

【関連質問への回答】
新規制基準適合性審査申請
<(9)事故対応の基盤整備>
緊急時対策所

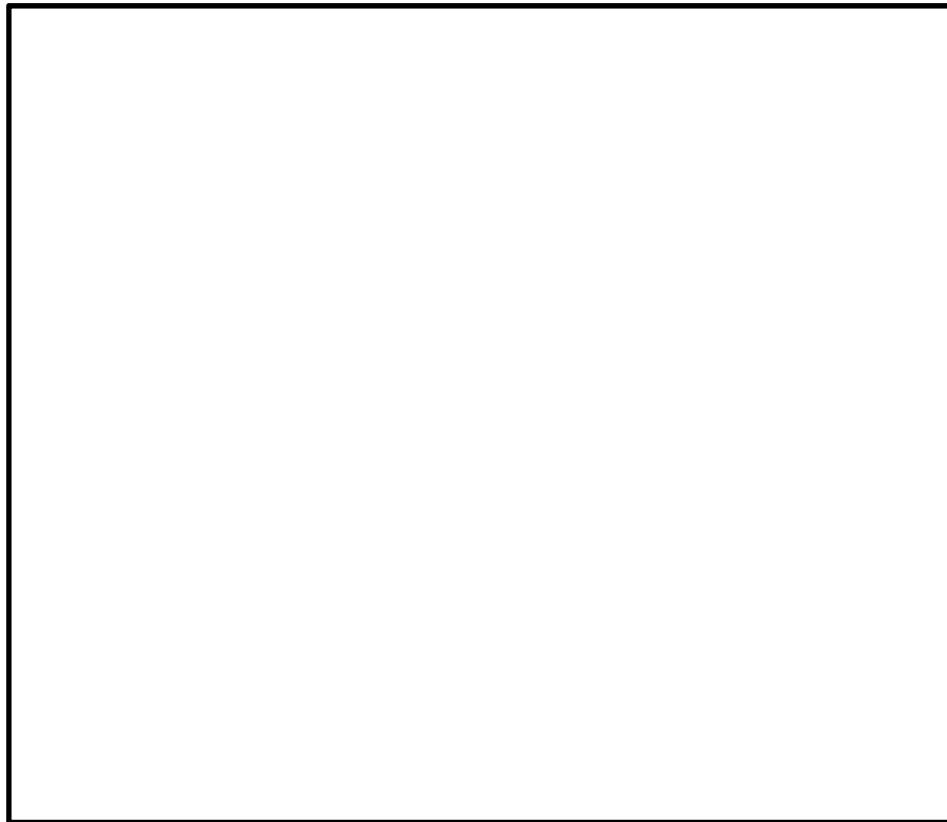
2019年4月23日

東北電力株式会社

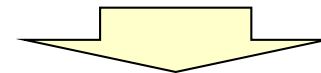
枠囲いの内容は、商業機密または防護上の観点から公開できません。

1. (1) 緊急時対策所の概要

○大規模な原子力災害が発生した場合の現地対策本部となる指揮所機能。新規制基準では、指揮所機能を強化するため、中央制御室以外の場所に設置することとされている。



✓ 本部要員は故障・トラブル等の初動対応が発生した場合は、事務新館の対策室に集合して情報収集し、必要に応じて通報連絡対応を実施する。



✓ 「原子力災害対策特別措置法第10条第1項」に基づく通報をすべき状態等、重大事故が発生するおそれがある場合に、緊急時対策所を立上げる。

図1-1 緊急時対策所 断面図

1. (2) 設計方針の変遷の概要

表3-1 緊急時対策所の設計方針に係る主な経緯

時 期	経 緯
平成25年12月	女川原子力発電所2号炉の設置変更許可を申請 <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所を3号炉建屋内に設置 ・将来的に設置予定の免震重要棟に移設
平成27年2月	審査会合で当初申請内容を説明
平成27年9月	以下の方針を社内決定 <ul style="list-style-type: none"> ・3号炉建屋への設置を取り止め、将来設置としていた重要棟に一本化 ・重要棟を免震構造から耐震構造に変更
平成28年3月	審査会合で以下を説明 <ul style="list-style-type: none"> ・3号炉建屋内の設置を取り止め、将来設置としていた重要棟に一本化
平成28年4月	審査会合で以下を説明 <ul style="list-style-type: none"> ・重要棟を免震構造から耐震構造に変更
平成28年12月	審査会合で以下を説明※ <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ss-D2(海洋プレート内地震)の見直し(当初申請Ss-2から見直し) ・基準地震動Ss-F1、F2(プレート間地震)、D3(海洋プレート内地震)を追加 ・基準地震動Ss-N1(震源を特定せず策定する地震動)を追加
平成29年8月	審査会合で以下を説明※ <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ss-D1(プレート間地震)の見直し(当初申請Ss-1から見直し) ・基準地震動Ss-F3(海洋プレート内地震)を追加

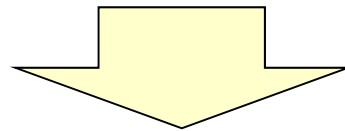
※ 緊急時対策所は、基準地震動に対して機能を維持する必要がある

1. (3) 設計見直しの検討について

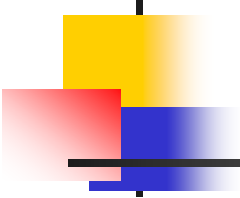
- **免震重要棟の当初検討**
 - 社内的に構造設計を進めていた段階
 - 免震装置の地震応答解析結果は許容値に対して裕度が少ない状況

- **建屋設計条件の見直し**
 - ① **建屋・設備の仕様変更等に伴う重量増加**
 - 建屋壁厚の増強
 - 空調設備、通信連絡設備、プラント状態監視設備、電源設備の耐震化
 - 建屋内の加圧用ポンベ追加

 - ② **基準地震動の増大・追加**
 - 先行プラントの審査では、基準地震動の増大や追加の見直しがされており、女川も見直しが想定される状況



建屋の構造変更も含めた検討



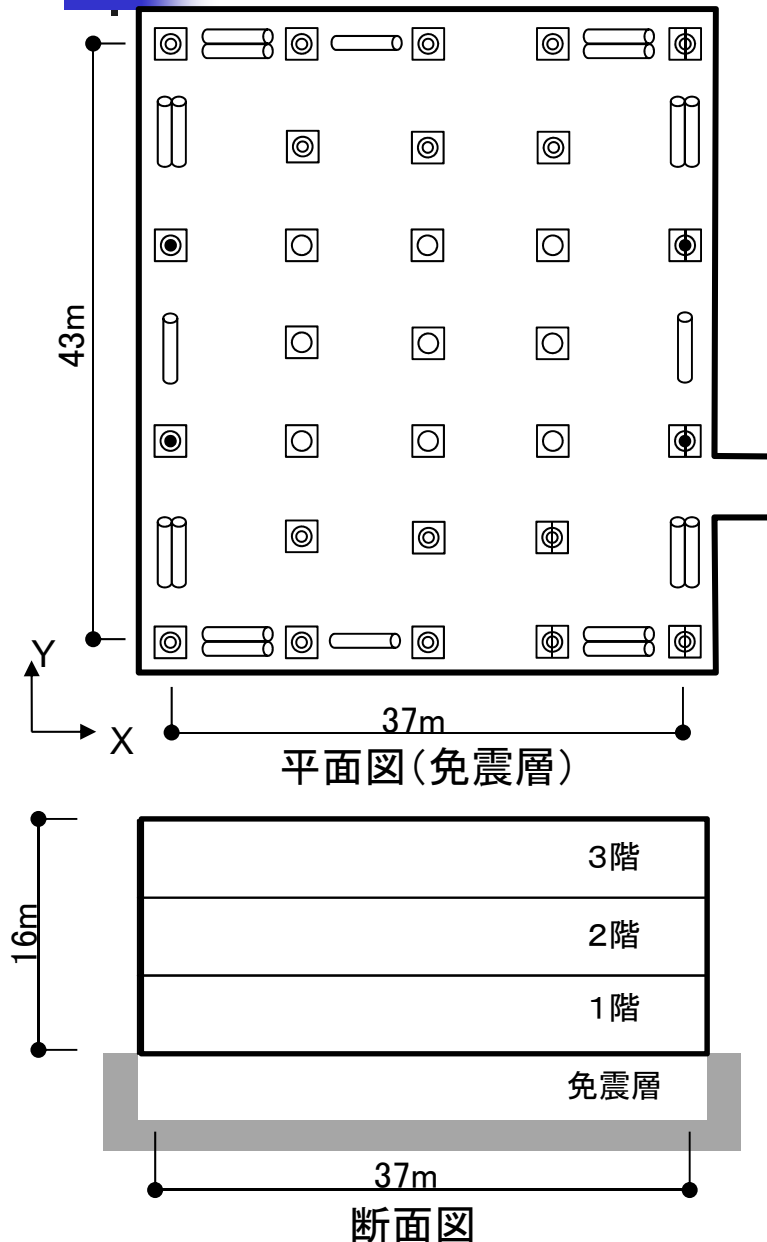
2. 検討会における指摘事項

○建物構造を「免震」から「耐震」に変更した経緯・理由について、構造変更による設備への影響の観点や先行他社の構造変更との関係性も含めて、詳細に説明して欲しい。(第15回:長谷川委員、鈴木委員、栗田委員)

3. (1)免震重要棟の当初検討 (1/3)

➤ 構造概要

○免震重要棟の当初検討では基準地震動の増大・追加を想定し、免震装置の特性のばらつきを考慮した地震応答解析により、免震構造の裕度について検討していた。



【凡例】

- ◎ 天然ゴム系積層ゴム(Φ1500)
- ⊕ 天然ゴム系積層ゴム(Φ1400)
- 鉛プラグ入り積層ゴム(Φ1500)
- ⊙ 鉛プラグ入り積層ゴム(Φ1400)
- すべり支承
- オイルダンパー

【固有周期】

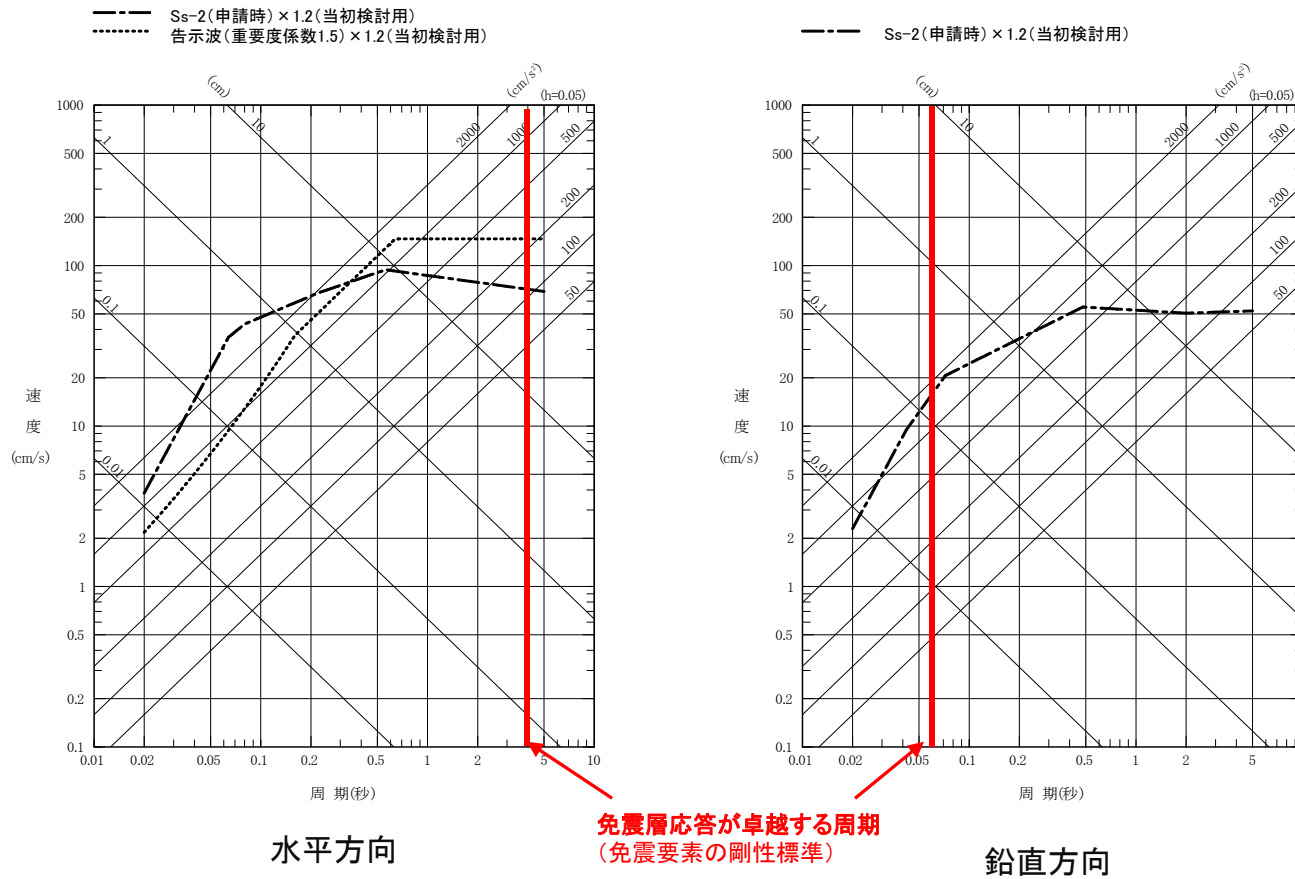
水平方向:約4秒
鉛直方向:約0.06秒

3. (1)免震重要棟の当初検討 (2/3)

➤ 検討用地震動

- ・免震重要棟設置地盤の特性を踏まえて申請時の基準地震動 S_s-2 から入力地震動を算定
また、免震構造の特性を踏まえ長周期成分が卓越する告示波※1を入力地震動に設定
- ・免震重要棟の当初検討では基準地震動の増大・追加の可能性等を考慮して入力地震動を1.2倍

(参考資料P.14参照)



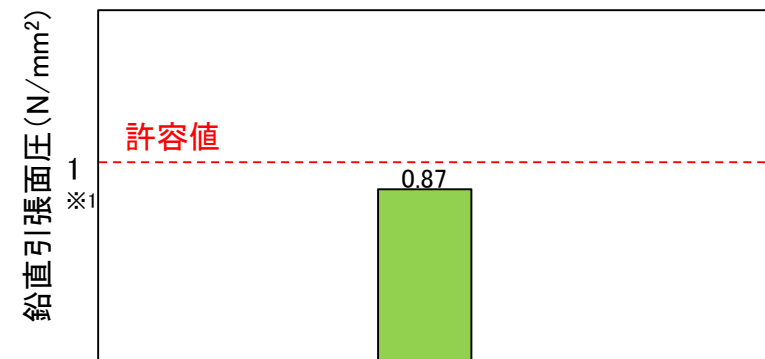
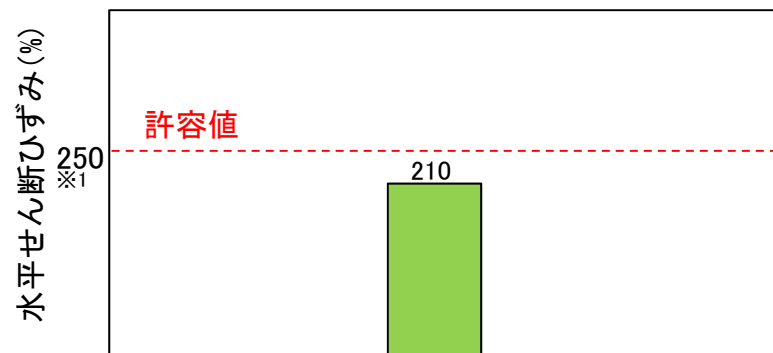
免震重要棟の当初検討用地震動

※1: 告示波は新規基準適合上必須ではないものの、建設省告示第1461号による極めて稀に発生する地震動レベル(一般免震建物向け)に重要度係数1.5を考慮して設計用として設定。なお、基準地震動 S_s は女川サイトの硬質な地盤(せん断波速度1500m/s)を踏まえて設定していることに対し、告示波は一般的な地盤(せん断波速度400m/s以上)で設定される地震動である。

3. (1)免震重要棟の当初検討 (3/3)

➤ 免震装置の応答解析結果

- 免震要素のばらつきを考慮(標準剛性、剛性大、剛性小)
- $S_s-2 \times 1.2$ は水平1方向+鉛直方向、告示波 $\times 1.2$ は水平1方向の組合せで検討
- 免震装置の地震応答解析結果は許容値に対して裕度が少ない状況



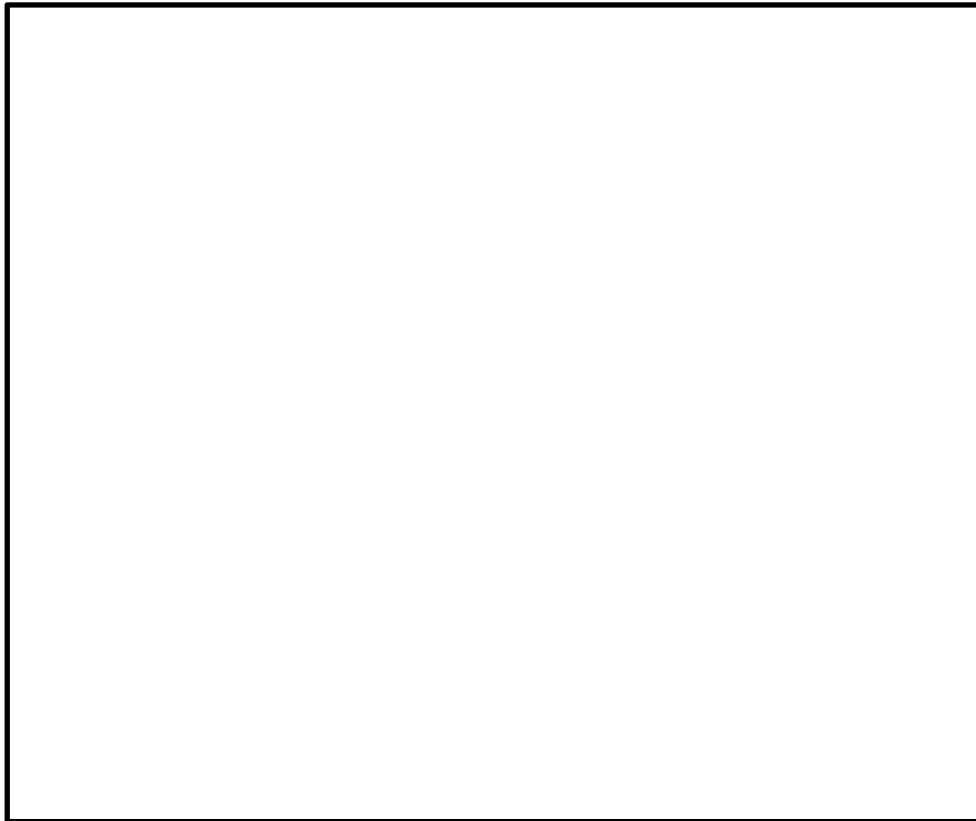
免震重要棟の当初検討における 免震装置の応答解析結果

※1: 免震構造の試評価及び試設計例((独)JNES, 2014)における設計目標

3. (2)建屋設計条件の見直し (1/2)

①建屋・設備の仕様変更等に伴う重量増加

上部重量が、当初検討時の約1.3倍に増加



○空調・電源設備等の耐震化

加振試験による検証だけでなく、
従来と同様の構造強度計算が必要
一般汎用品の採用
⇒原子力設備として実績のある機器
の採用

○建屋壁厚の増強

重大事故の発生想定を変更し、
遮へい能力を強化
申請号機(運転中)、他号機(停止中)
⇒全号機(運転中)

○加圧ポンベの追加

放射性物質放出継続時間10時間のうち、
1時間:ポンベ加圧、他:空調機加圧
⇒10時間ポンベ加圧※
(実配備は12時間分)

※放射性物質の取り込みによる線量影響を低減させるため、全時間ポンベ加圧に変更

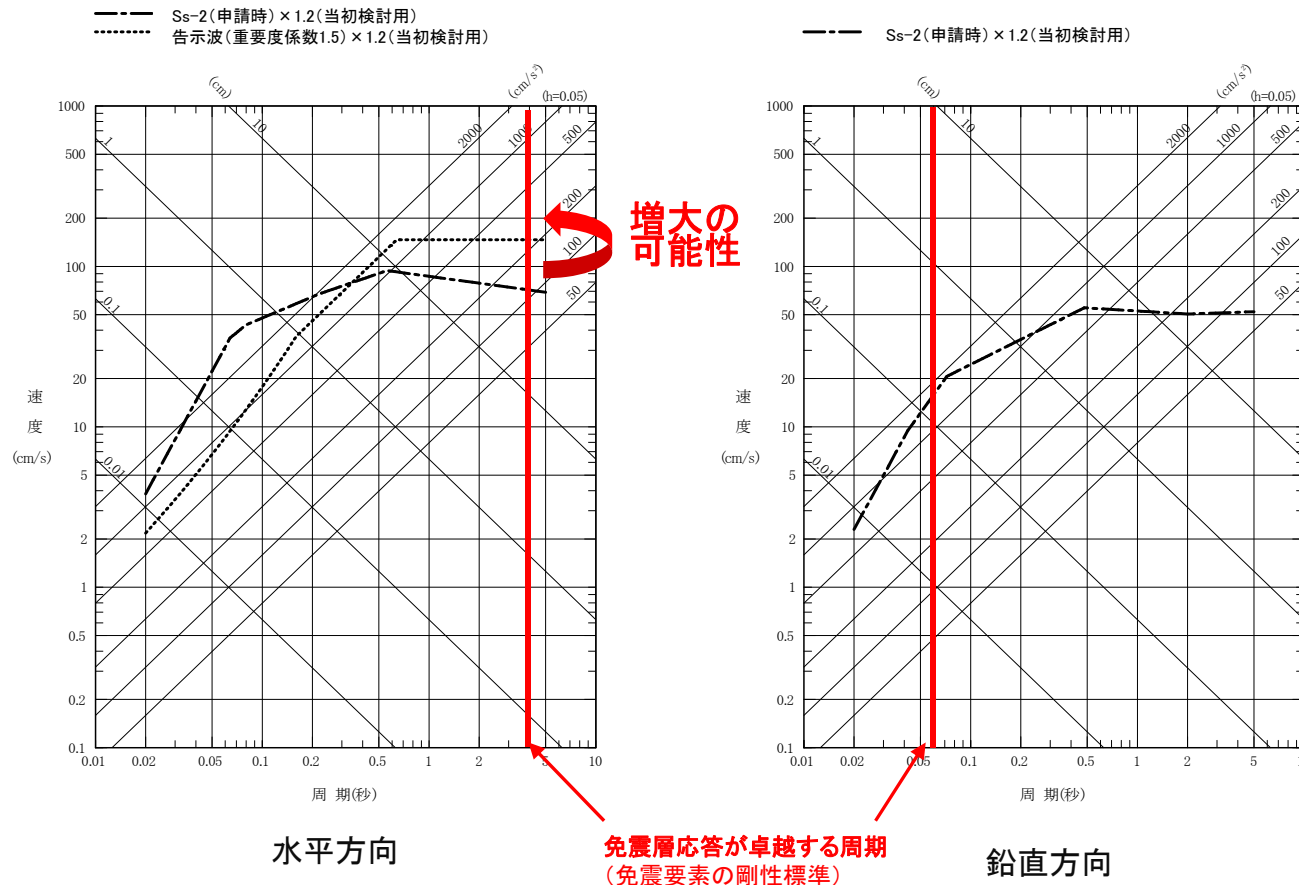
枠囲いの内容は、商業機密または防護上の観点から公開できません。

3. (2)建屋設計条件の見直し (2/2)

②基準地震動の増大・追加

- 先行プラントの審査では、基準地震動の増大や追加の見直しがされており、女川も見直しが想定された。
- 特に、固有周期が長周期側にある免震構造の安全性・信頼性を高めるために新たな基準地震動の追加も想定された。

(参考)免震構造として審査を受けた先行サイトでは免震重要棟設計用基準地震動(周期2秒以上:200cm/s)が追加
(参考資料P.14、15参照)



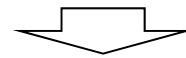
免震重要棟の当初検討用地震動

3. (3)機器設計条件の見直し

空調設備、通信連絡設備、プラント状態監視設備、電源設備の設計条件の見直し

当初設計(免震構造時)

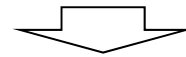
建屋の水平方向の揺れ(加速度)を大幅に低減できることから、一般汎用品でも基準地震動に対する機能維持が可能と判断。



先行プラントの審査

先行プラントの緊急時対策所の基準適合性審査において、建屋が免震構造で、水平方向の応答加速度が大幅に低減されたとしても、建屋内に設置される設備(一般汎用品)に対する耐震性については、従来と同様に構造強度評価結果を示すことが必須の状況になっていた。

また、加振試験での検証によって設備の耐震性を示すことを想定していたが、加振試験のみでは当該設備(一般汎用品)の構造強度計算に必要なデータを整備することは困難であることが分かった。

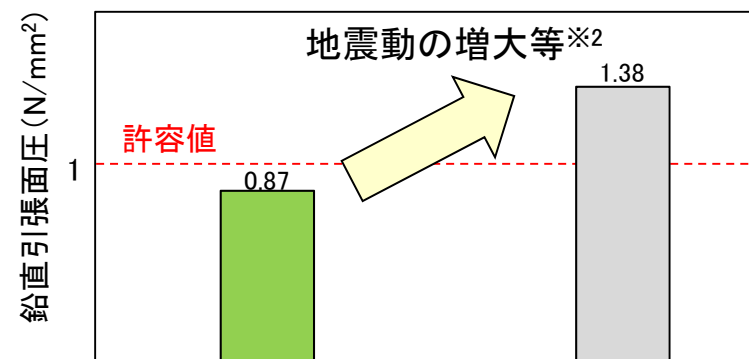
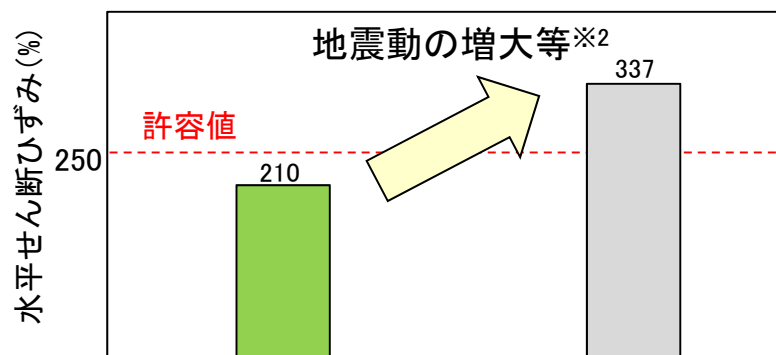


見直し後(耐震構造時)

基準地震動に対して機能維持ができる耐震性を確保した、原子力設備として構造強度の実績のある機器に変更。

4. 免震構造による設計成立の見通し

○免震構造において、設計条件の見直しとして、基準地震動の増大・追加や重量増、原子力施設で考慮の必要な多方向(水平2方向および鉛直方向)の組合せの影響等に対する試算を行った結果、既製品最大径^{※1}の免震装置を採用しても許容値を超過し採用できない結果となった。



免震重要棟の当初検討に基づく試算

※1: 試算においてはφ1800を考慮。免震構造による設計成立には、既製サイズを超える免震装置を新規設計し性能実証(検討長期化・実現困難)が必要

※2: 当初検討以降の基準地震動の増大・追加の可能性、重量増、水平2方向考慮等の追加を加味

- ・地震動増 約1.25倍
- ・重量増による慣性力増 約1.3倍
- ・多方向(水平2方向および鉛直方向)の組合せ考慮による増 約1.4倍
- ・既製品最大径の免震装置採用による減 約0.7倍

5. 先行他社の状況について

○先行他社においても免震構造から耐震構造へ変更されているサイトがあり、女川サイトとの直接的な関係はないが、地震力の増大に伴い免震装置の応答値が許容値を超過する等により成立の見通しが得られないという点は共通となっている。

○設計条件の整理にあたっては、先行プラントの審査において基準地震動の増大や追加の見直しがされていたことを踏まえ、女川も同様の見直しが想定されるとして検討した。

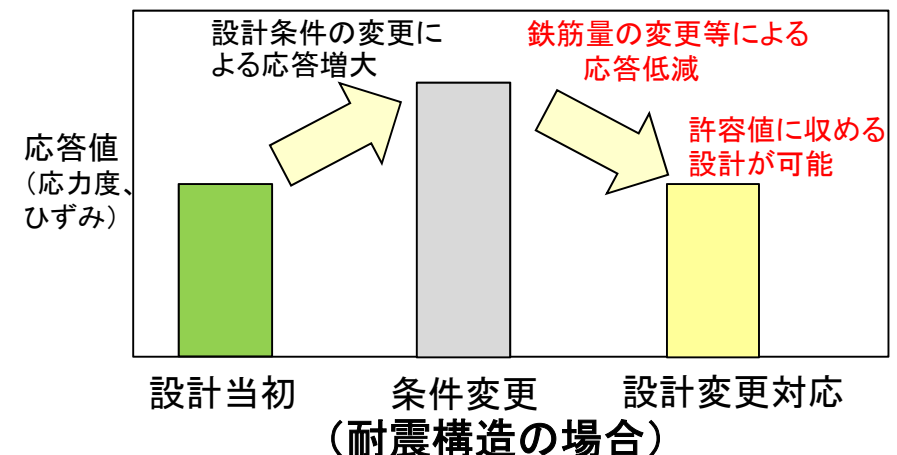
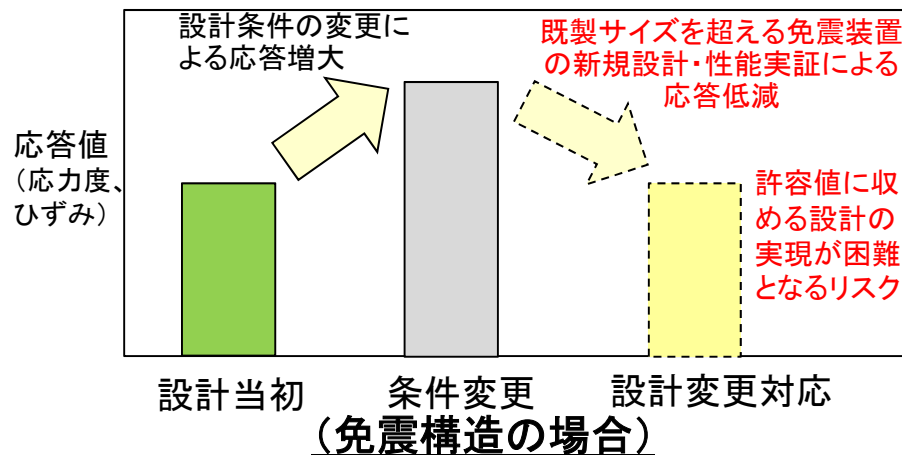
プラント	変更前	変更後	設置変更許可時期	構造に係る主な変更理由
川内1,2号	耐震(新設) 免震(将来新設)	耐震(新設)	平成29年4月	地震力の増大等に対し成立の見通しが得られない
玄海3,4号	耐震(新設) 免震(将来新設)	耐震(新設)	平成29年1月	地震力の増大等に対し成立の見通しが得られない
伊方3号	免震(既設)	耐震(新設)	平成27年7月	地震力の増大等に対し成立の見通しが得られない
大飯3,4号	耐震(既設)	耐震(新設)	— (審査中)	—
高浜1,2号	耐震(新設)	—	平成28年4月	—
高浜3,4号	耐震(既設)	耐震(新設)	平成28年4月	—
美浜3号	耐震(新設)	—	平成28年10月	—
柏崎刈羽 6,7号	免震(既設)	耐震(既設)	平成29年12月	地震力の増大等に対し成立の見通しが得られない
東海第二	耐震(新設)	—	平成30年9月	—
女川2号	耐震(既設) 免震(将来新設)	耐震(新設)	— (審査中)	地震力の増大等に対し成立の見通しが得られない

※他サイトの情報に係る記載内容については、公開資料を基に弊社の責任において独自に解釈したものです。

※女川サイトの基準地震動は構造変更のあった他サイトと比べ大きい傾向(最大加速度は、川内1、2号、玄海3、4号、伊方3号より大きく、柏崎刈羽6、7号と同程度)

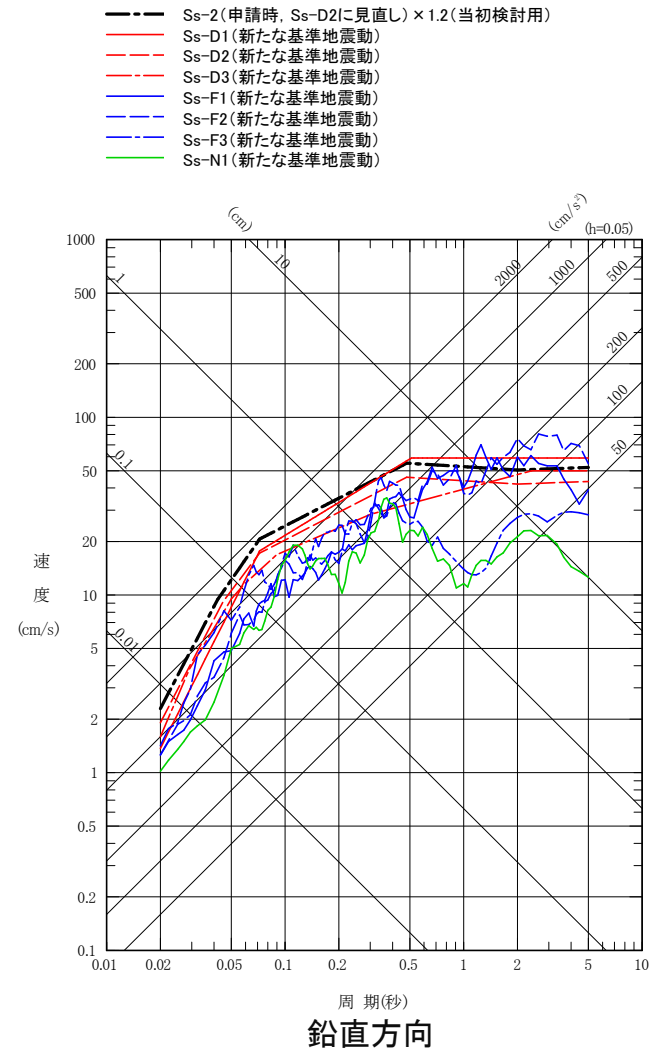
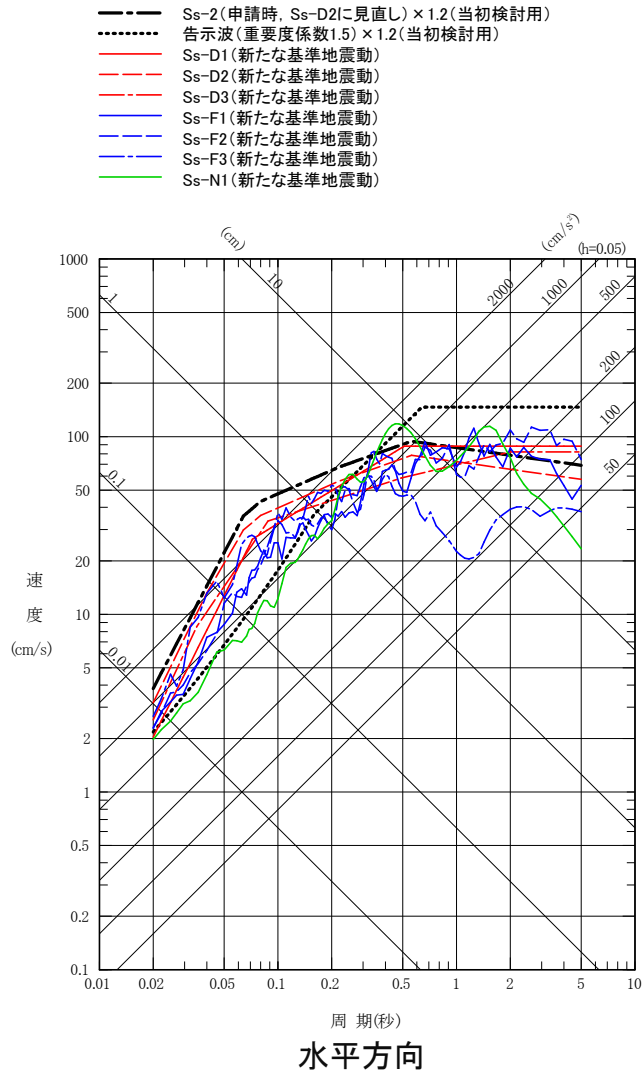
6. 耐震構造への変更について

- 免震構造では、設計条件見直しに対する試算の結果、既製品最大径の免震装置では成立しないこと、免震装置の新規設計は検討期間の長期化・実現が困難となるリスクがあることから、原子力施設として実績があり、設計条件の変更に対して壁厚や鉄筋量の変更により確実に対応可能な**耐震構造へ見直した**。
- 建屋構造以外は、**基本的な設計方針を変更しない**。
- 構造変更による緊急時対策所の機能への影響については、一般的な免震構造によるメリット(建屋の水平方向の加速度を大幅に低減)を補う対応をするとともに、十分な**安全性を確保した設計とする**。
 - ・設置場所は免震重要棟の計画のまま、O.P.+62mの高台とする
 - ・建屋の耐震性能等に対する評価基準は、地震後も大規模修繕等の必要なく継続使用できるよう、基準地震動に対して躯体を短期許容応力度以内に収める設計
 - ・一般的な免震構造のメリットを補うための対応
 - ✓ 設備は、原子力施設で十分実績のある強固な耐震構造
 - ✓ 什器の転倒防止措置、天井ボードを設置しない等により居住性に配慮



設計変更対応のイメージ

(参考) 基準地震動(現状)及び免震重要棟の当初検討用地震動

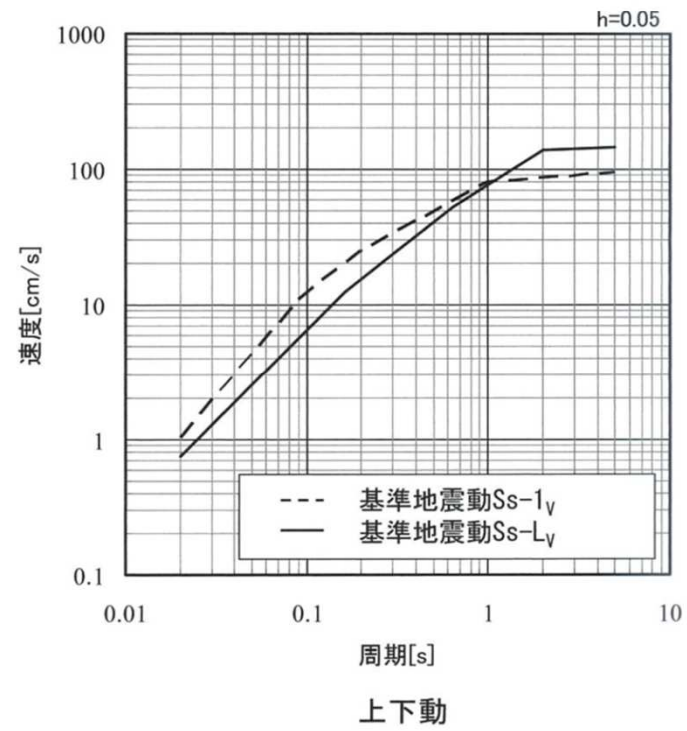
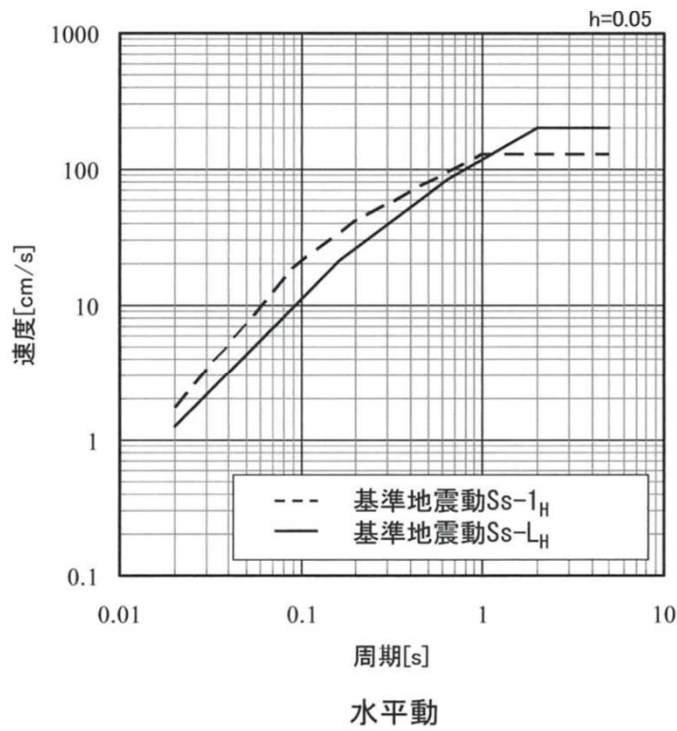


基準地震動(現状)及び免震重要棟の当初検討用地震動

(参考)先行サイトの免震重要棟設計用基準地震動の例

免震重要棟設計用基準地震動 S_s-L

基準地震動 S_s-L の設計用応答スペクトル



※原子力規制委員会平成26年5月23日第114回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料より抜粋