

**泊発電所**  
**「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 中間報告書の概要**

## 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、経済産業省及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及び申し入れがあるとともに、平成 19 年 12 月 27 日には、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)」の通知がありました。

これらを踏まえ、本日(平成 20 年 3 月 31 日)、これまで実施してきた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  $S_s$  の策定結果及び泊発電所 1 号機の主要施設の評価結果について、国及び北海道に報告しました。中間報告の概要は以下のとおりです。

### 【中間報告のポイント】

- 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。
- 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」及び「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。
- ③ 基準地震動  $S_s$  により、泊発電所 1 号機の原子炉建屋及び原子炉補助建屋並びに安全上重要な機能を有する耐震 S クラスの主要な設備の代表部位について評価し、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、建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を順次実施しております。

中間報告に係わる耐震安全性評価の流れは、別紙-1 に示すとおりであり、「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」も踏まえ評価を行いました。

## 3. 地質調査の実施

新耐震指針を先取りし、平成 18 年 8 月から地質・地質構造の特徴を考慮し、地形学、地質学、地球物理学的な手法を組み合わせた地質調査を実施しました。新耐震指針を踏まえて実施した主な調査項目は、別紙-2 のとおりです。

#### 4. 活断層の評価

活断層評価にあたっては、既存の調査結果及び今回の調査結果を基に「新耐震指針」及び「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」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。

従来の活断層評価が変更となった考え方のポイントは以下のとおりです。

- イ) 変動地形学的観点からの地形調査等の新耐震指針で追加された調査結果を反映しました。
- ロ) 地形の侵食・堆積作用等により、断層が不明瞭又は断層の活動性に関するデータが得られにくい場合は、断層の活動性に関する不確かさ（断層の伏在等）を考慮した評価を実施しました。
- ハ) 泊3号炉設置変更許可以降の文献、知見を考慮し、地質調査範囲を追加したことにより評価を記載しました。
- ニ) 新耐震指針により、活断層の評価対象期間が5万年前以降から後期更新世以降（約13万年前～約12万年前以降）に変更となったことと、当該海域の地層年代評価の不確かさを考慮してより古い時代における断層活動の有無をもとに断層の活動を保守的に評価しました。
- ホ) 地質構造の連続性を考慮し、複数の断層が連続する可能性を考慮しました。

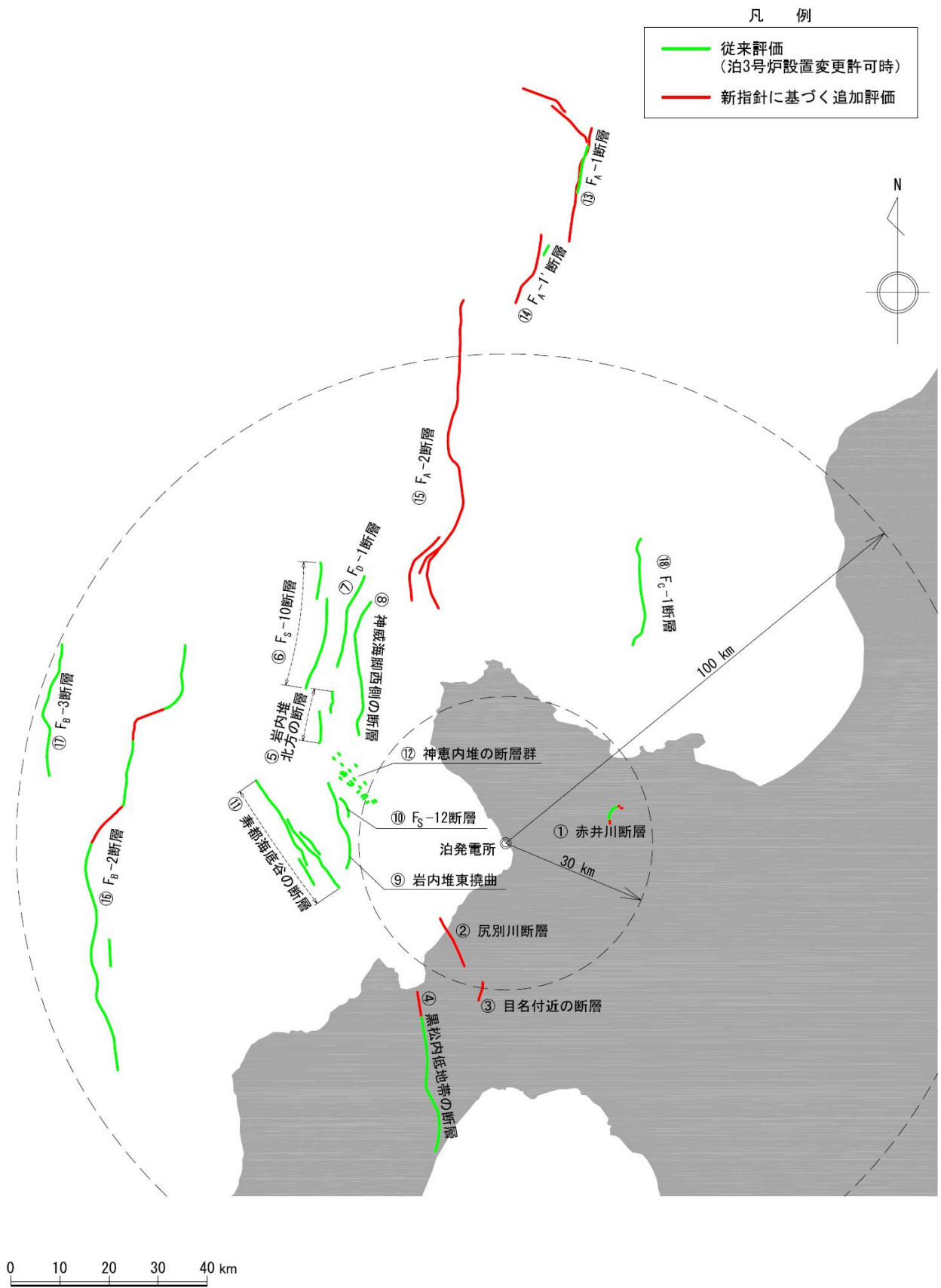
|                        | 新耐震指針による評価              |         |              | 旧指針による評価                    |              | 変更理由<br>(※3) |
|------------------------|-------------------------|---------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|
|                        | 断層名                     | 断層長さ    | マグニチュード<br>M | 泊3号炉原子炉設置変更<br>許可申請における長さ   | マグニチュード<br>M |              |
| 陸域                     | ① 赤井川断層                 | 5 km    | 7.0 (※1)     | 4 km                        | 5.8          | イ            |
|                        | ② 尻別川断層                 | 16 km   | 7.0 (※1)     | —                           | —            | ロ            |
|                        | ③ 目名付近の断層               | 5 km    | 7.0 (※1)     | — (※2)                      | —            | ハ            |
|                        | ④ 黒松内低地帯の断層             | 39 km   | 7.5          | 35 km                       | 7.4          | ロ            |
| 海域                     | ⑤ 岩内堆北方の断層              | 13 km   | 7.0 (※1)     | 13 km                       | 6.7          | 変更無し         |
|                        | ⑥ Fs-10 断層              | 30 km   | 7.3          | 30 km                       | 7.3          | 変更無し         |
|                        | ⑦ F <sub>D</sub> -1 断層  | 24.1 km | 7.1          | 24.1 km                     | 7.1          | 変更無し         |
|                        | ⑧ 神威海脚西側の断層             | 31.5 km | 7.3          | 31.5 km                     | 7.3          | 変更無し         |
|                        | ⑨ 岩内堆東撓曲                | 23.7 km | 7.1          | 23.7 km                     | 7.1          | 変更無し         |
|                        | ⑩ Fs-12 断層              | 6.7 km  | 7.0 (※1)     | 6.7 km                      | 6.2          | 変更無し         |
|                        | ⑪ 寿都海底谷の断層              | 32 km   | 7.3          | 32 km                       | 7.3          | 変更無し         |
|                        | ⑫ 神恵内堆の断層群              | —       | 7.0 (※1)     | — (※2)                      | —            | 変更無し         |
|                        | ⑬ F <sub>A</sub> -1 断層  | 41 km   | 7.5          | 14 km                       | 6.7          | ニ            |
|                        | ⑭ F <sub>A</sub> -1' 断層 | 17 km   | 7.0 (※1)     | — (※2)                      | —            | ニ            |
|                        | ⑮ F <sub>A</sub> -2 断層  | 65 km   | 7.9          | —                           | —            | ニ            |
|                        | ⑯ F <sub>B</sub> -2 断層  | 101 km  | 8.2          | F <sub>B</sub> -1 断層： 20km  | 7.0          | ニ、ホ          |
|                        |                         |         |              | F <sub>B</sub> -2 北断層： 15km | 6.8          |              |
|                        |                         |         |              | 神威岬西側断層： 51km               | 7.7          |              |
| ⑰ F <sub>B</sub> -3 断層 | 45 km                   | 7.6     | 45 km        | 7.6                         | 変更無し         |              |
| ⑱ F <sub>C</sub> -1 断層 | 27 km                   | 7.2     | 27 km        | 7.2                         | 変更無し         |              |

※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M7.0を考慮

※2 規模と敷地までの距離から敷地に影響を与えるものではないと評価

※3 従来の活断層評価が変更となった考え方のポイントの記号を示す

# 新耐震指針に照らした耐震安全性評価において考慮する断層



## 5. 基準地震動 $S_s$ の策定

### 5.1 「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。

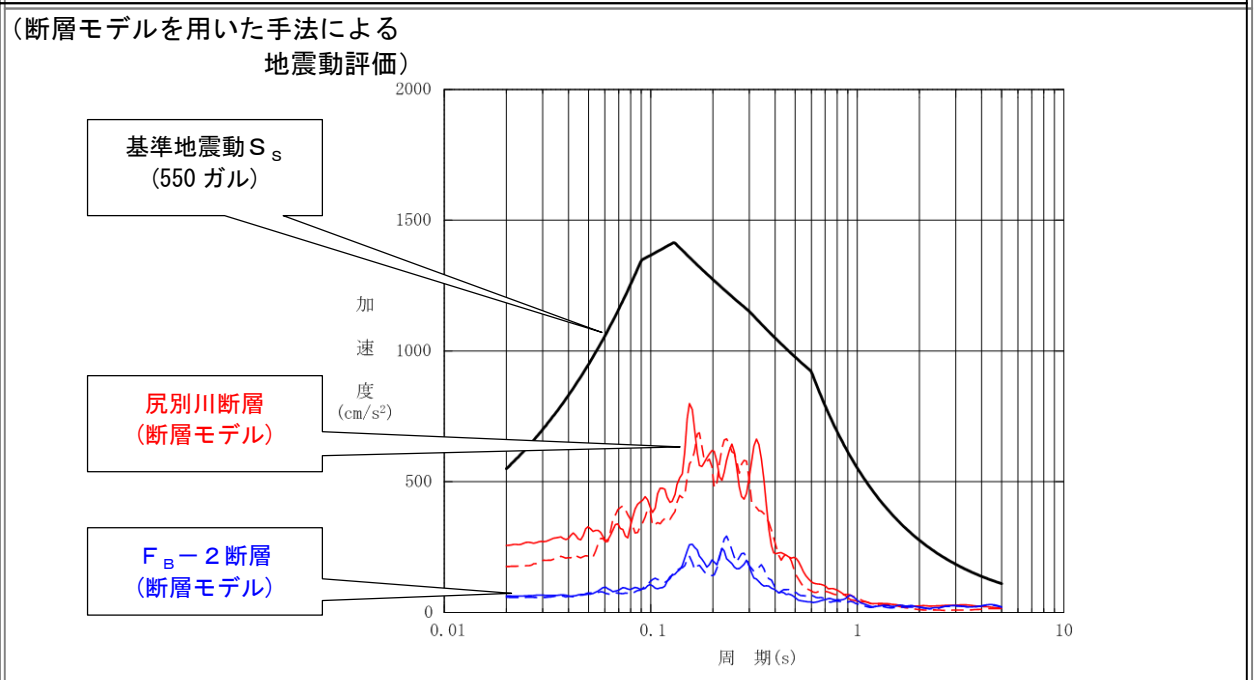
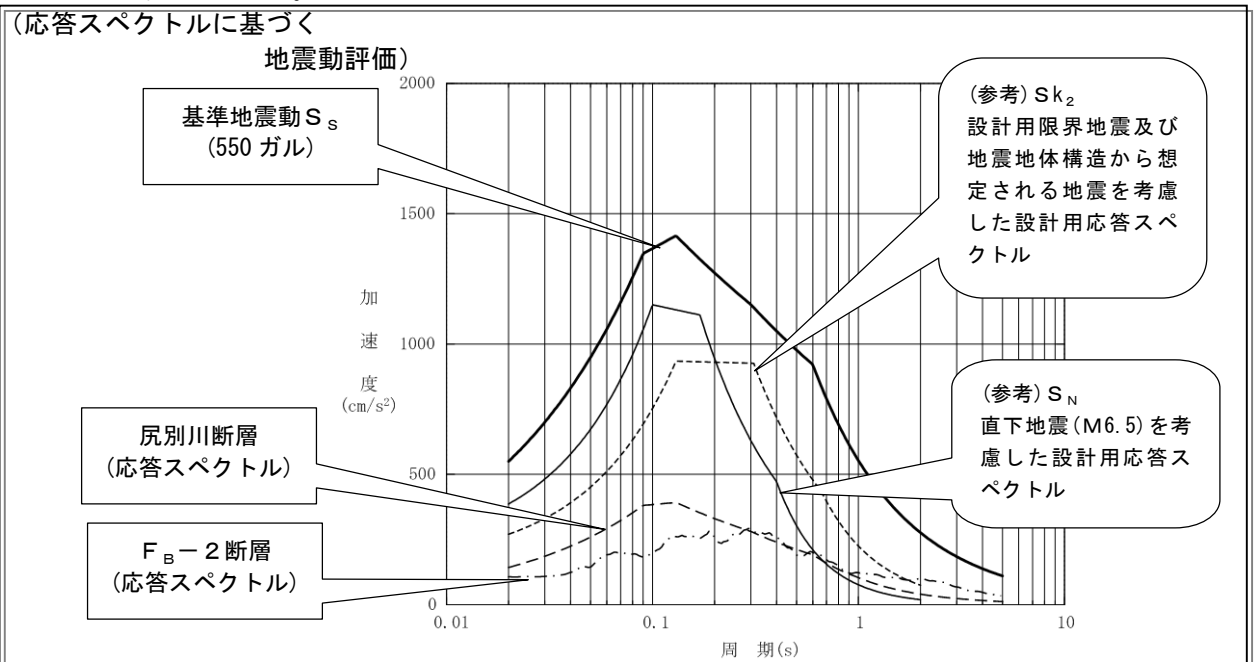
具体的には、赤井川断層等のように、地表において少しでも活断層が確認された場合は、M7.0 相当の地震を起こすものとして評価しました。

全ての考慮すべき活断層及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」(M7.0, 断層長さ 16km, 震央距離 22km) 及び⑩「 $F_B-2$ 断層による地震」(M8.2, 断層長さ 101km, 震央距離 85km) が、泊発電所に特に影響が大きいことから、これらを検討用地震としました。

#### (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」及び「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、断層モデルの設定においては、最新の知見や調査結果等を反映し、更にアスペリティ（震源域のうち地震時に特に大きな揺れを発生させる場所）の位置を泊発電所の敷地に近づける等、不確かさについても考慮しました。



## 5.2 「震源を特定せず策定する地震動」

各種調査結果等によれば、敷地近傍には耐震設計上考慮する活断層は認められないことから、直下で大規模な地震が発生することはないと考えられます。

地震調査委員会の考え方を踏まえた検討に基づく、泊発電所を含む領域で活断層が特定されていない場所で発生する地震の最大マグニチュードは、M6.5程度と考えられます。

これらを踏まえ、「震源を特定せず策定する地震動」は、加藤ほか（2004）<sup>(※)</sup>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。（450ガル）

加藤ほか（2004）は、詳細な地質学的調査によっても、震源位置と震源規模を予め特定できない地震の強震記録に基づいて評価式を提案しており、この中では、M6.5を上回る規模の地震を検討対象に加えていることから「震源を特定せず策定する地震動」のレベルは、敷地周辺の地域性を適切に考慮したものであると考えます。

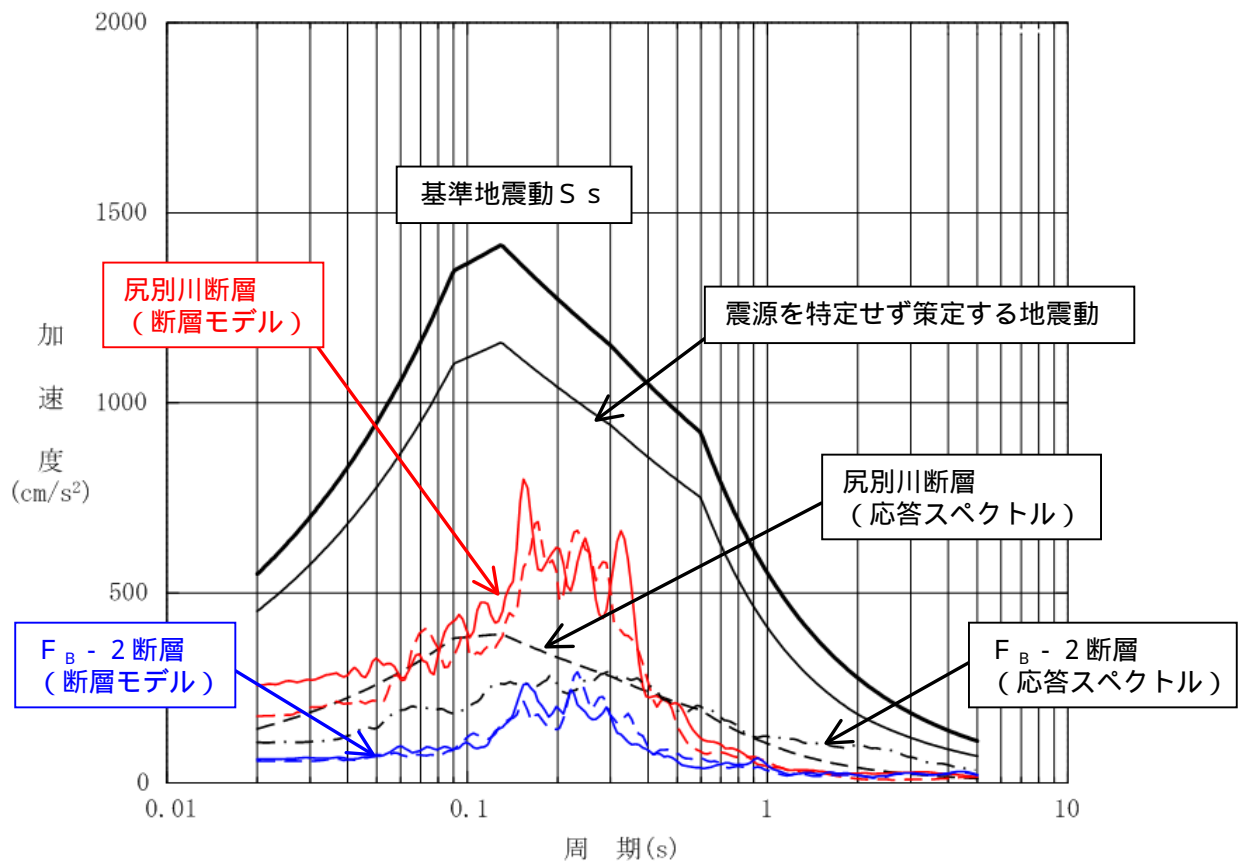
なお、下記に示しますとおり、基準地震動 $S_s$ は、「震源を特定せず策定する地震動」を上回るように設定しています。

## 5.3 基準地震動 $S_s$ の策定のまとめ

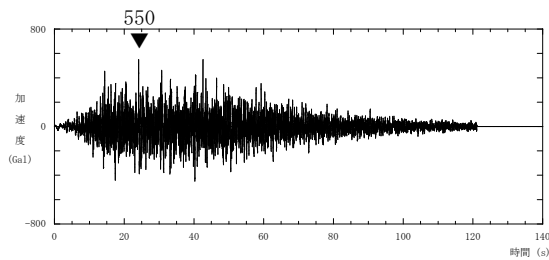
上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」で評価した地震動に、更に余裕を考慮して、基準地震動 $S_s$ （550ガル）を策定しました。

※ 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大栄・上田圭一・壇一男（2004）：震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー，日本地震工学会論文集，第4巻，第4号，46－86

【新耐震指針に基づく基準地震動  $S_s$  の応答スペクトル】

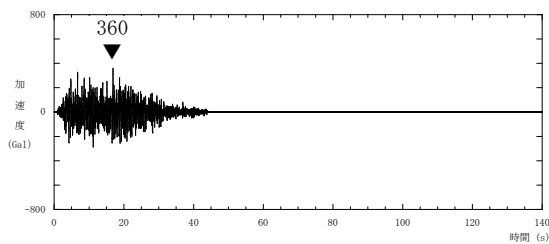


【新耐震指針に基づく基準地震動  $S_s$  の加速度波形 (水平動)】

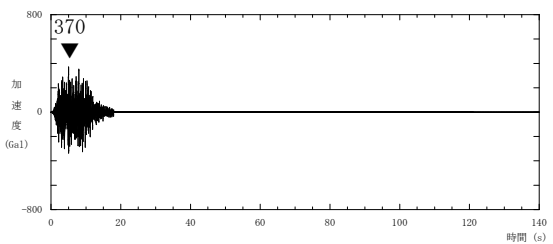


基準地震動 ( $S_s - H$ )

【参考 旧耐震指針に基づく基準地震動  $S_2$  の加速度波形 (水平動)】



基準地震動 ( $S_{k_2}$ )



基準地震動 ( $S_N$ )

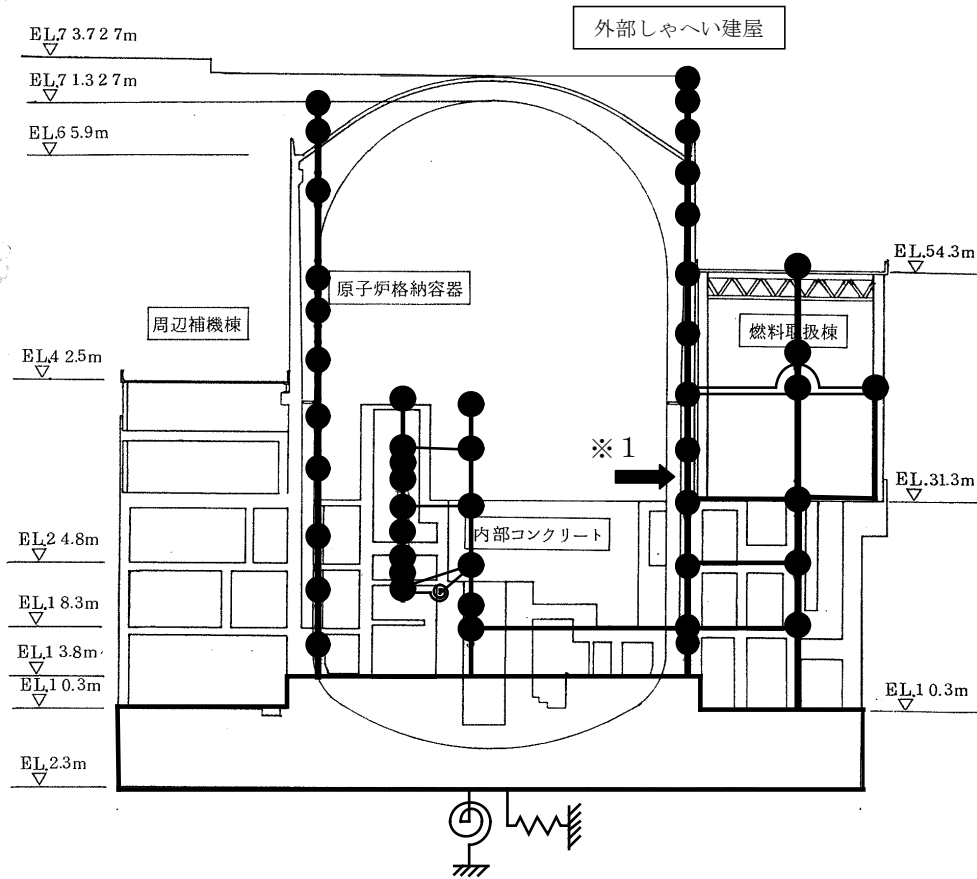
## 6. 施設等の耐震安全性評価

### 6.1 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

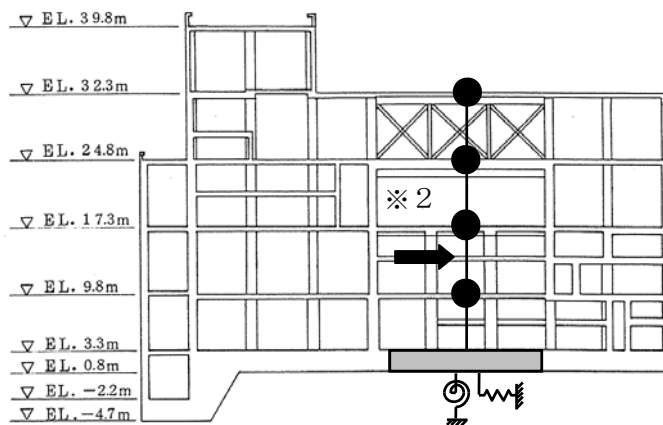
泊発電所1号機の原子炉建屋及び原子炉補助建屋の評価にあたっては、建屋全体の健全性を確認する観点から、基準地震動 $S_s$ による地震応答解析を実施し、耐震壁のせん断ひずみを評価しました。

評価の結果、原子炉建屋及び原子炉補助建屋ともに、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。

|                 | 対象部位                   | 最大応答せん断ひずみ            | 評価基準値                |
|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 原子炉建屋（外部しゃへい建屋） | 耐震壁（EW方向, EL. 31.3m）※1 | $0.80 \times 10^{-3}$ | $2.0 \times 10^{-3}$ |
| 原子炉補助建屋         | 耐震壁（NS方向, EL. 9.8m）※2  | $0.28 \times 10^{-3}$ | $2.0 \times 10^{-3}$ |



（原子炉建屋の解析モデル）

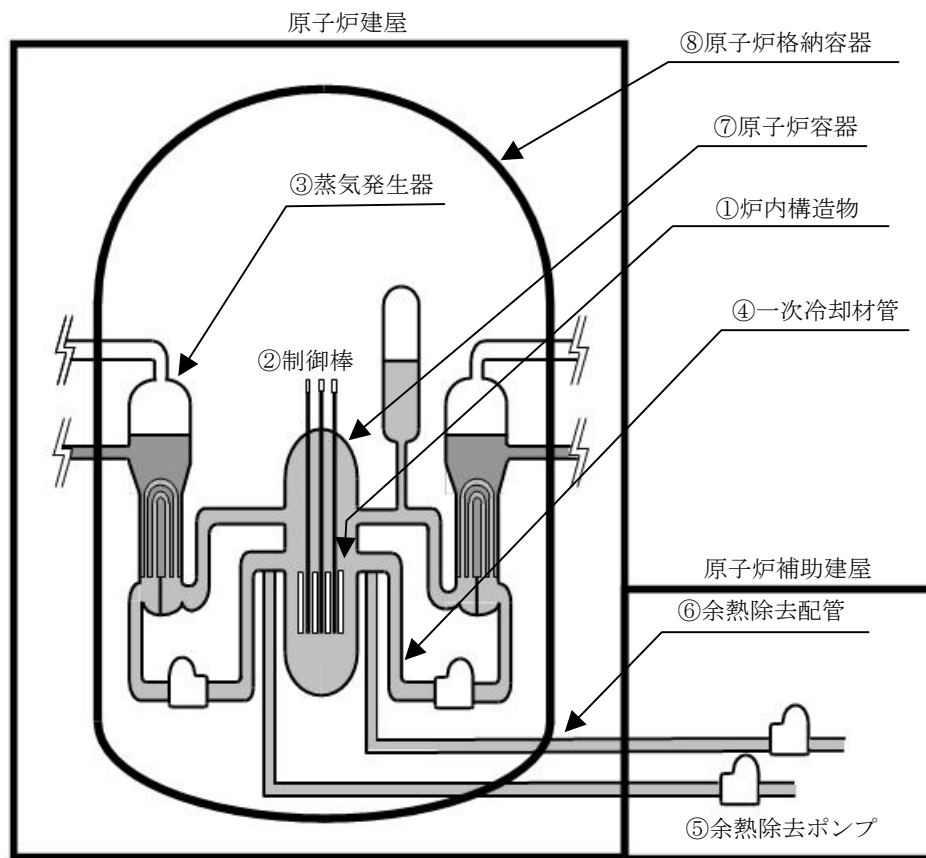


（原子炉補助建屋の解析モデル）

## 6.2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

### 【評価対象】

泊発電所1号機の原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備に対して評価を実施しました。



### 【評価結果】

基準地震動 $S_s$ による応答解析を行い、その結果求められた発生値（または制御棒の挿入時間）を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。

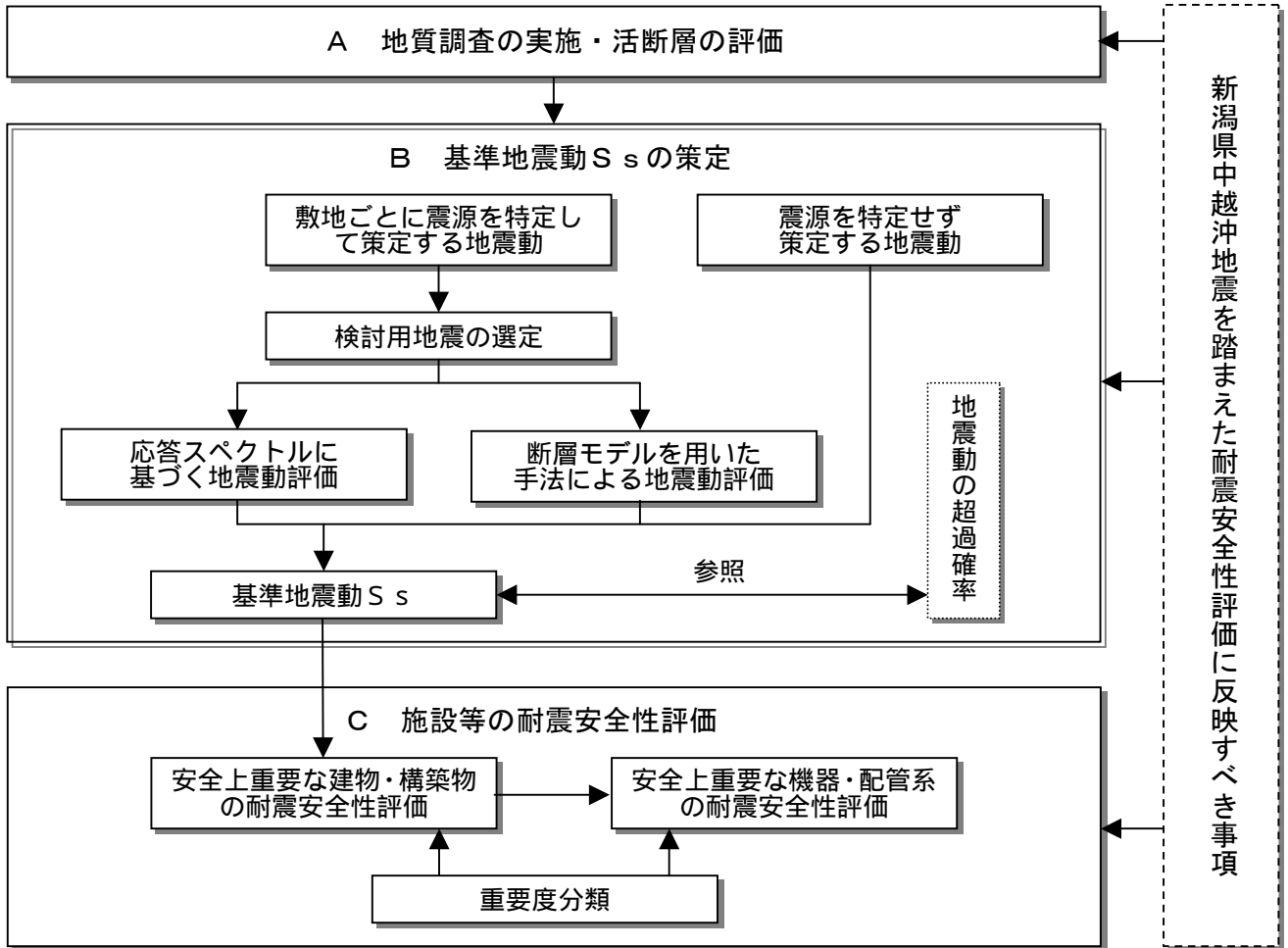
評価の結果、発生値は評価基準を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

| 区分        | 設備         | 評価部位  | 単位       | 発生値  | 評価基準値<br>(許容値) |
|-----------|------------|-------|----------|------|----------------|
| 止める       | ①炉内構造物     | 炉心そう  | 応力 (MPa) | 65   | 391            |
|           | ②制御棒 (挿入性) | —     | 時間 (秒)   | 1.87 | 2.10           |
| 冷やす       | ③蒸気発生器     | 支持構造物 | 応力 (MPa) | 176  | 367            |
|           | ④一次冷却材管    | 本体    | 応力 (MPa) | 116  | 355            |
|           | ⑤余熱除去ポンプ   | 取付ボルト | 応力 (MPa) | 3    | 210            |
|           | ⑥余熱除去配管    | 本体    | 応力 (MPa) | 199  | 361            |
| 閉じ<br>込める | ⑦原子炉容器     | 支持構造物 | 応力 (MPa) | 157  | 465            |
|           | ⑧原子炉格納容器   | 本体    | 応力 (MPa) | 112  | 351            |

以上



【別紙-1】 中間報告に係わる耐震安全性評価の流れ



## 【別紙-2】新耐震指針を踏まえた主な調査項目

### 主な地質調査の項目

#### 1. 文献調査

#### 2. 地形調査

変動地形学的な観点からの地形判読(空中写真判読)の実施

#### 3. 地表地質踏査

表土はぎ,露頭観察による直接的な地質の確認を実施  
地質試料採取・分析による地質分布・地質年代の確認を実施

#### 4. ボーリング調査

地下の地質分布,地質構造の確認  
地下の地質試料の採取を実施

#### 5. 反射法地震探査

尻別川周辺で,地下構造を把握するために探査を実施

#### 6. 海上音波探査の追加実施

敷地から半径約 5 kmの範囲でマルチチャンネル音波探査を実施

#### 7. 既存の海上音波探査記録の再解析

敷地前面海域(敷地から 35 km × 50 kmの海域)及び敷地周辺海域(敷地前面海域の外側の海域)における自社及び他機関で行った音波探査記録の再解析を実施



地質調査範囲(敷地から 30 kmの範囲及びその周辺)