

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-他-F-19-0008_改3
提出年月日	2021年10月12日

基準地震動  $S_s - F3$  の検討段階における  
地震動による施設への影響について

## 目次

1. はじめに.....	1
2. 基準地震動 $S_s - F_3$ について.....	4
2.1 海洋プレート内地震の検討.....	4
2.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価の概要.....	4
2.3 基準地震動 $S_s - F_3$ の選定.....	4
3. 施設の耐震設計への影響検討.....	8
3.1 施設の耐震設計への影響に係る検討方針.....	8
3.2 施設の耐震設計への影響検討に用いる $F_3$ 候補波.....	9
3.3 施設の耐震設計への影響検討結果.....	14
4. まとめ.....	21

別紙 原子炉建屋の減衰定数を 7%とした場合の地震応答解析結果

1. はじめに

女川原子力発電所第2号機の施設の耐震設計においては、基準地震動 $S_s$ に対して、設計上の保守性を考慮した設計用地震力を設定し、耐震重要施設等の安全機能が損なわれない設計としている。基準地震動 $S_s$ の概要を表1-1に、基準地震動 $S_s$ の応答スペクトルを図1-1及び図1-2に示す。

このうち基準地震動 $S_s - F3$ （以下「 $S_s - F3$ 」という。）は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動であり、審査ガイドの要求事項を踏まえ、不確かさを考慮した複数の地震動評価結果から選定したものである。

本資料では、 $S_s - F3$ の選定の代表性を施設の耐震設計への影響の観点から確認するため、基準地震動として選定しなかった地震動（以下「 $F3$ 候補波」という。）に対しても、 $S_s - F3$ を含めた基準地震動 $S_s$ による耐震設計により施設の耐震性が確保されることを確認する。

表 1-1 女川原子力発電所第2号機の基準地震動 $S_s$ の概要

基準地震動 $S_s$		備考	
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	プレート間地震	$S_s - D1$	応答スペクトルに基づく手法
		$S_s - F1$	断層モデルを用いた手法
		$S_s - F2$	断層モデルを用いた手法
	海洋プレート内地震	$S_s - D2$	応答スペクトルに基づく手法
		$S_s - D3$	応答スペクトルに基づく手法
		$S_s - F3$	断層モデルを用いた手法
	内陸地殻内地震	—	上記 $S_s$ で包絡
震源を特定せず策定する地震動	$S_s - N1$	—	

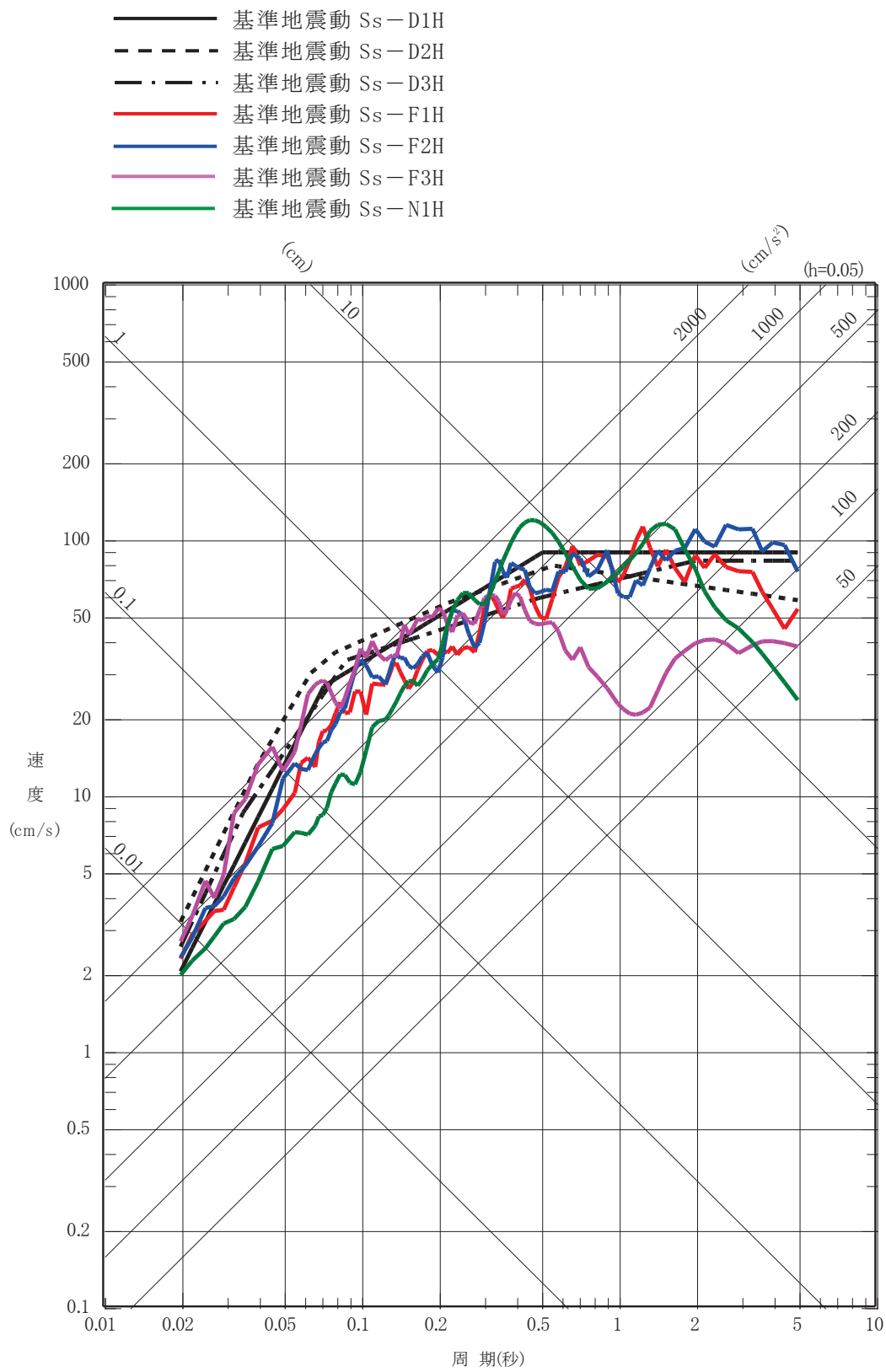


図 1-1 基準地震動  $S_s$  の応答スペクトル (水平方向)  
 (添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」抜粋)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D1V
- - - 基準地震動 S<sub>s</sub>-D2V
- · - · 基準地震動 S<sub>s</sub>-D3V
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-F1V
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-F2V
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-F3V
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-N1V

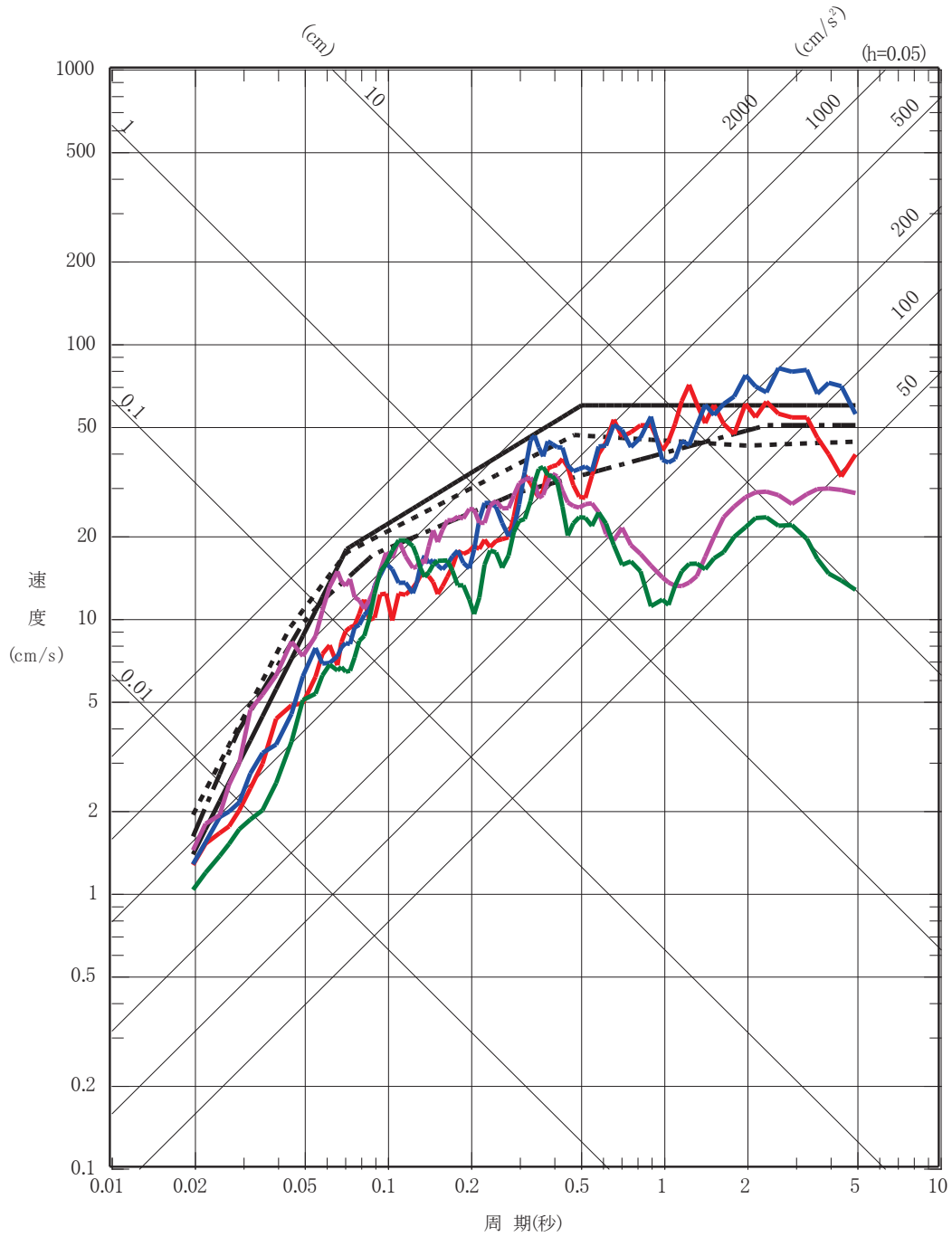


図 1-2 基準地震動 S<sub>s</sub> の応答スペクトル (鉛直方向)

(添付書類「VI-2-1-2 基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の策定概要」抜粋)

## 2. 基準地震動 $S_s - F_3$ について

$S_s - F_3$  は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動であり、海洋プレート内地震の強震動生成域を海洋性マントル内に設定したケースから、時刻歴波形の主要動の継続時間等の特性を考慮し不確かさケース 3 を基準地震動として選定したものである\*。

注\*：詳細は、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」による。

### 2.1 海洋プレート内地震の検討

地震の発生機構等の違いを踏まえ、地震タイプ別に海洋プレート内地震を想定し、敷地への影響検討を行った上で、最も影響の大きい地震タイプとして、二重深発地震面上面の地震「2011年4月7日宮城県沖型地震」を検討用地震として選定した。

### 2.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価の概要

2011年4月7日宮城県沖型地震の基本ケースは、2011年4月7日宮城県沖の地震（以下「4.7地震」という。）のシミュレーションモデルを踏まえたものとし、断層の位置等は敷地への影響を踏まえた上で4.7地震の震源位置等に行っている。また、地震規模については不確かさをあらかじめ考慮することとし、シミュレーションモデルの北側に断層を拡張して地震規模をM7.5としている。

強震動生成域を海洋性マントル内に設定したケースは、基本ケースのほか不確かさケースとして、以下のとおり設定している。

(1) 基本ケース（破壊開始点 1～3）

(2) 不確かさケース 1（破壊開始点 1～3）

4.7地震の強震動生成域の位置を保守的に断層上端に設定

(3) 不確かさケース 3

強震動生成域を集約したケースを海洋性マントル位置で評価

最終的に断層モデルを用いた手法による地震動評価のうち、強震動生成域を海洋性マントル内に設定したケースは計7ケースとしている。地震動評価結果を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

### 2.3 基準地震動 $S_s - F_3$ の選定

(1) 継続時間、位相特性の特徴

海洋プレート内地震（強震動生成域を海洋性マントル内に設定）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、内陸地殻内地震と比較すると短周期成分に富んでいる。不確かさケース 3 は、敷地と強震動生成域との相対的位置関係から、主

要動が最も短い（緻密）という特徴を有している。

(2) 継続時間，位相特性の特徴が施設に与える影響

地震動はもともと短周期のフーリエ振幅がばらつく傾向を有しており，地震応答解析における建屋の非線形特性等の影響によって位相に相対的変化が加わると，短周期成分が重畳し，建屋応答としてもばらつく場合がある。このような短周期側の応答のばらつきは，短周期成分が富み，かつ主要動が短い（緻密）場合，さらに顕著になる傾向にある。

以上より，不確かさケース 3 は，短周期が卓越し，また主要動の継続時間が最も短いという特徴を有していることから，断層モデルを用いた手法による基準地震動として選定し， $S_s - F_3$ としている。本資料においては， $S_s - F_3$ 以外の  $F_3$  候補波を表 2-1 のとおり整理する。

表 2-1  $F_3$  候補波一覧表

本資料での呼称	検討ケース	
F <sub>3</sub> 候補波	A 波	基本ケース（破壊開始点 1）
	B 波	基本ケース（破壊開始点 2）
	C 波	基本ケース（破壊開始点 3）
	D 波	不確かさケース 1（破壊開始点 1）
	E 波	不確かさケース 1（破壊開始点 2）
	F 波	不確かさケース 1（破壊開始点 3）

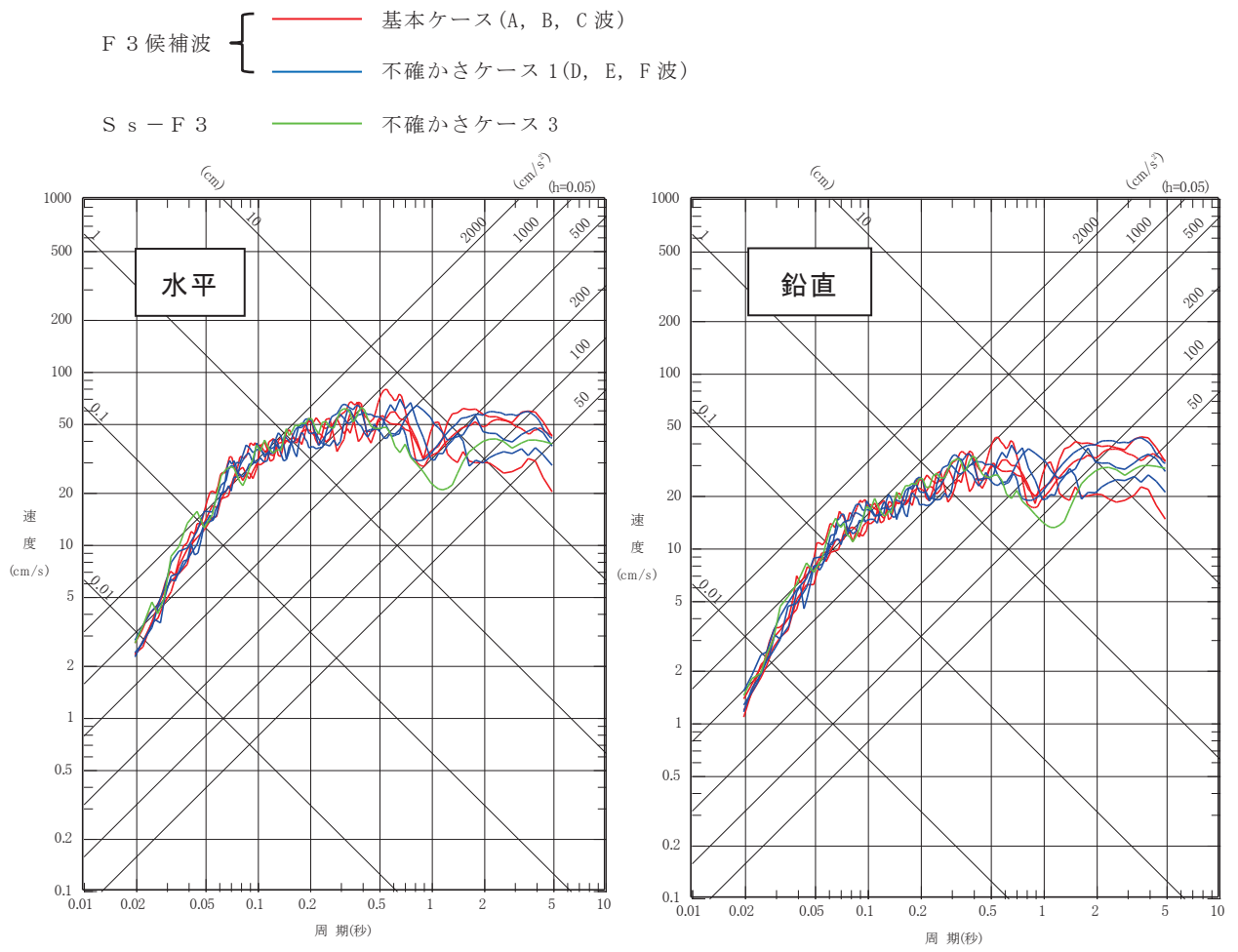
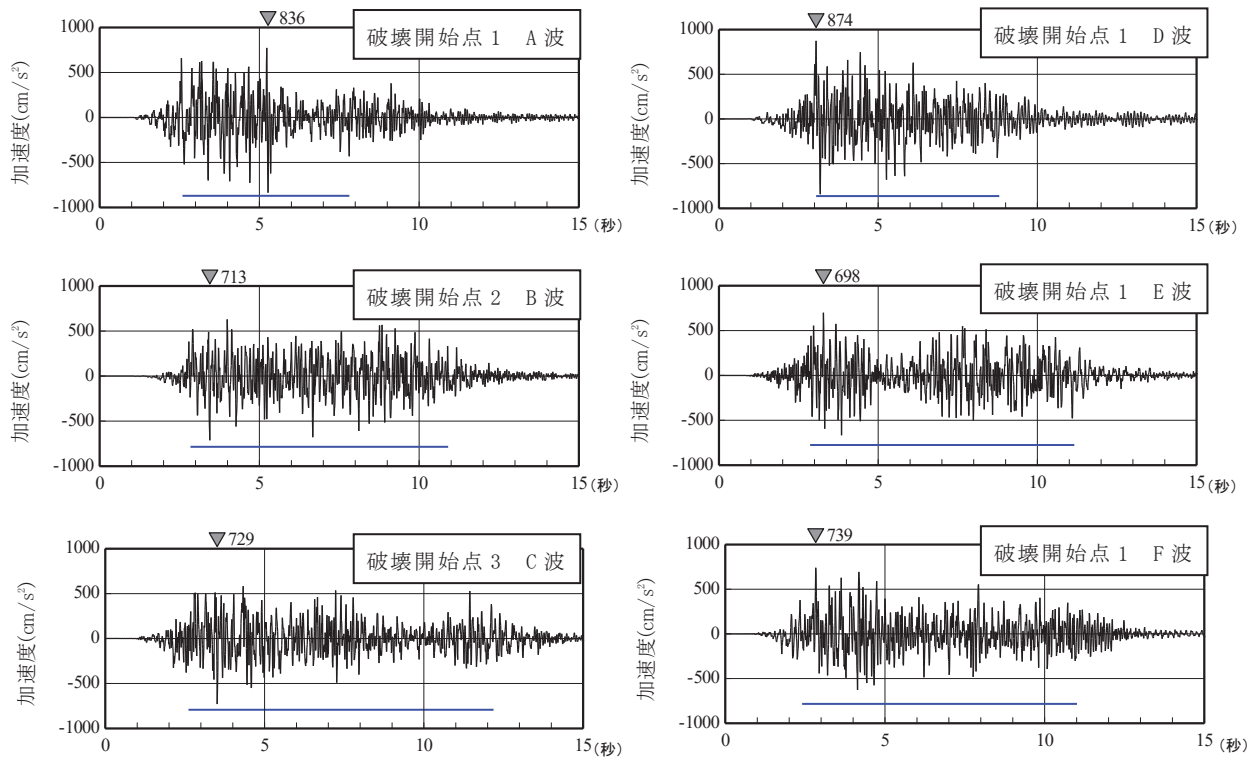


図 2-1 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (応答スペクトル)



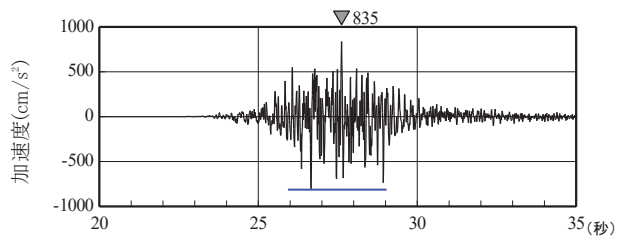


F 3 候補波 (A, B, C 波)

基本ケース (破壊開始点 1~3)

F 3 候補波 (D, E, F 波)

不確かさケース 1 (破壊開始点 1~3)



S s - F 3 : 不確かさケース 3

— : 主要動部  
(最大加速度値の 0.5 倍以上)

図 2-2 海洋プレート内地震 (強震動生成域を海洋性マントル内に設定) の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (時刻歴波形: 水平方向)

### 3. 施設の耐震設計への影響検討

#### 3.1 施設の耐震設計への影響に係る検討方針

(1) 原子炉建屋内に設置している主要な設備を対象として、F3候補波を用いた地震応答解析を行い、それらの地震応答が基準地震動 $S_s$ による耐震設計の裕度の範囲内にあることを確認する。

(2) 影響検討に当たっては、 $S_s - F3$ 及び女川原子力発電所の基準地震動 $S_s$ の中で支配的である（最大加速度が大きく、0.2秒以下の短周期帯で他の基準地震動 $S_s$ を包絡する）基準地震動 $S_s - D2$ （以下 $S_s - D2$ ）という）との関係を踏まえ、F3候補波の比較を行い、より施設への影響が大きいと思われる地震波を選定する。また、F3候補波の比較に当たっては、より施設への入力に近い原子炉建屋基礎版上での地震応答を用いることとし、床応答スペクトル、 $S_s - D2$ に対する応答加速度比<sup>\*1</sup>及び最大応答加速度を算出する。

なお、機器・配管系の耐震設計に当たっては、設置位置での応答増幅が起きないようにできる限り剛側の設計とすることや設置建屋の固有周期と近接しない固有周期になるように配慮していることから、主要な施設の固有周期帯（0.05～0.24秒）における応答加速度比及び最大応答加速度に着目して地震波を選定する。参考として、主要な施設の固有周期を表3-1に示す。

注記\*1： $S_s - D2$ に対する応答加速度比（F3候補波/ $S_s - D2$ ）を、剛な機器を除く主要な施設の固有周期帯（0.05秒～0.24秒）で平均化した値。0.24秒は原子炉建屋の1次固有周期。

(3) 影響検討に用いる原子炉建屋の地震応答解析モデルは今回工認モデルを基本とする。2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析結果<sup>\*2</sup>を踏まえると、原子炉建屋の減衰定数は7%であることが確認されているが、本影響検討では、設計条件と同様に減衰定数を5%とする。

なお、施設の影響検討において、より詳細な検討を実施する場合には、原子炉建屋の減衰定数を7%とする。

注記\*2：「補足620-1 東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた建屋耐震設計方法への反映について 別紙1 東北地方太平洋沖地震等に対する主要建屋のシミュレーション解析」による。

表 3-1 主要な施設の固有周期

機器名称	固有周期 (s)
原子炉建屋	0.237 (NS 方向), 0.230 (EW 方向)
原子炉压力容器	0.09
燃料集合体	0.229 (NS 方向), 0.231 (EW 方向)
炉心シュラウド支持ロッド	0.080 (タイプ 1), 0.070 (タイプ 2)
主蒸気系配管	0.115~0.150*
原子炉再循環系配管	0.098~0.135*
残留熱除去系配管	0.064~0.148*

注記\* : 改造工事によって変更となる場合がある。

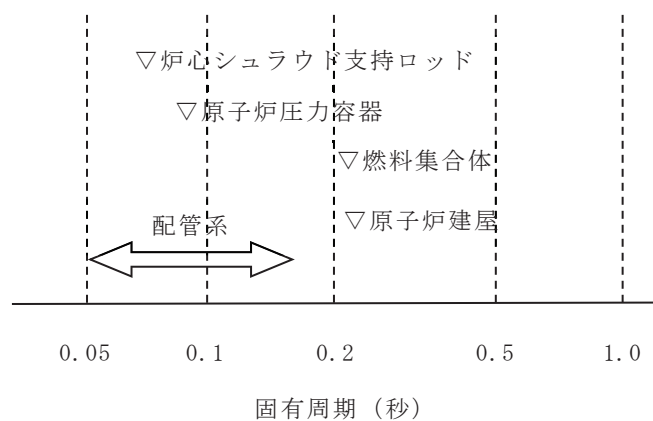


図 3-1 女川 2 号機における主な施設の固有周期

### 3.2 施設の耐震設計への影響検討に用いる F 3 候補波

#### (1) 原子炉建屋基礎版上における地震応答

F 3 候補波 (A~F の 6 波) に対する原子炉建屋基礎版上での地震応答結果として、床応答スペクトル (NS 方向及び EW 方向、床応答スペクトルの減衰定数 5%及び 2%) を図 3-2~図 3-5 に、応答加速度比 (床応答スペクトルの減衰定数 5%及び 2%) 及び最大応答加速度の整理結果を表 3-2 に示す。

#### (2) 影響検討に用いる F 3 候補波

上記(1)の F 3 候補波 (A~F の 6 波) による地震応答結果の比較により、以下の理由から、A 波及び D 波を影響検討に用いることとする。

- a. F 3 候補波 (A~F の 6 波) の床応答スペクトルは、いずれも、女川原子力発電所の支配的な基準地震動である S s - D 2 におおむね包絡されているが、剛な機器を除く主要施設の固有周期帯 (0.05 秒~0.24 秒) では A 波及び D 波が他の F 3 候補波と比べて大きい傾向にある。
- b. 剛な機器を除く主要施設の固有周期帯 (0.05 秒~0.24 秒) における A 波及び

D波の応答加速度比は、 $S_s - F_3$ の応答加速度比と同等であり、A波及びD波を除く $F_3$ 候補波の応答加速度比はそれよりも小さい。

- c.  $F_3$ 候補波（A～Fの6波）の最大応答加速度は、いずれもおおむね500～600Gal程度であり、 $S_s - F_3$ の756Galに比べて有意に小さい。
- d. A波及びD波を影響検討として選定することは、 $S_s - F_3$ の検討段階における基本ケース（3波）、不確かさケース1（3波）からそれぞれ選定していることになり、いずれも短周期成分に富み、主要動の継続時間が短いという $S_s - F_3$ と同様の特徴を有している。

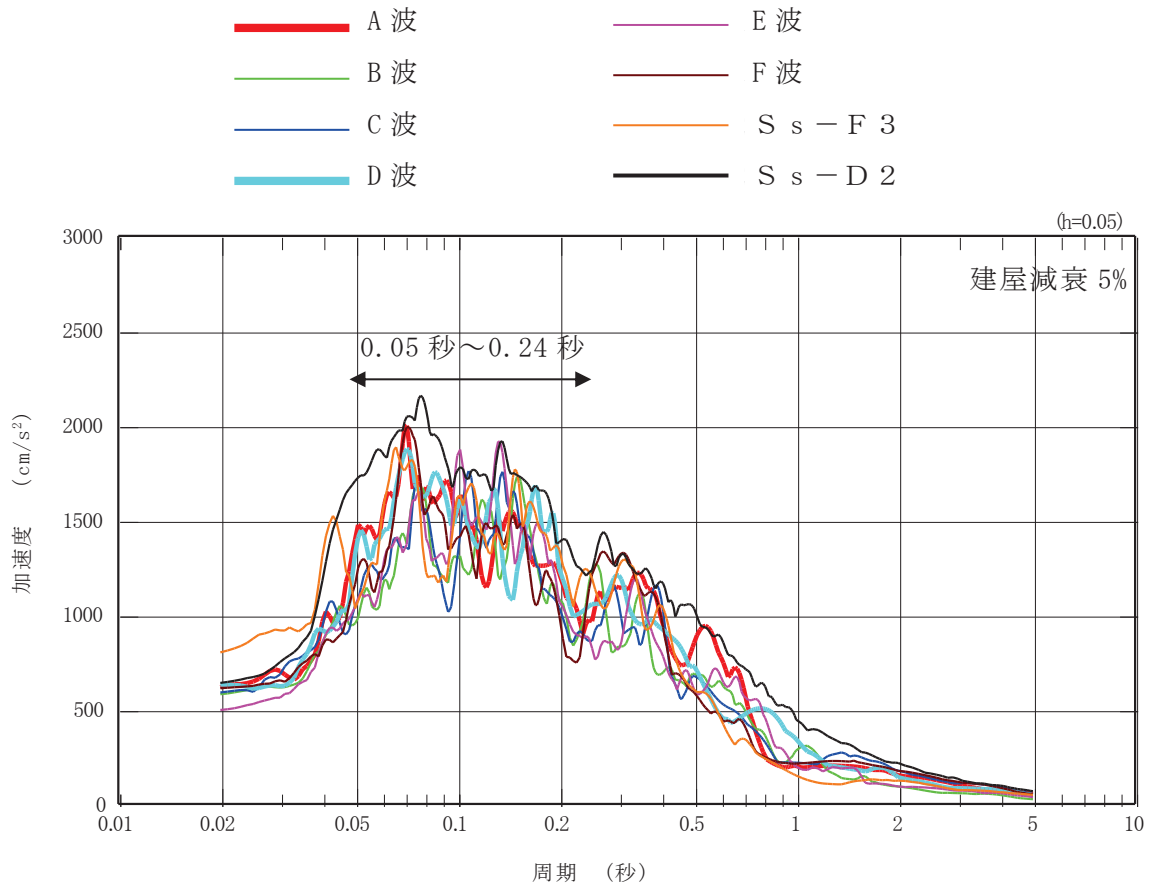


図 3-2 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(NS 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 5%)

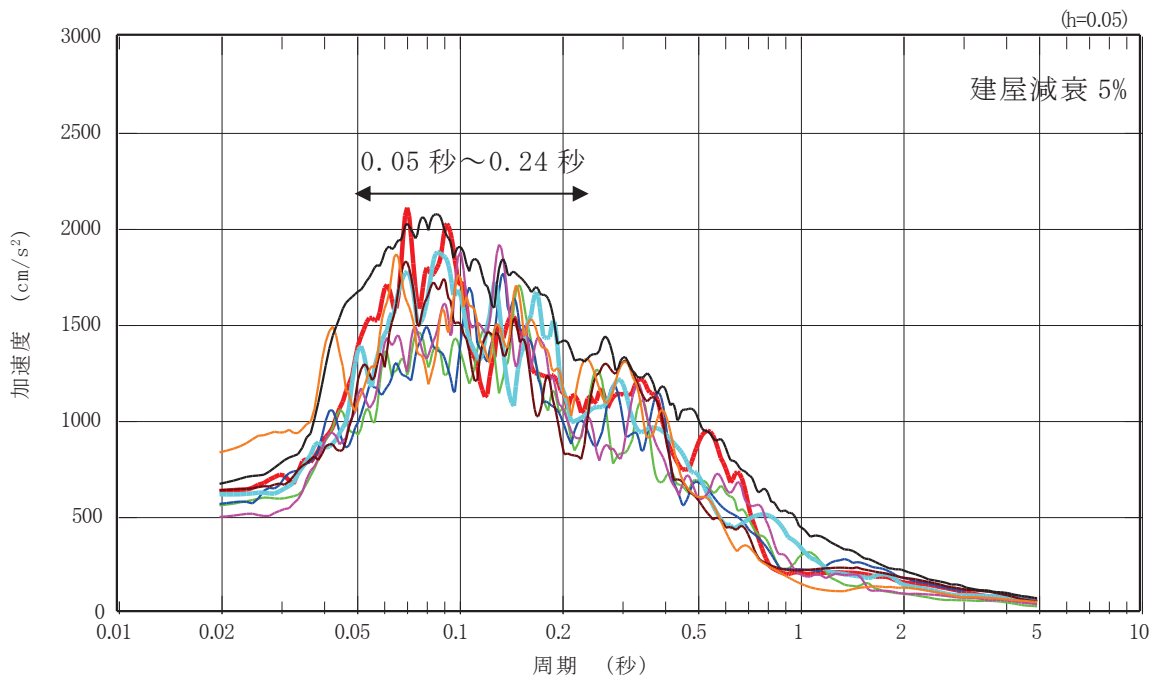


図 3-3 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(EW 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 5%)

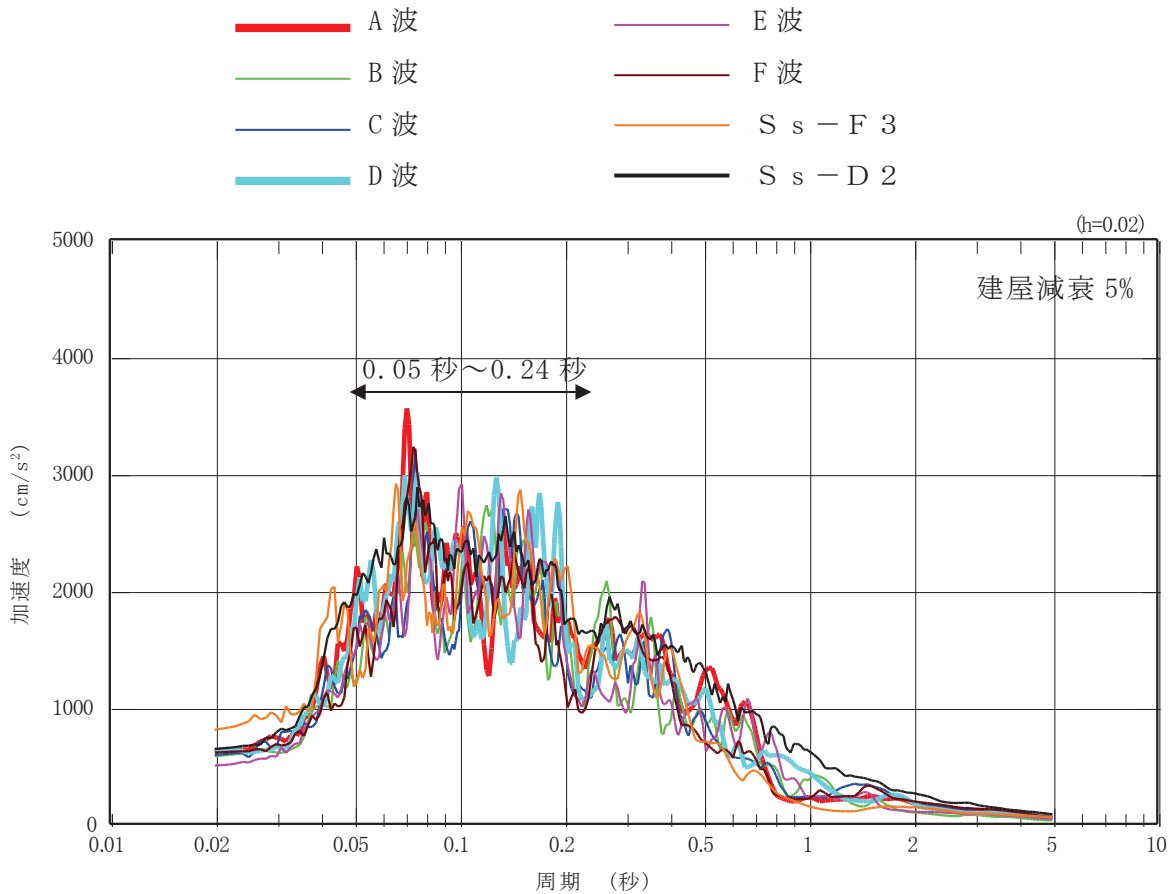


図 3-4 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(NS 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 2%)

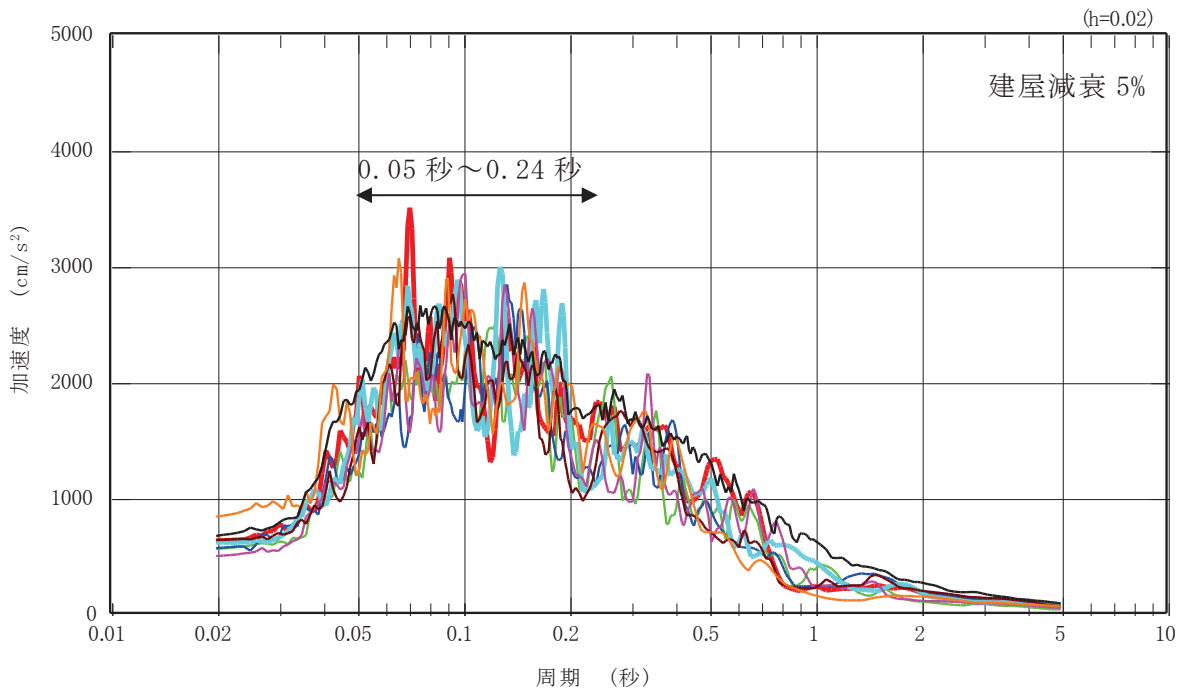


図 3-5 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(EW 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 2%)

表 3-2 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上での地震応答結果

	F 3 候補波						参考	
	基本ケース			不確かさケース 1			Ss-F3	Ss-D2
	破壊開始点 1 [A 波]	破壊開始点 2 [B 波]	破壊開始点 3 [C 波]	破壊開始点 1 [D 波]	破壊開始点 2 [E 波]	破壊開始点 3 [F 波]		
応答加速度比 (床応答スペクトルの減衰定数 5%)*1,*2	0.86	0.74	0.76	0.85	0.80	0.79	0.84	1.00
応答加速度比 (床応答スペクトルの減衰定数 2%)*1,*2	0.93	0.84	0.84	0.95	0.90	0.87	0.93	1.00
最大応答 加速度(Gal)*2	625	546	554	605	479	614	756	644

注記\*1：F 3 候補波の S s - D 2 に対する応答加速度比 (F 3 候補波 / S s - D 2) について、主要施設の固有周期帯 (0.05 秒~0.24 秒) で平均化した値

\*2：NS 方向と EW 方向の大きい方を採用

### 3.3 施設の耐震設計への影響検討結果

#### (1) 原子炉建屋の地震応答解析

3.2項で選定したA波及びD波を用いた原子炉建屋の地震応答を全体的に把握するため、

- ・原子炉建屋各フロアの最大応答加速度
- ・原子炉建屋各フロアの床応答曲線
- ・建屋-大型機器連成地震応答解析モデルを用いた解析による地震力

を算定した。

これらを基準地震動 $S_s$ による設計用地震力と比較し、耐震設計の裕度の範囲内にあることにより、施設の耐震性が確保されることを確認する。

本項は、原子炉建屋の減衰定数を5%とした地震応答解析結果に基づく影響検討結果を基本としている。なお、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析から得られた原子炉建屋の減衰定数を7%とした地震応答結果は、別紙に示す。

#### (2) 影響検討結果

##### a. 原子炉建屋各フロアの最大応答加速度

原子炉建屋各フロアにおけるA波及びD波による最大応答加速度と添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す基準地震動 $S_s$ による設計用最大応答加速度の比較を表3-3及び図3-6に示す。

原子炉建屋各フロアにおけるA波及びD波による最大応答加速度は、基準地震動 $S_s$ による設計用最大応答加速度に収まっていることを確認した。

これにより、各フロアに設置されている剛（固有周期0.05秒未満）な設備については、耐震設計の裕度の範囲内にあるものと考えられる。

なお、O.P.15.0mの最大応答加速度はA波よりD波が大きくなっているが、最大応答値はEW方向の質点14で発生しており、この質点は図3-7に示す2次固有振動モード（0.125秒）で刺激係数が大きくなる傾向がある。図3-2を見るとD波は2次固有振動モード（0.125秒）の周期帯でA波よりも応答スペクトルが大きくなっているため、この周期帯の影響により加速度応答値が大きくなっているものと考えられる。

##### b. 原子炉建屋各フロアの床応答曲線

A波及びD波による床応答曲線と添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す基準地震動 $S_s$ による設計用床応答曲線の比較を図3-8に示す。ここで、床応答曲線の減衰定数は、耐震裕度の比較的小さい配管系の主要な減衰定数である2.0%を代表として用いる。

A波及びD波による床応答曲線は、一部の周期を除き、基準地震動 $S_s$ による設



計用床応答曲線におおむね収まっていることを確認した。一部の周期で設計用床応答曲線を上回っているが、原子炉建屋に設置される機器のうち、A波が卓越する周期（0.242秒）に固有周期を持つ設備はなく、D波が卓越する周期（0.127秒）に固有周期を持つ設備は配管系のみであり、それらの配管系は十分な耐震裕度を有しており、ピークが振動モードの全体に影響を及ぼすものではないことから、配管系の耐震性に問題はないものとする。

なお、より実態に近い応答状態を示す原子炉建屋の減衰定数を7%とした地震応答解析結果（別図6）におけるA波及びD波の床応答曲線では、設計用床応答曲線とほぼ同等レベルとなっている。

これにより、各フロアに設置されている剛ではない（固有周期0.05秒以上）設備については、耐震設計の裕度の範囲内にあるものと考えられる。

c. 建屋-機器連成地震応答解析モデルの地震応答解析による地震力

建屋-機器連成地震応答解析モデルの地震応答解析から地震荷重を算定する主要な施設について、A波及びD波による地震力と添付書類「VI-2-3-2 炉心、原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」に示す基準地震動 $S_s$ による設計用地震力の比較を表3-4に示す。

主要な施設に対するA波及びD波による地震力は、一部の設備を除き、基準地震動 $S_s$ による設計用地震力に収まっていることを確認した。

原子炉压力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザのばね反力については設計用地震力を上回っていることから、設計条件における評価結果との比較を行った。原子炉压力容器スタビライザは荷重比1.12に対して設計条件の評価における裕度1.40、原子炉格納容器スタビライザは荷重比1.10に対して設計条件の評価における裕度1.19であり、いずれも裕度の範囲内にあることから評価結果への影響はない（添付資料「VI-2-3-4-2-1 原子炉压力容器スタビライザの耐震性についての計算書」及び「VI-2-3-4-2-2 原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書」参照）。

なお、より実態に近い応答状態を示す原子炉建屋の減衰定数を7%とした地震応答解析結果（別表3）におけるA波及びD波による地震力は、設計用地震力に包絡されていることを確認した。

これにより、建屋-大型機器連成地震応答解析モデルを用いた解析から地震荷重を算定する施設については、耐震設計の裕度の範囲内にあるものと考えられる。

表 3-3 F 3 候補波による最大応答加速度と基準地震動  $S_s$  による設計用最大応答加速度の比較

標高 O.P. (m)	基準地震動 $S_s$ による設計用最大 応答加速度 ( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) (建屋減衰 5%) (a)	F 3 候補波による 最大応答加速度 ( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) (建屋減衰 5%) (b)		比率 (b/a)	
		A 波	D 波	A 波	D 波
50.5	6.07	5.16	4.29	0.85	0.71
41.2	2.86	2.70	2.31	0.94	0.81
33.2	2.21	2.10	1.82	0.95	0.82
22.5	1.77	1.58	1.31	0.89	0.74
15.0	1.65	1.22	1.61	0.74	0.98
6.0	1.31	0.85	0.97	0.65	0.74
-0.8	1.12	0.82	0.83	0.73	0.74
-8.1	0.82	0.65	0.62	0.79	0.76

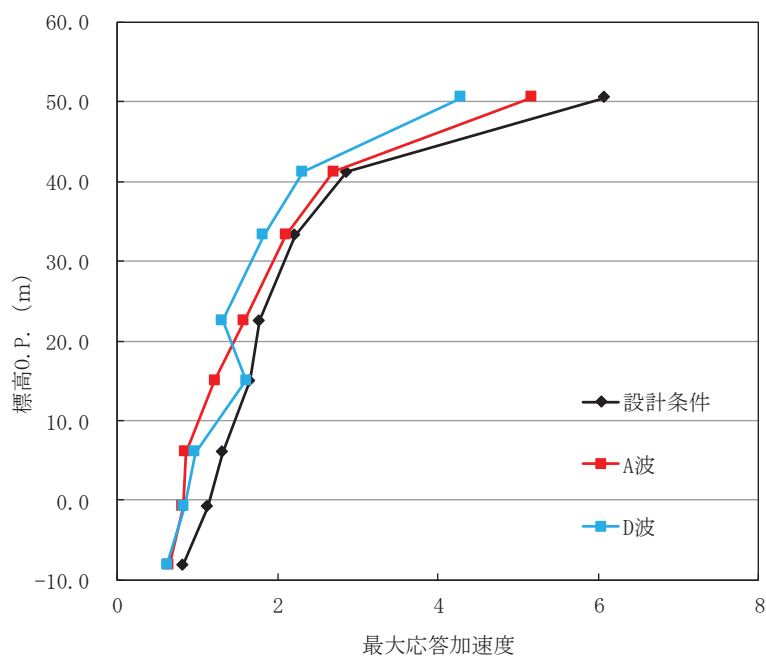
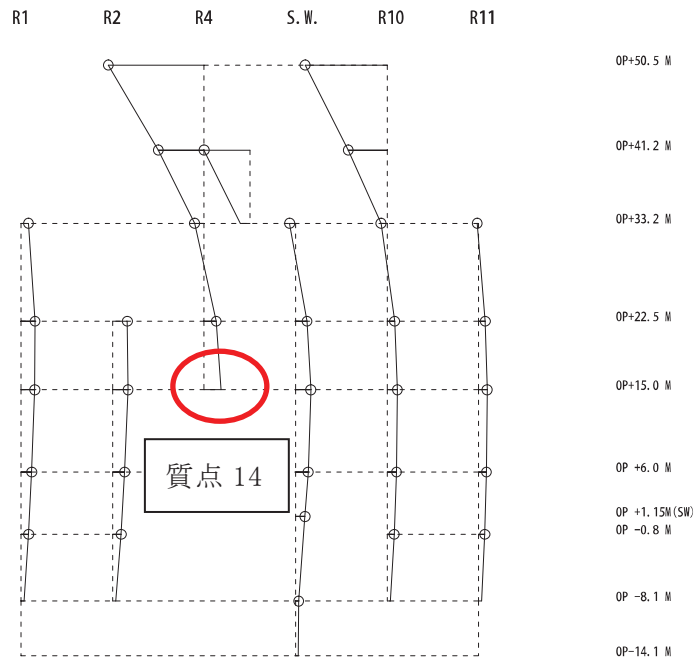
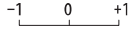


図 3-6 F 3 候補波による最大応答加速度と基準地震動  $S_s$  による設計用最大応答加速度の比較

固有周期 0.125 s  
 固有振動数 8.01 Hz  
 刺激係数 1.925



2 次モード

図 3-7 原子炉建屋の刺激関数図 (EW 方向)

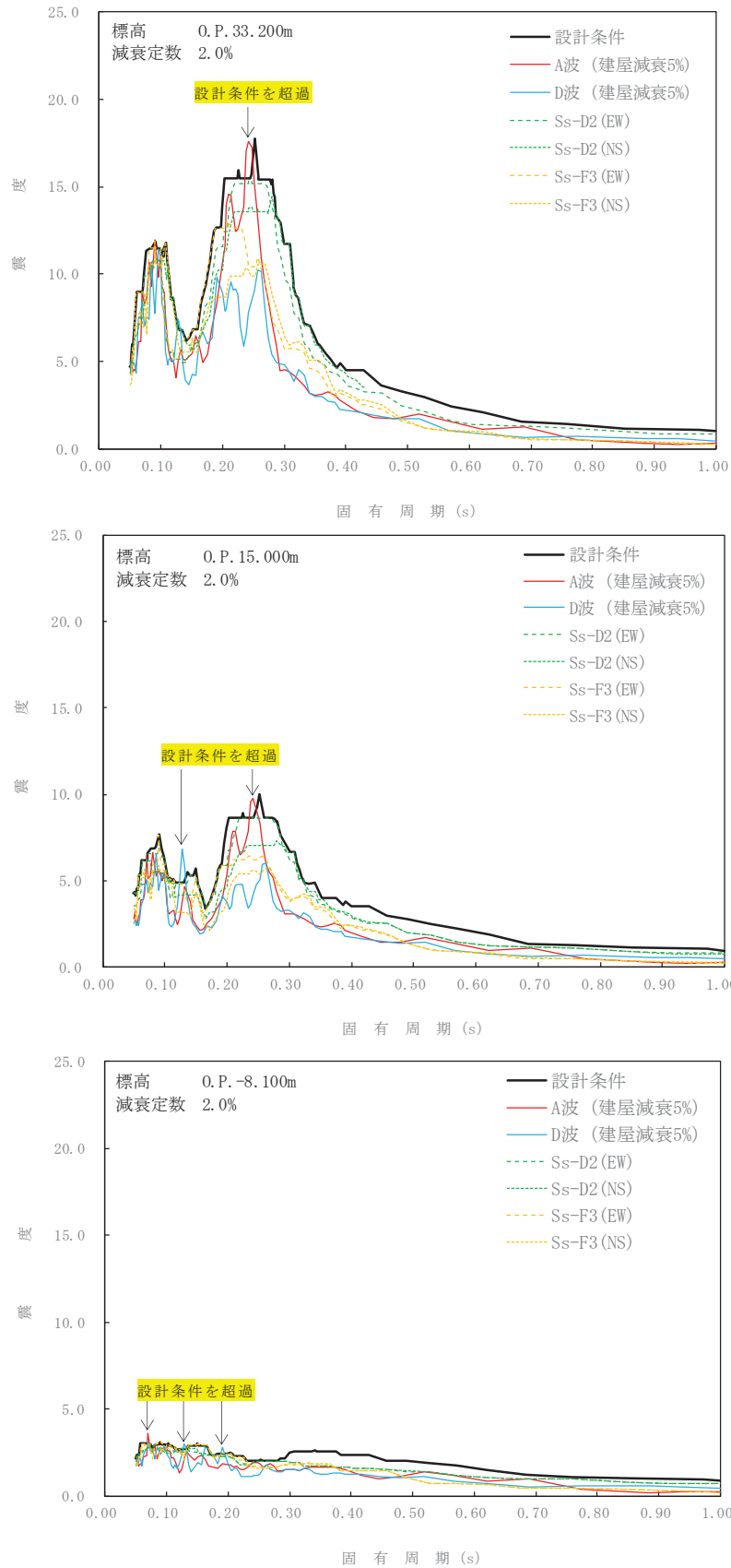


図 3-8 F 3 候補波による床応答曲線と基準地震動  $S_s$  による設計用床応答曲線の比較

表 3-4 主要な施設に対する F 3 候補波による地震力と基準地震動 S<sub>s</sub>による設計用地震力の比較 (1/2)

機器名	基準地震動 S <sub>s</sub> による 設計用地震力 (建屋減衰 5%) (a)		F 3 候補波 による地震力 (建屋減衰 5%) (b)		比率 (b/a)	
			A 波	D 波	A 波	D 波
原子炉本体 の基礎	せん断力 (kN)	39300	34000	32400	0.87	0.83
	モーメント (kN・m)	428000	366000	361000	0.86	0.85
原子炉圧力容器 支持スカート	せん断力 (kN)	11500	11000	10400	0.96	0.91
	モーメント (kN・m)	89100	76700	73700	0.87	0.83
原子炉 しゃへい壁	せん断力 (kN)	17500	16100	15900	0.92	0.91
	モーメント (kN・m)	145000	105000	112000	0.73	0.78
原子炉格納容器	せん断力 (kN)	39900	26400	25800	0.67	0.65
	モーメント (kN・m)	759000	503000	495000	0.67	0.66
原子炉圧力容器 スタビライザ	ばね反力 (kN)	8250	9240	8650	1.12* <sup>1</sup>	1.05* <sup>1</sup>
原子炉格納容器 スタビライザ	ばね反力 (kN)	15800	17300	15600	1.10* <sup>2</sup>	0.99
原子炉格納容器 シヤラグ	ばね反力 (kN)	34100	26900	23700	0.79	0.70

注記\*1：設計用地震力を超過するが、比率は設計条件での評価における裕度（1.40）の範囲内（添付資料「VI-2-3-4-2-1 原子炉圧力容器スタビライザの耐震性についての計算書」参照）

\*2：設計用地震力を超過するが、比率は設計条件での評価における裕度（1.19）の範囲内（添付書類「VI-2-3-4-2-2 原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書」参照）

表 3-4 主要な施設に対する F 3 候補波による地震力と基準地震動 S<sub>s</sub>による設計用地震力の比較 (2/2)

機器名	基準地震動 S <sub>s</sub> による 設計用地震力 (建屋減衰 5%) (a)		F 3 候補波 による地震力 (建屋減衰 5%) (b)		比率 (b/a)	
			A 波	D 波	A 波	D 波
シュラウド 下部胴	せん断力 (kN)	6340	4940	3860	0.78	0.61
	モーメント (kN・m)	27700	21200	15200	0.77	0.55
燃料集合体	相対変位 (mm)	54.2	41.3	23.4	0.77	0.44
制御棒案内管	せん断力 (kN)	1320	535	648	0.41	0.50
	モーメント (kN・m)	2280	922	1120	0.41	0.50
制御棒駆動機構 ハウジング	せん断力 (kN)	608	519	389	0.86	0.64
	モーメント (kN・m)	660	553	432	0.84	0.66
制御棒駆動機構 ハウジング レストレントビーム	ばね反力 (kN)	473	407	289	0.87	0.62
炉心シュラウド 支持ロッド	軸力 (kN)	1360	226	156	0.17	0.12

#### 4. まとめ

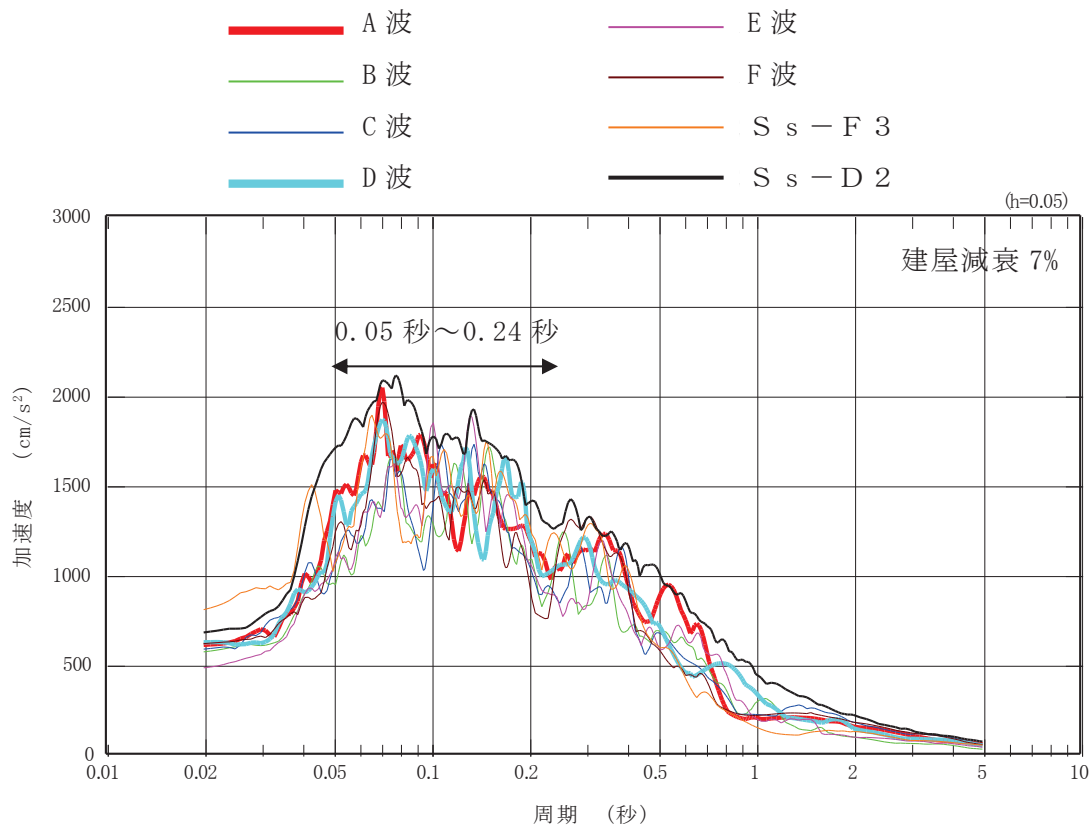
女川原子力発電所第2号機の耐震設計においては、基準地震動 $S_s$ である7波（ $S_s-D1$ 、 $S_s-D2$ 、 $S_s-D3$ 、 $S_s-F1$ 、 $S_s-F2$ 、 $S_s-F3$ 、 $S_s-N1$ ）に対して設計上の保守性を考慮した設計用地震力を設定し、耐震重要施設等の安全機能が損なわれない設計を実施している。

本資料では、海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法の検討段階において基準地震動として選定しなかった地震動（F3候補波）に対する地震応答解析を行い、施設の耐震設計への影響を検討した結果、おおむね基準地震動 $S_s$ による設計用地震力に包絡されることを確認した。また、設計用地震力を一部上回る地震応答については、耐震設計及び施設が有する裕度の範囲内にあり、施設の耐震性は確保されることを確認した。

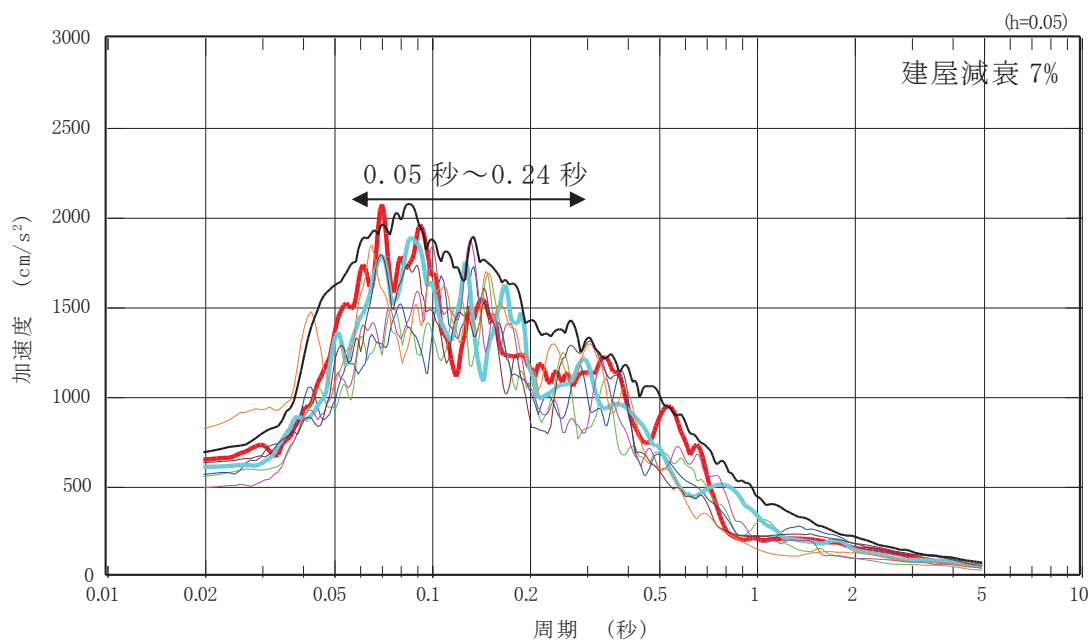
したがって、 $S_s-F3$ の代表性について、施設の耐震設計への影響の観点からも問題はないものと判断した。

原子炉建屋の減衰定数を 7%とした場合の地震応答解析結果

1. F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上におけるスペクトル

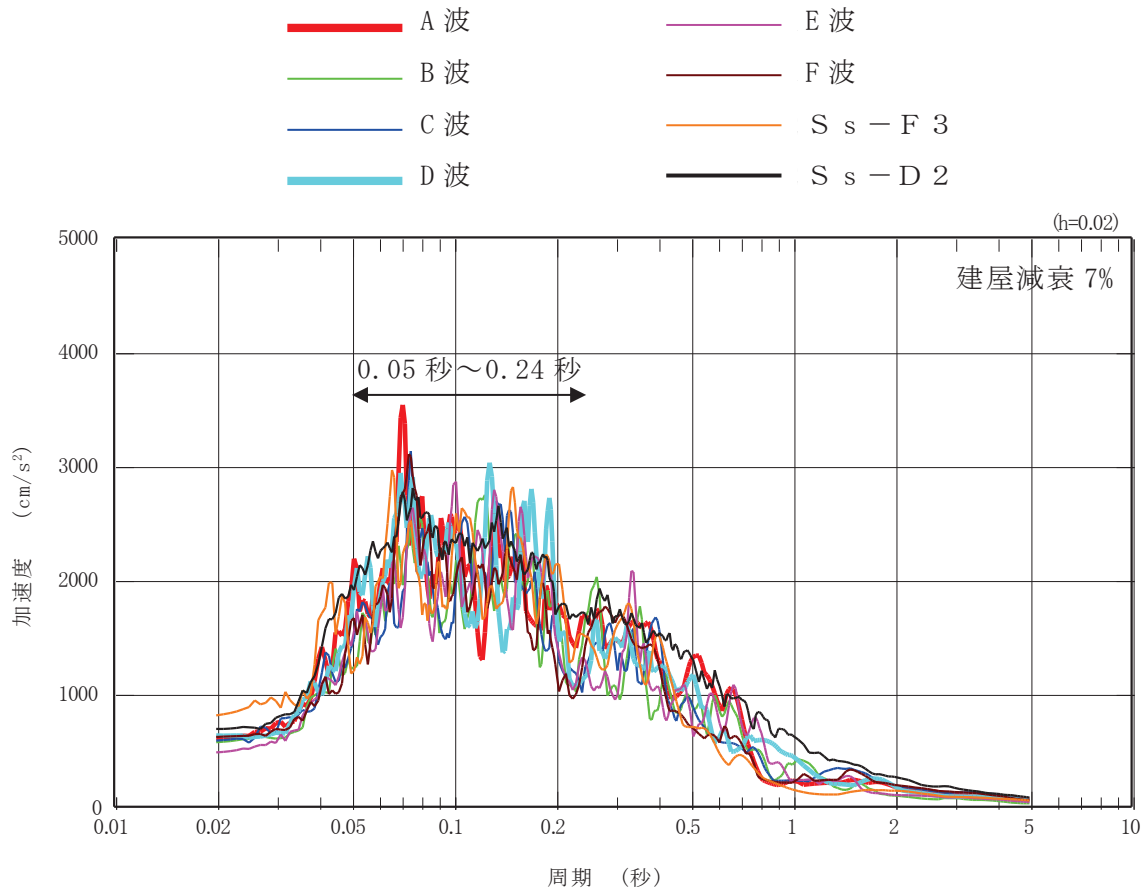


別図 1 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(NS 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 5%)

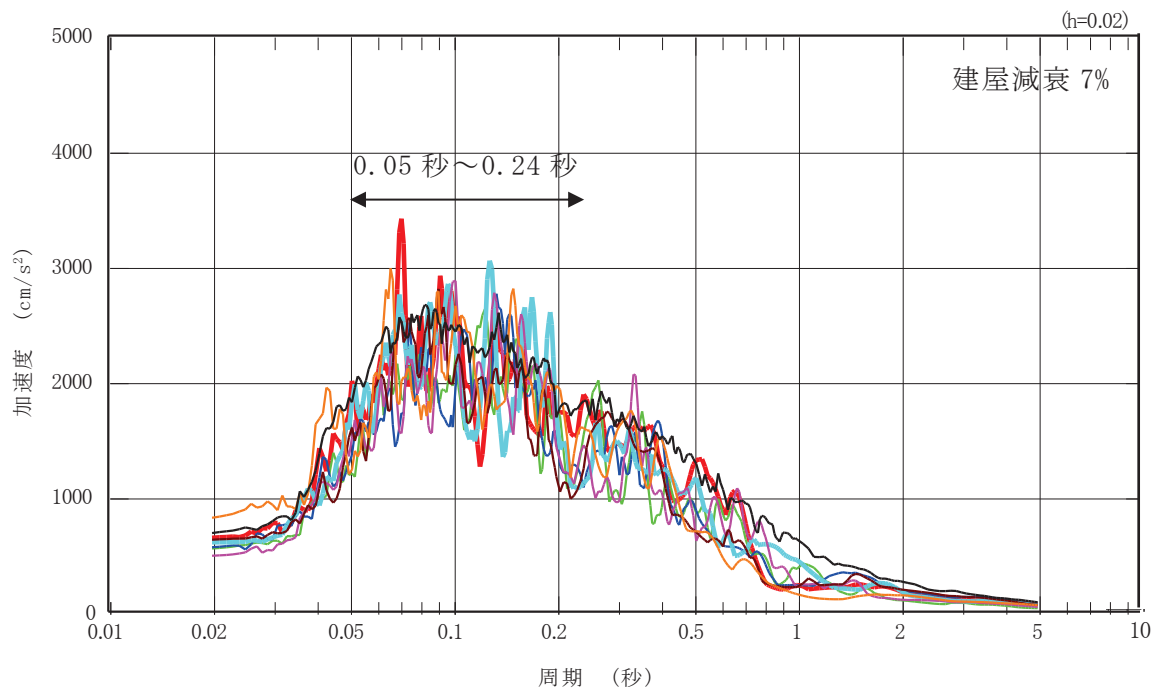


別図 2 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(EW 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 5%)





別図 3 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(NS 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 2%)



別図 4 F 3 候補波の原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル  
(EW 方向, 床応答スペクトルの減衰定数 2%)

2. 応答加速度比及び最大応答加速度

別表1 F3候補波の原子炉建屋基礎版上での地震応答結果

	F3候補波						参考	
	基本ケース			不確かさケース1			Ss-F3	Ss-D2
	破壊開始点1 [A波]	破壊開始点2 [B波]	破壊開始点3 [C波]	破壊開始点1 [D波]	破壊開始点2 [E波]	破壊開始点3 [F波]		
応答加速度比 (床応答スペクトルの減衰定数 5%) <sup>*1,*2</sup>	0.86	0.74	0.75	0.85	0.79	0.78	0.83	1.00
応答加速度比 (床応答スペクトルの減衰定数 2%) <sup>*1,*2</sup>	0.93	0.84	0.84	0.94	0.88	0.86	0.91	1.00
最大応答 加速度(Gal) <sup>*2</sup>	611	532	546	592	465	606	747	632

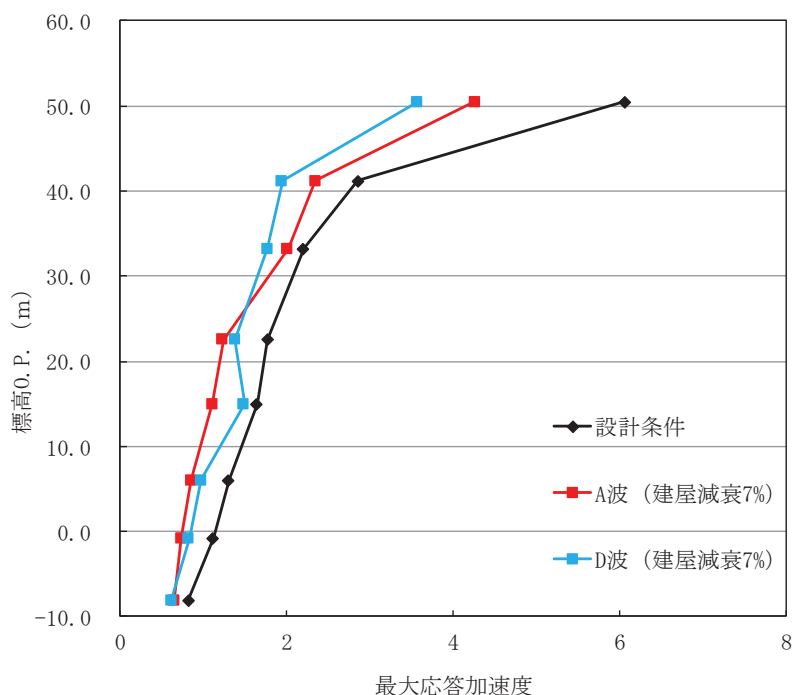
注記\*1：F3候補波のSs-D2に対する応答加速度比（F3候補波/Ss-D2）について、主要施設の固有周期帯（0.05秒～0.24秒）で平均化した値

\*2：NS方向とEW方向の大きい方を採用

### 3. 原子炉建屋各フロアの最大応答加速度

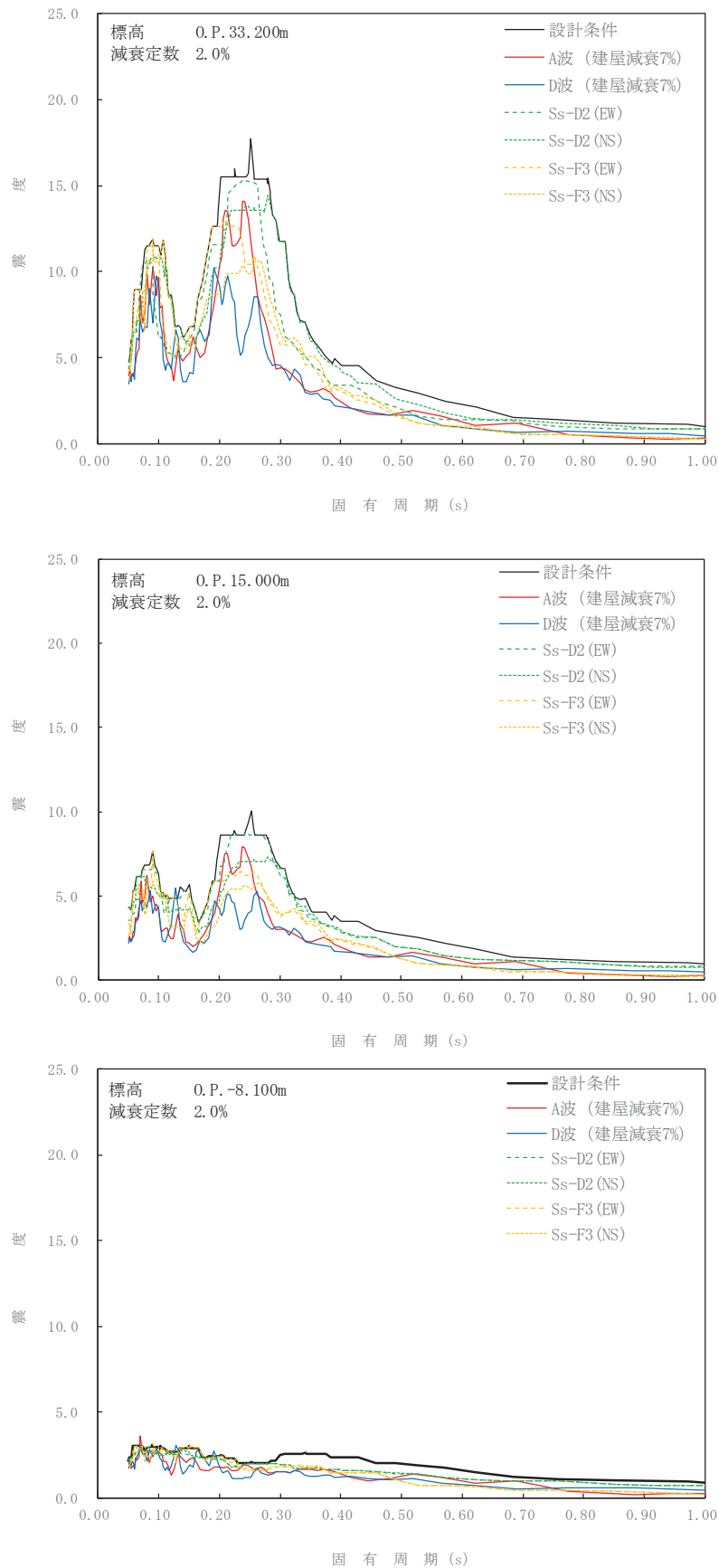
別表 2 F 3 候補波による最大応答加速度と基準地震動  $S_s$  による設計用最大応答加速度の比較

標高 O.P. (m)	基準地震動 $S_s$ による設計用最大 応答加速度 ( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) (建屋減衰 5%) (a)	F 3 候補波による 最大応答加速度 ( $\times 9.80665\text{m/s}^2$ ) (建屋減衰 7%) (b)		比率 (b/a)	
		A 波	D 波	A 波	D 波
50.5	6.07	4.27	3.58	0.70	0.59
41.2	2.86	2.35	1.95	0.82	0.68
33.2	2.21	2.02	1.77	0.91	0.80
22.5	1.77	1.24	1.38	0.70	0.78
15.0	1.65	1.11	1.49	0.67	0.90
6.0	1.31	0.86	0.98	0.66	0.75
-0.8	1.12	0.74	0.83	0.66	0.74
-8.1	0.82	0.65	0.62	0.79	0.76



別図 5 F 3 候補波による床応答曲線と基準地震動  $S_s$  による設計用床応答曲線の比較

#### 4. 原子炉建屋各フロアの床応答曲線



別図6 F3候補波による床応答曲線と基準地震動Ssによる設計用床応答曲線の比較

5. 建屋-大型機器連成地震応答解析モデルの地震応答解析による地震力

別表 3 主要な施設に対する F 3 候補波による地震力と基準地震動  $S_s$  による設計用地震力の比較 (1/2)

機器名	基準地震動 $S_s$ による 設計用地震力 (建屋減衰 5%) (a)		F 3 候補波 による地震力 (建屋減衰 7%) (b)		比率 (b/a)	
			A 波	D 波	A 波	D 波
原子炉本体 の基礎	せん断力 (kN)	39300	29700	30700	0.76	0.79
	モーメント (kN・m)	428000	312000	348000	0.73	0.82
原子炉圧力容器 支持スカート	せん断力 (kN)	11500	9680	9830	0.85	0.86
	モーメント (kN・m)	89100	64600	71700	0.73	0.81
原子炉 しゃへい壁	せん断力 (kN)	17500	13800	15300	0.79	0.88
	モーメント (kN・m)	145000	94500	108000	0.66	0.75
原子炉格納容器	せん断力 (kN)	39900	24300	24500	0.61	0.62
	モーメント (kN・m)	759000	457000	473000	0.61	0.63
原子炉圧力容器 スタビライザ	ばね反力 (kN)	8250	7420	7220	0.90	0.88
原子炉格納容器 スタビライザ	ばね反力 (kN)	15800	14000	13300	0.89	0.85
原子炉格納容器 シヤラグ	ばね反力 (kN)	34100	21400	19200	0.63	0.57

別表 3 主要な施設に対する F 3 候補波による地震力と基準地震動 S<sub>s</sub>による設計用地震力の比較 (2/2)

機器名	基準地震動 S <sub>s</sub> による 設計用地震力 (建屋減衰 5%) (a)		F 3 候補波 による地震力 (建屋減衰 7%) (b)		比率 (b/a)	
			A 波	D 波	A 波	D 波
シュラウド 下部胴	せん断力 (kN)	6340	4710	4360	0.75	0.69
	モーメント (kN・m)	27700	18200	19100	0.66	0.69
燃料集合体	相対変位 (mm)	54.2	34.9	20.6	0.65	0.39
制御棒案内管	せん断力 (kN)	1320	620	638	0.47	0.49
	モーメント (kN・m)	2280	1070	1110	0.47	0.49
制御棒駆動機構 ハウジング	せん断力 (kN)	608	455	308	0.75	0.51
	モーメント (kN・m)	660	484	344	0.74	0.53
制御棒駆動機構 ハウジング レストレントビーム	ばね反力 (kN)	473	359	231	0.76	0.49
炉心シュラウド 支持ロッド	軸力 (kN)	1360	190	202	0.14	0.15