

女川原子力発電所2号炉
中央制御室について
(審査会合コメント回答)

平成31年4月23日
東北電力株式会社

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。

目次

1. 審査会合での指摘事項(一覧)
2. 指摘事項に対する回答

1. 審査会合での指摘事項(一覧) (1/1)

番号	審査 会合日	指摘事項の内容	回答頁
12	H31.3.26	原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本的設計方針について、考え方の詳細を整理して提示すること。	3
13	H31.3.26	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、設置許可基準規則第59条及び同解釈を踏まえた上で、構造成立性及び設計方針の妥当性について、技術的根拠を含め、整理して提示すること。	
14	H31.3.26	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、構造の見直しによる影響が無いと判断した理由について、技術的根拠をもって提示すること。	17

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(1/14)

(1) 指摘事項

- ・原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本的設計方針について、考え方の詳細を整理して提示すること。
- ・原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、設置許可基準規則第59条及び同解釈を踏まえた上で、構造成立性及び設計方針の妥当性について、技術的根拠を含め、整理して提示すること。

(2) 回答

- 設置許可基準規則第59条及び同解釈においては、「原子炉制御室の居住性を確保するために原子炉建屋に設置されたブローアウトパネルを閉止する必要がある場合は、容易かつ確実に閉止操作ができること。また、ブローアウトパネルは、現場において人力による操作が可能なものとする。」が要求されている。
- 女川2号炉の原子炉建屋ブローアウトパネルは、開放時において、構造上容易に再閉止操作を行うことが困難である。そのため、中央制御室の居住性を確保するために閉止する必要がある場合は、新たに設置する原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止し、非常用ガス処理系により原子炉建屋原子炉棟内を負圧とするために必要な気密性を確保することとしている。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(2/14)

- 原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置に期待される、通常時、設計基準事故時及び重大事故等時における要求機能を表1にまとめる。

表1 原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能

設備	要求機能	概要
原子炉建屋ブローアウトパネル	開放機能 (主蒸気管破断)	主蒸気管破断を想定した場合に、放出蒸気による圧力から原子炉建屋や原子炉格納容器等を防護するため、建屋の内外差圧(4.4kPa以下)により自動的に開放し、放出蒸気を建屋外に放出する機能が必要である。
	二次格納施設のバウンダリ機能	原子炉建屋ブローアウトパネルは、開放機能を満足させるため原子炉建屋原子炉棟外壁に設置されており、原子炉建屋原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとしての機能維持が必要である。
	開放機能 (ISLOCA)	ISLOCA発生を想定した場合に、ISLOCA発生箇所を隔離するための操作等の活動ができるよう、所定の時間内に原子炉建屋原子炉棟内の圧力及び温度を低下させるために、確実に開放する必要がある。
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	閉止機能	女川2号炉の原子炉建屋ブローアウトパネルは、構造上、開放した場合には、容易に再閉止操作を行うことが困難であることから、中央制御室の居住性を確保するために閉止する必要がある場合は、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置により閉止する。 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、閉止状態において原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保できることに加え、設置許可基準規則第59条への適合のため、容易かつ確実に閉止操作ができ、また、現場において人力による操作ができる必要がある。
	二次格納施設のバウンダリ機能	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、原子炉建屋ブローアウトパネルに代わり原子炉建屋原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとしての機能が必要である。

- さらに、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、女川2号炉においては原子炉建屋の構造上屋外へは設置はできず、原子炉建屋ブローアウトパネルへの蒸気流路上に設置する必要がある。このため、原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能に対する設計上の配慮事項として、主蒸気管破断やISLOCA発生時等の原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能に悪影響を及ぼさないよう、蒸気を建屋外へ放出するために必要な流路を確保する必要がある。

女川原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について(補足説明資料)
59-12 原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(3/14)

- また、原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本設計方針を整理するに当たり、各設備の要求機能に対し影響を与えるおそれがある事象に対する影響評価及び設計方針を表2に示す。
- 影響を与えるおそれがある事象としては、地震及び津波に加え、設置許可基準規則第6条にて設計上考慮する外部事象として選定した自然現象及び人為事象、並びに溢水及び火災を対象に影響評価を行った。

表2 各事象に対する影響評価及び設計方針(1/3)

事象		原子炉建屋ブローアウトパネル	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置
自然現象	地震	基準地震動Ssにより開放する可能性があるため、表3に記載の事項を設計上考慮する。	原子炉建屋ブローアウトパネルが基準地震動Ssにより開放する可能性があるため、表3に記載の事項を設計上考慮する。
	津波	影響なし(影響を受けない高さに設置しているため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	洪水	—(立地的要因により考慮不要)	—(立地的要因により考慮不要)
	風(台風)	設計基準風速(30m/s)の風荷重を設計上考慮する。	設計基準風速(30m/s)の風荷重を設計上考慮する。
	竜巻	<p>影響なし(設計竜巻による気圧低下による開放及び設計飛来物の貫通により、二次格納施設のバウンダリ機能を損なう可能性があるが、原子炉建屋ブローアウトパネルを設置しているMSTンネル室内においては、以下の理由により荷重の考慮は不要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風圧力による荷重は、原子炉建屋ブローアウトパネルが1箇所のみでありMSTンネル室には流路が形成されないため考慮不要。 ・気圧差による荷重は、MSTンネル室には気圧差の影響を受ける密閉された設備がないため考慮不要。 ・設計飛来物による衝撃荷重は、開口部付近に外部事象防護対象施設はないため、設計飛来物による影響の考慮は不要。 <p>また、プラント運転中又は停止中の設計竜巻を想定しても安全機能は維持され、機能喪失した場合にはプラント停止にて対応する。なお、設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さい。) (6条:外部からの衝撃による損傷の防止(竜巻))</p>	<p>影響なし(設計竜巻による設計飛来物の影響により、閉止機能及び二次格納施設のバウンダリ機能を損なう可能性があるが、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置を設置するMSTンネル室内においては、左記のとおり荷重の考慮は不要。また、プラント運転中又は停止中の設計竜巻を想定しても安全機能は維持され、機能喪失した場合にはプラント停止にて対応する。なお、設計竜巻の発生頻度は非常に小さく、設計竜巻を起因とした重大事故等が発生する可能性は十分小さい。さらに、重大事故等発生後の設計竜巻も、事象の重ね合わせの頻度から組み合わせ不要である)</p>

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(4/14)

表2 各事象に対する影響評価及び設計方針(2/3)

事象		原子炉建屋ブローアウトパネル	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置
自然現象	凍結	影響なし(流体を使用しておらず, また雨水が滞留しない構造であることから凍結による閉塞の影響はない。また建屋内の換気空調系にて温度制御しており極端な低温にさらされることはないため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	降水	影響なし(原子炉建屋ブローアウトパネルと原子炉建屋外壁の間はシール処理していることから浸水することはないため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	積雪	影響なし(原子炉建屋壁面内に設置しており荷重を受け難い構造であるため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	落雷	影響なし(原子炉建屋に避雷設備を設置しており, 構内接地網と接続し接地抵抗を下げる対策をしているため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	地すべり	—(立地的要因により考慮不要)	—(立地的要因により考慮不要)
	火山の影響	影響なし(原子炉建屋壁面内に設置しており荷重を受け難い構造である。また腐食については外装塗装をしていることから短期的な影響はないため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	生物学的事象	影響なし(原子炉建屋ブローアウトパネルと原子炉建屋外壁の間はシール処理していることから小動物が侵入することはないため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	高潮	影響なし(影響を受けない高さに設置しているため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
人為事象	外部火災	影響なし(発熱源として, 原子炉建屋に対する輻射熱が最も大きいF-15による航空機火災を想定した火災影響評価を行い, 火災源との離隔距離により輻射熱が直接原子炉建屋ブローアウトパネルへ届くことはないことを確認しているため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	爆発		
	近隣工場等の火災		

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(5/14)

表2 各事象に対する影響評価及び設計方針(3/3)

事象		原子炉建屋ブローアウトパネル	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置
人為事象	飛来物(航空機落下)	影響なし(航空機落下確率評価の結果,防護設計を要する判断基準を超えないため)	影響なし(航空機落下確率評価の結果,防護設計を要する判断基準を超えないため)
	ダムの崩壊	—(立地的要因により考慮不要)	—(立地的要因により考慮不要)
	有毒ガス	影響なし(有毒ガスの毒性による設備への影響はないため)	影響なし(有毒ガスの毒性による設備への影響はないため)
	船舶の衝突	影響なし(影響を受けない高さに設置しているため)	影響なし(原子炉建屋内に設置するため)
	電磁的障害	設計上考慮し,絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止する設計とするとともに,鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止する設計とする。	設計上考慮し,絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止する設計とするとともに,鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止する設計とする。
溢水	影響なし(溢水の影響を受けない位置に設置しているため)	影響なし(溢水の影響を受けない位置に設置するため)	
火災	設置エリアに火災防護対象機器(原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置)があることから,設計上考慮し,火災により機能を損なうおそれがないよう,火災発生防止対策(不燃性材料の使用等),異なる二種類の火災感知器の設置及び消火器による消火対策を実施する。	設計上考慮し,火災により機能を損なうおそれがないよう,火災発生防止対策(不燃性材料の使用等),異なる二種類の火災感知器の設置及び消火器による消火対策を実施する。	

- 以上より,原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能を達成するために,地震,風(台風),電磁的障害及び火災の影響を設計上考慮し,上記の設計方針に基づいた設計とする。また,地震による荷重と風(台風)の風荷重の組合せを考慮した設計とする。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(6/14)

- 地震については、要求機能ごとに設計上の考慮の要否及び考慮が必要な規模が異なることから、表3にて要求機能ごとに整理し、記載の耐震性を確保する設計とする。

表3 要求機能ごとの地震の設計上の考慮

設備	要求機能	設計基準対処設備	重大事故等対処設備
		4条地震	39条地震
原子炉建屋 ブローアウト パネル	開放機能(主蒸気管破断)	○ (Ss)	—
	二次格納施設のバウンダリ機能	○※1 (Sd)	—
	開放機能(ISLOCA) 【SA時】	—	○ (Ss)
原子炉建屋 ブローアウト パネル 閉止装置	閉止機能 【SA時】	—	○ (Ss)
	二次格納施設のバウンダリ機能 【SA時(閉止後)】	—	○※2 (Sd)

凡例： ○：考慮要， —：考慮不要

※1：原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編(JEAG4601・補)に基づき、弾性設計用地震動Sdで開放しない設計とする

※2：設置許可基準規則第59条(運転員が原子炉制御室にとどまるための設備)における実効線量が7日間で100mSvを超えないことの要求及び重大事故等発生後の荷重の組合せの考え方(39条：地震による損傷の防止)を踏まえ、7日間において組み合わせるべき地震力として弾性設計用地震動Sdによる地震力を設定

また、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能に対する設計上の配慮事項として、主蒸気管破断やISLOCA発生時等の原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能に悪影響を及ぼさないよう、蒸気を建屋外へ放出するために必要な流路を確保する設計とし、この機能は基準地震動Ssにより損なわれない設計とする。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(7/14)

- 以上の設計上考慮する事象を踏まえ、原子炉建屋ブローアウトパネル及び原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、要求機能に対する基本設計方針(適合方針)を表4及び表5に示す。
- また、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の設計上の配慮事項及び基本設計方針(適合方針)を表6に示す。

表4 原子炉建屋ブローアウトパネルの要求機能に対する基本設計方針(適合方針)

要求機能	基本設計方針(適合方針)
<p>開放機能 (主蒸気管破断, ISLOCA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 建屋の内外差圧(4.4kPa以下)で、自動的かつ確実に開放可能な設計とする。 • 主蒸気管破断時に原子炉建屋や原子炉格納容器等を防護できること、及びISLOCA発生時に所定の時間内に原子炉建屋原子炉棟内の圧力及び温度を低下することが可能な開口面積を有する設計とする。 • 開放したことが確認できるよう、中央制御室にて、開閉状態が確認可能な設計とする。 • 待機状態(閉状態)において、基準地震動Ssにより開放機能を損なわないよう、基準地震動Ssに対する耐震健全性(建屋躯体の健全性)を確保する設計とする。
<p>二次格納施設の バウンダリ機能</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 原子炉建屋ブローアウトパネルは、弾性設計用地震動Sdで開放しないこと。 • 弾性設計用地震動Sdで開放しない設計とする。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(8/14)

表5 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本設計方針(適合方針)

要求機能		基本設計方針 (適合方針)
閉止機能	<ul style="list-style-type: none"> 閉止状態において、原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保できること。 中央制御室の居住性を確保するために閉止する必要がある場合は、容易かつ確実に閉止操作できること。 また、現場において人力による操作ができること。 なお、この機能は、基準地震動Ssにより損なわれないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 閉止状態において、非常用ガス処理系運転時に原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保可能な設計とする。
		<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室にて、開閉状態が確認可能な設計とする。
		<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室からの遠隔操作により閉止可能な設計とする。
		<ul style="list-style-type: none"> 現場において人力により閉止可能な設計とする。
		<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssに対して閉止機能が維持可能な設計とする。
二次格納施設のバウンダリ機能	<ul style="list-style-type: none"> 閉止後において、閉止状態を保持し、原子炉建屋原子炉棟を負圧に維持できる気密性を保持できること。 なお、この機能は弾性設計用地震動Sdにより損なわれないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 閉止後において、閉止状態を保持し、原子炉建屋原子炉棟を負圧に維持できる気密性を保持できる設計とする。
		<ul style="list-style-type: none"> 弾性設計用地震動Sdにより損なわれない設計とする。

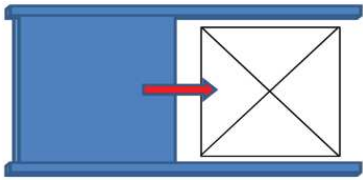
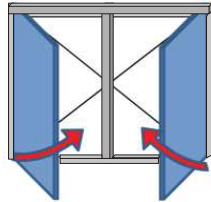
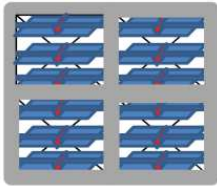
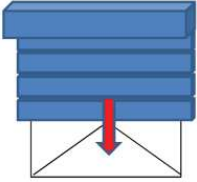
表6 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の設計上の配慮事項に対する基本設計方針(適合方針)

設計上の配慮事項		基本設計方針 (適合方針)
流路の確保	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気管破断やISLOCA発生時等の原子炉建屋ブローアウトパネルの開放機能に悪影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して開状態を保持すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 待機時において、開状態を保持可能な設計とする。この機能は基準地震動Ssにより損なわれない設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気管破断やISLOCA発生時等に蒸気を建屋外へ放出するために必要な開口面積を確保すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋ブローアウト閉止装置を設置した場合でも、必要な開口面積を確保する設計とする。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(9/14)

- これらの要求事項及び基本設計方針(適合方針)を踏まえ、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造(閉止方式)の選定を行い、複数の方式(スライド扉方式、扉方式、ダンパ方式、シャッター方式)を候補とし、設置場所、気密性、耐震性、操作性、メンテナンス性及び蒸气流路の確保の観点で成立性を検討した。
- 検討の結果、扉方式及びダンパ方式の設置成立性を確認した。
- 両者を比較すると、ダンパ方式は複数のフラップや回転軸等で構成されており構成部品が比較的多いのに対し、扉方式は単純な開口構造であり、メンテナンスが行いやすく、流路圧損も小さい。このことからダンパ方式に比べ優位性のある扉方式を採用することとした。検討結果を表7に示す。

表7 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造(閉止方式)の成立性の検討結果

方式	スライド扉方式	扉方式	ダンパ方式	シャッター方式
概要図				
設置場所	× (スペースなし)	○※1	○※1	× (スペースなし)
気密性	○	○	○	—
耐震性	本体	○	○	—
	支持躯体	—	○	—
操作性	○	○	○	—
メンテナンス性	○	◎	○	○
蒸气流路の確保	○	◎	○	○
検討結果	×	◎	○	×

凡例：◎：他案に比べ優位，○：実績あり又は対応可能な見込みがある，×：対応困難，—：設置不可のため未評価等

※1：屋内に設置可能。屋外には建屋構造上設置不可。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(10/14)

- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置(扉方式)の概要を以下に示す。
- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置(扉方式)は、 気密性を確保する設計とする。
 - 通常運転時、 構造とする。
 - 閉止時は、電動にて駆動し、 気密性を確保し、さらに
 構造とする。
 - 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、設置許可基準規則第59条の要求を踏まえ、容易かつ確実に閉止できるよう、非常用ガス処理系運転時の建屋負圧状態においてパッキンがより密着する方向(リークタイトとなる方向)に閉止する扉を設置する。
 - 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、 により構成する設計とする。1枚当たりの大きさは、小さい方がメンテナンス性に優れ、また個々の扉の耐震性も向上するが、一方で原子炉建屋ブローアウトパネルへの流路の確保の観点からは、枚数が増えることで構造材が増え流路抵抗が増加すること等を考慮し、必要な流路面積を確保可能な枚数を設置する。
 - また、現場において、、扉を人力により閉止した後に、 ことで、現場における人力による操作が可能な設計とする。
 - 現在計画中の原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の概要図を図1に、現場における人力操作の概要図を図2に示す。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(11/14)

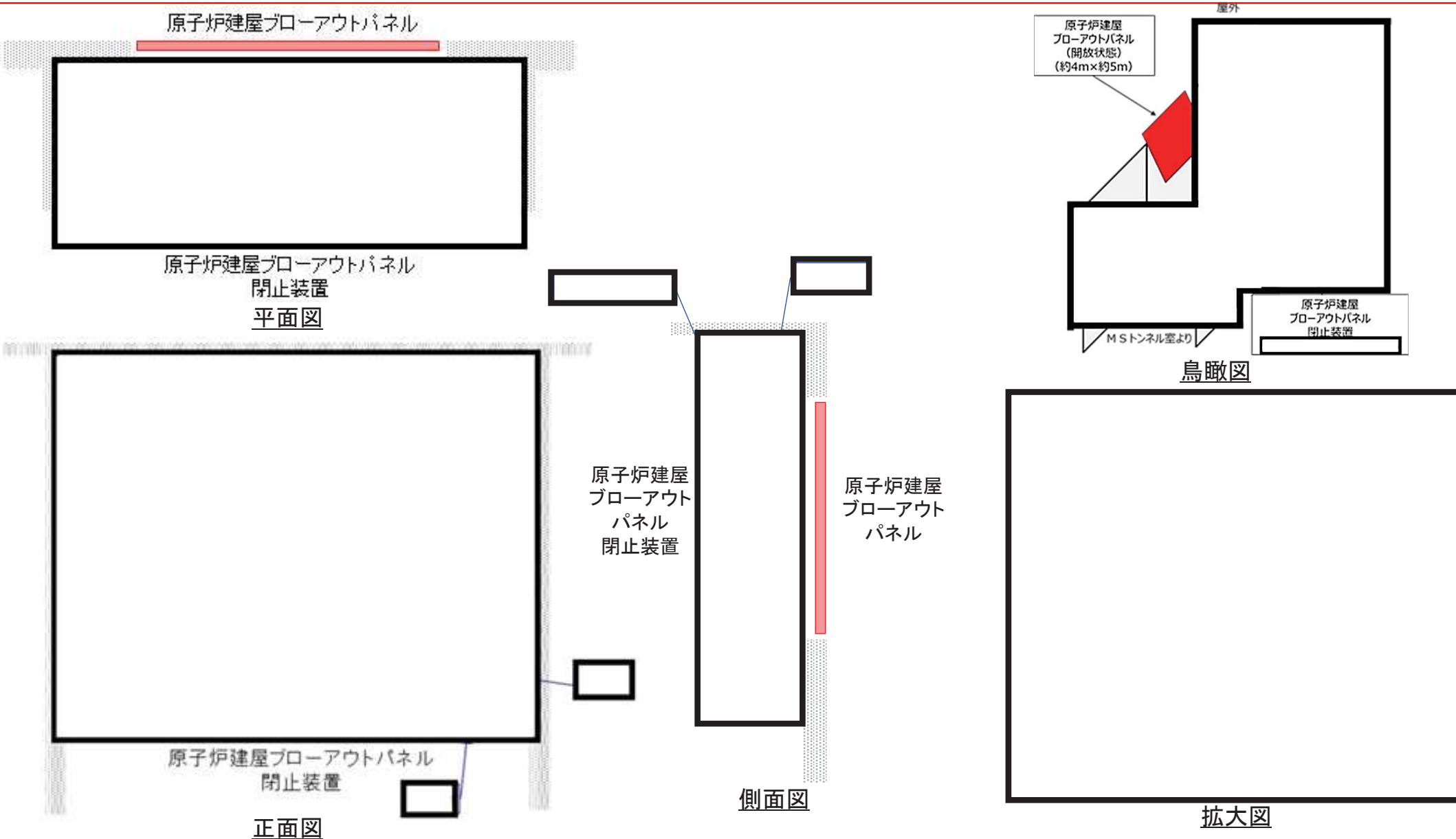


図1 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置 概要図

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(12/14)

<操作手順>

1. [Redacted]
2. [Redacted]
3. [Redacted] 人力で閉止状態とする。
4. [Redacted]
5. [Redacted]



概要図

図2 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の現場における人力操作の概要

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(13/14)

- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況を表8に示す。
- また、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の設計上の配慮事項に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況を表9に示す。

表8 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況

要求機能	基本設計方針 (適合方針)	設計状況
閉止機能	<ul style="list-style-type: none"> 閉止状態において、非常用ガス処理系運転時に原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 気密性の高いJIS等級(A4等級※¹)に合致する扉を設置することにより、閉止状態において、非常用ガス処理系運転時に原子炉建屋原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保可能な見込みである。 (※¹:A4等級:JIS A4706に規定される気密性等級線に合致する気密性能を有するもの。) A4等級の扉の許容漏えい量と非常用ガス処理系の排気容量から、原子炉建屋原子炉棟の気密性が確保できることを計算により確認している。(閉止装置の開口面積とA4等級規定の通気量より1時間当たりの閉止装置全体の通気量を算出し、非常用ガス処理系の排気容量と比較。) 詳細設計において、加振試験後の気密試験による気密性能の確認を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室にて、開閉状態が確認可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 扉本体に対しリミットスイッチを取り付けることで、閉止装置の開閉状態を検知可能な設計とする。なお、リミットスイッチは常設代替交流電源設備から給電可能な設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室からの遠隔操作により閉止可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 扉本体及び[]について、常設代替交流電源設備から給電可能な電動駆動方式とすることで、中央制御室の操作スイッチにより遠隔操作可能な設計とする。操作は運転員1名により5分以内で実施可能な設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 現場において人力により閉止可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 現場において、[]、人力による扉の閉止操作及び[]を実施可能な設計とする。 人力による操作は、時間的制限はないが、操作は扉一つにつき運転員1名により約10分で閉止可能な設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssに対して閉止機能が維持可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 二次格納施設のバウンダリとして使用実績のある気密扉と同様な構造の組合せであることから、基準地震動Ssに対して閉止機能が維持できる見込みである。 詳細設計において、加振試験により確認する。
二次格納施設のバウンダリ機能	<ul style="list-style-type: none"> 閉止後において、閉止状態を保持し、原子炉建屋原子炉棟を負圧に維持できる気密性を保持できる設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 閉止状態において[]、閉止状態を保持可能な設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 弾性設計用地震動Sdにより損なわれない設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 二次格納施設のバウンダリとして使用実績のある気密扉と同様な構造の組合せであることから、弾性設計用地震動Sdに対して閉止状態を保持し、気密性を維持できる見込みである。 詳細設計において、加振試験により確認する。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.12,13)(14/14)

表9 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の設計上の配慮事項に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況

設計上の 配慮事項	基本設計方針 (適合方針)	設計状況
流路の確保	<ul style="list-style-type: none"> 待機時において、開状態を保持可能な設計とする。この機能は基準地震動Ssにより損なわれない設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 待機時において、、開状態を保持可能な設計とする。 詳細設計において、加振試験後においても、開状態が保持できることを確認する。
	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋ブローアウト閉止装置を設置した場合でも、必要な開口面積を確保する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋ブローアウト閉止装置を設置した場合でも、開放機能として必要な開口面積を確保可能であることを、予備解析にて確認している。 原子炉建屋ブローアウト閉止装置の詳細設計を踏まえた解析を実施し、開放機能が確保可能であることを確認する。

- 以上より、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置(扉方式)は、容易かつ確実に閉止操作が可能で、また現場において人力で操作可能な設計であり、要求機能を満足できる設計が可能であることを確認している。
- なお、詳細は工事計画変更認可審査にて説明させていただく。

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.14)(1/2)

(1) 指摘事項

原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置について、構造の見直しによる影響が無いと判断した理由について、技術的根拠をもって提示すること。

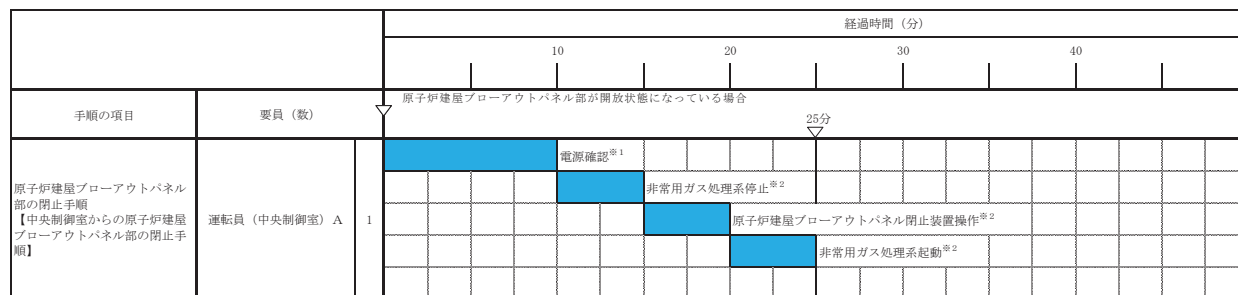
(2) 回答

➤ 設計方針に対する影響

- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造を扉方式へ変更した場合でも、「表8 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の要求機能に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況」及び「表9 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の設計上の配慮事項に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況」で整理したとおり、要求機能を満足できる設計が可能であることを確認している。

➤ 有効性評価(Cs-137放出量評価, 被ばく評価を含む)に対する影響

- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置(扉方式)については、運転員1名により中央制御室から遠隔操作で5分以内に閉止できる設計とし、手順を整備している。これは従前のダンパ方式から変更はないことから構造変更による影響はない。中央制御室からの原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止手順のタイムチャートを図3に示す。
- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置に期待する可能性のある有効性評価(雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損))では、事象発生後60分までに原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止操作を実施することとしている。扉方式は、運転員1名により中央制御室から遠隔操作で5分以内に閉止できる設計であり、ダンパ方式の場合から変更がなく、事象発生後60分までの閉止操作が可能であることを確認している。



※1: 訓練実績に基づく中央制御室での状況確認に必要な想定時間

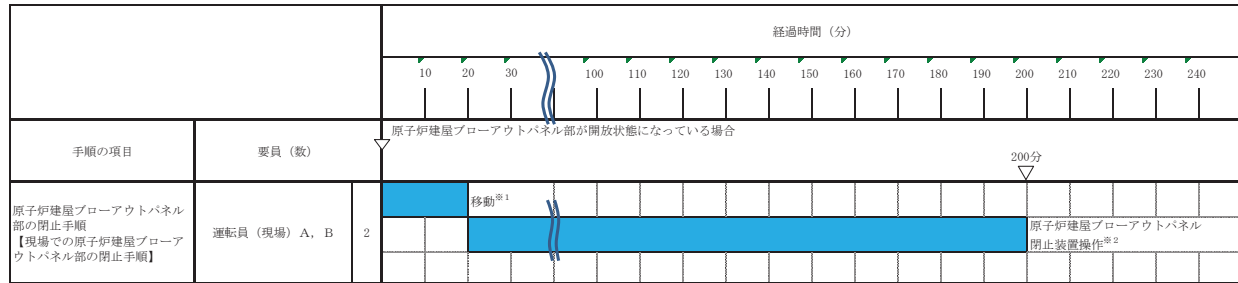
※2: 機器の操作時間及び機器の動作時間に余裕を見込んだ時間

図3 中央制御室からの原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止手順タイムチャート

2. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.14)(2/2)

➤ 技術的能力への影響

- 現場における人力による操作について、扉方式においては、扉一つにつき運転員1名により約10分で閉止可能な設計としており、全ての扉の閉止操作を運転員2名により約200分で実施可能な手順を整備している。現場における人力による原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止手順のタイムチャートを図4に示す。



※1: 中央制御室から機器操作場所までの移動時間
 ※2: 機器の操作時間に余裕を見込んだ時間

図4 現場における原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の閉止手順タイムチャート

- 以上より、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造を扉方式へ変更した場合であっても、設計方針、有効性評価(Cs-137放出量評価、被ばく評価を含む)及び技術的能力の要求事項を満たすことが可能であることを確認している。

(参考)原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造見直しの経緯について

- 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置は、以前はダンパ方式を採用することとしていた(第587回審査会合(平成30年6月12日))。
- 以前の説明時点においては、ダンパ方式のおおよその設置位置及び質量を確認し、躯体の耐震性への影響は小さい見込みであることを確認していたが、扉方式については確認できていなかった。一方で、扉方式については、流路に対する影響の観点からダンパ方式より優位性があることなどから、成立性の検討を継続していた。
- 今般、扉方式のおおよその設置位置及び質量を確認でき、躯体の耐震性への影響は小さい見込みであることを確認したため、改めて原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の構造の検討を行った。(表7参照)
- ダンパ方式においては、ダンパのフラップ、回転軸等による比較的大きい圧力損失を考慮し、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置を原子炉建屋ブローアウトパネルの開口面積の二倍程度大きい構造とすることで、必要な蒸気流路面積を確保可能であることを確認していた(図5)。一方、扉方式は、単純な[]であることから、単位面積当たりの圧力損失をダンパ方式の半分程度に抑えられ、原子炉建屋ブローアウトパネルとほぼ同等の面積で設置可能であることを確認している。また、ダンパ方式に比べ、構造がシンプルで構成要素が少ないことから、メンテナンス性の観点で優位性があると判断した。(図6)。
- また、扉方式は、[]地震時における気密性をより確実に維持可能である。
- 以上のことから、ダンパ方式と比較しより流路抵抗とならない構造及び配置が可能であり、構成要素が少なく、より確実に気密性を維持可能な扉方式を採用することとした。

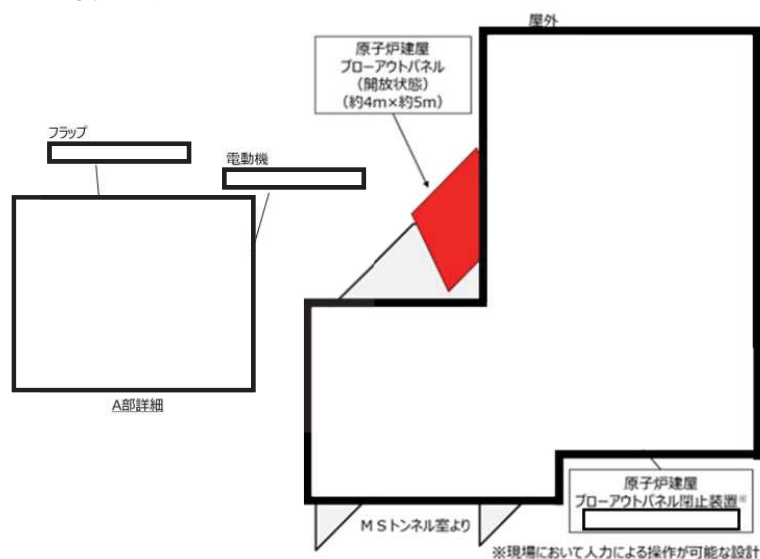


図5 ダンパ方式概要図

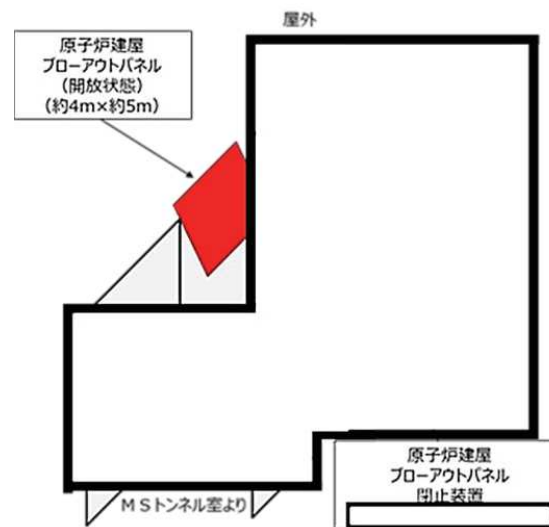


図6 扉方式概要図

(参考)原子炉建屋ブローアウトパネルについて(1/2)

【原子炉建屋ブローアウトパネルの概要】

- ・原子炉建屋ブローアウトパネルは、主蒸気管破断を想定した場合に、放出蒸気による圧力から原子炉建屋や原子炉格納容器等を防護するため、建屋の内外差圧(4.4kPa以下)により自動的に開放し、放出蒸気を建屋外に放出すること目的に設置されている。原子炉建屋ブローアウトパネルは、原子炉建屋原子炉棟外壁に1枚(約4m×約5m)設置されており、原子炉建屋原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとしての機能維持が必要である。また、重大事故等時(ISLOCA発生)には、ISLOCA発生箇所を隔離するための操作等の活動ができるよう、所定の時間内に原子炉建屋原子炉棟内の圧力及び温度を低下させるために確実に開放する必要があるため、設置許可基準規則第46条(ISLOCA隔離弁)に関連する『常設耐震重要重大事故防止設備』として位置付ける。
- ・原子炉建屋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、止め板を使用したパネルの開放機構(止め板が変形することでパネルが開放される)を選定している(図7参照)。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。



図7 原子炉建屋ブローアウトパネル概略図

(参考)原子炉建屋ブローアウトパネルについて(2/2)

- 設計上考慮する事象を踏まえ、原子炉建屋ブローアウトパネルについて、要求機能に対する基本設計方針(適合方針)及び具体的な設計状況を表10に示す。

表10 原子炉建屋ブローアウトパネルの要求機能に対する基本設計方針(適合方針)及び設計状況

要求機能	基本設計方針(適合方針)	設計状況
開放機能 (主蒸気管破断 , ISLOCA)	<ul style="list-style-type: none"> 建屋の内外差圧(4.4kPa以下)で、自動的かつ確実に開放可能な設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 詳細設計において、開放時の抵抗力(止め板の耐力)が開放設定圧力4.4kPaより小さいことを確認する。 詳細設計において、原子炉建屋ブローアウトパネルと取付枠が干渉しないことを確認する。 詳細設計において、原子炉建屋ブローアウトパネルを模擬した解析モデルを用いて建屋内の圧力上昇時のパネル及び止め板の挙動を確認することで、確実に開放する設計とする。
	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気管破断時に原子炉建屋や原子炉格納容器等を防護できること、及びISLOCA発生時に所定の時間内に原子炉建屋原子炉棟内の圧力及び温度を低下することが可能な開口面積を有する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> プラント建設時において、主蒸気管破断を想定した場合の建屋内圧力解析を実施し、建屋内圧力が原子炉格納容器の最高使用外圧を下回ることから十分な開口面積を有することを確認している。 重大事故等時の有効性評価(ISLOCA)において、ISLOCA発生時の建屋内の圧力及び温度の評価を実施しており、所定の時間で原子炉建屋原子炉棟内での操作等の活動ができる圧力及び温度に低下させ、ISLOCA発生箇所を隔離できることを確認していることから十分な開口面積を有することを確認している。 また、原子炉建屋ブローアウト閉止装置を設置した場合でも、開放機能として必要な開口面積を確保可能であることを、予備解析にて確認している。 原子炉建屋ブローアウト閉止装置の詳細設計を踏まえた解析を実施し、開放機能が確保可能であることを確認する。
	<ul style="list-style-type: none"> 開放したことが確認できるよう、中央制御室にて、開閉状態が確認可能な設計とする。 待機状態(閉状態)において、基準地震動S_sにより開放機能を損なわないよう、基準地震動S_sに対する耐震健全性(建屋躯体の健全性)を確保する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋ブローアウトパネルに対しリミットスイッチを取り付けることで、パネルの開閉状態を検知可能な設計とする。なお、リミットスイッチは常設代替交流電源設備から給電可能な設計とする。 原子炉建屋躯体については基準地震動S_sに対して原子炉建屋全体の耐震性を確認することにより開放機能を損なわない設計とする。
二次格納施設の バウンダリ機能	<ul style="list-style-type: none"> 弾性設計用地震動S_dで開放しない設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋ブローアウトパネルを模擬した解析モデルを用いて弾性設計用地震動S_dによる面外方向の慣性力で開放しない設計とする。