

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-340-13 改0
提出年月日	平成30年3月13日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-13 【機電分耐震計算書の補足について】

平成30年3月

日本原子力発電株式会社

1. 炉内構造物への極限解析による評価の適用について
2. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法
3. 建屋－機器連成解析モデルの時刻歴応答解析における拡張マージンの考慮  
について
4. 機電設備の耐震計算書の作成について
5. 弁の動的機能維持評価の検討方針

下線：ご提出資料

## 1. はじめに

本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正（以下「技術基準規則解釈等の改正」という）を踏まえて、弁の動的機能維持の検討方針を示す。

## 2. 弁機能維持評価に用いる配管系の応答値について

技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、東海第二発電所の配管系に設置される弁の機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。規格基準に基づく手法として J E A G 4601 の当該記載部の抜粋を図 1 に示す。

### (1) 規格基準に基づく設計手順の整理

J E A G 4601 において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。

配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度（ZPA）を用いること、また、柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモーダル解析を行い算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。

### (2) 今回工認における東海第二発電所の設計手順

今回工認における東海第二発電所の弁駆動での応答加速度値の設定は、上記の J E A G 4601 の規定に加えて一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。

#### a. 剛の場合

配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の余裕を考慮し 1.2 倍した値 (1.2ZPA) を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。

#### b. 柔の場合

配管系の固有値が柔の場合は、J E A G 4601 の手順と同様にスペクトルモーダル解析を行い弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から 1.2 倍した最大加速度 (1.2ZPA) による弁駆動部の応答加速度を算定し、何れか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。

また、今回工認における弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモーダル解析において、剛領域の振動モードの影響を踏まえて、振動数領域を 20

H z から今回工認においては、50H z まで考慮した地震応答解析により、弁の応答加速度値の算定を行う。

弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び東海第二発電所の耐震設計手順の比較を表 1 に示す。表 1 に示すとおり、東海第二発電所における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の余裕を見込んだ値としている。

表 1 弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較

配管系の 固有値	J E A G 4601	東海第二発電所
剛の場合	最大加速度(1.0ZPA)を適用する。	最大加速度を 1.2 倍した値(1.2ZPA)を適用する。
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析* <sup>1</sup> から算定される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度を 1.2 倍した値(1.2ZPA)の何れか大きい方を適用する。

\* 1 振動数領域として 50H z まで考慮した地震応答解析により算定する。

(5) 地震応答解析

弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。

配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA（ゼロ周期加速度）であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。

なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5～2.5%の値を用いるものとする。

第 11 図 J E A G 4601 (1991) の抜粋

3. スペクトルモーダル解析における考慮する振動数領域の検討について

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価について、動的機能維持要求弁として主蒸気逃がし安全弁、主蒸気隔離弁が設置された主蒸気系配管に対して検討を行った。本検討では、東海第二発電所における従来の弁の機能維持評価に用いる振動数領域は 20Hz までとしていたが、新たに 50Hz、100Hz まで考慮したスペクトルモーダル解析を実施した。

解析結果として 50Hz まで振動数を考慮した場合については、20Hz に比べて応答加速度が増加したものの、100Hz まで考慮した場合には、50Hz の応答加速度に対して、弁の応答加速度値に増加がないことから、東海第二発電所における弁の機能維持評価に用いる周波数領域については、50Hz までを基本として評価を実施することとする。

また、本評価は代表的な弁での検討であるため、その他の動的機能要求弁についても同様の検討を行うことにより、機能維持の確認を行う。

## 高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価

## 1. はじめに

高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価として、主蒸気逃がし安全弁及び主蒸気隔離弁が設置された主蒸気系配管について、スペクトルモーダル解析にて考慮する範囲として  $20\text{Hz}$ 、 $50\text{Hz}$  及び  $100\text{Hz}$  までとし、各々評価結果として、弁駆動部の応答加速度を算定した。

## 2. 解析モデル

弁の機能維持評価に用いる主蒸気系配管の解析モデルを図 1 に示す。評価に用いる解析モデルは、原子炉压力容器ノズルから主蒸気隔離弁の下流側をアンカ点としたモデルであり、また主蒸気逃がし安全弁の排気管についてもモデル化している。

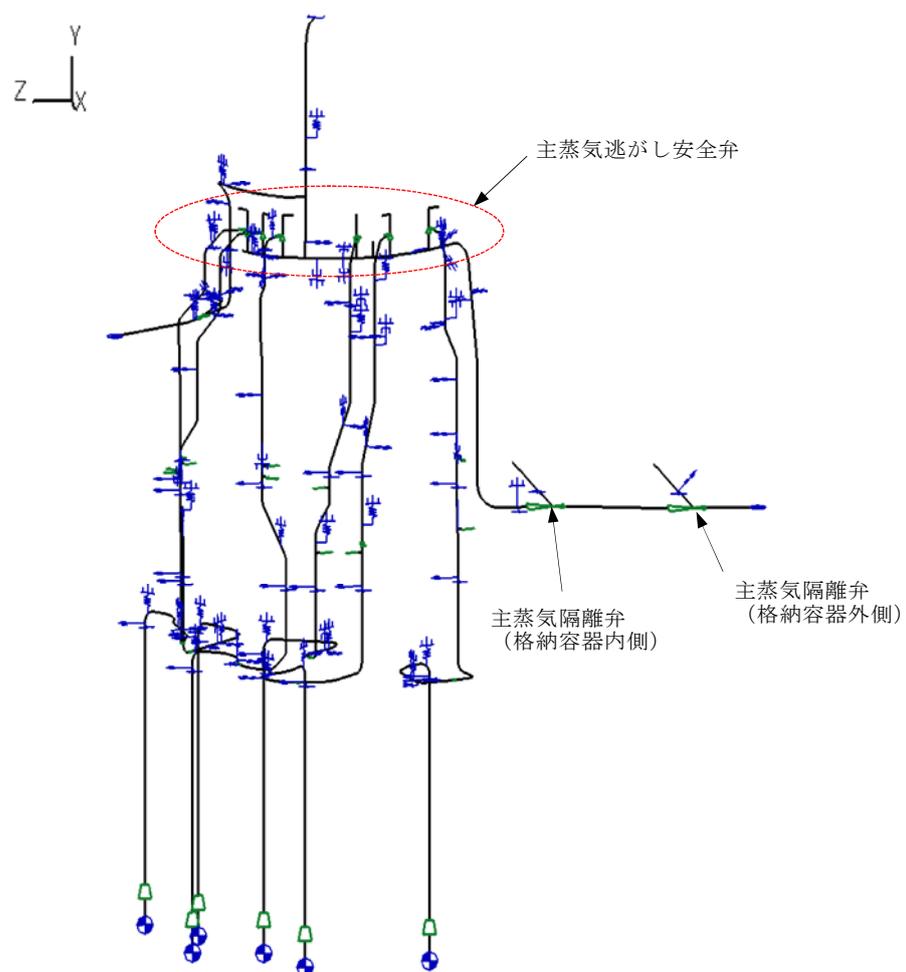


図 1 主蒸気系配管の解析モデル図

### 3. 入力条件

当該解析モデルは柔構造であることから、スペクトルモーダル解析から算定される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度を 1.2 倍した値(1.2ZPA)の何れか大きい方を適用して機能維持評価を行う。

スペクトルモーダル解析における入力条件としては、設計用床応答曲線に 1.5 倍の余裕を見込んだ加速度値を用いることとする。なお設計用床応答曲線の作成を 20Hz としていることから、20Hz を超えた範囲については、最大応答加速度を入力とする。

### 4. 解析結果

解析モデルを用いた地震応答解析による弁駆動部位置における応答加速度の算定結果を表 1 に示す。表 1 に示すとおり 20Hz の応答加速度に対して、50Hz まで考慮した応答加速度は増加しているものの、100Hz まで考慮した応答加速度は、50Hz に対して増加は認められなかった。

表 1 弁駆動部位置における応答加速度

弁名称	方向	スペクトルモーダル 解析(G)			最大加速度 (1.2ZPA) (G)		
		20Hz	50Hz	100Hz	20Hz	50Hz	100Hz
主蒸気逃がし安全弁	水平	5.41	5.52	5.52	1.54	1.54	1.54
	鉛直	1.84	2.05	2.05	1.24	1.24	1.24
主蒸気隔離弁 (格納容器内側)	水平	7.35	7.35	7.35	1.54	1.54	1.54
	鉛直	5.41	5.41	5.41	1.24	1.24	1.24
主蒸気隔離弁 (格納容器外側)	水平	4.90	5.00	5.00	1.54	1.54	1.54
	鉛直	3.88	3.88	3.88	1.24	1.24	1.24