

東海第二発電所

安全施設について

(静的機器の単一故障)

審査会合における指摘事項の回答

平成 29 年 6 月

日本原子力発電株式会社

1. 静的機器の単一故障

No	番号	分類	項 目	審査会合日	備考
1	151-1	共通	修復作業員の線量評価において、緊急作業時の線量限度を適用していることの記載方法を検討すること。	H26. 10. 23	回答(151-1)
2	151-2	共通	修復を想定した評価であるかが不明確であるので、放射性物質の放出期間の考え方等の公衆被ばく評価の条件を整理して説明すること。	H26. 10. 23	回答(151-2)
3	151-3	共通	配管破断等の覚知の実現性について、監視項目や監視内容を明確にしたうえで説明すること。	H26. 10. 23	回答(151-3)
4	151-4	共通	修復方法が技術的に妥当であることを示すこと。	H26. 10. 23	回答(151-4)
5	151-5	共通	二重化された部分であっても、単一設計部分に接続され隔離がなされない部分については、破損により両系統に影響を及ぼす可能性があり、これらの部分を含めて修復性等を確認していることを説明すること。	H26. 10. 23	回答(151-5)
6	151-6	共通	中央制御室換気系の評価において、循環ラインのみを考慮の対象とし、外気取り入れラインを除く理由を説明すること（期待される安全機能を達成する上で当該ラインが必要か）。	H26. 10. 23	回答(151-6)
7	151-7	共通	修復作業工程について、タイムチャートとともに要員配置等を含めた作業例を示し、特に被ばく評価の観点から、修復作業の実現性について説明すること。	H26. 10. 23	回答(151-7)

No	番号	分類	項 目	審査会合日	備考
8	151-8	共通	添付 2 の重要度の特に高い安全機能を有する系統・機器整理表において、想定しているハザードは具体的に明示すること。	H26. 10. 23	回答 (151-8)
9	151-9	共通	機能復旧を考慮した場合の線量評価を行うこと。	H26. 10. 23	回答 (151-9)
10	151-10	共通	修復作業について、訓練実績を示すこと。	H26. 10. 23	回答 (151-10)
11	151-11	共通	単一故障を検知するまでの時間について、考え方を整理して説明すること。	H26. 10. 23	回答 (151-11)
12	151-12	共通	修復の位置づけについて、原子炉施設の運転継続の判断との関係を整理して説明すること。	H26. 10. 23	回答 (151-12)
13	151-13	共通	事故時に期待するクラス 3 設備については、クラス 1， 2 と同等な信頼性を有していることを示すこと。	H26. 10. 23	回答 (151-13)
14	151-14	共通	タイラインの隔離弁までの範囲について、RHR 系統と同様の MS-1 で設計されているか示すこと。	H26. 10. 23	回答 (151-14)
15	151-15	個社	添付 5-13 原子炉建屋ガス処理系の配管修復作業時の線量評価点について、使用状況を考慮しても一番厳しい点であることを再度検討すること。	H26. 10. 23	回答 (151-15)

回答(151-1)

1. 指摘事項

【151-1】

修復作業員の線量評価において、緊急作業時の線量限度を適用していることの記載方法を検討すること。

2. 回答

指摘事項を踏まえ、以下のとおり下線部分の記載の追記を行う。

(原子炉建屋ガス処理系)

p12 条-35
2.3(3)c.

評価の結果、作業員の被ばく線量は約 52mSv となり、災害発生時の復旧作業であることから緊急作業時の線量限度（100mSv）以下となると比較すると、それを下回っていることを確認した。

(中央制御室換気系)

p12 条-57
2.5(3)c.

評価の結果、作業員の被ばく線量は約 6.2×10^{-1} mSv となり、災害発生時の復旧作業であることから緊急作業時の線量限度（100mSv）以下となると比較すると、それを下回っていることを確認した。

3. 資料

- 東海第二発電所 静的機器の単一故障について

1. 指摘事項

【151-2】

修復を想定した評価であるかが不明確であるので，放射性物質の放出期間の考え方等の公衆被ばく評価の条件を整理して説明すること。

【151-9】

機能復旧を考慮した場合の線量評価を行うこと。

2. 回答

(1) 非居住区域境界外の公衆の被ばく評価

p12 条-
添付 5-18
添付 5
1. (2)c. (b)

静的機器の単一故障を想定した非居住区域境界外の公衆の被ばく評価は，事故発生から 24 時間後に原子炉建屋ガス処理系配管（非常用ガス再循環系－非常用ガス処理系連絡配管）が全周破断すると想定し，配管破断後の修復を考慮せずに，破断箇所からの放出（地上放出）が無限期間続くものとして評価を行っている。

しかしながら，現実的には破断箇所の修復が可能であることから，修復を考慮した場合の非居住区域境界外の公衆の被ばく評価を以下のとおり実施した。

配管破断発生から配管の修復までの間は，破断箇所から放出（地上放出）されるものとし，配管修復後は原子炉建屋ガス処理系を通した放出（排気筒放出）が無限期間続くものとして，第 1 表に示す条件で評価を行った。

結果は第 2 表に示すとおりであり，非居住区域境界外の実効線量は，原子炉冷却材喪失では $9.8 \times 10^{-3} \text{ mSv}$ ，燃料集合体の落下では $5.9 \times 10^{-2} \text{ mSv}$ で判断基準（実効線量 5mSv 以下）を満足することを確認した。

(2) 中央制御室の居住性に係る被ばく評価

p12 条-
添付 5-37
添付 5
2. (2)c. (1)

静的機器の単一故障を想定した中央制御室の居住性に係る運転員の被ばく評価は、事故発生から 24 時間後に中央制御室換気系ダクトが全周破断すると想定し、ダクト破断後の修復を考慮せずに、破断箇所からフィルタを通らない外気が中央制御室に流入するものとして、事故発生後 30 日間の運転員の被ばくを評価している。

しかしながら、現実的には破断箇所の修復が可能であることから、修復を考慮した場合の中央制御室の居住性に係る被ばく評価を以下のとおり実施した。

ダクト破断発生からダクトの修復までの間は、破断箇所からフィルタを通らない外気が中央制御室に流入するものとし、配管修復後は中央制御室換気系について再循環運転（閉回路循環運転※）を行うとして、第 3 表に示す条件で評価を行った。

結果は第 4 表に示すとおりであり、中央制御室の運転員の実効線量は、原子炉冷却材喪失、主蒸気管破断ともに 1.9mSv で判断基準（実効線量 100mSv 以下）を満足することを確認した。

※ 閉回路循環運転 27 時間、外気取入運転 3 時間を交互に行う間欠運転を想定。

3. 資料

(1) 参考資料 1 原子炉建屋ガス処理系配管の修復を考慮する場合と考慮しない場合の被ばく評価の比較

(2) 参考資料 2 中央制御室換気系ダクトの修復を考慮する場合と考慮しない場合の被ばく評価の比較

(3) 添付 5 静的機器の単一故障に係る被ばく評価条件について

第1表 原子炉建屋ガス処理系の配管の修復を考慮した評価条件

作業時間	原子炉建屋ガス処理系の 状況	放出 経路	環境に放出された放射性物質の大気中の拡散条件			
			原子炉冷却材喪失		燃料集合体の落下	
			実効放出 継続時間	D/Q及び χ/Q	実効放出 継続時間	D/Q及び χ/Q
事故発生～ 24時間 [1日間]	通常運転状態	排気筒 放出	希ガス：10時間 よう素：20時間	5.6×10^{-20} (Gy/Bq) 8.9×10^{-7} (s/m ³)	希ガス：10時間 よう素：1時間	5.6×10^{-20} (Gy/Bq) 2.0×10^{-6} (s/m ³)
24時間～ 480時間 [19日間]	配管に単一故障発生 非常用ガス処理系停止 非常用ガス再循環系運転	地上 放出	希ガス：130時間 よう素：190時間	2.5×10^{-19} (Gy/Bq) 7.1×10^{-6} (s/m ³)	希ガス：10時間 よう素：1時間	4.8×10^{-19} (Gy/Bq) 2.4×10^{-5} (s/m ³)
480時間～ 528時間 [2日間]	作業準備（足場設置等） 非常用ガス処理系及び 非常用ガス再循環系停止	地上 放出				
528時間～ 532時間 [4時間]	配管修復作業 非常用ガス処理系及び 非常用ガス再循環系停止	地上 放出				
532時間 以降	通常運転状態	排気筒 放出	希ガス：210時間 よう素：70時間	2.2×10^{-20} (Gy/Bq) 4.3×10^{-7} (s/m ³)	—※	—※

※ 532 時間以降は事象が収束していることから放出がない。

第 2 表 配管の修復を考慮した放出量及び線量評価結果

項 目			原子炉冷却材喪失	燃料集合体の落下
環境に放出される希ガス（ γ 線実効エネルギー 0.5MeV 換算値）	事象発生～24 時間	排気筒放出	約 7.9×10^{11} Bq	約 2.4×10^{14} Bq
	24 時間～532 時間	地上放出	約 3.0×10^{12} Bq	約 7.7×10^{13} Bq
	532 時間以降	排気筒放出	約 2.2×10^{11} Bq	—
環境に放出されるよう素（I-131 等価量—小児実効線量係数換算）	事象発生～24 時間	排気筒放出	約 4.4×10^8 Bq	約 6.0×10^{10} Bq
	24 時間～532 時間	地上放出	約 1.3×10^{11} Bq	約 2.0×10^{10} Bq
	532 時間以降	排気筒放出	約 6.6×10^8 Bq	—
実効線量	希ガスの γ 線の外部被ばくによる実効線量		約 8.0×10^{-4} mSv	約 5.0×10^{-2} mSv
	よう素の内部被ばくによる実効線量		約 8.9×10^{-3} mSv	約 8.4×10^{-3} mSv
	建屋からの直接線及びスカイシャイン線の外部被ばくによる実効線量		約 5.7×10^{-5} mSv	—
	合 計		約 9.8×10^{-3} mSv	約 5.9×10^{-2} mSv

p12 条-
添付 5-38
第 21 表

第 3 表 中央制御室換気系ダクトの修復を考慮した評価条件

作業時間	中央制御室換気系の状況	室内取込流量
事故発生～ 15分	通常運転状態	外気取込量 : 3,400m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h
15分～ 24時間	再循環運転 (閉回路循環運転)	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 5,100m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h
24時間～ 72時間 [2日間]	ダクトに単一故障発生 作業準備 (足場設置等) 換気系停止状態	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 48,700m ³ /h
72時間～ 76時間 [4時間]	ダクト修復作業 換気系停止状態	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 48,700m ³ /h
76時間 以降	再循環運転状態 (閉回路循環運転 27 時間, 外気取入運転 3 時間の間欠運 転)	外気取込量 : 0m ³ /h (3,400m ³ /h) 再循環流量 : 5,100m ³ /h (1,700m ³ /h) インリーク量 : 2,800m ³ /h (2,800m ³ /h) ※()内は外気取入運転時の値

第 4 表 ダクトの修復を考慮した中央制御室の運転員の線量評価結果

(単位:mSv)

項 目		原子炉冷却材喪失	主蒸気管破断
室内滞在時	建物内放射性物質からの直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 6.6×10^{-1}	約 1.3×10^{-4}
	大気中放射性物質による被ばく	約 2.4×10^{-2}	約 9.2×10^{-3}
	室内に取り込まれる放射性物質による被ばく	約 2.6×10^{-1}	約 1.8×10^0
入退域時	建物内放射性物質からの直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 8.7×10^{-1}	約 2.1×10^{-3}
	大気中放射性物質による被ばく	約 3.5×10^{-2}	約 9.4×10^{-2}
合 計		約 1.9×10^0	約 1.9×10^0

原子炉建屋ガス処理系配管の修復を

考慮する場合と考慮しない場合の被ばく評価の比較

静的機器の単一故障を想定した非居住区域境界外の公衆の被ばく評価に関して、原子炉建屋ガス処理系配管の修復を考慮しない場合（影響評価）と考慮する場合の解析条件を比較して参考表 1-1 及び参考表 1-2 に示す。また、評価結果を比較して参考表 2-1 及び参考表 2-2 に示す。

なお、参考表 1-1 及び参考表 1-2 に示す以外の解析条件等は両者とも同じとした。

参考表 1-1 主な解析条件（原子炉冷却材喪失）（1/2）

項 目	配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
非常用ガス再循環系	事故発生 ～24時間	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回/d	事故発生 ～24 時間	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回/d
	24時間～ 480時間	同 上	24 時間 以降	同 上
	480時間～ 532時間	考慮しない (停止させると想定)		
	532時間 以降	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回/d		
非常用ガス処理系	事故発生 ～24時間	よう素除去効率 97% 換気率 1 回/d	事故発生 ～24 時間	よう素除去効率 97% 換気率 1 回/d
	24時間～ 480時間	考慮しない (機能喪失すると想定)	24 時間 以降	考慮しない (機能喪失すると想定)
	480時間～ 532時間	同 上		
	532時間 以降	よう素除去効率 97% 換気率 1 回/d		

参考表 1-1 主な解析条件（原子炉冷却材喪失）（2／2）

項目	配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
実効放出 継続時間	事故発生 ～24 時間	希ガス 10 時間 よう素 20 時間	事故発生 ～24 時間	希ガス 10 時間 よう素 20 時間
	24 時間 ～532 時間	希ガス 130 時間 よう素 190 時間	24 時間 以降	希ガス 140 時間 よう素 210 時間
	532 時間 以降	希ガス 210 時間 よう素 70 時間		
核分裂生成物の 拡散係数	事故発生 ～24 時間	D/Q 5.6×10^{-20} (Gy/Bq) χ/Q 8.9×10^{-7} (s/m ³)	事故発生 ～24 時間	D/Q 5.6×10^{-20} (Gy/Bq) χ/Q 8.9×10^{-7} (s/m ³)
	24 時間 ～532 時間	D/Q 2.5×10^{-19} (Gy/Bq) χ/Q 7.1×10^{-6} (s/m ³)	24 時間 以降	D/Q 2.4×10^{-19} (Gy/Bq) χ/Q 7.0×10^{-6} (s/m ³)
	532 時間 以降	D/Q 2.2×10^{-20} (Gy/Bq) χ/Q 4.3×10^{-7} (s/m ³)		
放出位置	事故発生 ～24 時間	非常用ガス処理系排 気筒 (排気筒放出)	事故発生 ～24 時間	非常用ガス処理系排 気筒 (排気筒放出)
	24 時間 ～532 時間	原子炉建屋 (地上放出)	24 時間 以降	原子炉建屋 (地上放出)
	532 時間 以降	非常用ガス処理系排 気筒 (排気筒放出)		

参考表 1-2 主な解析条件（燃料集合体の落下）（1／2）

項 目	配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
非常用ガス再循環系	事故発生 ～24時間	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回／d	事故発生 ～24 時間	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回／d
	24時間～ 480時間	同 上	24 時間 以降	同 上
	480時間～ 532時間	考慮しない (停止させると想定)		
	532時間 以降	よう素除去効率 90% 換気率 4.8 回／d		
非常用ガス処理系	事故発生 ～24時間	よう素除去効率 97% 換気率 1 回／d	事故発生 ～24 時間	よう素除去効率 97% 換気率 1 回／d
	24時間～ 480時間	考慮しない (機能喪失すると想定)	24 時間 以降	考慮しない (機能喪失すると想定)
	480時間～ 532時間	同 上		
	532時間 以降	よう素除去効率 97% 換気率 1 回／d		

参考表 1-2 主な解析条件（燃料集合体の落下）（2／2）

項目	配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
実効放出 継続時間	事故発生 ～24 時間	希ガス 10 時間 よう素 1 時間	事故発生 ～24 時間	希ガス 10 時間 よう素 1 時間
	24 時間 ～532 時間	希ガス 10 時間 よう素 1 時間	24 時間 以降	希ガス 10 時間 よう素 1 時間
	532 時間 以降	—		
核分裂生成物の 拡散係数	事故発生 ～24 時間	D/Q 5.6×10^{-20} (Gy/Bq) χ/Q 2.0×10^{-6} (s/m ³)	事故発生 ～24 時間	D/Q 5.6×10^{-20} (Gy/Bq) χ/Q 2.0×10^{-6} (s/m ³)
	24 時間 ～532 時間	D/Q 4.8×10^{-19} (Gy/Bq) χ/Q 2.4×10^{-5} (s/m ³)	24 時間 以降	D/Q 4.8×10^{-19} (Gy/Bq) χ/Q 2.4×10^{-5} (s/m ³)
	532 時間 以降	—		
放出位置	事故発生 ～24 時間	非常用ガス処理系排 気筒 (排気筒放出)	事故発生 ～24 時間	非常用ガス処理系排 気筒 (排気筒放出)
	24 時間 ～532 時間	原子炉建屋 (地上放出)	24 時間 以降	原子炉建屋 (地上放出)
	532 時間 以降	—		

参考表 2-1 評価結果の比較（原子炉冷却材喪失）

項目		配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
環境に放出される希ガス (γ 線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)		事故発生 ～24 時間	約 7.9×10^{11} Bq	事故発生 ～24 時間	約 7.9×10^{11} Bq
		24 時間 ～532 時間	約 3.0×10^{12} Bq	24 時間 以降	約 3.2×10^{12} Bq
		532 時間 以降	約 2.2×10^{11} Bq		
環境に放出されるよう素 (I-131 等価量－小児実 効線量係数換算)		事象発生 ～24 時間	約 4.4×10^8 Bq	事象発生 ～24 時間	約 4.4×10^8 Bq
		24 時間 ～532 時間	約 1.3×10^{11} Bq	24 時間 以降	約 1.4×10^{11} Bq
		532 時間 以降	約 6.6×10^8 Bq		
実効 線量	希ガスの γ 線外部 被ばくによる実効 線量	約 8.0×10^{-4} mSv		約 8.2×10^{-4} mSv	
	よう素の内部被ばく による実効線量	約 8.9×10^{-3} mSv		約 9.6×10^{-3} mSv	
	原子炉建屋内から の直接線及びスカ イシャイン線によ る実効線量	約 5.7×10^{-5} mSv		約 5.7×10^{-5} mSv	
	合 計	約 9.8×10^{-3} mSv		約 1.0×10^{-2} mSv	

参考表 2-2 評価結果の比較（燃料集合体の落下）

項目		配管修復を考慮する場合		配管修復を考慮しない場合	
環境に放出される希ガス (γ 線実効エネルギー 0.5MeV 換算値)		事故発生 ～24 時間	約 2.4×10^{14} Bq	事故発生 ～24 時間	約 2.4×10^{14} Bq
		24 時間 ～532 時間	約 7.7×10^{13} Bq	24 時間 以降	約 7.7×10^{13} Bq
		532 時間 以降	—		
環境に放出されるよう素 (I-131 等価量－小児実 効線量係数換算)		事象発生 ～24 時間	約 6.0×10^{10} Bq	事象発生 ～24 時間	約 6.0×10^{10} Bq
		24 時間 ～532 時間	約 2.0×10^{10} Bq	24 時間 以降	約 2.0×10^{10} Bq
		532 時間 以降	—		
実効 線量	希ガスの γ 線外部 被ばくによる実効 線量	約 5.0×10^{-2} mSv		約 5.0×10^{-2} mSv	
	よう素の内部被ばく による実効線量	約 8.4×10^{-3} mSv		約 8.4×10^{-3} mSv	
	合 計	約 5.9×10^{-2} mSv		約 5.9×10^{-2} mSv	

中央制御室換気系ダクトの修復を

考慮する場合と考慮しない場合の被ばく評価の比較

静的機器の単一故障を想定した中央制御室の居住性に係る運転員の被ばく評価に関して、中央制御室換気系ダクトの修復を考慮しない場合（影響評価）と考慮する場合の中央制御室換気系流量の条件を比較して参考表 1 に示す。また、評価結果を比較して参考表 2-1 及び参考表 2-2 に示す。

なお、参考表 1 に示す以外の解析条件等は両者とも同じとした。

参考表 1 中央制御室換気系流量の条件

作業 時間	修復を考慮する場合		修復を考慮しない場合	
	換気系 状態	換気系流量	換気系 状態	換気系流量
事故発生 ～15分	通常 運転	外気取込量 : 3,400m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h	通常 運転	外気取込量 : 3,400m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h
15分～ 24時間	再循環 運転	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 5,100m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h	再循環 運転	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 5,100m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h
24時間～ 76時間	停止 状態	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 48,700m ³ /h	停止 状態	外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 0m ³ /h インリーク量 : 48,700m ³ /h
76時間～ 30日間	再循環 運転	<閉回路循環運転> 外気取込量 : 0m ³ /h 再循環流量 : 5,100m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h <外気取入運転> 外気取込量 : 3,400m ³ /h 再循環流量 : 1,700m ³ /h インリーク量 : 2,800m ³ /h (閉回路循環運転27時間, 外気 取入運転3時間の間欠運転)		

参考表 2-1 評価結果の比較（原子炉冷却材喪失）

項 目		修復を考慮する場合	修復を考慮しない場合
室内 滞在時	建物内放射性物質からの 直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 6.6×10^{-1}	約 6.6×10^{-1}
	大気中放射性物質による 被ばく	約 2.4×10^{-2}	約 2.4×10^{-2}
	室内に取り込まれる放射 性物質による被ばく	約 2.6×10^{-1}	約 4.8×10^{-1}
入退 域時	建物内放射性物質からの 直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 8.7×10^{-1}	約 8.7×10^{-1}
	大気中放射性物質による 被ばく	約 3.5×10^{-2}	約 3.5×10^{-2}
合 計		約 1.9×10^0	約 2.1×10^0

参考表 2-2 評価結果の比較（主蒸気管破断）

項 目		修復を考慮する場合	修復を考慮しない場合
室内 滞在時	建物内放射性物質からの 直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 1.3×10^{-4}	約 1.3×10^{-4}
	大気中放射性物質による 被ばく	約 9.2×10^{-3}	約 9.2×10^{-3}
	室内に取り込まれる放射 性物質による被ばく	約 1.8×10^0	約 2.6×10^0
入退 域時	建物内放射性物質からの 直接線及びスカイシャイン線による被ばく	約 2.1×10^{-3}	約 2.1×10^{-3}
	大気中放射性物質による 被ばく	約 9.4×10^{-2}	約 9.4×10^{-2}
合 計		約 1.9×10^0	約 2.7×10^0

回答(151-3)

1. 指摘事項

【151-3】

配管破断等の覚知の実現性について、監視項目や監視内容を明確にしたうえで説明すること。

2. 回答 【本文 2.3(3)a, 2.5(3)a, 添付7, 添付9】

原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトの破断等の覚知については、中央制御室における関連パラメータの指示値変動の確認や現場パトロールにより行うこととしている。

以下に詳細を説明する。

2-1. 原子炉建屋ガス処理系配管

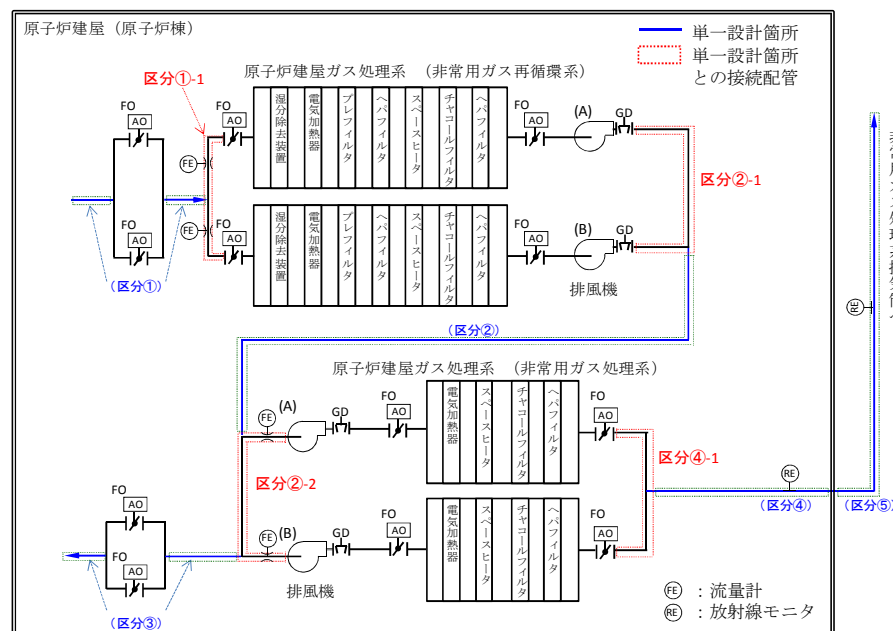
(1) 全周破断の検知について

p12 条-32
2.3(3)a.

事故発生後、中央制御室ではパラメータ（系統流量、原子炉建屋差圧、放射線モニタ等）を監視しており、各区分の配管に全周破断が発生した場合は、パラメータ変動の確認により異常を検知し、現場確認（視覚、聴覚、触覚）により破断箇所を特定する。

第1図の各区分の全周破断想定箇所について、それぞれ以下のように検知可能である。

p12 条-27
2.3(2)c.(a)
第2-4図



第1図 原子炉建屋ガス処理系 故障想定箇所

p12 条-32
2.3(3)a.

- ・ 区分①，①-1：中央制御室での確認（FRVSトレイン流量計，SGTSトレイン流量計，原子炉建屋負圧計，エリア放射線モニタ），現場確認（視覚，聴覚，触覚）により破断箇所の特定は可能。
- ・ 区分②，②-1，②-2：中央制御室での確認（FRVSトレイン流量計，SGTSトレイン流量計，原子炉建屋負圧計，エリア放射線モニタ），現場確認（視覚，聴覚，触覚）により破断箇所の特定は可能。

- ・ 区分③：中央制御室での確認（FRVSトレイン流量計，SGTSトレイン流量計，原子炉建屋負圧計，エリア放射線モニタ），現場確認（視覚，聴覚，触覚）により破断箇所の特定は可能。
- ・ 区分④，④-1：中央制御室での確認（非常用ガス処理系排気筒モニタ，FRVSトレイン流量計，SGTSトレイン流量計，原子炉建屋負圧計），現場確認（視覚，聴覚，触覚）により破断箇所の特定は可能。
- ・ 区分⑤：中央制御室での確認（非常用ガス処理系排気筒モニタ），現場確認（視覚，聴覚，触覚）により破断箇所の特定は可能。

原子炉建屋内の現場確認の範囲は限定（約13m×約44m）されており，確認に長時間を要しない。全周破断発生直後における原子炉建屋の雰囲気線量率はフィルタに2mまで接近した厳しい条件でも約150mSv/hであるため数十分程度は現場確認可能である。さらに，必要な場合には要員の交替を行うことで現場確認を継続することも可能である。なお，警報機能付個人線量計の着用による線量管理，必要に応じて全面マスク等の防護具の着用，サーベイメータによる雰囲気線量率の確認を行うことで線量低減を図ることが可能である。

(2) 小規模破断の検知について

静的機器の単一故障の評価では，腐食による配管の全周破断を想定しているが，配管が腐食により瞬時に全周破断する可能性は小さく，腐食が配管を貫通してから徐々に貫通孔が拡大し全周破断に至る場合を想定し，全周破断に至る前の小規模の破損において検知可能であるかを検討した。小規模破損として，系統流量の10%の空気が漏えいする腐食孔を想定する。

p12 条-
添付 9-1
添付 9
1. (2)

a. 検知性

事故発生後、中央制御室ではパラメータ（系統流量、原子炉建屋差圧、放射線モニタ等）を監視している。10%の漏えいであれば、系統流量、原子炉建屋の差圧、非常用ガス処理系排気筒モニタの指示値は変動するため、中央制御室にて系統の異常を検知し、現場確認（視覚、聴覚、触覚）により破断箇所を特定する。

中央制御室にて異常が検知されると、必要に応じて現場確認を行う。10%漏えい破損であれば、穴径が約136mm、損傷部から吹き出す風量が $357\text{m}^3/\text{h}$ （系統流量 $3,570\text{m}^3/\text{h}$ ）、風速約 $6.9\text{m}/\text{s}$ であり現場確認での異音の有無の確認や吹流しの使用等により破損箇所の特定が可能である。

また、故障発生直後における原子炉建屋の雰囲気線量率はフィルタに2mまで接近した厳しい条件でも約 $150\text{mSv}/\text{h}$ であるため数十分程度は現場確認可能である。更に必要な場合には要員の交替を行うことで現場確認を継続することも可能である。

p12 条-
添付 9-2
添付 9
1. (2)

（補足）監視計器一覧

監視計器	測定範囲	警報	備考
FRVS トレイン流量計	$0\sim 25,000\text{ m}^3/\text{h}$	流量低 $14,450\text{ m}^3/\text{h}$	定格流量： $16,500\text{m}^3/\text{h}$
SGTS トレイン流量計	$0\sim 6,000\text{ m}^3/\text{h}$	流量低 $3,035\text{ m}^3/\text{h}$	定格流量： $3,570\text{m}^3/\text{h}$
SGTS 排気筒モニタ(低) ：NaI(Tl)シンチ	$0.1\sim 1\text{E}+6\text{ cps}$	放射能高 200 cps	通常値：—
SGTS 排気筒モニタ(高) ：電離箱	$1\text{E}-2\sim 1\text{E}+4\text{ mSv}/\text{h}$	放射能高 $2\text{E}-2\text{ Sv}/\text{h}$	通常値：—
原子炉建屋負圧計	$-2.0\sim 0\text{ kPa}$	R/B 負圧高 -0.981 kPa	SGTS 起動時： -0.063 kPa 以下

- ① F R V S 流量計（指示計）のフルスパンは $0 \sim 25,000 \text{ m}^3 / \text{h}$ （最小目盛 $500 \text{ m}^3 / \text{h}$ ）であり，定格流量（ $16,500 \text{ m}^3 / \text{h}$ 以上）の 10% の変化 $1,650 \text{ m}^3 / \text{h}$ は 3 目盛以上の指示変動となり，異常の検知は可能である。

S G T S 流量計（指示計）のフルスパンは $0 \sim 6,000 \text{ m}^3 / \text{h}$ （最小目盛 $100 \text{ m}^3 / \text{h}$ ）であり，定格流量（ $3,570 \text{ m}^3 / \text{h}$ 以上）の 10% の変化 $357 \text{ m}^3 / \text{h}$ は 3 目盛以上の指示変動となり，異常の検知は可能である。

なお，指示計による異常検知ができなかった場合でも，流量の変動を確認することにより，後から異常を検知することも可能である。

- ② 事故（F H A，L O C A 等）発生後の放射線量率は S G T S 排気筒モニタの測定範囲内であり，指示値上昇は検知されている。配管の損傷により S G T S 流量が 10% 程度低下したことに伴う指示低下は検知することができる。

- ③ 原子炉建屋ガス処理系運転時の原子炉建屋（原子炉棟）負圧は 0.063 kPa （ $6.4 \text{ mmH}_2\text{O}$ ）以上であり，中央制御室の指示計等で確認することとなっており，原子炉建屋（原子炉棟）負圧維持に異常が発生した場合は中央制御室にて検知することができる。

p12 条-
添付 9-3
添付 9
1. (3)

b. 小規模破損の影響

原子炉建屋ガス処理系の配管に 10% 程度の漏えいが発生し，非常用ガス処理系の流量が 90% になったと仮定すると原子炉建屋の負圧は約 59 Pa （約 $6 \text{ mmH}_2\text{O}$ ）から約 47 Pa （約 $4.8 \text{ mmH}_2\text{O}$ ）に低下するものの機能は維持される。

更に小規模な破損で漏えい量もわずか場合は，中央制御室での検知が

不可能であるが、原子炉建屋ガス処理系の安全機能が喪失することはない。
く、安全に影響を与えない。

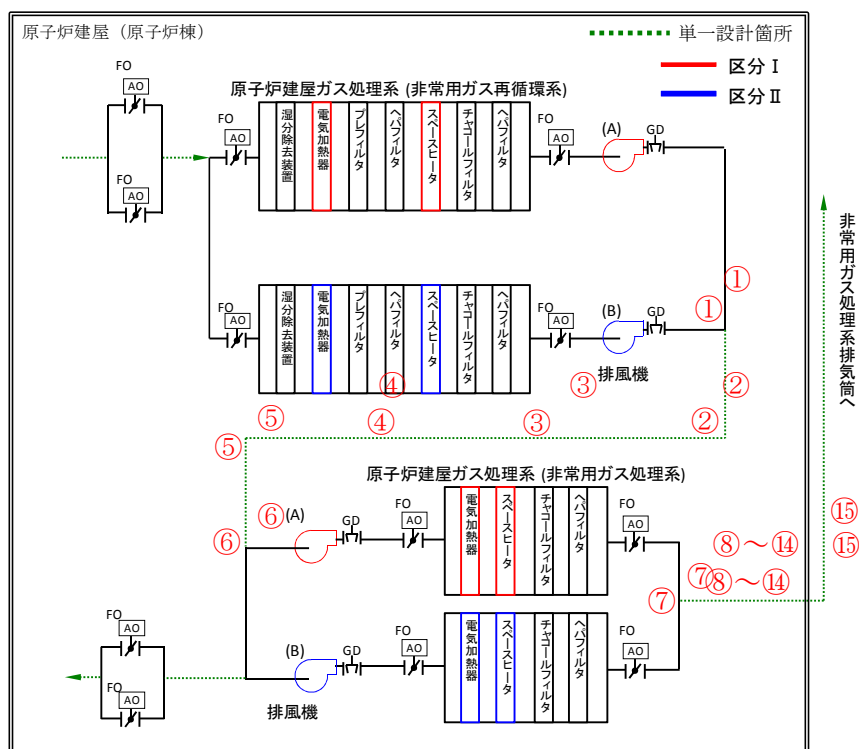
なお、非常用ガス再循環系－非常用ガス処理系連絡配管に小規模破損が発生した場合は、非常用ガス処理系の機能が維持されるため、原子炉建屋の負圧は約59Pa（約6mmH₂O）に維持される。

(3) 狭隘部の有無について

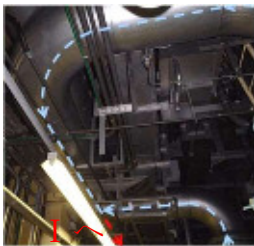
原子炉建屋ガス処理系配管の単一設計箇所¹⁾に修復作業が困難な狭隘部が存在するかを現場点検により確認した。

その結果、原子炉建屋ガス処理系配管は全範囲において目視により破損状況を確認することが可能であり、修復作業が困難な狭隘部も存在しないことを確認した。確認に当たっては、最も作業性が悪い箇所（写真⑤）を選定したモックアップ作業も実施している。

以下に配管の敷設状況を示す。



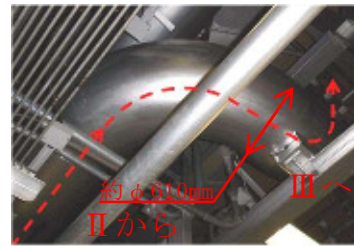
①



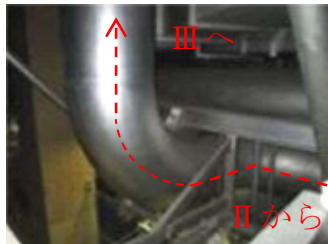
②



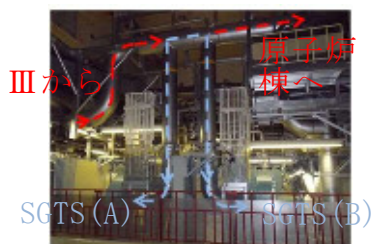
③



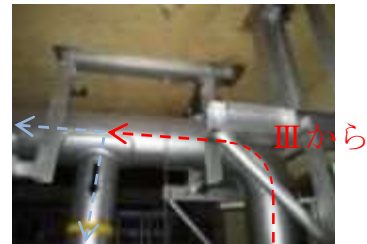
④



⑤



⑥



⑦



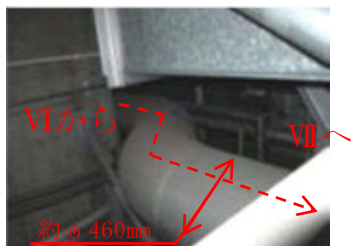
⑧



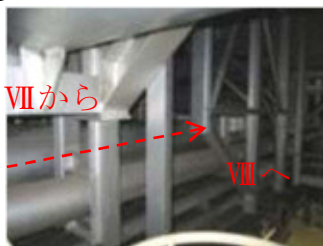
⑨



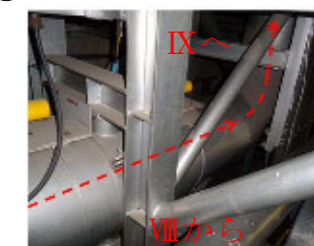
⑩



⑪



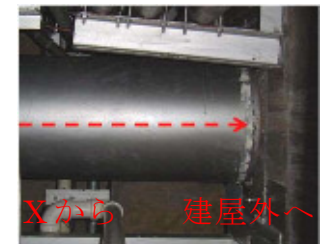
⑫



⑬



⑭



⑮



2-2. 中央制御室換気系ダクトの破断等の覚知について

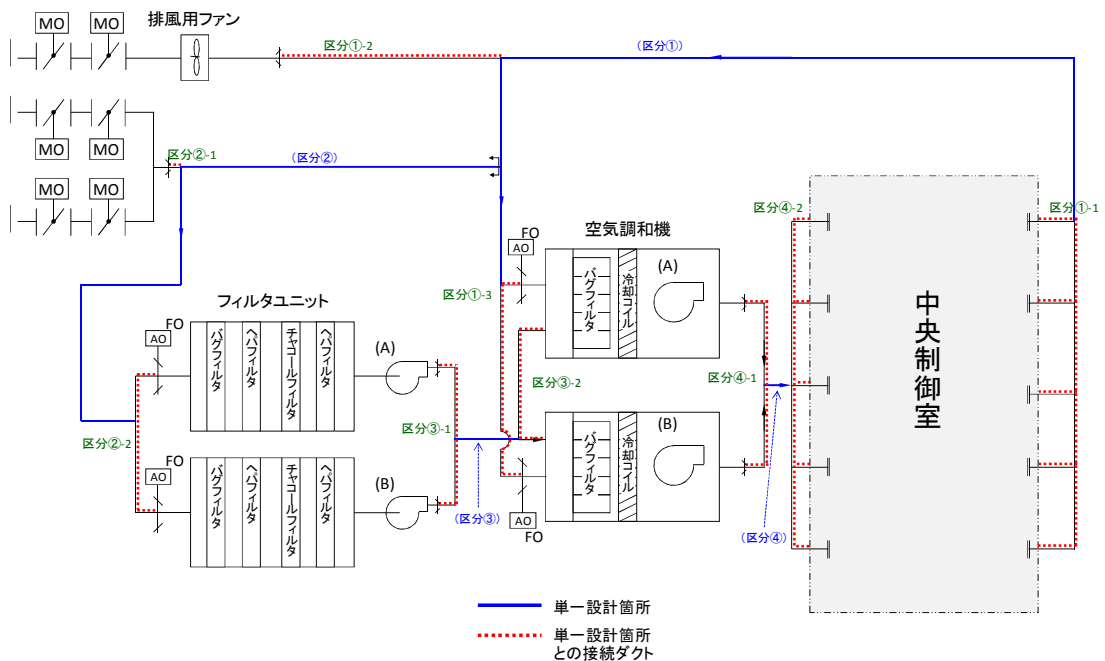
(1) 全周破断の検知について

p12 条-55
2.5(3)a.

中央制御室換気系ダクト（単一設計箇所及び二重化された部分）に全周破断が発生した場合は，中央制御室での確認（中央制御室エリア放射線モニタの指示値上昇，通風口からの破断音）及び現場確認（視覚，聴覚，触覚）により，全周破断箇所の特定は可能である。なお，故障の位置や大きさによっては中央制御室での検知は困難であるが，巡視点検により異常の有無を現場で検知することができる。

また，現場確認の範囲は限定（約11m×約61m）されており，確認に長時間を要しない。全周破断発生直後における当該区域の雰囲気線量率はフィルタに2mまで接近した厳しい条件で評価しても約 $5.2 \times 10^{-2} \text{ mSv/h}$ であるため現場確認は十分可能である。

p12 条-52
2.5(2)c.(a)
第2-12図



第2図 中央制御室換気系 故障想定箇所

(2) 小規模破損の検知について

p12 条-
添付 9-4
添付 9
2. (1)

静的機器の単一故障の評価では、腐食によるダクトの全周破断を想定しているが、ダクトが腐食により瞬時に全周破断する可能性は小さく、腐食がダクトを貫通してから徐々に貫通孔が拡大し全周破断に至る場合を想定し、全周破断に至る前の小規模の破損において検知可能であるかを検討した。小規模破損として、系統流量の10%の空気が漏えいする腐食孔を想定する。

p12 条-
添付 9-4
添付 9
2. (2)

a. 検知性

10%漏えい破損では中央制御室の雰囲気線量率が低く、エリアモニタによる検知は困難であり、また、小規模破損であるため破断音の確認も難しい。よって、中央制御室換気系ダクトの小規模破損については、巡視点検により異常の有無を検知する。

10%漏えい破損が発生すれば、穴径約164mmであり、損傷部から吹き出す風量が $510\text{m}^3/\text{h}$ (系統流量 $5,100\text{m}^3/\text{h}$)、風速約 $6.7\text{m}/\text{s}$ であるため、現場確認での異音の有無の確認や吹流しの使用等により破損箇所の特定は可能である。

全周破断発生直後における当該区域の雰囲気線量率はフィルタに2mまで接近した厳しい条件で評価しても約 $5.2 \times 10^{-2} \text{mSv}/\text{h}$ であることから、現場確認の実施は十分可能である。

p12 条-
添付 9-6
添付 9
2. (2)

(補足) 監視計器

監視計器	測定範囲	警報設定値	備考
MC Rエリアモニタ	$1\text{E-}4 \sim 1 \text{ mSv}/\text{h}$	$5\text{E-}3 \text{ mSv}/\text{h}$	

※ 全周破断における影響評価において、空調機械室の雰囲気線量率は

事故発生24時間後（全周破断発生直後）で最大 $1.2 \times 10^{-4} \text{ mSv/h}$ （添付5 第19表参照）であるが、これは中央制御室内に設置されたエリアモニタの下限程度である。小規模破損ではフィルタによる浄化が期待できるため、更に低いと考えられ、エリアモニタによる検知は困難である。

b. 小規模破損の影響

しかし、中央制御室換気系のダクトに10%程度の漏えいが発生した場合でも、中央制御室内の雰囲気線量率はエリアモニタの下限以下であり、運転員への影響は小さい。

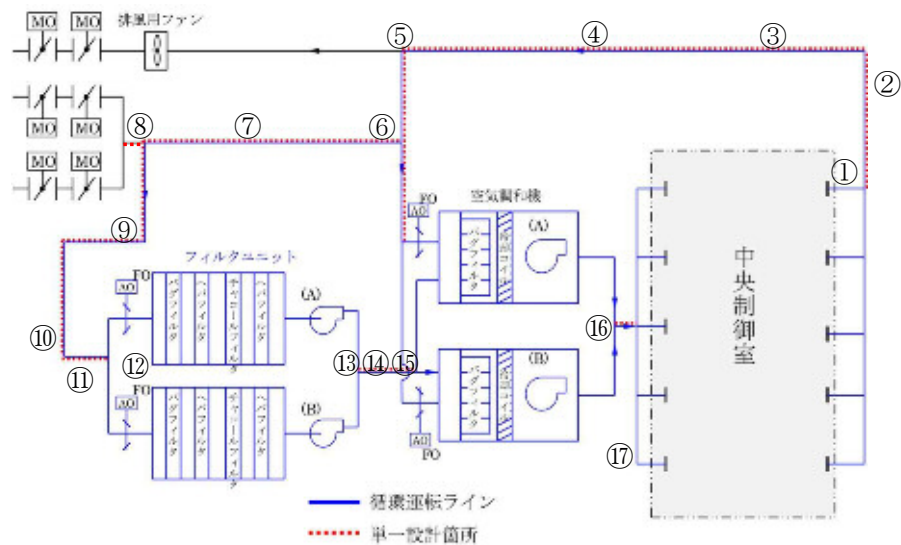
(3) 狭隘部の有無について

中央制御室系ダクトについて修復作業が困難な狭隘部が存在するかを現場点検により確認した。その結果、中央制御室換気系ダクトは全範囲において目視により破損状況を確認することが可能であり、修復作業が困難な狭隘部も存在しないことを確認した。確認に当たっては、最も作業性が悪い箇所（写真⑧）を選定したモックアップ作業も実施している。

以下にダクト敷設状況を示す。

p12 条-
添付 9-6
添付 9
2. (3)

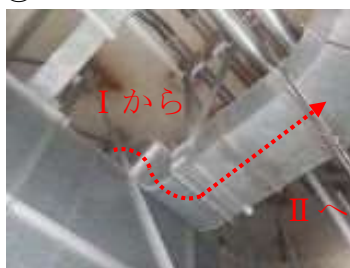
p12 条-
添付 7-16
添付 7
2. (4)



①



②



③



④



⑤



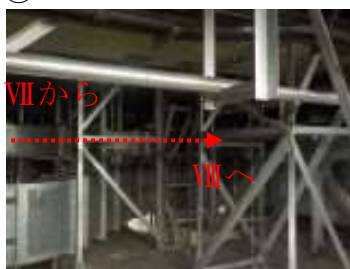
⑥



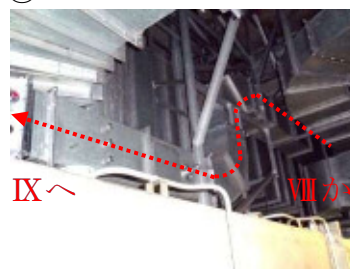
⑦



⑧



⑨



⑩



⑪



⑫



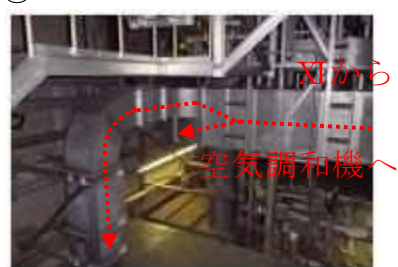
⑬



⑭



⑮



⑯



⑰



1. 指摘事項

【151-4】

修復方法が技術的に妥当であることを示すこと。

2. 回答 【本文 2.3(3)b, 2.5(3)b, 添付 7】

原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトに対する修復方法については、使用する資機材は使用環境（耐圧性，耐熱性）を考慮した仕様のものを選定することとしており，技術的に妥当であると考えている。これらについて，発電所での使用実績やモックアップ試験の結果を示す。

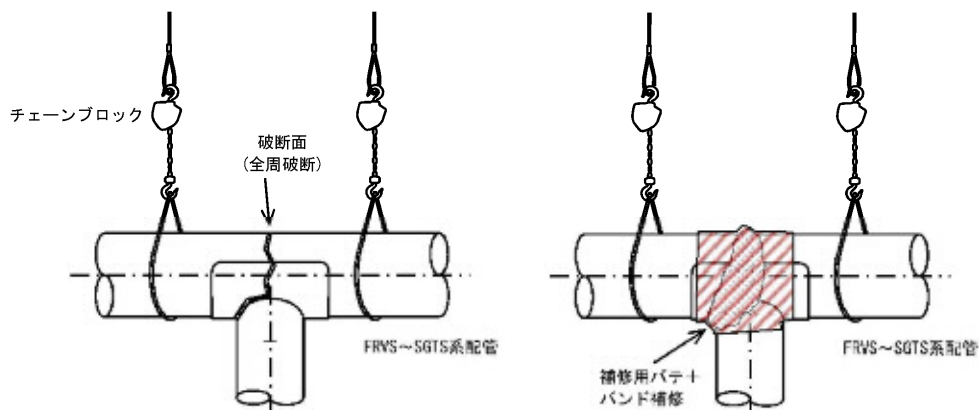
なお，修復方法については，必要に応じて追加・見直しを行うこととする。

2-1. 原子炉建屋ガス処理系

(1) 修復方法について

原子炉建屋ガス処理系配管には，直管部，エルボ部，分岐（T字，Y字）部，貫通部，サポート部があり，いずれの部位に故障が発生した場合でも対応できるよう検討した。なお，修復方法については，必要に応じて追加・見直しを行う。

（例）分岐部の修復（補修用パテ＋バンドにて補修）



p12 条-
添付 7-3
添付 7
1. (2)b.

(2) 修復方法の妥当性について

p12 条-
添付 7-30
添付 7
4. (1)

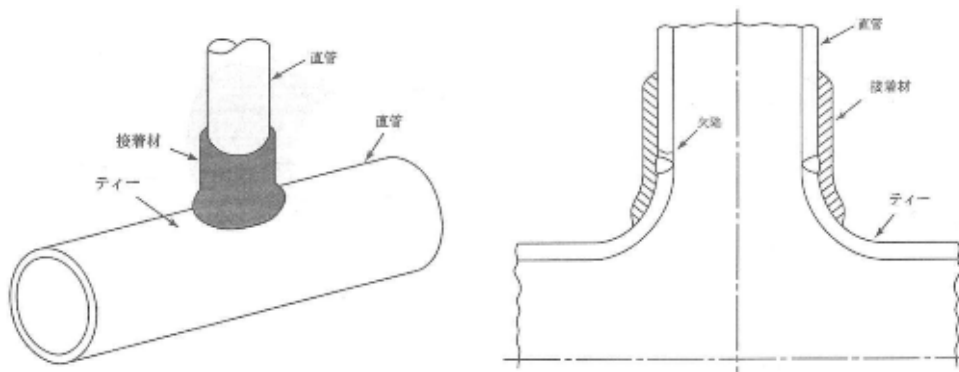
原子炉建屋ガス処理系の設計仕様は最高使用圧力0.014MPa[gage]，最高使用温度72℃であり，単一故障の修復に当たっては使用環境（耐圧性，耐熱性）を考慮した仕様の資機材を準備する。

モックアップで使用した補修用パテについても当該配管の設計条件を満足する仕様であり，事故時の原子炉建屋ガス処理系の環境においても応急処置として使用可能である。

(3) 確認試験の実施について

p12 条-
添付 7-30
添付 7
4. (1)

原子炉建屋ガス処理系配管の修復としては補修用パテを用いた方法を行うこととしている。社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格維持規格（2008年版）」には暫定修復方法として「接着材による補修方法」が規定されており，東海第二発電所においても接着材を用いた修復は多くの実績がある。



第1図 配管（ティー部）への適用例

（社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格維持規格（2008年版）」より）

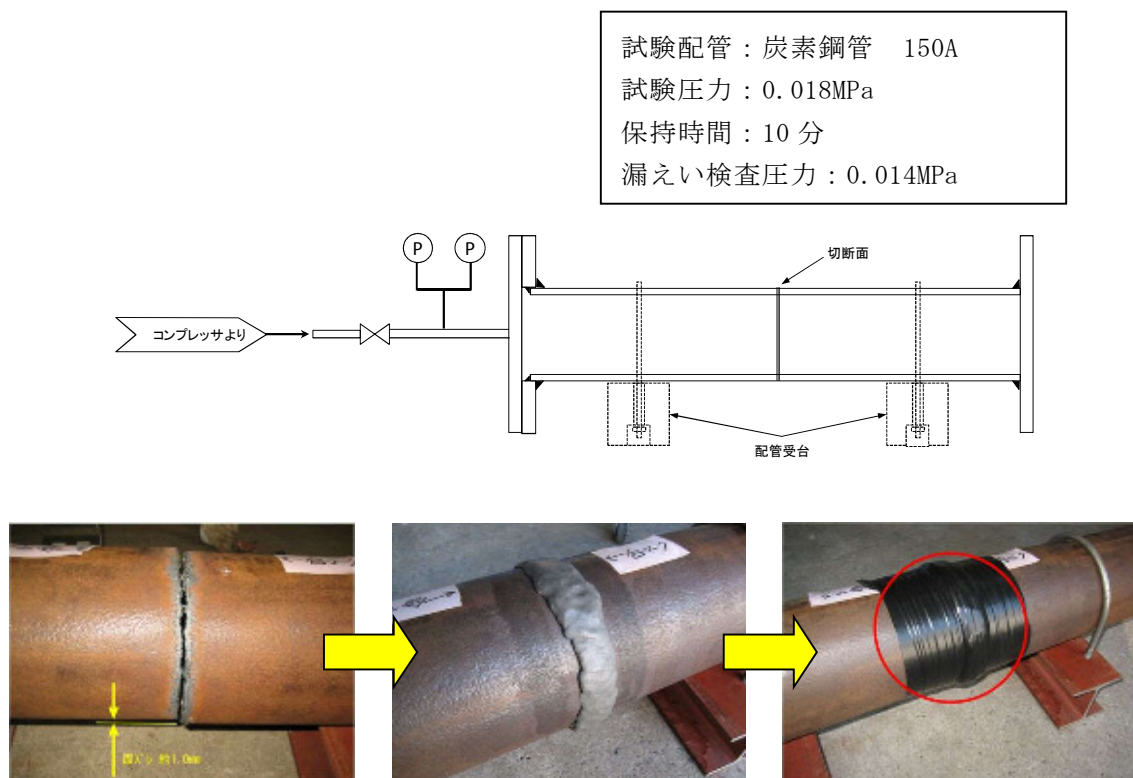
しかしながら，全周破断の修復への適用は想定されていないことから，実証試験を行い，全周破断した配管に適用した場合でも漏えいを止めるこ

とが可能であることを確認した。

原子炉建屋ガス処理系配管の修復作業のモックアップでは、補修用パテを塗布し、補修用バンドを巻き付ける方法について、実機に施工可能であることを確認した。

ここでは、全周破断させた模擬配管を用いて、補修用パテによる修復方法の妥当性について検証を行った。試験方法を第8図に示す。[なお、試験については、社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版）」に基づき実施した。](#)

なお、本試験では補修用パテを塗布する作業時間を測定し、タイムチャート作成に反映させた。



試験の結果、補修箇所からの漏えいがないことを確認した。これにより、全周破断した配管であっても、応急処置として補修用パテによる修復が可能であるということが確認できた。



なお、原子炉建屋ガス処理系の最高使用温度は72℃であるが、作業実施に当たっては、配管の表面温度を考慮した適切な保護具を装着して行う。
また、補修作業は原子炉建屋ガス処理系排風機を停止した状態で行うことから、配管の表面温度は周辺環境と同じ温度となることから、作業実施に支障を与えることはない。

2-2. 中央制御室換気系

(1) 修復方法について

p12 条-
添付 7-13
添付 7
2. (2) b.

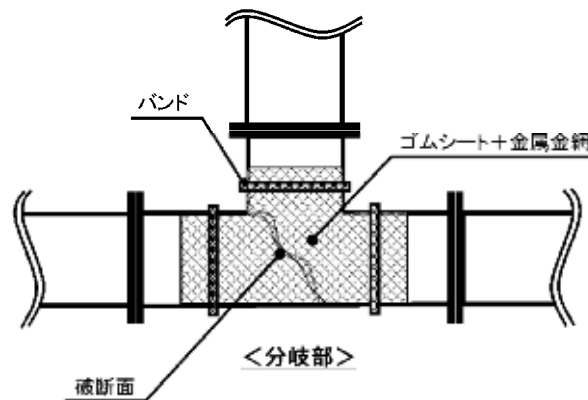
中央制御室換気系ダクトには、直管部、エルボ部、分岐（T字）部、床貫通部、サポート部があり、いずれの部位に故障が発生した場合にも対応できるよう検討した。なお、修復方法については、必要に応じて追加・見直しを行う。

また、軽微な故障の場合は当て板、紫外線硬化型FRPシート、コーキング等、通常の補修方法を適用することができる。

p12 条-
添付 7-13
添付 7
2. (2) b.

(例) 中央制御室空調ダクト分岐部における修復方法

（ゴムシート＋金属金網（メッシュ）により補強、バンドにて固定）



(2) 修復方法の妥当性について

p12 条-
添付 7-32
添付 7
4. (2)

中央制御室換気系の運転条件は運転圧力0.98kPa[gage]以下、運転温度10℃～40℃であり、単一故障の修復に当たっては使用環境（耐圧性，耐熱性）を考慮した仕様の資機材を準備する。

モックアップで使用したゴムシートについても運転条件を満足する仕様であり、事故時の中央制御室換気系の環境においても応急処置としては使用可能である。

p12 条-
添付 7-32
添付 7
4. (2) 補足



(3) 発電所での適用実績

中央制御室換気系ダクトの全周破断の修復としては、ゴムシート＋金属金網＋バンド固定の方法を行うこととしている。東海第二発電所において、ダクトの暫定的な修復にゴムシートを当て板として用いた事例を（参考）に示す。

このような実績からも、ゴムシート＋金属金網＋バンド固定による修復方法は中央制御室換気系ダクトの単一故障に対して適用可能であると考え

3. 資料

- 東海第二発電所におけるダクト修復（応急処置）の事例

p12 条-
添付 7-33
添付 7
(参考)

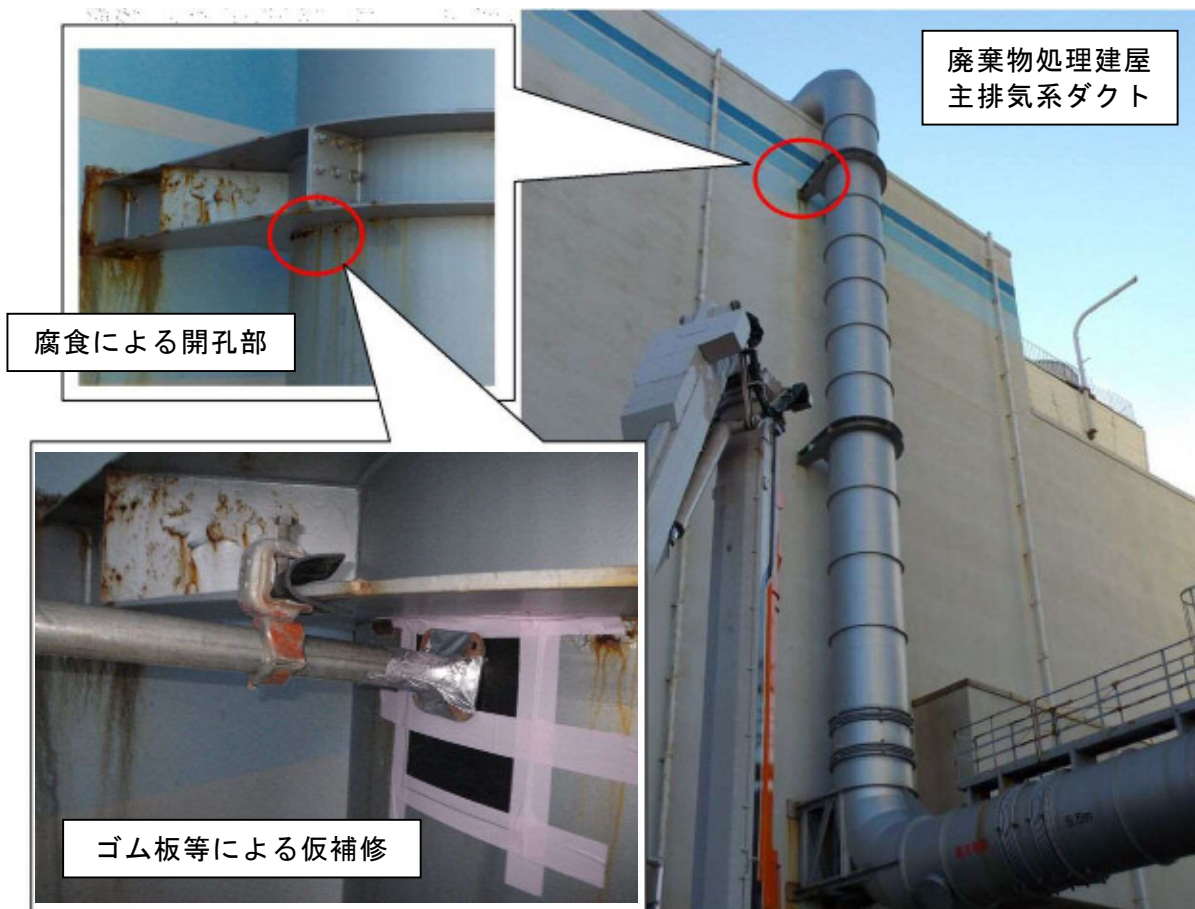
東海第二発電所におけるダクト修復（応急処置）の事例

1. 故障の概要

【廃棄物処理建屋主排気系ダクトの（屋外）開孔について】

- 平成24年11月15日より東海第二発電所の原子炉建屋，タービン建屋等の換気系屋外ダクトについて，計画に基づき点検作業を行っていたところ，平成24年11月20日，廃棄物処理建屋 主排気系ダクトに開孔（直径約5mm）があることを確認した。
- 平成24年11月20日，ゴム板等により仮補修を行い漏えいのないことを確認した。

2. 仮補修の状況



1. 指摘事項

【151-5】

二重化された部分であっても、単一設計部分に接続され隔離がなされない部分については、破損により両系統に影響を及ぼす可能性があり、これらの部分を含めて修復性等を確認していることを説明すること。

2. 回答 【本文 2.3(2)c, 2.3(3)a/b, 2.5(2)c, 2.5(3)a/b】

二重化された部分であっても、単一設計部分に接続され隔離がなされない部分については、破損により両系統に影響を及ぼす（機能喪失する）可能性があることから、これらの部分についても故障の影響、検知性、修復性の確認を行い、安全上支障のない期間に修復できることを確認した。

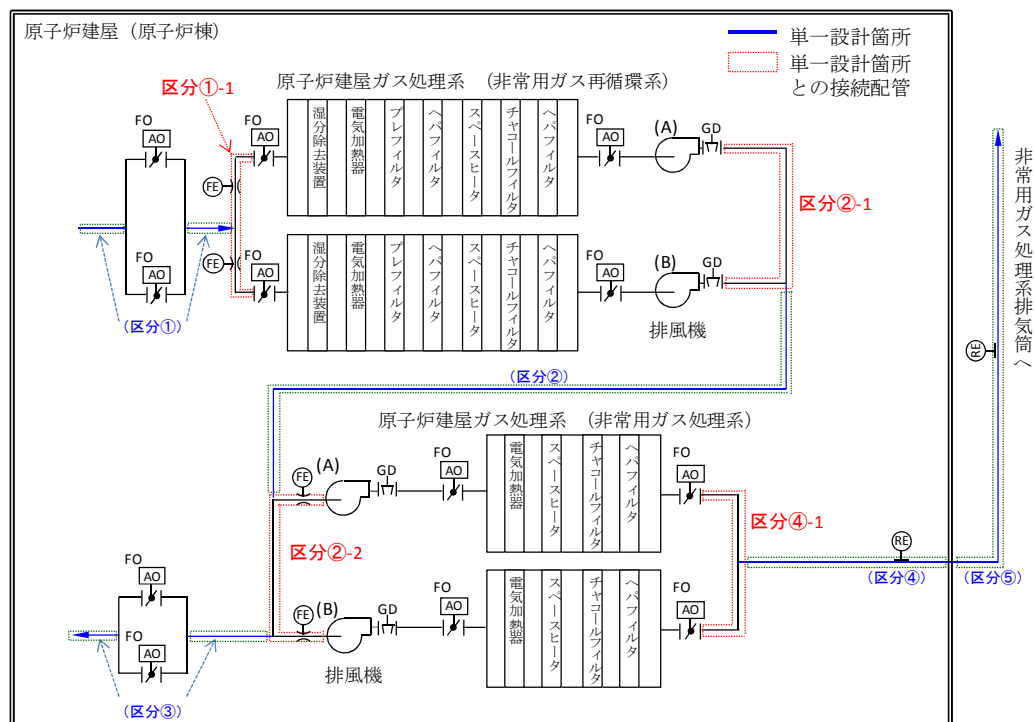
2-1. 原子炉建屋ガス処理系

(1) 故障の影響

p12 条-27
2.3
(2)c. (a)

二重化された部分であっても、単一設計部分に接続され隔離がなされない部分については、全周破断が発生した場合には両系統に影響を及ぼすが、単一設計箇所の評価に包絡されることを確認している。第1図に該当部を示す。

- ・ 区分①-1 : 流入した気体は全量フィルタ処理される。
- ・ 区分②-1 : 配管内の全量放出を想定した区分②の評価に包絡する。
- ・ 区分②-2 : 配管内の全量放出を想定した区分②の評価に包絡する。
- ・ 区分④-1 : 配管内の全量放出を想定した区分④の評価に包絡する。



第1図 原子炉建屋ガス処理系 故障想定箇所

(2) 検知性

p12 条-32
2.3 (3) a.

事故発生後、中央制御室ではパラメータ（系統流量、原子炉建屋差圧、放射線モニタ等）を監視しており、各区分の配管に全周破断が発生した場合は、パラメータ変動の確認により異常を検知し、現場確認（視覚、聴覚、触覚）により破断箇所を特定する。

(3) 修復性

p12 条-33
2.3 (3) b.

現場確認により、単一設計箇所と二重化された箇所で配管の形状（直管、エルボ管、分岐管）に違いはないことを確認しており、修復方法も様々な配管形状に対応できる工法であることから、いずれの箇所で故障が発生した場合でも修復可能である。

2-2. 中央制御室換気系

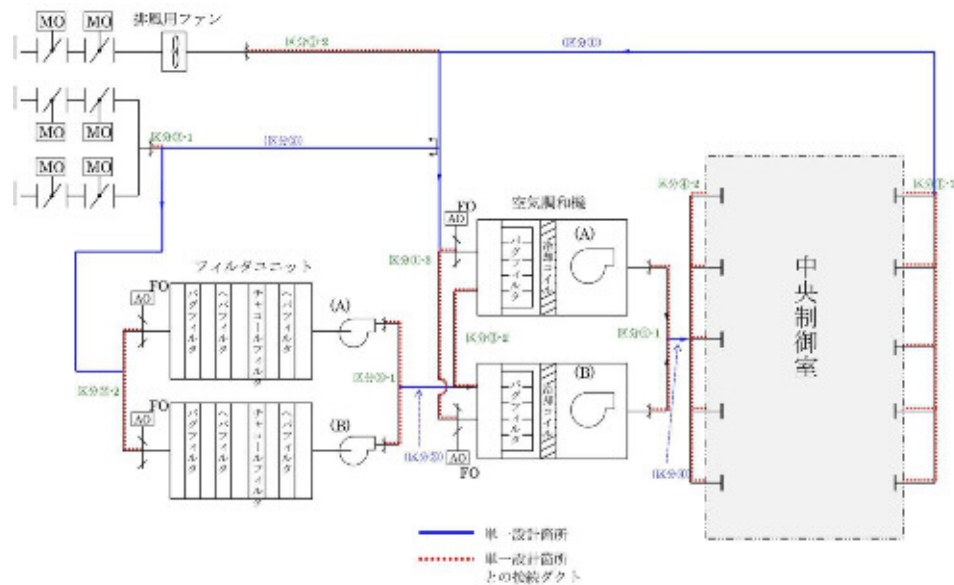
(1) 故障の影響

p12 条-52
2.5
(2) c. (a)

二重化された部分であっても，単一設計部分に接続され隔離がなされない部分については，全周破断が発生した場合には両系統に影響を及ぼすが，単一設計箇所の評価に包絡されることを確認している。第 2-12 図に該当部を示す。

空気調和機は，構造及び運転条件等から瞬時に全周破断することはないため，全周破断の想定は不要である。

- ・ 区分①-1：外気が流入するが，区分①に比べ少ない。
- ・ 区分①-2：外気が流入するが，区分①に比べ少ない。
- ・ 区分①-3：ダクト内の全量放出を想定した区分①の評価に包絡する。
- ・ 区分②-1：流入した外気は全量フィルタ処理される。
- ・ 区分②-2：流入した外気は全量フィルタ処理される。
- ・ 区分③-1：ダクト内の全量放出を想定した区分③の評価に包絡する。
- ・ 区分③-2：ダクト内の全量放出を想定した区分③の評価に包絡する。
- ・ 区分④-1：ダクト内の全量放出を想定した区分④の評価に包絡する。
- ・ 区分④-2：外気が流入するが，区分④に比べ少ない。



第2-12図 中央制御室換気系 故障想定箇所

(2) 検知性

p12 条-55
2.5 (3) a.

中央制御室換気系ダクト（単一設計箇所及び二重化された部分）に全周破断が発生した場合は，中央制御室での確認（中央制御室エリア放射線モニタの指示値上昇，通風口からの破断音）及び現場確認（視覚，聴覚，触覚）により，全周破断箇所の特定は可能である。なお，故障の位置や大きさによっては中央制御室での検知は困難であるが，巡視点検により異常の有無を検知することができる。

(3) 修復性

p12 条-55
2.5 (3) b.

現場確認により，単一設計箇所と二重化された箇所でダクトの形状（直管，エルボ管，分岐管，床貫通部）に違いはないことを確認しており，修復方法も様々なダクト形状に対応できる工法であることから，いずれの箇所で故障が発生した場合でも修復可能である。

1. 指摘事項

【151-6】

中央制御室換気系の評価において、循環ラインのみを考慮の対象とし、外気取り入れラインを除く理由を説明すること（期待される安全機能を達成する上で当該ラインが必要か）。

2. 回答 【添付 10】

p12 条-
添付 10-1
添付 10

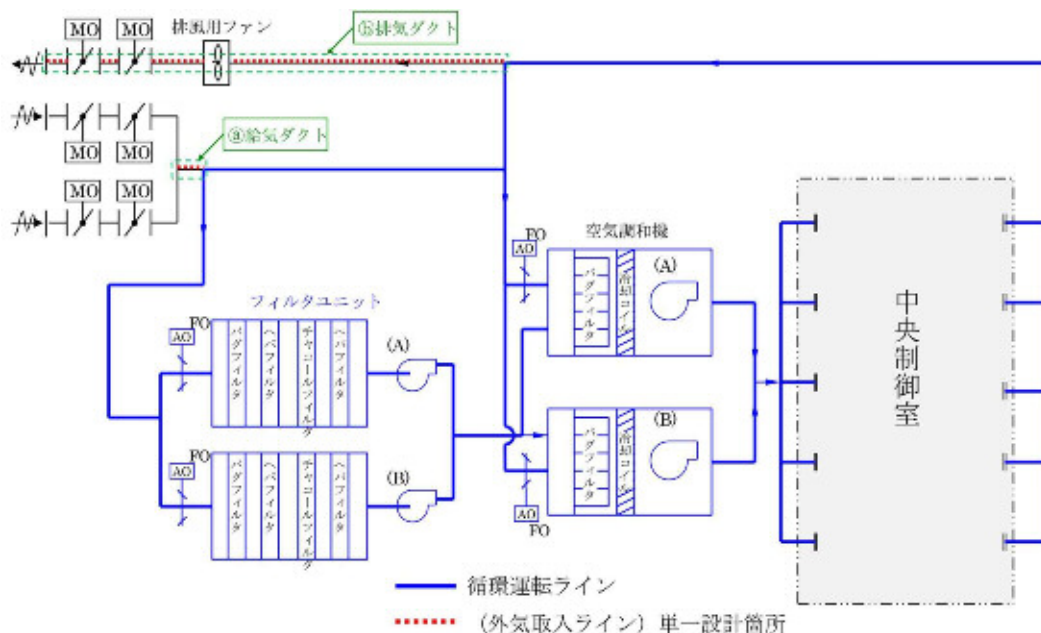
中央制御室換気系の評価においては、循環ラインのみを考慮の対象とし、外気取入ラインを除いている。期待される安全機能を達成する上で当該ラインによる外気取入機能の必要性を確認し、その考え方を示す。

2-1. 中央制御室換気系について

中央制御室換気系は、事故時に外気取入口を遮断し、フィルタユニットを通る閉回路循環方式で運転することで放射性物質を除去し、運転員の被ばくを低減する機能を有する。外気取入ライン（給気ダクト、排気ダクト）にはそれぞれ2個の隔離弁（電動弁）を有しており、第1隔離弁と第2隔離弁で異なる区分から電源を供給している。

循環運転となった場合でも外気に汚染が無いことを確認できた場合は必要に応じて隔離信号をバイパスすることにより外気を取り入れることができる。

ここでは中央制御室換気系が有する原子炉制御室非常用換気空調機能に外気取入ラインの機能が必要であるかを検討し、あわせて外気取入ライン故障時の影響を確認する。外気取入ライン（給気ダクト、排気ダクト）の概要図を第1図に示す。



第 1 図 中央制御室換気系 系統概要図

2-2. 中央制御室の居住性

(1) 外気取入機能について

事故時の中央制御室換気系の閉回路循環運転においては、外気取入ラインを遮断することとなるが、中央制御室の空気流入率測定試験結果から隔離運転時の空気流入量は約 $1,080\text{m}^3/\text{h}$ (0.4 回/h) ※¹であり、外気間欠取込 (27 時間隔離, 3 時間取入) における外気取込み量約 $340\text{m}^3/\text{h}$ ※²に対して十分上回ることから、中央制御室の居住性に影響を与えることはない。

※¹ 空気流入率試験結果 0.468 回/h (A 系), 0.435 回/h を基に保守的に設定。また、中央制御室の容積を $2,700\text{m}^3$ とする。

※² $3,400\text{m}^3/\text{h} \times 3 \text{ 時間} / (3 \text{ 時間} + 27 \text{ 時間})$

以上から、中央制御室換気系が有する原子炉制御室非常用換気空調機能を達成するためには、外気取入ラインの外気取入機能を必要としない。

(2) 中央制御室の環境測定について

中央制御室には、対策要員の居住環境の確認のため、可搬型酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計を配備する。外気の取り入れ遮断(循環運転開始)時から計測を開始し、連続監視する。

(参考) 空気流入率ゼロの場合の中央制御室居住性評価

中央制御室に外気のリークインが全くないと仮定した場合の評価は以下のようになる。

a. 酸素濃度

(a) 評価条件

- ・ 在室人員 7 人(運転員)
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積 $2,700\text{m}^3$
- ・ 初期酸素濃度 20.95%
- ・ 評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。
- ・ 1 人あたりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量^{※1}を適用して、 $24\text{L}/\text{min}$ とする。
- ・ 1 人あたりの酸素消費量は、成人吸気酸素濃度^{※1} (20.95%)、成人呼気酸素濃度^{※2} (16.40%) から $1.092\text{L}/\text{min}$ とする。
- ・ 許容酸素濃度 18.0%以上^{※3}

※1：空気調和・衛生工学便覧 第14版 3 空気調和設備編

※2：呼気には肺胞から蒸発した水蒸気が加わっており、吸気と等容積ではないため、 CO_2 排出量を計算するには、乾燥空気換算(%)を使用する。

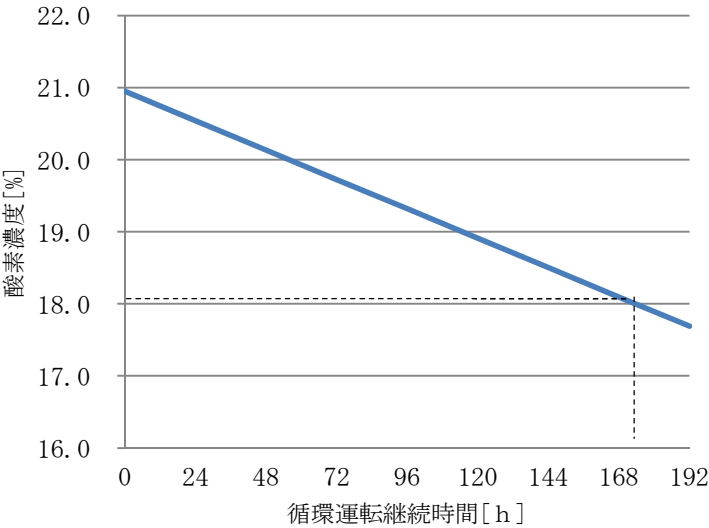
※3：労働安全衛生規則

(b) 評価結果

評価条件から求めた酸素濃度は、第 1 表のとおりであり、173 時間まで外気取入れを遮断しても、中央制御室内に滞在可能である。

第 1 表 中央制御室換気系閉回路循環運転時の酸素濃度

時間	24 時間	48 時間	96 時間	173 時間
酸素濃度	20.5%	20.1%	19.3%	約 18.0%



第 2 図 中央制御室換気系閉回路循環運転時の酸素濃度

b. 炭酸ガス

(a) 評価条件

- ・ 在室人員 7 人(運転員)
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積 2,700m³
- ・ 初期炭酸ガス濃度 0.03%
- ・ 評価結果が保守的になるよう空気流入は無いものとして評価する。
- ・ 1 人あたりの炭酸ガス吐出量は、事故時の運転操作を想定し、中

等作業での吐出量※¹を適用して、 $0.046\text{m}^3/\text{h}$ とする。

・許容炭酸ガス濃度 1.5%未満※²

※¹：空気調和・衛生工学便覧 第14版 3 空気調和設備編

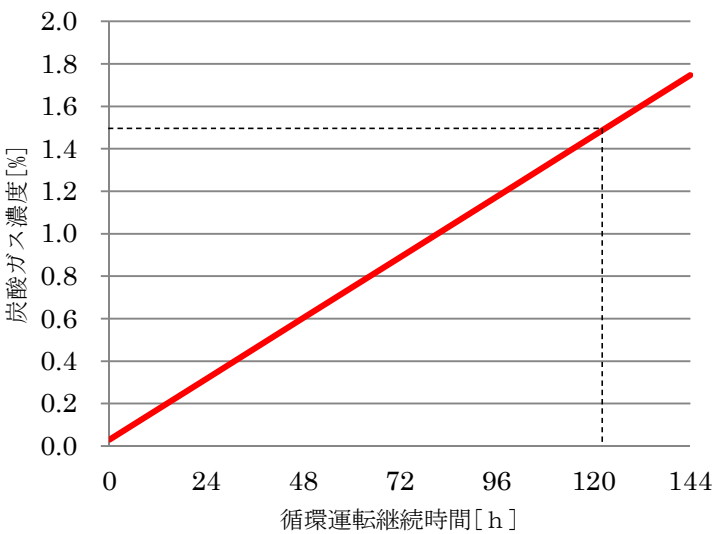
※²：労働安全衛生規則

(b) 評価結果

評価条件から求めた酸素濃度は、第2表のとおりであり、123時間まで外気取入を遮断しても、中央制御室内に滞在可能である。

第2表 中央制御室換気系閉回路循環運転時の炭酸ガス濃度

時間	24時間	48時間	96時間	123時間
炭酸濃度	0.32%	0.61%	1.18%	1.50%



第3図 中央制御室換気系閉回路循環運転時の炭酸ガス濃度

2-3. 故障の仮定

中央制御室換気系は、循環運転となった場合でも外気に汚染が無いことを確認できた場合は必要に応じて隔離信号をバイパスすることにより外気

を取り入れることができる。

外気取入を行う場合、外気取入ダクトに故障が発生した場合の影響を以下に示す。

a. 全周破断の想定

給気・排気ダクトに全周破断を想定したとしても、破断箇所から外気取入を行うこととなり、外気取入機能に影響はない。

b. 閉塞の想定

中央制御室換気系ダクトについては、当該系の吸込み部は中央制御室の天井付近に配置しており、空気中の塵や埃等の浮遊物しか流入することではなく、ダクトの口径も大きいことから閉塞することはない。

また、給気口にフィルタは設置されていないため、フィルタによる閉塞はない。

c. 電動弁の故障

外気取入ラインの隔離弁（電動弁）の駆動電源が喪失した場合は、手動にて開操作することが必要となる。これは短時間で作業が可能であり、全周破断を想定した修復作業での被ばく評価においても雰囲気線量率は約 $5.2 \times 10^{-2} \text{ mSv/h}$ であることから、手動による開操作は確実に実施することができる。また排風機が停止したとしても、ダクトを閉塞させることはないので外気取入機能を喪失させることはない。

2-4. 検討結果

以上に示したように、外気取入ダクトの外気取入機能は、中央制御室換気系が有する原子炉制御室非常用換気空調機能を達成するために必要な機

能ではない。

なお、中央制御室換気系は、循環運転となった場合でも外気に汚染が無いことを確認できた場合は必要に応じて隔離信号をバイパスすることにより外気を取り入れることができるが、外気取入機能が喪失するような単一故障は発生しない。

回答(151-7)

1. 指摘事項

【151-7】

修復作業工程について、タイムチャートとともに要員配置等を含めた作業例を示し、特に被ばく評価の観点から、修復作業の実現性について説明すること。

2. 回答 【添付 7】

原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトの修復作業について、最も作業が困難な箇所に故障が発生した場合を想定したモックアップを行い、タイムチャートを作成した。【151-10】にて回答）

作成したタイムチャートにより作業毎の被ばく量を示し、修復作業の実現性を確認した。

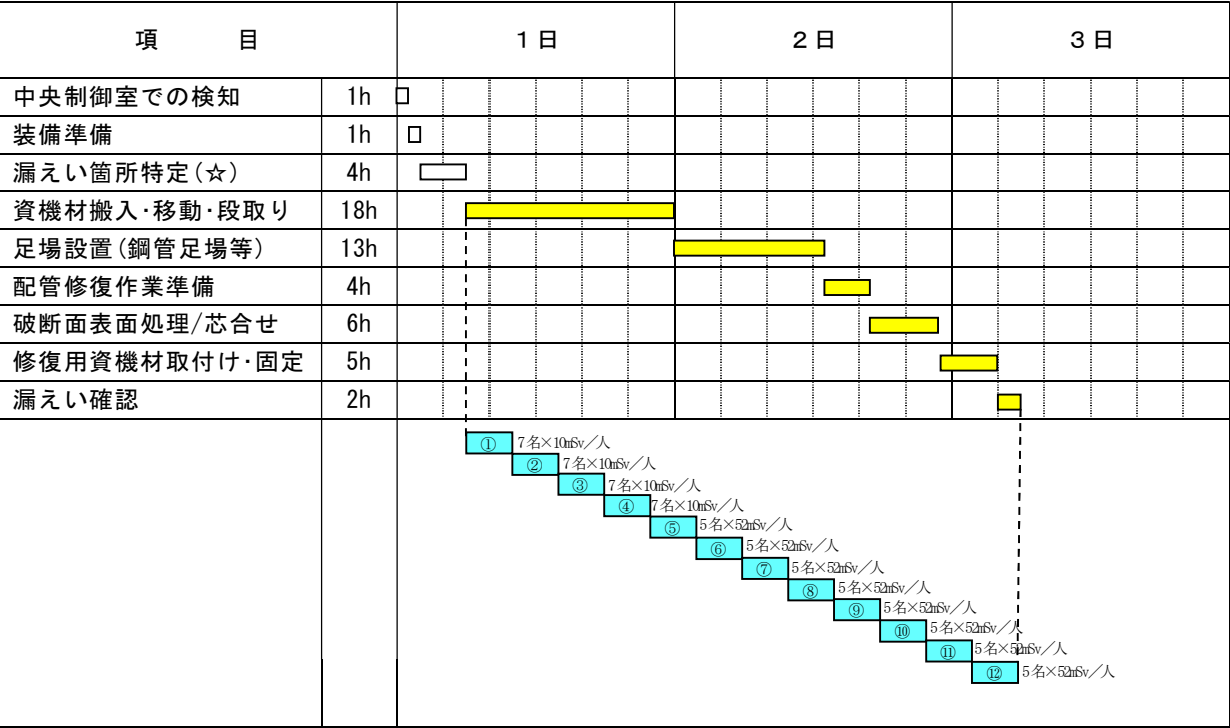
2-1. 原子炉建屋ガス処理系

(1) 原子炉建屋ガス処理系配管修復作業におけるタイムチャート

原子炉建屋ガス処理系配管の修復作業についてモックアップを行い、タイムチャートを作成した。これにより2日間での修復作業の成立性を確認することができた。

また、被ばく評価の結果に基づき、配管修復作業における1人当たりの作業時間を4時間とすると、12班（作業員総数68名）で修復作業を実施することができ、作業員1人当たりの被ばく量は最大で52mSv（4時間）となることが確認できた。

p12 条-
添付 7-6
添付 7
1. (3)



(2) 修復作業の被ばく評価について

最も被ばく線量が厳しい箇所の故障を想定した場合、修復作業に 68 名の作業員（作業責任者、放管員含む）が必要となる。しかし、当該作業の想定では事故発生から 20 日後に作業を開始することになっており、必要な作業員を確保ための時間は十分あると考える。

また、非居住区域境界外の被ばくの評価結果から、作業開始を遅らせることも可能であり、これにより被ばく線量を低減することができ、必要な要員数を削減できる。

なお、故障発生箇所がチャコールフィルタから離れた場所であれば、作業場所の線量が低下するため、必要な要員数は低減される。

(3) 修復作業の実現性について

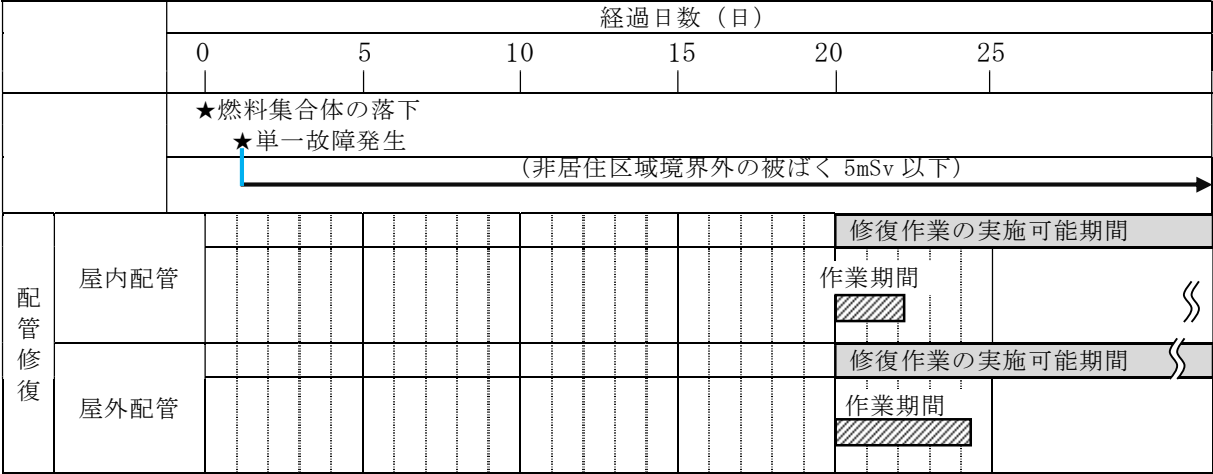
燃料集合体落下の発生を起点として、24時間後に単一設計箇所が故障したと想定する。燃料集合体の落下における非居住区域境界外の公衆被ばく

p12 条-
添付 7-1
添付 7
1. (1)

評価により、事故収束までの全期間にわたって判断基準（実効線量5mSv以下）を満足することが確認できたため、以下に示す作業期間は安全上支障のない期間とできる。

修復作業の作業期間は、緊急作業時の線量限度（100mSv）を満足できることを考慮した。

これにより安全上支障のない期間に確実に修復できることが確認できた。



なお、設定した作業期間は原子炉建屋ガス処理系の機能を回復させるための最短の時期を示しており、実運用における作業期間は公衆や作業員の被ばくを考慮した上で決定する。

2-2. 中央制御室換気系

(1) 中央制御室換気系ダクト修復作業におけるタイムチャート

p12 条-
添付 7-15
添付 7
2. (3)

中央制御室換気系ダクトの修復作業についてモックアップを行い、タイムチャートを作成した。これにより2日間での修復作業の成立性を確認することができた。

また、被ばく評価の結果から、中央制御室換気系ダクトの修復作業では最も厳しい条件であっても線量率は約 $5.2 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ であり、3交替で作業することができる。したがって、中央制御室換気系ダクトについては、3班、24名（延べ41名）にて修復作業が実施可能であることを確認できた。

項 目		1 日	2 日	3 日
中央制御室での検知	1h	☐		
装備準備	1h	☐		
漏えい箇所特定(☆)	2h	☐		
資機材搬入・移動・段取り	16h			
足場設置(鋼管足場等)	18h			
作業準備	6h			
ダクト破断面の整形	2h			
ゴム板・金網による固定 (壁貫通部は当て板使用)	4h			
漏えい確認	2h			
		① 10 名 × 0.40mSv / 人 ② 7 名 × 0.40mSv / 人 ③ 7 名 × 0.42mSv / 人 ① 7 名 × 0.42mSv / 人 ② 5 名 × 0.42mSv / 人 ③ 5 名 × 0.42mSv / 人		

(2) 修復作業の被ばく評価について

中央制御室換気系ダクトの修復作業における被ばく評価の結果から、当該作業の被ばく線量は十分低い値であり、修復作業の実現性に問題はない。

(3) 修復作業の実現性について

p12 条-
添付 7-11
添付 7
2. (1)

主蒸気管破断の発生を起点として、24時間後に単一設計箇所が故障したと想定する。主蒸気管破断における中央制御室運転員の被ばく評価により事故収束までの全期間にわたって判断基準（実効線量100mSv以下）を満足すると評価できることから、以下に示す作業期間は、安全上支障のない期間とできる。

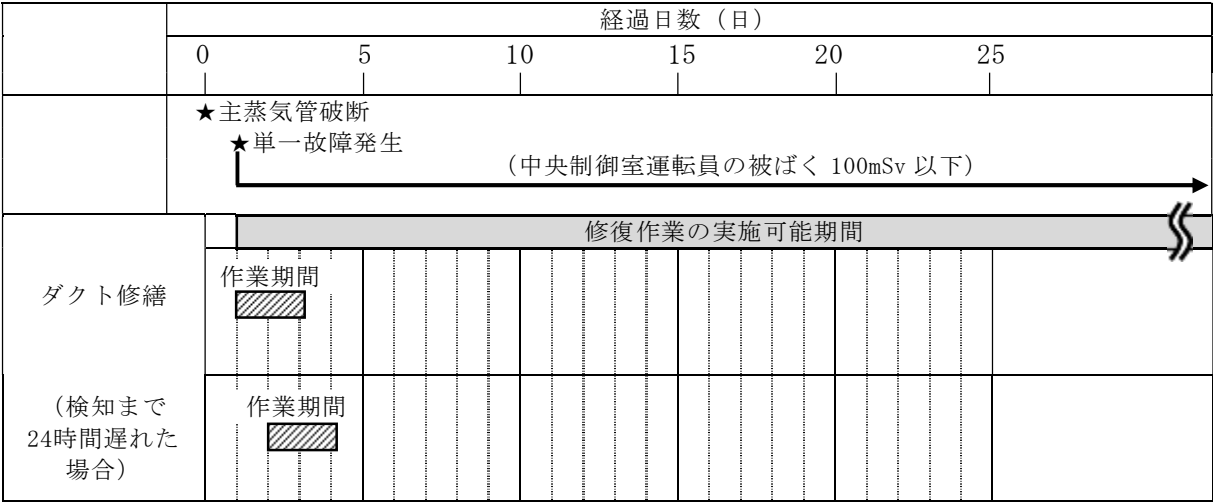
修復作業の作業実施時期は、ダクト修復作業に係る作業員の被ばく評価結果から、故障発生後、直ちに作業着手可能であるため、故障発生の直後と設定した。

これにより安全上支障のない期間内に確実に修復できることが確認できた。

なお、設定した作業実施時期は中央制御室換気系の機能を回復させるための最短の時期を示しており、実運用における作業期間は中央制御室の運転員や作業員の被ばくを考慮した上で決定する。

故障が小規模破損で検知に時間を要し、作業開始が24時間遅れた場合であっても、安全上支障のない期間内に確実に修復できることも確認できた。

なお、作業期間におけるタイムチャートについては「(3)詳細工程について」で示す。



回答(151-8)

1. 指摘事項

【151-8】

添付 2 の重要度の特に高い安全機能を有する系統・機器整理表において、想定しているハザードは具体的に明示すること。

2. 回答 【添付 2 No13-20】

- (1) 原子炉建屋（二次格納施設）外に設置された設備については、事故の影響を直接受けることはなく、各建屋の空調設備による温度管理が継続されることから設備の運転継続に支障はない。

具体的には、以下の記載を追加した。

p12 条-添付
2-31
添付 2
No13～17,
No20

「二次格納施設外の環境条件において、空調機によって温度管理された状態で健全に動作するよう設計されている」

- (2) 屋外に設置された設備については、想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないように設計している。

p12 条-添付
2-42
添付 2
No18, 19

自然現象としては、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を想定する。

具体的には、以下の記載を追加した。

p12 条-添付
2-42
添付 2
No18, 19

「二次格納施設外の環境条件に想定される自然現象においても、健全に動作するよう設計されている」

回答（151-9）

1. 指摘事項

【151-9】

機能復旧を考慮した場合の線量評価を行うこと。

2. 回答

【151-2】と合わせて回答。

回答(151-10)

1. 指摘事項

【151-10】

修復作業について，訓練実績を示すこと。

2. 回答 【添付 7】

静的機器の単一故障の修復作業については，協力会社を含めた作業員の召集体制，資機材の準備，作業手順，訓練の実施等の必要事項を今後社内規程として整備することとしており，現状では修復作業の訓練実績として，モックアップの実績を示す。

3. 資料

○ モックアップによる修復作業の成立性確認

(添付)

p12 条-
添付 7-17
添付 7 3.

モックアップによる修復作業の成立性確認

原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトについて、全周破断を想定した修復作業のモックアップを実施することにより、修復作業の成立性を確認し、作業ステップ毎のタイムチャートを作成した。確認項目は以下のとおり。

- ① 破断箇所が高所であった場合、安全・確実に足場を設置することが可能であること。
- ② 狭隘部に対して、バンド巻き等の修復作業を実施できること。
- ③ 当該系統の配管(ダクト)形状に対して修復作業を適用できること。
- ④ 作業ステップ毎に必要な要員数、作業時間を確認し、タイムチャートを作成する。

モックアップの結果、原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトに全周破断が発生した場合、修復作業が実施可能であることが確認できた。

以下にモックアップの状況を示す。

p12 条-
添付 7-17
添付 7
3. (1)

(1) 原子炉建屋ガス処理系

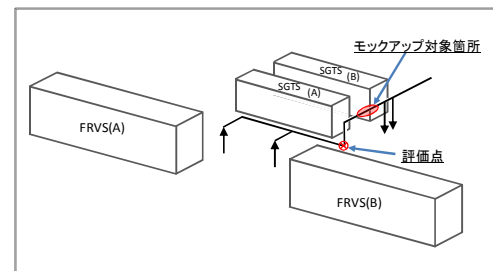
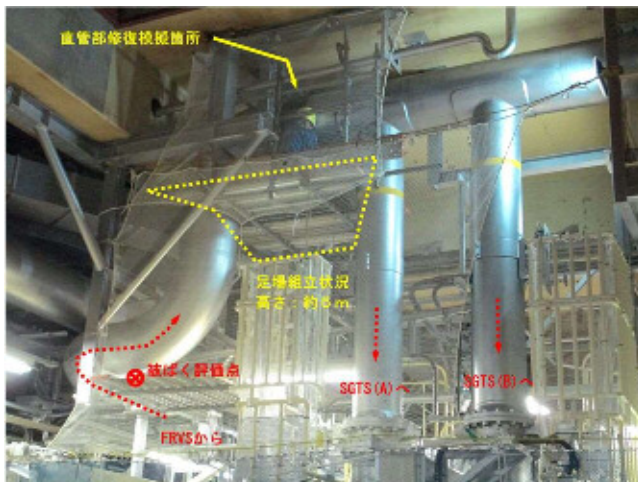
a. モックアップ対象箇所

原子炉建屋ガス処理系配管の全てのラインについて現場確認を行い、作業性（高所、狭隘）及び想定される雰囲気線量から、最も作業が困難である場所（非常用ガス再循環系から非常用ガス処理系への連絡配管）を選定した。

b. 足場設置状況

原子炉建屋ガス処理系配管は高所に敷設されていることから、破断想定箇所での作業性確保のため足場等を設置することが可能であるかを確認するため、モックアップ対象箇所で実際に足場を設置した。第1図に足場組立状況を示す。図に示すとおり、モックアップ対象箇所において安全・確実に足場組立を行うことが確認できた。

モックアップ対象箇所は高所、狭隘、高線量である場所を現場確認により選定していることから、原子炉建屋ガス処理系配管の全範囲で足場設置可能であると評価する。



第1図 現場モックアップ状況（足場組立全景）

c. 狭隘部における作業状況

破断想定箇所に対して補修作業が実施できることを確認するため、モックアップ対象箇所に補修用バンドの巻付けを行った。第2図に作業状況を示す。

図に示すとおり、モックアップ対象箇所において安全・確実に補修作業を実施できることが確認できた。モックアップ対象箇所は高所、狭隘、高線量である場所を現場確認により選定していることから、原子炉建屋

ガス処理系配管の全範囲で補修作業が実施可能であると評価する。



第2図 狭隘部作業状況

d. 補修作業の実施状況

原子炉建屋ガス処理系配管の形状には、直管、エルボ管、分岐管（T字、Y字）がある。これらの配管形状について補修用バンドの巻付けが実施可能であることを確認した。モックアップ対象箇所は直管であるため、その他の形状については別系統の大口径配管を用いた。

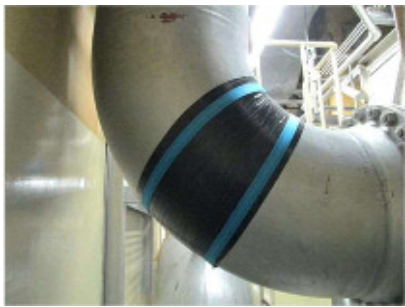
なお、原子炉建屋ガス処理系には壁貫通部とサポート部があるが、これらについては補修用パテによる修復を行い、補修用バンドの巻付けは行わない計画である。

作業状況を第3図に示す。図に示すとおり、補修用バンドの巻付けは様々な形状に適用できることが確認できた。これにより原子炉建屋ガス処理系配管の全範囲で、補修作業が実施可能であると評価する。

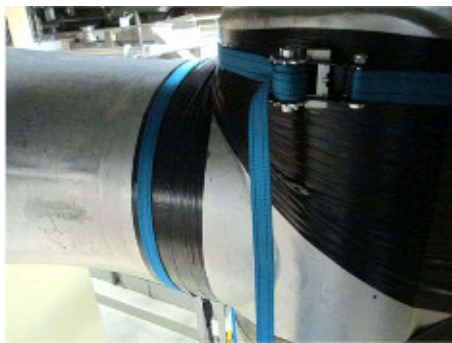
① 直管部（実機）



② エルボ部（模擬・別系統）



③ 分岐部（模擬・別系統）



第3図 修復模擬作業状況

e. モックアップの実測データ

モックアップにより実測したデータを以下に示す。

(a) 作業時間

作業項目	作業時間	作業員 ^{※3}	備考
資機材準備	18h ^{※1}	5人	
足場組立	13h ^{※1}	3人	床面高さ約5m
配管修復準備	10h ^{※2}	3人	
配管修復	5h ^{※1}	3人	補修用パテの硬化時間は10～60分

※1 保守的な評価として実測値を1.5倍した。

※2 破断面の処理や配管の芯合せ等,モックアップできない作業については予想時間とした。

※3 実際の作業では、作業員の他に監督者及び放管員が必要となる。

(b) 必要資機材

足場設置用の資機材を以下に示す。

(使用材料)			
足場板	2m×8	ベース	2
足場板	1.5m×6	キャッチ	14
足場板	1m×2	直交	40
メッシュ	1m×1	自在	1
足場パイプ	2.5×7	ジョイント	3
足場パイプ	2m×10	ステップバー	10
足場パイプ	1.5m×15	セイフティブロック	1
足場パイプ	1m×6	安全ネット	2
足場パイプ	0.5m×1	ワイヤー	1

f. タイムチャート

モックアップの実測データに基づき、作業員数及び作業時間を定め、原子炉建屋ガス処理系配管の修復作業におけるタイムチャートを作成した。モックアップは原子炉建屋ガス処理系配管の中で最も作業困難な箇所を選定して実施していることから、ここに示すタイムチャートは作業時間及び必要人工の最大値を示している。

項 目		1 日	2 日	3 日
中央制御室での検知	1h	☐		
装備準備	1h	☐		
漏えい箇所特定	4h	☐		
資機材搬入・移動・段取り	18h			
足場設置(鋼管足場等)	13h			
配管修復作業準備	4h			
破断面表面処理/芯合せ	6h			
修復用資機材取付け・固定	5h			
漏えい確認	2h			
		7人/班 ① ② ③ ④ 5人/班 ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫		

※  : 修復作業

p12 条-
添付 7-17
添付 7
3. (2)

(2) 中央制御室換気系

a. モックアップ対象箇所

中央制御室換気系ダクトの全てのラインについて現場確認を行い、作業性（高所、狭隘）及び想定される雰囲気線量から、最も作業が困難である場所（フィルタユニットの循環ライン（入口側））を選定した。

b. 足場設置状況

中央制御室換気系ダクトには高所に敷設されている箇所があることから、破断想定箇所での作業性確保のため足場を設置することが可能であるかを確認するため、モックアップ対象箇所で実際に足場を設置した。第4図に足場組立状況を示す。図に示すとおり、モックアップ対象箇所において安全・確実に足場組立を行うことが確認できた。



第4図 現場モックアップ状況（足場組立全景）

モックアップ対象箇所は高所，狹隘である場所を現場確認により選定していることから，中央制御室換気系ダクト配管の全範囲で足場設置可能であると評価する。

c．狹隘部における作業状況

破断想定箇所に対して補修作業が実施できることを確認するため，モックアップ対象箇所にゴムシート＋金属金網の取付を行った。第5図に作業状況を示す。図に示すとおり，モックアップ対象箇所において安全・確実に補修作業を実施できることが確認できた。

モックアップ対象箇所は高所，狹隘，高線量である場所を現場確認により選定していることから，中央制御室換気系ダクトの全範囲で補修作業が実施可能であると評価する。



第5図 狭隘部作業状況

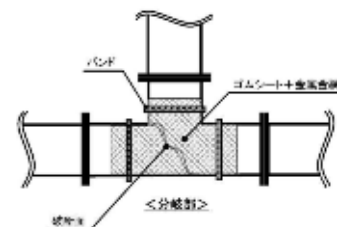
d. 補修作業の実施状況

中央制御室換気系ダクトの形状には、直管、エルボ管、分岐管（T字）がある。これらのダクト形状についてゴムシート+金属金網による補修作業が実施可能であることを確認するため、モックアップ対象箇所にゴムシート+金属金網の取付を行う。

作業状況を第6図に示す。図に示すとおり、ゴムシート+金属金網の取付はモックアップ対象箇所に対して実施可能であることが確認できた。モックアップ対象箇所は最も作業性の悪いT字分岐管を選定していることから、その他の形状については適用できると評価する。

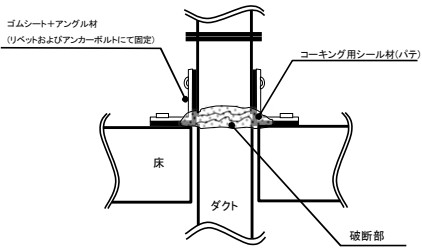


中央制御室空調ダクト分岐部における修復方法
・ゴムシート+金属金網（メッシュ）により補修、バンドにて固定



第6図 分岐部修復状況

また，中央制御室換気系ダクトの床貫通部についても，補修作業（模擬）を実施した。作業状況を第7図に示す。床貫通部には高所，狭隘など作業性の悪い箇所はなく，図に示すとおり，問題なく補修することができる。



第7図 床貫通部模擬作業状況

以上により中央制御室換気系ダクトの全範囲で，補修作業が実施可能であると評価する。

e．モックアップの実測データ

モックアップにより実測したデータを以下に示す。

(a) 作業時間

作業項目	作業時間	作業員 ^{※3}	備考
資機材準備	16h ^{※1}	8人	
足場組立	18h ^{※1}	5人	床面高さ約5m

ダクト修復準備	8h※2	3人	
ダクト修復	4h※1	3人	

※1 保守的な評価として実測値を1.5倍した。

※2 破断面の処理等,モックアップできない作業については予想時間とした。

※3 実際の作業では,作業員の他に監督者及び放管員が必要となる。

(b) 作業資機材

足場設置用の資機材を以下に示す。

(使用材料)			
足場板	3m×4	キャッチ 直交	14
足場板	2m×6	キャッチ 自在	1
足場板	1.5m×10	ジョイント	1
足場板	1m×3	ベース	1
足場パイプ	3m×7	敷角	1
足場パイプ	2m×8	梯子	4.5m×1
足場パイプ	1.5m×10	セーフティブロック	1
足場パイプ	1m×8	クランプカバー	10
メッシュ	12	パイプカバー	10
直交	50	造り番線	1箱
自在	10		

f. タイムチャート

モックアップの実測データに基づき,作業員数及び作業時間を定め,

中央制御室換気系ダクトの修復作業におけるタイムチャートを作成した。
モックアップは中央制御室換気系ダクトの中で最も作業困難な箇所を選
定して実施していることから、ここに示すタイムチャートは作業時間及
び必要人工の最大値を示している。

項 目		1 日	2 日	3 日
中央制御室での検知	1h	☐		
装備準備	1h	☐		
漏えい箇所特定	2h	☐		
資機材搬入・移動・段取り	16h			
足場設置(鋼管足場等)	18h			
作業準備	6h			
ダクト破断面の整形	2h			
ゴム板・金網による固定 (壁貫通部は当て板使用)	4h			
漏えい確認	2h			
		10 人／班 ① 7 人／班 ② ③ ① 5 人／班 ② ③		

※ : 補修作業

1. 指摘事項

【151-11】

単一故障を検知するまでの時間について、考え方を整理して説明すること。

2. 回答 【添付 9】

原子炉建屋ガス処理系配管及び中央制御室換気系ダクトにおける単一故障を検知するまでの時間についての考え方を以下に示す。

2-1. 原子炉建屋ガス処理系

p12 条-
添付 9-2
添付 9
1. (2)※

(1) 検知性

原子炉建屋ガス処理系の配管は原子炉建屋5階の限定された区域に敷設されており、通常状態であれば配管全体を確認したとしても40分～1時間で可能である。事故時の要員交替を勘案しても数時間程度で現場確認は可能である。よって、原子炉建屋ガス処理系配管の修復作業に係るタイムチャートにおいては、漏えい箇所特定の時間を4時間と見積もっている。

p12 条-
添付 9-3
添付 9
1. (3)

(2) 小規模破損の影響

原子炉建屋ガス処理系の配管に10%程度の漏えいが発生し、非常用ガス処理系の流量が90%になったと仮定しても、原子炉建屋の負圧は6mmH₂Oから4.8mmH₂Oに低下するものの機能は維持される。

更に小規模な破損で漏えい量もわずかな場合は、中央制御室での検知が不可能であるが、原子炉建屋ガス処理系の安全機能が喪失することはなく、安全に影響を与えない。

なお、非常用ガス再循環系ー非常用ガス処理系連絡配管に小規模破損が発生した場合は、非常用ガス処理系の機能が維持されるため、原子炉建屋の負圧は6mmH₂Oに維持される。

2-2. 中央制御室換気系

p12 条-
添付 9-5
添付 9
2. (2) ※

(1) 検知性

中央制御室換気系ダクトの運転員による巡視点検及び詳細点検の実績からダクト全体を確認するために要する時間は1時間程度である。よって、中央制御室換気系ダクトの修復作業に係るタイムチャートにおいて漏えい箇所特定の時間を2時間と見積もっている。

なお、中央制御室換気系ダクトの小規模破損については、中央制御室での検知が困難であるため、1回／日の頻度で実施する運転員の巡視点検により異常の検知及び破損個所の特定を行うことから、発生から約24時間以内に検知可能である。

p12 条-
添付 9-6
添付 9
2. (3)

(2) 小規模破損の影響

中央制御室換気系のダクトに10%程度の漏えいが発生した場合、中央制御室内の雰囲気線量率はエリアモニタの下限以下であり、運転員への影響は小さい。

回答(151-12)

1. 指摘事項

【151-12】

修復の位置づけについて、原子炉施設の運転継続の判断との関係を整理して説明すること。

2. 回答 【本文 2.3(3)d, 2.5(3)d】

静的機器の単一故障箇所に対する修復は早期に所定の安全機能を復旧するための応急処置であり、事故収束後は応急処置の状態で運転を継続することせず、技術基準に適合させるための取替・修理を行う。

具体的には以下の記載を本文に追加した。

(1) 原子炉建屋ガス処理系

p12 条-35
2.3(3)d.

原子炉建屋ガス処理系の静的機器の単一故障箇所について補修用パテ、クランプ等で修復することとしているが、これらは早期に安全機能を回復し、故障の影響を低減させることを目的とした応急処置である。したがって、事故収束後は故障箇所に対して技術基準に適合する取替・修理を行う。

(2) 中央制御室換気系

p12 条-57
2.5(3)d.

中央制御室換気系の静的機器の単一故障箇所についてゴムシート、当て板等で修復することとしているが、これらは早期に安全機能を回復し、故障の影響を低減させることを目的とした応急処置である。したがって、事故収束後は故障箇所に対して技術基準に適合する取替・修理を行う。

1. 指摘事項

【151-13】

事故時に期待するクラス3設備については、クラス1，2と同等な信頼性を有していることを示すこと。

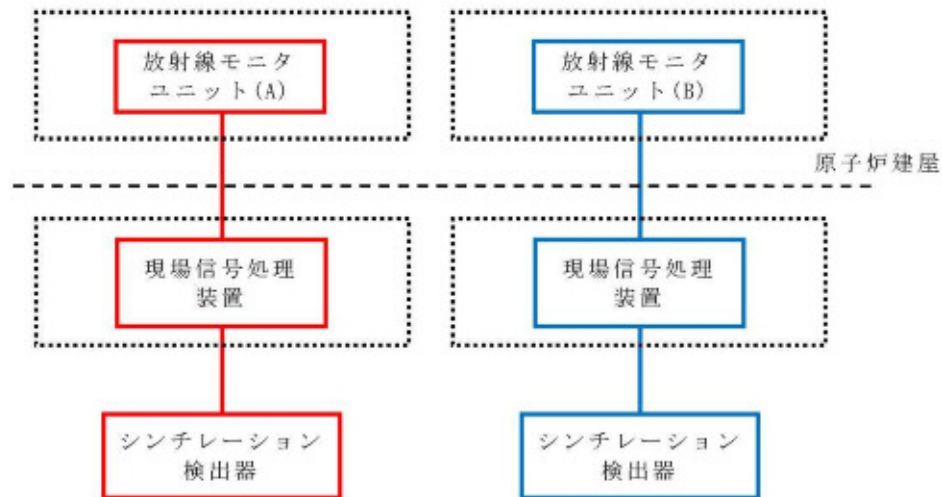
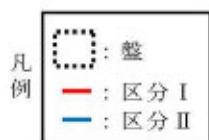
2. 回答

設計基準事故解析において期待するクラス3の設備は主排気筒放射線モニタ（MS-3）のみである。

主排気筒放射線モニタは排気筒モニタ建屋に設置しており、放射性気体廃棄物処理施設破損時の排気筒モニタ建屋における環境下で健全に動作するよう設計している。主排気筒放射線モニタはサンプリング系統（配管，弁，ポンプ等）も含めて2区分設置しており、区分に応じて個別の盤・ラックに配置し、系統分離する。電源についてはそれぞれ異なる区分から供給し、1つの区分に故障が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。なお，サンプリング系統のうち配管の一部（主排気筒からの取出し及び戻し配管）が単一設計となっているが，排気筒モニタは短期間の機能要求のため，基準に適合している。

以上により，主排気筒放射線モニタ計装は多重性を有するとともに，共通要因又は従属要因によって当該機能を同時に喪失させない設計としており，独立性を有している。

p12 条-
添付 2-66
No29
第 29-4 図



主排気筒放射線モニタ計装 系統概略図

回答(151-14)

1. 指摘事項

【151-14】

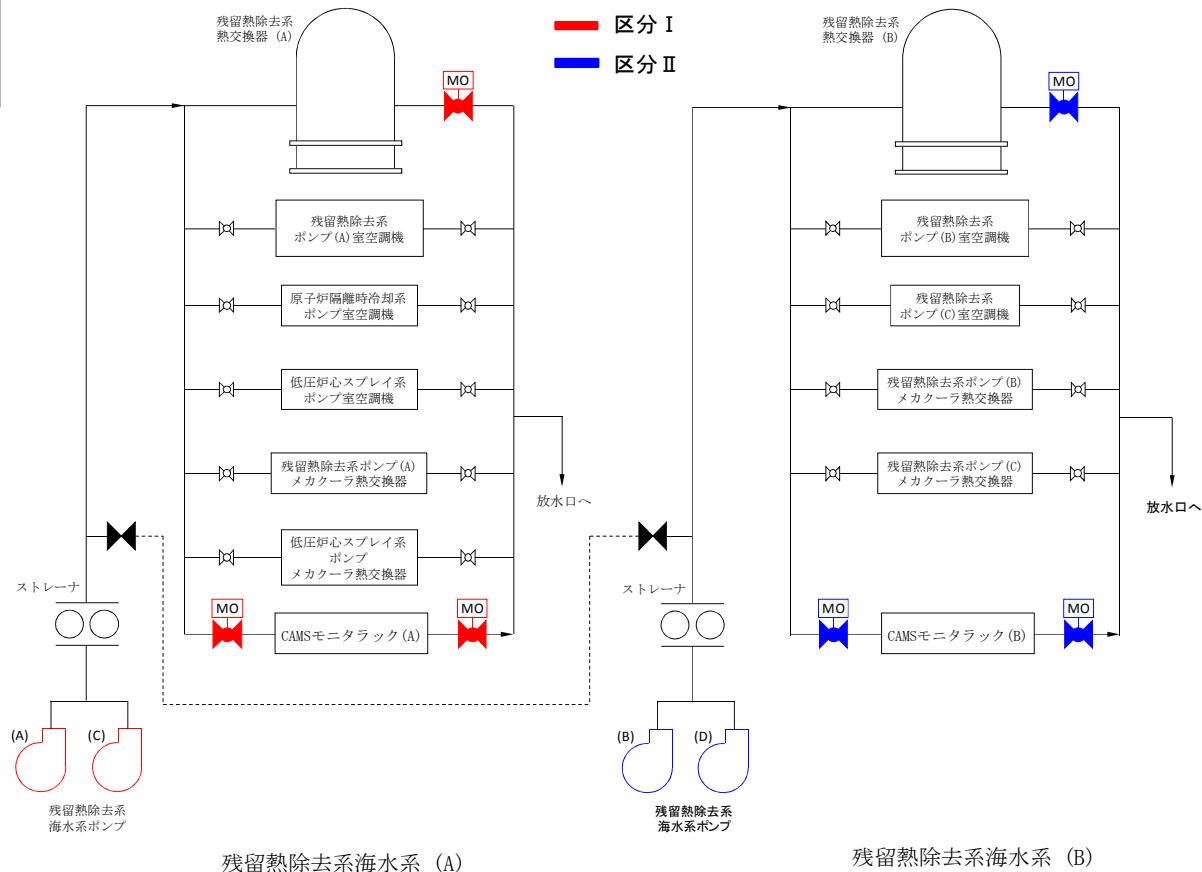
タイラインの隔離弁までの範囲について、RHR 系統と同様の MS-1 で設計されているか示すこと。

2. 回答 【添付 2】

タイラインの隔離弁までの範囲については、主配管と同等の信頼性を有する設計としている。

2-1. 残留熱除去系海水系

p12 条-
添付 2-43
添付 2
第 19-1 図



p12 条-
添付 2-42
添付 2
No18, 19(4)

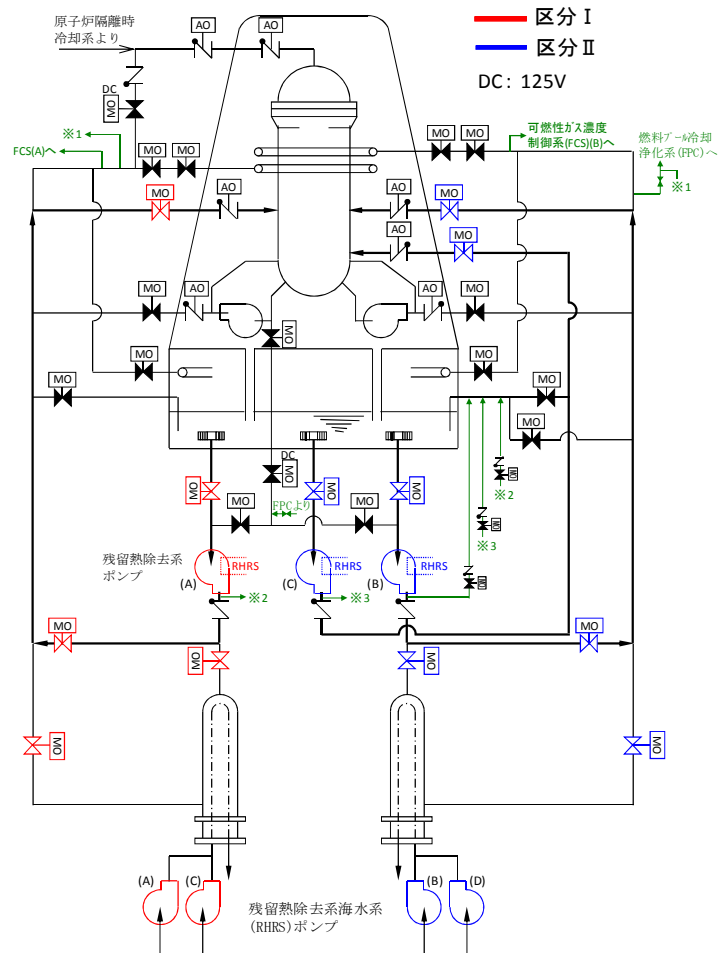
残留熱除去系海水系の A 系と B 系はタイラインにより接続しているが、タイラインの破損により同時に系統機能を喪失しないために適切に弁を設

置している。当該ラインは主配管と同じ耐震Sクラスで設計されており、重要度分類についても主配管から隔離弁までの範囲はMS-1相当で設計しており主配管と同等の信頼性を有している。

また、隔離弁は手動弁であり、施錠により弁ハンドルを固定することにより誤操作防止措置を講じている。

2-2. 残留熱除去系

p12 条-
添付 2-23
添付 2
第 8-2 図



第 2 図 残留熱除去系（低圧注水モード） 系統概略図

p12 条-
添付 2-21
添付 2
No8 (4)

残留熱除去系（低圧注水モード）の A 系と B 系はタイラインにより接続しているが、タイラインの破損により同時に系統機能を喪失しないために適切に弁を設置している。当該ラインは主配管と同じ耐震Sクラスで設計

↓
されており，重要度分類もMS－1で設計しており主配管と同等の信頼性を有している。

3. 資料

- 残留熱除去系海水系のタイラインについて

残留熱除去系海水系のタイラインについて

残留熱除去系海水系のタイラインについては、以下に示すとおりMS-1相当で設計していることを確認した。

(1) 残留熱除去系海水系（RHRS）タイラインの安全重要度

RHRS タイラインは最終ヒートシンクとして海水を融通するためのものではなく、残留熱除去系海水系の安全機能である補機冷却機能を有していないことから、安全機能の重要度としてはノンクラスとなる。

(2) 当該ラインの設計上の考慮について

残留熱除去系海水系のタイラインは、安全機能を有する残留熱除去系海水系の主配管に接続される分岐管であることから、隔離機能を果たす隔離弁までの範囲は主配管と同等の設計上の要求を課すことが必要である。

したがって、残留熱除去系海水系のタイラインの隔離弁までの範囲はMS-1と同等の設計上の考慮を行っている。

(3) RHRS タイラインの設計条件

当該ラインは残留熱除去系海水系の主配管と同じクラス3配管（建設時、第2種管）として製造・据付されており、設計条件（最高使用圧力、最高使用温度）も主配管と同一である。また、当該ラインは残留熱除去系海水系の主配管と同じ耐震Sクラス（建設時、Aクラス）で設計・据付されている。

(4) バウンダリ機能について

当該ラインの隔離弁は手動弁であり、開操作する運転手順もないことから、常時閉であり開固着により閉止機能を喪失することはない。また、当該弁はチェーンロックとしており、誤操作を防止している。

1. 指摘事項

【151-15】

添付 5-13 原子炉建屋ガス処理系の配管修復作業時の線量評価点について、使用状況を考慮しても一番厳しい点であることを再度検討すること。

2. 回答

p12 条-
添付 5-15
添付 5
1. (2) c. (a)

現状の原子炉建屋ガス処理系の配管修復作業時の評価点は非常用ガス再循環系 B 系フィルタに最も接近する位置 (2m) を評価点とし、その評価点では非常用ガス処理系 A 系フィルタについては約 3.9m の距離が見込めるが保守的に 2m とし評価を行っている。なお、フィルタで除去されることになる放射性物質は全て非常用ガス処理系 A 系フィルタ、非常用ガス再循環系 B 系フィルタに保持されるとしている。

非常用ガス処理系、非常用ガス再循環系ともに多重化されており、それぞれ A 系又は B 系が使用される可能性があるが、保守的に考えてフィルタに近くなる非常用ガス処理系 A 系、非常用ガス再循環系 B 系を使用することで評価している。これに対し、その他のパターン※では配管の位置は明らかに現評価点よりも離れた位置となっており、現状の評価点の方が保守的な設定となっている。

※非常用ガス処理系、非常用ガス再循環系の使用パターンとして、A B 以外には、B A、A A、B B 及び使用途中で系統を切り替えるパターンが考えられる。

参考として、二重化された配管であるが、単一設計部分に接続され隔離がされていない配管で、非常用ガス処理系のフィルタに最も接近する箇所として第 1 図に示す参考評価点を設定し線量評価を行った。参考評価点における線量率を第 1 表に、線量を第 2 表に示す。

事故発生から 20 日後に 4 時間作業を行う場合の作業員の実効線量は参考評価点で約 $1.9 \times 10^1 \text{ mSv}$ となる。一方、現評価点における実効線量は約 $5.2 \times 10^1 \text{ mSv}$ であるため、現評価点が保守的な評価となることが確認できた。

3. 資料

- 添付 5 静的機器の単一故障に係る被ばく評価条件について

平面図

非常用ガス
再循環系

非常用ガス処理系

仕切壁 A系
約 1.3m

B系

約 7.5m

2m として評価

5m として評価

約 11m

非常用ガス
再循環系

約 2.3m

凡例

- : 単一設計箇所
- ⊗ : 評価点
- : 線源（フィルタ）位置
- ⊗ : 参考評価点

立面図

約 6.0m

約 2.5m

第 1 図 配管修復作業時の参考評価点（燃料集合体の落下）

p12 条-
添付 5-17
添付 5
第 6, 7 表

第 1 表 参考評価点における配管修復作業に係る線量率

(mSv/h)

事故後の 時間 [日(時間)]	原子炉建屋内に放出された 放射性物質による被ばく		原子炉建屋ガス処理系からの 直接ガンマ線による外部被ばく		合 計
	ガンマ線 による 外部被ばく	吸入による 内部被ばく	非常用ガス 処理系 フィルタ	非常用ガス 再循環系 フィルタ	
1 (24)	約 4.9E+00	約 2.5E+01	約 2.6E+01	約 1.9E+01	約 7.5E+01
2 (48)	約 1.4E+00	約 2.6E-01	約 1.8E+01	約 1.3E+01	約 3.3E+01
3 (72)	約 4.4E-01	約 2.8E-03	約 1.4E+01	約 1.0E+01	約 2.5E+01
4 (96)	約 1.4E-01	約 3.1E-05	約 1.2E+01	約 8.7E+00	約 2.1E+01
5 (120)	約 4.5E-02	約 3.4E-07	約 1.0E+01	約 7.6E+00	約 1.8E+01
10 (240)	約 1.6E-04	約 5.5E-17	約 6.5E+00	約 4.7E+00	約 1.1E+01
15 (360)	約 5.5E-07	約 9.0E-27	約 4.2E+00	約 3.1E+00	約 7.3E+00
20 (480)	約 1.9E-09	約 1.5E-36	約 2.7E+00	約 2.0E+00	約 4.7E+00
25 (600)	約 6.9E-12	約 2.4E-46	約 1.8E+00	約 1.3E+00	約 3.1E+00
30 (720)	約 2.5E-14	約 4.0E-56	約 1.2E+00	約 8.5E-01	約 2.0E+00

第 2 表 参考評価点における作業員の実効線量評価結果

項 目		影響評価 (mSv)
原子炉建屋内に放出された 放射性物質による被ばく	ガンマ線による外部被ばく	約 7.8×10^{-9}
	吸入による内部被ばく	約 5.9×10^{-36}
原子炉建屋ガス処理系からの 直接ガンマ線による外部被ばく	非常用ガス処理系フィルタ	約 1.1×10^1
	非常用ガス再循環系フィルタ	約 8.0×10^0
合 計		約 1.9×10^1

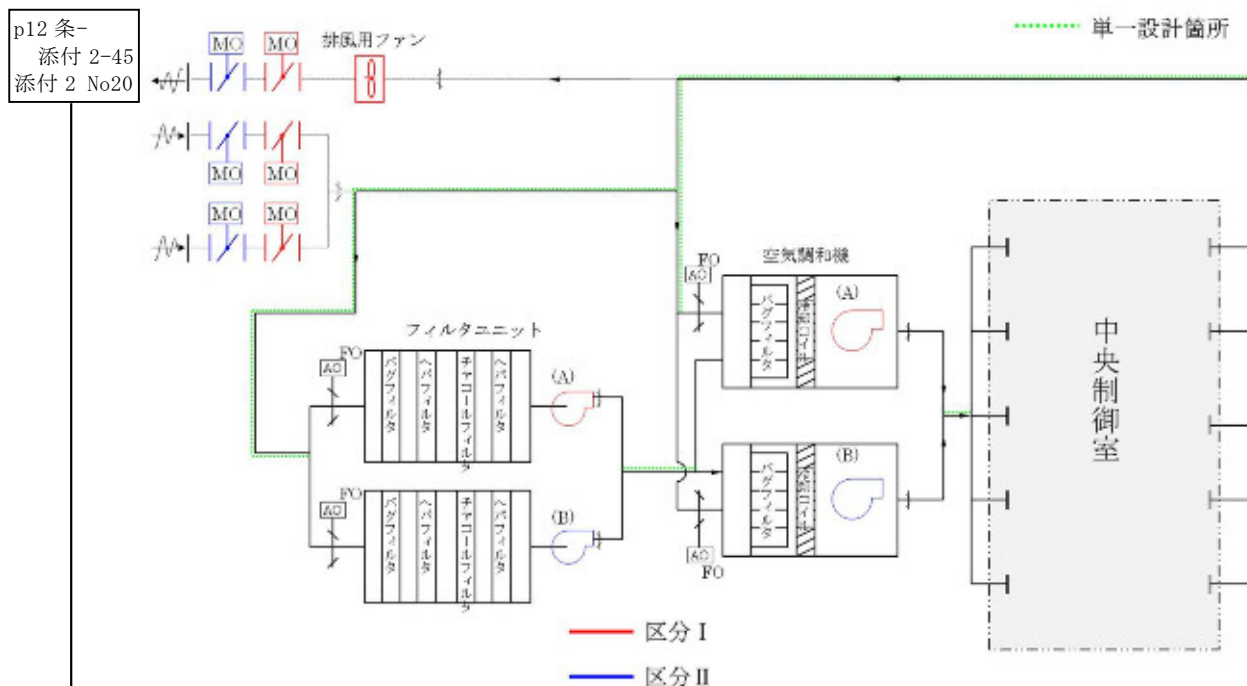
1. 指摘事項

【151-16】

中央制御室換気系の系統について、A系とB系の独立性について詳細に説明すること。

2. 回答

中央制御室換気系について、A系とB系の独立性について以下に示す。



- (1) 中央制御室換気系は、耐震Sクラス設備として設計している。また、溢水については影響軽減対策を実施し、火災についても火災の発生防止対策を実施することで、機能喪失しないよう設計する。
- (2) 中央制御室換気系の動的機器、フィルタユニットは多重化されており、それぞれ 100%容量を有している。電源はそれぞれ異なる区分（区分Ⅰ，区分Ⅱ）から供給しており、1 系統のサポート系の故障が他の系統に影響

を及ぼさないよう設計している。

隔離弁は多重化しており、2つの隔離弁が同時に機能を喪失しないよう、第1隔離弁と第2隔離弁の駆動電源の区分を分離している。

フィルタユニット及び空気調和機の入口弁（空気作動弁）はフェイルオープンとなっており、サポート系の故障により系統機能に影響を及ぼさない設計としている。

(3) 静的機器（ダクト）の独立性については指摘事項【151-5】にて回答。