

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料

資料番号

O2-他-F-24-0022\_改0

提出年月日

2021年 9月28日

# 女川原子力発電所第2号機

## 3. 11 地震等の影響を踏まえた建屋の耐震評価 (指摘事項に対する回答)

---

2021年9月28日  
東北電力株式会社

# 1. 本日のご説明内容(1/2)

- 第970回審査会合(令和3年4月27日)において、主要説明項目(第876回審査会合(令和2年7月14日)にて説明)「No.2-4 3. 11地震等の影響を踏まえた建屋の耐震評価」について説明し、以下の指摘があったことから、指摘事項に対する回答内容を説明する。

審査会合	指摘事項
第970回審査会合 (令和3年4月27日)	機器・配管系の耐震評価方法及び設計成立性について、建屋剛性の不確かさケースを含めた地震応答解析の結果を踏まえて説明すること。

# 1. 本日のご説明内容(2/2)

- 指摘事項に対して、「建屋の地震影響を踏まえた機器・配管系の耐震評価について」に係る第979回審査会合(2021年6月1日)において、以下の通り、建屋剛性の不確かさケースを含めた地震応答解析を踏まえた機器・配管系の耐震評価方法(青囲み部)について説明した。
- 本資料では、**機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)に係る最終的な整理結果を説明する。**

第979回審査会合(2021年6月1日)資料1-3抜粋 青/赤囲み加筆

## 4. 今回工認における対応

11

### 4.3 建屋の地震影響を踏まえた機器・配管系の耐震評価

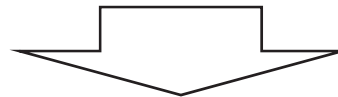
- 機器・配管系の耐震評価に当たっては、地震影響を踏まえた建屋耐震評価に係る第970回審査会合(2021年4月27日)で示した既設各建屋の地震応答解析モデル及び入力地震動の設定方法を適用する。【参考2-1】

・初期剛性低下を反映した地震応答解析モデル【参考2-2】

・基準地震動 $S_s$ 相当の更新地震による剛性低下を反映した地震応答解析モデル【参考2-3】

・各建屋のシミュレーション解析を踏まえて設定した入力地震動【参考2-4, 2-5】

- コンクリートに関連する機器・配管系の地震応答解析モデル及び許容限界に対する影響を整理した結果、反映すべき事項はないことを確認したが、原子炉本体の基礎については、念のため原子炉建屋と同様に初期剛性低下を考慮した地震応答解析モデルによる評価を実施する(設置許可段階での検討結果)。【参考3】



上記を踏まえた地震応答解析モデルを用いて機器・配管系の設計用地震力を設定し、**今回工認の機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)については各設備の耐震計算書に示すとともに最終的な整理結果を今後説明する。**

## 2. 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)(1/4)

- 建屋剛性の不確かさケースを含めた地震応答解析結果を踏まえた設計用地震力に対して、**機器・配管系の耐震評価を実施した結果、下表の通り、耐震性(設計成立性)が確保されていることを確認した(計254図書;耐震計算書の分類の内訳は別紙1参照)。**

### VI-2-3 原子炉本体の耐震性についての計算書

【24図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-3-4-3-4 シュラウドヘッドの耐震性についての計算書	シュラウドヘッド	一次一般膜 +一時曲げ	206	214	○

### VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書

【10図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-4-2-2 使用済燃料貯蔵ラック(第1, 2号機共用)の耐震性についての計算書	補強板d	組合せ	168	205	○

### VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書

【38図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-5-7-1-6 管の耐震性についての計算書(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)	配管本体	一次+二次	481	482	○

注) 今後の審査によって記載内容が変更となる場合がある。

## 2. 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)(2/4)

VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書						
【73図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
		VI-2-6-7-15 フィルタ装置出口水素濃度の耐震性についての計算書	基礎ボルト	引張り	161	162
VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書						
【2図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
		VI-2-7-3-1-1 管の耐震性についての計算書(放射性ドレン移送系)	配管本体	一次+二次	331	398
VI-2-8 放射線管理施設の耐震性についての計算書						
【16図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
		VI-2-8-2-1-3-2 フィルタ装置出口放射線モニタの耐震性についての計算書	取付ボルト	引張り	100	154

注) 今後の審査によって記載内容が変更となる場合がある。

## 2. 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)(3/4)

### VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性についての計算書

【34図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-9-2-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性 についての計算書	貫通部管台 取付部	一次+二次	368	393	○

### VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書

【43図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-10-1-2-2-6 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設 備 管の耐震性についての計算書	配管本体	一次+二次	380	398	○

### VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書

【6図書】  
評価結果  
○

〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
VI-2-11-2-9 燃料交換機の耐震性についての計算 書	燃料交換機 構造物フ レーム	組合せ	256		○

注) 今後の審査によって記載内容が変更となる場合がある。

## 2. 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)(4/4)

VI-2-別添1 火災防護設備の耐震性についての計算書						
【6図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
	VI-2-別添1-7 消火配管の耐震性についての計算書	配管本体	一次+二次	331	410	○
VI-2-別添2 溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書						
【1図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
	VI-2-別添2-2 溢水源としない耐震B, Cクラス機器の耐震性についての計算書	配管本体	一次+二次	393	394	○
VI-2-別添3 可搬型重大事故等対処設備等の耐震性に関する説明書						
【2図書】 評価結果 ○	〔結果例〕	評価部位	応力分類	発生値	許容値	評価結果
	VI-2-別添3-4 可搬型重大事故等対処設備のうちポンベ設備の耐震計算書	—	組合せ	175	280	○

注) 今後の審査によって記載内容が変更となる場合がある。

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(1/12)

図書番号	図書名称
VI-2-3	原子炉本体の耐震性についての計算書
VI-2-3-2	炉心, 原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書
VI-2-3-3-1	燃料集合体の耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-2	炉心シュラウドの耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-3	シュラウドサポートの耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-4	炉心シュラウド支持ロッドの耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-5	上部格子板の耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-6	炉心支持板の耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-7	燃料支持金具の耐震性についての計算書
VI-2-3-3-2-8	制御棒案内管の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-1-2	原子炉圧力容器の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-2-1	原子炉圧力容器スタビライザの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-2-2	原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-2-3	制御棒駆動機構ハウジング支持金具の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-2-4	差圧検出・ほう酸水注入系配管(ティーよりN11ノズルまでの外管)の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-2	蒸気乾燥器の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-3	気水分離器及びスタンドパイプの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-4	シュラウドヘッドの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-5	ジェットポンプの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-6	給水スパーチャの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-7	高圧及び低圧炉心スプレイスパーチャの耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-8	残留熱除去系配管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-9	高圧及び低圧炉心スプレイ系配管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-10	差圧検出・ほう酸水注入系配管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書
VI-2-3-4-3-11	中性子束計測案内管の耐震性についての計算書



# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(2/12)

図書番号	図書名称
VI-2-4	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書
VI-2-4-2-2	使用済燃料貯蔵ラック(第1, 2号機共用)の耐震性についての計算書
VI-2-4-2-3	制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書
VI-2-4-2-4	使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)の耐震性についての計算書
VI-2-4-2-5	使用済燃料プール水位/温度(ヒートサーモ式)の耐震性についての計算書
VI-2-4-3-1-1	燃料プール冷却浄化系熱交換器の耐震性についての計算書
VI-2-4-3-1-2	燃料プール冷却浄化系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-4-3-1-3	管の耐震性についての計算書(燃料プール冷却浄化系)
VI-2-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書(燃料プール代替注水系)
VI-2-4-3-3-1	管の耐震性についての計算書(燃料プールスプレイ系)
VI-2-4-4-1	使用済燃料プール監視カメラの耐震性についての計算書
VI-2-5	原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書
VI-2-5-2-1-1	管の耐震性についての計算書(原子炉再循環系)
VI-2-5-3-1-1	アキュムレータの耐震性についての計算書
VI-2-5-3-1-2	管の耐震性についての計算書(主蒸気系)
VI-2-5-3-2-1	管の耐震性についての計算書(復水給水系)
VI-2-5-4-1-1	残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書
VI-2-5-4-1-2	残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-4-1-3	残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書
VI-2-5-4-1-4	管の耐震性についての計算書(残留熱除去系)
VI-2-5-4-1-5	ストレーナ部ティーの耐震計算書(残留熱除去系)
VI-2-5-4-2-1	管の耐震性についての計算書(耐圧強化ベント系)
VI-2-5-5-1-1	高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-5-1-2	高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(3/12)

図書番号	図書名称
VI-2-5-5-1-3	管の耐震性についての計算書 (高圧炉心スプレイ系)
VI-2-5-5-1-4	ストレナ部ティーの耐震計算書 (高圧炉心スプレイ系)
VI-2-5-5-2-1	低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-5-2-2	低圧炉心スプレイ系ストレナの耐震性についての計算書
VI-2-5-5-2-3	管の耐震性についての計算書 (低圧炉心スプレイ系)
VI-2-5-5-2-4	ストレナ部ティーの耐震計算書 (低圧炉心スプレイ系)
VI-2-5-5-3-1	高圧代替注水系タービンポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-5-3-2	管の耐震性についての計算書 (高圧代替注水系)
VI-2-5-5-4-1	直流駆動低圧注水系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-5-4-2	管の耐震性についての計算書 (低圧代替注水系)
VI-2-5-6-1-1	原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-6-1-2	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービンの耐震性についての計算書
VI-2-5-6-1-3	管の耐震性についての計算書 (原子炉隔離時冷却系)
VI-2-5-6-2-1	復水移送ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-6-2-3	管の耐震性についての計算書 (補給水系)
VI-2-5-7-1-1	原子炉補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書
VI-2-5-7-1-2	原子炉補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-7-1-4	原子炉補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書
VI-2-5-7-1-5	原子炉補機冷却海水系ストレナの耐震性についての計算書
VI-2-5-7-1-6	管の耐震性についての計算書 (原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)
VI-2-5-7-2-1	高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書
VI-2-5-7-2-2	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-5-7-2-4	高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書
VI-2-5-7-2-5	管の耐震性についての計算書 (高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)
VI-2-5-7-3-1	管の耐震性についての計算書 (原子炉補機代替冷却水系)
VI-2-5-8-1-1	管の耐震性についての計算書 (原子炉冷却材浄化系)

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(4/12)

図書番号	図書名称
VI-2-6	計測制御系統施設の耐震性についての計算書
VI-2-6-2-1	制御棒の耐震性についての計算書
VI-2-6-3-1	制御棒駆動機構の耐震性についての計算書
VI-2-6-3-2-1	水圧制御ユニットの耐震性についての計算書
VI-2-6-3-2-2	管の耐震性についての計算書 (制御棒駆動水圧系)
VI-2-6-4-1-1	ほう酸水注入系ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-6-4-1-2	ほう酸水注入系貯蔵タンクの耐震性についての計算書
VI-2-6-4-1-3	管の耐震性についての計算書 (ほう酸水注入系)
VI-2-6-5-1-1	起動領域モニタの耐震性についての計算書
VI-2-6-5-1-2	出力領域モニタの耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-1	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン入口蒸気圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-2	高圧代替注水系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-3	直流駆動低圧注水系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-4	代替循環冷却ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-5	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-6	高圧炉心スプレイ系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-7	残留熱除去系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-8	低圧炉心スプレイ系ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-1-9	復水移送ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-2-1	残留熱除去系熱交換器入口温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-2-2	残留熱除去系熱交換器出口温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-1	原子炉冷却材浄化系入口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-2	高圧代替注水系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-3	残留熱除去系洗浄ライン流量 (残留熱除去系ヘッドスプレイライン洗浄流量) の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(5/12)

図書番号	図書名称
VI-2-6-5-2-3-4	残留熱除去系洗浄ライン流量（残留熱除去系B系格納容器冷却ライン洗浄流量）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-5	直流駆動低圧注水系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-6	代替循環冷却ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-7	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-8	高圧炉心スプレイ系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-9	残留熱除去系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-2-3-10	低圧炉心スプレイ系ポンプ出口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-1-1	原子炉圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-1-2	原子炉圧力（SA）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-2-1	原子炉水位の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-2-2	原子炉水位（広帯域）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-2-3	原子炉水位（燃料域）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-2-4	原子炉水位（SA広帯域）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-3-2-5	原子炉水位（SA燃料域）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-1-1	ドライウェル圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-1-2	圧力抑制室圧力の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-2-1	ドライウェル温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-2-2	圧力抑制室内空気温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-2-3	サブプレッションプール水温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-2-4	原子炉格納容器下部温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-3-1	格納容器内雰囲気酸素濃度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-4-1	格納容器内水素濃度（D/W）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-4-2	格納容器内水素濃度（S/C）の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-4-4-3	格納容器内雰囲気気水素濃度の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-6-1	原子炉再循環ポンプ入口流量の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(6/12)

図書番号	図書名称
VI-2-6-5-7-1	原子炉格納容器代替スプレイ流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-7-2	原子炉格納容器下部注水流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-8-1	圧力抑制室水位の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-8-2	原子炉格納容器下部水位の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-8-3	ドライウエル水位の耐震性についての計算書
VI-2-6-5-9-1	原子炉建屋内水素濃度の耐震性についての計算書
VI-2-6-6-1-1	管の耐震性についての計算書(高圧窒素ガス供給系)
VI-2-6-6-2-1	管の耐震性についての計算書(代替高圧窒素ガス供給系)
VI-2-6-7-1	計測制御設備の盤の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-2-1	衛星電話設備(固定型)(中央制御室)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-2-2	衛星電話設備(屋外アンテナ)(中央制御室)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-3-1	無線連絡設備(固定型)(中央制御室)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-3-2	無線連絡設備(屋外アンテナ)(中央制御室)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-4	安全パラメータ表示システム(SPDS) SPDS表示装置の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-5	安全パラメータ表示システム(SPDS)無線通信用アンテナの耐震性についての計算書
VI-2-6-7-9	代替原子炉再循環ポンプトリップ遮断器の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-10	原子炉圧力容器温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-11	フィルタ装置水位(広帯域)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-12	フィルタ装置入口圧力(広帯域)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-13	フィルタ装置出口圧力(広帯域)の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-14	フィルタ装置水温度の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-15	フィルタ装置出口水素濃度の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-16	原子炉補機冷却水系系統流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-17	残留熱除去系熱交換器冷却水入口流量の耐震性についての計算書
VI-2-6-7-18	静的触媒式水素再結合装置動作監視装置の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(7/12)

図書番号	図書名称
VI-2-7	放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書
VI-2-7-3-1-1	管の耐震性についての計算書(放射性ドレン移送系)
VI-2-7-3-2-1	管の耐震性についての計算書(サブプレッションプール水貯蔵系)
VI-2-8	放射線管理施設の耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-1-1	主蒸気管放射線モニタの耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-2-1	格納容器内雰囲気放射線モニタ(D/W)の耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-2-2	格納容器内雰囲気放射線モニタ(S/C)の耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-3-1	原子炉建屋原子炉棟排気放射線モニタの耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-3-2	フィルタ装置出口放射線モニタの耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-3-3	燃料取替エリア放射線モニタの耐震性についての計算書
VI-2-8-2-1-3-4	耐圧強化ベント系放射線モニタの耐震性についての計算書
VI-2-8-2-2-1-1	使用済燃料プール上部空間放射線モニタ(低線量)の耐震性についての計算書
VI-2-8-2-2-1-2	使用済燃料プール上部空間放射線モニタ(高線量)の耐震性についての計算書
VI-2-8-3-1-1	中央制御室換気空調系ダクトの耐震性についての計算書
VI-2-8-3-1-2	中央制御室送風機の耐震性についての計算書
VI-2-8-3-1-3	中央制御室再循環送風機の耐震性についての計算書
VI-2-8-3-1-4	中央制御室排風機の耐震性についての計算書
VI-2-8-3-1-5	中央制御室再循環フィルタ装置の耐震性についての計算書
VI-2-8-3-3-1	管の耐震性についての計算書(中央制御室待避所加圧空気供給系)
VI-2-8-3-3-2	差圧計(中央制御室待避所用)の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(8/12)

図書番号	図書名称
VI-2-9	原子炉格納施設の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-1-1	ドライウエルの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-1-2	サブレーションチェンバの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-1-3	原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-1-4	ドライウエルベント開口部の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-1-5	ボックスサポートの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-2-1	機器搬出入用ハッチの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-2-2	逃がし安全弁搬出入口の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-2-3	制御棒駆動機構搬出入口の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-2-4	サブレーションチェンバ出入口の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-3-1	所員用エアロックの耐震性についての計算書
VI-2-9-2-4-1	原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書
VI-2-9-2-4-2	原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-1	ダウンカマの耐震性についての計算書
VI-2-9-4-2	ベント管の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-3-1-1	管の耐震性についての計算書 (原子炉格納容器スプレイ冷却系)
VI-2-9-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書 (原子炉格納容器下部注水系)
VI-2-9-4-3-3-1	管の耐震性についての計算書 (原子炉格納容器代替スプレイ冷却系)
VI-2-9-4-3-4-1	代替循環冷却ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-9-4-3-4-2	管の耐震性についての計算書 (代替循環冷却系)
VI-2-9-4-4-1-1	非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-1-2	管の耐震性についての計算書 (非常用ガス処理系)
VI-2-9-4-4-1-3	非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-1-4	非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(9/12)

図書番号	図書名称
VI-2-9-4-4-1-5	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-2-1	管の耐震性についての計算書(可燃性ガス濃度制御系)
VI-2-9-4-4-2-2	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-2-3	可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-3-1	静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-4-4-1	管の耐震性についての計算書(可搬型窒素ガス供給系)
VI-2-9-4-5-1-1	管の耐震性についての計算書(原子炉格納容器調気系)
VI-2-9-4-6-1-1	管の耐震性についての計算書(原子炉格納容器フィルタベント系)
VI-2-9-4-6-1-2	フィルタ装置の耐震性についての計算書(原子炉格納容器フィルタベント系)
VI-2-9-4-6-1-3	遠隔手動弁操作設備の耐震性についての計算書
VI-2-9-4-6-1-4	遠隔手動弁操作設備遮蔽の耐震性についての計算書
VI-2-10	その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-1-1	非常用ディーゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-1-2	非常用ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-1-3	非常用ディーゼル発電設備 燃料デイトankの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-1-6	非常用ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-1-7	非常用ディーゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-2-1	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-2-2	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-2-3	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料デイトankの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-2-6	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-2-7	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-3-1-1	無停電交流電源用静止形無停電電源装置の耐震性についての計算書



# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(10/12)

図書番号	図書名称
VI-2-10-1-3-2-1	125V蓄電池の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-3-2-2	125V代替蓄電池の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-3-2-3	250V蓄電池の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-1	メタルクラッドスイッチギア(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-2	メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-3	パワーセンタ(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-4	モータコントロールセンタ(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-5	モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-6	動力変圧器(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-7	動力変圧器(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-8	460V原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-9	中央制御室120V交流分電盤(非常用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-11	メタルクラッドスイッチギア(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-12	動力変圧器(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-13	パワーセンタ(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-14	モータコントロールセンタ(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-16	460V原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-17	120V原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-18	中央制御室120V交流分電盤(緊急用)の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-27	125V充電器2A及び2Bの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-28	125V直流主母線盤2A及び2Bの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-29	125V直流主母線盤2A-1及び2B-1の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-30	125V直流分電盤2A-1,2A-2,2A-3,2B-1,2B-2及び2B-3の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-31	125V直流電源切替盤2A及び2Bの耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(11/12)

図書番号	図書名称
VI-2-10-1-4-32	125V直流RCICモータコントロールセンタの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-33	125V充電器2Hの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-34	125V直流主母線盤2Hの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-35	125V直流分電盤2Hの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-36	125V代替充電器の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-37	250V充電器の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-4-38	250V直流主母線盤の耐震性についての計算書
VI-2-10-2-13-1	津波監視カメラの耐震性についての計算書
VI-2-11	波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書
VI-2-11-2-6	ほう酸水注入系テストタンクの耐震性についての計算書
VI-2-11-2-8	原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書
VI-2-11-2-9	燃料交換機の耐震性についての計算書
VI-2-11-2-13	制御棒貯蔵ラックの耐震性についての計算書
VI-2-11-2-14	燃料チャンネル着脱機の耐震性についての計算書
VI-2-11-2-21	CRD自動交換機の耐震性についての計算書

# 別紙1 機器・配管系の耐震評価結果(設計成立性)一覧(12/12)

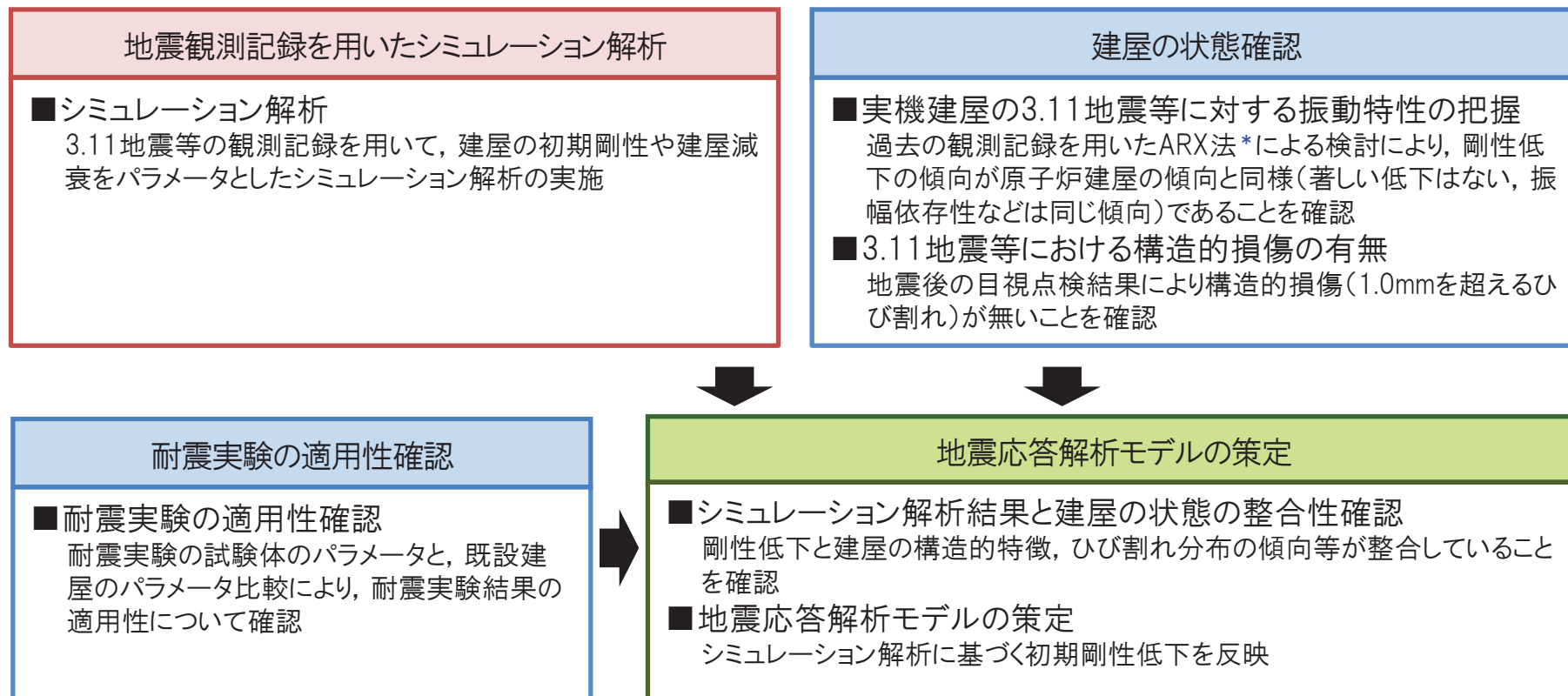
図書番号	図書名称
VI-2-別添1	火災防護設備の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-2	火災感知器の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-3	火災受信機盤の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-4	ガスボンベ設備の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-5	選択弁の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-6	制御盤の耐震性についての計算書
VI-2-別添1-7	消火配管の耐震性についての計算書
VI-2-別添2	溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書
VI-2-別添2-2	溢水源としない耐震B, Cクラス機器の耐震性についての計算書
VI-2-別添3	可搬型重大事故等対処設備等の耐震性に関する説明書
VI-2-別添3-4	可搬型重大事故等対処設備のうちボンベ設備の耐震計算書
VI-2-別添3-5	可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震計算書

## 1-1 既設建屋への初期剛性低下反映フロー

第970回審査会合(2021年4月27日)資料1-2抜粋, 青字追記

- 原子炉建屋(主にオペフロ上部)を代表に3.11地震等の施設への影響を踏まえた設計体系に反映すべき事項の検討を実施し, 初期剛性低下の要因分析とその要因が終局耐力等に与える影響について確認を行った。
- **原子炉建屋以外の既設建屋**についても, 地震観測記録によって算定された剛性低下率は, 構造的特徴も踏まえると, 原子炉建屋上部や下部の検討結果と同様の特徴・傾向を有していること, 過去の観測記録の検討により剛性低下の傾向も同様であることから, **地震観測記録を踏まえた剛性低下を地震応答解析モデルに反映する方針**としている。
- 既設建屋への反映にあたっては, 以下のフローにて実施した。

### 既設建屋への反映フロー



\* :ARX(autoregressive auxiliary input)モデルは, パラメトリック同定で一般的に使用されるモデルであり, 最小二乗法により計算される方法

- 原子炉建屋は、質点系シミュレーション解析に基づき建屋初期剛性を評価し、過去の地震観測記録の傾向分析や点検結果等を踏まえて、設計値に対する補正係数を0.3~0.8と設定し、地震応答解析モデルに反映している。
- 原子炉建屋以外の既設建屋についても同様な検討を行い、剛性低下と建屋の構造的特徴、ひび割れ分布の傾向等が整合していることを確認の上、設計値に対する補正係数を設定した。

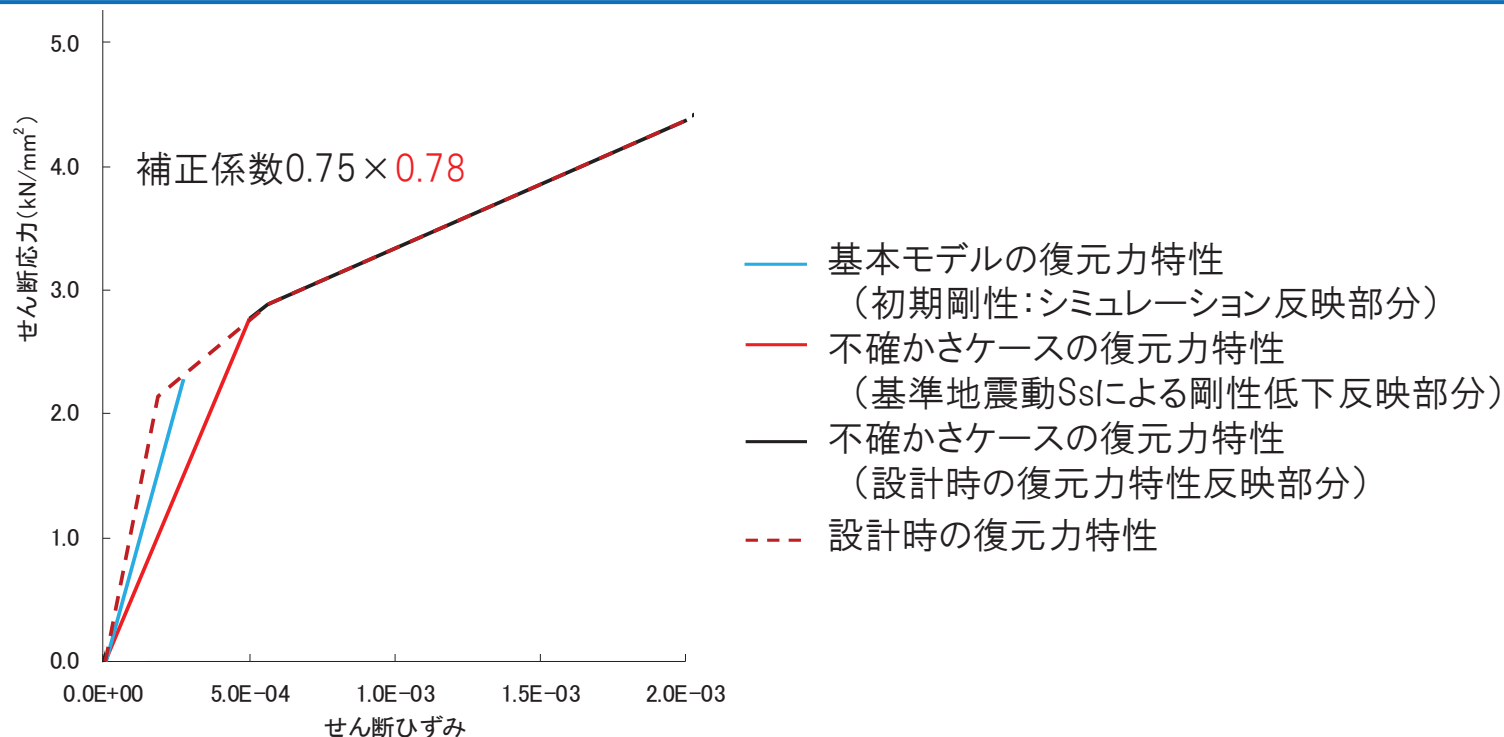
今回工認における既設建屋の初期剛性の設計値に対する補正係数

建屋		補正係数								(参考)建屋に要求される機能 (今回工認)	
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0		
原子炉建屋	地上3階及びクレーン階 (O.P.33.2mより上部)	NS ●		EW ●							Sクラス (原子炉建屋原子炉棟:二次格納施設) Sクラス設備の間接支持機能
	地下3階~地上2階 (O.P.33.2mより下部)						NSEW ● ●				
制御建屋				NSEW ● ●						Sクラス(中央制御室しゃへい壁) Sクラス設備の間接支持機能	
タービン建屋	地上2階及びクレーン階 (O.P.24.8mより上部)	NSEW ● ●								Bクラス(補助しゃへい壁) Bクラス設備(Sd機能維持設備含む)の 間接支持機能 原子炉建屋、制御建屋へ波及的影響を 与えないこと	
	地下2階~地上1階 (O.P.24.8mより下部)	NSEW ● ●									
補助ボイラー建屋								NS・EW ◆		Cクラス設備の間接支持機能 制御建屋へ波及的影響を与えないこと	
第3号機海水熱交換器建屋							NS・EW ●			浸水防護施設の間接支持機能	
第1号機制御建屋		NS ●		EW ●						制御建屋へ波及的影響を与えないこと	

- : 原子炉建屋オペフロ上部と同様の大架構的特徴を有した部位
- : 原子炉建屋オペフロ下部と同様の耐震壁の配置が密な部位
- ◆: 補助ボイラー建屋は、地震計が設置されていなく、シミュレーション解析が実施できないことから、設計剛性を採用

### 【原子炉建屋の基準地震動Ss評価に対する不確かさケース】

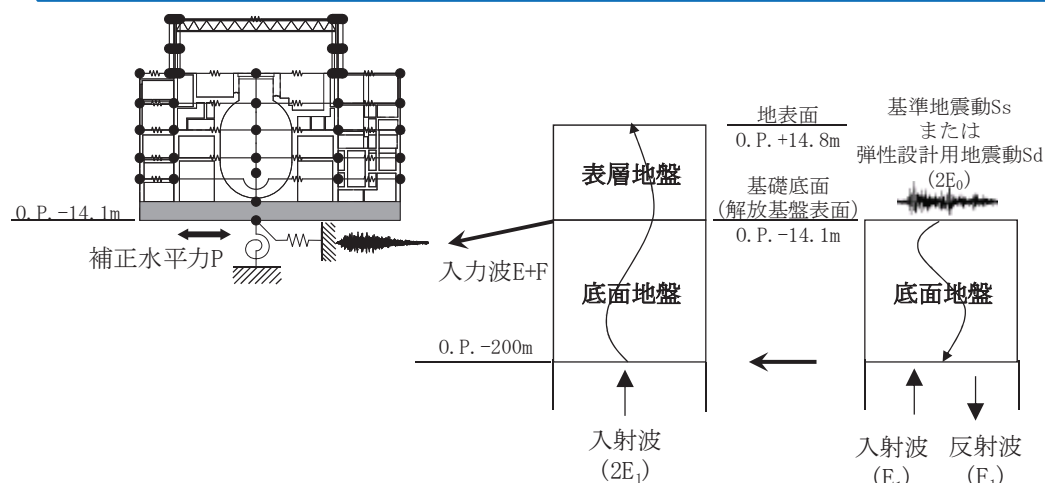
- 過去の中小地震も含めた記録では時間経過に伴い剛性が低下する傾向の他に、過去の観測よりも大きな加速度となる更新地震によっても剛性が低下する傾向が認められていることから、初期剛性低下の影響を保守的に反映するモデルを不確かさケースとして採用する。
- 不確かさケースの初期剛性は、基準地震動Ss入力前後の1次固有振動数の比( $f_{Ss後} / f_{Ss前}$ )から剛性比を算定し、それを基本モデルの初期剛性に掛けることによって算定する。(原子炉建屋の場合、基本ケースの0.78倍)
- 不確かさケースは、応答が小さい耐震壁の剛性も含めて一律に低下させるため、基本モデルに基準地震動Ssを繰り返し入力する応答よりも変形が進み、保守的評価となる。



不確かさケースのせん断力復元力特性  
(原子炉建屋: 補正係数0.75の例)

### 【原子炉建屋での見直し概要】

- 既工認においては、深く埋め込まれている原子炉建屋であっても表層地盤の影響、すなわち入力地震動に与える影響と埋込み効果(側面地盤ばね)は考慮しない地震応答解析モデルを採用し、保守的な評価としていた。
- これに対し、**3.11地震等の観測記録を用いた原子炉建屋等のシミュレーション解析**では、表層地盤の影響を考慮した入力地震動を用いた方が、直接入力するケースに比べ、より観測記録との整合性が良く、**表層地盤の影響が確認された**。
- 一方、埋込み効果については、原子炉建屋のシミュレーション解析では**側面地盤ばねを考慮しないモデルが観測記録と整合性が良かった**。
- 以上の結果を踏まえ、今回工認では、**表層地盤が入力地震動に与える影響が確認された建屋について入力地震動の評価方法を見直した**。



今回工認における地震応答解析モデルへの入力概要

### 既工認からの見直しの概要(2号炉原子炉建屋(R/B))

JEAG4601での記載	
<b>入力地震動</b> 埋込まれている場合は、表層地盤の影響*が期待出来る旨の記載あり * E+F入力、直接入力(2E)より小さい	<b>埋込み効果の評価</b> 支持地盤と側面地盤のせん断波速度( $V_s$ )の違いが大きい場合は <b>側面地盤ばねの評価に留意する必要がある旨の記載あり</b>

○(女川は約29mの埋込み)

△(女川の支持地盤は硬質であり  $V_s$ の違いが大きい)

### 既工認での周辺地盤の影響評価

既工認では側面地盤ばね評価の課題も踏まえて、以下のとおり設定

入力地震動	埋込み効果
<b>基準地震動を直接入力</b> (表層地盤の影響を無視)	<b>側面地盤ばねを設けず</b> (埋込み効果を無視)

※既工認では、参考検討として、採用手法と、【E+F入力+埋込み効果考慮(JEAG手法で評価(Novakばね))】の比較から採用手法の保守性を確認

### 建設の特徴、観測記録の傾向

入力地震動	埋込み効果
3.11地震等のはざとり波を用いた建屋シミュレーション解析 ⇒ <b>表層地盤の影響を考慮するE+F入力が直接入力(2E)よりも適合性が良い</b>	・建屋周囲は、掘削土等により埋戻しを実施している。 ⇒埋込みによる拘束等は小さい状況 ・3.11地震のはざとり波を用いた <b>建屋シミュレーション(R/B, Hx/B)でも、Novakばね無しの方が適合性が良い</b>

### 今回工認での周辺地盤の影響評価

今回工認では建設の特徴や観測記録の傾向を考慮し、以下のとおり設定

入力地震動	埋込み効果
<b>表層地盤の影響を考慮するE+F入力に変更</b>	<b>側面地盤ばねを設けず</b> (埋込み効果を無視)

▶ 表層地盤の影響を考慮する建屋は以下の手順で選定した。

**建屋の周辺状況から検討対象建屋を選定 ⇒ 3.11地震等によるシミュレーション解析からE+F効果について確認**

▶ 建屋の周辺状況からの検討対象建屋の選定では、埋込み深さがある程度深く、かつ、2～3面程度周辺地盤と接している建屋を選定した。その上で、シミュレーション解析の結果、2E入力よりもE+F入力の方が観測記録との整合性が良い結果を与えた建屋については、今回工認において表層地盤の影響を考慮する。

### 今回工認におけるE+F入力を考慮する既設建屋の選定

建屋	埋込み深さ (基礎底面位置)	地盤 状況	シミュレーシ ョン解析	表層地盤の 影響考慮 (E+F入力)	(参考) 建屋に要求される機能 (今回工認)
原子炉建屋	約29m (O.P.-14.1m)	3面接地	2Eに比べ E+F入力 がより 整合	<b>考慮</b>	Sクラス(原子炉建屋原子炉棟) Sクラス設備の間接支持機能
制御建屋	約16m (O.P.-1.5m)	1～2面 接地	—	非考慮* (既工認と同じ)	Sクラス(中央制御室しゃへい壁) Sクラス設備の間接支持機能
タービン建屋	約17m (O.P.-2.2m)	2～3面 接地	2Eに比べ E+F入力 がより 整合	<b>考慮</b>	Bクラス(補助しゃへい壁) Bクラス設備(Sd機能維持設備含む)の 間接支持機能 原子炉建屋、制御建屋へ波及的影響を 与えないこと
補助ボイラー建屋	約7m (O.P.+8.0m)	2面接地	—	非考慮*	Cクラス設備の間接支持機能 制御建屋へ波及的影響を与えないこと
第3号機 海水熱交換器建屋	約27m (O.P.-12.5m)	4面接地	2Eに比べ E+F入力 がより 整合	<b>考慮</b>	浸水防護施設の間接支持機能
第1号機 制御建屋	約15m (O.P.0m)	2面接地	—	非考慮* (既工認と同じ)	制御建屋へ波及的影響を与えないこと

\* :「非考慮」としている建屋の入力地震動は、基準地震動Ss又は弾性設計用地震動Sdを直接入力としている。