

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-028-10-35 改0
提出年月日	2020年6月18日

重大事故等条件における下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び
鏡板の耐震評価方針について

1. はじめに

下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板（以下「スリーブ鏡板」という。）（所員用エアロック付き及び機器搬入用ハッチ付き）については、2020/5/1 ヒアリングにおいて、重大事故等時の固有周期及び発生応力値の算出について妥当性を説明するよう指摘を受けている。

本資料は上記指摘事項に対する対応方針を示すものである。なお、本資料ではスリーブ鏡板（所員用エアロック付き）を代表として説明するが、スリーブ鏡板（機器搬入用ハッチ付き）についても同様の方針とする。

2. 評価方針の概要

1. に記載する指摘事項を踏まえて、重大事故等条件におけるスリーブ鏡板について、固有周期の算出を3次元シェルモデルによる有限要素法（以下「FEM」という。）に基づく算出に変更する。固有周期の算出方法も含めた評価概要を表1に示す。また、各項目に対する詳細な説明を、3. 及び4. に示す。

表1 スリーブ鏡板の重大事故等時における耐震評価概要

項目	採用方針	(参考) 当初方針
固有値解析	重大事故等条件における固有値をFEMにより算出	FEMで求めた設計基準時固有値を重大事故条件の質量比及び温度比で補正して設定
震度設定	固有値よりも剛側における床応答スペクトルの最大加速度を採用する	同左
応力解析	FEMにより求めた重大事故等条件における単位加速度当たりの発生応力に震度を乗じて算出	同左

3. 固有値解析について

3. 1 固有値解析方法

スリーブ鏡板（エアロック付）の固有値解析におけるモデル化条件は下記の通りである。

a. スリーブ鏡板（エアロック付）の解析モデルは、3次元シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。解析モデルを図1に、諸元を表2に示す。

b. エアロックの没水による内部水荷重は、



c. 拘束条件は、スリーブ及び鏡板（エアロック付）のスリーブと原子炉格納容器との結合部を固定条件とする。

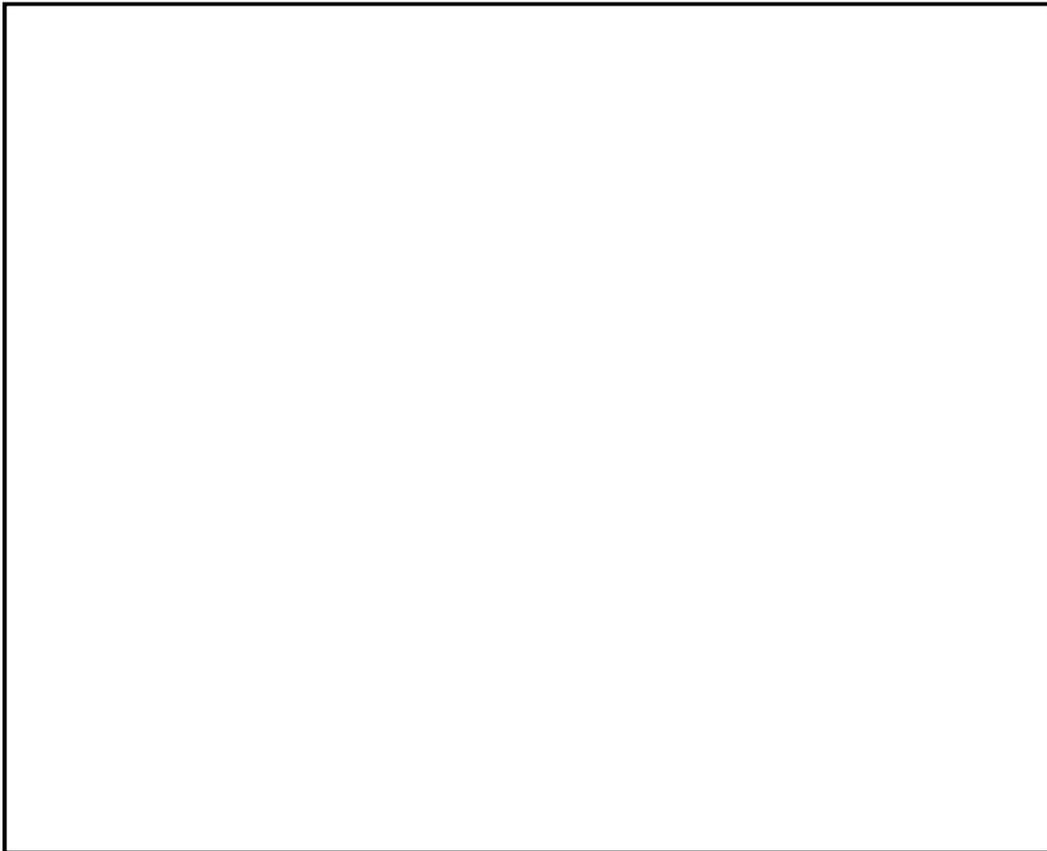


図1 解析モデル

表 2 解析モデル 諸元

項目		記号	単位	入力値
材質		—	—	SGV49 (SGV480相当)
機器 質量	下部ドライウェル所員用 エアロック	m_1	kg	19×10^3
	下部ドライウェルアクセス トンネルスリーブ及び鏡板	m_2	kg	16×10^3
水質量	下部ドライウェル所員用 エアロック	m_3	kg	軸(X)方向： 53×10^3 軸直角(Y, Z)方向： 44×10^3
	下部ドライウェルアクセス トンネルスリーブ及び鏡板	m_4	kg	軸(X)方向： 107×10^3 軸直角(Y, Z)方向：0
温度条件		T	°C	200
縦弾性係数		E	MPa	
ポアソン比		ν	—	0.3
要素数		—	—	
節点数		—	—	

3. 2 固有値解析結果

固有値解析結果について、軸方向の結果を表 3 に、軸直角方向の結果を表 4 に示す。また、振動モード図を図 2 に示す。

固有値解析モデルは、表 2 に示すように、軸方向及び軸直角方向で固有周期に対して寄与する水質量が変わるため、軸方向と軸直角方向用の解析モデルをそれぞれ設定し解析を実施している。

固有値解析結果から分かるように、柔領域において抽出されたモードは、軸方向、軸直角方向（水平）、軸直角方向（鉛直）の各 1 モードずつであり、いずれのモードにおいても、鏡板のシェルバネの影響でエアロックが各方向に変形するモードであることが確認できる。なお、表 3 の軸方向固有値算定モデルによる結果は、軸方向用に設定したモデルであるが、数値計算上、軸直角方向の結果が算出されてしまう。ここで、表 3 では、2 次モードの軸方向の刺激係数がわずかながら出力されているが、これは、軸直角方向（鉛直）のモードに引きずられ軸方向の応答が出てしまうことで、軸方向の刺激係数が出たものと考えられる。そのため、2 次モードは軸方向モードとして考える必要はなく、また、1 次モードは刺激係数が 0 であるため、3 次モードの周期 0.059[s]を軸方向の主要モードの固有値とみなすことができる。

表 3 固有値解析結果【速報値】
(軸方向固有値算定用モデルによる)

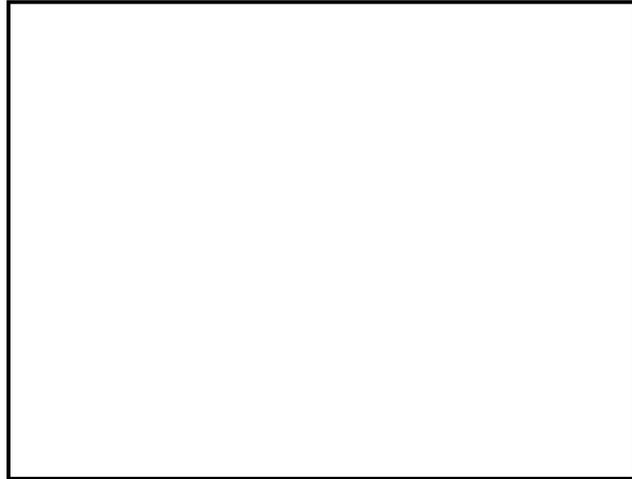
Mode No.	周期 s	刺激係数*		
		軸方向 : X	軸直角方向 (水平) : Y	軸直角方向 (鉛直) : Z
1	0.100			
2	0.096			
3	0.059			
4	0.042	—	—	—

* : 軸方向の固有値算定を目的としたモデルによる解析結果であるため、軸方向モードのみを抽出して記載している。

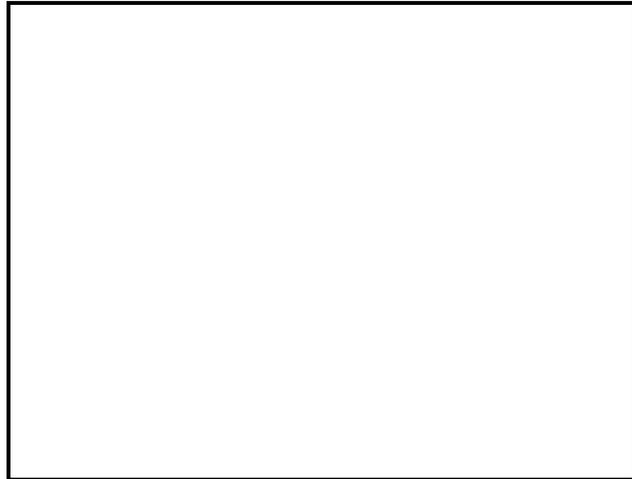
表 4 固有値解析結果【速報値】
 (軸直角方向固有値算定用モデルによる)

Mode No.	周期 s	刺激係数*		
		軸方向 : X	軸直角方向 (水平) : Y	軸直角方向 (鉛直) : Z
1	0.090			
2	0.087			
3	0.046	—	—	—

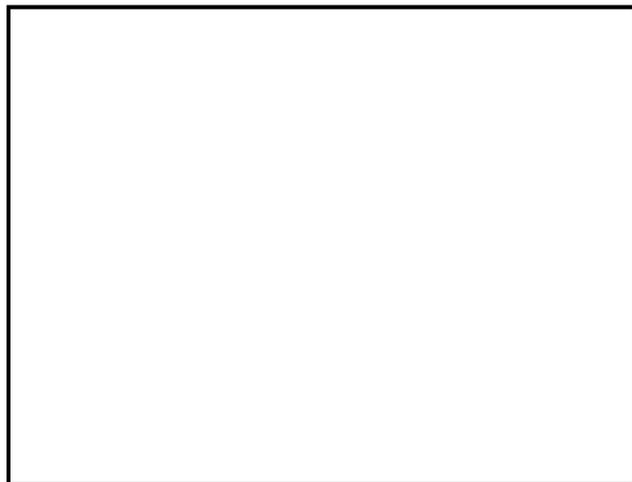
* : 軸直角方向の固有値算定を目的としたモデルによる解析結果であるため、軸直角方向モードのみを抽出して記載している。



(a) 軸方向 : 0.059sec



(b) 軸直角方向 (水平) : 0.090sec



(c) 軸直角方向 (鉛直) : 0.087sec

図2 モード変形図 (赤 : 変形前)

4. 震度の選定及び応力算出について

3. 2項に記載の通り、固有値解析の結果、スリーブ鏡板の固有値は柔領域において各方向のモードが1つのみである。従って、図3の通り、エアロックを質点、スリーブ鏡板をバネとした、一質点系モデルと同様の挙動とみなすことができる。

以上のことから、各方向の固有周期に対応する震度を応力評価に用いるものとする。つまり、各方向の固有値に対応する震度を、三次元シェルモデルによる有限要素法解析により求めた単位加速度に対する応力解析結果に乗じて、地震による発生応力を求める。なお、解析モデルは2020/4/23提出のKK7添2-040-5改1(V-2-9-2-4 下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板(所員用エアロック付)の耐震性についての計算書)と同一のものを使用する。

なお、この考え方は鋼製格納容器のハッチ類の耐震評価に従前より用いられている手法である。

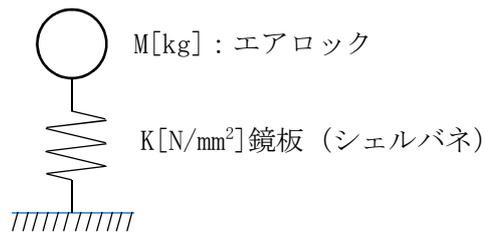


図3 スリーブ鏡板の一質点系モデル図

5. 今後について

上記評価方針に沿った評価結果を掲載した計算書を作成次第、提出させて頂く。

以上