

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

本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアのうち、作業員の被ばくの観点から放射線量が高い場所において使用可能な感知器及び感知器と同様の機能を有する機器（以下、検出装置という。）を実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下、火災防護審査基準という。）2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑤ホールドアップタンクカチオン塔室、⑩冷却材カチオン塔室、⑪冷却材脱塩塔室、⑫燃料ピット脱塩塔室、⑬蒸りゅう液脱塩塔室、⑭脱ほう素塔室及び⑮濃縮廃液タンク室の感知器設計について、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準（以下「技術基準規則」という。）への適合性を説明するものである。

1. これまでの経緯

(1) 放射線量が高い場所を含むエリアの設定と整理について

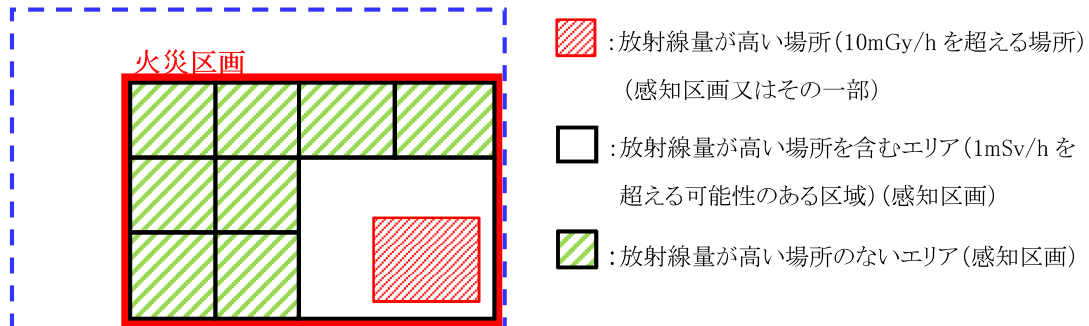
本申請においては、火災防護審査基準の改正により、感知器及び検出装置（以下、感知器等という。）の設置にあたり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い、検出装置については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法で設置するという要求事項が明確化されたことを踏まえ、再稼働時の既工認（高浜発電所第1号機：平成28年6月10日付け原規規発第1606104号、高浜発電所第2号機：平成28年6月10日付け原規規発第1606105号にて認可）にて設定した火災区域及び火災区画について、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により異なる感知方式の感知器等を設置する設計としている。

管理区域内の放射線量が高い場所については、感知器等が故障する知見があること、並びに感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが懸念されることを踏まえ、感知器等の設置場所における放射線量を考慮して設計を行う必要があるため、保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて区分3（1mSv/hを超える可能性のある区域）と定める場所を含むエリアを「放射線量が高い場所を含むエリア」と定義し、各エリアの設計を実施している。

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

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-11-1図に示す。

火災区域



第3-11-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

(2) 放射線量が高い場所における感知器の設計について

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

検討の結果、④抽出水再生クーラ室、⑤キャビティフィルタ室、⑥燃料ピットフィルタ室、⑦封水注入フィルタ室、⑧蒸りゅう液フィルタ室、⑨イオン交換器フィルタ室、⑩冷却材フィルタ室、⑪封水フィルタ室、⑫廃液フィルタ室、⑬ほう酸濃縮液フィルタ室、⑭スキマフィルタ室、⑰ドラム貯蔵庫、⑱廃液ホールドアップタンク室、⑲廃液蒸発装置室、⑳廃樹脂処理建屋配管室及び㉑廃樹脂貯蔵タンク前通路については、遮へいの設置や線源の移動といった被ばく低減対策を実施することによって、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により、固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を設置できることを確認した。

一方、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室については、感知器等を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所であり、消防法施行規則第23条第4項に基づく条件を満足しないことから、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することはできない。

また、⑫ホールドアップタンクカチオン塔室、⑬冷却材カチオン塔室、⑭冷却材脱塩塔室、⑮燃料ピット脱塩塔室、⑯蒸りゅう液脱塩塔室、⑰脱ほう素塔室及び⑱濃縮廃液タンク室のエリアは、放射線量が高い場所で使用可能な異なる感知方式の感知器等の設置はできるが、感知器等の設置又は保守点検時における作業員の個人被ばく線量が発電所の作業管理で目安としている1mSv/日を超え、法令に定める線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を超過する可能性がある。さらに、電離放射線障害防止規則第1条に基づき、可能な限り被ばく線量を低減させるため、放射線作業の計画段階において作業員の個人被ばく線量の他、当該作業により対象号機における年間の集団被ばく線量を超過するおそれがないことを確認するが、試算した結果、本作業のみで年間の集団被ばく線量を超えるという結果が得られており、エリア内に感知器等を設置することは適切でない。

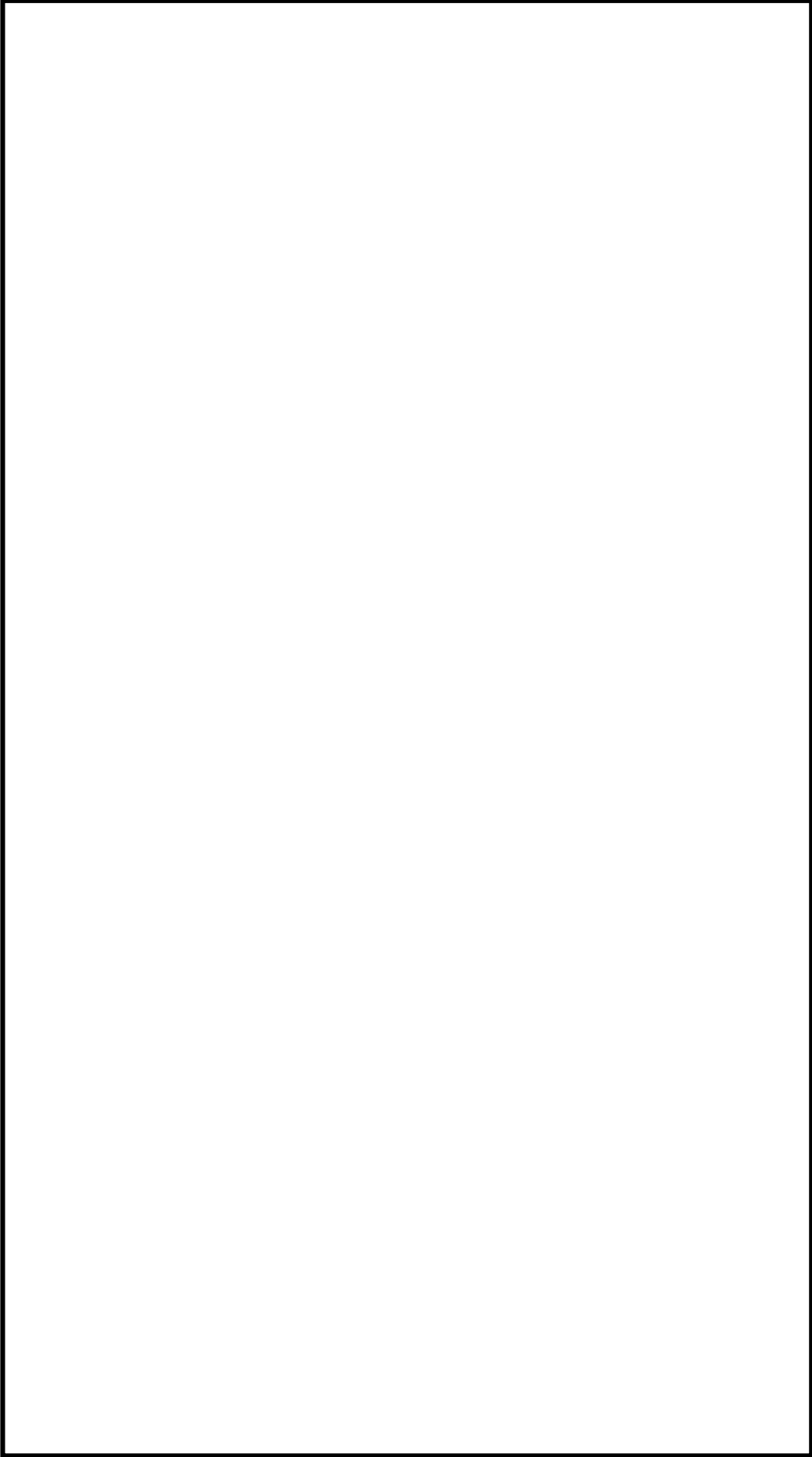
以上のことから、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑮ホールドアップタンクカチオン塔室、⑯冷却材カチオン塔室、⑰冷却材脱塩塔室、⑱燃料ピット脱塩塔室、⑲蒸りゅう液脱塩塔室、⑳脱ほう素塔室及び㉑濃縮廃液タンク室のエリアは、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができない又は適切でないといえる。

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



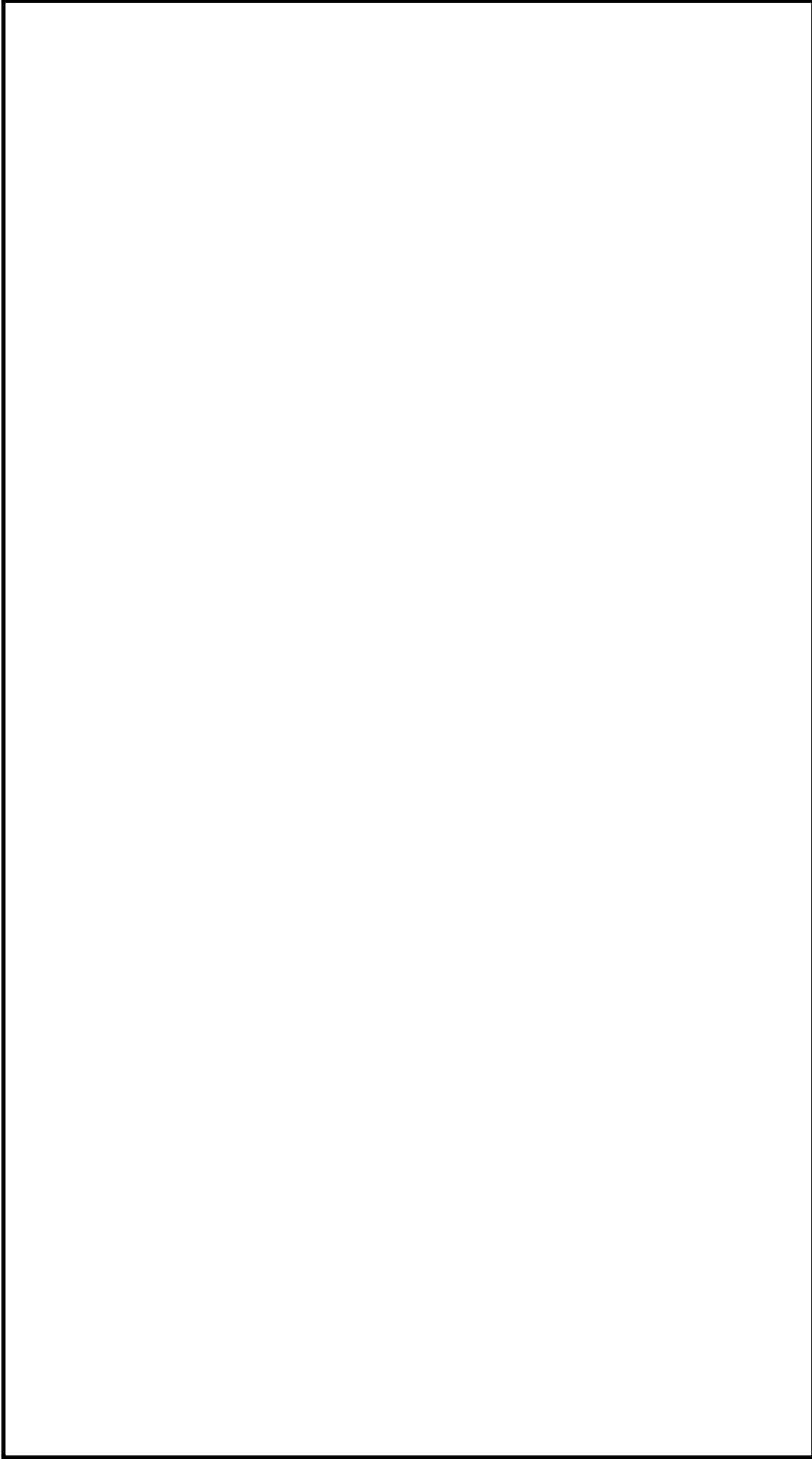
第3-11-2 図 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法による感知器の設置が適切でないエリアと火災区域及び火災区画の関係(1/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

2. 技術基準規則への適合方針

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

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

【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

2. 基本事項

2.2 火災の感知・消火

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

(1) 火災感知設備

①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。

②感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。

バックフィット要求による記載追加箇所

火災防護審査基準の改正により「2.2.1(1) 火災感知設備」の要求事項が明確化された。改正後の火災防護審査基準の内、①は各火災区域における環境条件や予想される火災の性質を考慮して感知器等の型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を設置すること、並びに誤作動を防止することを要求しており、改正前から変更はない。

バックフィット要求により明確化された事項は②であり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い設置すること、及び感知器と同等の機能を有する機器については消防法施行規則の同項において求められる火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置することが明確にされたものである。

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

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

放射線量が高い場所を含むエリア	①異なる感知方式の選定及び設置、並びに誤作動防止	②消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により設置しているか※1
①原子炉格納容器ループ室	○	△
②加圧器室	○	△
③インコアモニタチェス室	○	△
⑮～⑳各脱塩塔室	○	△
㉔濃縮廃液タンク室	○	△

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

①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑮ホールドアップタンクカチオン塔室、⑯冷却材カチオン塔室、⑰冷却材脱塩塔室、⑱燃料ピット脱塩塔室、⑲蒸りゅう液脱塩塔室、⑳脱ほう素塔室及び㉔濃縮廃液タンク室は火災防護審査基準の「2.2.1 (1) 火災感知設備」の①の要求事項は満足できるが、②の要求事項は感知器等の設置場所の環境条件を考慮した場合、消防法施行規則第 23 条第 4 項に定められた方法で感知器等を設置できない又は適切でないエリアである。

このため、上記のエリアについては、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知器等を設置する設計とすることで、技術基準規則に適合させる方針とする。

(2) 火災防護審査基準に基づく既工認の設計への影響について

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

【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

2.3 火災の影響軽減

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

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

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

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

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

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

(3) 再稼働時の既工認からの変更有無の確認について

次に、放射線量が高い場所を含む①、②、③、⑮～⑳及び㉕のエリアについて、再稼働時の既工認における火災防護設計上の対応事項と本申請に伴う変更有無について、第3-11-2表に示す。

なお、火災防護審査基準では火災防護上重要な機器等に対して、火災区域又は火災区画を設定し火災防護対策を確認しているが、ここでは、10のエリアに着目して、それぞれのエリア毎の設計上の対応事項を整理した。

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

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

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

第3-11-2表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (1/3)

火災防護審査基準に基づく設計項目	⑮～⑳ 各脱塩塔室	㉕濃縮廃液タンク室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.1.1 (1)①発火性・引火性物質の漏えい拡大防止	金属製管体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり変更なし		—
②火災に対する配置上考慮	コンクリート壁等で囲まれたエリア内への設備設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
③換気ができる設計	換気設備設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
④防爆型の電気・計装品の使用、接地	—	—	—
⑤イオン交換樹脂他の金属容器保管等	金属製管体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり変更なし		—
(2)可燃性蒸気・微粉対策、静電気防止	有機溶剤使用時の換気、可燃性微粉及び静電気滞留への設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
(3)発火源の金属製本体収納他	金属製管体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり変更なし		電線管等：同左
(4)水素漏えい対策	—	—	—
(5)放射性分解による水素等の滞留防止	—	—	SA設備による水素滞留防止：感知器と独立した設計であり変更なし
(6)過電流による加熱、焼損防止	照明等の電源回路への過電流遮断器設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
2.1.2 不燃性、難燃性材料の使用	金属製管体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり変更なし		電線管等：同左
2.1.3 落雷、地震等による火災発生防止	建屋への避雷設備設置、設置許可基準規則に基づく耐震設計：感知器と独立した設計であり変更なし		

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

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

火災防護審査基準に基づく設計項目	(15)~(20) 各脱塩塔室	(25)濃縮廃液タンク室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.2.1	各エリアに異なる種類の感知器を設置する設計であり変更なし		
(1)①異なる種類の感知器設置、誤作動防止	変更有：新規審査	変更有：新規審査	変更有：新規審査
②消防法施行規則に基づく感知器設置 (バックアップ要求での明確化)	火災受信盤に専用の蓄電池を設置、非常用電源から受電可能な設計であり変更なし		
③外電喪失時の火災感知設備電源確保	中央制御室で監視できる設計であり変更なし		
④中央制御室で適切に監視できる設計 (バックアップ要求で記載適正化)	消火器、消火栓による消火：感知器と独立した設計であり変更なし 消火要員又は格納容器 ^{スプレ} 設備による消火：同左		
(2)①自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備の設置 (各種設計要求含む)	エリア近傍に設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
消火器、消火栓の設置	消火の移動経路及び操作場所に蓄電池を内蔵する照明器具設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
消火用照明器具の設置	消火栓等の水源、ポンプ設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
②消火剤に水を使用する消火設備の水源及びポンプ等に対する設計	-	-	-
③消火剤にガスを使用する消火設備に対する作動前の警報吹鳴設計	感知器等の耐震上の機能保持に関する設計であり変更なし		
2.2.2	感知器等の耐震上の機能保持に関する設計であり変更なし		
地震等による火災感知・消火設備の機能維持	-	-	-
2.2.3	消火設備の破損時等の溢水影響の確認		

(凡例) -：対象なし、黄色：審査対象で火災防護審査基準どおりでないことから、十分な保安水準を適用

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

火災防護審査基準に基づく設計項目	⑮～⑳ 各脱塩塔室	㉕濃縮廃液タンク室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.3.1 (1)安全停止機能を有する機器等を設置する火災区域を 3 時間以上の耐火壁により分離	—	(安全停止機能を有する機器等なし)	
2.3 火災の影	—	—	C/V 内の火災の影響軽減対策： 従来から当該エリア外に設置している感知器に期待するものであり変更なし
影	—	—	—
響	—	—	—
軽	—	—	—
減	—	—	—
2.3.2 原子炉の安全停止に関する火災影響評価	—	—	火災区画単位で火災時の安全停止機能の影響を評価 (*1)：火災の影響軽減対策として当該エリア内に設置した感知器に期待しているものはなく、火災影響評価に影響を与えるものではないため変更なし

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

3. 感知器の設計において確保すべき十分な設計基準の定義

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

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

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

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

4. 放射線量が高い場所を含むエリアにおける感知器の設計

(1) ①原子炉格納容器ループ室

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

以上より、格納容器再循環ファン及び原子炉しゃへい冷却ファンの運転時においては、ループ室の火災により発生した熱及び煙が原子炉格納容器内で循環することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

また、格納容器再循環ファン及び原子炉しゃへい冷却ファンの停止時においては、ループ室の火災により発生した熱及び煙が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置するとともに、発熱量の少ない燻焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。兼用する煙感知器は、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、発火源となり得る可能性がある設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するアナログ式の煙感知器とする

なお、原子炉格納容器ループ室のグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は、設置面から下方にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるように必要な階層毎に設置する設計とする。また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(2) ②加圧器室

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

熱感知器の具体的な設計を以下に示す。

加圧器室で発生する火災による熱は、格納容器再循環ファンの運転時においては、ファンの給気により加圧器室内で攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する

設計となっていることから、火災の継続とともに加圧器室内の空気温度は均一になりながら高まっていく。また、格納容器再循環ファンの停止時においては、火災の継続とともに火災による熱が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器送気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

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

また、格納容器再循環ファンの停止時においては、加圧器室の火災により発生した熱が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置する。

なお、加圧器室のグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器は、設置面から下方にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(3) ③インコアモニタチェス室

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

1種類目の熱感知器は、設計基準②を満足するよう原子炉しゃへい冷却ファンの運転により給気口から原子炉容器下部へ向かう空気の流れを考慮して、同一エリア内のインコアモニタチェス室の下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、原子炉しゃへい冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、火災による熱が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮し、インコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の熱感知器を設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器を兼用する設計とする。

2種類目の煙感知器のうち、空気吸引式の煙感知器は、作業員の被ばくの観点でエリア内に設置することが適切ではないため、設計基準②を満足するよう原子炉しゃへい冷却ファンの運転により立坑部分から原子炉容器下部、原子炉サポートクレーラを通して原子炉格納容器ループ室へ到達する空気の流れを考慮して、火災によって発生した煙が流入する同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用するとともに、原子炉しゃへい冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、火災による煙が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮し、インコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の煙感知器を設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(4) ⑮～⑳各脱塩塔室

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

(5) ㉕濃縮廃液タンク室

濃縮廃液タンク室エリアは、エリア内の開口部及び空気の流れを考慮し、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を、火災により発生する熱及び煙が流入しほぼ同じ煙濃度及び温度となる排気ダクト内の適切な箇所に設置することにより、感知器の種類毎に設計基準①を満足する設計とする。なお、排気ダクト内とエリア内はほぼ同じ温度及び煙濃度になることから、排気ダクトに設置する感知器によってエリア内に消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器を設置した場合と同等水準で火災の早期感知ができる設計とする。また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

5. 放射線量が高い場所を含む各エリアにおける感知器の具体的な設計

①、②、③、⑤～⑩及び⑮の各エリアに対する具体的な設計と妥当性評価を示す。

(1) ①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室

a. 火災感知器の選択及び配置設計

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

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

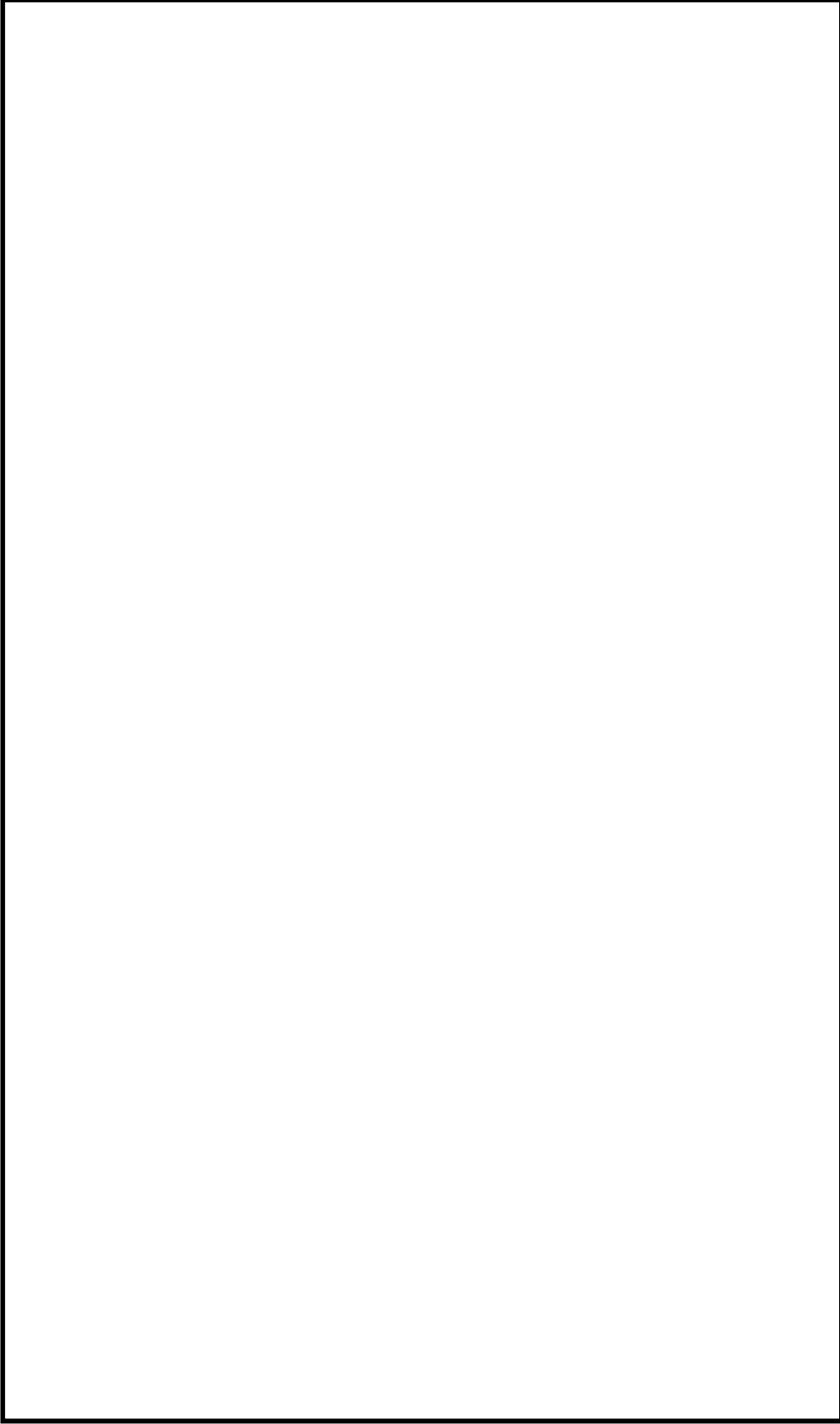
加圧器室は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満の 17.3m のため、天井面にアナログ式の煙感知器を設置することはできるが、アナログ式でない防爆型の熱感知器（アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）及び光ファイバー式熱検出装置も同様）を設置することはできず、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない

以上より、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができないエリアである。

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

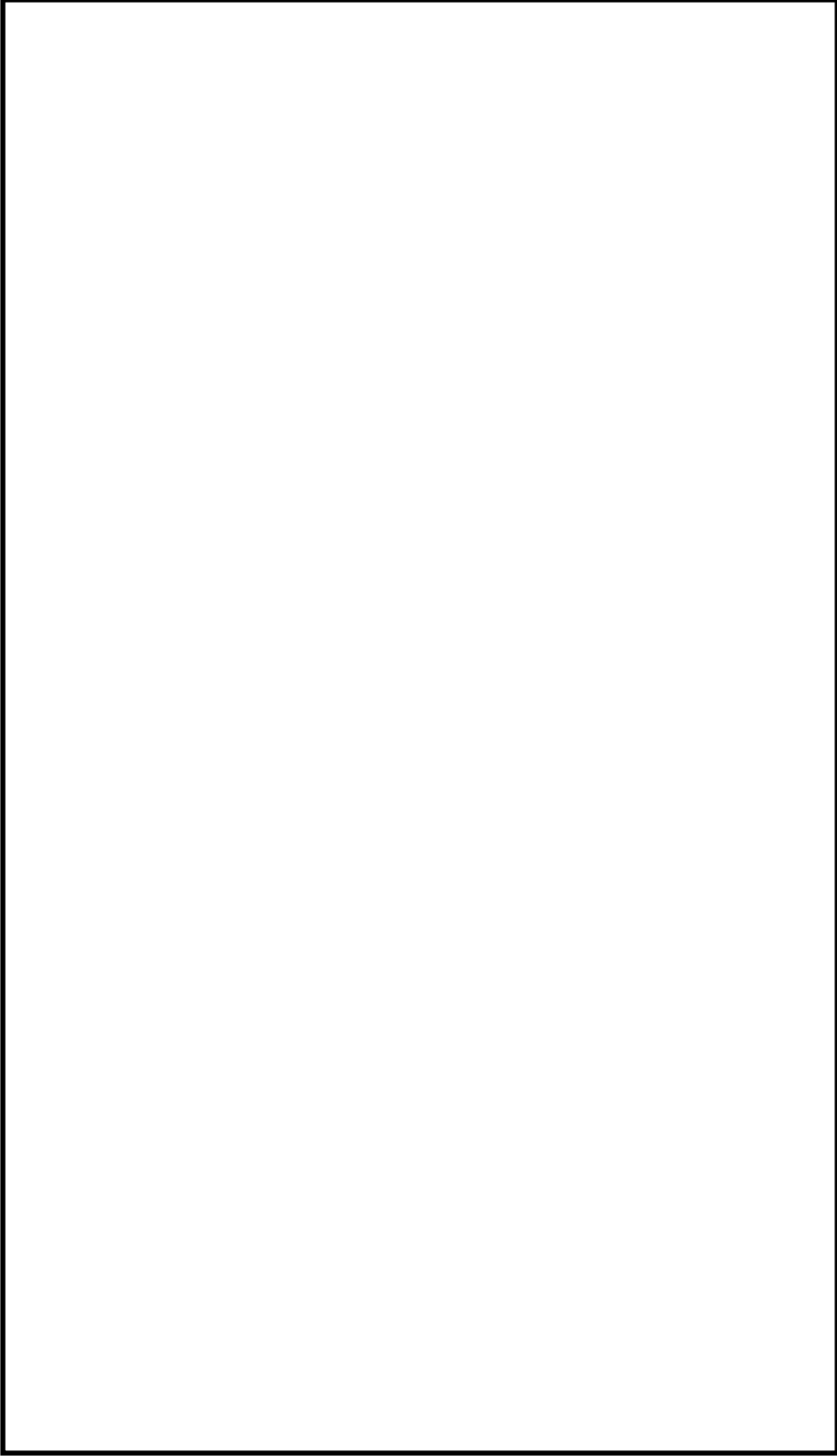
以上より、原子炉格納容器ループ室は、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器をグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。また、加圧器室は、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則第23条第4項に基づき設置し、アナログ式でない防爆型の熱感知器を天井面及びグレーチング面に設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。兼用するアナログ式の煙感知器を第3-11-3図に示す。

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



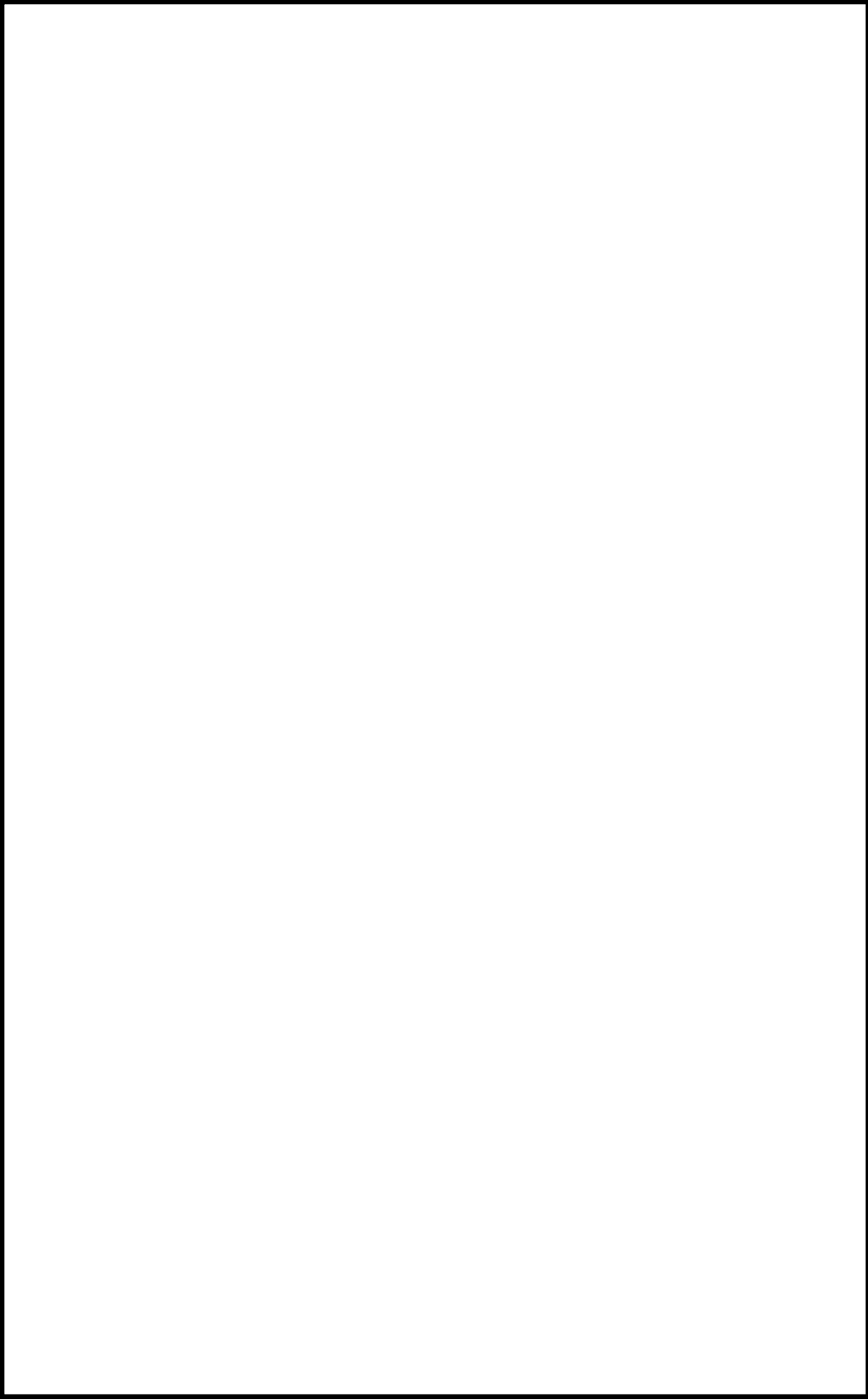
第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室のグレーチング面への感知器設置方法 (1/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-3 図 原子炉格納容器ループ及び加圧器室のグレーディング面への感知器設置方法 (3/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

b. 設計基準を満足できる理由

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は RCS 配管貫通部、エリア内給排気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間である。格納容器再循環ファン運転時の空気の流れを第 3-11-4 図、格納容器再循環ファン運転時及び停止時における火災発生時の空気の流れを第 3-11-5 図に示す。

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

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

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

以上を踏まえ、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式の煙感知器をグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にエリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置（加圧器室は天井面にアナログ式の煙感知器を消防法施行規則通りに設置）することにより、当該エリアの火災を感知することが可能である。また、格納容器再循環ファンの停止時に発熱量の少ない燻焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、発火源となり得る設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するアナログ式の煙感知器を兼用することで、当該エリアで発生する火災をもれなく確実に感知することが可能である。

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保によ

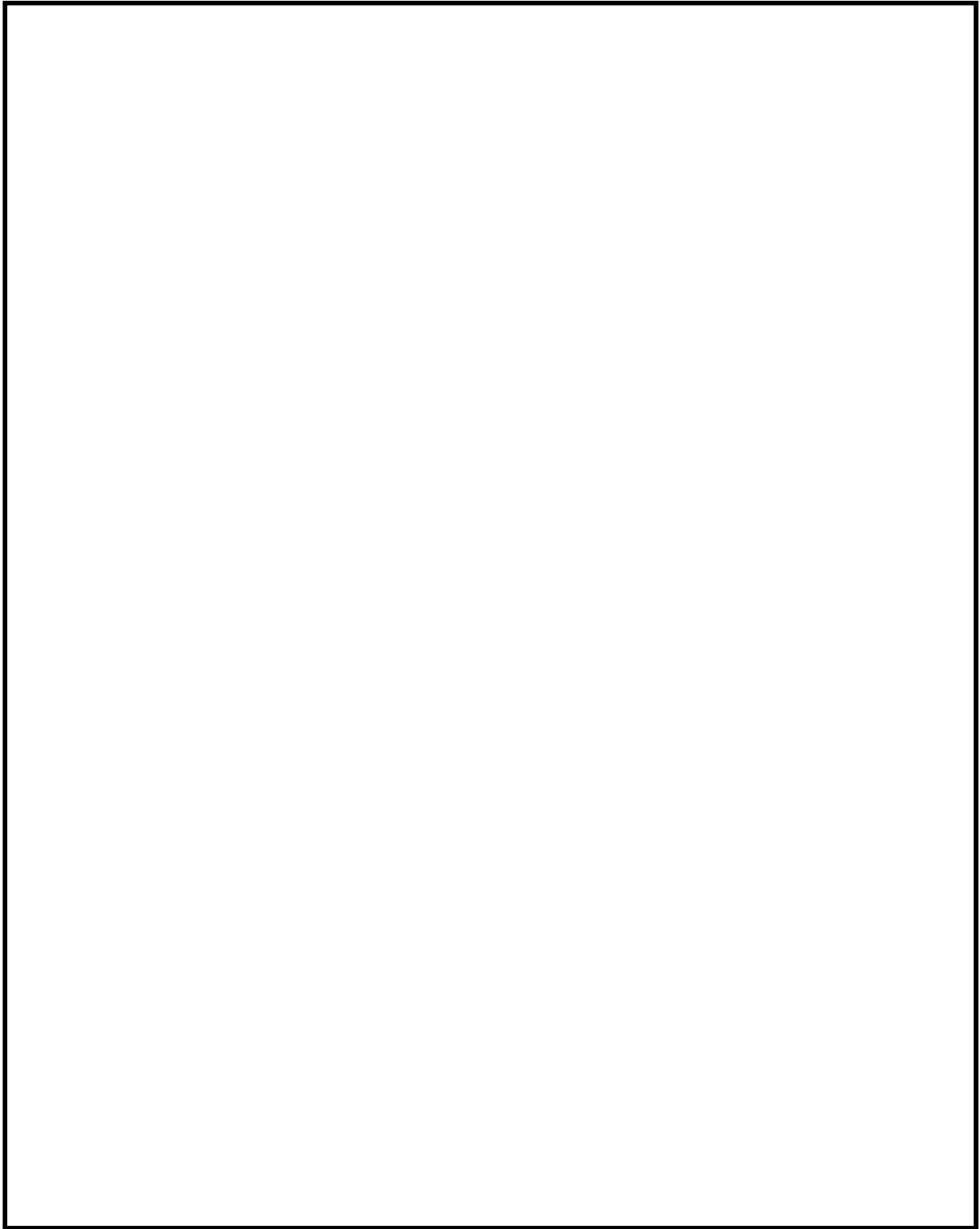
る系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。また、放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに格納容器スプレ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能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

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、及び重大事故等対処施設が火災により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。なお、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室内の風速は 5m/s 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。配置の詳細については、第 3-11-4 図及び第 3-11-5 図に示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 に示す。



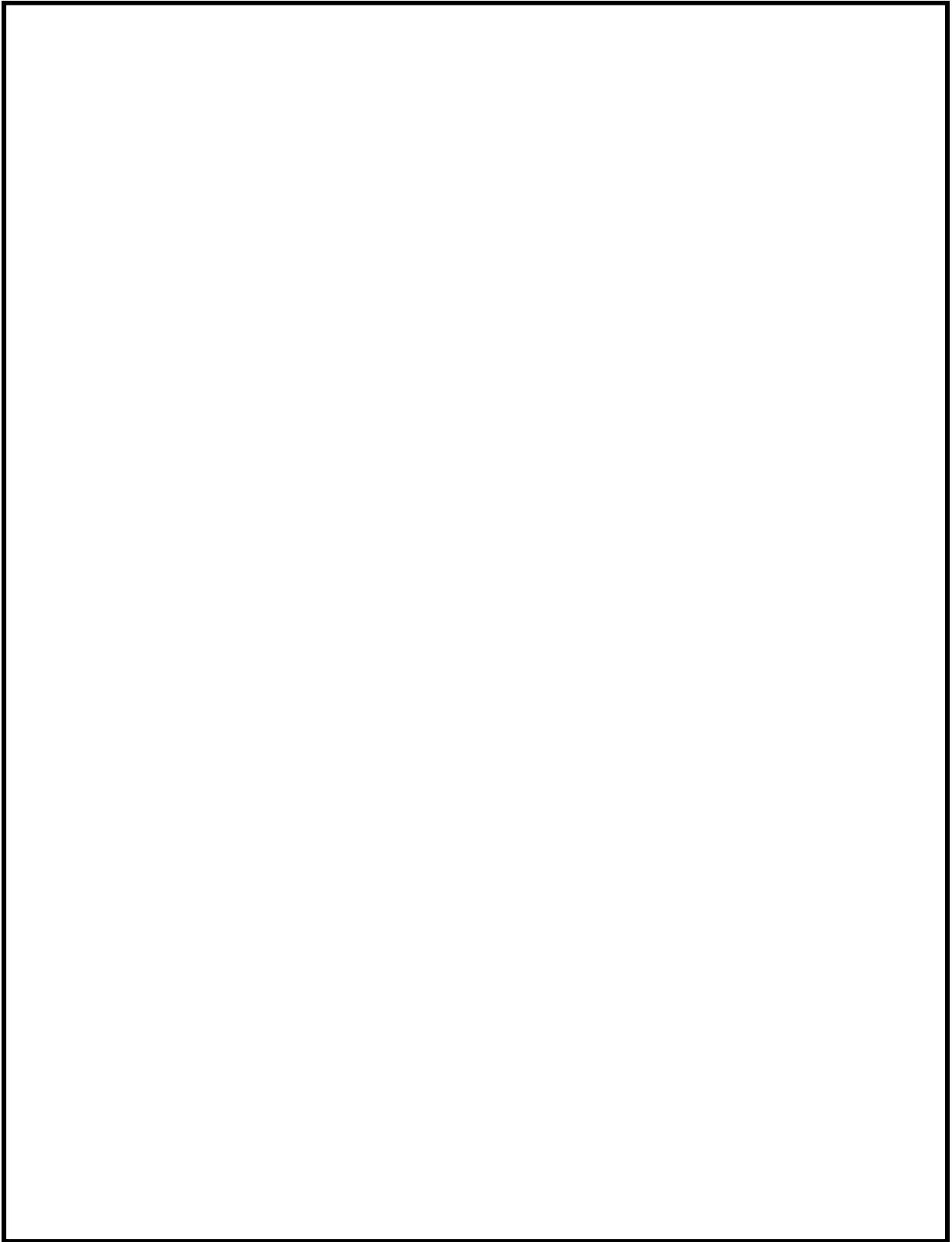
第 3-11-4 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
給気ファン運転時における空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
火災発生時の空気の流れ（給気ファン運転時）（1/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
火災発生時の空気の流れ（給気ファン停止時）(2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ③インコアモニタチェス室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

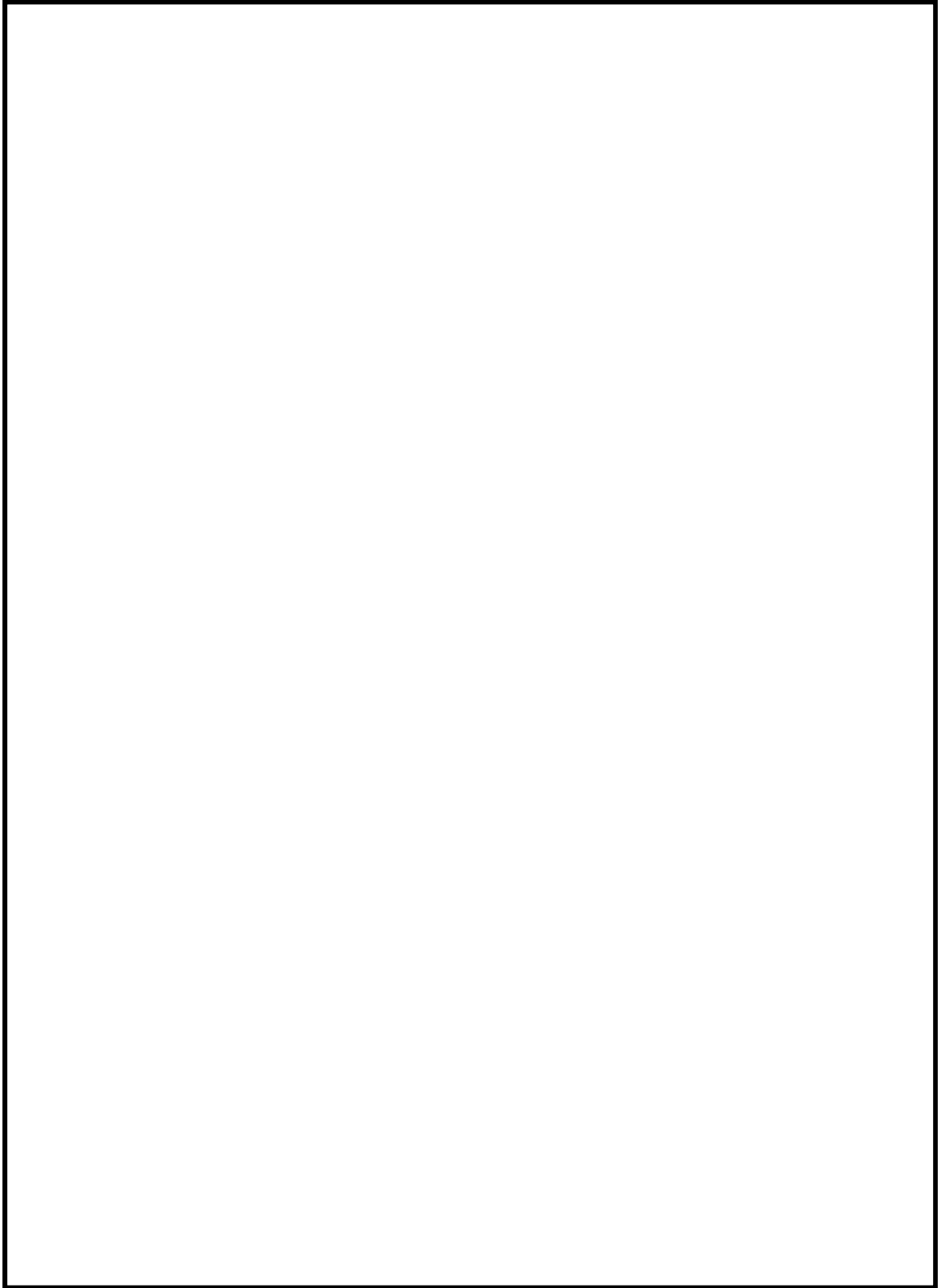
インコアモニタチェス室は、入口部分及びエリア下部から構成される一つの感知区域であり、入口部分以外は放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

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

以上より、インコアモニタチェス室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。インコアモニタチェス室において考慮すべき環境条件を第 3-11-7 図に示す。

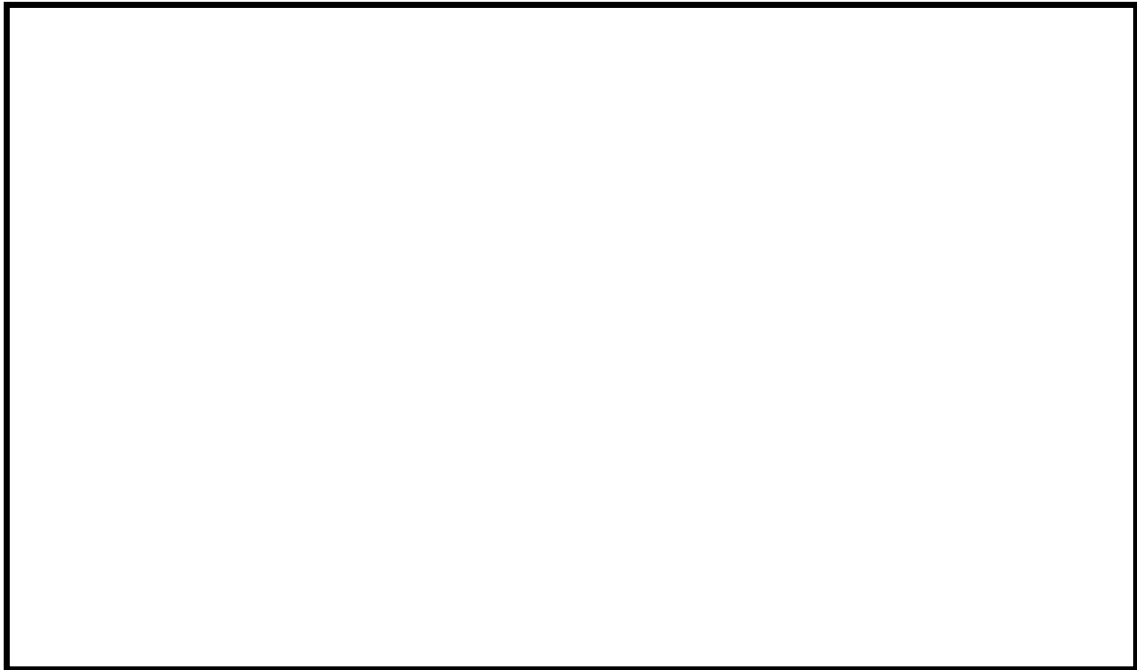
1 種類目の熱感知器は、原子炉しゃへい冷却ファンの運転時における給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、エリア下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、原子炉しゃへい冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、入口部分にアナログ式の熱感知器を設置し、火災による熱で上昇する空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器を兼用する設計とすることで、設計基準②を満足する設計とする。

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



第 3-11-6 図 インコアモニタチェス室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第3-11-7 図 兼用する感知器の配置図（原子炉格納容器ループ室）

b. 設計基準を満足できる理由

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

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

また、原子炉しゃへい冷却ファンの停止時において、インコアモニタチェス室の下部で発生する火災による熱及び煙は、インコアモニタチェス室内で拡散・充満すると同時に原子炉容器下部を通ってRCS配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に流れ込むと考えられる。

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

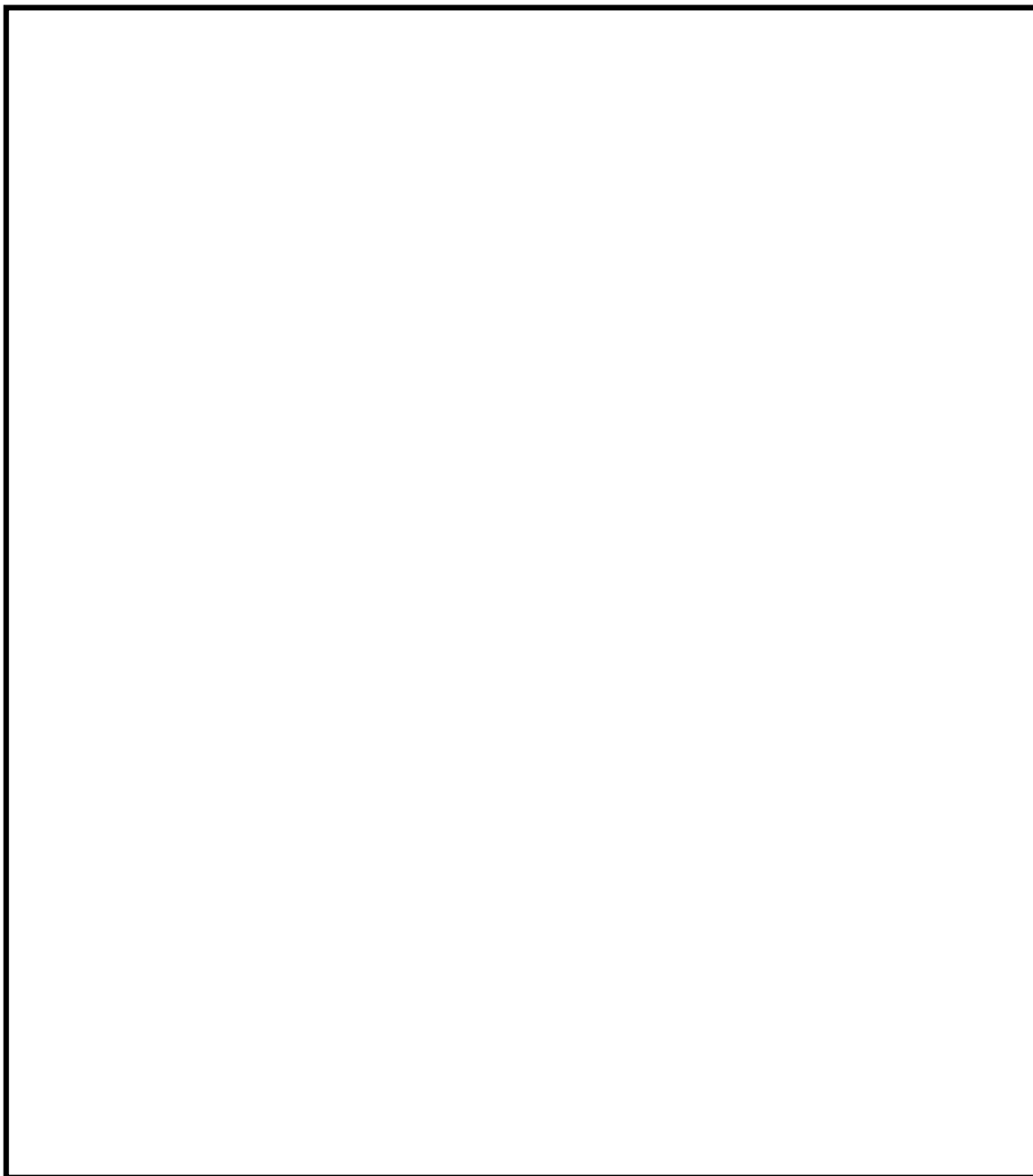
においては、**インコアモニタチェス**室の入口部分にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用することで感知することが可能である。

インコアモニタチェス室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 **6m** 以上確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに**格納容器スプレ設備**を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 **6m** 以上確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべての火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災または格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づきプラントを停止するとともに**格納容器スプレ設備**を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が既許可に準じて各設備間で離隔距離 **6m** 以上確保されているか、又は 1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認しているまた、インコアモニタチェス室内及び原子炉格納容器ループ室内の風速は **5m/s** 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。

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

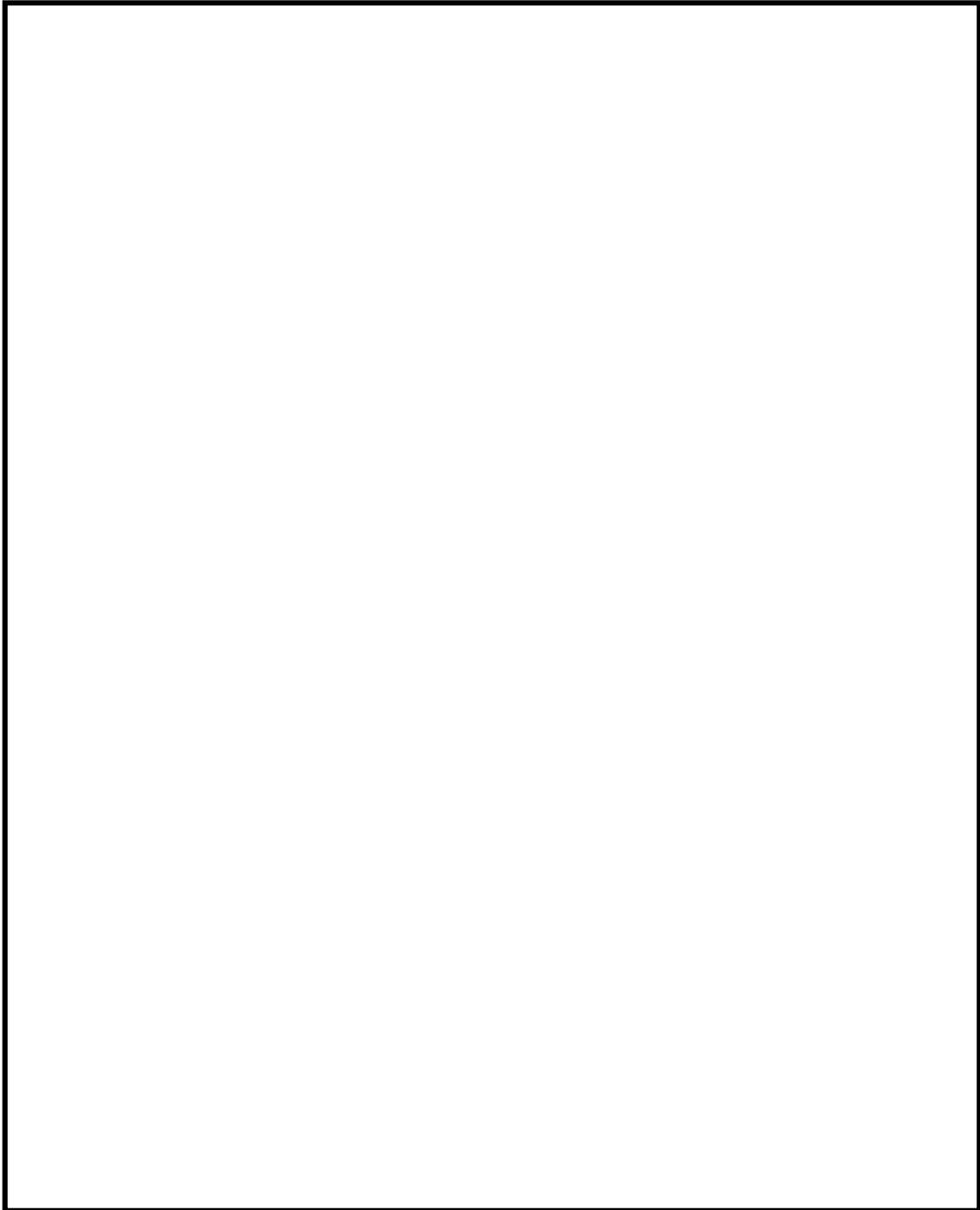
また、**インコアモニタチェス**室内及び原子炉格納容器ループ室内の風速は **5m/s** 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。第 3-11-8 図及び第 3-11-

9 図に火災発生時の煙の流れを示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 にて示す。



第 3-11-8 図 インコアモニタチェス室の冷却ファン運転時における
火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-9 図 インコアモニタチェス室の冷却ファン停止時における
火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) ⑮～⑳各脱塩塔室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

各脱塩塔室内については、放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

放射線量が高い場所にはアナログ式でない防爆型の熱感知器及び空気吸引式の煙検出装置が使用可能であるが、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度 (100mSv/5 年、50mSv/年) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。

高浜 1 号機の各脱塩塔室においては、個別の排気ダクトがない、高浜 2 号機の各脱塩塔室においては、個別ダクトはあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器を設置することができない。また、個別のダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項 (取付角度 45 度以下) に従い感知器を設置することができない。

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

エリア内の火災を想定した場合、高浜 1 号機の各脱塩塔室は天井面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) により煙及び熱が開口部より同一火災区画内の隣接エリアである上室に流出するようになる。また高浜 2 号機の各脱塩塔室においては、排気ダクトの排気口より上部の天井面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より同一火災区画内の隣接エリアである上室に流出するようになる。

従って、同一火災区画内の隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することにより火災を感知することで、設計基準②を満足する設計とする。

b. 設計基準を満足できる理由

各脱塩塔室における開口部の配置状況 (高浜 1 号機) を第 3-11-3 表に示し、各脱塩塔室における排気ダクト及び開口部の配置状況 (高浜 2 号機) を第 3-11-4 表に示す。高浜 1 号機のいずれの脱塩塔室においても、天井面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) により煙及び熱が開口部より同一火災区画内の隣接エリアである上室に流出すると考えられる。高浜 2 号機のいずれの脱塩塔室においても、排気ダクトの排気口より上部の天井面に開口部があるため、火災により発生した上昇気流 (煙及び熱) が排気ダクトに向かう空気の流れを上回った時点で煙及び熱が開口部より同一火災区画内の隣接エリアである上室に流出すると考えられる。

また、高浜2号機における火災感知の成立性を確認するため、比較的放射線量が低く立ち入り可能な類似構造の部屋を用い、煙発生装置による開口部からの煙流動に関する現地検証試験を実施した。（別紙参照）

その結果、排気ダクトからの排気の流れはあるものの、煙が天井面に滞留する状況になれば、煙は天井面又は壁面の開口部を通じて隣接エリアに流れることが確認できたことから、火災規模が小さく煙の発生が少ない場合は排気ダクトから排気されるが、火災の進展により天井面まで煙が上昇する状況になった場合は、時間の経過とともに上部の開口部から隣接エリアに流れ込むといえる。また、熱についても煙と同様の流れになると考える。

以上より、脱塩塔室で発生する火災は、同一火災区画内の隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。

なお、火災規模が小さく煙及び熱が全て排気ダクトから排気される場合は、補助建屋排気ファンにより排気筒を通して屋外に排出されるため、火災による影響を限定することが可能である。

第3-11-3表 各脱塩塔室における開口部の配置状況（高浜1号機）

場所	開口部 (天井面)	
	断面積計 [m ²]	
⑮	A ホールドアップタンクカチオン塔室	0.025
	B ホールドアップタンクカチオン塔室	0.025
	C ホールドアップタンクカチオン塔室	0.025
⑯	冷却材カチオン塔室	0.025
⑰	A 冷却材脱塩塔室	0.025
	B 冷却材脱塩塔室	0.025
⑱	燃料ピット脱塩塔室	0.025
⑲	A 蒸りゆう液脱塩塔室	0.025
	B 蒸りゆう液脱塩塔室	0.025
⑳	A 脱ほう素塔室	0.025
	B 脱ほう素塔室	0.025

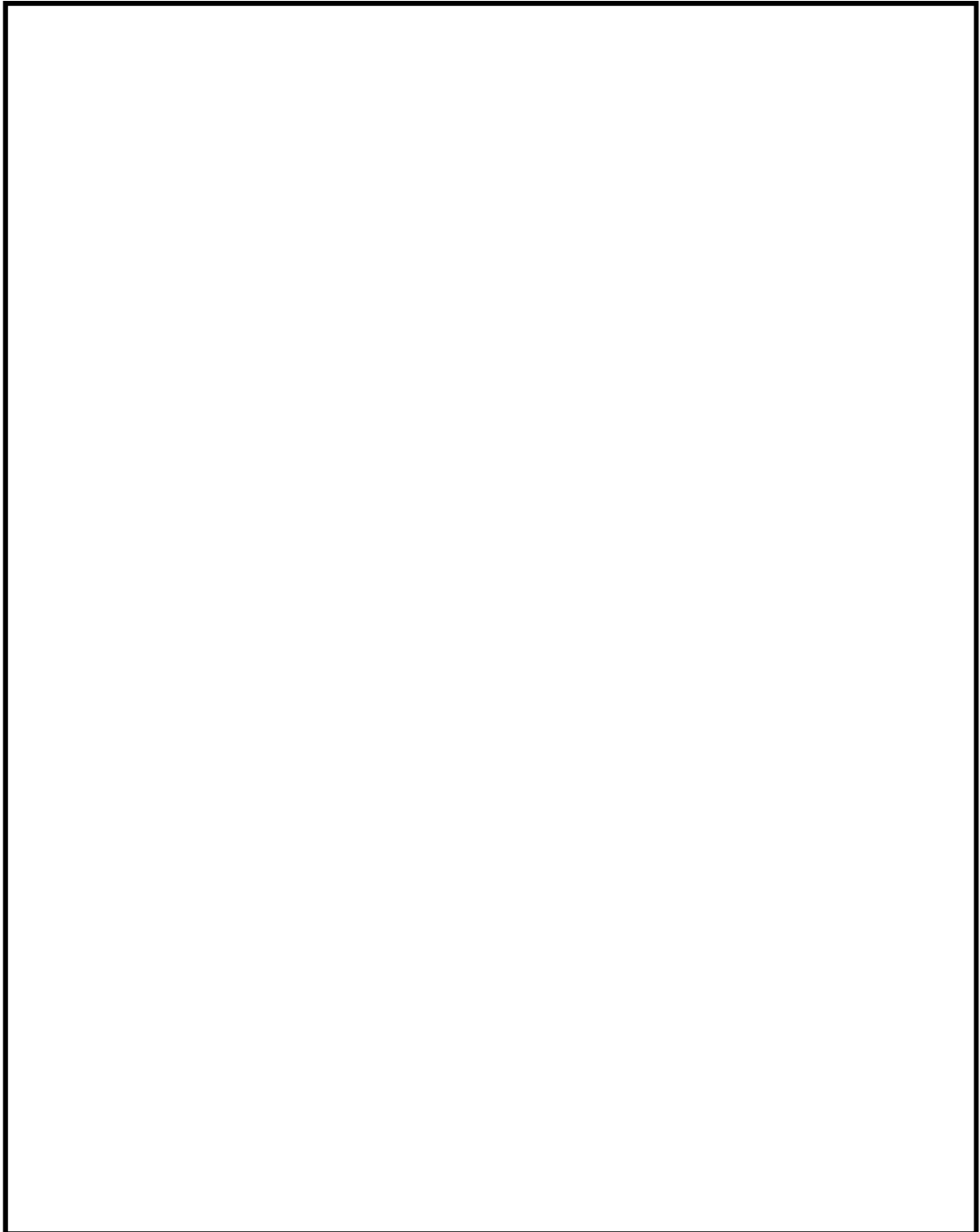
第 3-11-4 表 各脱塩塔室における排気ダクト及び開口部の配置状況（高浜 2 号機）

場所		排気ダクト				開口部 (排気ダクトの上部)	
		下端高さ [m]	断面積 [m ²]	風量 [m ³ /s]	風速 [m/s]	最低高さ [m]	断面積計 [m ²]
⑮	A ホールドアップタンクカチオン塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
	B ホールドアップタンクカチオン塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
	C ホールドアップタンクカチオン塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
⑯	冷却材カチオン塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
⑰	A 冷却材脱塩塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
	B 冷却材脱塩塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
⑱	燃料ピット脱塩塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
⑲	A 蒸りゅう液脱塩塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
	B 蒸りゅう液脱塩塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
⑳	A 脱ほう素塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105
	B 脱ほう素塔室	1	0.015	0.042	2.8	4.25	0.105

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

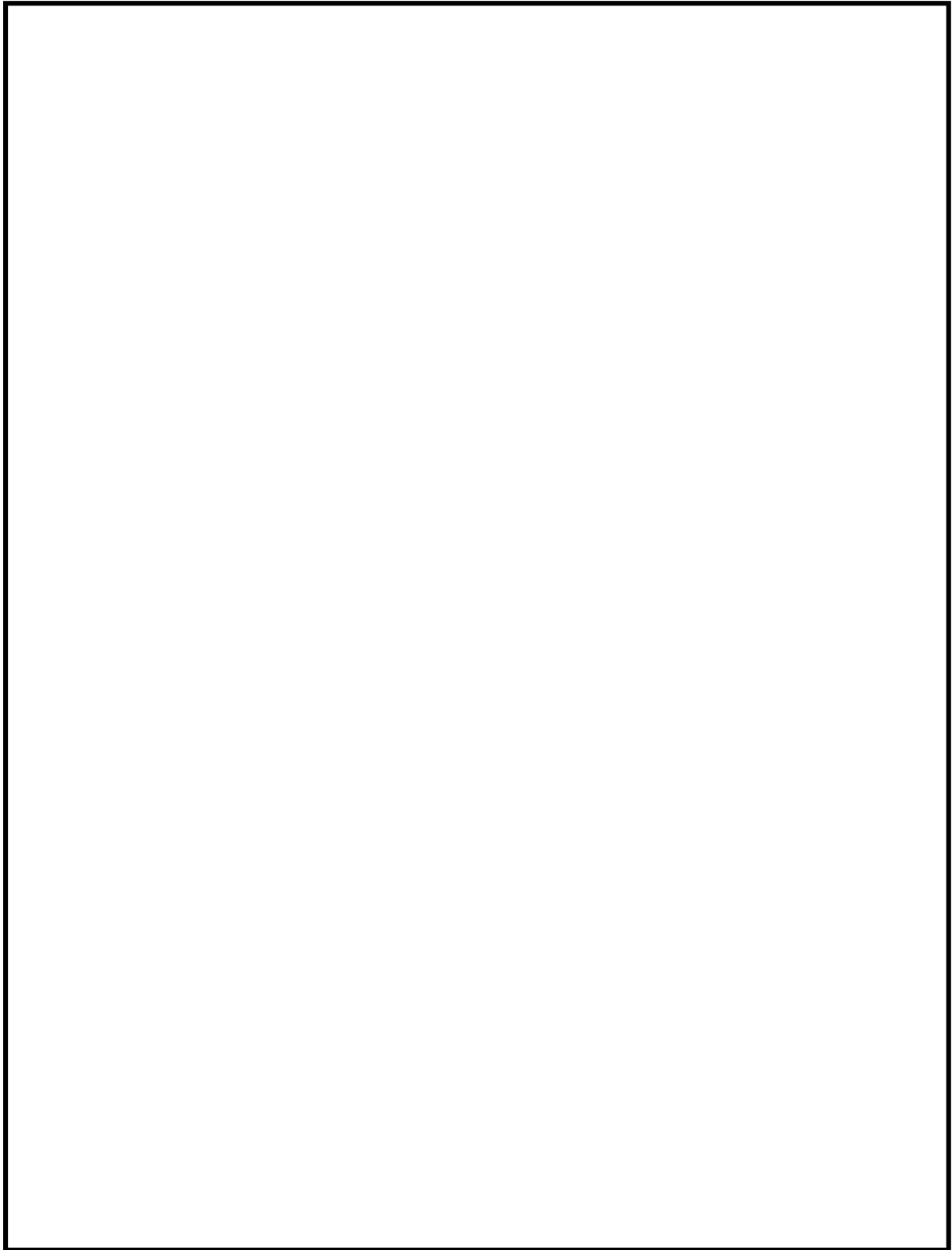
上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

高浜 1 号機の兼用する感知器の配置については、第 3-11-10 図に示し、火災時の熱及び煙の流れを、第 3-11-11 図に示す。高浜 2 号機の兼用する感知器の配置については、第 3-11-12 図に示し、火災時の熱及び煙の流れを、第 3-11-13 図に示す。



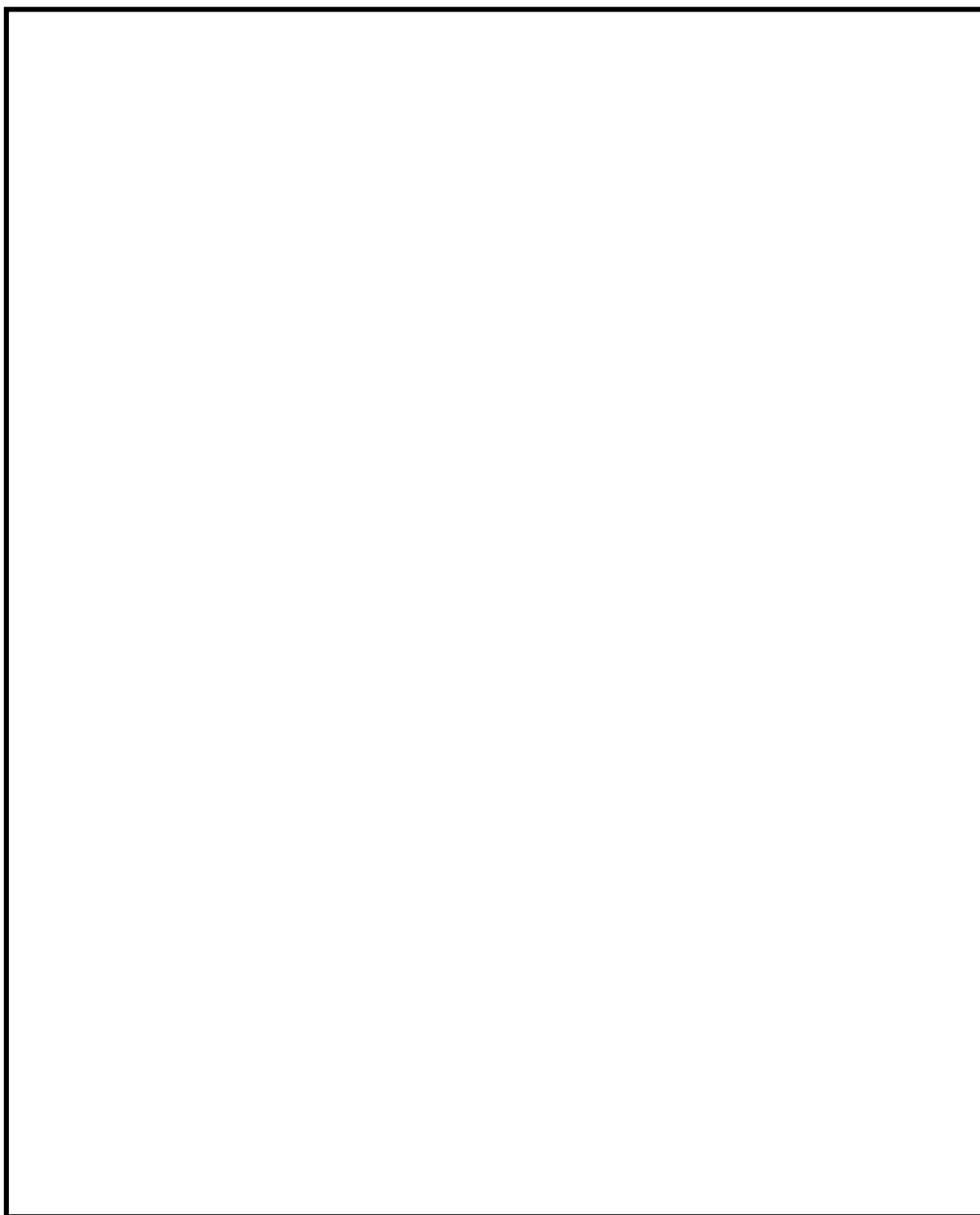
第 3-11-10 図 高浜 1 号機における各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



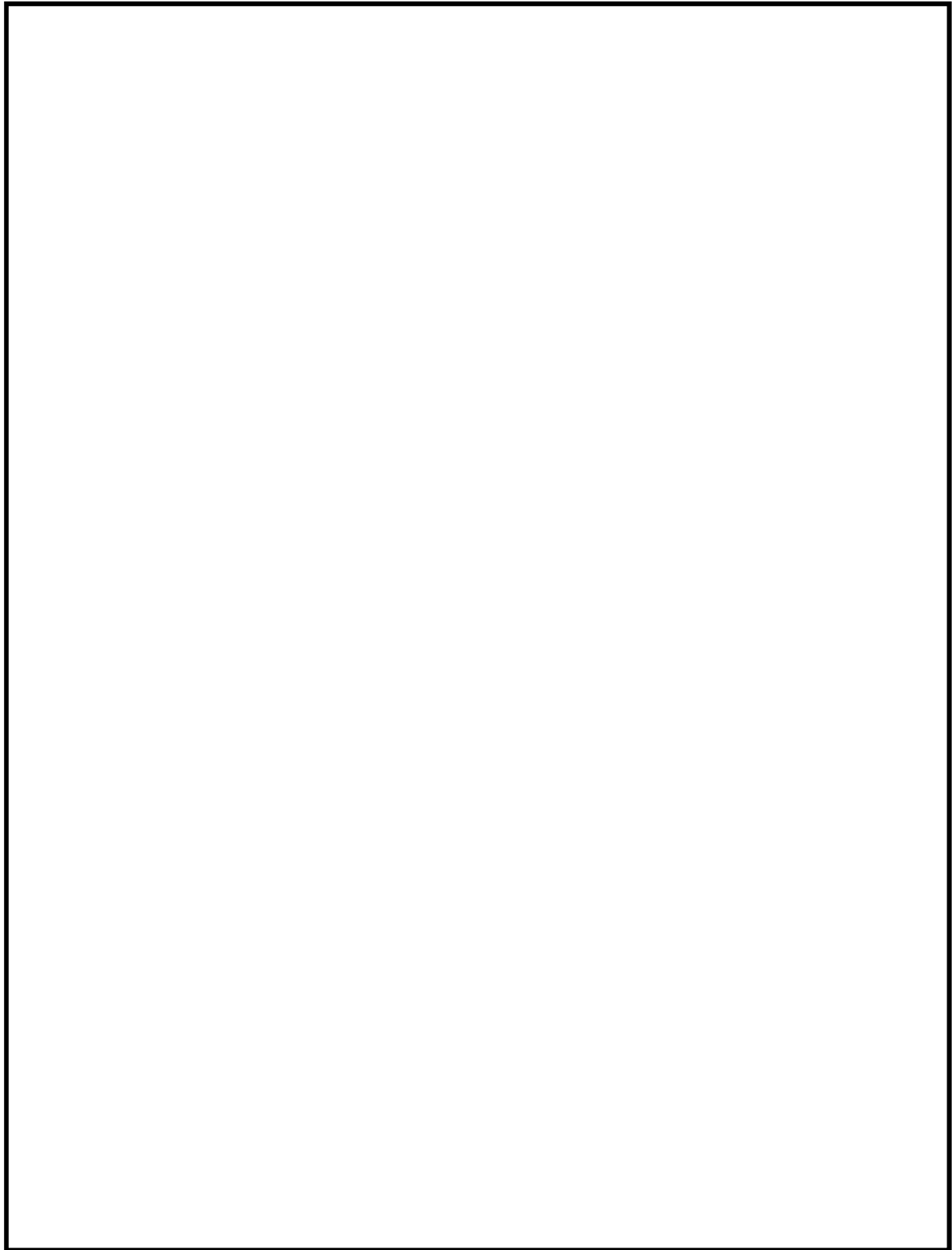
第 3-11-11 図 高浜 1 号機における火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ（断面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-12 図 高浜 2 号機における各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-13 図 高浜 2 号機における火災時の各脱塩塔室の熱及び煙の流れ（断面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(4) ㊸濃縮廃液タンク室

a. 火災感知器の選択及び配置設計

濃縮廃液タンク室内については、エリア内全域が放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

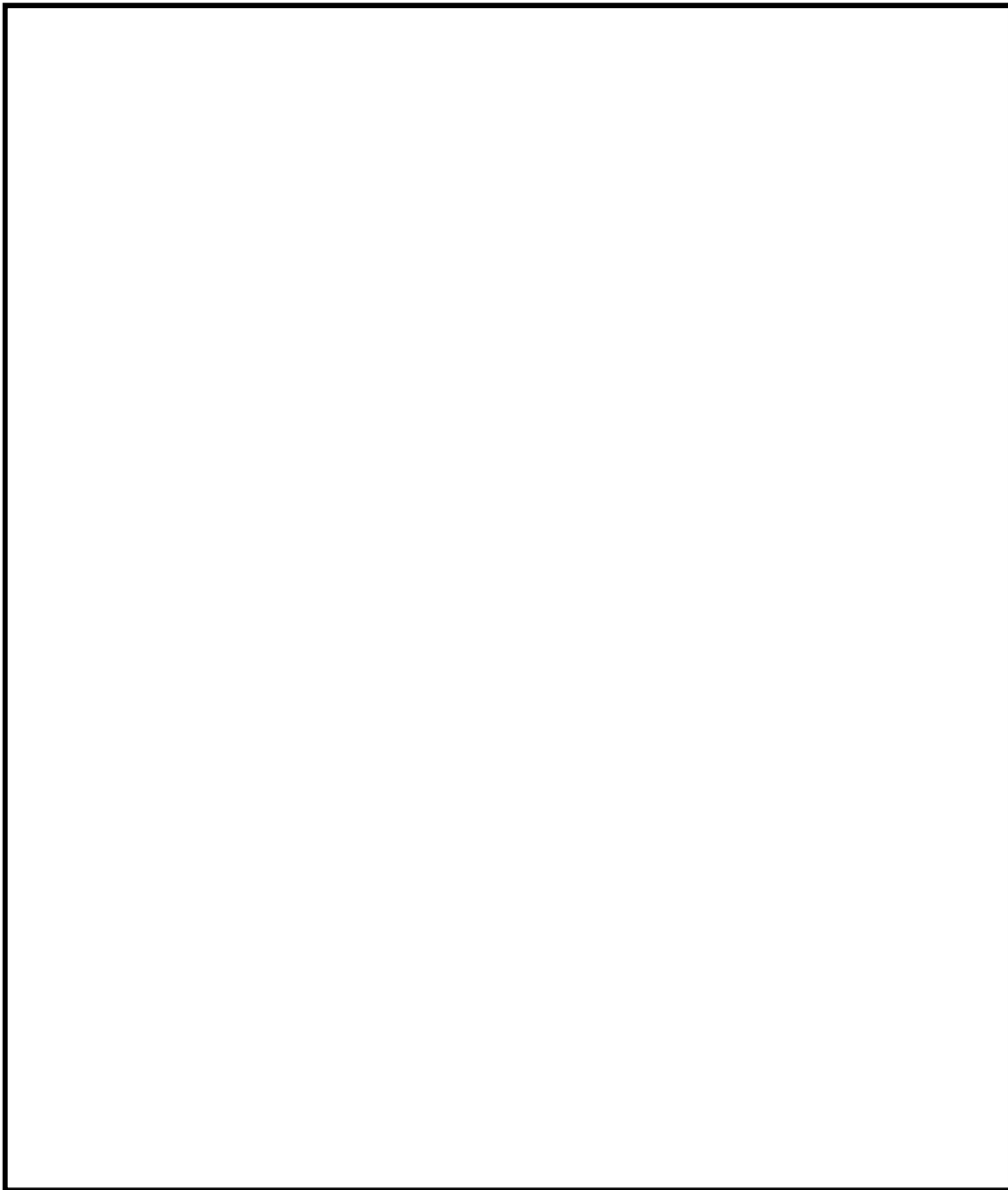
以上より、エリア内の開口部及び換気による空気の流れを考慮して、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設計基準①を満足するよう、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる排気ダクト内に設置し、早期に火災を感知できる設計とする。

配置の詳細については、第 3-11-14 図及び第 3-11-15 図に示す。



第 3-11-14 図 各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-15 図 脱塩塔室の感知器配置図（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。

b. 設計基準を満足できる理由

濃縮廃液タンク室内での火災を想定した場合、火災により発生する煙及び熱は上昇して天井面に蓄積されるが、当該エリアは天井面に設置されている点検用のコンクリート蓋以外はコンクリート壁で閉鎖された空間であり、短時間のうちに排気ダクト内に持続的に流入するようになり、排気ダクト内とエリア内はほぼ同じ煙濃度及び温度になる。従って、排気ダクトの適切な箇所に設置する感知器によってエリア内に消防法施行規則第23条第4項に基づき感知器を設置する場合と同等水準で火災の早期感知が可能である。なお、排気ダクト内の風速は5m/s以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。

以上より、当該設計にて感知器を設置した場合においても同一火災区画内の排気ダクトにて火災を早期に感知し、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、設計基準①を満足していると評価する。

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。

【開口部からの煙流動に関する現地検証試験】

火災による煙・熱の開口部からの流れを確認するため、比較的放射線量が低く立ち入り可能な時期にあった高浜2号機A蒸りゆう液脱塩塔室において、煙発生装置（スモークマシン）による煙流動に係る現地検証を行った。結果を以下に示す。

検証結果

- a. 実施日時
2022年9月14日（水） 15:10～17:40
（概ばくを考慮し、試験時間のみ屋内立ち入りにて対応）
- b. 場所
高浜発電所2号機 A蒸りゆう液脱塩塔室
- c. 実施方法
 - 手順：脱塩塔室内でスモークマシンにより煙を発生し、煙の挙動（上昇、滞留、拡散等）、隣接エリアへ向かう煙の流れの有無を検証。
 - 排気ファンの運転状況：運転中
 - 煙の発生場所：奥側1箇所
 - 煙の発生時間：3分間

検証風景



e. 検証結果

- ・排気ダクトからの排気の流れはあるものの、煙が天井面に滞留する状況になれば、煙は天井面の開口部を通して隣接エリアである上室に流れることを確認できた。

d. 考察

- ・火災規模が小さく煙の発生が少ない場合は排気ダクトから排気されるが、火災の進展により天井面まで煙が上昇する状況になった場合は、時間の経過とともに上部の開口部から隣接エリアへ流れ込み、隣接エリアに基準どおりに設置した火災感知器により火災の感知は可能と評価できる。また、熱についても煙と同様の流れになると考える。

3-12 アニュラス及びケーブルチェイス室の火災感知器設計について

本資料は、アニュラス及びケーブルチェイス室の火災感知器の設計を説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜 1 号機及び高浜 2 号機のアニュラス及びケーブルチェイス室はそれぞれ 1 つの火災区画として設定している。

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

3-12-1 アニュラスの概要

アニュラスは、原子炉格納容器と外部しゃへい建屋の間の空間であり、原子炉格納容器電気配線貫通部が下部に存在している。また、天井高さは床面から 20m 以上の場所である。

3-12-2 アニュラスの火災感知器設計

アニュラスの環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

イ. 設置する感知器等

アニュラスの環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-12-1 表に示す。第 3-12-1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、アニュラス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 種類目はアナログ式の煙感知器を設置する。

ロ. 感知器等の選択理由及び設置方法

アニュラスは天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。ただし、最上面のグレーチングにおいては、天井面との間が 8m 未満のためアナログ式の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。

1 種類目のアナログ式でない炎感知器は、エリア内全域の床面及びグレーチング面に対して消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。2 種類目のアナログ式の煙感知器は、発火源となり得る設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するとともに、火災により隣接する火災区画に煙が流出

する可能性がある開口部より高い場所に設置する設計とする。当該エリア内において、火災が発生する可能性が高い発火源となり得る設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置し、火災により発生した煙が到達する天井面に設置するとともに、火災により隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、原子炉格納容器電気配線貫通部が該当する。

ハ. 感知器等の設置場所について

アニュラスの天井高さは **20m** 以上であり、消防法施行規則第 **23** 条第 **4** 項に規定される高さ以上であるが、エリア内の天井面へのアナログ式の煙感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、天井面に設置する設計とする。また、アナログ式の煙感知器の設置にあたっては、取付面の高さ以外は消防法施行規則第 **23** 条第 **4** 項七に準じ、梁等の配置を考慮し、**75m²** につき **1** 個以上設置する設計とする。アニュラスの火災感知器の設置位置及び煙感知器と開口部との高さ方向の位置関係を第 **3-12-1** 及び第 **3-12-2** 図に示す。

ニ. 設計基準を満足できる理由

アニュラスの火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等のケーブルが設置されており、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

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

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

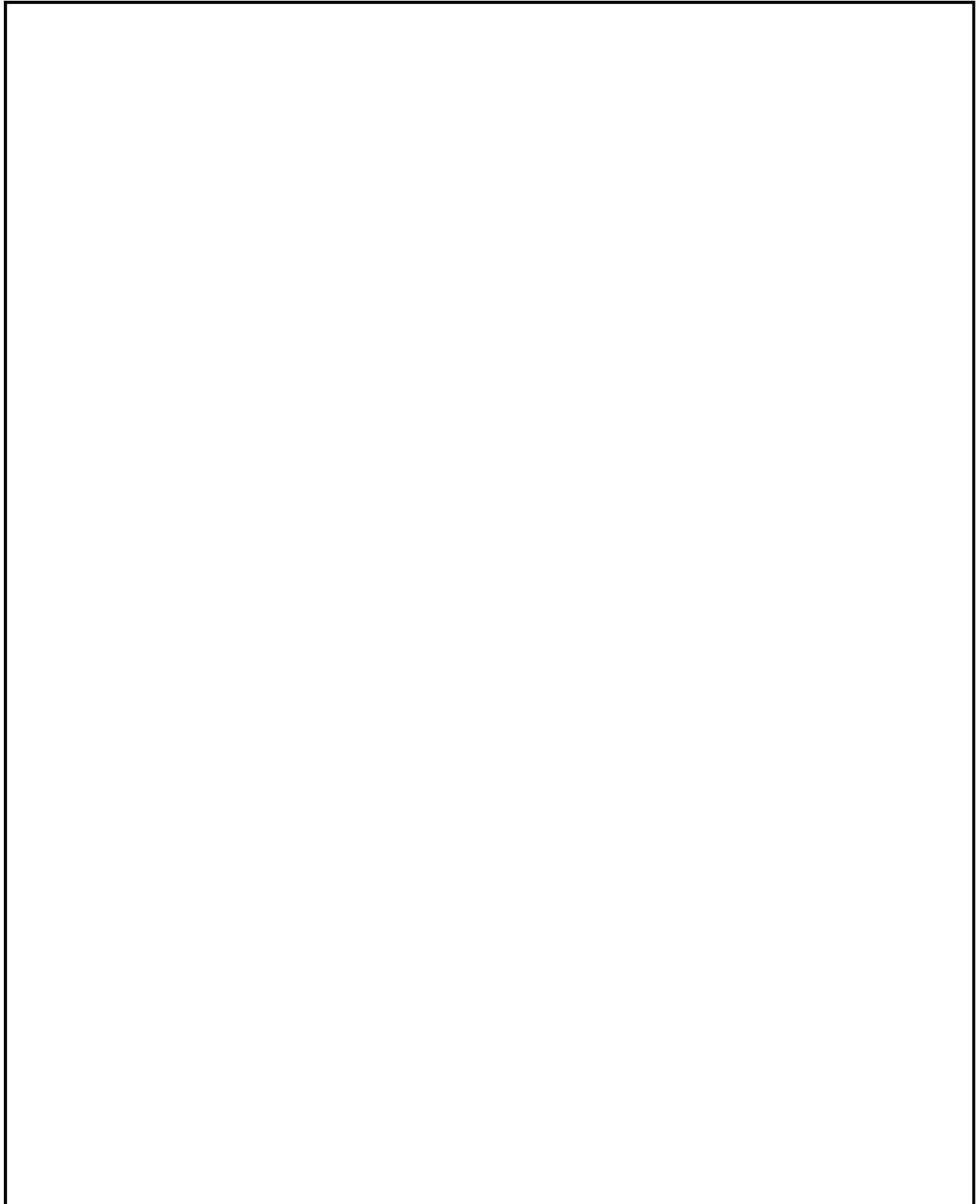
なお、アナログ式の熱感知器は自主設置とする。

第3-12-1表 アニュラスにおける感知器の選定

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

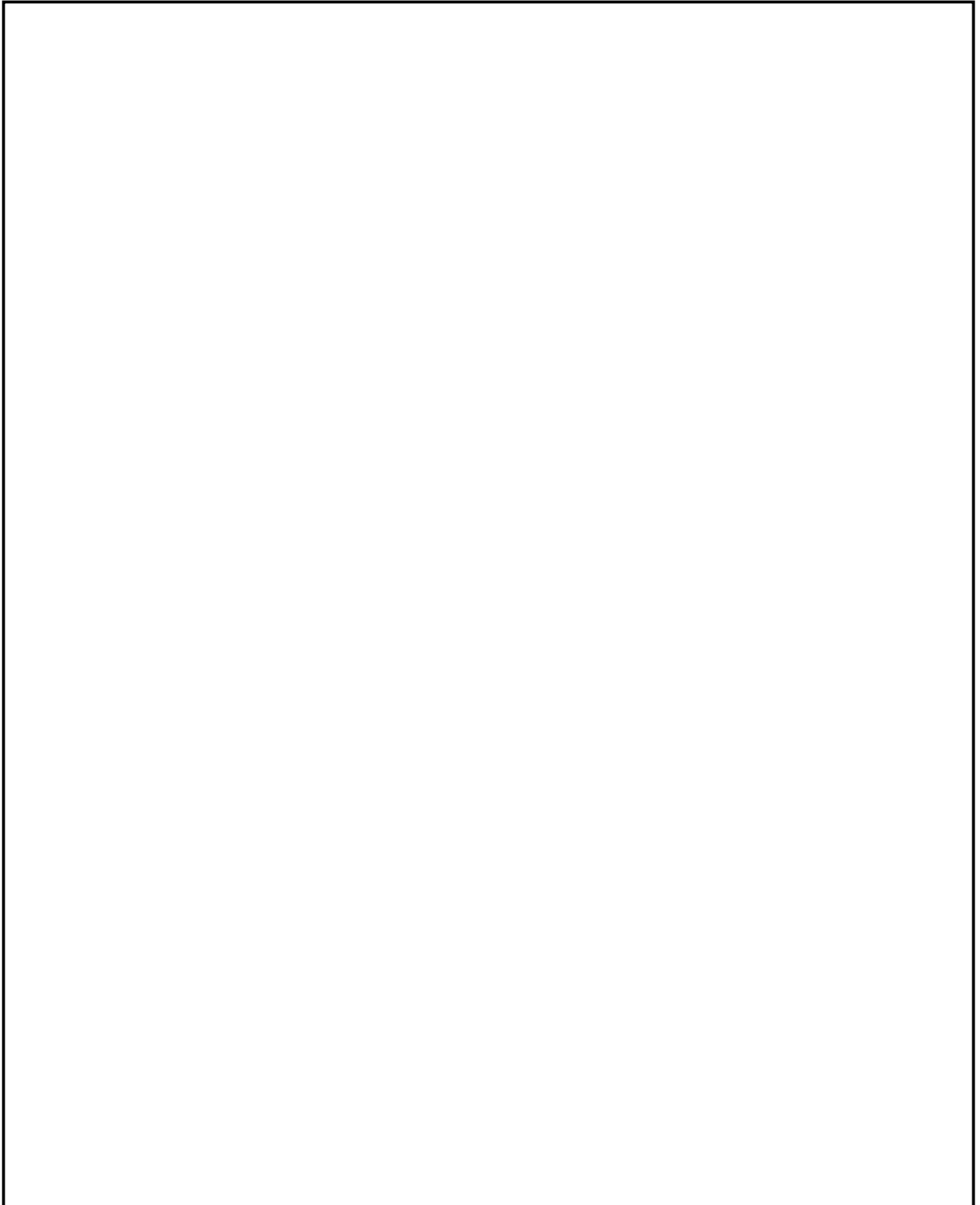
○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

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



第 3-12-1 図 アニュラス (0° ~180°) の火災感知器の設置位置及び煙感知器と開口部

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



3-12-2 図 アニュラス (180° ~360°) の火災感知器の設置位置及び煙感知器と開口部

3-12-3 ケーブルチェイス室の概要

ケーブルチェイス室は、四方を壁に囲まれたエリアであり、安全系ケーブルが存在している。また、天井高さは床面から 20m 以上の場所である。

3-12-4 ケーブルチェイス室の火災感知器設計

ケーブルチェイス室の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

イ. 設置する感知器等

ケーブルチェイス室の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-12-2 表に示す。第 3-12-2 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、ケーブルチェイス室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 種類目はアナログ式の煙感知器を設置する。ただし、最上面のグレーチングにおいては、天井面との間が 8m 未満のためアナログ式の熱感知器を選定する。

ロ. 感知器等の選択理由及び設置方法

ケーブルチェイス室は天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。ただし、最上面のグレーチングにおいては、天井面との間が 8m 未満のためアナログ式の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。

1 種類目のアナログ式でない炎感知器は、エリア内全域の床面及びグレーチング面（最上面は除く）に対して消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。2 種類目のアナログ式の煙感知器は、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するとともに、火災により隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置する設計とする。当該エリア内において、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置し、火災により発生した煙が到達する天井面に設置するとともに、火災により隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。

ハ. 感知器等の設置場所について

ケーブルチェイス室の天井高さは 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4

項に規定される高さ以上であるが、エリア内の天井面へのアナログ式の煙感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、天井面に設置する設計とする。また、アナログ式の煙感知器の設置にあたっては、取付面の高さ以外は消防法施行規則第 23 条第 4 項七に準じ、梁等の配置を考慮し、75m²につき 1 個以上設置する設計とする。

ケーブルチェイス室の概略図を第 3-12-3 図に、ケーブルチェイス室の火災感知器配置図第 3-12-4 図に示す。

ニ. 設計基準を満足できる理由

ケーブルチェイス室の火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等のケーブルが設置されており、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

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

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

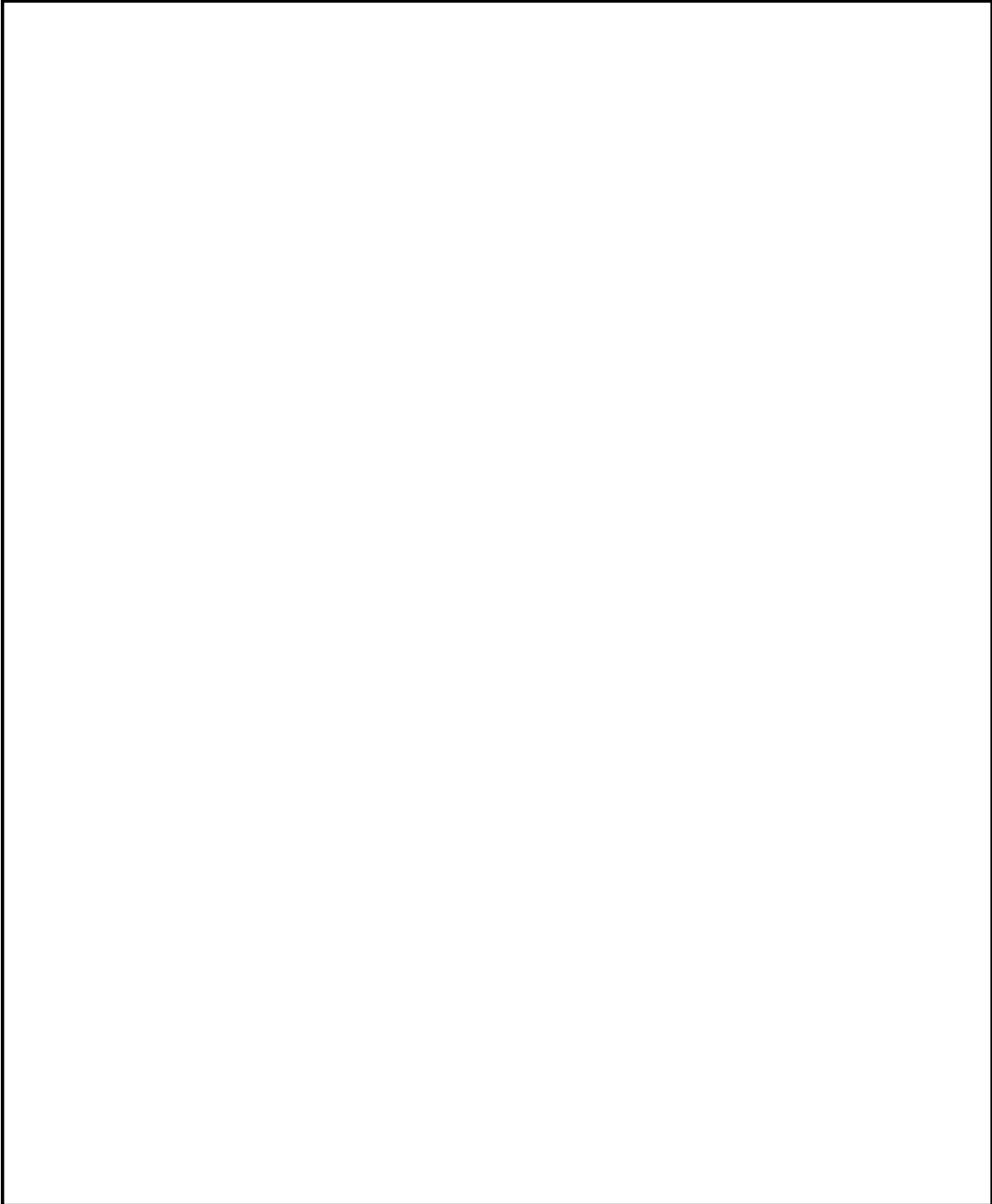
なお、最上のグレーチング面よりも上部に設置されているアナログ式でない炎感知器及び最上のグレーチング面よりも下に設置されているアナログ式の熱感知器は自主設置とする。

第 3-12-2 表 ケーブルチェイス室における感知器の選定

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

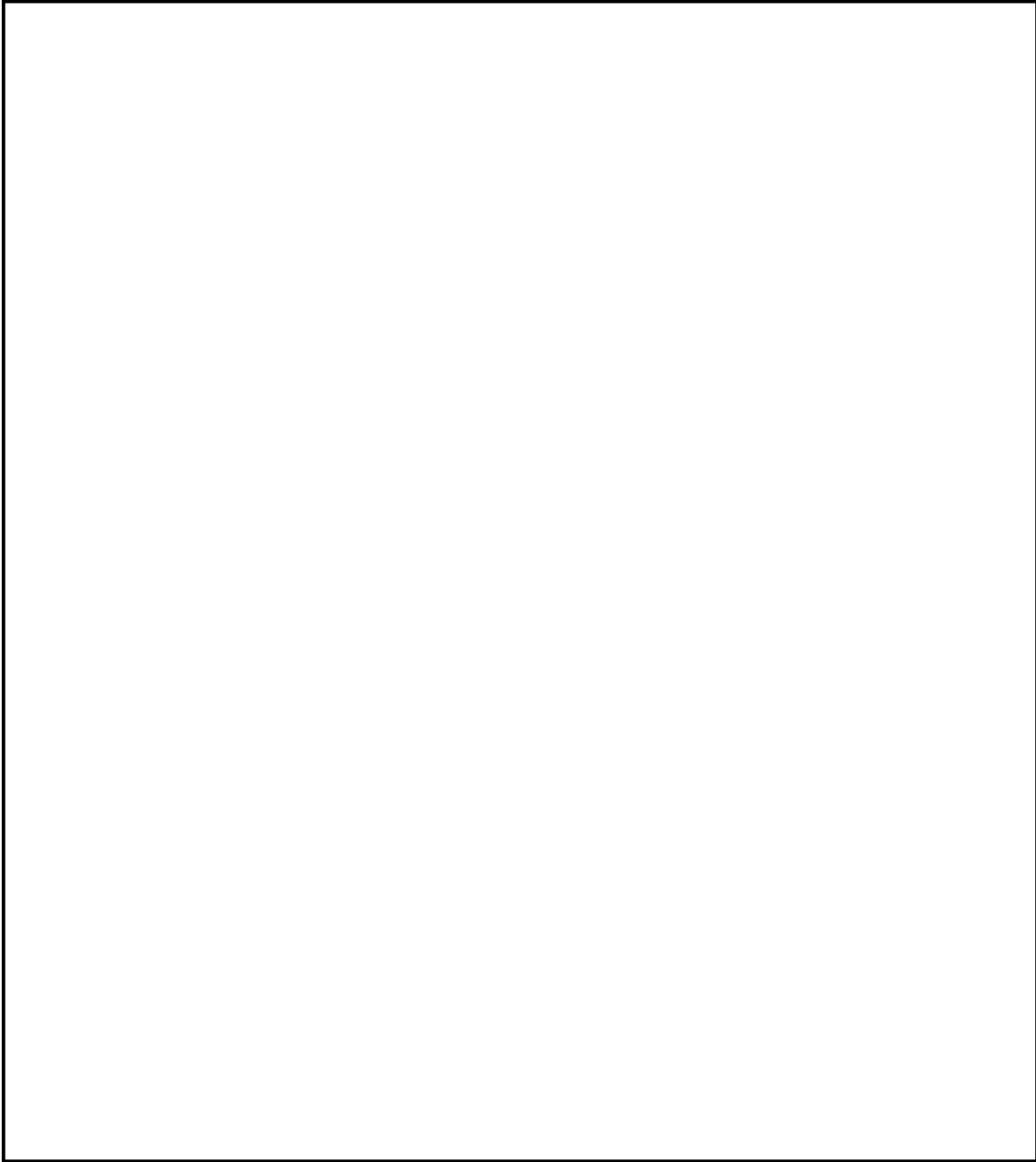
○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※・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より優先使用



第 3-12-3 図 ケーブルチェイス室の概略図

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 3-12-4 図 ケーブルチェイス室の火災感知器配置図

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-13 海水管トレンチ及び海水ストレーナ室並びに燃料配管トレンチの火災感知器設計について

本資料は、海水管トレンチ及び海水ストレーナ室並びに燃料配管トレンチに設置する火災感知器の設計について説明する。

感知器等の設計にあたって、海水管トレンチ及び海水ストレーナ室並びに燃料配管トレンチ内の環境条件を考慮し、エリア毎に設計する。

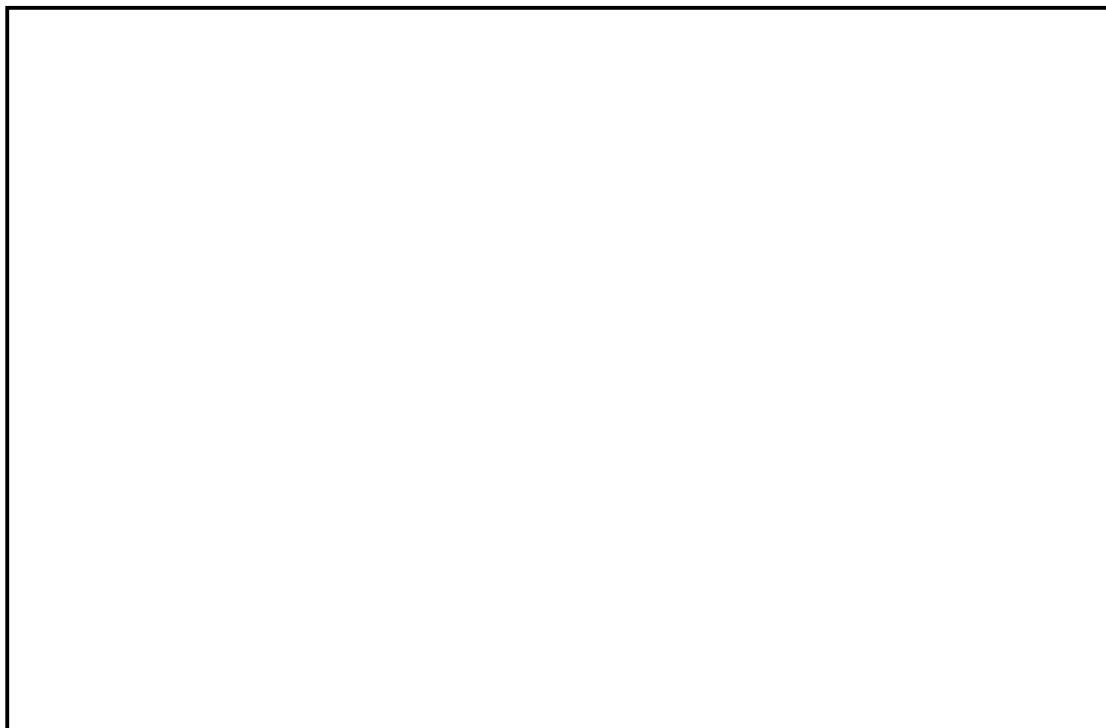
3-13-1 海水管トレンチ及び海水ストレーナ室の概要

海水管トレンチは、トレンチ内又はトンネル内に海水管又はケーブルが敷設されている高浜1号機又は高浜2号機のエリアであり、消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではないエリアである。また、高浜2号機の海水管トレンチの一部は、天井高さが20m以上の立坑となっている。

海水ストレーナ室は室内に海水ストレーナが設置されている高浜2号機のエリアであり、消防法施行規則第23条第4項の適用対象となるエリアである。

今回、火災感知器の設計にあたり、海水管トレンチは異なる2種類の火災感知器を屋内に準じて3-13-2項のとおり設計し、海水ストレーナ室は考慮すべき環境条件等がないことから消防法施行規則第23条第4項に基づき異なる2種類の火災感知器を3-13-3項の通り設計する。

海水管トレンチ及び海水ストレーナ室の構内配置図を第3-13-1図に示す。



第3-13-1図 海水管トレンチ及び海水ストレーナ室の構内配置図

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。

3-13-2 海水管トレンチの火災感知器設計

海水管トレンチにおける、それぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

海水管トレンチ（立坑部を除く）は、考慮すべき環境条件がないことから、アナログ式の煙感知器を選択する設計とする。また、海水管トレンチ内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式の防水型の熱感知器を選択する設計とする。

海水管トレンチの立坑部は、消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ (20m) 以上であることから、1 種類目として、海水管トンネル内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式でない防水型の炎検出装置を選択し、2 種類目としてアナログ式の煙感知器を選択する設計とする。

アナログ式の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とし、アナログ式の防水型の熱感知器は、作動温度を周囲温度より高い温度で動作するものを選定することで、誤作動を防止する設計とする。また、アナログ式でない防水型の炎検出装置は、外光が当たらず高温物体が近傍にない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

海水管トレンチ（立坑部を除く）は、選択したアナログ式の煙感知器及びアナログ式の防水型の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて必要となる設置個数を満足するよう設置する設計とする。

海水管トレンチ（立坑部）は、選択したアナログ式の防水型の炎検出装置を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて床面を網羅的に監視できるよう設置し、選択したアナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて有効に火災を感知できるよう設置する設計とする。

海水管トレンチの火災感知器設置概要図を第 3-13-2 図、第 3-13-3 図及び第 3-13-4 図に示す。

3-13-3 海水ストレーナ室の火災感知器設計

海水ストレーナ室における、それぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

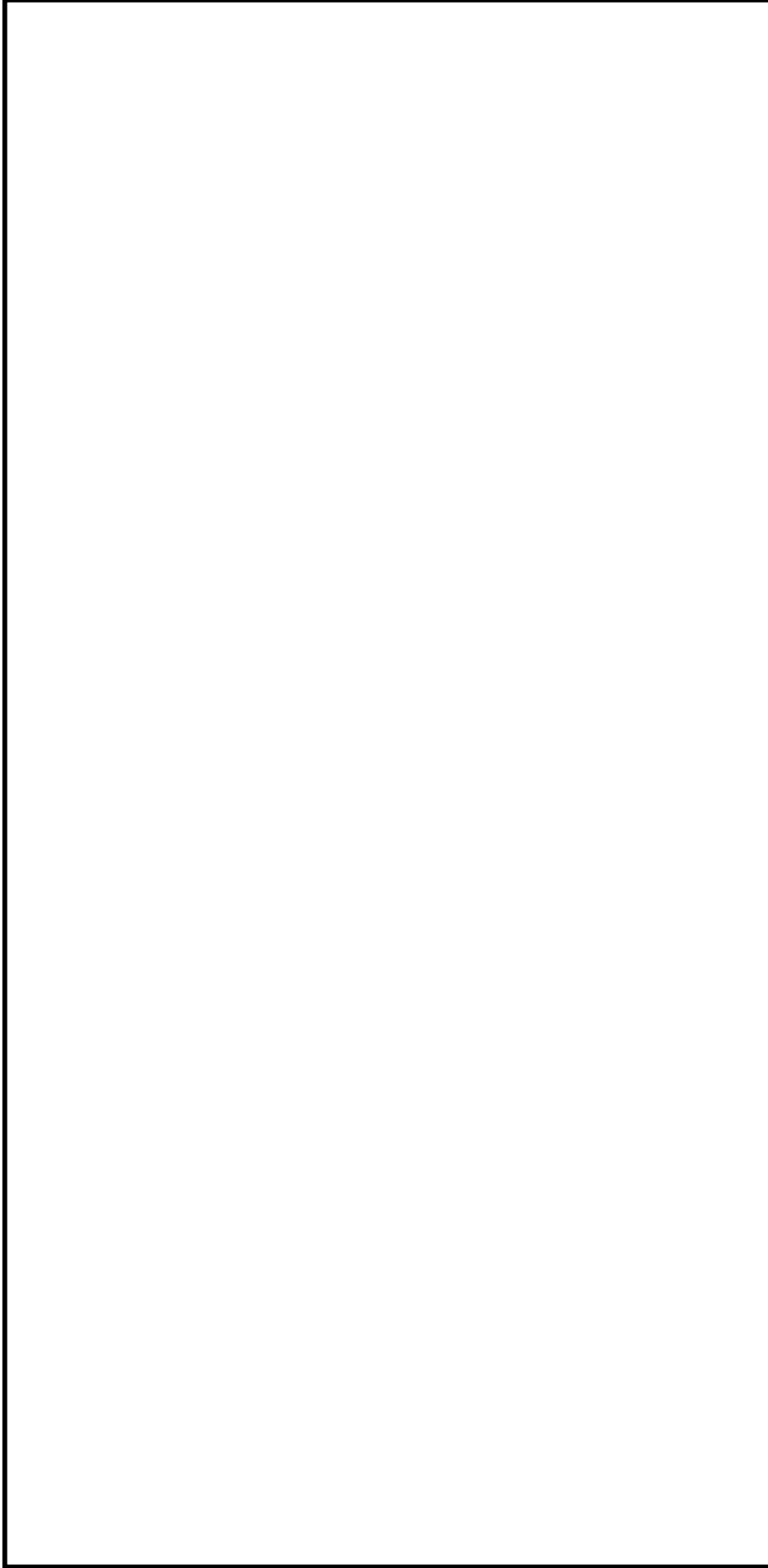
海水ストレーナ室は、考慮すべき環境条件がないことから、アナログ式の煙感知器を選択する設計とする。また、海水ストレーナ室内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式の防水型の熱感知器を選択する設計とする。

アナログ式の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とし、アナログ式の防水型の熱感知器は、作動温度を周囲温度より高い温度で動作するものを選定することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

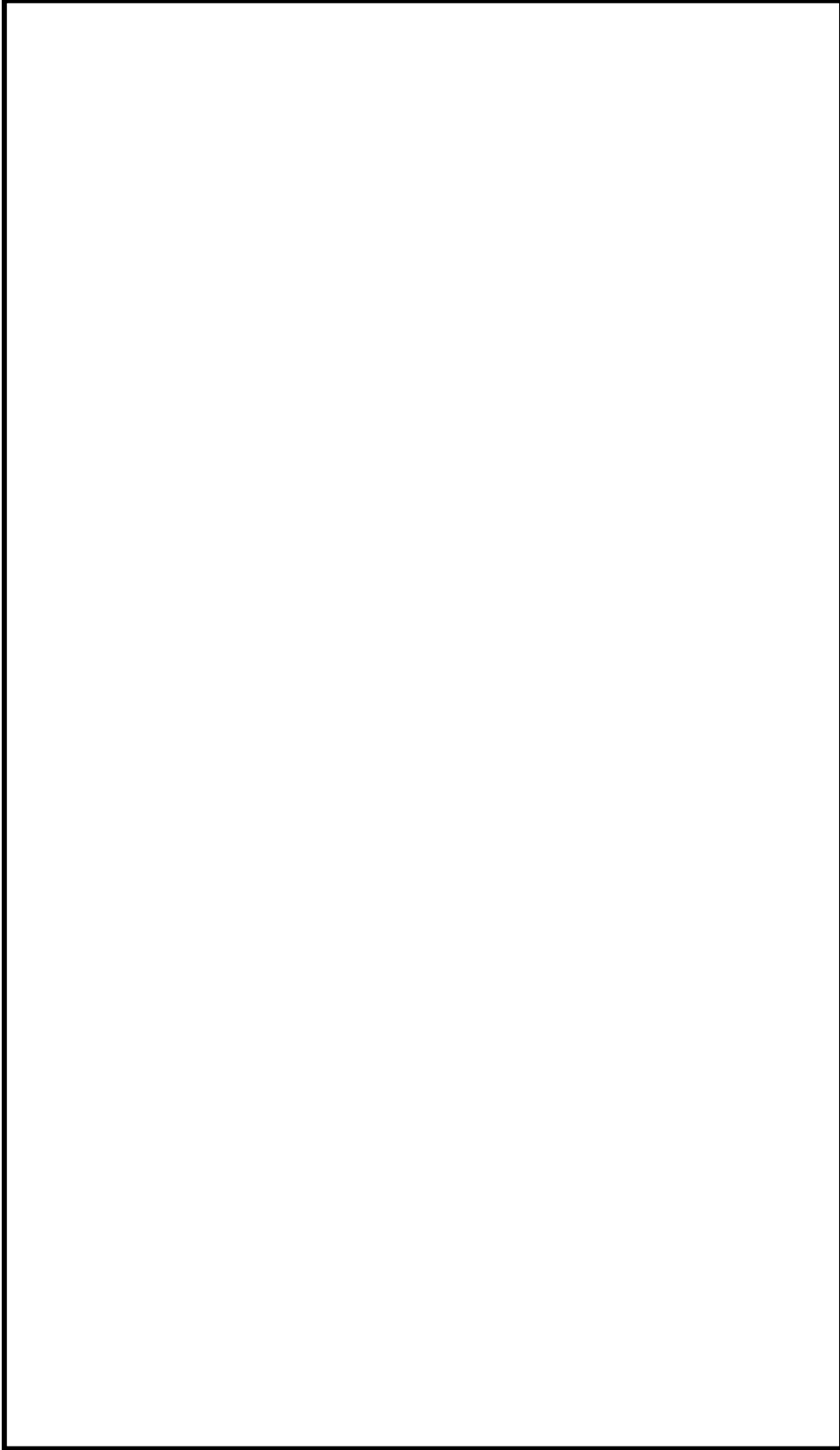
海水ストレーナ室は、選択したアナログ式の煙感知器及びアナログ式の防水型の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。

海水ストレーナ室の火災感知器設置概要図を第 3-13-4 図に示す。



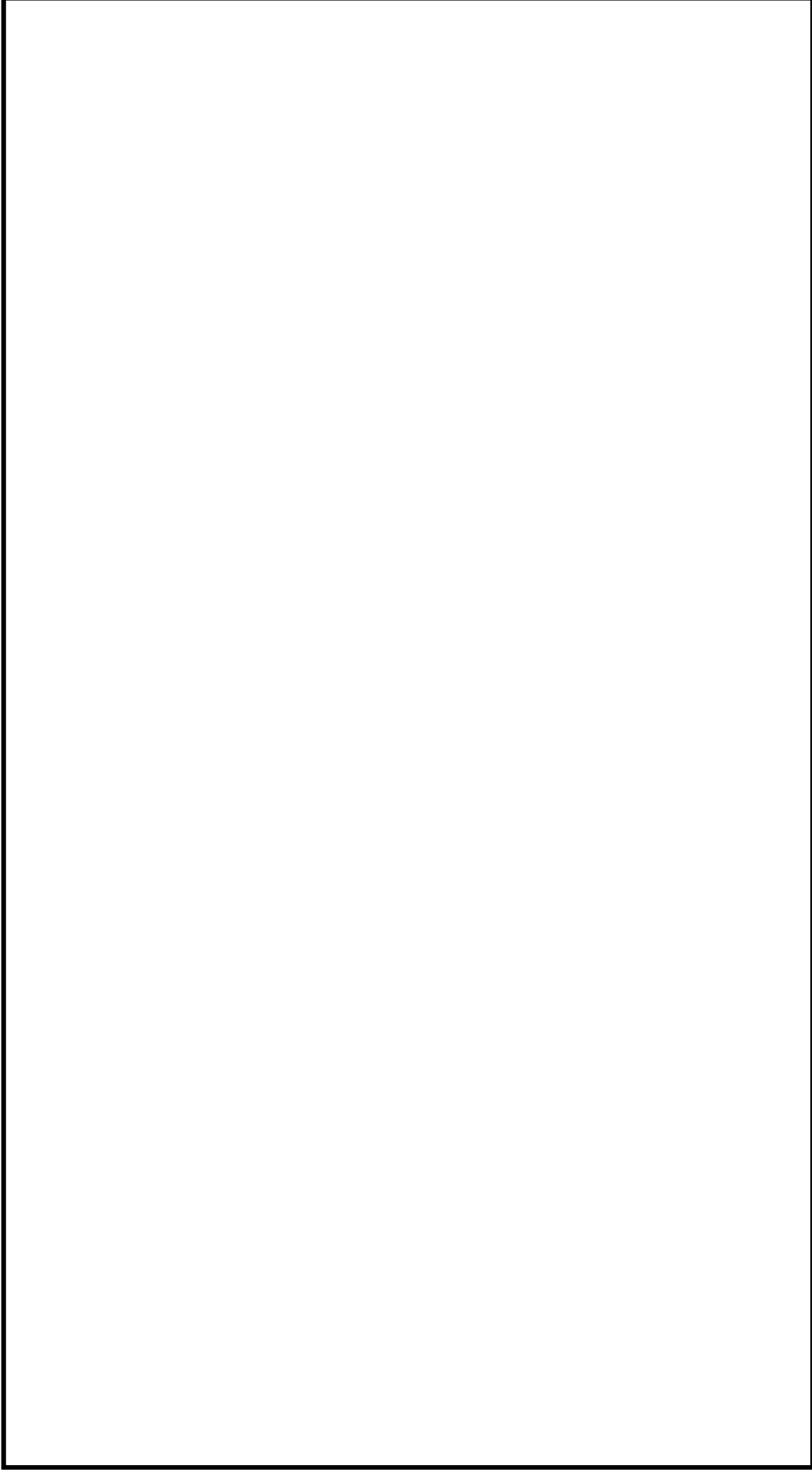
第3-13-2図 高浜1号機 海水管トレンチの火災感知器設置概要図 (1/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



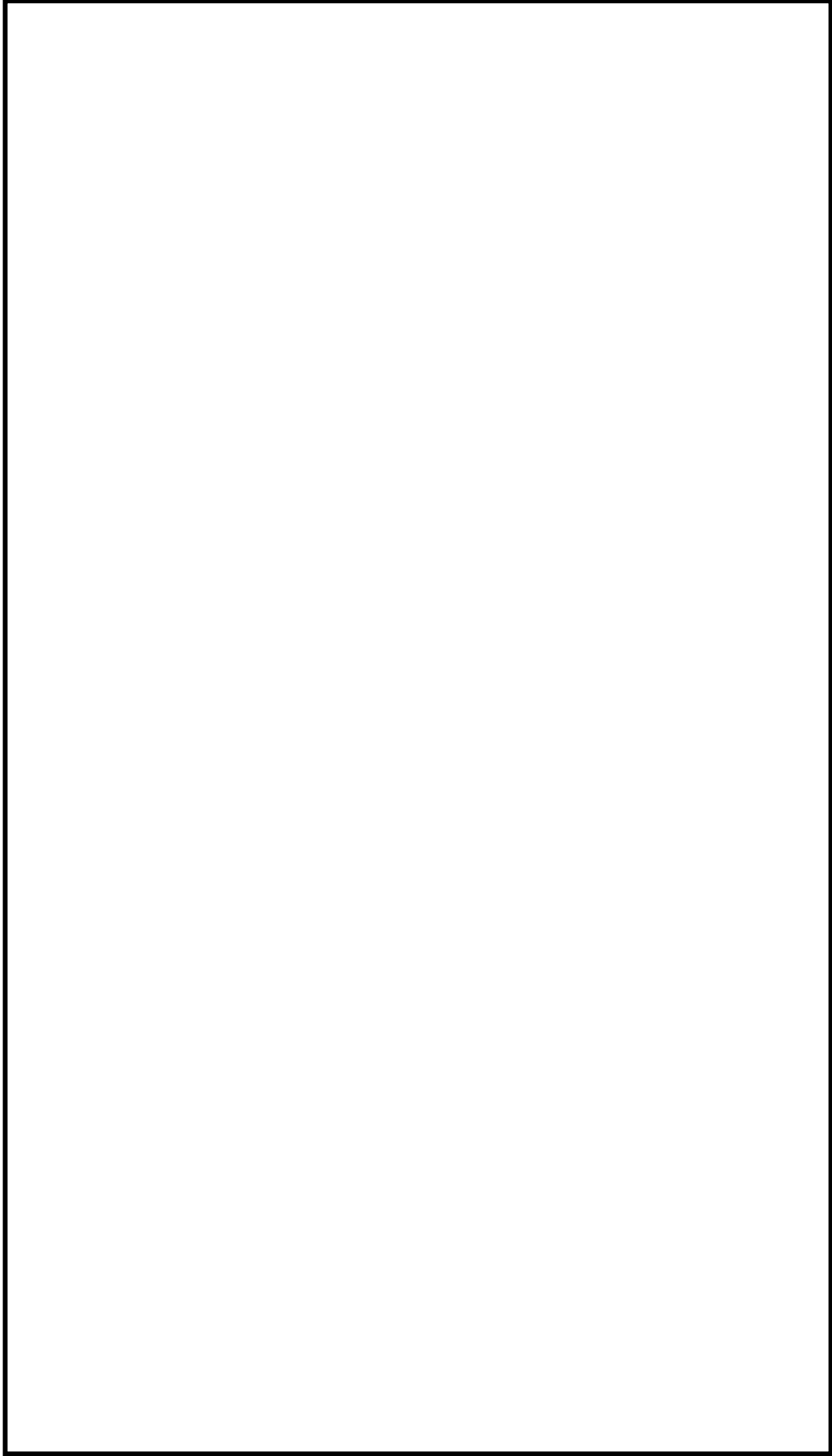
第3-13-2図 高浜1号機 海水管トレンチの火災感知器設置概要図 (2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第3-13-3 図 高浜2号機 海水管トレンチの火災感知器設置概要図 (2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-13-4 図 高浜 2 号機 海水管トレンチ及び海水ストレーナ室の火災感知器設置概要図

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。

3-13-4 燃料配管トレンチの概要

燃料配管トレンチは、トレンチ内又はトンネル内に空冷式非常用発電装置の燃料配管が敷設されている高浜1号機又は高浜2号機のエリアであり、消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではないエリアである。また、燃料配管トレンチの一部は、天井高さが8m以上20m未満の立坑となっている。

今回、火災感知器の設計にあたり、燃料配管トレンチは異なる2種類の火災感知器を屋内に準じて3-13-5項のとおり設計する。

燃料配管トレンチの構内配置図を第3-13-5図に示す。



第3-13-5図 燃料配管トレンチの構内配置図

3-13-2 燃料配管トレンチの火災感知器設計

燃料配管トレンチにおける、それぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

燃料配管トレンチ（立坑部を除く）は、考慮すべき環境条件がないことから、アナログ式の煙感知器を選択する設計とする。また、燃料配管トレンチ内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式の防水型の熱感知器を選択する設計とする。

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。

燃料配管トレンチの立坑部は、消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ (8m) 以上であることから、1 種類目としてアナログ式の煙感知器を選択し、2 種類目として、燃料配管トレンチ内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式でない防水型の炎検出装置を選択する設計とする。

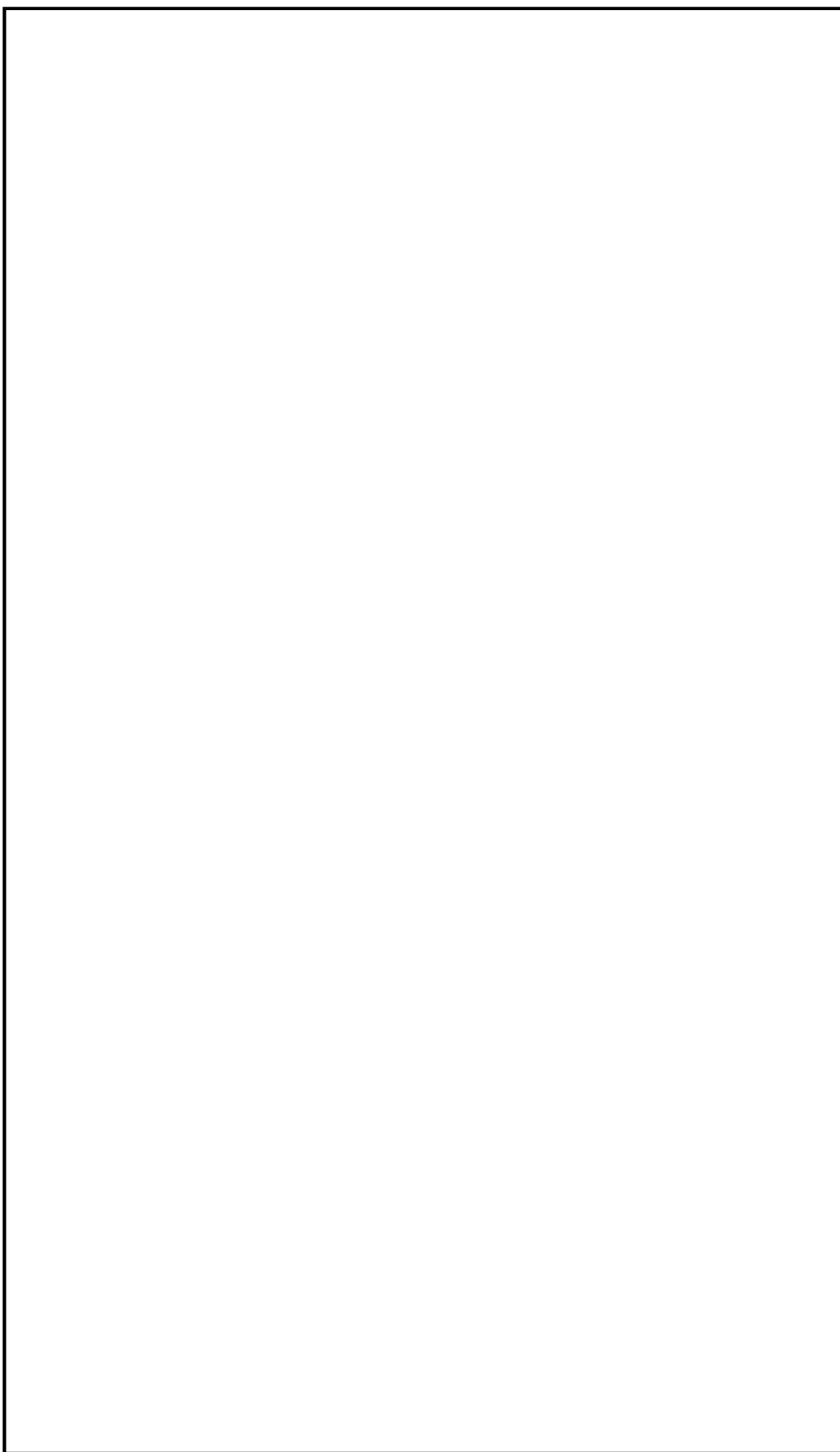
アナログ式の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とし、アナログ式でない防水型の炎検出装置は、外光が当たらず高温物体が近傍にない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

燃料配管トレンチ (立坑部を除く) は、選択したアナログ式の煙感知器及びアナログ式の防水型の熱感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて必要となる設置個数を満足するよう設置する設計とする。

燃料配管トレンチ (立坑部) は、選択したアナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて有効に火災を感知できるよう設置し、選択したアナログ式の防水型の炎検出装置を火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第 12 条から第 18 条までに定める感知性能と同等以上の方法として床面を網羅的に監視できるよう設置する設計とする。

燃料配管トレンチの火災感知器設置概要図を第 3-13-6 図に示す。



第 3-13-6 図 燃料配管トレンチの火災感知器設置概要図

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。

3-14 タンクエリア及び復水タンクエリアの火災感知器設計について

本資料は、タンクエリア及び復水タンクエリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 1 号機及び高浜 2 号機のタンクエリア及び復水タンクエリアは 1 つの火災区域として設定している。

3-14-1 タンクエリア及び復水タンクエリアの概要

タンクエリアは、火災防護上重要な機器である燃料取替用水タンクが設置される屋外エリアである。

復水タンクエリアは、火災防護上重要な機器である復水タンクが設置される屋外エリアである。

なお、タンクエリア及び復水タンクエリアは屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。

3-14-2 タンクエリア及び復水タンクエリアの火災感知器設計

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

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

(1) 火災感知器の設計

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-14-1 表に示す。第 3-14-1 表のとおり、タンクエリア及び復水タンクエリアにおいては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎検出装置、アナログ式の防水型の熱感知器、アナログ式でない防水型の熱感知器又は熱サーモカメラから異なる 2 種類を使用することが可能であることから、1 種類目は、アナログ式でない防水型の炎検出装置とし、2 種類目は、アナログ式の防水型の熱感知器を使用する。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置は、発火源となり得る設備に対して設置し、2 種類目のアナログ式の防水型の熱感知器は、火災の発生が想定される発火源である電動弁の近傍に設置する設計とする。

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

タンクエリアの火災感知器設置概要図を第 3-14-1 図、火災感知器配置図を第 3-14-2 図に示す。復水タンクエリアの火災感知器設置概要図を第 3-14-3 図、火災感知器配置図を第 3-14-4 図に示す。

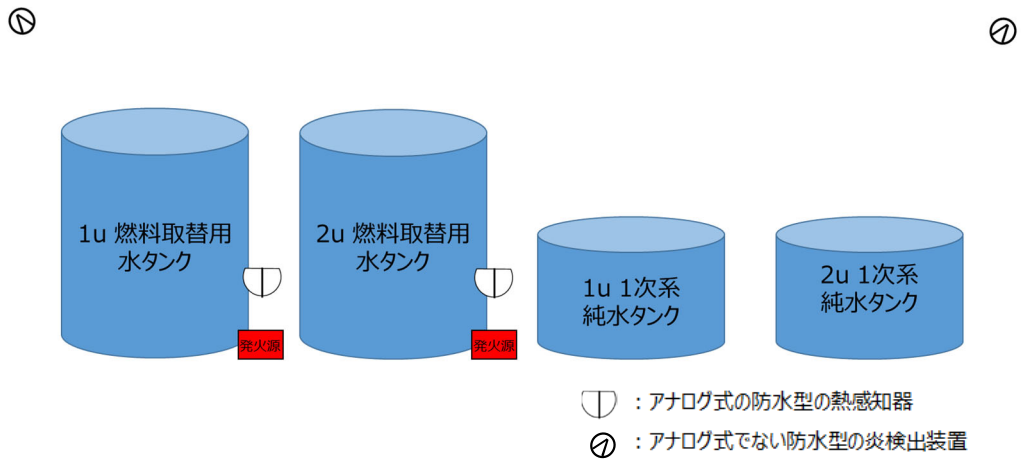
なお、アナログ式でない防水型の炎検出装置の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1-3 を参照）

第3-14-1表 タンクエリア及び復水タンクエリアにおける感知器の選定

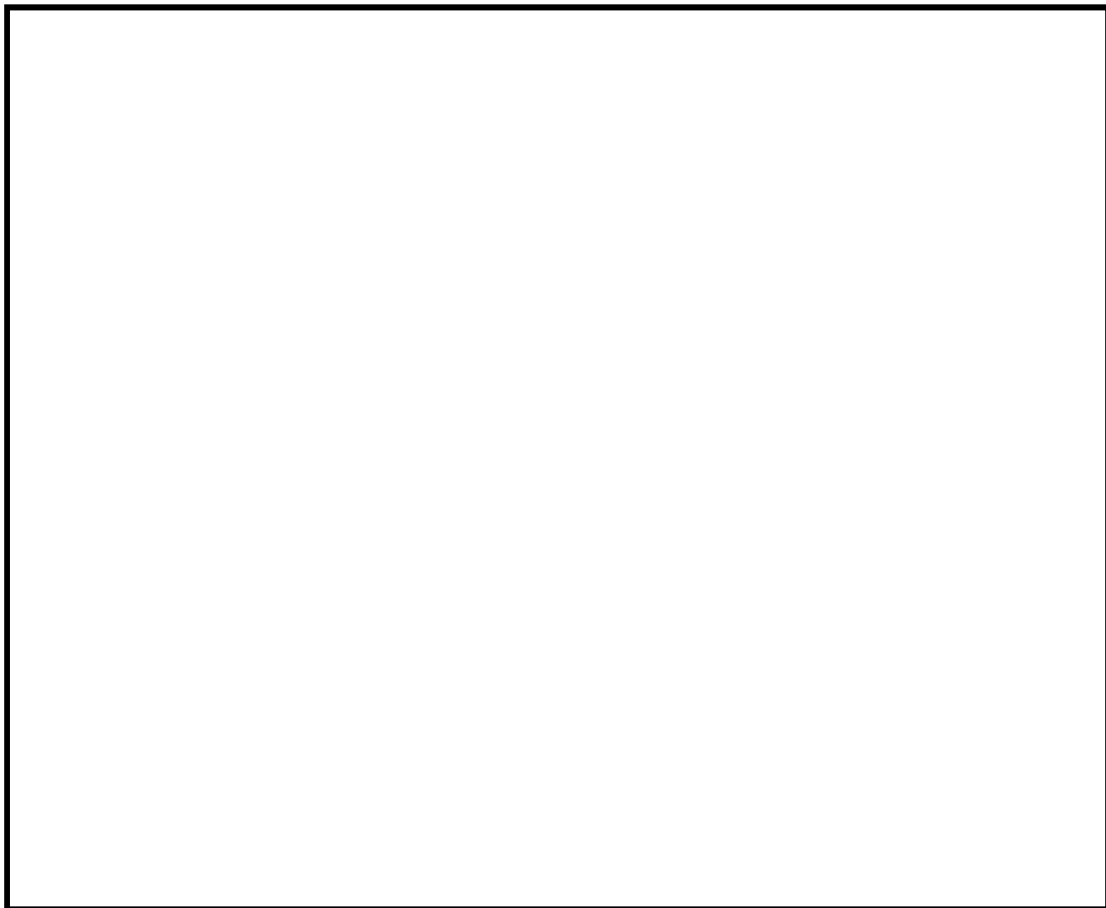
感知方式	熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電離型煙感知器 (非蓄積型)		空気吸引式の煙検出装置
火災感知器種類	取付線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	現場条件の考慮	△	△	△	△	○	○	×	○	○
設置条件性 (従法標準仕様取入の適合性含む)	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	線路性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置項目	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価	現場施工性 (線路性の確保に必要は施工の成立性)	○	○	△	△	△	△	×	×	△
	各感知方式で使用する火災感知器	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	×	×	△ (施工可能な場合に限る)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

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

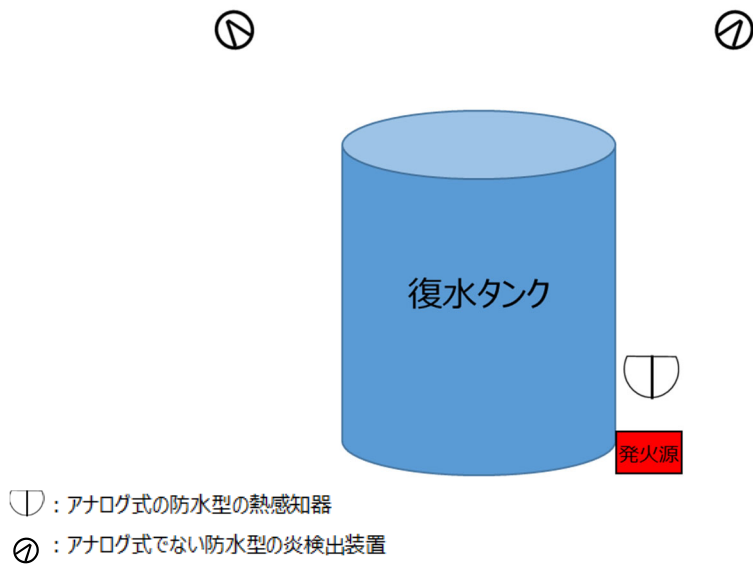


第 3-14-1 図 タンクエリアの火災感知器設置概要図

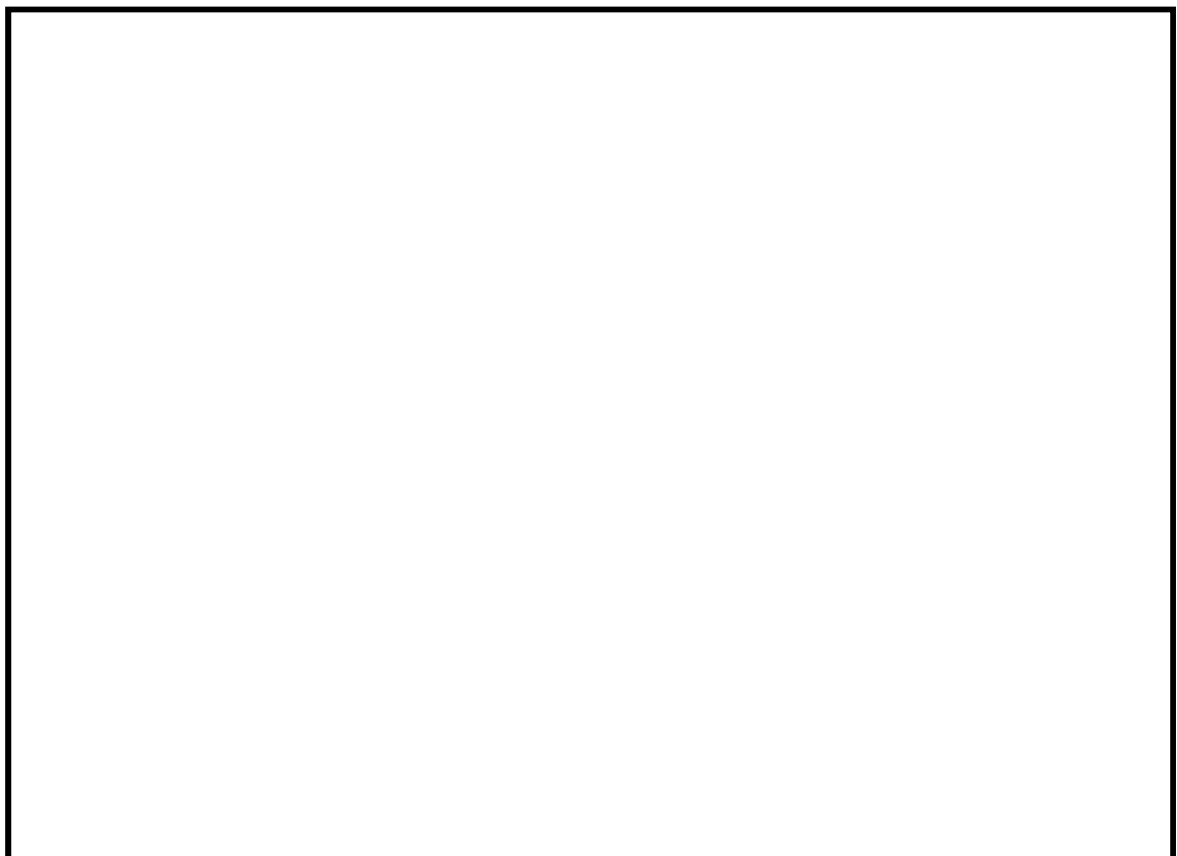


第 3-14-2 図 タンクエリアの火災感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-14-3 図 復水タンクエリアの火災感知器設置概要図



第 3-14-4 図 復水タンクエリアの火災感知器配置図

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 火災受信機盤に係るもの

4-1 火災受信機盤の機能について

火災感知設備のうち火災受信機盤は、中央制御室において常時監視できる設計としており、火災が発生していない平常時には、火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことを火災受信機盤で確認する設計としている。火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことは、各火災感知器のアナログ情報や警報情報等（以下、「アナログ情報等」という。）の中央制御室内の各火災受信機盤での受信等により確認している。本項では、中央制御室内の各火災受信機盤で適切に監視する設計について説明する。

4-1-1 中央制御室内の各火災受信機盤で適切に監視できる設計について

原子炉格納容器、原子炉補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋（以下、「本館建屋」という。）における火災感知器のアナログ情報等の監視は、感知器増設に伴う火災受信機盤（自火報盤）のアドレス数増加に対応するため、A中央制御室に設置されている火災受信機盤（自火報盤）を更新し、A中央制御室内で本館建屋のアナログ情報等を監視する設計とする。

緊急時対策所、固体廃棄物貯蔵庫等の本館建屋以外の附属建屋（以下、「附属建屋」という。）における火災感知器のアナログ情報等は、A中央制御室に設置されている火災受信機盤（総合操作盤）（1・2・3・4号機共用）により、消火責任のあるA中央制御室で監視する設計とする。各附属建屋は、それぞれの附属建屋内に設置している火災受信機盤（自火報盤）で当該区画の火災感知器のアナログ情報等を受信しており、その情報を火災受信機盤（総合操作盤）（1・2・3・4号機共用）へ伝送することで、A中央制御室で監視する設計とする。

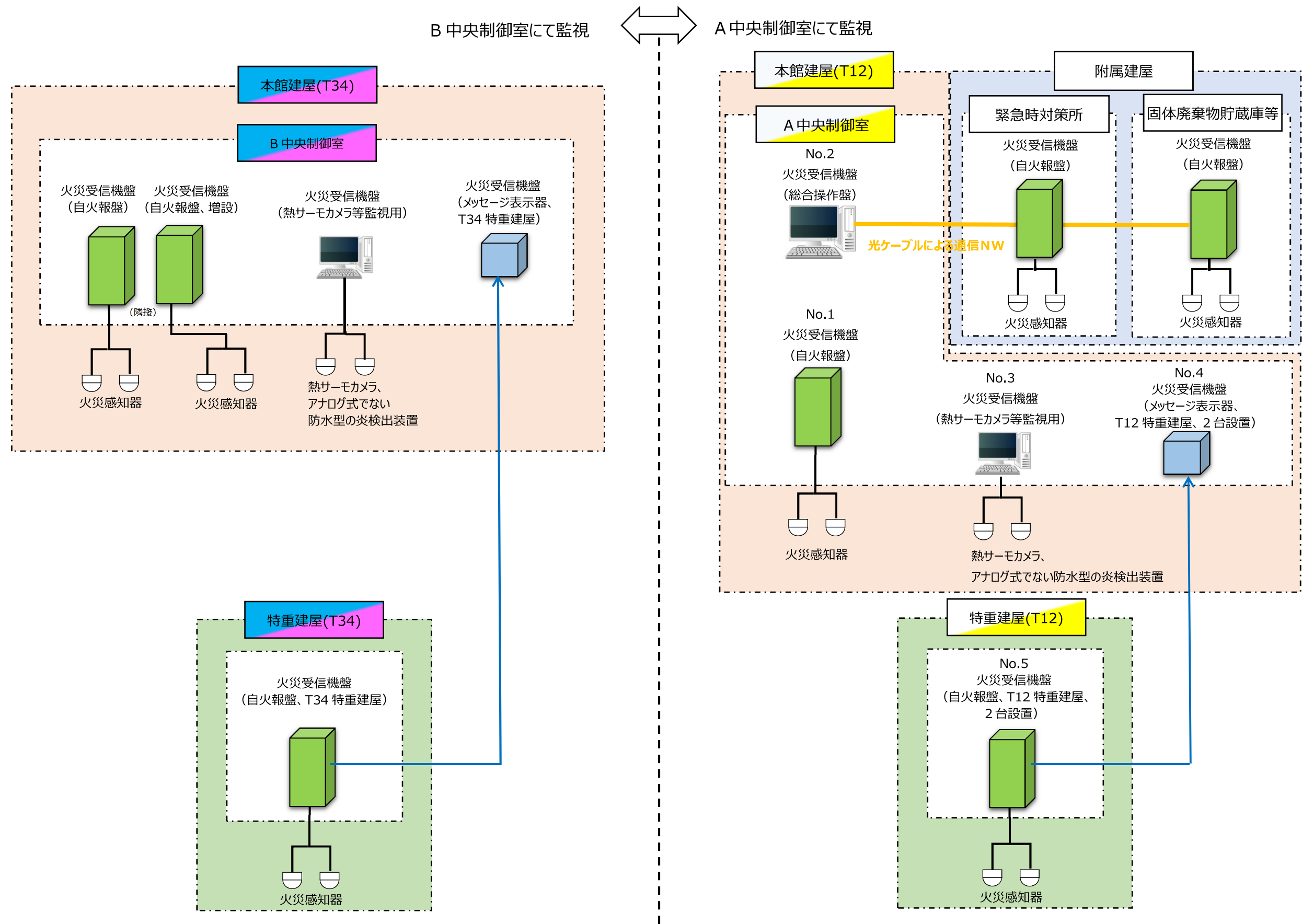
特重建屋における火災感知器のアナログ情報等は、A中央制御室に設置されている火災受信機盤（メッセージ表示器）（1・2号機共用）2台によりA中央制御室で監視する設計とする。

熱サーモカメラ及びアナログ式でない防水型の炎検出装置の監視については、既設の専用の火災受信機盤（熱サーモカメラ等監視用）により、A中央制御室で監視する設計とする。

中央制御室内の各火災受信機盤の用途について第4-1-1表に整理する。また、各火災受信機盤の概略系統図を第4-1-1図に示す。

第 4-1-1 表 A 中央制御室内の各火災受信機盤の整理表

No.	名称	既設／新設（理由）と 監視範囲監視範囲	備考
1	火災受信機盤 （自火報盤） （1・2・3・4 号機共用）	（1）更新（理由：火災防護審査基準の改正に伴う、火災感知器増設によるアドレス数増加への対応ために取替） （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、本設工認申請の資料4別添1-2-2第2-1表「火災受信機盤②」に記載
2	火災受信機盤 （総合操作盤） （1・2・3・4 号機共用）	（1）新設（理由：火災防護審査基準の改正に伴い、火災感知器の監視場所が中央制御室に限定されたため、附属建屋の火災感知器のアナログ情報等を監視するために設置） （2）監視範囲：附属建屋	・構造計画は、本設工認申請の資料4別添1-2-2第2-1表「火災受信機盤①」に記載
3	火災受信機盤 （熱サーモカメラ 等監視用）（1・ 2号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：屋外の熱サーモカメラ、アナログ式でない防水型の炎検出装置	・既設であり、構造計画は、既工認の耐震計算書に記載
4	火災受信機盤 （メッセージ表示 器、T12 特重建屋） （1・2号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重）の耐震計算書に記載



第 4-1-1 図 各中央制御室における火災受信機盤の概略系統図

4-1-2 所内常設直流電源設備（第3系統目）を設置する火災区域又は火災区画における火災受信機盤の設計について

重大事故等対処設備である所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画のうち、本館建屋の火災区域又は火災区画は、前項のとおり、A中央制御室に設置する火災受信機盤（自火報盤）によりアナログ情報等を監視する設計としている。

また、所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画のうち、特重建屋の火災区域又は火災区画は、に設置される火災受信機盤によりアナログ情報等を監視する設計としており、本申請においてその設計に変更はない。なお、所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する特重建屋の火災区域又は火災区画における火災感知器の動作状況はA中央制御室においても確認することが可能な設計としている。

所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画を監視する各火災受信機盤について第4-1-2表に整理する。

第4-1-2表 所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画を監視する各火災受信機盤

No.	名称	既設／新設（理由）と 監視範囲監視範囲	備考
1	火災受信機盤 （自火報盤） （1・2・3・4号機共用）	（1）更新（理由：火災防護審査基準の改正に伴う、 火災感知器増設によるアドレス数増加への対応た めに取替） （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、本設工認申請の資料4別添1-2-2第2-1表「火災受信機盤②」に記載
4	火災受信機盤 （メッセージ表示器、T12特 重建屋）（1・2号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重）の耐震計算書に記載
5	火災受信機盤 （自火報盤、T12特重建屋） （1・2号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重）の耐震計算書に記載

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)

火災受信機盤の受電元となる非常用電源の容量について

各火災受信機盤は、非常用電源から受電できる設計としていることから、電源容量の観点から受電が可能か確認するため、第 4-1-3 表に各非常用電源の電源容量、DB/SA 事象への対応に必要な負荷容量及び空き容量、第 4-1-4 表に火災受信機盤の定格負荷を整理した。

表 4-1-3 表 各非常用電源の容量

	高浜 1 号機			高浜 2 号機		
	ディーゼル 発電機	(SA) 代替電源		ディーゼル 発電機	(SA) 代替電源	
		空冷式非常 用発電装置	電源車		空冷式非常 用発電装置	電源車
電源容量 (kW)	3,900	2,920	488	3,900	2,920	488
負荷容量 (kW)	3,824	1,445	347	3,792	1,668	412
空き容量 (裕度) (kW)	76	1475	141	108	1252	76

第 4-1-4 表 火災受信機盤の定格容量 (高浜 1 号機、高浜 2 号機)

	定格容量 (kVA)
No.1 火災受信機盤 (自火報盤)	0.33
No.2 火災受信機盤 (総合監視盤)	1
No.3 火災受信機盤 (熱サーモカメラ等監視用)	2.157
計	3.487

以上より、各非常用電源は、火災受信機盤の負荷容量 (kVA を保守的に kW とみなす。) に対して十分な空き容量を有しているため、火災受信機盤は電源容量の観点でも各非常用電源から受電が可能であると評価できる。