

3-3 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計について

本資料は、燃料油貯油そうエリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜1号機及び高浜2号機の燃料油貯油そうエリアは燃料配管トレンチも含めて、それぞれ1つの火災区画として設定している。

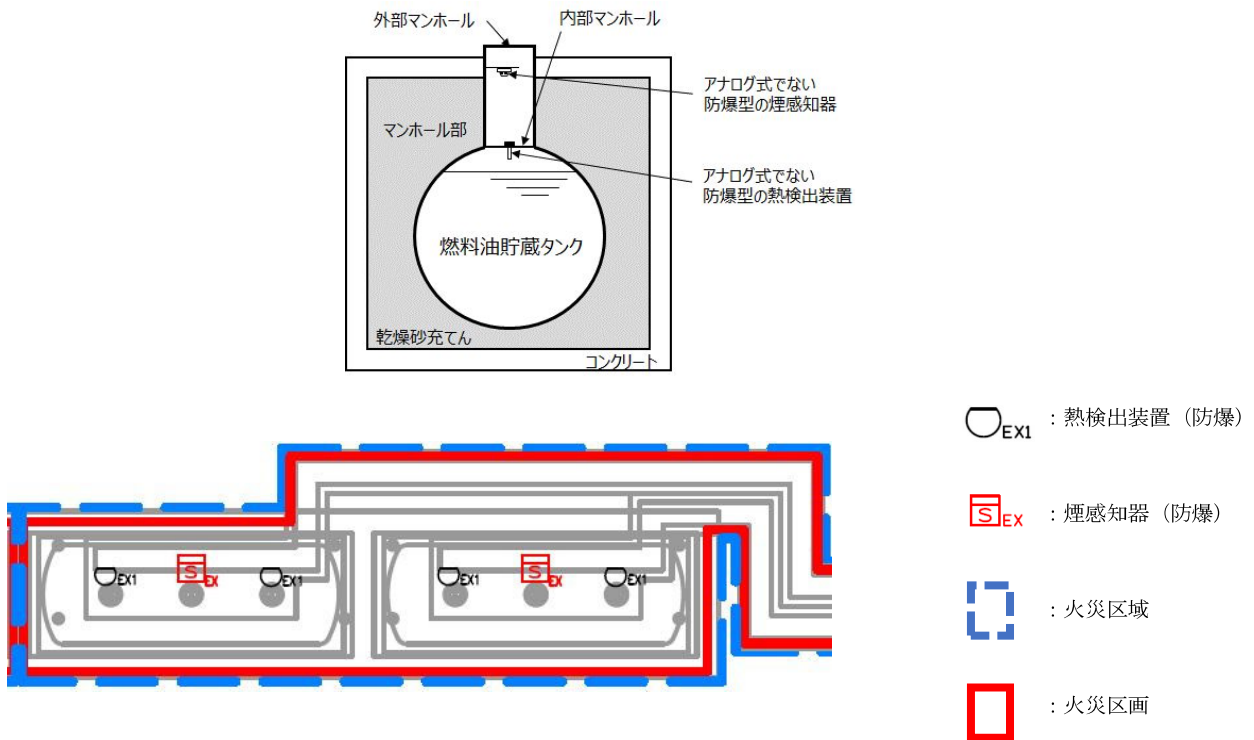
今回、火災感知器の設計にあたっては、その環境条件及び機器の設置条件等を踏まえて個別に火災感知器の設計を行う。

3-3-1 燃料油貯油そうエリアの概要

燃料油貯油そうエリアのうち貯油そう設置エリアは、A重油を保管するタンクがコンクリートで囲まれた地下に設置されているエリアであり、一部の開口部とマンホールを通して外部と繋がっている。また、消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではないエリアである。

今回、火災感知器の設計にあたり、その環境条件及び設備設置状況等を考慮し、異なる2種類の火災感知器を屋内に準じて3-3-2項の通り設置する。

貯油そう設置エリアの火災感知器設置概要図を第3-3-1図に示す。



第3-3-1図 貯油そう設置エリアの火災感知器設置概要図

3-3-2 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計

貯油そう設置エリア内の環境条件及び設備設置状況等をもとにそれぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

貯油そう設置エリアは、タンク内部の燃料が気化し、引火性気体が滞留するおそれがあることを考慮し、アナログ式でない防爆型の煙感知器とアナログ式でない防爆型の熱検出装置を選択する設計とする。

アナログ式でない防爆型の熱検出装置は、貯油そうの温度を有意に変動させる加熱源等を設置しないことで、誤作動を防止する設計とし、貯油そうの重油の発火点である約 250℃を考慮し、それよりも低い温度で作動するアナログ式でない防爆型の熱検出装置を設置する。また、アナログ式でない防爆型の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けないマンホール内に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

貯油そう設置エリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないエリアであるが、選択した 2 種類の火災感知器を屋内に準じて設置する設計とする。

選択したアナログ式でない防爆型の煙感知器をマンホール部に設置し、アナログ式でない防爆型の熱検出装置をタンク内部の熱を監視できるよう設置する設計とする。

以 上

3-4 固体廃棄物貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、固体廃棄物貯蔵庫に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜 1 号機及び高浜 2 号機の固体廃棄物貯蔵庫は A 固体廃棄物貯蔵庫、B 固体廃棄物貯蔵庫、C 固体廃棄物貯蔵庫及び D 固体廃棄物貯蔵庫が存在し、それぞれ 1 つの火災区域として設定している。

3-4-1 固体廃棄物貯蔵庫の概要

固体廃棄物貯蔵庫は、固体廃棄物を貯蔵する火災区域である。

3-4-2 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計

固体廃棄物貯蔵庫は、感知器等を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置できるエリアであることから、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を選定し組合せ、設置する設計とする。

以上

3-5 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について

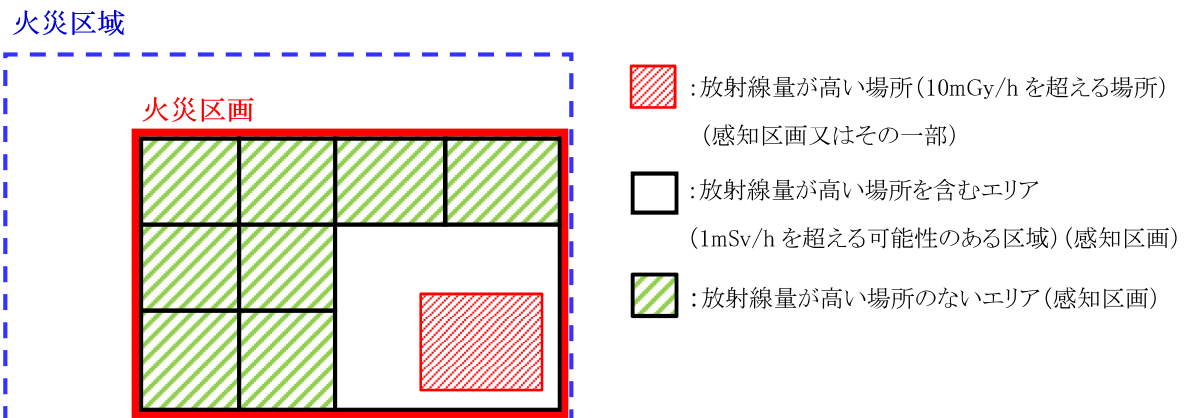
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器（以下、感知器等という。）を設計するにあたり、放射線量が高い場所に設置する感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた感知器等の選定、感知器等の設置場所における干渉物の観点並びに感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくの観点から現場施工の成立性を考慮した感知器等の選択、火災防護審査基準 2.2.1②に定められた方法と別の設計基準を満足するように感知器等を設置する設計について、設計のプロセスを説明するものである。

3-5-1 放射線量が高い場所を含むエリアの概要

管理区域内の放射線量が高い場所においては、感知器が故障する知見があること並びに感知器の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが懸念されることから、設置場所の放射線量も考慮して感知器設計を行う必要がある。そこで、保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて区分 3（1mSv/h を超える可能性のある区域）と定める場所を含むエリアを「放射線量が高い場所を含むエリア」に設定した。

具体的には、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、④抽出水再生クーラ室、⑤キャビティフィルタ室、⑥燃料ピットフィルタ室、⑦封水注入フィルタ室、⑧蒸りゅう液フィルタ室、⑨イオン交換器フィルタ室、⑩冷却材フィルタ室、⑪封水フィルタ室、⑫廃液フィルタ室、⑬ほう酸濃縮液フィルタ室、⑭スキマフィルタ室、⑮ホールドアップタンクカチオン塔室、⑯冷却材カチオン塔室、⑰冷却材脱塩塔室、⑱燃料ピット脱塩塔室、⑲蒸りゅう液脱塩塔室、⑳脱ほう素塔室、㉑ドラム貯蔵庫、㉒廃液ホールドアップタンク室、㉓廃液蒸発装置室、㉔廃樹脂処理建屋配管室、㉕濃縮廃液タンク室及び㉖廃樹脂貯蔵タンク前通路が該当する。

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第 3-5-1-1 図に示す。



第 3-5-1-1 図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

3-5-2 放射線量が高い場所を含むエリアに設置可能な火災感知器の種類について

(1) アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値について

アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値の考え方について、過去の故障実績、当時の原因調査結果及び文献調査結果に基づき、説明する。

イ. 感知器の故障実績

過去に美浜、高浜、大飯の各発電所で原子炉格納容器内のアナログ式でない熱感知器をアナログ式の熱感知器に交換した際、第 3-5-2-1 表のとおり、ループ室内の蒸気発生器付近に設置した感知器が 1 年程度で故障する事象が相次いで発生した。(感知器の自動試験の際に信号不良発生)

第 3-5-2-1 表 アナログ式感知器の過去の故障実績

ユニット	故障時期	故障個数	故障内容
美浜3号機	平成10年1月	3個	感知器無応答
	平成12年4月	5個	感知器無応答
高浜1号機	平成10年8月	2個	信号線異常
	平成11年8月	3個	信号線異常
	平成12年1月	1個	信号線異常
高浜2号機	平成10年2月	3個	信号線異常
	平成11年9月	3個	信号線異常
高浜3号機	平成12年1月	1個	感知器無応答
高浜4号機	平成11年2月	3個	感知器無応答
大飯2号機	平成12年9月	1個	感知器無応答

ロ. 当時の原因調査結果

故障した部品はメモリ用の IC チップ (半導体素子) であり、プラント運転中のループ室内蒸気発生器付近の放射線量が 100mGy/h 以上と高いことを踏まえ、感知器の故障は放射線による影響と考え、調査を実施した。平成 6 年 3 月に東京都立アイソトープ総合研究所で実施した感知器の耐放射線性能試験は、第 3-5-2-2 表のとおり吸収線量 105.12Gy で感知器が故障する結果であった。

第 3-5-2-2 表 感知器の耐放射線性能試験の概要

試験機器	光電アナログ式スポット型感知器
	熱アナログ式スポット型感知器
試験条件	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 時間あたり 3×10^{-4}Gy/h の線量がある場所で、感知器が 40 年使用できるかを確認するために実験を行った。 2. 40 年分の吸収線量は 105.12Gy となる。試験は短時間でいうため、105.12Gy を 5 時間 20 分で照射した。このため、19.71Gy/h となる位置に感知器を設置した。 3. 線源を Co60 (γ 線) とし、10 年相当の線量照射ごとに感知器の作動を確認した。
試験結果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 年、20 年、30 年相当の線量照射時の作動試験は正常であった。 2. 40 年相当の線量照射時、各感知器共故障した。 3. 故障した部品はメモリ用 IC であり、吸収線量は 105.12Gy であった。

試験で使用した線源である Co60 (γ 線) は、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であることから、エネルギーが比較的高い Co60 (γ 線) を線源として試験を実施していることは妥当である。

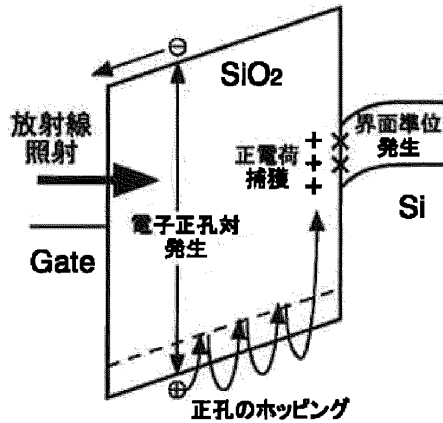
実機プラントにおける感知器の故障実績及び上記の試験結果から、γ 線の影響がある場所に設置するアナログ式の感知器は、約 100Gy の吸収線量で故障すると判断した。

出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」,TR10241, 能美防災 (株) 平成 11 年 2 月

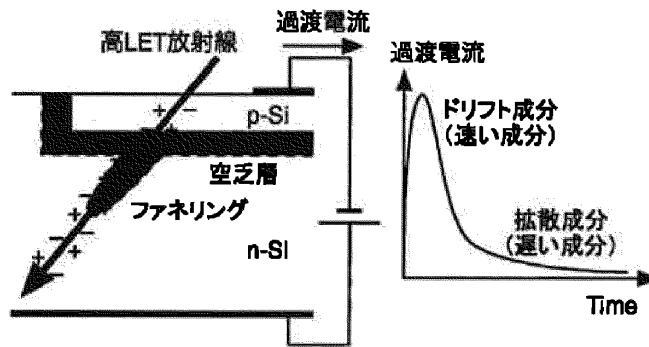
ハ. 文献調査結果

半導体の放射線による故障は、第 3-5-2-1 図に示すトータルドーズ効果又は第 3-5-2-2 図に示すシングルイベント効果によるものであるが、原子力発電所の管理区域のように主な放射線の線種が γ 線の環境では、被ばく線量の増加に伴い素子の特性が変化するトータルドーズ効果による影響が支配的といえる。

※1,2

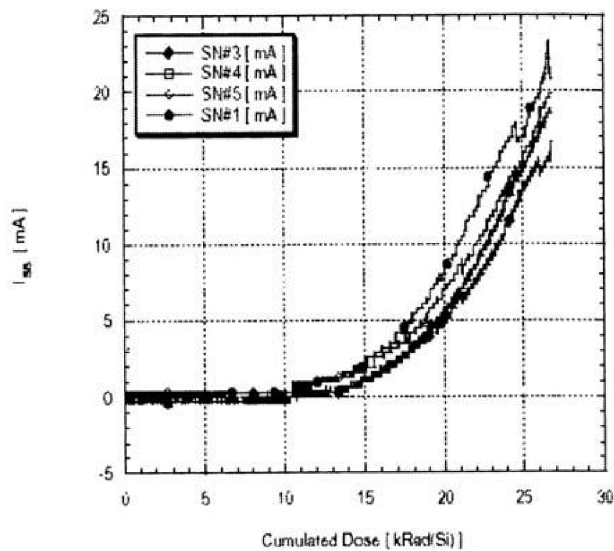


第 3-5-2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 3-5-2-2 図 シングルイベント効果による過渡電流発生メカニズム

γ 線照射によるトータルドーズ効果の影響で、半導体デバイスは約 100Gy の吸収線量で劣化が見られるとされている。^{※3} 第 3-5-2-3 図の X 軸は吸収線量を示し、Y 軸はスタンバイ電流を示しており、約 10krad(=100Gy)から徐々に電流が増加し、性能が劣化していることを確認できる。



第 3-5-2-3 図 γ 線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

参考文献

- ※ 1 : 半導体デバイスに対する宇宙放射線照射効果 (2014 年 : 日本信頼性学会誌)
- ※ 2 : 放射線による半導体素子の劣化・故障 (2004 年 : 日本信頼性学会誌)
- ※ 3 : RADFET による宇宙機環境におけるトータルドーズ計測法 (2008 年 : 鹿児島大学博士論文)

イ～ハで説明した過去の故障実績、当時の原因調査結果及び文献調査結果より、アナログ式の感知器は、1 サイクルのプラント運転中に故障しないよう 13 ヶ月で 100Gy を超えない場所に設置する必要があるため、感知器故障の観点から設置場所に対する放射線量の閾値を 10mGy/h ($< 100\text{Gy} \div 365 \text{ 日} \div 24\text{h/日} \times 12 \div 13$) と設定する。

なお、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であり、エネルギー領域が中程度 (0.1～数 MeV) であることから、実効線量/吸収線量 ≈ 1 として換算でき、吸収線量 (Gy) \approx 実効線量 (Sv) と考えることが可能である。

また、アナログ式でない煙感知器、光電分離型煙感知器及びアナログ式でない炎感知器についても、半導体素子を使用していることから、アナログ式の感知器と同様に感知器故障の観点から設置場所に対する放射線量の閾値を 10mGy/h と設定する。

(2) 放射線量が高い場所に設置する火災感知器の種類

アナログ式の感知器は10mGy/hを超える場所では1サイクルのプラント運転中に故障すると考えられるため、放射線量が高い場所に設置する感知器等として、設置許可に記載のアナログ式でない感知器等の中から、火災防護審査基準の要求事項を踏まえて具体的な感知器等を選択する。

放射線量が高い場所に設置する感知器等の選択方法を第3-5-2-3表に整理し、取付面の高さを考慮した場合の検討結果を第3-5-2-4表にまとめ、各エリアに設置する感知器等の選択結果を第3-5-2-5表に示す。

イ. 火災防護審査基準の要求事項

アナログ式の感知器以外の感知器等を抽出し、第3-5-2-4表及び第3-5-2-5表のとおり、火災防護審査基準への適合性、火災感知設備の現場施工性を基に各感知方式で使用する感知器等の種類を選択する。

第3-5-2-4表により放射線量が高い場所（10mGy/hを超える場所、以下同じ。）に設置する感知器等は、熱感知方式の「アナログ式でない熱感知器（天井高さが床面から8m以上15m未満の場合は差動分布型熱感知器）」及び煙感知方式の「空気吸引式の煙検出装置」とする。なお、設置許可（添付書類八）で原子炉格納容器内ループ室等は「アナログ式でない熱感知器」を設置する方針としているため、「アナログ式でない熱感知器」の使用を優先する。

上記に加えて、エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h以下の場所、以下同じ。）に設置する感知器等の種類は、天井高さが床面から8m未満の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」及び煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」、天井高さが床面から8m以上の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」及び炎感知方式の「アナログ式でない炎感知器」から選択する設計とする。

以上の設計の考え方にに基づき、各エリアに設置する感知器等を第3-5-2-5表のとおり選択する。

第 3-5-2-3 表 火災防護審査基準の要求事項及び火災感知器の選定方法

火災防護審査基準	要求事項	火災感知器種類の選定方法
<p>各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等(感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。)をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>火災の早期感知（火災の性質を考慮した異なる感知方式の組合せ）</u> ・ <u>環境条件の考慮（放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等）</u> ・ <u>誤作動の防止</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>放射線量が高い場所で使用可能な感知器等を抽出し、感知方式（熱、煙、炎）毎に基準適合の観点から最適な感知器等の種類を選択する。</u> ・ 基準適合の観点から、<u>環境条件の考慮として故障の防止及び感知性能の確保、誤作動の防止、網羅性の確保、電源の確保、監視</u>の6項目について評価する。
<p>感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令(昭和56年自治省令第17号)第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消防法施行規則で求められる火災区域内の火災感知器の<u>網羅性の確保</u> ・ 消防法施行規則で求められる<u>感知性能の確保（環境条件の考慮に含まれる）</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ その他、<u>現場施工性</u>として網羅性の確保に必要な施工の成立性も含めて評価し、関連項目として参考評価する。
<p>外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>非常用電源の確保</u> 	
<p>中央制御室で適切に監視できる設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>中央制御室での監視</u> 	

第3・5・2・4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (1/3)

- ・天井高さが床面から8m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

火災感知器種類	熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差分分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	
環境条件の考慮 (故障の防止)	○	○	○	×	×	○	×
	○	○	○	○	×	○	×
取付面高さ、温度、湿度、空気流速等の考慮 (感知性能の確保)	○	○	○	○	×	○	×
	○	○	○	○	○	○	○
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○
信頼性の確保	○	○	○	○	×	○	×
電源の確保	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○
現場施工 (信頼性の確保に必要な施工の確立性)	○	△	△	○	×	△	×
	○	△	△	○	×	△	×
各感知方式で使用する火災感知器	○	△	△	×	×	△	×

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバー式熱検出装置、差動分布型熱感知器より優先使用

第3-5-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (2/3)

・天井高さが床面から8m以上20m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式		熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式
火災感知器種類		差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式 熱検出装置	アナログ式で ない煙感知器 (スポット型)	光電分離型 煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の 煙検出装置	アナログ式でない 炎感知器	
設置条件の考慮 (取付高さ、温度、湿度、湿度、空気流速等の考慮) (感知性能の確保)	放射線の考慮 (防護の防止)	○	○	×	×	○	×	
	取付高さ、温度、湿度、湿度、空気流速等の考慮 (感知性能の確保)	△	△	○	×	△	×	
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	
	信頼性の確保	○	○	○	×	○	×	
電源の確保 監視	電源の確保	○	○	○	○	○	○	
	監視	○	○	○	○	○	○	
現場施工性 (信頼性の確保に必要な 施工の確立性)	現場施工性 (信頼性の確保に必要な 施工の確立性)	○	△	○	×	△	×	
	各感知方式で使用する 火災感知器	△	△	×	×	△	×	
評価		(施工可能な場合に限り) (クレーニング含む天井高さ 15m未満の場合に限る)	(施工可能な場合に限り) (クレーニング含む天井高さ 15m未満の場合に限る)	×	×	(施工可能な場合に限り) (クレーニング含む天井高さ 15m未満の場合に限る)	×	

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：天井高さが床面から8m以上15m未満の場合は差動分布型熱感知器を使用
天井高さが床面から15m以上の場合は、アナログ式でない熱感知器を光ファイバー式熱検出装置、差動分布型熱感知器より優先
使用

第3.5.2.4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (3/3)

・天井高さが床面から20m以上の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式		熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式	
火災感知器種類		アナログ式でない熱感知器(スポット型)	差動分布型熱感知器(熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	アナログ式でない煙感知器(スポット型)	光電分離型煙感知器(非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器	
設置条件	取付時の考慮(故障の防止)	○	○	○	×	×	○	×	×
	取付面高さ、温度、湿度、空気清浄度の考慮(感知性能の確保)	△	△	△	△	×	△	×	×
設置条件	取付面高さ、温度、湿度、空気清浄度の考慮(感知性能の確保)	△	△	△	△	×	△	×	×
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
設置条件	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
設置条件	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
設置条件	現場施工性(誤作動の確保に必要な施工の確立性)	○	△	△	○	×	△	×	×
	現場施工性(誤作動の確保に必要な施工の確立性)	○	△	△	○	×	△	×	×
評価	各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	×	×	△	×	×

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバー式熱検出装置、差動分布型熱感知器より優先使用

第3・5・2・5表 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の選定(1/2)

・ 1種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ8m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ8m以上の空間内におけるグレンジングの有無 (○：有、×：無)	1種類目の火災感知器の選定	備考
	8m未満	8m以上				
①原子炉格納容器ループ室		○	×	○	アナログ式でない熱	・グレンジング面に設置する必要あり
②加圧器室		○	×	○	アナログ式でない熱	同上
③インコアモニタチェイス室	○		○	-	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け
④抽出水再生クーラ室	○		○	-	アナログ式でない熱	・放射線量が低い場所はあるが念のためアナログ式でない熱を選定
⑤～⑭各フィルタ室	○		○	-	アナログ式の熱	
⑰⑱各脱塩塔室（高線量）	○		×	-	アナログ式でない熱	
⑮⑯⑲各脱塩塔室	○		×	-	アナログ式の熱	
⑳ドラム貯蔵庫	○		○	-	アナログ式の熱	
㉑廃液ホールドアップタンク室	○		○	-	アナログ式の熱	
㉒廃液蒸発装置室	○		○	-	アナログ式の熱	
㉓廃樹脂処理建屋配管室	○		○	-	アナログ式の熱	
㉔濃縮廃液タンク室	○		×	-	アナログ式でない熱	
㉕廃樹脂貯蔵タンク前通路	○		○	-	アナログ式の熱	

第3・5・2・5表 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の選定(2/2)

・2種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ20m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ20m以上の空間内におけるレーシングの有無 (○：有、×：無)	2種類目の火災感知器の選定	備考
	20m未満	20m以上				
①原子炉格納容器ループ室	○	○	○	○	アナログ式の煙	・レーシング面に設置する必要あり
②加圧器室	○		○	-	アナログ式の煙	同上
③インコアモニタチェイス室	○		○	-	アナログ式の煙 空気吸引式の煙	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け
④抽出水再生クーラ室	○		○	-	アナログ式の煙	・放射線量が低い場所はあるが急 のためアナログ式でない熱を選定
⑤～⑭各フィルタ室	○		○	-	アナログ式の煙	
⑰⑱各脱塩塔室（高線量）	○		×	-	空気吸引式の煙	
⑮⑯⑲各脱塩塔室	○		×	-	アナログ式の煙	
⑳ドラム貯蔵庫	○		○	-	アナログ式の煙	
㉑廃液ホールドアップタンク室	○		○	-	アナログ式の煙	
㉒廃液蒸発装置室	○		○	-	アナログ式の煙	
㉓廃樹脂処理建屋配管室	○		○	-	アナログ式の煙	
㉔濃縮廃液タンク室	○		○	-	空気吸引式の煙	
㉕廃樹脂貯蔵タンク前通路	○		○	-	アナログ式の煙	

3-5-3 放射線量が高い場所を含むエリアにおける干渉物の観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置を設計するにあたり、各エリアの干渉物の状況を整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性について確認した。

(1) エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、④抽出水再生クーラ室、⑦封水注入フィルタ室、⑧蒸りゅう液フィルタ室、⑨イオン交換器フィルタ室、⑪封水フィルタ室、⑫廃液フィルタ室、⑬ほう酸濃縮液フィルタ室、⑮ホールドアップタンクカチオン塔室、⑯冷却材カチオン塔室、⑰蒸りゅう液脱塩塔室、⑳脱ほう素塔室、㉑ドラム貯蔵庫、㉒廃液ホールドアップタンク室、㉓廃液蒸発装置室、㉔廃樹脂処理建屋配管室、㉕濃縮廃液タンク室及び㉖廃樹脂貯蔵タンク前通路は、エリア内に放射線量が低い場所があるため、そこにアナログ式の熱感知器又はアナログ式の煙感知器を設置するが、現場施工に影響を与える干渉物がないことから、現場施工の成立性に問題はない。なお、②加圧器室については、放射線量が低い場所にあるグレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置する設計であり、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう設置する設計に該当するため、その具体的な設計については補足説明資料 3-11 に示す。

(2) 放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室は、エリア内の放射線量が高い場所にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するが、現場施工に影響を与える干渉物がないことから、現場施工の成立性に問題はない。ただし、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室は放射線量が高い場所にあるグレーチング面にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置する設計であり、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう設置する設計に該当するため、その具体的な設計については補足説明資料 3-11 に示す

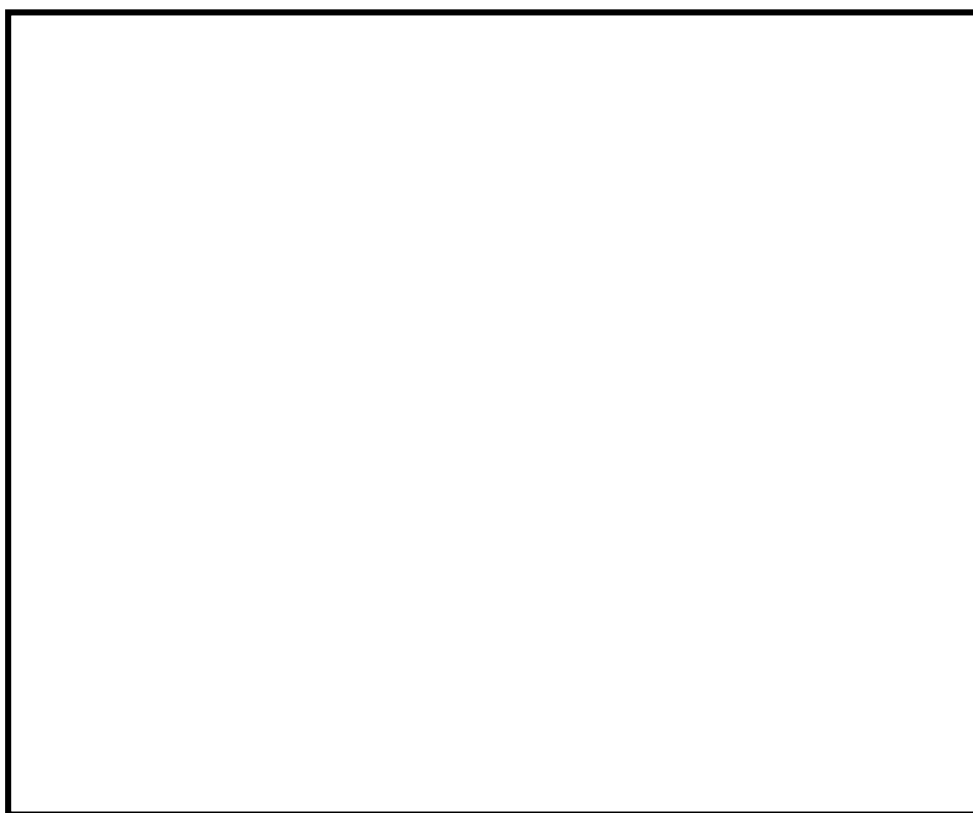
また放射線量が高い場所を含むエリアの内、⑤キャビティフィルタ室、⑥燃料ピットフィルタ室、⑩冷却材フィルタ室、⑭スキマフィルタ室、⑰冷却材脱塩塔室及び⑱燃料ピット脱塩塔室は、エリア内の放射線量が高い場所にアナログ式でない防爆型の熱感知器及び空気吸引式の煙検出装置を設置するにあたり、現場施工に

影響を与える干渉物がないことから、現場施工の成立性に問題はない。ただし、③インコアモニタチェス室は、現場施工に影響を与える干渉物が存在するため、干渉物の状況を以下のとおり整理し、干渉物の観点から現場施工の成立性を評価する

イ. ③インコアモニタチェス室

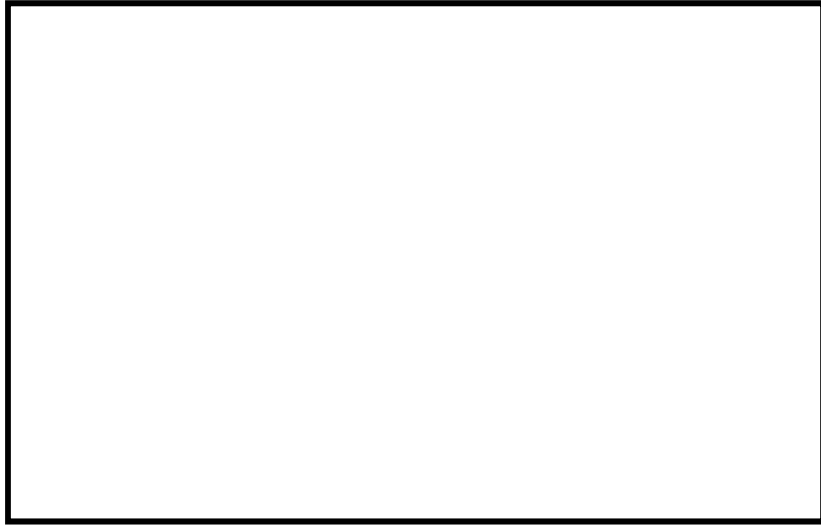
インコアモニタチェス配管室にはシンプル配管、原子炉下部キャビティ水位計及び電線管、照明及び照明用電線管が設置されている。また、高放射線の影響を防止するため、インコアモニタチェス室の周りは厚さ約 900mm のコンクリート壁が設置されている。

床面はシンプル配管が広く敷設されており、作業の際の足場設置時に干渉する。また、空気吸引式の煙検出装置の設置時は網羅性と耐震性を確保した配管配置とする必要があるため、配管や電線管及びそれらのサポート等が干渉物となり施工性は非常に低い。干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。ただし、エリア下部から天井面を貫通して設置されているシンプル配管が干渉物となり、感知器の設置及び保守点検作業に必要な足場設置ができないため、感知器の設置に適する場所がないことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器を設置することができない。



第 3-5-3-1 図 インコアモニタチェス室断面図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-5-3-2 図 インコアモニタチェス室照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-5-4 放射線量が高い場所を含むエリアにおける被ばくの観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアに感知器等を設置するにあたり、被ばくに関する考慮事項を整理し、各エリアの放射線量を勘案した上で被ばくの観点から現場施工の成立性について確認した。また、その結果を踏まえた感知器設計について以下に示す。

(1) 「感知器等の設置等における放射線業務従事者である作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量」に対する考慮事項

火災感知器の設置及び保守点検においては、放射線業務従事者である作業員の被ばく線量（以下、「作業員の被ばく線量」という。）及び作業に係る集団線量（総量管理）に留意する必要がある。

イ. 作業員の被ばく線量

放射線業務従事者の被ばく線量限度は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」において、100mSv/5年、50mSv/年である。

電離放射線障害防止規則第1条では、「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするよう努めなければならない。」としている。

また、「原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について」（基発0810第1号、平成24年8月）において、放射線業務従事者の1日の実効線量が1ミリシーベルトを超えるおそれのある放射線業務（作業）は放射線作業届を労働基準監督署へ提出することが必要であり、作業員の被ばく線量が1ミリシーベルト/日を上回らないことを一つの目安として、作業計画を立案している。

ロ. 集団線量

集団線量については、法令要求はないものの、電離放射線障害防止規則第1条より事業者として可能な限り被ばく線量を少なくするよう努める必要がある。

今般の作業追加により集団線量を大きく増加させないためには、設置及び保守点検を考慮して、可能な限り線量の低い箇所に火災感知器を設置することが必要である。

以上から、作業員の被ばく線量が線量限度を超えないよう考慮し、その上で、集団線量についても確認する。

(2) 「感知器等の設置等における作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量」の確認事項について

イ. 作業員の被ばく線量の確認事項

- 感知器等の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）を満足すること。
- 作業員の被ばく線量が1mSv/日を超えないことを目安として、感知器の設置場所を選定し、作業計画を立案する。

ロ. 作業に係る集団線量の確認事項

- 作業に係る集団線量は、可能な限り低くなるよう努める。
- 至近の**高浜発電所**の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）を第3-5-4-1表に示す。感知器等の設置及び保守点検時における作業に係る集団線量が、年間線量又は定検線量を大きく増加させないことを確認する。

第3-5-4-1表 高浜発電所の年間線量及び定検線量

参考データ	集団線量計(人・mSv)
2020年度 高浜発電所年間線量(1号機)	約 200
2020年度 高浜発電所年間線量(2号機)	約 270
1号機第26回定検(2009.9.14～2009.12.15)	約 1100
2号機第26回定検(2010.6.9～2010.10.26)	約 1500

(3) 工事設計における被ばくの考慮について

工事設計における作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量を次のとおり試算し、評価する。

イ. 被ばく管理上の設計方針

作業における被ばく管理は、社内標準に則り、作業員の被ばく線量（mSv）及び作業に係る集団線量（人・mSv）が可能な限り低くなるよう計画する。作業計画を立てる際には、放射線防護上必要な措置を講じることにより、作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量（以下、「被ばく線量及び集団線量」という。）の低減を図る。計画した作業の被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、作業計画を見直す。

火災防護に必要な作業については、次の手順で作業計画の妥当性を確認する。

イ) 作業計画の立案

被ばく線量及び集団線量を低減するために、作業は個人の受ける線量を合理的に達成できる限り低減するため原則として次のように行う。

- 事前に被ばくの経歴、作業環境及びその変化を考慮し、個人の受ける線量を低減できるよう作業計画を立てるとともに、作業方法、手順等について、その周知徹底を図る。(例. 作業場所の線量が低い時期の確認)
- 放射線防護については、防護具類、個人線量計の着用、時間制限等必要な条件を定める。
- 作業を行う場合は、責任者を定めるとともに上記条件等を遵守させ、個人の受ける線量の低減を図る。
- 作業中に作業環境の変化が起こり得るような場合は、必要に応じ、外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度等を測定し、作業環境の確認を行う。
- 必要な場合は一時遮へいの使用、除染等を行い作業環境の保全に努める。(例. 一時遮へいを用いた線源の遮へい、線源の移動)
- 作業管理については、立会い等により指導助言を行う。

ロ) 作業計画の改善

前項による放射線防護上必要な措置を反映した作業計画にもかかわらず、被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、実施計画を見直す。

ハ) 判断基準及び考慮事項

作業計画の改善を要する基準及び考慮事項は次のとおりとする。

- ・感知器等の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を満足すること。
- ・作業員の被ばく線量が1mSv/日を超えないこと。
- ・感知器等の設置及び保守点検時の集団線量について、年間線量又は定検線量を大きく増加させないこと。
- ・被ばく線量及び集団線量を可能な限り低くすること。

(4) 放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量

放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量の確認結果を第 3-5-4-2 表に示す。

第3・5・4・2表 放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量

設置エリア	設置時および保守点検時の放射線量 (mSv/h)	説明
①原子炉格納容器ループ室		<ul style="list-style-type: none"> ・作業に係る被ばく線量を検討した結果、(以下、「被ばくくの観点」という。)定検中に設置及び保守点検が可能。
②加圧器室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。
③インコアモニタチェス室		<ul style="list-style-type: none"> ・線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間がある。
④抽出水再生クラウラ室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。
⑤～⑭各フィルタ室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。
⑮～⑳各塩塔室		<ul style="list-style-type: none"> ・線源である各樹脂の交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、設置を勘案した設置箇所に適さない
㉑ドラム貯蔵庫		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。
㉒廃液ホールドアップタンク室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。
㉓廃液蒸発装置室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。
㉔廃樹脂処理建屋配管室		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。
㉕濃縮廃液タンク室		<ul style="list-style-type: none"> ・常時放射線量が高く、設置を勘案した設置箇所に適さない
㉖廃樹脂貯蔵タンク前通路		<ul style="list-style-type: none"> ・被ばくくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- (5) 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でないエリアにおける設計方針とこれに基づく被ばく線量及び集団線量について

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室については、感知器を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所があり、煙感知器は消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号ホ、熱感知器は消防法施行規則第 23 条第 4 項第 3 号ロを満足するように設置できない。また、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。従って、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に高放射線環境下でも使用可能なアナログ式でない熱感知器と放射線量が低い場所からエリア内を網羅的に監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することにより、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置することで、技術基準規則に適合させる方針とする。設計基準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3-11 に示す。

②加圧器室については、取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上であり、熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項第 2 号を満足するように設置できない。また、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。従って、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に高放射線環境下でも使用可能なアナログ式でない熱感知器を設置することにより、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置することで、技術基準規則に適合させる方針とする。設計基準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3-11 に示す。

③インコアモニタチェス室、⑤キャビティフィルタ室、⑥燃料ピットフィルタ室、⑩冷却材フィルタ室、⑭スキマフィルタ室、⑰冷却材脱塩塔室、⑱燃料ピット脱塩塔室及び⑳濃縮廃液タンク室については、放射線量が高く、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は使用できないことから、アナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙検出装置の設置及び保守点検を実施する際の作業計画における被ばく線量及び集団線量を試算する。(添付参照)

試算の結果、判断基準及び考慮事項を満足できず、作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でないため、以下のエリアについては、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められ

た方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置することで、技術基準規則に適合させる方針とする

- ・③インコアモニタチェス室では、線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間があり、実施時期の適性を図ることは可能である。ただし、エリア下部から天井面を貫通して設置されているシングル配管が干渉物となり、感知器等の設置及び保守点検作業に必要な足場設置ができないため、感知器の設置に適する場所がない。また、空気吸引式の煙検出装置は、設置に時間を要することから設置における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさないため、エリア内に煙感知器を設置することは適切でない。

以上より、感知器等を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所があり、煙感知器は消防法施行規則第23条第4項第7号ホ、熱感知器は消防法施行規則第23条第4項第3号ロを満足するように設置することができず、かつ、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でないため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置することで、技術基準規則に適合させる方針とする。

- ・⑮～⑳各塩塔室及び㉕濃縮廃液タンク室では、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でないため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置することで、技術基準規則に適合させる方針とする。

上記のエリアにおける設計基準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料3-11にて示す。

見直した設計方針に基づき各エリアの被ばく線量及び集団線量を試算した結果を第3-5-4-3表に示す。

第 3-5-4-3 表 ③、⑮～⑳及び㉔のエリアの被ばく線量及び集団線量

【設置時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②設置作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]/④]	判定
	新設 (個)			既設 感知器	総数							
	煙感知器	熱感知器	炎感知器									
③インコアモニタチェス室 ^{※2}	1	2	-	0	3							○
⑮～⑳各脱塩塔室 ^{※3}	-	-	-	-	-							-
㉔濃縮廃液タンク室 ^{※1}	-	-	-	-	-							-

【保守点検時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②保守点検作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]/④]	判定
	新設 (個)			既設 感知器	総数							
	煙感知器	熱感知器	炎感知器									
③インコアモニタチェス室 ^{※2}	1	2	-	0	3							○
⑮～⑳各脱塩塔室 ^{※1}	-	-	-	-	-							-
㉔濃縮廃液タンク室 ^{※1}	-	-	-	-	-							-

- ※ 1 : 排気ダクト内 (放射線量が低い場所) に③アナログ式の熱感知器、④アナログ式の煙感知器を設置
- ※ 2 : ①アナログ式でない熱感知器、③アナログ式の熱感知器及び④アナログ式の煙感知器を設置
(加えて空気の流れを考慮しループ室の感知器にも期待)
- ※ 3 : 各脱塩塔上室 (放射線量が低い場所) に③アナログ式の熱感知器、④アナログ式の煙感知器を設置

試算の結果、作業員の被ばく線量が 1mSv/日を超えせず、線量限度 (100mSv/5年、50mSv/年) を満足していることを確認した。また、集団線量が年間線量 (1号機 約 200 人・mSv、2号機 約 270 人・mSv) を超過しないことを確認した。

よって、上記エリアの被ばくの観点における現場施工の成立性について問題ないものと評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-5-5 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計の詳細について

(1) ①原子炉格納容器ループ室

イ. 環境条件

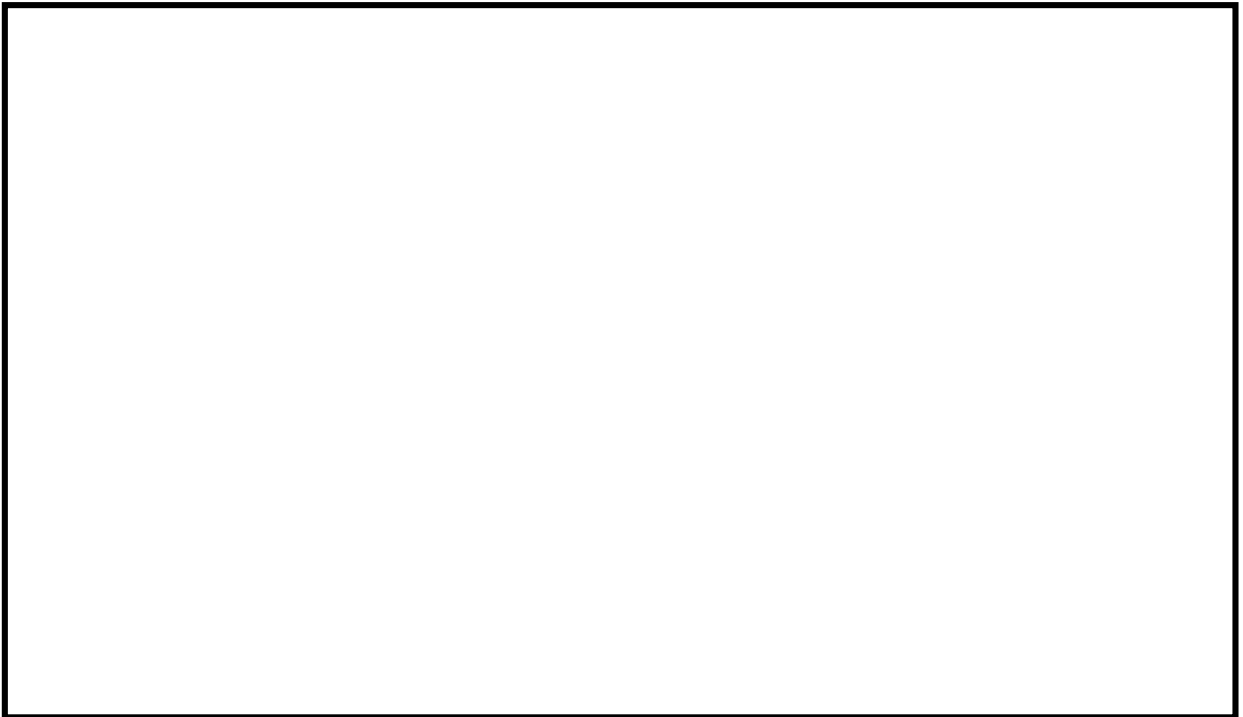
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 1
エリア内機器	冷却材ポンプ、蒸気発生器、 1次冷却材高温側温度(ワイド)検出器等
エリア面積 (m ²)	304

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

原子炉格納容器ループ室は、RCS配管貫通部、エリア内給排気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉格納容器内に設置された格納容器再循環ファンによって、原子炉格納容器ループ室内の給気ダクトを経由して給気される。

また、プラント運転中においては、原子炉格納容器内で空気は循環しており、格納容器再循環ファンは原子炉格納容器内で循環する空気を吸い込み、原子炉格納容器ループ室に給気している。

第 3-5-5-1-1 図に空気の流れを示す。



第 3-5-5-1-1 図 原子炉格納容器ループ室の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

原子炉格納容器ループ室は、取付面の高さが床面から 20m 未満のため、エリア内全域の天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を設置することで、それぞれ設計基準②を満足するよう設置する設計とする。なお、アナログ式でない熱感知器は、取付面から下方に 8m 未満の距離にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層面に設置する。

第 3-5-5-1-2 図に感知器配置図を示す。



第 3-5-5-1-2 図 原子炉格納容器ループ室の感知器配置図

ニ. 選択理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である 1 次冷却材高温側温度（ワイド）検出器等がある。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON-OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65°C以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選択する。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、**機械的な接点があり、火花の発生の恐れのあるアナログ式でない熱感知器は、発火源とならないよう念のため防爆型とする。**

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

なお、アナログ式の煙感知器は、検出プロセスにおいて火花が発生するおそれはないことから発火源とならないため、防爆型でなくても問題ない。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として1次冷却材高温側温度(ワイド)検出器等が存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、火災による熱及び煙は**格納容器再循環ファン及び原子炉しゃへい冷却ファン**からの給気によって攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されているため空気温度及び煙濃度は均一になりながら上昇すること、並びに、**格納容器再循環ファン**による気流は原子炉格納容器内で循環する設計となっており、火災の継続とともにエリア内の空気温度及び煙濃度は全体的に高まっていくことを考慮して、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することで火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

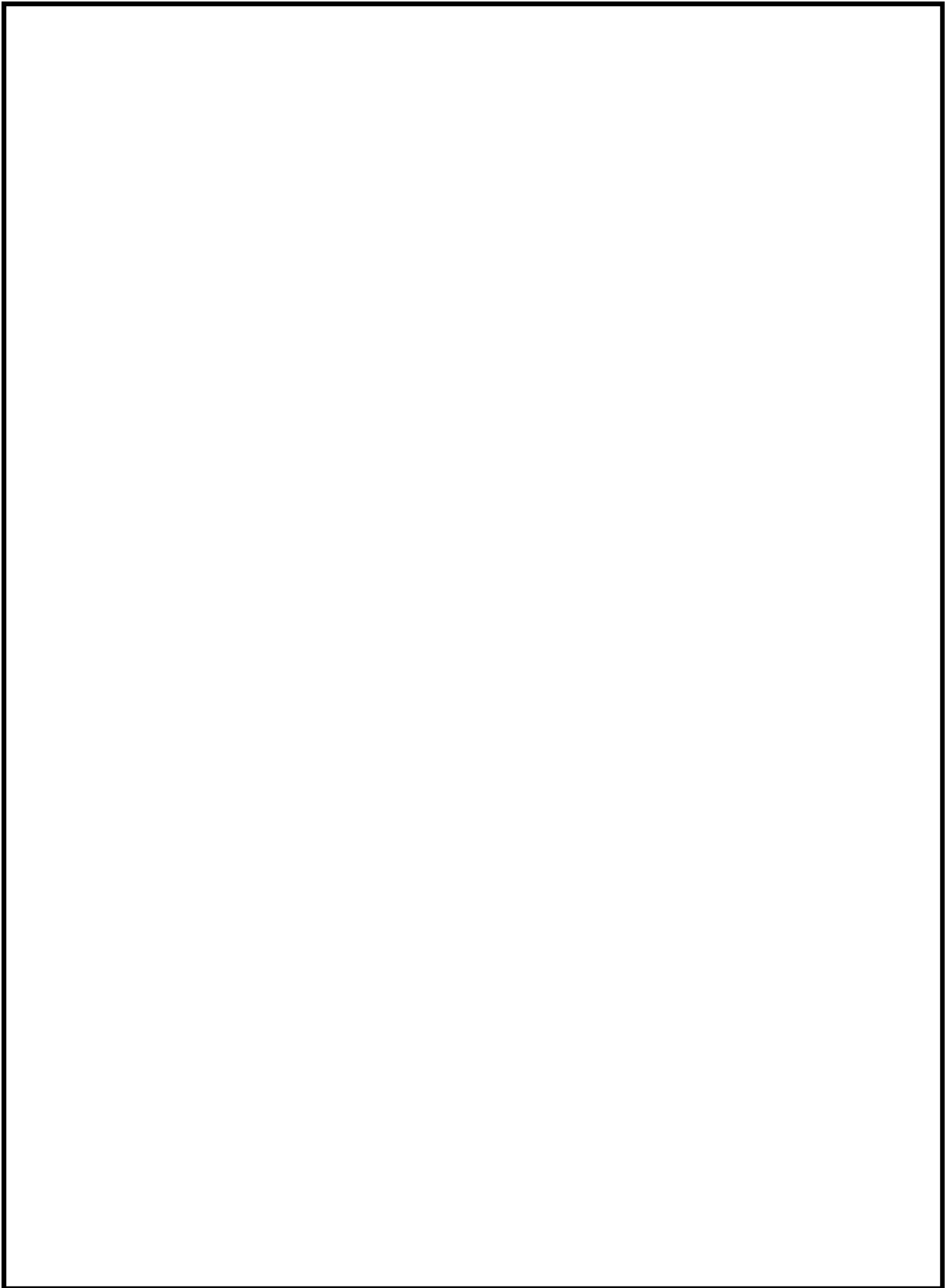
また、第 3-5-5-1-3 図に原子炉格納容器ループ室での火災発生時の空気の流れを示す。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち原子炉格納容器ループ室は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することによって火災を感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準②を満足していると評価する。



第 3-5-5-1-3 図 原子炉格納容器ループ室の火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ②加圧器室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 5
エリア内機器	加圧器逃がし弁等
エリア面積 (m ²)	32.6

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

加圧器室は、エリア内給気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉格納容器内に設置された格納容器再循環ファンによって、加圧器室の給気ダクトを經由して給気される。

また、プラント運転中においては、原子炉格納容器内で空気は循環しており、格納容器再循環ファンは原子炉格納容器内で循環する空気を吸い込み、加圧器室に給気している。

第 3-5-5-2-1 図に空気の流れを示す。



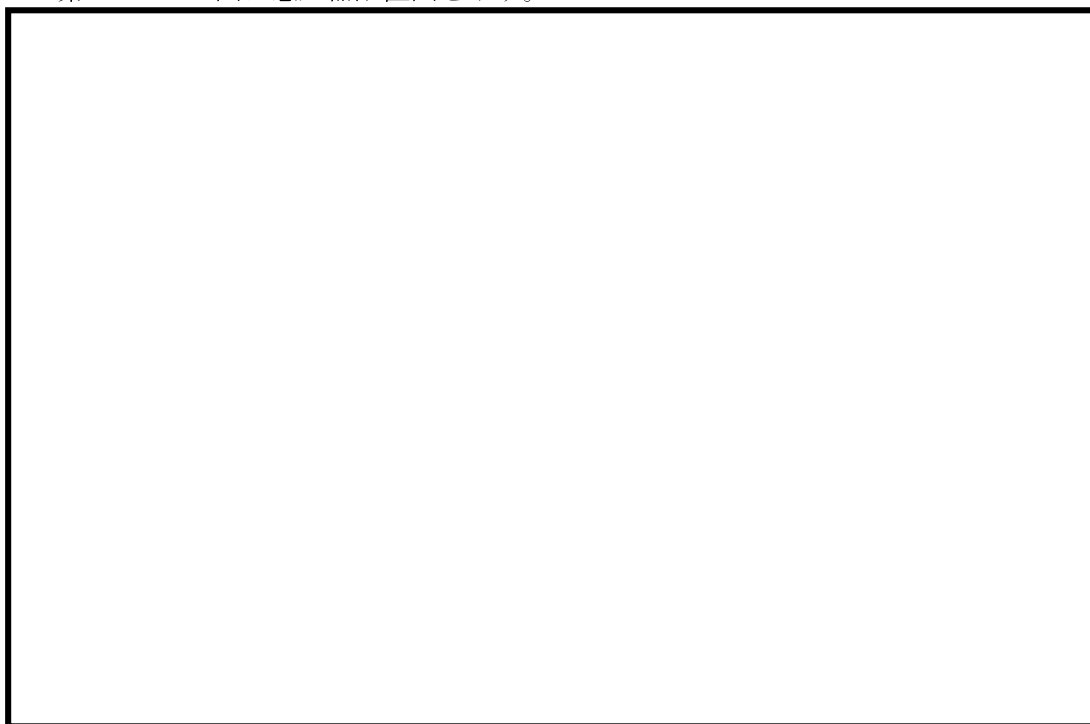
第 3-5-5-2-1 図 加圧器室の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

加圧器室は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を消防法施行規則通りに設置するとともに、エリア内全域の天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設計基準②を満足するように設置する設計とする。アナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器は、取付面から下方に煙感知器は 20m 未満、熱感知器は 8m 未満の距離にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるように必要な階層面に設置する。

第 3-5-5-2-2 図に感知器配置図を示す。



第 3-5-5-2-2 図 加圧器室の感知器配置図

ニ. 選択理由

加圧器室は、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である加圧器逃がし弁等が存在する。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器を設置し、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則通りに設置する。なお、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON-OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65℃以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選択する。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、**機械的な接点があり、火花の発生のおそれのあるアナログ式でない熱感知器は、発火源とならないよう念のため防爆型とする。**

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を**消防法施行規則通りに**設置する設計とする。

なお、アナログ式の煙感知器は、検出プロセスにおいて火花が発生するおそれはないことから発火源とならないため、防爆型でなくても問題ない。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である加圧器室には、原子炉の安全停止に必要な機器等として加圧器逃がし弁等があり、この機器への火災の影響を考慮し、アナログ式でない熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。

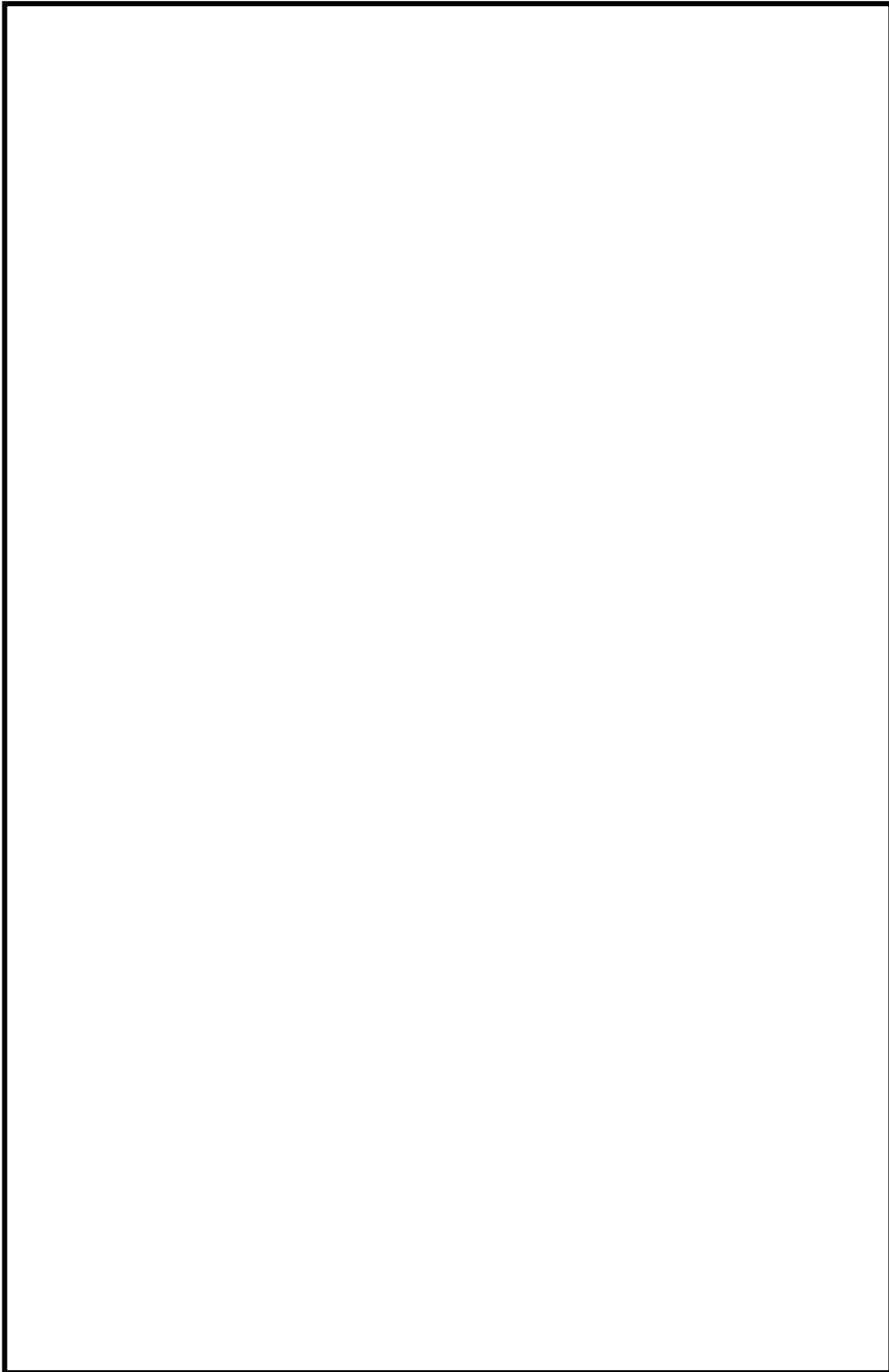
当該エリア内で万一火災が発生した場合、火災による熱及び煙は**格納容器再循環ファン**からの給気によって攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されている空間を上昇すること、並びに、**格納容器再循環ファン**による気流は原子炉格納容器内で循環する設計となっており、火災の継続とともにエリア内の空気温度及び煙濃度は全体的に高まっていくこと考慮して、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を**消防法施行規則通りに**設置することで火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

また、第 3-5-5-2-3 図に加圧器室での火災発生時の空気の流れを示す。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち加圧器室は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、**放射線量が低い場所に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を消防法施行規則通りに設置している。**また、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器を設置することによって火災を感知することが可能であり、加圧器室は既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準②を満足していると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-5-5-2-3 図 加圧器室の火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) ③ インコアモニタチェス室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	シンプルチューブ、水位計、照明
エリア面積 (m ²)	47
火災荷重 (MJ)	102.1 (恒設機器、照明 1 台)
等価火災時間 (h)	0.0024 (約 8.7s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

インコアモニタチェス室は、原子炉格納容器内に設置された原子炉しゃへい冷却ファンにて、エリア外の空気をインコアモニタチェス室に給気し、原子炉容器下部を冷却後に、以下の2つのルートに分かれる。

第 3-5-5-3-1 図に空気の流れを示す。

- ① 原子炉キャビティシールリングから原子炉キャビティへ (インコアモニタチェス室の冷却風量の約 20%)
- ② 原子炉サポートクーラを通して R C S 配管貫通部からループ室へ (インコアモニタチェス室の冷却風量の約 80%)



第 3-5-5-3-1 図 インコアモニタチェス室の空気の流れ

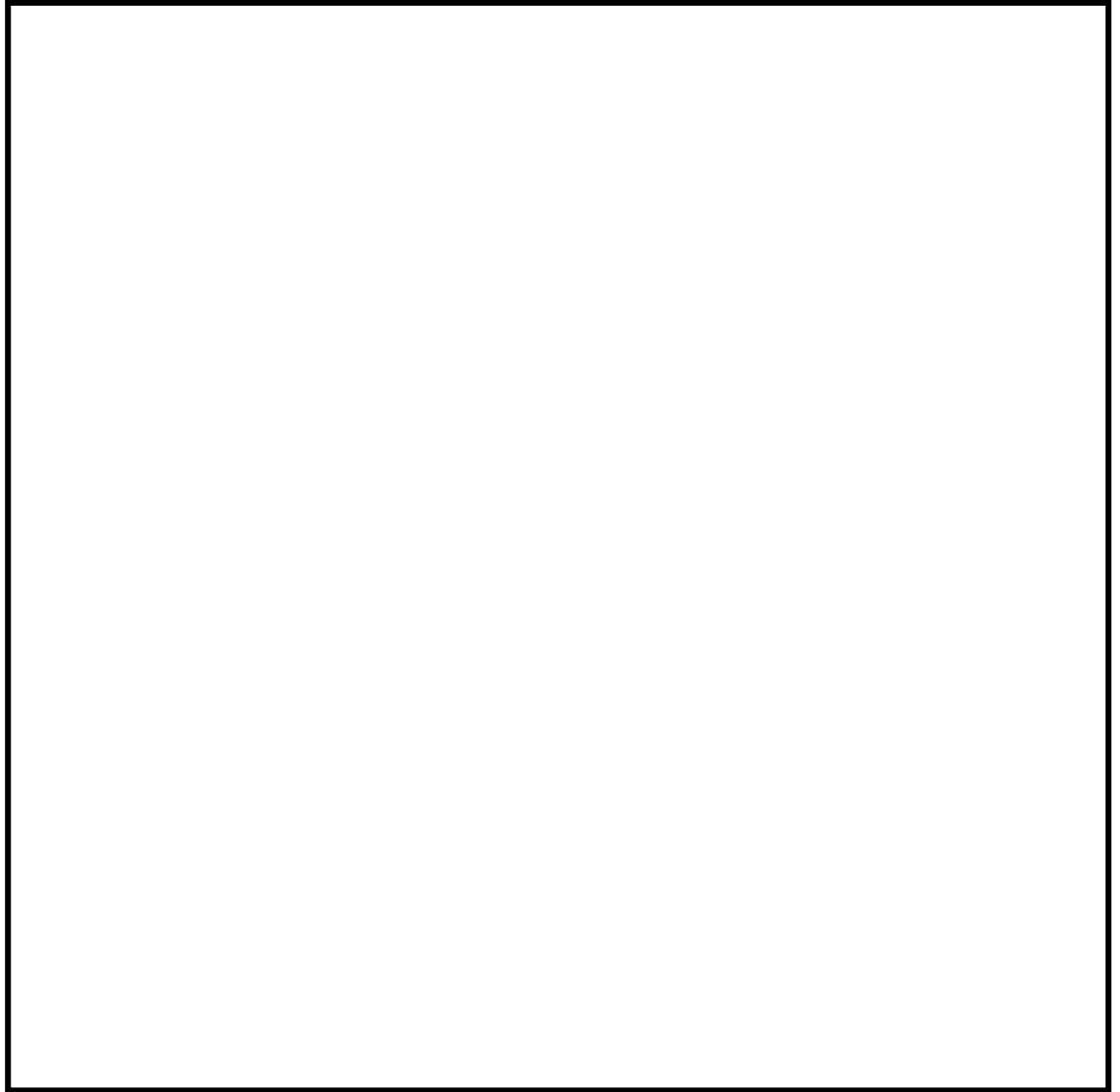
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

1 種類目の熱感知器は設計基準①を満足することができないため、原子炉しゃへい冷却ファンの運転時における給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、空気の流れとなるインコアモニタチェス室下部にアナログ式でない熱感知器を設置するとともに、原子炉しゃへい冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるように、火災の熱によって上昇する空気の流れを考慮して、同一エリア内であるインコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の熱感知器を設置し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない熱感知器を兼用する設計とする。

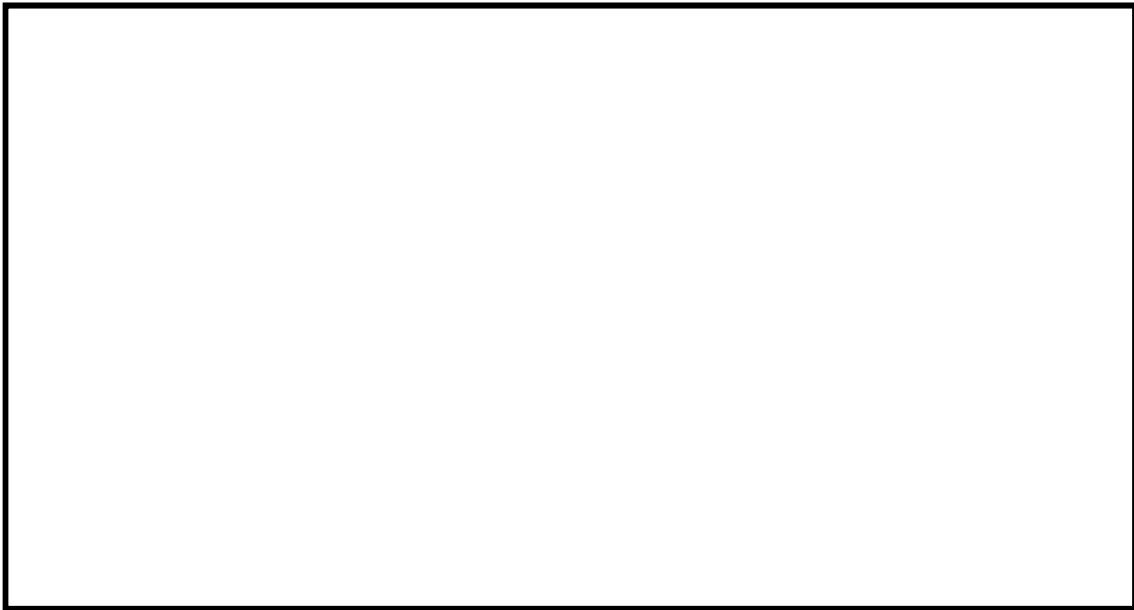
また、2 種類目の煙感知器は、放射線による感知器の故障及び作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を確保できる方法でエリア内に設置することが適切でないため、原子炉しゃへい冷却ファンの運転時における給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、同一火災区画内で空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用するとともに、原子炉しゃへい冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるように、火災による煙が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮し、インコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする

配置の詳細については、第 3-5-5-3-2 図、第 3-5-5-3-3 図に示す。



第 3-5-5-3-2 図 インコアモニタチェス室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-5-5-3-3 図 ループ室の感知器配置図

ニ. 選択理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリアには、金属製のシンブルチューブ、水位計及び照明しかないので、火災発生の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等である 1 次冷却材系統、化学体積制御系等、余熱除去系統、プロセス監視計器、原子炉停止系、安全保護系のケーブル等が存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、給気口から原子炉容器下部を通り原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、エリア内の下部にアナログ式でない熱感知器を設置し、隣接エリアで空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうちインコアモニタチェス室は、熱感知方式としてエリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、煙感知方式として同一火災区画

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ設計基準②を満足するよう設置する設計とする。

以上の設計により、エリア内で発生する火災を早期に感知し、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準②を満足していると評価する。また、設計基準②を満足するために必須ではないが、**インコアモニタチェス室**の入口部分にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する設計については、入口部分で発生する火災をより早期に感知する効果が期待できる。

(4) ④抽出水再生クーラ室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50 以上
エリア内機器	抽出水再生クーラ、照明
エリア面積 (m ²)	16.9

ロ. 設置する感知器

エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

第 3-5-5-4-1 図に感知器配置図を示す。



第 3-5-5-4-1 図 抽出水再生クーラ室の感知器配置図

ハ. 選択理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等はない。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON-OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65℃以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選択する。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、**機械的な接点があり、火花の発生のおそれのあるアナログ式でない熱感知器は、発火源とならないよう念のため防爆型とする。**

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

なお、アナログ式の煙感知器は、検出プロセスにおいて火花が発生するおそれはないことから発火源とならないため、防爆型でなくても問題ない。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内の隣接エリアには、火災防護上重要な機器等である 1 次冷却材系統、化学体積制御系等、余熱除去系統、プロセス監視計器、原子炉停止系、安全保護系のケーブル等があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、エリア内のアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器にて、当該エリア内の火災の早期感知が可能であり、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ホ. 技術基準規則への適合について

火災区画 全域として、第 11 条第 2 項(火災の早期感知)へ適合している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- (5) ⑤キャビティフィルタ室、⑥燃料ピットフィルタ室、⑦封水注入フィルタ室、⑧蒸りゅう液フィルタ室、⑨イオン交換器フィルタ室、⑩冷却材フィルタ室、⑪封水フィルタ室、⑫廃液フィルタ室、⑬ほう酸濃縮液フィルタ室及び⑭スキマフィルタ室
- イ. 環境条件

・キャビティフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	10
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.7

・燃料ピットフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	10
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

・封水注入フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	5
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

・蒸りゅう液フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

・イオン交換器フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

・冷却材フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	3.9

・封水フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	5
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	3.9

・ 廃液フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

・ ほう酸濃縮液フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

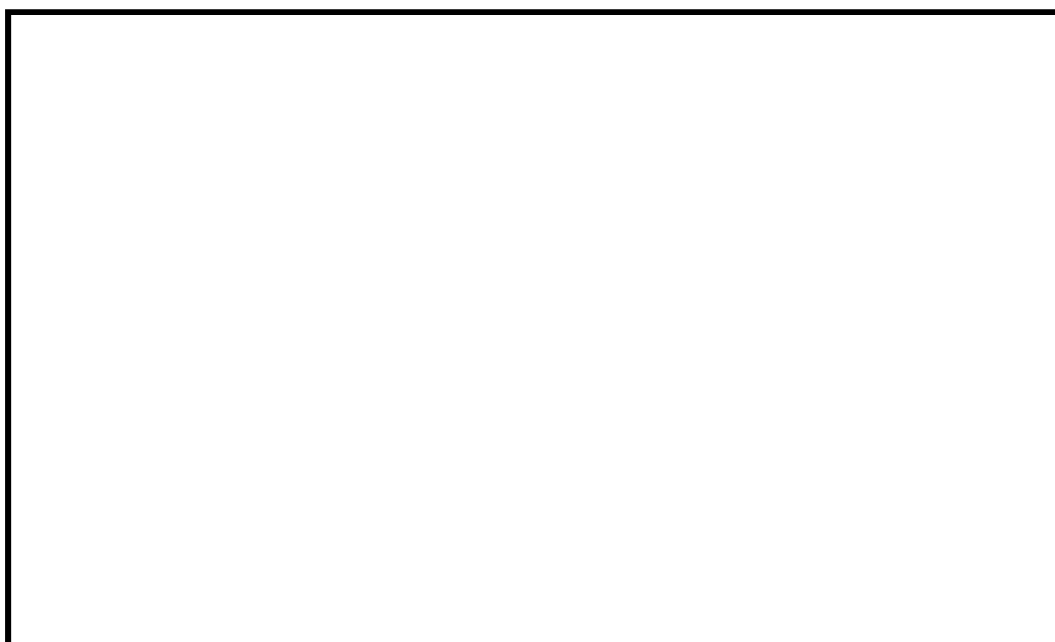
・ スキマフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	20
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	2.5

ロ. 設置する感知器

エリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。

第 3-5-5-5-1 図に感知器配置図を示す。



第 3-5-5-5-1 図 各フィルタ室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 選択理由

当該エリアは、火災区画 [] の一部であるエリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点进行考慮し、エリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選択する。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 [] の一部である当該エリア内の隣接エリアには、火災防護上重要な機器等である化学体積制御系等、非常用電源系統のケーブル等が存在する。

当該エリアには、金属製であるフィルタ容器（フィルタは容器内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはない）、弁、照明しかないため火災発生の可能性は低いが、隣接エリアには火災防護上重要な機器等である化学体積制御系統、非常用電源系統のケーブル等が存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、エリア内のアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器にて、当該エリア内の火災の早期感知が可能であり、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- (6) ⑮ホールドアップタンクカチオン塔室、⑯冷却材カチオン塔室、⑰冷却材脱塩塔室、
⑱燃料ピット脱塩塔室、⑲蒸りゅう液脱塩塔室及び⑳脱ほう素塔室

イ. 環境条件

- ・ホールドアップタンクカチオン塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	5
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	3.9

- ・冷却材カチオン塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	5
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	3.9

- ・冷却材脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	4.2

- ・燃料ピット脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	4.5

- ・蒸りゅう液脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	3.8

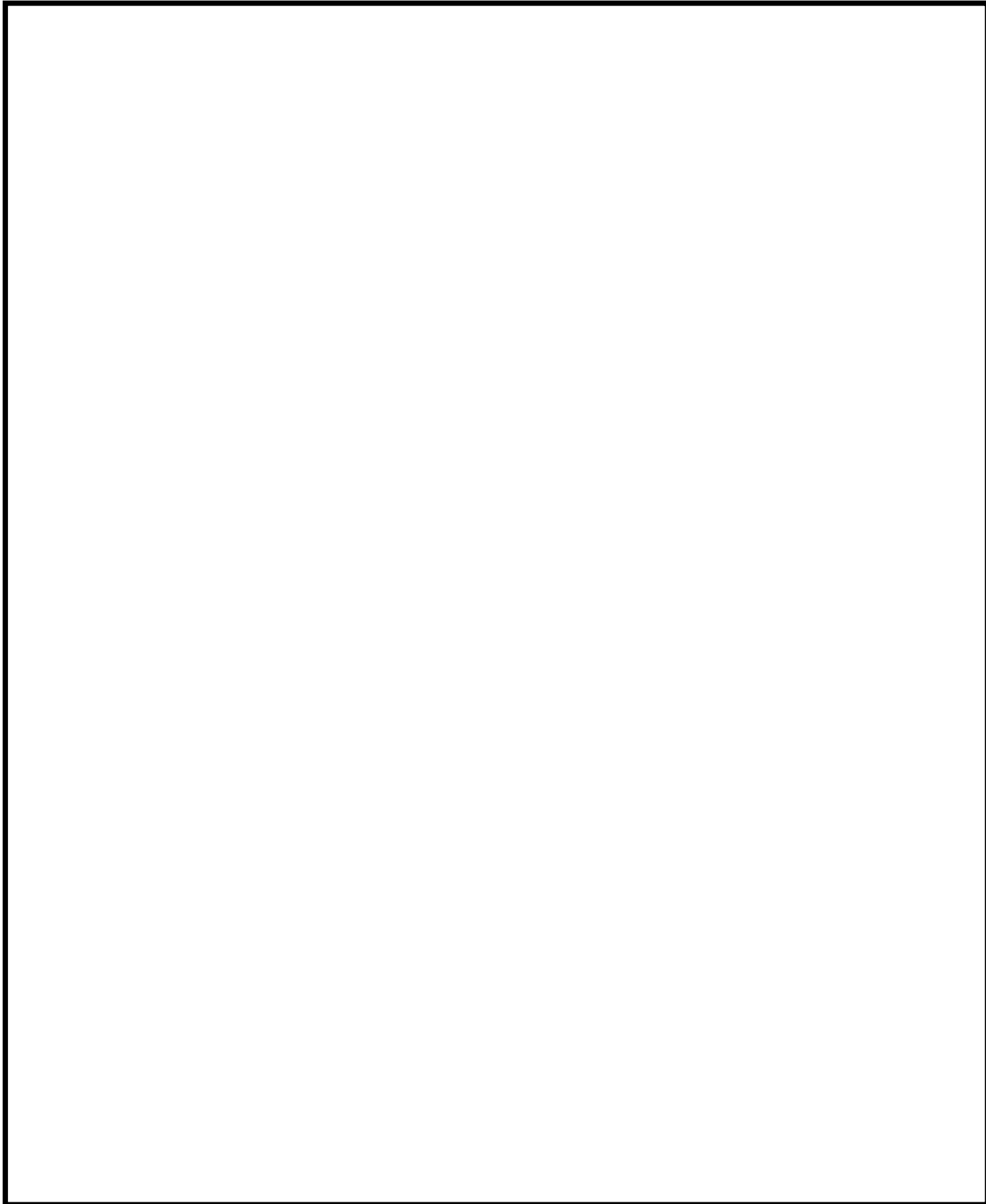
- ・脱ほう素塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	樹脂、容器、弁
エリア面積 (m ²)	4.5

ロ. 開口部を考慮した火災時の熱及び煙の流れ

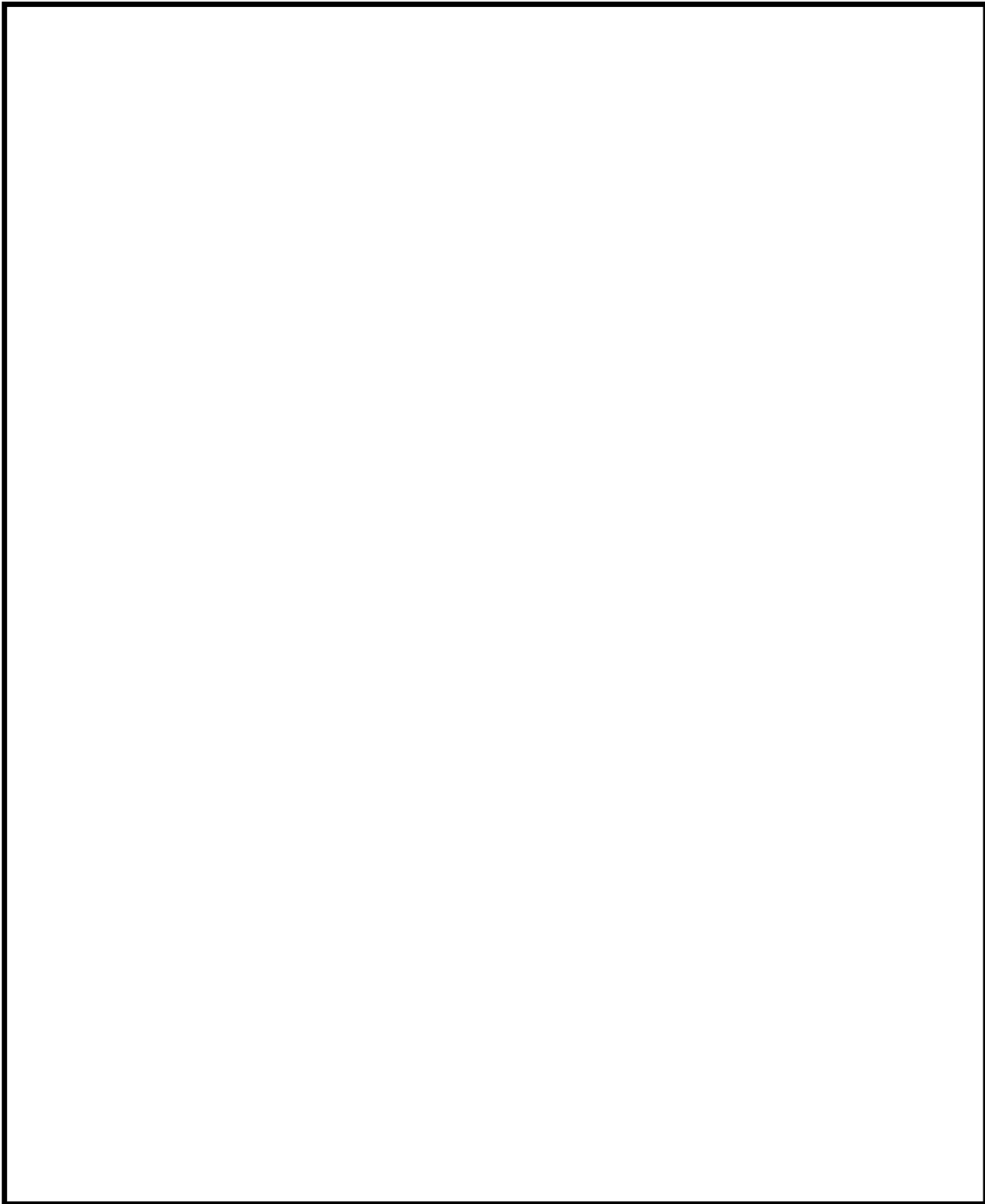
放射線量が高い各脱塩塔室は、第3-5-5-6-1図、第3-5-5-6-2図に示すとおり、1号機においては隣接する上室からの配管の貫通口、また2号機においては上室からの排気ダクトの貫通口に開口部があり、火災により発生した熱及び煙は天井面に滞留し、この開口部より上室に流れることが想定できる。

なお、2号機の排気ダクトの排気口は天井面から3.4m下方（床面から1m上方）に位置し、火災により発生した熱及び煙は天井面に滞留し、煙及び熱の上昇・拡散により、上室に流れることが想定できる。



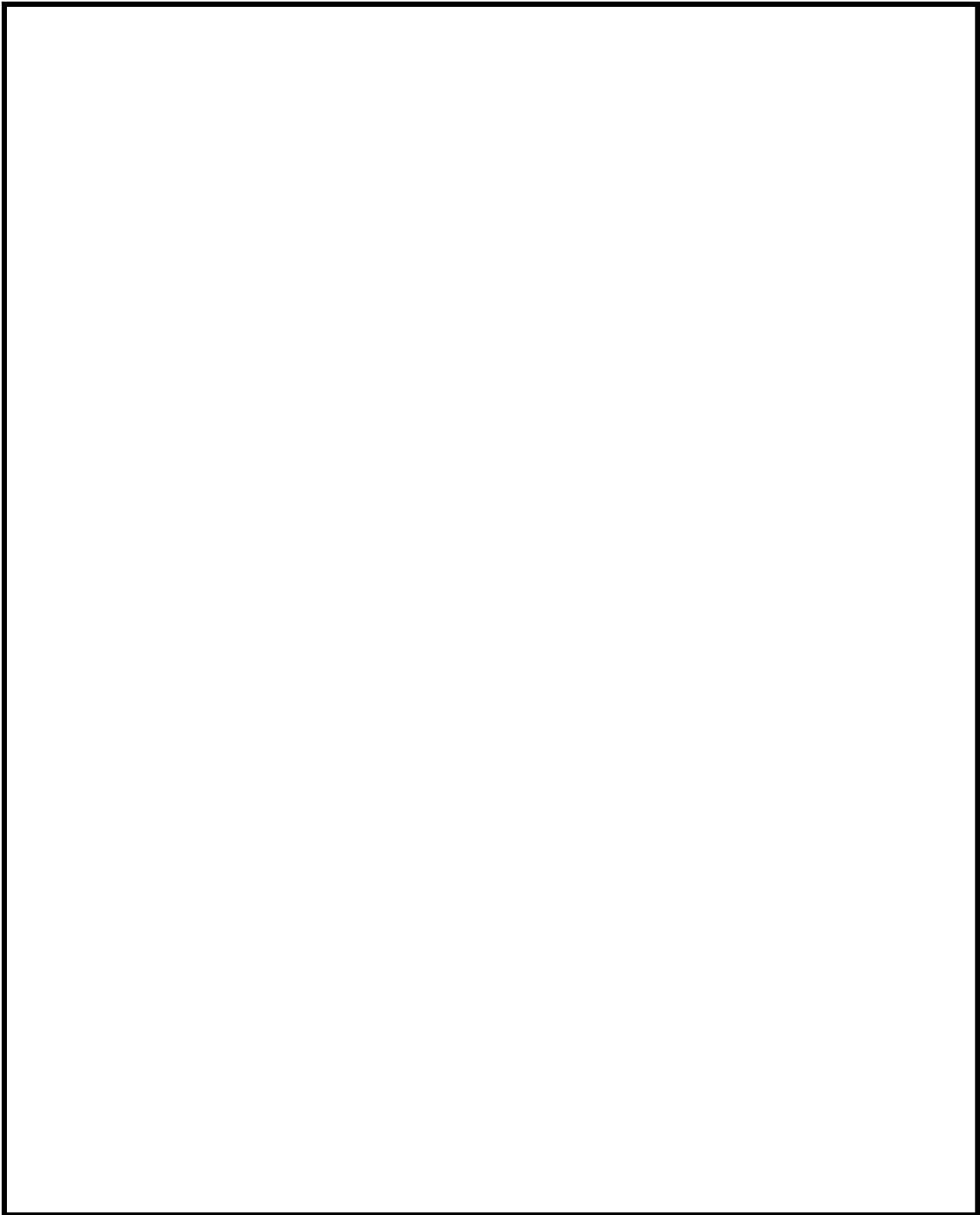
第 3-5-5-6-1 図 火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ (1 号機平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



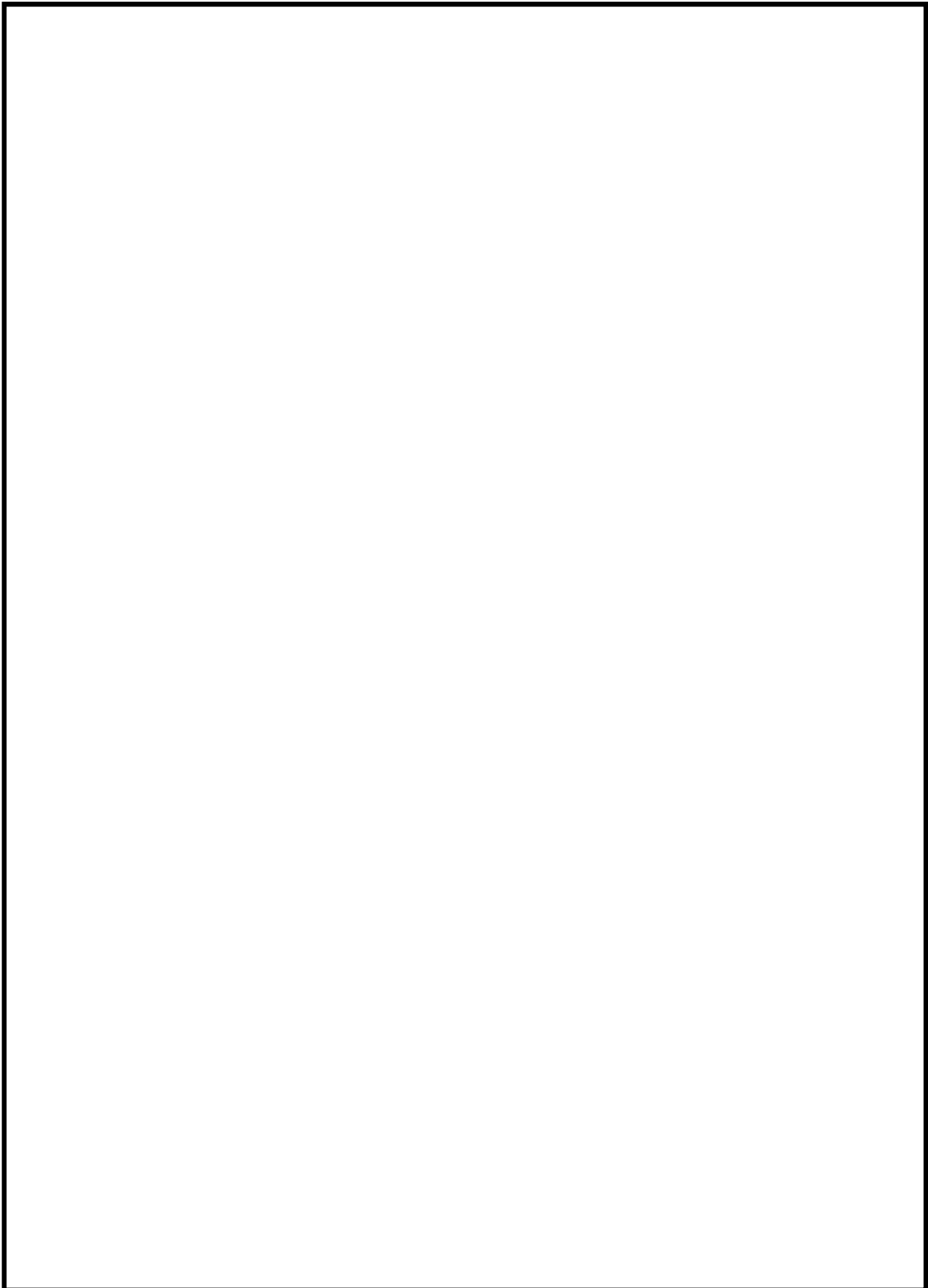
第 3-5-5-6-1 図 火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ (2 号機平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-5-5-6-2 図 火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ (1 号機断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



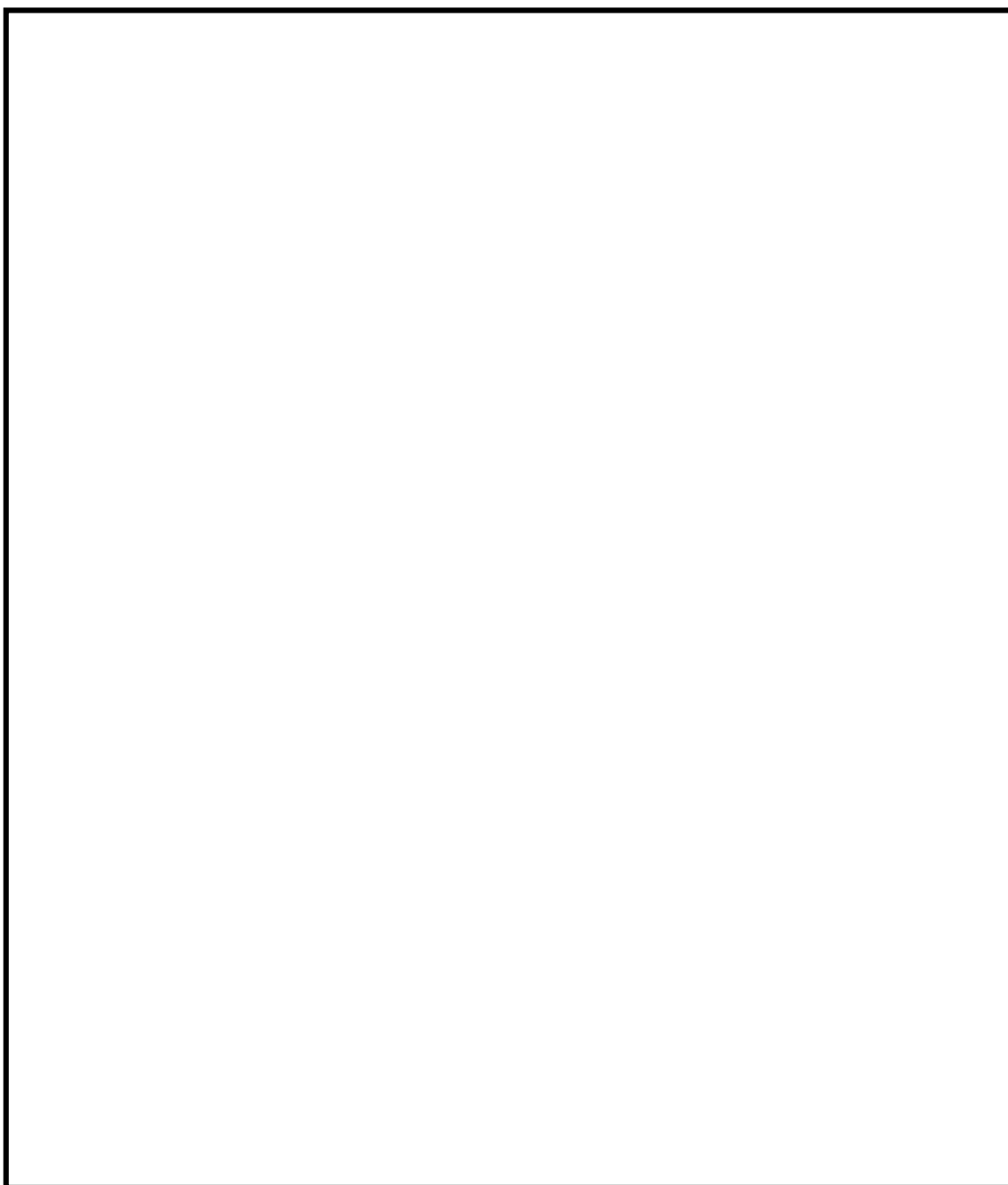
第 3-5-5-6-2 図 火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ (2 号機断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

各脱塩塔室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、補足説明資料 3・11 のとおり、火災時の熱及び煙の流れを考慮し、隣接エリア内のアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ設計基準②を確保する設計とする。

配置の詳細については第 3・5・5・6・3 図に示す。



第 3・5・5・6・3 図 各脱塩塔室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリアとその隣接するエリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリアには、金属製の各脱塩塔（樹脂は容器内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはない）しかないため火災荷重も低く、等価火災時間（各脱塩塔室：0 秒）より、火災発生及び延焼の可能性は低い。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、床面、壁、天井がコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3-11 の評価に基づき、隣接エリアのアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を兼用することで火災を感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

当該エリアは、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とはならない火災区域又は火災区画であり、消火要員による消火器又は消火栓を用いた消火活動が可能である。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち各脱塩塔エリアは、補足説明資料 3-11 のとおり、同一火災区画内の隣接エリアにて感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準②を満足していると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(7) ⑤濃縮廃液タンク室

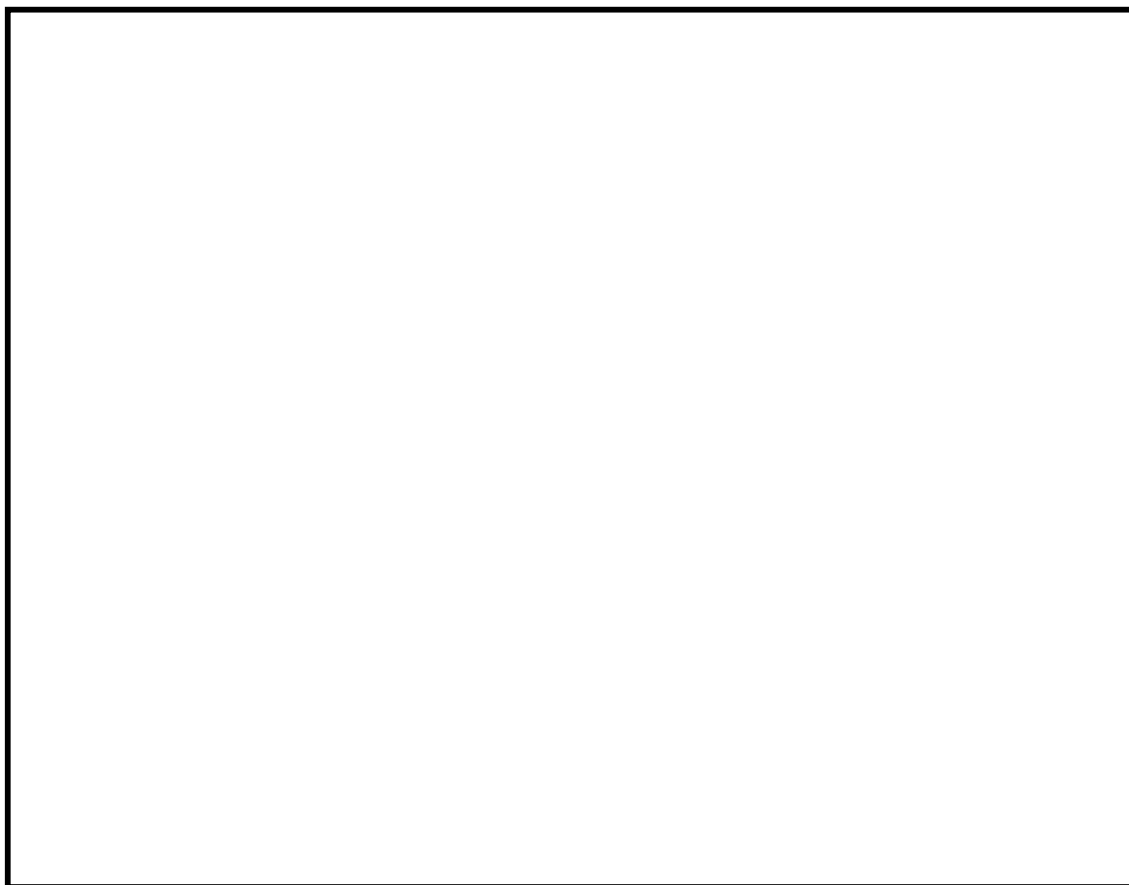
イ. 環境条件

・濃縮廃液タンク室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1 以上
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m ²)	38.6
火災荷重 (MJ)	48.5 (照明 4 台)
等価火災時間 (h)	0.0014 (約 5.1s)

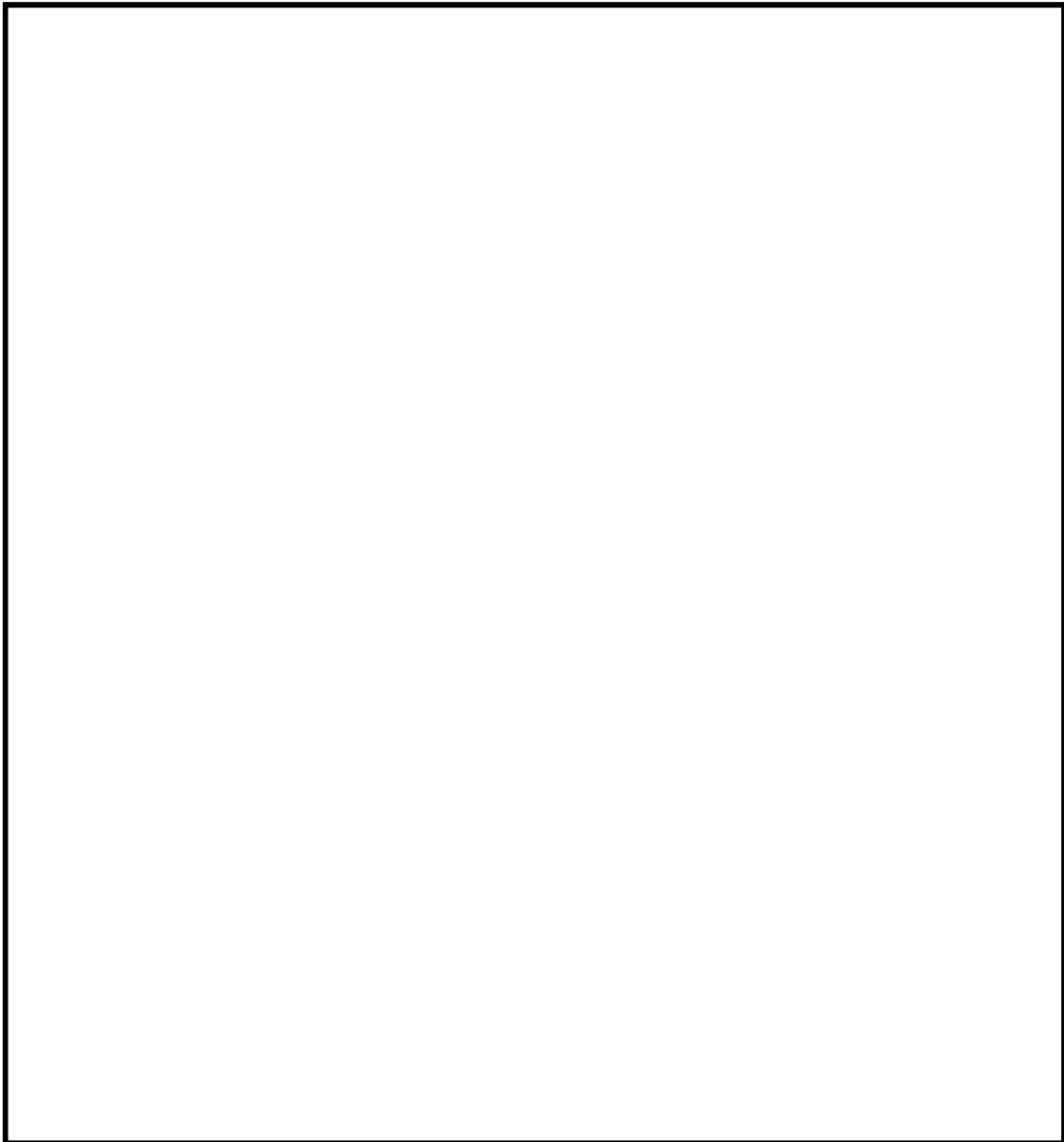
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い濃縮廃液タンク室は、第 3-5-5-7-1 図及び第 3-5-5-7-2 図に示すとおり給気ファンのダクト及び隣接バルブ設置エリアとの貫通口より空気を給気し、排気ファンのダクトより空気を排気している。



第 3-5-5-7-1 図 濃縮廃液タンク室の空気の流れ (平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



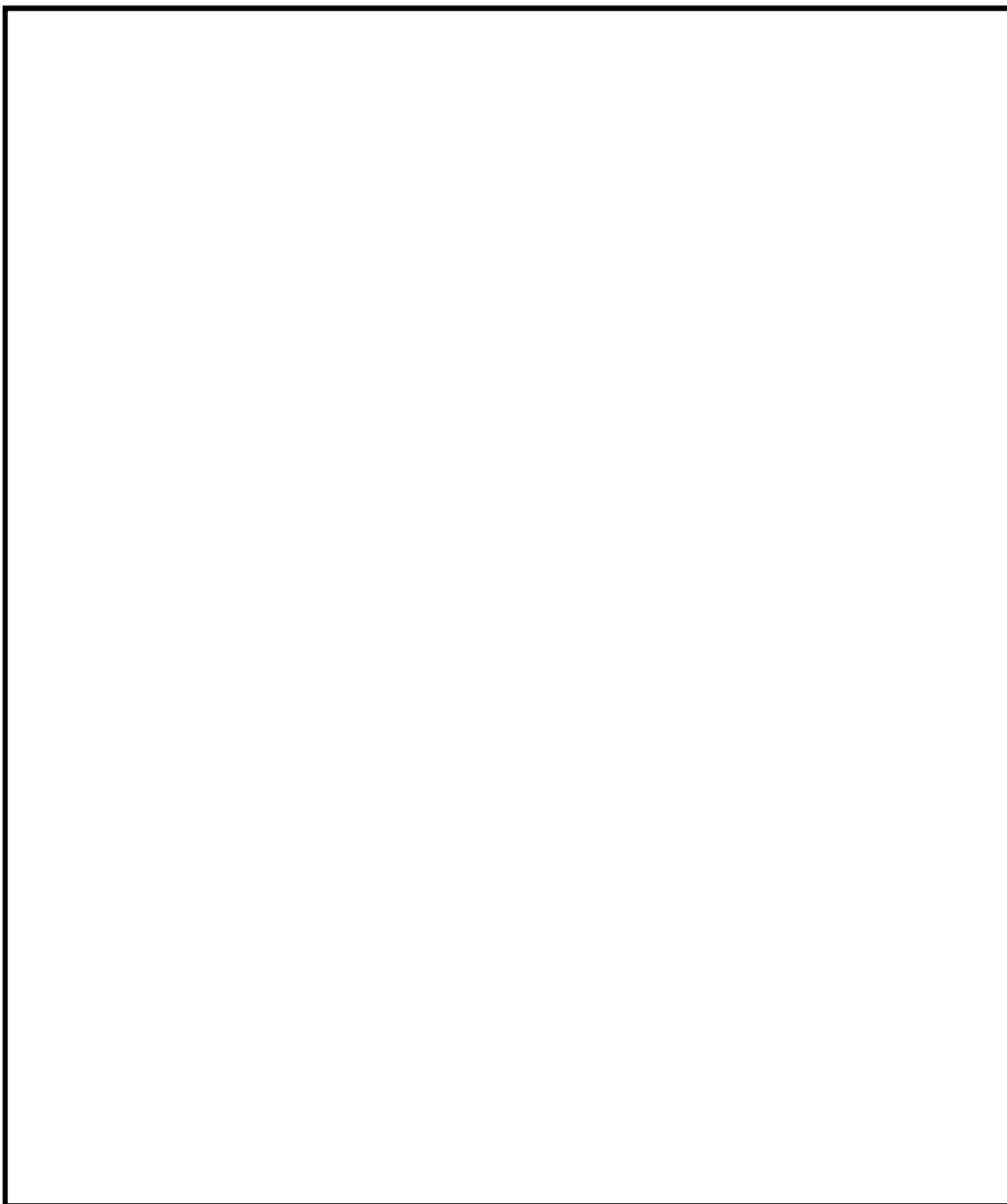
第 3-5-5-7-2 図 濃縮廃液タンク室の空気の流れ（断面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

濃縮廃液タンク室については、部屋内全域が放射線量が高い場所となっており、補足説明資料 3-11 のとおり、部屋内の換気による空気の気流を考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで、それぞれ設計基準①を確保する設計とする。

配置の詳細については第 3-5-5-7-3 図に示す。



第 3-5-5-7-3 図 濃縮廃液タンク室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリアには、火災防護上重要な機器等である廃樹脂処理装置（A、B 濃縮廃液タンク）が設置されている。

当該エリアには、金属製の濃縮廃液タンク及び照明しかないので火災荷重も低く、等価火災時間も約 5.1 秒と火災発生及び延焼の可能性は低い。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアについては、床面、壁、天井がコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3-11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち濃縮廃液タンク室は、第 11 条第 2 項（火災の早期感知）へ適合している。

火災区画 のうち濃縮廃液タンク室は、補足説明資料 3-11 のとおり、同一火災区画内であるダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準①を満足していると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

感知器設置に係る被ばく線量及び集団線量の試算について

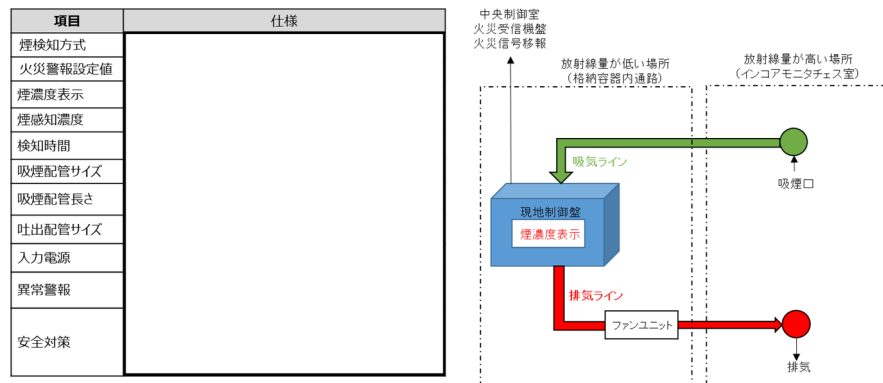
1. 空気吸引式の煙検出装置の設計概要

空気吸引式の煙検出装置を設置する場合の設計概要を以下に示す。

イ. 空気吸引式の煙検出装置の仕様について

空気吸引式の煙検出装置は、放射線量が高い場所にて発生する火災の煙を、ファンユニットにて煙吸引式検出設備に取り込む。感知器内部の発光素子の光が、火災の煙流入により散乱することで煙を感知する。

機器の仕様及び概要図を第 3-5-6-1 図に示す。



第 3-5-6-1 図 空気吸引式の煙検出装置の機器仕様及び概要図

ロ. 空気吸引式の煙検出装置の配置設計について

インコアモニタチェス室を例に空気吸引式の煙検出装置の設計について説明する。現地制御盤を原子炉格納容器内通路に設置し、インコアモニタチェス室の壁貫通を経て、吸気ラインを 1 系統、排気ラインを 1 系統設置する。

現地制御盤、配管の設置状況を第 3-5-6-2 図に示す。



第 3-5-6-2 図 現地制御盤、配管の設置状況

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

2. アナログ式でない熱感知器、空気吸引式の煙検出装置の検討について

③インコアモニタチェス室、⑮～⑳各脱塩塔室及び㉔濃縮廃液タンク室に、アナログ式でない熱感知器、空気吸引式の煙検出装置を設置・点検する場合の被ばく線量及び集団線量を試算し、試算結果を第3-5-6-1表に示す。

第3-5-6-1表 各エリアの集団線量、個人線量

【設置時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②設置作業工数 ^{※5} (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]÷④]	判定
	新設(個)			既設 感知器	総数							
	空気吸引式 の煙感知器	熱感知器	炎感知器									
③インコアモニタチェス室	2 ^{※1}	2	-	0	4							×
⑮～⑳各脱塩塔室	1	1	-	0	2							×
㉔濃縮廃液タンク室	1	1	-	0	2							× ^{※4}

【保守点検時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②保守点検作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]÷④]	判定
	新設(個)			既設 感知器	総数							
	空気吸引式 の煙感知器	熱感知器	炎感知器									
③インコアモニタチェス室	2 ^{※1}	2	-	0	4							○
⑮～⑳各脱塩塔室	1	1	-	0	2							×
㉔濃縮廃液タンク室	1	1	-	0	2							× ^{※4}

- ※1 : インコアモニタチェス室の入口付近に設置するアナログ式煙感知器1個含む
- ※2 : 吸引箇所付近の放射線量
- ※3 : 各部屋の最大線量
- ※4 : 系統状態により1mSv/hを大幅に超える恐れがある
- ※5 :

試算の結果、作業員の個人線量が1mSv/日を超え、線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を満足できない。また、集団線量が年間線量(1号機 約200人・mSv、2号機 約270人・mSv)を超過することから、設計基準を満足するように設置方針を見直す。

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考)

作業における工数の見積もりについて

1. 現場作業体制は、社内標準に則り、作業監督、作業員、安全管理者、放射線管理者での体制とする。ただし、管理者は設置個数に影響しないことから、工数は未計上とした。

なお、部屋あたり、感知器個数あたりの作業工数を以下に示す。

- 足場組立・解体： / 1部屋あたり
- 空気吸引式の煙検出装置： / 検出装置1組あたり
- 熱感知器： / 感知器1個あたり
- 監督： × 上記作業の必要延べ日数

各部屋毎の詳細作業工数を以下に示す。

(1) ③インコアモニタチェス室の作業工数

(吸引式煙1組、煙1個、熱2個)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
足場設置・解体		
空気吸引式配管用架台の設置		
空気吸引式の煙感知器設置		
空気吸引式の煙検出装置調整・試験		
煙感知器設置		
熱感知器設置		
現場監督		
合計		372

インコアモニタチェス室の空気吸引式の煙検出装置の設置に係る作業工数は、空気吸引式の煙検出装置設置以外にも、壁貫通部及び壁貫通部処理、干渉物一時撤去・復旧の作業があり、作業工数は非常に多くかかると想定する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ⑮～⑳各脱塩塔室及び㉑濃縮廃液タンク室の作業工数

(煙1組、熱1個/1部屋)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
足場設置・解体		
空気吸引式配管用架台の設置		
空気吸引式の煙感知器設置		
空気吸引式の煙検出装置調整・試験		
熱感知器設置		
現場監督		
合計		128

その他現場作業時の留意事項から、作業においては工数を要する。

- ・ 上下同時作業は、原則として実施しないよう計画する。止むを得ず上下同時作業を行う場合は、作業の準備、実施、片付け段階に関係なく、初めに作業区域を設定し、立入り禁止措置あるいは監視人の配置、ならびに落下防止措置等の危険防止対策を確実に実施することをマニュアル、作業計画書等に反映し作業関係者に周知・徹底する。
- ・ 電気配線の解結線を伴う作業においては、解線時、結線時とも作業監督者が立会いを行い、線番号と端子番号の照合について、作業者とダブルチェックする。また、結線時には目視確認、手触による締め付けにより接続状態の確認を実施する。
- ・ 火気使用作業に際しては、作業前に、不燃シート及びブリキ板等で床ならびに周囲の養生を確実にを行い、作業中は適切な監視を行う。また、作業中断・完了時においては、火災発生防止の観点からの後始末（火種、溶接くず等の排除、冷却等）を確実にする。
- ・ 工事に係る干渉物は一時撤去・復旧を行う。

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

各脱塩塔室の初期消火活動について

本資料は、各脱塩塔室の初期消火活動について説明する。

当該エリア内の火災により発生する熱又は煙の流れを考慮し、隣接エリアに設置するアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を兼用することにより、火災を感知する設計することから、火災発生場所の特定及び消火活動の有効性を以下に示す。

1. 火災発生場所の特定・感知性

脱塩塔室に隣接する上室に設置する火災感知器が動作した場合には、現場確認を行い火災発生場所の特定を行う。

各脱塩塔室の何れかの室内で火災が発生していた場合、その脱塩塔室と上室の間の開口部から上室へ煙が流れていることから、どのエリアから煙が流れ出ているかを確認することで、火災発生場所の特定が可能である。その際、上室に煙が充満していた場合には、高浜1号機 原子炉補助建屋 [] 通路 [] 及び原子炉補助建屋 [] 通路2 [] に保管している可搬型排煙機（ダクト等の付属資機材含む）を使用し、上室の煙を排煙することで、どのエリアから煙が流れ出ているかを確認することは可能となる。

可搬型排煙機の保管場所を第2-1図に示す。



第2-1図 可搬型排煙機の保管場所

2. 消火活動の手順

各脱塩塔室（高浜1号機：[]、高浜2号機：[]）で火災が発生した場合の消火活動は、以下の手順で行う。

①現場の火災状況、アクセス性を把握する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- ②煙の充満により消火活動に支障があると判断された場合、可搬型排煙機により当該エリア及び上室の煙を排気する。
- ③各脱塩塔室の上室から室内への出入口にある鉄製蓋を開放し、可搬型の消火器又は消火栓を使用して消火を行う。鉄製蓋の開放が困難な場合は、隣接エリアの開口部より消火を行う。エリア近傍の消火器及び消火栓の配置を第 2・2 図に示す。



第 2・2 図 消火器及び消火栓の配置

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-6 海水ポンプ室の火災感知器設計について

本資料は、海水ポンプ室に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 1 号機及び高浜 2 号機の海水ポンプ室は 1 つの火災区域として設定している。

3-6-1 海水ポンプ室の概要

海水ポンプ室は、火災防護上重要な機器である海水ポンプが設置される屋外エリアである。

なお、海水ポンプ室は屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではなく、今回のバックフィットの対象ではない。

3-6-2 海水ポンプ室の火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の設計の考え方について説明する。消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるよう感知器等を設置する設計とする。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 1 号機：平成 28 年 6 月 10 日付け原規規発第 1606104 号、高浜発電所第 2 号機：平成 28 年 6 月 10 日付け原規規発第 1606105 号にて認可）から変更はない。

(1) 火災感知器の設計

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の選定結果を第 3-6-1 表に示す。第 3-6-1 表のとおり、海水ポンプ室においては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎検出装置、アナログ式の熱感知器（防水型）、アナログ式でない熱感知器（防水型）又は熱サーモカメラから異なる 2 種類を使用することが可能であることから、1 種類目はアナログ式でない防水型の炎検出装置とし、2 種類目は火災発生時に熱が滞留する場所があることから、アナログ式の熱感知器（防水型）を使用する。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置は、発火源となり得る設備である海水ポンプに対して設置し、2 種類目のアナログ式の熱感知器（防水型）は、火災の発生が想定される発火源であり、火災発生時に熱が滞留する場所である海水ポンプモータ下

部の油内包部位近傍に設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備が対象であり、海水ポンプが該当する。

また、これらの火災感知器は火災防護審査基準における「2.3 火災の影響軽減」で設置している二酸化炭素消火設備の自動作動用感知器とは別に独立して設置するものであり、「2.3 火災の影響軽減」の設計に影響を与えるものではない。

海水ポンプ室の火災感知器設置概要図を第 3-6-1 図、火災感知器配置図を第 3-6-2 図に示す。

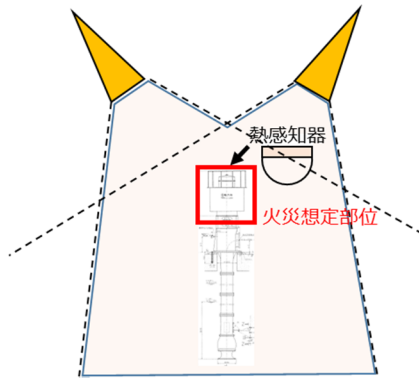
なお、アナログ式でない防水型の炎検出装置の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1-3 を参照）

第3-6-1表 海水ポンプ室における感知器の選定

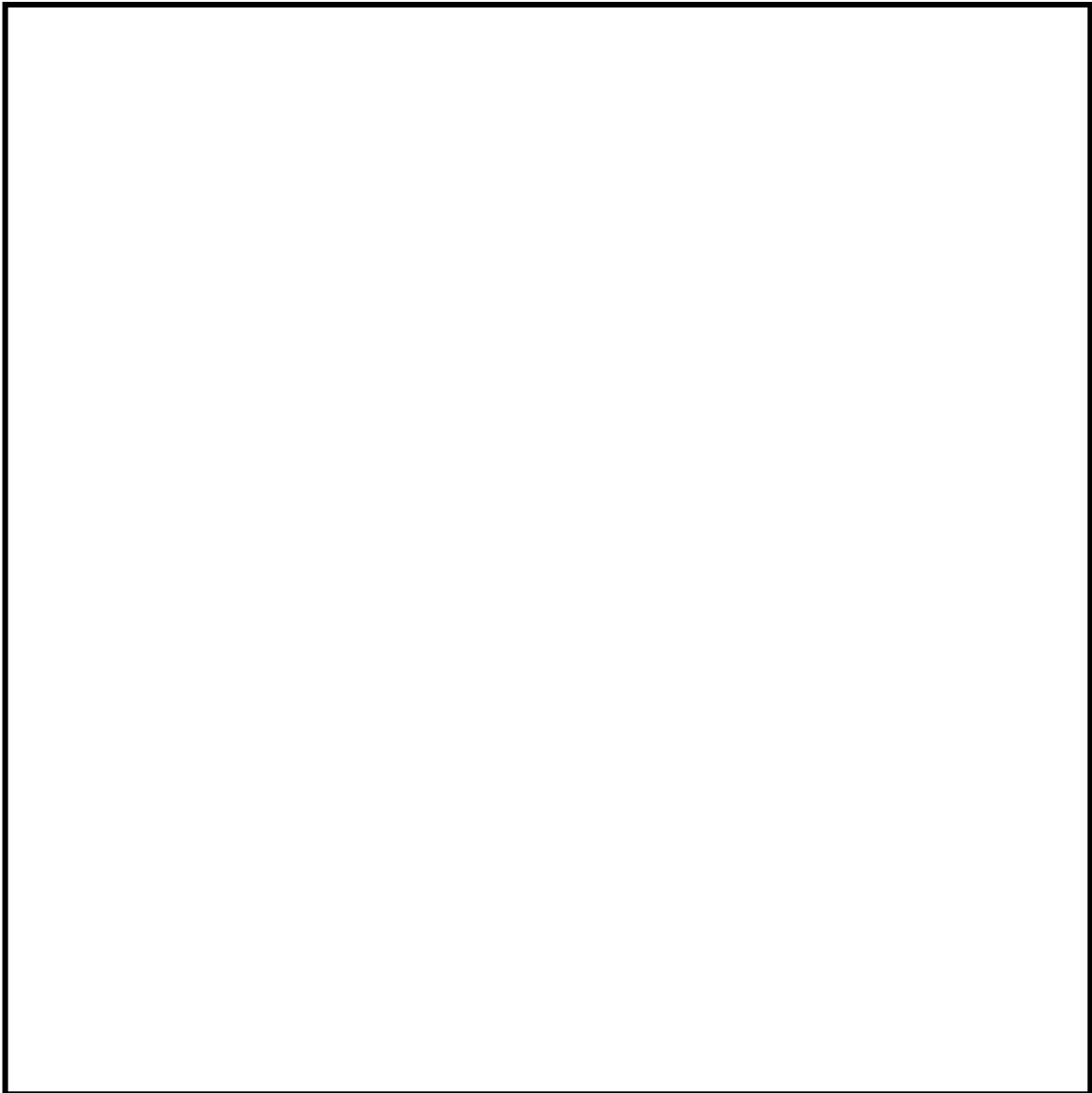
感知方式	熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電離型煙感知器 (非蓄積型)		空気吸引式の煙検出装置
火災感知器種類	取動線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	環境条件の考慮	△	△	△	△	○	×	×	×	○
設置条件注 (環境法施行規則への適合性を含む)	取付面積、温度、湿度、空気流速の考慮 (感知性の確保)	△	△	△	△	○	×	×	×	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置位置	設置性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置項目	現場施工性 (設置性の確保に必要なら施工の成立性)	○	○	△	△	△	×	×	×	△
	各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	△	△	×	×	×	△
評価		△	△	△	△	△	×	×	×	△

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がある場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器（防水型）を他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3-6-1 図 海水ポンプ室の火災感知器設置概要図



第 3-6-2 図 海水ポンプ室の火災感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-7 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計について

本資料は、空冷式非常用発電装置エリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、**高浜 1 号機及び高浜 2 号機**の空冷式非常用発電装置エリアは、**各号機の空冷式非常用発電装置 2 台**に対して1つの屋外の火災区域を設定している。

3-7-1 空冷式非常用発電装置エリアの概要

空冷式非常用発電装置エリアは、空冷式非常用発電装置が設置される屋外エリアである。

空冷式非常用発電装置は、**ディーゼル発電建屋内**のディーゼル発電機に対して、屋外の適切な離隔距離を持った位置に設置することで位置的分散を図る設計としている。また、火災区域は「危険物の規制に関する政令」によって要求される保有空地の幅を参考に、各空冷式非常用発電装置の周囲 **3m** の範囲で設定している。

なお、空冷式非常用発電装置エリアは屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。

3-7-2 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるよう感知器等を設置する設計とする。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（**高浜発電所第 1 号機：平成 28 年 6 月 10 日付け原規規発第 1606104 号、高浜発電所第 2 号機：平成 28 年 6 月 10 日付け原規規発第 1606105 号にて認可**）から変更はない。

(1) 火災感知器の選定

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-7-1 表に示す。第 3-7-1 表のとおり、空冷式非常用発電装置エリアにおいては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎検出装置及びアナログ式の熱感知器(防水型)、アナログ式でない熱感知器(防水型)又は熱サーモカメラから異なる 2 種類を使用することが可能であることから、1 種類目はアナログ式でない防水型の炎検出装置とし、2 種類目は火災発生時に熱が滞留する場所を特定できないことから、エリア全体を監視できる熱サーモカメラを使用する。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置及び2 種類目の熱サーモカメラを発火源となり得る設備である空冷式非常用発電装置に対して設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備が対象であり、空冷式非常用発電装置が該当する。

空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図を第 3-7-1 図に示す。

なお、アナログ式でない防水型の炎検出装置及び熱サーモカメラの感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 15 条の 3 (熱アナログ式スポット型感知器の感知性能) 又は省令 17 条の 8 (炎感知器の感知性能) に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく熱アナログ式スポット型感知器又は炎感知器と同等の性能であることを確認している。(詳細は補足説明資料 1-3 を参照)

第3-7-1表 空冷式非常用発電装置エリアにおける感知器の選定

感知方式	熱感知方式					煙感知方式				炎感知方式
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
火災感知器種類	取動線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	現場条件の考慮	△	△	△	△	○	×	×	×	○
設置条件性 (保護対象機器への適合性含む)	取付面積、温度、湿度、空気流速の考慮 (感知性の確保)	△	△	△	△	○	×	×	×	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置位置	保護性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置工法	現場施工 (保護性の確保に必要な施工の成立性)	○	○	△	△	○	×	×	×	△
	各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	△	△	△	△	△	△
評価		△	△	△	△	△	△	△	△	△

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がない場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、熱サーモカメラを他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3-7-1 図 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-8 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、原子炉補助建屋の使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアに設置する火災感知器（以下、感知器等という。）の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜1号機及び高浜2号機それぞれの使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは1つの火災区画として設定しているものであるが、今回、感知器等の設計にあたって、使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリア内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

3-8-1 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要

使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは、燃料取扱設備である使用済燃料ピットクレーンや使用済燃料貯蔵設備である使用済燃料貯蔵槽、新燃料貯蔵設備である新燃料貯蔵庫、燃料体の輸送容器を取り扱うキャスクトレーラエリアを有する火災区画である。また、火災防護上重要な機器等は、使用済燃料ピット、新燃料貯蔵庫である。

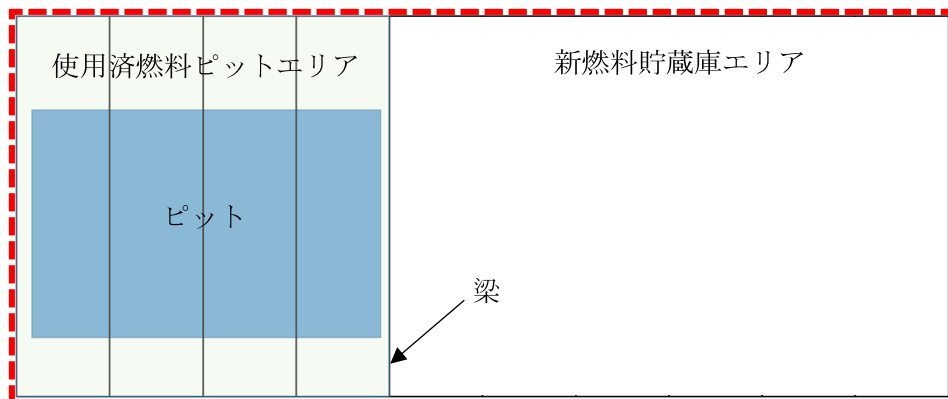
当該火災区画については、約半分のエリアがほう酸水で満たされた使用済燃料ピットエリアであり、残り半分のエリアは新燃料貯蔵庫やキャナルが存在する新燃料貯蔵庫エリアとなっている。

また、天井高さはオペレーティングフロアを床面として、使用済燃料ピットエリア側の取付面の高さが8m以上20m未満の8.34mであり、新燃料貯蔵庫エリア側が消防法施行規則第23条第4項で規定される高さ（20m）以上の20.3mであることから、第3-8-1図及び第3-8-2図に示す使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図及び現場状況のとおり、大きく2つのエリアに区別することができる。

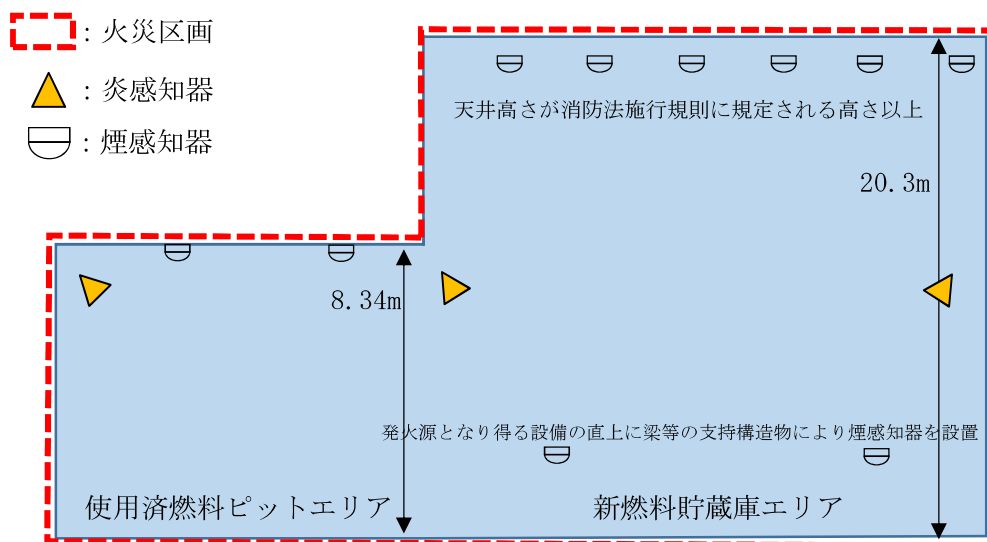
なお、使用済燃料ピットエリアにおける使用済燃料ピット水面、及び新燃料貯蔵庫エリアにおける新燃料貯蔵庫他ピット床面は、第3-9-2図の通り、オペレーティングフロアよりエレベーションが下であるが、水張りしているピットの水面又は水張りしていないピットの床面から天井高さを算出したとしても、使用済燃料ピットエリアは天井高さが8m以上20m未満、新燃料貯蔵庫エリアは天井高さが20m以上で変更はなく、感知器設計に影響はない。

- ① 使用済燃料ピットエリア：消防法施行規則通りに感知器が設置可能な一般エリア
- ② 新燃料貯蔵庫エリア：高天井エリア

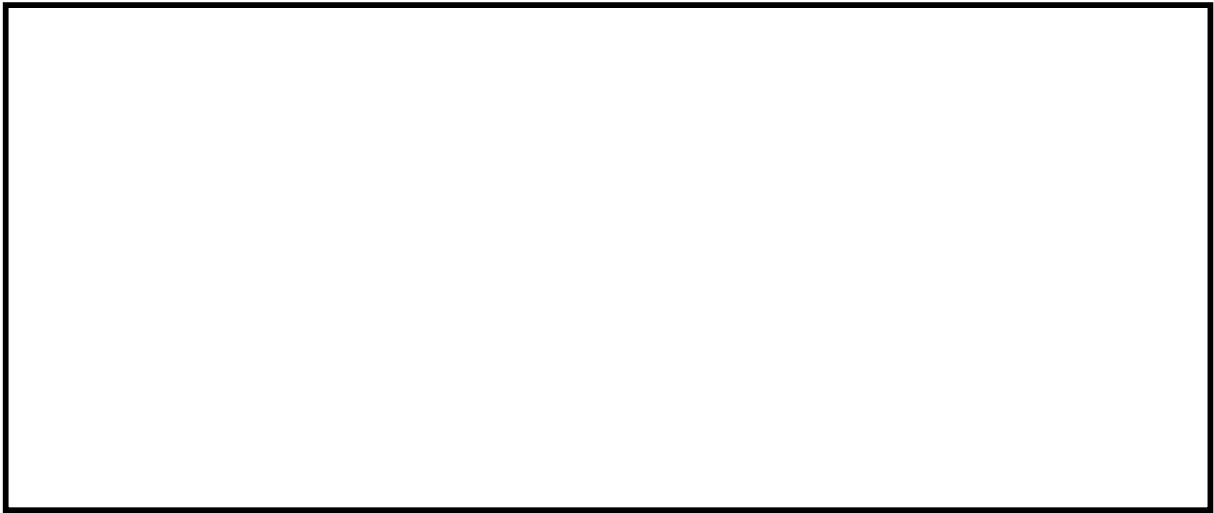
平面図



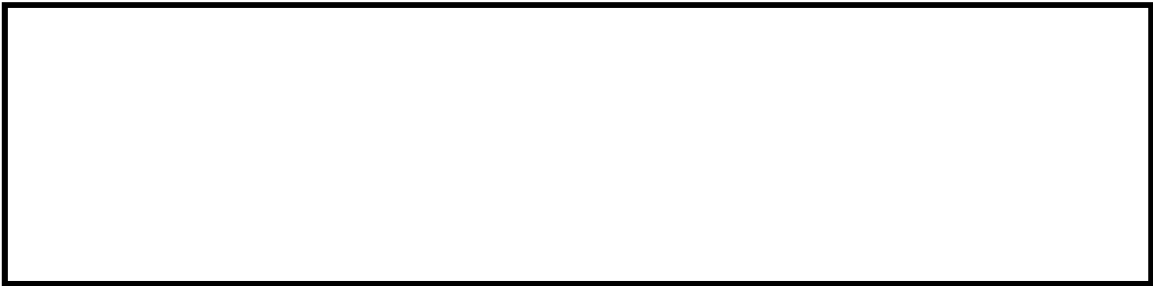
断面図



第 3-8-1 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図

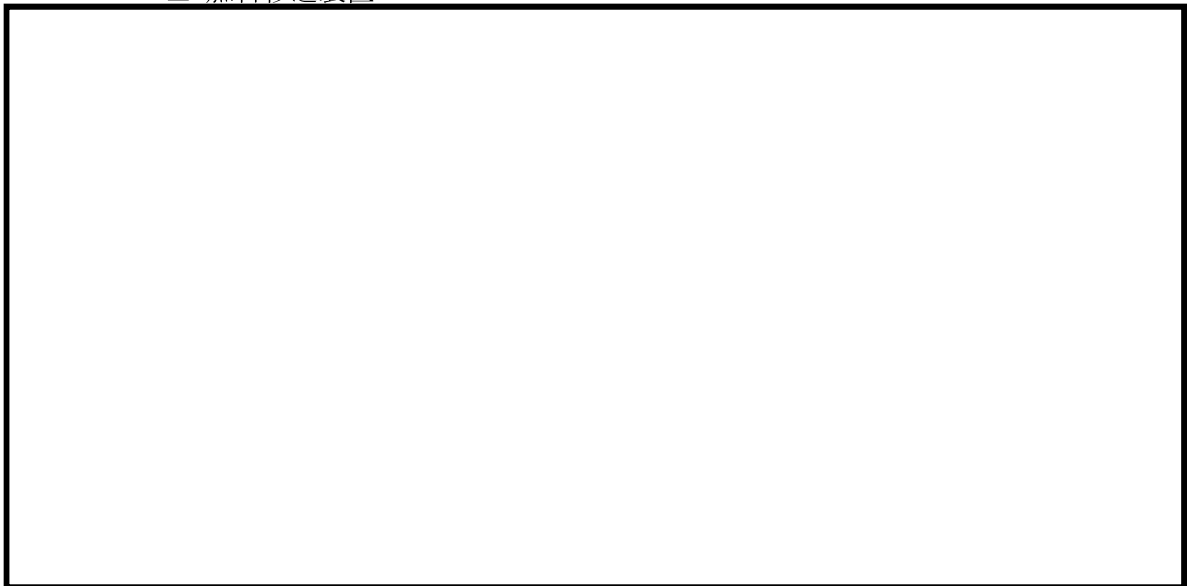


使用済燃料ピットエリア



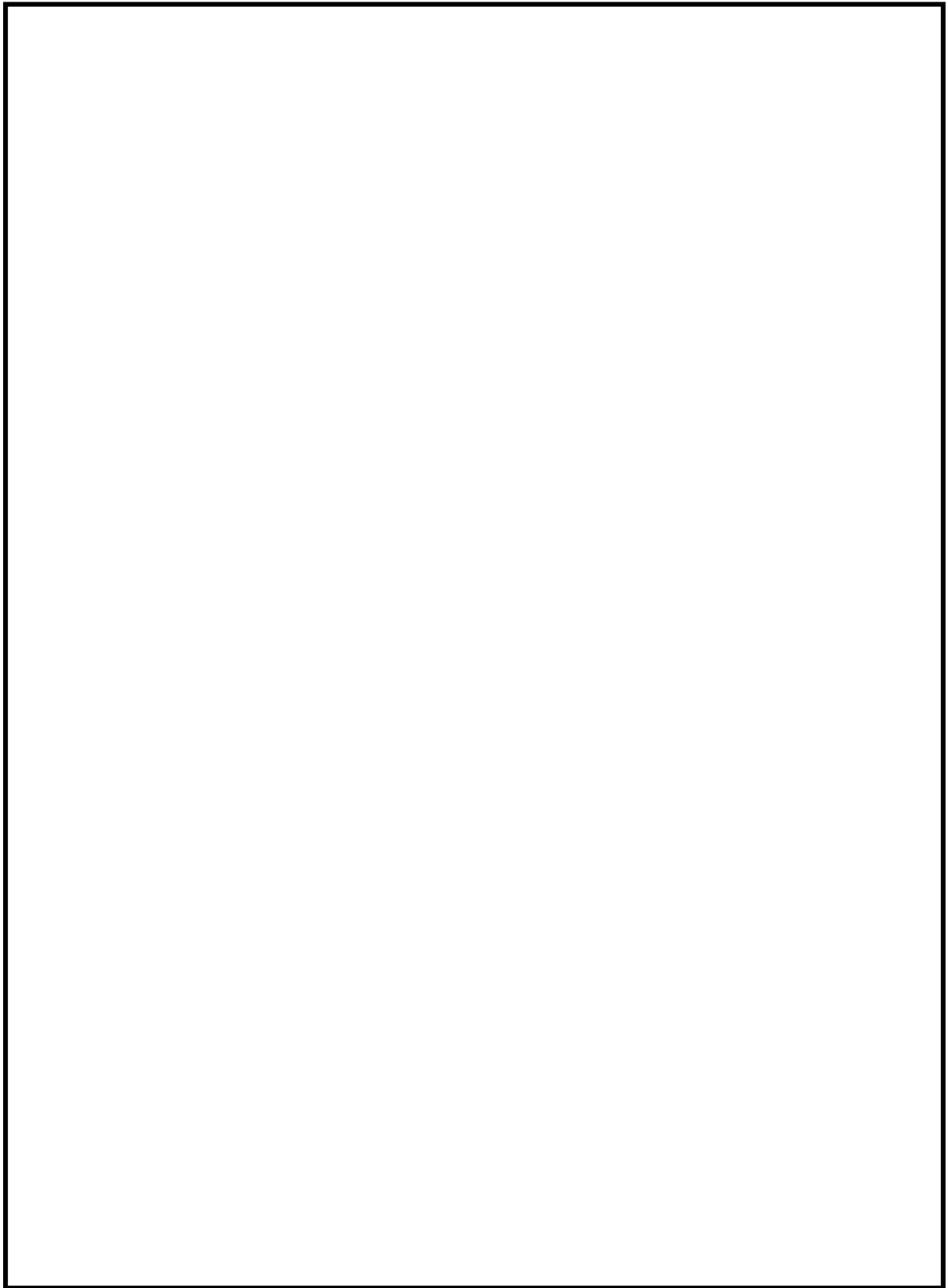
新燃料貯蔵庫エリア

主要設備：a 補助建屋クレーン電源盤 b 管理区域照明変圧器 c 新燃料ラック
d 新燃料エレベータ e 燃料外観検査装置（水中テレビ装置）
f 燃料移送装置



第 3-8-2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況（1/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-8-2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況 (2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・8・2 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計

3・8・1 項で大別した①、②それぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 使用済燃料ピットエリア

使用済燃料ピットエリアは、一般エリアとして火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置できるため、天井高さを考慮し、アナログ式の煙感知器とアナログ式でない炎感知器を設置する設計とする。

(2) 新燃料貯蔵庫エリア

イ. 設置する感知器等

高天井エリアの環境条件等を踏まえ、使用する感知器等の検討結果を第 3・8・1 表に示す。第 3・8・1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、新燃料貯蔵庫エリアの現場施工性を考慮して、1 種類目はアナログ式でない炎感知器、2 種類目はアナログ式の煙感知器を設置する。

ロ. 感知器等の選択理由及び設置方法

新燃料貯蔵庫は天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

また、新燃料貯蔵庫エリアのうち、**新燃料貯蔵ラック内は、ラックの遮蔽壁により有効に火災の発生を感知できず、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号の 4 ハを満足するように設置することができないことから、炎感知器についても新燃料ラックが設置されている場所に対して火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。**なお、**新燃料貯蔵ラック内はラックセルが干渉物となり、感知器等の設置に適さない。**

従って、1 種類目のアナログ式でない炎感知器は、障害物等により有効に火災の発生を感知できない場所の表面を網羅的に監視できるように設置する設計とし、エリア内の床面、ピットの水面及び床面に対して消防法施行規則どおりに設置した上で、障害物となる**新燃料貯蔵ラックの上面**を網羅的に監視できるように設置することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。2 種類目のアナログ式の煙感知器は、発火源となり得る設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するとともに、火災により発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用する設計とする。当該エリア内において、火災が発生する可能

性が高い発火源となり得る設備の直上に第 3-8-3 図のように支持鋼材（グレーチングのような開口部はない）を使用して設置し、火災により発生した煙が到達する天井面である新燃料貯蔵庫エリアの天井面に設置するとともに、火災により発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。また、兼用する煙感知器は、同一火災区画内の隣接エリアである使用済燃料ピットエリアにおいて、隣接火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置するアナログ式の煙感知器とする。なお、より早期に火災を感知できるよう、自主設置としてアナログ式の熱感知器を発火源となり得る設備の直上に設置する。兼用する煙感知器と開口部との高さ方向の位置関係を第 3-8-4 図に示す。

ハ. 感知器等の選択理由及び設置方法

新燃料貯蔵庫エリアの天井高さは 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定される高さ以上であるが、エリア内の天井面へのアナログ式の煙感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、天井面に設置する設計とする。また、アナログ式の煙感知器の設置にあたっては、取付面の高さ以外は消防法施行規則第 23 条第 4 項七に準じ、梁等の配置を考慮し、75m²につき 1 個以上設置する設計とする。エリア内に設置する煙感知器と開口部との高さ方向の位置関係を第 3-8-4 図に示す。

二. 設計基準を満足できる理由

新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等は設置されていないが、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されている。放射性物質が漏えいした場合でも、建屋をバウンダリとした当該火災区画外にある廃液処理系統及び換気空調系統により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設が当該エリア内にはないこと、並びに重大事故等対処施設が設置されている同一火災区画内の隣接エリアは火災感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計としていることから、同一火災区画内において重大事故等の対処に必要な機能を確保することが可能である。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につながり、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していること

評価する。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、補助建屋クレーン電源盤及び管理区域照明変圧器が該当する。

上記の設備以外で当該エリアに設置している主要な設備は、第3-8-2図に示すとおり、新燃料ラック、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）、燃料移送装置及び補助建屋クレーンがあるが、以下のとおり発火源ではない整理としている。

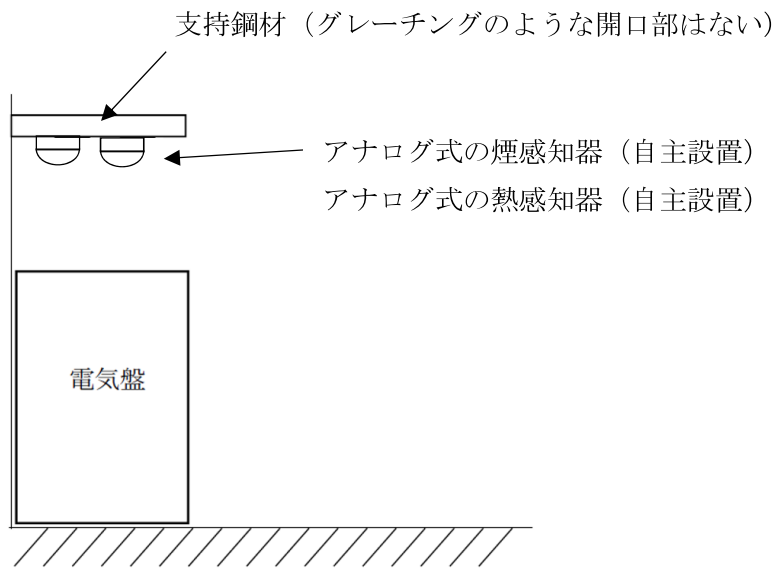
新燃料ラックは不燃物に該当し、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）及び燃料移送装置は使用時以外は通電していない（電源断としている）ため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及び作業者が配置されているため、万一火災が発生したとしても早期に発見が可能である。また、補助建屋クレーン本体は同エリア上部の天井付近に設置されているが、使用時以外は通電していない（電源断としている）ため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及びクレーン操作者等が配置されているため、万一火災が発生したとしても、早期に発見が可能である。

第3-8-1表 新燃料貯蔵庫エリアにおける感知器の選定

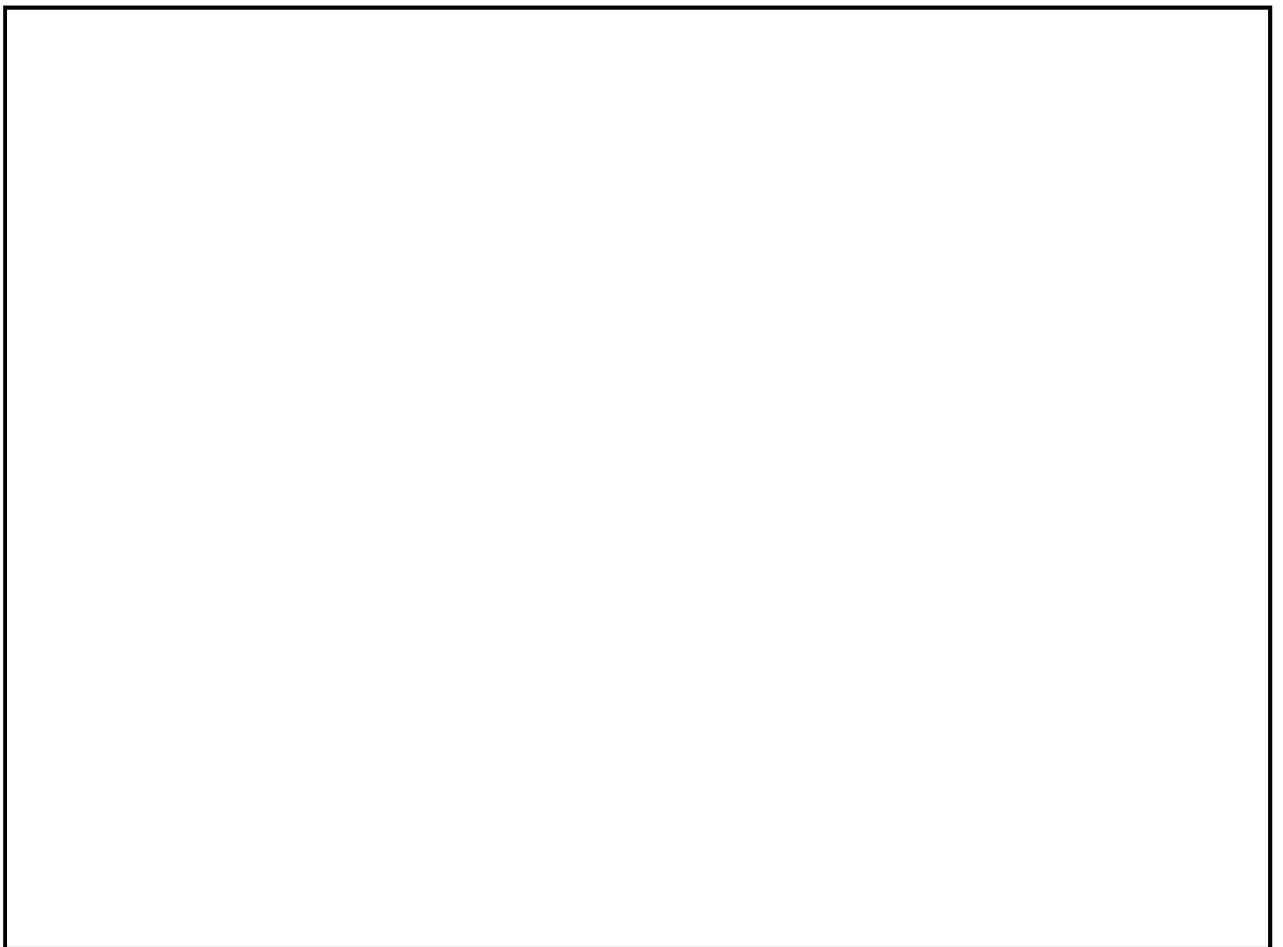
感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類	感知方式	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
環境条件の考慮 (故障の防止)	環境条件の考慮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	取付面高、遮蔽、湿度、空気清浄の考慮 (感知性の確保)	△	△	△	△	○	△	△	△	△	○
設置適合性 (喫煙進行抑制)(適合性あり)	喫煙の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	総煙性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置項目	電線の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境施工性 (総煙性の確保に必要な施工の成立性)	環境施工性	○	○	△	△	△	○	○	△	△	△
	総煙性の確保に必要な施工の成立性	○	○	△	△	△	○	○	△	△	△
評価	各感知方式で使用する火災感知器	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※・環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器を他の熱感知器を他の熱感知器より優先使用
環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の煙感知器を他の煙感知器を他の煙感知器より優先使用



第 3-8-3 図 感知器設置イメージ



第 3-8-4 図 隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置又は兼用する煙感知器の配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-8-3 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画の放射性物質の放出防止機能について

当該エリアを含む火災区画において、放射性物質を貯蔵する機器等が火災の影響を受け、その機能を喪失した場合においても、以下の系統により建屋をバウンダリとして管理区域外への放射性物質の放出を防止することができる。

(1) 廃液処理系統

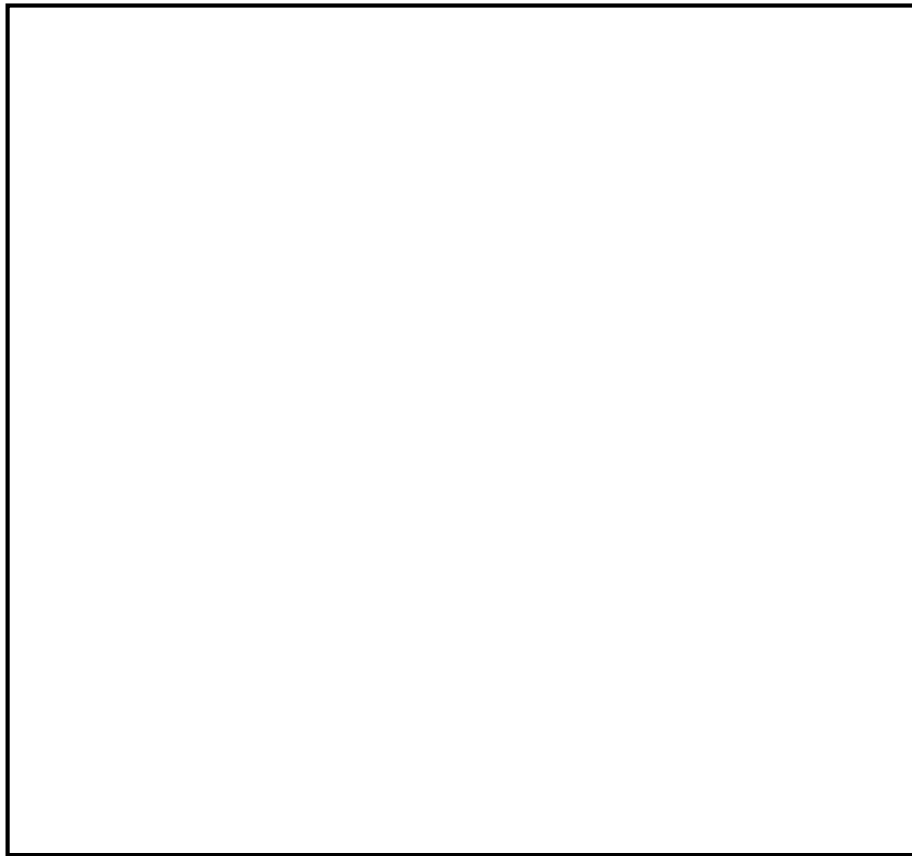
使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画における廃液処理系統は、主要な機器として補助建屋サンプタンク及び補助建屋サンプポンプにて構成されるドレンサンプ排水関係の系統である。当該系統の系統図を第 3-8-5 図にて示す。

補助建屋サンプタンク及び補助建屋サンプポンプは、第 3-8-6 図のとおり、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画（1号機：、2号機：）とは別の火災区画（1号機：、2号機：）に設置されていることから、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画内で火災が発生したとしても、火災区画内で火災の影響を限定することができれば、火災によりその機能を喪失することはない。



第 3-8-5 図 系統図（廃液処理系統 一部）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



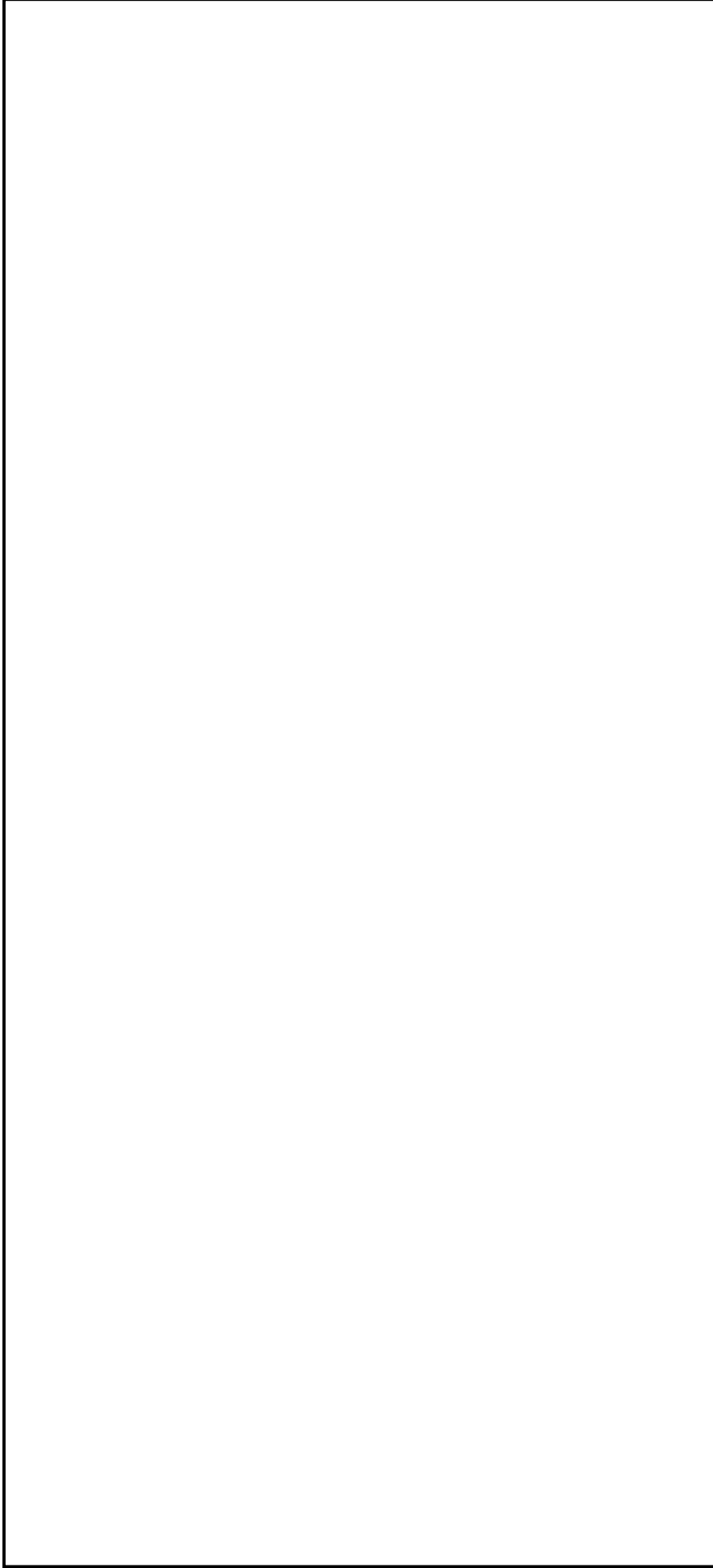
第 3-8-6 図 廃液処理系統（補助建屋サンプリング関係）配置図（1号機）

(2) 換気空調系統

使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画における換気空調系統は、主要な機器として補助建屋送気ファン及び補助建屋排気ファンにて構成される換気空調の系統である。当該系統の系統図を第 3-8-7 図に示す。

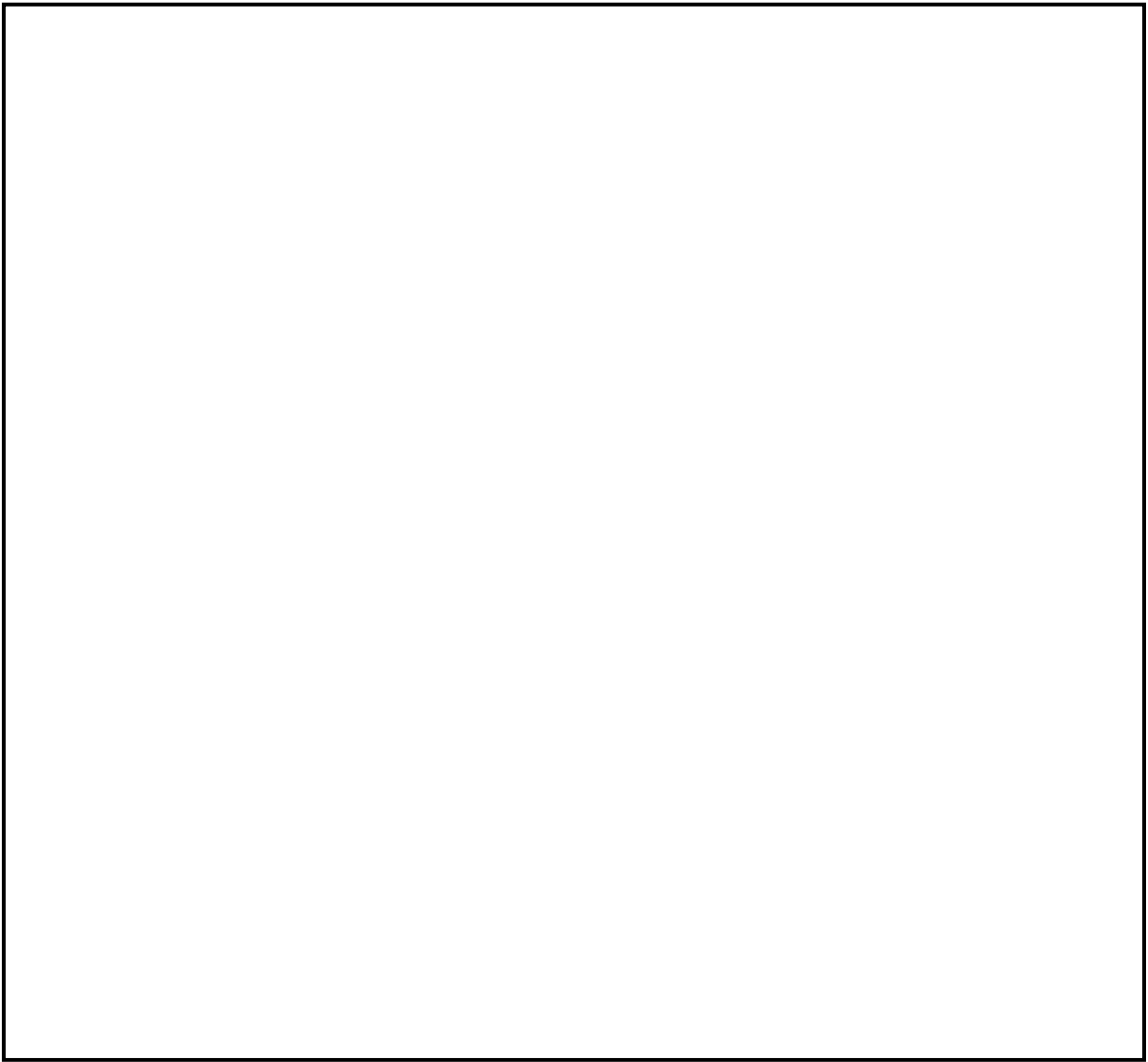
補助建屋送気ファン及び補助建屋排気ファンは、第 3-8-8 図のとおり、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画（1号機：□、2号機：□）とは別の火災区画（1号機：□、2号機：□）に設置されていることから、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画内で火災が発生したとしても、火災区画内で火災の影響を限定することができれば、火災によりその機能を喪失することはない。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3・8・7 図 系統図（換気空調系統 一部）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-8-8 図 換気空調系統（原子炉補助建屋給排気関係）配置図（1号機）

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-9 水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器設計について

本資料は、水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器の設計について、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう火災感知器を設置する設計について説明するものである。

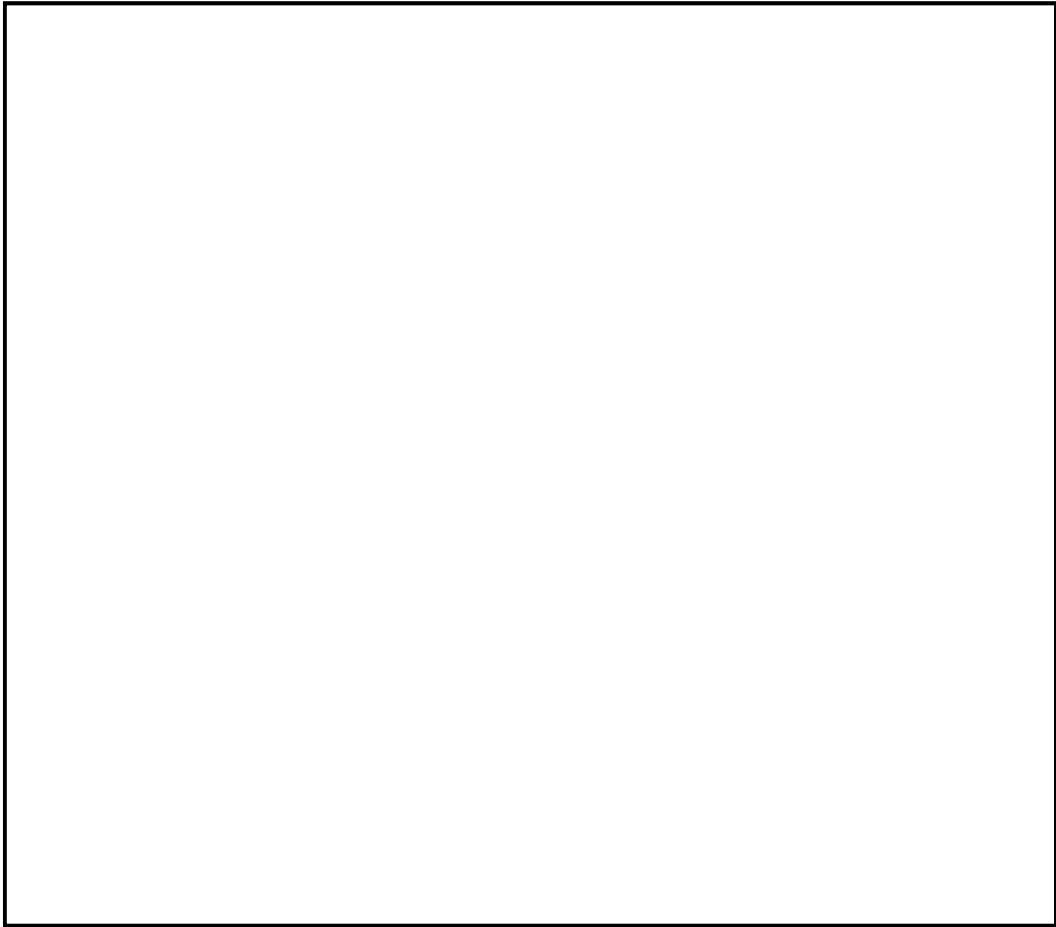
3-9-1 水蒸気が多量に滞留するエリアの概要

火災区域内において水蒸気が多量に滞留するエリアは、管理区域への出入管理エリア付近で除染等の都度使用するシャワー室が該当し、人が常駐するエリアではない。

シャワー室は、当初、昭和 44 年 7 月 7 日消防予第 190 号に基づき感知器を設置しない方針としていたが、無窓階に該当するため設置に必要であることを確認したため、感知器を設置することとした。

シャワー室（中間建屋）は、隣接エリアとコンクリート壁で区切られており、入口扉は常時閉止している。また、天井は梁等がない構造となっており、浴室上部に建屋空調の換気口があり、出入管理室排気ファンにより 24 時間連続換気となっている。第 3-9-1 図にシャワー室配置図及び換気空調系統図（中間建屋）、第 3-9-2 図に現場状況（写真）を示す。

シャワー室（固化処理建屋）は、隣接エリアとコンクリート壁で区切られており、入口扉は常時開放している。また、天井は梁等がない構造となっている。第 3-9-3 図にシャワー室配置図（固化処理建屋）、第 3-9-4 図に現場状況（写真）を示す。



第 3-9-1 図 シャワー室配置図及び換気空調系統図（中間建屋）

<シャワー室（中間建屋）>



第 3-9-2 図 シャワー室配置図及び現場状況

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-9-3 図 シャワー室配置図（固化処理建屋）

<シャワー室（固化処理建屋）>



第 3-9-4 図 シャワー室配置図及び現場状況

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-9-2 水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器設計

(1) 火災感知器の選定

水蒸気が多量に滞留するエリアで使用する火災感知器の検討結果を第 3-9-1 表に示す。シャワー室は、水蒸気が多量に滞留するエリアであり、1 種類目の火災感知器は消防法施行規則第 23 条 4 項に従い、水蒸気が多量に滞留する環境下でも使用可能なアナログ式の防水型の熱感知器を使用し、2 種類目の火災感知器についてはアナログ式の煙感知器を使用する設計とする。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目の火災感知器としてアナログ式の防水型の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に従いシャワー室内に設置するが、2 種類目の火災感知器については、シャワー室は水蒸気が多量に滞留する場所であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号二及びホにより、熱感知器以外の火災感知器を設置することは適切でないことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

このため、換気空調設備の停止又は火災の規模拡大に伴い、シャワー室入口扉の隙間又はガラリ部から外に煙が流出する状況を踏まえ、火災によって発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用する設計とし、火災により発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接するエリアである出入管理エリアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用することにより火災を感知し、設計基準②を満足するよう設置する設計とする。

なお、設計基準②の確保に必須ではないが、シャワー室内(中間建屋)は出入管理室排気ファンにより 24 時間連続換気となっており、シャワー室入口扉外側に流出する煙の量が少ないことを考慮し、シャワー室で発生した火災をより早期に感知できるよう、水蒸気の影響を受けないシャワー室入口扉外側にアナログ式の煙感知器を自主設置する設計とする。また、シャワー室(固化処理建屋)においてもシャワー室で発生した火災をより早期に感知できるよう、水蒸気の影響を受けないシャワー室入口扉外側にアナログ式の煙感知器を自主設置する設計とする。

第3・9・1表 水蒸気が多量に滞留するエリアにおける感知器の選定

感知方式	熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)		空気吸引式の煙検出装置
火災感知器種類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
基準適合性 (消防施行規則への適合性含む)	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	環境条件の考慮	○	○	○	○	○	○	○	○	○
関連項目	取付面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価	網羅性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価	各感知方式で使用する火災感知器	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価		×	×	×	×	×	×	×	×	×

※:アナログ式の熱感知器は、アナログ式でない熱感知器より優先使用

(3) 設計基準を満足できる理由

シャワー室と同一火災区画内には、火災防護上重要な機器等は設置されていない。
また、シャワー室で火災が発生した場合は、熱についてはシャワー室の熱感知器にて火災を早期に感知でき、煙についてはシャワー室入口扉が常時閉止状態で、室内の換気口は24時間連続運転している建屋の換気空調設備に接続されているため、換気口から排気筒を通じて外部に排出される。さらに、換気空調設備の停止又は火災規模拡大に伴い、通常時は吸気口となっているシャワー室入口扉の隙間又はガラリ部から外に煙が流出する状況となることから、同一火災区画内の隣接するエリアである出入管理エリアに設置する煙感知器を兼用することで火災を感知することが可能である

シャワー室を含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につなげ、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができる。また、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができることから、設計基準②を満足していると評価する。。

なお、設計基準②を満足するために必須ではないが、シャワー室入口扉の外側にアナログ式の煙感知器を設置する設計については、シャワー室入口扉外側に流出する煙の量が少ないことを考慮すると、より早期に火災を感知する効果が期待できる。