

東海第二発電所 ブローアウトパネルに関する対応方針について

1. ブローアウトパネルの必要枚数についての検討状況

東海第二の原子炉建屋外壁に設置されているブローアウトパネル（6階面8枚，5階面4枚の合計12枚）の必要枚数を確認するため，解析により開放枚数と温度上昇が大きいと思われる原子炉建屋3階の東側区域の温度上昇を評価した。（添付資料）

この結果，主蒸気配管から遠い原子炉建屋6階面に設置されているブローアウトパネル1枚が開放できれば，設計温度条件を下回ることを確認した。

2. ブローアウトパネルに要求される機能への対応案

試解析の結果をもとに，要求事項に対する対応案を検討中である。対応策については更に検討を重ね，次回ヒアリング時には対応方針を説明する。

- ① MS L B A時には開放し，建屋内環境を維持すること（DB）
 - ・1枚の開放で設計条件を満足できる見通しを得たため竜巻対策等その他に要求される機能への対応と合わせて最適化
- ② 基準地震動で開放しないこと（DB）
 - ・地震動により開放した場合には，保安規定（第49条原子炉建屋）の要求を満足しないとしてLCO対応
- ③ 基準竜巻で開放した場合，建屋内防護対象設備を防護できること（DB）
 - ・ブローアウトパネル開放時に影響を受ける安全機能を有する設備（SGTS/FRVS）が設置されている原子炉建屋5階東側エリアのブローアウトパネル2枚は閉鎖
 - ・R/B5階面にある他の2枚については他の要求機能も併せて検討
 - ・飛来物対策として，閉鎖しないブローアウトパネル外側にはネットを設置
- ④ 開放状態で炉心損傷した場合には，速やかに閉められること（SA）
 - ・ブローアウトパネル外側又は内側に原子炉建屋負圧を達成，維持できるように気密性の高いシャッターをSA設備として設置
 - ・竜巻対策として閉鎖する以外のブローアウトパネル全数の設置
- ⑤ 放水砲による使用済燃料プールへの放水のため開放（R/B6階面）できること（SA/大規模損壊）
 - ・現在，放水位置は，原子炉建屋の東側，南側，西側の3か所を想定しているため，原子炉建屋6階面のブローアウトパネルのうち，東側，南側，西側の各1枚については，手動でブローアウトパネルを強制的に開放できるようにブローアウトパネル外側に設備を設置

ブローアウトパネル対応全体案

設置エリア		対策案	対策案
6 階	北1	開	MSLBA 対応 SA シャッター設置
	北2	開 OR 閉	(MSLBA 対応 SA シャッター設置)
	東1	開	MSLBA 対応 SA シャッター設置
	東2	放水砲用 手動開放	大規模損壊対応 SA シャッター設置
	西1	開	MSLBA 対応 SA シャッター設置
	西2	放水砲用 手動開放	大規模損壊対応 SA シャッター設置
	南1	開	MSLBA 対応 SA シャッター設置
	南2	放水砲用 手動開放	大規模損壊対応 SA シャッター設置
5 階	北	開 OR 閉	(MSLBA 対応 SA シャッター設置)
	東	閉止	竜巻対応
	西	開 OR 閉	(MSLBA 対応 SA シャッター設置)
	南	閉止	竜巻対応

() : 今後総合的に位置づけを検討すべきブローアウトパネル

以 上

原子炉棟内防護対象設備の蒸気影響について

1. 原子炉建屋原子炉棟の環境条件の考え方

原子炉棟における環境条件の設定については、高エネルギー配管破断として主蒸気配管破断，給水配管破断，原子炉隔離時冷却系蒸気配管破断及び原子炉冷却材浄化系配管破断を考慮しており，各配管の破断形態として，漏えいを含め瞬時両端破断までを想定している。

(1) 圧力条件

高エネルギー配管破断時の昇圧を考慮し，環境条件として設定している。なお，大規模な破断が生じた際には速やかにブローアウトパネルの開放によって建屋外に圧力を排出することになるため，原子炉建屋原子炉棟内の圧力が著しく上昇することはない。

※ ブローアウトパネルについて

原子炉格納容器外の主蒸気配管の破断を想定した場合，破断口より放出される蒸気が建屋内に充満し圧力上昇を引き起こす。この建屋内の圧力上昇により原子炉格納容器に作用する外圧が原子炉格納容器の最高使用外圧を超えないように，建屋外に圧力を逃がすことを目的としてブローアウトパネルを設置している。

(2) 温度条件

原子炉建屋内の一次系蒸気が直接漏えいする区画^{※1}では，漏えい蒸気が大気圧下に開放される際に過熱状態となるため，等エンタルピ変化により得られる過熱蒸気の理論上の最大温度である 171℃（原子炉格納容器内

の最高使用温度と同じ)を設定している。なお、冷却材の流出は隔離弁等の閉止、又は原子炉減圧によって放出が終了し、その後は大気圧下での飽和温度である 100℃まで温度が低下する。また、その他の区画においては、大気圧下での飽和温度である 100℃を設定している。

※1：機器環境条件仕様書より、主蒸気トンネル室が該当区画となる

今回、この環境条件とブローアウトパネルの開放枚数の関係について検証するため解析評価を実施した。

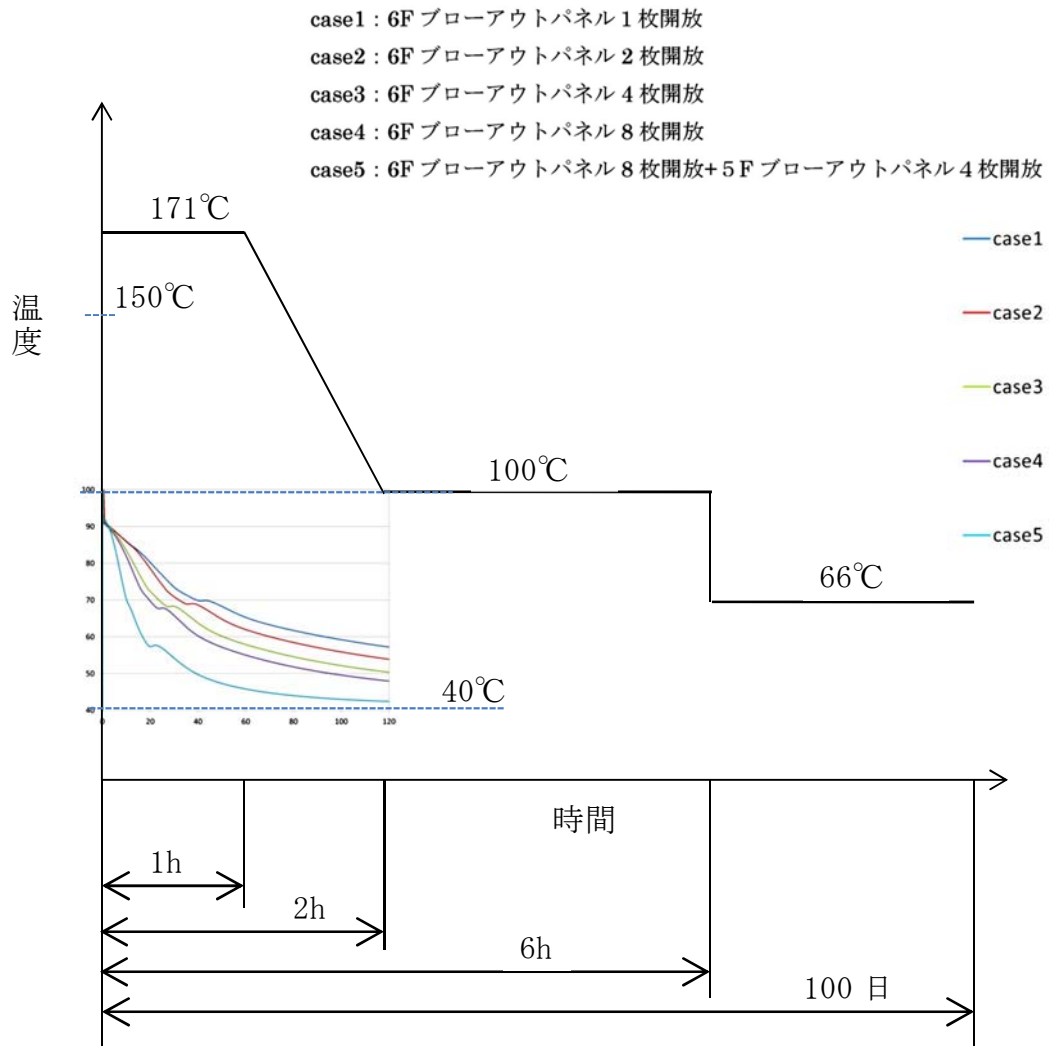
解析ケース及び入力データは以下とした。

- ・ 建屋モデル：原子炉建屋原子炉棟（火災の区域分離壁設置による区域）
- ・ 破損形状：主蒸気配管の全周破断
- ・ 漏えい停止：漏えい時のインターロック動作

【入力データ】

- ・ 区画体積及びパス開口面積
- ・ 空調条件（停止）
- ・ 区画初期条件（温度，湿度，圧力） 40℃. 相対湿度 100%，大気圧
外気温度：40℃
- ・ ヒートシンクとなる構造物（コンクリート壁等）への熱伝達による温度低下は保守的に無いものとする。

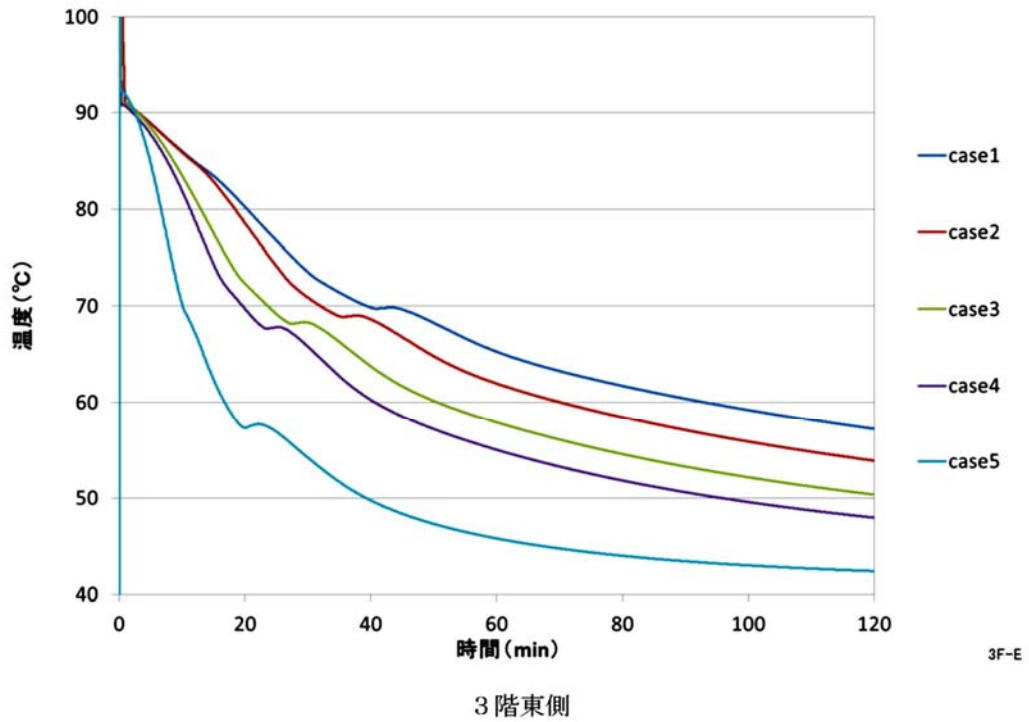
原子炉建屋原子炉棟内温度状態と解析結果の比較を第1図に示す。



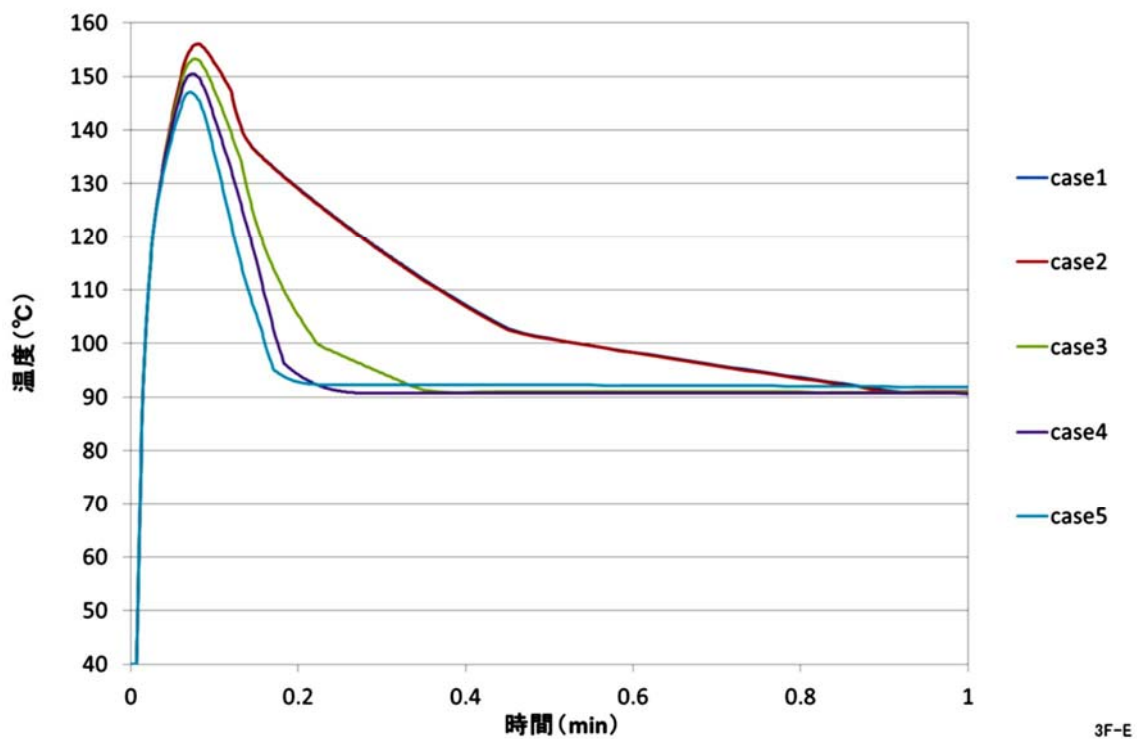
第1図 MS LBA時の原子炉棟内温度状態と解析結果の比較

解析結果の詳細を第2図, 及び第3図に示す。

- case1 : 6F ブローアウトパネル 1 枚開放
- case2 : 6F ブローアウトパネル 2 枚開放
- case3 : 6F ブローアウトパネル 4 枚開放
- case4 : 6F ブローアウトパネル 8 枚開放
- case5 : 6F ブローアウトパネル 8 枚開放+ 5F ブローアウトパネル 4 枚開放



第2図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較



第3図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較（最高温度）

2. 指摘事項の回答(No.59)

(1) 指摘事項

Cs-137放出量評価について、評価条件として原子炉建屋のブローアウトパネルが閉状態を期待していることを踏まえ、SA環境下でのブローアウトパネルに期待している機能を整理し、その機能を維持できることを整理して提示すること。

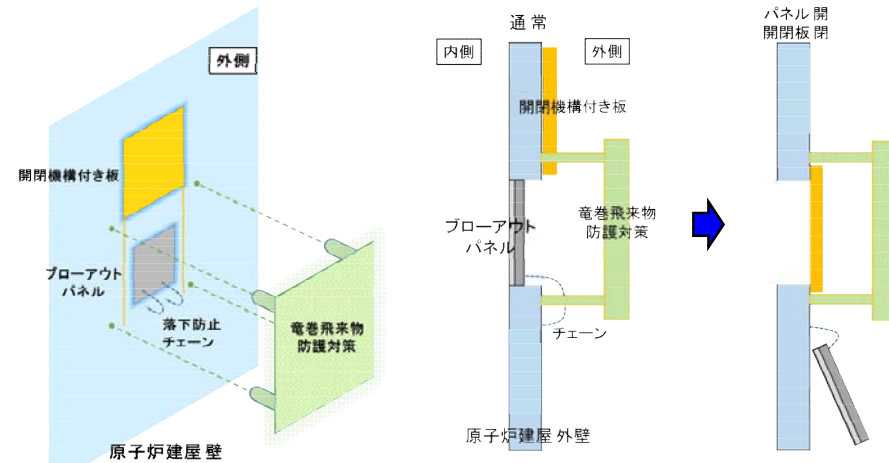
(2) 回答

・SA環境下でブローアウトパネルに期待している機能は下表のとおり。

	閉じ込め機能	開放機能
該当条文	第五十九条 原子炉制御室 (中央制御室の居住性評価)	—
概要	原子炉建屋ガス処理系起動時の原子炉建屋 屋内負圧達成に必要な機能	IS-LOCA時はブローアウトパネルの開閉状態 によらず破断箇所の現場隔離操作可能

・SA環境下でブローアウトパネルに期待している機能を維持するため、以下の設計方針とする。

	閉じ込め機能	開放機能
設計方針	<p>・閉維持または再閉止等の対策※ によって、原子炉建屋ガス処理系 運転時に原子炉建屋内の負圧を 達成すること (IS-LOCA等の閉じ込め機能に 期待していない事象を除く)</p>	—



対策イメージ

(3) 記載箇所

有効性評価 3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損) 3.1.2 添付資料3.1.2.4

審査会合における指摘事項に対する回答

【No.498-5】(1/2)

1. 指摘事項

竜巻によりブローアウトパネルが開放し、建屋に開口部が生じる場合、建屋内部への竜巻の影響について防護方針を示すこと。

2. 回答

竜巻によりブローアウトパネルが開放した場合の、建屋内部への竜巻の影響に対する影響を以下のとおり評価した。

- 検討対象は、原子炉建屋5階及び6階の評価対象施設(竜巻防護施設+波及的影響を考慮すべき施設)

フロア		竜巻防護施設
6階		【防】使用済燃料プール(燃料ラック含む)(①) 【防】燃料プール冷却浄化系真空破壊弁(②) 【防】【波】燃料交換機(③) 【防】【波】原子炉建屋天井クレーン(④)
5階	東側	【防】非常用ガス再循環系設備(⑤) 【防】非常用ガス処理系設備(⑥)
	西側	【防】ほう酸水注入系設備(⑦)

【防】: 竜巻防護施設
【波】: 波及的影響を考慮すべき施設

- 考慮すべき荷重は以下とする。

- ① 設計飛来物による衝撃荷重 (W_M)
- ② 風圧力による荷重 (W_W)

なお、他の荷重(気圧差による荷重、竜巻に随伴し得る自然現象(雷、降雨及びひょう)による荷重については、上記設備へ作用しない(気圧差、雷)、又は影響が軽微(降雨、ひょう)と判断))

●考慮すべき荷重に対する、評価対象施設の機能喪失の可能性は下表のとおり。
 対策として「建屋内への飛来物侵入防止(開口部への防護ネットもしくは鋼板の設置)」及び「建屋内への風の侵入防止(建屋内もしくは開口部への防風設備の設置)」を実施する。

評価対象施設		荷重に対する機能維持評価 (○:維持可能, ×:喪失の恐れ)		防護の 要否	機能維持の ための防護方針	
		①飛来物(W _M)	②風荷重(W _W)			
6階	使用済燃料プール (燃料ラック含む)	×	○ 構造的に、風荷重の影響を受けない。	要	①建屋内への飛来物侵入防止	
	燃料プール冷却浄 化系真空破壊弁		○ 構造的に、風荷重の影響を受けない。	要		
	燃料交換機		×	風荷重に対し損傷し機能を喪失する 可能性を否定できない。	要	①②に対し、以下の運用とする。 ・竜巻の襲来が予想される場合は、燃料取扱作 業を中止する。 ・また、使用済燃料プール及び燃料プール冷却 浄化系真空破壊弁に影響を及ぼさない位置 (通常の待機位置)に退避する運用とする。
	原子炉建屋 天井クレーン				要	
5階	非常用ガス 再循環系設備	×	多数の設備が存在し、風荷重に対し損傷し 機能を喪失する可能性を否定できない。	要	①建屋内への飛来物侵入防止 ②建屋内への風の侵入防止	
	非常用ガス 処理系設備			要		
	ほう酸水 注入系設備	○ 開口部から見通せない位置にあり、 飛来物の到達は考え難い	○ 風の流路から離れており、影響を受けない	不要	なし	

参考2-2 第508回審査会合 資料1-2-1 抜粋

評価対象施設	要求される機能	荷重に対する機能維持評価		防護の要否	機能維持のための防護方針	
		荷重	評価			
5階	非常用ガス再循環系設備	放射性物質の閉じ込め及び放出低減機能 (MS-1)	W_w	当該エリア (別図 5-1 の⑤, ⑥) には多数の設備が存在し, 風荷重に対し損傷し機能を喪失する可能性を否定できない。	要	建屋内への風の侵入防止
		放射性物質の閉じ込め及び放出低減機能 (MS-1)	W_M	施設に衝突した場合, 損傷し機能を喪失する恐れがある。	要	建屋内への飛来物侵入防止
	非常用ガス処理系設備	放射性物質の閉じ込め及び放出低減機能 (MS-1)	W_w	当該エリア (別図 5-1 の⑤, ⑥) には多数の設備が存在し, 風荷重に対し損傷し機能を喪失する施設がある可能性を否定できない。	要	
		放射性物質の閉じ込め及び放出低減機能 (MS-1)	W_M	施設に衝突した場合, 損傷し機能を喪失する恐れがある。	要	建屋内への飛来物侵入防止
	ほう酸水注入系設備	未臨界維持機能 (MS-1)	W_w	ブローアウトパネルから離れた場所にあり, 竜巻の風の主な流路 (別図 5-3 参照) を考えると, 風の影響を受けない。	不要	—
			W_M	施設はブローアウトパネルの開口部から見通せない場所にあるため (別図 5-3 参照), 飛来物が衝突することはないと考え難い。	不要	—

6 条 (竜巻) -1-添付 8-別紙 5-5



別図 5-3 原子炉建屋原子炉棟 5 階の風の通過経路及び西側区画ブローアウトパネルからのほう酸水注入系設備方向への見通し