

柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う 東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2号機における 概略影響検討結果について

当社は、平成19年8月20日、東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2号機の耐震安全性評価実施計画書の見直し検討結果の報告書*¹を経済産業大臣に提出し、その際に、上記の耐震安全性評価の報告とは別に、当面の自主的な検討として、新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに、東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2号機の主要設備への概略影響評価を実施し、1ヶ月を目途に報告することとしておりました。
(平成19年8月20日発表済)

本日、その検討結果の報告書を経済産業大臣に提出しましたのでお知らせします。
また、茨城県、東海村、福井県、敦賀市及び美浜町にも同様の報告書を提出しました。

検討の結果、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、東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2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ます。

現在進めている耐震安全性評価にあたっては、新潟県中越沖地震等から得られる知見を必要に応じ適切に反映してまいります。

以 上

* 1 : 見直し検討の結果、耐震安全性評価の結果を早期に示す観点から、耐震安全性評価の中間報告（地質調査結果、基準地震動 S_s の策定結果、主要機器の評価結果など）を平成20年3月までに行う。また、東海第二発電所の評価には、更なるデータ拡充の観点から、敷地周辺の海域において、海上音波探査による地質調査を追加して実施する。

添付資料:「柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2号機における概略影響検討結果報告書」の概要

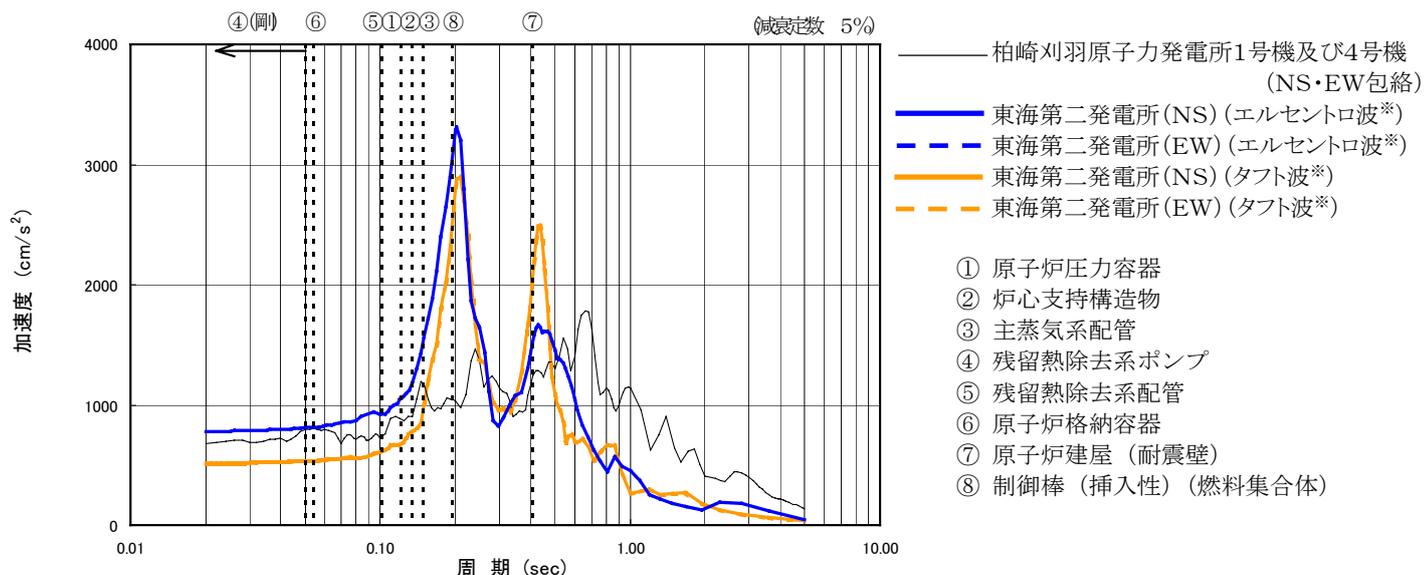
参考資料1: 柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う東海第二発電所における概略影響検討結果報告書

参考資料2: 柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う敦賀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もとに行う 東海第二発電所及び敦賀発電所 1, 2号機における 概略影響検討結果報告書」の概要

1. 検討内容

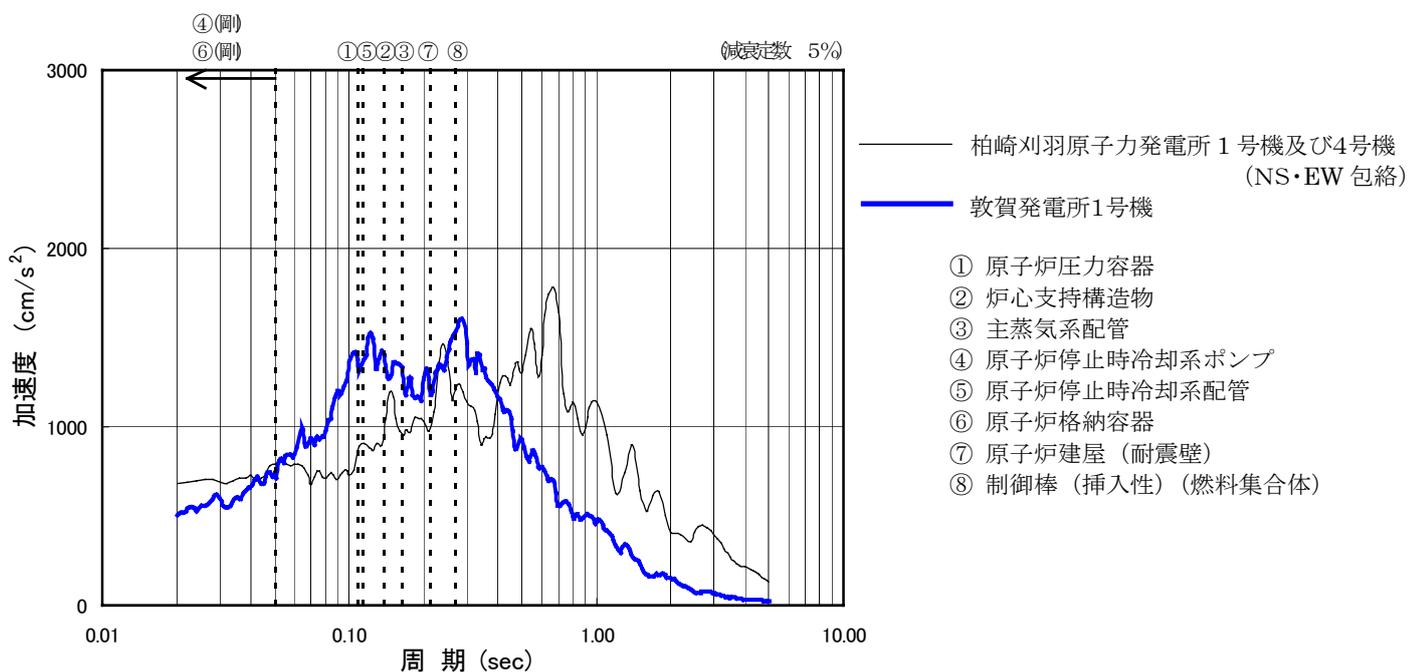
柏崎刈羽原子力発電所で観測された原子炉建屋基礎版上の床応答スペクトルと当社原子力発電所の検討用地震動による床応答スペクトルを比較することによって、東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2号機の主要施設の機能維持への影響を検討しました。



※エルセントロ波、タフト波

- ・エルセントロ波は、1940年にアメリカのエルセントロで実際に観測した地震動。
- ・タフト波は、1952年にアメリカのタフトで実際に観測した地震動。

東海第二発電所の例



敦賀発電所 1号機の例

2. 検討結果

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で観測された地震動によっても、東海第二発電所及び敦賀発電所1, 2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ます。

概略影響検討結果（東海第二発電所の例）

番号	対象施設	スペクトル比 α^{*1}	施設余裕 β	判定
①	原子炉圧力容器	1 以下	—	○
②	炉心支持構造物	1 以下	—	○
③	主蒸気系配管	1 以下	—	○
④	残留熱除去系ポンプ	1 以下	—	○
⑤	残留熱除去系配管	1 以下	—	○
⑥	原子炉格納容器	1 以下	—	○
⑦	原子炉建屋	1 以下	—	○
⑧	制御棒（挿入性）	1 以下	—	○

※1：検討対象施設の固有周期における「柏崎刈羽原子力発電所で観測された地震動による応答加速度／東海第二発電所の検討用地震動による応答加速度」を示す。 α が1以下である場合、東海第二発電所の検討用地震動による床応答スペクトルが、柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトルを上回っているため、安全機能は維持されるものと考えられます。

概略影響検討結果（敦賀発電所1号機の例）

番号	対象施設	スペクトル比 α^{*1}	施設余裕 β^{*2}	判定
①	原子炉圧力容器	1 以下	—	○
②	炉心支持構造物	1 以下	—	○
③	主蒸気系配管	1 以下	—	○
④	原子炉停止時冷却系ポンプ	1.35	10 以上	○
⑤	原子炉停止時冷却系配管	1 以下	—	○
⑥	原子炉格納容器	1.35	1.55	○
⑦	原子炉建屋	1 以下	—	○
⑧	制御棒（挿入性）	1 以下	—	○

※1：検討対象施設の固有周期における「柏崎刈羽原子力発電所で観測された地震動による応答加速度／敦賀発電所1号機の検討用地震動による応答加速度」を示す。 α が1以下である場合、敦賀発電所1号機の検討用地震動による床応答スペクトルが、柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトルを上回っているため、安全機能は維持されるものと考えられます。

※2：検討対象施設の検討用地震動における「許容値／応答値」を示す。 α が1を超える場合においても、 $\alpha \leq \beta$ であれば、検討用地震動の床応答スペクトルに対する柏崎刈羽原子力発電所の床応答スペクトルの倍率（ α ）に対して、対象施設の応答値に対する許容値の倍率（ β ）が上回り余裕の範囲内なので安全機能は維持されるものと考えられます。

敦賀発電所2号機の安全上重要な機能を有する主要な施設についても、同様に安全機能が維持されることを確認しました。

柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う
東海第二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
日本原子力発電株式会社

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、当社では、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東海第二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、運転中または起動中の原子炉はすべて安全に自動停止するとともに、停止中の原子炉を含む全ての原子炉について、安定した状態に保たれ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、自主的な検討として、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することとした。

本報告書は、その検討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、東海第二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東海第二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

検討対象は、東海第二発電所とする。

(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原子炉圧力容器
- ②炉心支持構造物
- ③主蒸気系配管
- ④残留熱除去系ポンプ
- ⑤残留熱除去系配管
- ⑥原子炉格納容器
- ⑦原子炉建屋
- ⑧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て用いる。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. 東海第二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。検討用地震動として、建設時の設計に用いた安全余裕検討用地震動を用いる。

(4) 検討方法

別紙－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)、東海第二発電所の床応答スペクトル (G_s) を比較し、対象施設の固有周期において $K_s \leq G_s$ であるか、すなわち、「対象施設の固有周期における K_s と G_s の比率 ($K_s / G_s : \alpha$)」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、保守的ではあるが簡易な評価手法として、 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。

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) と東海第二発電所の床応答スペクトル (G_s) の比較図を別紙－2 に、概略影響検討の結果を別紙－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、東海第二発電所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。

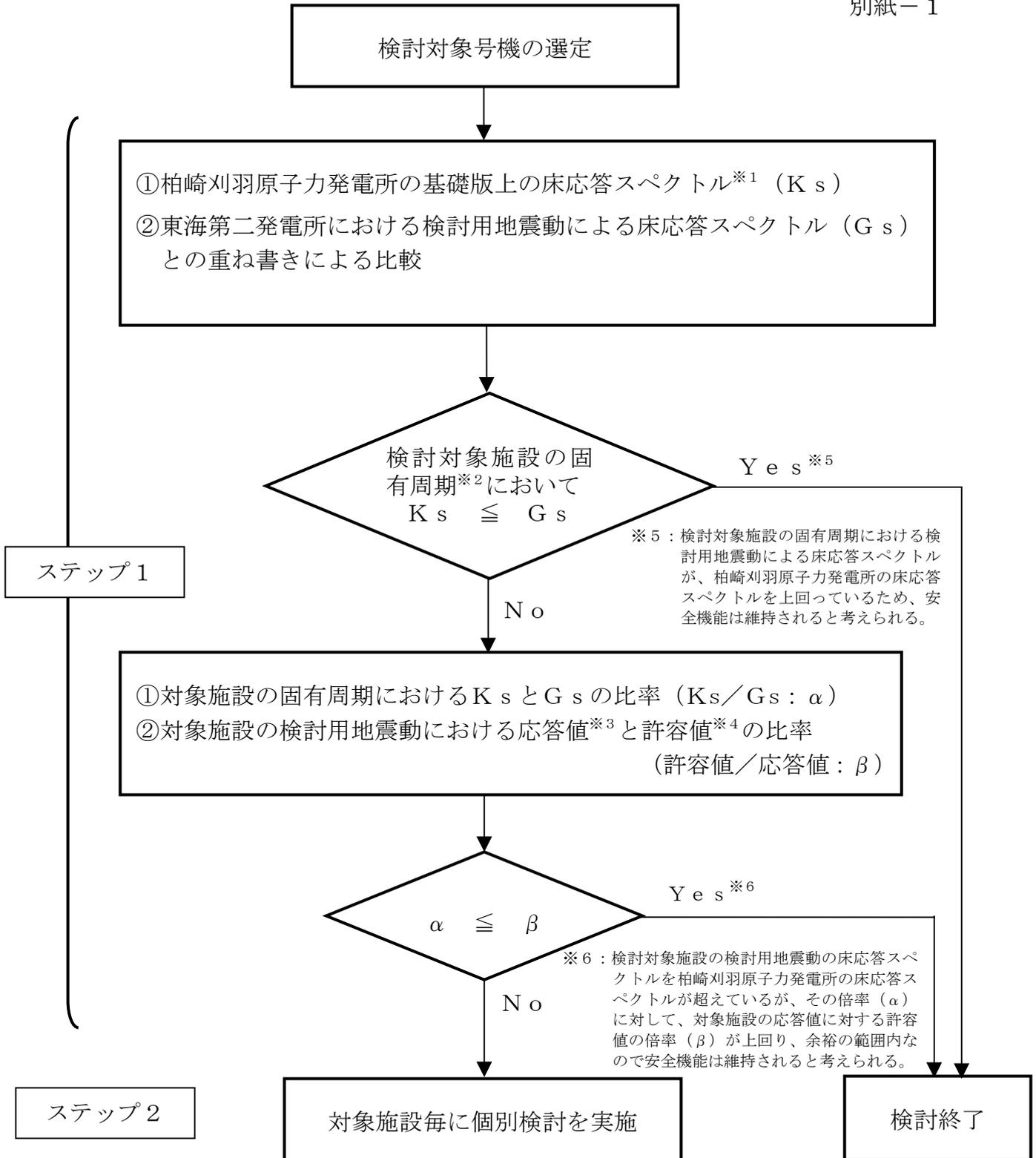
以 上

別 紙

別紙－1 柏崎刈羽原子力発電所における観測データをもとに行う東海第二発電所の主要施設への概略影響検討フロー図

別紙－2 東海第二発電所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図

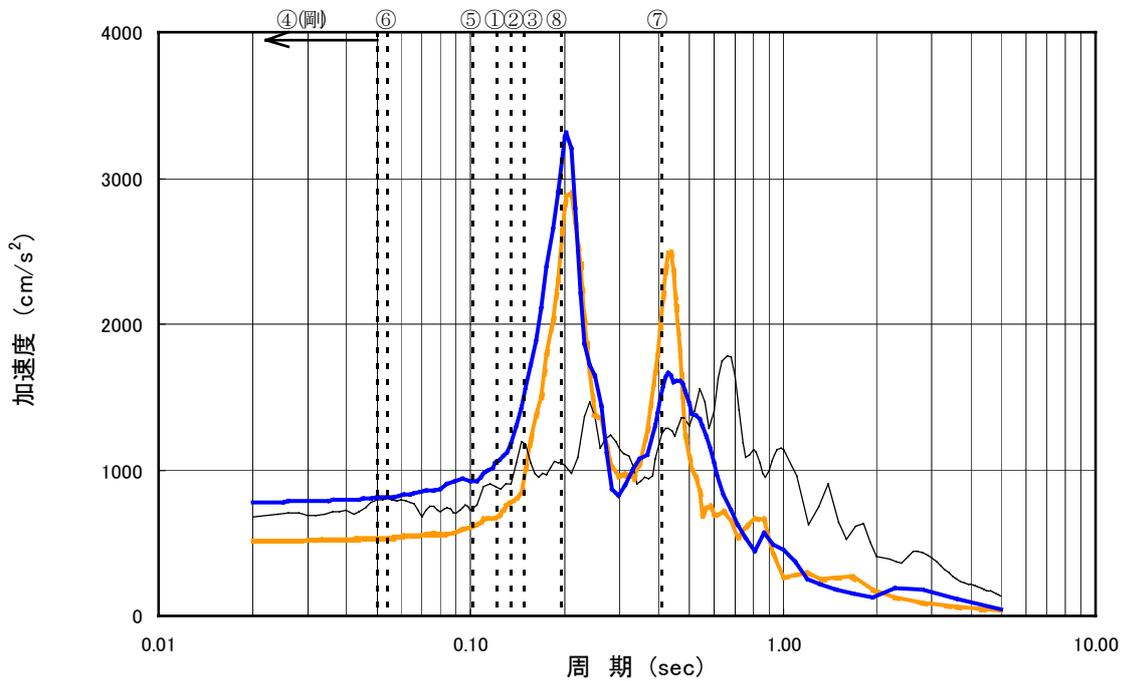
別紙－3 概略影響検討結果



- ※ 1 施設の固有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 検討用地震動における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もとに行う
東海第二発電所の主要施設への概略影響検討フロー図

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| —— 柏崎刈羽原子力発電所1号機及び4号機
(NS・EW包絡) | ① 原子炉压力容器 |
| —— 東海第二発電所(NS) (エルセントロ波※) | ② 炉心支持構造物 |
| - - - 東海第二発電所(EW) (エルセントロ波※) | ③ 主蒸気系配管 |
| —— 東海第二発電所(NS) (タフト波※) | ④ 残留熱除去系ポンプ |
| - - - 東海第二発電所(EW) (タフト波※) | ⑤ 残留熱除去系配管 |
| | ⑥ 原子炉格納容器 |
| | ⑦ 原子炉建屋(耐震壁) |
| | ⑧ 制御棒(挿入性) (燃料集合体) |



※エルセントロ波、タフト波

- ・エルセントロ波は、1940年にアメリカのエルセントロで実際に観測した地震動。
- ・タフト波は、1952年にアメリカのタフトで実際に観測した地震動。

東海第二発電所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図 (減衰定数5%)

東海第二発電所 概略影響検討結果

番号	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}		
①	原子炉圧力容器 (支持構造物)	0.121	1 以下	—	—	○
②	炉心支持構造物 (シュラウトサポート)	0.135	1 以下	—	—	○
③	主蒸気系配管 (本体)	0.148	1 以下	—	—	○
④	残留熱除去系ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1 以下	—	—	○
⑤	残留熱除去系配管 (本体)	0.102	1 以下	—	—	○
⑥	原子炉格納容器 (ドライウエル)	0.0543	1 以下	—	—	○
⑦	原子炉建屋 (耐震壁)	0.407	1 以下	—	—	○
⑧	制御棒 (挿入性) (燃料集合体相対変位)	0.195	1 以下	—	—	○

※1：各施設の固有周期における α (Ks/Gs) に用いるGsは、別紙-2に示す床応答スペクトルの最大値としている。

※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。

柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータをもとに行う
敦賀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
日本原子力発電株式会社

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、当社では、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敦賀発電所1,2号機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、運転中または起動中の原子炉はすべて安全に自動停止するとともに、停止中の原子炉を含む全ての原子炉について、安定した状態に保たれ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、自主的な検討として、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することとした。

本報告書は、その検討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、敦賀発電所1,2号機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敦賀発電所1,2号機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、敦賀発電所1,2号機とする。

(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。

プラント名 番号	敦賀発電所1号機	敦賀発電所2号機
①	原子炉压力容器	原子炉容器
②	炉心支持構造物	炉内構造物
③	主蒸気系配管	1次冷却材管
④	原子炉停止時冷却系ポンプ	余熱除去ポンプ
⑤	原子炉停止時冷却系配管	余熱除去設備配管
⑥	原子炉格納容器	原子炉格納容器
⑦	原子炉建屋	原子炉建屋
⑧	制御棒（挿入性）	制御棒（挿入性）
⑨		蒸気発生器

(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て用いる。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. 敦賀発電所 1, 2 号機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。検討用地震動として、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

別紙-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)、敦賀発電所 1, 2 号機の床応答スペクトル (G_s) を比較し、対象施設の固有周期において $K_s \leq G_s$ であるか、すなわち、「対象施設の固有周期における K_s と G_s の比率 ($K_s / G_s : \alpha$)」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、保守的ではあるが簡易な評価手法として、 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、 $\alpha \leq \beta$ であるかを検討する。

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) と敦賀発電所 1, 2 号機の床応答スペクトル (G_s) の比較図を別紙-2 に、概略影響検討の結果を別紙-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、敦賀発電所 1, 2 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。

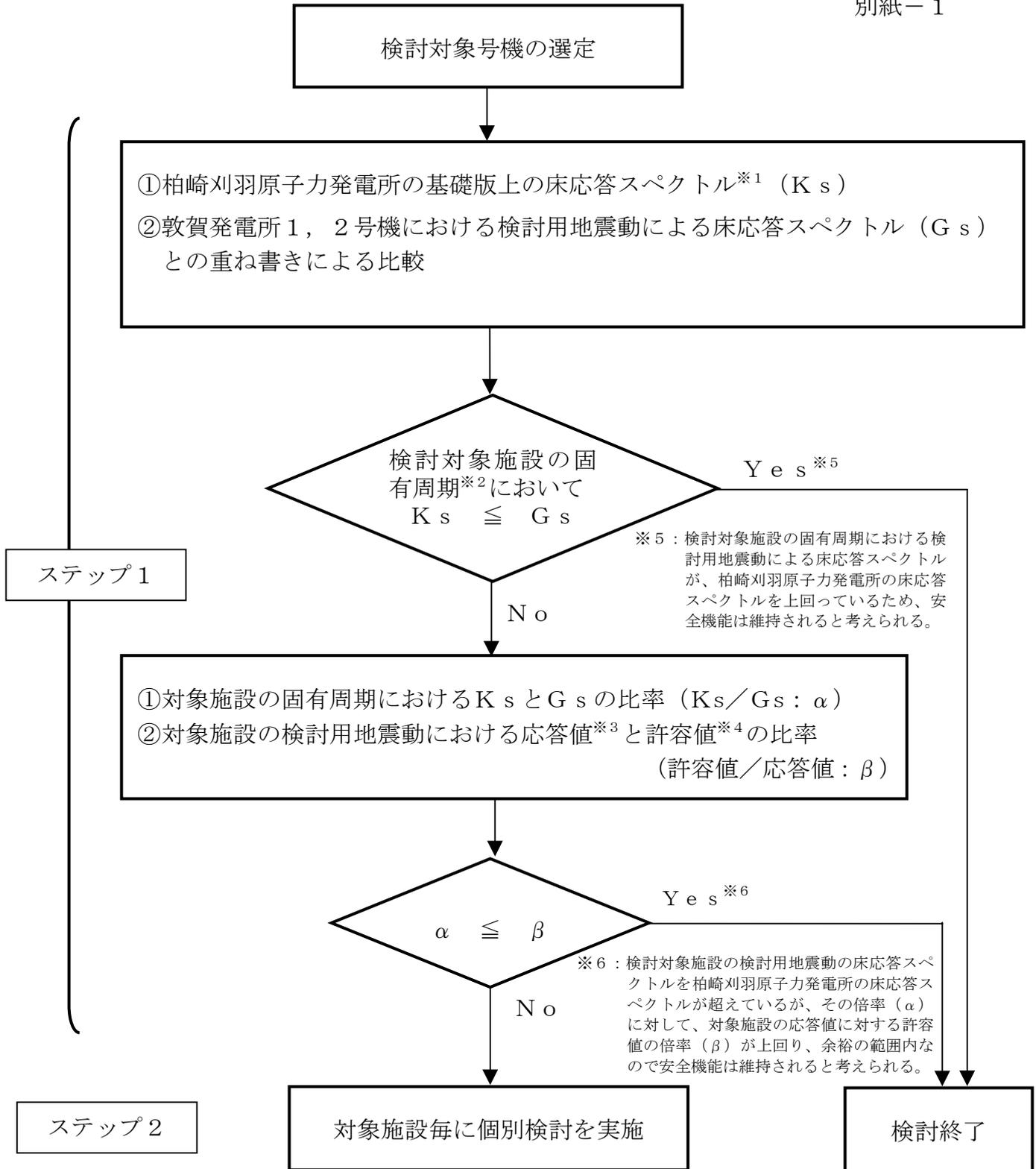
以 上

別 紙

別紙-1 柏崎刈羽原子力発電所における観測データをもとに行う敦賀発電所 1, 2 号機の主要施設への概略影響検討フロー図

別紙-2 敦賀発電所 1, 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図

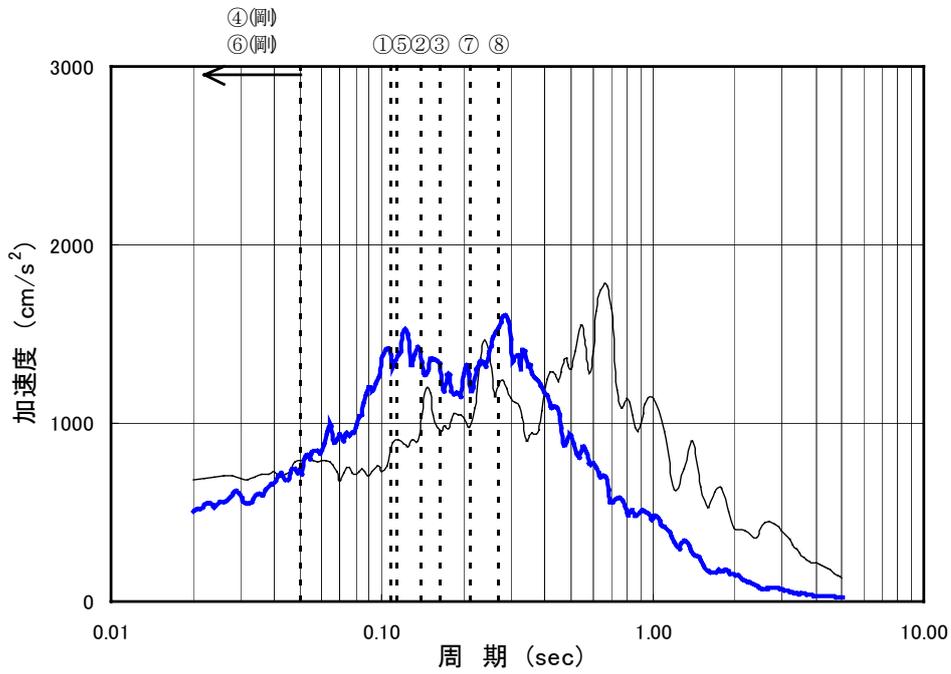
別紙-3 概略影響検討結果



- ※1 施設の固有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 検討用地震動における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

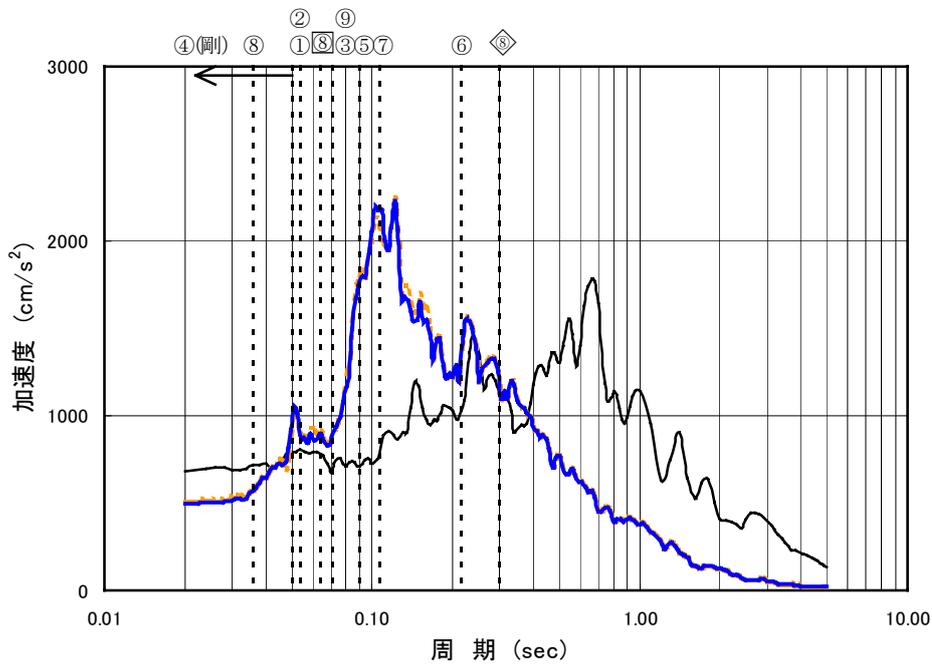
柏崎刈羽原子力発電所における観測データをもとに行う
敦賀発電所 1, 2号機の主要施設への概略影響検討フロー図

- 柏崎刈羽原子力発電所 1号機及び4号機 (NS・EW 包絡)
— 敦賀発電所1号機
- ① 原子炉压力容器
 - ② 炉心支持構造物
 - ③ 主蒸気系配管
 - ④ 原子炉停止時冷却系ポンプ
 - ⑤ 原子炉停止時冷却系配管
 - ⑥ 原子炉格納容器
 - ⑦ 原子炉建屋(耐震壁)
 - ⑧ 制御棒(挿入性) (燃料集合体)



敦賀発電所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図 (減衰定数5%)

- 柏崎刈羽原子力発電所1号機及び4号機
(NS・EW包絡)
 - 敦賀発電所2号機(NS)
 - - - 敦賀発電所2号機(EW)
- ① 原子炉容器
 - ② 炉内構造物
 - ③ 1次冷却材管
 - ④ 余熱除去ポンプ
 - ⑤ 余熱除去設備配管
 - ⑥ 原子炉格納容器
 - ⑦ 原子炉建屋(耐震壁)
 - ⑧ 制御棒(挿入性) (制御棒駆動装置)
 - ⑧ 制御棒(挿入性) (制御棒クラスタ案内管)
 - ◇ 制御棒(挿入性) (燃料集合体)
 - ⑨ 蒸気発生器



敦賀発電所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図 (減衰定数5%)

敦賀発電所 1 号機 概略影響検討結果

番号	対象施設 (項目)	固有周期 (秒)	ステップ 1			ステップ 2 ^{※2}	判定
			α	β ^{※1}	許容値/ 応答値		
①	原子炉压力容器 (支持構造物)	0.108	1 以下	—	—	—	○
②	炉心支持構造物 (シュラウトサポート)	0.138	1 以下	—	—	—	○
③	主蒸気系配管 (本体)	0.164	1 以下	—	—	—	○
④	原子炉停止時冷却系ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1.35 ^{※3}	10 以上	137MPa/ 9MPa	—	○
⑤	原子炉停止時冷却系配管 (本体)	0.114	1 以下	—	—	—	○
⑥	原子炉格納容器 (ドライウエル)	0.05 以下	1.35 ^{※3}	1.55	294MPa/ 189MPa	—	○
⑦	原子炉建屋 (耐震壁)	0.213	1 以下	—	—	—	○
⑧	制御棒 (挿入性) (燃料集合体相対変位)	0.270	1 以下	—	—	—	○

※1 : 「—」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。

※2 : 「—」は、ステップ1で機能維持が確認されたことを示す。

※3 : α は、周期 0.02~0.05sec における最大値を示す。

敦賀発電所 2 号機 概略影響検討結果

番号	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		
①	原子炉容器 (支持構造物)	0.054	1 以下	—	—	—	○
②	炉内構造物 (炉心そう)	0.054	1 以下	—	—	—	○
③	1 次冷却材管 (本体)	0.071	1 以下	—	—	—	○
④	余熱除去ポンプ (基礎ボルト)	0.05 以下	1.38	10 以上	210MPa/ 1MPa	—	○
⑤	余熱除去設備配管 (本体)	0.090	1 以下	—	—	—	○
⑥	原子炉格納容器 (PCCV)	0.215	1 以下	—	—	—	○
⑦	原子炉建屋 (耐震壁)	0.106	1 以下	—	—	—	○
⑧	制御棒 (挿入性) (挿入時間)	0.064 ^{※4} 0.036 0.300	1.25 ^{※5}	5.18	0.57 秒/ 0.11 秒 ^{※6}	—	○
⑨	蒸気発生器 (支持構造物)	0.071	1 以下	—	—	—	○

※1：各施設の固有周期における α (K s / G s) に用いる G s は、別紙－ 2 に示す床応答スペクトルの最大値としている。また、余熱除去ポンプの α は、周期 0.02～0.05sec における最大値を示す。

※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：制御棒挿入経路にあたる制御棒駆動装置 (上段)、制御棒クラスタ案内管 (中段)、燃料集合体 (下段) の固有周期を示す。

※5： α は、制御棒駆動装置、制御棒クラスタ案内管、燃料集合体のうち、最大となる制御棒クラスタ案内管の固有周期における値を示す。

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