

## 泊発電所 1 号機及び 2 号機 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う 耐震安全性評価結果 報告書の概要

### 1. はじめに

平成 18 年 9 月 20 日付けで原子力安全・保安院より、改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下、「新耐震指針」という。）に照らした耐震安全性の評価を実施するように求める文書が出され、当社は、泊発電所の耐震安全性評価を行ってきました。

その後、平成 19 年 7 月に新潟県中越沖地震が発生したことを踏まえ、経済産業省および北海道から新潟県中越沖地震から得られる知見を耐震安全性の評価に適切に反映し早期に評価を完了する旨の指示および申し入れがあるとともに、原子力安全・保安院より、「新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）について」（平成 19 年 12 月 27 日）および「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項について」（平成 20 年 9 月 4 日）（以下、「中越沖反映指示」という。）の通知がありました。

当社は、平成 20 年 3 月 31 日に、耐震安全性評価に関する中間的な取りまとめとして、地質調査結果、基準地震動  $S_s$  の策定結果および泊発電所 1 号機の主要施設の評価結果について、経済産業省および北海道に報告していましたが、本日（平成 21 年 3 月 30 日）、泊発電所 1 号機及び 2 号機の施設等の耐震安全性評価結果が取りまとまったことから、経済産業省および北海道に報告書を提出しました。なお、泊発電所 3 号機の施設等の耐震安全性評価結果報告書は、平成 20 年 10 月 7 日に提出しております。

#### 【報告のポイント】

- ①新耐震指針に照らした各種地質調査を実施し、新耐震指針の趣旨等を踏まえ、活断層を保守的に評価しました。【現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を反映】
- ②活断層評価結果に基づき、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」および「震源を特定せず策定する地震動」を考慮し、基準地震動  $S_s$  を保守的に策定しました。【現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を反映】
- ③既提出の報告書において策定した基準地震動  $S_s$ （最大加速度 550 ガル）は変更ありません。
- ④基準地震動  $S_s$  を用いた安全上重要な施設等の評価の結果、泊発電所 1 号機及び 2 号機の耐震安全性が確保されていることを確認しました。

### 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ

耐震安全性評価の検討に先立ち、新耐震指針に照らした各種地質調査を実施し、この調査結果を用いて、基準地震動  $S_s$  の策定を行い、泊発電所 1 号機及び 2 号機の安全上重要な建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価、原子炉建屋基礎地盤の安定性評価、屋外重要土木構造物の耐震安全性評価および地震随伴事象に対する評価を実施しました。

耐震安全性評価の流れおよび評価対象施設等は、別紙に示すとおりであり、中越沖反映指示を踏まえて評価を行いました。

なお、報告書は、現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を反映しています。

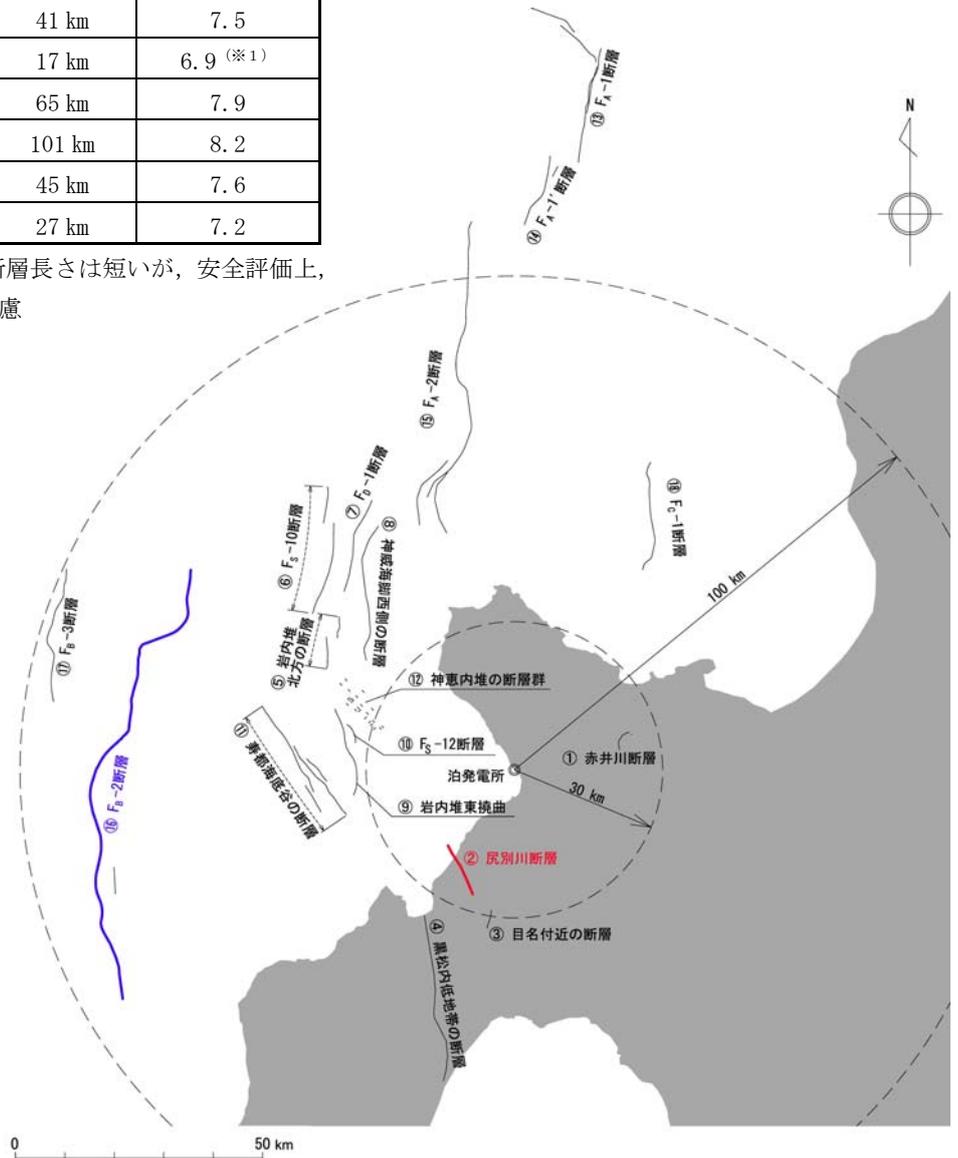
### 3. 活断層の評価【現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を反映】

活断層評価にあたっては、既存の調査結果および今回の調査結果を基に「新耐震指針」および「中越沖反映指示」における活断層評価の考え方や趣旨を踏まえ、保守的に評価を行いました。

なお、「④黒松内低地帯の断層」については、現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を踏まえて、長さを39kmから40kmに見直しました。

	断層名	断層長さ	マグニチュードM
陸域	①赤井川断層	5 km	6.9 (※1)
	②尻別川断層	16 km	6.9 (※1)
	③目名付近の断層	5 km	6.9 (※1)
	④黒松内低地帯の断層	40 km	7.5
海域	⑤岩内堆北方の断層	13 km	6.9 (※1)
	⑥Fs-10 断層	30 km	7.3
	⑦F <sub>D</sub> -1 断層	24.1 km	7.1
	⑧神威海脚西側の断層	31.5 km	7.3
	⑨岩内堆東撓曲	23.7 km	7.1
	⑩Fs-12 断層	6.7 km	6.9 (※1)
	⑪寿都海底谷の断層	32 km	7.3
	⑫神恵内堆の断層群	-	6.9 (※1)
	⑬F <sub>A</sub> -1 断層	41 km	7.5
	⑭F <sub>A</sub> -1' 断層	17 km	6.9 (※1)
	⑮F <sub>A</sub> -2 断層	65 km	7.9
	⑯F <sub>B</sub> -2 断層	101 km	8.2
	⑰F <sub>B</sub> -3 断層	45 km	7.6
	⑱F <sub>C</sub> -1 断層	27 km	7.2

※1 地質構造から認められる断層長さは短いですが、安全評価上、地震動評価ではM6.9を考慮



#### 4. 基準地震動 S<sub>s</sub> の策定【現在までの中間報告についての国の委員会等における審議を反映】

##### 4.1 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」

###### (1) 敷地に特に大きな影響を及ぼす地震から「検討用地震」を選定

活断層調査結果を踏まえ、地震動を策定する際にも保守的な評価を行いました。

全ての考慮すべき活断層および被害地震を比較検討した結果、②「尻別川断層による地震」および⑩「F<sub>B</sub>-2断層による地震」を検討用地震として選定しました。

###### (2) 地震動評価

上記で選定した検討用地震について「応答スペクトルに基づく地震動評価」および「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を実施しました。

なお、地震動評価においては、調査結果や中越沖反映指示等を踏まえ、不確かさを考慮した評価を行いました。

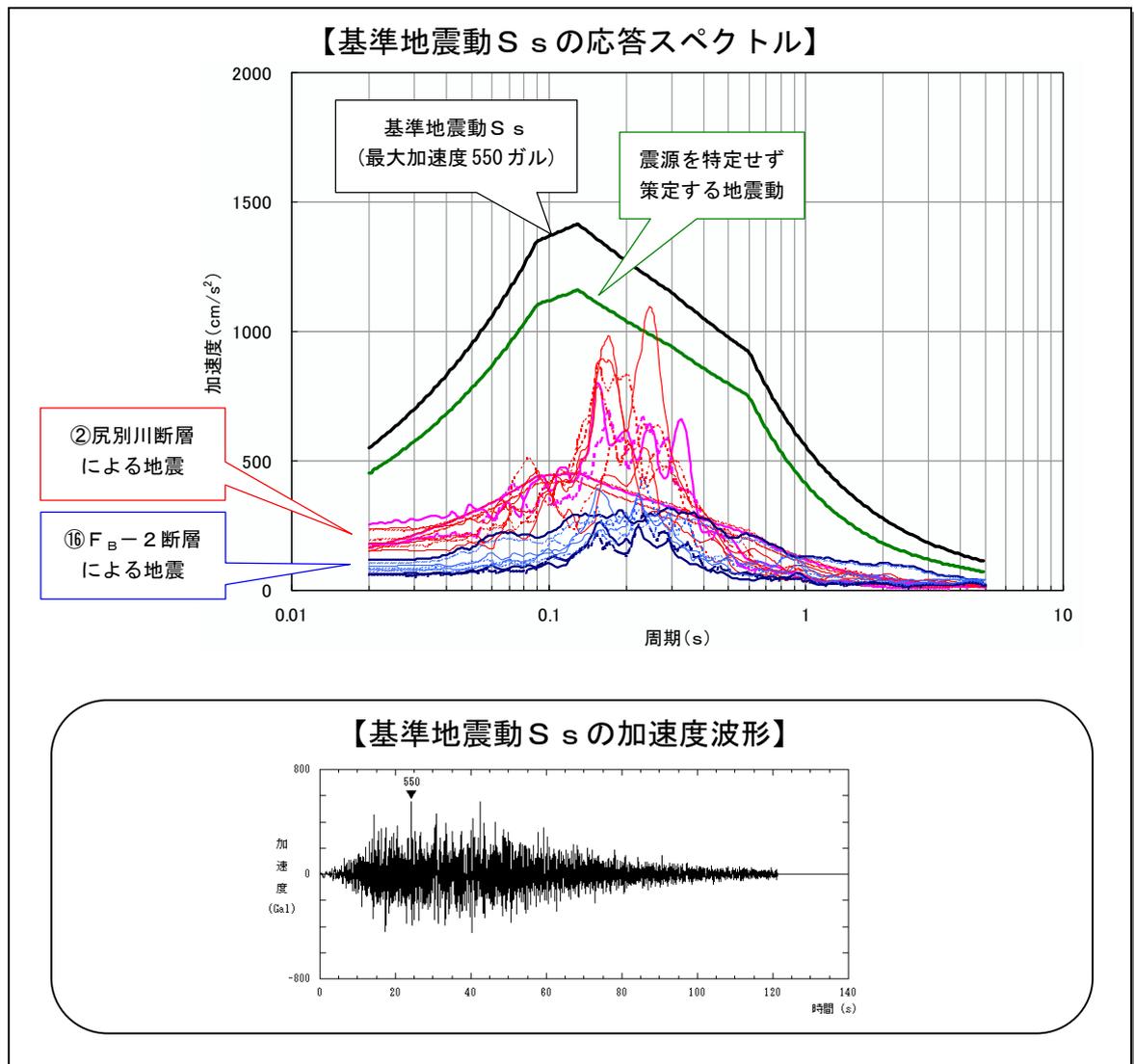
##### 4.2 「震源を特定せず策定する地震動」

地震調査委員会の考え方を踏まえ、「震源を特定せず策定する地震動」は、加藤ほか(2004)に基づいて、敷地における地盤特性を考慮して評価しました。(最大加速度 450 ガル)

##### 4.3 基準地震動 S<sub>s</sub> の策定のまとめ

上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」および「震源を特定せず策定する地震動」で評価した地震動に基づき、基準地震動 S<sub>s</sub> (最大加速度 550 ガル) を策定しました。

なお、既提出の報告書において策定した基準地震動 S<sub>s</sub> (最大加速度 550 ガル) に変更はありません。



## 5. 施設等の耐震安全性評価

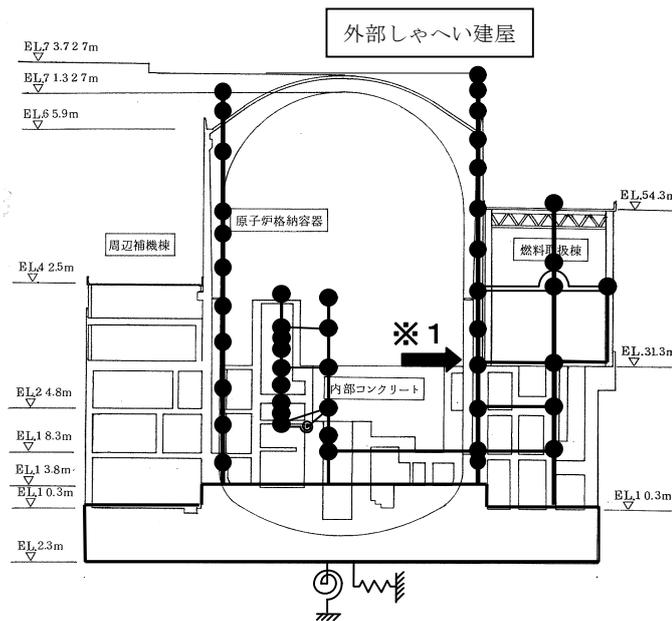
策定した基準地震動  $S_s$ （水平方向および鉛直方向）を用いて、泊発電所 1 号機及び 2 号機における安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価、機器・配管系の耐震安全性評価、原子炉建屋基礎地盤・周辺斜面の安定性評価、屋外重要土木構築物の耐震安全性評価および津波に対する安全性評価を実施しました。なお、泊発電所 1 号機及び 2 号機はツインプラントであることから、構造等が同一である場合には代表して 1 号機の解析を行い、1 号機および 2 号機それぞれの評価としました。評価結果は、以下に示すとおりであり、泊発電所 1 号機及び 2 号機の耐震安全性が確保されていることを確認しました。

### 5.1 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

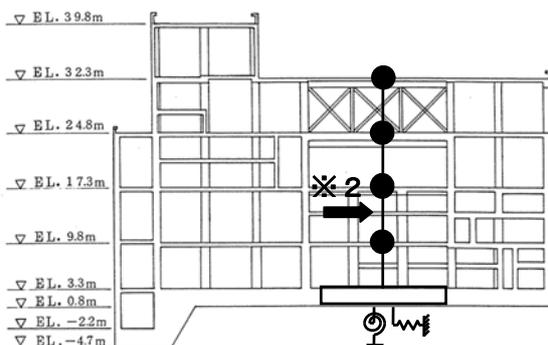
泊発電所 1 号機及び 2 号機の安全上重要な耐震重要度分類 S クラスの施設を内包している原子炉建屋、原子炉補助建屋および燃料取替用水タンク建屋について、耐震安全性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析を実施し、耐震壁のせん断ひずみを評価しました。なお、原子炉建屋および原子炉補助建屋については、既報告の評価結果から変更はありません。

評価の結果、各建屋における耐震壁の最大応答せん断ひずみは、評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

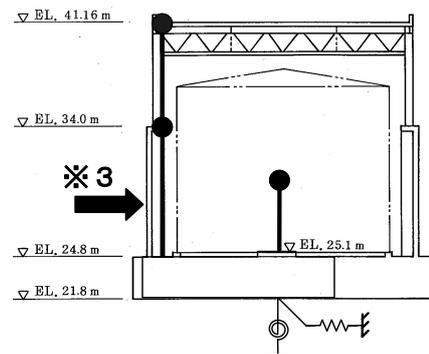
対象施設	対象部位	最大応答せん断ひずみ		評価基準値
		1号機	2号機	
原子炉建屋	耐震壁（EW 方向, EL. 31.3m）※1	$0.80 \times 10^{-3}$	$0.80 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$
原子炉補助建屋	耐震壁（NS 方向, EL. 9.8m）※2	$0.28 \times 10^{-3}$	$0.28 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$
燃料取替用水タンク建屋	耐震壁（EL. 24.8m）※3	$0.87 \times 10^{-4}$	$0.87 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-3}$



原子炉建屋の解析モデル図



原子炉補助建屋の解析モデル図



燃料取替用水タンク建屋の解析モデル図

## 5.2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

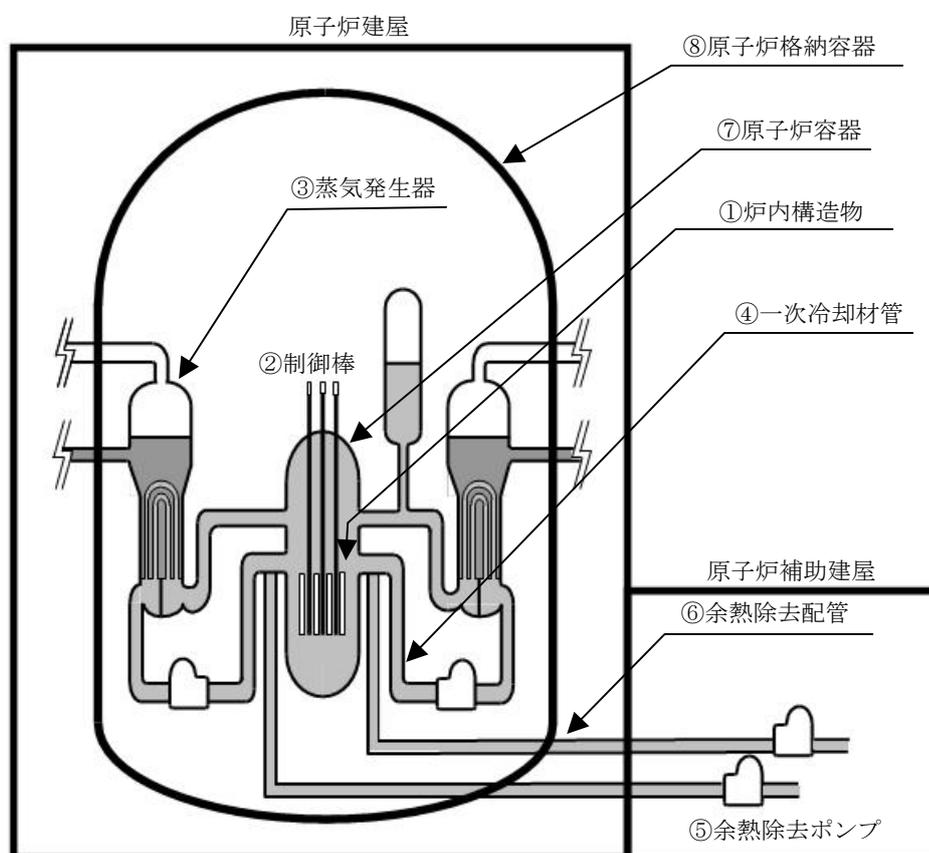
泊発電所1号機及び2号機の安全上重要な機能を有する耐震重要度分類Sクラスの設備について、耐震安全性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動S<sub>s</sub>による発生値（発生応力、制御棒にあっては挿入時間）を算定し、評価基準値と比較することによって構造強度評価、動的機能維持評価を行いました。

ここで、評価基準値とは、構造強度評価の場合は材料毎に定められた許容応力等、動的機能維持評価（制御棒の挿入性）の場合は安全評価の解析条件等を踏まえて設定された規定時間のことを言います。

評価の結果、各設備の発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

下表に、泊発電所1号機及び2号機耐震重要度分類Sクラス設備のうち、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」の安全上重要な機能を有する主要設備の評価結果例を示します。

区分	設備	評価部位	単位	発生値		評価基準値（許容値）	
				1号機	2号機	1号機	2号機
止める	①炉内構造物	ラジアル・キー	応力 (MPa)	77	77	372	372
	②制御棒（挿入性）	—	時間（秒）	1.78	1.78	2.1	2.1
冷やす	③蒸気発生器	伝熱管	応力 (MPa)	427	427	447	447
	④一次冷却材管	本体	応力 (MPa)	176	182	378	378
	⑤余熱除去ポンプ	基礎ボルト	応力 (MPa)	13	13	160	160
	⑥余熱除去配管	本体	応力 (MPa)	133	137	397	361
閉じ込める	⑦原子炉容器	出口管台	応力 (MPa)	236	236	424	424
	⑧原子炉格納容器	本体	応力 (MPa)	134	134	280	280

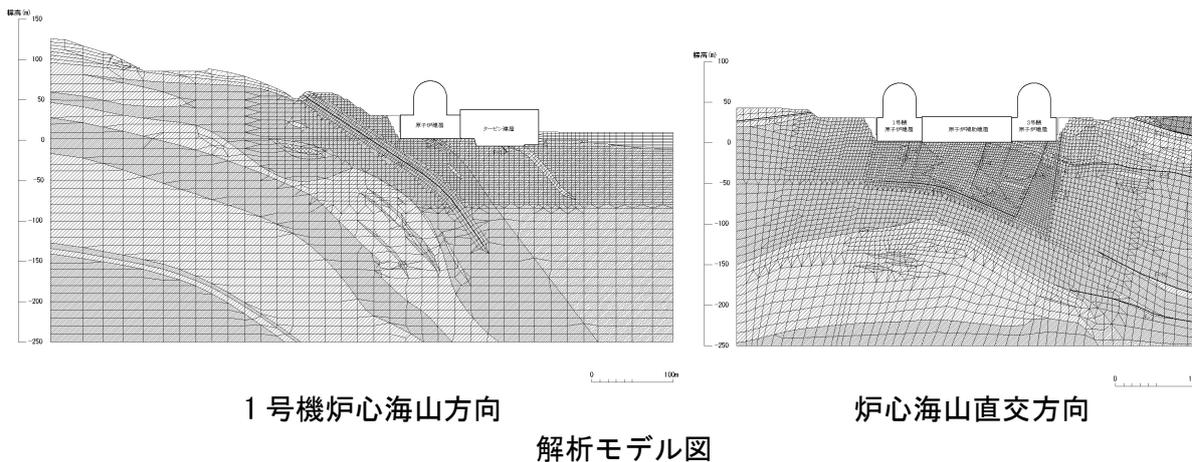


### 5.3 原子炉建屋基礎地盤・周辺斜面の安定性評価

泊発電所1号機及び2号機の原子炉建屋基礎地盤および周辺斜面について、安定性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動S<sub>s</sub>による地震応答解析等を実施し、想定すべり線のすべり安全率を評価基準値と比較することによって、安定性の評価を行いました。

評価の結果、原子炉建屋基礎地盤および周辺斜面のすべり安全率は、評価基準値を上回っており、安定性を有していることを確認しました。

	すべり安全率		評価基準値
	1号機	2号機	
原子炉建屋基礎地盤	6.6		1.5
周辺斜面	2.0	3.0	1.2



### 5.4 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価

泊発電所1号機及び2号機の耐震重要度分類Sクラスの機器・配管系を支持している屋外重要土木構造物（取水ピットポンプ室、原子炉補機冷却海水管ダクト）について、耐震安全性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動S<sub>s</sub>による地震応答解析等を実施し、構造物に働くせん断力を評価基準値と比較することにより、耐震安全性評価を行いました。

評価の結果、せん断力は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

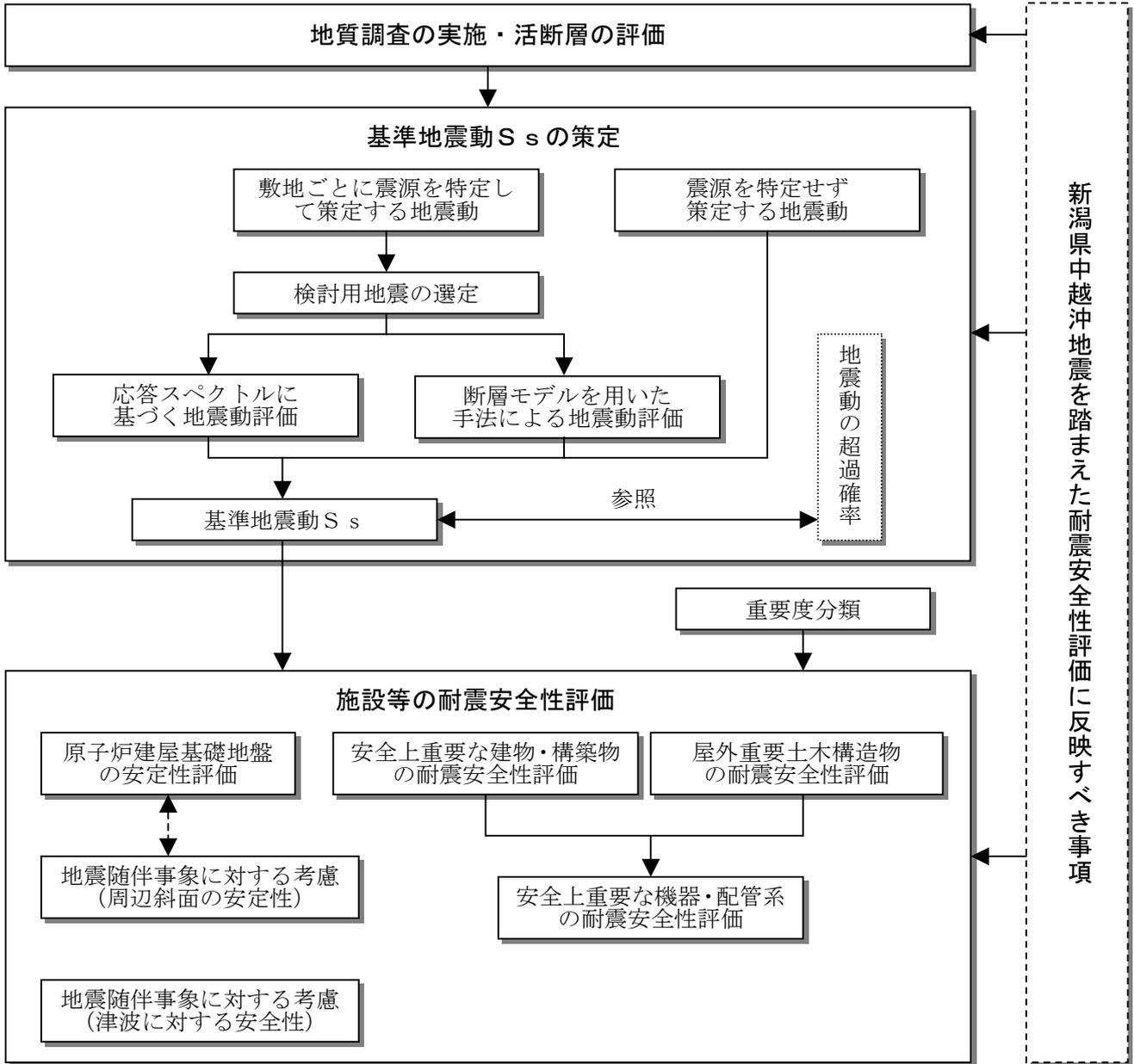
設備	せん断力 (kN)		評価基準値 (kN)
	1号機	2号機	
取水ピットポンプ室	511		674
原子炉補機冷却海水管ダクト	196	196	235

### 5.5 津波に対する安全性評価

泊発電所周辺の海域において想定される地震に伴う津波の数値シミュレーションを実施し、その中で最も大きい津波を想定しても敷地高さを上回ることがなく、原子炉施設は津波による被害を受ける恐れがないことを確認しました。

また、津波により水位が低下した場合については、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を一時的に下回りますが、複数の手段（補助給水系統と主蒸気安全弁を使用する等）により炉心の崩壊熱を除去できることから、原子炉施設の安全性に問題はありません。なお、更なる信頼性・安全性確保の観点から、津波により水位が低下した場合でも原子炉補機冷却海水ポンプが取水可能となるような工事を実施することといたします。

以上



耐震安全性評価の流れ

耐震安全性評価の評価対象施設等

施設等の内訳	評価対象施設等
基礎地盤	原子炉建屋基礎地盤
建物・構築物	原子炉建屋，原子炉補助建屋，燃料取替用水タンク建屋
機器・配管系	原子炉本体，原子炉冷却系統設備，計測制御系統設備，燃料設備，放射線管理設備，原子炉格納施設，附帯設備
屋外重要土木構造物	取水ピットポンプ室，原子炉補機冷却海水管ダクト
地震随件事象	周辺斜面，津波