

女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表
(4条 耐震設計方針 建屋の耐震設計関連)

No	項目	審査 会合日	対応状況	回答
1	今回設計に使用する地震応答解析モデルと既工認モデルとの差異について説明すること。	H28. 11. 17	H29. 1. 17一部説明 後日回答予定	H29. 1. 17資料1-2, 1-3
2	剛性が低下した建屋を安全設計の前提とすることについて、基準やJ E A Gへの適合関係を説明すること。	H28. 11. 17	後日回答予定	(初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき事項と合わせて今後説明予定(平成30年2月))
3	過去の地震による建屋部材への影響に関する現状把握の結果について、旧保安院における議論等も踏まえて詳細に説明すること。	H28. 11. 17	H29. 1. 17一部説明 本日回答	H29. 1. 17資料1-2, 1-3 H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 地震による建屋への影響の把握状況について全体像を説明。
4	J E A Gではスケルトンカーブの第2勾配, 第3勾配もコンクリートの圧縮強度や初期剛性に依存しているが, J E A Gへの適合性, 力学特性上の意味等について整理して説明すること。	H28. 11. 17	H29. 1. 17一部説明 本日一部回答	H29. 1. 17資料1-2, 1-3 H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 コンクリートコアによる圧縮強度は低下していないことから, 初期剛性を低減させていることを説明。 (初期剛性低下要因を説明後, 設計体系に反映すべき事項と合わせて今後説明予定(平成30年2月))
5	地震後の低下剛性を考慮する場合, 今後受ける地震によって剛性が低下するという不確実性をどのように設計に反映するのか説明すること。	H28. 11. 17	後日回答予定	(初期剛性低下要因を説明後, 設計体系に反映すべき事項と合わせて今後説明予定(平成30年2月))
6	設計における補強工事の取扱いの考え方について説明すること。	H28. 11. 17	H29. 1. 17一部説明 本日回答	H29. 1. 17資料1-2, 1-3 H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 地震観測記録を再現するシミュレーションモデルに補強部材を追加したモデルとしていることを説明。
7	地震直後のひび割れの部位, 性状等の補修や補強工事の前提となる事実関係について説明すること。	H28. 11. 17	H29. 1. 17一部説明 H29. 6. 15一部説明 本日回答	H29. 1. 17資料1-4 H29. 6. 15資料1-4 H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 耐震壁等の点検結果を説明。

女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表
(4条 耐震設計方針 建屋の耐震設計関連)

No	項目	審査 会合日	対応状況	回答
8	地震観測シミュレーションによる応答性状の分析とそれを踏まえた点検等とを組み合わせた要因の特定及びその原因の特定について、網羅性・代表性に留意して説明すること。	H28.11.17	H29.1.17一部説明 H29.6.15一部説明 本日回答	H29.1.17資料1-2, 1-3, 1-4 H29.6.15資料1-4 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 初期剛性低下の要因に関しては、地震によるものとそれ以外の要因について整理。また、点検結果から構造的損傷が無いことも確認。 3次元FEM解析等による応答性状の分析とそれを踏まえた点検結果の両面から評価を行い健全性を確認。
9	東北太平洋沖地震及び4月7日の最大余震以外の地震データの分析も含めて説明すること。	H28.11.17	H29.1.17一部説明 本日回答	H29.1.17資料1-2, 1-3参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 建屋の固有振動数は、竣工後から徐々に低下し、大きな地震の経験毎に低下する傾向がある。
10	耐震設計の体系はS _d 又は静的地震力に対する弾性設計、S _s に対する機能保持の設計で構成されているため、静的地震力が設計体系においてどれくらいの重み付けになっているのか定量的に説明すること。	H28.11.17	後日回答予定	(初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき事項と合わせて今後説明予定(平成30年2月))
11	建屋の全ての壁、床等について、点検対象が明確になるように整理し、点検調査が網羅的に行われていることを点検対象選定の理由と共に詳細に説明すること。その際、具体的な調査方法(塗装面の処理等)についても説明すること。	H29.1.17	H29.6.15一部説明 本日回答	H29.6.15資料1-4参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 建屋の点検は、構造特性を踏まえて基本的に水平地震力を負担する耐震壁を対象に実施。その他の部位については、3次元FEM解析の結果も踏まえて追加評価のための点検を実施。
12	床と壁との接合部、鉄筋量変化部等の構造上の脆弱点も踏まえて、網羅性・代表性及び方法の適切性の観点から、点検調査方法が損傷部位と損傷状況を把握する上で適切であることを説明すること。	H29.1.17	H29.6.15一部説明 本日回答	H29.6.15資料1-4参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 建屋の点検は、構造特性を踏まえて基本的に水平地震力を負担する耐震壁を対象に実施。その他の部位については、3次元FEM解析の結果も踏まえて追加評価のための点検を実施。
13	建屋の剛性低下の原因の一つとしている乾燥収縮について、地震前の乾燥収縮ひび割れの発生・収束状況及び地震発生との関連性等に基づき、点検記録等を含めて定量的に説明すること。また、微細なひび割れが無数に発生するような状況の有無と、剛性への影響について説明すること。	H29.1.17	後日回答予定	(ひび割れ状況の調査結果を含めた初期剛性低下の要因分析結果を説明予定(平成30年2月))

女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表
(4条 耐震設計方針 建屋の耐震設計関連)

No	項目	審査 会合日	対応状況	回答
14	目視不能な箇所等の損傷状況の推定について、質点系モデル以外に三次元FEMモデルの応答性状を検討し局所的な損傷部位を推定した上で建屋の健全性がどのような状況にあるのかについて説明すること。	H29.1.17	H29.6.15一部説明 本日回答	H29.6.15資料1-4参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 目視不能な箇所については、三次元FEM解析の結果より損傷部位を推定し、点検結果を補間。
15	三次元FEMモデルの解析結果（局所的な損傷部位）と点検調査結果（ひび割れ発生箇所）との整合性を踏まえて、目視不能範囲の損傷箇所の推定について説明すること。	H29.1.17	H29.6.15一部説明 本日回答	H29.6.15資料1-4参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 三次元FEM解析による結果と点検結果を比較し整合性を確認した上で、目視不能な箇所に応力集中箇所が無いことを確認。
16	建屋の復旧状況の確認及び補修・補強による建屋剛性や固有周期への影響を含めて、点検調査結果及び三次元FEMモデルの解析結果等を踏まえて総合的に再整理した上で建屋の健全性について説明すること。	H29.1.17	H29.6.15一部説明 本日回答	H29.6.15資料1-4参照 H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 点検結果、質点系モデルおよび三次元FEM解析の結果を踏まえて総合的に建屋の健全性について確認。 補強による影響については、今後ご説明する。
17	地震による振動特性への影響（剛性低下）の要因と部位の特定を踏まえ、耐力低下の有無を評価した上で、設計体系において地震による影響を考慮する事項の妥当性について、質点系モデルの妥当性及び、一連の検討で明らかとなった不確実性の設計への配慮（保守的なスペクトルの拡幅及び振幅方向のピーク的なスペクトルの取扱い等）について整理して説明すること。	H29.1.17	後日回答予定	（初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき不確実性への配慮について説明予定（平成30年5月））
18	建屋の剛性低下により既設設備の健全性にどれだけ影響があるのかという観点で重点化しなければならない課題を抽出し説明すること。	H29.1.17	後日回答予定	（初期剛性低下の要因分析の一部として今後説明予定（平成30年2月））
19	乾燥収縮による初期剛性低下の要因及び地震後の剛性低下の要因（乾燥収縮によるひび割れの進展、地震の繰り返し荷重を受けたことにより発生するひび割れ）を分析、整理し説明すること。	H29.1.17	本日回答	H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 地震の繰り返し荷重が剛性低下に与える影響は小さいことを耐震壁実験より確認。 地震観測記録、文献調査により乾燥収縮が剛性低下に及ぼす影響について検討。
20	乾燥収縮によるひび割れに起因した剛性低下について、従来の設計体系における考え方を整理した上で、今回の設計体系における扱いを検討し説明すること。	H29.1.17	後日回答予定	（初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき事項と合わせて説明予定（平成30年2月））

女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表
(4条 耐震設計方針 建屋の耐震設計関連)

No	項目	審査 会合日	対応状況	回答
21	鉛直地震動用の解析モデルの建屋剛性が水平地震動用モデルと相違することの妥当性について、点検結果に基づくひび割れ状況が建屋剛性に及ぼす影響及び水平地震動との（相互）関係を踏まえて整理して説明すること。	H29. 1. 17	本日回答	H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 鉛直方向の建屋振動特性について、地震観測記録等の分析により、水平方向との差異等を検討。
22	建屋質点系モデルへの観測地震波の入力について、一次元波動論により算出した表面地盤の地震動も含まれた地中波（E＋F）を用いることの妥当性について整理して説明すること。	H29. 1. 17	後日回答予定	（入力地震動の算定の中で説明予定（平成30年1月））
23	p. 29の固有周期低下傾向のグラフについて、点検結果等によるひび割れ状況（乾燥収縮や地震起因によるひび割れ）との整合を踏まえ、観測記録から算出した固有振動数の低下傾向の要因を分析し説明すること。	H29. 1. 17	本日回答	H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 地震観測記録の分析により、各建屋の固有振動数の低下傾向やその要因について分析。
24	p. 37のオペフロ上部改造工事について、剛性復元、耐力向上の定量的データについて説明すること。	H29. 1. 17	本日回答	H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 オペフロ上部の耐震補強部材について、その目的、補強効果、地震応答解析モデルへの反映について説明。
25	ひび割れ点検調査計画や三次元FEMによる詳細な検討においてI W以外のS W等の健全性評価も含めて説明すること。	H29. 1. 17	H29. 6. 15一部説明 本日回答	H29. 6. 15資料1-4参照 H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 点検結果、質点系モデルおよび三次元FEM解析の結果より、建屋全体の健全性について確認。
26	耐震計算を実施する全ての建屋を対象に、3. 1 1地震及び3. 1 1以前の中小地震において確認される初期剛性の低下の程度、被害調査結果の概要、設計体系への反映方針について網羅的に整理し、原子炉建屋を全ての建屋の代表として検討していることがわかるよう説明すること。	H29. 1. 17	後日回答予定	（初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき事項と合わせて説明予定（平成30年2月））
27	ひび割れの点検結果と三次元FEMの解析結果の比較において、基礎スラブだけでなく上下動の影響が大きい床等のせん断以外の応力又はひずみについても着目して説明すること。	2017/6/15	本日回答	H29. 12. 26資料1-2-3, 1-2-4 3. 11地震等の建屋への影響についてせん断以外の応力等についても検討し、オペフロ階より上部の耐震壁について比較的大きな面外方向の応力が発生しているが、部材断面の検討結果、降伏曲げモーメントに対しては裕度があることを確認。点検結果でも、地震によるひび割れ幅の大きなひび割れは無いことを確認。

女川原子力発電所2号炉 指摘事項に対する回答一覧表
 (4条 耐震設計方針 建屋の耐震設計関連)

No	項目	審査 会合日	対応状況	回答
28	残留変位について、解析モデルの妥当性の観点も含めて定量的に示すこと。	2017/6/15	本日回答	H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 残留変位は、水平最大約0.4mm、鉛直最大約0.85mmであり、大きな残留変位は認めらなかった。
29	建屋の部位に要求される機能、役割を踏まえて影響評価内容と耐震設計との関係を整理した上で、影響評価を反映した設計体系を説明すること。	2017/6/15	後日回答予定	(初期剛性低下要因を説明後、設計体系に反映すべき事項と合わせて説明予定(平成30年2月))
30	乾燥収縮のひび割れと地震によるひび割れの状況を整理するに当たり、地震前のひび割れの状況と地震後の状況を踏まえた上で、今後予想される進展などを説明すること。	2017/6/15	後日回答予定	(ひび割れ状況の調査結果を含めた初期剛性低下の要因分析結果を説明予定(平成30年2月))
31	支持岩盤が剛性低下していないことについては、定性的な説明だけでなく、定量的にも評価を交えて説明すること。	2017/6/15	本日回答	H29.12.26資料1-2-3, 1-2-4 地盤系地震観測記録等による定量的な評価の結果、支持地盤に剛性低下が生じていないことを確認。