

本資料のうち、枠囲みの内容は
商業機密の観点から公開できま
せん。

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-19-0600-40-46_改0
提出年月日	2021年8月27日

補足-600-40-46 原子炉格納容器シヤラグの鉛直地震荷重の考慮
について

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-9-2-1-3 原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書」において、鉛直方向地震荷重を考慮していないことについて、鉛直地震時においても、原子炉格納容器スタビライザ（以下「PCV スタビライザ」という。）の構成部品である内側マイルシヤラグと原子炉格納容器シヤラグ（以下「PCV シヤラグ」という。）の構成部品である内側フィメールシヤラグとの間、並びに外側マイルシヤラグと外側フィメールシヤラグとの間が鉛直方向に接触しないことを示し、その妥当性を説明するものである。

2. 検討内容

PCV シヤラグの構造概要を、図 1 に示す。

水平方向の荷重は、PCV スタビライザの内側マイルシヤラグから内側フィメールシヤラグ、外側マイルシヤラグの順に伝えられ、外側フィメールシヤラグを介して、原子炉建屋に伝達される。

内側マイルシヤラグ、内側フィメールシヤラグ、外側マイルシヤラグ及び外側フィメールシヤラグの位置関係を示した模式図を図 2 に示す。内側マイルシヤラグが差し込まれる内側フィメールシヤラグの幅と内側マイルシヤラグの幅、並びに外側マイルシヤラグが差し込まれる外側フィメールシヤラグの幅と外側マイルシヤラグの幅はほぼ同じであり、内側マイルシヤラグの水平方向の荷重を内側フィメールシヤラグで、並びに外側マイルシヤラグの水平方向の荷重を外側フィメールシヤラグで受ける構造になっている。一方、内側フィメールシヤラグ、並びに外側フィメールシヤラグの高さは鉛直方向に荷重が作用しない構造となっており、内側フィメールシヤラグと内側マイルシヤラグ及び外側フィメールシヤラグと外側マイルシヤラグとは鉛直方向に間隙を有して接触しない構造となっている。

本検討においては、以下に示すとおり、ドライウエルの各荷重の組合せにおける圧力及び熱膨張による変位、地震時における相対変位、PCV スタビライザの熱膨張による変位、PCV スタビライザの地震時変位より、内側シヤラグ及び外側シヤラグの鉛直方向間隙変化量を確認することにより、内側マイルシヤラグと内側フィメールシヤラグ、並びに外側マイルシヤラグと外側フィメールシヤラグとが鉛直方向に接触しないことを確認する。

2.1 図面寸法におけるシヤラグ間隙

図面寸法におけるマイルシヤラグとフィメールシヤラグの鉛直方向間隙(図 1 参照)は、内側シヤラグで mm, 外側シヤラグで mm である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 圧力・熱膨張によるドライウエルの変位に伴うシヤラグ間隙変化

ドライウエルの各荷重の組合せにおける圧力及び熱膨張による変位に伴うシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量は表1に示すとおりである。ドライウエルは鉛直上向き、水平外向きに変位し、内側シヤラグの間隙増加、外側シヤラグの間隙減少を生じさせる。荷重の組合せに示す記号は、添付書類「VI-2-9-2-1-3 原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書」にて定義している記号と同一である。

表1 ドライウエルの圧力・熱膨張による変位に伴うシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量

(単位：mm)

荷重の組合せ		内側シヤラグ	外側シヤラグ
(1)	$D + P + M + S d^*$		
(2)	$D + P + M + S s$		
(3)	$D + P_L + M_L + S d^*$		
(4)	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$		
(5)	$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$		

備考：正の値は間隙の増加，負の値は間隙の減少を示す。

2.3 地震時における相対変位に伴うシヤラグ間隙変化

今回工認における地震時相対変位によるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量は、添付書類「V1-2-3-2 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」に記載の解析モデルから算出し、表2のとおりである。内側シヤラグは、原子炉しゃへい壁と原子炉格納容器との相対変位を考慮する。外側シヤラグは、原子炉格納容器と原子炉建屋との相対変位を考慮する。

表2 地震時相対変位によるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量

(単位：mm)

荷重の組合せ		内側シヤラグ	外側シヤラグ
(1)	$D + P + M + S d^*$		
(2)	$D + P + M + S s$		
(3)	$D + P_L + M_L + S d^*$		
(4)	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$		
(5)	$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$		

備考：負の値は間隙の減少を示す。

2.4 PCV スタビライザの熱膨張によるシヤラグ間隙変化

PCV スタビライザの熱膨張によるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量は表 3 に示すとおりである。PCV スタビライザが水平外向きに熱膨張するとき、内側シヤラグの間隙減少を生じさせる。

表 3 PCV スタビライザの熱膨張によるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量

(単位：mm)

荷重の組合せ		内側シヤラグ	外側シヤラグ
(1)	$D + P + M + S_d^*$		該当無し
(2)	$D + P + M + S_s$		
(3)	$D + P_L + M_L + S_d^*$		
(4)	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$		
(5)	$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$		

備考：負の値は間隙の減少を示す。

2.5 地震時における PCV スタビライザのたわみによるシヤラグ間隙変化

今回工認における地震時の PCV スタビライザの鉛直方向へのたわみによるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量は表 4 に示すとおりである。PCV スタビライザは、原子炉しゃへい壁側を固定端とし、パイプの質量を分布荷重、内側メイルシヤラグの質量を集中荷重とした片持はりを仮定し、内側シヤラグの間隙を減少させる鉛直上向きの変位を考慮する。

表 4 地震時の PCV スタビライザの鉛直方向へのたわみによるシヤラグ部の鉛直方向間隙変化量

(単位：mm)

荷重の組合せ		内側シヤラグ	外側シヤラグ
(1)	$D + P + M + S_d^*$		該当無し
(2)	$D + P + M + S_s$		
(3)	$D + P_L + M_L + S_d^*$		
(4)	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$		
(5)	$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$		

備考：負の値は間隙の減少を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 結論

2章の内容をまとめると表5及び表6のとおりであり、熱膨張を考慮した際の地震時鉛直方向間隙は、内側シヤラグの最小値で mm、外側シヤラグの最小値で mm となる。

すなわち、鉛直地震時であっても、内側メイルシヤラグと内側フィメイルシヤラグとの間、並びに外側メイルシヤラグと外側フィメイルシヤラグとの間において、鉛直方向に接触しないことが確認できることから、PCV シヤラグの応力計算において、鉛直方向地震荷重を考慮していないことは問題なく、妥当である。

表5 内側シヤラグの地震時鉛直方向間隙算出結果

(単位：mm)

	荷重の組合せ番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
①	図面寸法（据付時）					
②	圧力・熱膨張によるドライ ウェル変位に伴う間隙変化					
③	地震時相対変位に伴う間隙 変化					
④	PCV スタビライザの熱膨張 に伴う間隙変化					
⑤	地震時 PCV スタビライザの たわみに伴う間隙変化					
結果	地震時鉛直方向間隙 (①+②+③+④+⑤)					

表6 外側シヤラグの地震時鉛直方向間隙算出結果

(単位：mm)

	荷重の組合せ番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
①	図面寸法（据付け時）					
②	圧力・熱膨張によるドライ ウェル変位に伴う間隙変化					
③	地震時相対変位に伴う間隙 変化					
結果	地震時鉛直方向間隙 (①+②+③)					

備考1：正の値は間隙の増加，負の値は間隙の減少を示す。

2：荷重の組合せと組合せ番号の対応は以下のとおり。

(1) : $D + P + M + S d^*$

(2) : $D + P + M + S s$

(3) : $D + P_L + M_L + S d^*$

(4) : $D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$

(5) : $D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

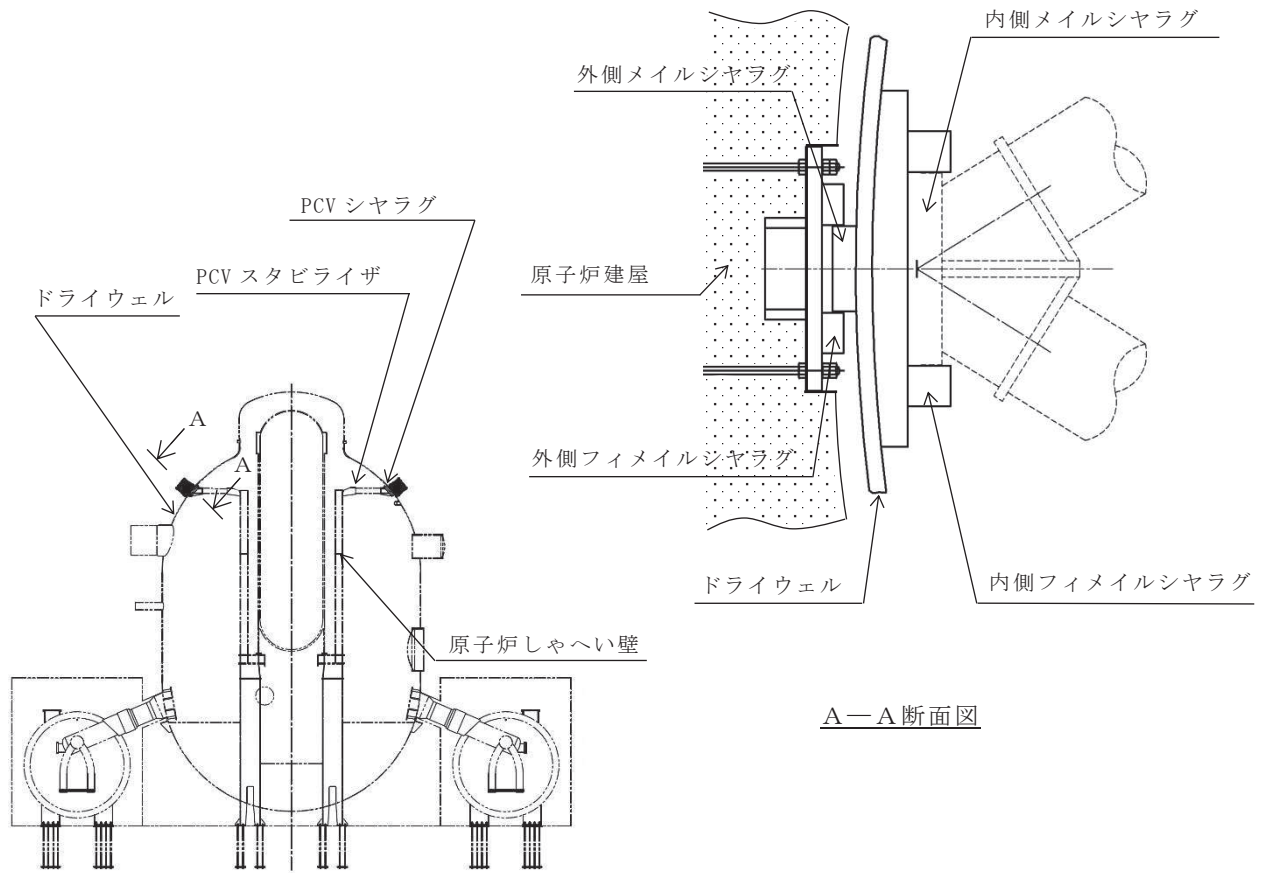


図 1 PCV シヤラグの構造概要

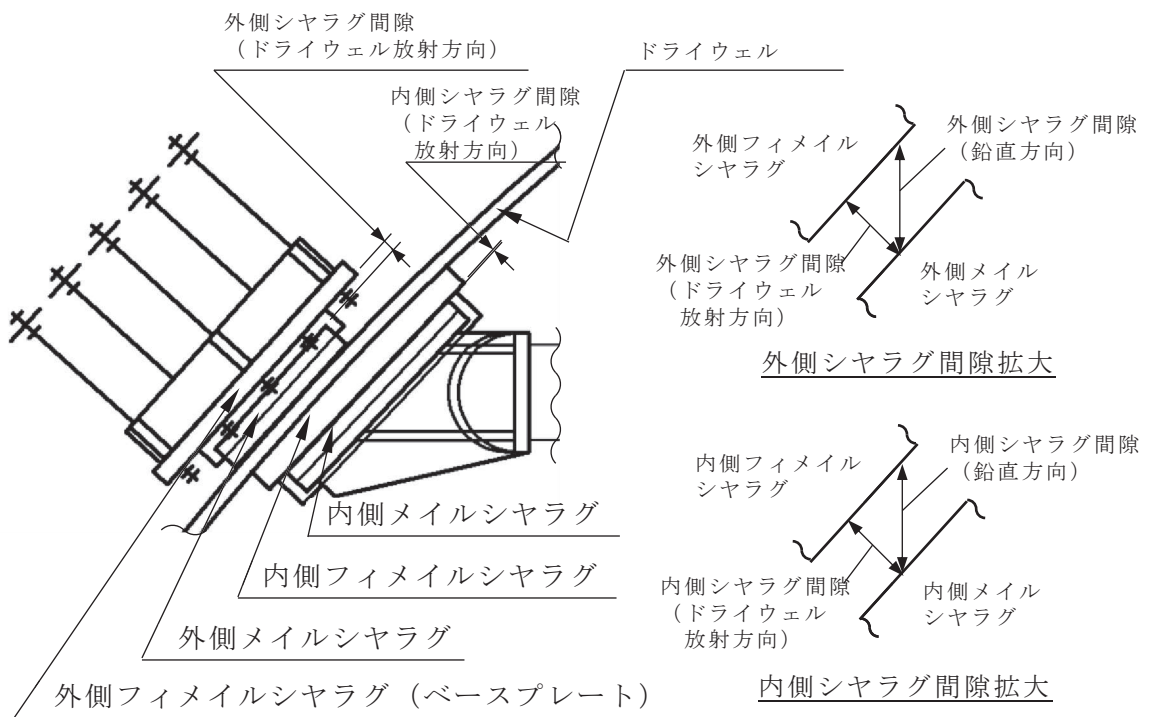


図 2 内側シヤラグ及び外側シヤラグの間隙の定義