

女川原子力発電所「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求める文書が出され、当社は、女川原子力発電所の耐震安全性評価を行ってきました。
- また、平成 19 年 7 月には新潟県中越沖地震があり、経済産業大臣より、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、地質調査、基準地震動 S s の策定、1号機における主要施設の評価結果など、これまで実施してきた耐震安全性評価に関する中間報告をとりまとめ、原子力安全・保安院に提出しました。なお、海域の一部の地域については、新たに実施した地質調査結果について現在解析結果を整理中であり、最終報告において原子力安全・保安院に報告する予定です。

【中間報告のポイント】

新耐震指針に照らした各種地質調査結果(変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等)を考慮しました。
 新耐震指針の趣旨等を踏まえ、敷地周辺海域の断層群等活断層の長さをより安全側に評価、プレート間地震等想定される地震の不確かさの保守的評価を実施し、基準地震動 S s を策定しました。また、「震源を特定せず策定する地震動」も考慮しました。
 基準地震動 S s により、原子炉建屋や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耐震解析を実施し、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

- 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れは下図のとおりであり、2005年宮城県沖地震から得られた当発電所の地震動の特徴等の知見や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。

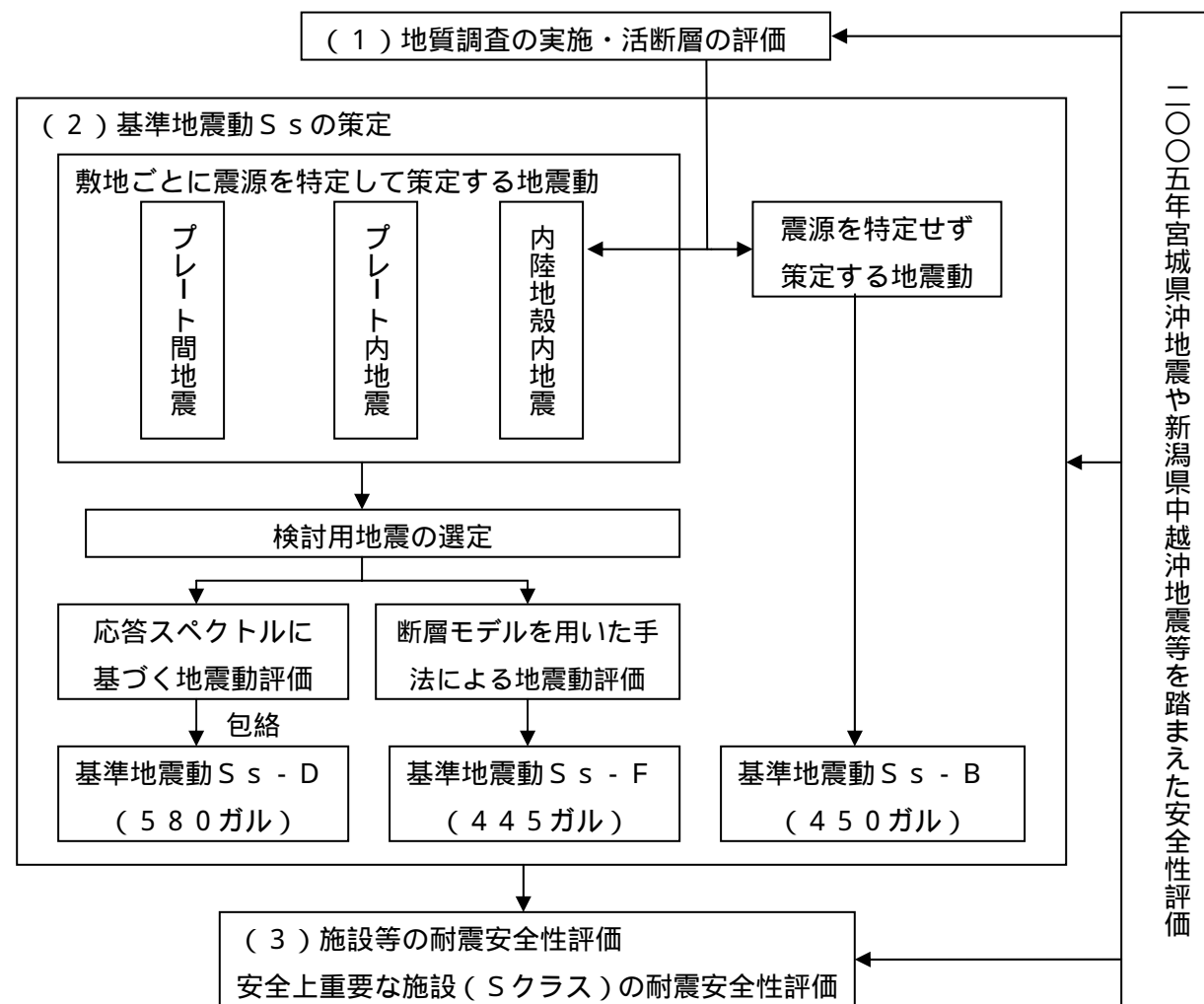


図1 耐震安全性評価の流れ

3. 耐震安全性評価(中間報告)の概要

(1) 地質調査結果の概要

- 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震の震源として想定すべき活断層の評価を行うため、地質調査を行っています。
- 新耐震指針を踏まえて、空中写真判読、地表地質調査、ボーリング調査、地下探査、海上音波探査等の地質調査を実施し、また、中越沖地震の知見および2003年宮城県中部の地震後の他機関の調査結果や余震分布等を反映した結果、主な活断層の評価結果は以下のとおりです。(図2、表1参照)
 - 敷地近傍(敷地から半径5kmを目安)に敷地に影響を与えるような活断層は存在しないことを確認。
 - 上位層のかすかな撓みも断層による影響とみて、より安全側に検討のうえ、断層の長さを評価。
 - 断層の連動性を考慮。主なものとして、F-6~F-9と1測線のみで確認された断層を一連の断層として考慮(長さ22km)。
 - その他の断層については、敷地に与える影響は小さいと評価。
 - 太平洋側の海域については追加調査のデータを整理中であり、最終報告に反映。

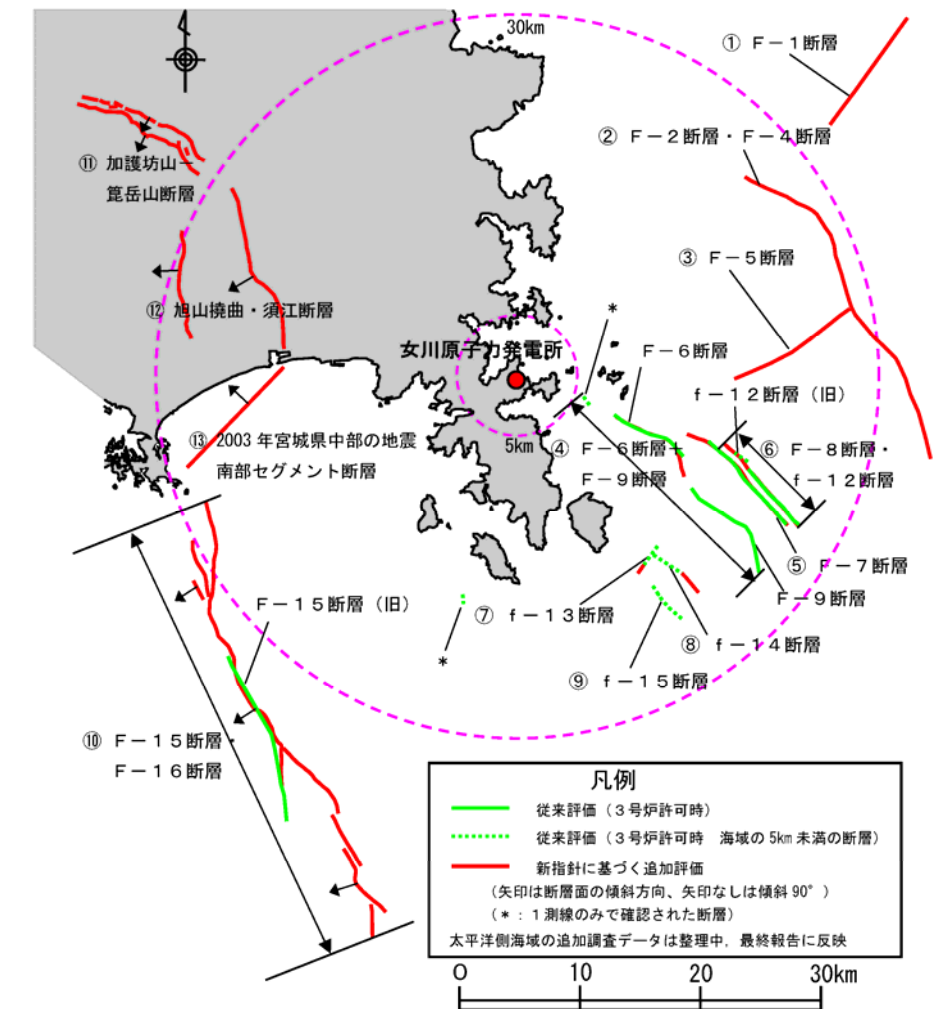


図2 新耐震指針に照らした活断層評価

- ・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。
 - 断層関連褶曲の考え方を適用し、地下深部に断層が伏在する可能性を考慮。
 - 地質構造の連続性等を考慮して、複数の断層等が連続する可能性を考慮。
 - 2003年宮城県中部の地震等による新知見を反映。
 - 新たな海上音波探査の結果を反映。
 - 上位層のかすかな撓みも断層による影響とみて、より安全側に評価。

表1 新旧指針に基づいた活断層の評価

	新指針における評価			旧指針における評価 ¹		変更理由 ²
	断層名	断層長さ L	マグニチュード M	原子炉設置許可申請書 に記載の断層長さ	マグニチュード M	
海 域	F-1断層 ³	11.1km	6.9	活動性なしと評価		e
	F-2断層・F-4断層 ³	27.9km	7.2	活動性なしと評価		b・e
	F-5断層 ³	11.2km	6.9	活動性なしと評価		e
	F-6断層 + F-9断層 ³	22.0km (F-6+F-9)	7.1	F-6: 6.4km	6.2	b・e
	F-7断層 ³			F-9: 8.9km	6.5	
	F-8断層・f-12断層 ³			F-7: 9.2km	6.5	e
	f-13断層 ³			F-8: 6.5km	6.2	b・e
	f-14断層 ³	f-12: 1.1km	-			
	f-15断層 ³	3.3km	6.9	2.2km	-	e
	f-14断層 ³	5.1km	6.9	3.1km	-	e
	f-15断層 ³	3.7km	6.9	3.7km	-	変更なし
	F-15断層・F-16断層	38.7km	7.5	14.2km	6.8	b・d
2003年宮城県中部の地震南部セグメント断層	12km	6.9	記載なし		c	
陸 域	かごぼうやまのだけやま 加護坊山-籠岳山断層	17km	6.9	活動性なしと評価		c
	とうきよく 旭山撓曲・須江断層	16km	6.9	活動性なしと評価		a・c

1 - : 断層の長さや敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響は小さいと評価
 2 変更理由: 文章中の「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
 3 太平洋側の海域について実施した追加調査の結果により変更の可能性あり

(2) 基準地震動 S_s の策定

a. 検討用地震

検討用地震としては、以下の3つのタイプの地震を考慮しています。

表2 検討用地震

地震タイプ	検討用地震	過去の評価との主な違い
プレート間地震 図3 -	連動型想定宮城県沖地震 (M8.2)	アスペリティの応力降下量の不確かさについて保守的に評価。宮城県沖に適用する応答スペクトルに基づく評価法の採用。
プレート内地震 図3 -	敷地下方のM7.1の地震	断層モデル解析や観測記録と整合した応答スペクトルに基づく評価法を採用。なお、敷地下方のM7.2についても地震動を評価・確認している。
内陸地殻内地震 図3 -	F-6断層～F-9断層による地震 (M7.1)	震源断層として連続評価。断層面やアスペリティ位置等も保守的に評価。

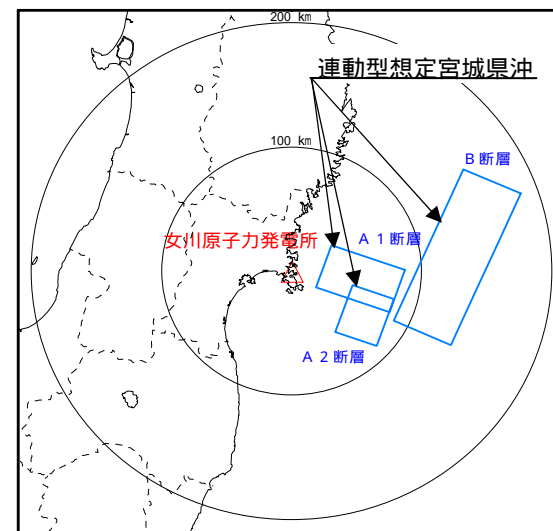


図3 - プレート間地震の断層モデル (連動型想定宮城県沖地震)

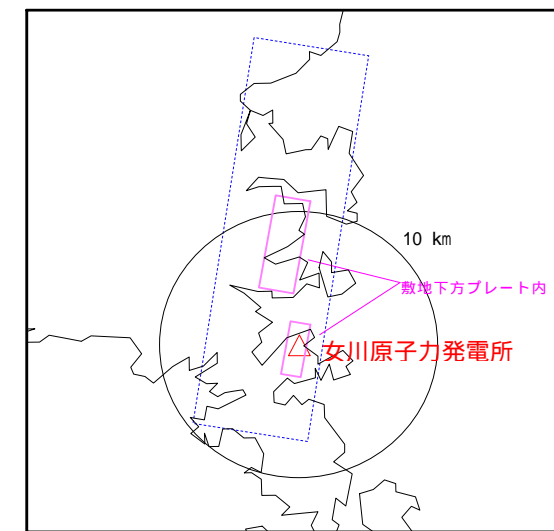


図3 - プレート内地震の断層モデル (敷地下方M7.1の地震)

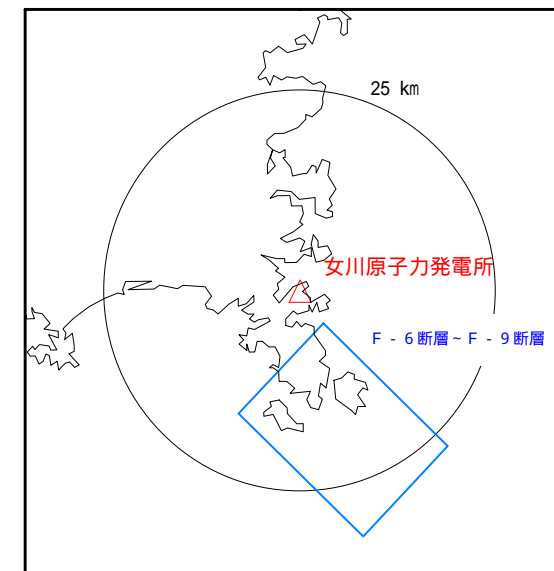


図3 - 内陸地殻内地震の断層モデル (F-6断層～F-9断層による地震)

- b. 地震動評価と基準地震動 S_s
- ・検討用地震に対して、応答スペクトルに基づいた地震動の評価結果を包絡するように基準地震動 S_s-D を策定しています。
 なお、基準地震動 S_s-D は、当社が2005年宮城県沖地震を踏まえた耐震安全性検討を実施した際に策定した「安全確認地震動」と同じものです。(図4 -)
- ・また、検討用地震に対して、断層モデル解析による地震動評価を行い、最も影響の大きいものを基準地震動 S_s-F として選定しています。(図4 -)
- ・更に、加藤他(2004)に基づき策定した「震源を特定せず策定する地震動」を基準地震動 S_s-B として設定しています。

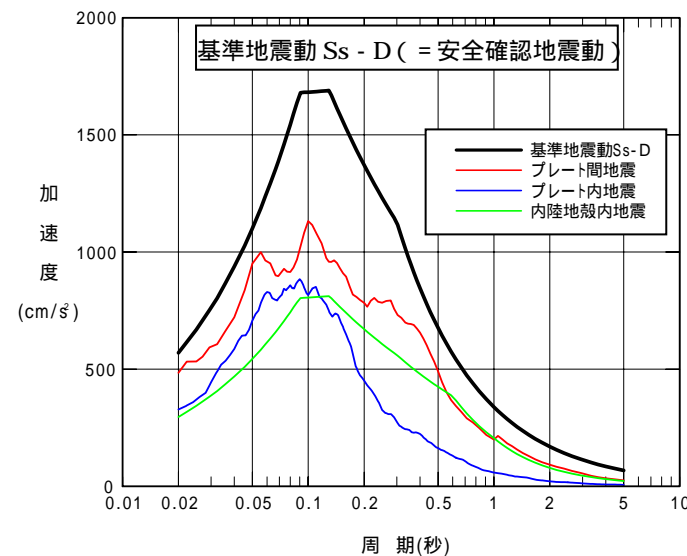


図4 - 応答スペクトルに基づく地震動評価

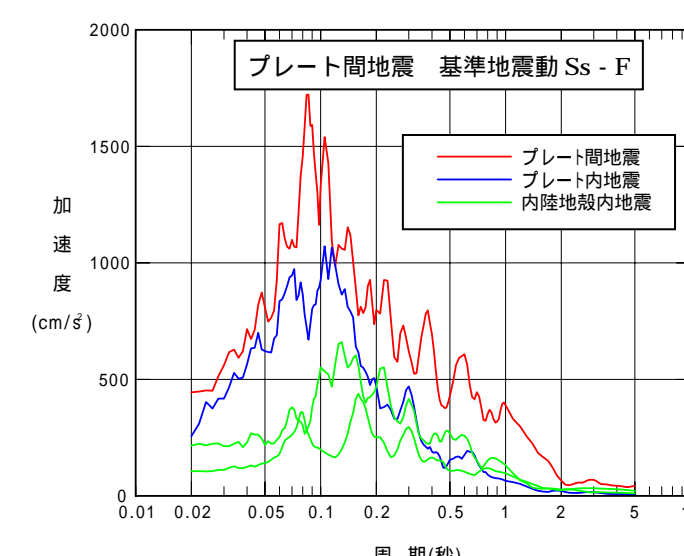


図4 - 断層モデル解析による地震動評価

表3 基準地震動 S s の最大加速度値

基準地震動 S s の名称	策定の概要	最大加速度値 (ガル)
基準地震動 S s - D	応答スペクトルに基づく手法による評価結果を包絡	580
基準地震動 S s - F	連動型地震の不確かさを考慮した断層モデル解析結果	445
基準地震動 S s - B	震源を特定せず策定する地震動	450

水平動の最大加速度値を示す

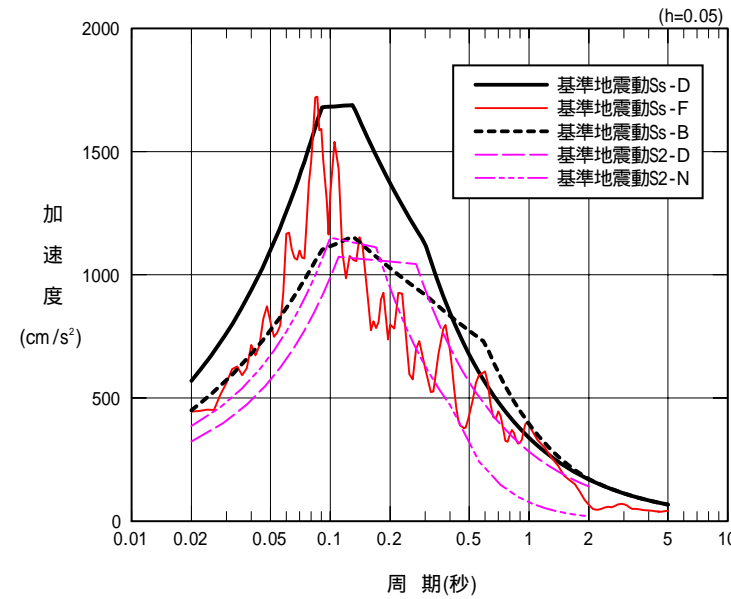


図4 - 基準地震動 S s の応答スペクトル

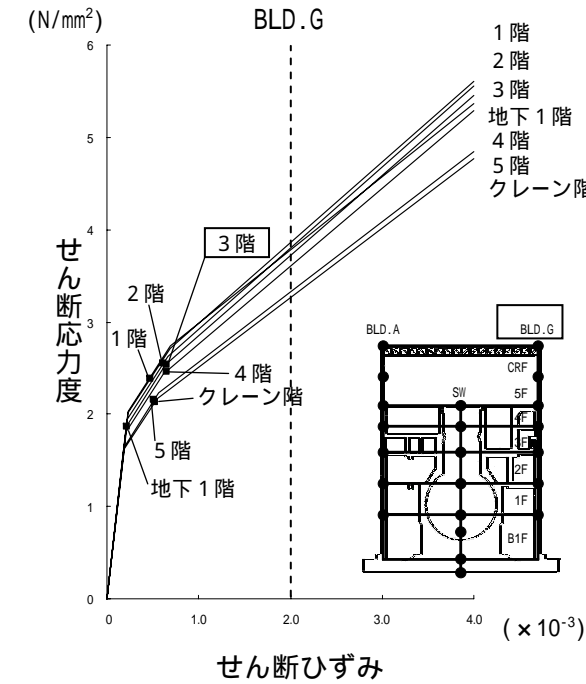


図5 - 耐震壁のせん断ひずみ (NS方向, S s - D)

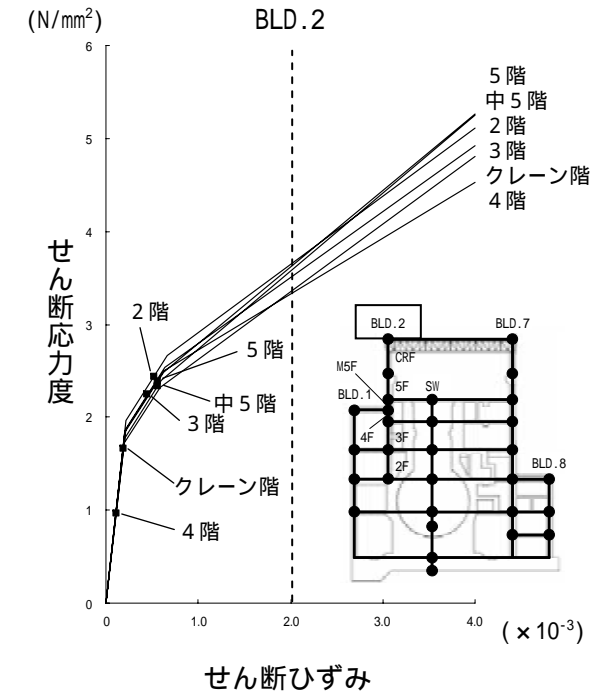


図5 - 耐震壁のせん断ひずみ (EW方向, S s - D)

(3) 施設等の耐震安全性評価

a. 1号機原子炉建屋の耐震安全性評価

- 1号機原子炉建屋の耐震安全性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、地震応答解析の結果による耐震壁のせん断ひずみを評価しました。
- 鉛直動の地震応答解析モデルは、2005年宮城県沖の地震の観測記録を良く再現できることを確認しました。
- 評価の結果、基準地震動 S s - D による応答が最も厳しいが、その場合でも、耐震壁の最大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。

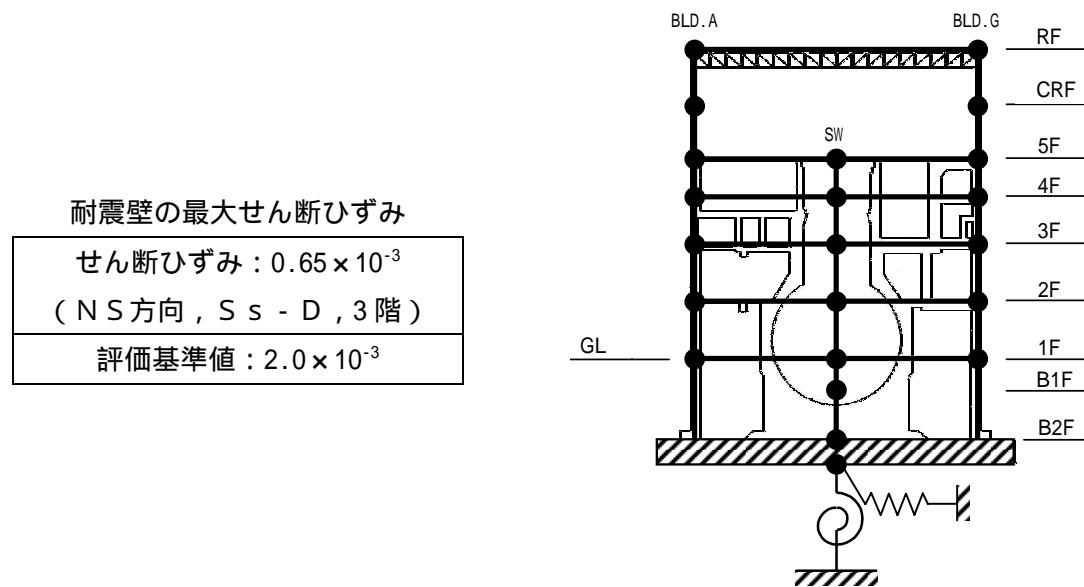


図5 - 原子炉建屋(モデル図)

b. 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

- 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」ための安全上重要な機能を有する耐震 S クラスの設備のうち、以下の主要な設備について評価しました。

原子炉圧力容器	炉心支持構造物	原子炉格納容器	残留熱除去系ポンプ
残留熱除去系配管	主蒸気系配管	制御棒(挿入性)	

- 基準地震動 S s に対する応答解析の結果、求められた発生値と評価基準値を比較することにより構造強度の評価を行いました。また、制御棒の挿入性については、基準地震動 S s に対する燃料集合体の相対変位と試験により挿入性が確認された相対変位を比較することにより評価を行いました。
- 評価の結果、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ることを確認しました。

表4-1 構造強度評価結果(女川1号機)

区分	評価設備	発生値	評価基準値	結果
閉じ込める	原子炉圧力容器(基礎ボルト)	135[N/mm ²]	222[N/mm ²]	
止める	炉心支持構造物(シュラウドサポートレグ)	92[N/mm ²]	250[N/mm ²]	
閉じ込める	原子炉格納容器(サンドクッション部)	176[N/mm ²]	255[N/mm ²]	
冷やす	残留熱除去系ポンプ(電動機取付ボルト)	143[N/mm ²]	181[N/mm ²]	
冷やす	残留熱除去系配管(配管本体)	176[N/mm ²]	363[N/mm ²]	
閉じ込める	主蒸気系配管(配管本体)	168[N/mm ²]	363[N/mm ²]	

表4-2 動的機能維持評価結果(女川1号機)

区分	評価設備	発生値	評価基準値	結果
止める	制御棒挿入性(燃料集合体相対変位)	25.7[mm]	40.0[mm]	

以上