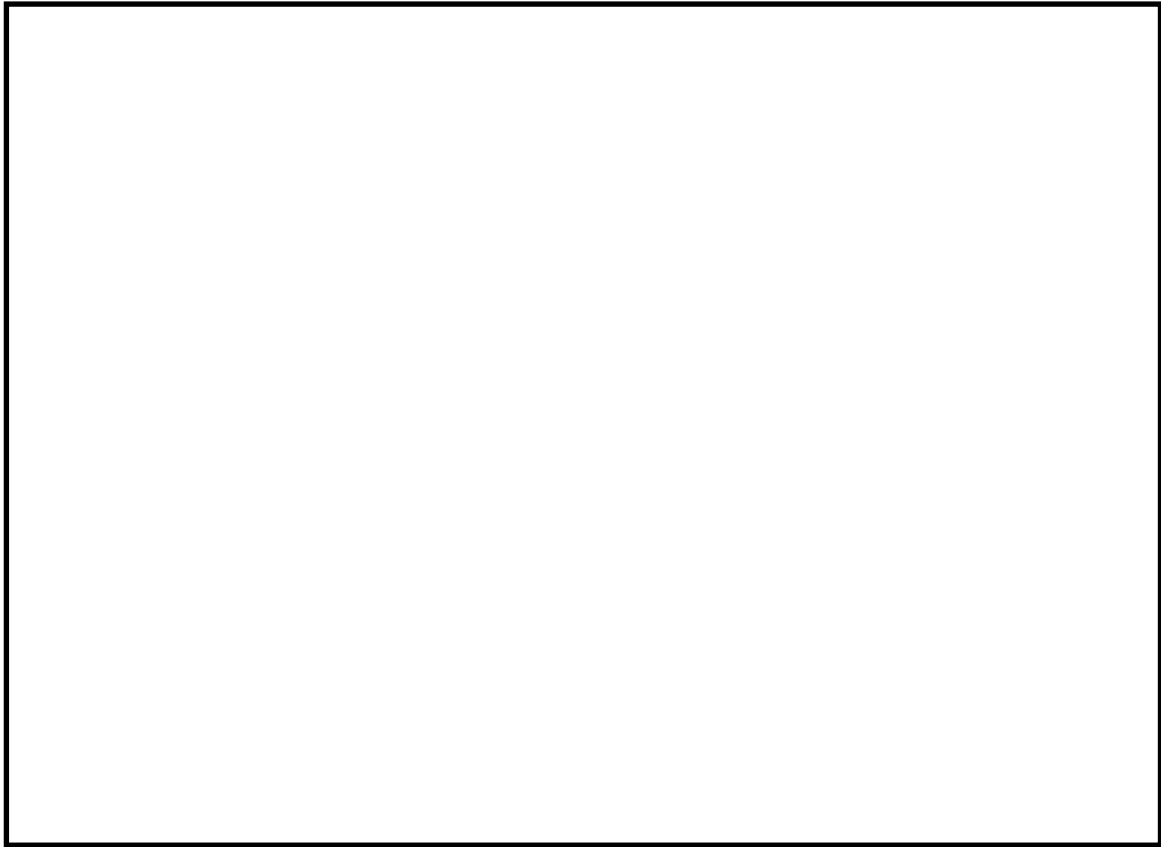


図 20(2) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (2次)

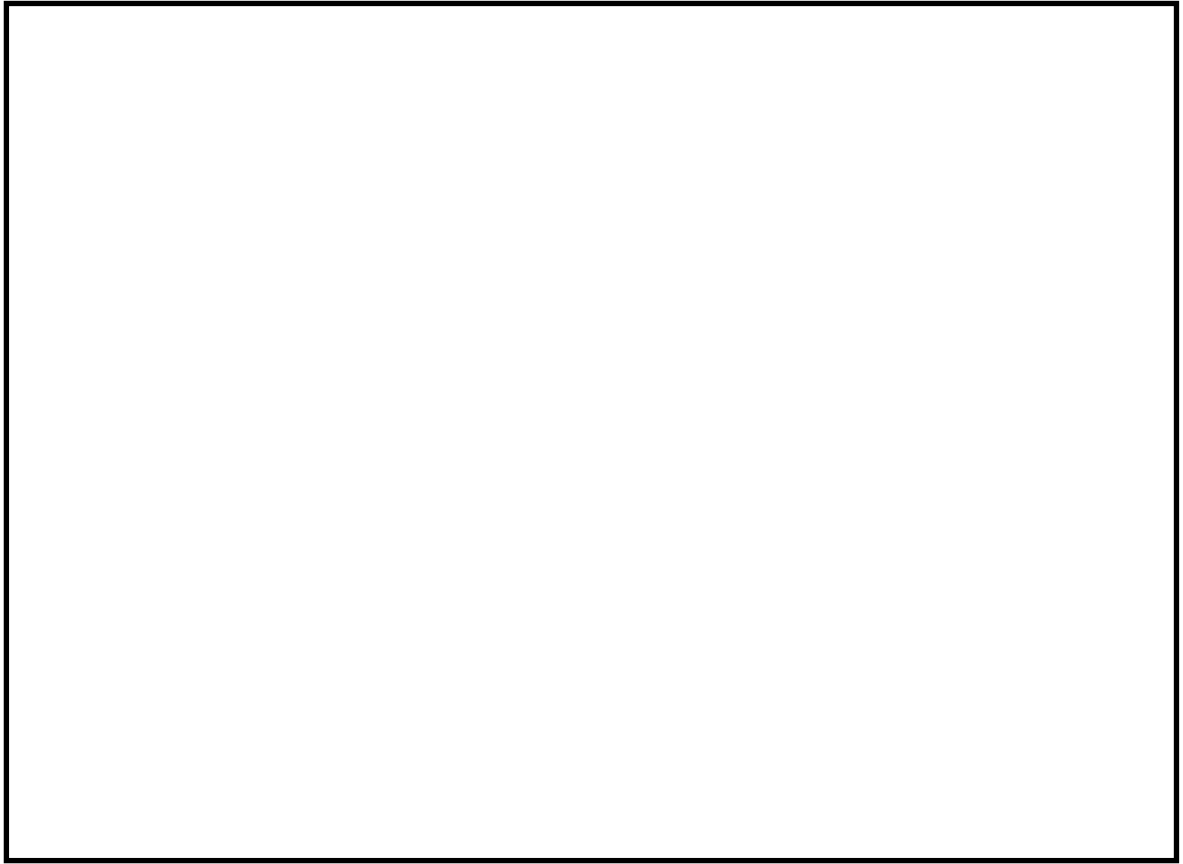


図 20(3) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (3 次)

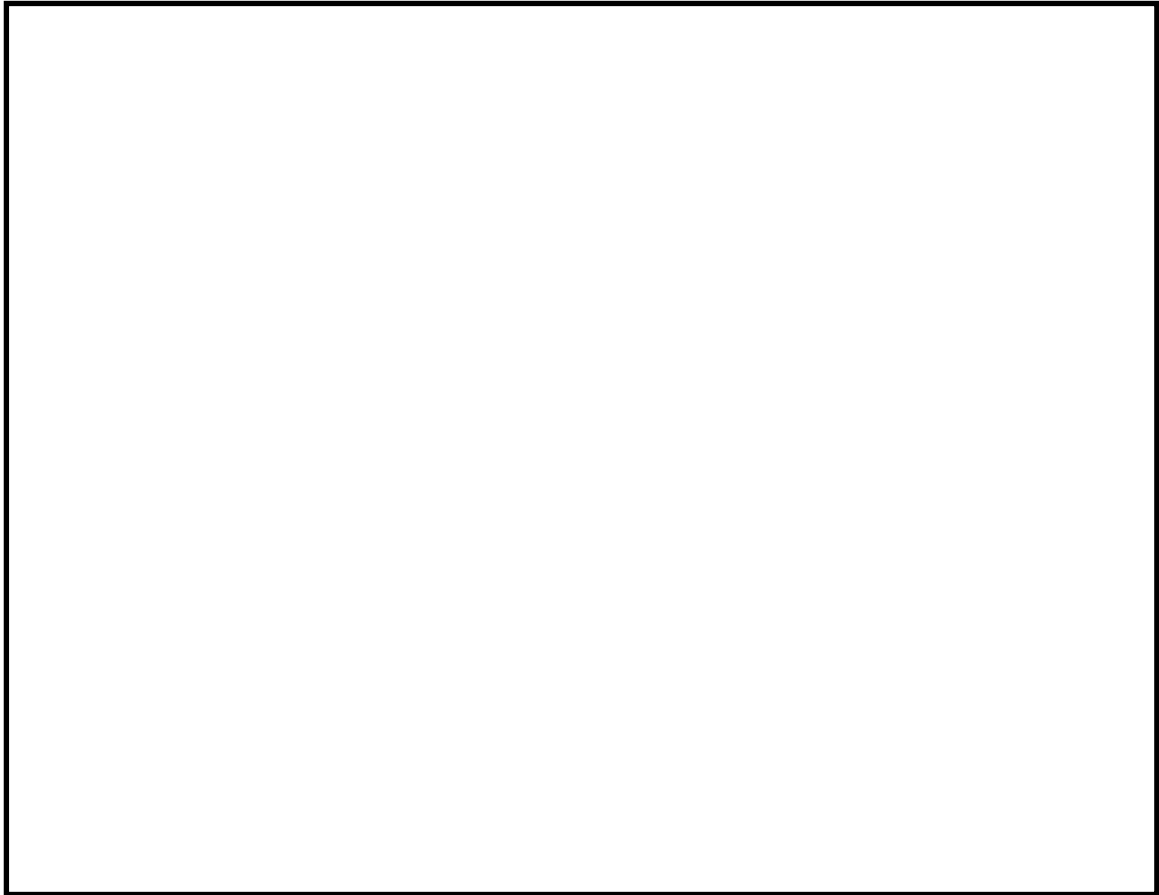


図 20(4) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (4 次)

c. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）

燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の主要仕様を表 12 に、解析モデル図を図 21 に、固有振動数及び刺激係数を表 13 に、主要次数のモード図を図 22 に示す。

表 12 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	2.45
最高使用温度 (°C)	66
外径 (mm)	114.3
厚さ (mm)	6.0
材料	SUS304TP



図 21 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の解析モデル図

表 13 燃料プールのプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）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*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

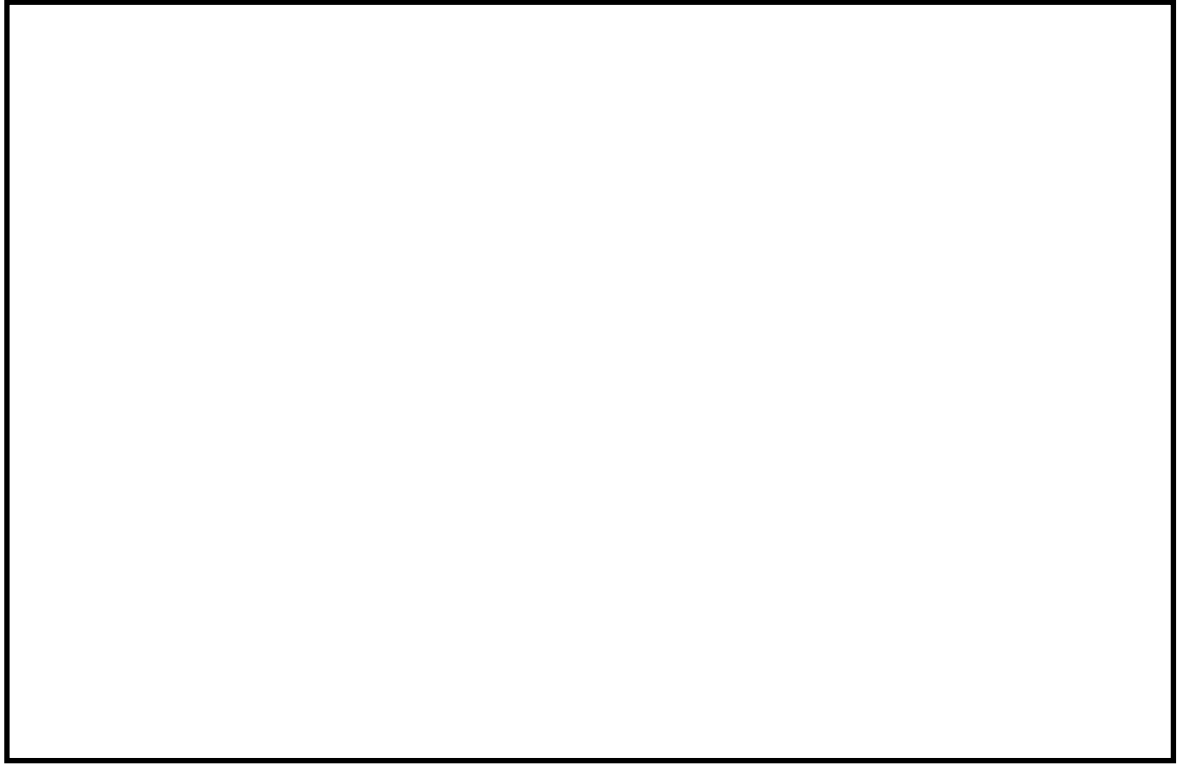


図 22(1) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (1 次)

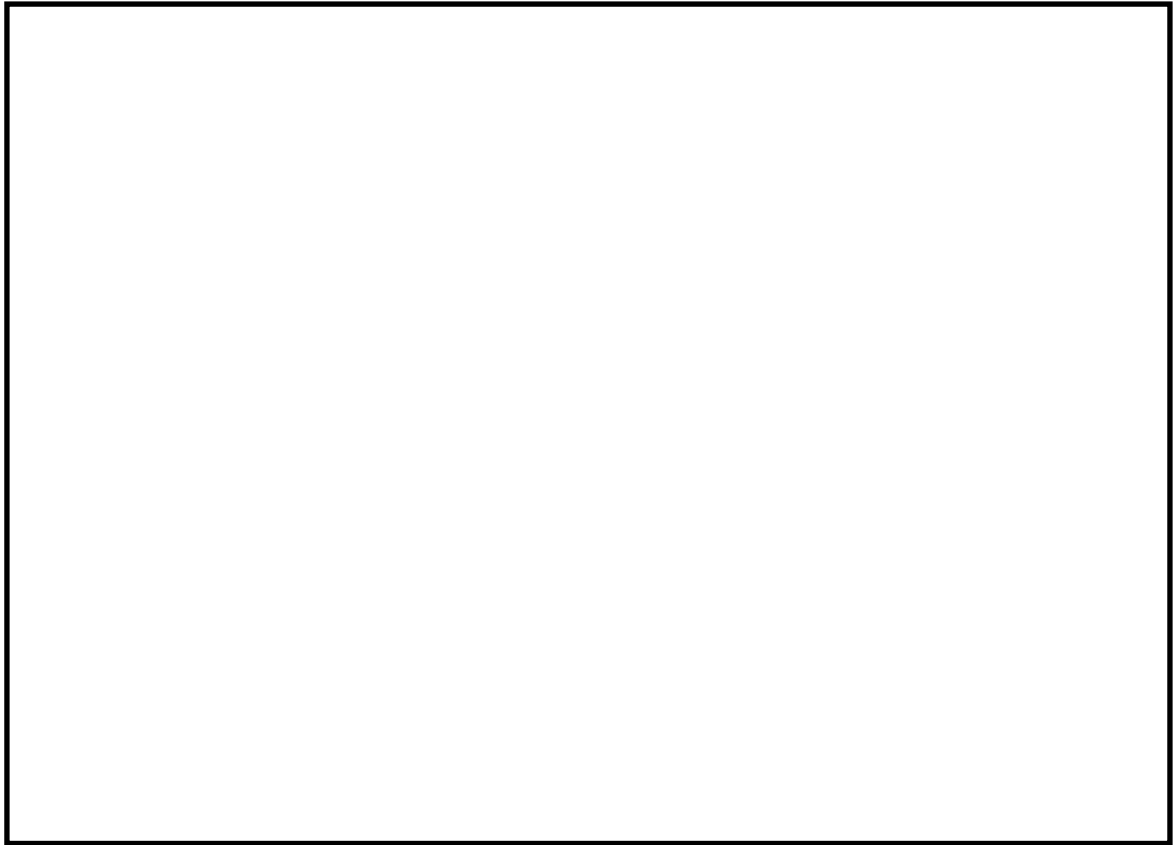


図 22(2) 燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (2 次)





図 22(3) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (3 次)

## 6.5 地震応答解析結果

設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果及び静的解析結果とそれらの包絡値、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果並びに検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果を示す。

### a. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）

評価結果を表 14 に示すとともに、最大応力発生部位を図 23 に示す。燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 192MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 192MPa であり、同等であることが確認された。

これは、1 次モード（）の応答が、最大応力となる評価点 98 の発生応力に支配的な影響を有しており、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響をほとんど受けないことから、設計用床応答スペクトルでの評価結果と検討用床応答スペクトルにおける評価結果が同等となると考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 192MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果と同等である。

表 14 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の評価結果

(質点 98)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	192	431
	静的解析 (1.2ZPA)	74	
	包絡値	192	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	192	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	192	



図 23 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の最大応力発生部位

b. 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）

評価結果を表 15 に示すとともに、最大応力発生部位を図 24 に示す。残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 36MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 65MPa であり、発生応力は増加したが、静的解析（1.2ZPA）結果は 74MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果を上回ることが確認された。

これは、4 次モード（）の応答が、最大応力となる評価点 17 の発生応力に比較的大きな影響を有しており、この振動モードは、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響を受けることから、動的解析による発生応力の差はあるが、静的解析の結果に包絡された。なお、静的解析が検討用床応答スペクトルを上回る数値となっているが、計算範囲外の高振動数領域の影響や最大応答加速度（1.0ZPA）に対して一定の保守性を持った 1.2ZPA の適用によるものと考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 63MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果の発生応力は増加したものの、その増分は僅かである。

表 15 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の評価結果

(質点 17)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	36	364
	静的解析 (1.2ZPA)	74	
	包絡値	74	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	63	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	65	

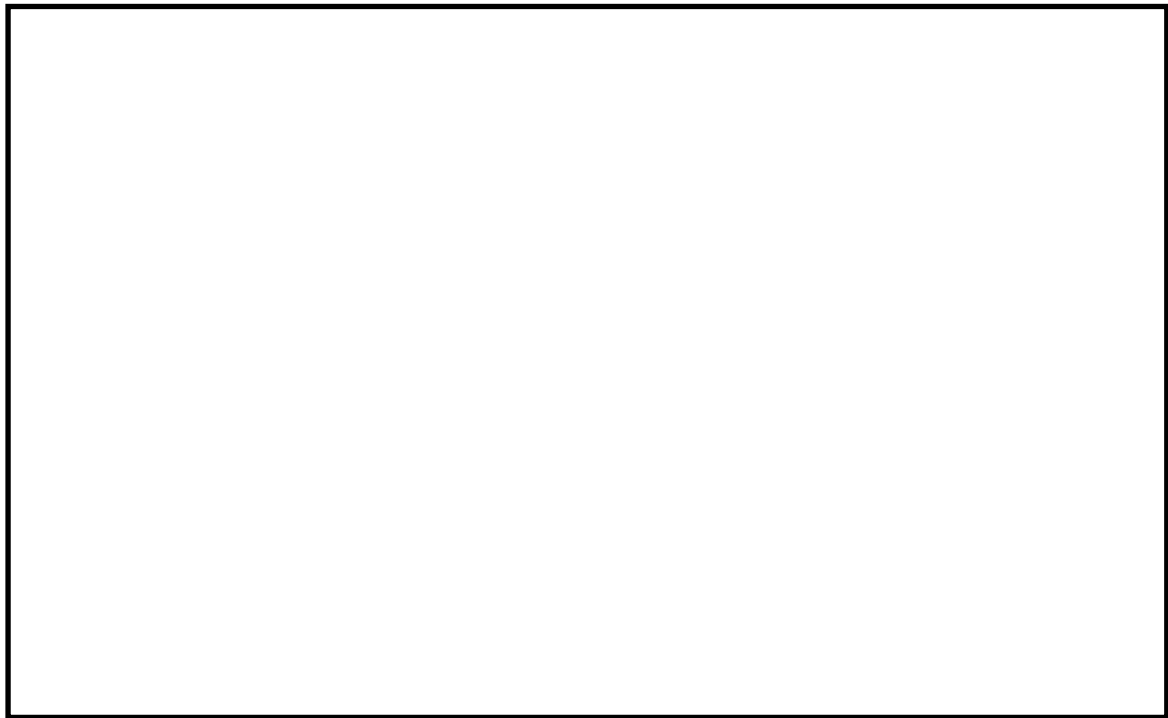


図 24 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の最大応力発生部位

c. 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）

評価結果を表 16 に示すとともに、最大応力発生部位を図 25 に示す。燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 143MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 143MPa であり、同等であることが確認された。

これは、1 次モード（) の応答が、最大応力となる評価点 37 の発生応力に支配的な影響を有しており、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響をほとんど受けないことから、設計用床応答スペクトルにおける評価結果と検討用床応答スペクトルにおける評価結果が同等となると考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 143MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果と同等である。

表 16 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の評価結果

(質点 37)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	143	431
	静的解析 (1.2ZPA)	47	
	包絡値	143	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	143	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	143	

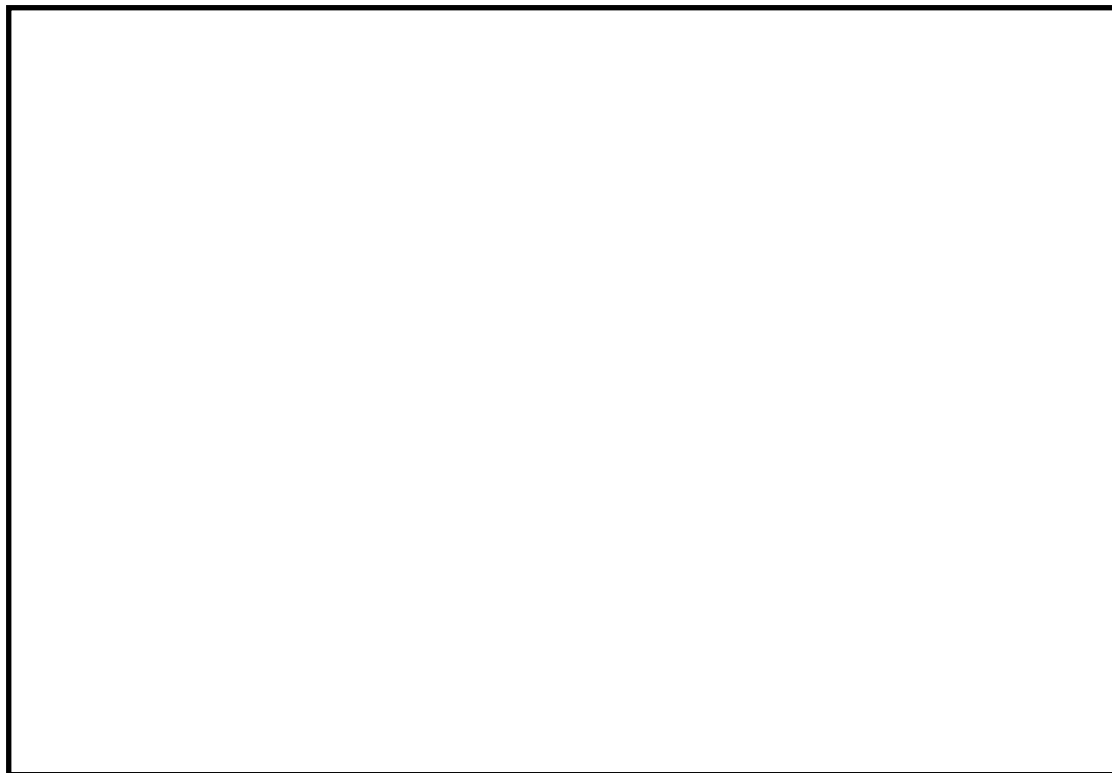


図 25 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の最大応力発生部位

## 6.6 まとめ

剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とし、20Hz までの領域を考慮した手法で解析を実施することの妥当性検討を実施した。また、高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法についても、妥当性検討を併せて実施した。20Hz までの領域を考慮した手法及び高振動数領域を考慮した手法等の評価結果まとめを表 17 に示す。

表 17 20Hz までの領域を考慮した手法及び高振動数領域を考慮した手法等の評価結果まとめ

モデル名	最大 応力 評価点	発生応力 (MPa)			許容 応力 (MPa)
		20Hz までの領域を 考慮した手法 (①設計用床応答スペク トル及び静的解析)	高振動数領域を 考慮した手法 (②高振動数領域考慮 床応答スペクトル)	妥当性検討用 (③検討用床応答 スペクトル)	
SFPS-R-3	98	192 動的解析：192 静的解析：74	192	192	431
RHR-PD-8	17	74 動的解析：36 静的解析：74	63	65	364
SFPS-R-2	37	143 動的解析：143 静的解析：47	143	143	431

### a. 剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とすることの妥当性確認結果

表 17 のとおり、20Hz までの領域を考慮した方法を用いた地震応答解析結果に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果による発生応力は同等、若しくは静的解析結果により包絡できることが確認できた。

以上の結果から、剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とすることは、耐震設計を行う上で妥当である。

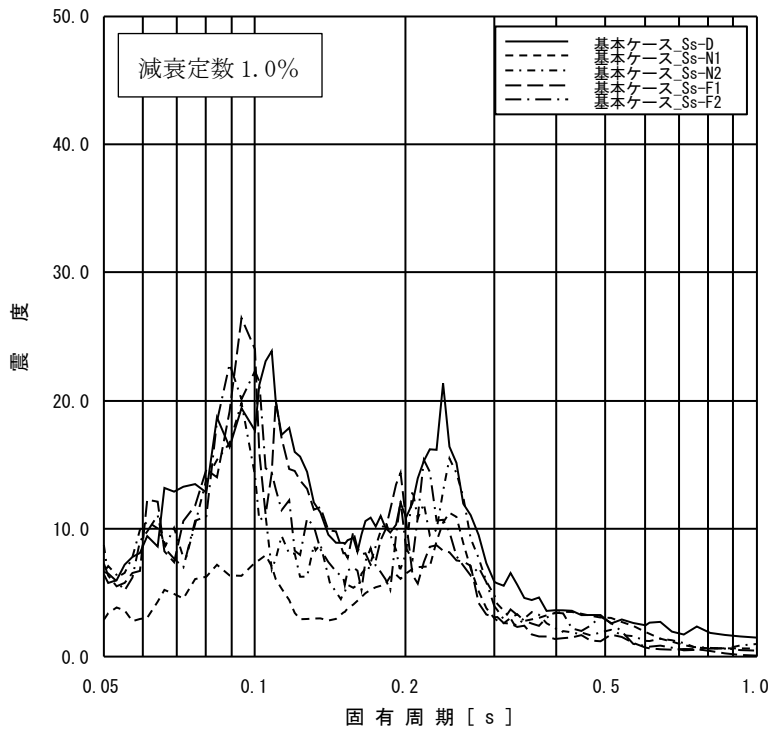
### b. 高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法の妥当性確認結果

表 17 のとおり、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果による発生応力は同等、若しくは僅かな増加のみで、増加する場合についても設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果との応力差より十分小さいことが確認できた。

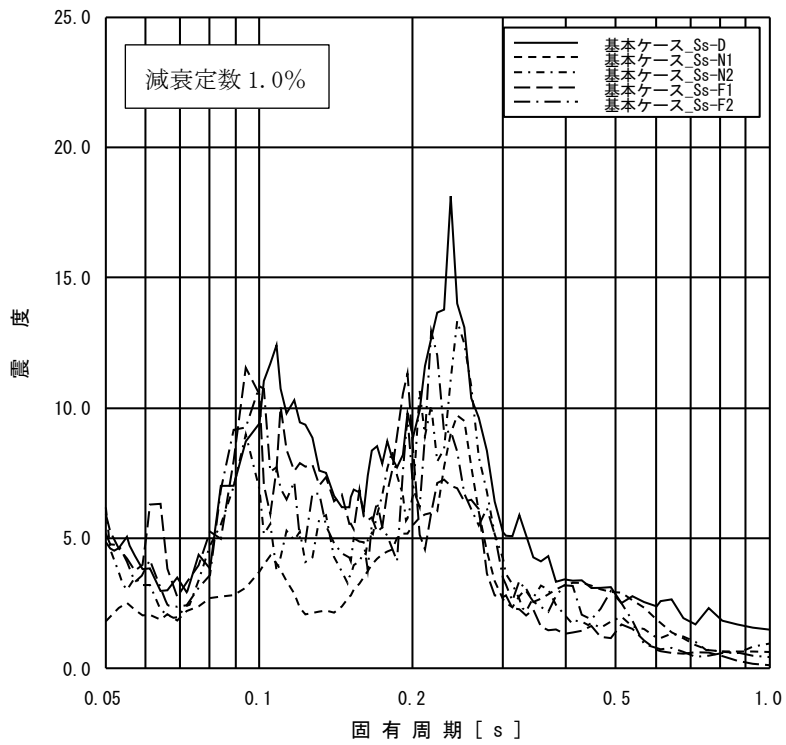
以上の結果から、高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法は妥当である。

なお、弁の動的機能維持評価については、補足-027-5「弁の動的機能維持評価について」に示すとおり、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、20Hz を超える高振動数領域を考慮した地震応答解析により弁の応答加速度を算定し耐震評価を実施する。

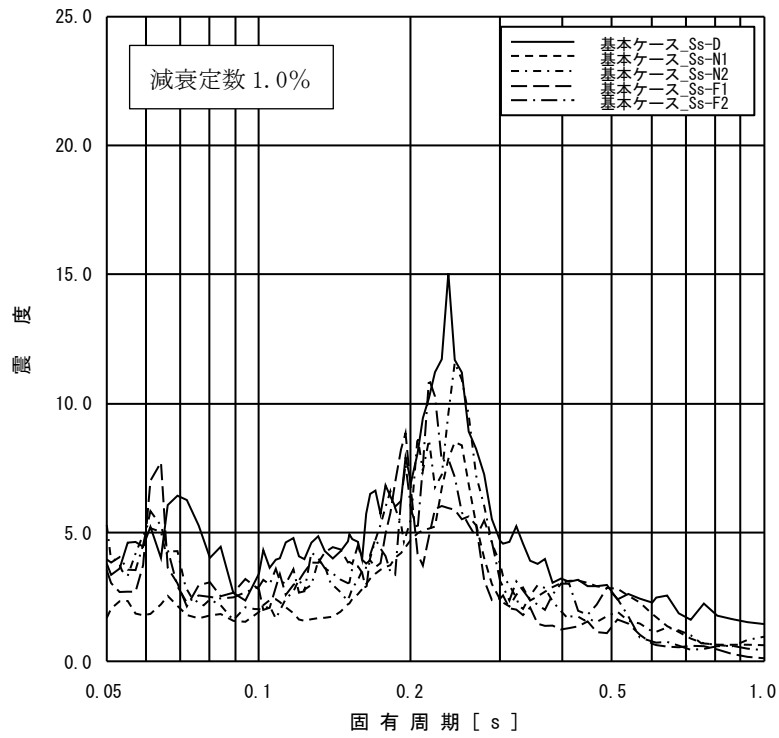




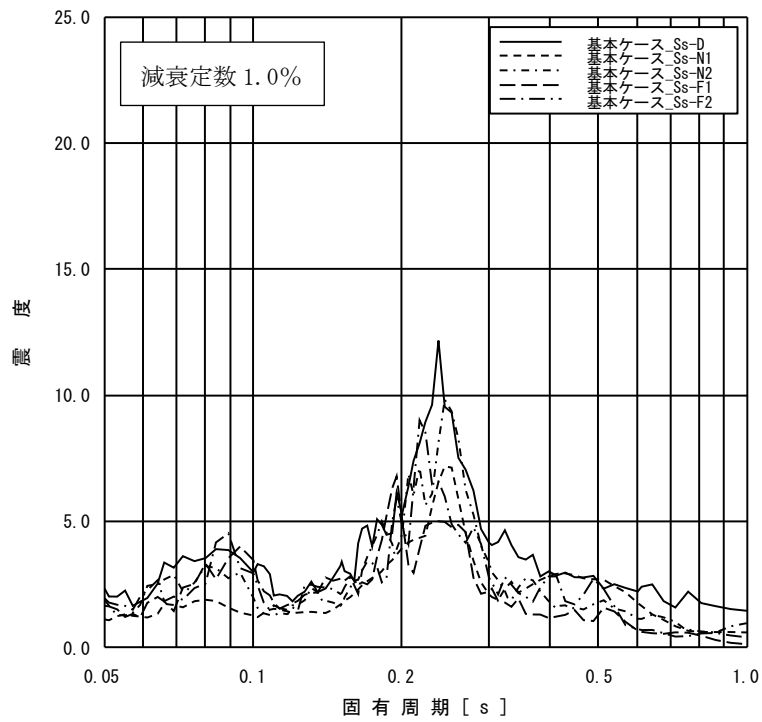
添付図 1(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



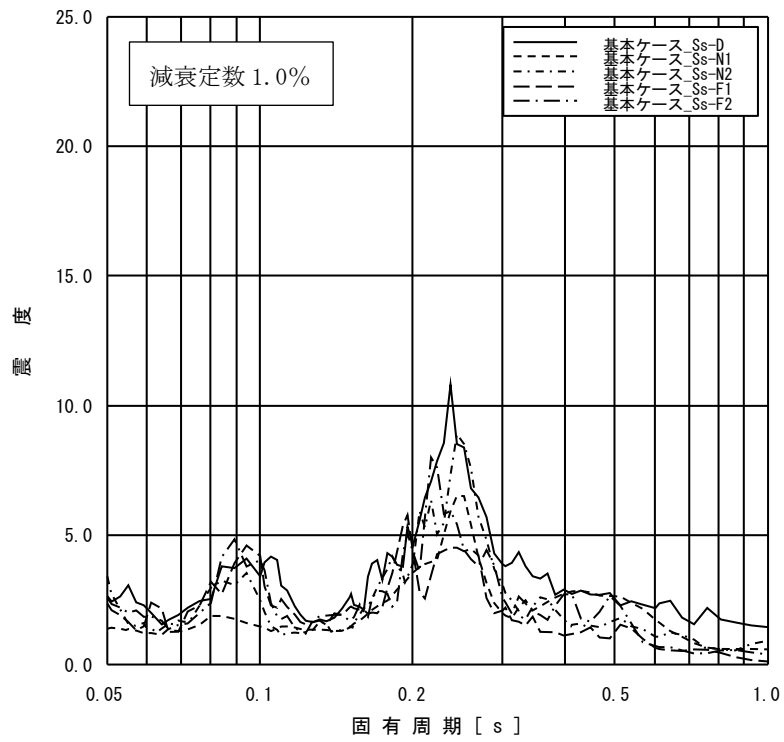
添付図 1(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



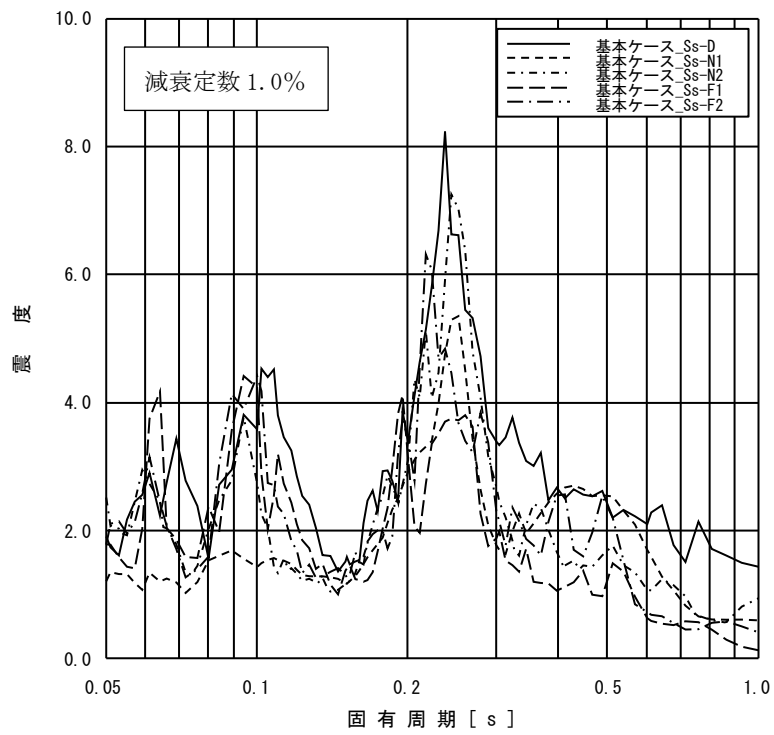
添付図 1(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



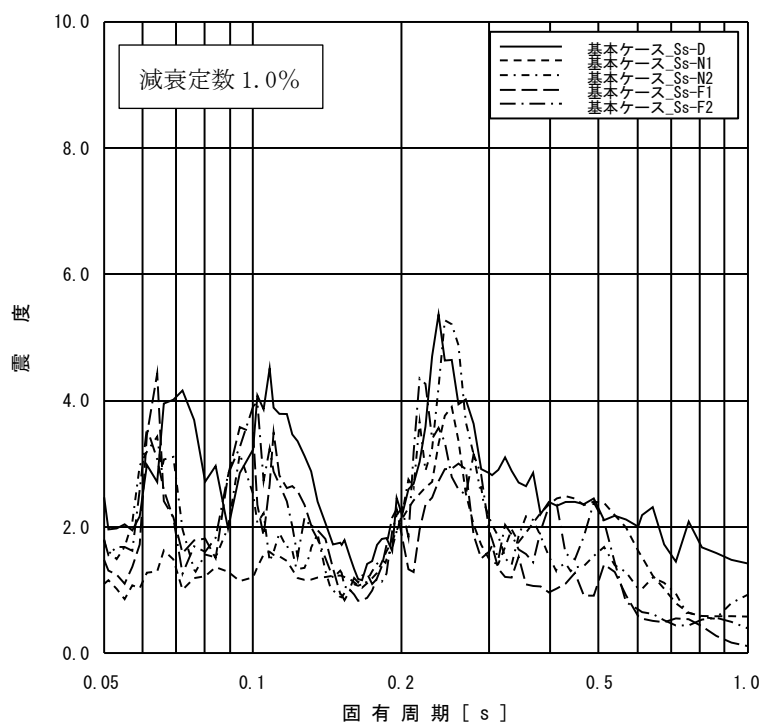
添付図 1(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



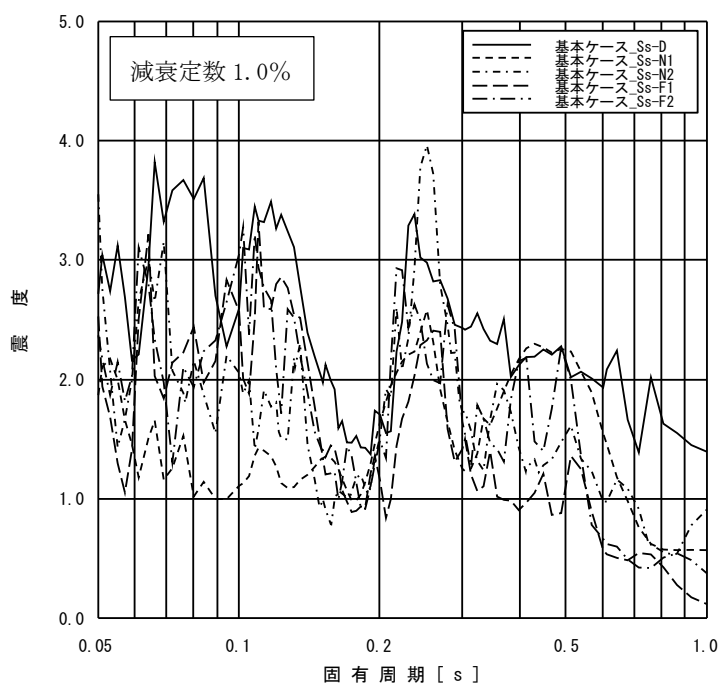
添付図 1(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



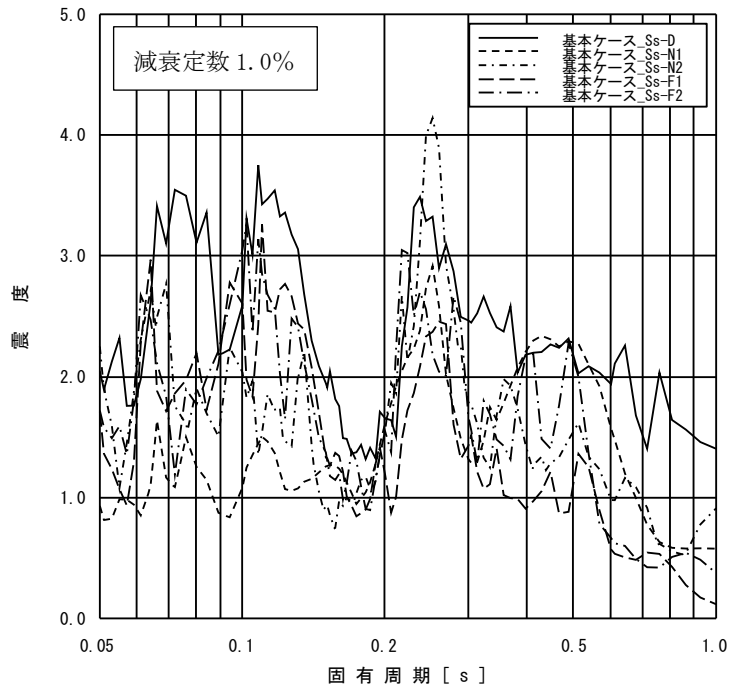
添付図 1(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



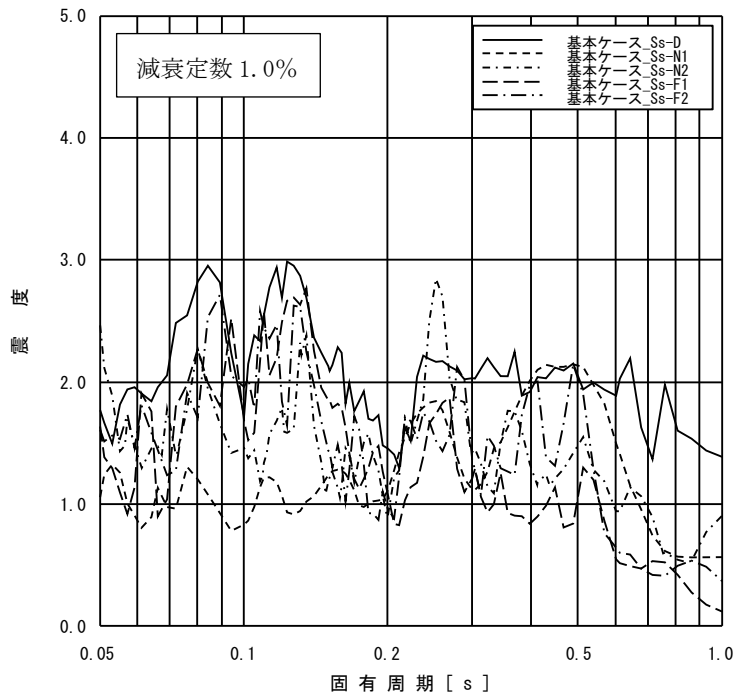
添付図 1(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



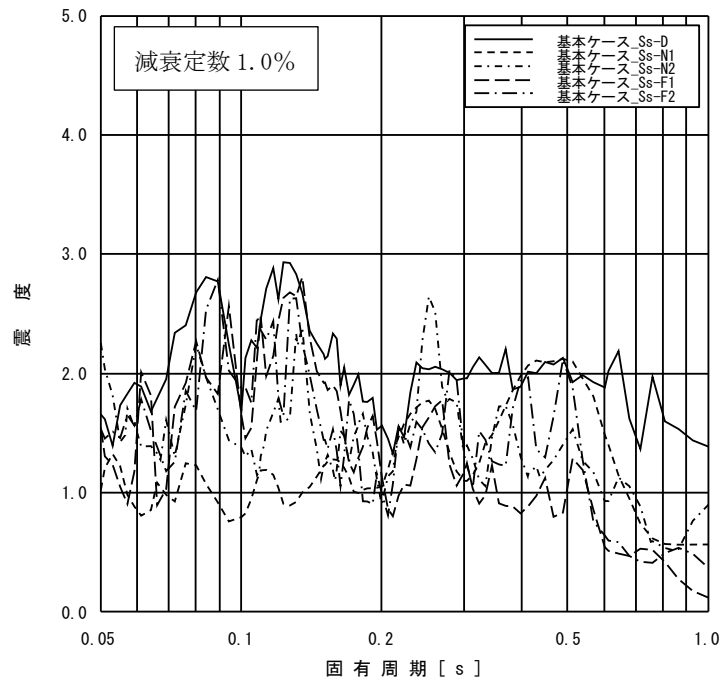
添付図 1(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



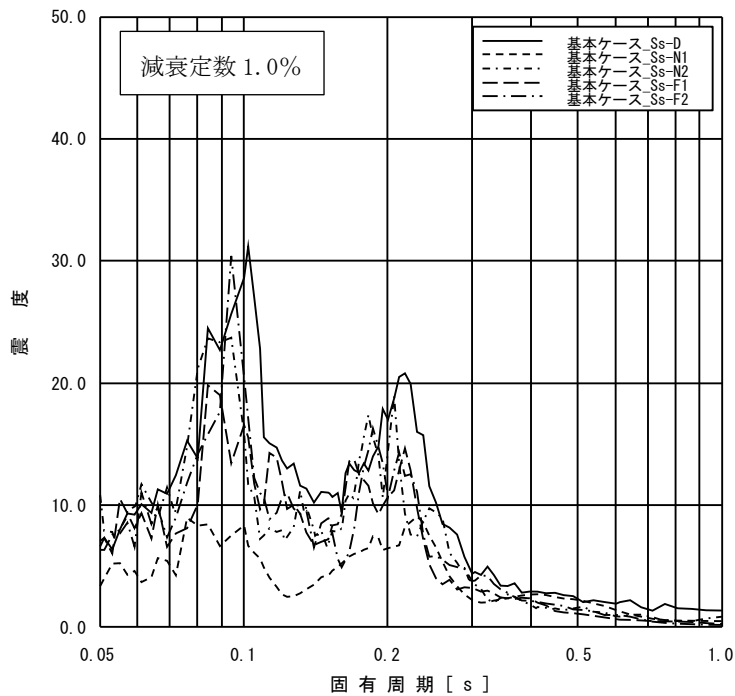
添付図 1(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



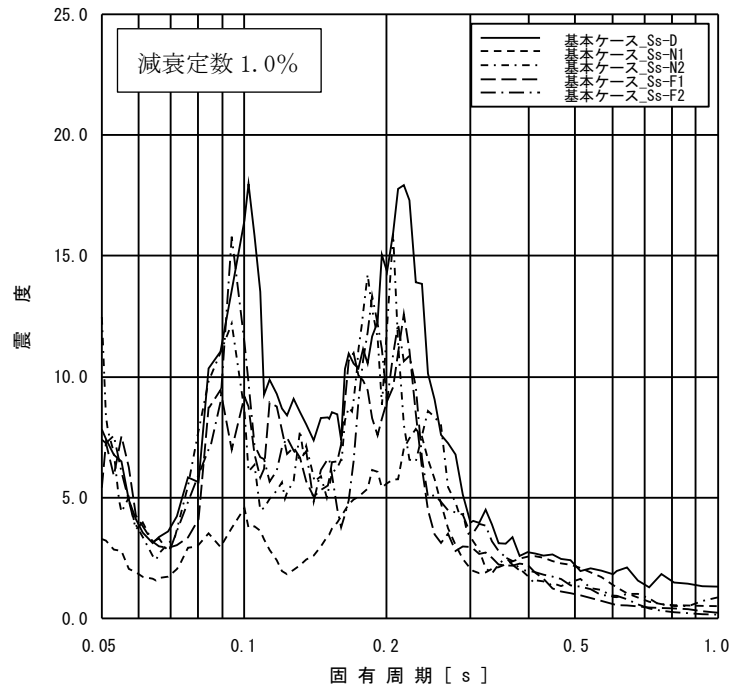
添付図 1(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



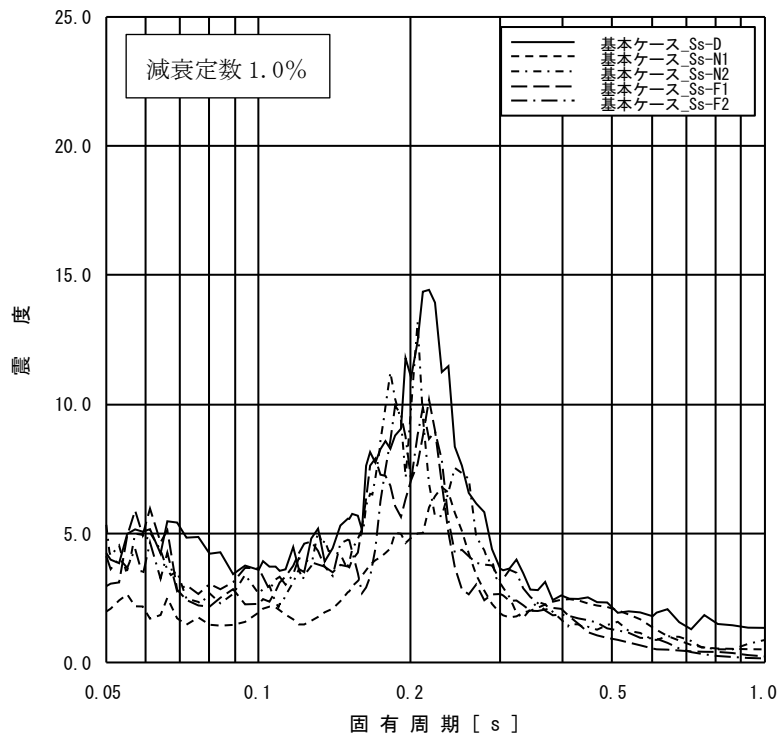
添付図 1(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



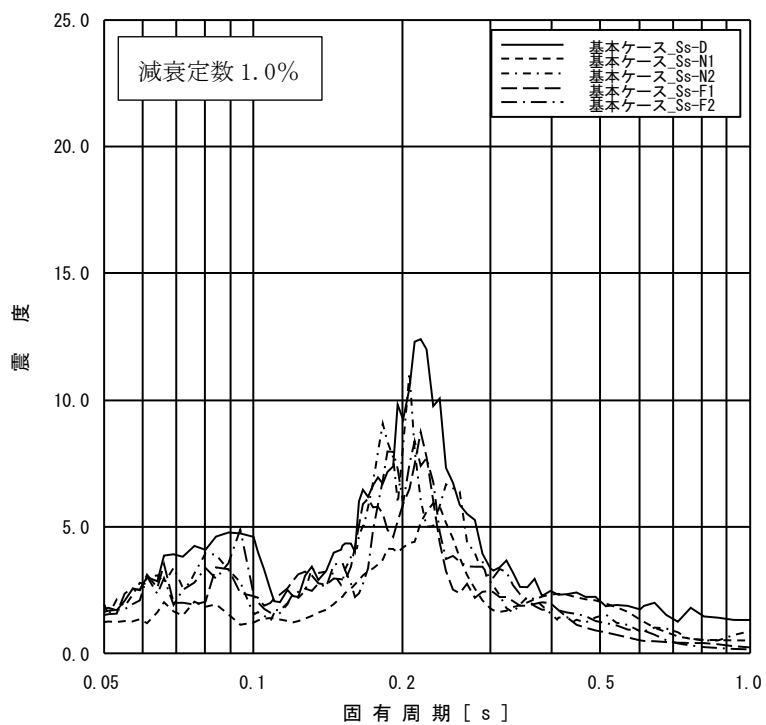
添付図 2(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



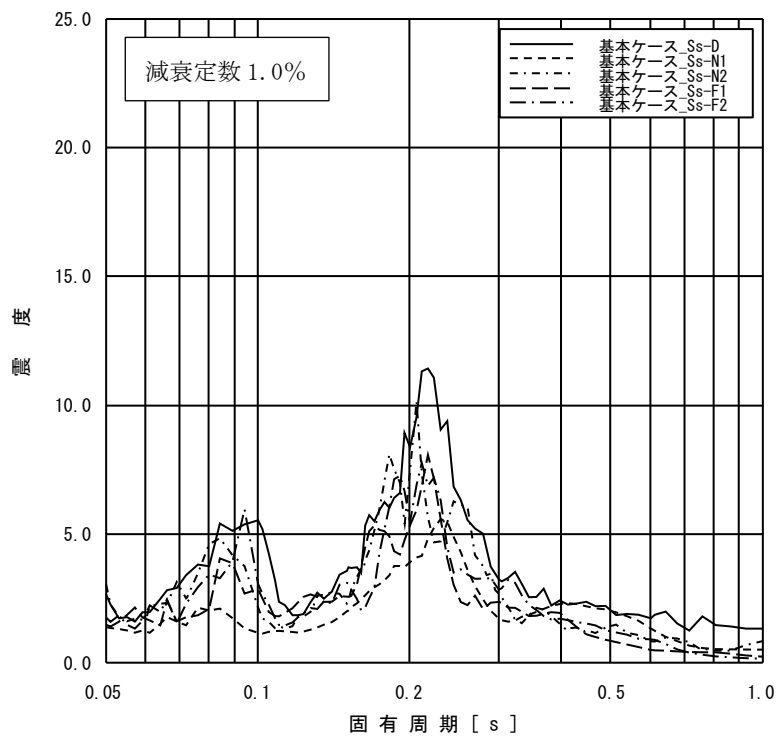
添付図 2(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 2(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

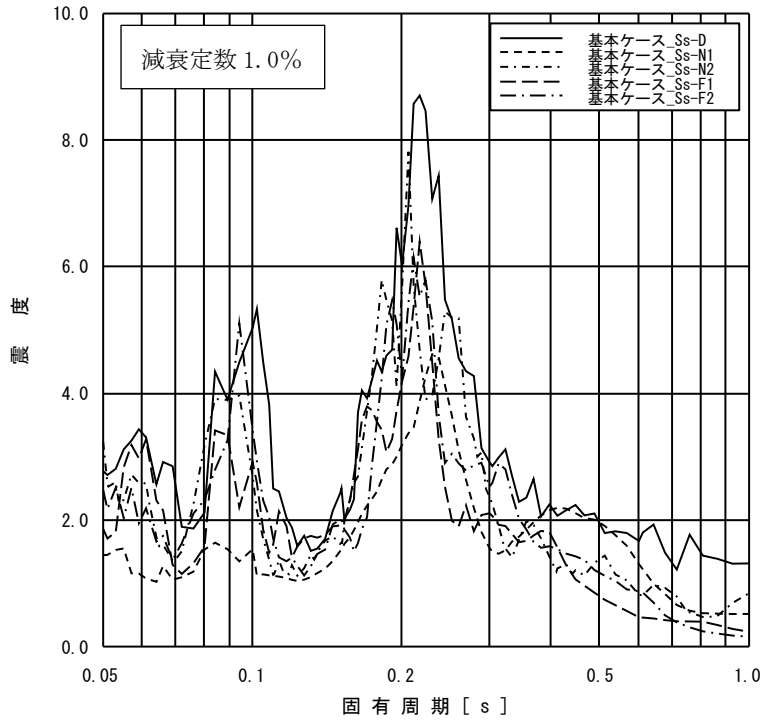


添付図 2(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

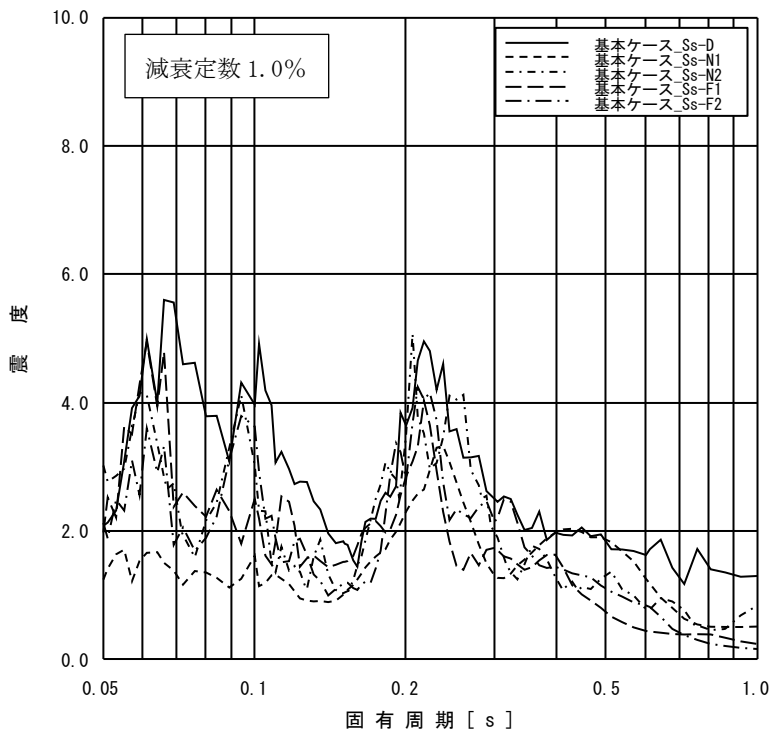


添付図 2(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

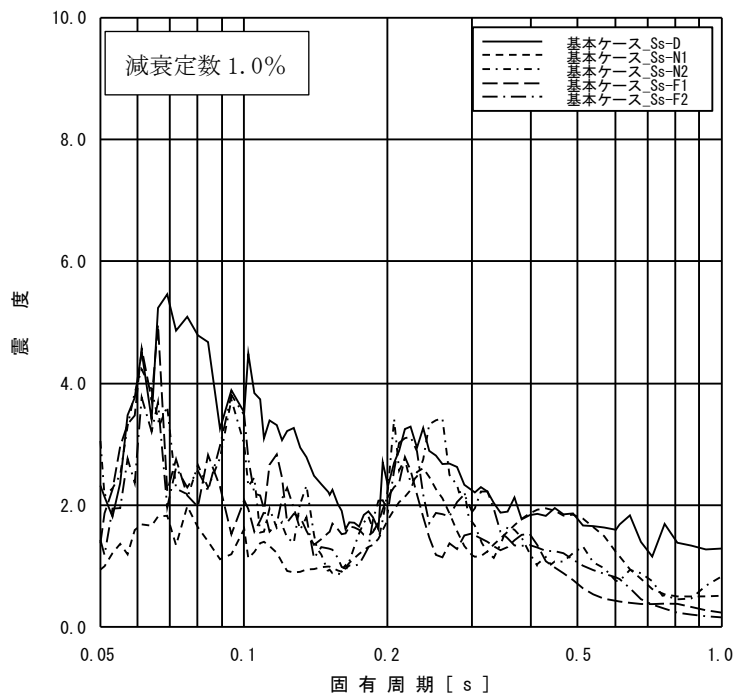




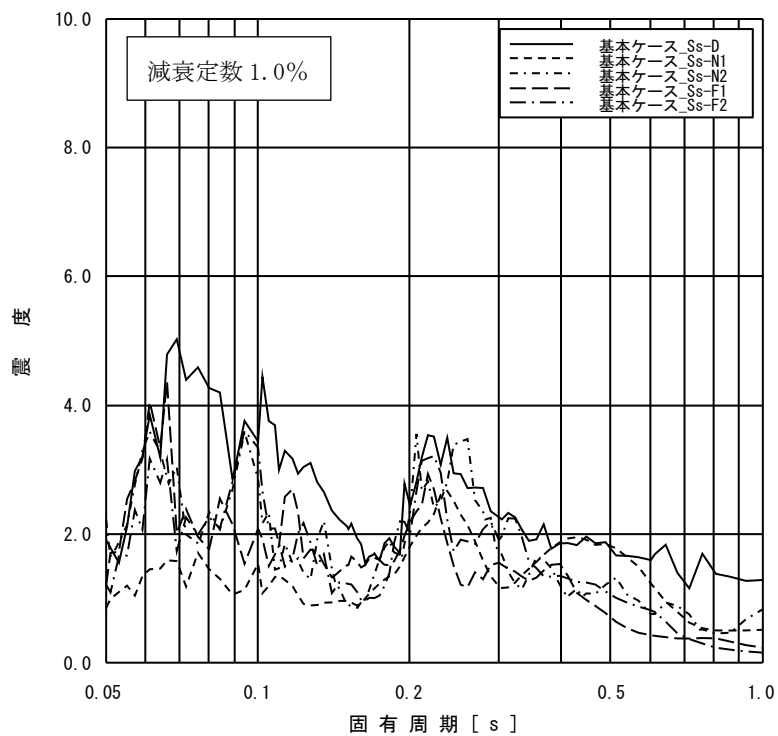
添付図 2(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



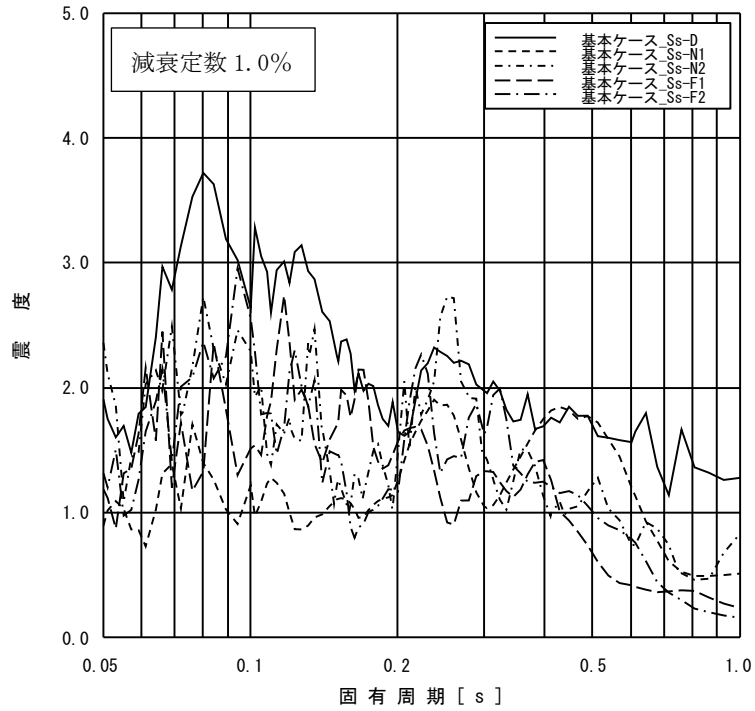
添付図 2(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



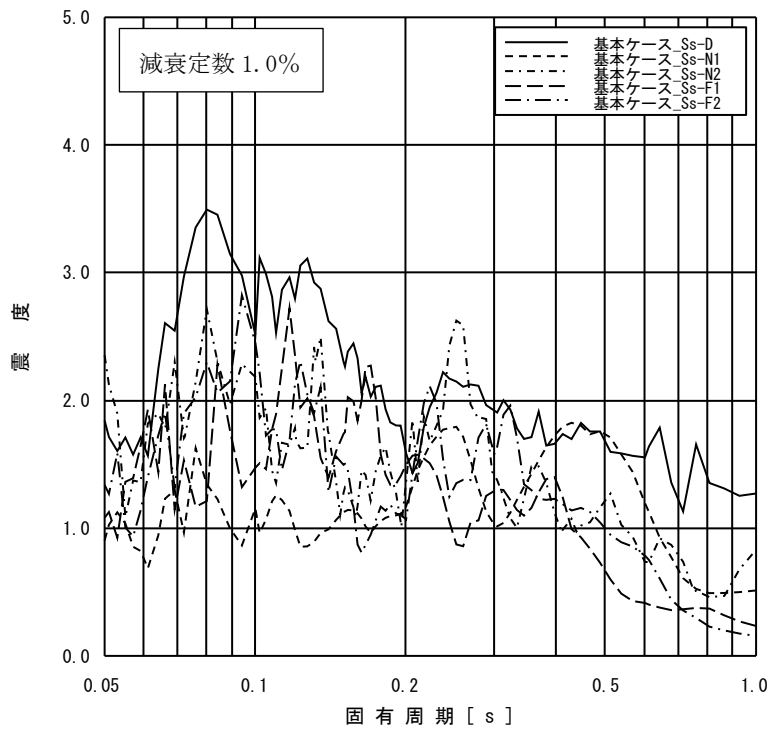
添付図 2(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



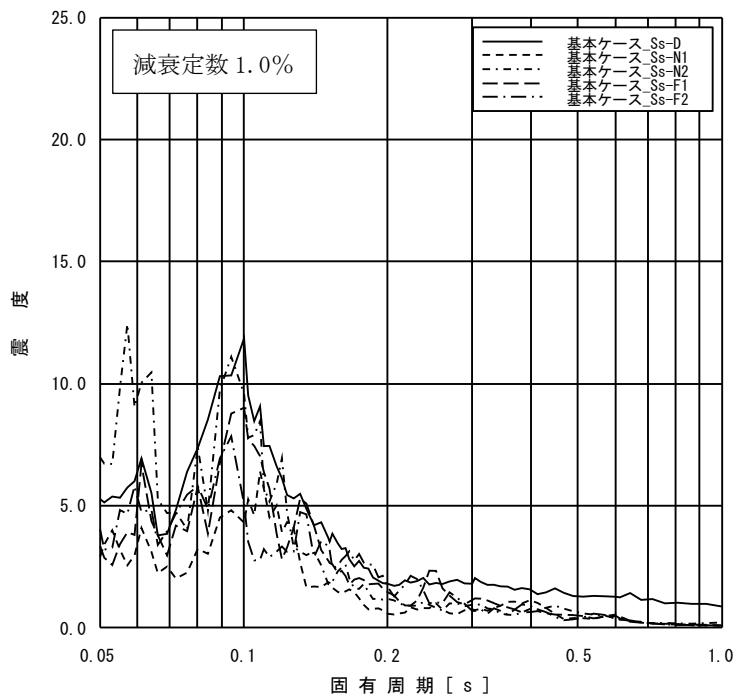
添付図 2(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



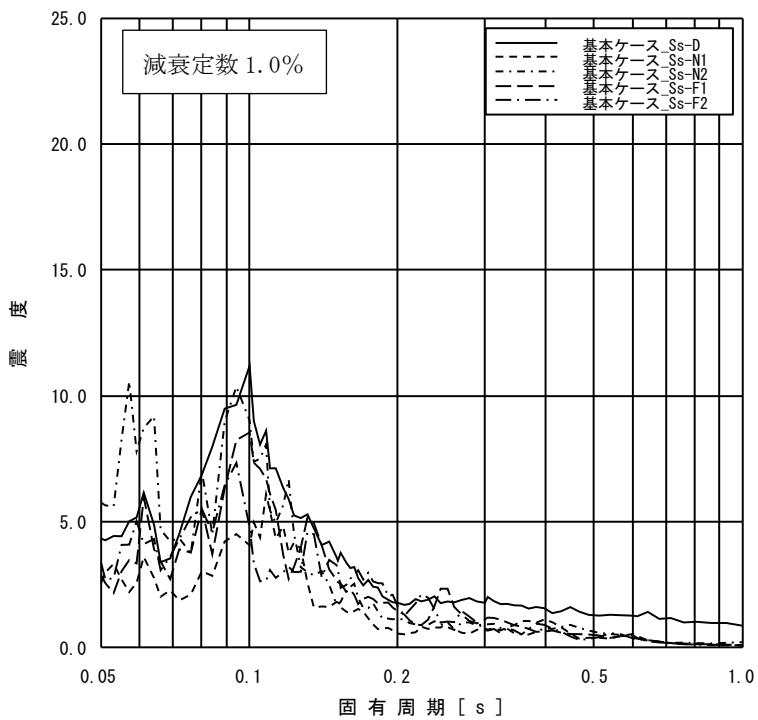
添付図 2(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



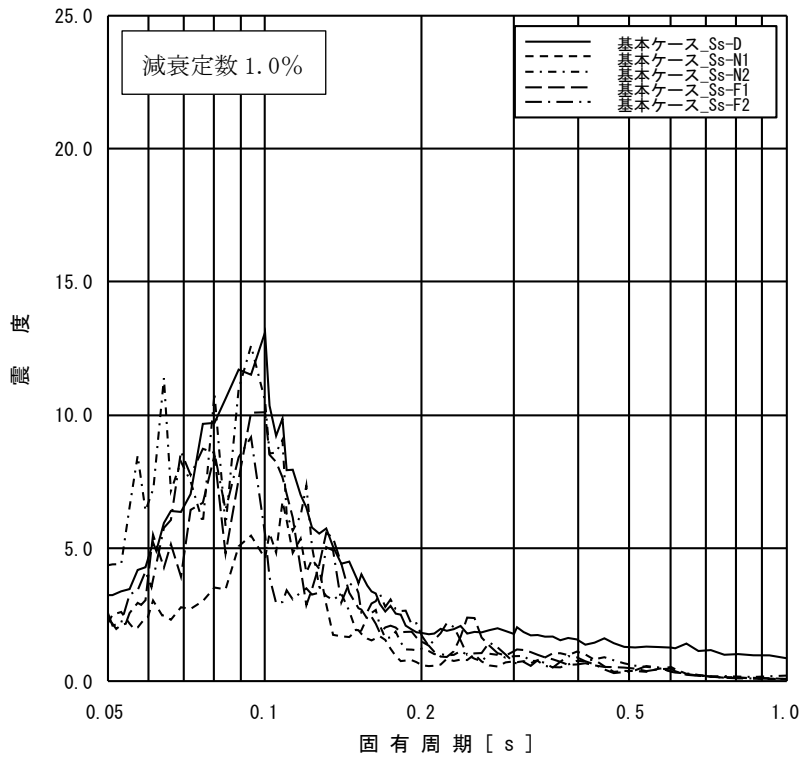
添付図 2(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



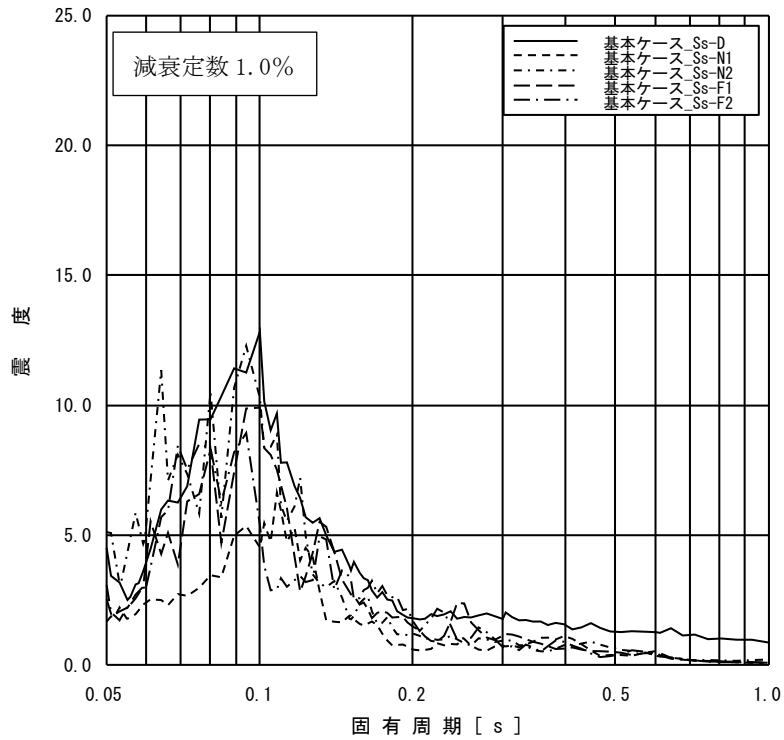
添付図 3(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



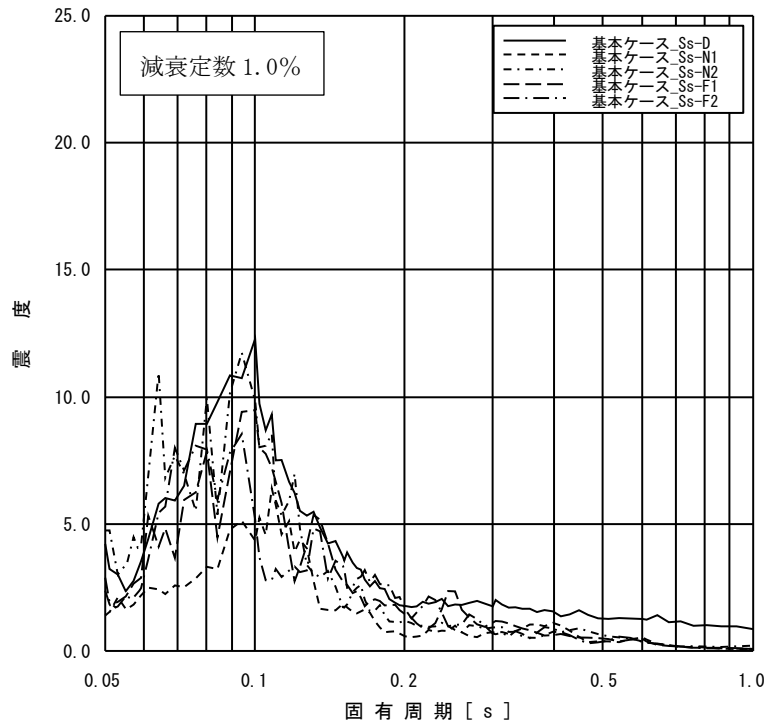
添付図 3(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



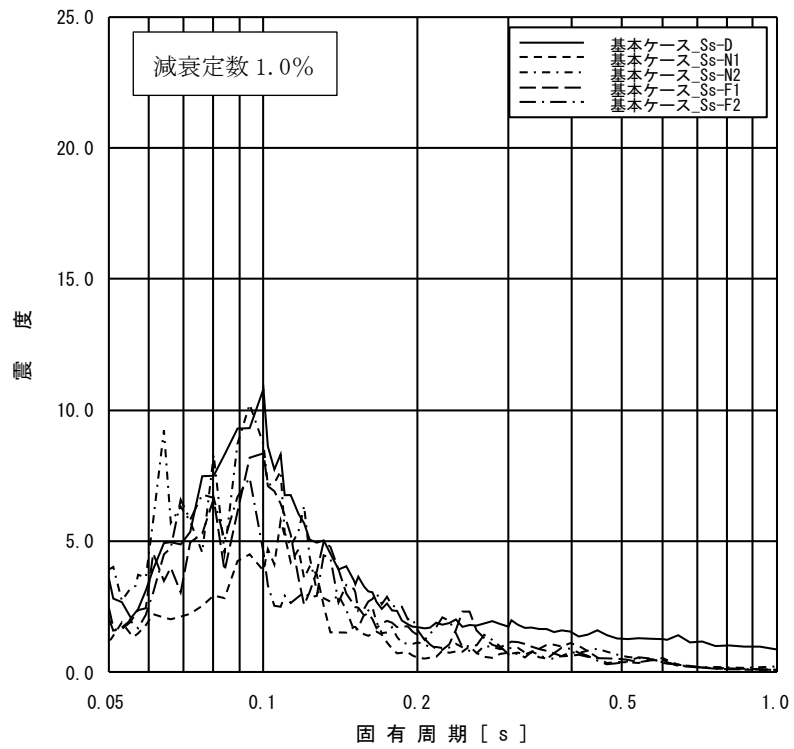
添付図 3(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



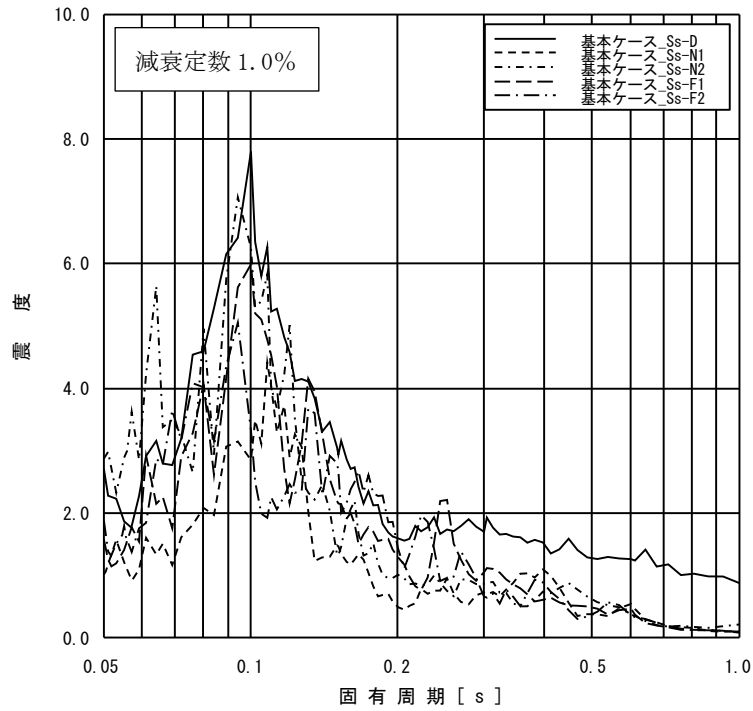
添付図 3(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



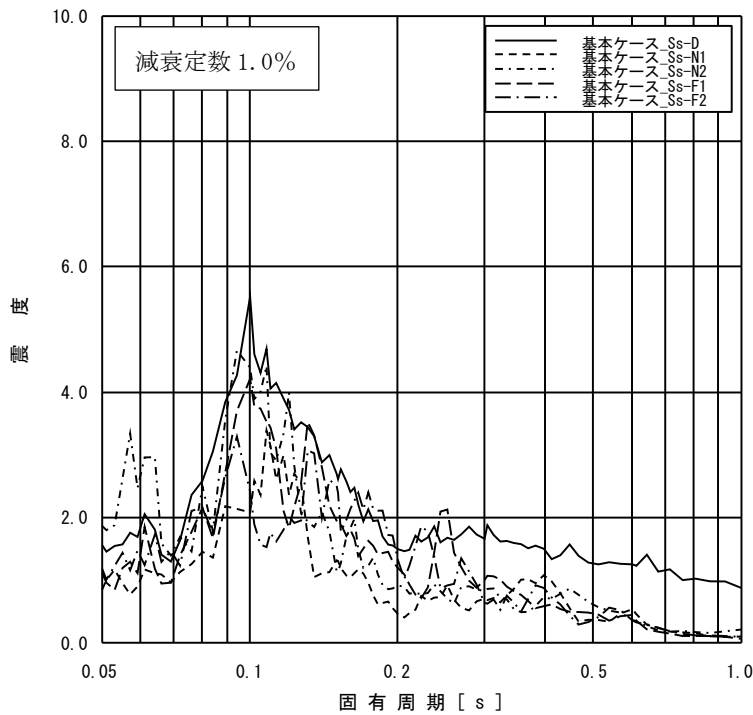
添付図 3(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



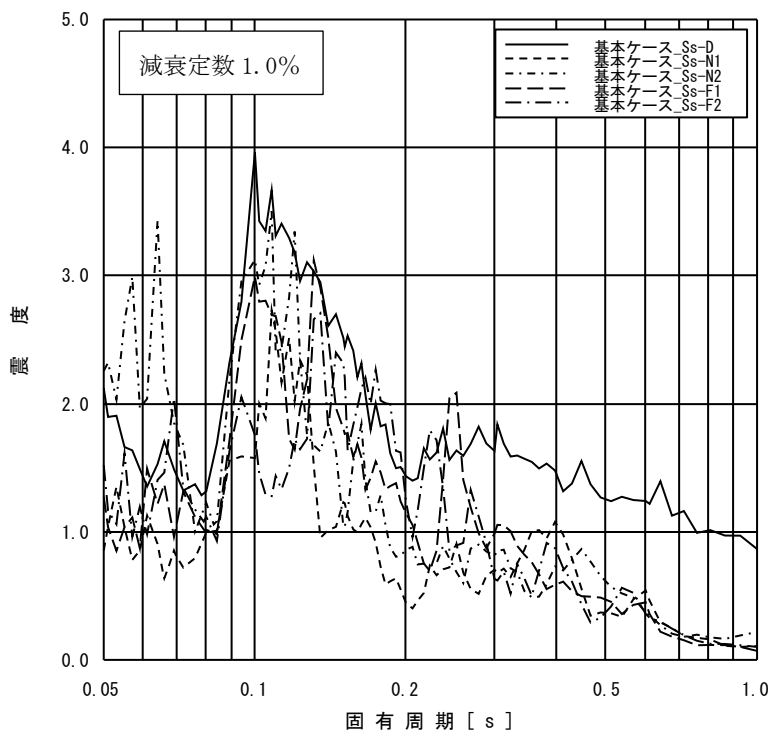
添付図 3(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



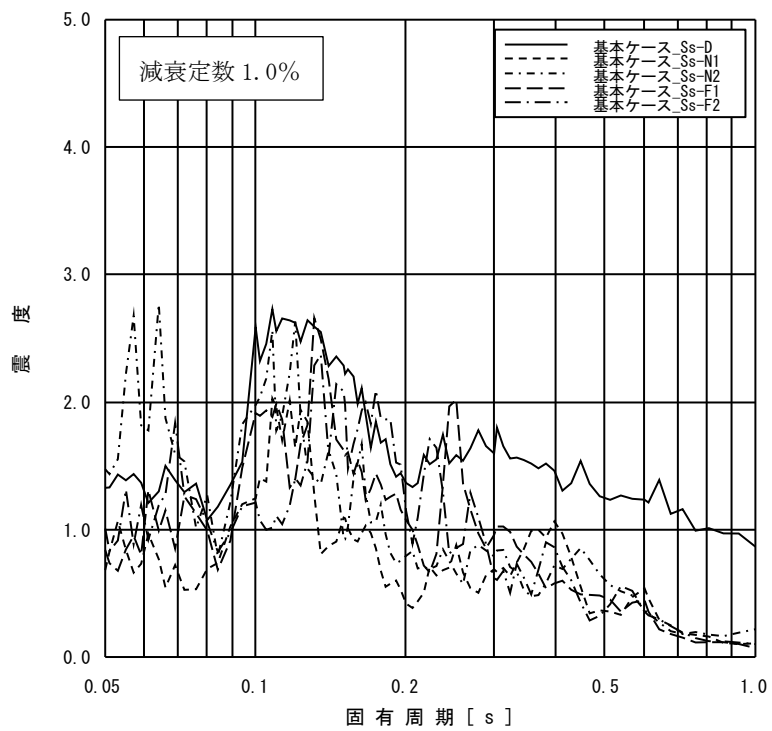
添付図 3(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 3(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

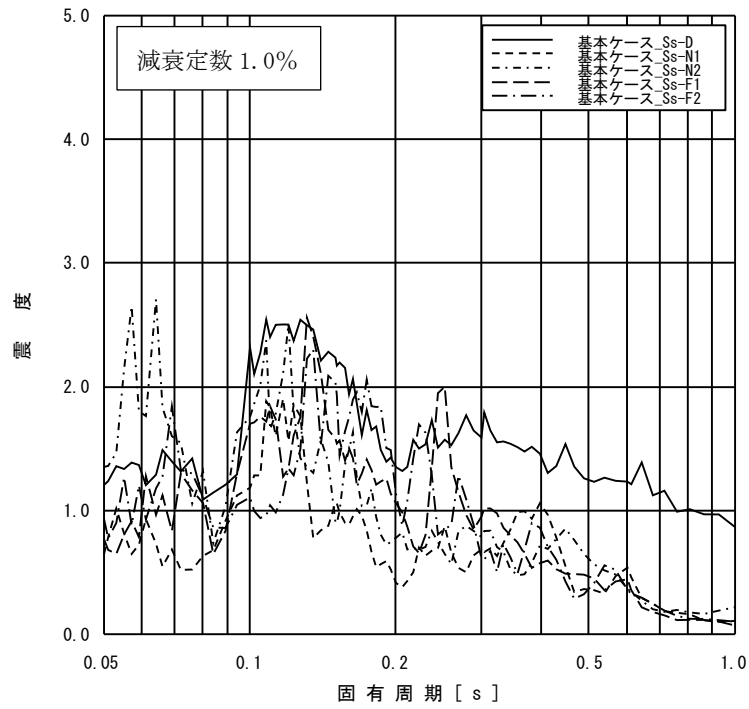


添付図 3(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

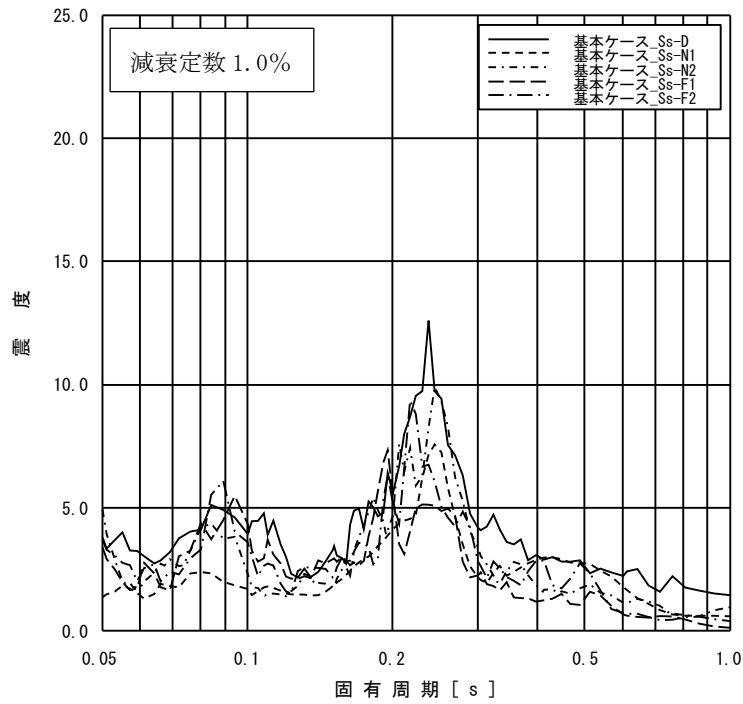


添付図 3(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

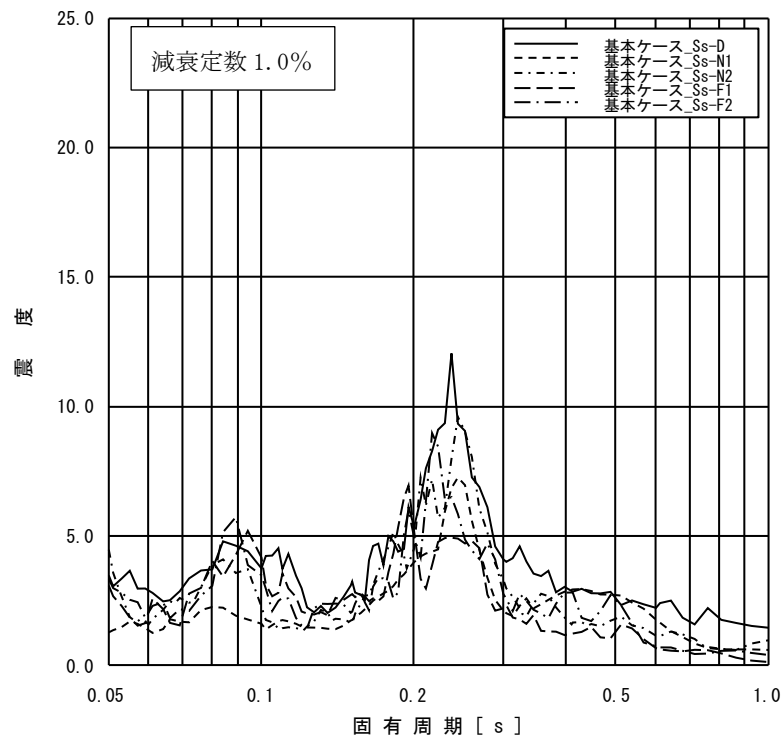




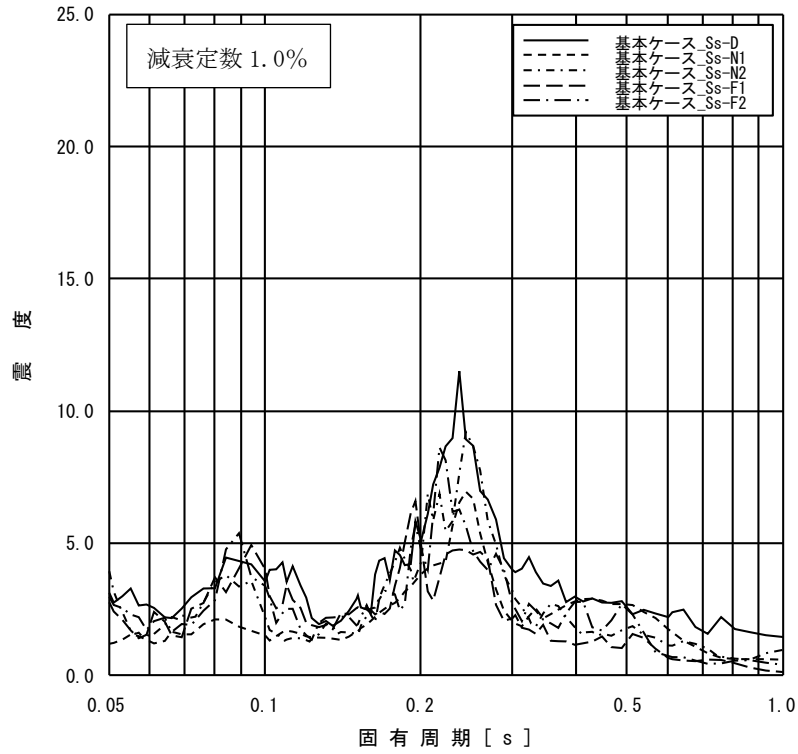
添付図 3(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
 (鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



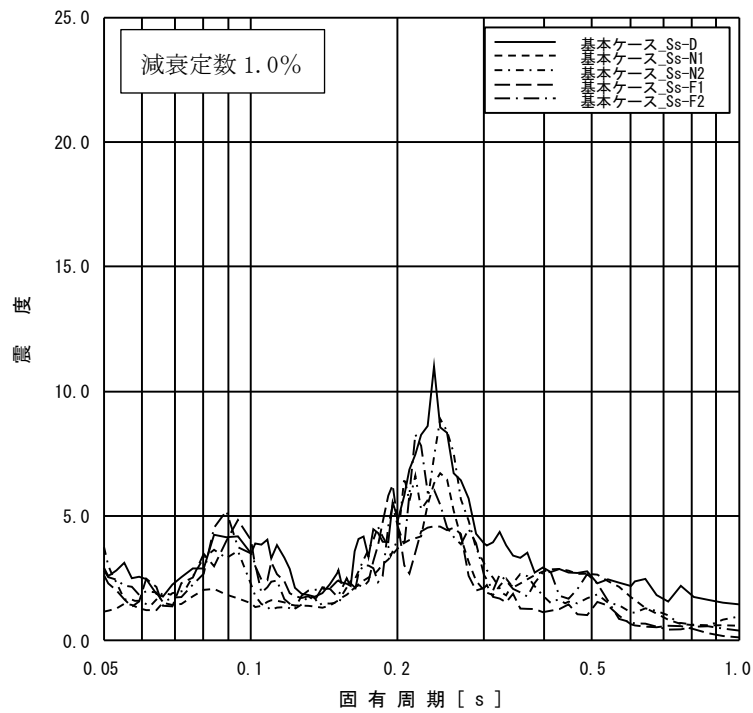
添付図 4(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



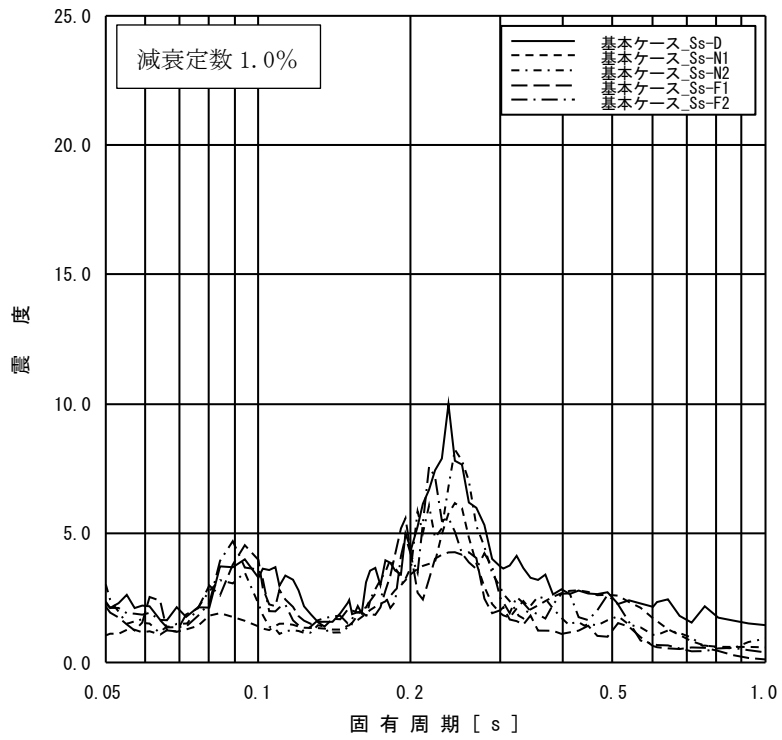
添付図 4(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



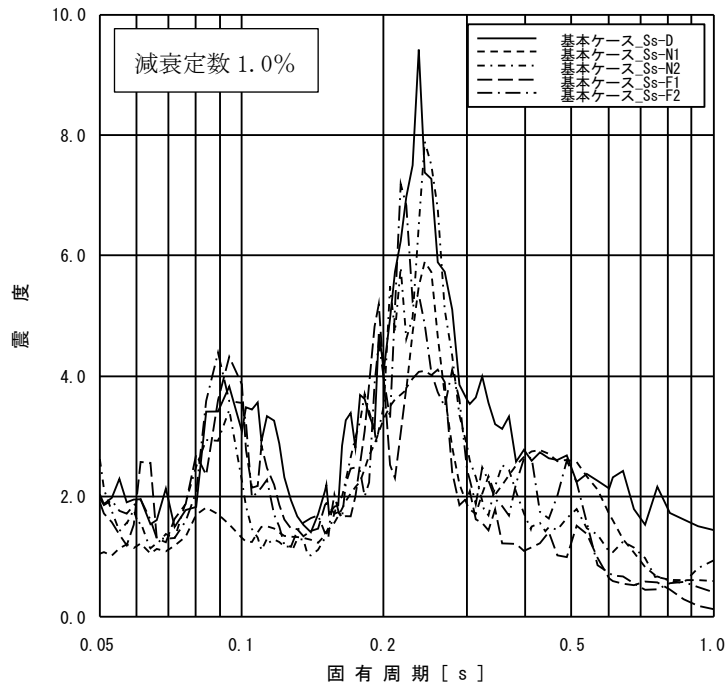
添付図 4(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



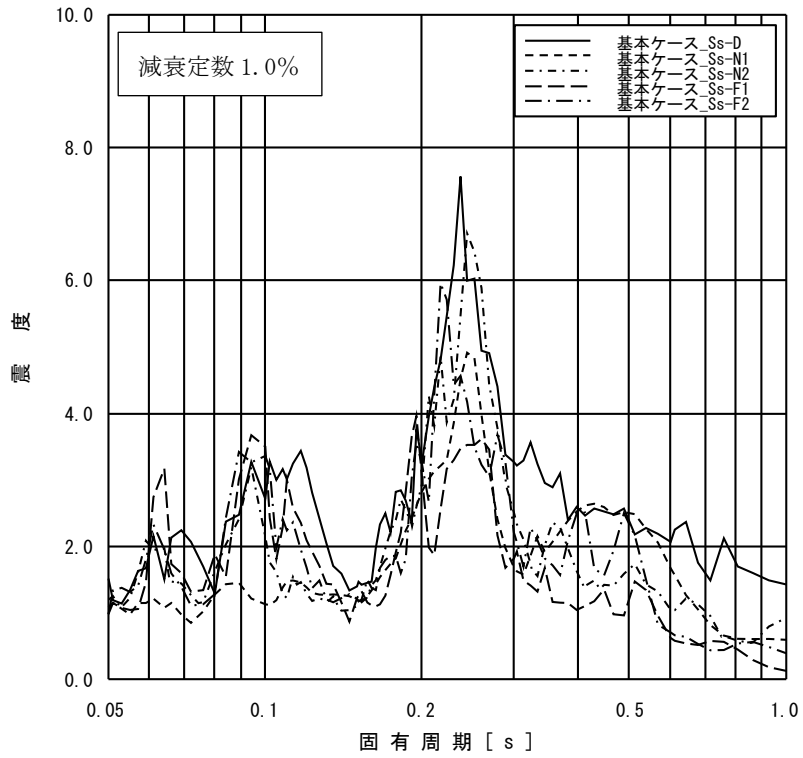
添付図 4(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



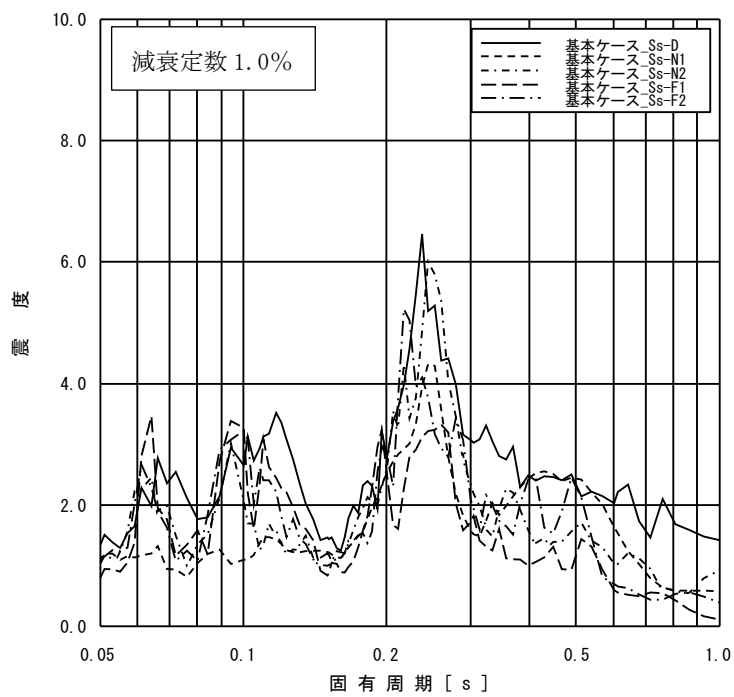
添付図 4(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



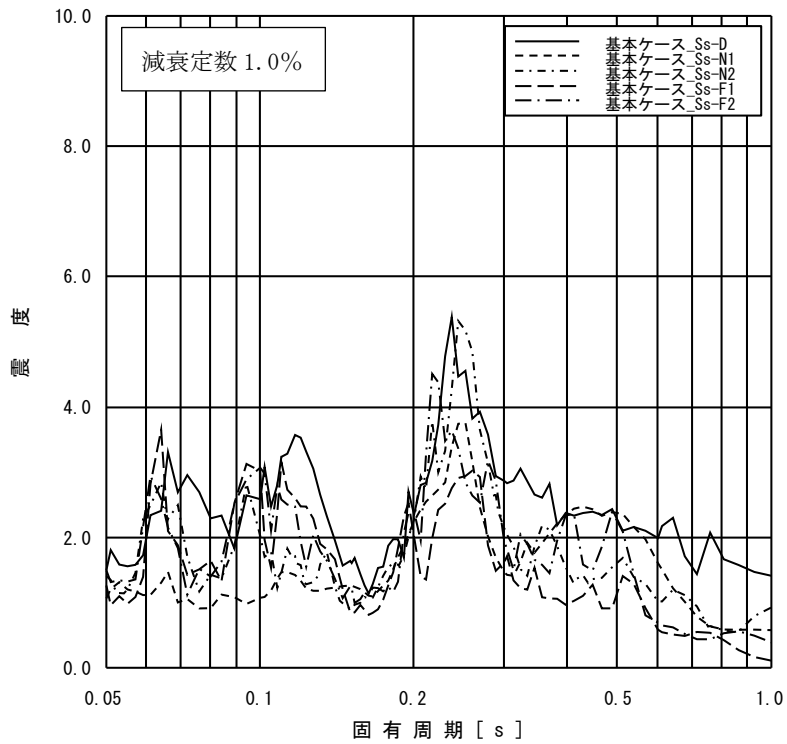
添付図 4(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



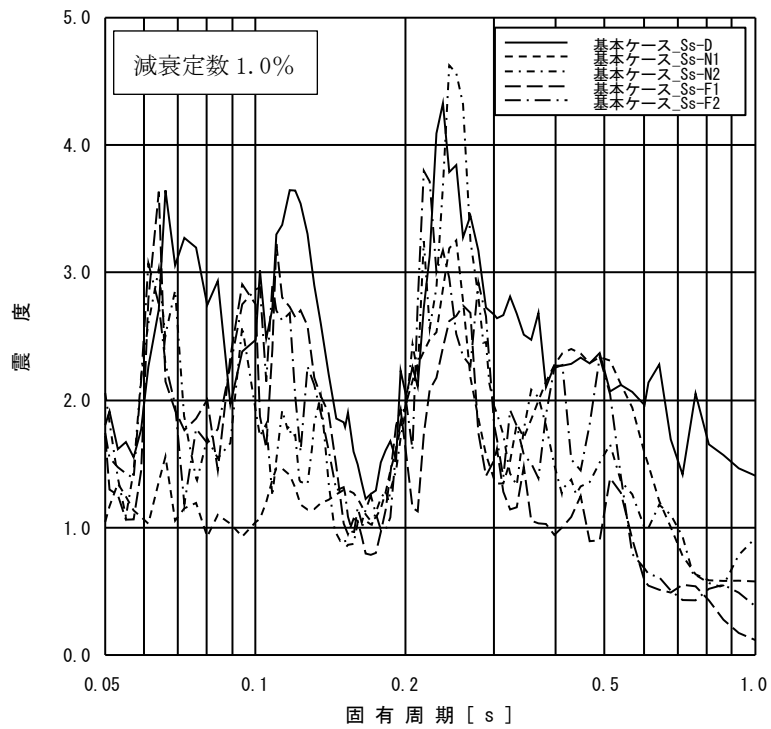
添付図 4(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



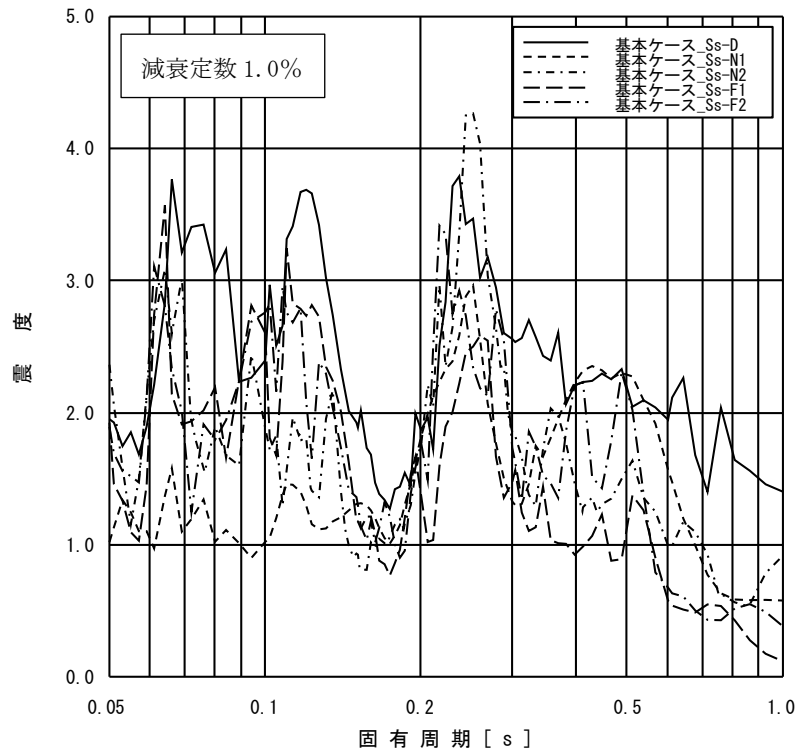
添付図 4(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



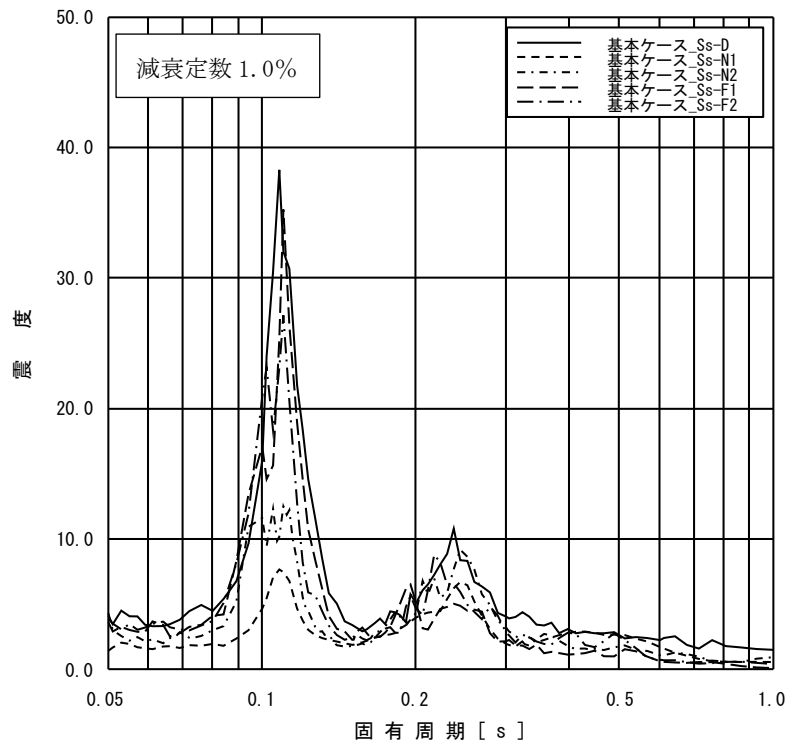
添付図 4(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



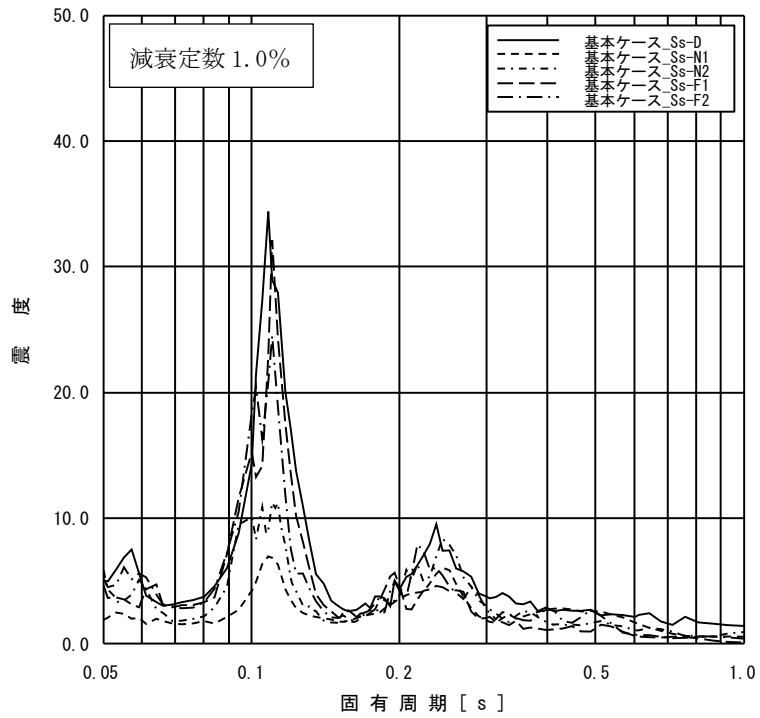
添付図 4(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



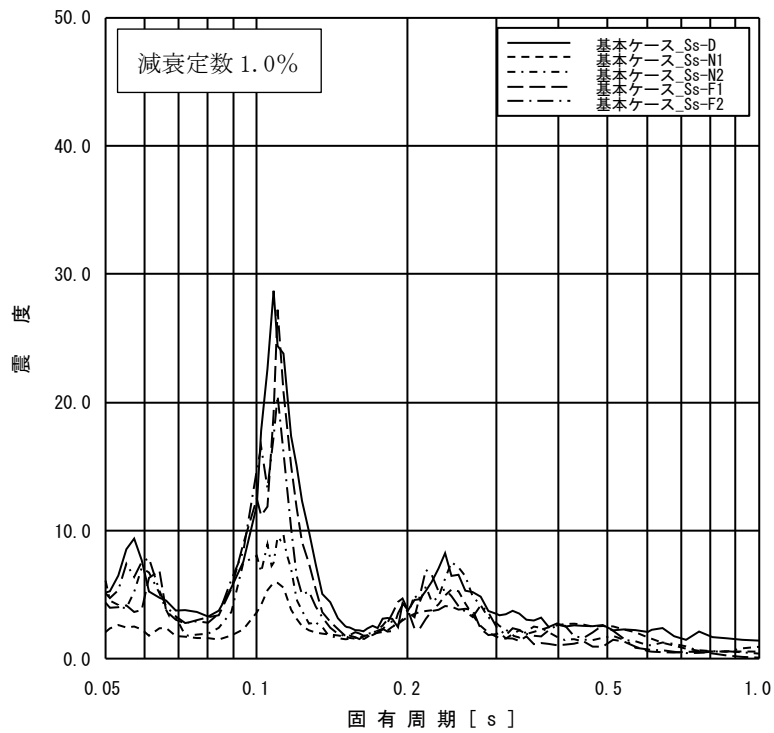
添付図 4(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 4(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

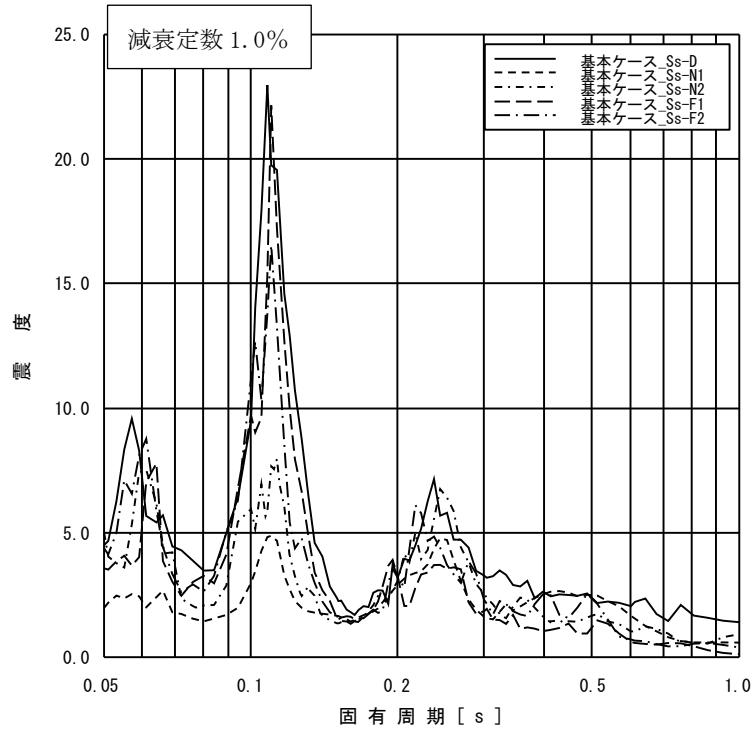


添付図 4(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

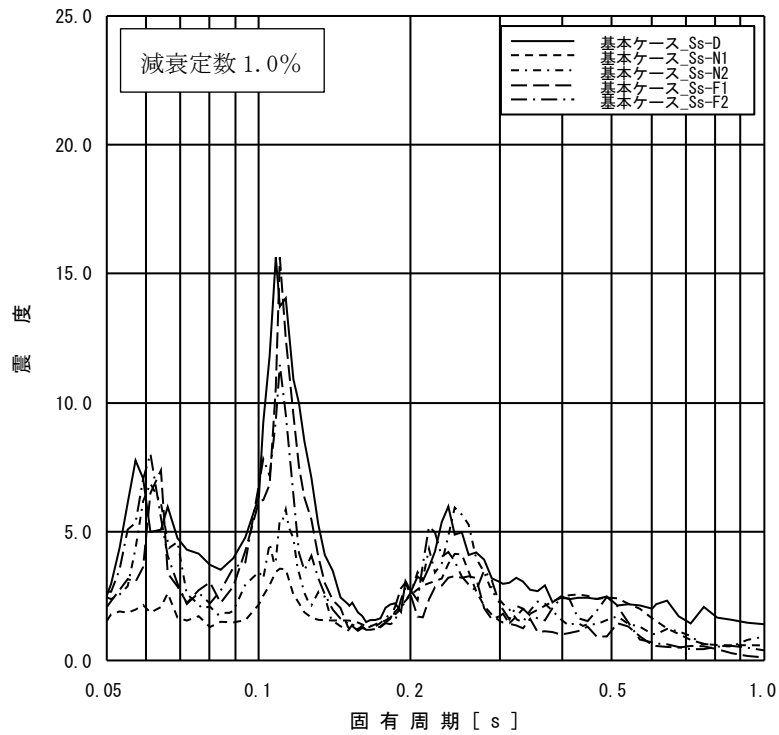


添付図 4(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

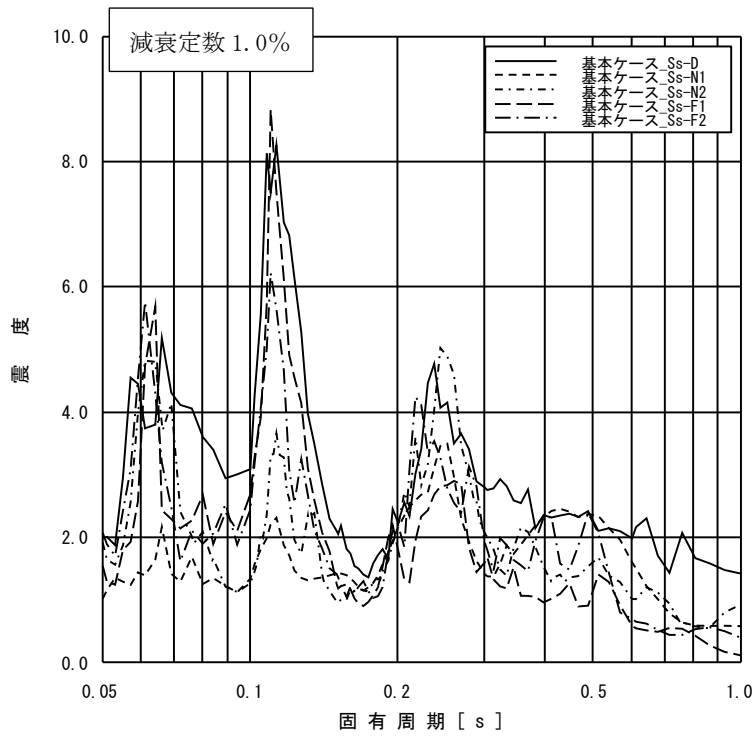




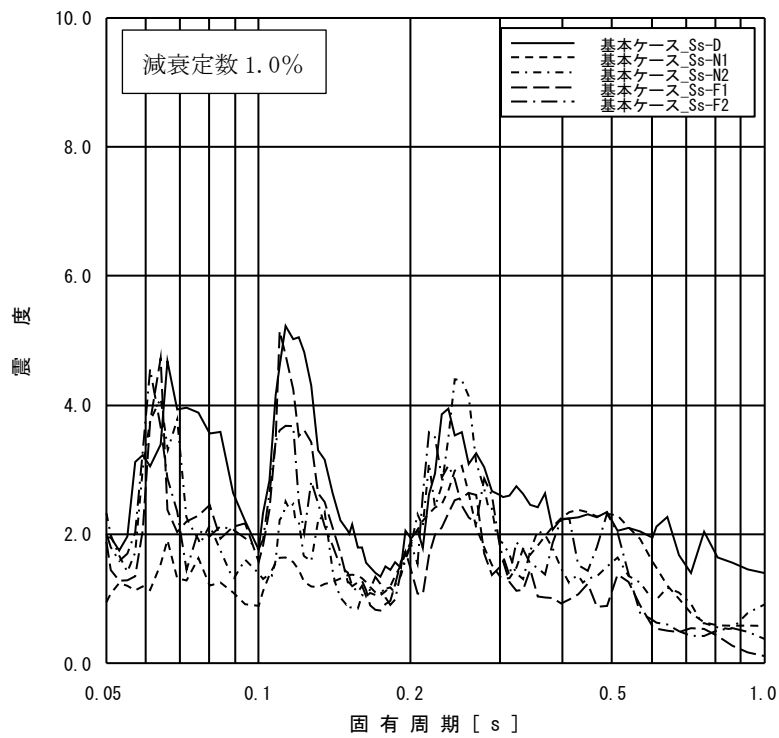
添付図 4(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



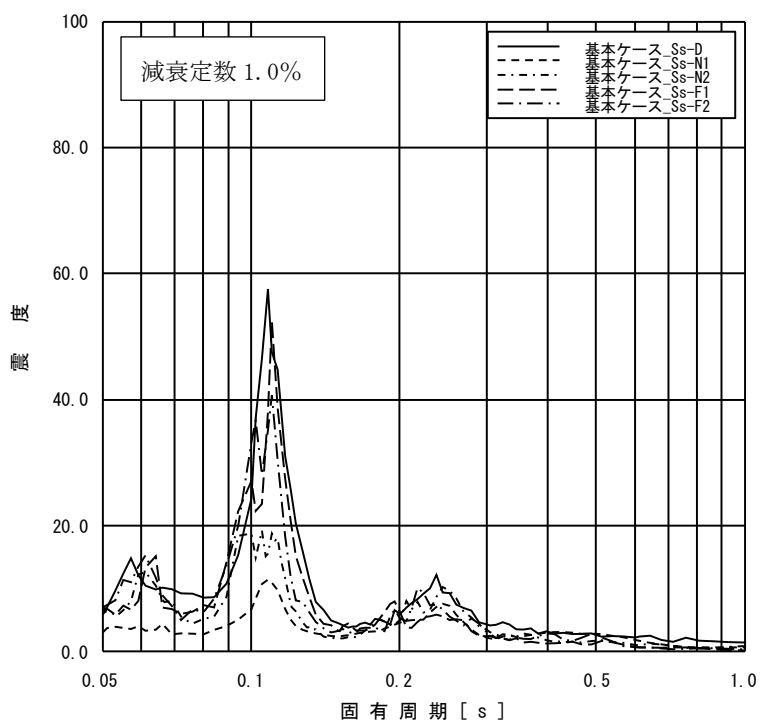
添付図 4(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



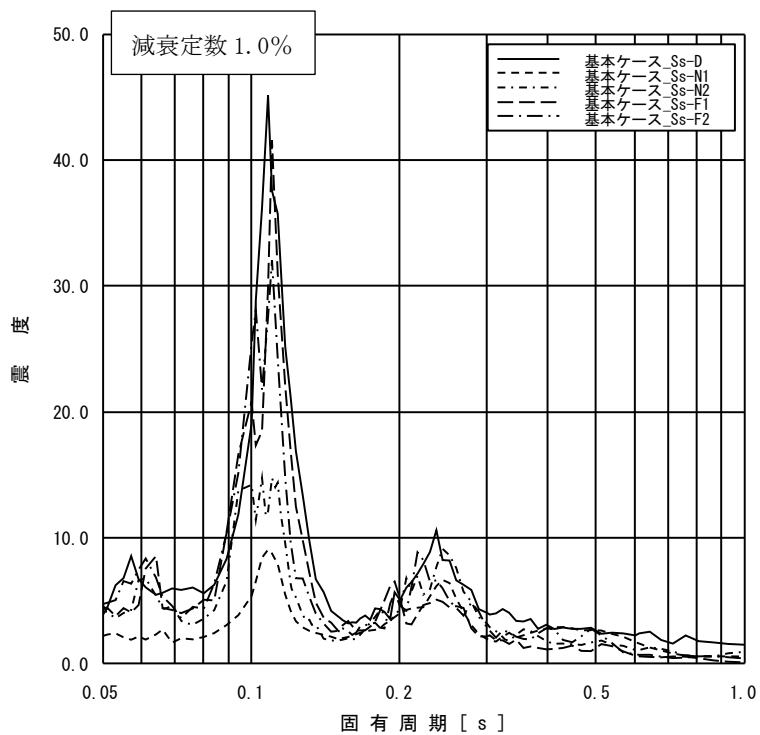
添付図 4(17) 原子炉压力容器ペダスタル EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



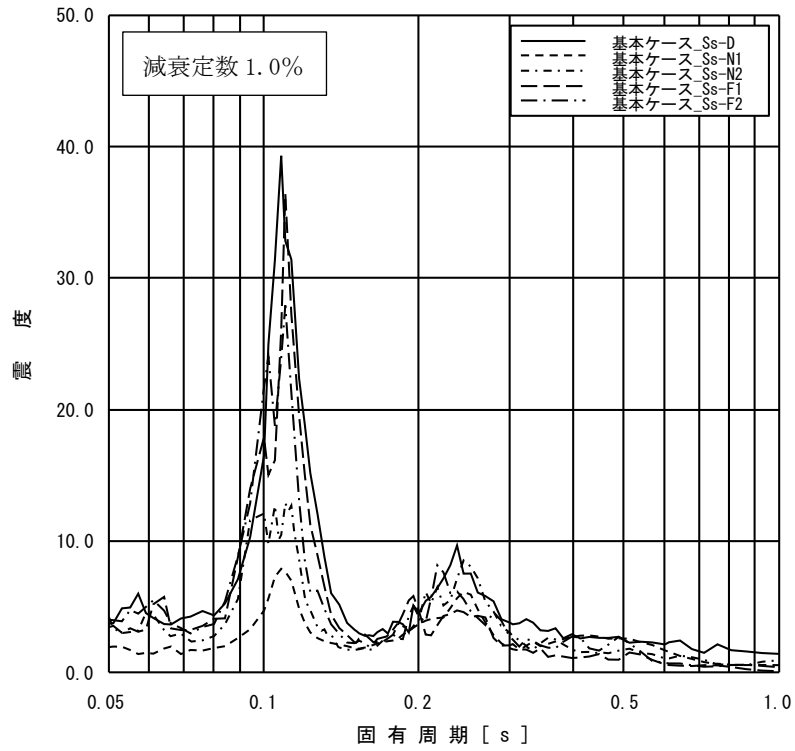
添付図 4(18) 原子炉压力容器ペダスタル EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



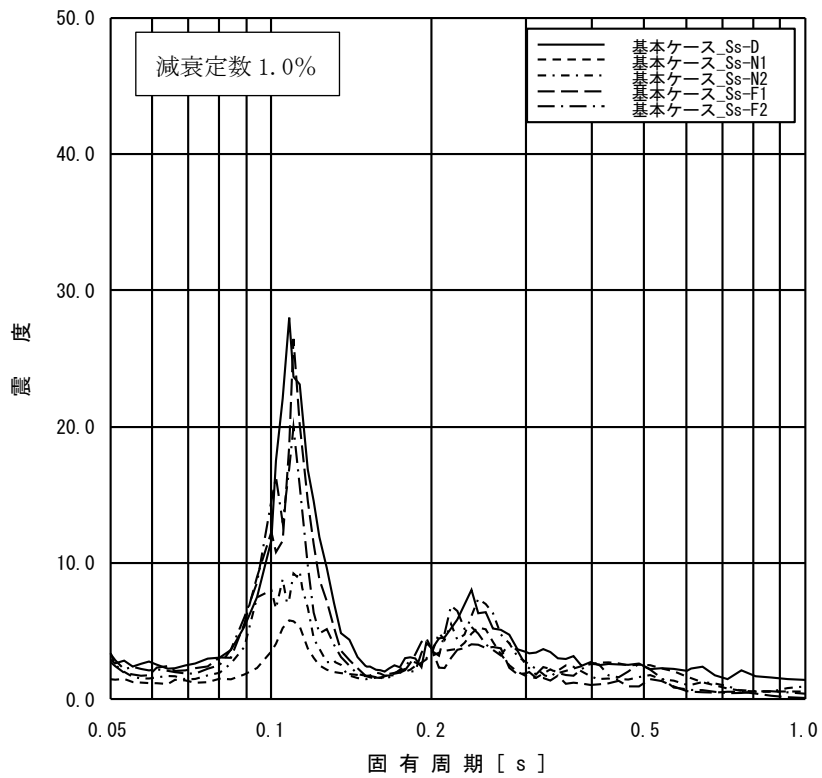
添付図 4(19) 原子炉压力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



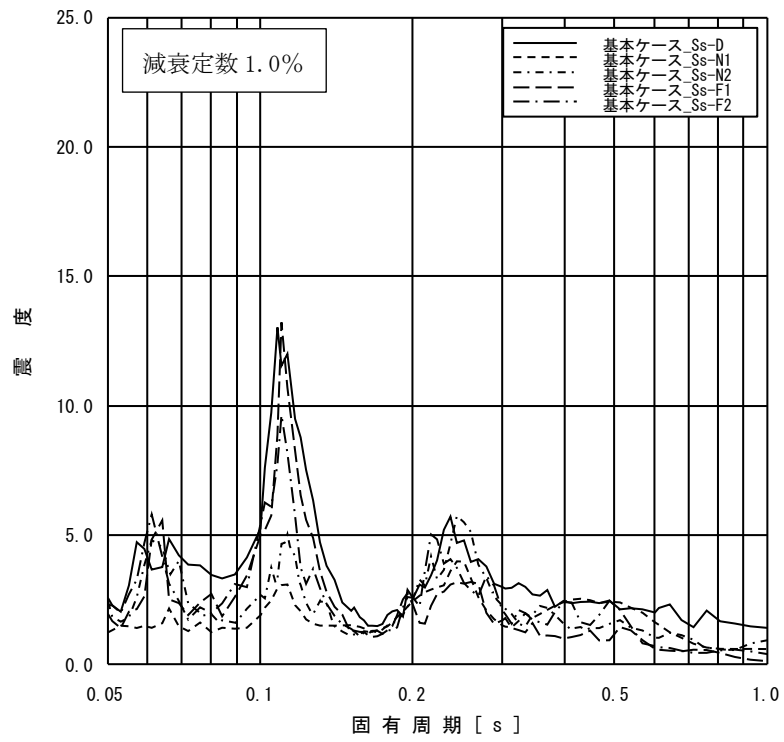
添付図 4(20) 原子炉压力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



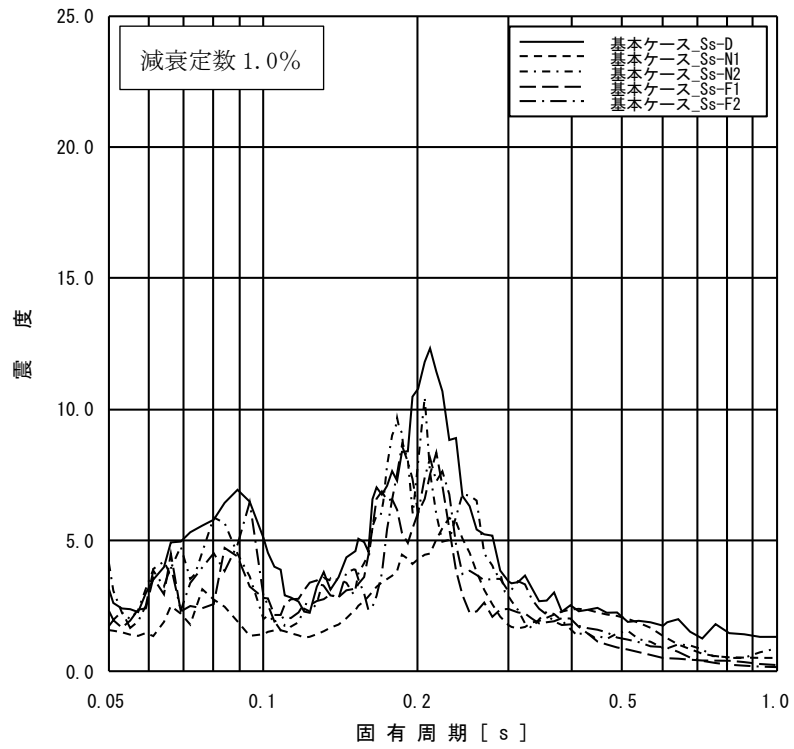
添付図 4(21) 原子炉圧力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



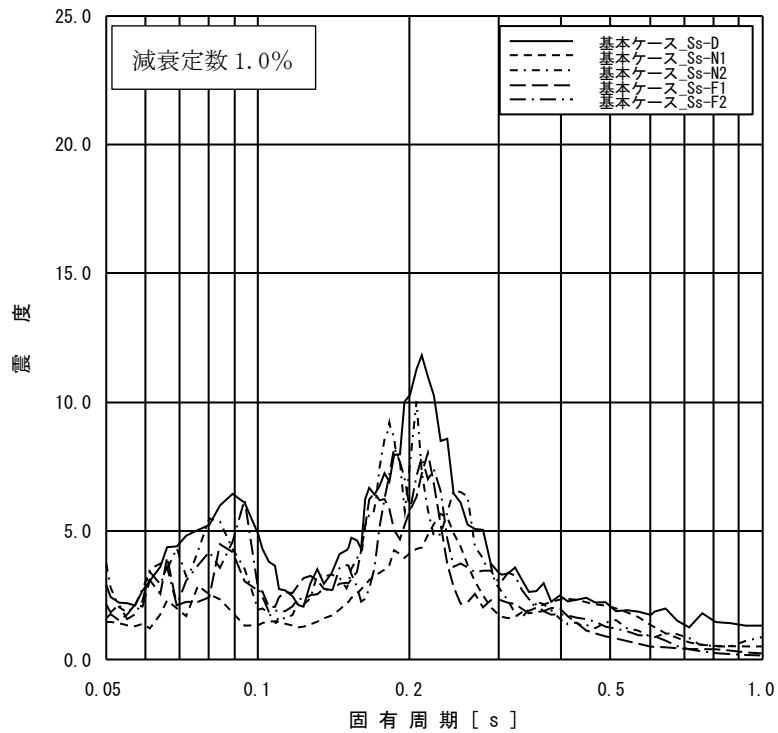
添付図 4(22) 原子炉圧力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



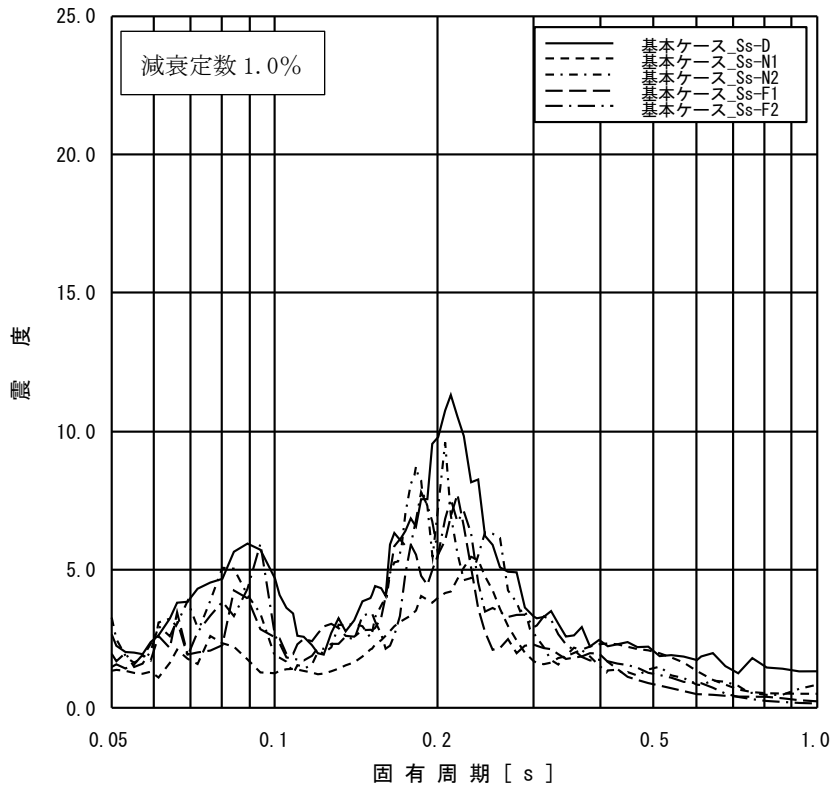
添付図 4(23) 原子炉压力容器 EL18. 250m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



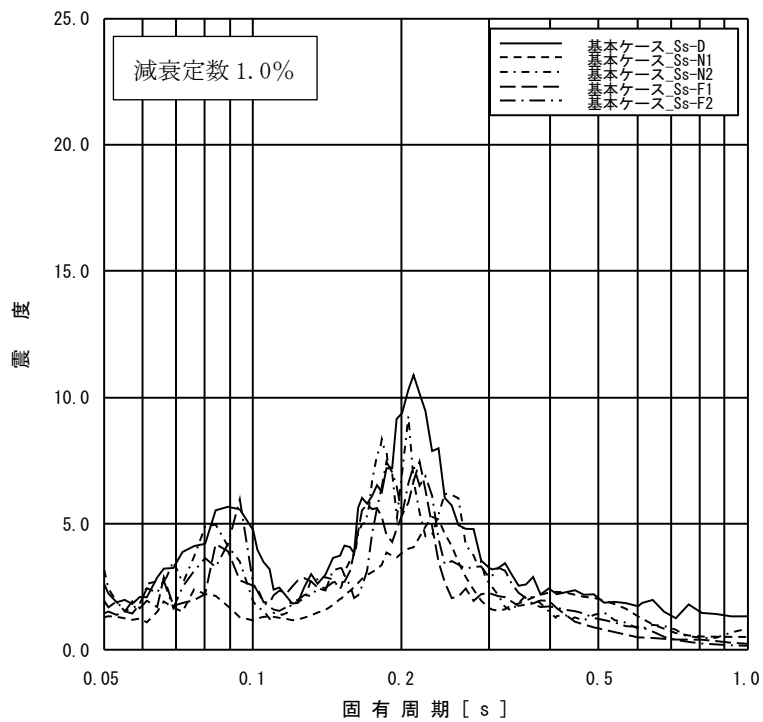
添付図 5(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



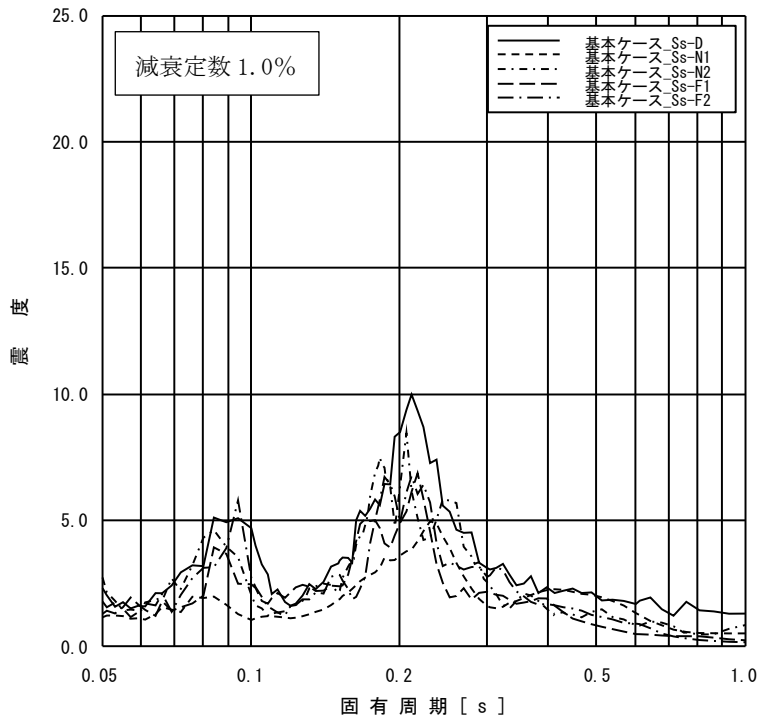
添付図 5(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



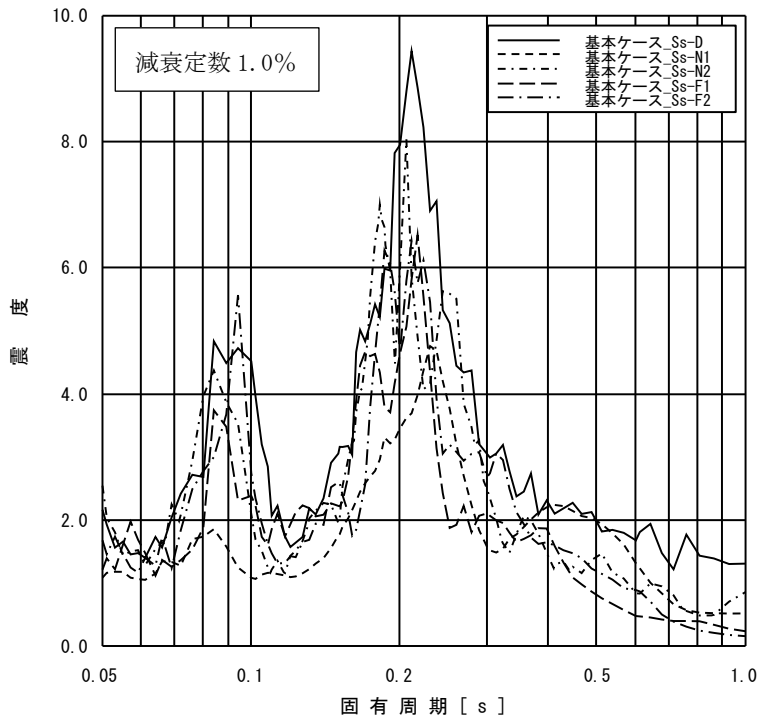
添付図 5(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 5(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

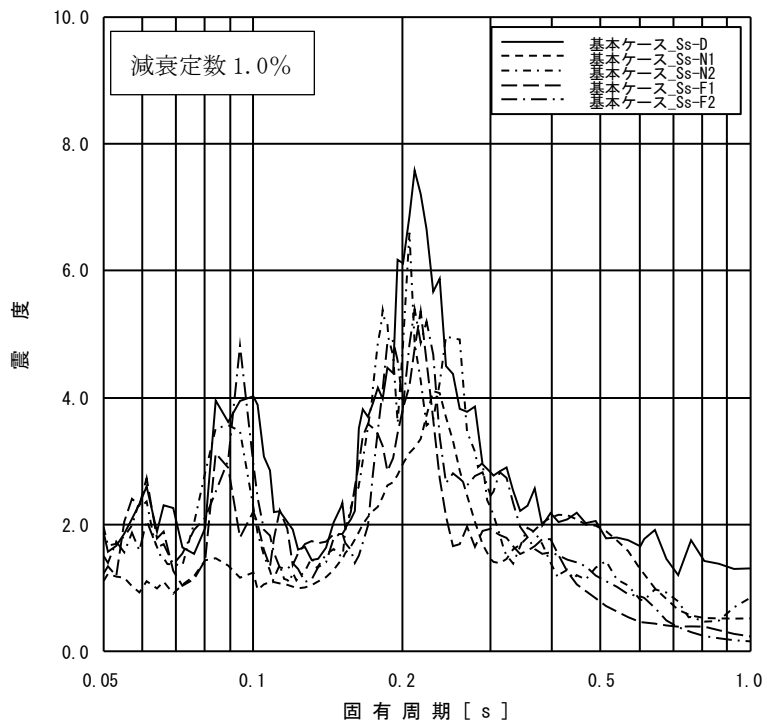


添付図 5(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

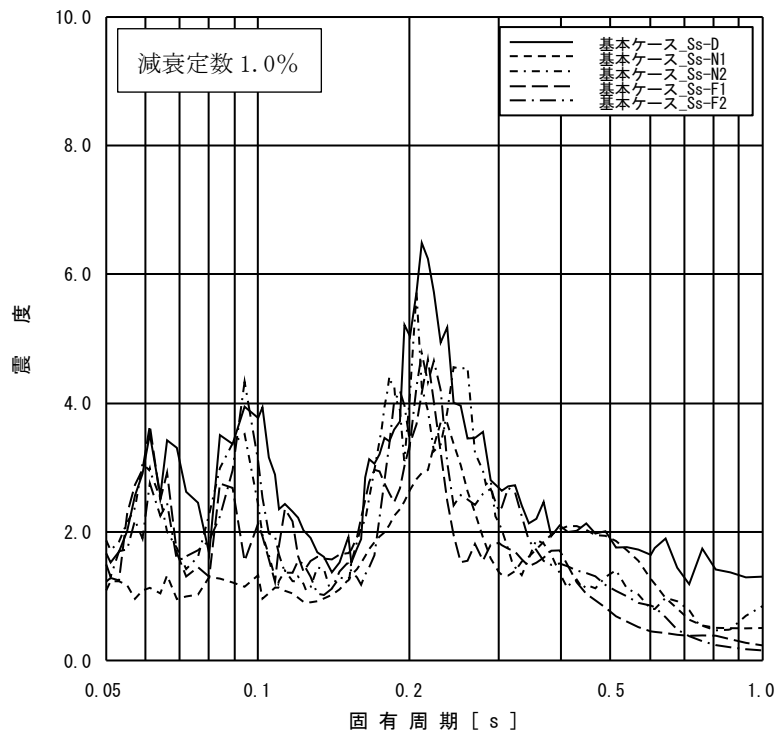


添付図 5(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

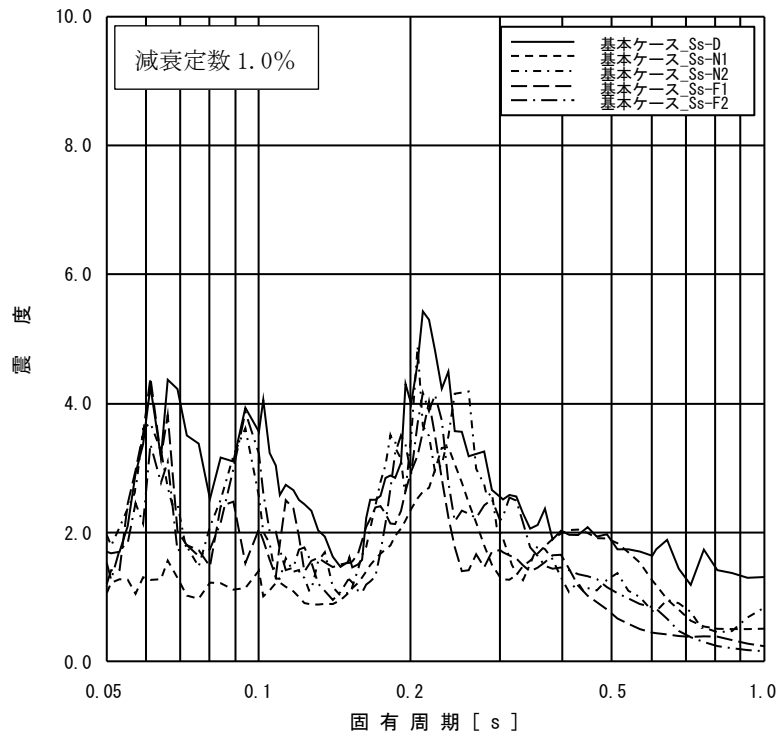




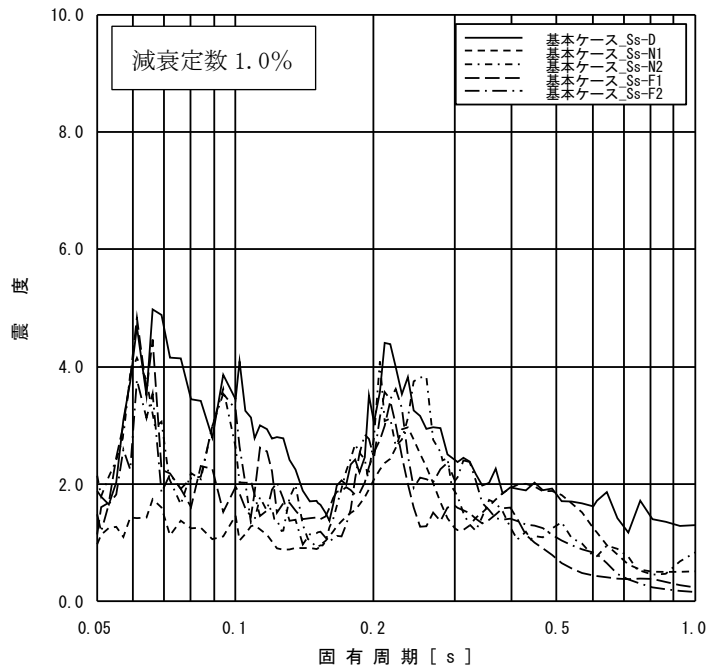
添付図 5(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



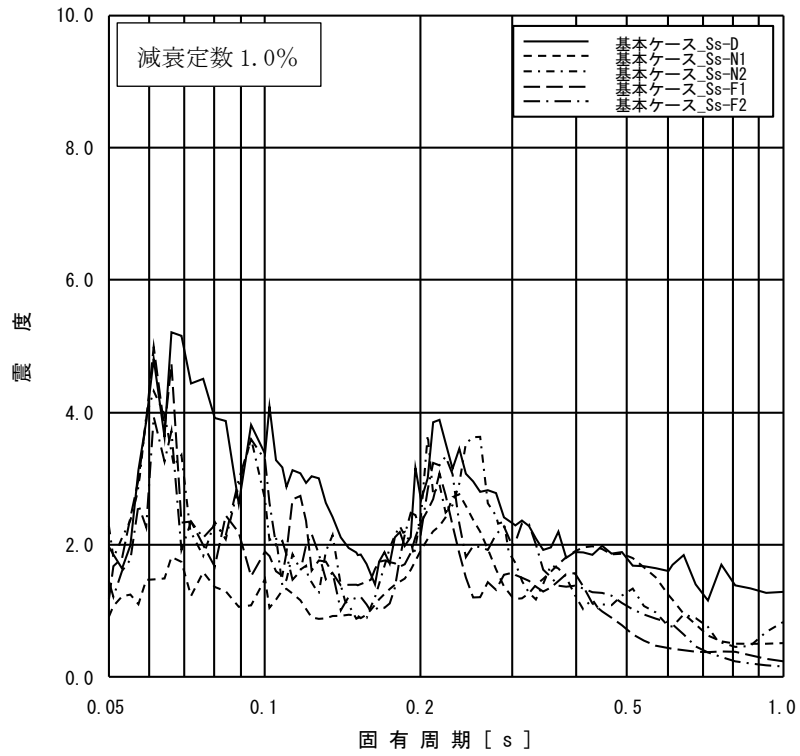
添付図 5(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



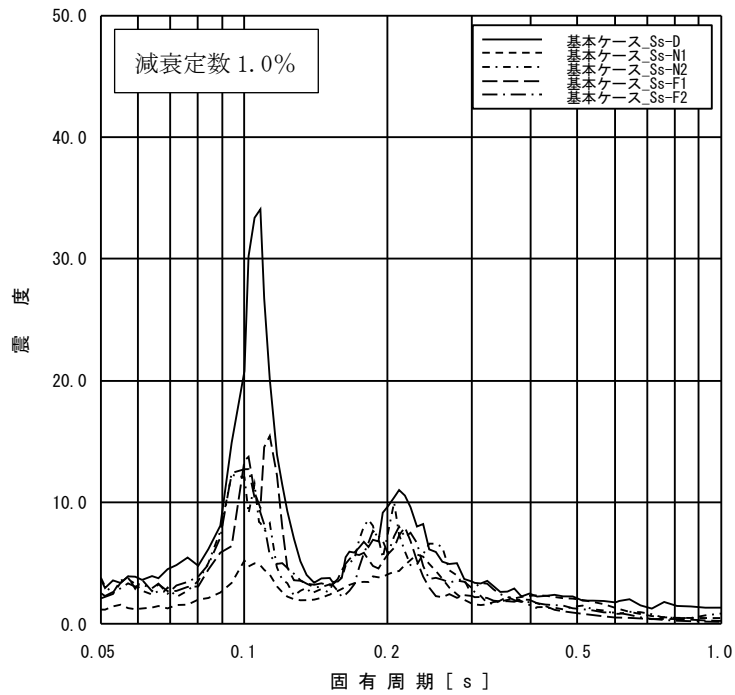
添付図 5(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



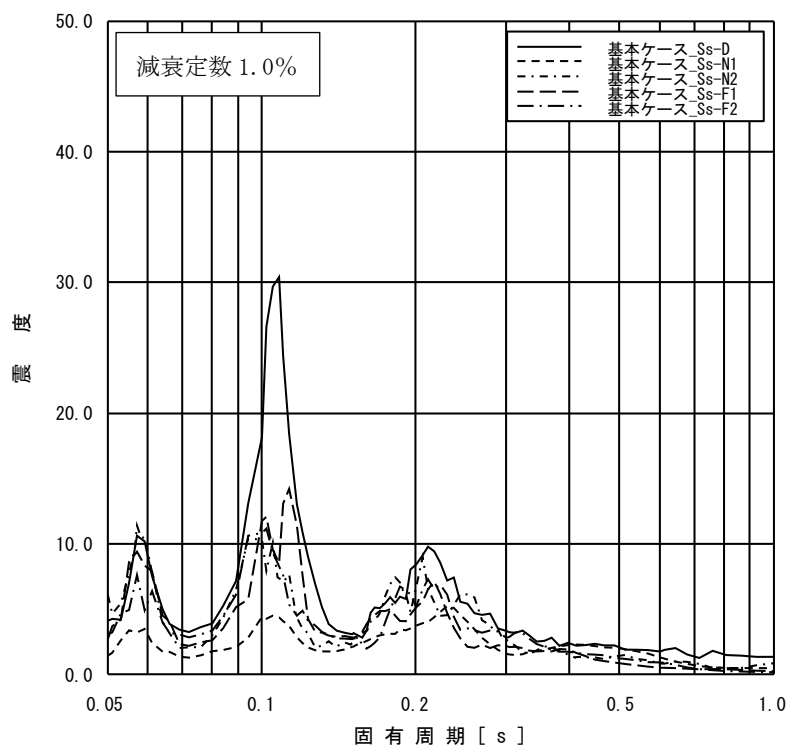
添付図 5(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



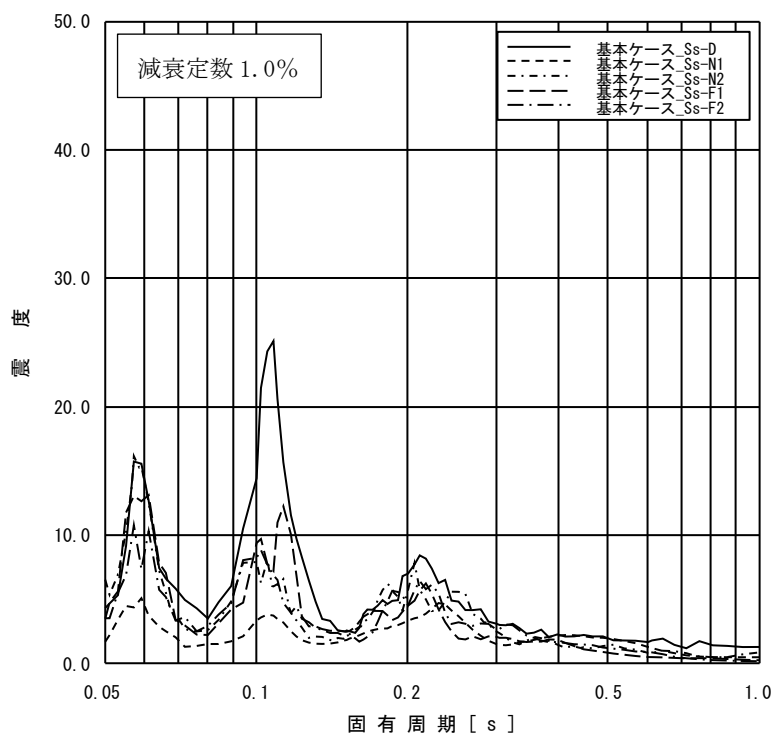
添付図 5(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



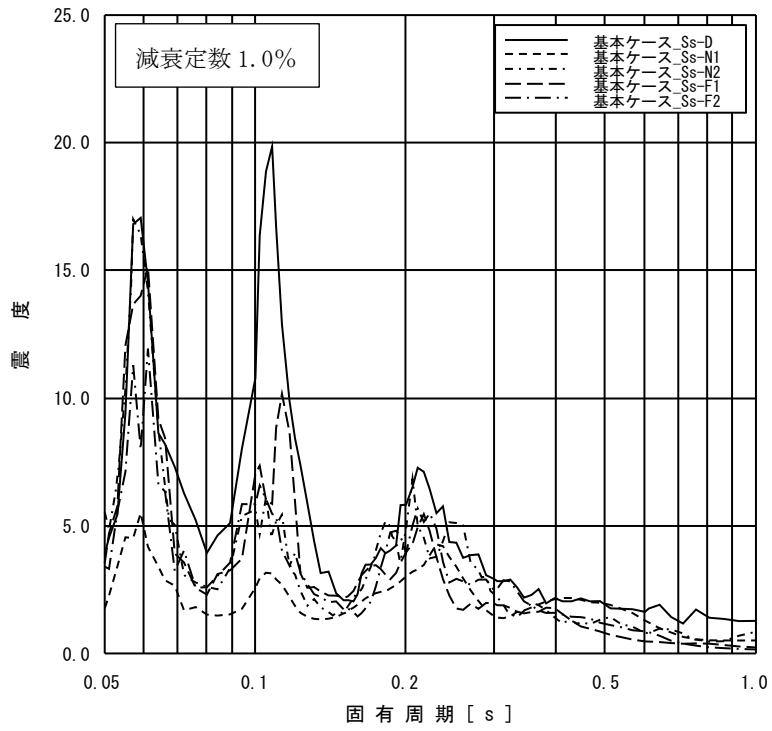
添付図 5(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



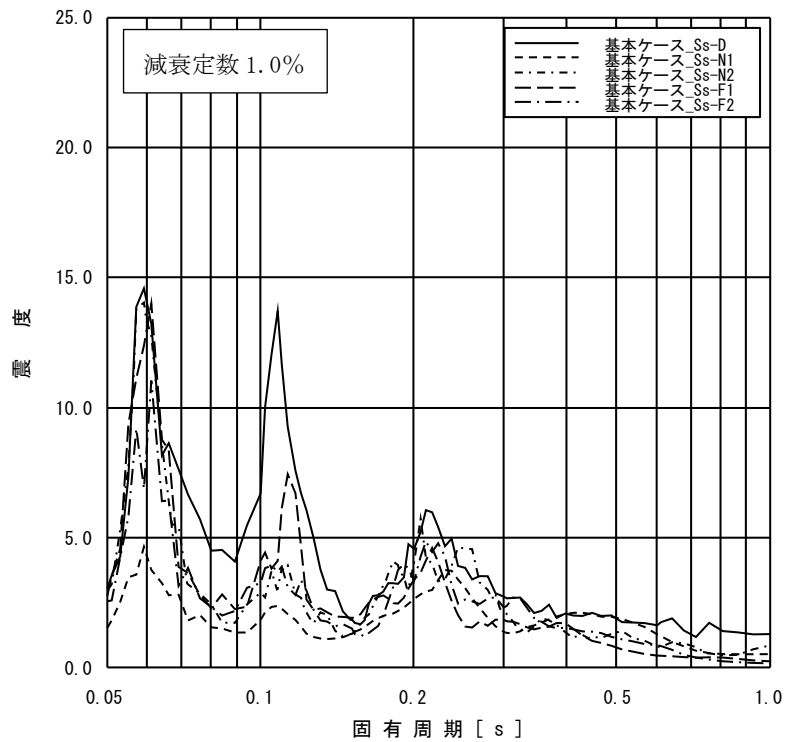
添付図 5(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



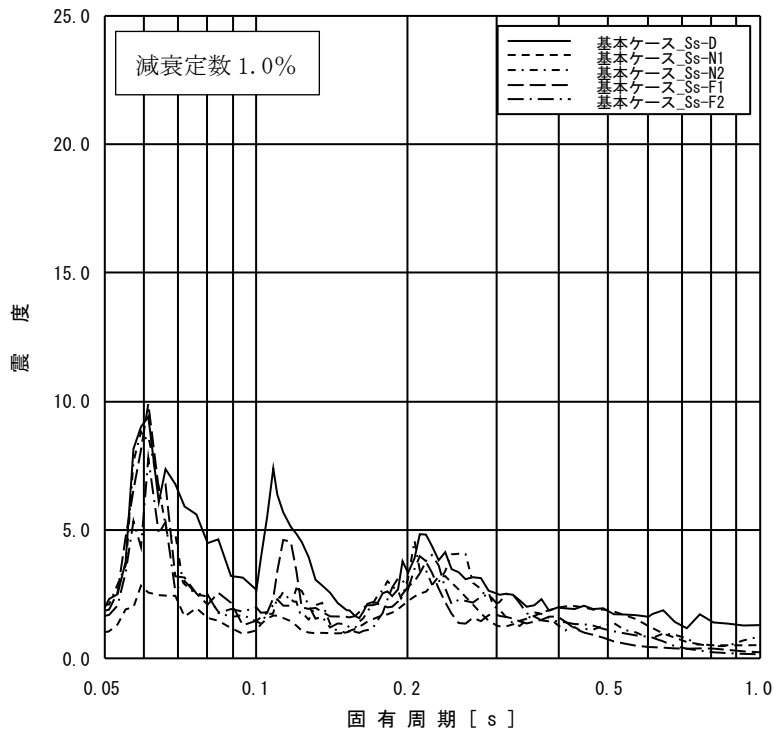
添付図 5(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



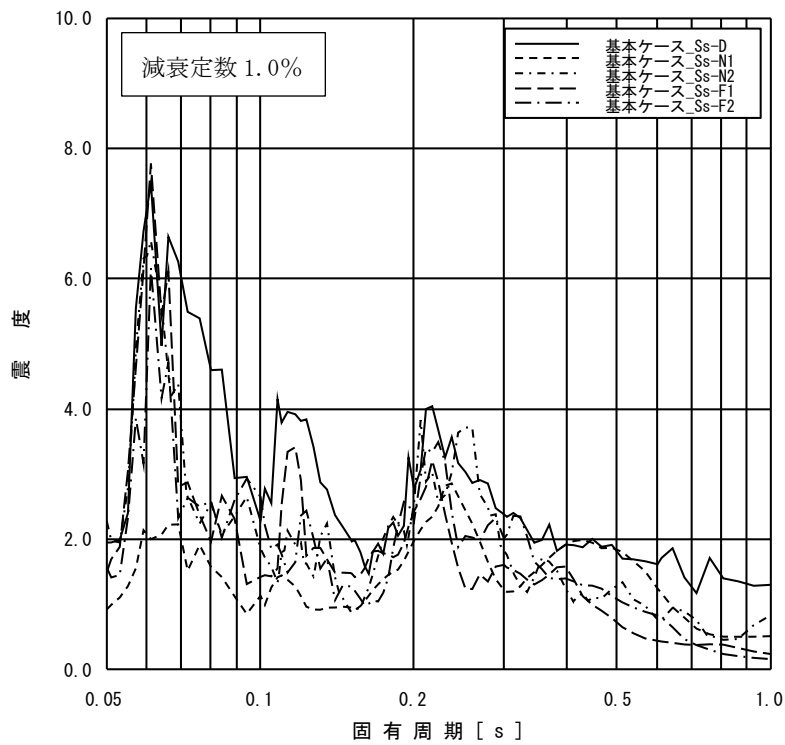
添付図 5(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



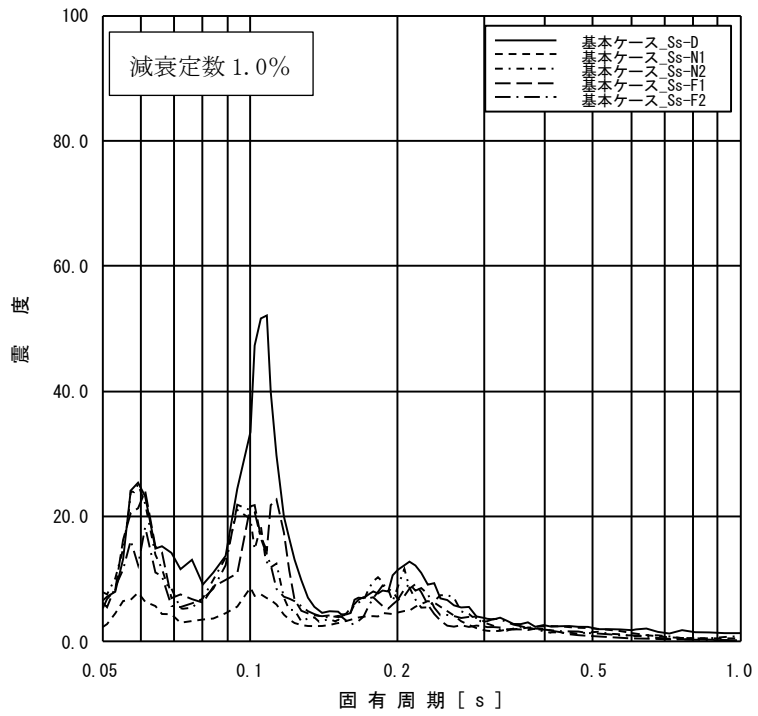
添付図 5(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



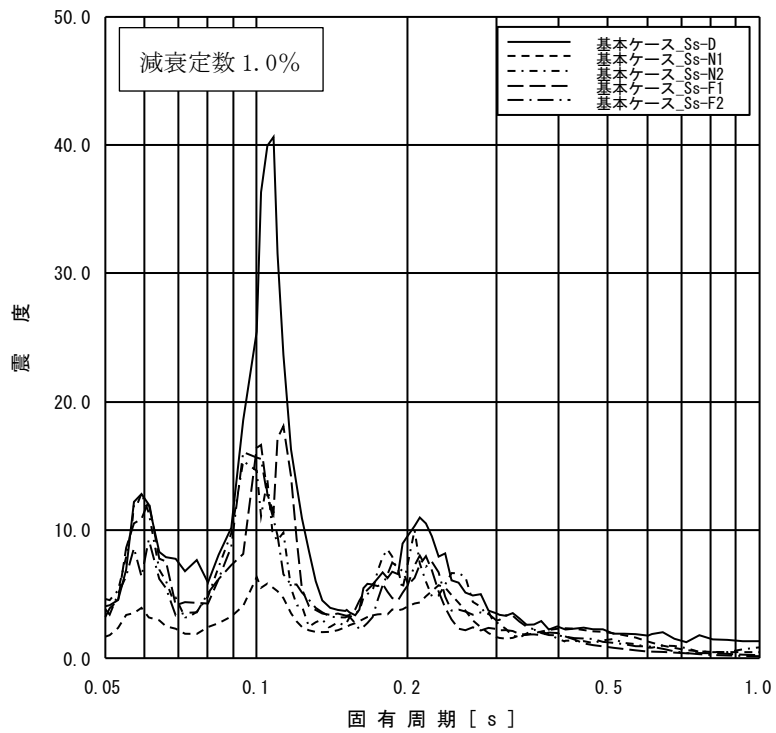
添付図 5(17) 原子炉压力容器ペダスタル EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



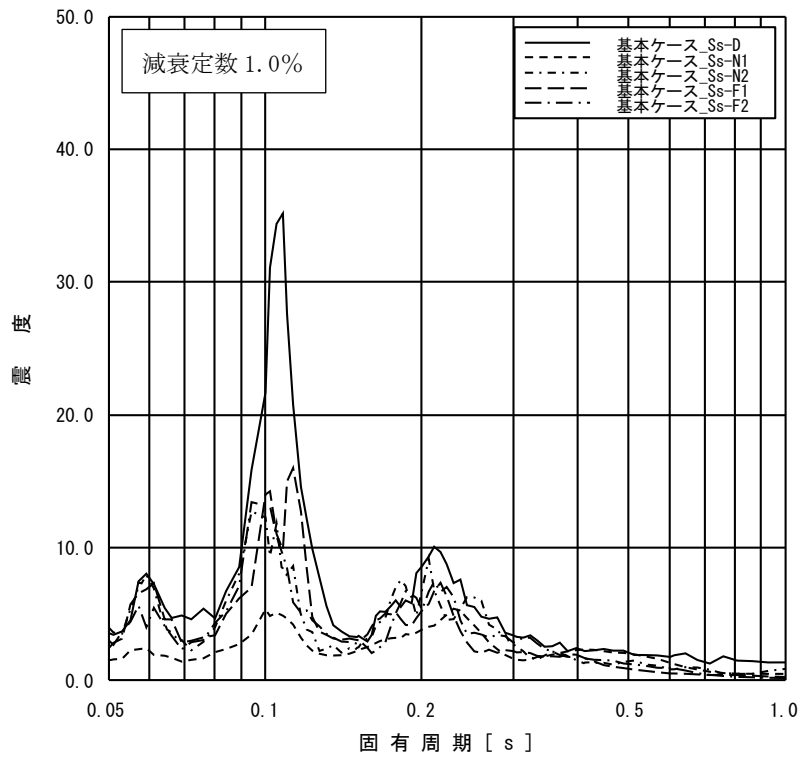
添付図 5(18) 原子炉压力容器ペダスタル EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



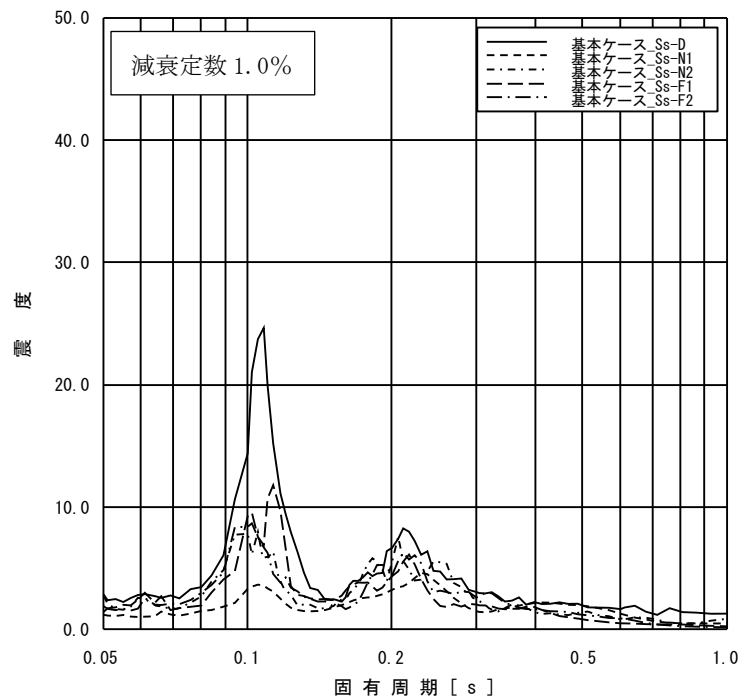
添付図 5(19) 原子炉圧力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 5(20) 原子炉圧力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

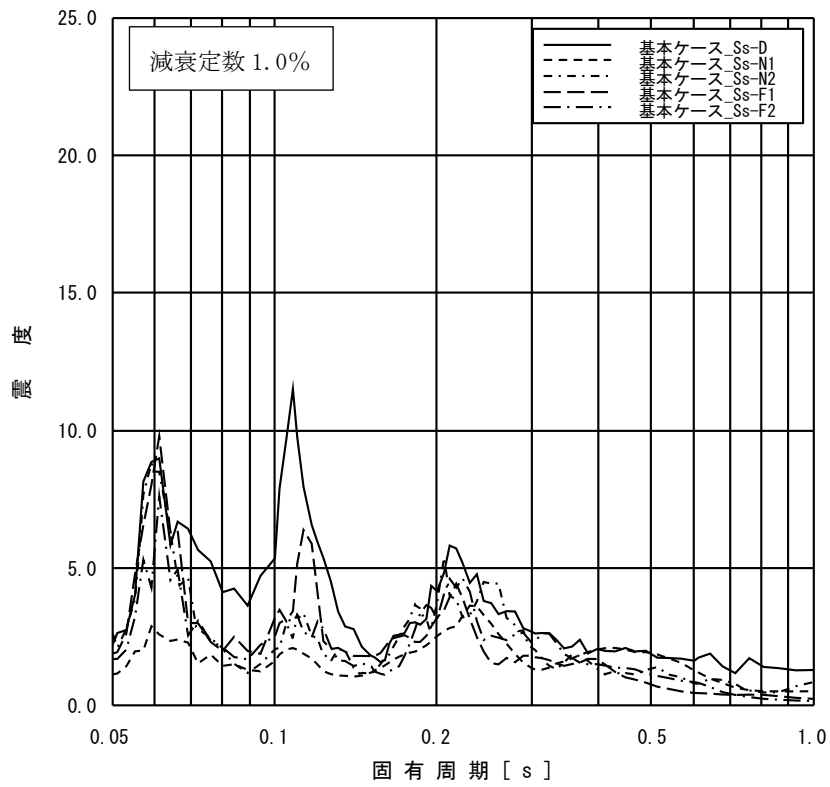


添付図 5(21) 原子炉圧力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

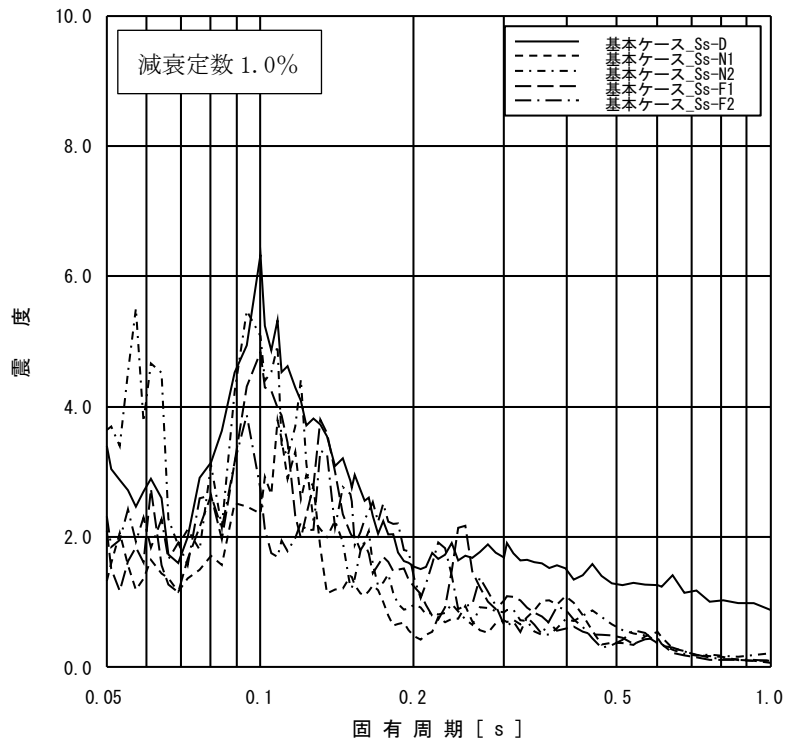


添付図 5(22) 原子炉圧力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

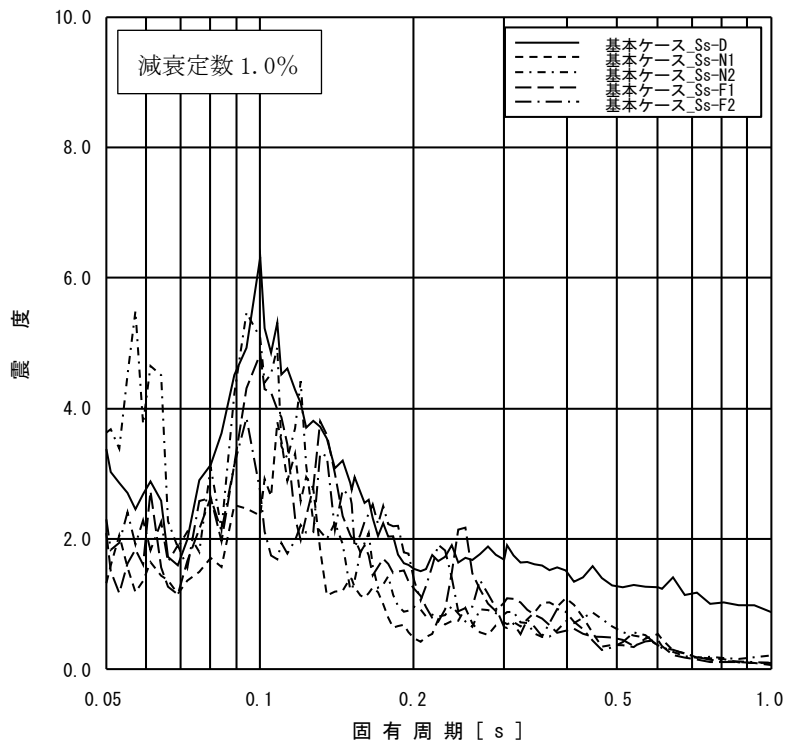




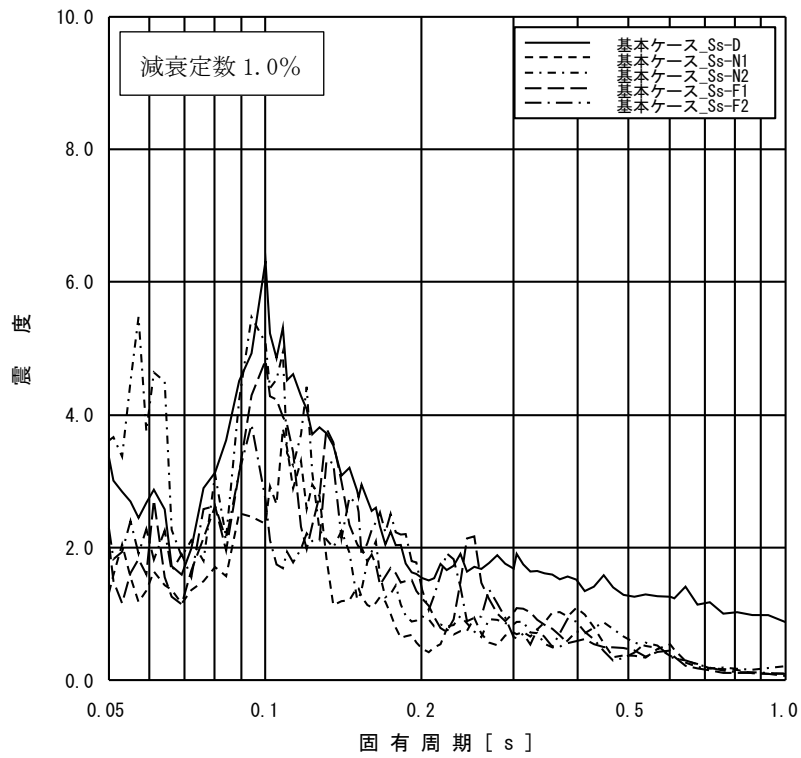
添付図 5(23) 原子炉压力容器 EL18. 250m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



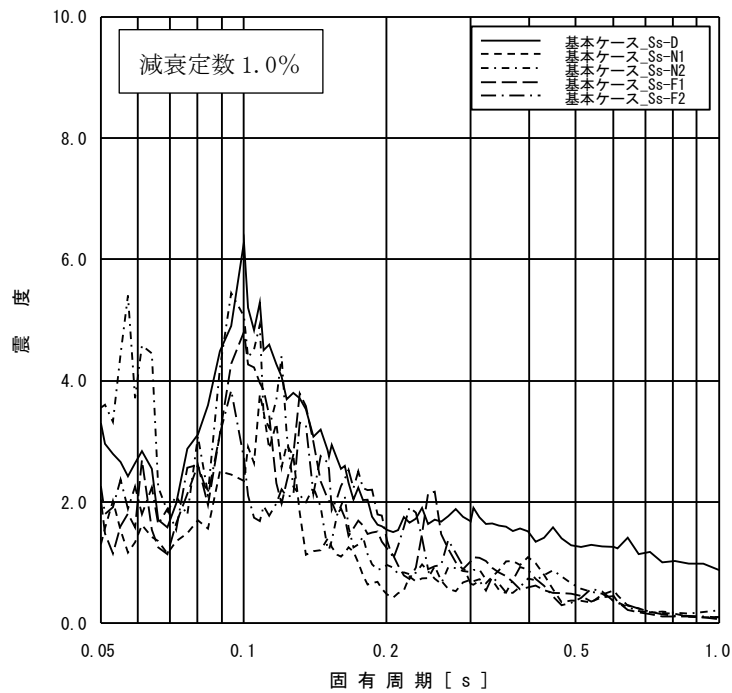
添付図 6(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



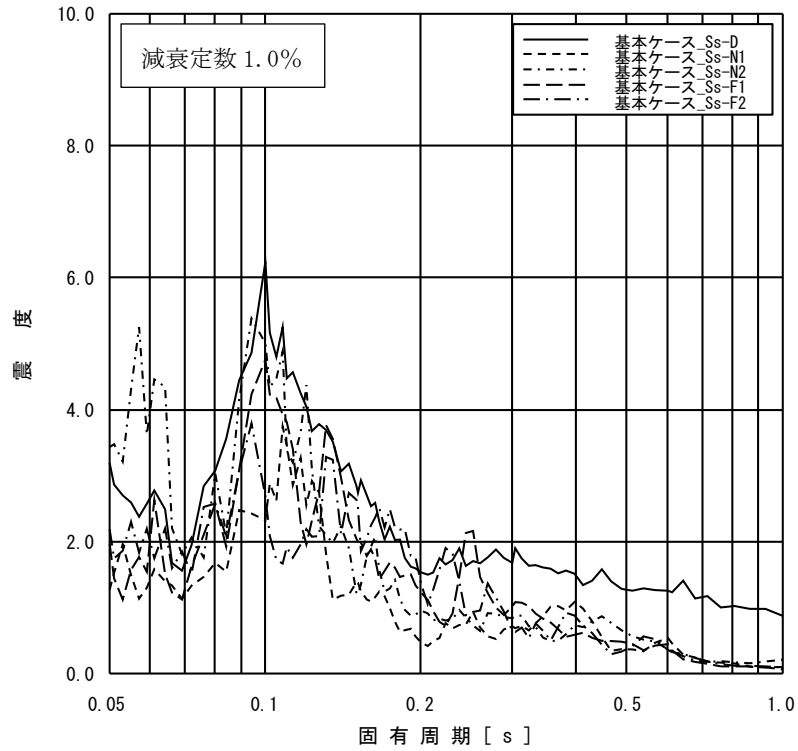
添付図 6(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



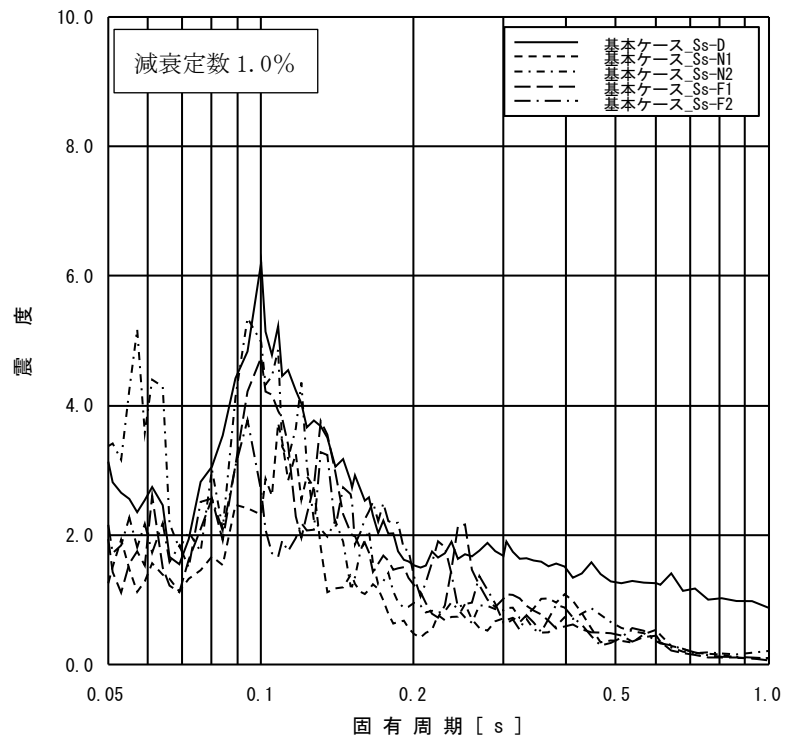
添付図 6(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



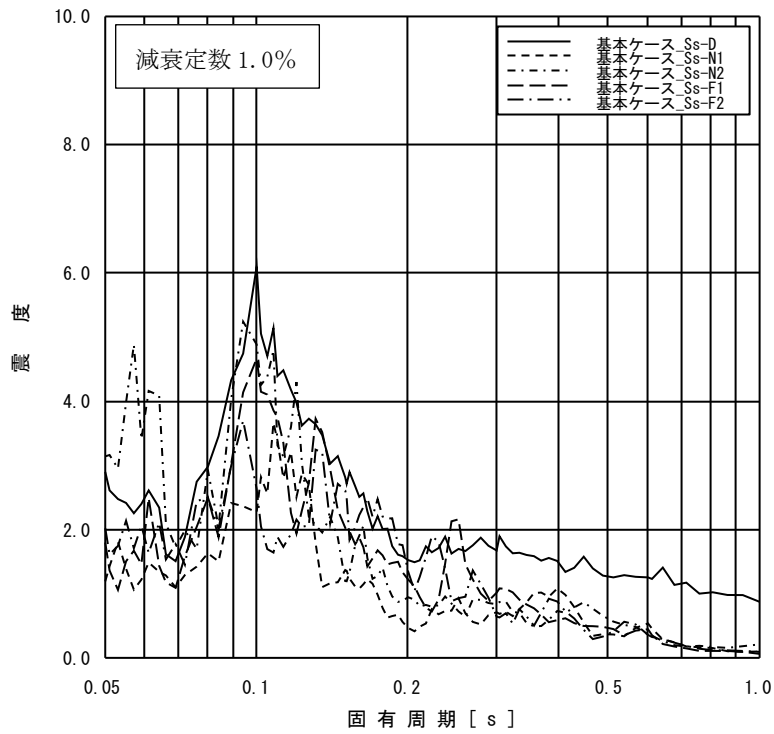
添付図 6(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



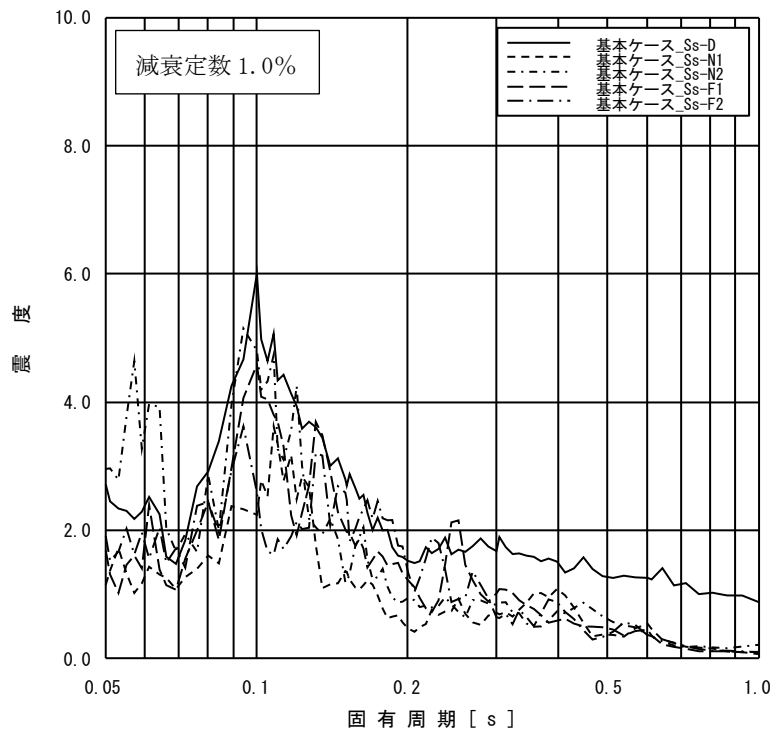
添付図 6(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



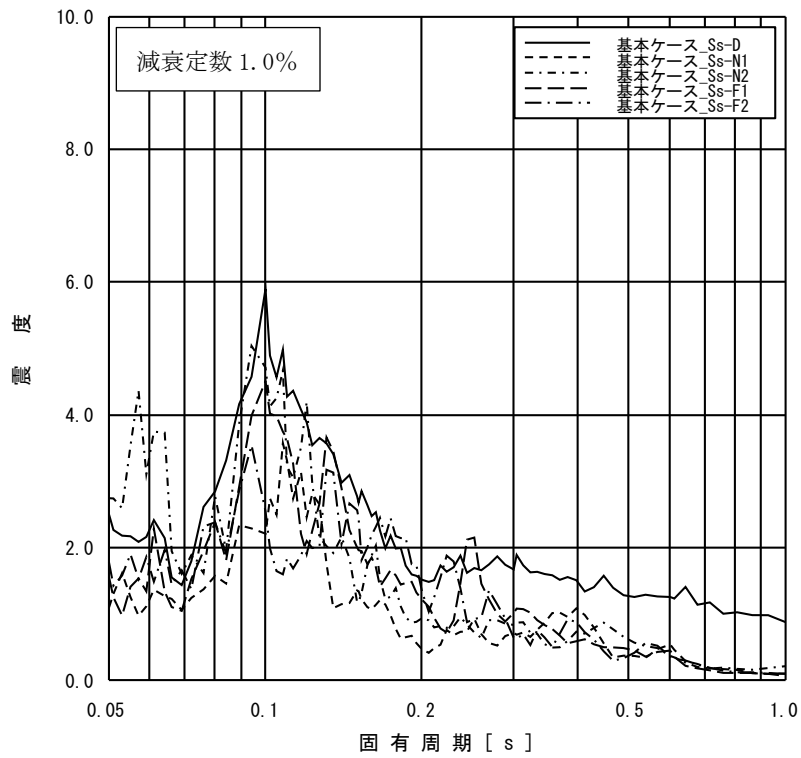
添付図 6(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



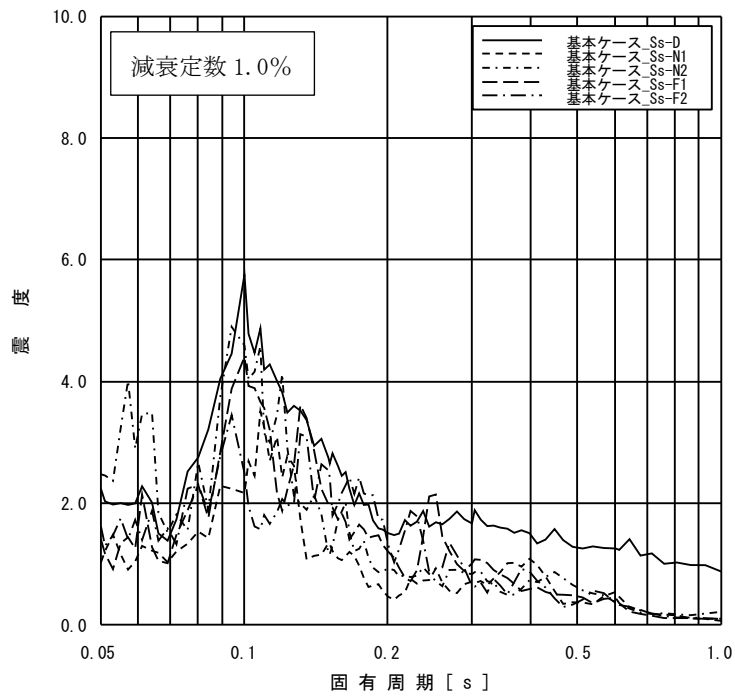
添付図 6(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



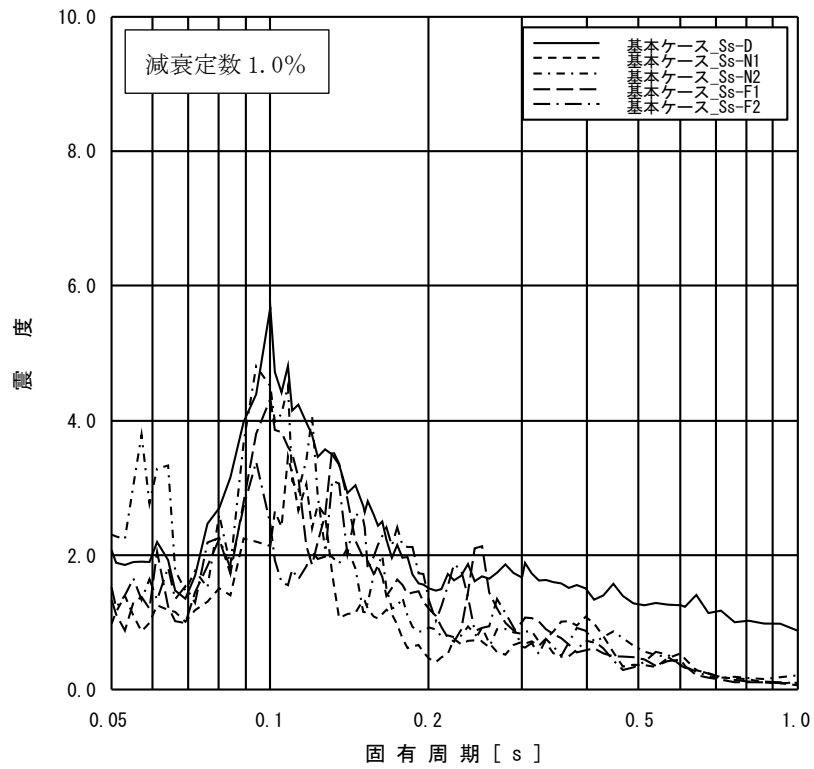
添付図 6(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



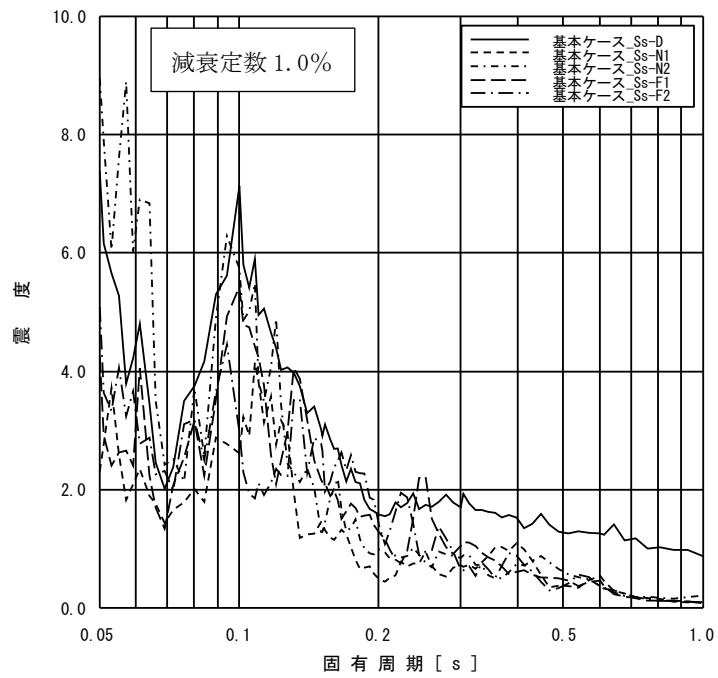
添付図 6(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



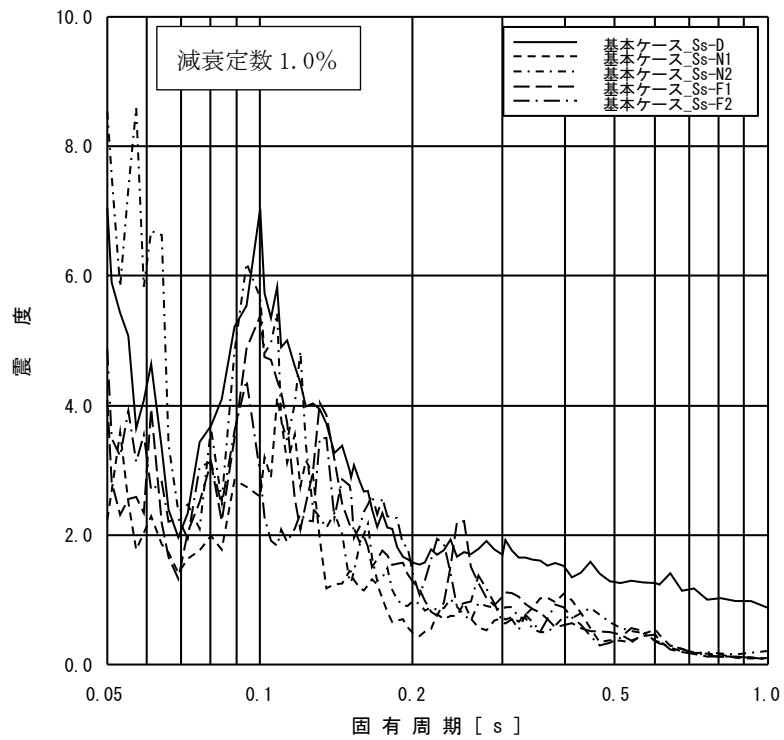
添付図 6(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



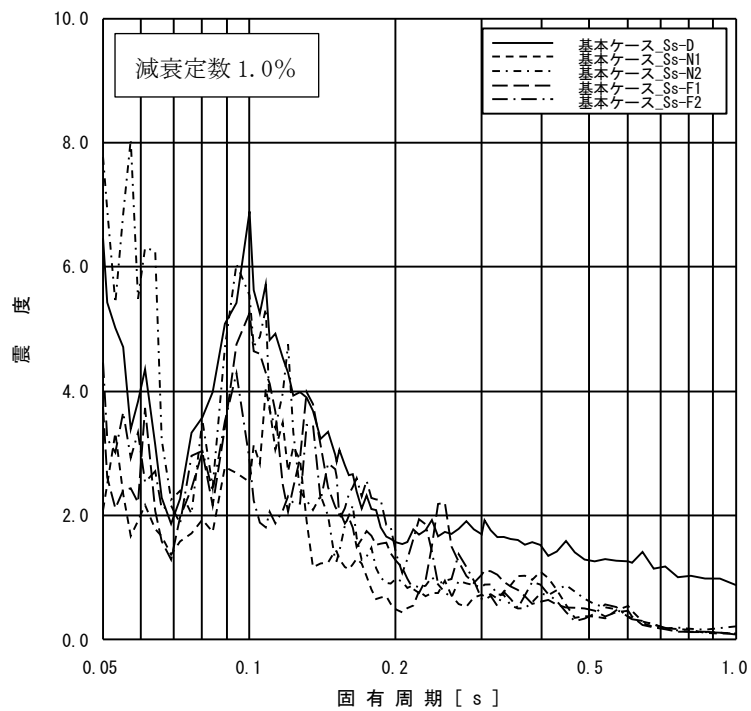
添付図 6(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

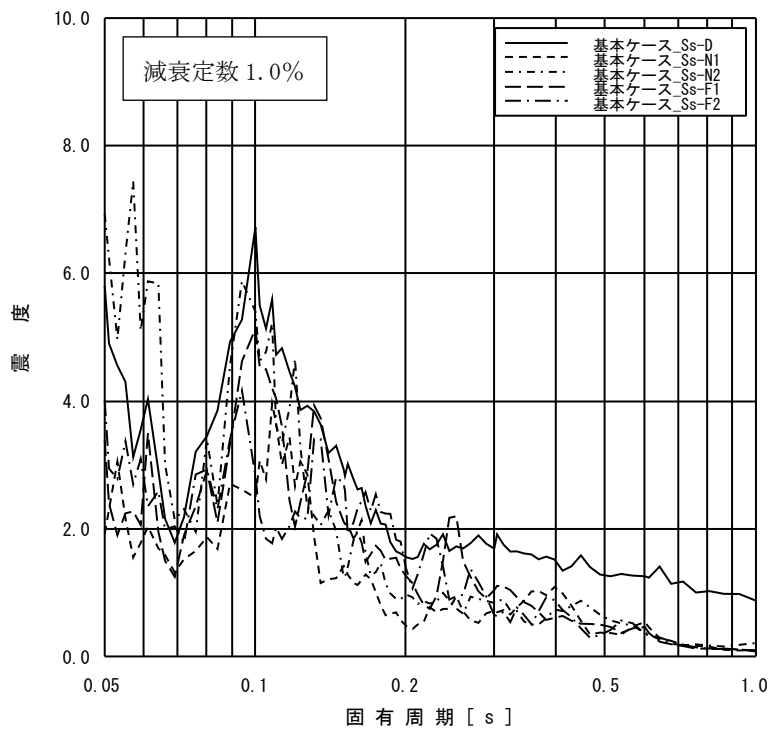


添付図 6(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

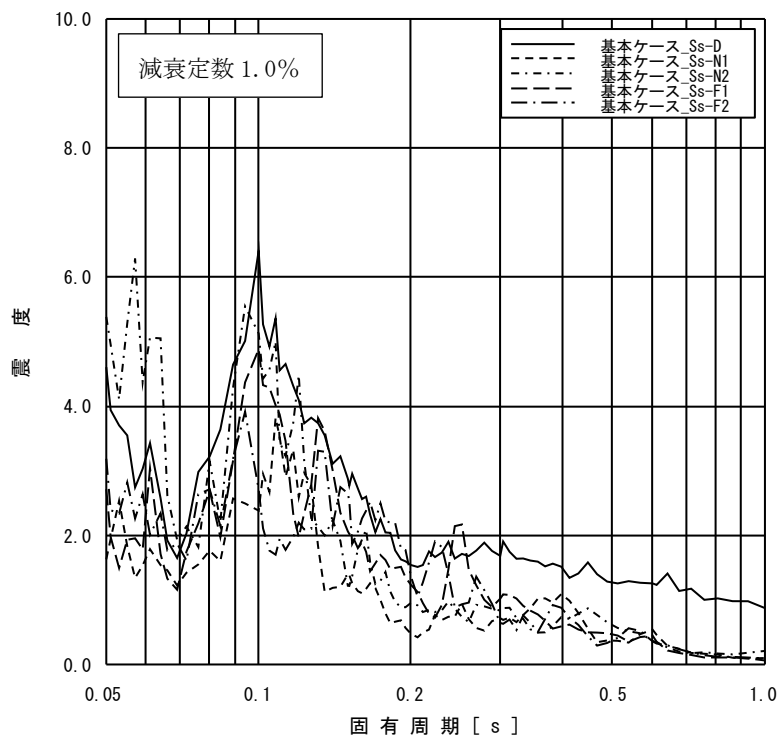


添付図 6(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

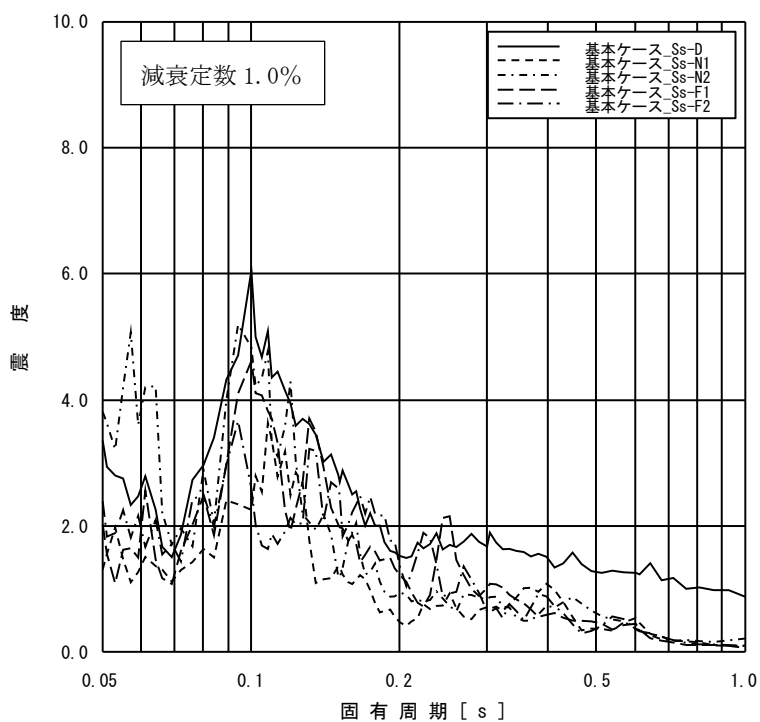




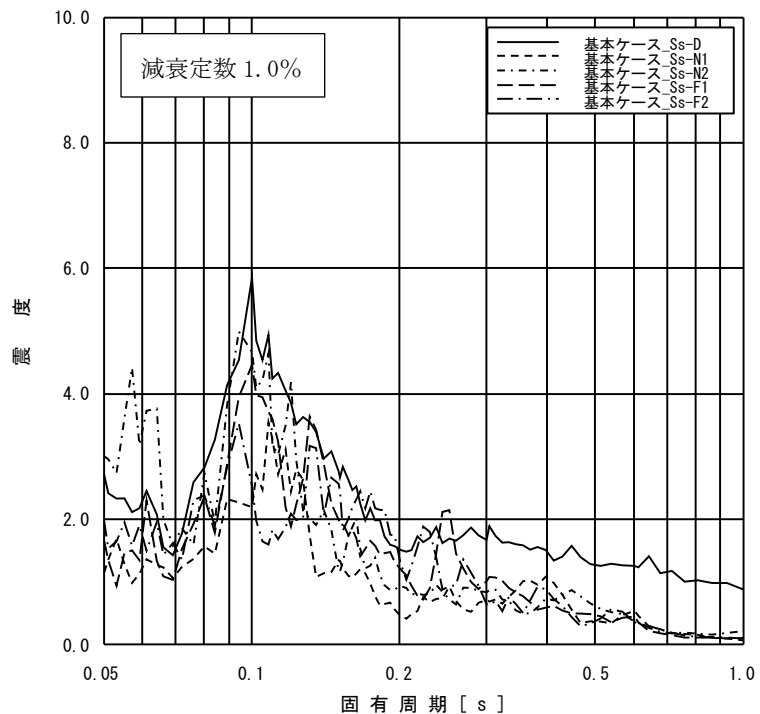
添付図 6(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



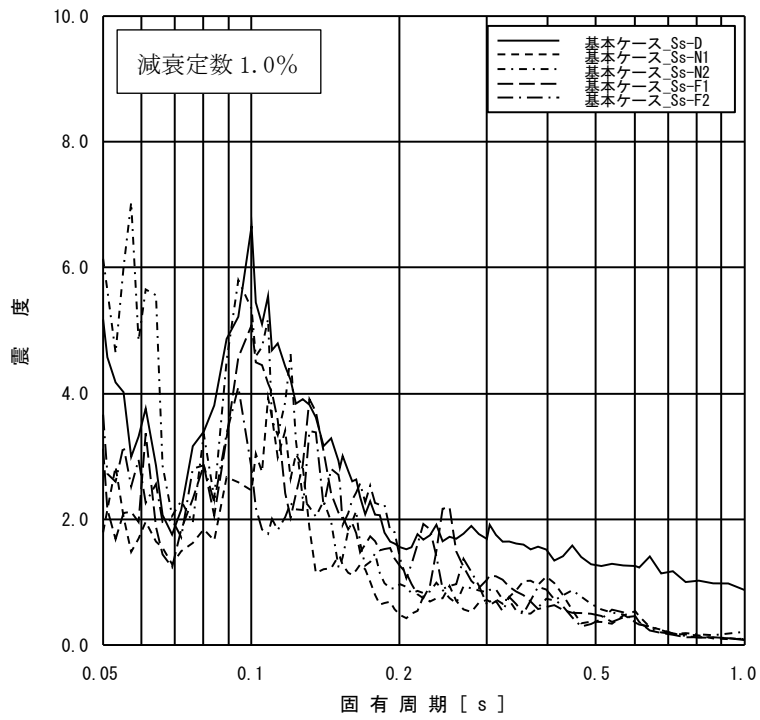
添付図 6(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



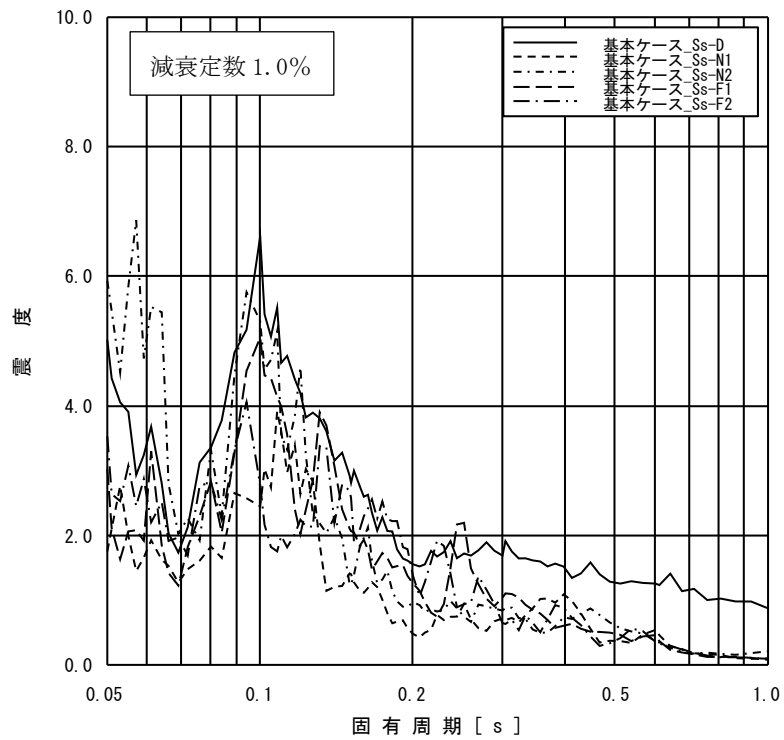
添付図 6(17) 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



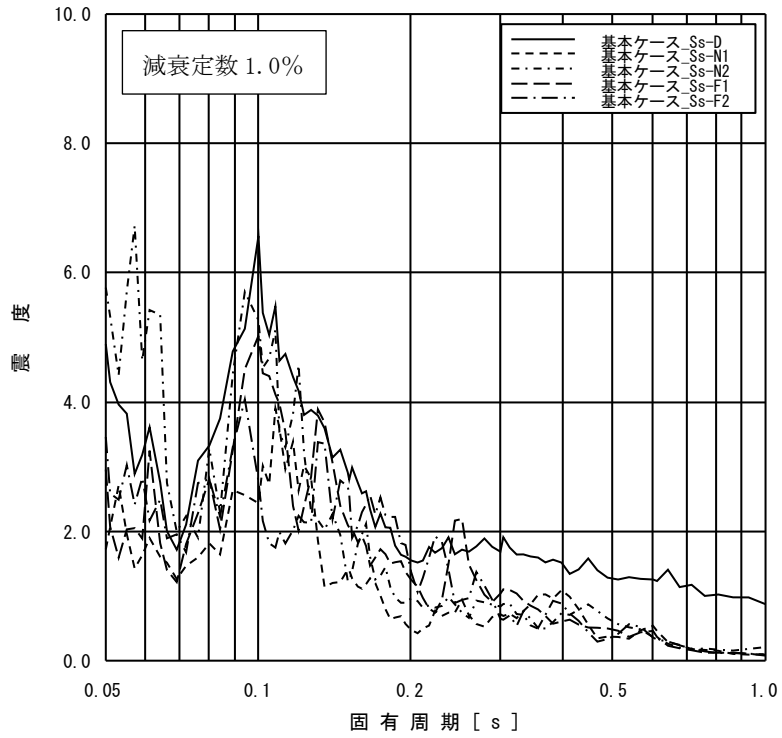
添付図 6(18) 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



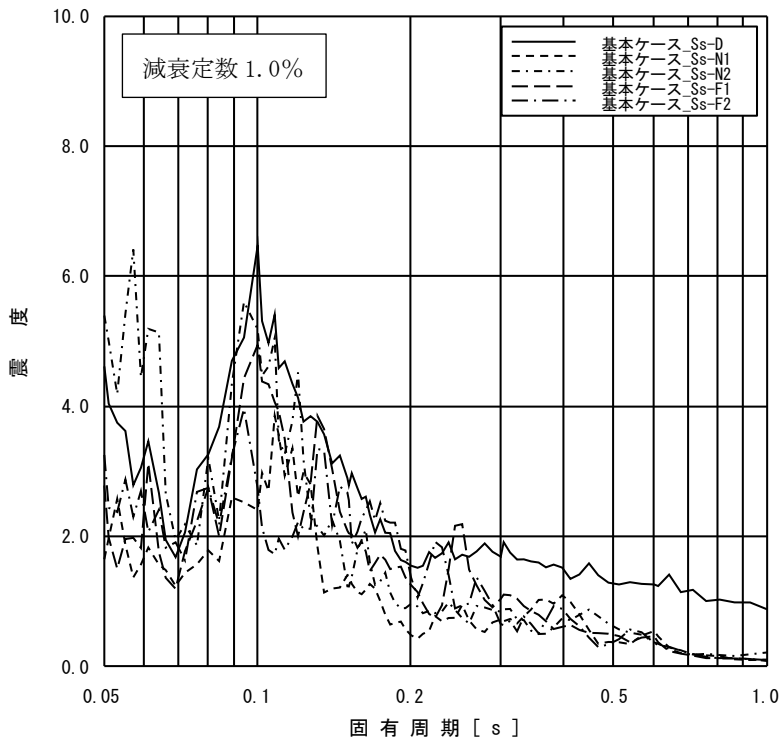
添付図 6(19) 原子炉压力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



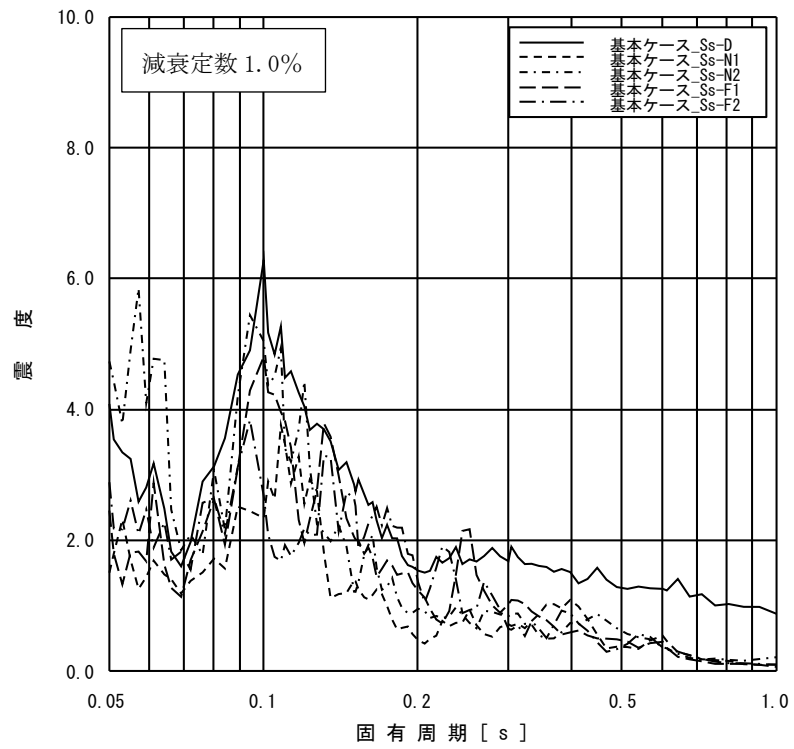
添付図 6(20) 原子炉压力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(21) 原子炉压力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(22) 原子炉压力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(23) 原子炉压力容器 EL18.250m の加速度応答スペクトル  
 (鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)