

島根原子力発電所 2号炉 原子炉制御室等 (コメント回答)

令和 2 年 10 月
中国電力株式会社

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 指摘事項一覧

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
23	令和2年6月30日	中央制御室換気系運転モードの再循環運転と加圧運転について、再循環運転ではインリーク時に換気系のフィルタに期待せず、S AではS G Tフィルタに期待しないなど、保守的な条件の下で評価しているため、現実に近い条件の下での評価をした場合には、再循環運転と加圧運転の評価結果の差がどの程度縮まるのか、あるいは評価結果が逆転することはないのか整理して説明すること。その結果、仮に再循環運転と加圧運転に大きな差がない場合には何を根拠に運転モードを選択するのかを明確にすること。	P 2 ~ 6
24	令和2年6月30日	再循環運転から加圧運転に変更する手順について、現場操作により給気隔離ダンパを全開にする運用について、なぜ現場で実施するのか換気系放射線異常高等による換気系隔離信号との関係を踏まえて考え方を明確にすること。	P 7
25	令和2年6月30日	再循環運転と加圧運転について、中央制御室の待避室からの操作やタイマーにより切り替えによる併用等の運用について検討結果を整理し説明すること。加えて、加圧運転と再循環運転の何れの運転手順も整備して柔軟に対応できるようにすることも検討すること。	P 8

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.23) (1 / 5)

2

■ 指摘事項 (第870回審査会合 (令和2年6月30日))

中央制御室換気系運転モードの再循環運転と加圧運転について、再循環運転ではインリーク時に換気系のフィルタに期待せず、S AではS G Tフィルタに期待しないなど、保守的な条件の下で評価しているため、現実に近い条件の下での評価をした場合には、再循環運転と加圧運転の評価結果の差がどの程度縮まるのか、あるいは評価結果が逆転することはないのか整理して説明すること。その結果、仮に再循環運転と加圧運転に大きな差がない場合には何を根拠に運転モードを選択するのかを明確にすること。

■ 回答

中央制御室換気系運転モードの再循環運転と加圧運転について、表23-1に示す現実に近い条件の評価を行い、再循環運転と加圧運転の評価結果の差について比較検討を行った。

表23-1 中央制御室居住性評価 主要解析条件

	中央制御室換気系 運転モード	S G T起動までの 原子炉棟換気率	S G Tフィルタ 除去性能	放出点と外気取入口の 位置関係	インリーク 評価地点
DB評価 (第26条)	再循環運転	—	99%	・S G T排気管放出端(地上110m)と外気取入口(地上15m)を同じ高さ(地上110m)に設定	中央制御室換気系 外気取入口
SA評価 (第59条)	加圧運転	無限大 (全て外気放出)	考慮しない	・S G T排気管放出端(地上110m)と外気取入口(地上15m)を同じ高さ(地上110m)に設定 ・F V排気管放出端(地上50m)と外気取入口(地上15m)を同じ高さ(地上50m)に設定	中央制御室換気系 外気取入口 (システム起動前)
現実に近い 条件の評価	加圧運転 再循環運転	1回/d (S G T起動時 の設定と同じ)	99%	・S G T排気管放出端(地上110m)と外気取入口(地上15m)をそれぞれの高さに設定 ・F V排気管放出端(地上50m)と外気取入口(地上15m)をそれぞれの高さに設定	バウンダリ境界のうち 放出点から最遠方*

※ 建物内の中央制御室等へインリークする放射性物質の濃度は、外気の放射性物質濃度と比較してある程度低減されると考えられることから、現実に近い条件の評価の一例として、放出点から最遠方とした条件を設定。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.23) (2 / 5)

■ 回答 (続き)

(1) 格納容器フィルタベント系 (FCVS) を使用して事象を収束するケース

希ガスの大規模な放出を伴う場合の中央制御室換気系運転モードの影響を確認するため、格納容器フィルタベント系を使用して事象を収束するケースを対象に、SA評価と現実に近い条件の評価において、加圧運転を継続する場合と中央制御室待避室に待避中に再循環運転に切り替えた場合の被ばく評価を行った。

評価における中央制御室換気系の運転モードを図23-1に、各運転モードで中央制御室での被ばくが最大となる班員の評価結果を図23-2に示す。

中央制御室換気系 運転モード	2h	約32h	約40h	168h
加圧運転継続		ベント実施 加圧運転		
待避中再循環運転	加圧運転	再循環運転	加圧運転	

図23-1 中央制御室換気系運転モード (FCVSで収束)

図23-2のとおり、SA評価では、再循環運転に切り替える方が被ばくが多くなるが、現実に近い条件の評価の結果、再循環運転に切り替える方が被ばくが減少した。これは、加圧運転継続では希ガス濃度が比較的高い外気取入口から外気を取り込むため被ばくの減少が限定的であったのに対し、再循環運転では希ガス濃度が比較的低いバウンダリ境界のうち放出点から最遠方からのインリークを考慮したことにより被ばくが大きく減少したことによる。

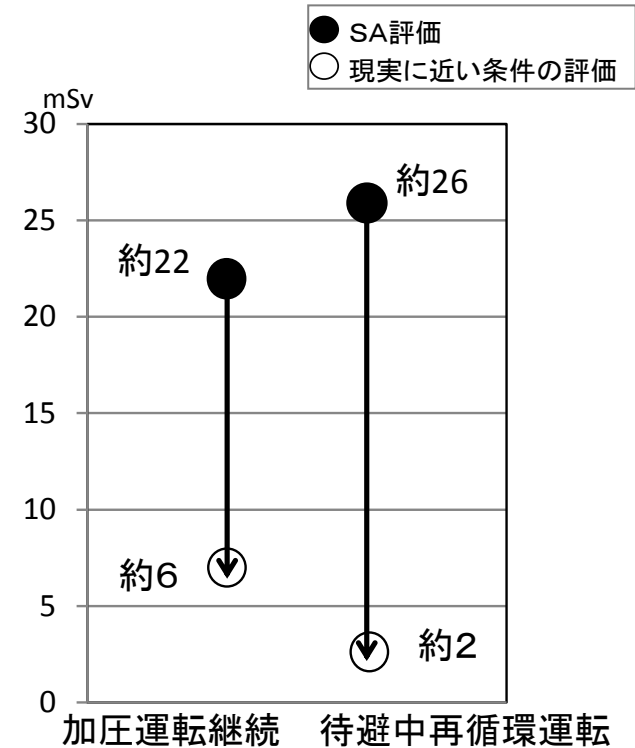


図23-2 中央制御室内に取込まれた放射性物質による被ばく(FCVSを使用して事象を収束)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.23) (3 / 5)

■ 回答 (続き)

(2) 残留熱代替除去系 (R H A R) を使用して事象を収束するケース

希ガスの大規模な放出が発生しない場合の運転モードの影響を確認するため、残留熱代替除去系を使用して事象を収束するケースを対象に、S A 評価と現実に近い条件の評価において、加圧運転と再循環運転を行った場合の被ばく評価を行った。評価における中央制御室換気系の運転モードを図23-3に、中央制御室での被ばくが最大となる班員の評価結果を図23-4に示す。

中央制御室換気系 運転モード	2h	168h
加圧運転	加圧運転	
再循環運転	再循環運転	

図23-3 中央制御室換気系運転モード (R H A R で収束)

図23-4のとおり、S A 評価では、再循環運転の方が被ばくが多くなるが、現実に近い条件の評価の結果、加圧運転、再循環運転ともに0.1mSv以下となり、大きな差はなかった。これは、現実に近い条件の評価では、S G T 起動前の原子炉棟換気率、S G T 起動後のフィルタ除去性能及び排気管高さを考慮したことにより、加圧運転の外気取入口及び再循環運転のインリーク評価地点の放射性物質濃度がともに大きく低下したことによる。

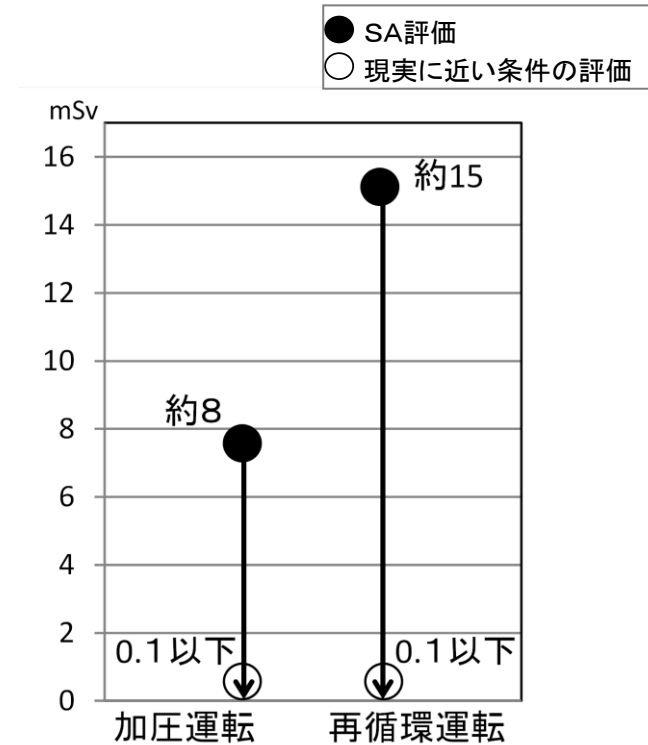


図23-4 中央制御室内に取込まれた放射性物質による被ばく (R H A R を使用して事象を収束)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.23) (4 / 5)

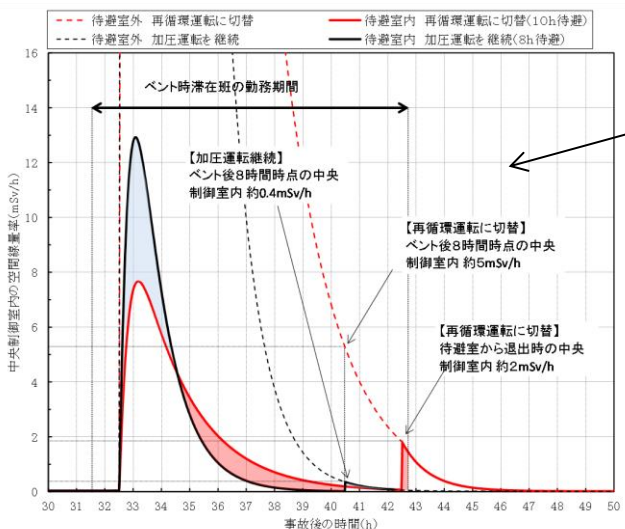
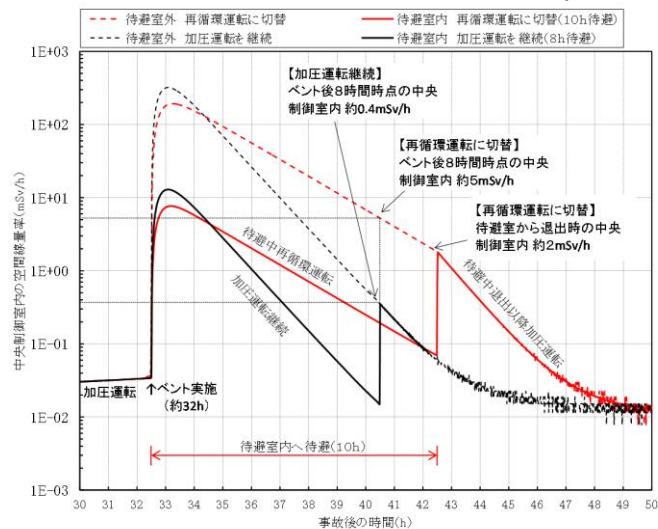
■ 回答 (続き)

格納容器フィルタベント系及び残留熱代替除去系使用時の評価結果を踏まえ、炉心損傷後は加圧運転を行うこととするが、フィルタベントを実施する場合には、加圧運転から再循環運転に切り替え、待避室を退出した後再び加圧運転を行うことに運転手順を変更する。中央制御室換気系運転モードの選択の考え方は以下のとおり。

- 現実に近い条件の評価の結果、加圧運転と再循環運転の差は小さくなるとともに、フィルタベント実施時には再循環運転が加圧運転の結果を下回っていることから、フィルタベント実施時に再循環運転に切り替え、外気の取り込みを極力抑える。
- 待避室を退出後、再循環運転中に中央制御室バウンダリ内にインリークした放射性物質を早急に換気するため、加圧運転に再度切り替える。

また、加圧運転を継続する場合、待避室を退出した時点での線量率は約0.4mSv/hであるが、再循環運転に切り替える場合、8時間後に待避室を退出した時点での線量率は約5mSv/hとなるため、待避室の待避時間を8時間から10時間に延長する。この結果、退出した時点での線量率は約2mSv/hに低減することから、運転員の被ばくは加圧運転を継続する場合と比較して約0.4mSv減少する。

なお、待避室の待避時間を8時間から10時間に変更するが、緊急時対策所での待避時間はもともと10時間であり、延長する期間には屋外作業を計画していないことから、影響はない。



図中青（再循環運転切替により被ばく減少）と赤（再循環運転切替により被ばく増加）の面積のトータルでは約0.4mSvの減少となる。

図23-5 フィルタベント実施時の中央制御室内及び待避室内の線量率推移 (対数グラフ及び線形グラフ)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.23) (5 / 5)

■ 回答 (続き)

フィルタバント実施時に再循環運転とし、待避室の待避時間を10時間とした場合の7日間の被ばく評価結果 (全被ばく経路合計) は表23-2に示すとおりであり、評価基準100mSvを満足している。

比較のため、加圧運転継続時の評価結果を表23-3に示す。

待避中再循環運転

表23-2 バント実施時 再循環運転 (待避時間10時間)

(単位:mSv)

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	合計
A班	1直 約12	1直 約9	-	2直 約8	2直 約6	-	-	約35
B班	-	2直 約34	2直 約10	-	-	-	1直 約7	約51
C班	2直 約8	-	-	-	1直 約7	1直 約6	-	約22
D班	-	-	1直 約13	1直 約9	-	2直 約5	2直 約4	約32

加圧運転継続

表23-3 バント実施時 加圧運転継続 (待避時間8時間)

(単位:mSv)

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	合計
A班	1直 約12	1直 約9	-	2直 約8	2直 約6	-	-	約35
B班	-	2直 約34	2直 約10	-	-	-	1直 約7	約52
C班	2直 約8	-	-	-	1直 約7	1直 約6	-	約22
D班	-	-	1直 約11	1直 約9	-	2直 約5	2直 約4	約30

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.24) (1 / 1)

■ 指摘事項 (第870回審査会合 (令和2年6月30日))

再循環運転から加圧運転に変更する手順について、現場操作により給気隔離ダンパを全開にする運用について、なぜ現場で実施するのか換気系放射線異常高等による換気系隔離信号との関係を踏まえて考え方を明確にすること。

■ 回答

S A 時の中央制御室換気系の運用にあたっては、給気隔離弁を全開状態に維持する必要があるが、換気系隔離信号の発生により給気隔離弁が自動で全閉し系統構成を阻害することがないように、現場にて手動ハンドルにより給気隔離弁を強制的に全開状態としたうえで、外気取入調節弁を中央制御室から手動操作し、調整開にして加圧運転へ、また、全閉にして再循環運転へ切り替えることが可能な設計としている。

(1) 給気隔離弁 (図24-1の①)

給気隔離弁は空気作動式で通常時全開 (フェイルクローズ設計) としており、放射線異常高等の換気系隔離信号が発生した場合、自動で全閉し、通常運転 (外気取入運転) から再循環運転に切り替わる設計としている。

駆動源喪失が想定される S A 時は、フェイルクローズ設計のため給気隔離弁は全閉となっており、中央制御室からの開操作ができず、系統構成を再循環運転から加圧運転へ切り替えるためには、現場にて給気隔離弁を全開操作する必要がある。駆動部に設けている手動ハンドルによる給気隔離弁の強制開操作は、中央制御室からの動作信号、自動隔離信号あるいは駆動源喪失による動作よりも優先されるため、確実に当該弁の全開状態を維持し、加圧運転を継続することが可能である。

(2) 外気取入調節弁 (図24-1の②)

外気取入調節弁は、電気作動式で通常時全開としており、中央制御室からの手動操作により開閉可能な設計としている。

外気取入調節弁は、常設代替交流電源設備からの給電が可能な設計としているため、S A 時に、中央制御室からの手動操作により、流量調整のため調整開にして加圧運転へ、又は、全閉にして再循環運転へ切り替えることが可能である。

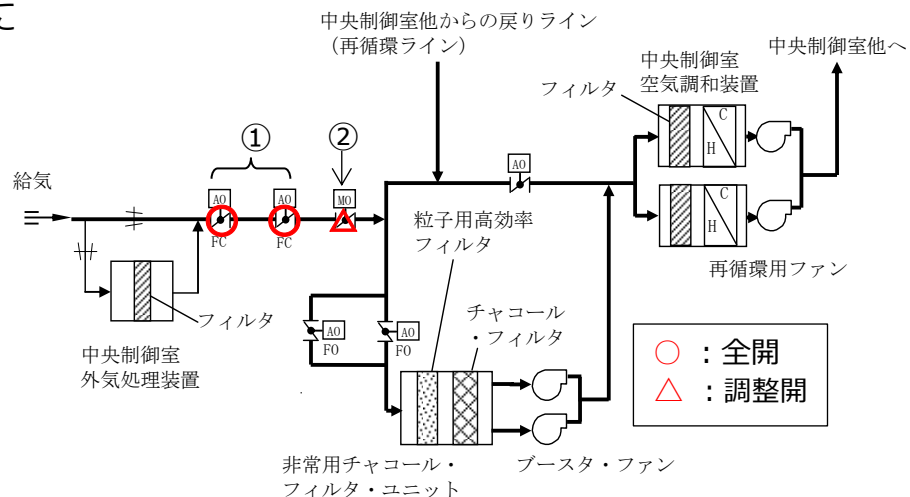


図24-1 中央制御室換気系 (給気ライン) 加圧運転時の系統概要図

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.25) (1 / 1)

■ 指摘事項 (第870回審査会合 (令和2年6月30日))

再循環運転と加圧運転について、中央制御室の待避室からの操作やタイマーにより切り替えによる併用等の運用について検討結果を整理し説明すること。加えて、加圧運転と再循環運転の何れの運転手順も整備して柔軟に対応できるようにすることも検討すること。

■ 回答

No.23の回答に示すとおり、フィルタベント実施時に加圧運転から再循環運転に切り替えるとともに、待避室の待避時間を8時間から10時間に変更する。これにより、SA評価及び現実的な条件での評価のいずれにおいても、合理的に被ばくを低減することができる考える。

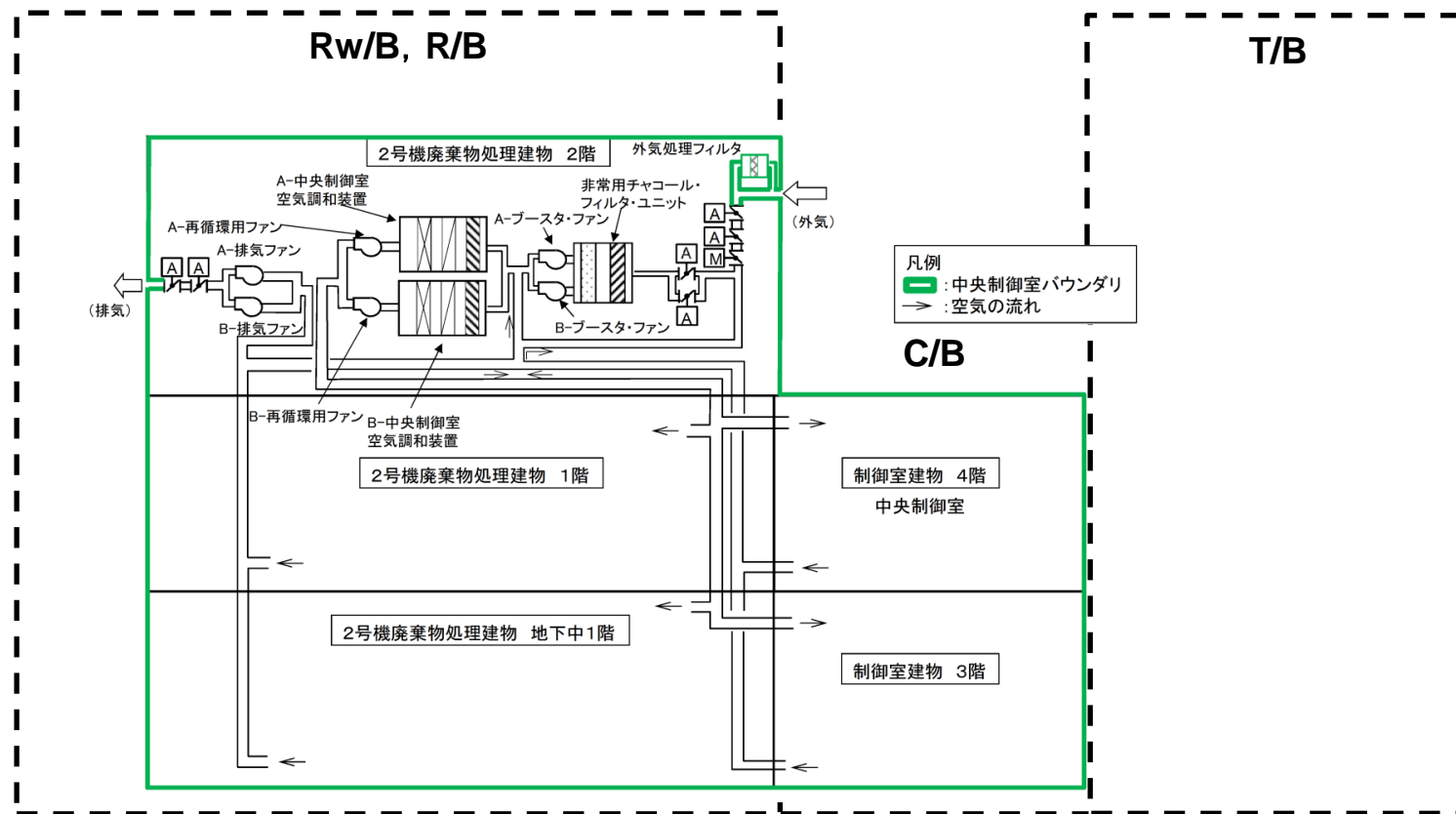
また、フィルタベント実施時に加圧運転から再循環運転に切り替え、外気中の放射性物質濃度が低下するタイミングでの待避室からの遠隔操作やタイマーにより加圧運転へ再度切り替える運用について検討した結果、表25-1に示すとおり、現実的でないと判断した。

表25-1 待避室内で再循環運転から加圧運転へ切り替える対応に関する検討

	実施内容	必要な設備対応	検討結果
待避室からの遠隔操作	待避室内に外気取入調節弁操作盤を設置し、遠隔で全閉及び調整開操作を可能とする	①既設制御盤の改造 (操作権の切替スイッチ設置) ②ケーブル/電線管敷設 ③待避室内への制御盤の設置	・待避室は、運転員の待機及びパラメータ監視を行う事を前提としており、制御盤の設置はスペースが限られており困難。 ・設備対策による被ばく低減効果は、SA評価において数mSv、現実的な条件においてはさらに小さくなることから、効果は限定的。
タイマーによる切り替え	タイマー設定後、予め設定した時間経過後に、外気取入調節弁を予め設定した開度へ自動で調整開とする	①既設制御盤の改造 (タイマー設置) ②電動弁駆動部の改造 (中間開度への調整開を可能とするための改造)	・事象の不確定性により、タイマーの設定が困難。 ・設備対策による被ばく低減効果は、SA評価において数mSv、現実的な条件においてはさらに小さくなることから、効果は限定的。

- 島根 2 号炉の場合、中央制御室エンベロープ内に送風機やフィルタ等の中央制御室換気系設備を設置しているため、中央制御室エンベロープとそれ以外の換気設備による換気・空調される部屋との境界部分が中央制御室バウンダリとなる（バウンダリ概要図参照）。

中央制御室バウンダリは、主にコンクリート壁・床と、ダクトや扉から構成されており、貫通部としては配管やケーブルがあるが、これらについては定期的な点検を行うとともに、中央制御室空気流入率試験を実施することで、中央制御室換気系とあいまって要求される機能が維持されていることを確認する。



参考図 中央制御室バウンダリ概要図

(参考資料) 現実に近い評価における放出点と外気取入口の位置関係

■ 現実に近い条件の評価における放出点と外気取入口の位置関係を下図に示す。

