

関原発 第237号
平成19年9月20日

経済産業大臣
甘利 明 殿

関西電力株式会社
取締役社長 森 詳介

柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータを基に行う
美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所における
概略影響検討結果の報告について

平成19年8月20日付「耐震安全性評価実施計画書の見直し検討結果の報告について」（関原発 第207号）に基づき、柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータを基に主要施設の概略影響検討を実施しましたので、別紙のとおり報告いたします。

以 上

別紙：柏崎刈羽原子力発電所における観測データを基に行う美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所における概略影響検討結果報告書

柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータを基に行う
美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所における
概略影響検討結果報告書

平成 19 年 9 月 20 日
関西電力株式会社

目次

1. はじめに	1
2. 検討内容	1
(1) 対象号機	
(2) 対象施設	
(3) 使用する床応答スペクトル	
(4) 検討方法	
3. 検討結果	2

1. はじめに

柏崎刈羽原子力発電所で、設計を大きく超える地震動が観測されたことを踏まえ、当社は、今後、平成 19 年新潟県中越沖地震から得られる知見を適切に反映しつつ、現在当社が実施している当社原子力発電所における各施設の耐震安全性評価を行っていくこととしている。

原子力発電所は余裕を持たせた耐震設計を実施しており、これまでも多度津工学試験所での耐震実証試験などにより、その耐震裕度を確認してきた。また、平成 19 年新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所への影響については、現在までの調査では、運転中であった原子炉は安全に自動停止し、原子炉の安全を保持する機能は正常に働いたことが確認されている。

しかしながら、柏崎刈羽原子力発電所において設計を大きく超える地震動が観測されたことを踏まえ、上記耐震安全性評価とは別に、柏崎刈羽原子力発電所で観測された地震動記録により、「止める」「冷やす」「閉じ込める」の安全上重要な機能を有する主要な施設について、その機能維持への影響を検討した結果を取りまとめたものである。

2. 検討内容

平成 19 年新潟県中越沖地震において、柏崎刈羽原子力発電所で観測された「原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル」と、当社原子力発電所における耐震安全性の確認のために、設計または安全性確認に用いた地震動（以下、「検討用地震動」という。）による「原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトル」を比較する。それにより、柏崎刈羽原子力発電所原子炉建屋における観測地震動による当社原子力発電所主要施設の機能維持への影響を検討する。

（1）対象号機

検討対象号機は、以下のとおりとする。

- ①美浜発電所 1, 2, 3 号機
- ②高浜発電所 1, 2, 3 号機*
- ③大飯発電所 1, 3 号機*

＊：高浜発電所 3,4 号機、大飯発電所 1,2 号機、大飯発電所 3,4 号機については建屋、機器の設計が同様であることから、それぞれ高浜発電所 3 号機、大飯発電所 1 号機、大飯発電所 3 号機を代表として検討を行う。

（2）対象施設

原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」に係る安全上重要な機能を有する以下の主要な施設を対象とする。

- ① 原子炉容器
- ② 蒸気発生器
- ③ 炉内構造物
- ④ 一次冷却材管
- ⑤ 余熱除去ポンプ
- ⑥ 余熱除去配管
- ⑦ 原子炉格納容器
- ⑧ 原子炉建屋
- ⑨ 制御棒（挿入性）

(3) 使用する床応答スペクトル

a. 柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトル

平成 19 年新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所の観測データは、東京電力株式会社より提供された地震観測記録を財団法人震災予防協会より入手し用いる。柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトルは、最大の加速度を示した 1 号機と、短周期帯で比較的大きな応答のある 4 号機の原子炉建屋基礎版上で観測されたデータを用いる。

b. 当社原子力発電所の床応答スペクトル

比較する床応答スペクトルは、検討用地震動による原子炉建屋基礎版上での床応答スペクトルを用いる。検討用地震動は、旧耐震設計審査指針に基づき策定された基準地震動 S_2 を用いる。

(4) 検討方法

添付－1 に示すフロー図にしたがい、以下のステップにて検討を行う。

なお、検討にあたっては、原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601) などの規格基準に基づき検討を行う。

a. ステップ 1

柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトル (K_s)、当社原子力発電所の床応答スペクトル (H_s) を比較し、対象施設の固有周期において $K_s \leq H_s$ であるか、すなわち、「対象施設の固有周期における K_s と H_s の比率 ($K_s/H_s : \alpha$)」が 1 以下であるかを検討する。

α が 1 を超える施設については、保守的と考えられる簡易評価手法として、 α と「対象施設の検討用地震動における応答値と許容値の比率 (許容値/応答値: β)」を比較し、 $\alpha \leq \beta$ であるか検討する。

なお、制御棒挿入性については、制御棒挿入経路に、制御棒駆動装置、ガイドチューブ、燃料集合体が存在するため、それぞれの固有周期における α のうち最大値を求める。

b. ステップ 2

ステップ 1 において、 α が β を上回る施設について、個別に検討を実施する。

3. 検討結果

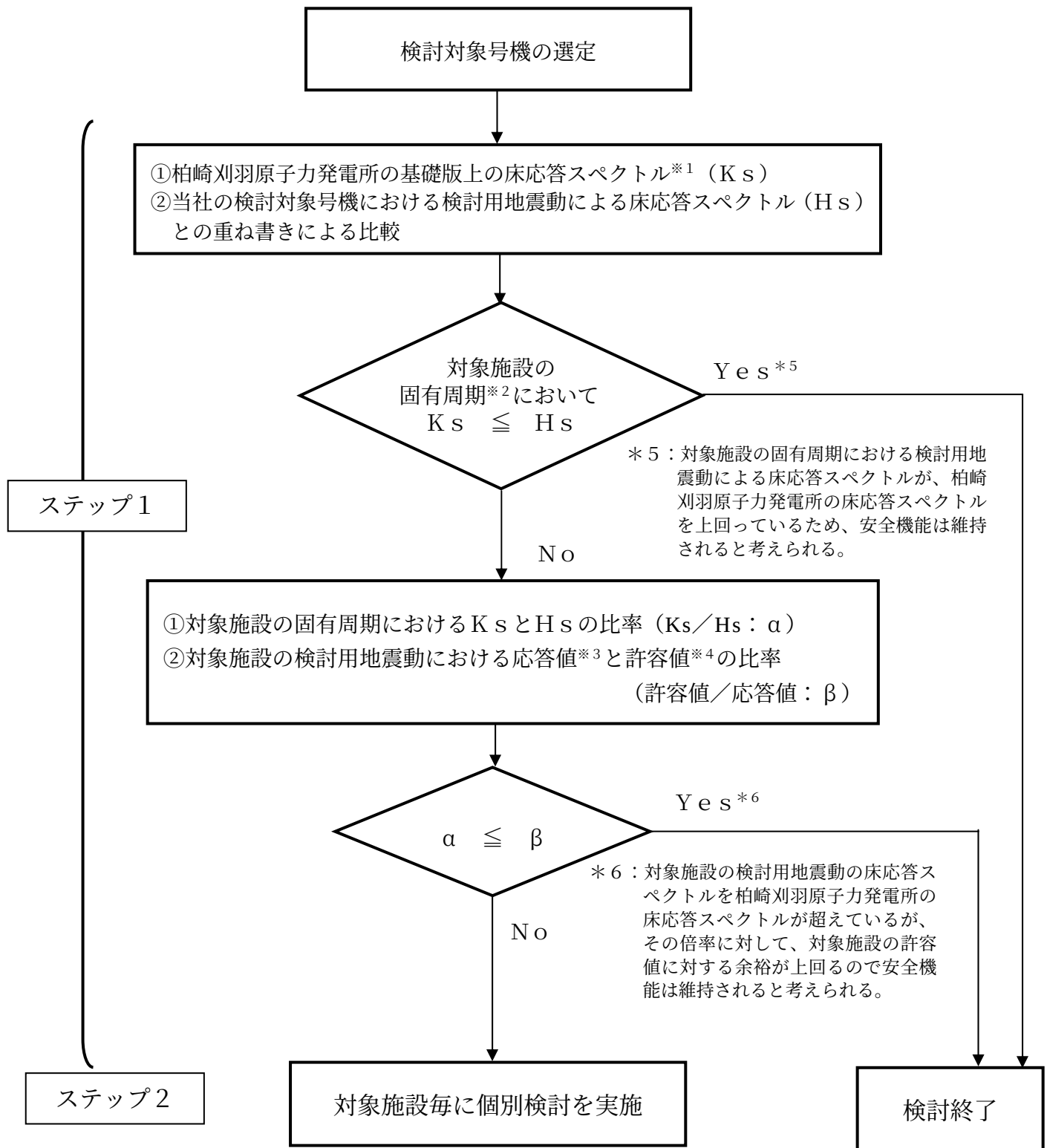
柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトル (K_s) と当社原子力発電所の床応答スペクトル (H_s) の比較図を添付－2 に、概略影響検討の結果を添付－3 に示す。

その結果から、平成 19 年新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所原子炉建屋における観測地震動によっても、美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所の各号機の安全上重要な機能を有する主要な施設の安全機能は維持されるものと考えられる。

以 上

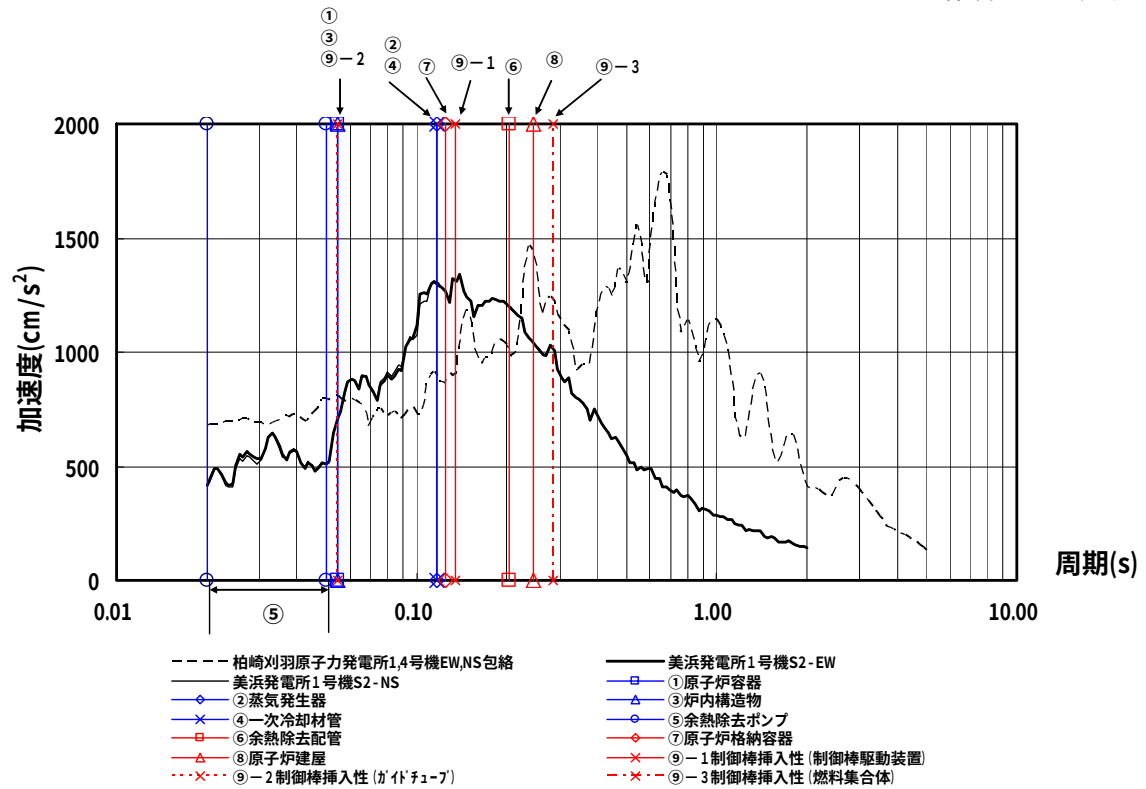
添付資料

- 添付－1 柏崎刈羽原子力発電所における観測データを基に行う原子力発電所の主要施設への概略影響検討フロー図
- 添付－2 柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトルと当社原子力発電所の床応答スペクトルの比較図
- 添付－3 概略影響検討結果

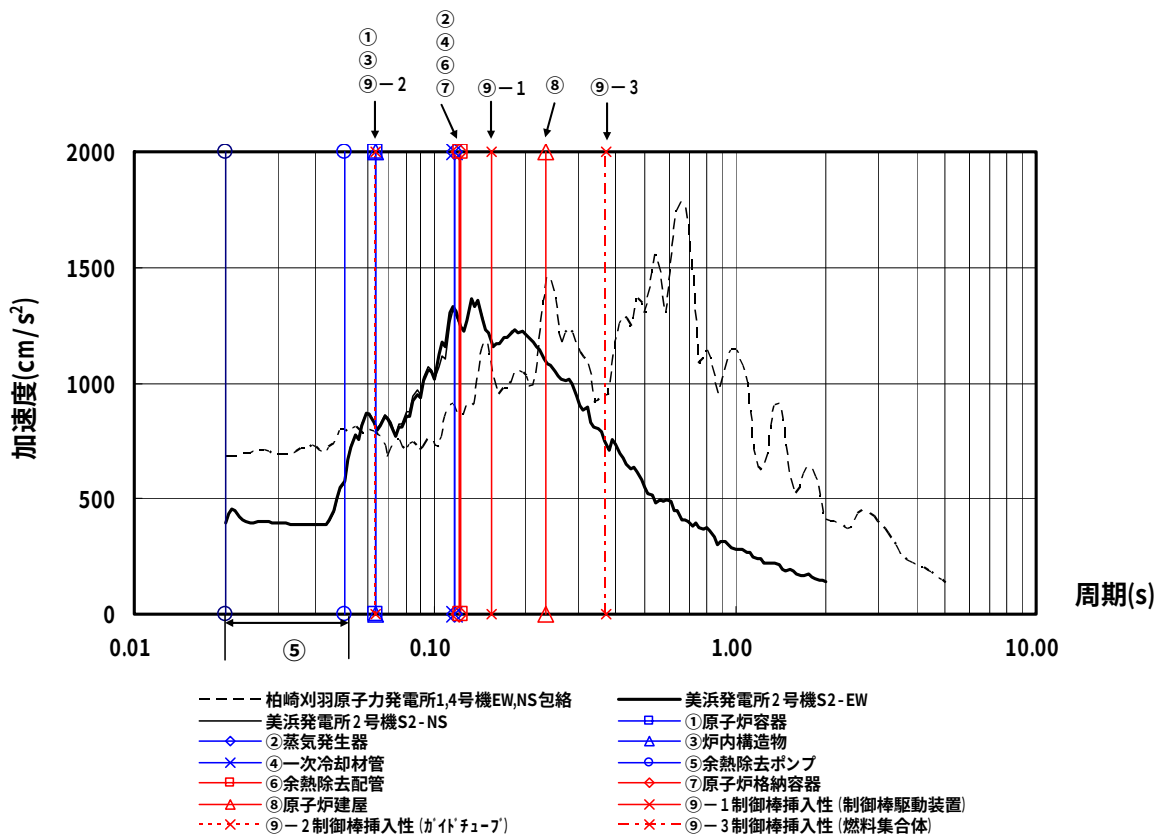


- ※ 1 周期ごとの揺れの大きさ（加速度）を示した線図（横軸は周期、縦軸は加速度を表す）
- ※ 2 各施設が揺れやすい周期
- ※ 3 地震が発生したときに対象施設に発生する力などの値
- ※ 4 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）などの規格基準に基づく判断基準値

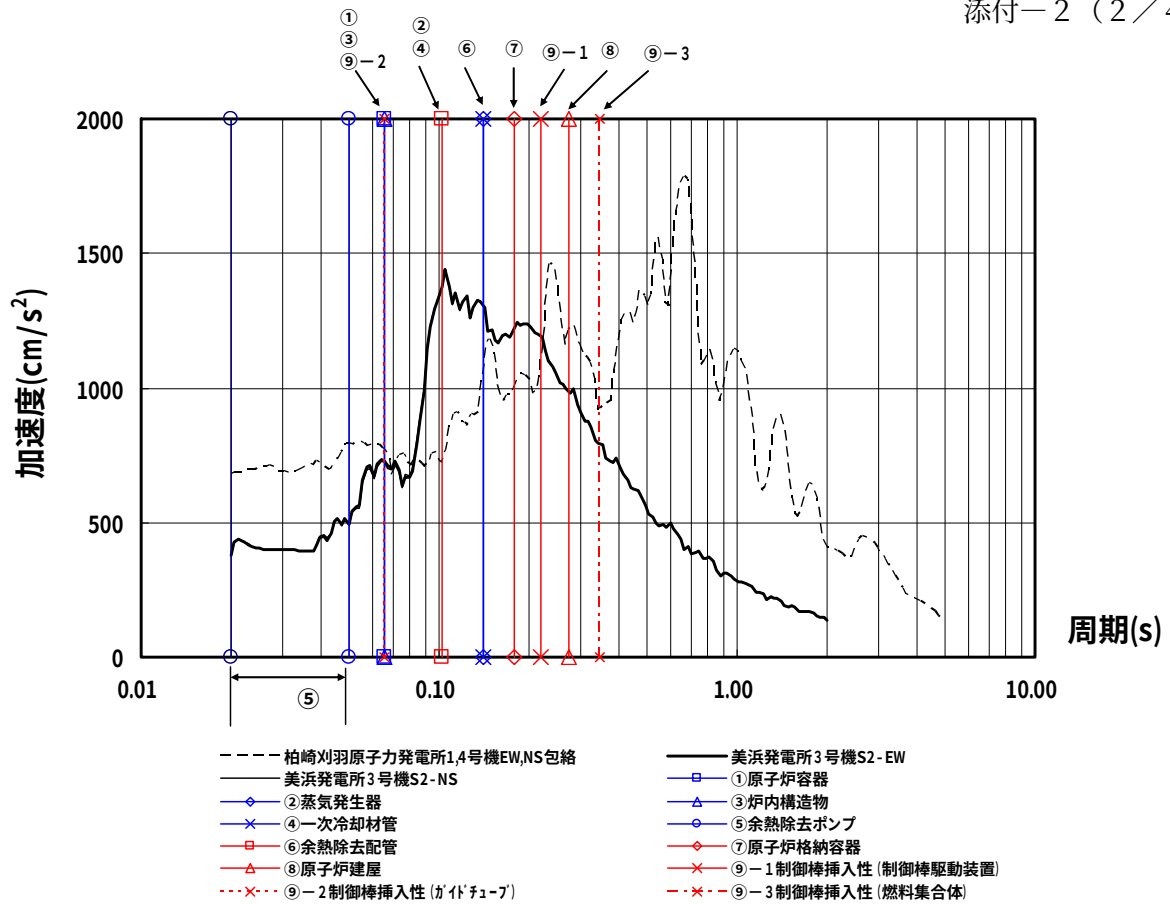
柏崎刈羽原子力発電所における観測データを基に行う
原子力発電所の主要施設への概略影響検討フロー図



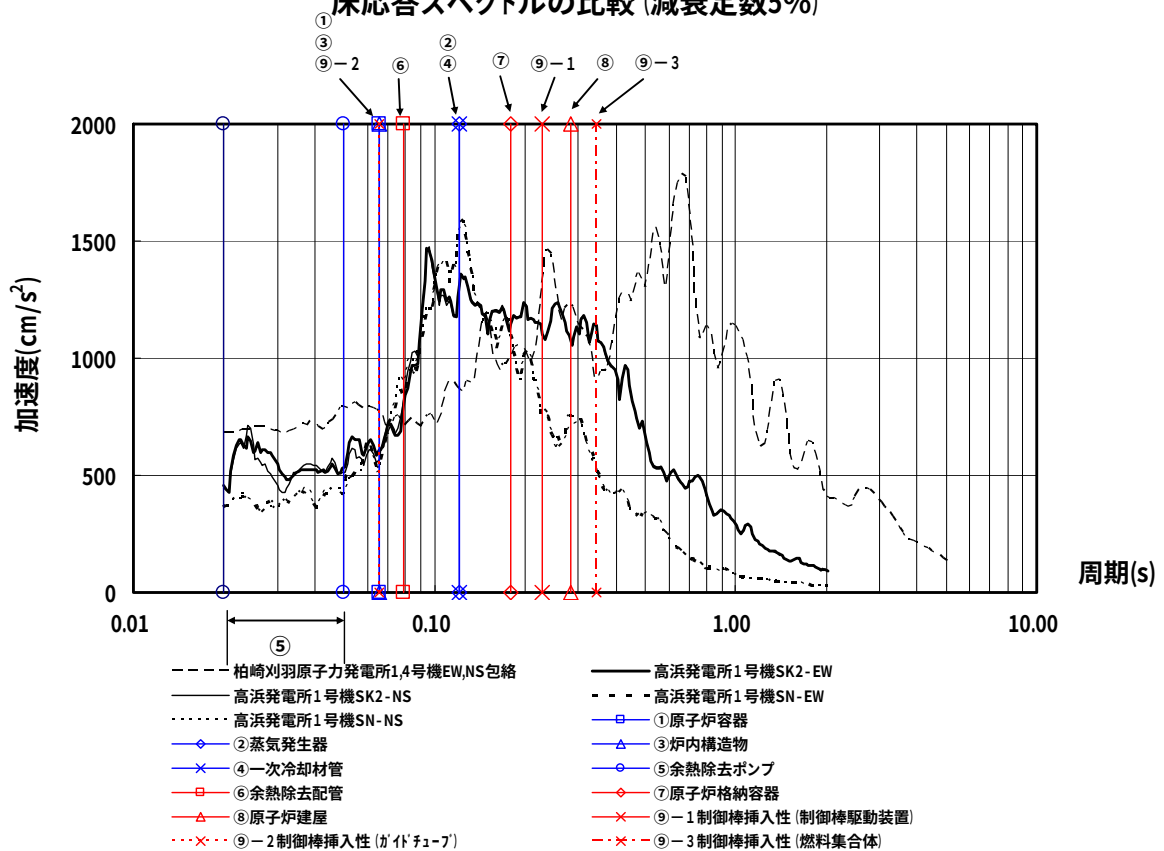
美浜発電所1号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



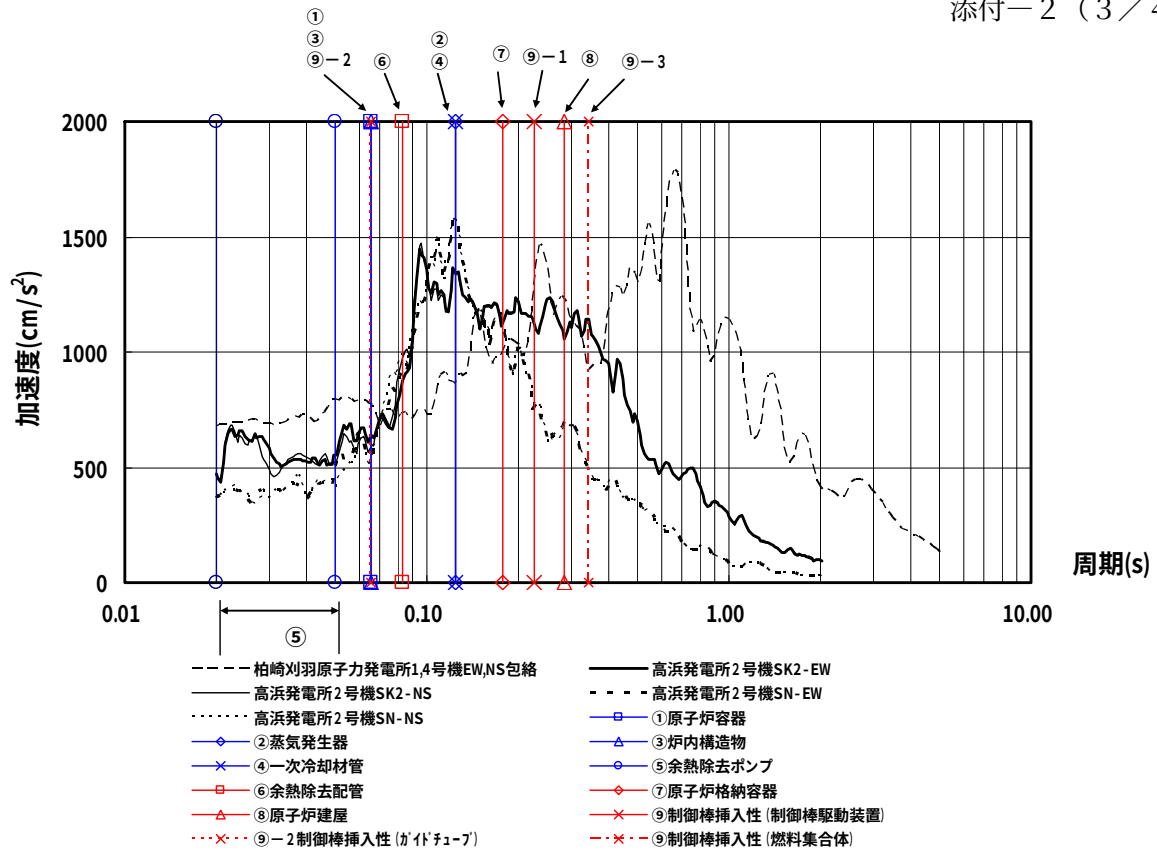
美浜発電所2号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



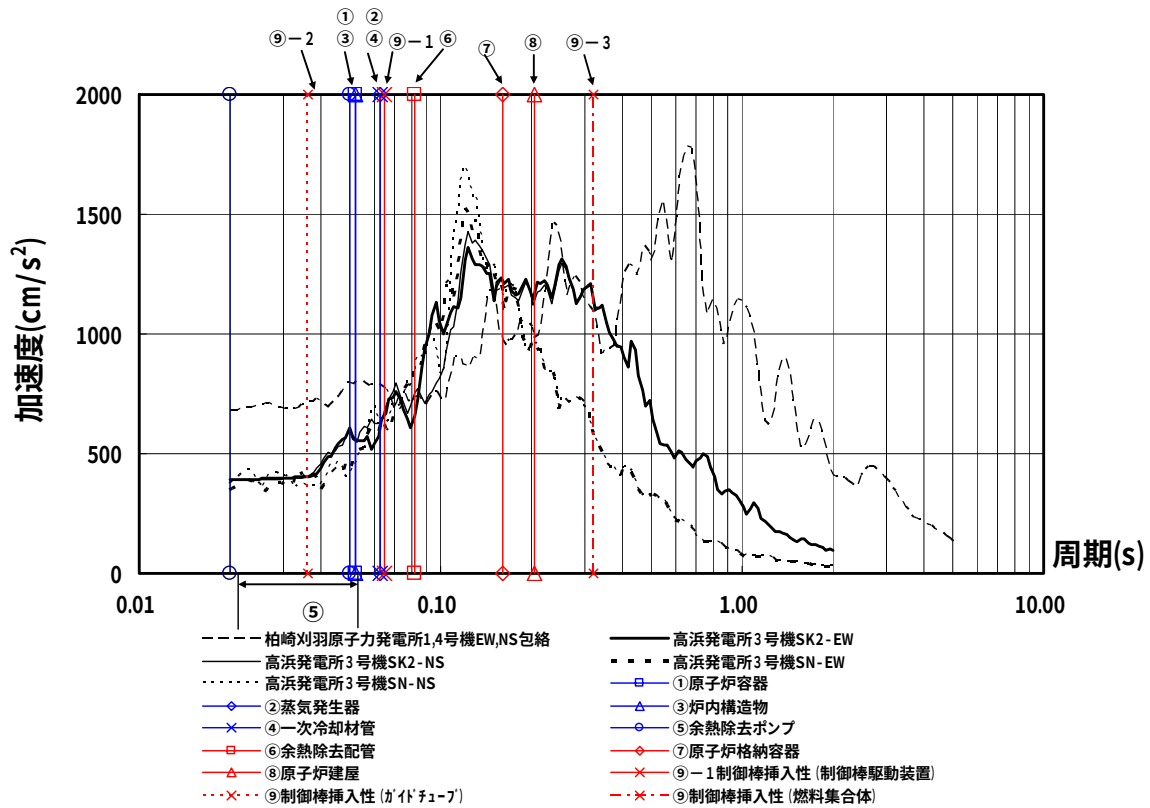
美浜発電所3号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



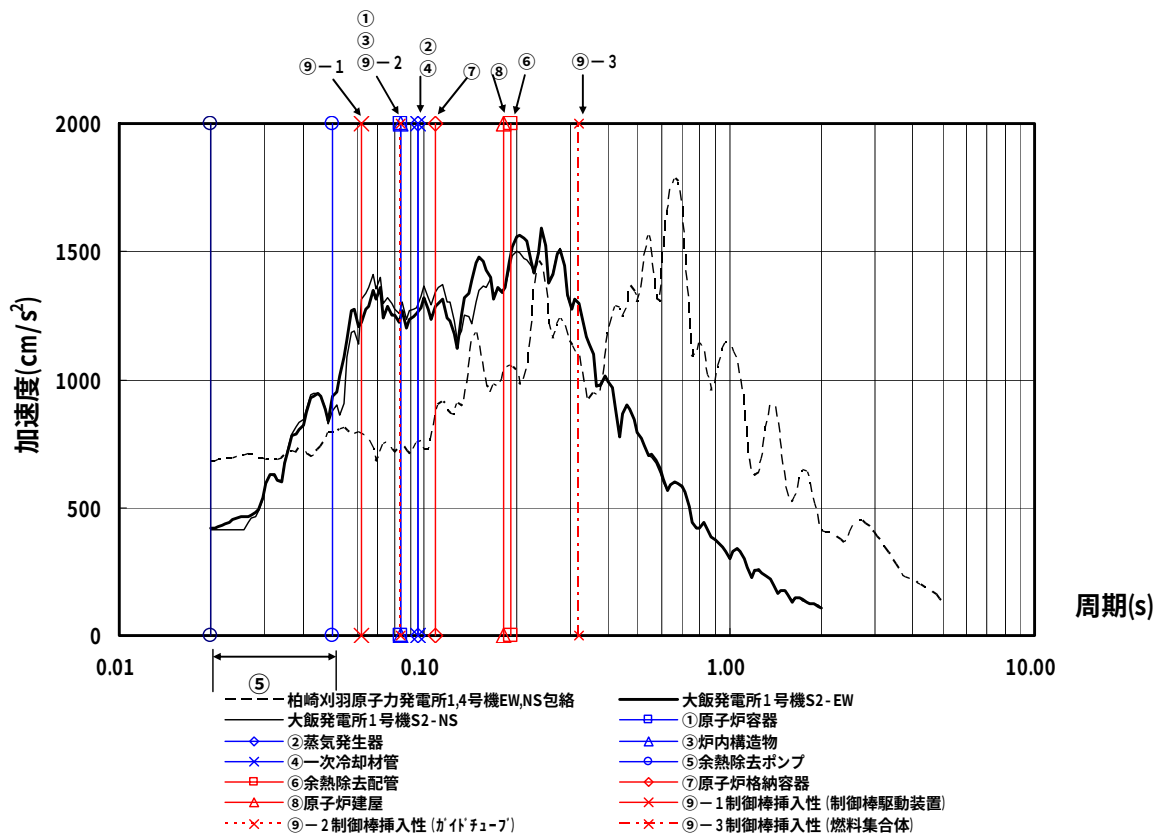
高浜発電所1号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



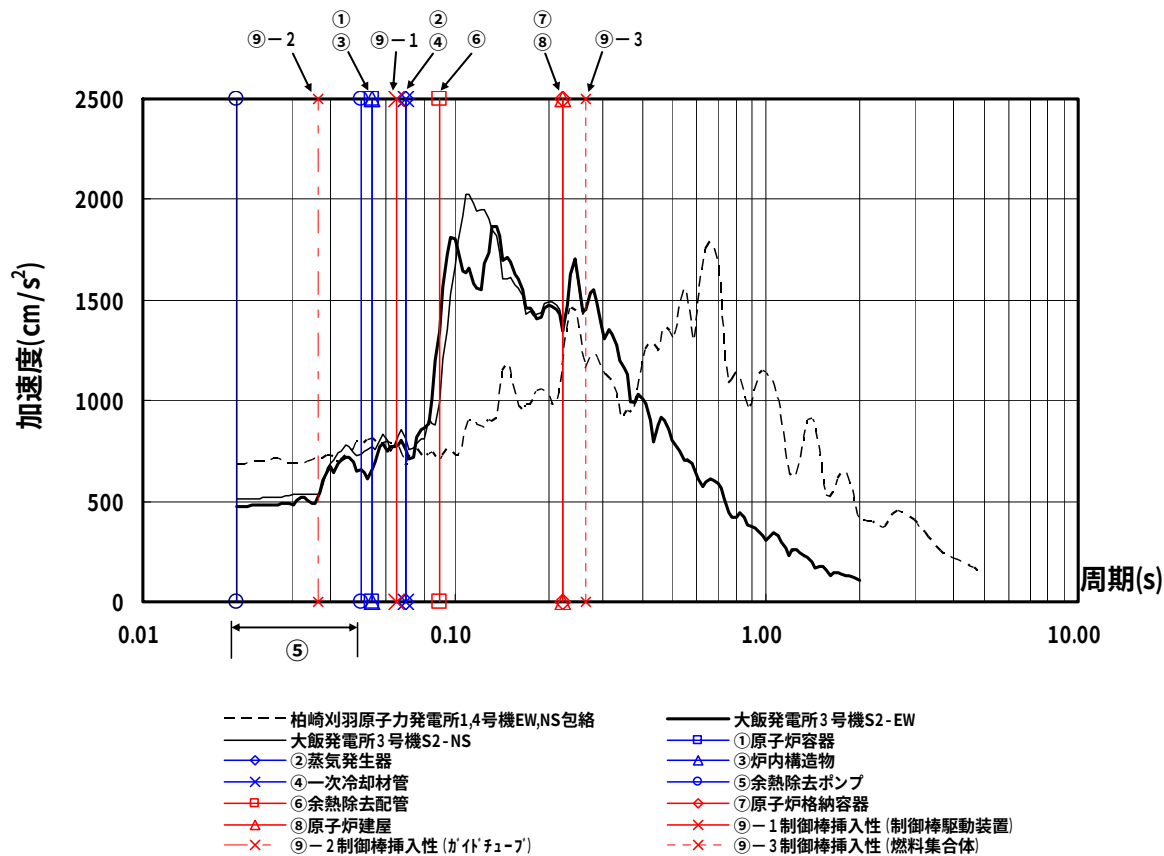
高浜発電所2号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



高浜発電所3号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



大飯発電所1号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)



大飯発電所3号機と柏崎刈羽原子力発電所1, 4号機の
床応答スペクトルの比較 (減衰定数5%)

美浜発電所 1 号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ 1			ステップ 2 ^{*3}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.055	1.13	1.25	189/ 151	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.116	1 以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.055	1.13	6.98	391/ 56	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.116	1 以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1.93	10 以上	211/ 11	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.203	1 以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.125	1 以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.244	1.37	8.44	$2.00 \times 10^{-3} /$ $2.37 \times 10^{-4*4}$	—	○
⑨制御棒 (挿入性) (挿入時間)	0.135 ^{*5} 0.055 0.286	1.21	2.75	0.66/ 0.24 ^{*6}	—	○

*1 原子炉建屋については NS・EW の方向別に設計を行っていることから、NS・EW の方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設については NS・EW 方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW 方向のうち小さい方の α を記載。

*2 「—」は、 α が 1 以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*3 「—」は、ステップ 1 で機能維持が確認されたことを示す。

*4 せん断歪度 (rad)

*5 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*6 $\frac{\text{規定時間 (秒)} - \text{通常時の挿入時間 (秒)}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ (秒)}}$

美浜発電所２号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ１			ステップ２ ^{*３}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.063	１以下	—	—	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.116	１以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.063	１以下	—	—	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.116	１以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	2.05	10 以上	211/ 15	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.122	１以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.125	１以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.234	1.31	5.57	$2.00 \times 10^{-3} /$ $3.59 \times 10^{-4*4}$	—	○
⑨制御棒（挿入性） (挿入時間)	0.154 ^{*5} 0.063 0.370	1.27	3.14	0.66/ 0.21 ^{*6}	—	○

*１ 原子炉建屋については NS・EW の方向別に設計を行っていることから、NS・EW の方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設については NS・EW 方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW 方向のうち小さい方の α を記載。

*２ 「—」は、 α が 1 以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*３ 「—」は、ステップ 1 で機能維持が確認されたことを示す。

*４ せん断歪度 (rad)

*５ 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*６ $\frac{\text{規定時間（秒）} - \text{通常時の挿入時間（秒）}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ（秒）}}$

美浜発電所3号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ1			ステップ2 ^{*3}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.065	1.06	1.60	297/ 185	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.141	1以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.065	1.06	10以上	391/ 36	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.141	1以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05以下	2.11	6.59	211/ 32	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.102	1以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.179	1以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.273	1.24	8.00	$2.00 \times 10^{-3} /$ $2.50 \times 10^{-4*4}$	—	○
⑨制御棒(挿入性) (挿入時間)	0.218 ^{*5} 0.065 0.345	1.16	1.20	0.64/ 0.53 ^{*6}	—	○

*1 原子炉建屋についてはNS・EWの方向別に設計を行っていることから、NS・EWの方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設についてはNS・EW方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW方向のうち小さい方の α を記載。

*2 「—」は、 α が1以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*3 「—」は、ステップ1で機能維持が確認されたことを示す。

*4 せん断歪度(rad)

*5 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*6 $\frac{\text{規定時間(秒)} - \text{通常時の挿入時間(秒)}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ(秒)}}$

高浜発電所1号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ1			ステップ2 ^{*3}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.065	1.27	1.27	297/ 233	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.120	1以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.065	1.27	10以上	391/ 38	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.120	1以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05以下	1.87	9.17	211/ 23	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.079	1以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.179	1以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.284	1.15	3.73	$2.00 \times 10^{-3} /$ $5.36 \times 10^{-4*4}$	—	○
⑨制御棒(挿入性) (挿入時間)	0.227 ^{*5} 0.065 0.345	1.27	1.88	0.64/ 0.34 ^{*6}	—	○

*1 原子炉建屋についてはNS・EWの方向別に設計を行っていることから、NS・EWの方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設についてはNS・EW方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW方向のうち小さい方の α を記載。

*2 「—」は、 α が1以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*3 「—」は、ステップ1で機能維持が確認されたことを示す。

*4 せん断歪度(rad)

*5 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*6 $\frac{\text{規定時間(秒)} - \text{通常時の挿入時間(秒)}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ(秒)}}$

高浜発電所2号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ1			ステップ2 ^{*3}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.065	1.22	1.27	297/ 233	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.125	1 以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.065	1.22	10 以上	391/ 38	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.125	1 以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1.78	9.17	211/ 23	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.083	1 以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.179	1 以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.284	1.15	3.73	$2.00 \times 10^{-3} /$ $5.36 \times 10^{-4*4}$	—	○
⑨制御棒（挿入性） (挿入時間)	0.227 ^{*5} 0.065 0.345	1.22	1.88	0.64/ 0.34 ^{*6}	—	○

*1 原子炉建屋については NS・EW の方向別に設計を行っていることから、NS・EW の方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設については NS・EW 方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW 方向のうち小さい方の α を記載。

*2 「—」は、 α が 1 以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*3 「—」は、ステップ1で機能維持が確認されたことを示す。

*4 せん断歪度 (rad)

*5 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*6 $\frac{\text{規定時間 (秒)} - \text{通常時の挿入時間 (秒)}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ (秒)}}$

高浜発電所３号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ１			ステップ２ ^{*３}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.052	1.44	1.99	466/ 234	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.063	1.24	2.65	500 ^{*４} / 188 ^{*４}	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.052	1.44	5.50	391/ 71	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.063	1.24	2.47	357/ 144	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	2.04	10 以上	206/ 4	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.082	1 以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.160	1 以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.206	1 以下	—	—	—	○
⑨制御棒（挿入性） (挿入時間)	0.065 ^{*５} 0.036 0.323	1.76	2.13	0.64/ 0.30 ^{*６}	—	○

*１ 原子炉建屋については NS・EW の方向別に設計を行っていることから、NS・EW の方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設については NS・EW 方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW 方向のうち小さい方の α を記載。

*２ 「—」は、 α が１以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*３ 「—」は、ステップ１で機能維持が確認されたことを示す。

*４ トン（t）

*５ 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*６ $\frac{\text{規定時間（秒）}-\text{通常時の挿入時間（秒）}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ（秒）}}$

大飯発電所１号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ１			ステップ２ ^{*３}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.083	１以下	—	—	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.095	１以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.083	１以下	—	—	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.095	１以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1.91	4.79	211/ 44	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.192	１以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.109	１以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.183	１以下	—	—	—	○
⑨制御棒（挿入性） (挿入時間)	0.063 ^{*４} 0.083 0.323	１以下	—	—	—	○

*１ 原子炉建屋については NS・EW の方向別に設計を行っていることから、NS・EW の方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設については NS・EW 方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW 方向のうち小さい方の α を記載。

*２ 「—」は、 α が１以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*３ 「—」は、ステップ１で機能維持が確認されたことを示す。

*４ 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

大飯発電所3号機 概略影響検討結果

対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ1			ステップ2 ^{*3}	判定
		α^{*1}	β^{*2}	許容値/ 応答値 (MPa)		
①原子炉容器 (支持構造物)	0.055	1.05	2.47	551/ 223	—	○
②蒸気発生器 (支持構造物)	0.070	1以下	—	—	—	○
③炉内構造物 (炉心そう)	0.055	1.05	5.58	391/ 70	—	○
④一次冷却材管 (本体)	0.070	1以下	—	—	—	○
⑤余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05以下	1.56	10以上	211/ 0 ^{*4}	—	○
⑥余熱除去配管 (本体)	0.090	1以下	—	—	—	○
⑦原子炉格納容器 (本体)	0.223	1以下	—	—	—	○
⑧原子炉建屋 (外部遮へい建屋)	0.223	1以下	—	—	—	○
⑨制御棒(挿入性) (挿入時間)	0.065 ^{*5} 0.036 0.263	1.34	2.03	0.55/ 0.27 ^{*6}	—	○

*1 原子炉建屋についてはNS・EWの方向別に設計を行っていることから、NS・EWの方向のうち、 β が小さい方向を選定し、その α を記載。

原子炉建屋以外の施設についてはNS・EW方向のうち、大きい方の応答値を用いて設計を行っていることから、NS・EW方向のうち小さい方の α を記載。

*2 「—」は、 α が1以下であることより、機能維持が確認されたことを示す。

*3 「—」は、ステップ1で機能維持が確認されたことを示す。

*4 自重等が地震力を上回ることによる。

*5 上段：制御棒駆動装置、中段：ガイドチューブ、下段：燃料集合体の固有周期を示す。

*6 $\frac{\text{規定時間(秒)} - \text{通常時の挿入時間(秒)}}{\text{検討用地震動による挿入時間遅れ(秒)}}$