

女川原子力発電所2号炉 地震時における燃料被覆管の 閉じ込め機能の維持について (コメント回答)

設計基準対象施設について（第4条 地震による損傷の防止）

令和元年5月21日
東北電力株式会社

枠囲みの内容は、商業機密に属するため公開できません。

1. 審査会合での指摘事項一覧

No	項目	審査会合日	対応状況	回答
1	地震時の応力評価や疲労評価について、地震入力値算定での材料物性のばらつき及び水平2方向入力の影響を踏まえた評価の成立性を見通しを整理して提示すること。	H31.4.2	本日回答	材料物性のばらつき及び水平2方向入力の影響を踏まえた評価については、暫定評価結果からそれぞれの影響は軽微と考えている。 工認段階で女川2号炉における影響検討を実施する予定である。 (4条-別紙10-添3-2,6及び4条-別紙10-添4-1～3に記載)
2	地震時の影響評価について、鉛直加速度が1Gを超えていることを踏まえて、浮き上がりに対する評価を整理して提示すること。	H31.4.2	本日回答	既往知見より燃料集合体の浮き上り影響は軽微であると考えている。 工認段階で女川2号炉における影響検討を実施する予定である。 (4条-別紙10-添3-3,7及び別紙1 参考資料4に記載)
3	応力評価法として、スペーサ間及びスペーサ部はモンテカルロ法による統計的手法を、下部端栓溶接部は有限要素法による決定論的手法をそれぞれ用いていることについて、両評価手法が同等な保守性を有していることを整理して提示すること。	H31.4.2	本日回答	スペーサ間及びスペーサ部ではモンテカルロ法により応力設計比の統計的分布を求め95%確率上限値を評価することで保守性を持たせている。一方、FEM解析を使用する下部端栓溶接部では、各入力変数の統計的分布の95%確率上下限値を用いることで保守性を持たせている。 両手法のいずれについても、保守性を有した評価となっていることの説明をまとめ資料に追加した。 (4条-別紙10-添10-1～5に記載)

2. 審査会合での指摘事項に対する回答【No. 3】(1/3)

(1) 指摘事項

応力評価法として、スペーサ間及びスペーサ部はモンテカルロ法による統計的手法を、下部端栓溶接部は有限要素法による決定論的手法をそれぞれ用いていることについて、両評価手法が同等な保守性を有していることを整理して提示すること。

(2) 回答

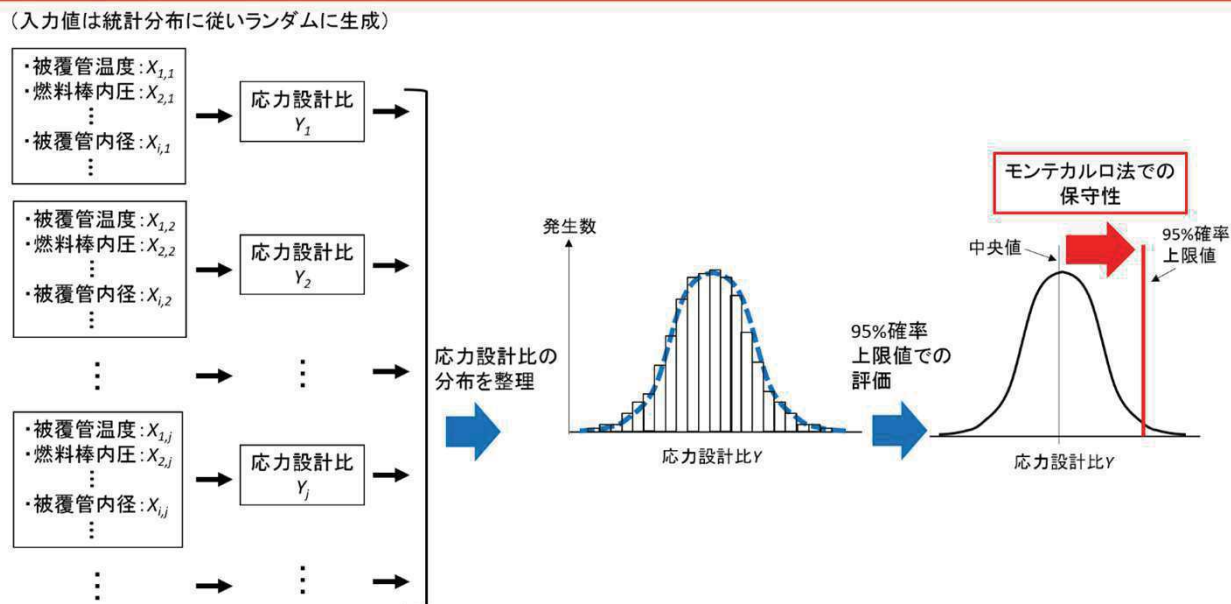
【1. 保守性確保の方法(P3参照)】

- 燃料被覆管の応力評価においては、高燃焼度8×8燃料の導入以降、スペーサ間及びスペーサ部の弾性解析ではモンテカルロ法、下部端栓溶接部のFEM解析では決定論的手法を用いて応力設計比を評価している。
- 応力設計比の入力変数の不確かさを考慮するため、製造実績、実機運転データ等を考慮し、それぞれの公称値を中央値として入力変数の統計的分布を設定している。
- スペーサ間及びスペーサ部のモンテカルロ法では、試行の繰り返しにより応力設計比の統計的分布を求め、95%確率上限値における応力設計比が1以下であることで当該部位の健全性を確認するとともに、評価結果に保守性を持たせている。
- 下部端栓溶接部の決定論的手法では、各入力変数に統計的分布における95%確率上下限値を用いることで保守性を持たせている。

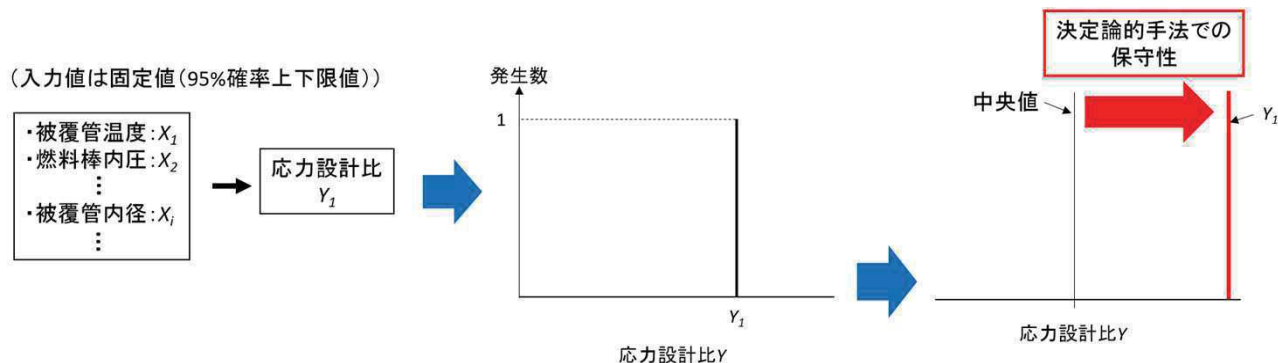
【2. 保守性有無の確認方法・結果(P4参照)】

- モンテカルロ法での保守性の確認として、スペーサ間の応力設計比の統計的分布における中央値と応力評価で用いた95%確率上限値の対比を行った。
- 決定論的手法の保守性の有無を把握する観点から、現行の解析モデルで変更可能なすべての入力変数を公称値とした解析結果と応力評価で用いた95%確率上下限値による解析結果の対比を行った。
- モンテカルロ法及び決定論的手法による応力設計比はともに中央値、あるいは公称値による解析結果よりも保守的な評価結果となった。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答【No. 3】(2/3)



(a) モンテカルロ法(スペーサ間及びスペーサ部)



(b) 決定論的手法(下部端栓溶接部)

モンテカルロ法及び決定論的手法における保守性の概念図

女川原子力発電所2号炉 設計基準対象施設について(4条 地震による損傷の防止)
別紙10 地震時における燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について
添付資料10 燃料被覆管の応力評価に用いる各評価手法の保守性について

2. 審査会合での指摘事項に対する回答【No. 3】(3/3)

決定論的手法における保守性の確認

モンテカルロ法における保守性の確認

a. 確認条件

項目	確認条件
燃料タイプ	9×9燃料(A型)
評価部位	スペーサ間
地震動と許容応力	弾性設計用地震動Sdに対して降伏応力Sy
運転条件	圧力過渡
評価点	寿命初期

b. 確認結果

中央値 (モンテカルロ法における中央値)	ベースケース (モンテカルロ法における95%確率上限値)
0.66	0.73

a. 確認条件

項目	確認条件
燃料タイプ	9×9燃料(A型)
評価部位	下部端栓溶接部
地震動と許容応力	弾性設計用地震動Sdに対して降伏応力Sy
運転条件	圧力過渡
評価点	寿命初期

b. 確認において変更した入力変数

応力成分	変更した入力変数	確認解析	ベースケース
内外圧力差に基づく応力	冷却材圧力	公称値	
	燃料棒内圧	公称値	
温度差に基づく応力		公称値	
		公称値	
		公称値	
許容応力		公称値	

c. 確認結果

確認解析 (公称値を入力)	ベースケース (95%確率上下限值を入力)
0.59	0.66

女川原子力発電所2号炉 設計基準対象施設について(4条 地震による損傷の防止)
別紙10 地震時における燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について
添付資料10 燃料被覆管の応力評価に用いる各評価手法の保守性について

枠囲みの内容は、商業機密に属するため公開できません。