

高浜発電所第３，４号機  
火災感知器増設に係る  
設計及び工事計画認可申請

補足説明資料  
(抜粋)

２０２２年９月  
関西電力株式会社

<目次>

1. 火災感知器の性能に係るもの
  - 1-1 アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式でない炎感知器及びアナログ式でない熱感知器について
  - 1-2 アナログ式でない防爆型の炎感知器について
  - 1-3 熱サーモカメラ、アナログ式でない防水型の炎感知器について
  - 1-4 感知器と同等の機能を有する機器の環境性能について
  
2. 火災感知器の配置に係るもの
  - 2-1 火災区域又は火災区画の火災感知器の設置個数について
  - 2-2 火災区域又は火災区画の火災感知器の配置図について
  - 2-3 火災感知器の配置設計における消防設備士の確認項目について
  - 2-4 火災感知器の配置設計における関西電力と協力会社の責任分担及び消防設備士関与の品質プロセスについて
  
3. 消防法施行規則の設置条件と異なる感知設計に係るもの
  - 3-1 火災区域・区画の特性に応じた感知設計について
  - 3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について
  - 3-3 燃料油貯蔵タンク及び重油タンクエリアの火災感知器設計について
  - 3-4 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計について
  - 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
  - 3-6 海水ポンプ室の火災感知器設計について
  - 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
  - 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
  - 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
  - 3-10 使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアの火災感知器設計について
  - 3-11 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計に関する実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則への適合性について
  
4. 火災受信機盤に係るもの
  - 4-1 火災受信機盤の機能について
  
5. その他
  - 5-1 本設計及び工事計画の申請範囲について
  - 5-2 条文整理表について
  - 5-3 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

5-4 火災感知設備増設における「工事の方法」の該当箇所について

5-5 火災感知設備の耐震性について

参考資料-1 火災感知設備の技術基準規則上の整理について

参考資料-2 感知区画の定義について

### 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

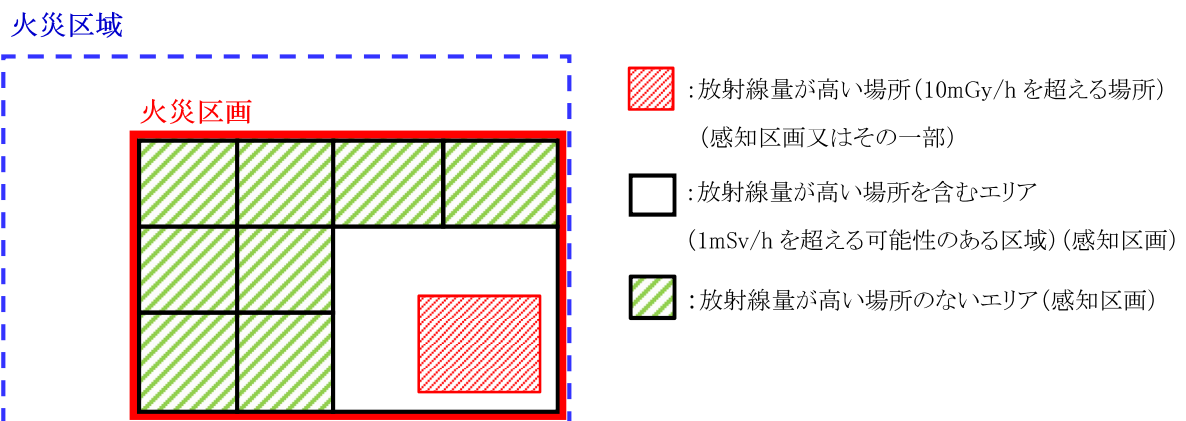
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器（以下、感知器等という。）を設計するにあたり、放射線量が高い場所に設置する感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた感知器等の選定、感知器等の設置場所における干渉物の観点並びに感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくの観点から現場施工の成立性を考慮した感知器等の選択、火災防護審査基準 2.2.1②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置する設計について、設計のプロセスを説明するものである。

#### 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の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再生熱交換器室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室、⑲再生熱イオン交換器室及び⑳廃棄物処理建屋の制御室エリアが該当する。

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に設置可能な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"><li>1. 1 時間あたり <math>3 \times 10^{-4}</math>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。</li><li>2. 40 年分の吸収線量は 105.12Gy となる。試験は短時間でを行うため、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。</li><li>3. 線源を Co60 (<math>\gamma</math> 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。</li></ol>
試験結果	<ol style="list-style-type: none"><li>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。</li><li>2. 40 年相当の線量照射時、各感知器共故障した。</li><li>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。</li></ol>

試験で使用した線源である Co60 ( $\gamma$  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 ( $\gamma$  線) を線源として試験を実施していることは妥当である。

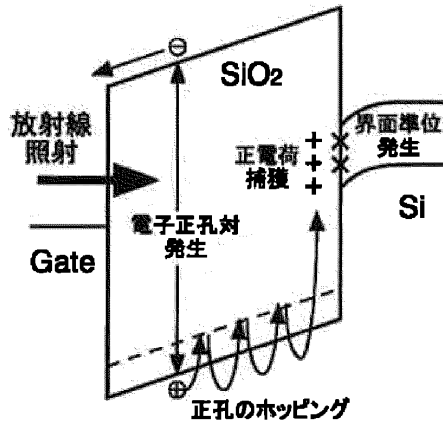
実機プラントにおける感知器の故障実績及び上記の試験結果から、 $\gamma$  線の影響がある場所に設置するアナログ式の感知器は、約 100Gy の吸収線量で故障すると判断した。

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

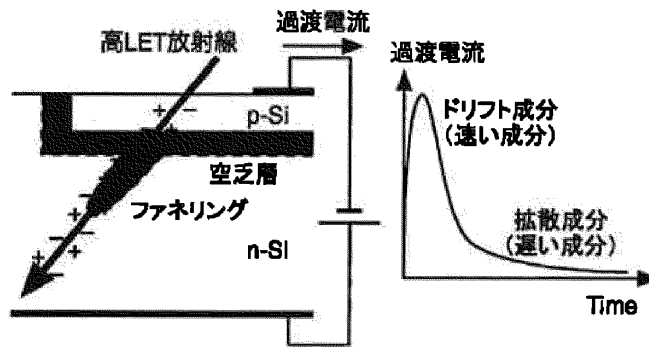
ハ. 文献調査結果

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  $\gamma$  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

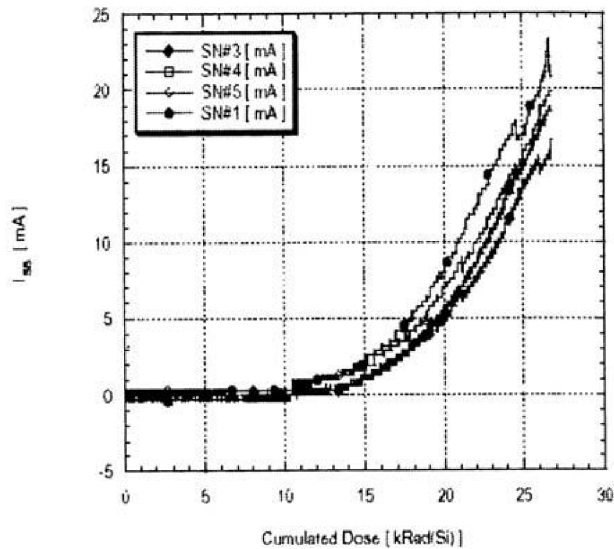


第 3-5-2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



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

$\gamma$  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。<sup>※3</sup> 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  $\gamma$  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  $\approx 1$  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感知器等の選択

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. 火災防護審査要求事項を踏まえた感知器等の選択

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感知器等の選択方法

火災防護審査基準	要求事項	感知器等の選択方法
<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"> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> <li>・ <u>誤作動の防止</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <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></li> <li>・ 基準適合の観点から、環境条件の考慮として<u>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。</li> </ul>
<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"> <li>・ 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></li> <li>・ 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></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> </ul>
<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"> <li>・ 非常用<u>電源の確保</u></li> </ul>	
<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"> <li>・ 中央制御室での<u>監視</u></li> </ul>	

第3-5-2-4表 アナログ式の感知器以外の感知器等の比較評価 (1/3)

・天井高さが床面から8m未満の放射線量が高い場所で使用可能な感知器等の検討結果

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)	光高分離型煙感知器(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
設置場所 (設置場所は原則として天井面) 設置高さ (設置高さは原則として2m以下)	放射線の考慮(故障の防止)	○	○	○	×	×	○	×
	取付面高さ、温度、湿度、蒸気、湿度等の考慮(感知性能の確保)	○	○	○	○	×	○	×
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○
	設置性能の確保	○	○	○	○	×	○	×
	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性(設置性能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	○	△	△	×	×	△	×

○：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ケーブル、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感知器等の比較評価 (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で使用可能な感知器等の検討結果

感知方式	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)	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 (非箱型)	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	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	×	○	○	×
	環境条件の考慮	△	△	○	×	△	×
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○
設置項目	取付面高さ、遮塵、遮塵、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	△	△	○	×	△	×
	経路性の確保 (必要ない)	○	○	○	○	○	○
	電線の確保	○	○	○	○	○	○
評価	取付面高さ、遮塵、遮塵、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	△	△	○	×	△	×
	経路性の確保 (必要ない)	○	○	○	○	○	○

○：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ケーブル、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感知器等の比較評価 (3/3)

・天井高さが床面から20m以上の放射線量が高い場所で使用する感知器等の検討結果

感知方式	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	
火災感知器種類	○	○	○	○	○	○	○	○
		△	△	△	△	△	△	△
環境条件の考慮	○	○	○	○	○	○	○	○
放射線の考慮 (取遣の停止)	○	○	○	○	○	○	○	○
取付面積、温度、湿度、空気流等の考慮 (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	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (信頼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

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバーケーブル、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感知器等の選択結果(1/2)

・ 1種類目の感知器等の選択結果

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未満で放射線量が低い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ8m以上の空間内におけるグレージングの有無 (○：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*	・グレー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を使い分け
④再生熱交換器室	○	○	○	-	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
⑤⑧⑩各フィルタ室 (高線量)	○	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑥⑦⑨⑫⑬各フィルタ室	○	○	×	-	アナログ式の熱	
⑭各脱塩塔室 (高線量)	○	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑮⑯各脱塩塔室	○	○	×	-	アナログ式の熱	
⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア	○	○	○	-	アナログ式の熱	

※：原子炉格納容器ループ室は天井高さが14.3mで差動分布型熱感知器が使用できるが、大部分がグレージングであることを考慮し、アナログ式でない熱感知器を選択

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感知器等の選択結果(2/2)

・2種類目の感知器等の選択結果

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未満で放射線量が低い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ20m以上の空間内におけるレーザーチングの有無 (○：有、×：無)	2種類目の 火災感知器の選定	備考
	20m未満	20m以上				
①原子炉格納容器レーブ室		○	×	○	アナログ式の煙	・レーザーチ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	○		○	×	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再生熱交換器室	○		○	-	アナログ式の煙	・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
⑤⑧⑩各フィルタ室（高線量）	○		×	-	空気吸引式の煙	
⑥⑦⑨⑪⑫各フィルタ室	○		×	-	アナログ式の煙	
⑬各脱塩塔室（高線量）	○		×	-	空気吸引式の煙	
⑭⑮各脱塩塔室	○		×	-	アナログ式の煙	
⑯廃棄物処理建屋の制御室エリア	○		○	-	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感知器等を設置するにあたり、各エリアの干渉物の状況を整理し、干渉物の観点から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）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再生熱交換器室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰再生熱イオン交換器室及び⑳廃棄物処理建屋の制御室エリアは、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) エリア内の放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）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廃液フィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔及び⑱冷却材混床式脱塩塔室は、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

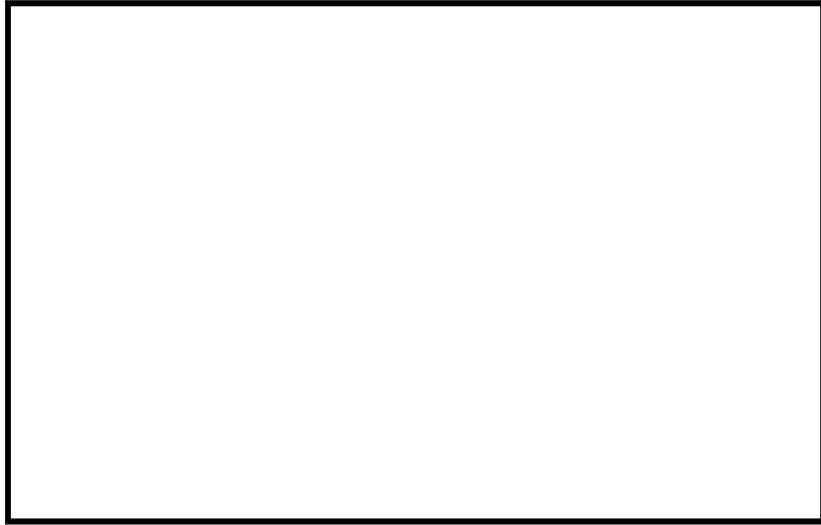
インコアモニタチェス室にはシンプル配管、原子炉下部キャビティ水位計及び電線管、照明及び照明用電線管が設置されている。また、高放射線の影響を防止するため、インコアモニタチェス室の周りは厚さ約 900mm のコンクリート壁が設置されている。

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無い。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 シンプル配管上面図及び断面図

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) 「火災感知器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) 「火災感知器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

- 火災感知器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(3号機)	約 380
2020年度 高浜発電所年間線量(4号機)	約 640
3号機第24回定検(2020.1.6～2021.4.25)	約 850
4号機第23回定検(2020.10.7～2021.5.13)	約 620

(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。

- ・ 火災感知器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。
- ・ 火災感知器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"> <li>・作業に係る被ばく線量を検討した結果、(以下、「被ばくの観点」という。)定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
②加圧器室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
③インコアモニタチェス室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>
④再生熱交換器室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
⑤～⑭各フィルタ室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・線源である各フィルタ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</li> </ul>
⑮～⑲各塩塔室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。</li> </ul>

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廃液フィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔室及び⑱冷却材混床式脱塩塔室については、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。

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。

- ・⑤～⑭各フィルタ室、⑮～⑲各塩塔室では、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及び⑤～⑩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インコモニタチェイス室 <sup>※2</sup>	1	2	-	0	3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
⑤～⑦各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑧～⑩各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑪～⑬各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑭～⑯各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑰各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑱各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑲各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							

【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インコモニタチェイス室 <sup>※2</sup>	1	2	-	0	3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
⑤～⑦各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑧～⑩各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑪～⑬各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑭～⑯各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑰各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑱各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							
⑲各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	-	0	2							

※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)

試算の結果、作業員の被ばく線量が1mSv/日を超過せず、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(3号機 約380人・mSv、4号機 約640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 20 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	1 次冷却材ポンプ、蒸気発生器, 1 次冷却材高温側温度 (広域) 検出器等
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	331.9

##### 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給気ファン、格納容器排気ファンによって、原子炉格納容器ループ室内にあるダクト及びエリア入口を經由して給排気される。

また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンにより原子炉格納容器内で空気は循環しており、給気ダクトにより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（広域）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、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。

#### 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(広域)検出器等がある。

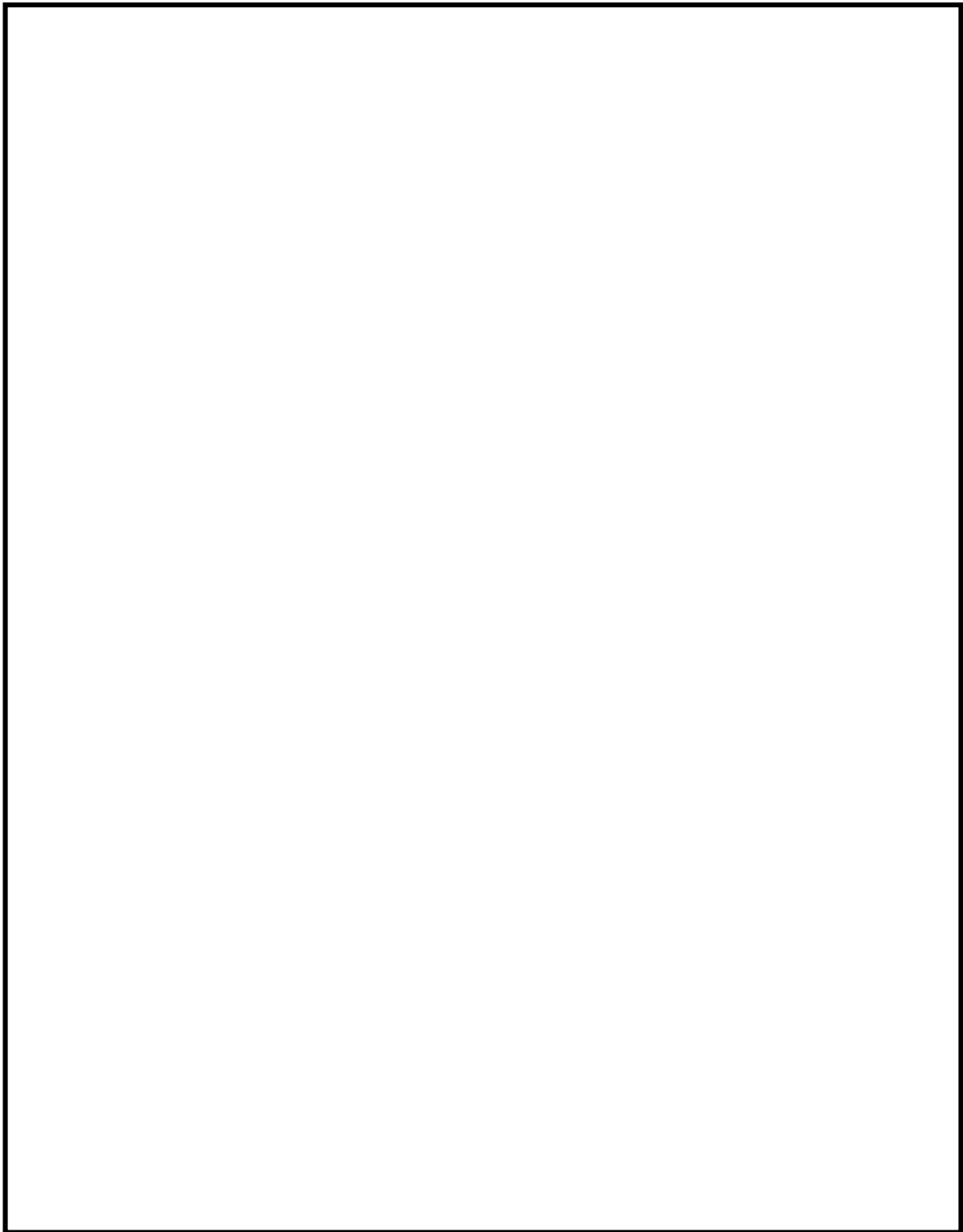
当該エリア内で万一火災が発生した場合、火災による熱及び煙は循環ファンからの給気によって攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されているため空気温度及び煙濃度は均一になりながら上昇すること、並びに、給気ファンによる気流は原子炉格納容器内で循環する設計となっており、火災の継続とともにエリア内の空気温度及び煙濃度は全体的に高まっていくことを考慮して、エリア内全域にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低い場所に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することで火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

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・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

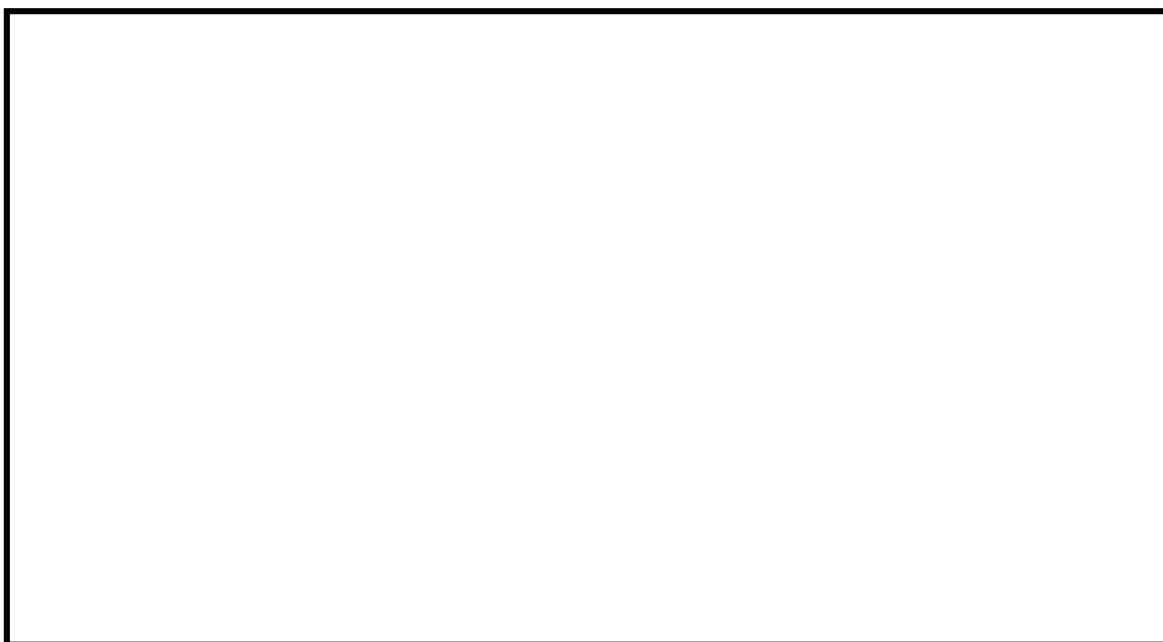
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 5
エリア内機器	加圧器逃がし弁等
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	31.8

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給気ファンによって、加圧器室内にある給気ダクト及びエリア入り口を經由して給気される。

また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンにより原子炉格納容器内で空気は循環しており、給気ダクトにより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。

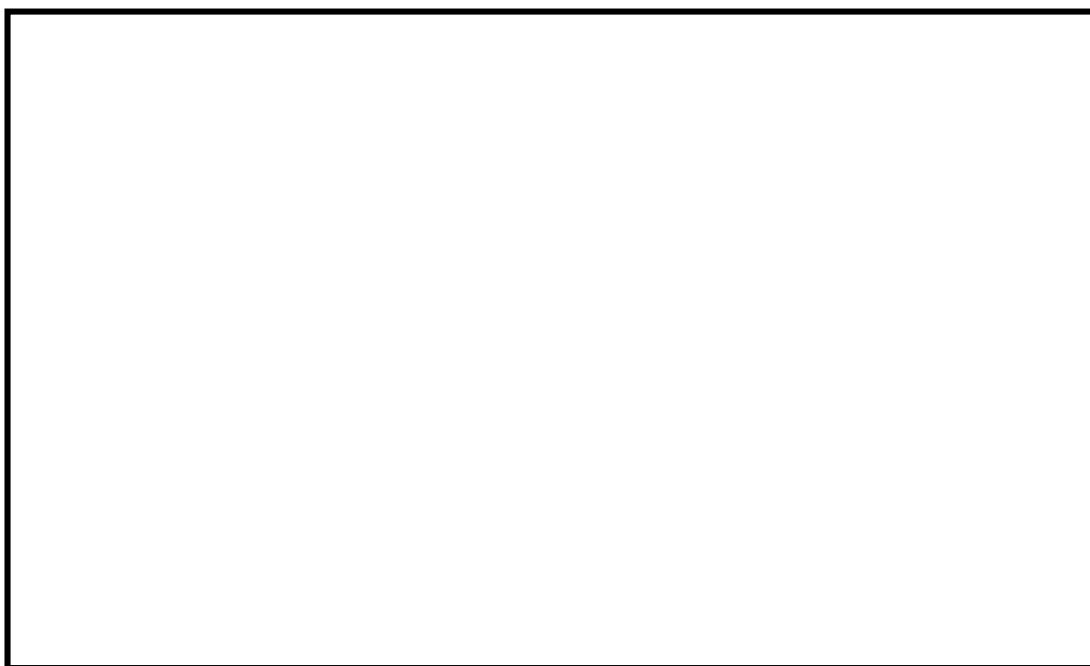


第 3-5-5-2-1 図 加圧器室の空気の流れ

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置する。**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**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、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、エリア内上層の 10mGy/h 以下の場所に設置する設計とする。

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、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、アナログ式の煙感知器は消防法施行規則通りに設置する。

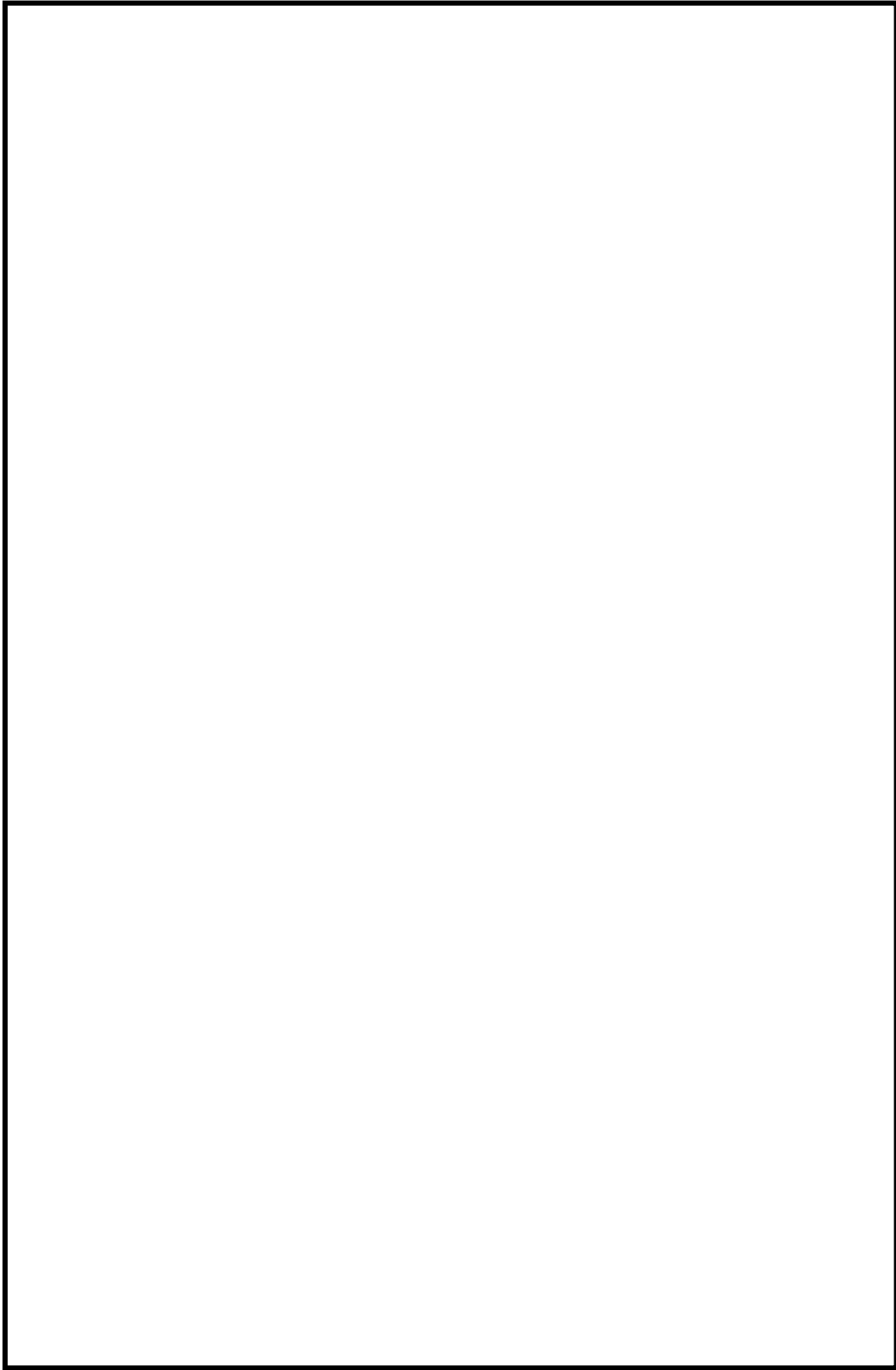
また、第 3-5-5-2-3 図に加圧器室での火災発生時の空気の流れを示す。

ヘ. 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、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、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

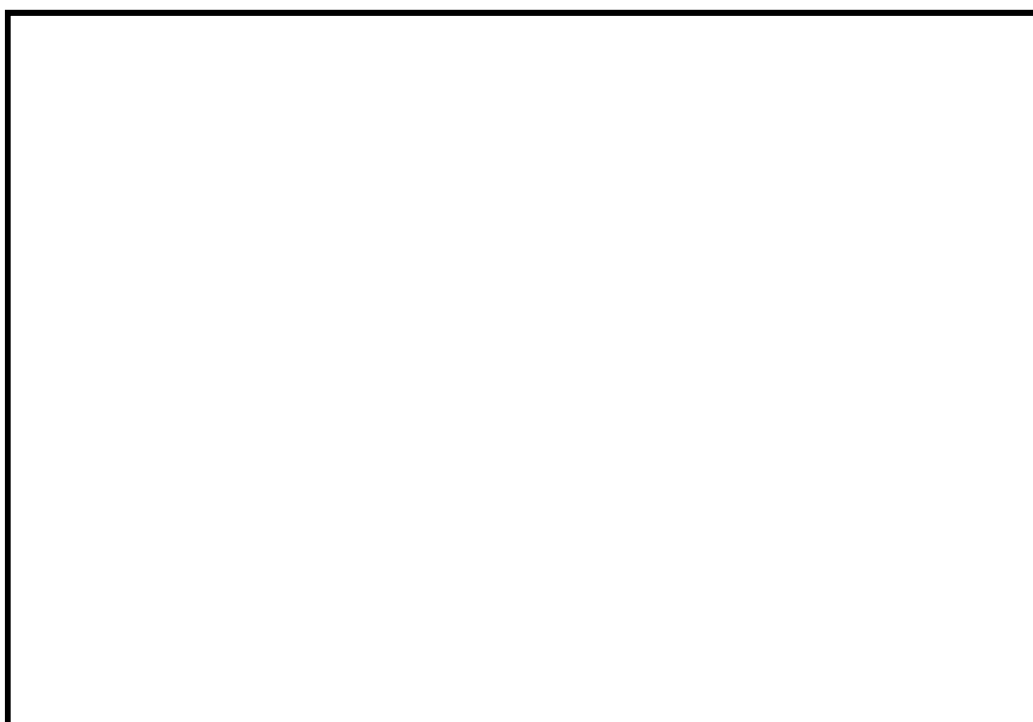
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	シンブルチューブ、水位計、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	49.5
火災荷重 (MJ)	174.7 (恒設機器、照明 7 台)
等価火災時間 (h)	0.004 (約 15s)

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容器室冷却ファンにて、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

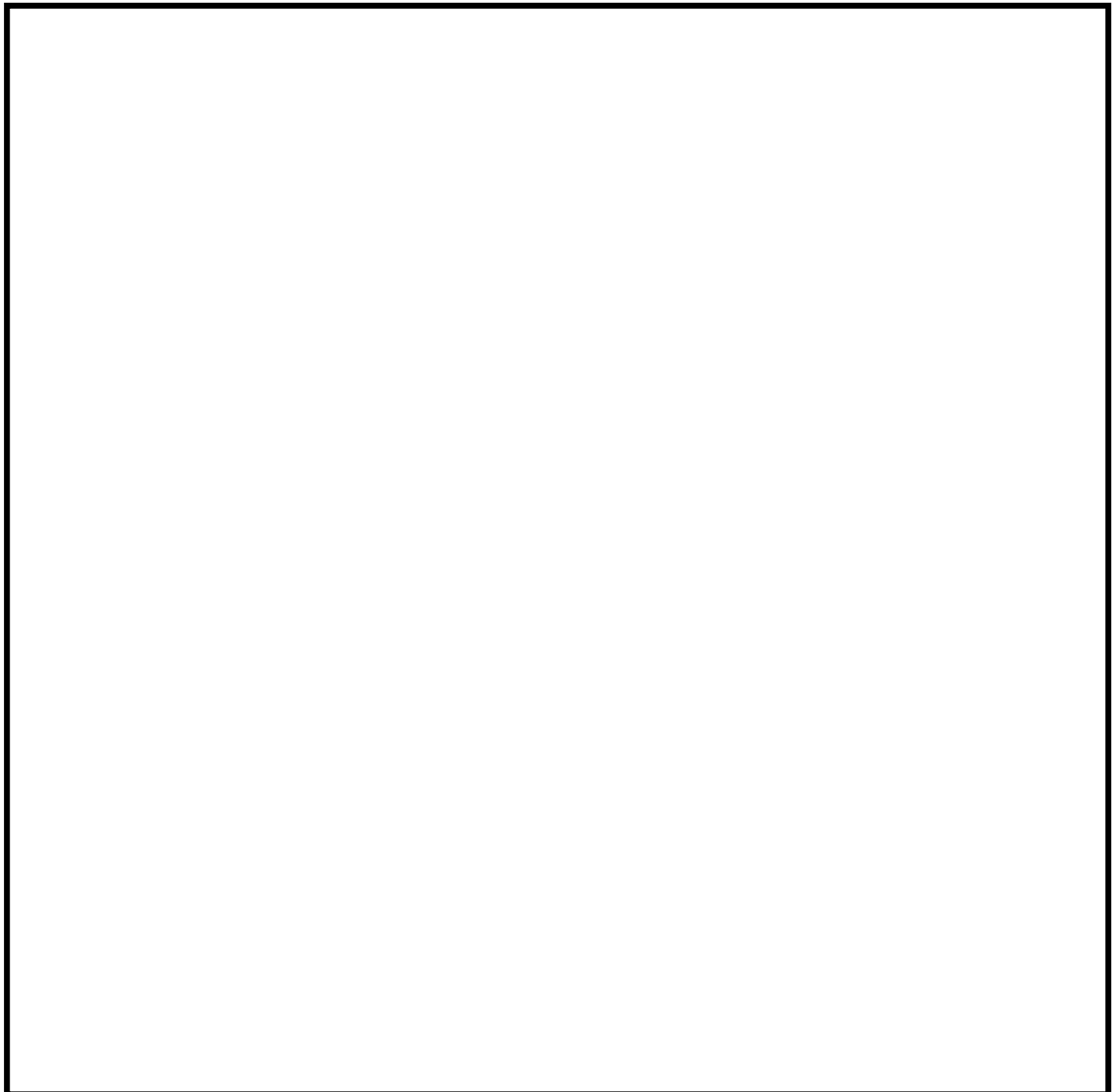
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 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、原子炉容器室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、空気の流路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、原子炉容器室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、原子炉容器室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、原子炉容器室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。

第 3-5-5-3-2 図に感知器配置図を示す。



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

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、金属製のシングルチューブ、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、化学体積制御系統、余熱除去系統、プロセス監視計器、原子炉停止系、原子炉安全保護系のケーブル等が存在する。

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。

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。

へ. 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。

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。

(4) ④再生熱交換器室

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	再生熱交換器、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	11.7

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 再生熱交換器室の感知器配置図

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である再生熱交換器が存在する。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、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。

## 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には、原子炉の安全停止に必要な機器等として再生熱交換器があり、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廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室及び⑭封水注入フィルタ室

イ. 環境条件

・ 廃液フィルタ室

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 <sup>2</sup> )	3.6

・ ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室

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 <sup>2</sup> )	3.6

・ 使用済みスルースフィルタ室

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 <sup>2</sup> )	3.6

・ 原子炉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 <sup>2</sup> )	3.6

・ 使用済燃料ピットスキマフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1.95
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ 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 <sup>2</sup> )	3.6

・ 冷却材脱塩塔入口フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	89
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9



・冷却材フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	28
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・封水フィルタ

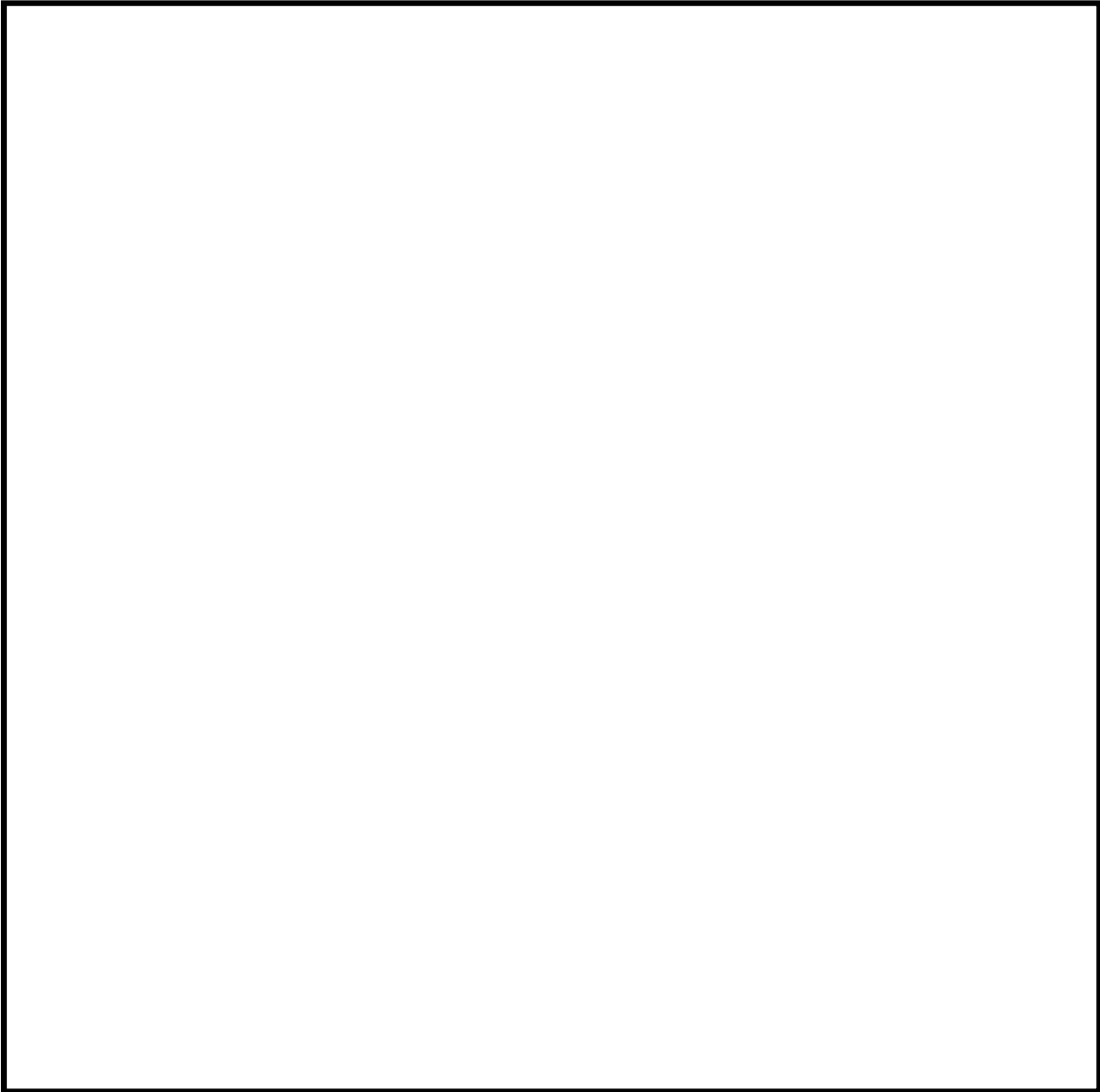
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・封水注入フィルタ

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 <sup>2</sup> )	3.6

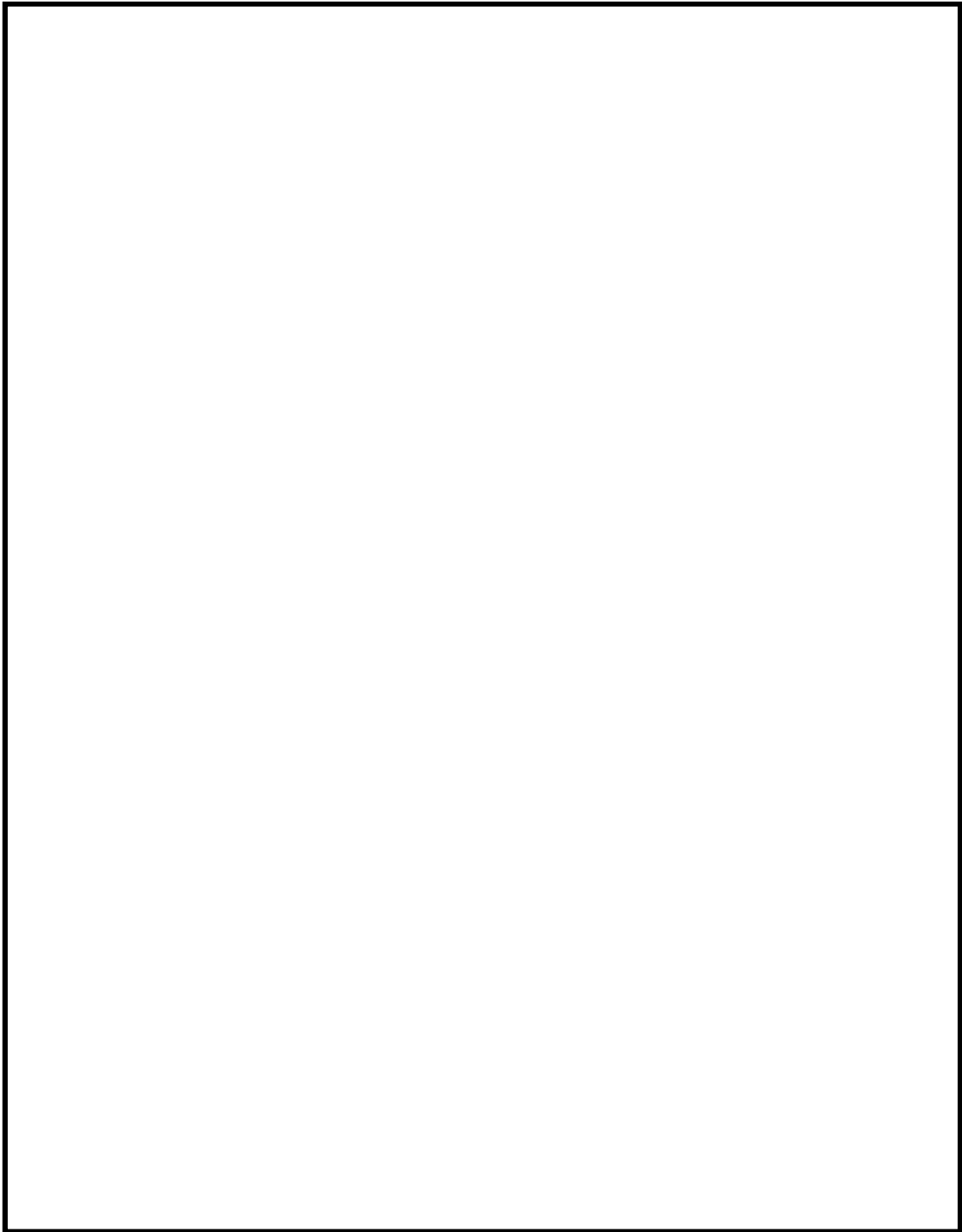
ロ. 開口部を考慮した火災時の熱及び煙の流れ

放射線量が高い各フィルタ室は、第 3-5-5-5-1 図、第 3-5-5-5-2 図に示すとおり排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流（煙及び熱）が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に流出することが想定できる。



第 3-5-5-1 図 火災時の各フィルタ室の熱及び煙の流れ（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 3-5-5-2 図 火災時の各フィルタ室の熱及び煙の流れ（断面図）

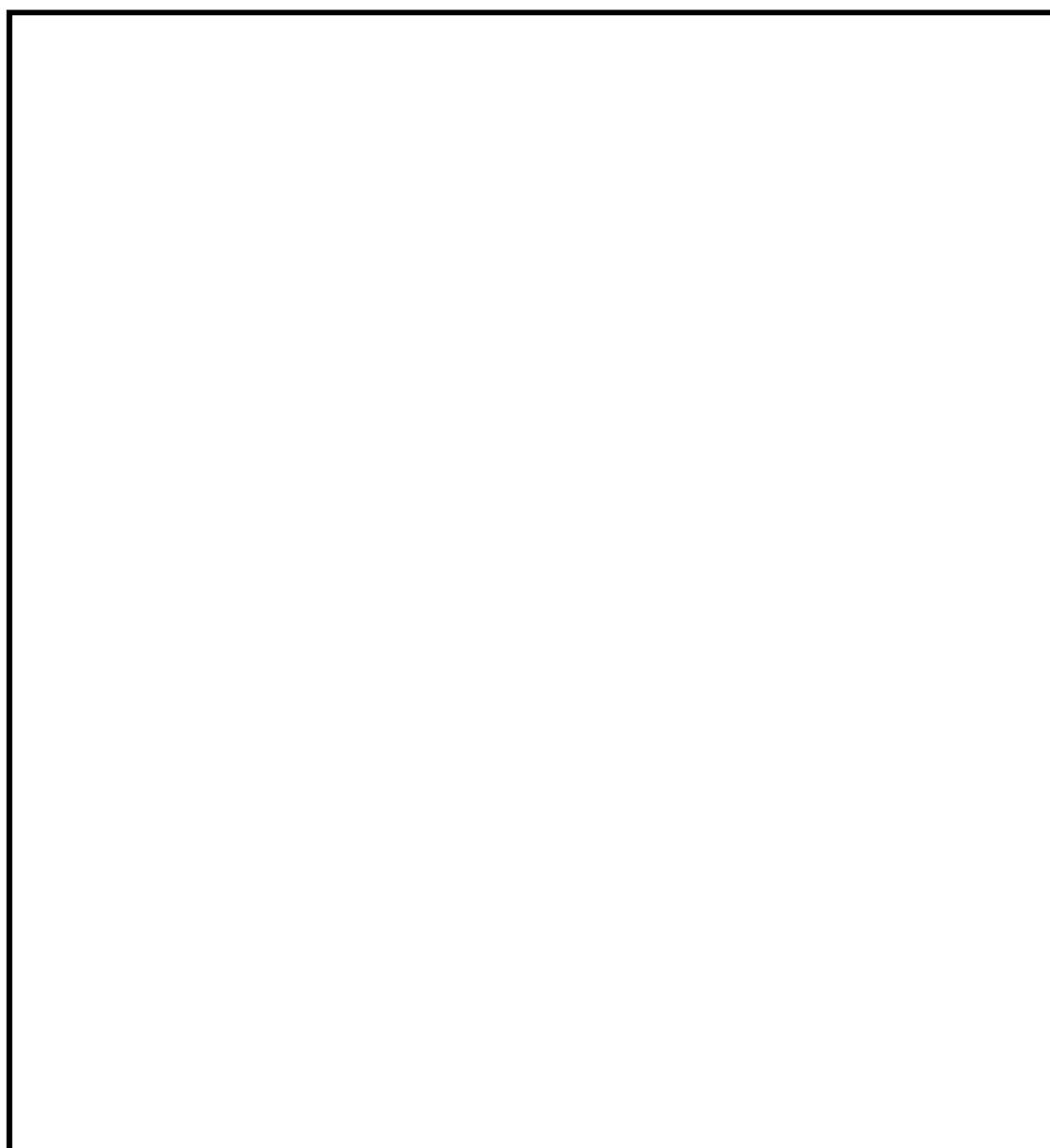
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

#### ハ. 設置する感知器

各フィルタ室については、室内全域が放射線量の高い場所となっている。

各フィルタ室に個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項（取付角度 45 度以下）に従い感知器を設置することができない。このため、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 3-5-5-5-3 図に示す。



第 3-5-5-5-3 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。

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  の一部である各フィルタ室には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリア内には、金属製であるフィルタ、弁しかないため火災荷重も低く、**等価火災時間（各フィルタ室：0 秒）**より、火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには、**原子炉の安全停止に必要な機器等である化学体積制御系統のケーブル等**が存在する。

その上で、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。

また、当該エリアへのアクセスは、上階からコンクリート蓋部を開けてエリア内に立ち入るルートしかないため、容易に立ち入ることができない構造となっている。

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  のうち各フィルタ室は、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。

(6) ⑮使用済燃料ピット脱塩塔室及び⑯冷却材陽イオン脱塩塔室

イ. 環境条件

・使用済燃料ピット脱塩塔室

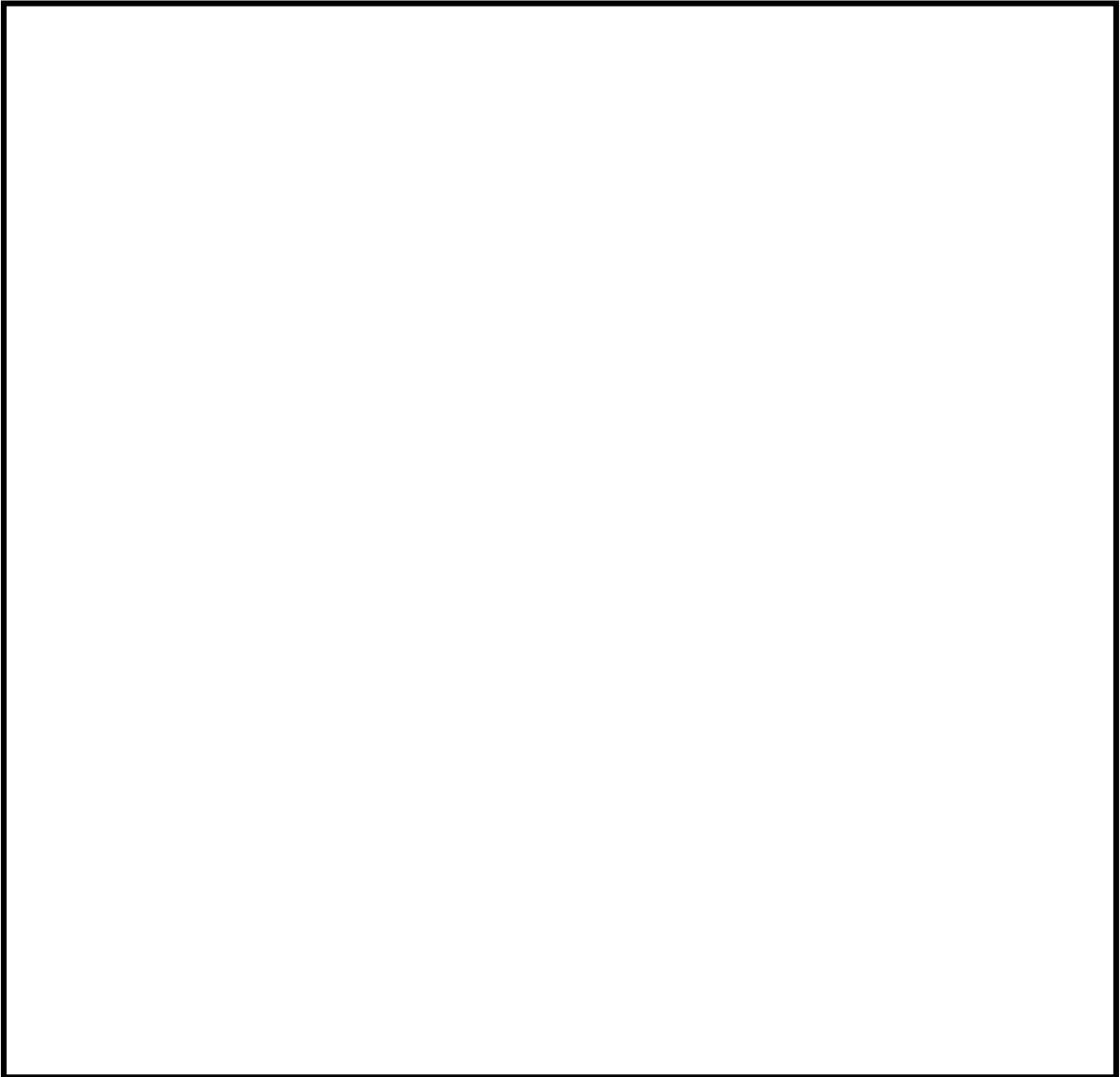
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	4.8
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	9.8
火災荷重 (MJ)	48.4 (照明 4 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20 s)

・冷却材陽イオン脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	6.1
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0074 (約 27s)

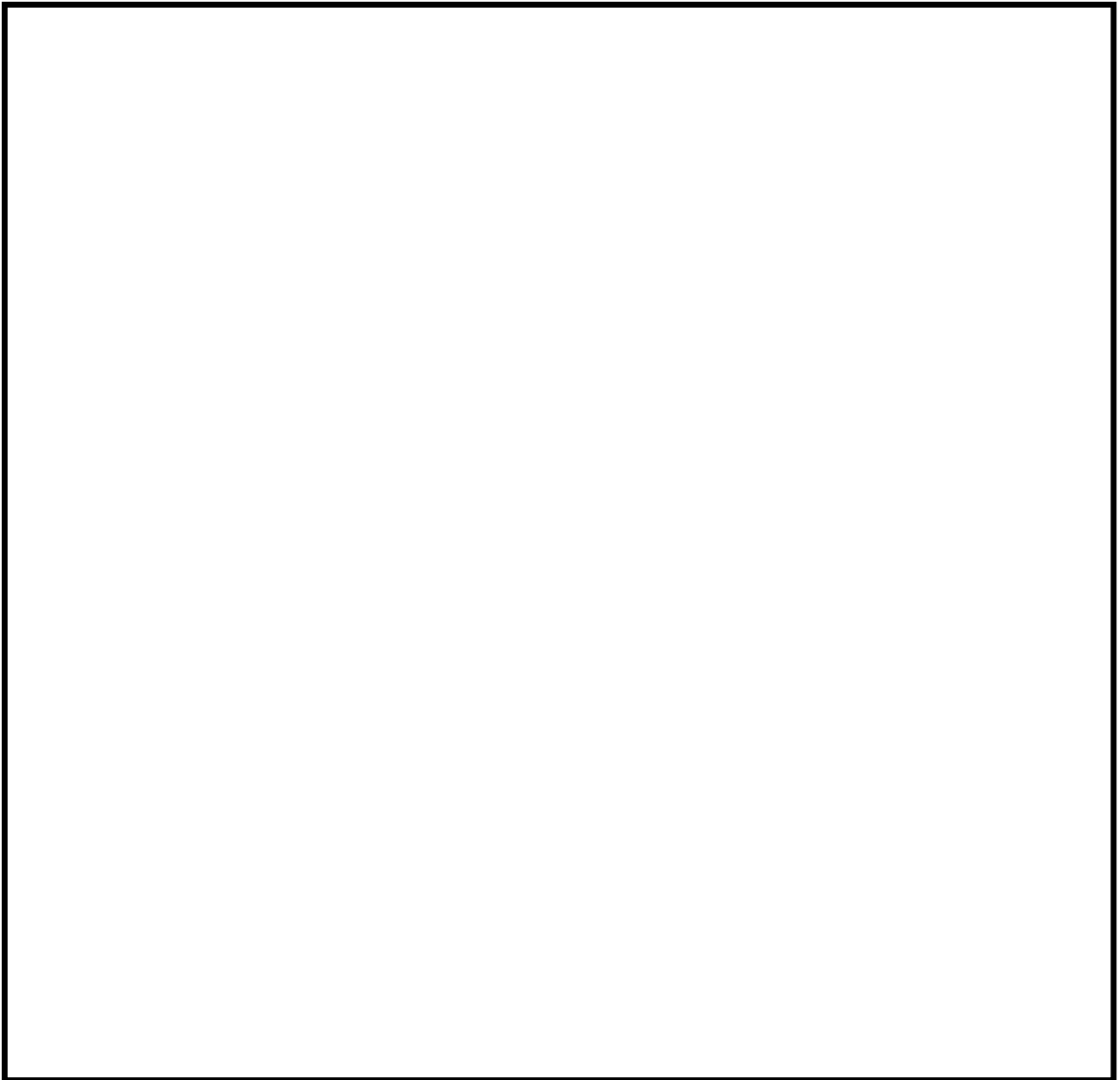
ロ. 開口部を考慮した火災時の熱及び煙の流れ

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、排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流（煙及び熱）が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に流出することが想定できる。



第 3-5-5-6-1 図 各脱塩塔室の空気の流れ（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 3-5-5-6-2 図 各脱塩塔室の空気の流れ（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。

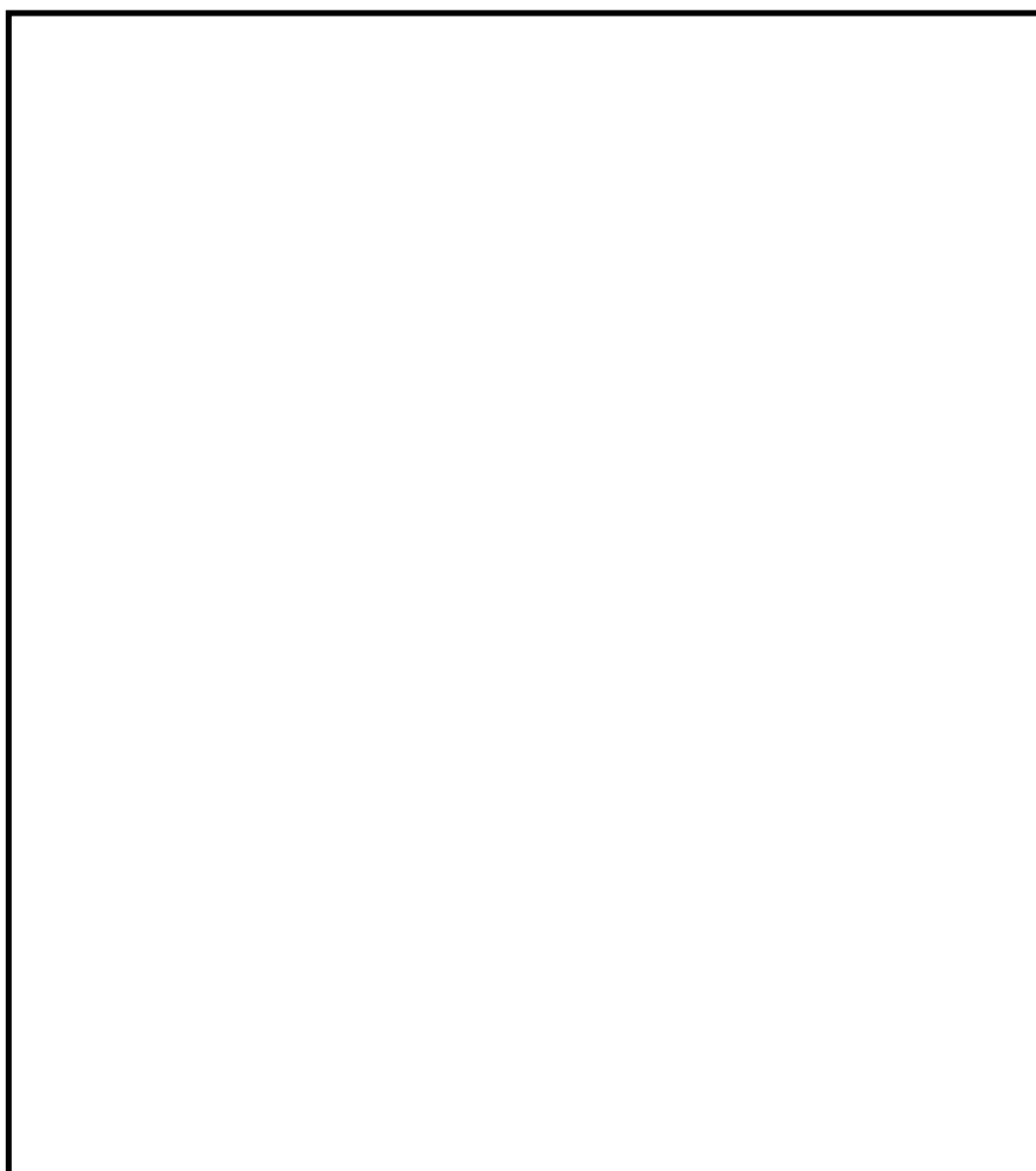


#### ハ. 設置する感知器

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いる。

各脱塩塔室に個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項（取付角度 45 度以下）に従い感知器を設置することができない。このため、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  の一部である各脱塩塔室には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリア内には、金属製である脱塩塔、弁、照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間（使用済燃料ピット脱塩塔室：20 秒、冷却材陽イオン脱塩塔室約：27 秒）より、火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等である化学体積制御系統のケーブル等が存在する。

その上で、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、同一火災区画内である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) ⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室

イ. 環境条件

・ほう酸回収装置混床式脱塩塔室

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、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20s)

・冷却材混床式脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	71
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	5.2
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0052 (19s)

・再生熱イオン交換器室

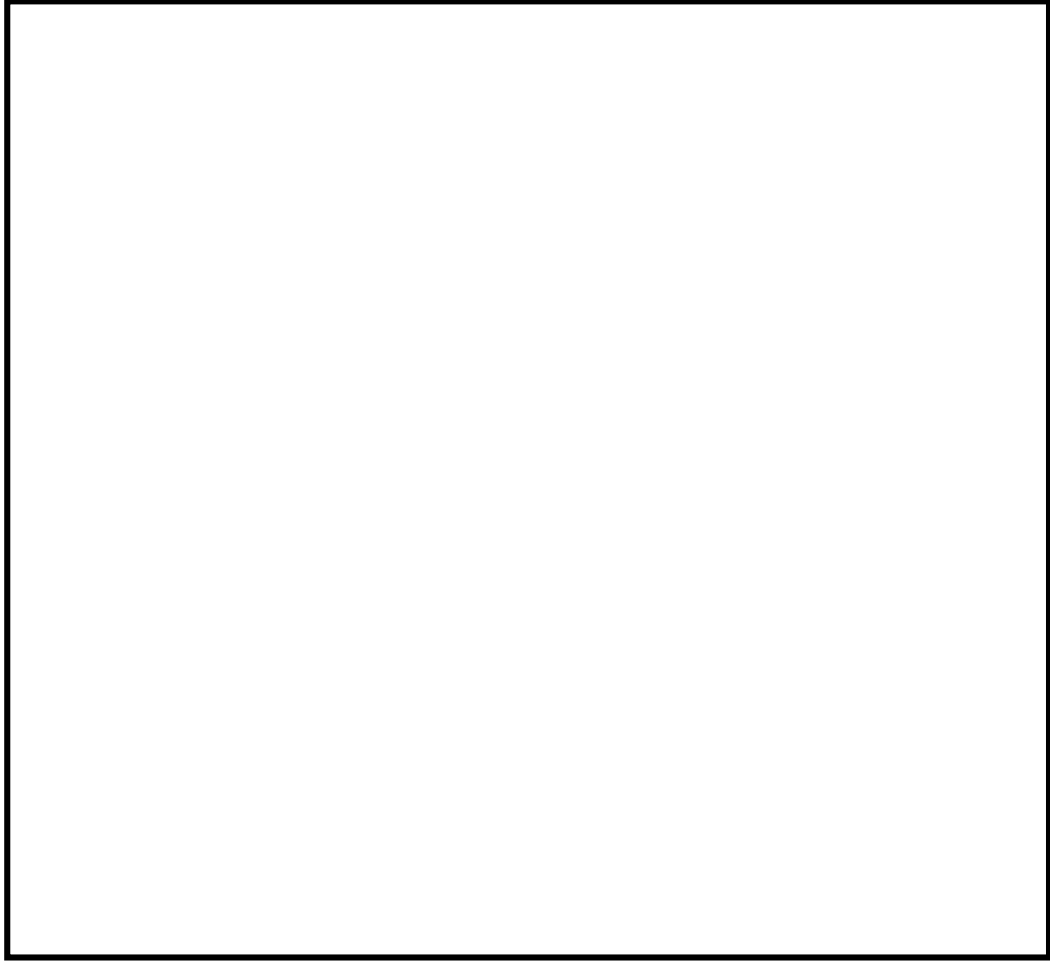
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い各脱塩塔室は、第 3-5-5-7-1 図、第 3-5-5-7-2 図に示すとおり排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流（煙及び熱）が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に流出することが想定できる。

第 3-5-5-7-1 図 各脱塩塔室の空気の流れ（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 各脱塩塔室の空気の流れ（断面図）

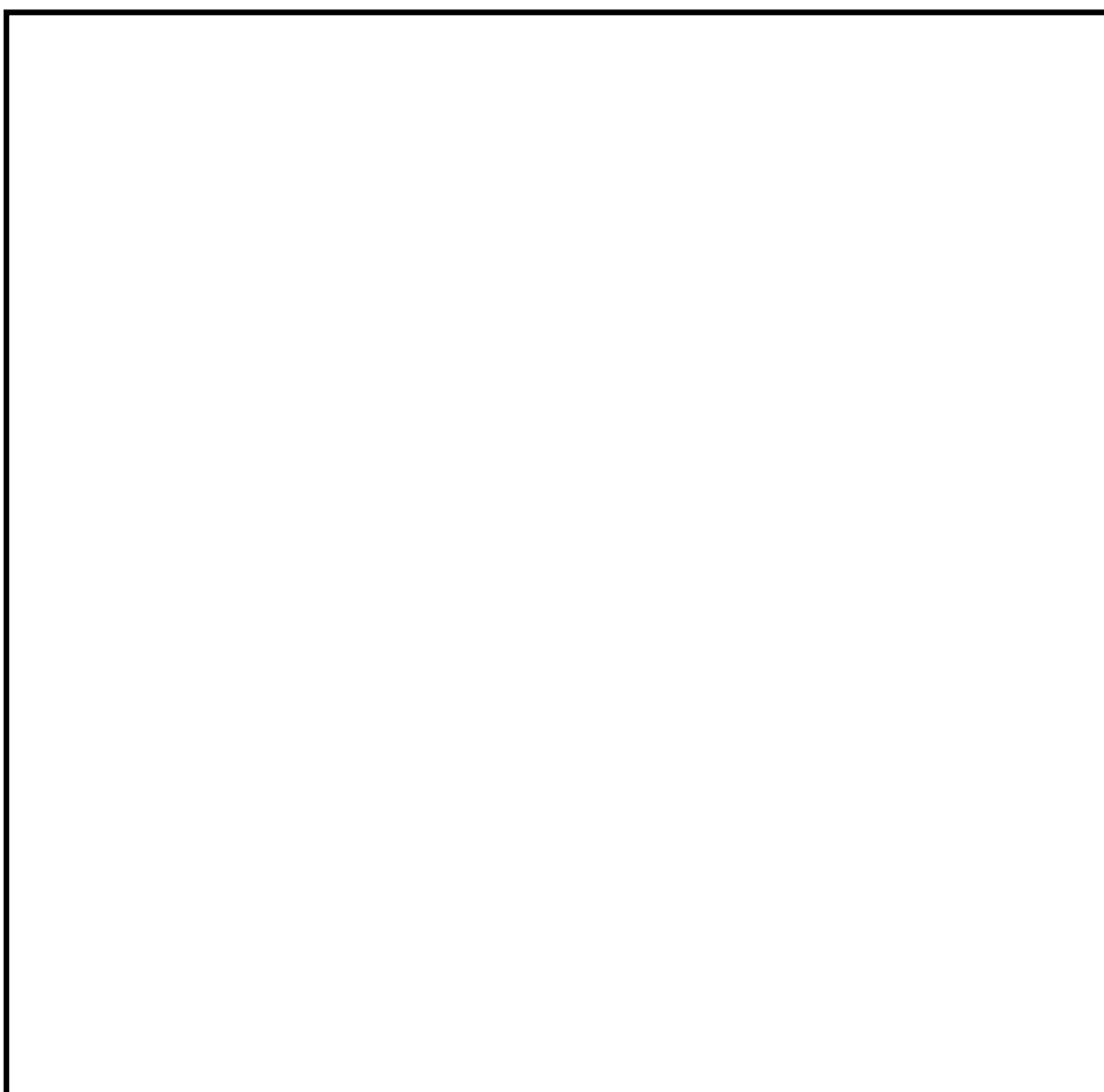
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

#### ハ. 設置する感知器

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いる。

各脱塩塔室に個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項（取付角度 45 度以下）に従い感知器を設置することができない。このため、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 3-5-5-7-3 図に示す。



第 3-5-5-7-3 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  の一部である各脱塩塔室には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリア内には、金属製である脱塩塔、弁、照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間（ほう酸回収装置混床式脱塩塔：20 秒、冷却材混床式脱塩塔室：19 秒、再生熱イオン交換器室：20 秒）より、火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等である充てんライン流量伝送器が設置されている。また放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等である水素再結合ガス圧縮装置及びほう酸回収装置が設置されている。

その上で、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、同一火災区画内である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。

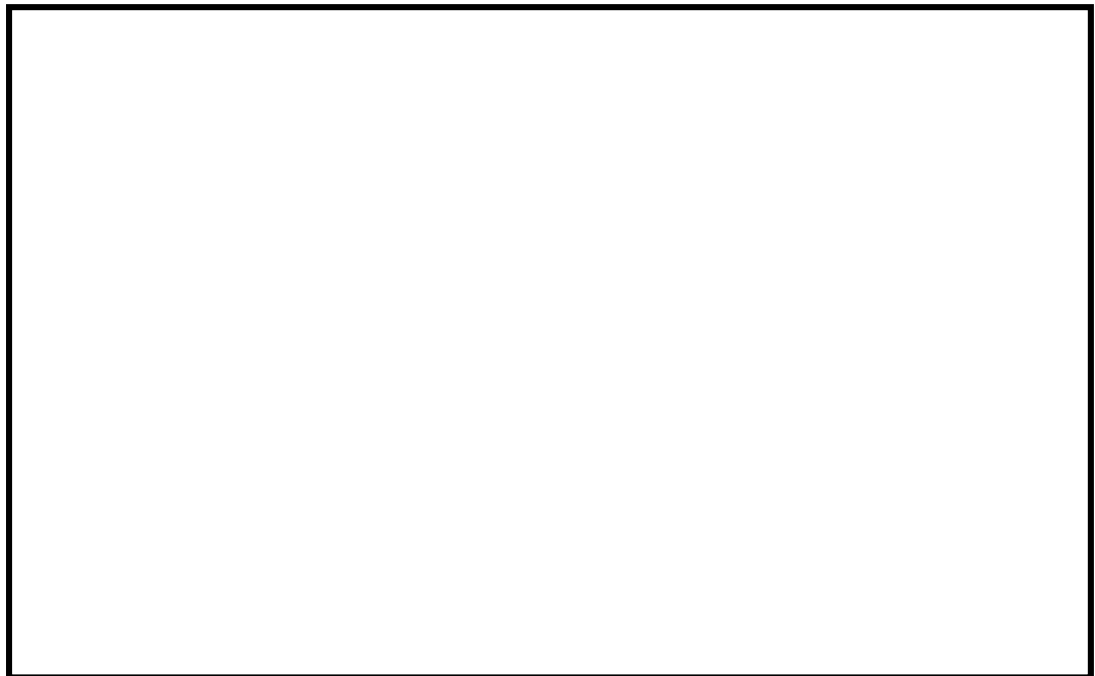
(8) ⑳ 廃棄物処理建屋の制御室エリア

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 0.014
エリア内機器	ドラム缶、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	22.5

ロ. 設置する感知器

エリア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。(新規制基準対応工事にて設置済)



第 3・5・5・8・1 図 廃棄物処理建屋の制御室エリアの感知器配置図

ハ. 選択理由

当該の放射線量が高い場所を含むエリアは、火災区域  のである。本エリアは測定結果より放射線量が高くないことを確認しており、エリア内に設置する感知器は、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。

なお、エリア内に原子炉の安全停止に必要な機器等はなく、新規制基準対応工事にてエリア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済である。

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。



ニ. 火災発生時の影響及び対応

当該エリアは廃棄物処理建屋内のドラム缶の移送ルートとして放射線量が高い場所（区分3）に分類されているが、エリア内に放射線量が高い場所は存在しないことが確認できている。

当該エリア内には、照明のみ設置されており、火災発生の可能性は低いですが、万が一当該エリア内にて火災が発生した場合には、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置したアナログ式の熱感知器、及びアナログ式の煙感知器で火災を早期に検知し、当直員が現場にて、火災の状況の確認及び初期消火活動を実施する。

なお、当該エリアは3時間耐火壁にて囲われた施設であり、隣接エリアにも原子炉の安全停止に必要な機器等もないことから、当該エリア内で万一火災が発生した場合でも、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にて、エリア内の火災感知が可能であり、当直員が当該エリアからエリア外への火災の影響を早期に感知し、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。

ホ. 技術基準規則への適合について

火災区域  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。

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。

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

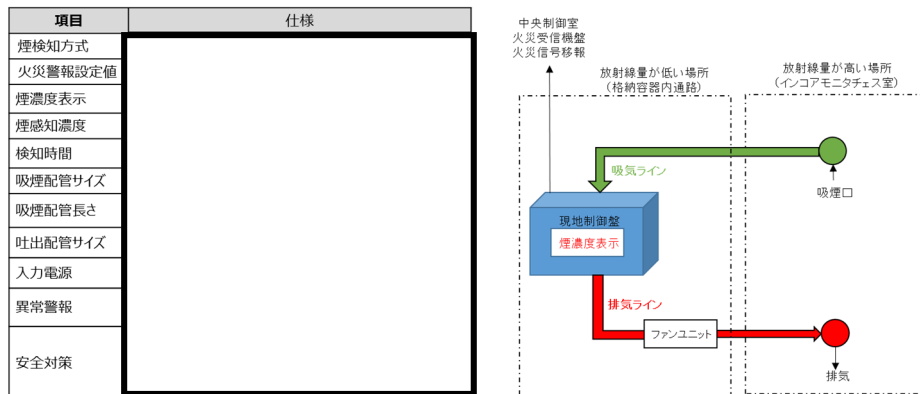
1. 空気吸引式の煙検出装置の設計概要

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、⑤～⑭各フィルタ室及び⑮～⑲各脱塩塔室に、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				総数	①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②設置作業工数 <sup>※4</sup> (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								
	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 <sup>※1</sup>	2	-	0	4							×
⑤～⑭各フィルタ室	1	1	-	0	2							×
⑮～⑲各脱塩塔室	1	1	-	0	2							×

【保守点検時線量】

	火災感知器個数				総数	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								
	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 <sup>※1</sup>	2	-	0	4							○
⑤～⑭各フィルタ室	1	1	-	0	2							×
⑮～⑲各脱塩塔室	1	1	-	0	2							×

※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 : 各フィルタ室、脱塩塔室の最大線量

※4 :

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（3号機 約 380 人・mSv、4号機 約 640 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) ⑤～⑭各フィルタ室及び⑮～⑲各脱塩塔室の作業工数

(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、作業中絶・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。

### 3-11 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計に関する実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則への適合性について

本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアのうち、作業員の被ばくの観点から放射線量が高い場所において使用可能な感知器及び感知器と同様の機能を有する機器（以下、検出装置という。）を実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下、火災防護審査基準という。）2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない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、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室の感知器等の設計について、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準（以下「技術基準規則」という。）への適合性を説明するものである。

#### 1. これまでの経緯

##### (1) 放射線量が高い場所を含むエリアの設定と整理について

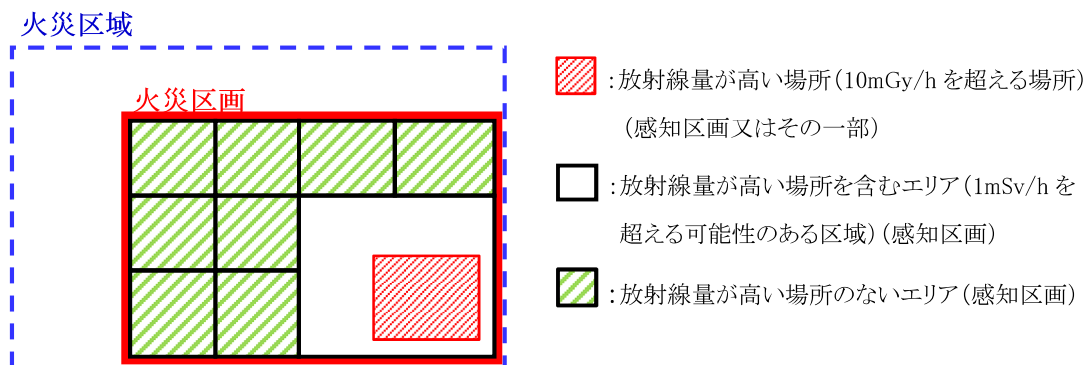
本申請においては、火災防護審査基準の改正により、感知器及び検出装置（以下、感知器等という。）の設置にあたり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い、検出装置については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法で設置するという要求事項が明確化されたことを踏まえ、再稼働時の既工認（高浜発電所第3号機：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号、高浜発電所第4号機：平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可）にて設定した火災区域及び火災区画について、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により異なる感知方式の感知器等を設置する設計としている。

管理区域内の放射線量が高い場所については、感知器等が故障する知見があること、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が懸念されることを踏まえ、感知器等の設置場所における放射線量を考慮して設計を行う必要があるため、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」と定義し、各エリアの設計を実施している。

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再生熱交換器室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室、⑲再生熱イオン

ン交換器室及び⑳廃棄物処理建屋の制御室エリアが区分3に分類されることから、「放射線量が高い場所を含むエリア」に設定した。

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-11-1図に示す。



第3-11-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

## (2) 放射線量が高い場所における感知器等の設計について

放射線量が高い場所に設置している感知器等の過去の故障実績、原因調査及び文献調査を行い、使用可能な感知器等の種類、各エリアの干渉物の状況、感知器等の設置又は保守点検時の作業性及び作業員の被ばくを考慮し、現場施工の成立性を検討した。特に作業員の被ばくについては、電離放射線障害防止規則に「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。」と記載されていることを踏まえ、事業者として出来得る限りの被ばく低減対策を考慮して検討した。

検討の結果、④再生熱交換器室及び⑳棄物処理建屋の制御室エリアについては、遮へいの設置や線源の移動といった被ばく低減対策を実施することによって、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により、固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を設置できることを確認した。

一方、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については、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であり、消防法施行規則第23条第4項に基づく条件を満足しないことから、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等を設置することはできない。

また、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室のエリアは、放射線量が高い場所で使用可能な異なる感知方式の感知等の設置はできるが、感知器等の設置又は保守点検時における作業員の個人被ばく線量が発電所の作業管理で目安としている1mSv/日を超え、法令に定める線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を超過する可能性がある。さらに、電離放射線障害防止規則第1条に基づき、可能な限り被ばく線量を低減させるため、放射線作業の計画段階において作業員の個人被ばく線量の他、当該作業により対象号機における年間の集団被ばく線量を超過するお

それがないことを確認するが、試算した結果、本作業のみで年間の集団被ばく線量を超えるという結果が得られており、エリア内に感知器等を設置することは適切でない。

以上のことから、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、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室は、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等を設置することができない又は適切でないといえる。

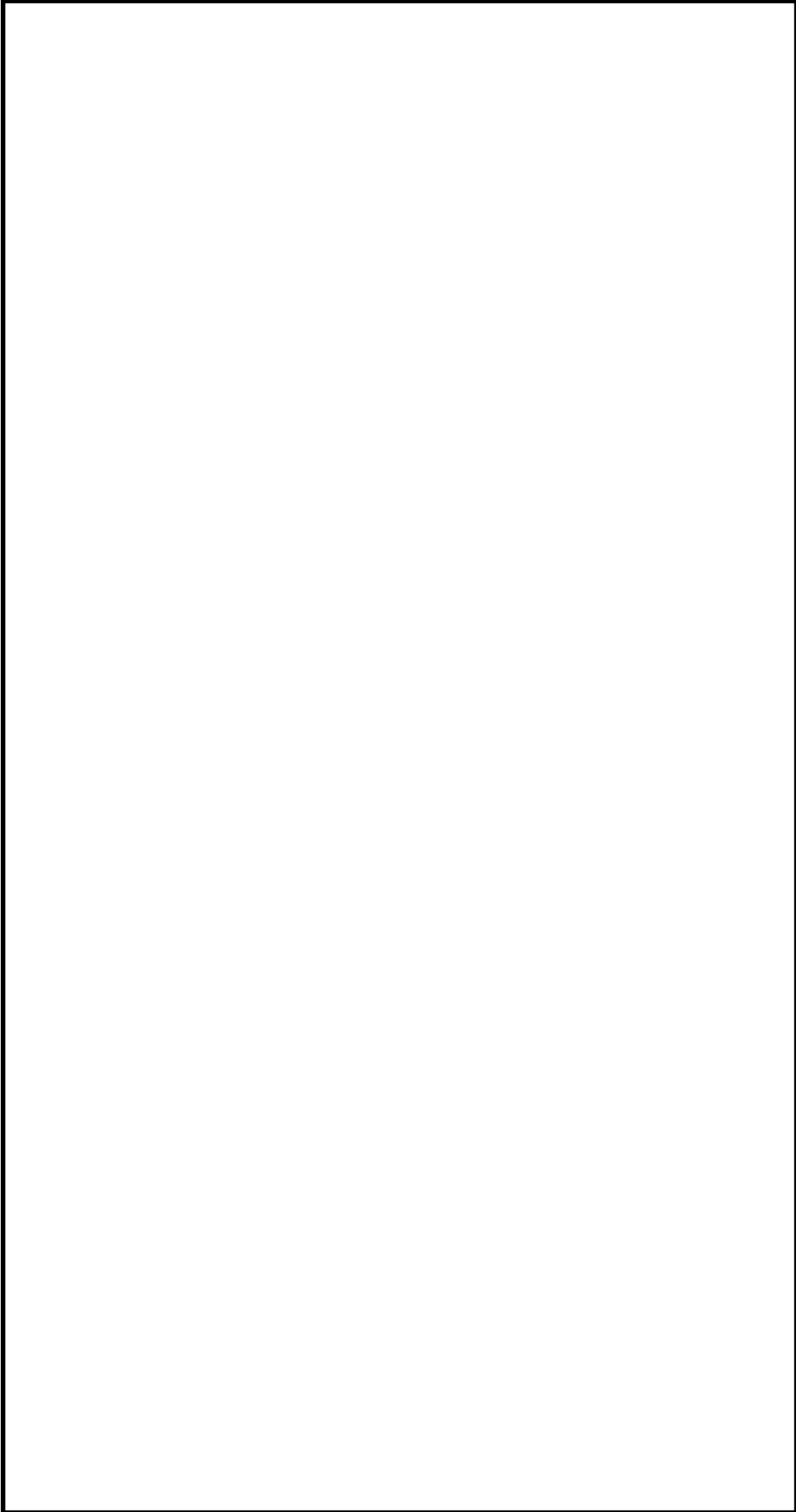
上記のエリアについて、火災区域及び火災区画との位置関係を第 3-11-2 図に示す。





第3-11-2 図 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法による感知器等の設置が適切でないエリアと火災区域及び火災区画の関係(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3-11-2 図 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法による感知器等の設置が適切でないエリアと火災区域及び火災区画の関係(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。

## 2. 技術基準規則への適合方針

### (1) 火災防護審査基準の改正点と放射線量が高い場所を含むエリアでの対応について

火災防護審査基準のバックフィット要求による改正点を踏まえ、放射線量が高い場所を含むエリアへの対応を改めて整理する。火災防護審査基準の改正で明確化された箇所を示す。

#### 【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

##### 2. 基本事項

##### 2.2 火災の感知・消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

##### (1) 火災感知設備

①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。

②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。

バックフィット要求による記載追加箇所

火災防護審査基準の改正により「2.2.1(1) 火災感知設備」の要求事項が明確化された。改正後の火災防護審査基準の内、①は各火災区域における環境条件や予想される火災の性質を考慮して感知器等の型式を選定し、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を設置すること、並びに誤作動を防止することを要求しており、改正前から変更はない。

バックフィット要求により明確化された事項は②であり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い設置すること、及び感知器と同等の機能を有する機器については消防法施行規則の同項において求められ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が明確にされたものである。

前項にて抽出した放射線量が高い場所を含む5つのエリアについて、火災防護審査基準の①及び②の要求を満足できるか整理した結果を第3-11-1表に示す。

第3-11-1表 放射線量が高い場所を含むエリアの火災防護審査基準の観点における整理

放射線量が高い場所を含むエリア	①異なる感知方式の選定及び設置、並びに誤作動防止	②消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により設置しているが <sup>※1</sup>
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	○	△
⑤～⑯各フィルタ室	○	△
⑯～⑲各脱塩塔室	○	△

※1 ○：火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置可能  
 △：感知器の故障又は作業員の被ばくの観点で消防法施行規則と異なる方法による設置が適切

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、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室は火災防護審査基準の「2.2.1 (1) 火災感知設備」の①の要求事項は満足できるが、②の要求事項は感知器等の設置場所の環境条件を考慮した場合、消防法施行規則第23条第4項に定められた方法で感知器等を設置できない又は適切でないエリアである。

このため、上記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設計とすることで、技術基準規則に適合させる方針とする。

(2) 火災防護審査基準に基づく既工認の設計への影響について

既工認においては、火災の影響軽減対策として「2.3 火災の影響軽減」のうち 2.3.1 (2) に記載の具体的な要件を満足できるよう、各火災区域又は火災区画において対策を講じている。

## 【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

### 2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知器及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置するものを含め可燃性物質が存在しないこと。

③インコアモニタチェス室を含む原子炉格納容器は、ケーブルが密集して設置されているため、可燃物がない6m以上の水平距離を確保することは困難であり、また、原子炉格納容器内のデブリ抑制の観点で3時間以上の耐火能力を有する耐火壁の設置や、1時間の耐火能力を有する発泡性耐火被覆や断熱材による分離も困難であることから、既工認では原子炉格納容器内は火災防護審査基準とは異なる代替手段による火災の影響軽減対策として、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル近傍の可燃物による火災を感知器の設置によって、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに延焼するまでに早期に感知し、消火活動を行う設計としていた。

本申請において、一つの火災区画である原子炉格納容器内の「2.3 火災の影響軽減」で期待している感知器は既工認の設計から変更しないため、本申請において「2.3 火災の影響軽減」に関する設計の変更はなく、技術基準を満足している。

(3) 再稼働時の既工認からの変更有無の確認について

次に、放射線量が高い場所を含む①、②、③及び⑤～⑯のエリアについて、再稼働時の既工認における火災防護設計上の対応事項と本申請に伴う変更有無を第3-11-2表に示す。

なお、火災防護審査基準では火災防護上重要な機器等に対して、火災区域又は火災区画を設定し火災防護対策を確認しているが、ここでは、18のエリアに着目して、それぞれのエリア毎の設計上の対応事項を整理した。

火災防護審査基準で今回明確化された②の設置方法の他にも基本設計方針の記載を変更する箇所はあるが、設置（変更）許可のまとめ資料において詳細に記載している事項を反映し適正化するものであり、適正化した設計内容は既工認の設計内容を変更するものではない。また、火災の発生防止、消火及び影響軽減の設計について火災防護審査基準の要求事項に変更はなく、②の設置方法で感知器等を設置した場合においてもこれらの設計に影響を与えるものではないため、火災の発生防止、消火及び影響軽減に関する設計は、感知器と独立した設計といえることから、既工認から設計を変更する必要はない。

第 3-11-2 表に整理したとおり、本申請は火災防護審査基準の改正により、感知器等の設置に係る要求事項が明確化されたことを踏まえ、その明確化された要求事項に適合するよう設計するものであり、それ以外の設計については変更がないといえる。

以上のことから、本申請において設計基準を満足するよう既工認から設計を変更する箇所は、「火災の感知」における消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づく感知器等の設置方法のみであるため、設計基準は火災防護審査基準「2.2.. 火災の感知・消火」における感知器等の設計に焦点を絞って定めるものとする。

第3-11-2表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (1 / 3)

火災防護審査基準に基づく設計項目	⑤～⑭ 各フイルタ室	⑮～⑲ 各脱塩塔室	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ンブ
2.1.1 (1)①発火性・引火性物質の漏えい拡大防止	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		—
②火災に対する配置上考慮	コンクリート壁等で囲まれたエリア内への設備設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
③換気ができる設計	換気設備設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
④防爆型の電気・計装品の使用、接地	—	—	—
⑤イオン交換樹脂他の金属容器保管等	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		—
(2)可燃性蒸気・微粉対策、静電気防止	有機溶剤使用時の換気、可燃性微粉及び静電気滞留への設計：感知器と独立した設計であり 変更なし		
(3)発火源の金属製本体収納他	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		電線管等：同左
(4)水素漏えい対策	—	—	—
(5)放射性分解による水素等の滞留防止	—	—	SA設備による水素滞留防止：感知器と独立した設計であり変更なし
(6)過電流による加熱、焼損防止	照明等の電源回路への過電流遮断器設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
2.1.2 不燃性、難燃性材料の使用	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		電線管等：同左
2.1.3 落雷、地震等による火災発生防止	建屋への避雷設備設置、設置許可基準規則に基づき耐震設計：感知器と独立した設計であり 変更なし		

(凡例) —：対象なし、なお、記載の設計対応事項はいずれも「感知器と独立した設計」である。

第 3・11・2 表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 ( 2 / 3 )

火災防護審査基準に基づく設計項目	⑤～⑭ 各ファイタ室	⑮～⑰ 各脱塩塔室	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
2.2.1	各エリアに異なる種類の感知器を設置する設計であり変更なし	-	-
(1)①異なる種類の感知器設置、誤作動防止	変更有：新規審査	変更有：新規審査	変更有：新規審査
②消防法施行規則に基づく感知器設置 (バックアップ要求での明確化)	-	-	-
③外電喪失時の火災感知設備電源確保	火災受信機盤に専用の蓄電池を設置、非常用電源から受電可能な設計であり変更なし	-	-
④中央制御室で適切に監視できる設計 (バックアップ要求で記載適正化)	中央制御室で監視できる設計であり変更なし	-	-
(2)①自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備の設置 (各種設計要求含む)	消火器、消火栓による消火：感知器と独立した設計であり変更なし	-	消火要員又は原子炉格納容器ス プレイ設備による消火：同左
消火器、消火栓の設置	エリア近傍に設置：感知器と独立した設計であり変更なし	-	-
消火用照明器具の設置	消火の移動経路及び操作場所に蓄電池を内蔵する照明器具設置：感知器と独立した設計であり 変更なし	-	-
②消火剤に水を使用する消火設備の水 源及びポンプ等に対する設計	消火栓等の水源、ポンプ設置：感知器と独立した設計であり変更なし	-	-
③消火剤にガスを使用する消火設備に 対する作動前の警報吹鳴設計	-	-	-
2.2.2 地震等による火災感知・消火設備の機能維 持	感知器等の耐震上の機能保持に関する設計であり変更なし	-	-
2.2.3 消火設備の破損時等の溢水影響の確認	-	-	-

(凡例) -：対象なし、黄色：審査対象で火災防護審査基準どおりでないことから、設計基準を適用



第 3・11・2 表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (3 / 3)

火災防護審査基準に基づく設計項目	⑤～⑭ 各フイルタ室	⑮～⑲ 各脱塩塔室	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
2.3.1 (1)安全停止機能を有する機器等を設置する火災区域を 3 時間以上の耐火壁により分離	—	—	—
(2)安全停止機能を有する機器等の系統分離対策	—	—	C/V 内の火災の影響軽減対策：従来から当該エリア外に設置している感知器に期待するものであり変更なし
(3)放射性物質貯蔵・閉じ込め機能を有する機器等が設置される火災区域を 3 時間以上の耐火壁により分離	—	—	—
(4)換気空調設備の悪影響防止対策	火災区域全体の換気空調設備の対策：感知器と独立した設計であり変更なし		
(5)中央制御室の火災発生時の排煙設計	中央制御室の換気空調設備設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
(6)油タンクの排気設計	—	—	—
2.3.2 原子炉の安全停止に関する火災影響評価	火災区画単位で火災時の安全停止機能の影響を評価 (*1)：火災の影響軽減対策として当該エリア内に設置した感知器に期待しているものはなく、火災影響評価に影響を与えないため変更なし		

\* 1：原子炉の安全停止は、安全停止機能を有する機器・ケープル間の系統分離により確保されていることを確認済 (凡例) —：対象なし、なお、記載の設計対応事項はいずれも「感知器と独立した設計」である。

### 3. 感知器の設計において確保すべき十分な設計基準の定義

放射線量が高い場所を含む一部のエリアにおいて、設計基準を満たすよう感知器等を設置する場合の設計上の考慮事項を、前項にて火災防護審査基準の改正点及び既工認からの設計変更点の観点から整理した。

火災防護審査基準の「安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。」に対し、既工認では、「火災区域又は火災区画の火災感知設備は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して火災の影響を限定し、早期の火災感知を行う」設計としており、早期の火災感知方策として、異なる感知方式の感知器等を設置することとしていた。

本申請においても当該の要求事項に変更はないことから同一の設計とし、早期に火災を感知するため、異なる感知方式の感知器等を設置する設計としている。

このことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②と異なる方法で感知器等を設置する場合に満たすべき設計基準は、「感知器等を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置した場合と同等水準で感知できるよう設置することにより、設置場所において発生する火災を早期に感知できること。」（設計基準①）とし、これができない場合は、「火災区域又は火災区画において感知器等を適切な場所に設置することにより、設置場所において発生する火災をもれなく確実に感知できること。」（設計基準②）と定義する。

#### 4. 放射線量が高い場所を含むエリアにおける感知器の設計

##### (1) ①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室で発生する火災による熱及び煙は、格納容器再循環ファンの運転時においては、ファンの給気により原子炉格納容器ループ室内で攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともにループ室内の空気温度及び煙濃度は全体的に均一になりながら高まっていく。また、格納容器再循環ファンの停止時においては、火災の継続とともに火災による熱及び煙が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上より、格納容器再循環ファンの運転時においては、ループ室の火災により発生した熱及び煙が原子炉格納容器内で循環することを考慮し、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アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

また、格納容器再循環ファンの停止時においては、ループ室の火災により発生した熱及び煙が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、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アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置するとともに、発熱量の少ない燻焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、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、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。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原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、発火源となり得る可能性があ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アナログ式の煙感知器とする。

なお、原子炉格納容器ループ室の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設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は、設置面から下方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毎に設置する設計とする。また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

##### (2) ②加圧器室

加圧器室においては、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条 4 項に基づき設置するとともに、アナログ式でない熱感知器を設計基準を満足するように設置する。

熱感知器の具体的な設計を以下に示す。

加圧器室で発生する火災による熱は、格納容器再循環ファンの運転時においては、ファンの給気により加圧器室内で攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともに加圧器室内の空気温度は均一になりながら高まっていく。また、格納容器再循環ファンの停止時においては、火災の継続と

もに火災による熱が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上より、格納容器再循環ファンの運転時においては、加圧器室の火災により発生した熱が原子炉格納容器内で循環することを考慮し、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アナログ式でない防爆型の熱感知器を設置することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

また、格納容器再循環ファンの停止時においては、加圧器室の火災により発生した熱が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、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アナログ式でない防爆型の熱感知器を設置する。

なお、加圧器室の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設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器は、設置面から下方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毎に設置する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

### (3) ③インコアモニタチェス室

インコアモニタチェス室のうち下部については作業員の被ばくの観点から、空気吸引式の煙感知器を設置することは適切ではないため、煙感知器は設計基準を満足する設計とする。具体的な設計を以下に示す。

1種類目の熱感知器は、設計基準②を満足するよう原子炉容器室冷却ファンの運転により給気口から原子炉容器下部へ向かう空気の流れを考慮して、同一エリア内のインコアモニタチェス室の下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、原子炉容器室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、火災による熱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熱感知器を設置するとともに、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防爆型の熱感知器を兼用する設計とする。

2種類目の煙感知器のうち、空気吸引式の煙感知器は、作業員の被ばくの観点でエリア内に設置することが適切ではないため、設計基準②を満足するよう原子炉容器室冷却ファンの運転により立坑部分から原子炉容器下部、原子炉サポートクーラを通して原子炉格納容器ループ室へ到達する空気の流れを考慮して、火災によって発生した煙が流入する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の煙感知器を兼用するとともに、原子炉容器室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、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とともに、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の煙感知器を兼用する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(4) ⑤～⑭各フィルタ室

各フィルタ室は、火災発生時の熱及び煙の流れを考慮し、当該エリアの熱及び煙が流れ込む隣接エリアのアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を兼用することにより感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

(5) ⑮～⑲各脱塩塔室

各脱塩塔室エリアは、火災発生時の熱及び煙の流れを考慮し、当該エリアの熱及び煙が流れ込む隣接エリアのアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を兼用することにより感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

## 5. 放射線量が高い場所を含む各エリアにおける感知器の具体的な設計

①、②、③及び⑤～⑩の各エリアに対する具体的な設計と妥当性評価を示す。

### (1) ①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室

#### a. 火災感知器の選定及び配置設計

##### ①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の設計の考え方について、炎感知器は放射線量が高い場所の網羅性確保が困難であることから、煙感知器と熱感知器に分けて説明する。まず煙感知器については、放射線量が低い場所にある天井面に設置し、天井高さが床面から 20m 以上のエリアの場合は、天井面より下層のグレーチング面にも設置する。次に熱感知器については、天井面に設置し、天井面に設置する熱感知器のみで床面積をカバーできない場合は、天井面と同じ高さのグレーチング面にも設置する。また、天井高さが床面から 8m 以上の場合は、天井面より下層のグレーチング面にも設置する。この考え方に基づき、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の感知器設計を以下のとおりとする。

原子炉格納容器ループ室は、天井高さが床面から 8m 以上（RCP 側の天井高さは 15.3m であり、SG 側はコンクリート天井がなく原子炉格納容器内で開放されている。）のため、天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器（アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）及び光ファイバー式熱検出装置も同様）を網羅性を確保するよう設置することはできない。また、原子炉格納容器ループ室（RCP 側）のコンクリート天井は大部分が RCP をメンテナンスするための吊上げ用の鉄板開閉蓋であり、鉄板開閉蓋を避けてアナログ式の煙感知器を設置しても、SG 側を含め大部分がグレーチング面となっているため、全面コンクリート天井の場合に比べて感知性能は劣る。さらに、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。

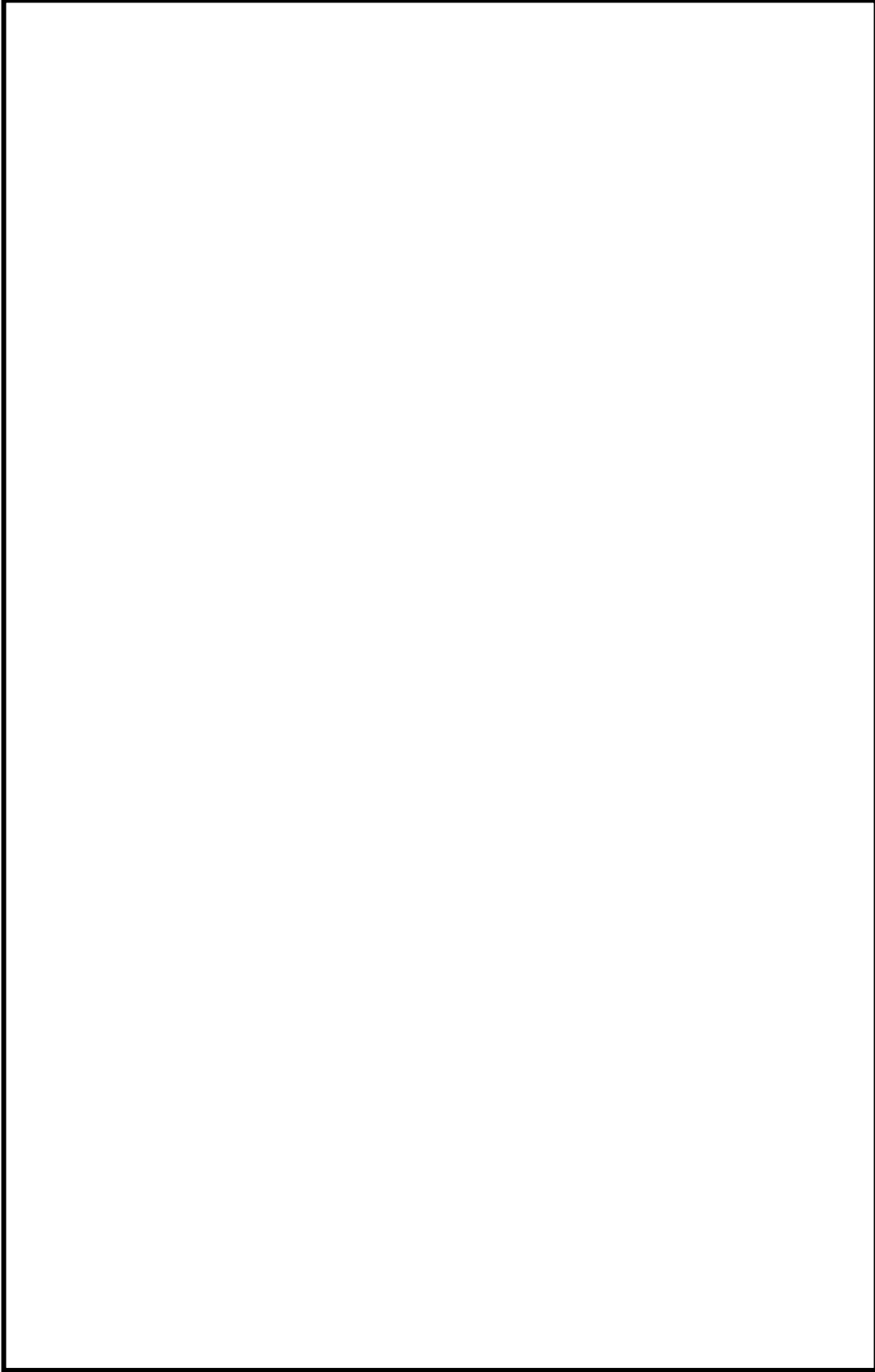
加圧器室は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満の 17.3m のため、アナログ式でない防爆型の熱感知器（アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）及び光ファイバー式熱検出装置も同様）を設置することはできず、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。

以上より、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は、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等を設置することができないエリアである。

グレーチング面は天井面のように煙及び熱が滞留しないため、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感知器等を設置しても、発火源の直上付近以外は感知器等を全面コンクリート天井に設置する場合より感知時間は遅れる。火災が継続して一定の煙濃度又は温度の気流が継続する状況になれば、火災の感知は可能であるが、天井面に設置する場合と同等水準で火災を早期感知することはできないため、設計基準①を満足できない。

以上より、原子炉格納容器ループ室は、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を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設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。また、加圧器室は、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置し、アナログ式でない防爆型の熱感知器を天井面及びグレーチング面に設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。兼用するアナログ式の煙感知器を第 3-11-3 図に示す。

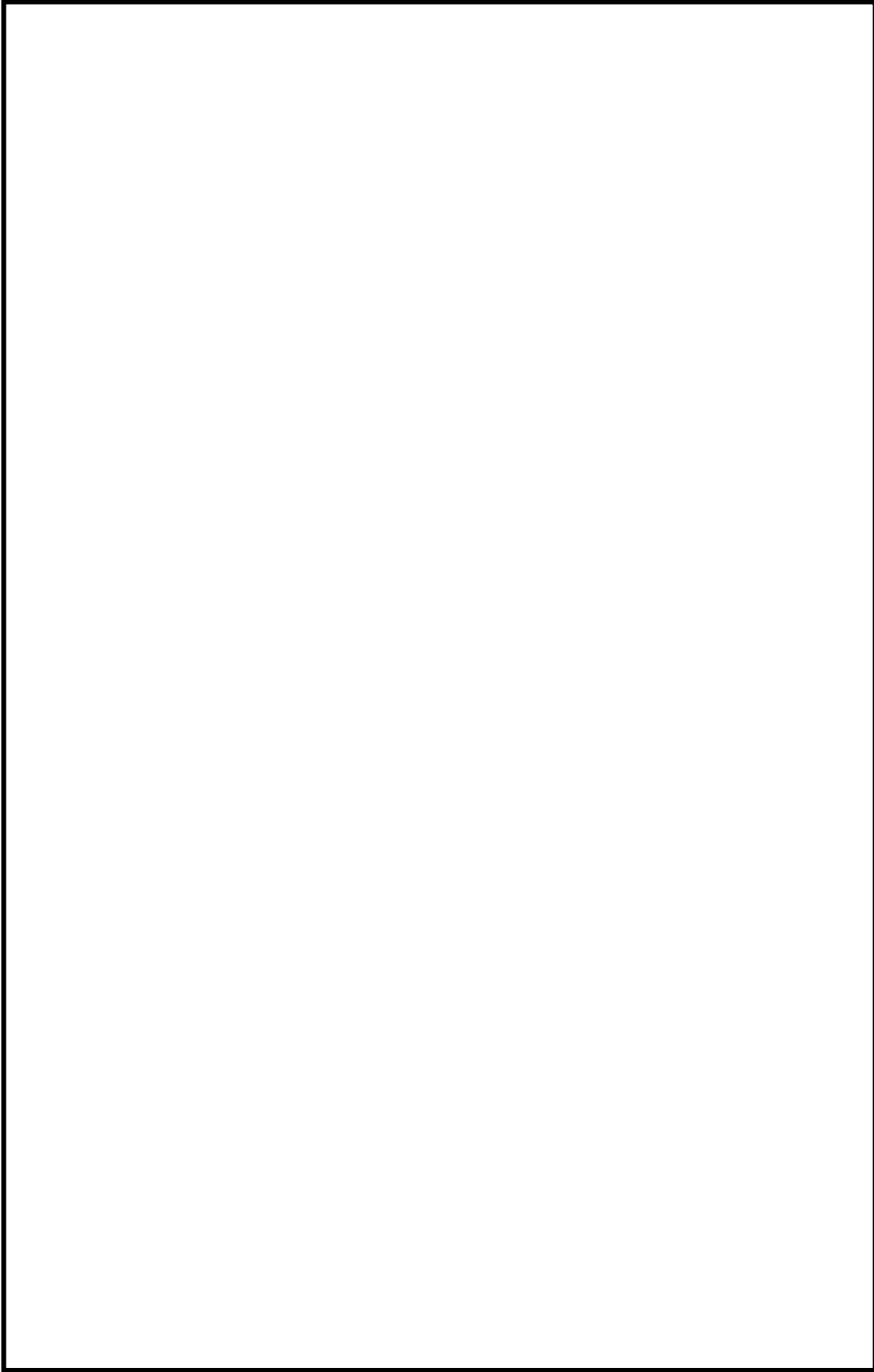
なお、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は、それぞれの取付面から下層の床面又はグレーチング面までの高さを消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定されている高さ未満とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置する設計とする。また、グレーチング面に設置するアナログ式の煙感知器は上階からの塵埃の影響を受けにくい位置に設置することで、誤作動を防止する設計とする。配置の詳細については、第 3-11-3 図に示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 に示す。



第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(1/3)

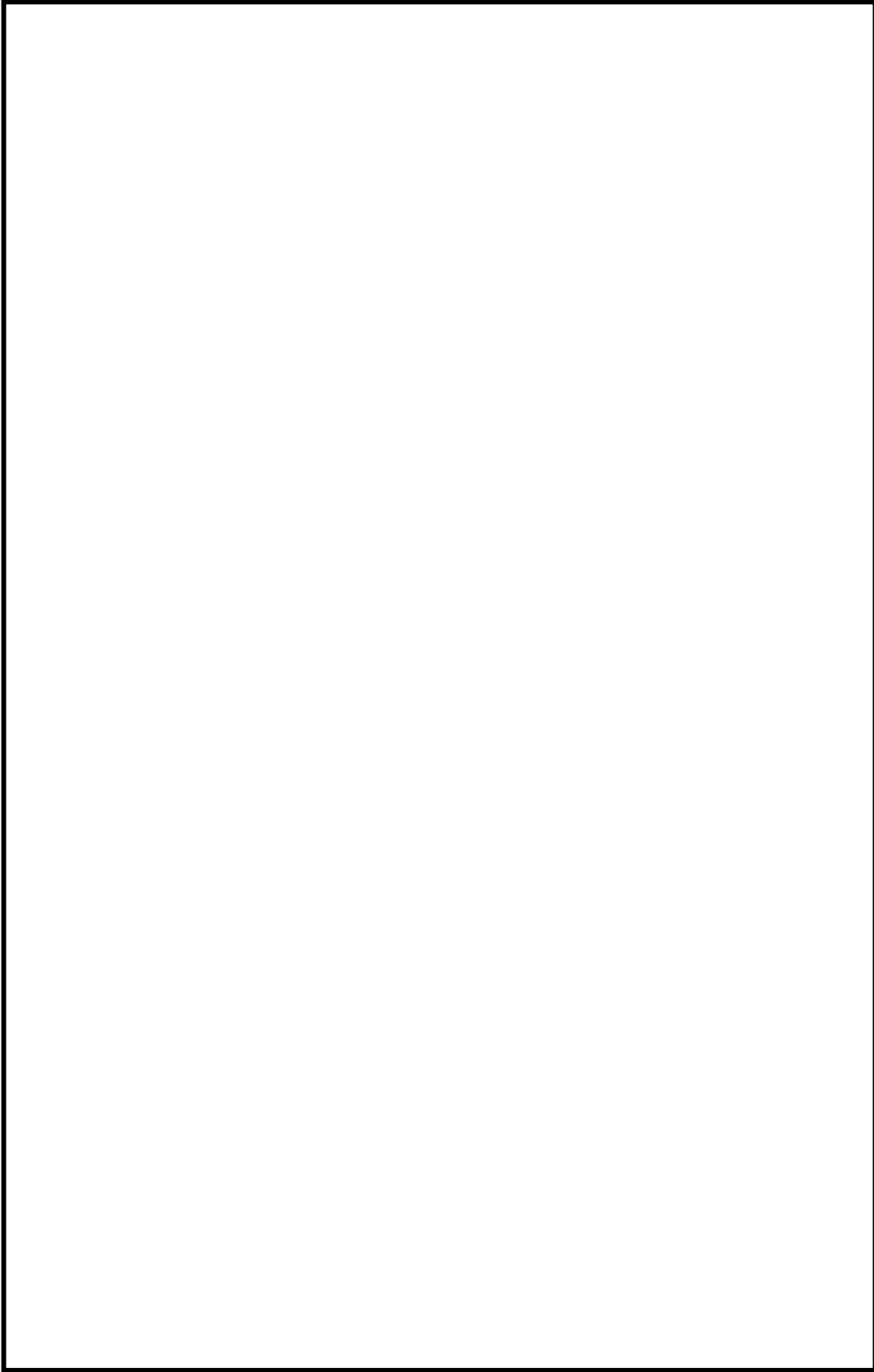
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。





第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(2/3)

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・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(3/3)

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。

b. 設計基準を満足できる理由

①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は RCS 配管貫通部、エリア内の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る。給気ファン運転時の空気の流れを第 3-11-4 図、給気ファン運転時及び停止時における火災発生時の空気の流れを第 3-11-5 図に示す。

原子炉格納容器ループ室の給気ファン（格納容器再循環ファン及び原子炉格納容器室冷却ファン）運転時における空気の流れは、給気ファンの給気ダクト及び RCS 配管貫通部より給気され、SG 側のグレーチング面を通過し、オペレーティングフロアに抜けていく流れとなっており、加圧器室の給気ファン（格納容器再循環ファン）運転時における空気の流れは、格納容器再循環ファンの給気ダクトより給気され、グレーチング面を通過し、加圧器室天井付近の入口扉を通じてオペレーティングフロアに抜けていく流れとなっている。また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンの運転により原子炉格納容器内で空気は循環されており、各給気ファンはその空気を吸い込み給気している。

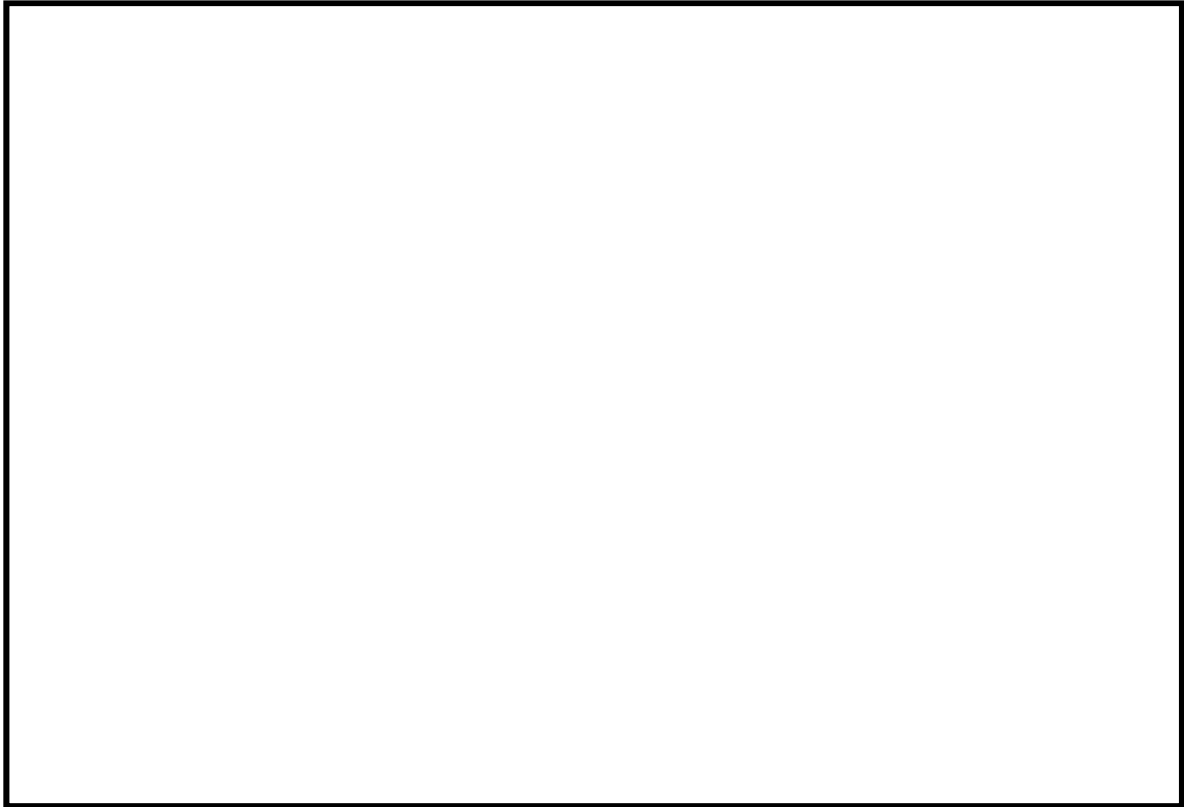
従って、各給気ファンの運転時にエリア内で火災が発生した場合は、熱及び煙は各給気ファンの給気により攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともにエリア内の温度及び煙の濃度は全体的に均一になりながら高まり、感知器が動作する温度及び煙の濃度に達すると考えられる。

一方、各給気ファンの停止時にエリア内で火災が発生した場合は、火災の継続とともに火災による熱及び煙が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌・希釈されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上を踏まえ、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を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エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置（加圧器室は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）することにより、当該エリアの火災を感知することが可能である。また、各給気ファンの停止時に発熱量の少ない燻焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、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アナログ式の煙感知器を兼用することで、当該エリアで発生する火災をもれなく確実に感知することが可能である。

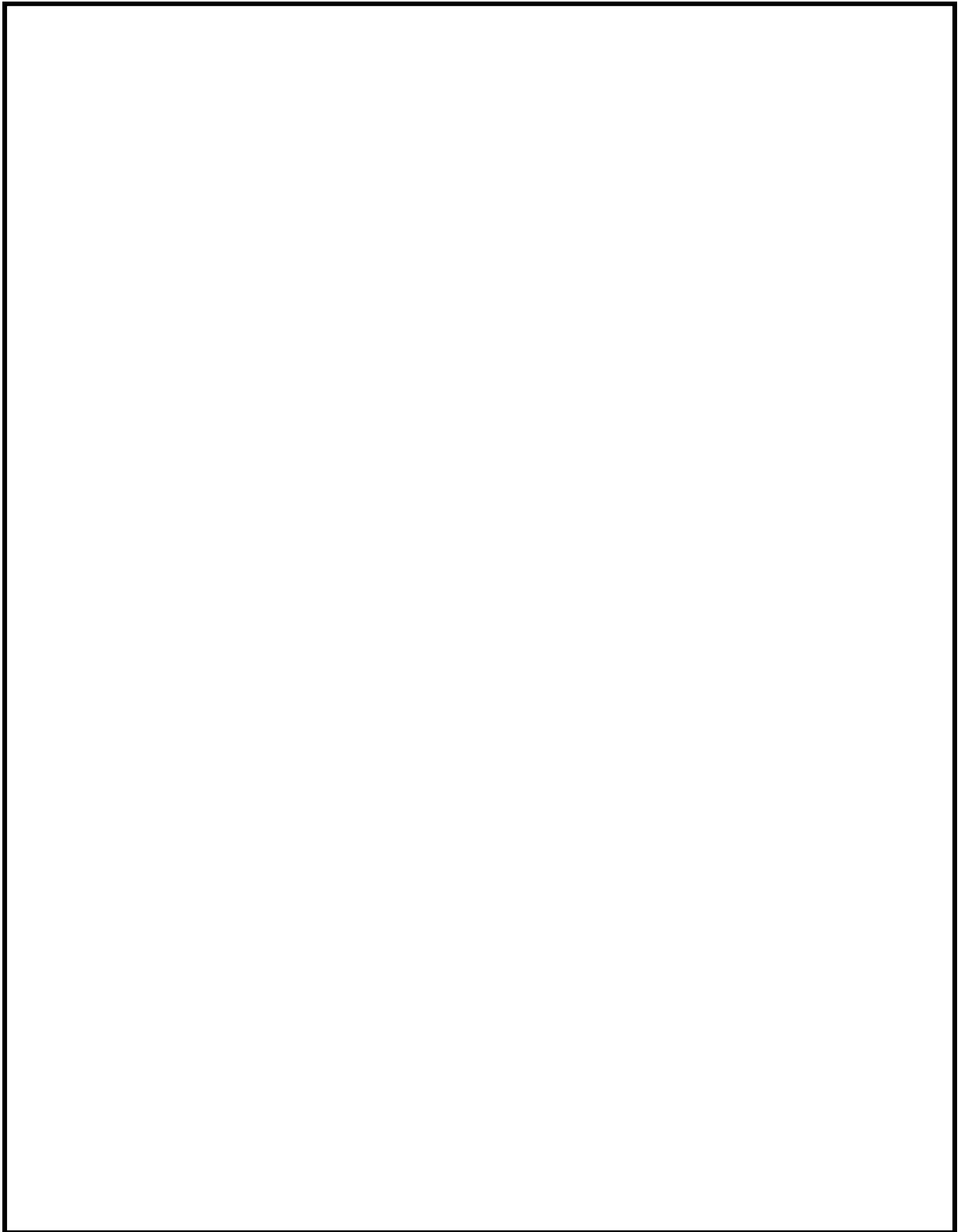
原子炉格納容器ループ室及び加圧器室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。また、放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器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。重大事故等対処施設は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災または格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づきプラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が各設備間で離隔距離 6m 以上確保されているか、又は 1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認している。

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繋げ、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が火災によりその安全性が損なわれないよう、及び重大事故等対処施設が火災により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないようにすることができると評価している。なお、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室内の風速は 5m/s 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。配置の詳細については、第 3-11-4 図及び第 3-11-5 図に示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 に示す。



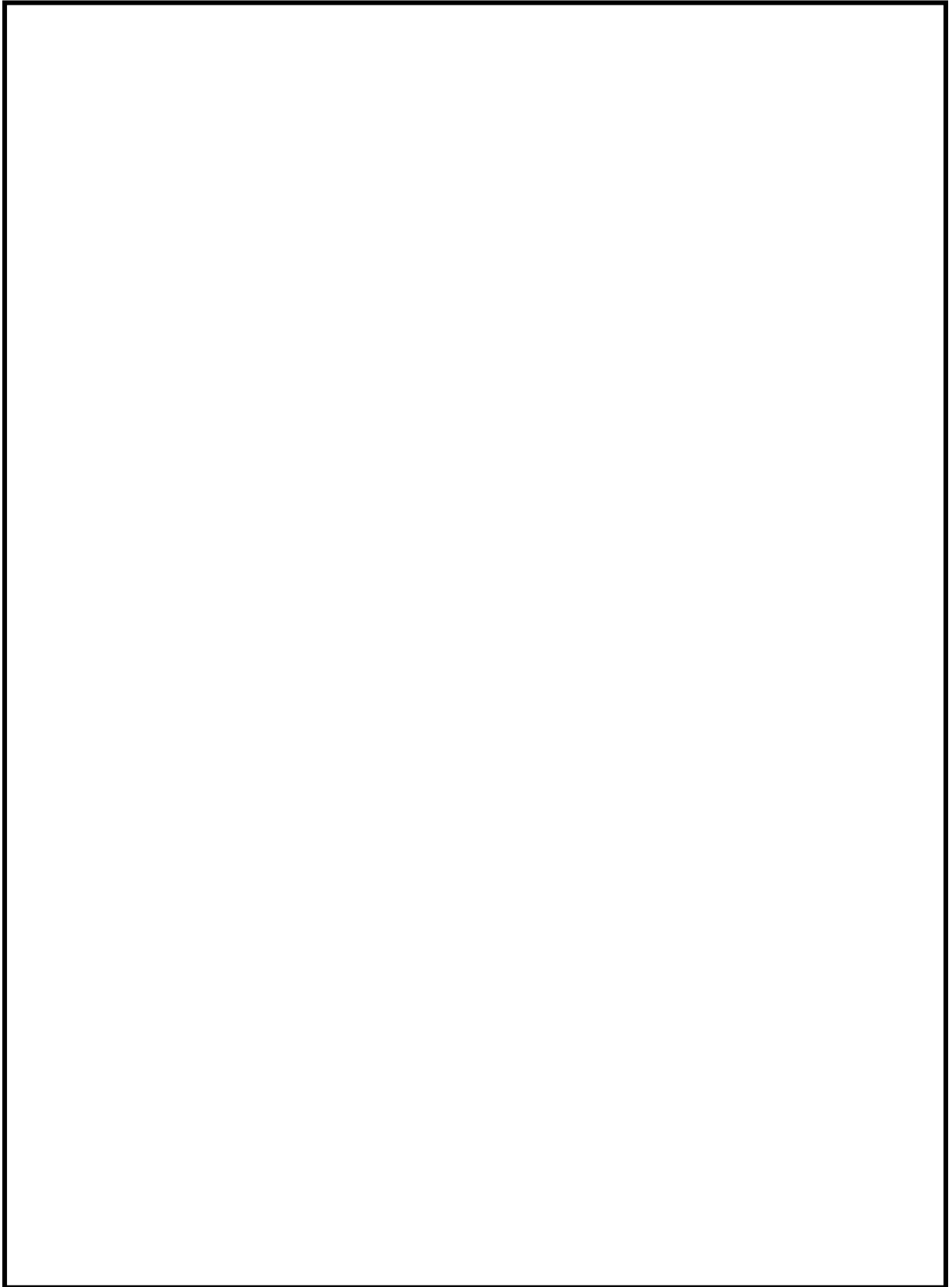
第 3-11-4 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の  
給気ファン運転時における空気の流れ

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。



第 3-11-5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の  
火災発生時の空気の流れ（給気ファン運転時）（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 3-11-5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の  
火災発生時の空気の流れ（給気ファン停止時）(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。

(2) ③インコアモニタチェス室

a. 火災感知器の選択及び配置設計

インコアモニタチェス室は、入口部分及びエリア下部から構成される一つの感知区域であり、入口部分以外は放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び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が想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

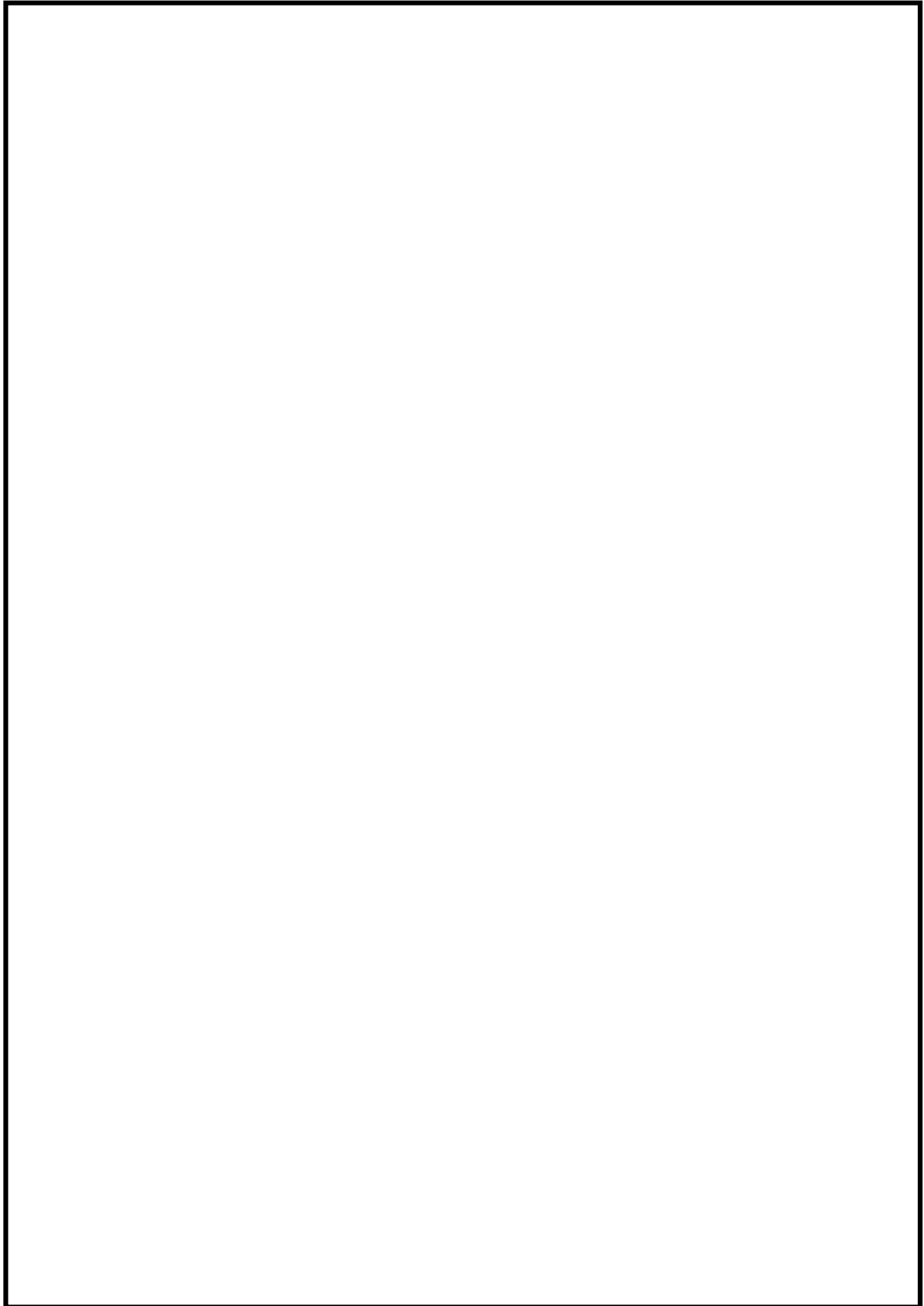
放射線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器、放射線量が高い場所にアナログ式でない防爆型の熱感知器及び空気吸引式の煙検出装置が使用可能であるが、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置する場合、第 3-11-6 図に示すように、エリア下部から天井面を抜けるシンプル配管が干渉物となり、足場設置が困難であることから、取付面に人の寄り付きができず、感知器等を設置することが技術的に不可能である。また、空気吸引式の煙検出装置については、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度（100mSv/5 年、50mSv/年）を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。

以上より、インコアモニタチェス室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。インコアモニタチェス室において考慮すべき環境条件を第 3-11-6 図に示す。

1 種類目の熱感知器は、原子炉容器室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、エリア下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、原子炉容器室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、入口部分にアナログ式の熱感知器を設置し、火災による熱で上昇する空気の流れを考慮し、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防爆型の熱感知器を兼用する設計とすることで、設計基準②を満足する設計とする。

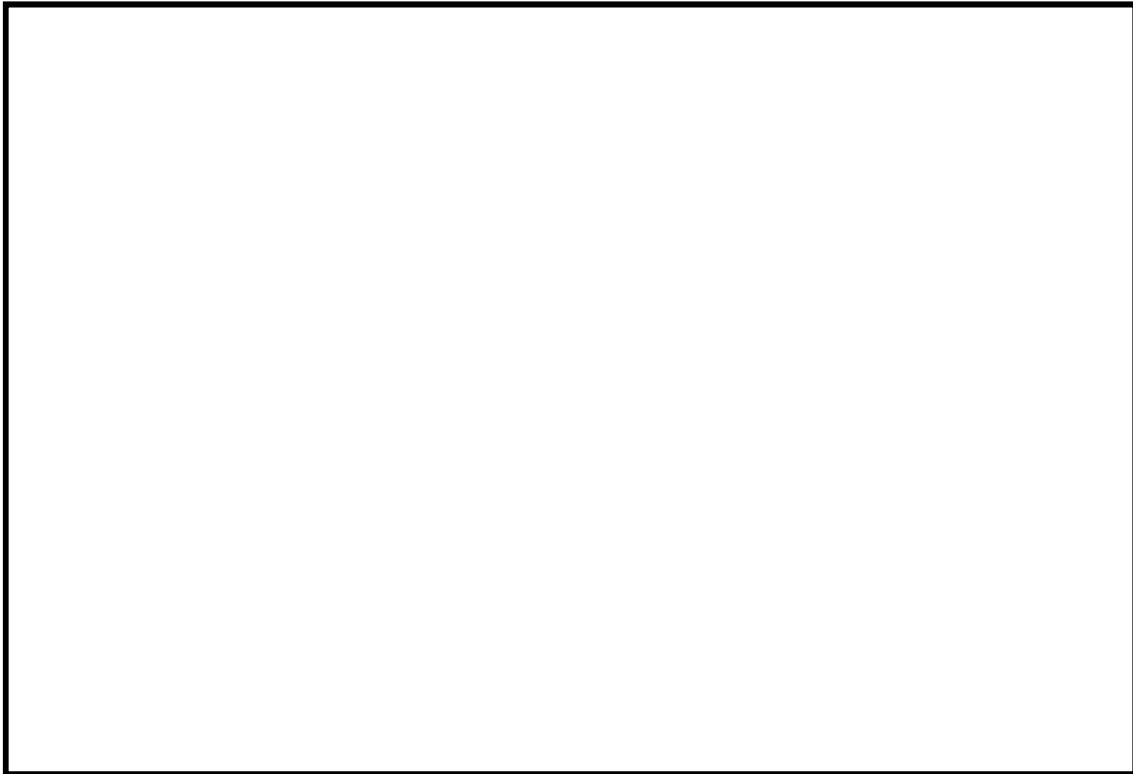
また、2 種類目の煙感知器は、原子炉容器室冷却ファンの運転時における給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用するとともに、原子炉容器室冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、入口部分にアナログ式の煙感知器を設置し、火災による煙が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とすることで、設計基準②を満足する設計とする。兼用する感知器の配置については、第 3-11-7 図に示し、配置の詳細については、第 3-11-6 図及び第 3-11-7 図に示す。





第 3-11-6 図 インコアモニタチェス室の感知器配置図、干渉物、及び考慮すべき環境条件

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 3-11-7 図 兼用する感知器の配置図（原子炉格納容器ループ室）

b. 設計基準を満足できる理由

当該エリアは入口扉、入口扉付近の連通管及び原子炉容器周囲の隙間以外はコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉容器室冷却ファン運転時における室内の空気の流れは室内入口付近上部にある原子炉容器室冷却ファン給気口から給気し、インコアモニタチェス室下部を通過し、原子炉容器周囲の隙間から排気する流れとなっている。なお、原子炉容器下部の隙間を通過した空気は、原子炉容器下部から、原子炉サポートクーラを通過して R C S 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室へ到達する。

この空気の流れを考慮すると、**インコアモニタチェス室**の入口部分で発生する火災による熱及び煙についても入口部分及び下部まで広がり、空気の流れに乗って同様に原子炉格納容器ループ室へ到達するといえる。なお、原子炉容器室冷却ファン（設計風量  ）の給気が**インコアモニタチェス室下部**（）で風速約  m/s と速いことを踏まえると、**火災による気流の上昇より給気による風の流れの方が優位となり、熱風は煙とともにインコアモニタチェス室下部へ流れ込む**と考えられる。

また、原子炉容器室冷却ファンの停止時において、**インコアモニタチェス室**の下部で発生する火災による熱及び煙は、**インコアモニタチェス室内**で拡散・充満すると同

時に原子炉容器下部から、原子炉サポートクーラを通過して RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に流れ込むと考えられる。

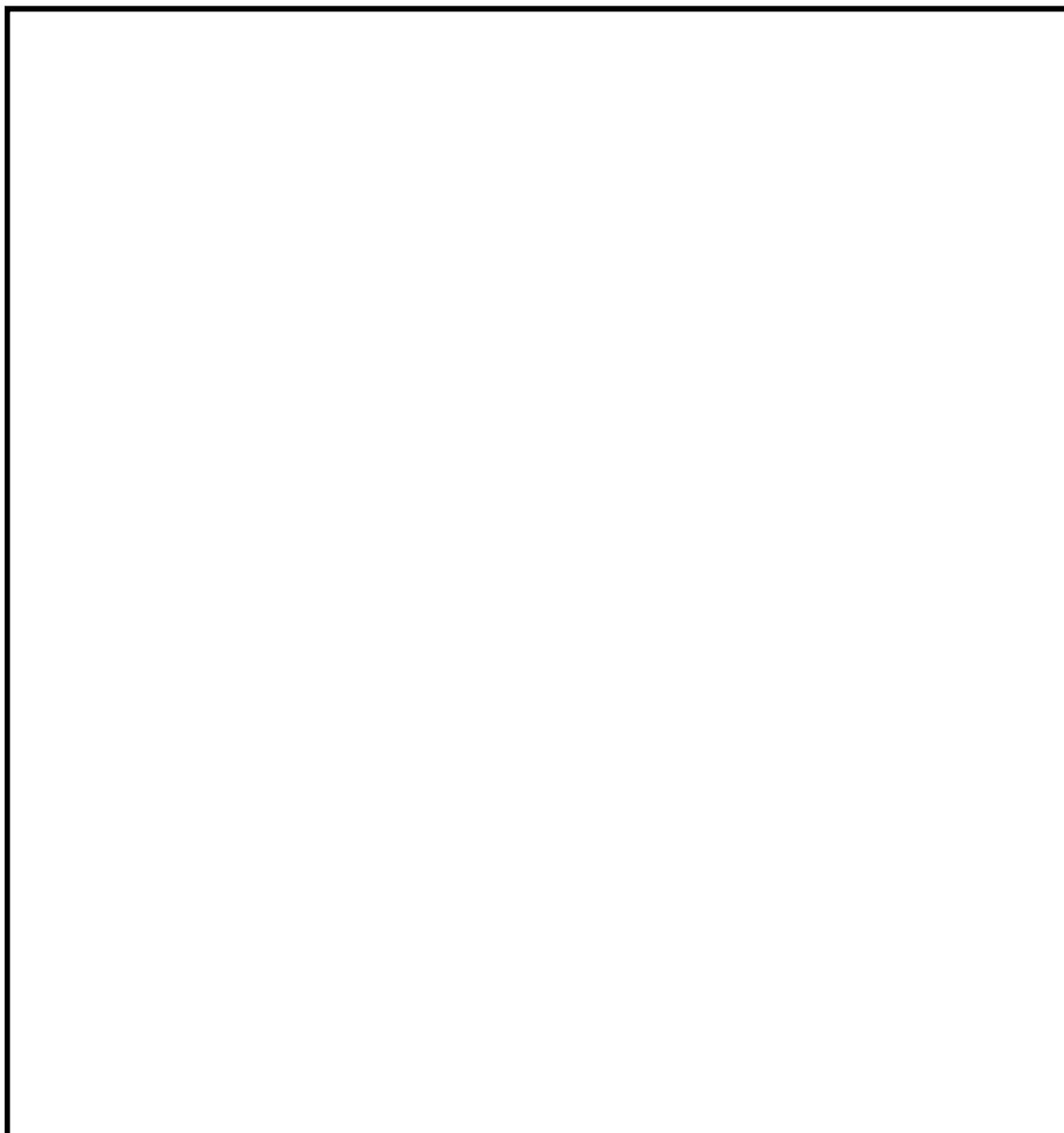
以上より、**インコアモニタチェス室**で発生する火災は、原子炉容器室冷却ファンの運転時においては、**インコアモニタチェス室**下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を兼用することで感知することが可能である。また、原子炉容器室冷却ファンの停止時においては、**インコアモニタチェス室**の入口部分にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用することで感知することが可能である。

**インコアモニタチェス室**を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器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は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべての火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災または格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づきプラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が既許可に準じて各設備間で離隔距離 6m 以上確保されているか、又は 1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認している。

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繋げ、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

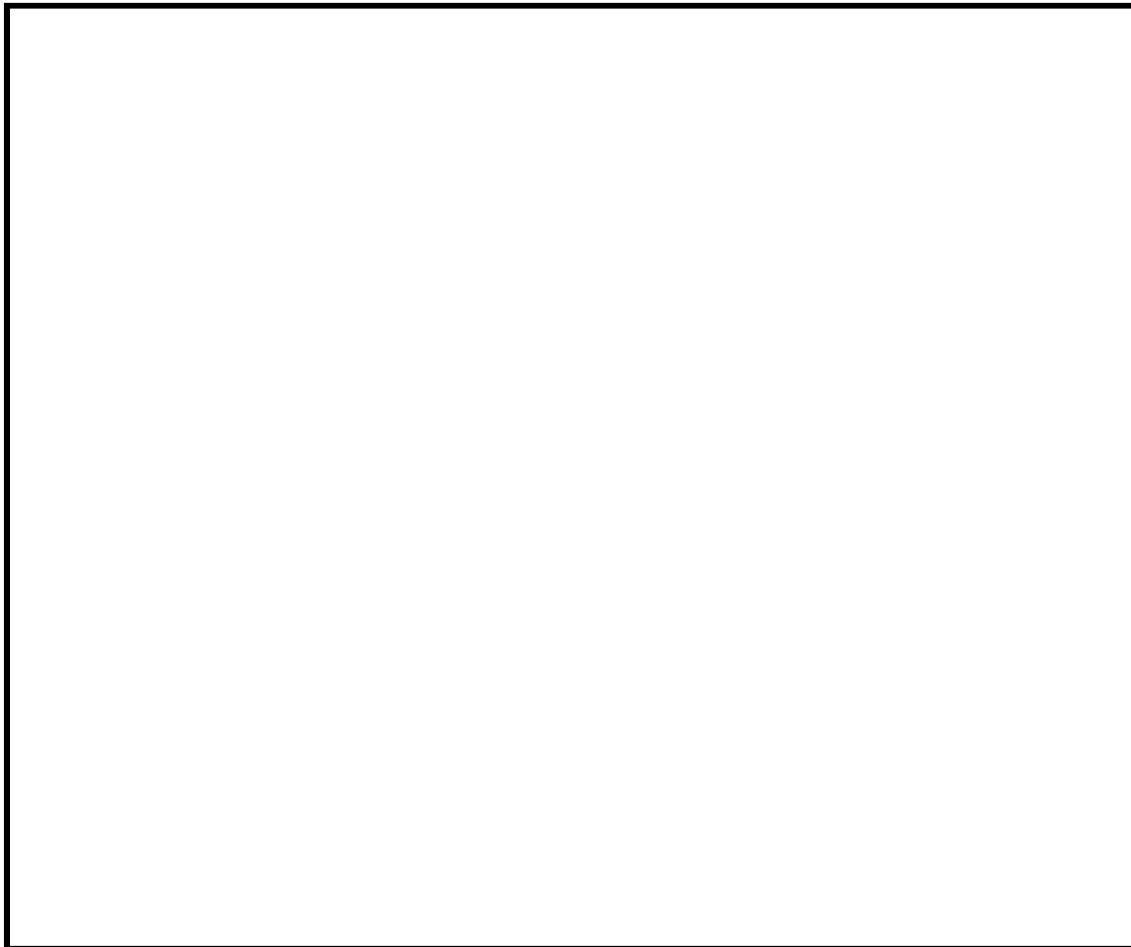
対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

また、**インコアモニタチェス室内**及び原子炉格納容器ループ室内の風速は5m/s以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。第3-11-8図及び第3-11-9図に火災発生時の煙の流れを示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料1-1及び3-5にて示す。



第3-11-8図 インコアモニタチェス室の冷却ファン運転時における  
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。



第 3-11-9 図 インコアモニタチェス室の冷却ファン停止時における  
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) ⑤～⑭各フィルタ室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

各フィルタ室は、放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び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が想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

放射線量が高い場所には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が使用可能であるが、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等を設置する場合、コンクリート蓋を開放する必要がある、点検時や故障時の対応を考量すると、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。また、空気吸引式の煙検出装置については、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度 (100mSv/5年、50mSv/年) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。

また、各フィルタ室に個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項 (取付角度 45 度以下) に従い感知器を設置することができない。

以上より、各フィルタ室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。

エリア内の火災を想定した場合、排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より隣接エリアであるバルブ設置エリアに流出するようになる。

従って、隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで設計基準②を満足する設計とする。

b. 設計基準を満足できる理由

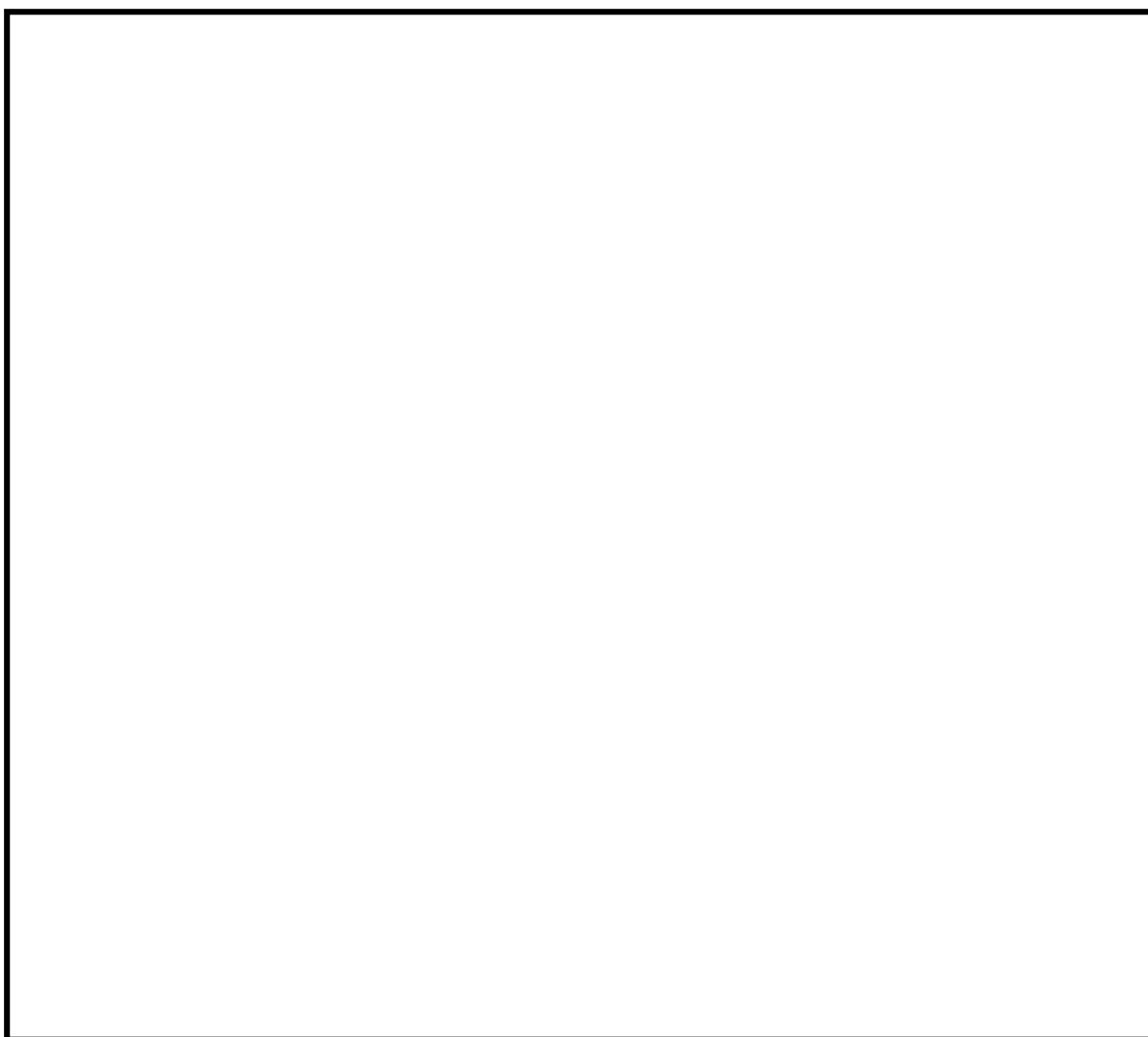
各フィルタ室は、排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より隣接エリアであるバルブ設置エリアに流出すると考えられる。

以上より、各フィルタ室で発生する火災は、隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。

各フィルタ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が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は既許可から変更のない 1 時間の耐火能力を有する隔壁等による分離、並びに、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離対策が実施されている。また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。

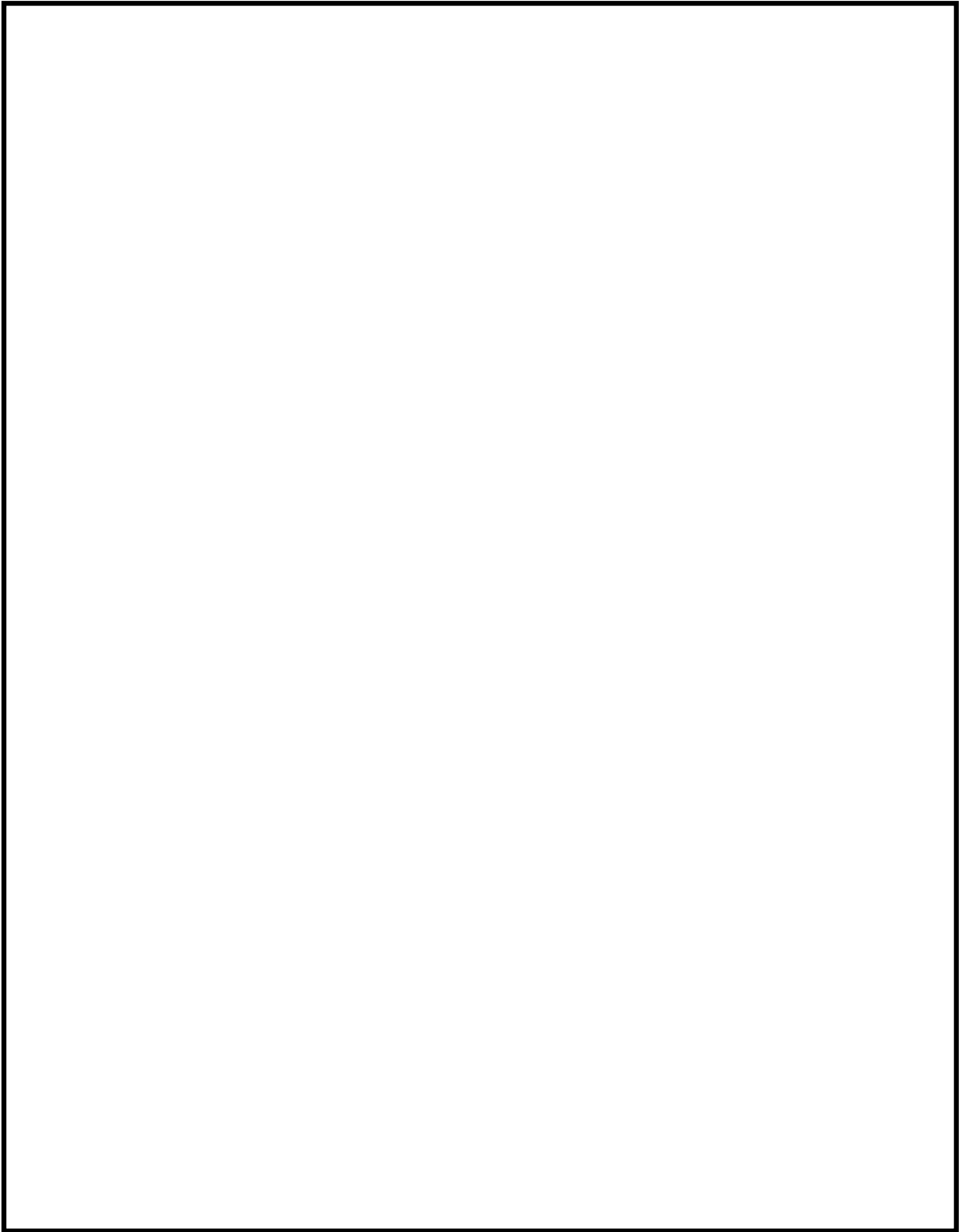
上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

兼用する感知器の配置については、第 3-11-10 図に示し、火災時の熱及び煙の流れを、第 3-11-11 図に示す。



第 3-11-10 図 各フィルタ室の感知器配置図（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 3-11-11 図 火災時の各フィルタ室の熱及び煙の流れ（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。



(4) ⑮～⑲各脱塩塔室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

各脱塩塔室は、放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び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が想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

放射線量が高い場所には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が使用可能であるが、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度 (100mSv/5 年、50mSv/年) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。また、各脱塩塔室に個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項 (取付角度 45 度以下) に従い感知器を設置することができない。

以上より、各脱塩塔室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。

エリア内の火災を想定した場合、排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より隣接エリアであるバルブ設置エリアに流出するようになる。

従って、隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで設計基準②を満足する設計とする。

b. 設計基準を満足できる理由

各脱塩塔室は、排気ダクトの排気口より上部の天井面又は壁面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より隣接エリアであるバルブ設置エリアに流出すると思われる。

以上より、各脱塩塔室で発生する火災は、隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。

各脱塩塔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及び放射性物質を貯蔵する機器等が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は既許可から変更のない 1 時間の耐火能力を有する隔壁等による分離、並びに、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離対策が実施されている。また、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が防止できる。また、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

繋げ、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を満足していると評価する。

兼用する感知器の配置については、第 3-11-12 図に示し、火災時の熱及び煙の流れを、第 3-11-13 図に示す。

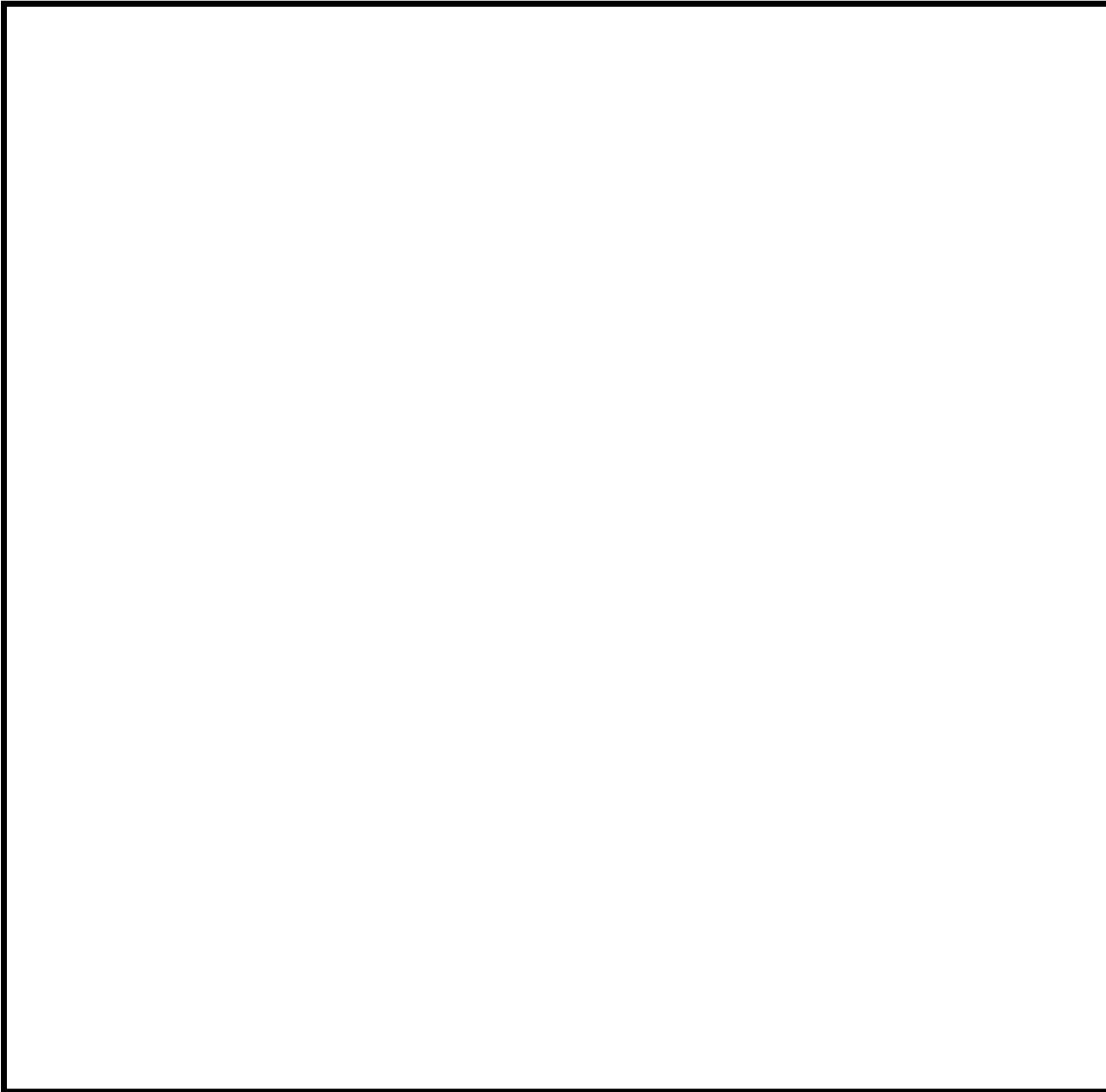


第 3-11-12 図 各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）（1/2）



第 3-11-12 図 各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）（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。



第 3-11-13 図 火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ（断面図）

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。