

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原子炉棟外壁に設置されているブローアウトパネル（6 階：8 枚，5 階：4 枚 合計 12 枚）の必要枚数を確認するため，開放枚数をパラメータとした解析により，温度上昇が大きいと思われるエリア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 階に設置されているブローアウトパネル 4 枚が開放できれば，設計温度条件及び圧力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

上記解析による必要枚数，及び以下に示すブローアウトパネルへの要求事項を踏まえた包括的な対応方針について，現状の案を整理した。本案については更に検討を重ね，最適化を図る。

- ① MS L B A 時には開放し，建屋内環境を維持すること【DB】
 - ・ 4 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】
 - ・ 飛来物対策として，閉鎖しないブローアウトパネルにはネット等を設置
 - ・ 風の侵入により影響を受ける恐れのある安全施設（SGTS/FRVS）が設置されている原子炉建屋 5 階東側エリアは，全てのブローアウトパネル（2 枚）を閉鎖
- ③ 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の外側又は内側に，原子炉建屋負圧を達成，維持できるよう，気密性の高いシャッターを設置
 - ・ 上記のシャッターは，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に設置
- ④ 放水砲による使用済燃料プールへの放水のため R/B6 階開放（面）できること【SA/大規模損壊】
 - ・ 放水位置は原子炉建屋の東側，南側及び西側の 3 箇所を想定しているため，原子炉建屋 6 階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，建屋外からブローアウトパネルを強制的に開放できる設備を設置

上記方針について，6 階の方針を表 1 に，5 階の方針を表 2 にまとめた。

3. プラント建設時のブローアウトパネル枚数の考え方

東海第二は、他 110 万 kW 級 BWR/5 に比べて 2 倍以上のブローアウトパネル面積が確保されているが、国内で最初の 110 万 kW 級 BWR/5 であるため、十分な開口を確保するため、6 階の東西南北の外壁に各 2 枚ずつ、5 階の東西南北の外壁に各 1 枚ずつ設置した。

参考：1 F 4 80 万 kW クラス ブローアウトパネル面積約 40m² （東二は約 185m²）

4. ブローアウトパネル枚数を変更する場合の他評価等への影響

(1) 解析関係

◆ 添付十(安全解析)関係

事故時 (MS L B A) の被ばく評価は、全量の地上放出を仮定し、より保守的な条件設定となっているため影響なし。

◆ IS-LOCA 時の環境条件

ブローアウトパネルが開放しない場合でも問題ないことを確認済だが、開放する枚数に合わせ再評価が必要

(2) 設備関係

- ・電源盤 (MCC) が設置されているため、盤単位での防護を検討中

以 上

表1 ブローアウトパネルへの各種要求を踏まえた包括的な対応方針（6階）

設置 エリア	要求事項				左記条件を 包絡する 対策案	
	①MSLBA	②竜巻		③再閉止		④放水砲
		気圧低下	飛来物			
東面 (2 枚)	8枚中4枚以上が 開放可能な設計 (残り4枚は、建 屋内温度環境等の 改善可否を踏ま え、ブローアウト 機能の維持を判 断)	開放を許容	飛来物の衝突、貫通 によるパネルの損 傷、建屋内への飛来 物侵入を防止	開放を想定するパネル は、速やかに再閉止可能	<ul style="list-style-type: none"> ・ブローアウト機能維持※1 +再閉止設備の設置 ・竜巻飛来物防止対策 ・強制開放設備の設置※2 	
南面 (2 枚)						<ul style="list-style-type: none"> ・ブローアウト機能維持※1 +再閉止設備の設置 ・竜巻飛来物防止対策 ・強制開放設備の設置※2
西面 (2 枚)						<ul style="list-style-type: none"> ・ブローアウト機能維持※1 +再閉止設備の設置 ・竜巻飛来物防止対策 ・強制開放設備の設置※2
北面 (2 枚)						<ul style="list-style-type: none"> ・ブローアウト機能維持※1 +再閉止設備の設置 ・竜巻飛来物防止対策 ・強制開放設備の設置※2

※1：1枚は必須。もう1枚にブローアウト機能を持たせるかは、建屋内温度環境等の改善要否を踏まえ判断

※2：どちらか1枚に設置

表2 ブローアアウトパネルへの各種要求を踏まえた包括的な対応方針 (5階)

設置 エリア	要求事項				左記条件を 包絡する 対策案	
	①MSLBA	②竜巻		③再閉止		④放水砲
		気圧低下	飛来物			
東	開放は必須でない (建屋内温度環境等 の改善要否を踏ま え、ブローアアウト機 能の維持を判断)	閉止 (気圧低下によ る開放防止)	飛来物の衝突, 貫通 による パネル (もし くは閉止箇所) の損 傷, 建屋内への飛来 物侵入を防止	開放を想定するパネル は, 速やかに再閉止可能	閉止 (竜巻飛来物対策を含む) <ブローアアウト機能維持の場合> ・ブローアアウト機能維持 +再閉止設備の設置 ・竜巻飛来物防止対策 <ブローアアウト機能不要の場合> 閉止	
南		閉止 (気圧低下によ る開放防止)	飛来物の衝突, 貫通 による パネル (もし くは閉止箇所) の損 傷, 建屋内への飛来 物侵入を防止	開放を想定するパネル は, 速やかに再閉止可能		
西		閉止 (気圧低下によ る開放防止)	飛来物の衝突, 貫通 による パネル (もし くは閉止箇所) の損 傷, 建屋内への飛来 物侵入を防止	開放を想定するパネル は, 速やかに再閉止可能		
北		閉止 (気圧低下によ る開放防止)	飛来物の衝突, 貫通 による パネル (もし くは閉止箇所) の損 傷, 建屋内への飛来 物侵入を防止	開放を想定するパネル は, 速やかに再閉止可能		

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。(詳細は別紙参照)

(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。

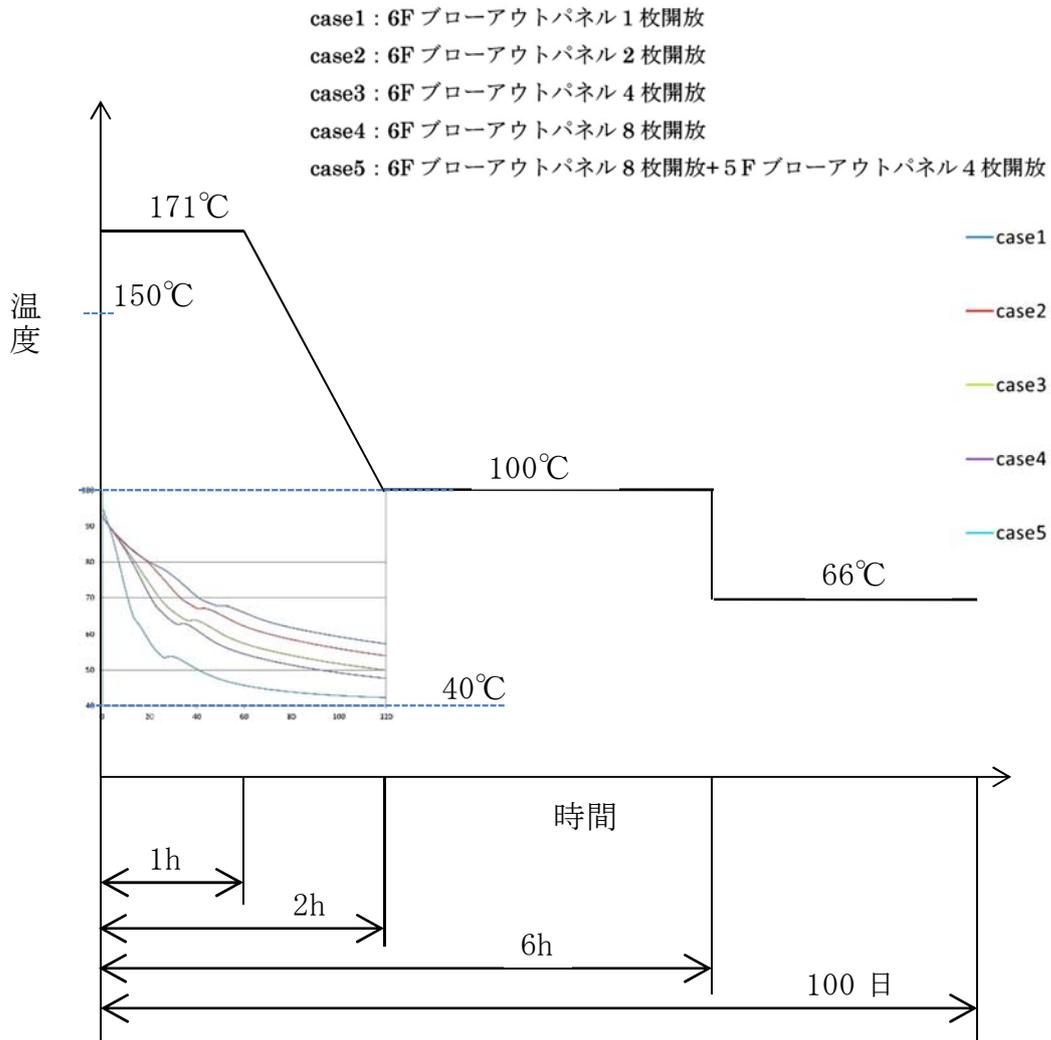
・ブローアウトパネル条件

開放設定圧力

開放時間遅れ

開口面積

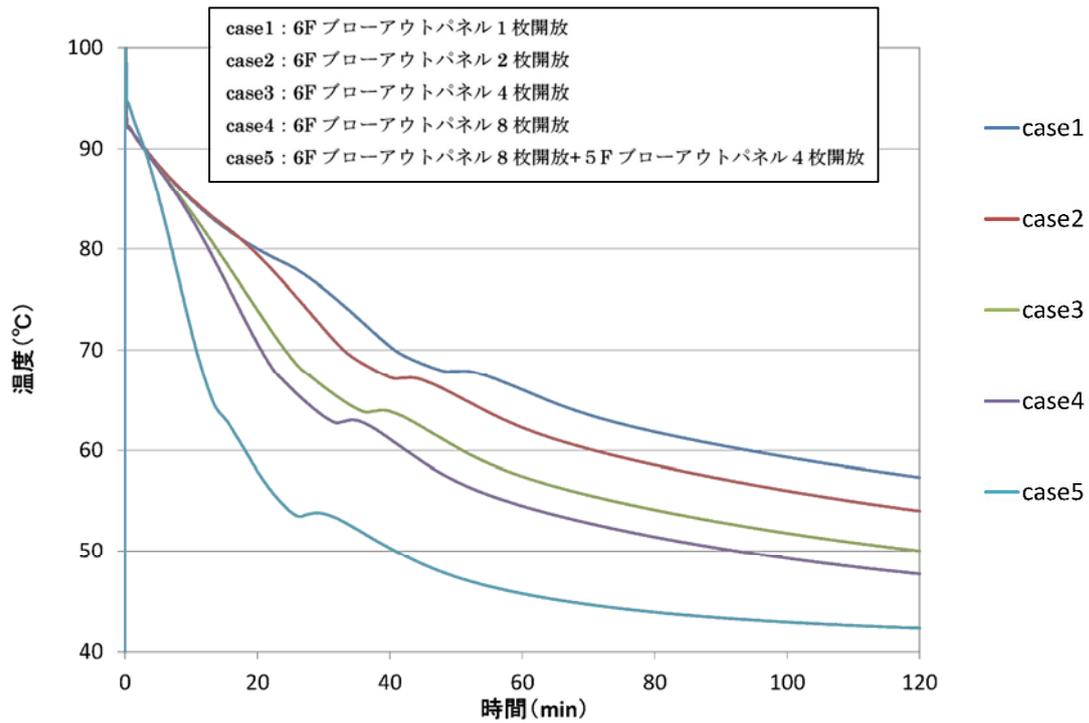
原子炉建屋原子炉棟内温度状態と解析結果の比較を第1図に示す。



第1図 MS L B A時の原子炉棟内温度状態と解析結果の比較

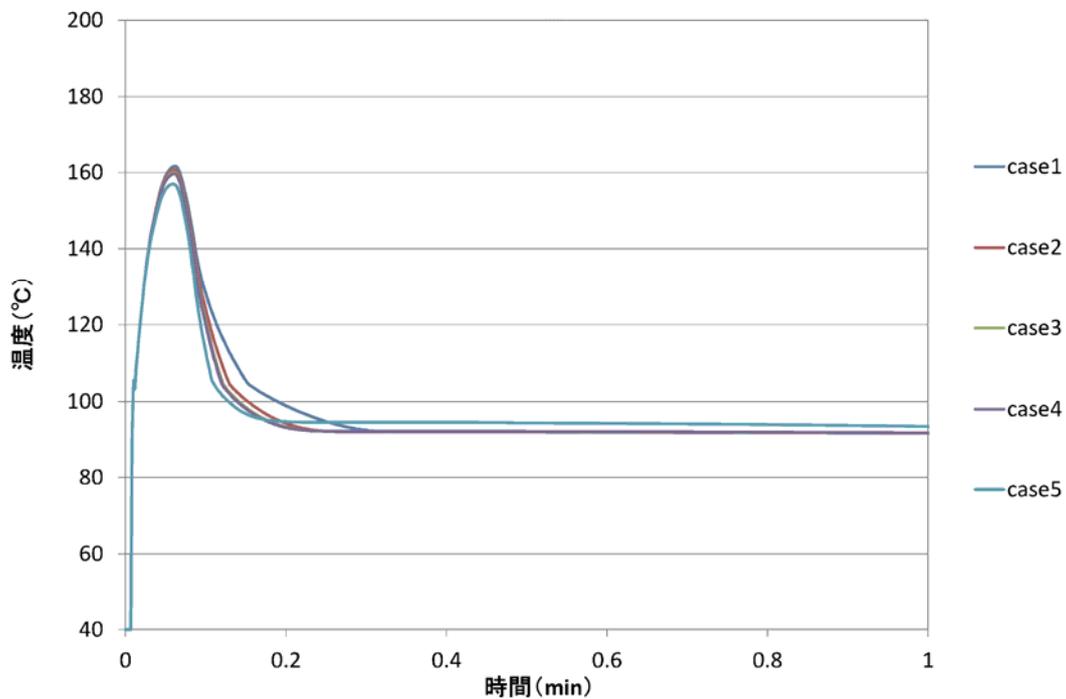
解析結果の詳細として3階及び6階を第2図～第7図に示す。

この際の原子炉棟内圧力値の評価結果を第8図に示す。6階部の圧力上昇を示した解析結果より、ブローアウトパネルが、設定圧力に達した状況で開放することを確認した。また、原子炉棟6階に設置された8枚のブローアウトパネルのうち、4枚が開放することで格納容器の最高使用外圧を越えないことを確認した。



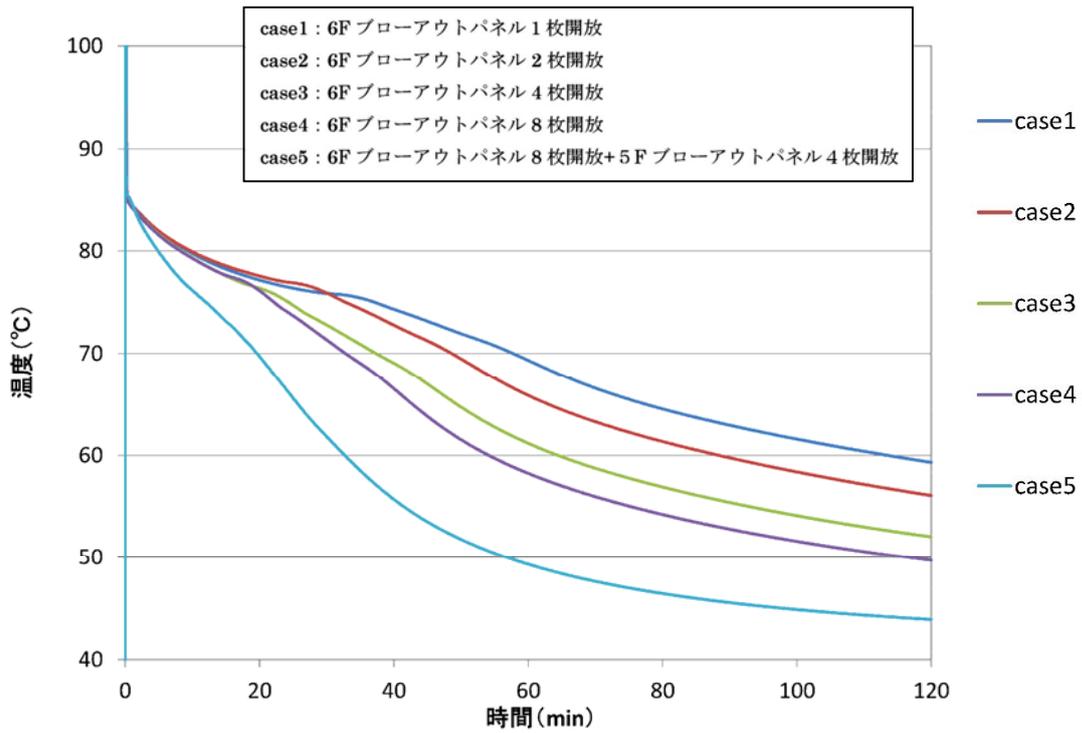
(原子炉棟 3階東)

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



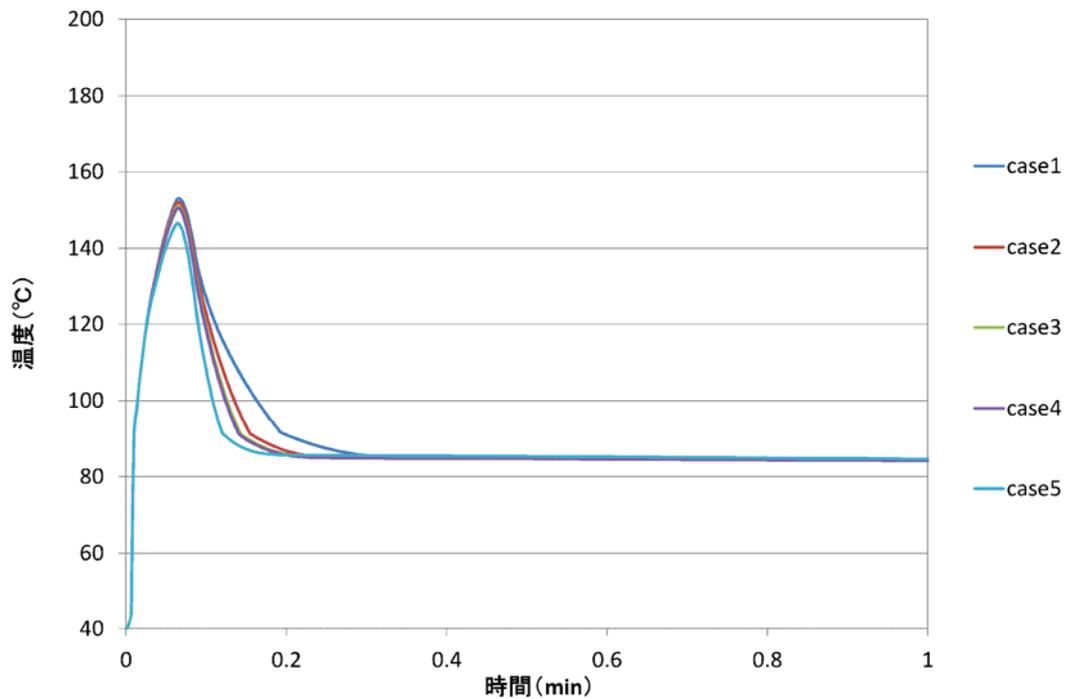
(原子炉棟 3階東)

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 (最高温度部)



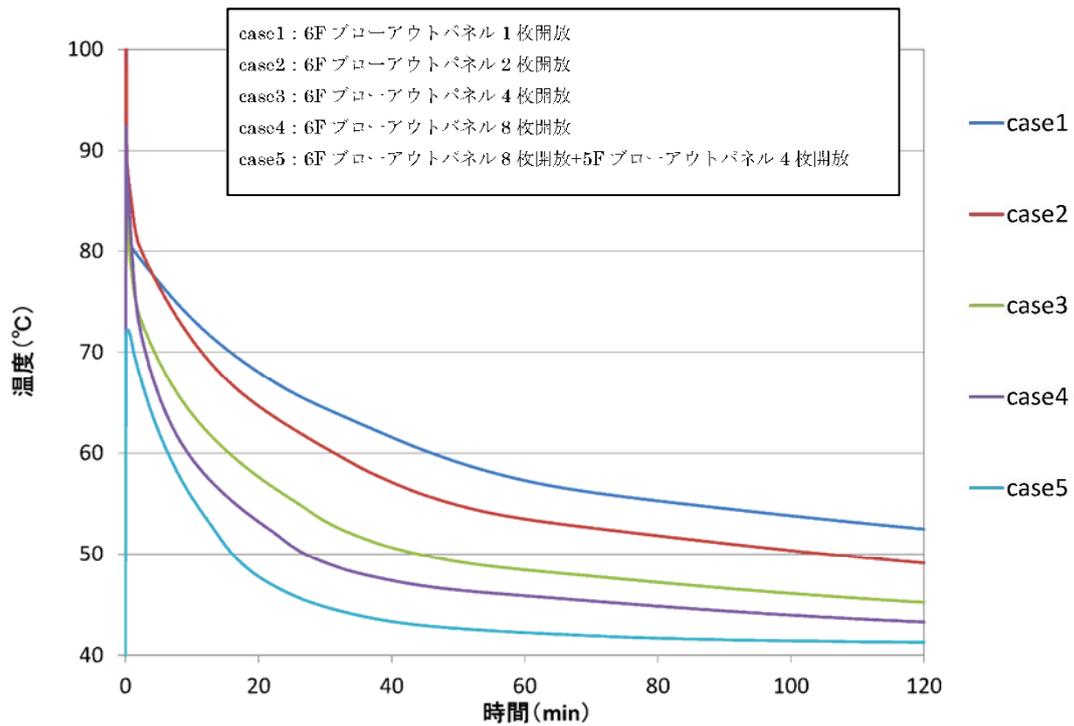
(原子炉棟 3階西)

第4図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較



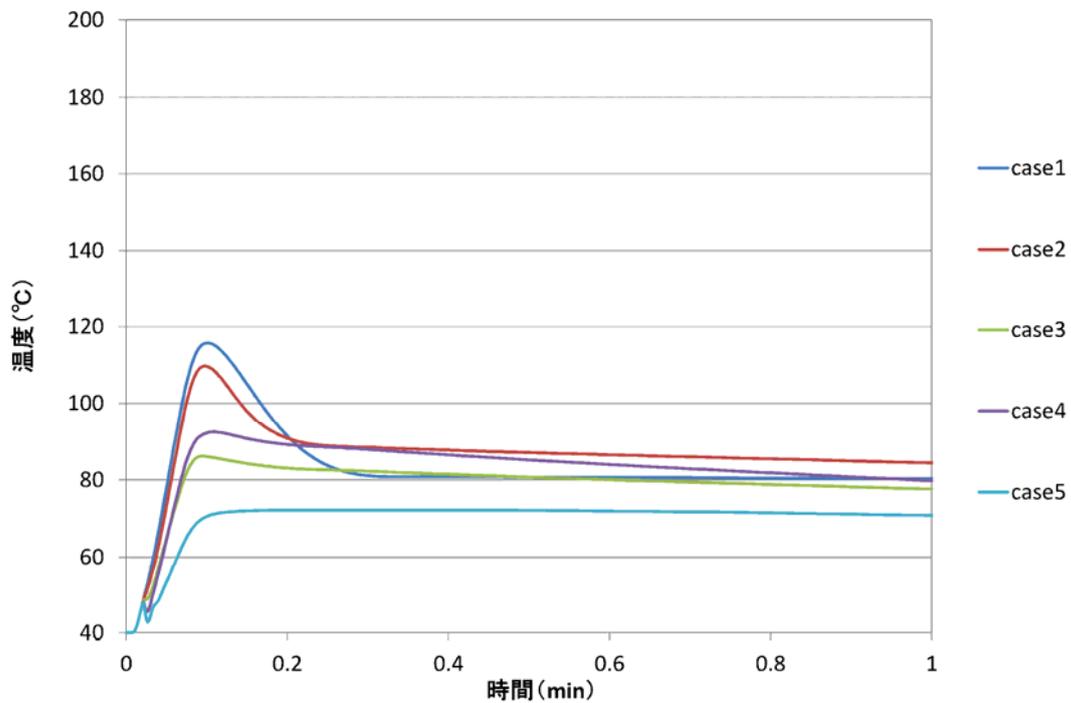
(原子炉棟 3階西)

第5図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較 (最高温度部)



(原子炉棟 6 階)

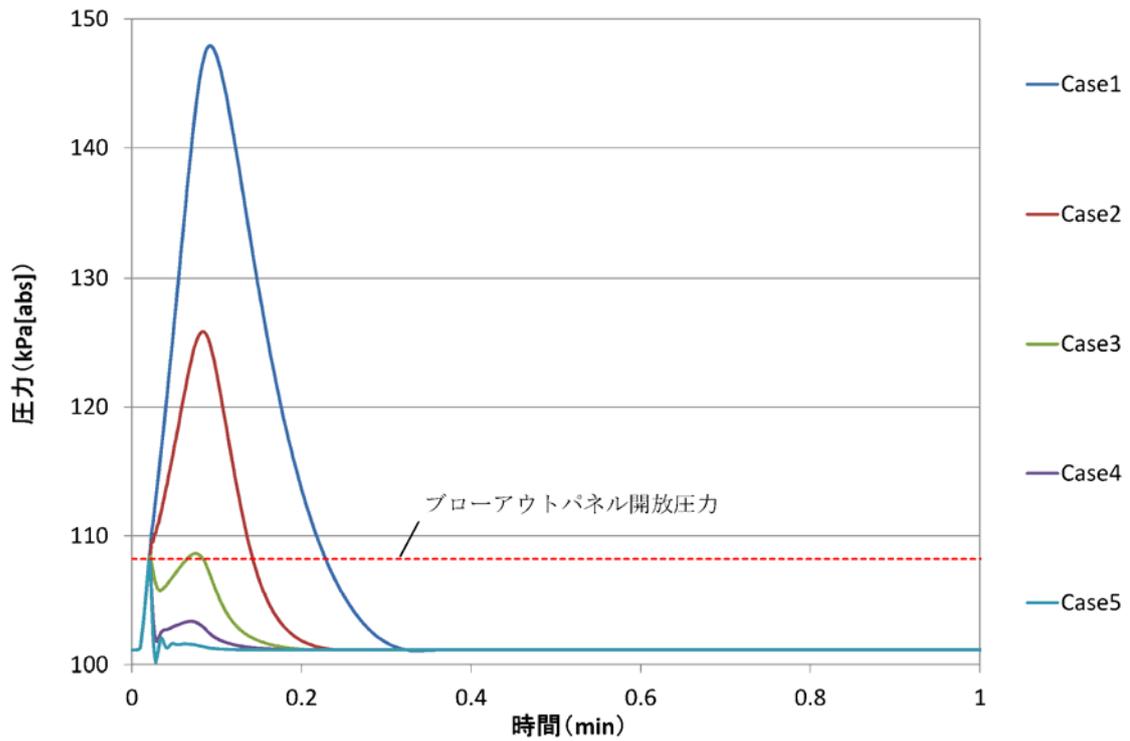
第 6 図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較



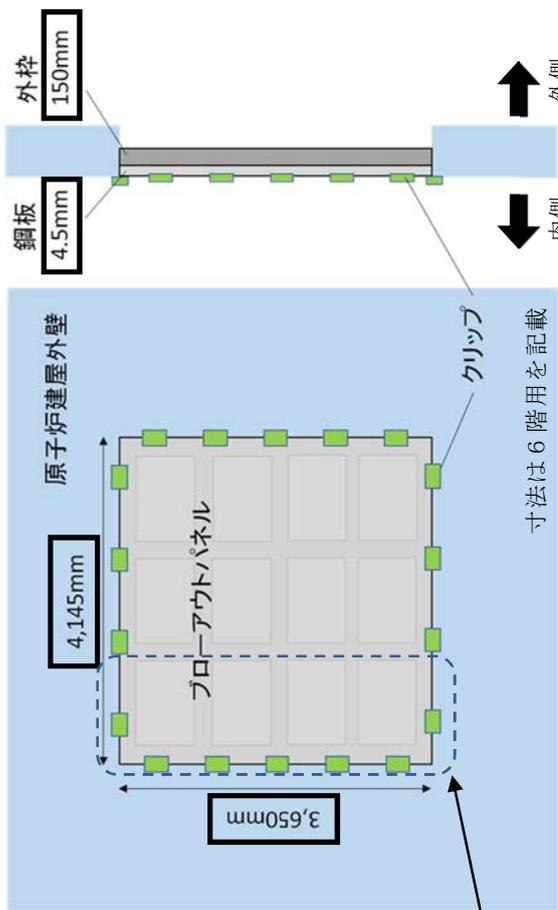
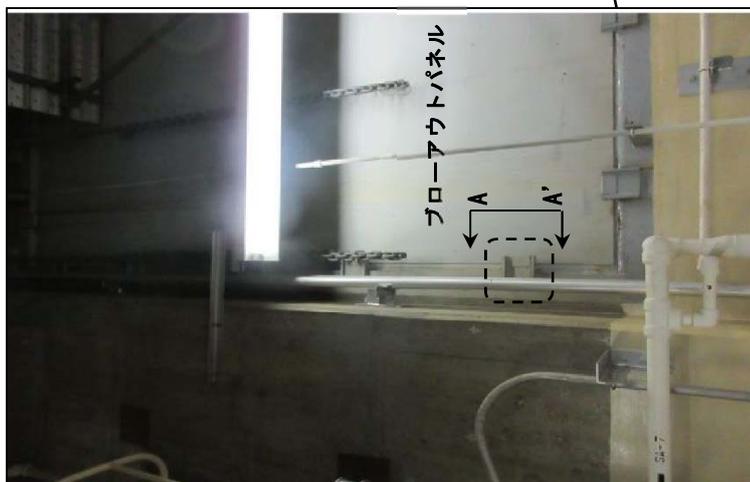
(原子炉棟 6 階)

第 7 図 ブローアウトパネル作動枚数による温度状況比較 (最高温度部)

- 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 8 図 ブローアウトパネル作動枚数による圧力状況比較 (原子炉棟 6 階)

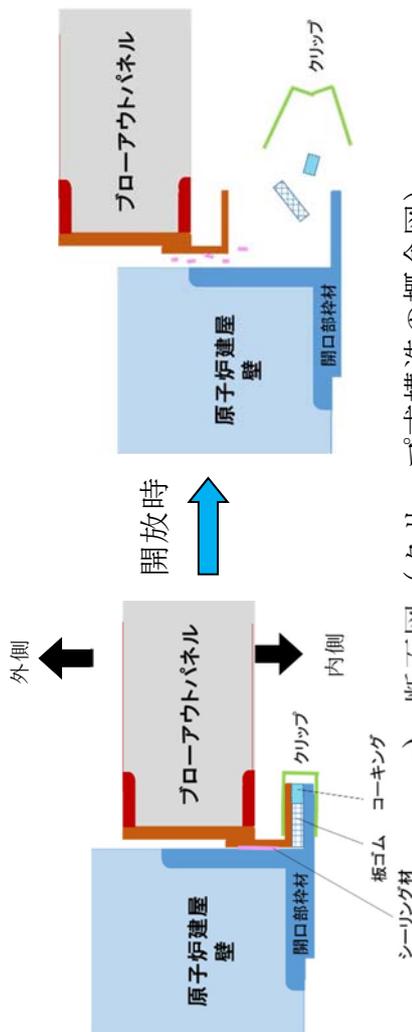


a) 正面図

b) 側面図



原子炉棟5F 東側
ブローアウトパネル



c) 断面図 (クリップ式構造の概念図)