

3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について

本資料は、原子炉格納容器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、大飯3号機及び大飯4号機の原子炉格納容器（以下、「格納容器」という。）はそれぞれ1つの火災区画として設定している。

今回、格納容器の火災感知器の設計にあたっては、格納容器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。

3-2-1 格納容器内のエリア、フロアの概要

格納容器は、その容器内に原子炉容器、加圧器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプやそれらを接続する配管等の機器を収納している。格納容器内の環境条件を考慮すると、第3-2-1図に示す格納容器の概略図のとおり、3つのエリアに分類することができる。

①一般エリア

格納容器内のうち下階層の周回通路沿いのエリア

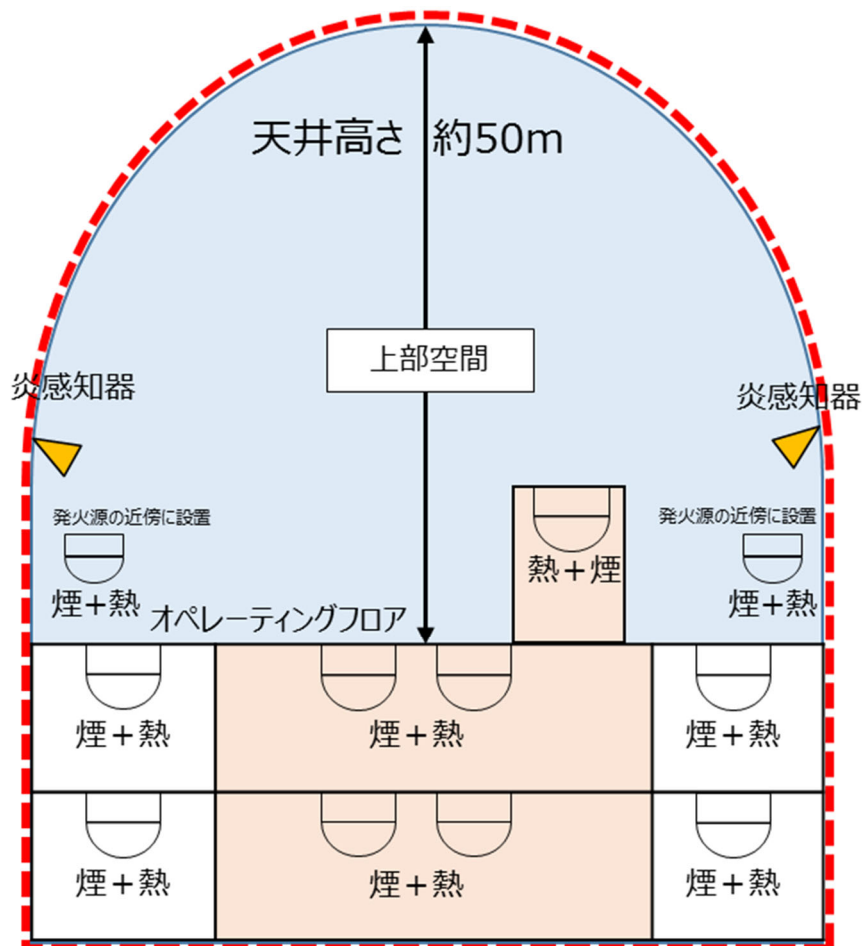
②放射線量が高い場所を含むエリア

運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリア（原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室、炉内計装用シンプル配管室）

③高天井エリア

格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部のエリア（キャビティを含む。）

- : 一般エリア
- : 放射線量が高い場所を含むエリア
- : 高天井エリア
- : 火災区画



第 3-2-1 図 格納容器の概略図

3・2・2 格納容器の火災感知器設計

3・2・1 項で分類した①～③のそれぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件等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) 一般エリア

格納容器内のうち下層階の周回通路沿いのエリアであり、ループ室内の主要機器からの配管、隔離弁等が設置されているが、高天井エリアや放射線量が高い場所を含むエリアにも該当しないため、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器の異なる2種類を設置する設計とする。

(2) 放射線量が高い場所を含むエリア

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管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分1～3の3段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリアであり、原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室及び炉内計装用シンプル配管室が該当する。

当該エリアの火災感知器設計については、補足説明資料3・6「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」に示す。

(3) 高天井エリアにおける火災感知器設計

格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部のエリアであり、天井高さが床面から20m以上のエリアである。

一般エリア及び放射線量が高い場所を含むエリアには機器、配管、弁が設置されているが、このエリアはそのような主要な機器類はなく、巨大な空間のエリアである。

イ. 火災感知器の選定

高天井エリアの環境条件等を踏まえた火災感知器の選定結果を第3・2・1表に示す。第3・2・1表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な火災感知器が使用可能であるが、オペレーティングフロ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を選定し、2種類目は発火源となり得る設備である電気盤の直上にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置する設計とする。

ロ. 火災感知器の選定理由及び設置方法

オペレーティングフロア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消防法施行規則第23条第4項第一号イの設置除外箇所に該当するため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法又は保安水準①を確保できる方法で設置することが困難である。

従って、アナログ式でない炎感知器は、オペレーティングフロアの床面上方に一

部グレーチング床 が設置されていることを考慮し、グレーチングの上部と下部の床面をそれぞれ監視できるように消防法施行規則どおりに設置する設計とする。炎感知器の監視範囲を第 3・2・2 図に示す。

また、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器は、第 3・2・3 図に示すとおり、火災防護上重要な機器等に対する火災の影響を限定できるよう、発火源となり得る設備である電気盤の直上に支持鋼材（グレーチングのような開口部はない）を使用して設置することで、保安水準②を確保できるよう設置する設計とする。

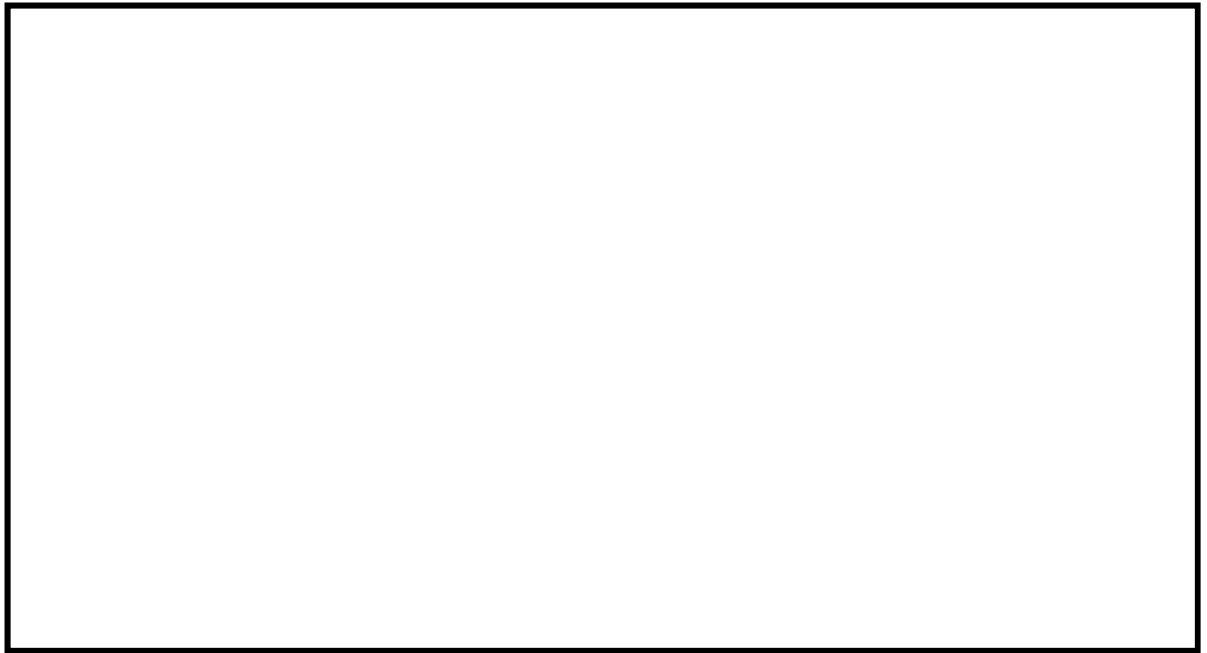
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3-2-1表 原子炉格納容器オペレーティングフロアにおける感知器の選定

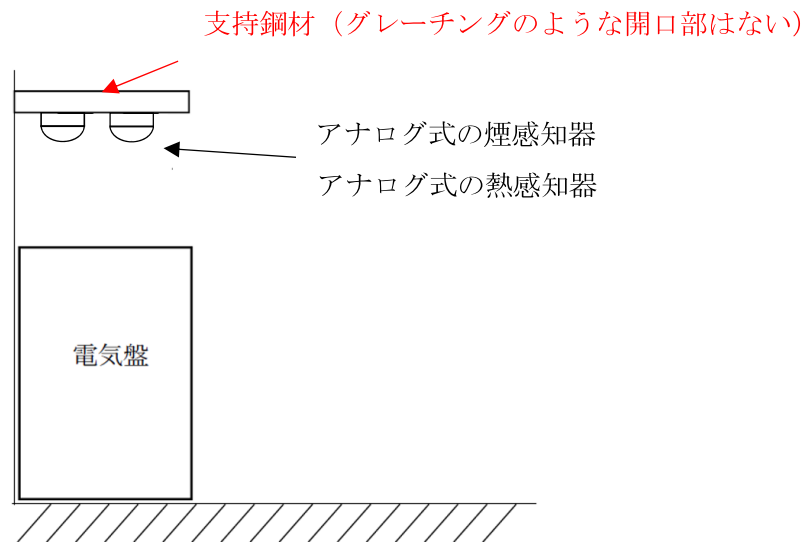
感知方式	熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器		光電分離型煙感知器 (非蓄積型)
設置適合性 (消防施設主任技士の適合性参照)	放射線の守護 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	取付面高さ、遮塵、遮塵、空気清浄等の考慮 (感知性能の確保)	△	△	△	△	○	△	△	△	○
試作動作の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電圧の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (信頼性の確保に必要な施工の確立性)	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
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

※・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 3-2-2 図 高天井エリアの感知器監視範囲図 (大飯発電所 3 号機)



第 3-2-3 図 感知器設置イメージ

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 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

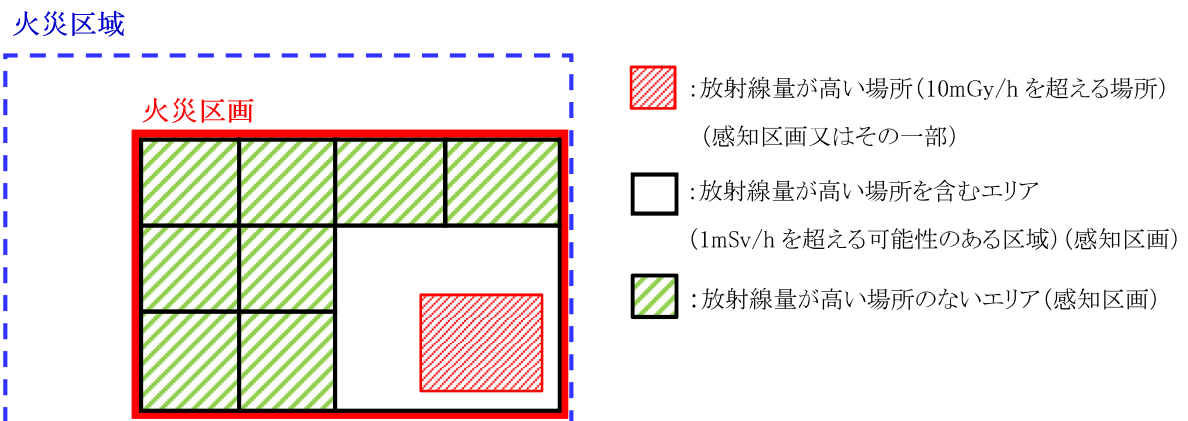
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線量が高い場所を含むエリアの分類、放射線量が高い場所における火災感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた火災感知器の選定、干渉物の観点並びに設置時及び点検時の被ばくの観点における現場施工の成立性を踏まえ、火災防護審査基準への適合又は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保した火災感知器の設計について説明するものである。

3-6-1 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、火災感知器が故障する知見があること並びに感知器の設置・保守点検時の作業員の被ばくが懸念されることから、当該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、およ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、プラント運転中の線量等量率が最も高いエリア（感知区画）を「放射線量が高い場所を含むエリア」と設定した。

具体的には、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③再生熱交換器室、④水フィルタ室、⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑦燃料移送管室、⑧体積制御タンク室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室、⑩炉内計装用シングル配管室及び⑪B・廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリアが該当する。

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-6-1-1図に示す。



第3-6-1-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

3・6・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・6・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・6・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 3-6-2-2 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 3-6-2-2 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。 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。

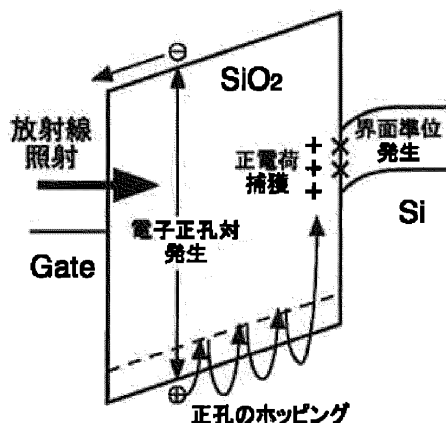
実機プラントにおける感知器の故障実績及び上記の試験結果から、γ 線の影響がある場所に設置するアナログ式の感知器は、約 100Gy の吸収線量で故障すると判断した。

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

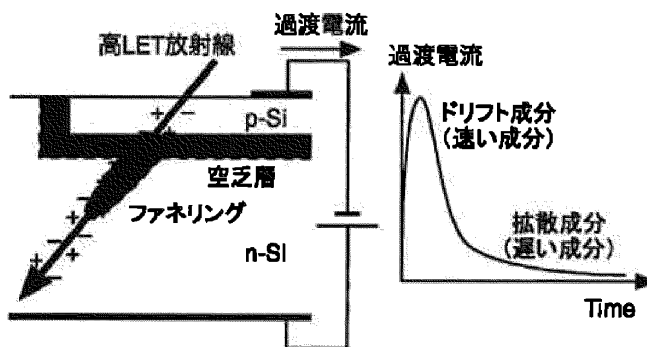
ハ. 文献調査結果

半導体の放射線による故障は、第 3-6-2-1 図に示すトータルドーズ効果又は第 3-6-2-2 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

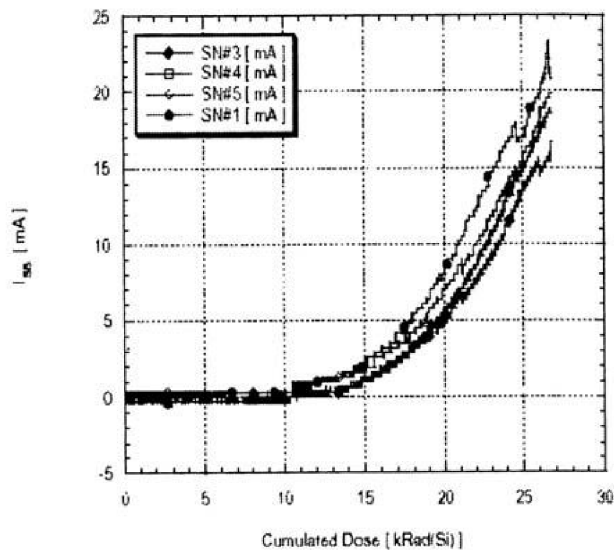


第 3-6-2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 3-6-2-2 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 3-6-2-3 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 3-6-2-3 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。

(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火災感知器として、設置許可に記載のアナログ式でない火災感知器の中から具体的な火災感知器種類を選定する。火災感知器種類の選定については、火災防護審査基準の要求事項を踏まえて選定する。

イ. 火災防護審査基準の要求事項

第3-6-2-3表及び第3-6-2-4表のとおり火災防護審査基準に基づき、火災感知器に対する要求事項及び火災感知器種類の選定方法を整理する。

ロ. 火災防護審査要求事項を踏まえた火災感知器の選定

アナログ式の感知器以外の火災感知器を抽出し、第3-6-2-4表及び第3-6-2-4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火災感知器を選定する。

第3-6-2-4表により放射線量が高い場所（10mGy/hを超える場所）に設置可能な火災感知器の種類は、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）」と煙感知方式の「空気吸引式の煙感知器」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）に設置する火災感知器の種類は、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」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」を選定し、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」から選定する設計を基本とする。

第 3-6-2-3 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火災感知器を抽出し、感知方式 (熱、煙、炎) 毎に基準適合の観点から最適な火災感知器を選定する。</u> ・ <u>基準適合の観点では、環境条件の考慮 (故障の防止、感知性能の確保)、誤作動の防止、網羅性の確保、電源の確保、監視の 6 項目について評価する。</u>
<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"> ・ 非常用<u>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"> ・ 中央制御室での<u>監視</u> 	

第3・6・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

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)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器	
環境条件の考慮 (取付け高さ、温度、湿度、湿度、気流速度の考慮 (感知性能の確保))	放射線の考慮 (取付け高さ)	○	○	○	×	○	×	×	×
	取付け高さ、温度、湿度、湿度、気流速度の考慮 (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	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境施工性 (設置性の確保に必要な施工の確立性)	○	△	△	△	○	△	×	×	×
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・6・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		
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器		
設置条件の考慮 (取付面積、温度、湿度、空気清浄の考慮 (感知性能の確保))	○	○	○	×	○	×	×		
	△ *天井高さが8m以上であり、*クレーンが天井とみだり設置不可 *ただし、クレーンが天井とみだり設置可能	△ *クレーンが天井とみだり設置可能 *ただし、クレーンが天井とみだり設置不可	△ *天井高さが15m以上の場合は、*クレーンが天井とみだり設置不可 *ただし、クレーンが天井とみだり設置可能	○	○	×	×		
	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○		
	○	△	△	○	△	○	×		
設置条件の考慮 (設置性の確保、施工の確立性)	○	○	○	○	○	○	○		
設置条件の考慮 (設置性の確保、施工の確立性)	○	○	○	○	○	○	○		
設置条件の考慮 (設置性の確保、施工の確立性)	○	△	△	○	△	×	×		
評価	△ (クレーン高さが天井高さ8m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (クレーン高さが天井高さ8m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (天井高さ15m未満の場合に限る)	×	△ (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

※: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・6・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	
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非箱模型)	アナログ式でない炎感知器	
設置条件の考慮	放射線の考慮 (起爆の防止)	○	○	○	○	○	○	○
	取付面高さ、温度、湿度、空気清浄の考慮 (感知性能の確保)	△	△	△	△	△	△	△
設置条件の考慮	天井高さが 8m 以上であり設置不可 ただし、グーチャングを天井と天井との設置可能	△	△	△	△	△	△	△
	天井高さが 15m 以上であり設置不可 ただし、グーチャングを天井と天井との設置可能	△	△	△	△	△	△	△
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確立性)	○	△	△	○	△	○	○	○
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3-6-2-5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チングの有無 (○：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	・グレーチングを天井とみなす必要あり(グレーチングを天井とみなさない場合、熱感知器は設置不可)
	上部	○	×	○	アナログ式でない熱	同上
②加圧器室	下部	○	○	○	アナログ式の熱 アナログ式でない炎	・グレーチングの上下に分けて設置
③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
④水フィルタ室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室	バルブ設置エリア	○	○	-	アナログ式の熱	
	脱塩塔設置エリア	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室	バルブ設置エリア	○	○	-	アナログ式の熱	
	脱塩塔設置エリア	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑦燃料移送管室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
⑧体積制御タンク室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	○	○	×	-	差動分布型熱	
⑩炉内計装用シングル配管室	○	○	○	×	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 ・天井高さ8m以上の場所は、熱 感知器は設置不可
	○	○	○	-	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

第 3・6・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リングの有無 (○：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	・レーザリングを天井とみない必要あり(レーザリングを天井とみない場合、煙感知器は設置不可)
	○	○	○	○	アナログ式の煙	
②加圧器室	○	○	○	-	アナログ式の煙	同上
	○	○	○	-	アナログ式の煙	
③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
④水フィルタ室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑦燃料移送管室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
⑧体積制御タンク室	○	○	○	-	アナログ式の熱	
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑩炉内計装用シングル配管室	○	○	○	-	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
⑪B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	○	○	○	-	アナログ式の煙	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け

3-6-3 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、③再生熱交換器室、④水フィルタ室、⑦燃料移送管室、⑧体積制御タンク室及び⑪B・廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリアは、エリア内のアナログ式の熱感知器又はアナログ式の煙感知器（②加圧器室下部についてはアナログ式でない炎感知器を含む）の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、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、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室上部については、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異なることから、保安水準の定義及び具体的な設計について補足説明資料 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、エリア内のアナログ式でない熱感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、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、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異なることから、保安水準の定義及び具体的な設計について補足説明資料 3-11 に示す。

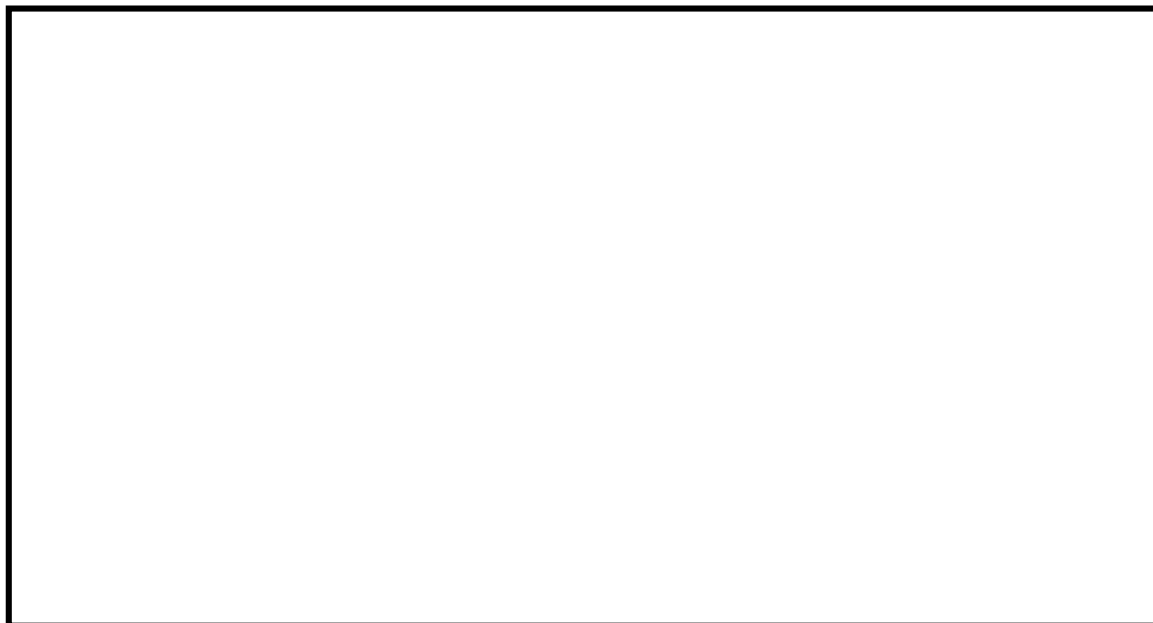
また、放射線量が高い場所を含むエリアの内、⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室は、エリア内のアナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物が存在するため各エリアの状況を以下に整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性を示す。

イ. ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

化学体積制御設備脱塩塔バルブ室には照明及び照明用電線管が設置され、化学体積制御設備脱塩塔の周囲には樹脂入口配管、樹脂出口配管、入口配管、出口配管、逆洗水出口配管が設置されている。また、高い放射線の影響を防止

するため、化学体積制御設備脱塩塔の周りは厚さ約 700～1300mm のコンクリート壁が設置されている。

主に高放射線の影響を防止するために設置されたコンクリート壁が干渉物となり、電線管等を敷設する際にはコンクリート壁を貫通させる必要があることから施工性は低いですが、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。



第 3-6-3-1 図 化学体積制御設備脱塩塔周り系統図



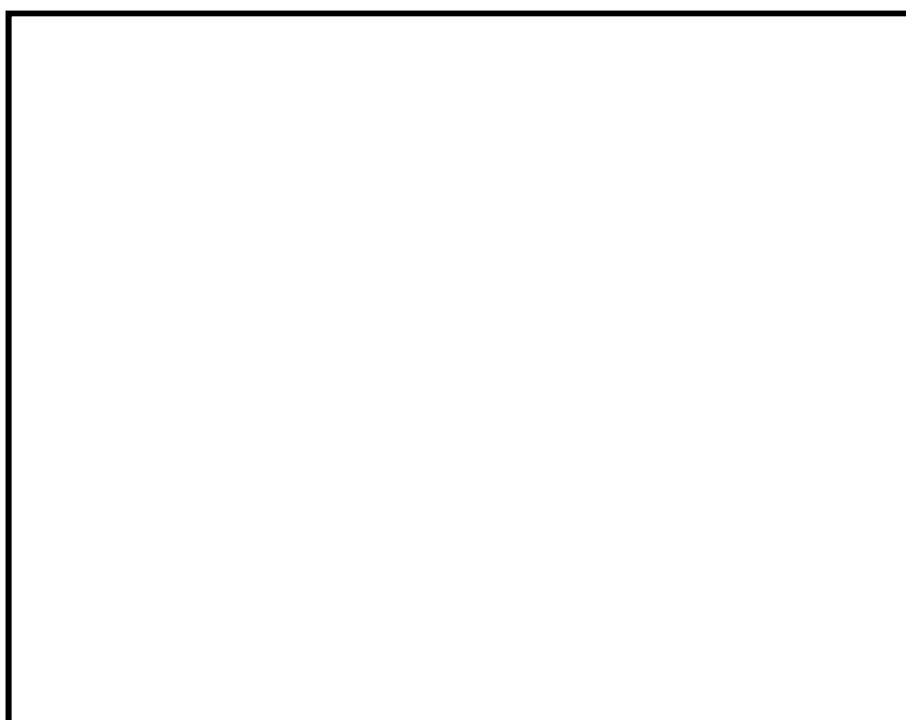
第 3-6-3-2 図 化学体積制御設備脱塩塔照明配置図

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。

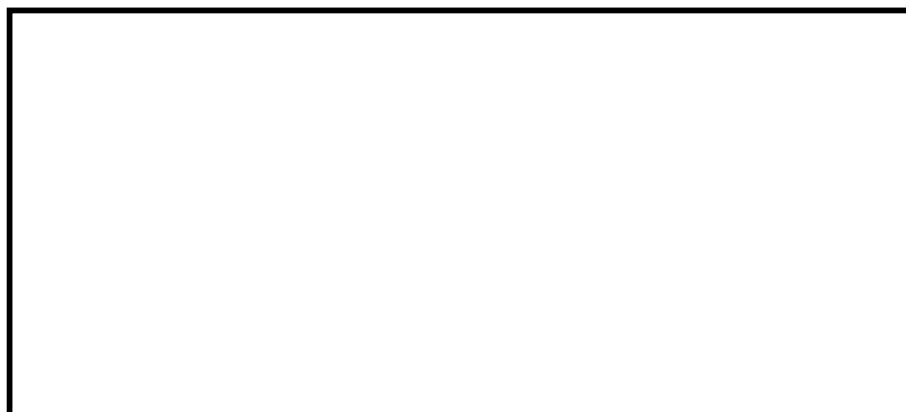
ロ. ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室には照明及び照明用電線管が設置され、使用済燃料ピット脱塩塔の周囲には樹脂入口配管、樹脂出口配管、入口配管、出口配管、逆洗水出口配管が設置されている。また、高い放射線の影響を防止するため、使用済燃料ピット脱塩塔の周りは厚さ約 700～1200mm のコンクリート壁が設置されている。

主に高放射線の影響を防止するために設置されたコンクリート壁が干渉物となり、電線管等を敷設する際にはコンクリート壁を貫通させる必要があることから施工性は低いが、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。



第 3-6-3-3 図 使用済燃料ピット脱塩塔周り系統図



第 3-6-3-4 図 使用済燃料ピット脱塩塔照明配置図

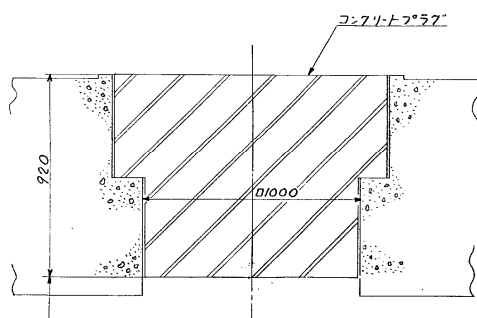
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室

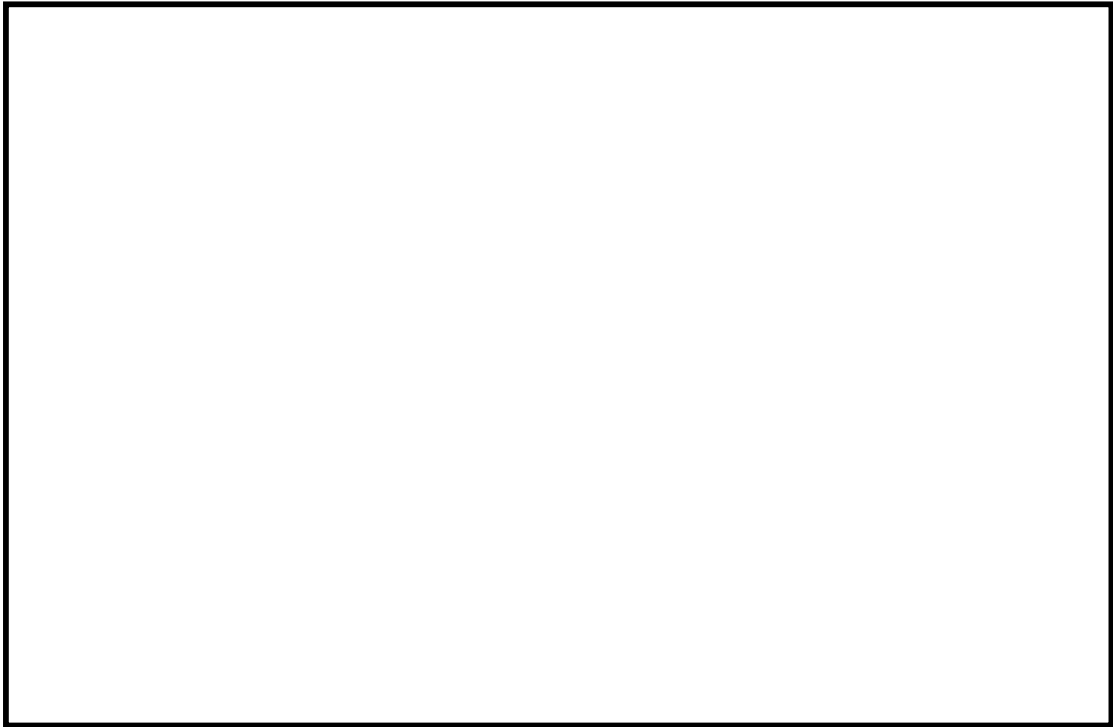
使用済樹脂貯蔵タンクは、使用済樹脂の最終保管場所であり、使用済樹脂貯蔵タンク室へのアクセスは上部エリアの厚さ **920mm** のコンクリート蓋を開放し、アクセスが必要であるが、上部エリアには、ドラム缶を移動させる恒設のコンベア設備が設置されており、室内へのアクセスは非常に困難である。

また、使用済樹脂貯蔵タンク室内には照明及び照明用電線管が設置され、使用済樹脂貯蔵タンクの周囲には樹脂入口配管、洗浄水入口配管、水位計配管、オーバーフロー配管、廃液戻り配管、ベント配管が設置されている。また、高い放射線の影響を防止するため、使用済樹脂貯蔵タンクの周りは厚さ約 **800～1250mm** のコンクリート壁が設置されている。

主に高放射線の影響を防止するために設置されたコンクリート壁が干渉物となり、電線管等を敷設する際にはコンクリート壁貫通させる必要があること、また作業の際には恒設のドラム缶移動用コンベア設備を移設し、上部コンクリート蓋を開放する必要があることから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。



第 3-6-3-5 図 コンクリート蓋断面



第 3・6・3・6 図 使用済樹脂貯蔵タンク周り系統図



第 3・6・3・7 図 使用済樹脂貯蔵タンク照明配置図

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。

二. ⑩炉内計装用シンプル配管室

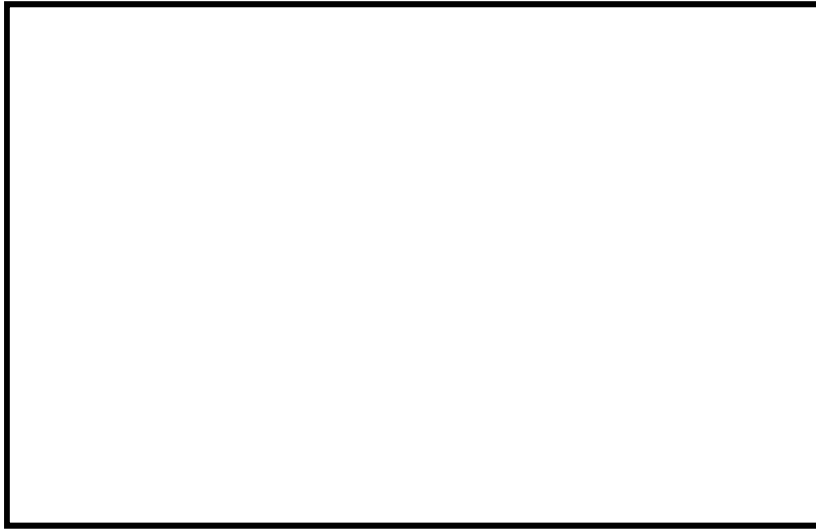
炉内計装用シンプル配管室にはシンプル配管、原子炉下部キャビティ水位計及び電線管、炉内計装用シンプル配管室漏えい検出装置及び漏えい検出装置用電線管、照明及び照明用電線管が設置されている。また、高い放射線の影響を防止するため、炉内計装用シンプル配管室の周りは厚さ約 700～1100mm のコンクリート壁が設置されている。

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感知器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。



第 3-6-3-8 図 シンプル配管上面図及び断面図

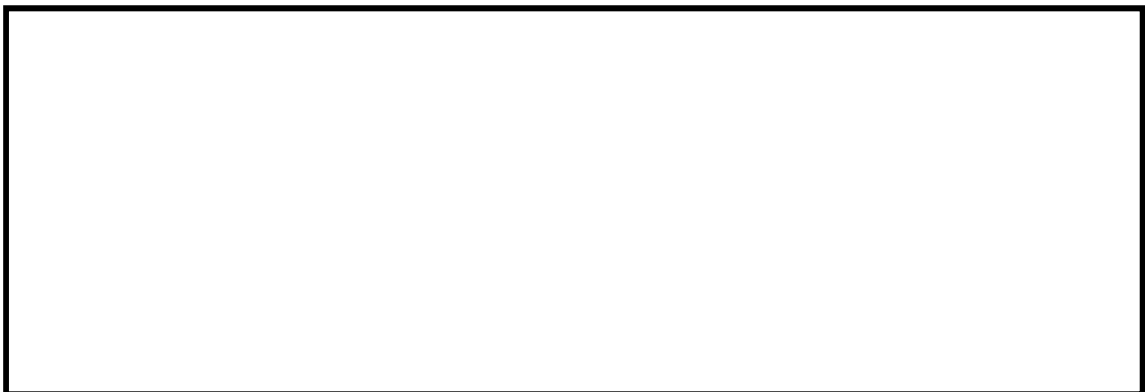
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-3-9 図 原子炉下部キャビティ水位計電線管ルート図



第 3-6-3-10 図 漏えい検出装置電線管ルート図



第 3-6-3-11 図 炉内計装用シンプル配管室照明配置図

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・6・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おける火災感知器の設置を設計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における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。
- 至近の大飯発電所の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）を第3-6-4-1表に示す。火災感知器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3-6-4-1表 大飯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 大飯発電所年間線量(3号機)	約470
2020年度 大飯発電所年間線量(4号機)	約440
3号機第17回定検(2019.4.11~2019.7.23)	約370
4号機第17回定検(2020.11.3~2021.2.12)	約410

(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・6・4・2 表に示す。

第3・6・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加圧器室上部		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。
③再生熱交換器室		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。
④水フィルタ室		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室		<ul style="list-style-type: none"> 線源である樹脂の交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、保守点検を勘案した設置箇所に適さない。
⑥使用済燃料ヒット脱塩塔バルブ室		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。 線源である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。
⑦燃料移送管室		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。
⑧体積制御タンク室		<ul style="list-style-type: none"> 被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室		<ul style="list-style-type: none"> 線源である高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時放射線量が高く、設置及び保守点検を勘案した設置箇所に適さない。
⑩炉内計装用シングル配管室（格納容器内）		<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は低下する期間がある。
⑪B-廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア		<ul style="list-style-type: none"> 線源となるドラム缶の移動等により、放射線量を下げることが可能なことから、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) 放射線量が高く火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により火災感知器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及び②加圧器室上部については、天井高さが床面から 8m 以上でグレーチングが複数の階層に設置されていることから、天井面にアナログ式でない熱感知器を設置することができず、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。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異なる種類の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、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。保安水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。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室については、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感知器を設置及び保守点検する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異なる種類の感知器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、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の解釈（以下「技術基準規則の解釈」という。）の柱書を適用し、消防法施行規則と異なる方法であっても適切な感知器を設置することにより、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。

- ・⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリアでは、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異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。

- ・⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリアでは、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、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。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異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。
- ・⑨使用済樹脂貯蔵タンク室では、線源である高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時放射線量が高いことから、設置及び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異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。
- ・⑩炉内計装用シンプル配管室では、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、実施時期の適性化を図ることは可能である。ただし、空気吸引式の煙感知器の場合、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。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異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように設置する設計とする。

上記のエリアにおける保安水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・6・4・3 表に示す。

第3-6-4-3表 ⑤、⑥、⑨及び⑩のエリアの被ばく線量及び集団線量

【設置時線量】

B II エリア	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									
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	3	3	-	0	6							○
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	1	1	-	0	2							
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 ※1	2	2	-	0	4							
⑩炉内計装用シンプル配管室 ※2	2	4	-	0	6							

【保守点検時線量】

B II エリア	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②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									
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	3	3	-	0	6							○
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	1	1	-	0	2							
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 ※1	2	2	-	0	4							
⑩炉内計装用シンプル配管室 ※2	2	4	-	0	6							

※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、⑤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原子炉格納容器ループ室のアナログ式の煙感知器を兼用)

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470人・mSv、4号機 約440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。

3-6-5 放射線量が高い場所を含む 11 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 80
エリア内機器	1 次冷却材高温側温度 (広域) 検出器、1 次冷却材ポンプ、蒸気発生器等
エリア面積 (m ²)	580

ロ. 設置する感知器

エリア内にグレーチング面を天井とみなしてアナログ式でない熱感知器及びエリア内の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器をそれぞれ感知器 1 個あたりの感知面積を天井面に設置した場合の半分と見積もり、床面積に対して必要個数を設置する。



第 3-6-5-1-1 図 原子炉格納容器ループ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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、エリア内にアナログ式でない

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。

熱感知器とエリア内の比較的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、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、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、作動するものを選定する。

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1次冷却材高温側温度(広域)検出器があり、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とエリア内の比較的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 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、エリア内のグレーチング面を天井とみなしてアナログ式でない熱感知器及びエリア内の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器をそれぞれ感知器1個あたりの感知面積を天井面に設置した場合の半分と見積もり、床面積に対して必要個数を設置することによって火災を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、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(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 1.5
エリア内機器	加圧器逃がし弁等
エリア面積 (m ²)	23.5

ロ. 設置する感知器

加圧器室上部は、天井高さが床面から 20m 以上のため、グレーチング面を天井とみなしてエリア内にアナログ式でない熱感知器及び比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器をそれぞれ感知器 1 個あたりの感知面積を天井面に設置した場合の半分と見積もり、床面積に対して必要個数を設置する。

なお、加圧器室下部は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満のため、天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器、グレーチング下部にアナログ式でない炎感知器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。



第 3-6-5-2-1 図 加圧器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

加圧器室上部は、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、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の比較的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、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動

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。

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、作動するものを選定する。

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 の一部である加圧器室上部には、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、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の比較的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 のうち加圧器室上部は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内のグレーチング面を天井とみなしてアナログ式でない熱感知器及びエリア内の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器をそれぞれ感知器 1 個あたりの感知面積を天井面に設置した場合の半分と見積もり、床面積に対して必要個数を設置することによって火災を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、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

なお、火災区画 のうち加圧器室下部は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満のため、天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器、グレーチング下部にアナログ式でない炎感知器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から、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。

(3) ③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)	100 以上
エリア内機器	再生熱交換器、照明
エリア面積 (m ²)	26.5

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比較的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 3-6-5-3-1 図 再生熱交換器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の比較的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、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、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、作動するものを選定する。

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比較的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。

(4) ④水フィルタ室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 24
エリア内機器	フィルタ、弁、照明
エリア面積 (m ²)	37.3

ロ. 設置する感知器

エリア内の比較的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 3-6-5-4-1 図 水フィルタ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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から、エリア内の比較的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。

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はない。

当該エリアには、金属製であるフィルタ、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余熱除去系統、

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。

化学体積制御系統、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統等のケーブルが存在する。

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。

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化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

イ. 環境条件

・化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

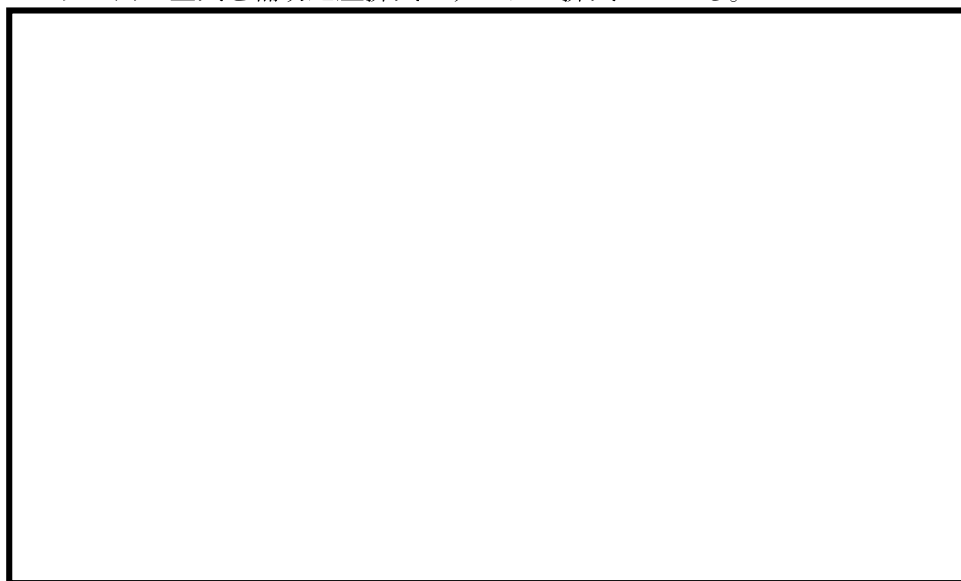
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 230
エリア内機器	脱塩塔室：脱塩塔、照明 バルブ室：弁、照明
エリア面積 (m ²)	38.4 (脱塩塔室+バルブ室)
火災荷重 (MJ)	72.6 (照明 6 台)
等価火災時間 (h)	0.0021 (約 8s)

・使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 30
エリア内機器	脱塩塔室：脱塩塔、照明 バルブ室：弁、照明
エリア面積 (m ²)	23.2 (脱塩塔室+バルブ室)
火災荷重 (MJ)	36.3 (照明 3 台)
等価火災時間 (h)	0.0017 (約 6s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い脱塩塔室は、第 3-6-5-5-1 図に示す様に、バルブ室との境界については点検用の開口部があり、脱塩塔室には排気用のダクトが設置されており、入口扉からの空気が点検用の開口を通じて給気され、排気ダクトよりエリア内の空気を補助建屋排気ファンにて排気している。

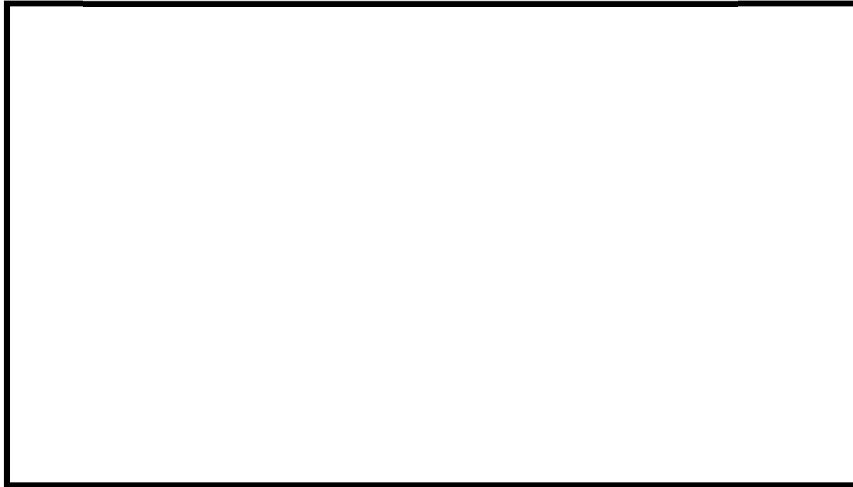


第 3-6-5-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、
使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の空気の流れ (平面図)

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。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)



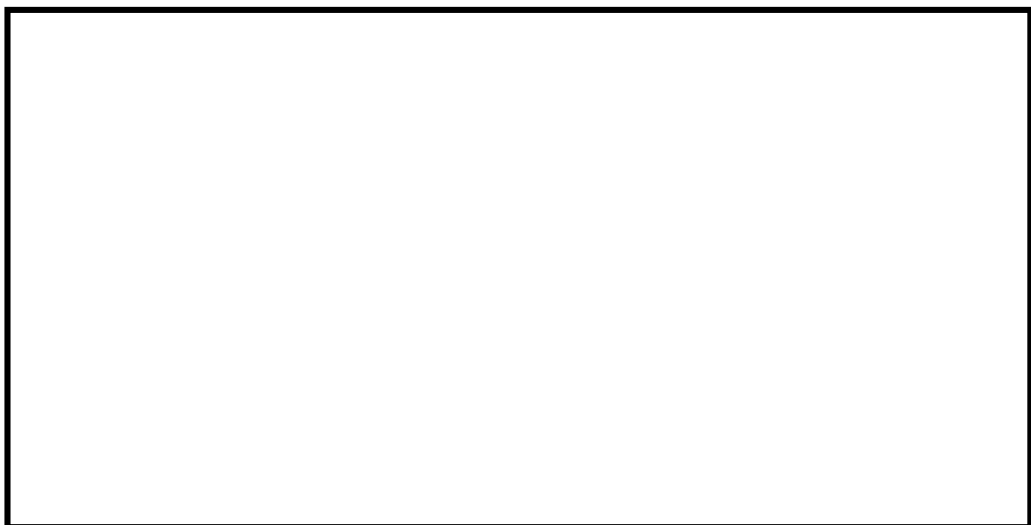
第 3-6-5-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット
脱塩塔バルブ室の空気の流れ (断面図)

ハ. 設置する感知器

バルブ室内については、比較的線量が低いため一般エリアと同様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。

脱塩塔室内については、部屋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、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。

配置の詳細については、第 3-6-5-5-2 図に示す。



第 3-6-5-5-2 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室及び使用済燃料ピット脱塩塔
バルブ室の感知器配置図 (バルブ室)

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 3-6-5-5-2 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室及び
使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の感知器配置図 (脱塩塔室)

ニ. 選定理由

バルブ室内については、火災区画 の一部であり、エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、比較的線量が低いため一般エリアと同様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定する。

脱塩塔室内については、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(脱塩塔室・バルブ室)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(化学体積制御設備脱塩塔バルブ室等価火災時間:8秒、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室:6秒)と火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等である余熱除去系統、化学体積制御系統、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統等のケーブルが存在する。

その上で、当該エリア内で万一火災が発生した場合には、バルブ室については、比較的線量が低いため、一般エリアと同様の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をし、また、脱塩塔室については、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、放射線量が比較的線量が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。

また、第 3-6-5-5-3 図に脱塩塔室内での火災発生時の空気の流れを示す。

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・6・5・5・3 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室及び使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔室内での火災発生時の空気の流れ

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうちバルブ設置エリアは、第 11 条第 2 項（火災の早期感知）へ適合している。

火災区画 のうち脱塩塔設置エリアは、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、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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) ⑦燃料移送管室

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	配管、照明
エリア面積 (m ²)	6.4

ロ. 設置する感知器

エリア内の比較的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 3-6-5-6-1 図 燃料移送管室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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を考慮し、エリア内の比較的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。

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はない。

当該エリアには、配管及び照明しかないため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 次冷却材ポンプ封水注入ライ

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。

ン格納容器隔離弁、充てんライン格納容器隔離弁、制御用空気供給母管圧力伝送器(Ⅲ)、格納容器圧力(広域)伝送器(Ⅰ)等の機器、並びに 1 次冷却系、高圧注入系、余熱除去系統、プロセス監視計器等のケーブルが存在する。

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。

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。

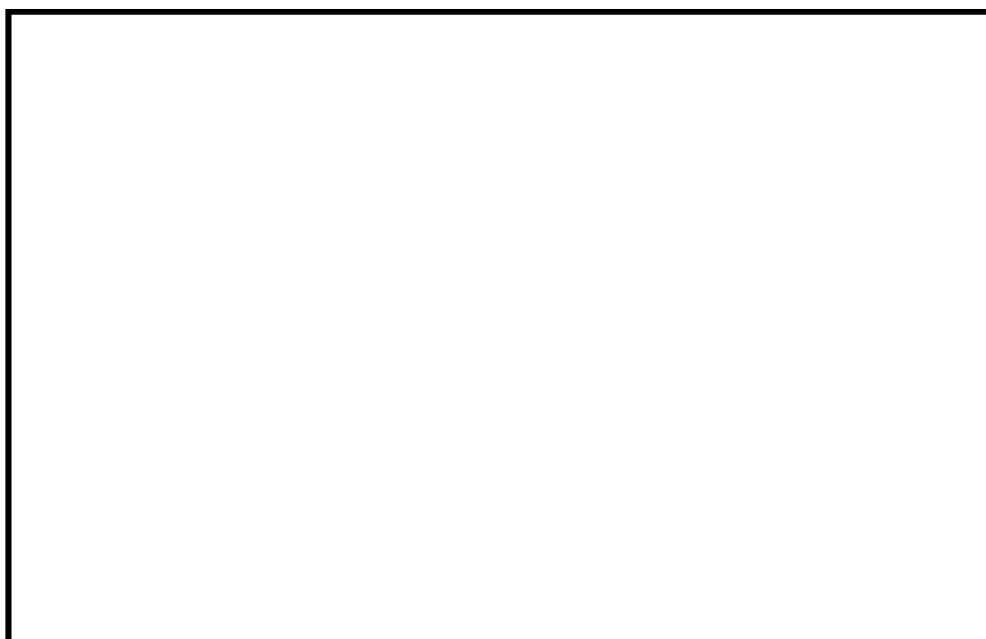
(7) ⑧体積制御タンク室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 1.7
エリア内機器	体積制御タンク、照明
エリア面積 (m ²)	39.2

ロ. 設置する感知器

エリア内の比較的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 3-6-5-7-1 図 体積制御タンク室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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、エリア内の比較的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。

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はない。

当該エリアには、金属製である体積制御タンク及び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ほう酸タ

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。

ンク水位伝送器、体積制御タンク出口第1止め弁、ほう酸タンク入口弁、緊急ほう酸注入ライン補給弁等の機器、並びに補助給水系統、化学体積制御系統、余熱除去系統、主蒸気系統等のケーブルが存在する。

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。

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。

(8) ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室

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	使用済樹脂貯蔵タンク、照明
エリア面積 (m ²)	32.2×2
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	約 0.001 以下 (1.62s)

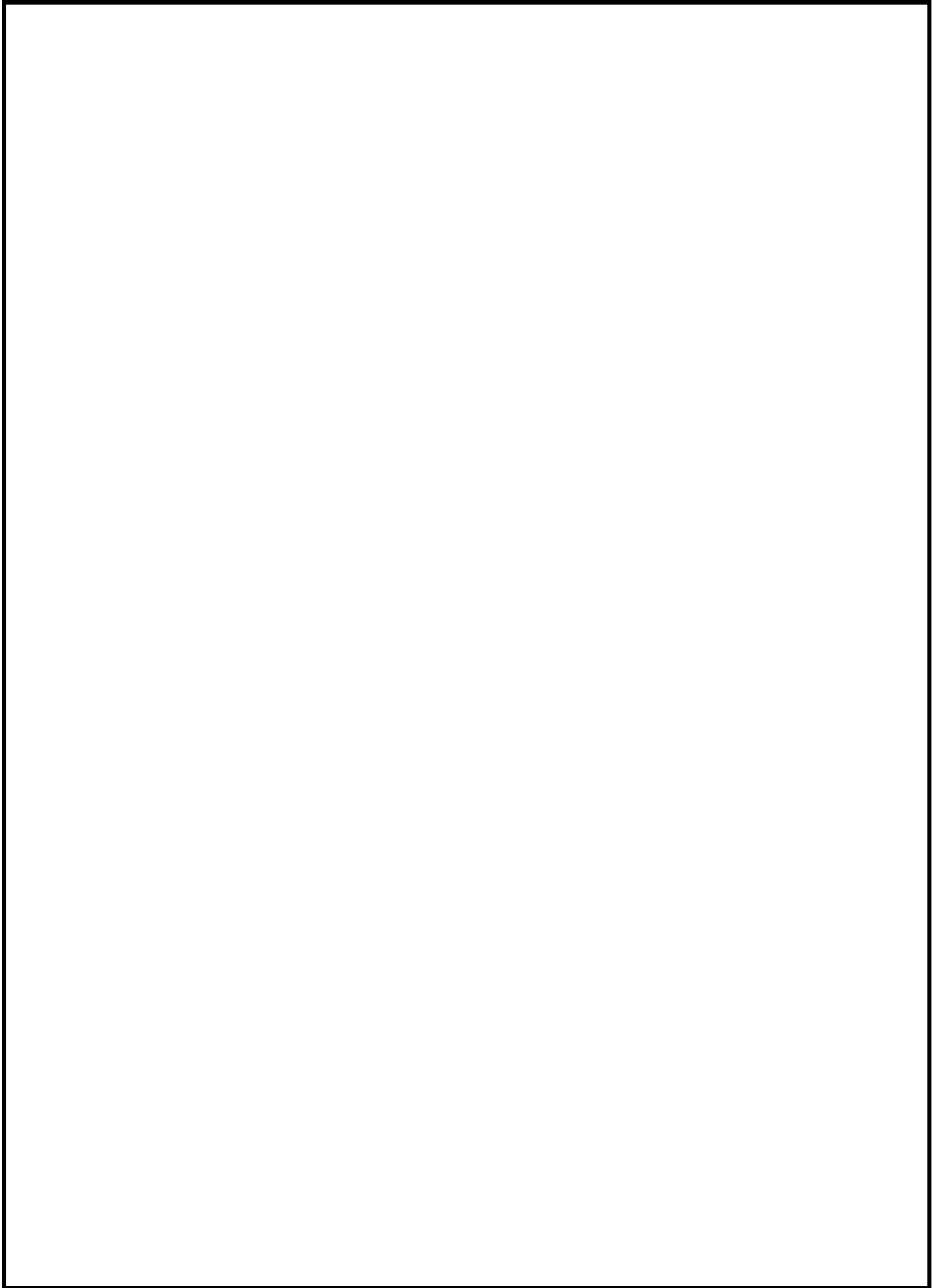
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い使用済樹脂貯蔵タンク室は、第 3-6-5-8-1 図に示すとおり当該エリアの上部に開口部があり、開口部にはコンクリート蓋を設置している。この蓋の隙間より空気を給気し、排気ダクトより空気を補助建屋排気ファンにて排気している。



第 3-6-5-8-1 図 使用済樹脂貯蔵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。



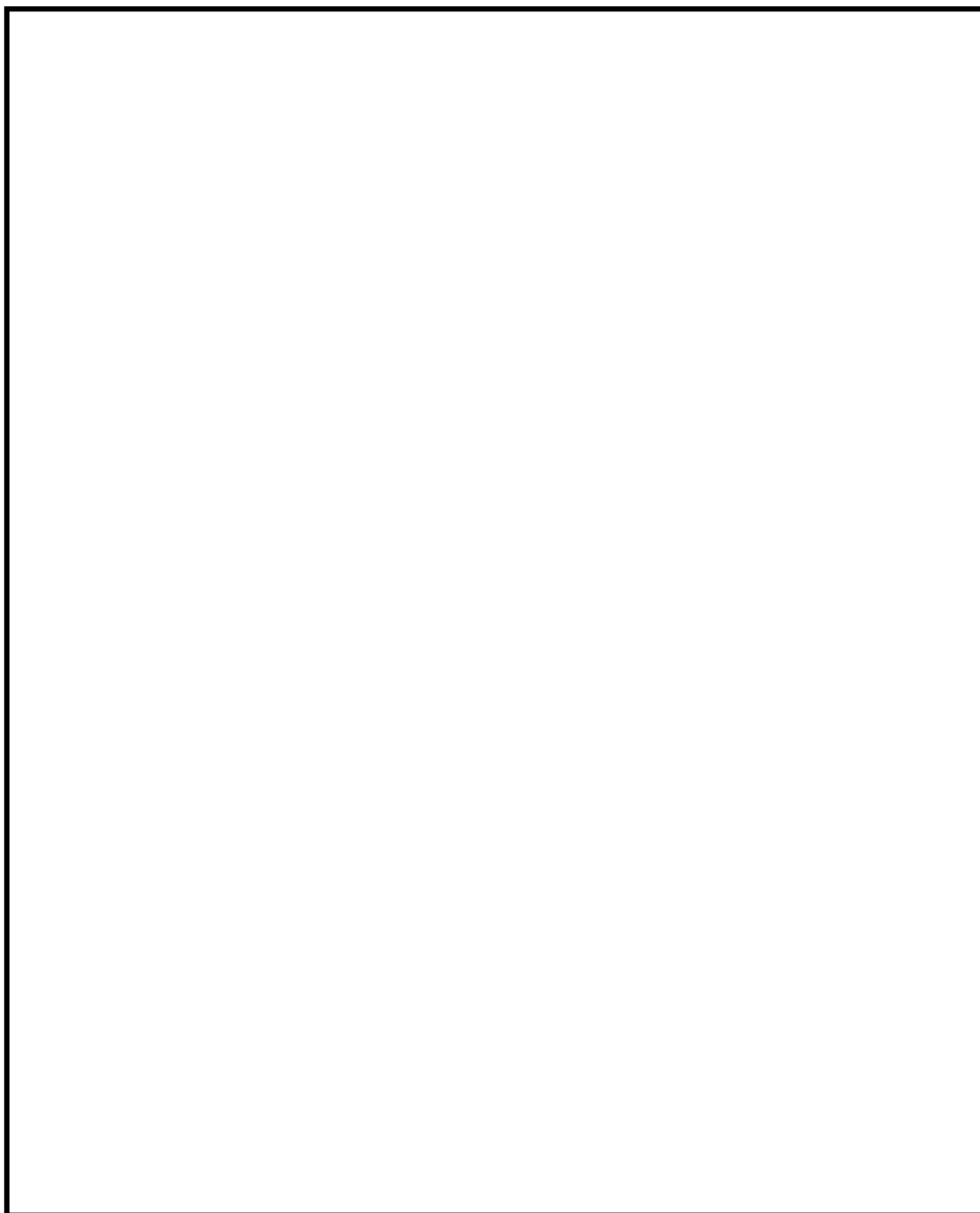
第 3・6・5・8・1 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の空気の流れ（断面図）

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

使用済樹脂貯蔵タンク室については、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、部屋内の換気による空気の流れを考慮し、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。

配置の詳細については第 3-6-5-8-2 図に示す。



第 3-6-5-8-2 図 使用済樹脂貯蔵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、金属製の使用済樹脂貯蔵タンク（使用済樹脂はタンク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）及び照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間も 1.62 秒と火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等である廃液貯蔵タンク及び廃液給水ポンプが存在する。

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が、コンクリート蓋の上部にはドラム缶輸送用レールがあり、当該エリア内に容易に立ち入ることができない構造となっていることから、エリア内に可燃物等の持ち込みはない。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井を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、放射線量が比較的線量が低い排気ダクト内にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱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。

また、第 3・6・5・8・3 図に使用済樹脂貯蔵タンク室での火災発生時の空気の流れを示す。



第 3・6・5・8・3 図 使用済樹脂貯蔵タンク室で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。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち使用済樹脂貯蔵タンク設置エリアは、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、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(9) ⑩炉内計装用シンプル配管室

イ. 環境条件

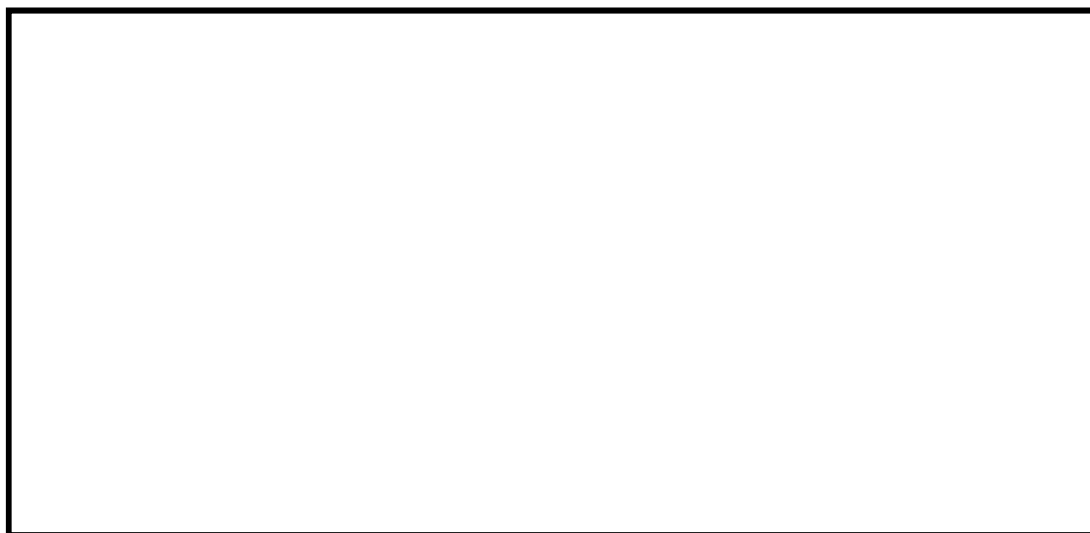
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	シンプルチューブ、水位計、漏えい検出装置、照明
エリア面積 (m ²)	81.4
火災荷重 (MJ)	162.6 (恒設機器、照明 6 台)
等価火災時間 (h)	0.003 (約 11s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

当該エリアの上部に設置された原子炉容器冷却ファンにて、エリア外の空気を炉内計装用シンプル配管室に給気し、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 3-6-5-9-1 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 (炉内計装用シンプル配管室の冷却風量の約 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 (炉内計装用シンプル配管室の冷却風量の約 80%)



第 3-6-5-9-1 図 炉内計装用シンプル配管室の空気の流れ

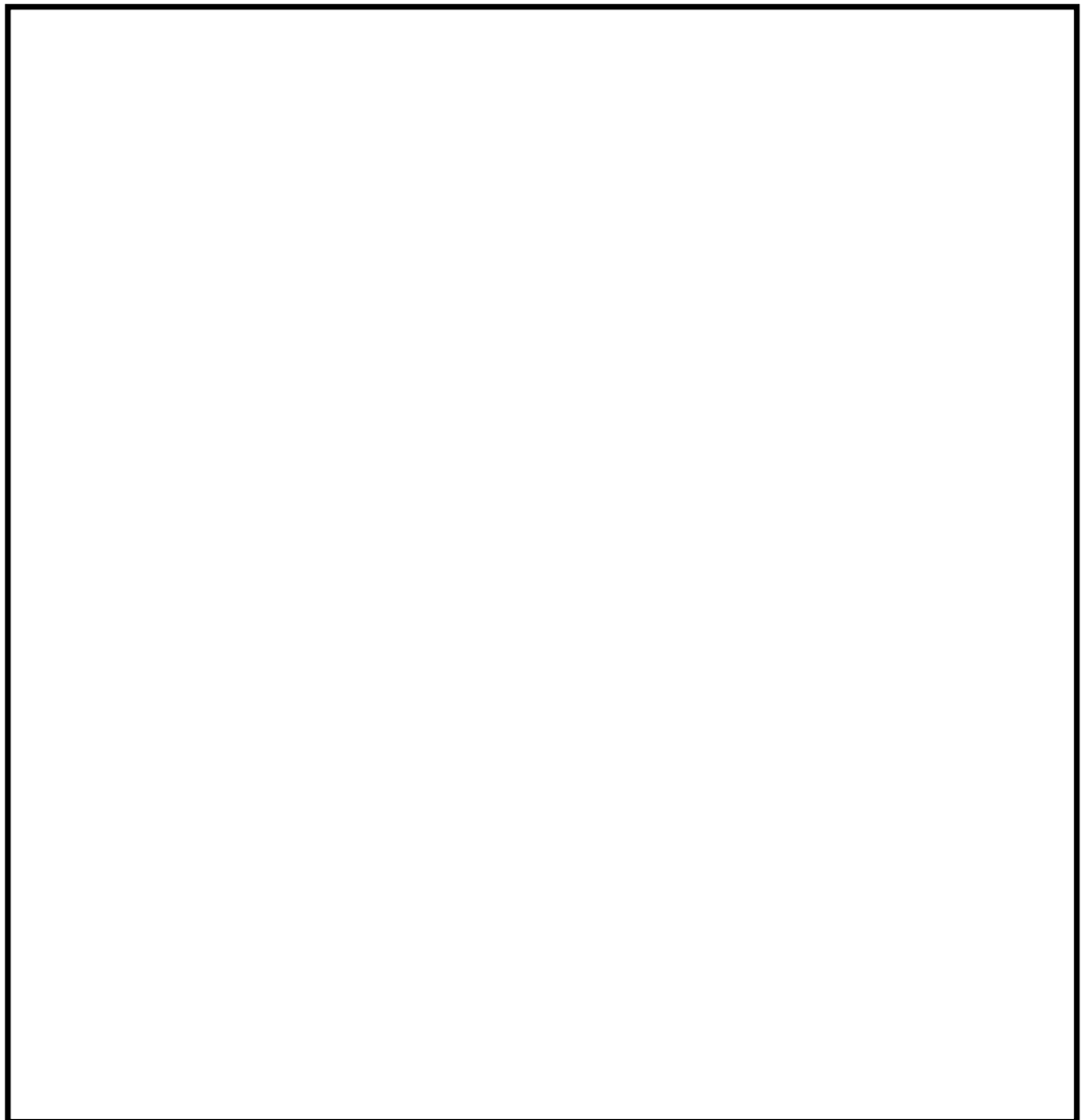
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

炉内計装用シンプル配管室は、部屋内ほぼ全域が放射線量の高い場所となっており、室内にアナログ式でない熱感知器を**保安水準①を確保するよう**設置し、炉内シンプル配管室入口付近は、比較的線量が低いため、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置する。

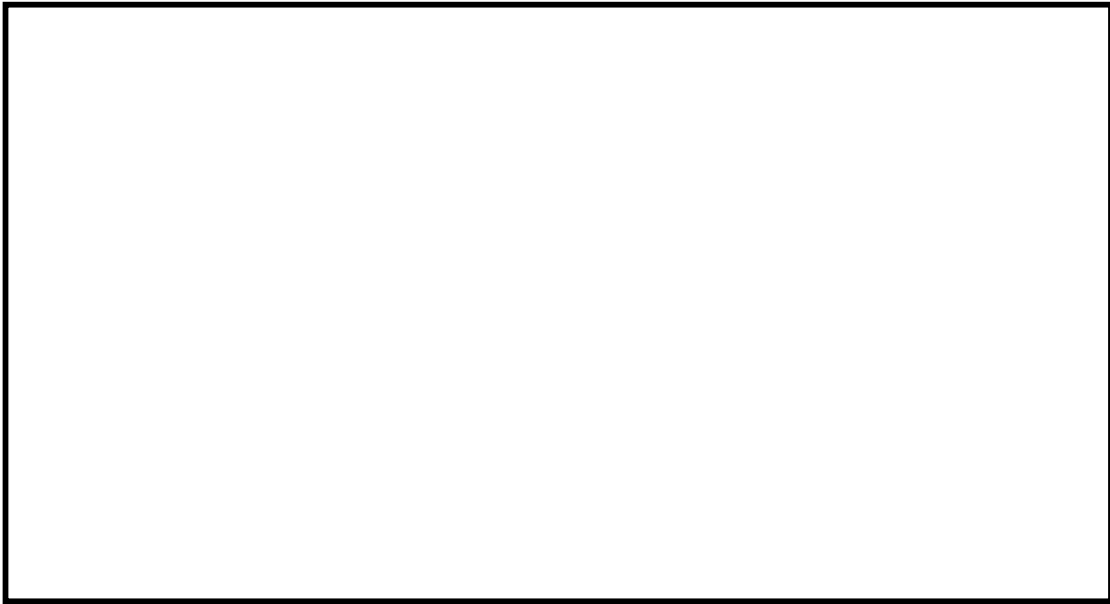
上記の設置に加えて、空気の流れを考慮し、空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内に**保安水準①を確保するよう**設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。

配置の詳細については、第 3-6-5-9-2 図、第 3-6-5-9-3 図に示す。



第 3-6-5-9-2 図 炉内計装用シンプル配管室の感知器配置図

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・6・5・9・3 図 ループ室の感知器配置図

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。

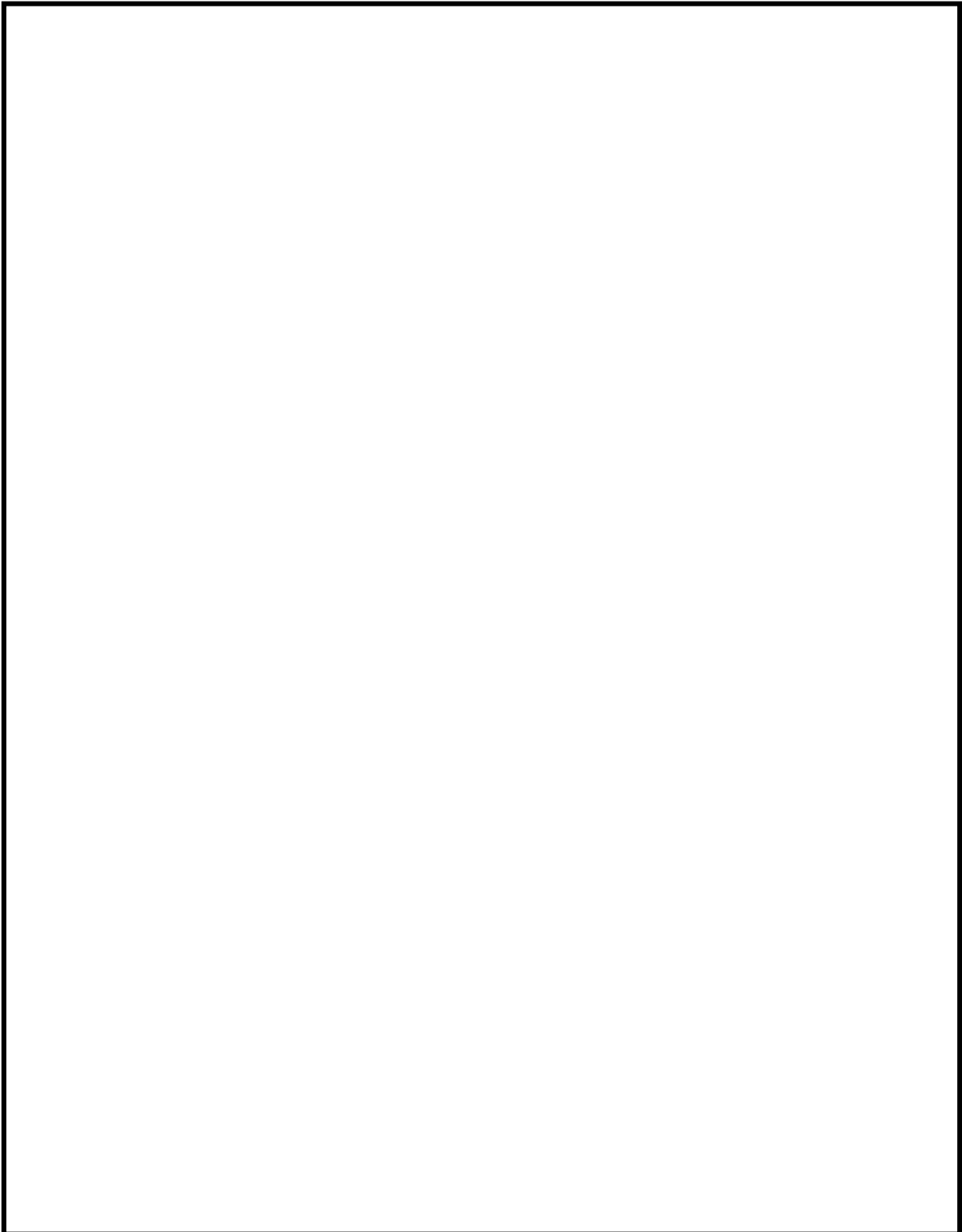
当該エリアには、金属製のシンプルチューブ、水位計、漏えい検出装置及び照明しかないため、火災発生の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等である余熱除去ポンプ B ループ高温側入口止め弁、格納容器内耐震 B クラス制御用空気母管供給止め弁、出力領域検出器アセンブリ、ループ 1 次冷却材流量伝送器、蒸気発生器水位（狭域）伝送器等の機器、並びに 1 次冷却系、高圧注入系統、余熱除去系統、プロセス監視計器等のケーブルが存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、エリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、入口付近で比較的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し、加えて、入口付近から原子炉容器下部へ向かう空気の流れを考慮して、空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内に消防法施行規則に定められた方法にて設置するアナログ式の煙感知器を兼用することで早期に感知し、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。

また、第 3・6・5・9・4 図に炉内計装用シンプル配管室での火災発生時の空気の流れを示す。

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 3-6-5-9-4 図 炉内計装用シンプル配管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。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち炉内計装用シンプル配管室は、熱についてはエリア内に保安水準①を確保するよう設置するアナログ式でない熱感知器、煙については同一火災区画内の隣接した原子炉格納容器ループ室に保安水準①を確保するよう設置するアナログ式の煙感知器を兼用することによって早期に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、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(10) ⑪B・廃棄物庫の一部のドラム缶貯蔵エリア

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	ドラム缶、照明
エリア面積 (m ²)	565.2

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（新規制基準対応工事にて設置済）及びアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-10-1 図 B・廃棄物庫の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該の放射線量が高い場所を含むエリアは、火災区域 の一部である。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、放射線の影響による感知器故障が想定され、誤作動を防止することから、エリア内に設置する感知器は、アナログ式でない熱感知器を選定する。

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。

なお、エリア内に原子炉の安全停止に必要な機器等はないが、新規制基準対応工事にてエリア内にアナログ式でない熱感知器を設置済である。

また、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

当該エリアに設置されるドラム缶は放射性物質が内包されており、放射性物質閉じ込め機能としては B・廃棄物庫として期待している。

当該エリア内には、ドラム缶と照明のみ設置されており、火災発生の可能性は低い。万が一当該エリア内にて火災が発生した場合には、梁毎に設置したアナログ式でない熱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、B・廃棄物庫は 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でない熱感知器及びアナログ式の煙感知器等にて、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

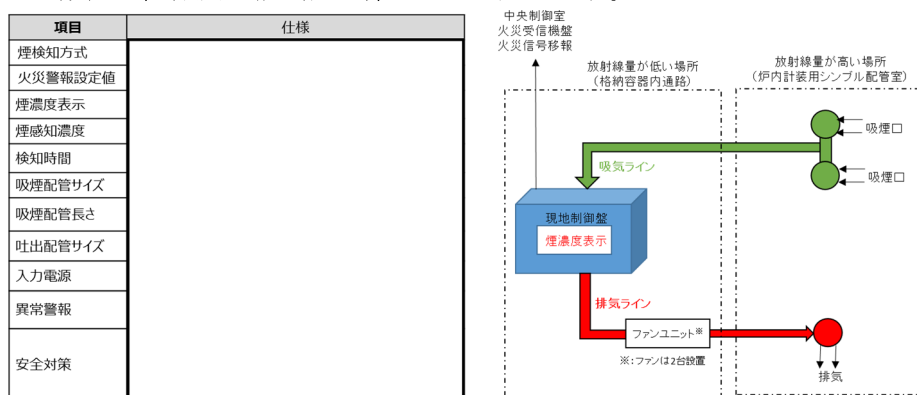
1. 空気吸引式の煙感知器の設計概要

空気吸引式の煙感知器を設置する場合の設計概要を以下に示す。

イ. 空気吸引式の煙感知器の仕様について

空気吸引式の煙感知器は、放射線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 3-6-6-1 図に示す。



第 3-6-6-1 図 空気吸引式の煙感知器の機器仕様及び概要図

ロ. 空気吸引式の煙感知器の配置設計について

炉内計装用シンプル配管室を例に空気吸引式の煙感知器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、炉内計装用シンプル配管室の壁貫通を経て、吸気ラインを 3 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 3-6-6-2 図に示す。



第 3-6-6-2 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。

なお、炉内計装用シンプル配管室の最上部は、シールテーブルにて密閉処理が施されており、上部エリアに煙が抜ける構造となっていない。(第3-6-6-2図のシールテーブル上面図及び写真、断面図参照)

2. ①アナログ式でない熱感知器、②空気吸引式の煙感知器の検討について

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室に、①アナログ式でない熱感知器(⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は差動分布型熱感知器)、②空気吸引式の煙感知器を設置・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3-6-6-1表に示す。

第3-6-6-1表 各エリアの集団線量、個人線量

【設置時線量】

B IIエリア	火災感知器個数				①放射線量 (mSv/h)	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							
	空気吸引式 の煙感知器	熱感知器	光ファイバー ケーブル又は 差動分布型								
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア)	3	3	-	0	6						○
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア)	1	1	-	0	2						×
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	2	- ^(※3)	2	0	4						×
⑩炉内計装用シンプル配管室	5 ^(※4)	4	-	0	9						×

【保守点検時線量】

B IIエリア	火災感知器個数				①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②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	光ファイバー ケーブル又は 差動分布型								
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア)	3	3	-	0	6						×
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア)	1	1	-	0	2						×
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	2	- ^(※3)	2	0	4						×
⑩炉内計装用シンプル配管室	5 ^(※4)	4	-	0	9						○

- ※1 線源である樹脂の交換を実施した直後の実績値
- ※2 線源である樹脂の交換を実施する直前の実績値
- ※3 天井高さが8m以上であるため。
- ※4 炉内計装用シンプル配管室の入口付近に設置するアナログ式煙感知器2個を含む。
- ※5 炉内計装用シンプル配管室の設置工数はP36参照
- ※6

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470人・mSv、4号機 約440人・mSv)を超過することから、保安水準を確保でき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。
2. ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室及び⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は、30m²以内の狭い部屋であり、干渉物も炉内計装用シンプル配管室に比較し少ないため、以下の通り作業工数の設計を実施した。

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
- 空気吸引式の煙感知器： / 感知器1組あたり
- 熱感知器： / 感知器1個あたり
- 差動分布型熱感知器： / 感知器1組あたり
- 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) ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室の作業工数

(3部屋：煙3組、熱3個)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
壁貫通及び壁貫通部処理		
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		
空気吸引式の煙感知器調整・試験		
熱感知器設置		
現場監督		
合計		

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) ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の作業工数

(1 部屋：煙 1 組、熱 1 個)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
壁貫通及び壁貫通部処理		
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		
空気吸引式の煙感知器調整・試験		
熱感知器設置		
現場監督		
合計		

(3) ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の作業工数 (2 部屋：煙 2 組、光熱 2 組)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
壁貫通及び壁貫通部処理		
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		
空気吸引式の煙感知器調整・試験		
差動分布型熱感知器設置		
現場監督		
合計		

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. ⑩炉内計装用シンプル配管室は、部屋の入口から異なるフロアへの配管敷設が必要であり、干渉物も非常に多いことから詳細に作業工数の設計を行った。

(1) ⑩炉内計装用シンプル配管室の作業工数

(1 部屋：煙：3組,2個、熱：4個)

作業項目	作業人数×時間×日数	人・時間
壁貫通及び壁貫通部処理		
足場設置・解体		
干渉物一時撤去・復旧		
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		
空気吸引式の煙感知器調整・試験		
炉内シンプル配管室入口付近のアナログ式煙感知器、熱感知器設置		
現場監督		
合計		

炉内計装用シンプル配管室の空気吸引式の煙感知器の設置に係る作業工数は、空気吸引式の煙感知器設置以外にも、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。

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室（脱塩塔設置エリア）と⑩炉内計装用シンプル配管室へ空気吸引式の煙感知器を設置した場合の、配管敷設本数、配管長、現場施工時の考慮事項の物量差と、それに基づく作業工数の比較を以下に補足する。

	配管敷設本数			配管敷設長	現場施工時の考慮事項
	吸気	排気	計		
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室（脱塩塔設置エリア）					
⑩炉内計装用シンプル配管室					
物量差					

	空気吸引式配管用架台の設置	空気吸引式の煙感知器の設置（配管）	空気吸引式の煙感知器の調整・試験
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室（脱塩塔設置エリア）			
⑩炉内計装用シンプル配管室			
物量差			

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。

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