

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

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-028-10-53-1
提出年月日	2020年8月4日

下部ドライウェルアクセストンネルへ入力する 相対変位の妥当性について

1. 概要

下部ドライウェルアクセストンネルは、原子炉格納容器と原子炉本体の基礎の間にある構築物のため、これらの構築物の相対変位を考慮した設計を行っている。

本書では下部ドライウェルアクセストンネルへ入力する相対変位の妥当性を確認するために、相対変位算出の詳細を示す。

2. 相対変位の算出方法

下部ドライウェルアクセストンネルに入力する相対変位は、既工認同様に水平地震による相対変位を除いて、原子炉格納容器と原子炉本体の基礎をモデル化した RCCV 躯体解析結果から求め、水平地震による相対変位は躯体解析結果と大型機器連成モデルによる相対変位の和とする。ただし、既工認にはなかった大型機器連成モデルによる鉛直方向の相対変位は、計算上の処理として、表1の注記*4及び表2の注記*3のように水平地震による相対変位の鉛直方向（Z軸成分）変位に加える。（組合せ応力算出時に鉛直と水平地震による応力は足し合わせるので、どちらかの応力に相対変位による応力が含まれていれば、発生応力算出には影響ない）

RCCV 躯体解析結果には2基のアクセストンネル（機器搬入用ハッチ側と所員用エアロック側）の包絡値を用い、10%の設計マージンを考慮する。

さらに、既工認の相対変位との包絡も行い保守的になるよう設定する。以下に算出式を示す。

<水平地震以外の相対変位算出方法>

アクセストンネル評価用相対変位

$$= \text{Max} \{ \text{① } 1.1 \times \text{RCCV 躯体相対変位 (Max (機器搬入用ハッチ側, 所員用エアロック側))}, \\ \text{② 既工認相対変位} \}$$

<水平地震の相対変位算出方法>

アクセストンネル評価用相対変位

$$= \text{Max} \{ \text{① } 1.1 \times \text{RCCV 躯体相対変位 (Max (機器搬入用ハッチ側, 所員用エアロック側))} \\ + \text{大型機器連成モデルの相対変位, ② 既工認相対変位} \}$$

3. 相対変位の算出結果

各評価条件における下部ドライウェルアクセストンネルの相対変位の算出結果を表1～3に示す。

表1. 下部ドライウェルアクセストンネルの相対変位（設計基準対象施設）：耐震計算書用

(単位：mm)

項目	RCCV躯体解析結果(a)*1			大型機器連成モデル算出値(b)			①(a)と(b)の合算値*2			②既工認記載値			本申請記載値 (Max (①, ②))		
	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向
	軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向	
荷重*3	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
鉛直方向Sd*地震															
水平方向Sd*地震															
鉛直方向Ss地震															
水平方向Ss地震															

注記*1：解析結果に10%の裕度を考慮したもの。

*2：水平方向地震荷重はRCCV躯体解析結果と大型機器連成モデル算出値（水平方向及び鉛直方向）を足し合わせる。

*3：設計基準対象施設としての地震荷重以外による相対変位は既工認記載値を用いる。

*4：大型機器連成モデルの鉛直地震用モデルによる鉛直地震相対変位

表2. 下部ドライウェルアクセストンネルの相対変位（重大事故等対処設備）：耐震計算書用

(単位：mm)

項目	RCCV躯体解析結果(a)*1			大型機器連成モデル算出値(b)			①(a)と(b)の合算値*2			②既工認記載値			本申請記載値 (Max (①, ②))		
	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向
	軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向	
荷重	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
内圧(SA後長期：D/W 620kPa, S/C 620kPa)															
内圧(SA後長々期：D/W 150kPa, S/C 150kPa)															
差圧(SA後長期：D/W 620kPa, S/C 447kPa)															
差圧(SA後長々期：D/W 150kPa, S/C 50kPa)															
鉛直方向Sd地震(SA後長期)															
水平方向Sd地震(SA後長期)															
鉛直方向Ss地震(SA後長々期)															
水平方向Ss地震(SA後長々期)															
チャギング荷重(SA後長期)															

注記*1：解析結果に10%の裕度を考慮したもの。

*2：水平方向地震荷重はRCCV躯体解析結果と大型機器連成モデル算出値（水平方向及び鉛直方向）を足し合わせる。

*3：大型機器連成モデルの鉛直地震用モデルによる鉛直地震相対変位

表3. 下部ドライウェルアクセストンネルの相対変位（重大事故等対処設備）：強度計算書用

(単位：mm)

項目	RCCV躯体解析結果(a)*1			大型機器連成モデル算出値(b)			①(a)と(b)の合算値			②既工認記載値			本申請記載値 (Max (①, ②))		
	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向
	軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向		軸直角方向	軸方向	
荷重	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
内圧(SA後：D/W 620kPa, S/C 620kPa)															
内圧(SA後：D/W 310kPa, S/C 310kPa)															
差圧(SA後：D/W 620kPa, S/C 447kPa)(設計差圧)															
差圧(SA後：D/W 520kPa, S/C 620kPa)(逆差圧)															
蒸気凝縮振動荷重(SA後)															
チャギング荷重(SA後)															
逃がし安全弁作動時荷重(SA後)															

注記*1：解析結果（告示452号とCCV規格の包絡値）に10%の裕度を考慮したもの。

4. まとめ

下部ドライウェルアクセストンネルに入力する相対変位は原子炉格納容器と原子炉本体の基礎をモデル化した RCCV 躯体解析結果から算出しており、水平地震に対しては大型機器連成モデルの結果も考慮していることから妥当である。

また、設計マージンや既工認相対変位との包絡なども考慮し、保守的な設定としている。

<参考：耐震計算書と強度計算書の SA 時相対変位の差について>

1. 概要

表 2（耐震計算書用）と表 3（強度計算書用）の RCCV 躯体解析結果のうち、内圧（D/W 620kPa, S/C 620kPa）及び差圧（D/W 620kPa, S/C 447kPa）による相対変位が 1.25～1.4 倍程度の差がある。

これは RCCV 躯体の解析モデルが耐震解析と強度解析で異なるために生じた差だと考えられる。以下に耐震解析と強度解析の RCCV 躯体解析モデルの差を示す。

2. RCCV 躯体解析モデル

耐震解析と強度解析の RCCV 躯体解析モデルの差を表 1 に示す。

表 1. SA 時の耐震及び強度解析モデルの比較

		耐震	強度*
要素タイプ		シェル要素	
ヤング 係数	コンクリート	$2.88 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$	$1.31 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
	鉄筋	$2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$	$1.85 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
モデル化範囲		360° 全周	

注記*：強度解析モデルの温度条件は 200℃を考慮

3. まとめ

表 1 に示した解析モデルの差より、強度解析では縦弾性係数が温度影響を考慮して小さく（柔らかく）なっているため、同じ荷重条件であっても強度解析の相対変位が耐震解析より大きくなったと考えられる。