

女川原子力発電所2号炉 原子炉格納容器の限界温度・限界圧力 に関する評価結果

平成30年6月28日
東北電力株式会社

目次

1. 評価対象部位及び評価方法
2. 評価結果
3. 審査会合での指摘事項に対する回答

1. 評価対象部位及び評価方法

女川2号炉の重大事故等対策の有効性評価において、原子炉格納容器の限界温度・限界圧力をそれぞれ200℃、2Pd (0.854MPa[gage], Pd: 最高使用圧力(0.427MPa[gage]))としていることから、当該環境において原子炉格納容器の閉じ込め機能が維持されることを確認する。

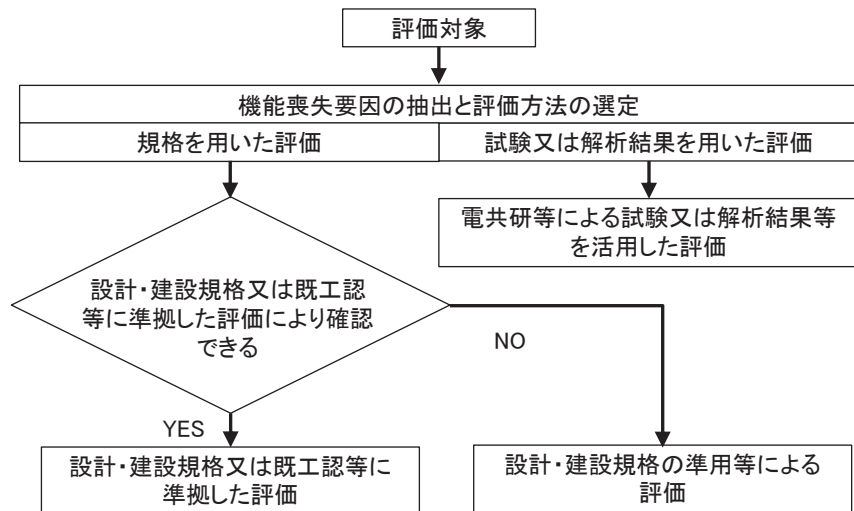


図1 評価対象の評価方法概要

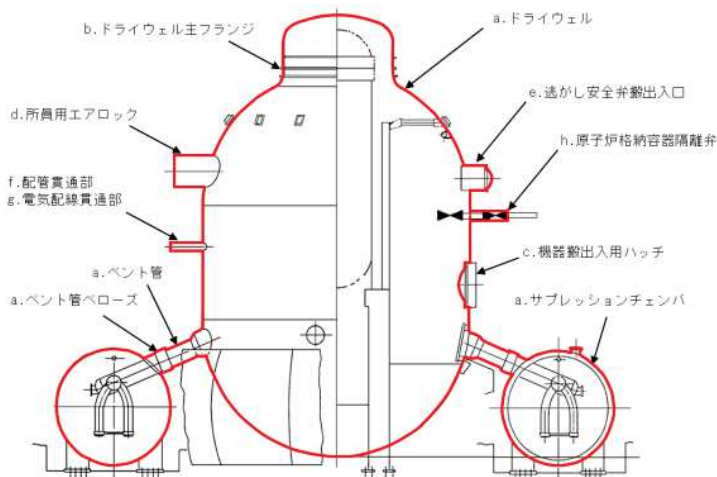


図2 評価対象部位

表1 評価対象の評価内容

評価対象部位		想定される機能喪失要因	評価方法
a	原子炉格納容器本体	延性破壊 疲労破壊	有限要素法による弾塑性解析 設計・建設規格の準用 既工認値を用いた評価
b	ドライウェル主フランジ	延性破壊 シール能力低下	有限要素法による弾塑性解析 圧縮永久ひずみ試験結果
c	機器搬出入用ハッチ	延性破壊 座屈 シール能力低下	有限要素法による弾塑性解析 設計・建設規格の準用 機械工学便覧の式の準用 圧縮永久ひずみ試験結果
d	所員用エアロック	延性破壊 シール能力低下	既工認値を用いた評価 設計・建設規格の準用 機械工学便覧の式の準用 材料特性 圧縮永久ひずみ試験結果
e	逃がし安全弁搬出入口	延性破壊 シール能力低下	設計・建設規格の準用 有限要素法による弾塑性解析 圧縮永久ひずみ試験結果
f	配管貫通部	延性破壊 座屈 シール能力低下	設計・建設規格の準用 JIS 圧縮永久ひずみ試験結果
g	電気配線貫通部	延性破壊 シール能力低下	設計・建設規格の準用 既往試験結果
h	原子炉格納容器隔離弁	延性破壊 シール能力低下	レーティング設計 材料特性 圧縮永久ひずみ試験結果 漏えい試験結果

2. 評価結果(1/2)

評価対象	評価部位	評価方法の概要	評価値	判定値
原子炉格納容器 本体	構造・形状不連続部	代表プラントの原子炉格納容器全体構造の解析結果を適用し、許容圧力を評価	約4.4Pd ~ 6.0Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	一般部	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約2.6Pd以上 (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	ドライウェル基部	既工認の評価値を用いて評価	□ MPa (一次+二次応力)	501MPa以下
	ベント管ベローズ	設計・建設規格に準拠し、疲労累積係数を評価	□ (疲労累積係数)	1以下
ドライウェル 主フランジ	フランジ及び締付ボルト	代表プラントの主フランジ構造の解析結果を適用し、許容圧力を評価	約3.9Pd ~ 4.4Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	シール部	実機モデルの有限要素法による開口量評価 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	約□ mm (開口量)	許容開口量 □ mm以下
機器搬出入用ハッチ	円筒胴取付部	代表プラントのペネトレーション構造の解析結果を適用し、許容圧力を評価	約4.1Pd ~ 4.7Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	円筒胴	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約7.6Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	鏡板	機械工学便覧の座屈評価式を準用し、許容圧力を評価	約8.9Pd (許容圧力(座屈))	2Pd(0.854MPa) 以上
	シール部	実機モデルの有限要素法による変形量評価 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	□ mm (変形量(開口量))	許容変形量 □ mm以下
所員用エアロック	扉及び隔壁	既工認の評価値を用いて、許容圧力を評価	約2.9Pd以上 (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	円筒胴	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約8.0Pd以上 (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	扉のシール部	機械工学便覧のはりのたわみ計算式による変位量を評価 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	□ mm (開口量)	許容開口量 □ mm以下
	扉以外のシール部	PEEK材の材料特性 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	・200°Cで耐性あり (改良EPDM材) ・250°C(PEEK材)	200°C以上
逃がし安全弁 搬出入口	円筒胴及び鏡板	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約19.6Pd以上 (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	フランジ及びヒンジボルト	代表プラントのハッチタイプフランジ構造の解析結果を適用し、許容圧力を評価	約4.1Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa) 以上
	シール部	代表プラントのハッチタイプフランジ構造の開口量評価 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	□ mm (開口量)	許容開口量 □ mm以下

2. 評価結果(2/2)

評価対象	評価部位	評価方法の概要	評価値	判定値
配管貫通部	貫通配管	設計・建設規格を準用し、一次+二次応力を評価 許容応力を超過する場合は、設計・建設規格に準拠し、疲労累積係数を評価	0.0036 (疲労累積係数)	1以下
	貫通部	代表配管について、設計・建設規格を準用し、一次+二次応力を評価 許容応力を超過する場合は、設計・建設規格に準拠し、疲労累積係数を評価	311MPa (一次+二次応力)	501MPa以下
	スリーブ	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価(内面に圧力を受けるスリーブ)	約37.1Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
		設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価(外面に圧力を受けるスリーブ)	約20.6Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
	端板	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約11.4Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
配管貫通部 (フランジ部)	ボルト締付平板	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約2.7Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
	フランジ	JIS B 8265を適用し、フランジの発生応力を評価	□ MPa	292MPa以下
	締付ボルト	JIS B 8265を適用し、ボルトの所要総断面積を評価	□ mm ² (所要総断面積)	総断面積 □ mm ² 以下
	シール部	一般式によるフランジ開口量評価 改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果により評価	約□ mm(開口量)	許容開口量(□ mm) 以下
配管貫通部 (閉止板)	閉止板	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約10.8Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
配管貫通部 (伸縮継手)	伸縮継手	設計・建設規格に準拠し、疲労累積係数を評価	0.1067 (疲労累積係数)	1以下
配管貫通部 (短管)	短管	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	約25.0Pd (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
電気配線貫通部	スリーブ	「配管貫通部 スリーブ」に合わせて評価	—	—
	アダプタ	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	・高電圧:約30.4Pd ・低電圧:約37.0Pd	2Pd(0.854MPa)以上
	ヘッダ	設計・建設規格を準用し、許容圧力を評価	・高電圧:約33.7Pd ・低電圧:約69.0Pd	2Pd(0.854MPa)以上
	モジュール	電共研、NUPEC及び過去の環境試験の原子炉格納容器電気ペネトレーションの特性・健全性確認試験結果を用いて評価	漏えいなし	気密性を維持すること
原子炉格納容器 隔離弁	弁箱	弁の圧力レーティング設計により、許容圧力を評価	約3.0Pd以上 (許容圧力)	2Pd(0.854MPa)以上
	シール材	PEEK材の材料特性、改良EPDM材の圧縮永久ひずみ試験結果 蒸気加熱漏えい試験結果により評価	・200°Cで耐性あり (改良EPDM材) ・250°C(PEEK材) ・漏えいなし	200°C以上 シール機能維持

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.1)

(1) 指摘事項

- ・部位毎の評価において、時間条件付きで健全性を確認した場合はそれを明示すること。

(2) 回答

- 構造部については、経時的に変化しないため時間による影響はない。
- シール部に対する評価は、試験結果に基づき168時間後の健全性を確認している。
- 168時間後における評価を行っている部位は、以下のとおり。
 - ・ ドライウェル主フランジ(シール部)
 - ・ 機器搬出入用ハッチ(シール部)
 - ・ 所員用エアロック(シール部)
 - ・ 逃がし安全弁搬出入口(シール部)
 - ・ 配管貫通部(シール部)
 - ・ 電気配線貫通部(モジュール)
 - ・ 原子炉格納容器隔離弁(シール部)

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.3,4,5,6)

(1) 指摘事項

- 改良EPDMの試験条件がシビアアクシデント環境を適切に模擬できていることを説明すること。
- 負荷がかかっている状態でオートクレーブの試験ができているということを説明すること。
- シール材が運転中の環境(放射線量、温度)を考慮してもSA時に問題のないことを示すこと。
- 自社研のデータを採用している場合は、第三者のレビューなり、客観的な妥当性を説明すること。また、改良EPDMの圧縮永久ひずみ試験に関する文献等を示すこと。

(2) 回答

➤ 改良EPDM材の試験は、運転中の環境及び重大事故時の環境を適切に考慮し実施している。

a. 実機環境と試験条件の比較

- 想定される重大事故時の積算放射線量及び温度を包絡した条件にて試験を実施

表 実機環境と試験条件の比較

	重大事故時 実機環境	圧縮永久 ひずみ試験	実機フランジ 模擬試験*1	原子炉格納容器 隔離弁模擬試験*2
シール材の 放射線環境	金属にて囲まれて いる	直接曝露	直接曝露	直接曝露
積算放射線量	□ kGy	□ kGy	□ kGy	□ kGy
温度	200℃以下	200℃, 168時間	200℃, 168時間	200℃, 168時間
放射線と熱の 付与順番	同時	放射線→熱*3	放射線→熱*3	放射線→熱*3

*1: 日本原子力学会2015年秋の大会「改良EPDM材料の格納容器フランジシール部への適用性評価(1)実機フランジ模擬試験計画、(2)実機フランジ模擬試験の実施」

*2: 日本原子力学会2015年秋の大会「改良EPDM材料の格納容器バタフライ弁への適用性 (1)実機バタフライ弁模擬試験の実施」

*3: 既往文献をもとに劣化が最大となる順番で付与

b. 通常運転中の劣化の考慮

- 改良EPDM材は、通常運転中の温度環境では劣化は軽微、かつ原子炉格納容器開口部のシール材は定期検査ごとに取り替えるため、試験条件の保守性に包絡される
- PEEK材は、耐放射線性(10⁷Gy)及び耐熱性(250℃)を持つため、通常運転時及び重大事故時を考慮しても健全性は確保される
- 電気配線貫通部は、長期間継続使用するが、通常運転中の劣化を考慮した試験により健全性を確認している

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「補足6 経年劣化を考慮したシール機能について」

「補足7 改良EPDM材の試験について」

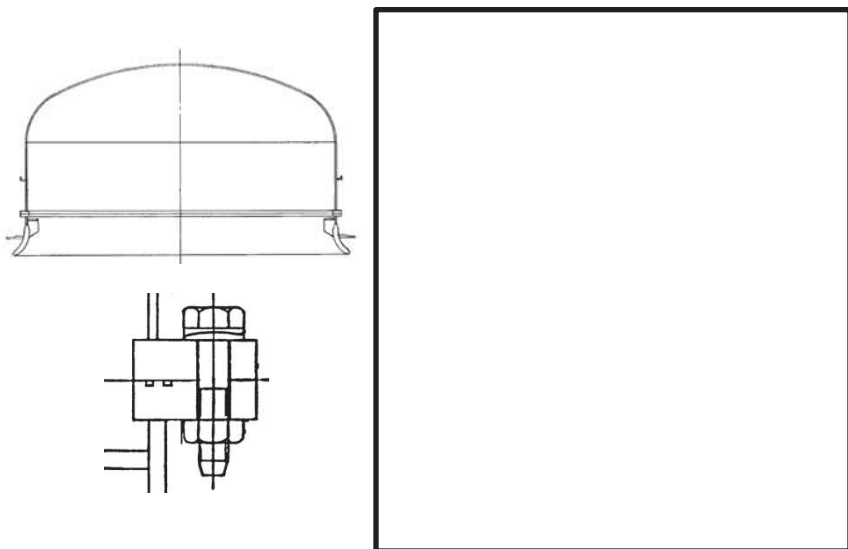
3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.7)

(1) 指摘事項

- 改良EPDMの試験等が縮小モデルで行われているが、縮小モデルの試験結果を実機に適用できることを示すこと。

(2) 回答

- 実機フランジを模擬した小型試験装置は、実機がガスケット2本であるのに対し1本のみの形状で、またフランジの断面形状及び溝寸法は実機と同程度であり、中心径のみを縮小した装置としており、実機の変形を模擬できる。
- 本試験のガスケット断面形状及び接触幅は実機と一致しているため、実機フランジ部からの漏えい量はガスケット内径に比例する(JIS B 2490)。本試験における判定基準漏えい量より、ガスケット径比で補正した実機フランジでの漏えい量を推定したところ原子炉格納容器全フランジからのリーク量は0.001%/day程度であり、原子炉格納容器設計漏えい率(0.5%/day)に対し十分余裕があるため、改良EPDM材の実機への適用は可能である。
- 試験は押込み量を0mmとし、実機の2Pd時の開口量以上の開口量を模擬した保守的な条件で実施している。



実機(ドライウェル主フランジ)形状 小型試験装置フランジ形状

図 実機と小型試験装置の形状

表 実機と小型試験装置の寸法

	ガスケット寸法(mm)			溝寸法(mm)			押込み量 (mm)
	中心径	幅	高さ	中心径	幅	高さ*	
ドライウェル 主フランジ							>0
小型試験 装置							0

*: 溝高さの差異分は、ガスケット押込み量に影響するが、漏えい評価を行うためのガスケット押込み量を模擬できるため問題ない。(今回の試験では押込み量を0mmと設定しているが、実機では押込み量は0mmより大きくなる)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「補足10 実機フランジを模擬した小型試験結果の適用について」

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.8,9)

(1) 指摘事項

- エアロックに電線貫通部があるか説明すること。
- 格納容器エアロック扉等のシール性について、格納容器内圧による扉の変形(たわみ等)による変形支点の変位も考慮して説明すること。

(2) 回答

- 所員用エアロックの内側及び外側の隔壁に電気配線貫通部があることを確認した。なお、所員用エアロックの電気配線貫通部は、電気配線貫通部(低電圧)のモジュール部と同様の構造であり、低電圧モジュールとして評価しており、200℃、2Pdにおける閉じ込め機能に影響はない。
- 所員用エアロック扉の変形に伴う支点の移動について評価し、シール性に影響がないことを確認した。

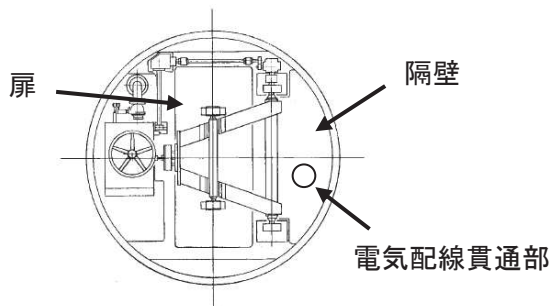


図1 所員用エアロック構造図

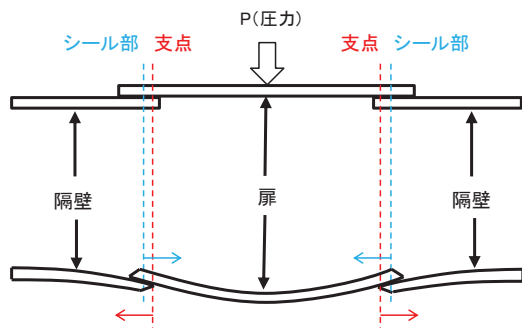


図2 隔壁のたわみによる支点の移動イメージ

- 扉の変形量(約 mm)は、ガスケット幅(mm)と比べ十分小さく、シール機能が喪失することはない。
- また、扉の変形による支点の移動を考慮した場合の所員用エアロック扉シール部の変位量(mm)は、内圧による隔壁の変形を考慮しない場合の変位量(mm)より小さい。
- 扉の変形による支点の移動を考慮した場合の所員用エアロック扉シール部の変位量(mm)は、許容変形量(mm)以下であることから、シール機能は維持される。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「4. 所員用エアロック」

「別紙4-2 所員用エアロック扉の変形に伴う支点の移動について」

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.10)

(1) 指摘事項

- 200°C, 2Pdによりフランジに永久変形が生じないことを示すこと。

(2) 回答

- フランジ部の200°C, 2Pdにおける発生応力を算出し, 設計・建設規格の原子炉格納容器(クラスMC容器)の供用状態Cにおける許容応力と比較した結果, 全て許容応力以下となり弾性範囲内と評価でき, 永久変形は生じないことを確認した。

表 ドライウェル主フランジの評価結果

発生応力 (MPa)		供用状態Cにおける許容応力※ (MPa)
フランジの半径方向応力	$\sigma R'$	226
	σR	226
フランジの周方向応力	σT	226
ハブの軸方向応力	$\sigma H1$	339
	$\sigma H2$	339
組合せ応力	$(\sigma H + \sigma R')/2$	226
	$(\sigma H + \sigma T)/2$	226
使用状態におけるボルト応力	σ	502

※本評価においては, 設計降伏点(S_y)

- ドライウェル主フランジのほか, 機器搬出入用ハッチ, 所員用エアロック, 逃がし安全弁搬出入口及びサプレッションチェンバ出入口についても, 発生応力が許容応力以下であることを確認した。

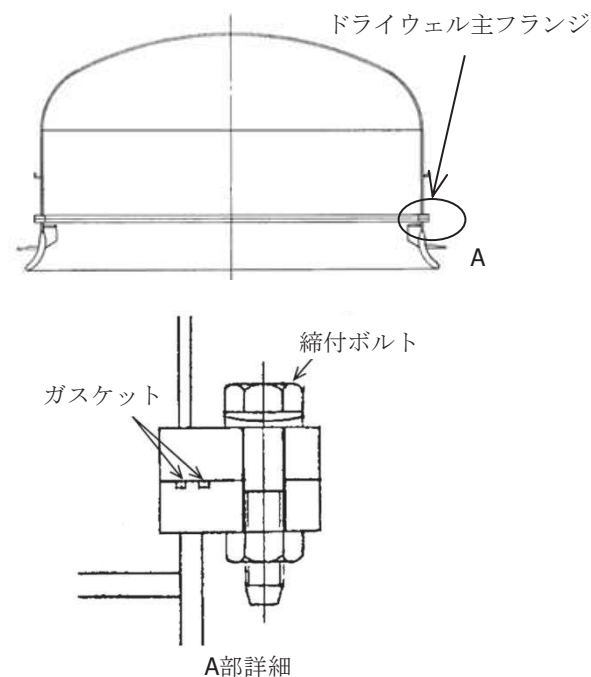


図 ドライウェル主フランジ概要図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「補足4 フランジ部の永久変形について」

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.11)

(1) 指摘事項

- 原子炉格納容器においてどの順でリークが始まるのかを判断するため、部位毎の余裕を評価すること。

(2) 回答

- 構造部のうち許容圧力が最も低くなるのは、原子炉格納容器本体(サブプレッションチェンバ円筒胴)の約1.3(2Pdに対する裕度)
- シール部については、圧力の上昇により開口量が増加することに加え、シール材が経時的に劣化するため、裕度の評価は困難であるが、7日間の期間を超えて200℃、2Pdの状態が長期間継続した場合には、シール材が機能を喪失し漏えいが生じる可能性がある。
- 実際の事故時における漏えいに対する裕度は、フランジ構造のシール部であるドライウェル主フランジ、機器搬出入用ハッチ、所員用エアロック及び逃がし安全弁搬出入口が最も少ないと考える。

表 2Pdに対する裕度(構造部材)

評価対象	2Pdに対する裕度
原子炉格納容器本体	約1.3
ドライウェル主フランジ	約1.9
機器搬出入用ハッチ	約2.0
所員用エアロック	約1.4
逃がし安全弁搬出入口	約2.0
配管貫通部	約1.3
電気配線貫通部	約15.2
原子炉格納容器隔離弁	約1.5

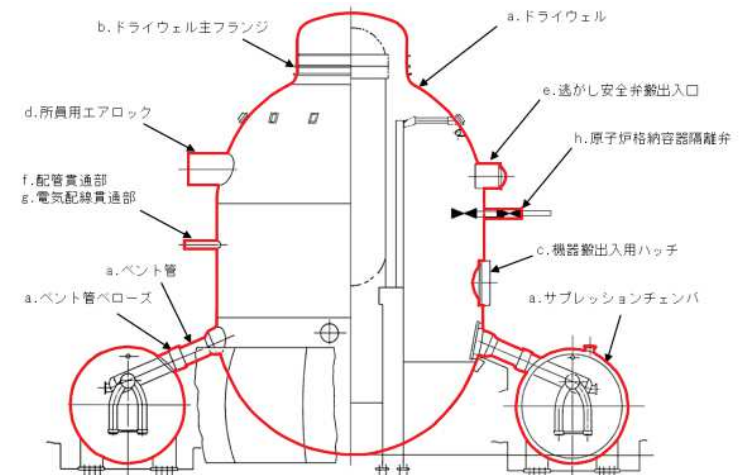


図 評価対象部位

- 破損限界を評価できるものについては、200℃、2Pdにおける状態と破損限界の比較により裕度を評価
- 破損限界が確認できていないものについては、200℃、2Pdの状態における健全性を確認した際の判定基準に対する裕度を評価
- ただし、本評価は、規格等の許容値を用いて評価しているため許容値が保守的に設定されていることから、実力ではさらに裕度を有しているものとする。

「補足2 各部位の閉じ込め機能の裕度について」

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12)

(1) 指摘事項

- 格納容器の機能喪失の検出の考え方を整理して説明すること。

(2) 回答

- 原子炉格納容器の閉じ込め機能喪失は、原子炉建屋への漏えいを検出することで確認する。
- 原子炉格納容器圧力とともに、「原子炉建屋内水素濃度」、「静的触媒式水素再結合装置動作監視装置」、「原子炉建屋内各種放射線モニタ」の計器により検出する。

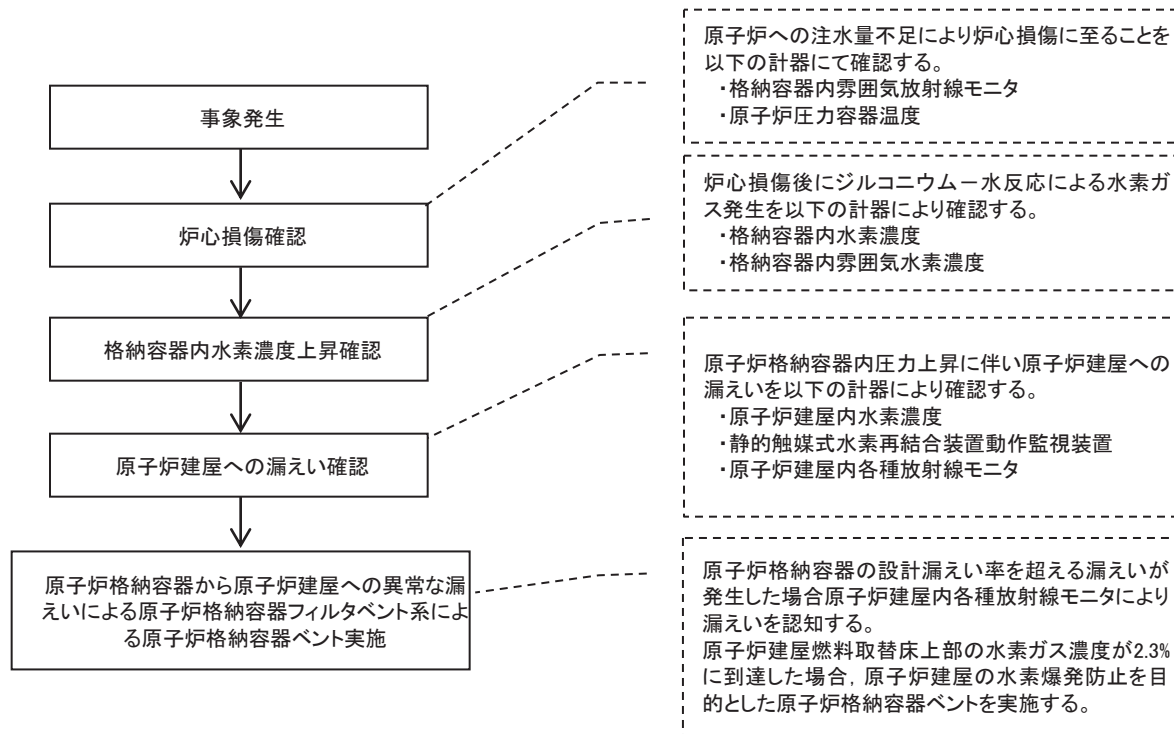


図 原子炉格納容器からの異常な漏えいによる対応

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.13)

(1) 指摘事項

- 解析でどこまでの部分をカバーしているなど評価範囲を説明すること。

(2) 回答

- 原子炉格納容器バウンダリ全体に対し、設計・建設規格の式に基づく評価又は既往の全体構造解析による評価を行っている。
- 既往の全体構造解析では、ドライウェル*の解析を行っており、更にドライウェル主フランジ、機器搬出入用ハッチ、逃がし安全弁搬出入口及び配管貫通部は、部分解析を実施している。

表 原子炉格納容器本体の評価部位と評価方法一覧

評価部位		材料	評価方法			
			設計・建設規格の式に基づく評価	全体構造解析による評価	部分解析	
ドライウェル	上鏡	鏡板 SGV49 (SGV480相当)	○	○	○(ドライウェル主フランジ)	
	上部円筒部	円筒胴 SGV49 (SGV480相当)	○	○		
	球形部	球形胴	SGV49 (SGV480相当)	○	○	○(配管貫通部)
			SPV50 (SPV490相当)	○	○	
	下部円筒部	円筒胴 SPV50 (SPV490相当)	○	○	○(機器搬出入用ハッチ、逃がし安全弁搬出入口)	
下鏡	鏡板 SPV50 (SPV490相当)	○	○			
サブプレッションチェンバ	円筒胴	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
ベント管	円筒部 (厚さ□mm)	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
	円筒部 (厚さ□mm)	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
	円すい部	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
ベント管伸縮継手	円筒部 (厚さ□mm)	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
	円筒部 (厚さ□mm)	SGV49 (SGV480相当)	○	—		
ベント管ベローズ	伸縮継手	SUS316L	○	—		

*ドライウェルはサブプレッションチェンバと比較して胴の内径と板厚の比が大きい。また、ドライウェルは基部で拘束されているため、内圧が上がるほど応力が高くなるのに対し、サブプレッションチェンバは支持構造物で変位を吸収する設計となっているため、評価上厳しいと考えられるドライウェルを代表評価。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「補足3 原子炉格納容器本体の解析評価範囲について」

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.14)

(1) 指摘事項

- 電気配線貫通部のシール性能評価については、冷却材喪失事故時の環境試験結果と既往の電共研(S63/3)試験結果に基づくアレニウス則評価の位置付けを明確に説明すること。また、アレニウス則による評価については、有機物の活性化エネルギーを含め評価方法を説明すること。

(2) 回答

- 電気配線貫通部のシール性能評価は、主として既往の試験結果を用いて行っており、アレニウス則評価は参考の位置づけである。
- アレニウス則での評価方法は以下のとおり。

電気配線貫通部のシール材などの有機系材料の熱劣化について、既往の文献*1より、以下の式を用いて評価を行っている。温度 T_2 の雰囲気時間に時間 t_2 さらされる材料を温度 T_1 の雰囲気加速するための時間 t_1 は次の式により求められる。

$$\frac{t_1}{t_2} = e^{\left[\frac{\phi}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right]}$$

ここで、

ϕ : 活性化エネルギー*2 62.8kJ/mol (15kcal/mol)

R : 気体定数

*1: IEEE Std 323TM-2003 “IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations”

*2: JNES-RE-2013-2049 原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(2014年2月, 独立行政法人 原子力安全基盤機構)

低電圧モジュールについて、既往の電共研より200°Cでの試験結果の二次シール部の温度に裕度を考慮し、二次シール部の温度を100°C(T_1)と想定して、一次シール部の熱劣化条件(137°C(T_2)/62時間(t_2))として換算評価を行うと385時間(t_1)となり、168時間(7日間)を上回っている。

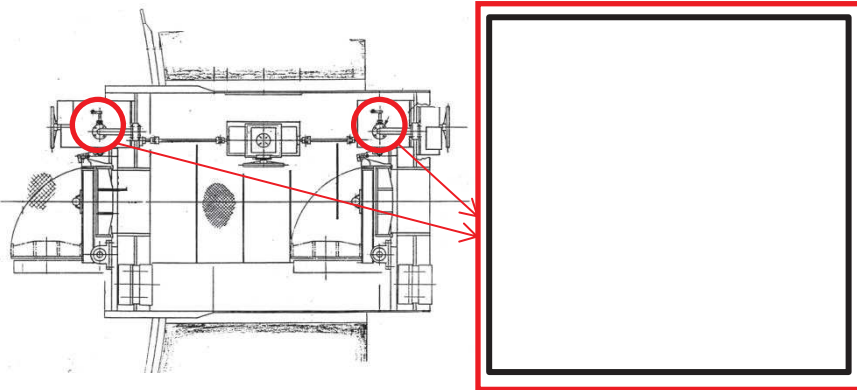
3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.15)

(1) 指摘事項

- PEEK材の適用箇所の概略と劣化時に予想される挙動を説明すること。

(2) 回答

- PEEK材は、所員用エアロックの圧力平衡弁及び移動式炉心内計装系ボール弁のシール部に適用する。
- PEEK材は、重大事故時の環境以上の耐高温性、耐放射線性を有していることを確認しており、一般特性を満足していれば劣化はないと考えている。また、適用するシート部で発生する圧縮応力以上の圧縮強度を有しているため、適用可能である。



所員用エアロック概要図

圧力平衡弁

■: PEEK材の適用箇所

- ⑥: シート(フッ素樹脂→PEEK材)
- ⑧: グランドパッキン(フッ素樹脂→PEEK材)
- ⑩: スラストベアリング(フッ素樹脂→PEEK材)
- ⑮: ステムベアリング(フッ素樹脂→PEEK材)

図1 所員用エアロック用圧力平衡弁



図2 移動式炉心内計装系ボール弁
表 PEEK材の一般特性

項目	要求仕様		PEEK材
	所員用エアロック用 圧力平衡弁	移動式炉心内 計装系ボール弁	
耐熱温度	200℃	200℃	250℃
耐放射線	□ kGy	□ kGy	約10 ⁷ Gy
圧縮強度	□ MPa	□ MPa	120MPa

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.16)

(1) 指摘事項

- ・ 黒鉛製のシール材の温度, 圧力の評価を説明すること。

(2) 回答

- 黒鉛製シール材は, 原子炉格納容器隔離弁のシール部に使用する。
- 黒鉛製シール材は, 膨張黒鉛を圧縮し, シート状に加工したものであり, 黒鉛製シール材の選定にあたっては, 重大事故時環境下の温度(200℃), 圧力(2Pd)に対して十分な耐性を有することを確認している。

表 黒鉛製シール材の仕様例

最高使用温度	最高使用圧力	耐放射線性
350℃	50MPa	10MGy