

## 東海第二発電所

# ブローアウトパネル及び関連設備の 工事計画認可申請に係る論点整理について (コメント回答)

平成30年5月28日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

# 第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1/8)

## <コメント>

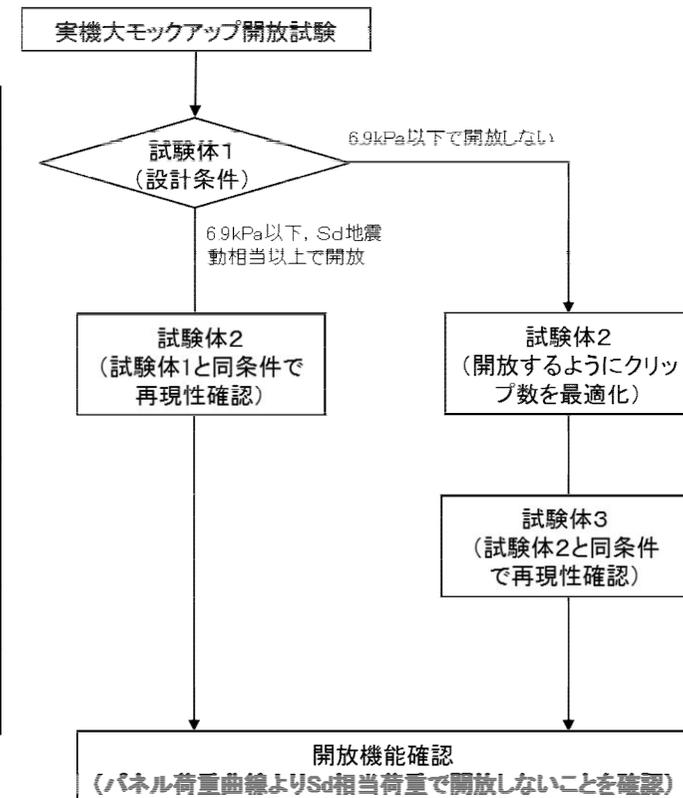
実機大モックアップ試験時の試験条件について説明すること。また、ブローアウトパネルの実機大モックアップ試験時の予備品(予備試験体)の考え方、リスク管理について説明すること。

リスク管理の試験スケジュール(クリップ幅変更等)をスケジュールに追加すること。

## <回答>

- ◆ ブローアウトパネルの試験体毎の試験条件は以下のとおり。
- ◆ 実機モックアップ試験では予備を含めて3台のモックアップを製作し、6.9kPaで開放しない場合のリスク管理を実施
- ◆ クリップについても、幅80mmと幅100mmの2種類を準備し、クリップ数のみならず、クリップの幅でも調整できるようにリスク管理を実施

No	試験体	目的	試験条件・考え方	
1	試験体1	設計条件にて6.9kPa以下で開放すること	◆ クリップ数	◆ 設計条件 (10個/パネル)
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて準静的に付加
2	試験体2 (試験No1で機能確認の場合)	試験体1の再現性確認	◆ クリップ数	◆ 試験体1と同じ
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて準静的に付加
2'	試験体2 (試験No1で機能確認できない場合)	クリップ数を減らした条件にて6.9kPa以下で開放すること	◆ クリップ数	◆ 試験体1よりクリップ数を減少
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて準静的に付加
3	試験体3 (試験No2'で機能確認の場合)	試験体2の再現性確認	◆ クリップ数	◆ 試験体2と同じ
			◆ 開放荷重	◆ 6.9kPa相当の荷重を油圧ジャッキにて準静的に付加



# 第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(2/8)

## 1. 概要

ブローアウトパネルのクリップ(基本仕様とする幅80mm)について、30個の開放試験を実施し、その結果を以下にまとめた。

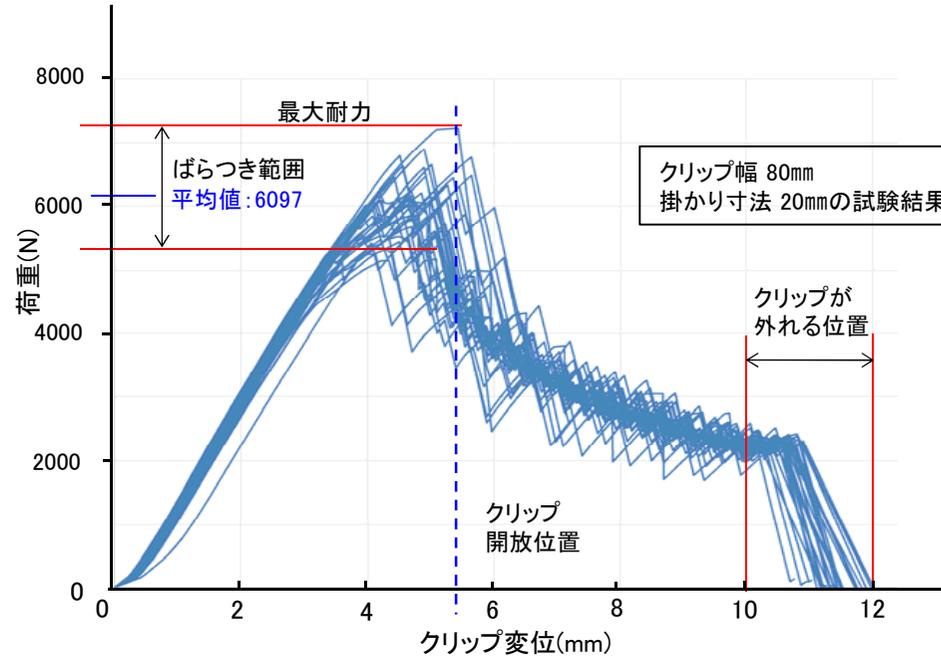
## 2. 供試体の仕様

項目	具体的な仕様
材質	SS400
板厚	2.3mm
幅	80mm
掛り寸法	20mm
曲げ加工後のクリップ幅	34.6mm
供試体数	30個

## 3. 試験結果

項目		荷重(N)
最大耐力	平均値	6097
	最大値	7231
	最小値	5192
標準偏差 $\sigma$		524
最大耐力(平均) + $3\sigma$		7670
最大耐力(平均) - $3\sigma$		4524

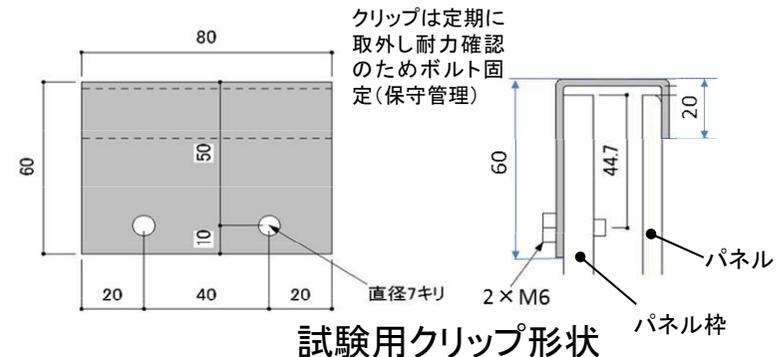
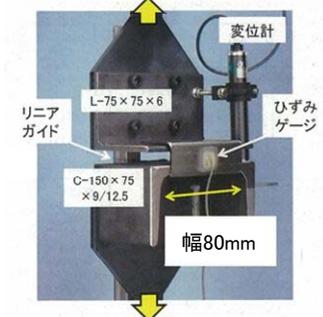
- ◆ 最大耐力となるクリップ変位量は、約4mm～約6mm
- ◆ クリップが外れる変位量は、約10mm～約12mm



クリップの荷重・変位の関係



クリップ取付状況



試験用クリップ形状

# 第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(3/8)

## 【試験スケジュール】

- ◆ 現在, 実機大試験体作製中であり, 6月上旬から製造メーカーにて開放試験予定
- ◆ 80mm幅のクリップ要素試験30個データ採取済。引き続き100mm幅クリップ要素試験の追加実施

試験項目	試験目的	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
・ブローアウトパネルが設計圧力(6.9kPa以下)で開放すること ・規定圧力(Sd地震相当の荷重)では開放しないこと。	要素試験	試験計画策定				試験体作製 試験装置作製		追加試験片準備(コメント反映)		クリップ試験 (幅80mm, 30個) (5/21~5/27)		クリップ試験 (幅100mm, 30個) (6/1~6/12)	
	実機大 モックアップ試験	試験計画策定・資機材準備						クリップ要素試験		実機大試験体作製		結果説明▽	
												△1体目 (6/6※)	△2体目 (6/10※)
												3体目(6/15日※)△	開放試験

※: シール乾燥状態により多少前後する可能性有

# 第572回審査会合(5月17日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(4/8)

## <コメント>

実機大モックアップ試験時の試験条件を示すこと

## <回答>

◆ブローアウトパネル閉止装置のモックアップ試験時の条件は以下のとおり。

### ○加振試験

#### ・試験条件

- ①扉開状態における3方向同時加振(0.3S<sub>s</sub>, 0.6S<sub>s</sub>, 1.0S<sub>s</sub>, 加振台の性能限界の4段階)
- ②扉閉状態における3方向同時加振(0.3S<sub>s</sub>, 0.6S<sub>s</sub>, 1.0S<sub>s</sub>, 加振台の性能限界の4段階)

#### ・入力波

閉止装置の設置高さを超える原子炉建屋原子炉棟EL.63.65mにおける建屋床応答について、基準地震動S<sub>s</sub>8波および影響評価で考慮するばらつきケースを包絡する模擬地震波を作成し、入力波として使用する。

### ○気密性能試験

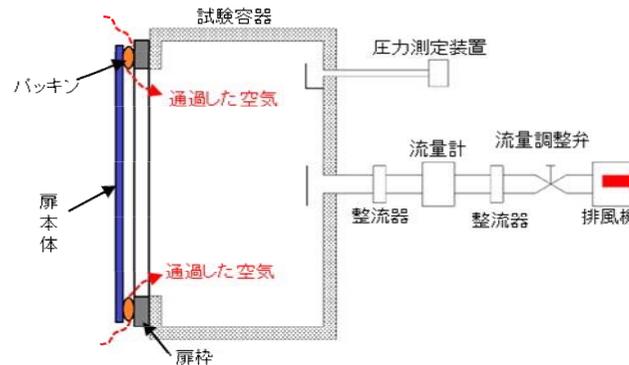
- ・ASTM E283-4に準じた試験装置を用いる。排風機により試験容器内の空気を排出し、試験体内外に圧力差を生じさせ、試験体のパッキンを通過した空気量を測定する。

$$q = Q/A^*$$

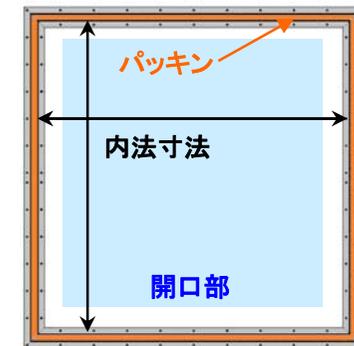
q: 通気量(m<sup>3</sup>/h・m<sup>2</sup>)

Q: 通過した空気量(m<sup>3</sup>/h)  
(20°C, 1013hPa換算値)

A: 試験体の内のり面積(m<sup>2</sup>)  
※: 2016年6月「建具の気密性試験方法」に準拠



第1図 試験装置図



第2図 試験体の内のり寸法図

#### ・判定基準

重大事故等時に閉止装置を使用した場合の原子炉建屋原子炉棟の気密性能の基準は、設計基準事故時の設計気密度(100%/day: 63 Paの負圧)における原子炉建屋原子炉棟の容積に対する1日あたりの漏えい率)と同じとする。

試験体単体での気密性能の判定基準は、非常用ガス処理系の排気量(3,570 m<sup>3</sup>/h: 63Pa(負圧)における原子炉建屋原子炉棟の容積を1日で処理できる容量)と至近の原子炉建屋気密性能検査実績を踏まえて10 m<sup>3</sup>/h・m<sup>2</sup>とする。

※: 原子炉建屋気密性能検査からの評価した原子炉棟のインリーク量推定値は1710m<sup>3</sup>/h@63Pa, ブローアウトパネル10枚の開口面積155m<sup>2</sup>であるため、閉止装置単体の判定基準を10 m<sup>3</sup>/h・m<sup>2</sup>とすることで気密性は確保可能。  
1710(m<sup>3</sup>/h)+10 (m<sup>3</sup>/h・m<sup>2</sup>) × 155(m<sup>2</sup>) = 3260(m<sup>3</sup>/h) < 非常用ガス処理系容量 3570(m<sup>3</sup>/h)

# ブローアウトパネル閉止装置の状況(5/8)

## 【試験スケジュール】

- ◆ 5月28日, 工場にて組立後, パッキンの当たり面の調整及び作動確認を実施。6月1日に気密性能試験予定。
  - ◆ パッキン耐久試験※を実施し, 6月末に気密性能の要素試験を実施予定
- ※: JISK6266「直接屋外暴露の再現方法」に基づく紫外線, 温度, 湿度等の加速試験

試験項目	試験目的	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
・ブローアウトパネル閉止装置が, 電動及び手動にて操作でき, その機能が設計基準地震動Ssでも確保できることの確認 ・閉止後においても必要な気密性能が確保できることを確認	実機大試験 加振試験 開閉動作確認試験 気密性能試験	試験体設計／試験計画策定／材料手配(実機大試験／加振台調整)										△ Eディフェンス着(6/15)	
	要素試験	構造部材の強度向上 -----↑										△ 発送(6/12)	
		実機大試験体製作											
		組立, 当たり面調整, 作動確認										△(5/28~5/31)	
		気密性能試験										△(6/1)	
		加振・作動・気密性能試験										(6/18~6/22)	
		要素試験①パッキン気密性能試験										結果説明▽	
		要素試験②パッキン耐久性試験											
		要素試験③電動機等の加振試験											

## 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(6/8)

コメント :ブローアウトパネル本体の品質・施工管理, 保守管理について整理して説明すること。

回 答:ブローアウトパネルの施工管理項目, 今後の保守管理内容は以下のとおり。今後, 要素試験や産業界実績を踏まえ点検周期を決定し, 保全計画に反映していく。

### 【ブローアウトパネルの施工管理・保守管理について】

対象機器	必要な機能	目的	管理項目	実施内容
施工管理	開放機能	クリップ抗力を設計範囲内に確保	クリップの性能管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ クリップの各寸法が公差内(±0.1mm)にあること寸法測定又は製造記録にて確認</li> <li>◆ クリップの開放荷重が, 前提となるクリップ単体試験の開放荷重の範囲内にあることを試験体の抜き取りによるクリップ単体試験にて確認</li> <li>◆ クリップがモックアップ試験にて機能を確認した位置に設置されていることを確認</li> </ul>
		シール抗力を設計範囲内に確保	シール材目地深さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ モックアップに用いたものと同仕様のシール材であることを確認</li> <li>◆ シール材の目地深さは, 規定値内(深さ10mm以内)にあることを寸法測定, 施工記録により確認</li> </ul>
		摩擦抗力を設計範囲内に確保	型枠内面状況	◆ 摩擦力に影響する型枠の内面(ブローアウトパネルとの間)に異常(有意な腐食やバリ等)がないことを目視にて確認(ブローアウトパネルは順次取り外し)
		パネルと型枠の干渉回避	パネル寸法確認	◆ ブローアウトパネルの寸法は, 規定寸法内(設計値±4mm)にあること製造記録又は寸法測定により確認
	気密性能	シール健全性確保	気密性能(建屋)	◆ 原子炉建屋気密性能検査にて, 原子炉建屋としての気密性能が確保されることを確認
			外観目視(シール部)	◆ 構造健全性確認検査としてシール部に異常がないことを目視にて確認
	構造健全性	構造健全性確認	外観目視試験	◆ 構造・機能に影響を及ぼすような損傷, 異常のないこと目視にて確認
保守管理	開放機能	摩擦抗力を設計範囲内に確保	クリップの性能管理	◆ 定期的の実機クリップを取り外し, クリップが所定荷重以下で降伏することを引張試験にて確認。なお, クリップが要求仕様を満足しない場合には当該ロッドのクリップは全て取替
			型枠内面状況	◆ シール取替の合わせ型枠の内面(ブローアウトパネルとの間)に異常(有意な腐食やバリ等)がないことを目視にて確認
	気密性能	シール健全性確保	気密性能(建屋)	◆ 原子炉建屋気密性能検査にて, 原子炉建屋としての気密性能が確保されることを確認
			外観目視(シール部)	◆ 構造健全性確認検査としてシール部に異常がないことを目視にて確認
			シール取替	◆ 定期的な交換。なお, 当該シールは紫外線による劣化が想定されず, 環境条件も緩やかであるため, シールメーカー等の知見などを踏まえて取替周期を設定
	構造健全性	構造健全性確認	外観目視試験	◆ 構造・機能に影響を及ぼすような損傷, 異常のないこと目視にて確認

## 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(7/8)

### 【閉止装置の保守管理について】

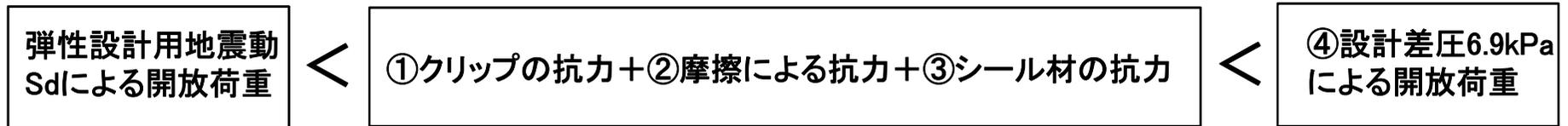
対象機器	必要な機能	目的	管理項目	実施内容
保守管理	作動性能	開閉機能の確保	作動試験	◆ 施設定期検査時に、開閉試験(電動及び手動)にて確認
	気密性能	シール健全性確保	気密性能試験(建屋)	◆ 施設定期検査時に、閉止装置を閉状態とし、原子炉建屋気密性能検査と同様の手法で気密性能試験を実施
			外観目視(シール部)	◆ 構造健全性確認検査としてシール部に異常がないことを目視にて確認
			パッキン取替	◆ 定期的な交換。開口部周りに施工するパッキンは、紫外線等による劣化が想定されることから、パッキンの耐久性試験結果を踏まえて、取替頻度を決定
構造健全性	構造健全性確認	外観目視試験	◆ 構造・機能に影響を及ぼすような損傷、異常のないこと目視にて確認	

※:閉止装置の施工管理については、メーカ工場にて製造し、動作及び気密性能を確認したものを所定の位置に据え付ける

## 【参考】ブローアウトパネル設計条件の概要( 8 / 8 )

### ブローアウトパネル設計条件の概要

- ◆ パネル開放させるため満足すべき条件は以下の通りであり、抵抗力(①クリップの抗力, ②パネル移動時の摩擦力による抗力, ③パネルと躯体間のシール材の抗力の合計)が, ④差圧による荷重以下の条件を満足する必要がある。



- ◆ 上限値は, 設計最大差圧以下でパネルを開放させるため, 設計最大差圧6.9kPaとする。
- ◆ 下限値は, 被ばく影響の観点から, 弾性設計用地震動Sdによる地震力とする。
- ◆ クリップ固定方法を保守管理を考慮し, ボルト止め構造を採用(設計変更 本構造でクリップ試験データ採取)
- ◆ クリップはブローアウトパネルの左右, 上下で荷重がより均一となるように設置(パネル下側は動作時に摩擦力が発生するため, パネル上端側に摩擦相当分のクリップ(2枚)を増加) ⇒ クリップ数 左側:2枚, 右側:2枚, 上側:4枚, 下側2枚 の合計10個

<設計条件>

- ✓ Sd地震時の開放荷重(下限) : パネルの固有振動数を両端ピン支持のはりとして保守的に算出。実機モデルにて固有振動数を測定し試験に反映
- ✓ クリップ開放荷重 : クリップ開放荷重(8cm幅の場合) [ ] であり, クリップ10個の場合の抗力は [ ]
- ✓ 摩擦力 : 静止摩擦係数0.6 (物性値0.4の1.5倍。なお, 動摩擦係数としても本値を使用)であり, この場合の摩擦力は約 $12 \times 10^3 \text{N}$
- ✓ シール材破壊力 : メーカー値の最大引張破壊荷重と最大荷重時の伸びデータより, クリップが開放する際の移動量約10mm時のシール材の荷重として設定(約 $10 \times 10^3 \text{N}$ )。
- ✓ 差圧による開放荷重(上限) : 約 $1.1 \times 10^5 \text{N}$ (最も面積の小さいパネル(差圧による開放荷重が最も小さい)に6.9kPaが付加する場合の荷重)

