

補足説明資料 6－2

火災区域又は火災区画の火災感知器の
配置図について

6.2 火災区域又は火災区画の火災感知器の配置図について

火災感知器の選定においては、設置場所に対応する適切な火災感知器の種類を補足説明資料5.5項のとおり選定し、火災感知器の取付方法や設置個数については、補足説明資料5.5項の火災感知器の選定および設置方法の考え方にに基づき設置する設計とする。

また、火災感知器の種類や設置に関する技術的な部分については、消防設備士の確認を受け、消防法施行規則に則り設置する設計する。

上記を踏まえた火災区域又は火災区画における火災感知器の配置について、次頁以降に示す。

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(1/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(2/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(3/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(4/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(5/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(6/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(7/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(8/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(9/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(10/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(11/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(12/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(13/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(14/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(15/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(16/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(17/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(18/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(19/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(20/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(21/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(22/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(23/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(24/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(25/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(26/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(27/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(28/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(29/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(30/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(31/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(32/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(33/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(34/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(35/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(36/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(37/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(38/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(39/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(40/60)

四国電力株式会社 附3

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(41/60)

四国電力株式会社 附4

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(42/60)

四国電力株式会社 附5

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(43/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(44/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(45/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(46/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(47/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(48/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(49/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(50/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(51/60)

四国電力株式会社 補4

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(52/60)

四国電力株式会社 補5

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(53/60)

四国電力株式会社 図6

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(54/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(55/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(56/60)

四国電力株式会社 様

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(57/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(58/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(59/60)

四国電力株式会社

伊方発電所第3号機

火災感知器等の配置を明示した図面
(60/60)

四国電力株式会社

補足説明資料 7

消防法施行規則の設置条件と異なる
火災感知器設計に係るもの

補足説明資料 7 - 1

火災区域および火災区画の特性に応じた
火災感知の設計について

7.1 火災区域および火災区画の特性に応じた火災感知の設計について

火災感知器の設置においては、火災区域および火災区画の特性に応じて検討することとし、具体的には5.5項においてその設置方法を選定している。

5.5項において抽出した、火災感知器を火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で設置しない箇所について、各エリアにおける火災感知器の選定、設置方法及び設計基準の適用について、以下に示す章にて説明する。

(1) 発火源及び可燃物がなく、金属又はコンクリートで他と区分された火災が発生しない場所

該当場所	説明章
使用済燃料ピット	補足説明資料7-3
使用済樹脂貯蔵タンク室	
使用済樹脂タンク室エリア	
脱塩塔室	
特定重大事故等対処施設の一部	(別途資料にて説明)

(2) 消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではない場所

該当場所	説明章
海水ポンプエリア	補足説明資料7-8
補助給水タンクエリア	
重油タンクエリア	
空冷式非常用発電装置エリア	
海水管トレンチ（屋外のうち海水管ストレナエリア）	
海水管トレンチ（屋外のうちトレンチ内エリア）	
燃料油貯油槽エリア	
非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア	
軽油タンクエリア	
特定重大事故等対処施設の一部	

(3)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できるよう火災感知器を設置する場所

適用箇所	該当場所	説明章
イ. 取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項で規定される高さ以上の場所	オペレーティングフロアから上部（キャビティ上部含む）	補足説明資料7-2
	燃料取扱棟のうち新燃料貯蔵庫エリア	補足説明資料7-3
	アニュラス部 燃料取替用水タンク室	補足説明資料7-4
ロ. 外気が流通する場所で火災の発生を有効に感知することができない場所	使用済燃料乾式貯蔵建屋-1	（使用済燃料乾式貯蔵施設 設工認変認 補足説明資料7にて説明）
ハ. 火災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	ループ室 加圧器室 炉内核計装用シンプル配管室	補足説明資料7-2
ニ. 火災感知器の設置又は保守時に使用済燃料ピットへの異物混入防止管理が必要な使用済燃料ピットエリア	燃料取扱棟のうち使用済燃料ピットエリア	補足説明資料7-3
ホ. 火災感知器の設置又は保守時における作業員の個人線量が、法令で定める線量限度を超過するおそれのある場所	炉内核計装用シンプル配管室	補足説明資料7-2

なお、消防法施行規則のとおり火災感知器を設置する箇所のうち、雑固体処理建屋のうち廃棄物分別エリアは、伊方発電所で発生する不燃性廃棄物の切断・分別作業等を行うため、じんあいの発生が想定される。廃棄物分別エリアで発生するじんあいは常時発生するものではなく計画的な作業によって発生するものであることから、火災防護計画に基づき、作業時に煙感知器を隔離・保護することとし、じんあいによる誤作動・故障を防止する。

また、結露が発生する環境である焼却炉建家地下1階フロアについては、異なる種類の火災感知器を火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で設置するが、無炎火災の感知について補足説明資料7.6に示す。

補足説明資料 7 - 2

原子炉格納容器の火災感知器設計について

7.2 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又は火災区画の設定において、原子炉格納容器は1つの火災区画として設定している。

原子炉格納容器の火災感知器の設計は、原子炉格納容器内の環境条件を考慮し、原子炉格納容器内を分割し、エリア毎に設計する。

7.2.1 原子炉格納容器内の各エリアの概要

原子炉格納容器は、原子炉容器、加圧器、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。原子炉格納容器内の環境条件を考慮すると、図7-2-1-1に示すとおり、3つのエリアに分類することができる。

- ① 一般エリア：下階層の周回通路沿いのエリア
- ②-1 放射線環境：運転中において線量当量率が高くエリア内に9mGy/hを超えるおそれのある場所を含む、ループ室、加圧器室及び再生熱交換器室
- ②-2 高放射線環境：運転中において線量当量率が高くエリア全体が9mGy/hを超えるおそれのある炉内核計装用シンプル配管室
- ③ 高天井エリア：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。）

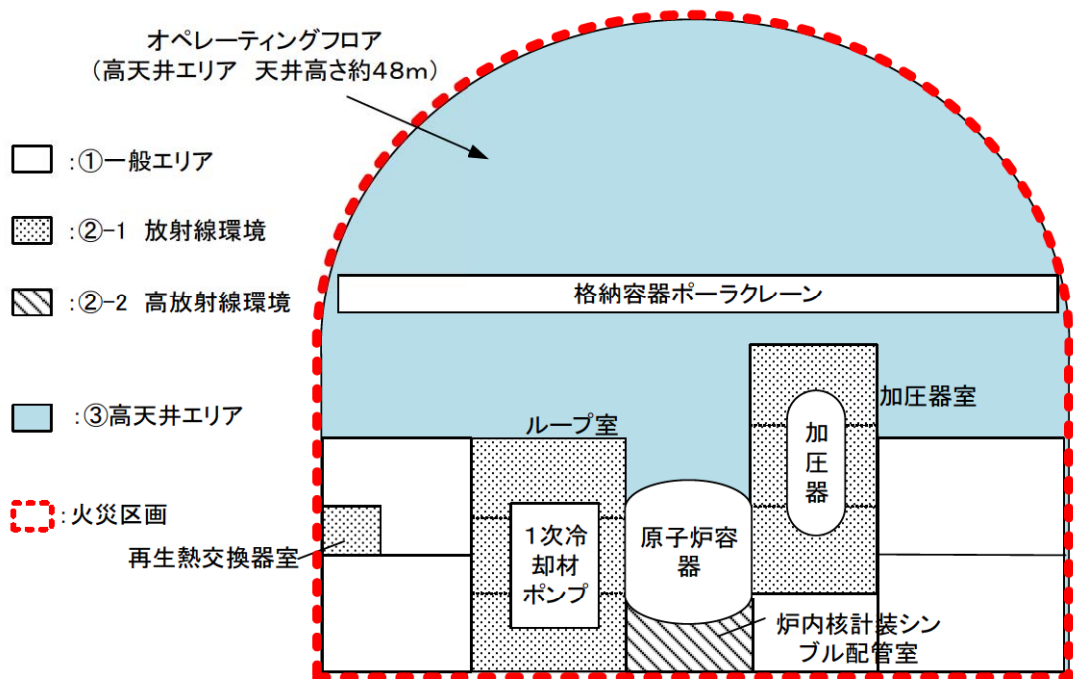


図7-2-1-1 原子炉格納容器内の概略図

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

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環境ではないため、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器（赤外線）から異なる種類の火災感知器を選定する設計とする。

(2) 放射線環境（高放射線環境を含む）

原子炉格納容器内のうち、プラント運転中において9mGy/hを超えるおそれのある場所を含むループ室、加圧器室及び再生熱交換器室を放射線環境とする。また、プラント運転中において全体的に9mGy/hを超えるおそれのある炉内核計装用シングル配管室を、高放射線環境とする。

当該エリアの火災感知器設計については、7.2.2項に示す。

(3) 高天井エリア

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。）であり、天井高さが床面から20mを越えるエリアである。

当該エリアの火災感知器設計については、7.2.3項に示す。

原子炉格納容器内の主な火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は、表7-2-1-1のとおり。

表7-2-1-1 原子炉格納容器内の主な火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設

機能	設備名称
原子炉の安全停止に必要な機能達成するための機器	加圧器逃がし元弁 3A
	加圧器逃がし元弁 3B
	加圧器逃がし弁 3A
	加圧器逃がし弁 3B
	ループ 3B 1次冷却材圧力 検出器
	ループ 3C 1次冷却材圧力 検出器
	加圧器水位 (I) 検出器
	加圧器水位 (II) 検出器
	加圧器水位 (III) 検出器
	加圧器水位 (IV) 検出器
	ループ A 1次冷却材高温側温度 検出器
	ループ B 1次冷却材高温側温度 検出器
	ループ C 1次冷却材高温側温度 検出器
	ループ A 1次冷却材低温側温度 検出器
	ループ B 1次冷却材低温側温度 検出器
ループ C 1次冷却材低温側温度 検出器	
放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能確保するための機器	原子炉格納容器
	格納容器隔離弁
重大事故等対処施設	1次冷却材ポンプ
	1次冷却材低温側温度 (広域) 検出器
	1次冷却材高温側温度 (広域) 検出器
	1次冷却材圧力 検出器
	出力領域中性子束 検出器
	加圧器
	加圧器安全弁
	加圧器逃がし弁
	イグナイタ
再生熱交換器	

7.2.2 放射線環境（高放射線環境を含む）の火災感知器設計について

放射線環境（高放射線環境を含む）の火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線環境（高放射線環境を含む）の分類、放射線量が高い場所における火災感知器の使用実績、文献調査に基づいた火災感知器の選定により、現場施工の成立性を踏まえ、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、設計基準を確保した火災感知器の設計について説明する。

7.2.2.1 放射線環境（高放射線環境を含む）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から、当該場所の放射線量も考慮して火災感知器設計を行う必要がある。そこで、原子炉格納容器内のうち、プラント運転中において9mGy/hを超えるおそれのある場所を含むループ室、加圧器室及び再生熱交換器室を、放射線環境とする。また、プラント運転中において全体的に9mGy/hを超えるおそれのある炉内核計装用シンプル配管室を、高放射線環境とする。

7.2.2.2 放射線環境（高放射線環境を含む）に設置可能な火災感知器の選定

半導体部品を含むアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器（以下「半導体部品を含む感知器」という。）が故障する放射線量のしきい値の考え方について、文献調査結果に基づき説明する。

a. 放射線環境（高放射線環境を含む）における火災感知器の設置状況

伊方3号機の放射線量が高い場所には、プラント建設時より非アナログ式の熱感知器を設置した実績があり、放射線量が高い場所を含むエリアにアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器の設置実績はないことから、b項に示す文献よりしきい値の考え方を整理する。

b. 文献調査結果

半導体の放射線による故障は、図7-2-2-2-1に示すトータルドーズ効果又は図7-2-2-2-2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}

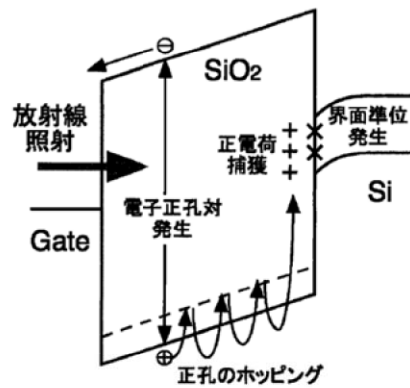


図7-2-2-2-1 トータルドーズ効果のメカニズム

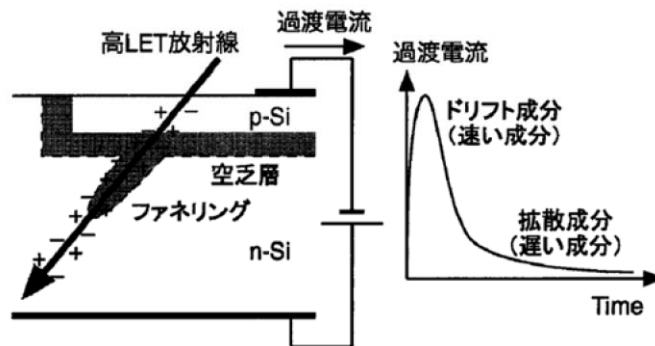


図7-2-2-2-2 シングレイベント効果による過渡電流発生メカニズム

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} 図7-2-2-2-3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。

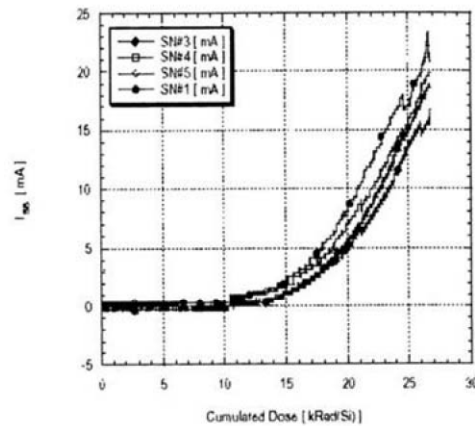


図7-2-2-2-3 γ 線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

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)

文献調査結果より、半導体部品を含む感知器は、1サイクルのプラント運転中に故障しないよう調整運転1ヶ月を含めた14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しきい値を9mGy/h ($< 100\text{Gy} \div 365\text{日} \div 24\text{h/日} \times 12 \div 14$) と設定する。

なお、1次冷却材中の放射性核種の主体がC P（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 $\div 1$ として換算でき、吸収線量（Gy） \div 実効線量（Sv）と考えることが可能である。

半導体部品を含む感知器は9mGy/hを超える可能性のある場所では1サイクルのプラント運転中に故障すると考えられるが、ループ室、加圧器室、再生熱交換器室及び炉内核計装用シングル配管室はいずれも被ばく防止の観点から立入禁止設定としており、1サイクルより短い期間での取替が困難である。このため、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、9mGy/hを超える可能性のある高放射線環境下において故障影響の小さい火災感知器を選定することとし、熱感知方式においては、半導体デバイスを使用していない「非アナログ式の熱感知器」を選定する。

また、煙感知方式については、高放射線環境下においては空気吸引式の煙検出装置を選定し、放射線環境下においては非アナログ式の煙感知器*を選定する。

- ※一般的に電子部品は集積度が上がると耐放射性が低下することを踏まえ、アナログ式に比べて集積度の小さい非アナログ式の煙感知器は、放射線の影響が小さい。

7.2.2.3 放射線環境の火災感知器設計の詳細について

放射線環境であるループ室、加圧器室及び再生熱交換器室について、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、環境条件及び設置条件をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) ループ室

ループ室は、1次冷却材ポンプや1次冷却材配管等が設置されたエリアである。部屋の床面から天井面までの高さは8m以上20m未満であり、グレーチングにより複数階層に区切られている。プラント運転中の放射線量は部分的に9mGy/hを超える箇所があり、ループ室は「放射線環境」である。ループ室内は1次冷却材配管等からの放射線量が強く、プラント運転中は社内規定に基づき立入禁止箇所に設定している。

また、天井面が一部開放されており、開放部を通じてオペレーティングフロアとつながっている。

a. 火災感知器の選定

放射線の影響による感知器の故障防止を考慮した感知器選定を行うこととし、非アナログ式の熱感知器を選定するとともに、1次冷却材配管等の設備からの離隔等により部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所においては非アナログ式の煙感知器を選定する。

非アナログ式の熱感知器は、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、接点構造を有しない構造の熱感知器とする。

b. 火災感知器の設置

非アナログ式の熱感知器については、「取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項第二号で規定される高さ以上の場所」に該当することを踏まえ、非アナログ式の熱感知器は、天井面及びグレーチング面に高さ方向に8mを超えない間隔で、取付可能な面に35m²ごとに1個以上となるよう設置する設計とする。

また、非アナログ式の煙感知器及び熱感知器は、天井面に開放部があり火災感知器の取付面がない箇所があるため、消防法施行規則第23条第4項のとおり設置できないことから、設置可能な取付面に設

置する設計とする。

非アナログ式の煙感知器は、部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所も考慮して設置する。

c. 設計基準の満足について

ループ室で発生する火災の煙及び熱が上部の一部開放部からオペレーティングフロアへ流出することを考慮し、オペレーティングフロアのアナログ式の煙感知器を兼用することにより、ループ室内を含む原子炉格納容器の火災をもれなく確実に感知する設計とする。

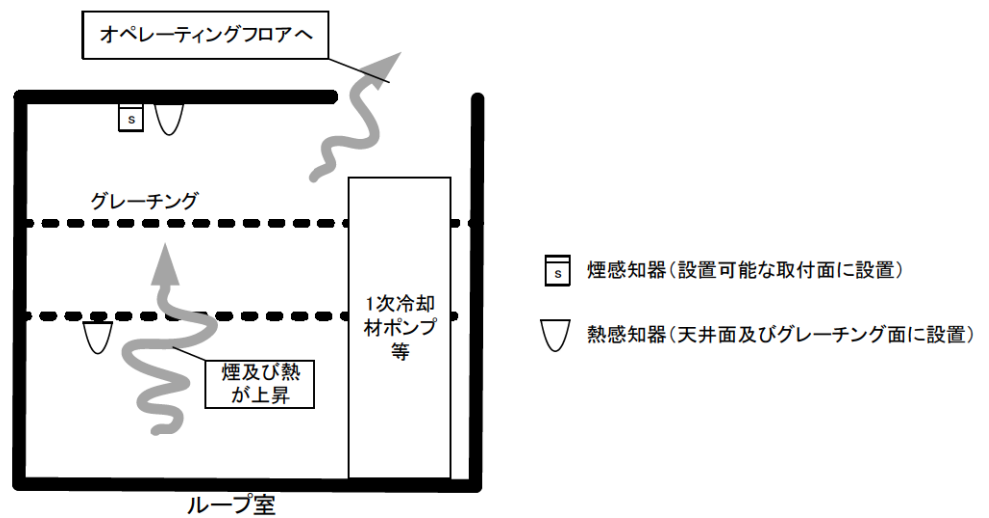


図7-2-2-3-1 ループ室概略図 (断面)



図7-2-2-3-2 ループ室の火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-24 ページ抜粋)

(2) 加圧器室

加圧器室は、加圧器等が設置されたエリアである。部屋の床面から天井面までの高さは8m以上20m未満であり、グレーチングにより複数階層に区切られている。プラント運転中の放射線量は約5mGy/hで実測された箇所があるが、加圧器近傍等においては9mGy/hを超えるおそれがあると考えられるため、加圧器室は「放射線環境」である。加圧器室に設置される加圧器は、1次冷却材系統に接続されているため、加圧器室内は加圧器からの放射線量が強く、プラント運転中は社内規定に基づき立入禁止箇所に設定している。

a. 火災感知器の選定

放射線の影響による感知器の故障防止を考慮した感知器選定を行うこととし、非アナログ式の熱感知器を選定するとともに、加圧器からの離隔等により部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所においては非アナログ式の煙感知器を選定する。

非アナログ式の熱感知器は、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、接点構造を有しない構造の熱感知器とする。

b. 火災感知器の設置

非アナログ式の熱感知器は、「取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項第二号で規定される高さ以上の場所」に該当することを踏まえ、天井面及びグレーチング面に高さ方向に8mを超えない間隔で、取付可能な面に35m²ごとに1個以上となるよう設置することで、早期に火災を感知する設計とする。

また、非アナログ式の煙感知器は、部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所も考慮した結果、火災防護審査基準2.2.1(1)②に従い設置する設計とする。

c. 設計基準の満足について

加圧器室で発生する火災の煙及び熱は、グレーチング面を経て加圧器室内を上昇し天井面に到達することを考慮し、加圧器室内の非アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の煙感知器により、加圧器室内の火災をもれなく確実に感知する設計とする。

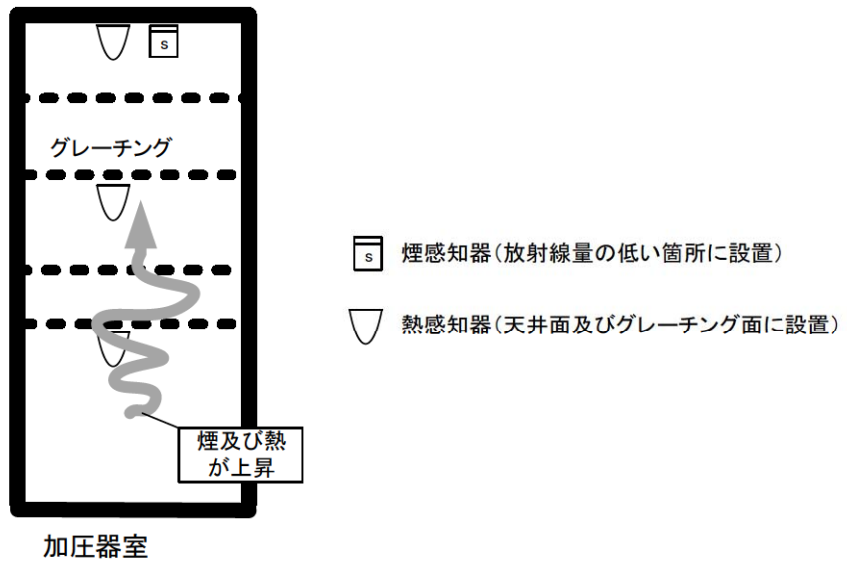


図7-2-2-3-3 加圧器室概略図 (断面)



図7-2-3-3-4 加圧器室の火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-29 ページ抜粋)

(3) 再生熱交換器室

再生熱交換器室は、再生熱交換器が設置されたエリアである。部屋の床面から天井面までの高さは8m未満である。再生熱交換器室に設置される再生熱交換器は1次冷却材系統の一部を浄化するために冷却するための機器であり、再生熱交換器内には1次冷却材系統の水が流入していることから、再生熱交換器室室内は再生熱交換器からの放射線量が強く、プラント運転中は社内規定に基づき立入禁止箇所として設定している。1次冷却材が流れる機器があるループ室がプラント運転中に9mGy/hを超えるおそれがあることを踏まえると、同じく1次冷却材が流れる機器がある再生熱交換器室のプラント運転中の放射線量は、ループ室同様部分的に9mGy/h以上を超えるおそれのある「放射線環境」である。

a. 火災感知器の選定

放射線の影響による感知器の故障防止を考慮した感知器選定を行うこととし、非アナログ式の熱感知器を選定するとともに、再生熱交換器からの離隔等により部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所においては非アナログ式の煙感知器を選定する。

b. 火災感知器の設置

非アナログ式の煙感知器は、部分的に放射線量が低く故障の懸念がない場所も考慮した結果、非アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の煙感知器は、火災防護審査基準2.2.1(1)②に従い設置する。



図7-2-2-3-5 再生熱交換器室の火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-22 ページ抜粋)

7.2.2.4 高放射線環境の火災感知器設計の詳細について

高放射線環境である炉内核計装用シンプル配管室について、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、環境条件及び設置条件をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 炉内核計装用シンプル配管室

炉内核計装用シンプル配管室は原子炉容器の直下にあり、原子炉容器からの放射線量が強く、プラント運転中及びプラント停止中の I C I S シンプル引き抜時は社内規定に基づき立入禁止箇所として設定している。炉内核計装用シンプル配管室は、原子炉容器直下に位置しておりコンクリート壁等の遮蔽がないことから、プラント運転中の線量実測値はないものの、ループ室等に比べると非常に放射線量が強い「高放射線環境」である。また、プラント停止中も、炉内核計装用検出器による放射線の影響があり、作業員の被ばく管理を考慮する必要がある。

炉内核計装用配管シンプル室は、原子炉容器下部の立杭部分と炉内核計装用シンプル配管設置エリアで構成される。配置図（断面図）は図7-2-2-3-6のとおり。

炉内核計装用シンプル配管室は側面をコンクリート壁に囲われており、原子炉格納容器内に設置された原子炉容器冷却ファンによって、炉内核計装用シンプル配管室へ給気し、原子炉容器下部を冷却後、以下の2つのルートに分かれる。空気の流れは、図7-2-2-3-7に示す。

- 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（炉内核計装用シンプル配管室の冷却風量の ）
- ②原子炉サポートクーラを通過してRCS配管貫通部からループ室へ（炉内核計装用シンプル配管室の冷却風量の ）

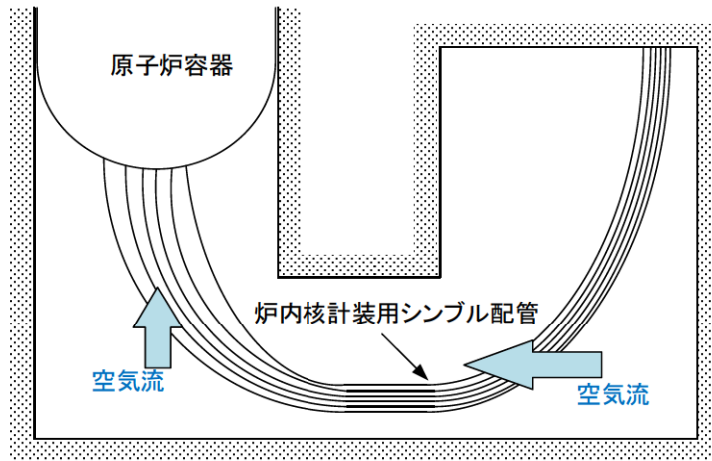


図7-2-2-3-6 炉内核計装用配管シンプル室 配置図 (断面図)

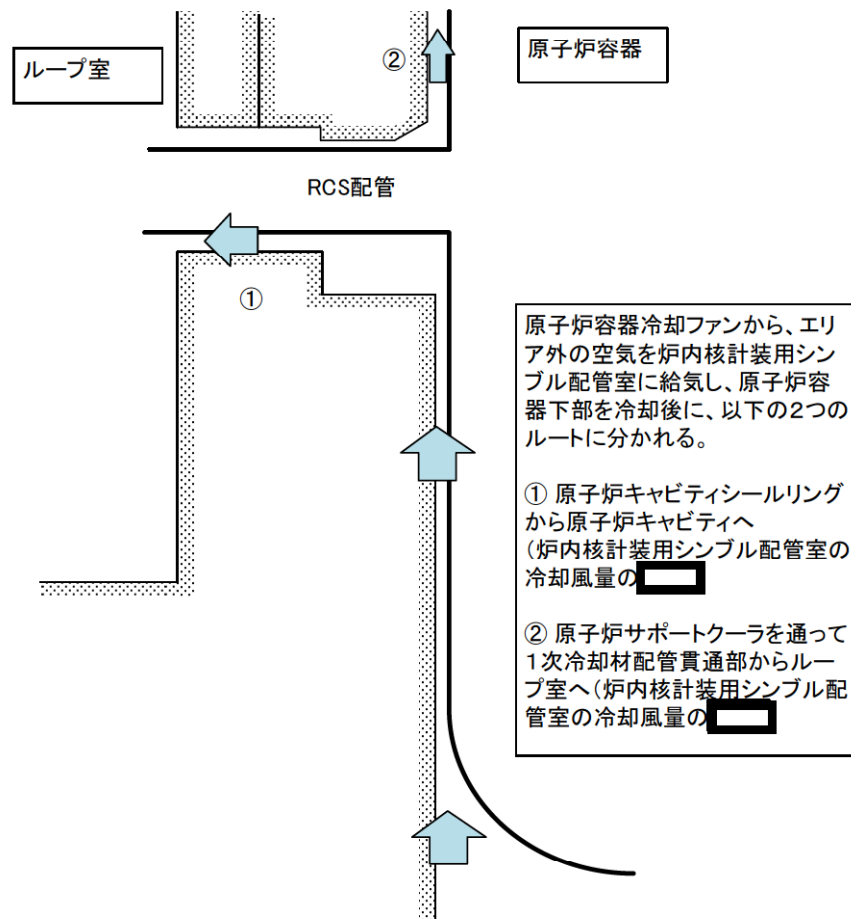


図7-2-2-3-7 炉内核計装用シンプル配管室の空気の流れ

a. 火災感知器の選定

炉内核計装用シンプル配管室の放射線量は非常に強く、電子部品を含む火災感知器を選定できないことから、放射線の影響による感知器の故障防止を考慮した感知器選定を行うこととし、非アナログ式の熱感知器を選定する。

この非アナログ式の熱感知器は、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。

煙感知器としては、放射線量が非常に強いエリアであるため、電子部品を含む火災感知器を選定できないことから、空気吸引式煙検出装置が選定候補として挙げられる。空気吸引式煙検出装置については、プラント停止中も炉内核計装用検出器による放射線の影響があり作業員の被ばく管理を考慮する必要があることを踏まえると、網羅的に煙を感知するために必要な配管の敷設等、原子炉容器近傍の高放射線量エリアでの工事量が極めて大きくなり、作業員の被ばくの影響が大きい。このため、設置又は保守時における作業員の個人線量も考慮する必要があるとあり、以下のとおり設置工事及び保守作業を想定した被ばく線量を試算した。

炉内核計装用シンプル配管室における火災感知器設置及び保守点検時の放射線量としては、原子炉停止中の比較的放射線量が低い期間の数値を想定する。想定する放射線量は、至近の伊方発電所3号機定期事業者検査の燃料取出し期間中における炉内核計装用シンプル配管室の放射線量実測値0.38mSv/hとする。また、火災感知器の設置・保守に係る作業量及び被ばく線量として、空気吸引式煙検出装置及び非アナログ式熱感知器を設置した場合を表7-2-2-1に示す。

空気吸引式煙検出装置及び非アナログ式の熱感知器を設置した場合は、空気吸引式煙検出装置の工事量が極めて大きいことから、個人線量1mSv/日又は「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」に示される線量限度（100mSv/5年又は50mSv/年）を満足できない。このため、炉内核計装用シンプル配管室に空気吸引式煙検出装置を設置することは適切ではない。

なお、炉内核計装用シンプル配管室に非アナログ式の熱感知器の

みを設置する場合の作業量及び被ばく線量試算を表7-2-2-2に示す。この場合は、個人線量1mSv/日及び「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」に示される線量限度（100mSv/5年又は50mSv/年）を満足できる。

表7-2-2-1 炉内核計装用シングル配管室の火災感知器点検に係る作業量及び放射線量（空気吸引式煙検出装置及び非アナログ式熱感知器を設置する場合）

			人数×時間×日	人・時間
設置	共通	コア抜き	3人×6時間×3日	54
		足場設置・解体	6人×6時間×6日	216
		現場監督	1人×6時間×22日	132
	煙検出装置	配管敷設	4人×6時間×12日	288
		調整・試験	2人×6時間×1日	12
	熱感知器	電線管敷設	2人×6時間×1日	12
		感知器取付	2人×6時間×1日	12
		調整・試験	2人×6時間×1日	12
	計		(作業人数9人) (作業日数22日)	738
	点検	煙検出装置		2人×0.1時間×1日
熱感知器		2人×0.1時間×1日	0.2	
計		(作業人数2人) (作業日数1日)	0.4	

作業項目	放射線量 (mSv/h)	作業量 (人・時間)	作業人数	作業日数	集団線量 (mSv)	個人線量 (mSv/日)	作業可否
設置	0.38	738	9	22	280.4	1.42	×
点検	0.38	0.4	2	1	0.16	0.08	○

表7-2-2-2 炉内核計装用シンプル配管室の火災感知器点検に係る作業量及び放射線量（非アナログ式熱感知器を設置する場合）

			人数×時間×日	人・時間
設置	熱感知器	コア抜き	3人×6時間×1日	18
		足場設置・解体	6人×6時間×2日	72
		現場監督	1人×6時間×8日	48
		電線管敷設	2人×6時間×1日	12
		感知器取付	2人×6時間×1日	12
		調整・試験	2人×6時間×1日	12
	計		(作業人数9人) (作業日数8日)	174
	熱感知器		2人×0.1時間×1日	0.2
	計		(作業人数2人) (作業日数1日)	0.2

作業項目	放射線量 (mSv/h)	作業量 (人・時間)	作業人数	作業日数	集団線量 (mSv)	個人線量 (mSv/日)	作業可否
設置	0.38	174	9	8	66.2	0.92	○
点検	0.38	0.2	2	1	0.08	0.04	○

以上より、非アナログ式煙感知器及び空気吸引式煙検出装置の選定ができないことから、空気の流出先となるループ室内の非アナログ式の煙感知器及びオペレーティングフロアのアナログ式の煙感知器を兼用する。

b. 火災感知器の設置

非アナログ式の熱感知器は、原子炉容器下部は天井面がなく火災感知器の取付面がない箇所があるため、消防法施行規則第23条第4項のとおり設置できないことから、炉内核計装用シンプル配管室の取付可能な面に設置し、早期に火災を感知する設計とする。

c. 設計基準の満足について

炉内核計装用シンプル配管室の空気流は、前述のとおり大半がルー

ブ室へ流れ、残りもオペレーティングフロアに流れることから、原子炉格納容器内のループ室の非アナログ式の煙感知器及び熱感知器並びにオペレーティングフロアのアナログ式の煙感知器を兼用することにより、炉内核計装用シングル配管室を含む原子炉格納容器の火災をもれなく確実に感知する設計とする。



図7-2-2-3-8 炉内核計装用シングル配管室の火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-20 ページ抜粋)

7.2.3 原子炉格納容器内の高天井エリアにおける火災感知器設計

7.2.1(3)で示すオペレーティングフロアについて、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、環境条件をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) オペレーティングフロアのエリア状況及び空気流

オペレーティングフロアは天井高さが床面から20m以上のエリアである。

オペレーティングフロアを含む原子炉格納容器内の空気流について、プラント運転中は格納容器再循環ファン及び原子炉容器冷却ファン（以下「再循環ファン等」という。）の運転により原子炉格納容器内で空気が循環する設計となっている。また、プラント停止中に原子炉内に燃料がある状態ではこれらのファンを停止する運用となっている。原子炉格納容器内で火災が発生した場合の煙及び熱の流れは、以下のとおりと考えられる。

a. プラント運転中

プラント運転中は、再循環ファン等が運転していることから、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいはループ室の火災により流れ込む煙及び熱は、再循環ファン等の運転によりループ室を通過してオペレーティングフロアに抜ける空気の流れに乗って上昇し、再循環ファンにより原子炉格納容器内で循環するため、火災の継続とともに原子炉格納容器内の煙濃度及び空気温度が全体的に均一になりながら高まっていく。

各ファンのプラント運転時における運転台数及び設計風量を以下に示す。

ファン名称	運転台数	設計風量
格納容器再循環ファン		
原子炉容器冷却ファン		

プラント運転時における格納容器再循環系統の設計総流量は [] m^3/min である。原子炉格納容器の自由体積が約 [] m^3 であることから、8分未満で原子炉格納容器の自由体積分の空気を循環させる流量をもっており、格納容器再循環系統により原子炉格納容器内全体の空気を循環させることが可能である。

b. プラント停止中

プラント停止中は、再循環ファン等が停止するとともに格納容器給気ファン及び格納容器排気ファンが運転することから、火災により発生した熱

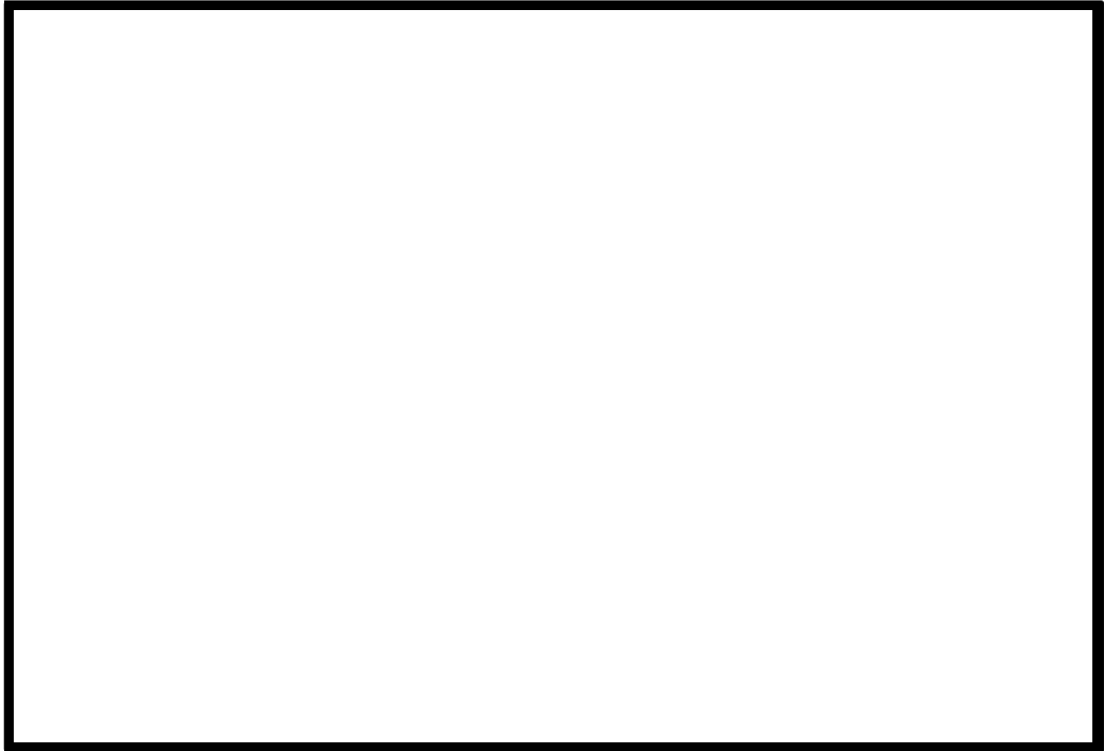
により上昇気流が発生するとともに、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいはループ室又は加圧器室の火災により流れ込む煙及び熱は、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

各ファンのプラント停止時における運転台数及び設計風量を以下に示す。

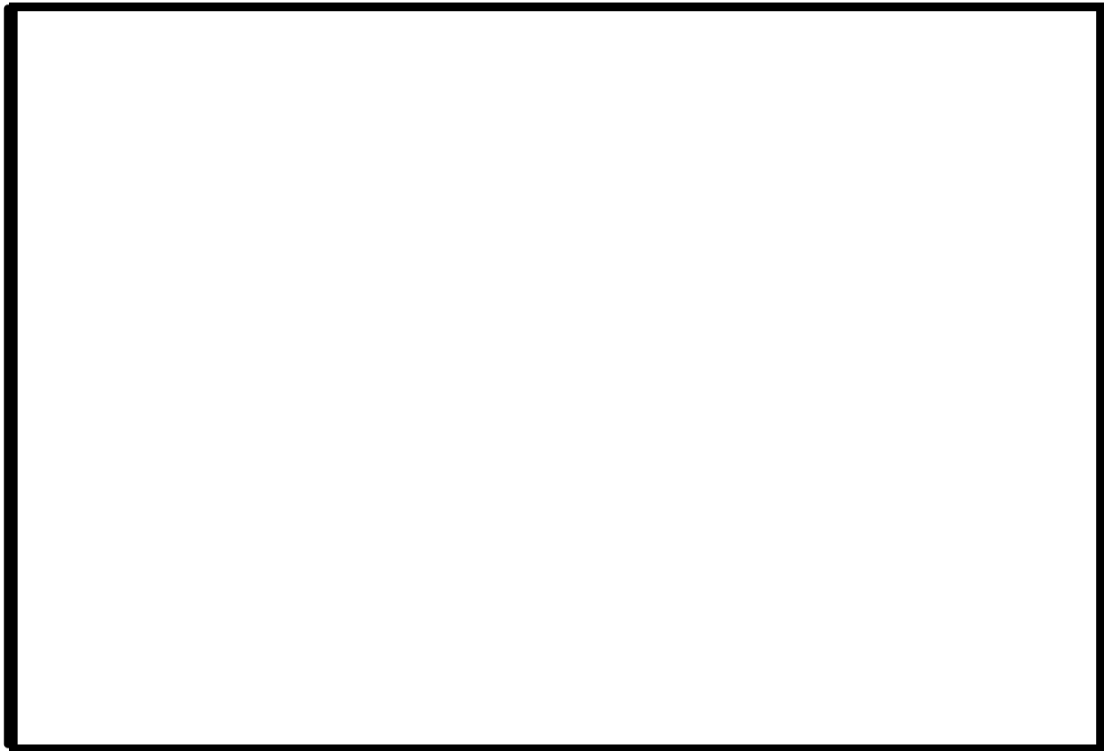
ファン名称	運転台数	設計風量
格納容器給気ファン		
格納容器排気ファン		

プラント停止時における格納容器空調システムの総給気量及び総排気量は、それぞれ約 m³/minである。原子炉格納容器の自由体積が約 m³であることから、37分未満で原子炉格納容器の自由体積分の空気を換気及び浄化させることが可能である。

空気流の流れを図7-2-3-1に示す



a. プラント運転中（原子炉容器冷却ファン、格納容器再循環ファン運転時）



b. プラント停止中（格納容器給気ファン、格納容器排気ファン運転時）

図7-2-3-1 オペレーティングフロアの空気流

(2) 火災感知器の選定

アナログ式の煙感知器と非アナログ式の炎感知器（赤外線）を選定する。

オペレーティングフロアは、取付面高さが床面から20m以上であるため、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項第二号で規定される高さ以上であり、消防法施行規則第23条第4項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができないエリアである。そのため、非アナログ式の炎感知器を選定するとともに、早期に火災を感知できるよう、アナログ式の煙感知器を選定する。

(3) 火災感知器の設置

非アナログ式の炎感知器は、オペレーティングフロアにおいて火災防護審査基準2.2.1(1)②に従い設置する。

アナログ式の煙感知器は、プラント運転中は原子炉容器冷却ファン及び格納容器再循環ファンの運転により原子炉格納容器で空気が循環する設計になっていること、並びに、プラント停止中に原子炉内で燃料がある状態でこれらのファンを停止する運用となっていることを踏まえ、以下に記載するファンの運転状況と空気の流れを考慮して設計する。

- ・原子炉容器冷却ファン及び格納容器再循環ファンの運転時においては、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいはループ室の火災により流れ込む煙及び熱は、原子炉容器冷却ファンの運転によりループ室を通過してオペレーティングフロアに抜ける空気の流れに乗って上昇し、格納容器再循環ファンにより原子炉格納容器内で循環するため、火災の継続とともに原子炉格納容器内の煙濃度及び空気温度が全体的に均一になりながら高まっていく。
- ・原子炉容器冷却ファン及び格納容器再循環ファンの停止時においては、火災により発生した煙及び熱により上昇気流が発生すること及び格納容器給気ファン及び格納容器排気ファンが運転していることから、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいはループ室の火災により流れ込む煙及び熱は、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。

それぞれにおける火災による煙及び熱の流れを、図7-2-3-2に示す。



a. 原子炉容器冷却ファン、格納容器再循環ファン運転時



b. 格納容器給気ファン、格納容器排気ファン運転時

図7-2-3-2 オペレーティングフロアの火災による煙及び熱の流れ

以上より、原子炉容器冷却ファン及び格納容器再循環ファンの運転時及び停止時において、発熱量の少ないくん焼段階の火災は煙の流路上で有効に火災を感知できる場所にアナログ式の煙感知器を設置し、発炎段階の火災は消防法施行規則第23条第4項に基づき非アナログ式の炎感知器を設置することにより早期に感知し、設計基準を満足する設計とする。ここで、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所とは、火災感知器の設置又は保守に懸念がないエリアの最も高い場所及びプラント停止中における空気の流れを考慮した煙の流路上とし、これらの場所にアナログ式の煙感知器を支持鋼材又はグレーチングの支持梁等を使用して設置する設計とする。

(4) 原子炉容器冷却ファン、格納容器再循環ファン停止時におけるオペレーティングフロアの火災発生時の設計

a. 原子炉格納容器内オペレーティングフロアの火災発生時の空気の流れと火災規模の定義

(a) 空気の流れによる火災規模の定義

原子炉容器冷却ファン、格納容器再循環ファン停止時におけるオペレーティングフロアで発生する火災の規模を煙の現象論を踏まえて大・中・小の3段階に分けて整理する。各火災規模を以下のとおり定義するとともに、図7-2-3-3に各火災規模のイメージを示す。



図7-2-3-3 各火災規模のイメージ

火災規模の定義

大：発熱量が大きく、熱の気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙が、コン

クリート内壁に接触しながら冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流で煙が下降に転じるといった流れが継続する大規模火災

中：発熱量が中程度で、熱の気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙がC/V頂部で平衡状態となり下降せず、溜まり続ける中規模火災

小：発熱量が小さく、熱の気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、C/V内の低い層で煙が水平方向に拡散する流れの方が優位となる小規模火災

(b) 火災規模毎の発熱速度

(a) で定義した火災規模毎に想定する発熱速度を以下のとおり設定する。

- ・火災規模「大」：C/V内において最大規模の火災源を想定する。具体的には、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度 (HRR)」のうち、電気盤1面火災相当の211kWを適用し、熱流動により対流が生じる場合を想定する。
- ・火災規模「中」：C/V内における中規模の火災源として、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度 (HRR)」のうち、最小値であるモータ1台相当の69kWを適用し、熱流動が起これば煙が格納容器頂部に溜まっていく場合を想定する。
- ・火災規模「小」：「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づく発熱速度の設定がないことから、火災規模「大」及び「中」と比較して、より小さい発熱速度を想定する。

原子炉容器冷却ファン、格納容器再循環ファン停止時におけるオペレーティングフロアで発生する火災の規模を大・中・小の3段階に分けて整理した。この整理を踏まえ、次項以降で火災感知器の感知性について確認する。

b. 煙感知器の感知性の確認

原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置する煙感知器の感知性について、定義した火災規模毎に確認する。

(a) 火災規模「大」

火災規模「大」の場合、発熱量が大きく、その熱による上昇気流に乗って原子炉格納容器頂部まで上昇した煙が、コンクリート壁に接触することで冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流により下降に転じるといった煙の流れが継続する。このような煙の流路となる場

所に火災感知器を設置することで火災を感知可能である。

(b) 火災規模「中」

火災規模「中」の場合、発熱量が中程度であり、その熱による上昇気流に乗って原子炉格納容器頂部まで上昇した煙が下降せず、原子炉格納容器頂部に溜まり続ける。このような火災が継続した場合、煙は原子炉格納容器頂部に溜まっていき、煙層が厚くなっていくことから、時間の経過とともに感知可能である。

(c) 火災規模「小」

火災規模「小」の場合、発熱量が小さく、熱気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われ原子炉格納容器頂部に到達する前に上昇力を失い、水平方向に拡散する流れの方が優位となる。このような火災が継続した場合、煙はオペレーティングフロアの床面付近で広がることから、オペレーティングフロア上の火災感知器にて感知可能である。

以上より、オペレーティングフロアに設置する煙感知器により、火災規模「大」「中」「小」いずれの火災についても感知可能であり、もれなく確実に火災を感知できる設計となっていることを確認した。

(5) 煙感知器の設置場所について

a. 煙感知器の感知性能及び網羅性に係る比較検討

オペレーティングフロアの火災感知器設計のうち、火災により発生した煙の流路に設置する設計としているアナログ式の煙感知器について、(4)で評価した火災発生時の空気の流れを踏まえ、その設置高さについて検討した。

検討にあたって、原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおける煙感知器設置場所について、煙感知器の感知性能及び網羅性の観点で比較検討を実施した。検討結果を以下に示す。

設置高さ	案1	案2	案3
火災規模	格納容器ポーラクレーン昇降タラップ付近に煙感知器を設置	格納容器ポーラクレーン付近で人が寄り付き、感知器の設置又は保守が可能な格納容器に煙感知器を設置	原子炉格納容器トップドーム部に煙感知器を設置
小 ※1	○	○	○
中	○	○	○
大	○	○	○

凡例 ○：もれなく確実に感知可能、×：感知不可

※1 案1～案3のいずれにおいても、火災規模「小」の感知は原子炉格納容器内オペレーティングフロア下層の煙感知器に期待しており、感知性能及び網羅性に差異はない。

検討の結果、上記の案において、いずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性能及び網羅性に問題はないと評価できる。

b. 煙感知器の設置に係る比較検討

案1、案2及び案3のいずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性及び網羅性に問題がないことを確認したため、次にそれぞれの案について、感知器設置の成立性、保守点検（定期点検及び定期取替）の成立性、偶発的な故障の対応及び耐震性の確保の観点他考慮事項を踏まえ、総合的評価を行い、その結果を以下に示す。

設置高さ		案1	案2	案3
火災規模		格納容器ポーラクレーン昇降タラップ付近に煙感知器を設置	格納容器ポーラクレーン付近で人が寄り付き、感知器の設置又は保守点検が可能な格納容器に煙感知器を設置	原子炉格納容器トップドーム部に煙感知器を設置
		(この行は元の画像で黒塗りされている)		
設置の成立性		○	○	○
保守点検の成立性	定期点検 ^{※1}	○ 目視点検可 遠隔試験可	○ 目視点検可 遠隔試験可	○ 目視点検可 遠隔試験可
	定期取替 ^{※2}	○	○	○
偶発的な故障の対応		○ ^{※3}	○ ^{※3}	○ ^{※3}
耐震性の確保		○	○	○
評価		懸念事項なし	保守作業時に足場設置が必要であり、長期間(約2週間)要する。	保守点検作業時に足場設置が必要であり、長期間(約4週間)要する。
総合評価		いずれの案でも感知性、施工性に問題がないことから、最も懸念の少ない案1が最適と判断する		

※1：消防法に基づき、定期的な点検（外観点検、作動試験）が必要である。

※2：感知器は一般産業品のため、劣化による故障を想定し、定期取替の実施が必要である。

※3：対応可能であるものの、作業員の被ばく防止の観点で懸念あり

上記の検討結果より、案1を煙感知器の最適な設置場所と判断し、格納容器ポーラクレーン昇降タラップ付近にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

なお、格納容器ポーラクレーン昇降タラップ近傍は、プラント運転中は9mSv/h未満ではあるものの放射線量が高く、作業員の不要な被ばく防止の観点から、社内規定に基づきプラント運転中立入禁止としている。このため、放射線による故障の影響は小さいと考えられるものの、アナログ式煙感知器の偶発故障その他の要因における予備として煙感知器を設置する。予備として設置する煙感知器は、同一の要因による正の煙感知器との同時故障を回避するため、アナログ式の煙感知器とは機種異なる非アナログ式の煙感知器を自主設置する。



図7-2-3-4 格納容器ポーラクレーン昇降タラップ付近の煙感知器設置位置

(6) 設計基準の満足について

煙感知器については、プラント運転中、停止中それぞれにおける原子炉格納容器内の空気流を考慮した火災時に発生する煙の挙動を踏まえ、原子炉格納容器内の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により、オペレーティングフロアを含む原子炉格納容器の火災をもれなく確実に感知する設計とする。

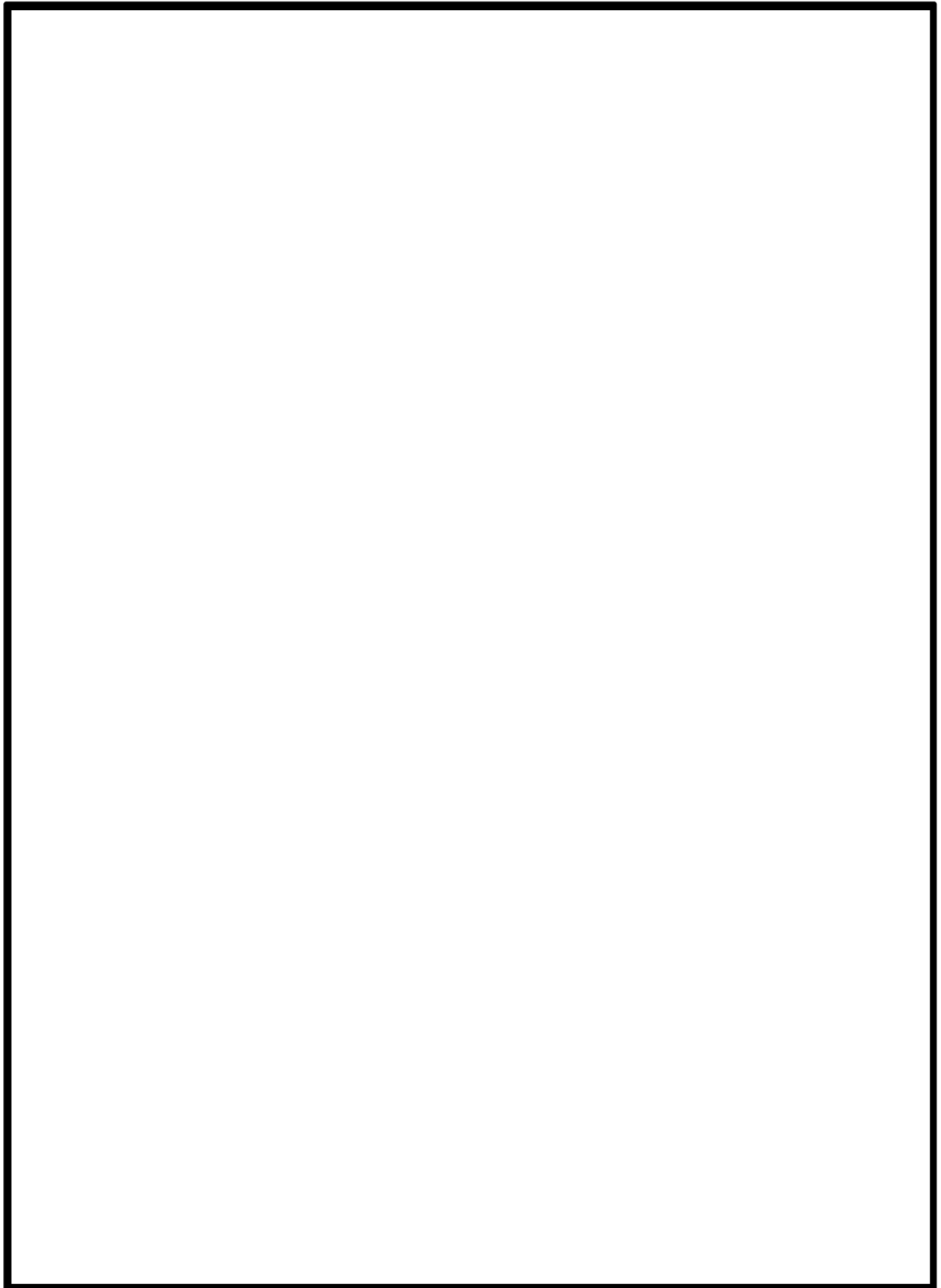


図7-2-3-5 オペレーティングフロアの火災感知器の配置図
(補足説明資料6 補6-2-28, 30 ページ抜粋)

補足説明資料 7 - 3

燃料取扱棟の 火災感知器設計について

7.3 燃料取扱棟の火災感知器設計について

本資料は、燃料取扱棟のうち使用済燃料ピットエリア、新燃料貯蔵庫エリア（2エリアを合わせて、以下「燃料取扱棟エリア」という。）及び使用済燃料ピットにおけ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基づく火災区域及び火災区画の設定として、燃料取扱棟エリアは新燃料貯蔵庫を含めて1つの火災区画とし、使用済燃料ピットを別の火災区域として設定する。

各火災区域及び火災区画の環境条件を考慮し、火災感知器の設計を行う。

7.3.1 使用済燃料ピットエリア、新燃料貯蔵庫エリア及び使用済燃料ピットの概要

(1) 使用済燃料ピットエリア、新燃料貯蔵庫エリア及び使用済燃料ピットの概要

使用済燃料ピットエリアは、別火災区域である使用済燃料ピットの周辺に通路及び燃料取扱設備である使用済燃料ピットクレーンが設置された環境である。また、天井高さは8m以上20m未満である。

新燃料貯蔵庫エリアは、新燃料貯蔵庫と、燃料体の輸送容器を取り扱うトラックアクセスエリアを有し、天井高さは20m以上である。

それらエリアを図7-3-1-1に示す。また、当該エリアの設備配置図を、図7-3-1-2に示す。

使用済燃料ピットは、ほう酸水で満たされ、上部の水面は開放された火災区域である。

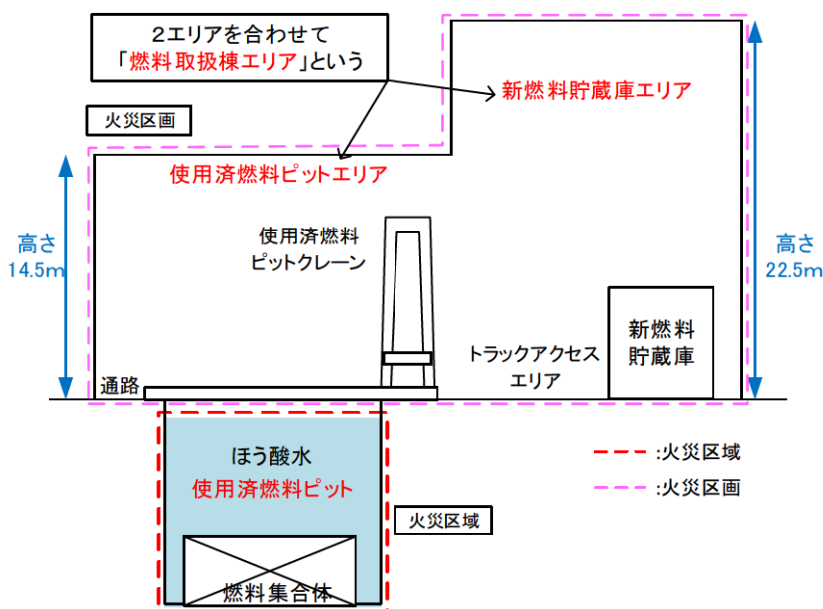


図7-3-1-1 燃料取扱棟の概要図（断面図）

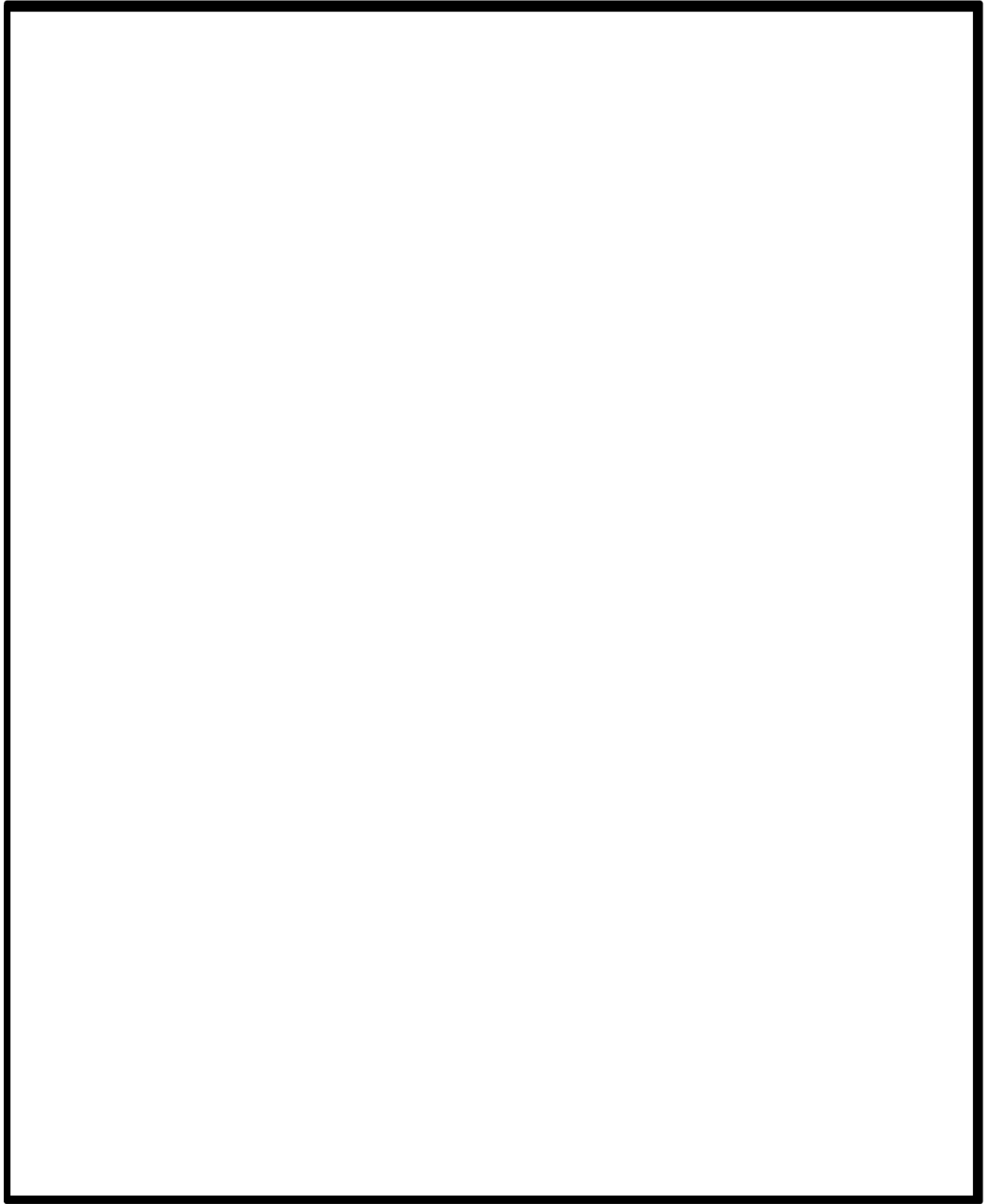


図7-3-1-2 燃料取扱棟エリアの設備配置図

(2) 新燃料貯蔵庫及び燃料取扱棟の火災区域及び火災区画の確認

今回の火災感知器設置にあたり、新燃料貯蔵庫と燃料取扱棟の設備の配置状況を確認したところ、図7-3-1-2のとおり、新燃料貯蔵庫（火災区域）は、燃料取扱棟（火災区画）と同一フロアにあり、燃料取扱棟内の一部に設置されている状況であった。

新燃料貯蔵庫内部には火災感知器を消防法施行規則第23条第4項のとおり設置する取付面はなく、仮に新燃料貯蔵庫内での火災を想定した場合は、燃料取扱棟内の火災感知器にて火災を感知し、消火活動を行うこととなる。この火災感知から消火に至る一連の流れは、燃料取扱棟内で火災が発生した場合と新燃料貯蔵庫内で火災が発生した場合とで変わるものではないことから、燃料取扱棟（火災区画）と新燃料貯蔵庫（火災区域）をまとめて1つの火災区画とすることで、より適切な火災区画区分となると判断した。

以上より、本申請に合わせて火災区画の適正化を実施する。

表7-3-1-1 燃料取扱棟及び新燃料貯蔵庫の火災区域及び火災区画の変更

変更前			変更後		
	燃料取扱棟	火災区画		燃料取扱棟	火災区画
	新燃料貯蔵庫	火災区域			

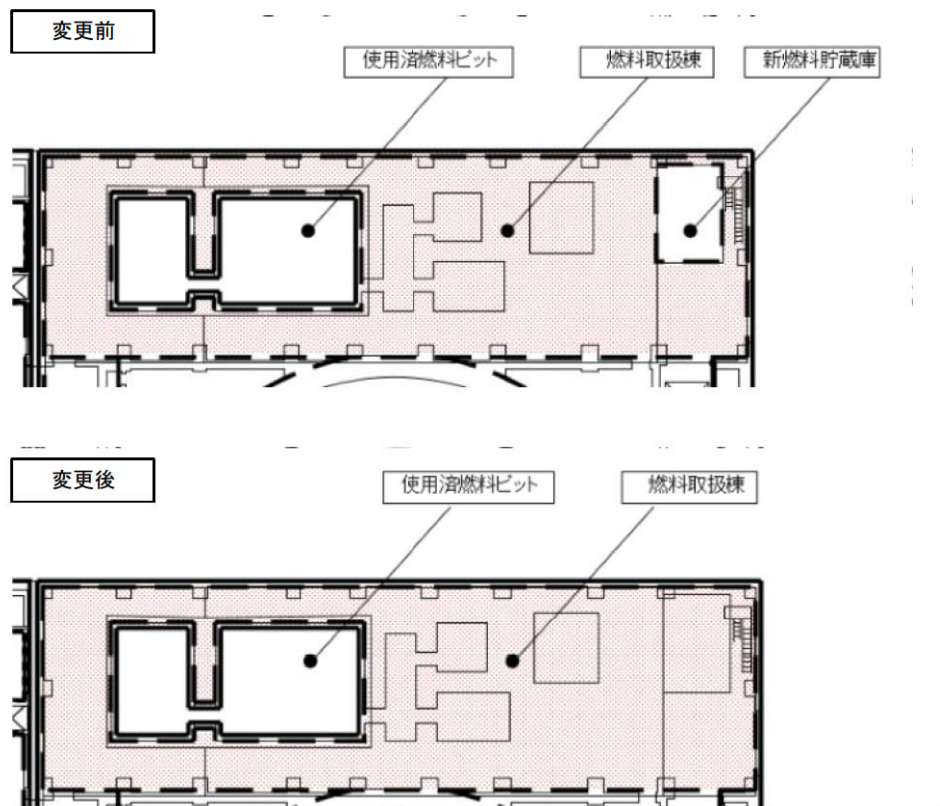


図7-3-1-3 火災区域区画 変更図（新燃料貯蔵庫）

当該箇所の火災区域及び火災区画の変更に伴い、火災の発生防止、感知及び消火並びに影響軽減対策については、以下のとおり現状の対応で基準を満たしていることを確認した。

a. 火災防護を行う機器等の選定

火災区域及び火災区画の変更により、表7-3-1-2、表7-3-1-3に示す機器に変更はない。なお、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器は設置されていない。

表7-3-1-2 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するための機器

火災区域及び火災区画		設備名称
変更前	変更後	
		新燃料貯蔵庫

表7-3-1-3 重大事故等対処施設の機器

火災区域及び火災区画		設備名称
変更前	変更後	
		使用済燃料ピット監視カメラ
		使用済燃料ピット水位 (AM)
		使用済燃料ピット温度 (AM)

b. 火災の発生防止

火災区域及び区画の変更に伴う構造物や機器の変更はないため、火災発生防止対策への影響はない。

c. 火災の感知及び消火

燃料取扱棟の火災感知については、7.3.2項に示す。

また、燃料取扱棟及び新燃料貯蔵庫は、いずれも消火器及び消火栓により消火を行う箇所であり、今回の火災区域及び区画の変更に伴う影響はない。

d. 火災の影響軽減

燃料取扱棟及び新燃料貯蔵庫は、従来それぞれの火災区域及び火災区画において、火災の影響軽減対策を実施済みである。今回の火災区域及び区画の変更は、火災区域及び火災区画を統合するものであることから、今回の変更に伴う火災の影響軽減対策への影響はない。

また、火災影響評価については、従来使用済燃料ピット [] 及び新燃料貯蔵庫 [] は燃料取扱棟 [] の空間にあることから、燃料取扱棟 [] で代表して評価を実施している。このため、火災区域及び区画変更に伴う影響はない。

火災区域及び火災区画変更後の燃料取扱棟 [] の火災影響評価を表7-3-1-4に示す。

以降では、火災区画変更後の「燃料取扱棟」に対する火災感知器設置について説明する。

表 7-3-1-4 燃料取扱棟の火災影響評価 (火災区域及び区画変更後)

影響機能分類 1. RCS インベントリ/圧力制御(反応度制御) 2. 崩壊熱除去 AFW/MS 3. 崩壊熱除去-RHR 4. プロセス監視 5. CCW 等 6. 換気空調設備

火災を想定する 区域 (区画)	隣接 区画	開口部 (有/無)	等価時 間<耐 火時間 (注1)	火災を想定する区域 (区画)						ターゲット (注3)	隣接区画						スクリ ーンア ウト (注4)	回路評価等	
				機能 (注2)							機能 (注2)								
				1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6			
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	○								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	○								○		
		有	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	使用済燃料ピットは燃料取扱棟に設置するため、本評価で代表する。
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		
		無	○	○	○	○	○	○	-								○		

(注1) 隣接区域 (区画) への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。
 (注2) 各機能の成功パスを評価し、成功パスが成立する場合「○」、成功パスが成立しない場合「-」とする。
 (注3) 当該火災区域 (区画) にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。
 (注4) 各機能の成功パスが成立する場合、原子炉の安全停止が可能であるため「○」とし、系統分離対策が必要な場合は「-」とする。

7.3.2 燃料取扱棟エリアの火災感知器設計

7.3.1項で示すエリアのうち使用済燃料ピットエリアと新燃料貯蔵庫エリアを合わせた「燃料取扱棟エリア」について、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、環境条件をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 燃料取扱棟エリア

燃料取扱棟エリアのうち、使用済燃料ピットエリアは天井高さが14.5mであり、新燃料貯蔵庫エリアは天井高さが22.5mである。また、使用済燃料ピットエリアは、床面から天井面まで、社内規定において使用済燃料ピットへの異物混入防止管理を行うエリアとして設定している。

燃料取扱棟エリアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等は設置されていないが、図7-3-1-2に示すように、放射性物質を貯蔵する機器等として新燃料貯蔵庫が、重大事故等対処施設として使用済燃料ピット監視カメラ、使用済燃料ピット水位計（AM）及び使用済燃料ピット温度計（AM）がそれぞれ設置されている。

a. 火災感知器の選定

火災感知器の選定及び設置にあたっては、使用済燃料ピットと新燃料貯蔵庫が同一空間であることを踏まえ、両エリアを合わせて検討を行うこととする。

天井高さは、使用済燃料ピットエリアは14.5m、新燃料貯蔵庫エリアは22.5mであり、熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項第二号で規定される高さ以上となるため、火災防護審査基準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。このため、炎感知方式として非アナログ式の炎感知器を選定する。

また、新燃料貯蔵庫エリアの天井高さは22.5mであり、煙感知器は取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項第一号イで規定される高さ以上となるため、火災防護審査基準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が、無炎火災を考慮し煙感知方式を選定する。煙感知器として、使用済燃料ピットへの異物混入防止の観点及び当該エリアが広い空間であり側壁面の設置が可能であることを踏まえ、アナログ式の光電式分離型煙感知器を選定する。

b. 火災感知器の設置

非アナログ式の炎感知器は、エリア内の床面及びピットの水面に対して火災防護審査基準2.2.1(1)②に従い設置する。

煙感知器の設置にあたっては、設置又は保守時における使用済燃料ピットへの異物混入防止の観点から、使用済燃料ピットとの離隔をとった場所に火災感知器を設置することとし、アナログ式の光電式分離型煙感知器を、図7-3-2-1に示すように、光軸が燃料取扱棟の長辺方向となるよう、各光軸間水平距離が14m以下の位置に設置する。そのうちの1組は、壁面に設置された吸込口近傍高さ（床面からの高さ約7mの位置）に設置する。

また、天井高さが20mを超える新燃料貯蔵庫エリアについては、光軸が短辺方向となるようアナログ式の光電式分離型煙感知器を設置（各光軸間水平距離が14m以下の位置に配置）する。

c. 使用済燃料ピットエリアの煙感知器設置位置について

使用済燃料ピットエリアは、社内規定において、床面から天井面にかけて異物混入防止管理エリアに設定している。一般的に、当該エリアで作業を実施する場合は、持込品員数管理や養生処置等の異物混入防止対策を施す運用により、異物混入防止管理を行うものの、使用済燃料ピットへの異物混入リスクを完全に払拭することは難しく、僅かながらにリスクが残存すると考えられる。また、新設設備の設置検討においては、上記の点も考慮し、使用済燃料ピットからの離隔を確保した設備設置位置とすることにより、設置時及び運用、保守時における異物混入リスクの低減に大きく寄与できる。

使用済燃料ピットへの煙感知器設置について、消防法施行規則第23条第4項においては天井面近傍に煙感知器を設置することを規定しているが、使用済燃料ピット上部における煙感知器の設置は、使用済燃料ピットへの異物混入リスクがあるため、消防法施行規則第23条第4項のとおり煙感知器を設置することが適切ではない。このため、火災感知性を確保しつつ、異物混入のリスクを極力低減できるよう、煙感知器設置位置を検討する必要がある。

表7-3-2-1のとおり、煙感知器の設置場所について検討した結果、案2、3については使用済燃料ピットエリアの空気流を考慮し吸込口近傍高さに煙感知器を設置することで、案1と同等の感知性を有すると考える。また、火災感知器設置箇所を壁面にすることにより、使用済燃料ピットからの離隔を確保でき、設置時又は設置後保守時における異物混入リスクを低減させることができるものとする。

これらを総合的に評価した結果、いずれの案でも感知性に問題がないことから、設置時又は設置後保守時における異物混入リスクの観点で優位な

案3が最適と判断する。

表7-3-2-1 使用済燃料ピットエリアの煙感知に対する煙感知器設置位置検討

	案1	案2	案3
煙感知器種類	スポット型	光電式分離型	
設置箇所	天井面	天井付近壁面（長辺面） （光軸：短辺方向）	天井付近壁面（短辺面） （光軸：長辺方向）
感知性	○	○ 空気流を考慮すると、天井面設置と同等の感知性有	○ 空気流を考慮すると、天井面設置と同等の感知性有
設置方法	足場にてSFP天井面全面に設置	SFP通路部（SFPからの離隔約3m）に設置	SFP作業エリア（SFPからの離隔約6m）に設置
SFPへの異物混入リスク※1、2	△ （リスク大）	○ （リスク中）	◎ （リスク小）
総合評価	いずれの案でも感知性に問題がないことから、保守性の面で最も懸念の少ない案3が最適と判断する		

※1 足場への落下防止ネット取付等の異物管理対策を施した上での異物混入リスクについて、案1～案3の相対的評価を記載している

※2 通常、感知器取替時においては、専用治具（長さ約6mの伸縮支持棒）を用い、支持棒先端に感知器着脱器を取付けて使用するが、使用済燃料ピットエリアは天井が高く専用治具では届かないことから、足場設置を前提として評価した。



図7-3-2-1 燃料取扱棟エリアの光電式分離型煙感知器の設置位置

d. 設計基準の満足について

燃料取扱棟エリアの空気流は、図7-3-2-2に示すとおり、片側（平面図の下側）に吹出口、反対側（平面図の上側）に吸込口が並べられており、空気の流れ方向は一定となっている。また、各吸込口の排気風量より、燃料取扱棟エリアの排気風量全体の95%以上は、使用済燃料ピットエリア側に設置される吸込口から排気される。

燃料取扱棟エリアにおける火災で発生する煙は、空気流を踏まえると使用済燃料ピットエリア側の吸込口に集まると考えられることから、使用済燃料ピットエリア側の吸込口近傍（床面からの高さ約7mの位置）に光軸が長辺方向となるよう設置する。エリア全体としては各光軸間水平距離が14m以下の位置に光電式分離型煙感知器を計2組設置することにより、漏れなく確実に火災を感知することができる。

また、新燃料貯蔵庫エリアについては、排気風量の95%以上が使用済燃料ピットエリア側にて排気される状況を踏まえ、光軸が長辺方向となるよう設置する光電式分離型煙感知器2組に加えて、光軸が短辺方向となるよう光電式分離型煙感知器を4組設置（床面からの高さ約7mの位置）することにより、漏れなく確実に火災を感知することができる。

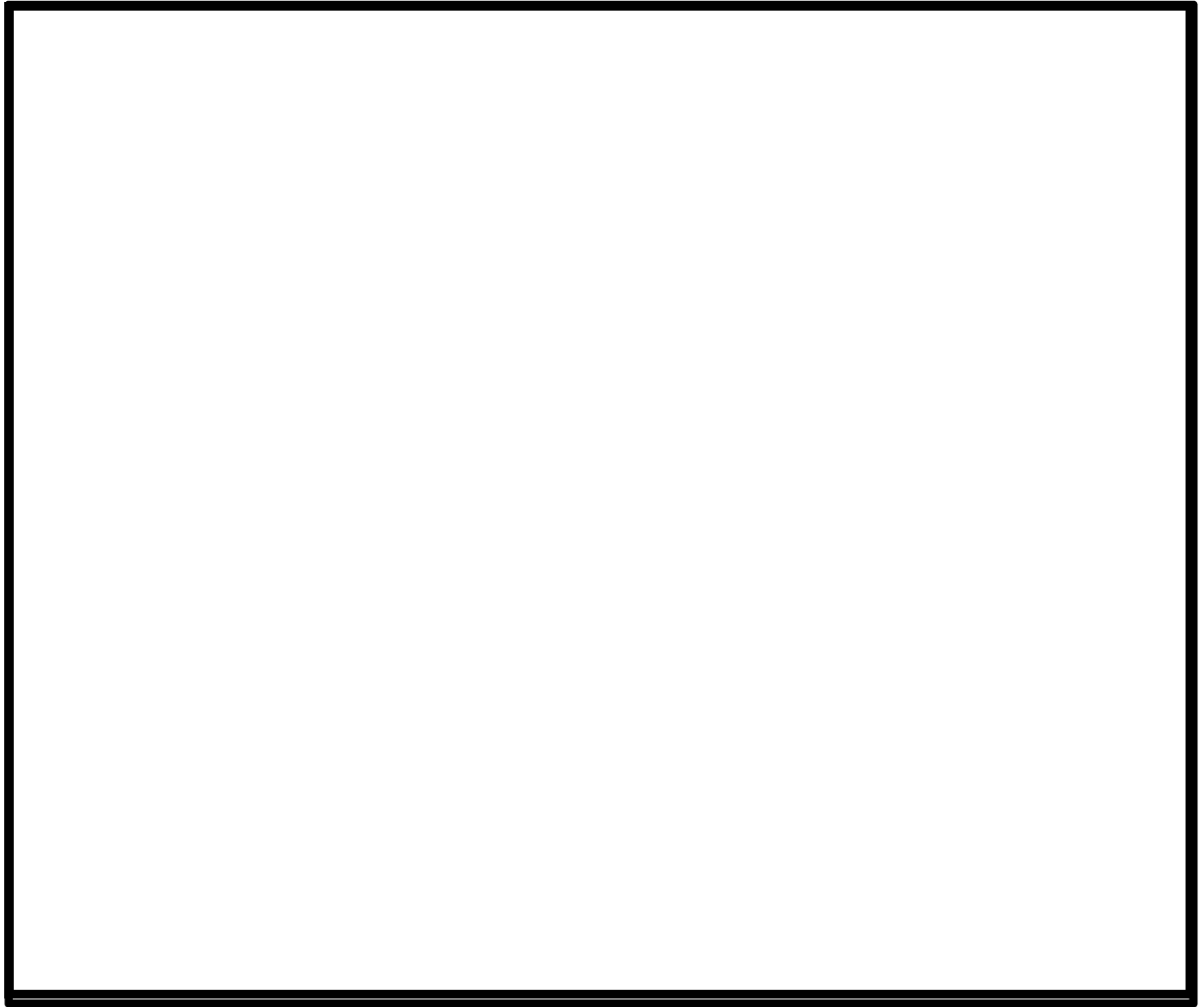


図7-3-2-2 燃料取扱棟エリアの光電式分離型煙感知器の設置位置並びに
吹出口及び吸込口位置図



図7-3-2-3 燃料取扱棟エリアの火災感知器設置概要図
(補足説明資料6 補6-2-28 ページ抜粋)

7.3.3 使用済燃料ピットの火災感知器設計

a. 使用済燃料ピットの火災感知器の設計について

使用済燃料ピットは、ピット内はほう酸水で満たされており、火災が確実に発生しない場所である。また、底面及び側面は金属及びコンクリート壁により他と区分されていることから、使用済燃料ピットには火災感知器を設置しない設計とする。

補足説明資料 7 - 4

天井が高いエリアの 火災感知器設計について

7.4 天井が高いエリアの火災感知器設計について

本資料は、天井の高さが床面から20m以上であり、消防法施行規則第23条第4項第二号の煙感知器に係る規定を超える感知区画（以下「高天井エリア」という。）において、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、設計基準を確保した火災感知器の設計について説明する。

伊方3号機の高天井エリアは、アニュラス部、燃料取替用水タンク室、格納容器オペレーティングフロア及び新燃料貯蔵庫エリアが該当する。格納容器オペレーティングフロアについては補足説明資料7.2にて、新燃料貯蔵庫エリアについては補足説明資料7.3にて説明する。

7.4.1 アニュラス部の火災感知器設計について

(1) アニュラス部の概要

伊方3号機のアニュラス部は、原子炉格納容器の周囲を取り囲むように位置するリング状の空間であり、床面から天井までの高さが20m以上である。また、アニュラス部内はグレーチング床が設置されている。

(2) アニュラス部の火災感知器設計

アニュラス部の火災感知器選定、設計の考え方について説明する。

a. 火災感知器の選定

「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、アニュラス部内にアナログ式の煙感知器及び非アナログ式の炎感知器を選定し設置する。

b. 火災感知器の設置

アニュラス部は天井高さが床面から20m以上のエリアであり、煙感知器と熱感知器の取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第23条第4項第一号イにより設置することが適切ではないことから、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない。このため、煙感知器を天井面に消防法施行規則に定められた方法により設置することが適切でなく、消防法施行規則のとおり感知器を設置した場合と同等水準で早期に感知することが困難である。

従って、1種類目の非アナログ式の炎感知器は、エリア内の床面に対して消防法施行規則どおり設置する。

2種類目のアナログ式の煙感知器は、グレーチング床の下部に、エリア面積に対して75m²につき1個以上となるよう設置する。また、もれなく確実に火災を感知するよう、天井面付近にも煙感知器を設置する。

c. 設計基準の確保について

アニュラス部で無炎火災が発生した場合、火災の発生する可能性が高いケーブルトレイの設置場所を考慮して設置する煙感知器により早期の火災感知が可能であるが、煙が煙感知器間を通過し上昇したとしても、天井面に取り付ける煙感知器により火災をもれなく確実に感知できるよう設計することから、設計基準を確保できる。

なお、アニュラス部には、原子炉の安全停止に必要な機器等及び重大事故等対処施設は設置されていないが、放射性物質を貯蔵する機器等としてアニュラス部及び格納容器隔離弁が設置されている。炎感知器を消防法施行規則第23条第4項に基づき設置していること及び煙感知器をグレーチング床の下部にエリア面積に対して75m²につき1個以上となるよう設置していることから、火災の早期感知により放射性物質を貯蔵及び閉じ込めに必要な機能を確保することが可能である。これらの対応により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必要な機能が火災により損なわれないよう、火災を感知できる



図 7-4-1-1 アニュラス部の火災感知器設置概要図
(C/V側から見た展開図(断面図))
(補足説明資料6 補6-2-56ページ抜粋)

7. 4. 2 燃料取替用水タンク室の火災感知器設計について

(1) 燃料取替用水タンク室の概要

伊方3号機の燃料取替用水タンク室は、床面に燃料取替用水タンクが設置され、床面から天井までの高さが20m以上である。また、タンク室への出入口が床面から約5m高い場所に設置されており、その場所は階段部の踊り場がある。

(2) 燃料取替用水タンク室の火災感知器設計

燃料取替用水タンク室の火災感知器選定、設計の考え方について説明する。

a. 火災感知器の選定

「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」により、燃料取替

用水タンク室内にアナログ式の煙感知器及び非アナログ式の炎感知器を選
定し設置する。

b. 火災感知器の設置

燃料取替用水タンク室は天井高さが床面から20m以上のエリアであり、煙
感知器と熱感知器の取付面の高さが消防法施行規則第23条第4項で規定さ
れる高さ以上のため、消防法施行規則第23条第4項第一号イにより設置す
ることが適切ではないことから、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた
方法で設置することができない。このため、煙感知器を天井面に消防法施
行規則に定められた方法により設置することが適切でなく、消防法施行規
則のとおり感知器を設置した場合と同等水準で早期に感知することが困
難である。

従って、1種類目の非アナログ式の炎感知器は、エリア内の床面に対し
て消防法施行規則どおり設置する。

2種類目のアナログ式の煙感知器は、エリア内の床面から高さ約4mの
箇所に、エリア面積に対して75m²につき1個以上となるよう設置する。ま
た、燃料取替用水タンク室出入口上部付近（床面から高さ約13m）にアナロ
グ式の煙感知器を設置する。

(3) 燃料取替用水タンク室の火災発生時の空気の流れと火災規模の定義

(a) 空気の流れによる火災規模の定義

燃料取替用水タンク室で発生する火災の規模を煙の現象論を踏まえて
大・中・小の3段階に分けて整理する。各火災規模を以下のとおり定義す
るとともに、図7-4-2-1に各火災規模のイメージを示す。



図7-4-2-1 各火災規模のイメージ

火災規模の定義

- 大：発熱量が大きく、熱の気流に乗って燃料取替用水タンク室天井面まで上昇した煙が、コンクリート内壁に接触しながら冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流で煙が下降に転じるといった流れが継続する大規模火災
- 中：発熱量が中程度で、熱の気流に乗って燃料取替用水タンク室天井面まで上昇した煙が燃料取替用水タンク室天井面で平衡状態となり下降せず、溜まり続ける中規模火災
- 小：発熱量が小さく、熱の気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、燃料取替用水タンク室内の低い層で煙が水平方向に拡散する流れの方が優位となる小規模火災

(b) 火災規模毎の発熱速度

(a) で定義した火災規模毎に想定する発熱速度を以下のとおり設定する。

- ・火災規模「大」：燃料取替用水タンク室内において最大規模の火災源を想定する。具体的には、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度 (HRR)」のうち、電気盤1面火災相当の211kWを適用し、熱流動により対流が生じる場合を想定する。
- ・火災規模「中」：燃料取替用水タンク室内における中規模の火災源として、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度 (HRR)」のうち、最小値であるモータ1台相当の69kWを適用し、熱流動が起こらず煙が燃料取替用水タンク室天井面に溜まっていく場合を想定する。
- ・火災規模「小」：「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づく発熱速度の設定がないことから、火災規模「大」及び「中」と比較して、より小さい発熱速度を想定する。

燃料取替用水タンク室内で発生する火災の規模を大・中・小の3段階に分けて整理した。この整理を踏まえ、次項以降で火災感知器の感知性について確認する。

b. 煙感知器の感知性の確認

燃料取替用水タンク室内に設置する煙感知器の感知性について、定義した火災規模毎に確認する。

(a) 火災規模「大」

火災規模「大」の場合、発熱量が大きく、その熱による上昇気流に乗

って燃料取替用水タンク室天井面まで上昇した煙が、コンクリート壁に接触することで冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流により下降に転じるといった煙の流れが継続する。このような煙の流路となる場所に火災感知器を設置することで火災を感知可能である。

(b) 火災規模「中」

火災規模「中」の場合、発熱量が中程度であり、その熱による上昇気流に乗って燃料取替用水タンク室天井面まで上昇した煙が下降せず、燃料取替用水タンク室天井面に溜まり続ける。このような火災が継続した場合、煙は燃料取替用水タンク室天井面に溜まっていき、煙層が厚くなっていくことから、時間の経過とともに感知可能である。

(c) 火災規模「小」

火災規模「小」の場合、発熱量が小さく、熱気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われ燃料取替用水タンク室天井面に到達する前に上昇力を失い、水平方向に拡散する流れの方が優位となる。このような火災が継続した場合、煙は燃料取替用水タンク室の床面付近で広がることから、燃料取替用水タンク室床面付近の火災感知器にて感知可能である。

以上より、燃料取替用水タンク室に設置する煙感知器により、火災規模「大」「中」「小」いずれの火災についても感知可能であり、もれなく確実に火災を感知できる設計となっていることを確認した。

(4) 煙感知器の設置場所について

a. 煙感知器の感知性能及び網羅性に係る比較検討

燃料取替用水タンク室の火災感知器設計のうち、火災により発生した煙の流路に設置する設計としているアナログ式の煙感知器について、(3)で評価した火災発生時の空気の流れを踏まえ、その設置高さについて検討した。

検討にあたって、燃料取替用水タンク室における煙感知器設置場所について、煙感知器の感知性能及び網羅性の観点で比較検討を実施した。検討結果を以下に示す。

設置高さ 火災規模	案1	案2
	床面から約13mの高さに 煙感知器を設置	天井面に 煙感知器を設置
小 ※1	○	○
中	○	○
大	○	○

凡例 ○：もれなく確実に感知可能、×：感知不可

※1 案1～案3のいずれにおいても、火災規模「小」の感知は燃料取替用水タンク室床面近傍の煙感知器に期待しており、感知性能及び網羅性に差異はない。

検討の結果、上記の案において、いずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性能及び網羅性に問題はないと評価できる。

b. 煙感知器の設置に係る比較検討

案1及び案2のいずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性及び網羅性に問題がないことを確認したため、次にそれぞれの案について、感知器設置の成立性、保守点検（定期点検及び定期取替）の成立性、偶発的な故障の対応及び耐震性の確保の観点他考慮事項を踏まえ、総合的評価を行い、その結果を以下に示す。

設置高さ		案1	案3
		床面から約13mの高さに 煙感知器を設置	天井面に 煙感知器を設置
火災規模			
設置の成立性		○	○
保守点検 の成立性	定期点検 ^{※1}	○ 目視点検可 遠隔試験可	○ 目視点検可 遠隔試験可
	定期取替 ^{※2}	○	○
偶発的な故障の対応		○	○
耐震性の確保		○	○
評価		懸念事項なし	保守点検作業時に足場設置 が必要であり、長期間(約2 週間)要する。
総合評価		いずれの案でも感知性、施工性に問題がないことから、最 も懸念の少ない案1が最適と判断する	

※1：消防法に基づき、定期的な点検（外観点検、作動試験）が必要である。

※2：感知器は一般産業品のため、劣化による故障を想定し、定期取替の実施が必要である。

上記の検討結果より、案1を煙感知器の最適な設置場所と判断し、また、燃料取替用水タンク室の床面から約13mの高さにアナログ式煙感知器を設置する設計とする。



図 7-4-2-2 燃料取替用水タンク室 断面図



図7-4-2-3 燃料取替用水タンク室の火災感知器設置概要図
(補足説明資料6 補6-2-10ページ抜粋)

(5) 設計基準の確保について

燃料取替用水タンク室で無炎火災が発生した場合、火災の発生する可能性が高い電動弁等の設置場所を考慮して設置する煙感知器により早期の火災感知が可能であるが、煙が煙感知器間を通過し上昇したとしても、火災規模を考慮し、床面から約 13m の高さに取り付ける煙感知器により火災をもれなく確実に感知できるよう設計することから、設計基準を確保できる。

なお、燃料取替用水タンク室には、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は設置されていないが、重大事故等対処施設として燃料取替用水タンク及び燃料取替用水タンク水位計が設置されている。炎感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置していること及び煙感知器をエリア面積に対して 75m²につき 1 個以上となるよう設置していることから、火災の早期感知により重大事故等対処施設として必要な機能を確保することが可能である。これらの対応により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必要な機能が火災により損なわれないよう、火災を感知できる。

補足説明資料 7 - 5

じんあいの発生又は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

7.5 じんあいの発生又は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

じんあいの発生するエリアは、雑固体処理建屋の廃棄物分別エリアが該当する。

雑固体処理建屋のうち廃棄物分別エリアは、補足説明資料 7.1 に示すとおり、発生するじんあいは常時発生するものではなく計画的な作業によって発生するものであることから、火災防護計画に基づき、作業時に煙感知器を隔離・保護することとし、じんあいによる誤作動・故障を防止する。

水蒸気が多量に滞留するエリアには原子炉補助建屋のクールドシャワー室及びホットシャワー室が該当する。

火災防護審査基準においては、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を損なわないよう早期の火災感知が求められているが、伊方発電所における上記のシャワー室には、いずれも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を有する設備は設置しておらず、シャワー室の換気は防火ダンパによって他の火災区画と区分されているため、シャワー室で発生する火災が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に影響を及ぼすことはない。

このため、シャワー室については、補足説明資料 5.6 に示す、火災感知に支障がないことを確認した上で、掲げる設置方針のうち「シャワー室には火災感知器を設置しない」に該当することから、火災感知器を設置しないこととする。

補足説明資料 7 - 6

結露が発生しやすいエリアの
火災感知器設計について

7.6 結露が発生しやすいエリアの火災感知器設計について

本資料は、結露が発生しやすいエリアの火災感知器設計について、「5.5 火災感知器の選定、設置方法の考え方について」より、火災感知器の設計について説明する。

伊方3号機において、結露が発生しやすいエリアには焼却炉建家の地下1階フロアが該当する。

7.6.1 焼却炉建家の地下1階フロアの概要

焼却炉建家は地下1階地上4階建ての建物であり、焼却炉建家の地上1階及び2階には焼却炉本体が設置されており、焼却炉にて焼却された灰が地下1階の灰ドラム収納ボックスにて回収される。焼却炉本体周囲は現状鉄板が取り付けられているが、焼却炉本体周囲の鉄板を改造し、地下1階と地上1階の間には十分広い開口部を設ける。

焼却炉建家自体が放射性の閉じ込め機能を有する設備に該当することから、建家全体を1つの火災区域として設定している。焼却炉建家の地下1階フロアの火災感知器配置図を図7-6-1-1に示す。また、焼却炉建家の地下1階フロアー地上1階フロアの開口を図7-6-2-1に示す。

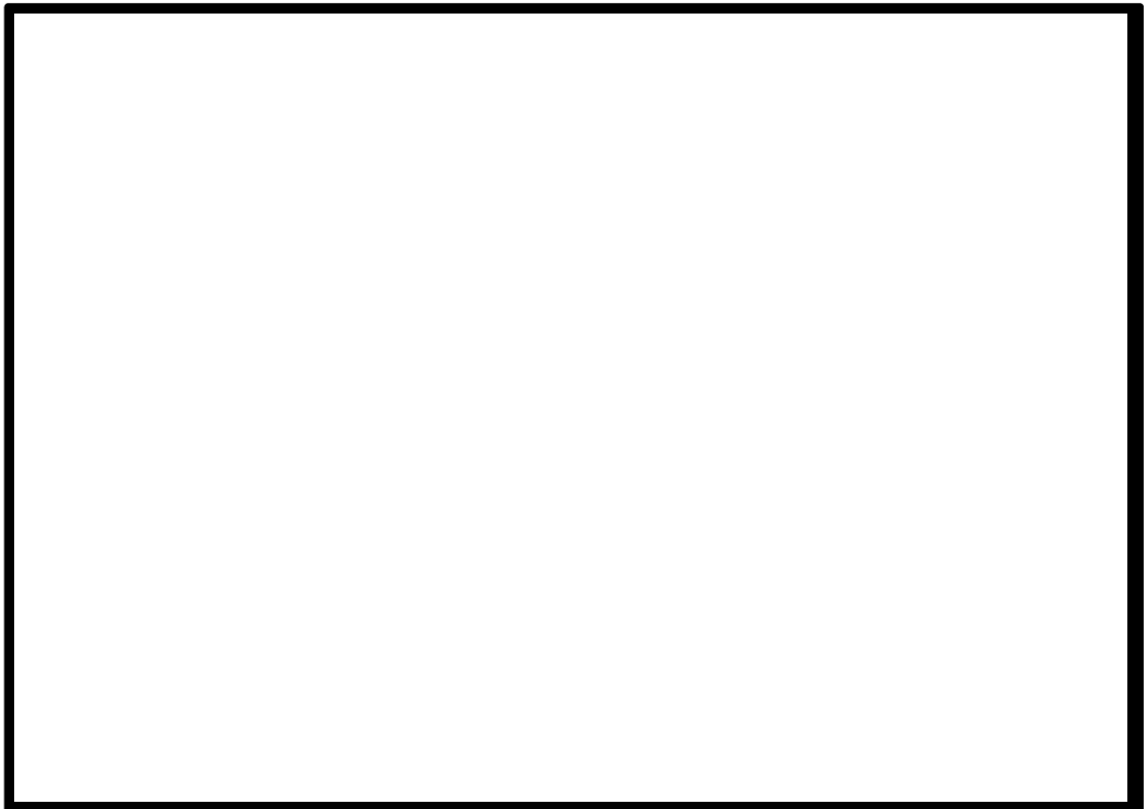
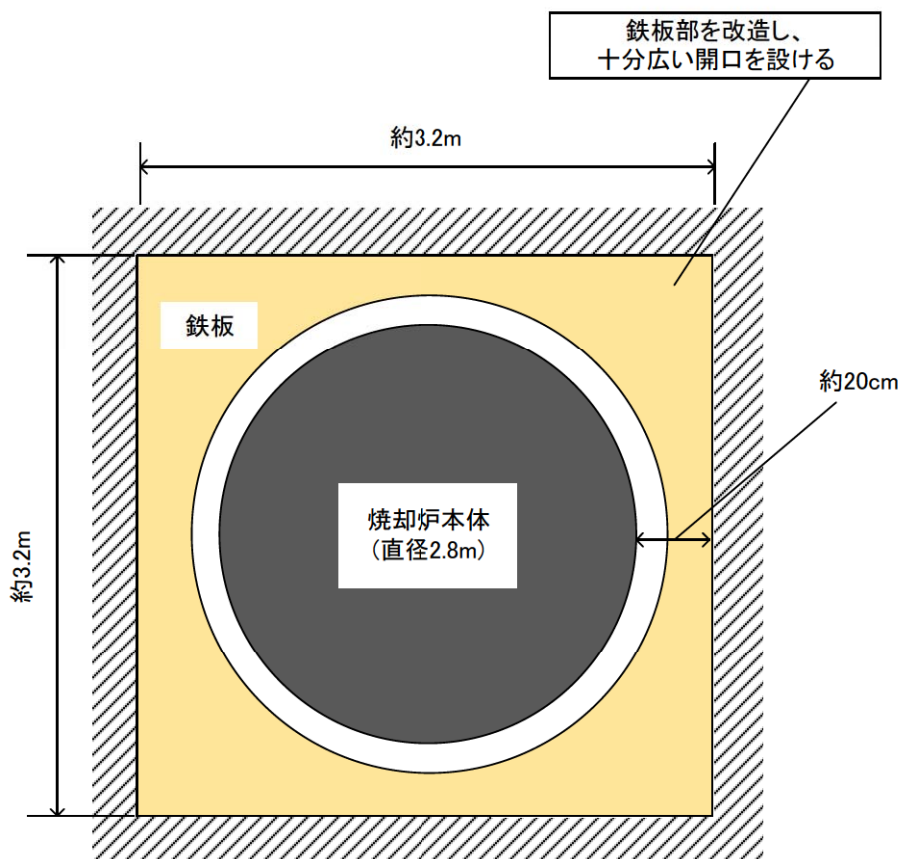


図7-6-1-1 焼却炉建家の地下1階フロアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-37ページ抜粋)



焼却炉本体周り 平面図

図7-6-1-2 地下1階フロアー地上1階フロアの開口

焼却炉建家の地下1階フロアは、給・排気設備によって換気しているが、冷暖房ユニットは介していない。また、地下フロアであるため、コンクリート壁の表面温度が低くなりやすく、高温多湿の外気が直接地下1階フロアに流入した場合に同壁表面に多量の結露が発生するエリアである。当該エリアにおける結露の発生状況を図7-6-1-3に示す。



図7-6-1-3 焼却炉建家の地下1階フロアの結露状況

7.6.2 焼却炉建家の地下1階フロアの火災感知器設計

焼却炉建家の地下1階フロアの火災感知器選定、設計の考え方について説明する。

(1) 設置する感知器等

結露が発生することを考慮し、1種類目はアナログ式の熱感知器、2種類目には、非アナログ式の炎感知器を選定する。また、無炎火災が発生した場合は、地下1階フロアに隣接する地上1階フロアに設置するアナログ式の煙感知器にて感知できる設計とする。

(2) 感知器等の選定理由及び設置方法

焼却炉建家の地下1階フロアでは結露の発生が想定されることから、消防法施行規則第23条第4項第一号二（ト）及びホ（イ）により、煙感知器及び炎感知器を設置することが適切ではないため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で火災感知器を設置することができない。

従って、焼却炉建家の地下1階フロアに設置する1種類目の火災感知器には、結露エリアにおいても消防法施行規則どおり設置可能なアナログ式の防水型熱感知器を選定する。また、防滴カバーを設置し、天井面等から滴下する結露を防ぐ設計とした炎感知器を、地下1階フロアに設置する。

更に、無炎火災を想定し、焼却炉建家の地下1階フロアに隣接する焼却炉建家の地上1階フロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する。

(3) 無炎火災の感知について

焼却炉建家は建屋全体で1つの火災区域であり、地下1階フロアにおける無

炎火災を想定した場合の火災感知について以下に示す。

焼却炉建家の地上1階フロアには無炎火災時の煙によって機能喪失する火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設はなく、また、地下1階フロアから地上1階フロアにかけては焼却炉本体の周囲の鉄板部に十分な広さの開口部ができるため、地下1階フロアで無炎火災が発生した場合には、煙が地上1階フロアへ流れる。地上1階フロアには消防法施行規則どおりにアナログ式の煙感知器を設置しているため、焼却炉建家の地下1階フロアで発生する無炎火災の煙を地上1階フロアで感知することが可能である。このことから、無炎火災を想定した場合でも隣接する感知区画に設置する煙感知器で感知可能である。

焼却炉建家の地上1階フロアの火災感知器配置図を図7-6-2-1に示す。

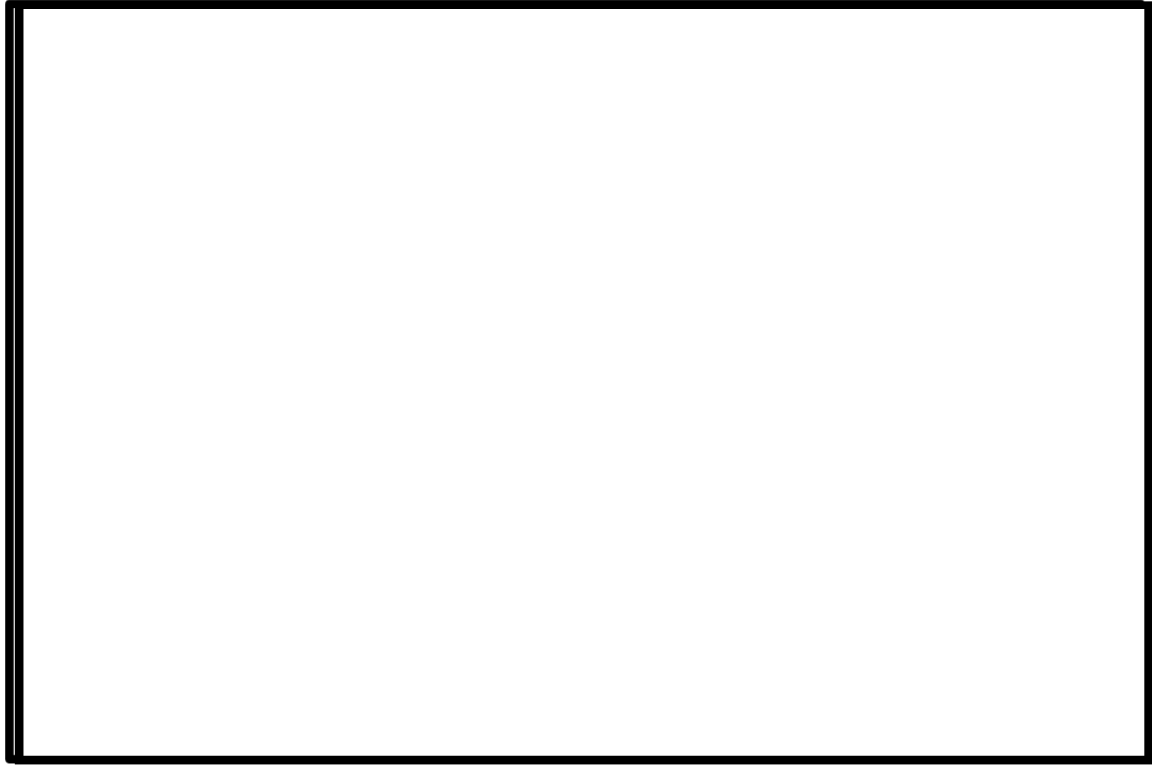


図7-6-2-1 焼却炉建家の地上1階フロアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-39ページ抜粋)

補足説明資料 7-7

高線量エリアにおける 火災感知器設計について

7.7 高線量エリアにおける火災感知器設計について

本資料は、プラント運転中、停止中にかかわらず放射線量が高い場所である、使用済樹脂貯蔵タンク室、使用済樹脂タンク室及び脱塩塔室における火災感知器の設計について説明する。

7.7.1 使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器設計

(1) 使用済樹脂貯蔵タンク室の概要

使用済樹脂貯蔵タンク室は、使用済樹脂貯蔵タンク 3 A、3 B が設置され、各々の部屋に 1 基のタンクが設置されている。エリア内には、使用済樹脂貯蔵タンクと関連する配管が設置されている。

使用済樹脂貯蔵タンク室は、コンクリート壁により他と区切られている。また、プラント運転中及び停止中を通じて放射線量が高く、社内規定にて常時立入禁止場所として設定（入口はコンクリート蓋で閉止）をしている。

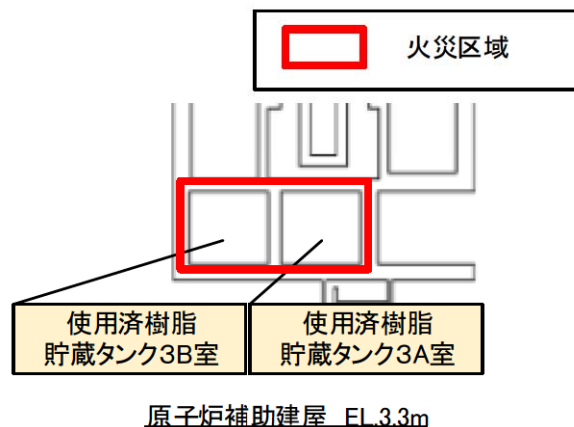


図 7-7-1-1 使用済樹脂貯蔵タンク室の配置図

(2) 使用済樹脂貯蔵タンクの構造

使用済樹脂貯蔵タンクは大型の金属製タンクであり、樹脂と水を内包している。タンク上部の仮設ポンプ搬入口部はボルトで固定され、それ以外は溶接により組み立てられている。

また、使用済樹脂貯蔵タンク気相部に排気ダクトが接続されており、当該排気ダクトから建屋排気ダクト母管へ接続する設計である。

表 7-7-1-1 使用済樹脂貯蔵タンク 仕様

全高	
全周	
厚さ (最小厚さ)	
材料	

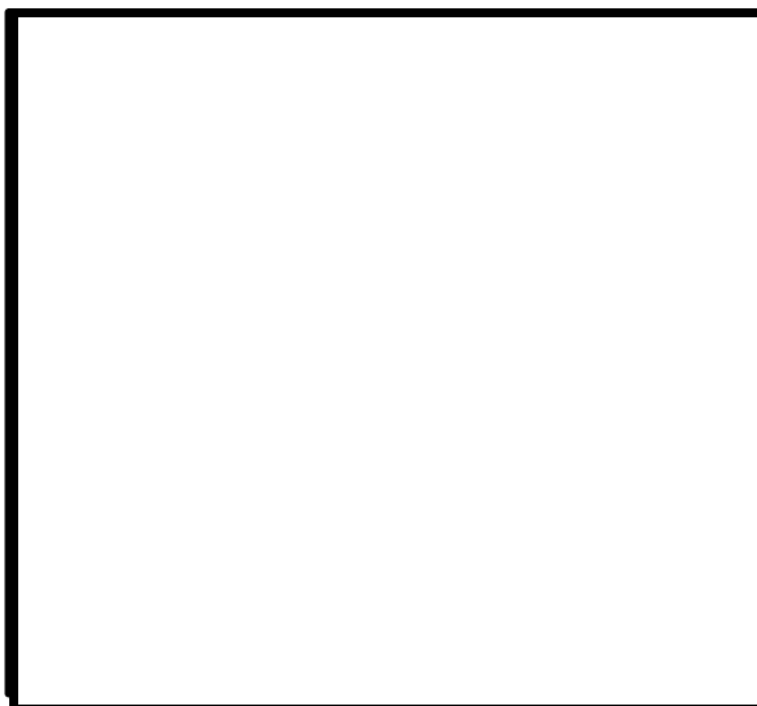


図 7-7-1-2 使用済樹脂貯蔵タンクの構造図

(3) 使用済樹脂貯蔵タンク室にて想定する火災

使用済樹脂貯蔵タンク室に設置される設備はタンクと配管、照明設備のみである。このうち、照明設備は回路が室外で切り離されているため、使用済樹脂貯蔵タンク室内に発火源となりうる設備はない。また使用済樹脂貯蔵タンク室は社内規定にて常時立入禁止と設定している他、社内規定にて可燃物保管禁止場所としても設定しており、可燃物の持ち込み及び仮置きを行わないことから、火災が発生するおそれがない。

(4) 使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器の設計について

使用済樹脂貯蔵タンク室は、(1) 項に示すとおりコンクリート壁により他と区切られていること、また(3) 項に示すとおり発火源となる常設設備がなく可燃物の持ち込み及び仮置きを行わないことため、火災が確実に発生しない環境であることから、使用済樹脂貯蔵タンク室は火災感知器を設置しない設計とする。

7.7.2 使用済樹脂タンク室エリアの火災感知器設計

(1) 使用済樹脂タンク室エリアの概要

使用済樹脂タンク室エリアは、放射線量の高い使用済樹脂タンク室と、遮蔽扉で区切られた弁等設置エリアに分けられる。

このうち使用済樹脂タンク室内は、使用済樹脂タンクが1基設置されている。使用済樹脂タンク室及び弁等設置エリア内には、使用済樹脂タンクと関連する配管及び弁が設置されている。

また、使用済樹脂タンク室エリアは、コンクリート壁及び防火扉で他と区切られている。また、プラント運転中及び停止中を通じて放射線量が高く、社内規定にて常時立入禁止場所として設定をしている。

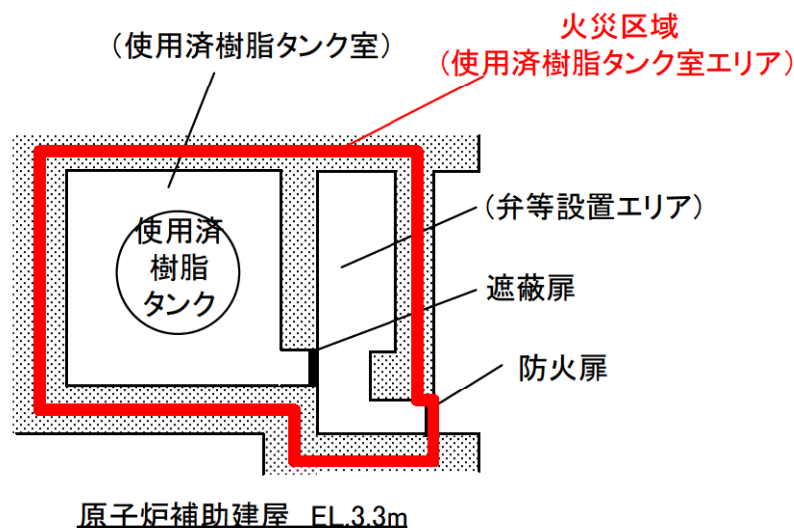


図 7-7-2-1 使用済樹脂タンク室エリアの概要

(2) 使用済樹脂タンクの構造

使用済樹脂タンクは、大型の金属製タンクであり、樹脂と水を内包している。タンク上部にマンホールが設置されておりマンホール蓋はマンホール管台にボルトで固定されているが、それ以外は全て溶接により組み立てられている。

表 7-7-2-1 使用済樹脂タンク 仕様

全高	
全周	
厚さ (最小厚さ)	
材料	

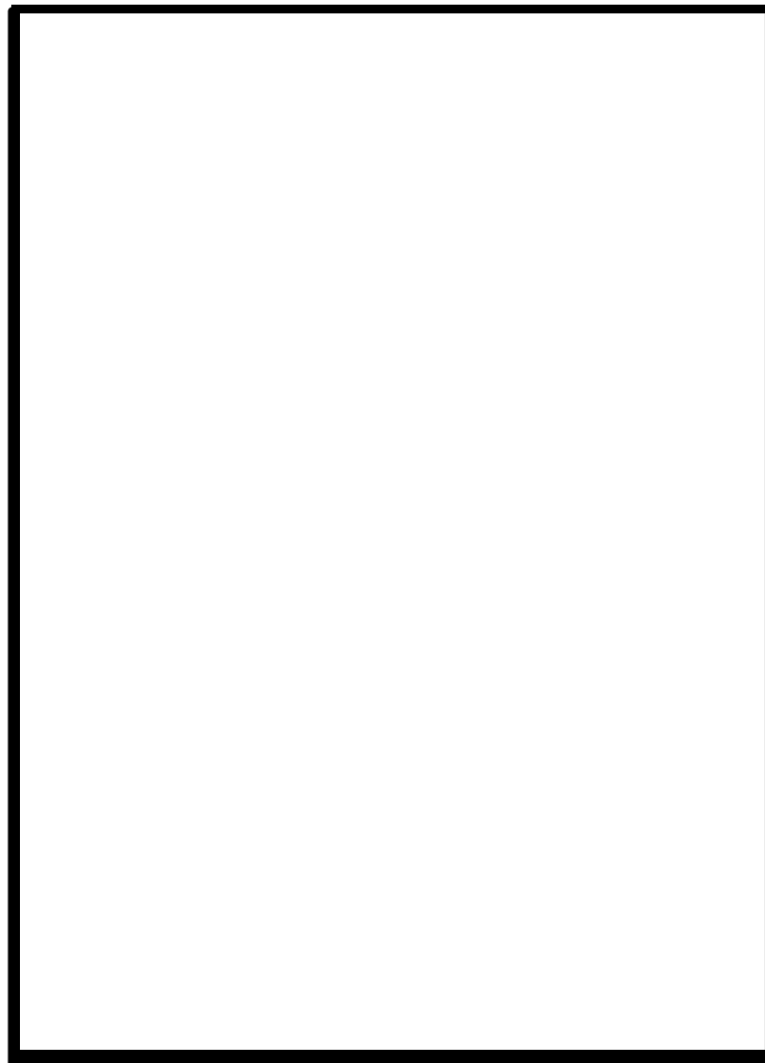


図7-7-2-2 使用済樹脂タンクの構造図

(3) 使用済樹脂タンク室エリアにて想定する火災

使用済樹脂タンク室エリアに設置される設備はタンクと配管、弁(制御弁含む)及び照明設備のみである。このうち、制御弁は弁開閉を示す信号ケーブルが電線

管内に敷設されていること、また照明設備は回路が室外で切り離されていることから、使用済樹脂タンク室エリアに発火源となりうる設備はない。また使用済樹脂タンク室エリアは社内規定にて常時立入禁止と設定する他、社内規定にて可燃物保管禁止場所としても設定し、可燃物の持ち込み及び仮置きを行わないことから、火災が発生するおそれがない。

(4) 使用済樹脂タンク室エリアの火災感知器の設計について

使用済樹脂タンク室エリアは、(1)項に示すとおりコンクリート壁及び防火扉により他と区切られていること、また、(3)項に示すとおり発火源となる常設設備がなく可燃物の持ち込み及び仮置きを行わないため、火災が確実に発生しない環境であることから、使用済樹脂タンク室は火災感知器を設置しない設計とする。

7.7.3 脱塩塔室エリアの火災感知器設計

(1) 脱塩塔室エリアの概要

脱塩塔室は、図7-7-3-1に示すとおり7部屋に計11基の脱塩塔が設置され、1つの部屋に1基又は2基の脱塩塔が設置されている。脱塩塔室内には、脱塩塔と関連する配管の静的機器のみが設置されている。

脱塩塔室は、周囲をコンクリート壁及び遮蔽扉で囲われている。また、プラント運転中及び停止中を通じて放射線量が高く、社内規定にて常時立入禁止場所として設定をしている。

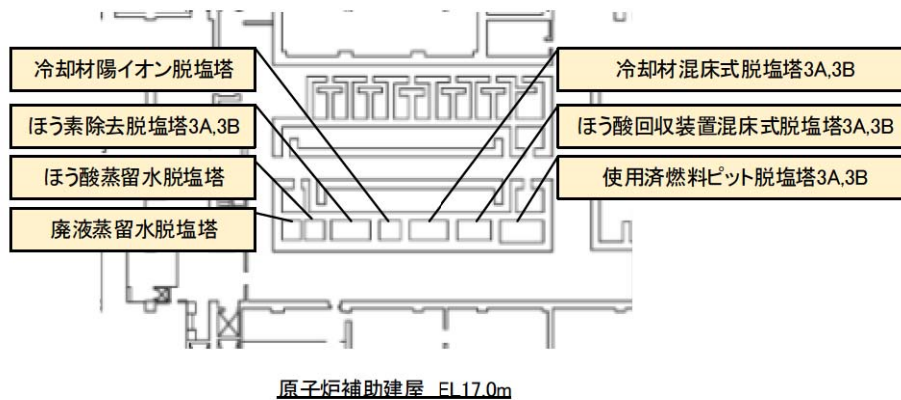


図 7-7-3-1 脱塩塔室エリアの配置図

(2) 脱塩塔室エリアの火災区画の確認

現在の脱塩塔室エリアの火災区画については、壁及び空調ダクトも含めた設備の配置状況に応じた設定としており、図7-7-3-3のとおりである。今回の火災感知器設置にあたり、脱塩塔室エリアの壁、扉等による区画状況を以下のとおり確認した。

a. 壁、扉等による区画状況

脱塩塔室の各部屋間、脱塩塔室と脱塩塔室以外エリアの間は、それぞれコンクリート壁又は遮蔽扉で分割されている。

また、脱塩塔室の各部屋及び脱塩塔室以外エリアは、1つの排気ダクトでつながっている。なお、排気ダクトは、当該脱塩塔室外を出てすぐに排気ダクト母管に接続されており、排気ダクト内部へ火災感知器を配置できるようなスペースはない。

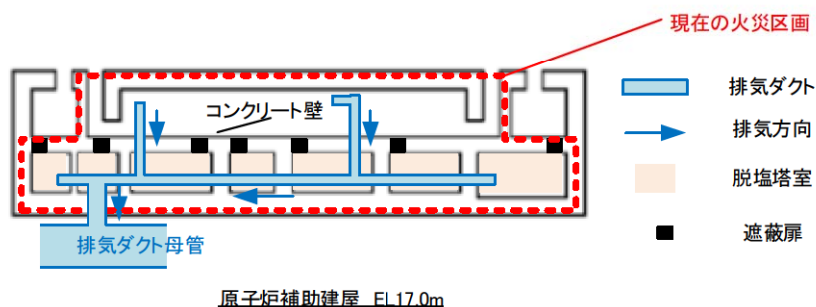


図 7-7-3-2 脱塩塔室まわりの排気ダクト配置図

区画状況の確認結果を踏まえ、脱塩塔室は常時立入禁止場所として設定していること、脱塩塔室と脱塩塔室以外とはコンクリート壁又は遮蔽扉で区切られていることから、火災区画設定の考え方も踏まえ、脱塩塔室と脱塩塔室以外で火災区画を分割することで、より適切な火災区画区分となると判断した。

【既設工認 基本設計方針（抜粋）】

火災区画は、建屋内及び屋外で設定した火災区域を系統分離の状況及び壁の設置状況並びに重大事故等対処施設と設計基準事故対処設備の配置に応じて分割して設定する。

なお、脱塩塔室については後述のとおり火災の発生のおそれがないものの、脱塩塔室のうちの1室において仮に火災発生を想定した場合、高線量エリアであり容易に立入ができず内部の確認が困難であること、また空調ダクトでつながっていることから、残り6部屋への延焼も想定することで、早期の消火につながることを考える。脱塩塔室は計7部屋がコンクリート壁で区切られているが、上記の観点より、1つの火災区画として設定することが適切である。

以上より、本申請に合わせて火災区画の適正化を実施する。火災区画変更に伴う影響については、補足説明資料7.9にて説明する。

以降では、火災区画変更後の「脱塩塔室」に対する火災感知器設置について説明する。

表7-7-3-1 火災区画（変更前）

区分	番号	名称
火災区画		脱塩塔室他エリア

表7-7-3-2 火災区画（変更後）

区分	番号	名称
火災区画		脱塩塔廻り配管・弁他エリア
火災区画		脱塩塔室

— : 変更箇所

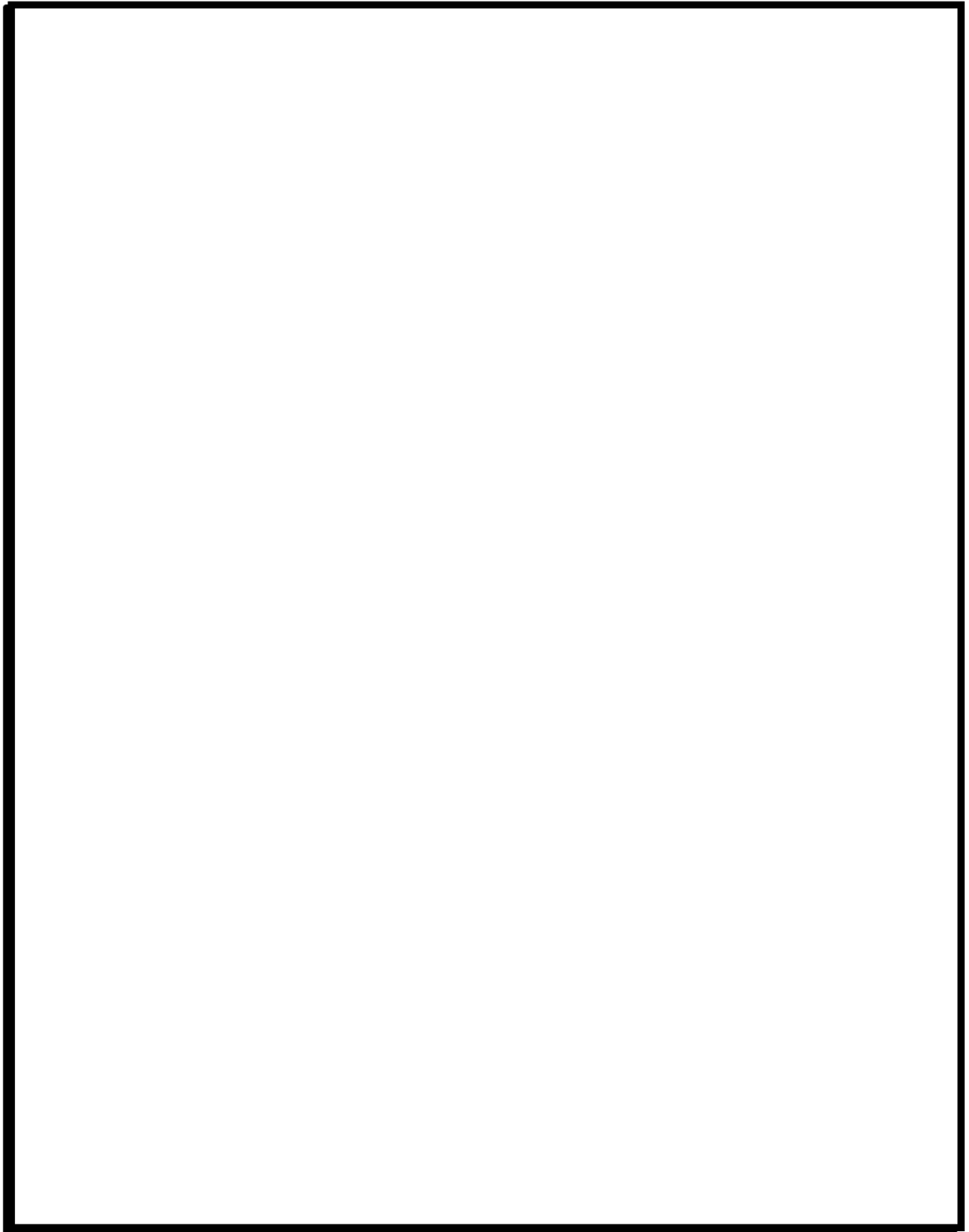


図7-7-3-3 火災区画（脱塩塔室他エリア）の配置状況（変更前）

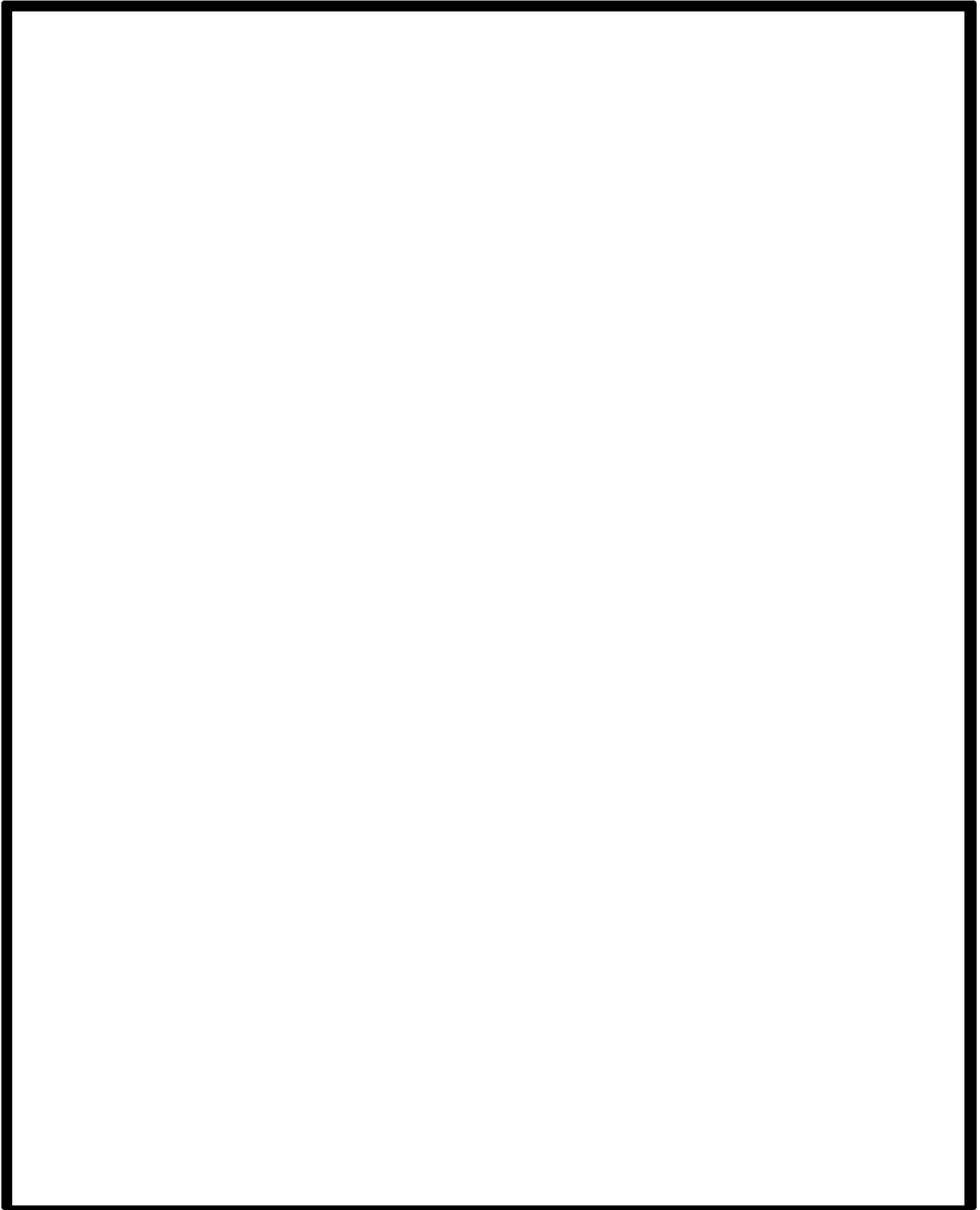


図7-7-3-4 火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリア、脱塩塔室）の配置状況（変更後）

(3) 脱塩塔室の構造について

脱塩塔室内に設置される冷却材混床式脱塩塔、冷却材陽イオン脱塩塔、ほう素除去脱塩塔、ほう酸回収装置混床式脱塩塔、ほう酸蒸留水脱塩塔、廃液蒸留水脱塩塔及び使用済燃料ピット脱塩塔（以下「脱塩塔」という。）は、下表に示す仕様の金属製の容器であり、樹脂と水を内包している。脱塩塔は溶接にて組み立てられている。

表 7-7-3-3 脱塩塔の仕様

名称	基数
冷却材混床式脱塩塔	2
冷却材陽イオン脱塩塔	1
ほう素除去脱塩塔	2
ほう酸回収装置混床式脱塩塔	2
ほう酸蒸留水脱塩塔	1
廃液蒸留水脱塩塔	1
使用済燃料ピット脱塩塔	2

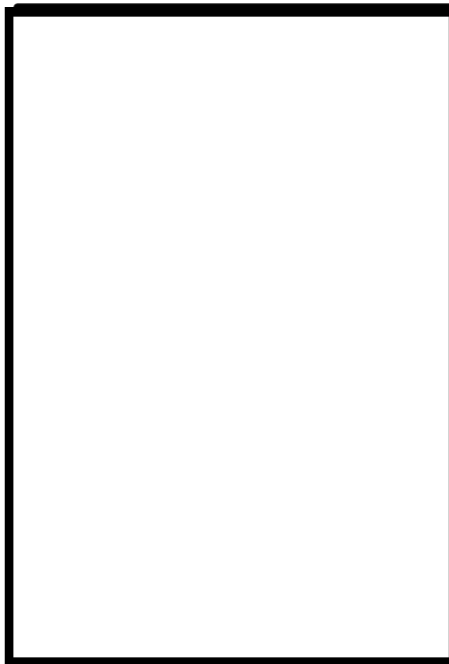


図7-7-3-5 脱塩塔の構造図（例：冷却材混床式脱塩塔）

(4) 脱塩塔室にて想定する火災

脱塩塔室に設置される設備はタンク（脱塩塔）と配管、照明設備のみである。このうち、照明設備は回路が室外で切り離されているため、脱塩塔室内に発火源となりうる設備はない。また脱塩塔室は社内規定にて常時立入禁止と設定している他、社内規定にて可燃物保管禁止場所としても設定しており、可燃物の持ち込み及び仮置きを行わないことから、火災が発生するおそれがない。

(5) 脱塩塔室エリアの火災感知器の設計について

脱塩塔室は、(1) 項に示すとおりコンクリート壁により他と区切られていること、また(4)項に示すとおり発火源となる常設設備がなく可燃物の仮置きを行わないため、火災が確実に発生しない環境であることから、脱塩塔室は火災感知器を設置しない設計とする。

補足説明資料 7－8

屋外エリアの火災感知器の設計について

7.8 屋外エリアの火災感知器の設計について

7.8.1 海水ポンプエリア、補助給水タンクエリア、重油タンクエリア及び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

海水ポンプエリア、補助給水タンクエリア、重油タンクエリア及び空冷式非常用発電装置エリア（以下「海水ポンプエリア等」という。）は屋外の火災区域及び火災区画であり、それぞれ火災防護上重要な機器である海水ポンプ、補助給水タンク、重油タンク及び重大事故等対処施設である空冷式非常用発電装置が設置される屋外エリアである。設備の設置状況等を考慮し、異なる感知方式の火災感知器を以下のとおり設計する。

(1) 火災感知器

非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）を選定する。

(2) 選定理由

海水ポンプエリア等は、屋外の火災区域又は火災区画であるが、消防法施行規則の適用対象ではないことから、火災感知器を発火源となり得る設備に対して設置する。そのため、降水等の影響も考慮し、非アナログ式の防爆型の熱感知器と非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）を選定し、海水ポンプエリア等の火災防護上重要な機器等に対して設置する設計とする。

なお、非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）は、視野角への影響を考慮した太陽光の影響を防ぐ遮光板を設置し、誤作動を防止する設計とする。

(3) 火災感知器配置図

海水ポンプエリア等の火災感知器配置図を第7-8-1-1図～第7-8-1-4図に示す。

なお、当該設計は、既工事計画の設計からの変更はない。

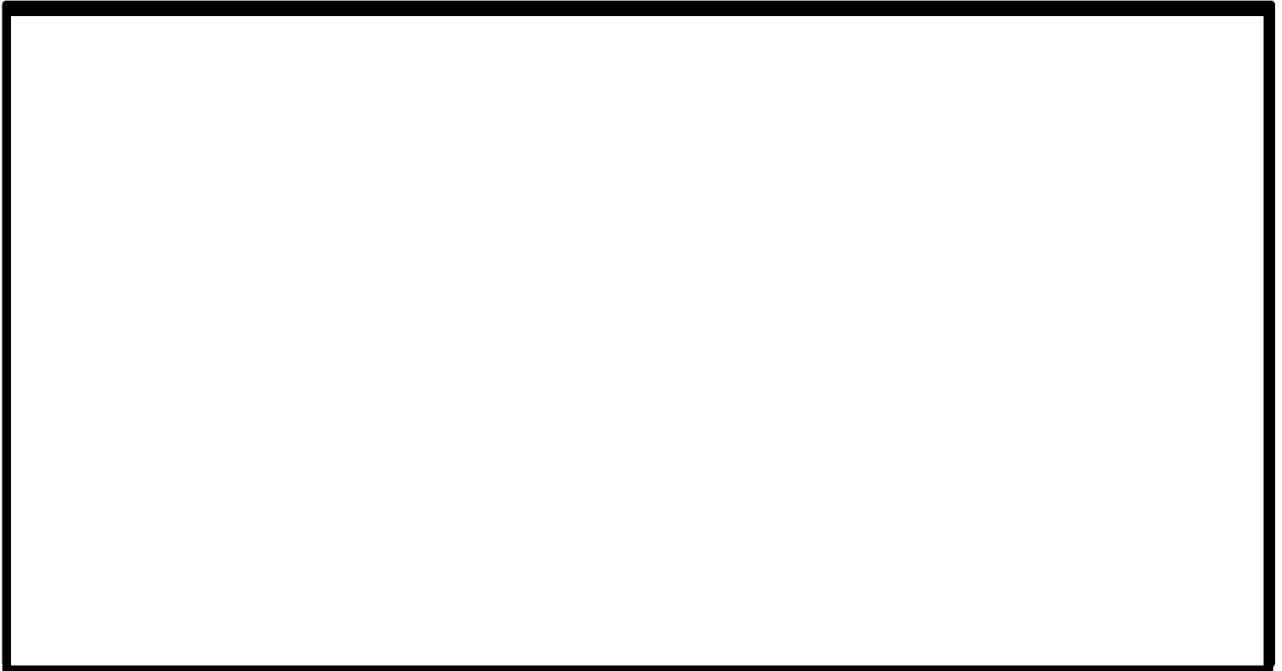


図7-8-1-1 海水ポンプエリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-57ページ抜粋)



図7-8-1-2 補助給水タンクエリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-30ページ抜粋)

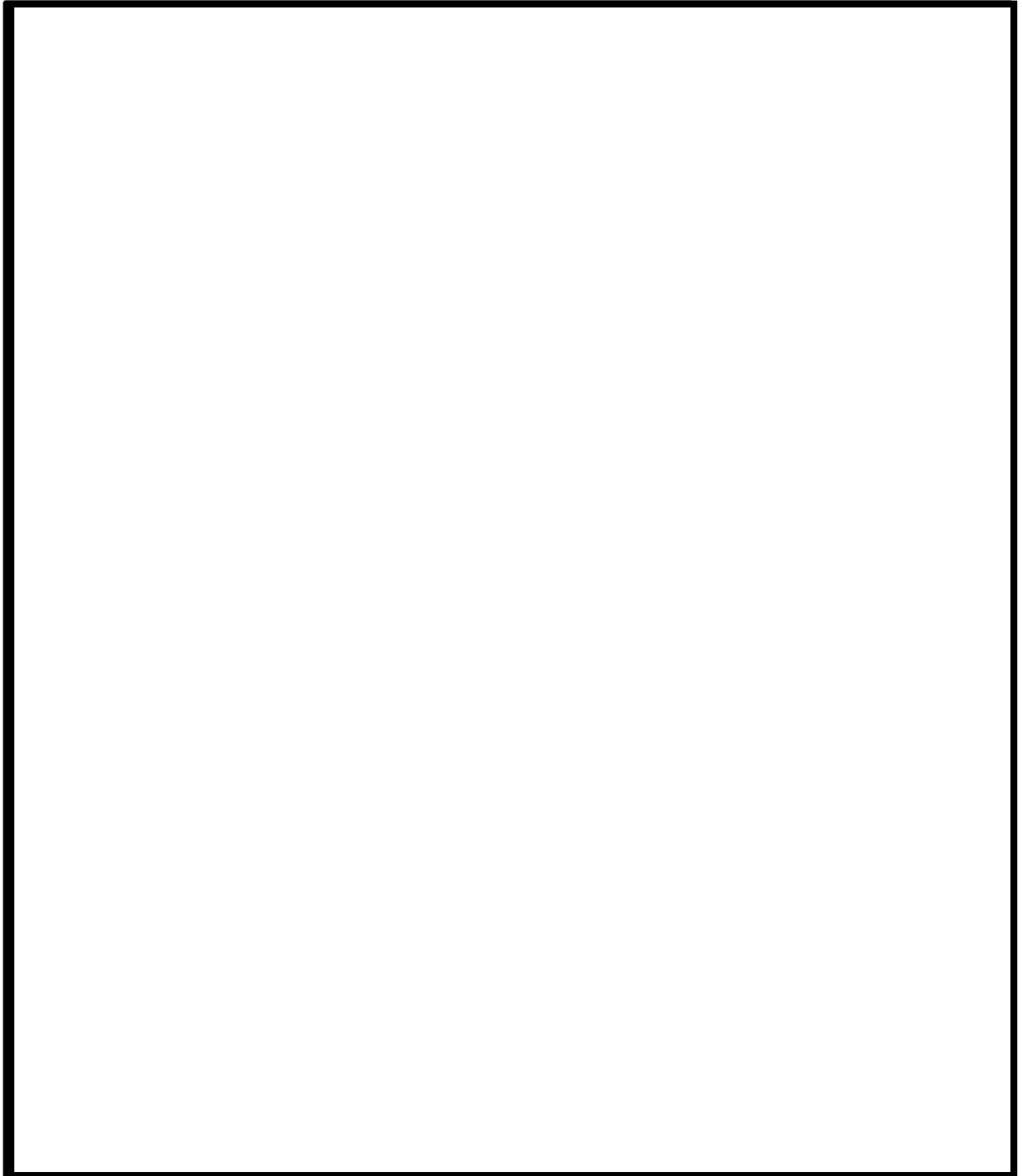


図7-8-1-3 重油タンクエリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-60ページ抜粋)



図7-8-1-4 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-61ページ抜粋)

7.8.2 海水管トレンチ室（屋外）の火災感知器設計について

7.8.2.1 海水管トレンチ室（屋外）の概要

火災区画である海水管トレンチ室（屋外）は大きく2つのエリアに分けられ、屋外部であり海水管ストレーナ及び海水管が設置された海水管ストレーナエリアと、海水ストレーナエリアから原子炉建屋まで海水管及び海水ポンプ電源ケーブル及び制御ケーブル（以下、「海水ポンプケーブル」という。）が敷設されたトレンチ内エリアとで構成される。

7.8.2.2 海水管トレンチ室（屋外のうち海水管ストレーナエリア）の火災感知器設計について

海水管トレンチ室（屋外のうち海水管ストレーナエリア）は、屋外の火災区画であり、火災防護上重要な機器である海水ポンプ用ケーブルが設置される屋外エリアである。設備の設置状況等を考慮し、異なる感知方式の火災感知器を以下のとおり設計する。

(1) 火災感知器

非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）を選定する。

(2) 選定理由

海水管トレンチ室（屋外のうち海水管ストレーナエリア）は、屋外の火災区画であるが、消防法施行規則の適用対象ではないことから、火災感知器を発火源となり得る設備に対して設置する。そのため、降水等の影響も考慮し、非アナログ式の防爆型の熱感知器と非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）を選定し、海水ポンプエリア等の火災防護上重要な機器等に対して設置する設計とする。

なお、非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）は、視野角への影響を考慮した太陽光の影響を防ぐ遮光板を設置し、誤作動を防止する設計とする。

(3) 火災感知器配置図

海水管トレンチ室（屋外のうち海水管ストレーナエリア）を第7-8-2-1図に示す。

なお、当該設計は、既工事計画の設計からの変更はない。

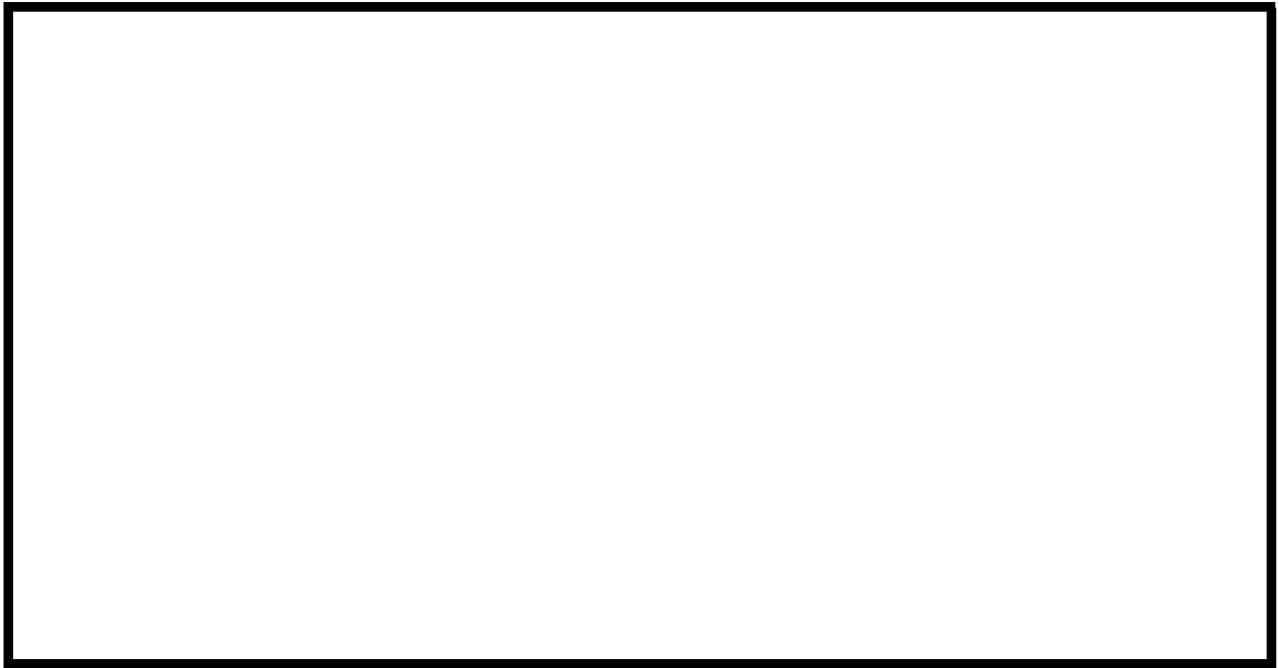


図7-8-2-1 海水管トレンチ(屋外のうち海水管ストレナエリア)の火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-57ページ抜粋)

7.8.2.3 海水管トレンチ(屋外のうちトレンチ内エリア)の火災感知器設計

海水管トレンチ室(屋外)のうち、トレンチ内エリアは地下に埋設され、天井、床及び壁をコンクリートで囲まれた細長い空間である。トレンチ端部のうち原子炉建屋側は閉止され、反対の海水ポンプ側は開放され屋外部である海水管ストレナエリアに隣接している。

トレンチ内エリアは、図7-8-2-2に示すとおり、海水管及び海水ポンプケーブルを内包した電線管が敷設されている。

トレンチ内エリアにおける原子炉の安全停止に必要な機能を有する設備及び重大事故等対処施設として、海水ポンプケーブルがある。放射性の貯蔵又は閉じ込め機能を有する設備は設置されていない。

トレンチ内エリアの海水管は常時海水が通水しており、トレンチ内エリアの空間及びコンクリート壁は海水管の冷気により冷やされている。また、トレンチ内エリアは片端が屋外に通じており外気が流入してくる環境であることから、特に夏場において高温多湿の外気がトレンチ内エリアに流入すると、結露が発生しやすい環境となる。

海水管トレンチ(屋外のうちトレンチ内エリア)の火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

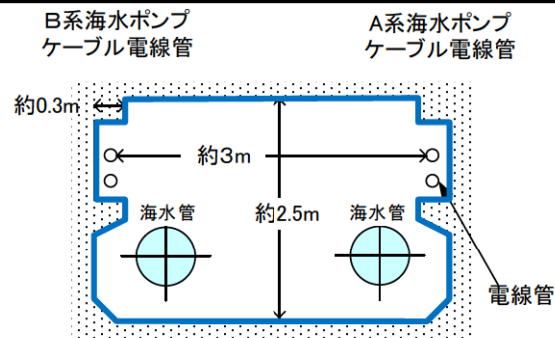


図7-8-2-2 海水管トレンチ室（屋外のうちトレンチ内エリア）配置図
（上：平面図（補足説明資料6 補6-2-57ページ抜粋）、下：断面図）

(1) トレンチ内エリアにおける火災感知器設計

トレンチ内エリアでは結露の発生が想定されることから、消防法施行規則第23条第4項の準用により煙感知器及び炎感知器を設置することが適切ではないことから、結露エリアにおいても消防法施行規則第23条第4項に準じて設置可能なアナログ式の防水型熱感知器を設置する設計とする。また、防滴カバーを設置し、天井面等から滴下する結露を防ぐ設計とした炎感知器を消防法施行規則第23条第4項に準じて設置する設計とする。

トレンチ内エリアに敷設された海水ポンプケーブルは、電線管に収納されており、海水ポンプケーブル火災時は(2)項に示す方法にて火災感知を行う。

(2) 海水ポンプケーブルに対する火災感知器設計

トレンチ内エリアの電線管内に敷設する原子炉の安全停止に必要な機器及び重大事故等対処施設である海水ポンプ用ケーブル火災に対して、同管周

囲の温度が上昇するとともに、同管内部に煙が発生することを考慮するため、同管の近傍周囲に光ファイバ温度監視装置、同管の接続箱にアナログ式の煙感知器を設置する。

光ファイバ温度監視装置の性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令15条の3（熱アナログ式スポット型感知器の感度試験）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく熱アナログ式スポット型感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料5-3 を参照）

(3) トレンチ内エリアにおける無炎火災発生時の影響

トレンチ内エリアにおいて無炎火災が発生した場合、火災により煙が発生しトレンチ出口から屋外へ排出されるが、電線管内に収納されている海水ポンプ用ケーブルの機能上の影響はない。また、仮に電線管内に煙が侵入したとしても、(2)項に示す電線管接続箱内の煙感知器により無炎火災の感知が可能である。

したがって、当該エリア内の原子炉の安全停止に必要な機器及び重大事故等対処施設に影響を及ぼす前に火災の早期感知が可能である。



図7-8-2-3 海水管トレンチ室（屋外のうちトレンチ内エリア）火災感知器配置図
（補足説明資料6 補6-2-57ページ抜粋）

7.8.3 燃料油貯油槽エリア、非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア及び軽油タンクエリアの火災感知器設計について

燃料油貯油槽エリア、非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア及び軽油タンクエリアは屋外の火災区域であり、A重油または軽油を保管するタンクがコンクリートで囲まれた地下に設置されているエリアであり、一部の開口部とマンホールを通して外部と繋がっている。

火災感知器の設計は、環境条件および機器の設置条件等を考慮し、エリア毎に設計する。火災感知器設置概要図を図7-8-3-1に示す。

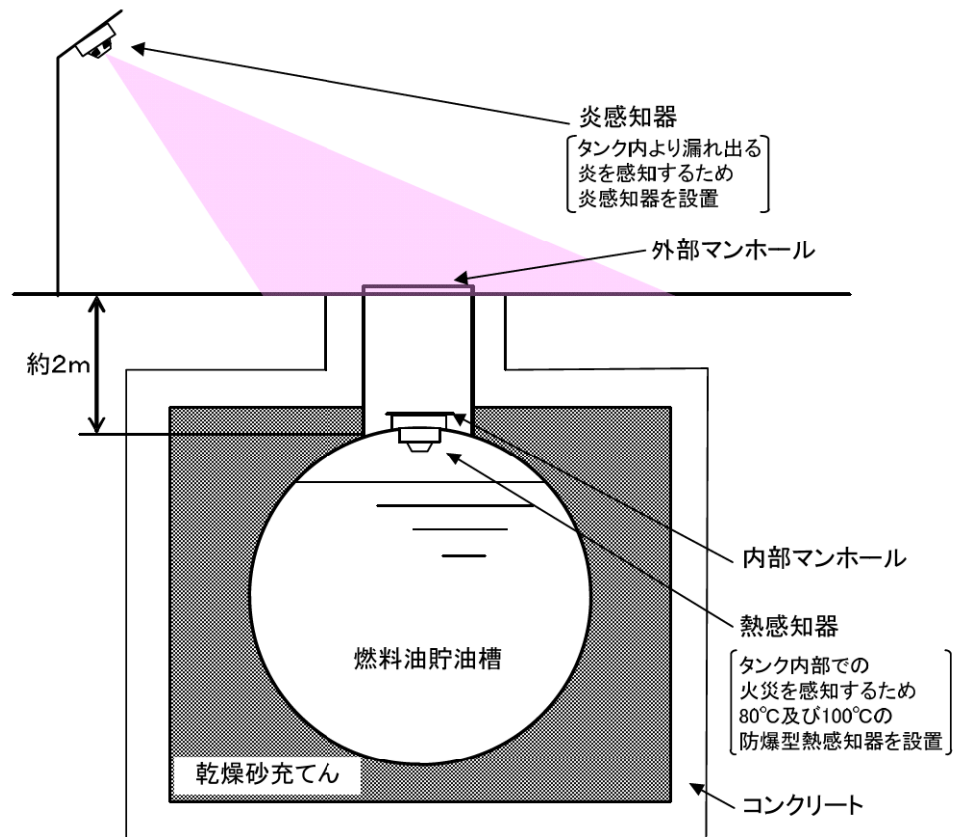


図7-8-3-1 火災感知器設置概要図（例：燃料油貯油槽）

(1) 火災感知器

燃料油貯油槽エリア、非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア及び軽油タンクエリアは、非アナログ式の防爆型の熱感知器と非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）の、異なる種類の火災感知器を設置する設計とする。

(2) 選定理由

燃料油貯油槽エリア、非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア及び軽油タンクエリアは、消防法施行規則の適用対象ではないことから、熱感知

器及び炎検出装置を発火源となり得る設備に対して設置する。そのため、タンク内部の燃料が気化することを考慮し、内部に非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置し、降水等の影響も考慮し、炎検出装置（赤外線）を屋外部に設置する設計とする。

なお、非アナログ式の防爆型の熱感知器は、燃料油貯油槽の重油の発火点である約250℃及び軽油タンクの軽油の発火点である約250℃を考慮し、それよりも低い温度で作動するものを設置する設計とする。また、非アナログ式の屋外仕様の炎検出装置（赤外線）は、視野角への影響を考慮した太陽光の影響を防ぐ遮光板を設置する設計とする。

(3) 火災感知器配置図

燃料油貯油槽エリア、非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリア及び軽油タンクエリアの火災感知器配置図を第7-8-3-2図～第7-8-3-4図に示す。

なお、当該設計は、既工事計画の設計からの変更はない。

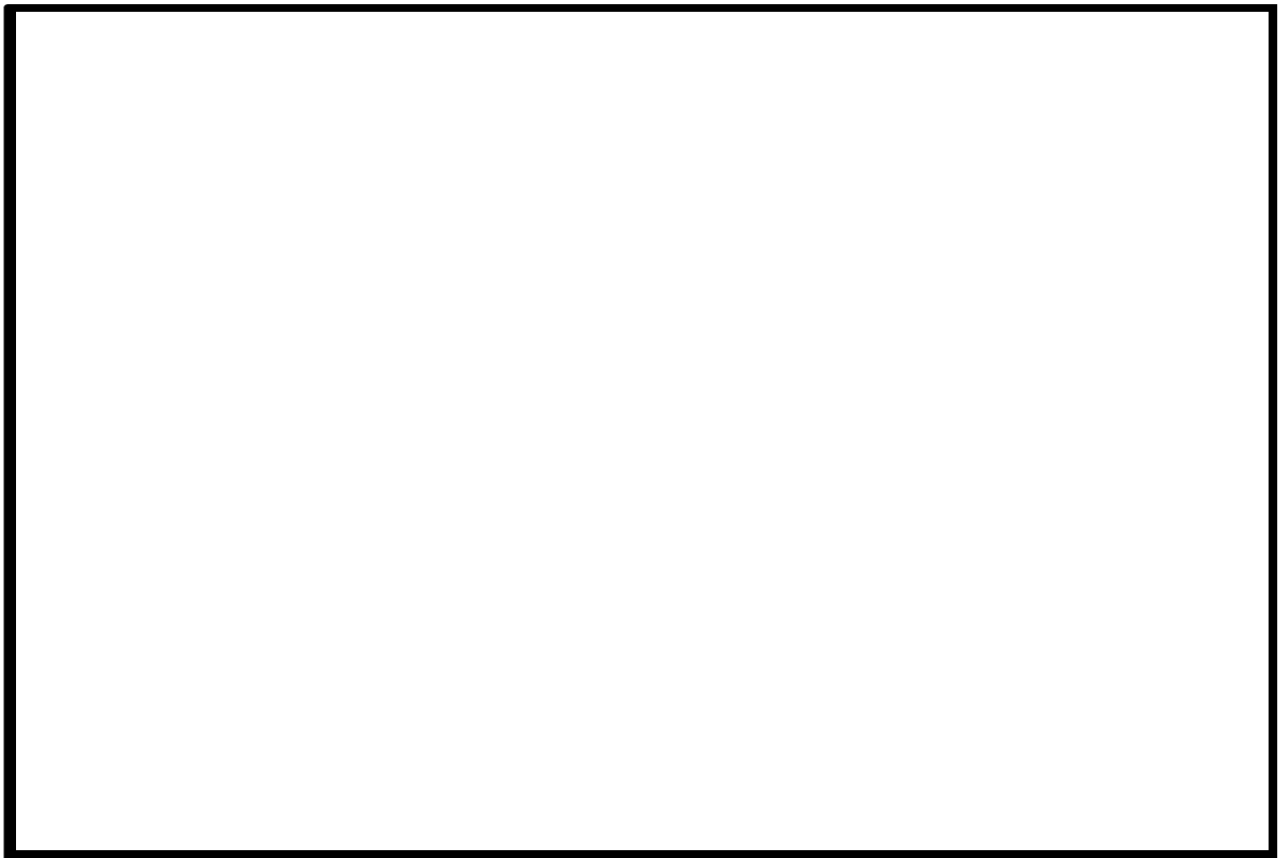


図7-8-3-2 燃料油貯油槽エリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-58ページ抜粋)



図7-8-3-3 非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽エリアの
火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-35ページ抜粋)

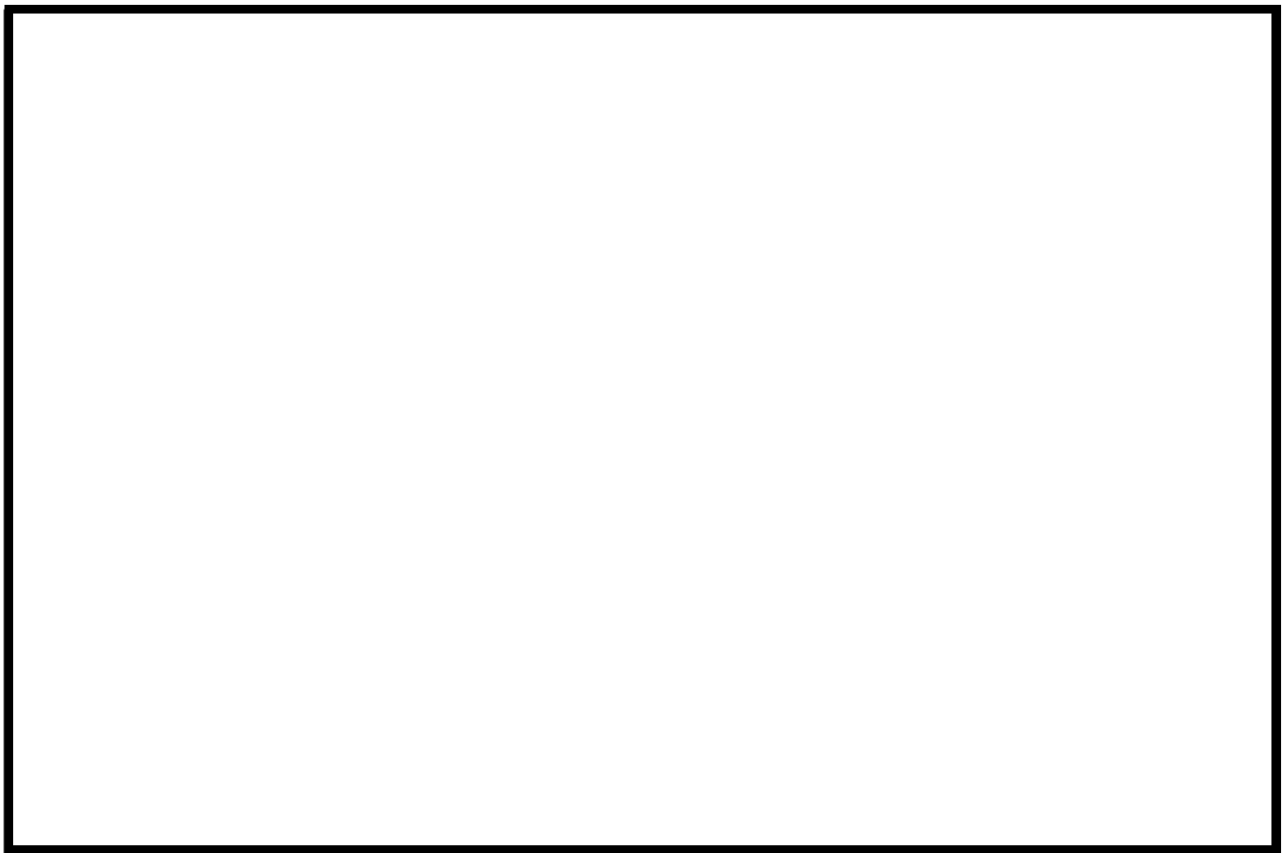


図7-8-3-4 軽油タンクエリアの火災感知器配置図
(補足説明資料6 補6-2-59ページ抜粋)

補足説明資料 7－9

火災区画変更に伴う火災防護対策への
影響について

7.9.1 火災区画の変更に伴う火災防護対策への影響について

本資料は、今回の設計及び工事の計画において、令和2年3月27日付け原規規発第20032711号にて認可された工事計画、令和2年8月6日 原規規発第2008063号にて認可された設計及び工事計画並びに令和3年5月27日付け原規規発第2105275号にて認可された設計及び工事計画から、火災区画（脱塩塔室他エリア）を変更するため、火災防護対策のうち、以下の項目に対して影響がないことを確認する。

- ・火災区画の変更状況（7.9.2項に示す）
- ・火災防護を行う機器等の選定への影響（7.9.3項に示す）
- ・火災発生防止対策への影響（7.9.4項に示す）
- ・火災感知及び消火への影響（7.9.5項に示す）
- ・火災影響軽減への影響（7.9.6項に示す）

7.9.2 火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更箇所

火災区画（脱塩塔室他エリア）は、放射線が高く遮蔽壁（鉄筋コンクリート）・扉で囲われた脱塩塔室、配管・弁等の設置エリア及びほう酸回収装置エリアを1つの火災区画として設定している。

今回の設計及び工事の計画において、脱塩塔室は火災感知器を設置しない設計（補足説明資料7.7参照）であることから、表7-9-2-1、7-9-2-2のとおり、火災感知器を設置する脱塩塔廻り配管・弁等エリアとほう酸回収装置エリアを1つの火災区画とし、火災感知器を設置しない脱塩塔室を1つの火災区画として設定する。

表7-9-2-1 火災区画（変更前）

区分	番号	名称
火災区画	[REDACTED]	脱塩塔室他エリア

表7-9-2-2 火災区画（変更後）

区分	番号	名称
火災区画	[REDACTED]	脱塩塔廻り配管・弁他エリア
火災区画	[REDACTED]	脱塩塔室

— ：変更箇所

火災区画（脱塩塔室他エリア）の配置状況について、変更前を図7-9-2-1に、変更後を図7-9-2-2に示す。

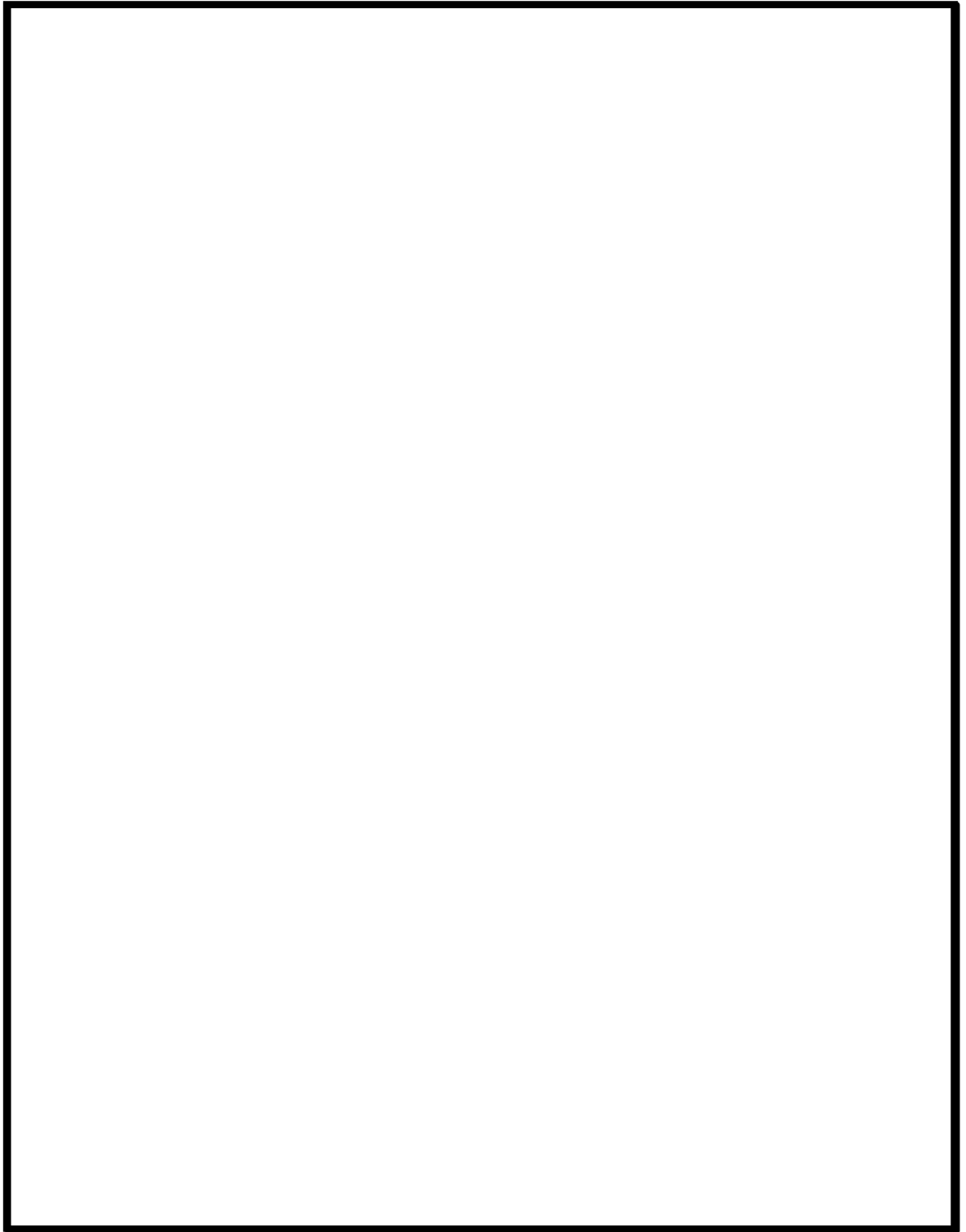


図7-9-2-1 火災区画（脱塩塔室他エリア）の配置状況（変更前）

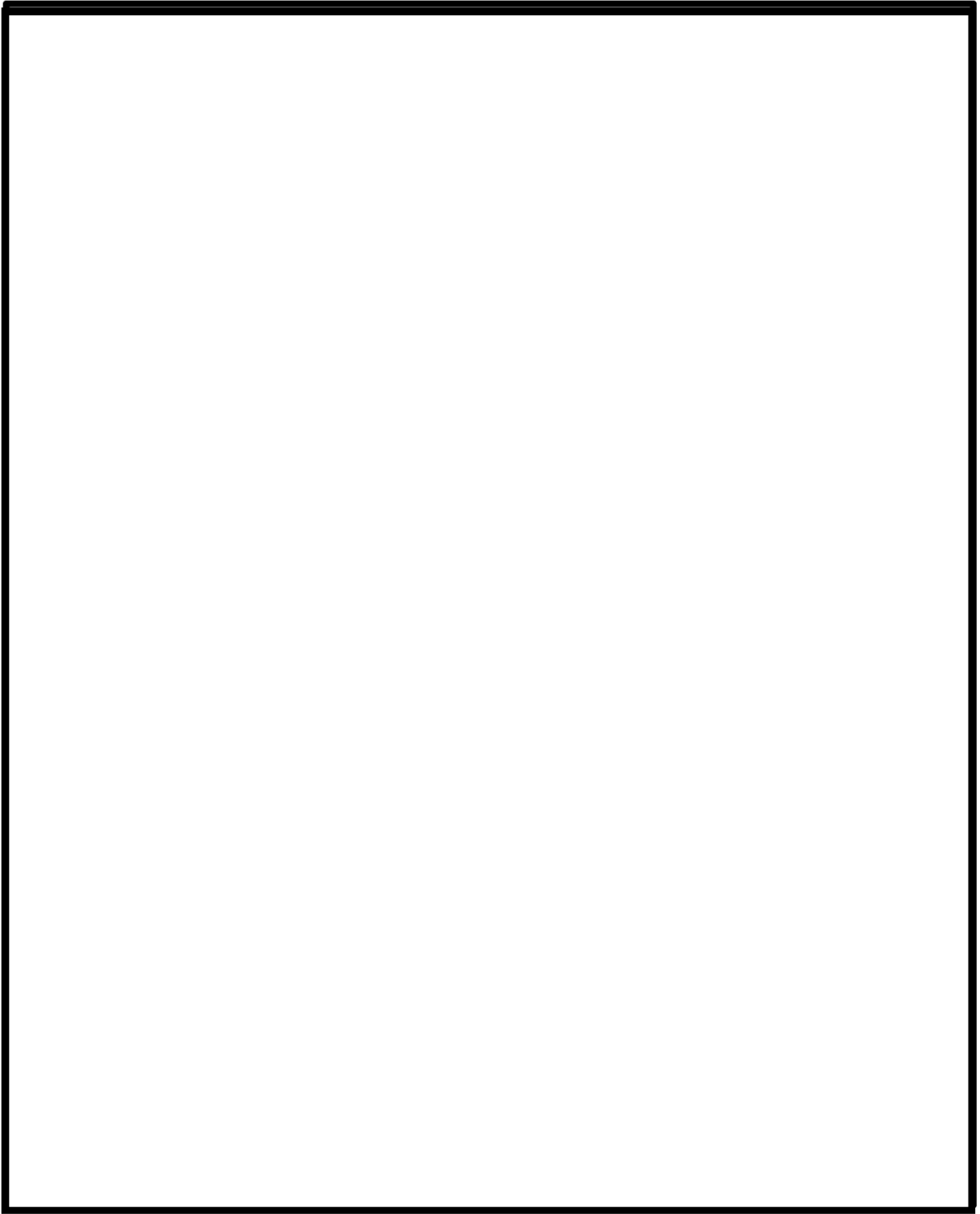


図7-9-2-2 火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリア、脱塩塔室）の配置状況（変更後）

7.9.3 火災防護を行う機器等の選定への影響について

火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更に伴い、これまで火災区画（脱塩塔室他エリア）に紐付いていた火災防護を行う機器等が、2つの火災区画に紐付けが変更となるため、7.9.4項以降、それぞれの火災区画で影響の確認を行う。

(1) 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器

火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更により、表7-9-3-1に示す機器に変更はない。

表7-9-3-1 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器

火災区画	設備番号	設備名称	機能
	3LCV-121A	体積制御タンク入口三方弁3号	RCSインベトリ／圧力制御

(2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するための機器

火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更により、火災区画に紐付く機器が変更となるため、表7-9-3-2に変更前の機器を、表7-9-3-3に変更後の機器を示す。

表7-9-3-2 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するための機器（変更前）

火災区画	設備名称	機能
	ほう酸回収装置混床式脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸回収装置	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸蒸留水脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	廃液蒸留水脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等

表7-9-3-3 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するための機器（変更後）

火災区画	設備名称	機能
	ほう酸回収装置	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸回収装置混床式脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	ほう酸蒸留水脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等
	廃液蒸留水脱塩塔	液体廃棄物処理設備の貯蔵等

— : 変更箇所

(3) 火災防護対象機器

火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更により、表7-9-3-4に示す機器に変更はない。

表7-9-3-4 火災防護対象機器

火災区画	設備番号	設備名称	機能
	3LCV-121A	体積制御タク入口三方弁3号	RCSインベトリ／圧力制御

7.9.4 火災発生防止対策への影響について

7.9.2項で示すとおり、2つの火災区画に変更となるが、火災区画の変更に伴う構築物や機器の変更はないため、火災発生防止対策への影響はない。

7.9.5 火災感知及び消火への影響について

7.9.2項で示すとおり、2つの火災区画に変更となるが、火災区画の変更に伴う構築物や機器の変更はないため、火災感知及び消火への影響はない。

なお、運用管理として、全域ハロン自動消火設備の設置エリアの火災区画の紐付けについて、表7-9-5-1から表7-9-5-2に変更となるため必要な管理を行う。

表7-9-5-1 全域ハロン自動消火設備の設置状況（変更前）

区分	番号	名称	全域ハロン自動消火設備
火災区画		脱塩塔室他エリア (脱塩塔廻り配管・弁他エリア)	設置する
		脱塩塔室他エリア (脱塩塔室)	設置しない

表7-9-5-2 全域ハロン自動消火設備の設置状況（変更後）

区分	番号	名称	全域ハロン自動消火設備
火災区画		脱塩塔廻り配管・弁他エリア	設置する
火災区画		脱塩塔室	設置しない

7.9.6 火災影響軽減への影響について

7.9.2項に示すとおり、2つの火災区画に変更となり、7.9.3項に示す火災防護を行う機器等の選定が変更となることから、以下のとおり火災影響軽減への影響について確認する。

7.9.6.1 火災区画の構築物の耐火能力等への影響について

(1) 火災区画の構築物の耐火能力

7.9.2項で示すとおり、2つの火災区画に変更するため、火災区画を構築する境界壁は表7-9-6-1から表7-9-6-2に変更する。

火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリア）と火災区画（脱塩塔室）の境界部は、これまで1つの火災区画として火災影響対策を講じて、原子炉の安全停止、放射性物質の貯蔵及び閉じ込め機能を確保する設計としていたことから、2つに区分しても火災影響軽減対策に影響はない。

また、火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリア）と隣接する火災区域及び火災区画（脱塩塔室を除く）と、火災区画（脱塩塔室）と隣接する火災区域及び火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリアを除く）は、これまでの耐火能力と変更はなく、火災影響軽減対策に影響はない。

表7-9-6-1 火災区画 (脱塩塔廻り配管・弁他エリア) に隣接する火災区域 (区画) との境界部における耐火能力等 (変更前)

区分	火災を想定する区域 (区画)		隣接区域 (区画) 番号	火災伝播経路	耐火時間	火災伝播の可能性	備考
	番号	名称					
火災区画		脱塩塔室他エリア		無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
	0.5						

表7-9-6-2 火災区分画（脱塩塔廻り配管・弁エリア、脱塩塔室）に隣接する火災区域（区分）との境界部における耐火能力等（変更後）

区分	火災を想定する区域（区分）		隣接区域（区分）番号	火災伝播経路	耐火時間	火災伝播の可能性	備考
	番号	名称					
火災区分	[Redacted]	脱塩塔廻り配管・弁 他エリア	[Redacted]	無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
火災区分	[Redacted]	脱塩塔室	9. 6. 1 (2) 参照	無	3時間以上	無	
				無	3時間以上	無	
[Redacted]				有	二	有	

(2) 火災区画の等価火災時間

7.9.2項で示すとおり、2つの火災区画に変更するため、等価火災時間は表7-9-6-3から表7-9-6-4のとおり変更する。変更前後で隣接火災区域及び火災区画に影響を与えるような変更はない。

表7-9-6-3 火災区画の等価火災時間（変更前）

区分	番号	名称	床面積(m ²)	等価時間
火災区画		脱塩塔室他エリア	555.30	0.5未満

表7-9-6-4 火災区画の等価火災時間（変更後）

区分	番号	名称	床面積(m ²)	等価時間
火災区画		脱塩塔廻り配管・弁他エリア	502.80	0.5未満
火災区画		脱塩塔室	52.50	0.5未満

— : 変更箇所

7.9.6.2 原子炉の安全停止に係る対策への影響

原子炉の安全停止に係る対策として、「火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定した設計」及び「設計基準事故等に対処するための機器に単一故障を想定した設計」としているが、7.9.3項で示すとおり、火災区画（脱塩塔室他エリア）の変更においては、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器に変更はないため、原子炉の安全停止に係る対策の変更はない。

7.9.6.3 火災の影響軽評価への影響について

7.9.6.1項及び7.9.6.2項で示すとおり、火災区画（脱塩塔室他エリア）を、火災区画（脱塩塔廻り配管・弁他エリア）と火災区画（脱塩塔室）に変更したが、これまで1つの火災区画として火災影響対策を講じており、原子炉の安全停止、放射性物質の貯蔵及び閉じ込め機能を確保する設計としていたことから、2つに区分しても火災影響評価に変更はない。

なお、2つの火災区画に変更したことに伴い、運用管理上、表7-9-6-5から表7-9-6-6に変更する。

表7-9-6-5 火災区内の火災影響評価結果 (変更前)

区域 区画	開口部 (有/無)	等価時間< 耐火時間 (注1)	機能 (注2)					スクリー ンアウト (注3)	回路評価等	
			RCS インベントリ /圧力制御 (反応度制御)	崩壊熱 除去 AFW/MS	崩壊熱 除去 -RHR	プロセス 監視	サポート系			
							CCW等			換気 空調 設備
	無	○	○※1	○	○	○	○	○	※1 成功パス B 系 ○ 下記弁は電源断として強制開とする。 ・ 3LCV-121A 体積制御タンク入口三方弁	

表7-9-6-6 火災区内の火災影響評価結果 (変更後)

区域 区画	開口部 (有/無)	等価時間< 耐火時間 (注1)	機能 (注2)					スクリー ンアウト (注3)	回路評価等	
			RCS インベントリ /圧力制御 (反応度制御)	崩壊熱 除去 AFW/MS	崩壊熱 除去 -RHR	プロセス 監視	サポート系			
							CCW等			換気 空調 設備
	無※2	○	○※1	○	○	○	○	○	※1 成功パス B 系 ○ 下記弁は電源断として強制開とする。 ・ 3LCV-121A 体積制御タンク入口三方弁	
	無※2	○	○	○	○	○	○	○		

※2 7.9.6.1項で示すとおり、 の境界部は開口部が有り火災が伝播する。

(注1) 隣接区域 (区画) への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能の成功パスを評価し、成功パスが成立する場合「○」、成功パスが成立しない場合「-」とする。

(注3) 各機能の成功パスが成立する場合、原子炉の安全停止が可能であるため「○」とし、系統分離対策が必要な場合は「-」とする。

補足説明資料 8

火災受信機盤に係るもの

8.1 火災受信機盤の機能について

8.1.1 火災感知器追設工事前の火災受信機盤の機能について

火災感知器追設工事前（以下「既設計」という。）の火災感知設備の概略系統図を図8-1-1に示す。

既設計では、原子炉格納容器、原子炉建屋、燃料取扱棟及び原子炉補助建屋（以下「プラント建屋」という。）における火災感知器の作動及び故障情報等（以下「火災感知器情報等」という。）を中央制御室に設置する火災受信機盤及び光ファイバ温度監視装置盤（以下「火災受信機盤」という。）で監視している。

また、非常用ガスタービン発電機建屋、緊急時対策所（EL. 32m）、1-固体廃棄物貯蔵庫、2-固体廃棄物貯蔵庫、焼却炉建家、雑固体処理建屋及び蒸気発生器保管庫（以下「附属建屋」という。）の火災感知器情報等については、附属建屋に設置している受信機で監視し、附属建屋の火災感知器の作動時には中央制御室に設置している火災受信機盤に代表警報のみが鳴動する設計としている。全域ハロン自動消火設備の火災感知器情報等については、プラント建屋及び附属建屋各箇所に設置している受信機で監視し、中央制御室に設置している火災受信機盤に代表警報のみが鳴動する設計としている。

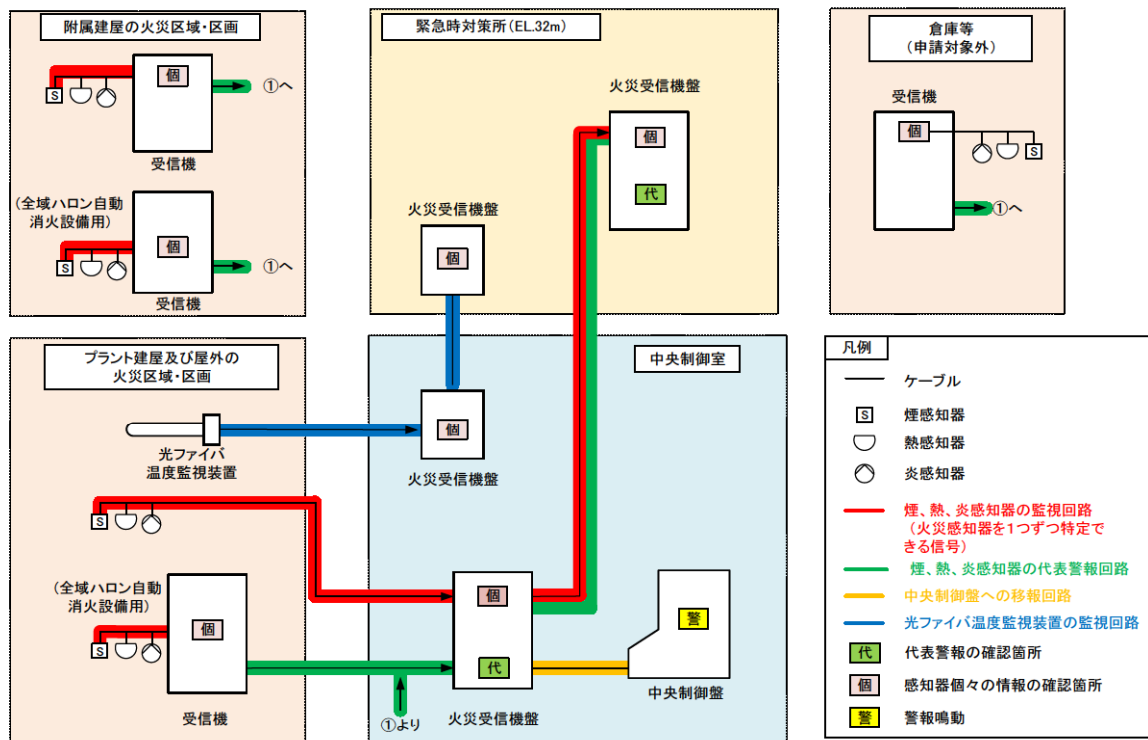


図8-1-1 火災感知器追設工事前の火災感知設備の概略系統図

8.1.2 火災感知器追設工事後の火災受信機盤の機能について

(1) 火災感知器追設工事における変更範囲

火災感知器追設工事後の火災感知設備の概略系統図を図 8-1-2 に示す。

火災防護審査基準の改正を踏まえ、プラント建屋および附属建屋等の火災感知器情報等を中央制御室で監視する設計とする。具体的な変更範囲と現状を維持する範囲は以下のとおりとする。

- a. 中央制御室に設置する火災受信機盤および緊急時対策所(EL. 32m)に設置する火災受信機盤の取替を行う。
- b. a. の取替後の火災受信機盤に、全域ハロン自動消火設備用の受信機および附属建屋の受信機を接続する。
- c. 各建屋からの代表警報は、発電所内の倉庫等(申請対象外)も監視しているため、機能は維持する。
- d. 光ファイバ温度監視装置は、従来から個別の情報が確認できるため、変更はない。

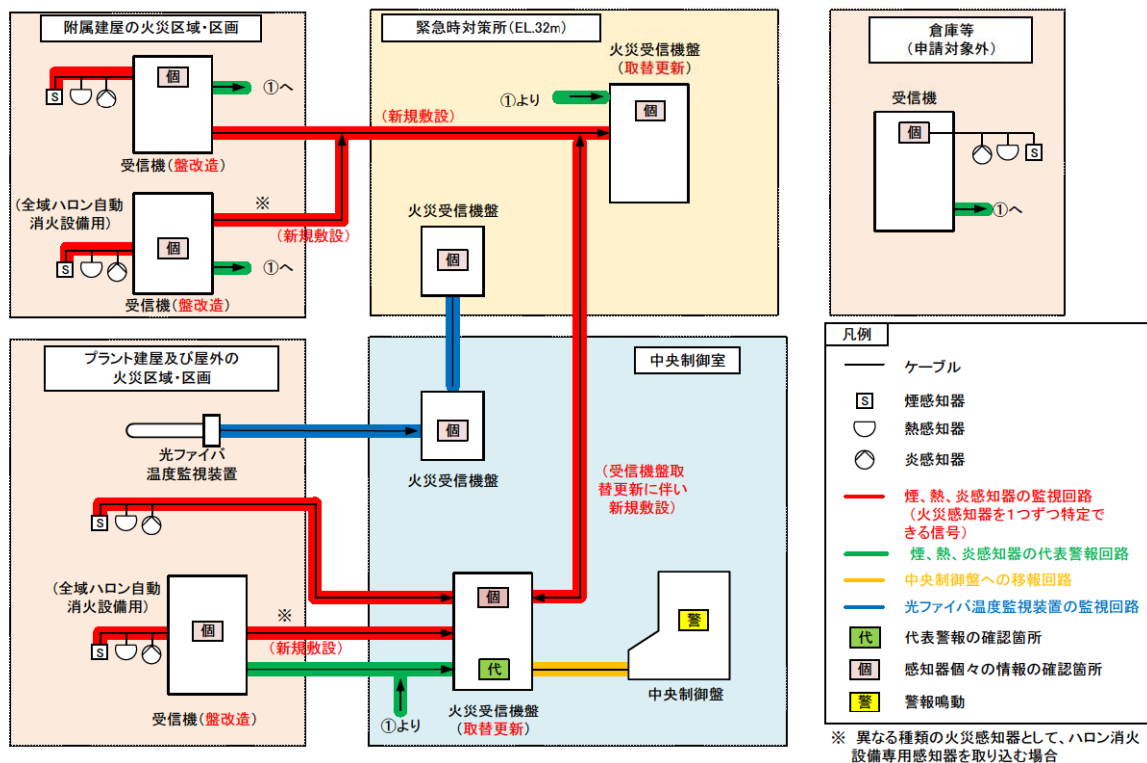


図8-1-2 火災感知器追設工事後の火災感知設備の概略系統図

(2) 火災感知器追設工事後における中央制御室での警報確認方法について

中央制御室における火災受信機盤及び中央制御盤の配置を図 8-1-3 に示す。また、各火災受信機盤による警報確認方法を以下に示す。

a. 煙感知器、熱感知器及び炎感知器にて火災を感知した場合

各箇所に設置する煙感知器、熱感知器及び炎感知器にて火災を感知した場合、中央制御室では火災受信機盤で火災が発生したことを表示するとともに、中央制御盤に代表警報が鳴動する。運転員は、中央制御盤の代表警報にて火災受信機盤における警報鳴動であることを確認した後、中央制御室の火災受信機盤にて、火災発生個所の特定を行う。

b. 光ファイバ温度監視装置にて火災を感知した場合

光ファイバ温度監視装置にて火災を感知した場合、中央制御室内の火災受信機盤（光ファイバ温度監視盤）にて火災感知場所を表示するとともに、同盤にて大音量の警報音が鳴動する。運転員は、警報音を確認後、火災受信機盤（光ファイバ温度監視盤）にて、火災発生場所の特定を行う。

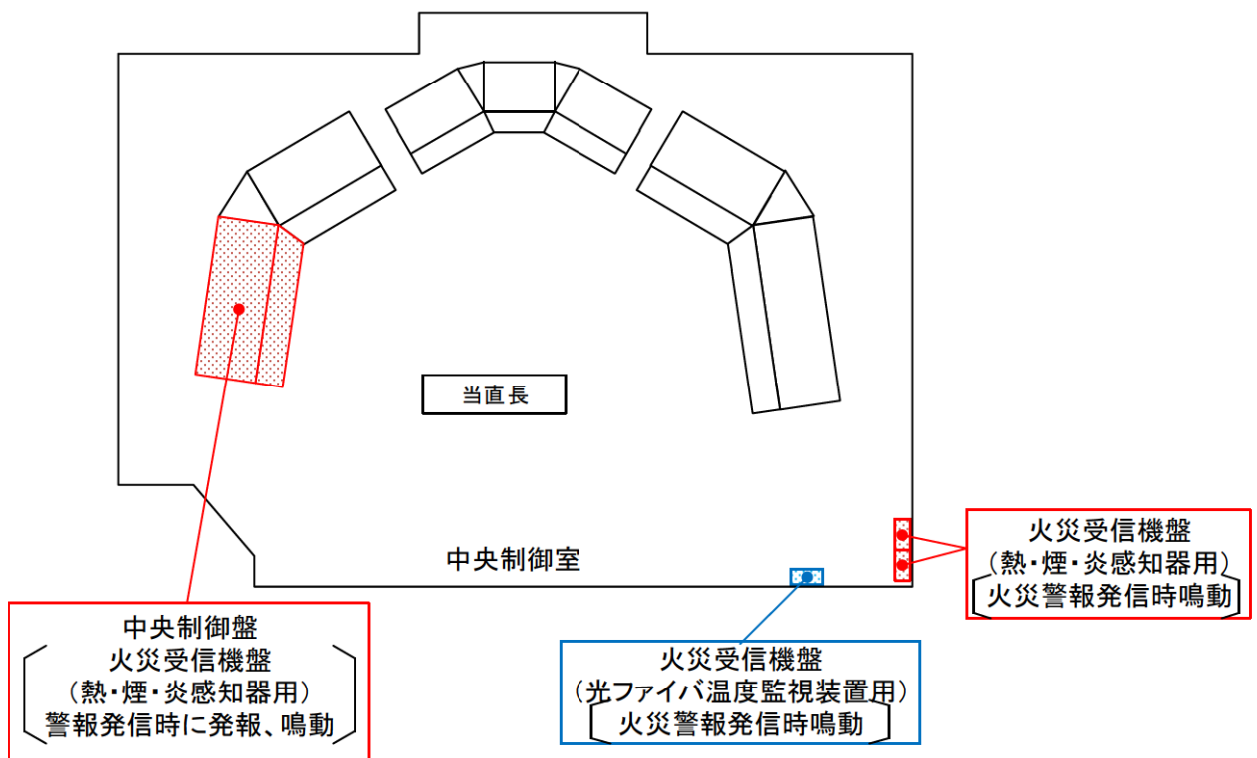


図8-1-3 火災受信機盤及び中央制御盤配置

8.2 火災監視回路のケーブル仕様について

(1) 消防法施行規則上の要求事項

消防法施行規則第24条第1項1号ホにおいて、「R型受信機及びGR型受信機に接続される固有の信号を有する感知器及び中継器から受信機までの配線については、第十二条第一項第五号の規定に準ずること。」と定められており、消防法施行規則第12条第1項5号において、ケーブルの耐熱性を下記のとおり定めている。

- イ 六百ボルト二種ビニル絶縁電線又はこれと同等以上の耐熱性を有する電線を使用すること。
- ロ 金属管工事、可とう電線管工事、金属ダクト工事又はケーブル工事（不燃性のダクトに敷設するものに限る。）により設けること。ただし、消防庁長官が定める基準に適合する電線を使用する場合は、この限りでない。

(2) 火災監視回路に使用するケーブル仕様について

伊方発電所の火災感知設備における監視回路のうち、8.2(1)の消防法施行規則で耐熱ケーブルを要求する範囲においては、消防庁長官が定める「耐熱電線の基準」（平成9年12月18日 消防庁告示第11号）に適合するケーブルを使用することとしており、火災時に適切に機能する。

該当回路を図8-2-1に示す。

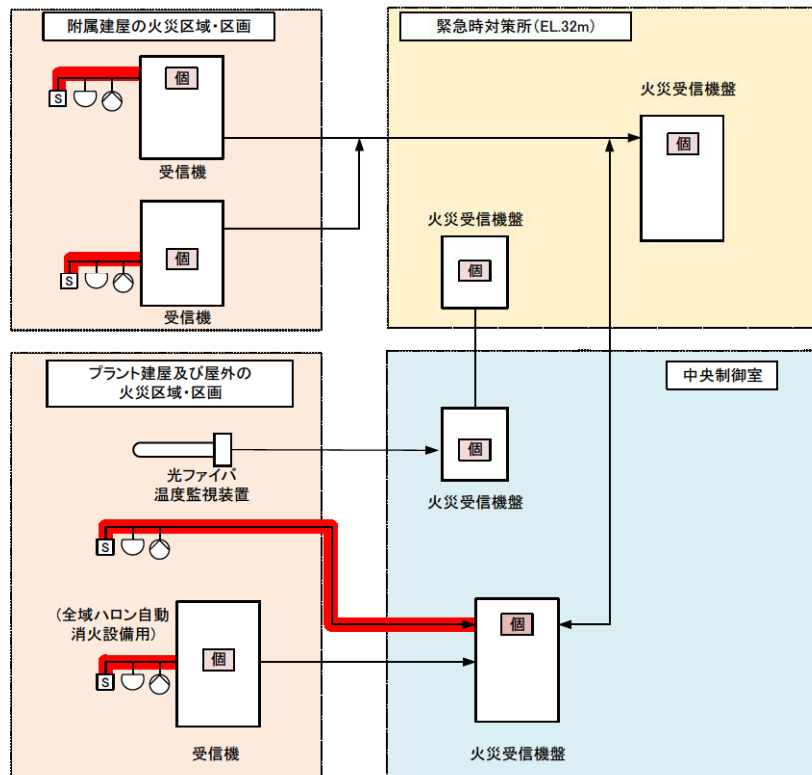


図8-2-1 耐熱ケーブル使用回路

(3) 火災監視回路に使用する光ファイバケーブルの仕様について

伊方発電所の火災感知設備における監視回路のうち、各受信機から火災受信機盤間に使用する通信用光ファイバケーブルの仕様を下記に示す。

- a. 各受信機から火災受信機盤（光ファイバ温度監視装置を除く）間に使用するケーブル仕様について

各受信機から火災受信機盤（光ファイバ温度監視装置を除く）への通信用光ファイバケーブルについては「光ファイバケーブルの耐熱性能等について（通知）」（消防予第178号 昭和61年12月12日）で定められる基準に適合した光ファイバケーブルを使用しており、監視範囲における火災時において発報が可能である。

該当回路を図8-2-2に示す。

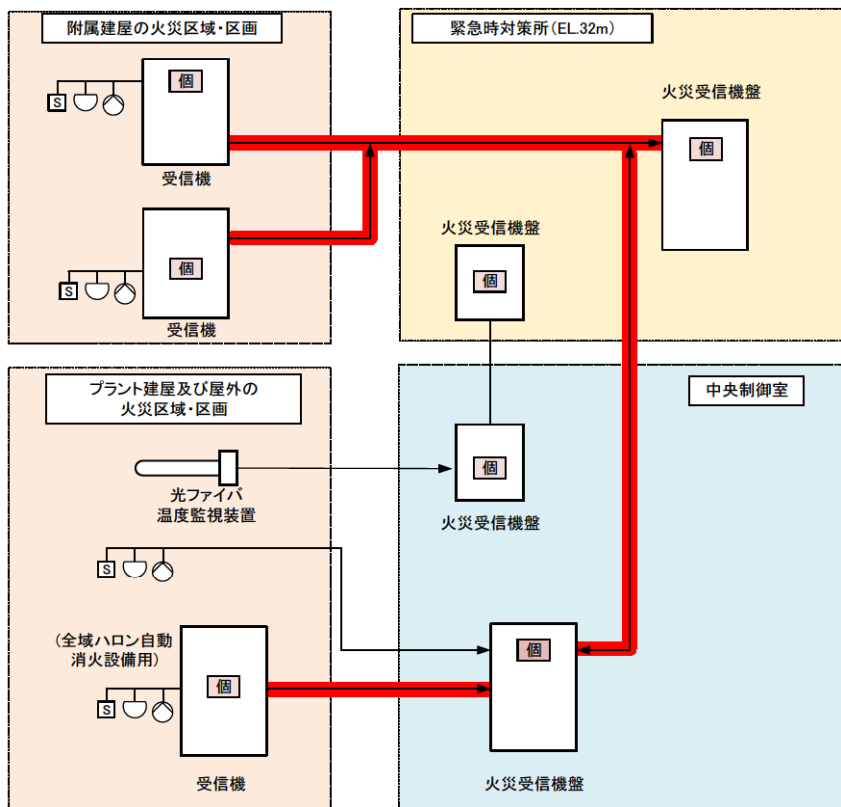


図8-2-2 各受信機から火災受信機盤間の通信用光ファイバケーブル使用回路

b. 光ファイバ温度監視装置の通信用光ファイバケーブルについて

光ファイバ温度監視装置で使用する通信用光ファイバケーブルは耐熱性を有していないものの、光ファイバ温度監視装置の監視範囲には当該通信用光ファイバケーブルは敷設しておらず、監視範囲における火災時において発報が可能である。

該当回路を図 8-2-3 に示す。

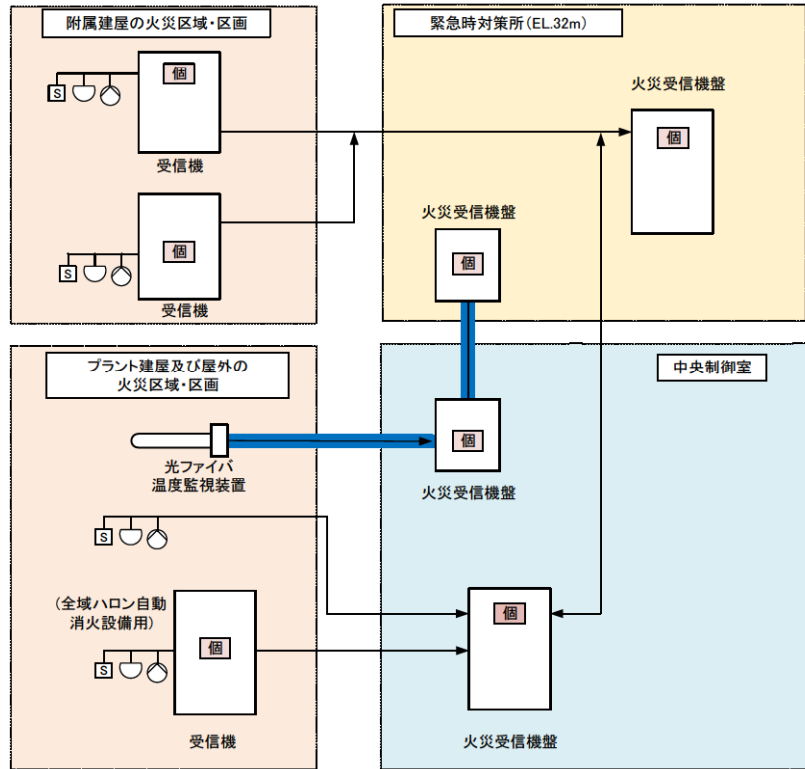


図8-2-3 光ファイバ温度監視装置の通信用光ファイバケーブル使用回路