

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-40-40_改0
提出年月日	2021年3月19日

補足-600-40-40 耐震評価における水中構造物の付加質量  
及び応答低減効果の考慮

目 次

1. 概要..... 1
2. 既工認及び今回工認における付加質量及び応答低減効果の考慮の有無について..... 1
3. 既工認及び今回工認での付加質量及び応答低減効果の考慮の違いについて.. 5
4. 付加質量及び応答低減効果の考慮方法詳細

: 今回提出範囲

## 1. 概要

水中構造物の耐震評価における付加質量及び応答低減効果について、既工認及び今回工認における考慮の有無及びその手法を整理した。

なお、本資料が関連する工認図書は以下のとおり。

- ・「VI-2 耐震性に関する説明書」（対象となる計算書の詳細は表 1 参照）

## 2. 既工認及び今回工認における付加質量及び応答低減効果の考慮の有無について

水中構造物の耐震評価における付加質量及び応答低減効果について、既工認及び今回工認における考慮の有無を表 1 に示す。なお、付加質量及び排除水体積質量の定義並びに考慮方法は、以下のとおりである。

### [定義]

#### (付加質量)

構造物が流体中で振動する場合において、あたかも質量が増加したような傾向（付加質量効果）を示すことから、流体による付加質量効果を模擬するための機器の形状により定まる仮想質量

#### (排除水体積質量)

機器が流体中にある場合に、機器－流体の相互作用による応答低減効果を模擬した質量

### [考慮方法]

理論式で求めた付加質量及び排除水体積質量を考慮して解析モデルを作成し、解析コードにより固有値解析、地震応答解析等を行う方法

表1 既工認及び今回工認における付加質量及び応答低減効果の考慮の有無について (1/3)

図書番号	図書名	既工認		今回工認		既工認と 今回工認の 相違点	備考
		付加質量	応答低減	付加質量	応答低減		
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	有	有	有	有	無	建屋－大型機器連成解析モデルにおいて付加質量，排除水体積質量を考慮
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	無	無	有	有	有	今回工認において，付加質量と排除水体積質量を考慮
VI-2-3-4-3-6	給水スパーージャの耐震性についての計算書	有	無	有	無	無	
VI-2-3-4-3-7	高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャの耐震性についての計算書	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	有	有	今回工認において，排除水体積質量を考慮
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	有	無	有	無	無	

表1 既工認及び今回工認における付加質量及び応答低減効果の考慮の有無について (2/3)

図書番号	図書名	既工認		今回工認		既工認と 今回工認の 相違点	備考
		付加質量	応答低減	付加質量	応答低減		
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	有	無	有	無	無	
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	—	—	有	無	有	今回工認での新規申請対象機器
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	—	—	有	無	有	今回工認での新規申請対象機器
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	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
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	有	無	有	無	無	
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）	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
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	有	無	有	無	無	
VI-2-5-5-1-4	ストレーナ部ティーの耐震計算書（高圧炉心スプレイ系）	有	無	有	無	無	
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	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮

表 1 既工認及び今回工認における付加質量及び応答低減効果の考慮の有無について (3/3)

図書番号	図書名	既工認		今回工認		既工認と 今回工認の 相違点	備考
		付加質量	応答低減	付加質量	応答低減		
VI-2-5-5-2-2	低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	有	無	有	無	無	
VI-2-5-5-2-4	ストレーナ部ティーの耐震計算書 (低圧炉心スプレイ系)	有	無	有	無	無	
VI-2-5-7-1-3	原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
VI-2-5-7-2-3	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
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	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
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	有	無	有	有	有	今回工認において、排除水体積質量を考慮
VI-2-9-4-1	ダウンカマの耐震性についての計算書	有	無	有	無	無	既工認では DB の評価として、連成モデル中のダウンカマにのみ付加質量を考慮。今回工認ではこれに加えて SA 時は水位が上昇するため、ベント管等へも付加質量を考慮。
VI-2-9-4-2	ベント管の耐震性についての計算書			有	無	無	
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	—	—	有	無	有	今回工認において、付加質量を考慮
VI-2-11-2-14	制御棒貯蔵ハンガの耐震性についての計算書	—	—	有	無	有	今回工認において、付加質量を考慮

3. 既工認及び今回工認での付加質量及び応答低減効果の考慮の違いについて

表 1 に整理した結果から、既工認と今回工認で考慮方法に相違がある設備について、今回工認における考え方を以下に示す。

○ 炉心シュラウド支持ロッド

炉心シュラウド支持ロッドについては、既工認において付加質量及び応答低減効果いずれも考慮せず気中を想定した評価を実施していた。今回工認では、炉内設備であることを踏まえ、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）に示されている燃料集合体と同じ考え方（表 1 のVI-2-3-2 に示すとおり既工認より考慮済）を適用し、炉心シュラウド支持ロッドを無限水中の円柱構造物とみなして算出した付加質量及び応答低減効果を考慮して評価を実施している。

○ 中性子束計測案内管，炉内計測装置（起動領域モニタ，出力領域モニタ）

中性子束計測案内管および炉内計測装置（起動領域モニタ，出力領域モニタ）については、既工認において付加質量は考慮していたが、応答低減効果は考慮していなかった。今回工認では、炉内設備であることを踏まえ、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）に示されている燃料集合体と同じ考え方（表 1 のVI-2-3-2 に示すとおり既工認より考慮済）を適用し、中性子束計測案内管等を無限水中の円柱構造物とみなして算出した付加質量及び応答低減効果を考慮して評価を実施している。

○ たて軸ポンプ（残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，低圧炉心スプレイ系ポンプ，原子炉補機冷却海水ポンプ，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）

たて軸ポンプ（残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，低圧炉心スプレイ系ポンプ，原子炉補機冷却海水ポンプ，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）については、既工認において付加質量は考慮していたが、応答低減効果は考慮していなかった。今回工認では、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）に示されている二重円筒構造の考え方を適用し、応答低減効果を考慮した評価を実施している。

○ 新規評価設備

表 1 に示す今回工認で新たに耐震評価を実施する設備は付加質量のみを考慮している。