

# 東海第二発電所

## ブローアウトパネル及び関連設備の 必要機能と確認方法

平成30年4月3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。

## 【論点－1】 ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（1／6）

### 1. 概要

ブローアウトパネルについて、技術基準の要求が達成できることを確認する。

### 2. 確認事項

- ①原子炉建屋原子炉棟の一部としてのブローアウトパネルに対する要求事項とその対応を確認する。(基準地震動 $S_s$ と設計竜巻差圧)
- ②ブローアウトパネルが設計差圧以下で開放することを確認する。
- ③ブローアウトパネル閉止装置が容易かつ確実に閉止操作(人力による操作含む)でき、要求機能(基準地震動 $S_s$ 後の閉機能や閉止後の原子炉建屋の負圧維持機能)が確保できることを確認する。

### 3. 設計方針

- ①基準地震動 $S_s$ 及び設計竜巻差圧に対する原子炉建屋原子炉棟の一部としてのブローアウトパネルの健全性確保
  - ・基準地震動 $S_s$ では開放しない設計とする。
  - ・設計竜巻の差圧に対しては、開放した場合には、速やかに安全な状態(運転中は冷温停止へ移行、停止中は使用済燃料に関連する作業の停止)に移行することを保安規定に規定する。
- ②ブローアウトパネル
  - ・ブローアウトパネルは基準地震動 $S_s$ 相当の地震力以上、設計差圧(6.9kPa)以下で開放することを実機大モックアップ装置にて確認する。
- ③ブローアウトパネル閉止装置
  - ・閉止装置が、電動及び手動にて操作でき、その閉止機能が基準地震動 $S_s$ でも確保できるように設計する。
  - ・閉止装置が、閉止後、基準地震動 $S_s$ でも、必要な気密性能が確保できるように設計する。
  - ・これらを検証するため、実機大モックアップ装置を用いた加振試験を実施し、閉止機能や気密性能が維持できることを確認する。

### 4. 今後の予定

- ①ブローアウトパネルの実機大の開放試験は、要素試験結果も踏まえて、5月下旬に試験予定。
  - ②ブローアウトパネル閉止装置の実機大の試験は、6月中旬に加振試験を実施し、加振試験に合わせて開閉動作試験及び気密性能試験を実施予定。
- なお、試験結果については試験後、速やかに説明する。

## 【論点ー1】 ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法 (2/6)

◆ブローアウトパネル及び関連設備への技術基準規則の主な要求事項(基準地震動と設計竜巻)のと成立性確認方法について整理した。

防護すべき設備		DB			SA		
		5条 地震	7条 自然条件 竜巻差圧	7条 自然条件 竜巻飛来物	50条 地震	54条 自然条件 竜巻差圧	54条 自然現象 竜巻飛来物 (共通要因)
ブローアウトパネル	◎開機能 (12条)	○ (地震後)	プラント停止 にて対応 (別紙参照)	○ (竜巻防護設備 にて防護)	—	—	—
	△閉維持 (建屋気密性) (38条, 44条)	◎			—	—	—
ブローアウトパネル閉止装置 (SA緩和設備)	◎閉機能(SA前) (74条)	—	—	—	◎ (地震後)	○ (差圧発生せず 影響なし)	—※1
	◎閉維持 (建屋気密性) (74条)	—	—	—	◎ (地震後)	—※2	—※1
竜巻 防護設備	○飛来物からの 防護機能 (7条)	○ (波及的影響)	○ (差圧発生せず 影響なし)	○	—	—	—

◎:実機大の試験による確認    ○:解析評価による確認    △:実機での確認    —:機能要求なし

※1 ブローアウトパネル閉止装置は, SA緩和設備であるため, 共通要因故障の考慮不要

※2 SA後の閉止状態での設計竜巻は, 事象の重ね合わせの頻度から組み合わせ不要

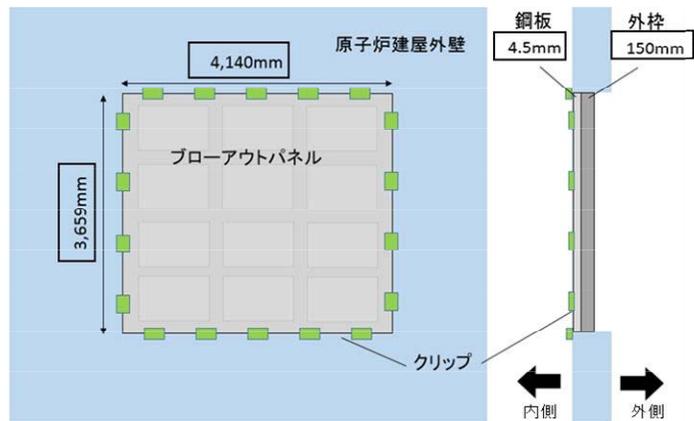
# 【論点－1】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法（3／6）

◆ 設計竜巻発生時に想定される事象とその影響について検討した結果は以下のとおり。

自然現象	設計値	プラント状態	自然現象発生時に想定される事象と安全性への影響	対応策	対応策の妥当性
設計竜巻	8.9kPa	運転中	<p>&lt;止める&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外の外部電源喪失や循環水系機能喪失に伴うタービントリップ等に基づき自動停止</li> <li>・プラント停止機能への影響なし</li> </ul> <p>&lt;冷やす&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外の常用系の補機冷却海水系等の機能喪失が想定されるが、安全系は竜巻から防護されており機能喪失なし。また、燃料プールもRHRによる冷却可能。</li> <li>・プラント及びSFP冷却機能への影響なし</li> </ul> <p>&lt;閉じ込める&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計竜巻の差圧は8.9kPaであり、BOP開放差圧6.9kPaを上回るため、建屋の閉じ込め機能は喪失する。</li> </ul> <p>&lt;その他&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部電源喪失が想定されるが、非常用電源は確保されており、安全は維持可能</li> </ul>	◆ 速やかな冷温停止	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ プラント運転中には、プラントの停止を要する事象の発生が想定されるが、停止及び冷却に必要な設備は確保されており、原子炉安全に影響しない。</li> <li>◆ プラント停止中においても、残留熱除去系は維持されており、原子炉安全に影響しない。</li> <li>◆ 差圧により原子炉建屋の閉じ込め機能は喪失するが竜巻起因で想定される設計基準事故はなく、竜巻防護設備(防護ネット)を全てのブローアウトパネル部に設置することにより竜巻飛来物により建屋内の機器が損傷する可能性も小さいため、保安規定に基づき速やかに安全な状態(運転中は冷温停止状態へ移行、停止中は使用済燃料に関連する作業の停止)に移行することで安全確保可能。</li> <li>◆ なお、技術基準規則第7条第1項の解説では、外部からの衝撃による損傷(地震及び津波を除く)の防止として、適切な措置を要求されているが、適切な措置には供用中における運用管理等の措置も含むと規定されている。</li> </ul>
		停止中	<p>&lt;冷やす&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外の常用系の補機冷却海水系等の機能喪失が想定されるが、安全系は竜巻から防護されており機能喪失なし。また、燃料プールもRHRによる冷却可能。</li> <li>・プラント及びSFP冷却機能への影響なし</li> </ul> <p>&lt;閉じ込める&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計差圧8.9kPaがBOP開放差圧6.9kPaを上回るため、建屋の閉じ込め機能は喪失する。</li> </ul> <p>&lt;その他&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部電源喪失が想定されるが、非常用電源は確保されており、安全は維持可能</li> </ul>		

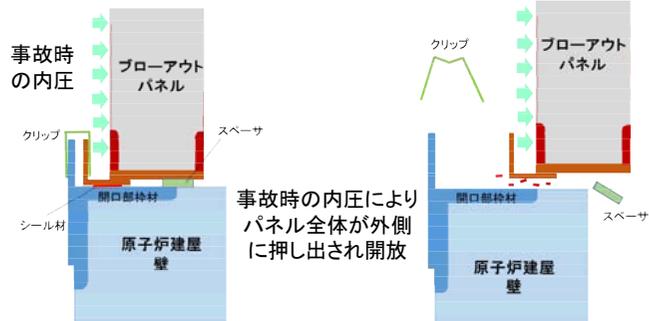
# 【論点-1】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法 (4/6)

## 【ブローアウトパネルの構造と配置状況】



a) 正面図

b) 側面図



c) 断面図(クリップ式構造の概念図)(外側)

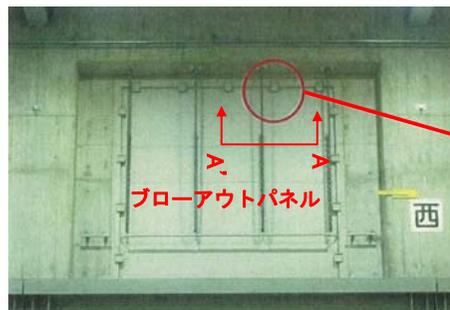
### ブローアウトパネル主要仕様

設置場所	寸法(躯体開口部)	クリップ数	
5階	北, 西 各1個	4,000mm × 4,000mm	18個
6階	北2個, 南2個	3,680mm × 4,170mm	18個
	西2個, 東2個	4,170mm × 3,680mm	18個

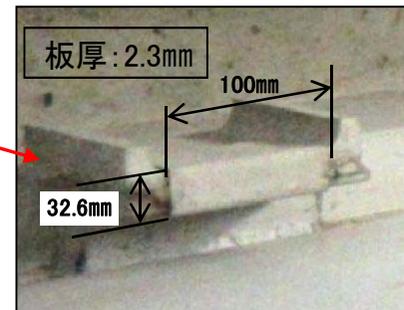
ブローアウトパネル重量 約1.5t/枚

ブローアウトパネルは、電源や空気源に頼ることなく、静的、且つ圧力上昇に対して確実に開放できる仕組みとして、クリップを使用したパネルの開放機構を選定している。

この開放機構は、既設系統設備でも採用実績のある破壊板(ラプチャーディスク)と同様の考え方(圧力による負荷荷重により、部材を破壊させる)であり、構造が単純であることから、信頼性が高いものである。



建屋内側よりの状況 (6階西側)



クリップ部拡大 (A-A' 矢視)



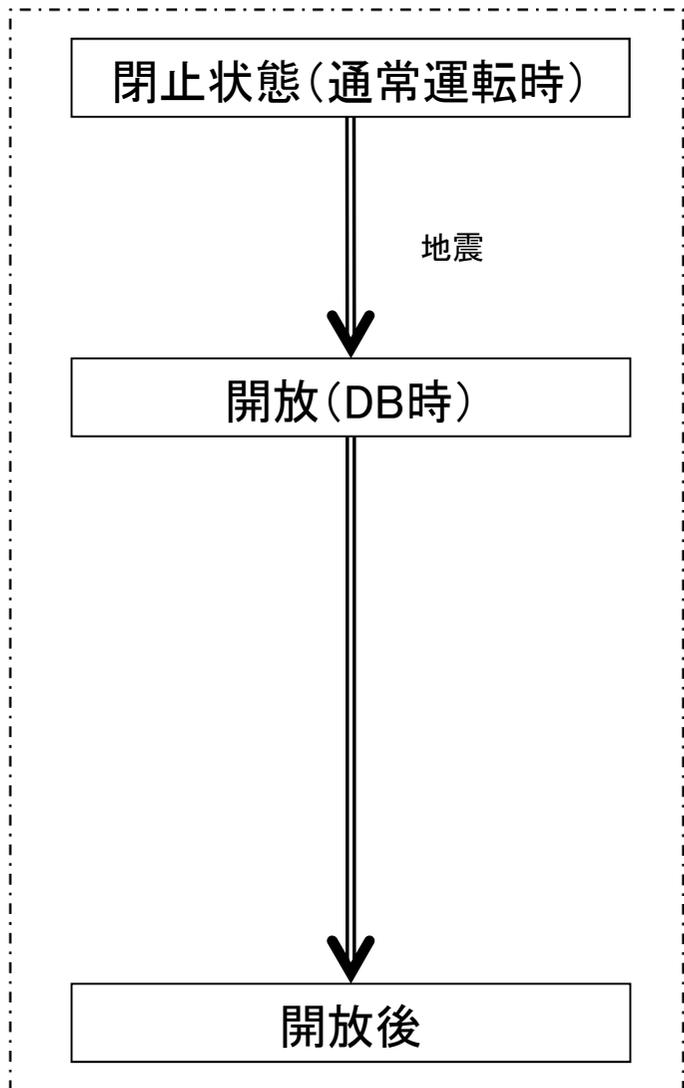
原子炉建屋 6階  
( : パネル(全8枚))

原子炉建屋 5階  
( : パネル(全4枚))

電巻防護対象

# 【論点-1】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法 (5/6)

## 【ブローアウトパネルに要求される機能と確認方法】



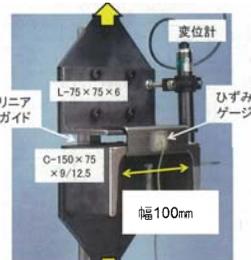
◆ 要求される機能  
 ・原子炉建屋原子炉棟の  
 バウンダリ維持

基準地震動S<sub>s</sub>での原子炉建屋バウンダリ維持 (BOPが開放しないこと)については差圧による開放機能確認(実機大モックアップ試験)に合わせ、基準地震動S<sub>s</sub>相当の荷重では開放しないことを確認 (差圧による開放荷重(面積×差圧)は約110kN程度であり、基準地震動S<sub>s</sub>による開放荷重(質量×地震加速度)は約30kN程度であるため、地震力相当では開放しないことを確認)

◆ 要求される機能  
 ・差圧による開放機能

試験項目  
 ・固定用クリップの要素試験(どの程度の荷重でクリップが開放するかの確認)  
 ・実機大モックアップによる開放試験 (油圧ジャッキにより差圧に相当する力で静的に付加し開放を確認)  
 ・建屋の許容最大ひずみ量を生じた場合でも、変形は建屋取付枠とパネルの隙間にあるシール材の施工範囲内にあり、開放機能に影響しないことを評価により確認

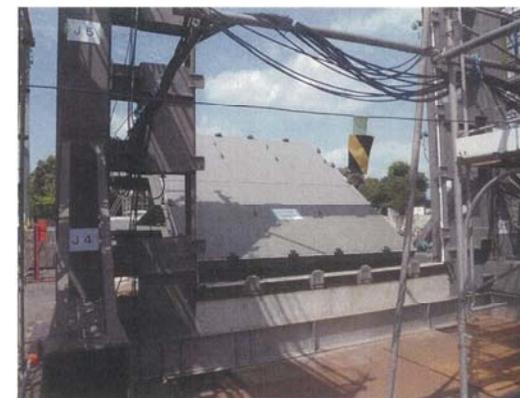
・地震後の開放機能



クリップ開放荷重のばらつき確認  
 ↓  
 クリップ数の最適化

◆ 要求される事項  
 ・他設備への波及的影響の防止

パネル落下防止チェーンの強度確認



実機大ブローアウトパネル開放試験のイメージ (2012年 自主的安全性向上の一環として、原子炉建屋6階北側強制開放装置設置時の試験例)

# 【論点-1】ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法 (6/6)

## 【ブローアウトパネル閉止装置に要求される機能と確認方法】



◆ 要求される機能  
・機器に異常がないこと

➔ 試験項目①(初期状態の確認)  
・気密性能試験  
・作動確認(自動・手動にて開閉)

加振試験実施・・・閉止装置は「開」状態

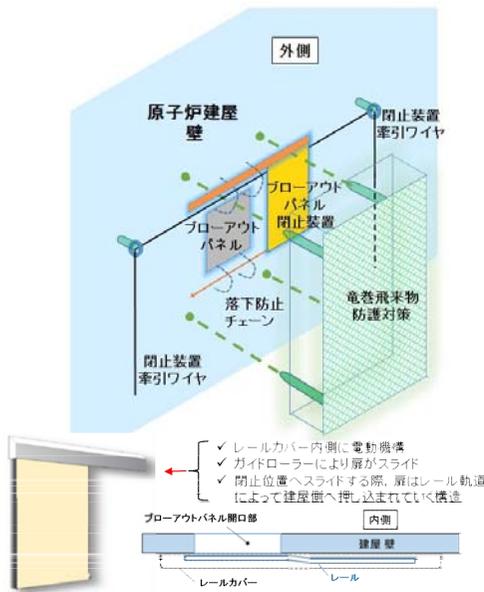
◆ 要求される機能  
・閉機能  
・気密性

➔ 試験項目②(地震発生後の機能の健全性確認)  
・作動確認(自動・手動にて開閉)  
・気密性能試験

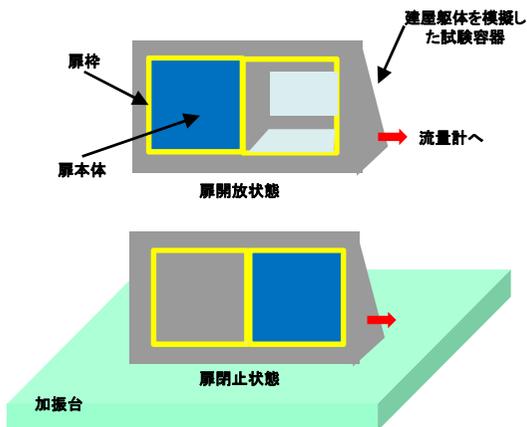
加振試験実施・・・閉止装置は「閉」状態

◆ 要求される機能  
・気密性

➔ 試験項目③(SA後の余震を考慮した機能の健全性の確認)  
・気密性能試験

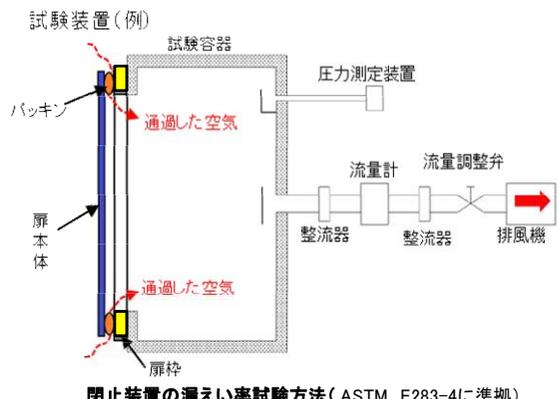


ブローアウトパネル閉止装置の構造



加振台上の実機大のモックアップ装置(気密性能試験装置付き)を設置し、加振後の作動確認、気密性能試験を実施  
(設置高さにおける床応答スペクトルを包絡する条件にて加振)

実機大装置の加振・気密性能試験



閉止装置の漏えい率試験方法 (ASTM E283-4に準拠)

排風機により排気量と試験容器内の圧力変化から気密性能を確認