

大飯発電所第3号機（4号機）
火災感知器増設に係る
設計及び工事計画認可申請

補足説明資料
(抜粋)

2021年5月
関西電力株式会社

<目次>

1. 火災感知器の性能に係るもの
 - 1-1 アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式でない炎感知器及びアナログ式でない熱感知器について
 - 1-2 アナログ式でない防爆型の炎感知器について
 - 1-3 熱を感知できる光ファイバケーブルについて
 - 1-4 熱サーモカメラ、アナログ式でない防水型の炎感知器について
 - 1-5 感知器と同等の機能を有する機器の環境性能について

2. 火災感知器の配置に係るもの
 - 2-1 火災区域又は火災区画の火災感知器の設置個数について
 - 2-2 火災区域又は火災区画の火災感知器の配置図について
 - 2-3 火災感知器の配置設計における消防設備士の確認項目について
 - 2-4 火災感知器の配置設計における関西電力と協力会社の責任分担及び消防設備士関与の品質プロセスについて

3. 消防法施行規則の設置条件と異なる感知設計に係るもの
 - 3-1 火災区域・区画の特性に応じた感知設計について
 - 3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について
 - 3-3 海水管トンネルエリアの火災感知器設計について
 - 3-4 燃料油貯蔵タンク及び重油タンクエリアの火災感知器設計について
 - 3-5 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計について
 - 3-6 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について (今回抜粋箇所)
 - 3-7 海水ポンプエリアの火災感知器設計について
 - 3-8 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計について
 - 3-9 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計について
 - 3-10 燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリアの火災感知器設計について

4. 火災受信機盤に係るもの
 - 4-1 火災受信機盤の機能について
 - 4-2 消火設備用感知器の流用について

5. その他
 - 5-1 本設計及び工事計画の申請範囲について
 - 5-2 条文整理表について
 - 5-3 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

5-4 火災感知設備増設における「工事の方法」の該当箇所について

5-5 火災感知設備の耐震性について

参考資料-1 火災感知設備の技術基準規則上の整理について

参考資料-2 感知区画の定義について

参考資料-3 火災区画と管理区域の設定範囲について

3-6 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について

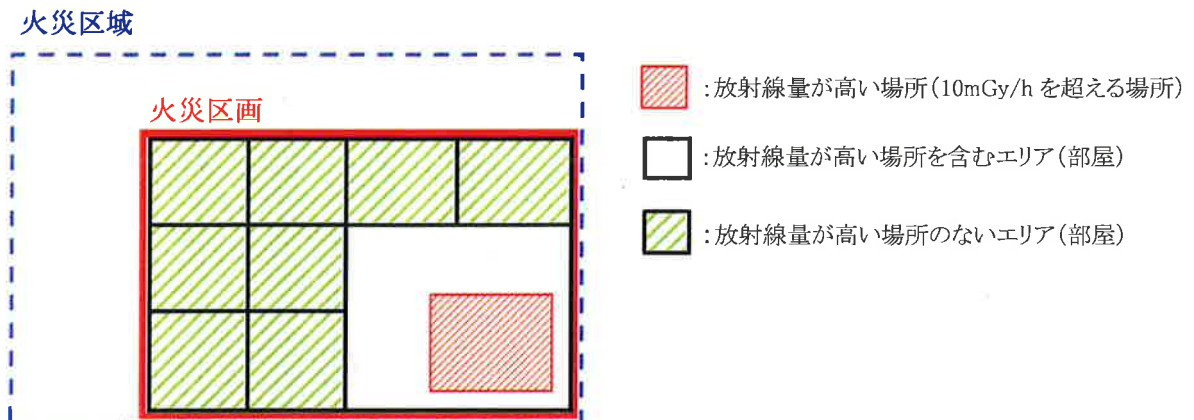
本資料は、今回、火災区画の中で一部の放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線量が高い場所における火災感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた火災感知器の選定、火災感知器設置方法の検討、火災感知器の設置・保守に係る作業員被ばく及び集団線量の低減の観点、並びに各エリアの火災感知器設計の設置許可との整合性及び技術基準規則第 11 条 2 号への適合性を踏まえ、放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の設計について説明するものである。

3-6-1 放射線量が高い場所を含むエリアの概要

保安規定にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分 1～3 の 3 段階で区分しており、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分 3 のエリアを今回の設工認では「放射線量が高い場所を含むエリア」と設定した。

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

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第 3-6-1 図に示す。



第 3-6-1 図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

3-6-2 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の場所及び種類について

(1) アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値について

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

イ. 感知器の故障実績

過去に美浜、高浜、大飯の各発電所で原子炉格納容器内のアナログ式でない熱感知器をアナログ式の熱感知器に交換した際、第3-6-1表のとおり、ループ室内の蒸気発生器付近に設置した感知器が1年程度で故障する事象が相次いで発生した。(感知器の自動試験の際に信号不良発生)

第3-6-1表 アナログ式感知器の過去の故障実績

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

ロ. 当時の原因調査結果

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

第 3-6-2 表 感知器の耐放射線性能試験の概要

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

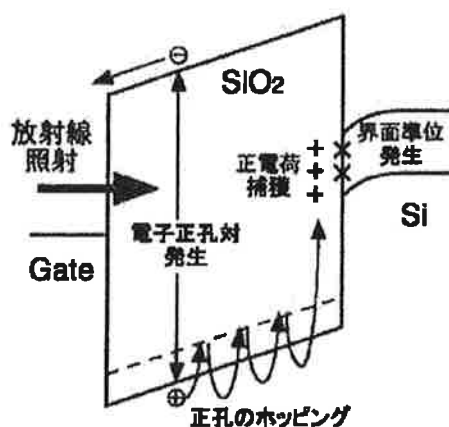
試験で使用した線源である Co60 (γ 線) は、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であることから、エネルギーが比較的高い Co60 (γ 線) を線源として試験を実施していることは妥当である。

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

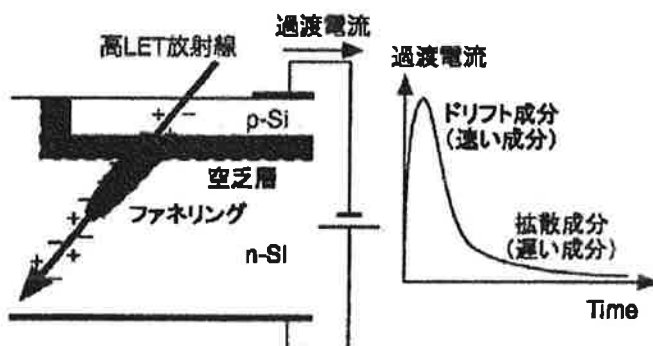
出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」,TR10241, 能美防災 (株) 平成 11 年 2 月

ハ. 文献調査結果

半導体の放射線による故障は、第 3-6-2 図に示すトータルドーズ効果又は第 3-6-3 図に示すシングルイベント効果によるものであるが、原子力発電所の管理区域のように主な放射線の線種が γ 線の環境では、被ばく線量の増加に伴い素子の特性が変化するトータルドーズ効果による影響が支配的といえる。^{※1,2}

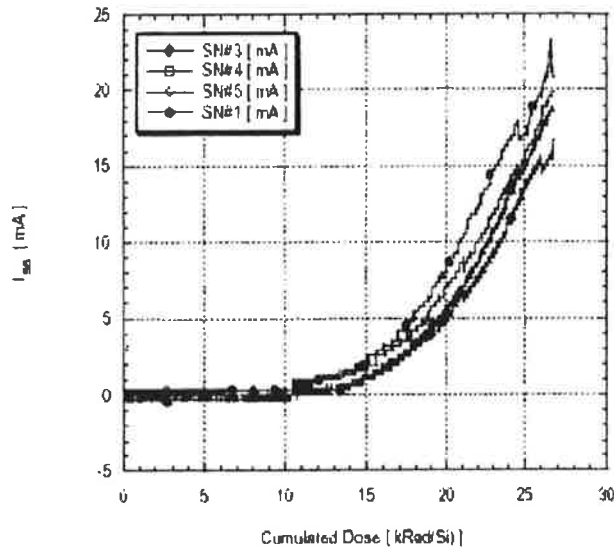


第 3-6-2 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 3-6-3 図 シングルイベント効果による過渡電流発生メカニズム

γ 線照射によるトータルドーズ効果の影響で、半導体デバイスは約 100Gy の吸収線量で劣化が見られるとされている。^{※3} 第 3-6-4 図の X 軸は吸収線量を示し、Y 軸はスタンバイ電流を示しており、約 10krad(=100Gy)から徐々に電流が増加し、性能が劣化していることを確認できる。



第 3-6-4 図 γ 線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

参考文献

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

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

なお、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であり、エネルギー領域が中程度 (0.1 ~ 数 MeV) であることから、実効線量 / 吸収線量 $\div 1$ 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。

(2) 放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

アナログ式の感知器は 10mGy/h を超える場所では 1 サイクルのプラント運転中に故障すると考えられるため、放射線量が高い場所に設置する火災感知器として、設置許可に記載のアナログ式でない火災感知器の中から具体的な火災感知器種類を選定する。火災感知器種類の選定については、火災防護審査基準の要求事項を踏まえて選定する。

イ. 火災防護審査基準の要求事項

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

ロ. 火災防護審査要求事項を踏まえた火災感知器の選定

アナログ式の感知器以外の火災感知器を抽出し、第 3-6-4 表のとおり、火災防護審査基準への適合性、火災感知設備の信頼性を基に各感知方式で使用する火災感知器について評価する。

第 3-6-4 表により放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）に設置する火災感知器の種類は、熱感知方式の「アナログ式でない熱感知器」と煙感知方式の「空気吸引式の煙感知器」とする。なお、設置許可（添付書類八）で原子炉格納容器内ループ室等は「アナログ式でない熱感知器」を設置する方針としているため、「アナログ式でない熱感知器」の使用を優先する。

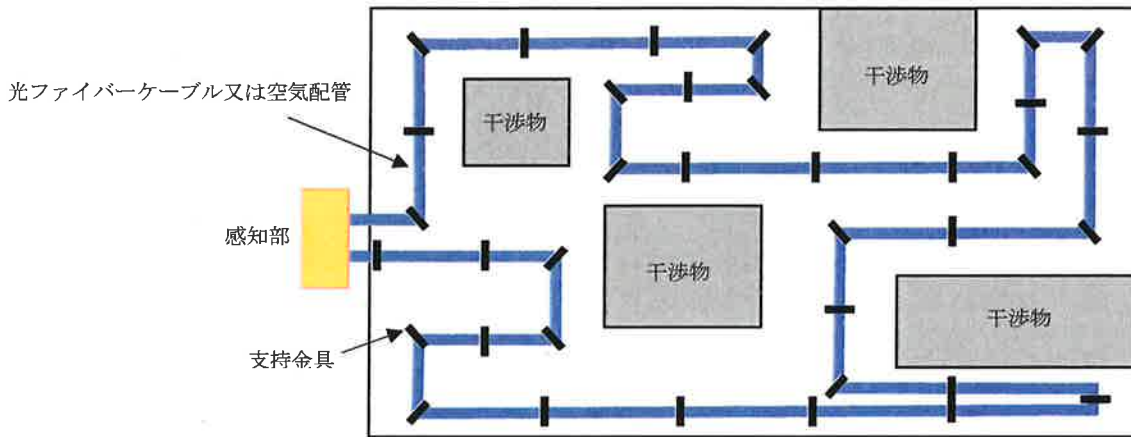
上記に加えて、エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所）に設置する火災感知器の種類は、熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」と煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」とする。

なお、第 3-6-4 表の網羅性の確保ならびに関連項目のうち現場施工性（網羅性の確保に必要な施工の成立性）について、以下のとおり補足説明する。

以下の 5 つの火災感知器について、干渉物が多い場所における感知性能（技術基準で要求されている網羅性）の確保に必要な配置設計及び施工の成立性を検討した。

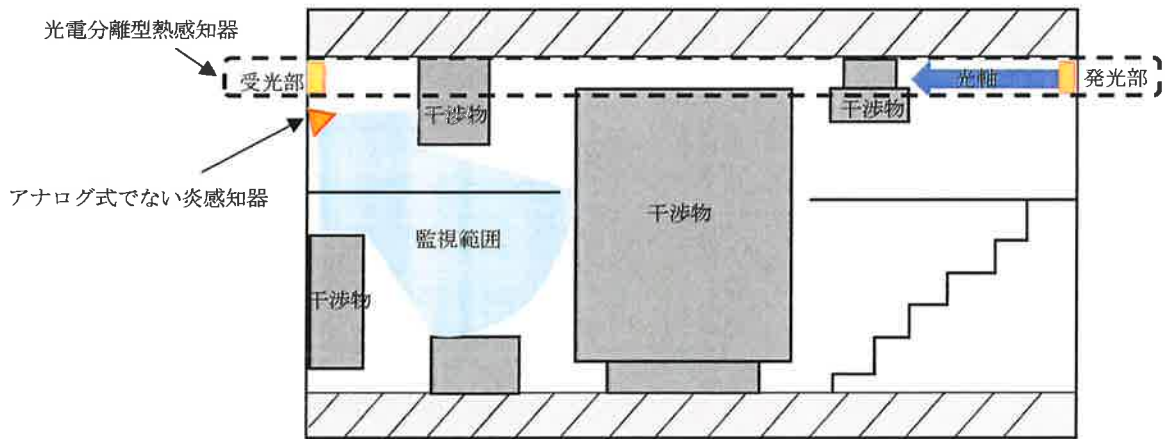
1. 光ファイバーケーブル
2. 差動分布型熱感知器（熱電対式、空気管式）
3. 空気吸引式の煙感知器
4. 光電分離型煙感知器（非蓄積型）
5. アナログ式でない炎感知器

検討の結果、第 3-6-5 図の火災感知器配置イメージ、第 3-6-6 図及び第 3-6-7 図の現場写真に示すように、1～3 の火災感知器は網羅性を確保するための現場施工が困難であり、4、5 の火災感知器は配置設計が困難と判断し、個別エリアの状況を以下に示す。



天井面から見た平面図

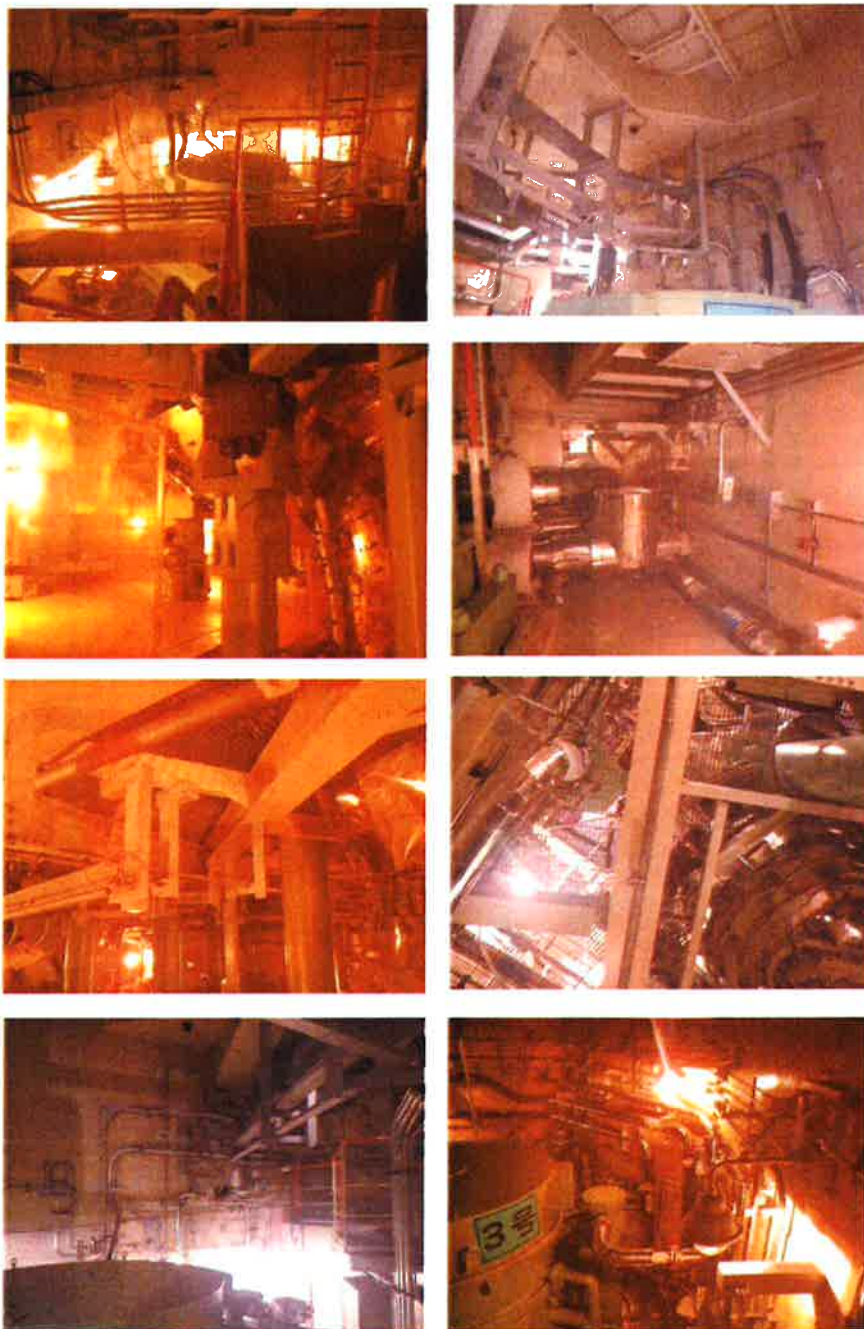
- (1. 光ファイバーケーブル、2. 差動分布型熱感知器、
3. 空気吸引式の煙感知器の現場施工の例)



断面図

- (4. 光電分離型熱感知器、5. アナログ式でない炎感知器の配置設計の例)

第 3-6-5 図 火災感知器の設置イメージ



第 3-6-6 図 現場写真 (格納容器ループ室)

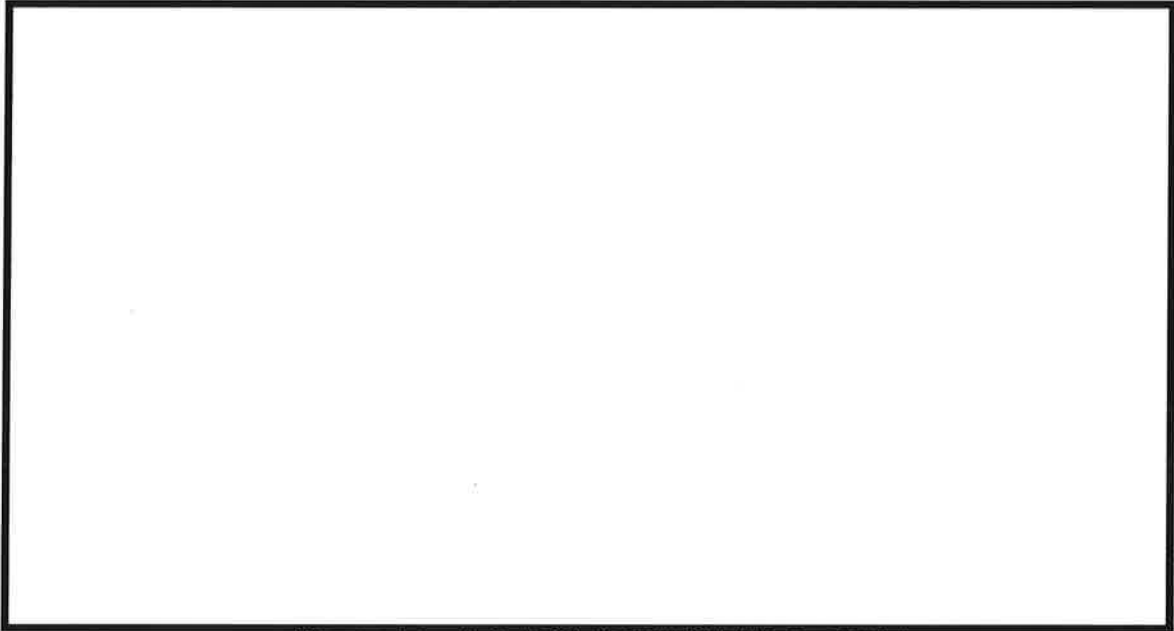


第 3-6-7 図 現場写真 (炉内計装用シンプル配管室内)

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室の干渉物について

化学体積制御設備脱塩塔バルブ室には照明及び照明用電線管が設置され、化学体積制御設備脱塩塔の周囲には樹脂入口配管、樹脂出口配管、入口配管、出口配管、逆洗水出口配管が設置されている。また、高い放射線の影響を防止するため、使用済燃料ピット脱塩塔の周りは厚さ約 700～1300mm のコンクリート壁が設置されている。

当該部屋の干渉物は、コンクリート壁、照明及び照明用電線管、配管及び配管サポートが考えられ、これらが干渉物となる。



第 3-6-8 図 化学体積制御設備脱塩塔周り系統図



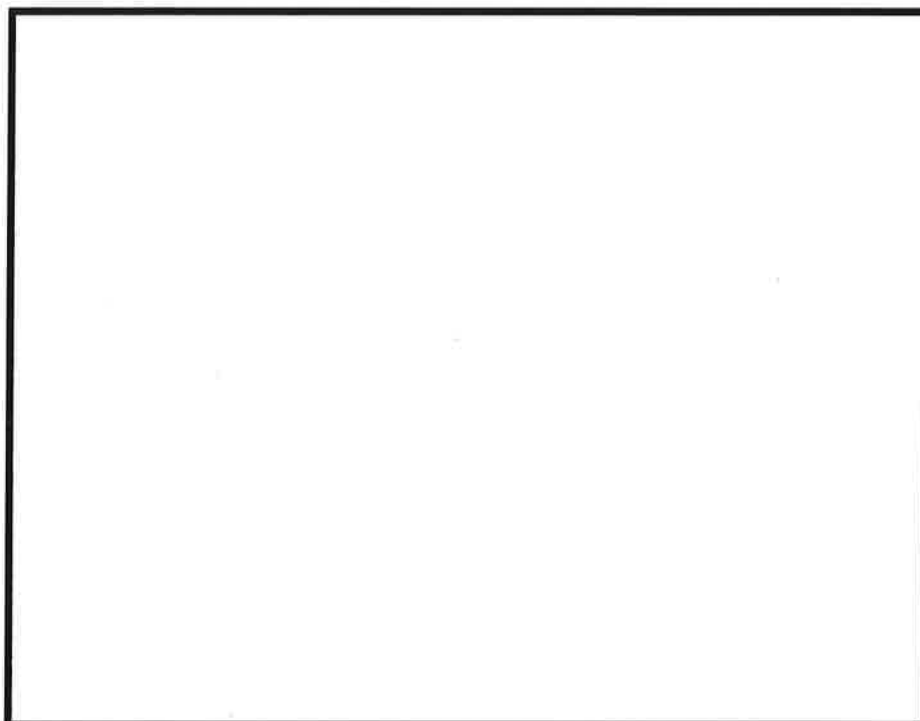
第 3-6-9 図 化学体積制御設備脱塩塔照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

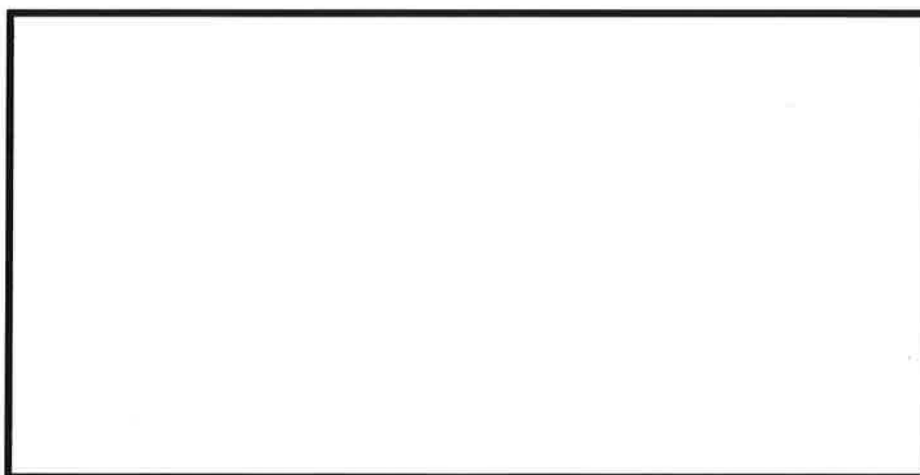
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の干渉物について

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

当該部屋の干渉物は、コンクリート壁、照明及び照明用電線管、配管及び配管サポートが考えられ、これらが干渉物となる。



第 3-6-10 図 使用済燃料ピット脱塩塔周り系統図



第 3-6-11 図 使用済燃料ピット脱塩塔照明配置図

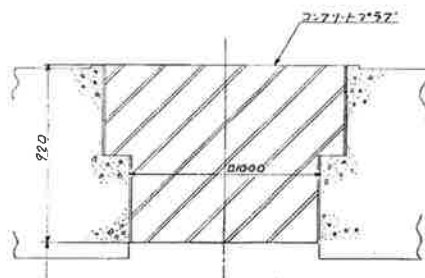
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の干渉物について

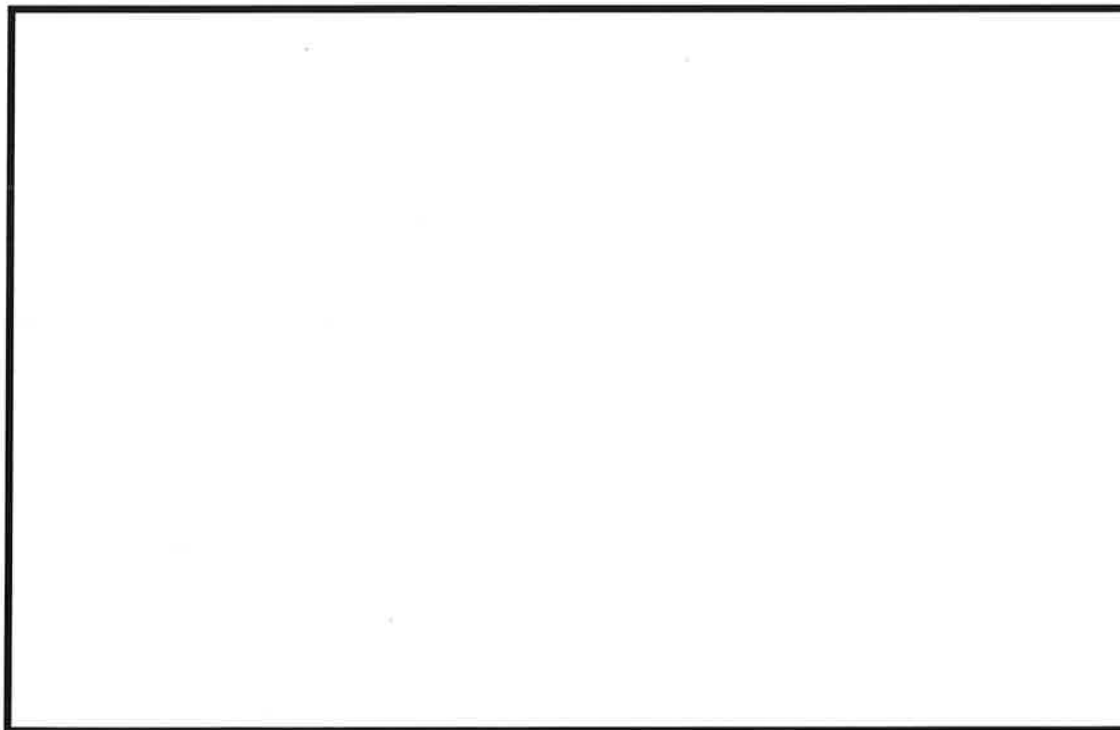
使用済樹脂貯蔵タンクは、使用済樹脂の最終保管場所であり、使用済樹脂貯蔵タンク室へのアクセスは上部エリアの厚さ 920mm のコンクリート蓋を開放し、アクセスが必要であるが、上部エリアには、ドラム缶を移動させる恒設のコンベア設備が設置されており、室内へのアクセスは非常に困難である。

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

当該部屋の干渉物は、コンベア設備、コンクリート蓋、コンクリート壁、照明及び照明用電線管、配管及び配管サポートが考えられ、これらが干渉物となる。



第 3-6-12 図 コンクリート蓋断面



第 3-6-13 図 使用済樹脂貯蔵タンク周り系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



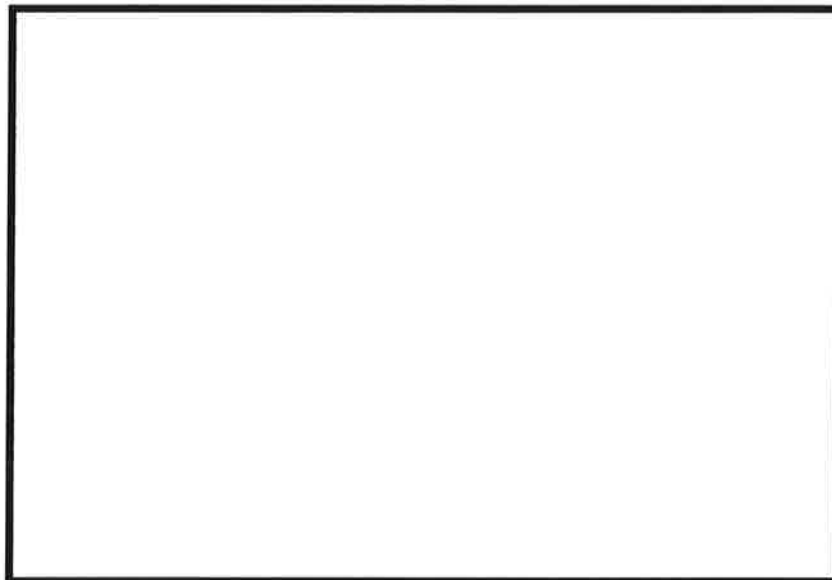
第 3-6-14 図 使用済樹脂貯蔵タンク照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

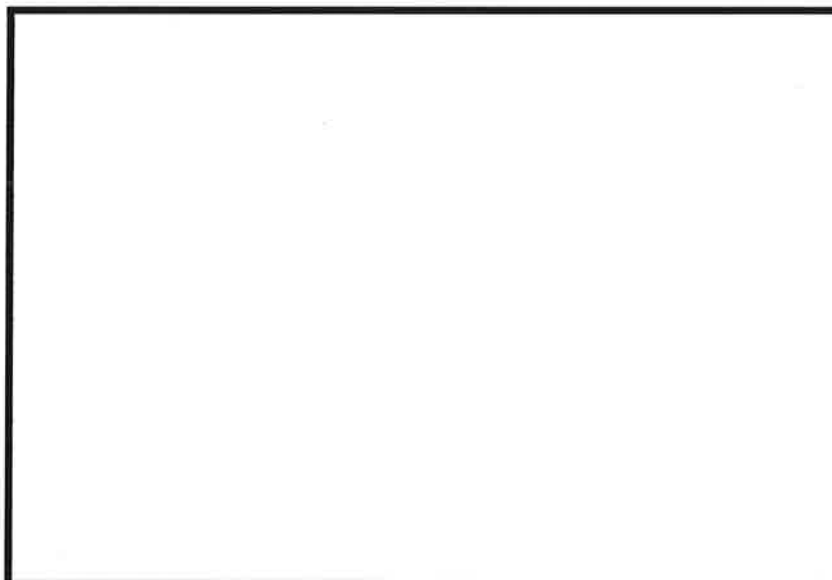
⑩炉内計装用シンプル配管室の干渉物について

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

当該部屋の干渉物は、コンクリート壁、シンプル配管、各機器および各機器の電線管が考えられ、これらが干渉物となる。



第 3-6-15 図 シンプル配管上面図及び断面図



第 3-6-16 図 原子炉下部キャビティ水位計 第 3-6-17 図 漏えい検出装置電線管ルート図
電線管ルート図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-18 図 炉内計装用シンプル配管室照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3-6-3表 火災防護審査基準の要求事項及び火災感知器の選定方法

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

第 3-6-4 表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価

| 異なる感知方式 | | 熱で感知 | | | 煙で感知 | | | 炎で感知 |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|---|---|----------------------------|---|-----------------------------------|
| 火災感知器種類 | | アナログ式でない熱感知器(スポット型) | 光ファイバーケーブル | 差動分布型熱感知器(熱電対式、空気管式) | アナログ式でない煙感知器(スポット型) | 空気吸引式の煙感知器 | 光電分離型煙感知器(非蓄積型) | アナログ式でない炎感知器 |
| 基準適合性(消防法施行規則への適合性含む) | 環境条件の考慮 | ○ | ○ | ○ | × 高放射線による電子部品故障 | ○ | × 高放射線による電子部品故障 | × 高放射線による電子部品故障 |
| | 取付面高さ、温度、湿度、空気流等を考慮(感知性能の確保) | ○ | ○ 網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能 | ○ 網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能 | ○ | ○ 網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能 | × 干渉物が多い場所における感知性能の確保は困難 | × 干渉物が多い場所における感知性能の確保は困難 |
| | 誤作動の防止 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 網羅性の確保 | ○ | ○ 設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能 | ○ 設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能 | ○ | ○ 設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能 | × 干渉物が多い場所は、網羅性を確保する感知器配置設計が困難 | × 干渉物が多い場所は、網羅性を確保する感知器配置設計が困難 |
| | 電源の確保 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 監視 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 関連項目 | 現場施工性(網羅性の確保に必要な施工の成立性) | ○ | △ ケーブルトレイのように感知範囲を限定できない場所では、広範囲に支持金具設置、ケーブル敷設が必要で施工困難 | △ 網羅性を確保するため、広範囲に耐震性を確保して支持金具設置、検出部の敷設が必要で施工困難 | ○ | △ 網羅性を確保するため、広範囲に耐震性を確保して支持金具設置、検出部の敷設が必要で施工困難 | × 設計困難により施工不可 |
| 評価 | 各感知方式で使用する火災感知器 | ○ | △ (施工可能な場合に限る) | △ (施工可能な場合に限る) | × | △ (施工可能な場合に限る) | × | × |

- (3) 放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置場所について
放射線量が高い場所を含むエリアについて、火災防護審査基準に適合するための火災感知器の設置場所の条件と選定の考え方を整理する。

【火災防護審査基準】

2. 基本事項

- (1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずること。
- ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構造物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
 - ② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物、系統及び機器が設置される火災区域

火災防護審査基準への適合性の観点から、火災感知器の設置場所の条件を以下のとおり整理する。

- 原子炉の安全停止に必要な機器等が及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等に対する火災の影響を限定する必要がある。
- 原子炉の安全停止に必要な機器等が設置されているエリアは、火災区画内において火災の影響拡大を防止するため、火災発生を早期感知することが必須である。
- 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等が設置されているエリアは、火災区域内において火災の影響拡大を防止するため、エリア外への火災延焼の兆候を早期感知することが必須である。
- 安全機能を有する機器等が設置されていないエリアについては、エリア外の安全機能を有する機器等への火災影響を防止するため、エリア外への火災延焼の兆候を早期感知することが必須である。

以上を踏まえて、火災感知器の設置場所を以下の考え方にに基づき選定する。

- イ. 安全機能を有する機器等が設置され、かつ、火災により当該機能を喪失するおそれがあるエリア
- 安全機能を有する機器等が設置され、かつ、火災により当該機能を喪失するおそれがあるエリアは火災防護審査基準の要求を直接受けるエリアであり、火災影響分類Aとする。

- エリア内に原子炉の安全停止機能を有する機器等が設置され、かつ、火災の影響により、安全停止に必要な機器等が機能喪失するおそれがあるエリアは、エリア内の機器等への火災の影響を限定し、火災を早期感知する観点から異なる2種類の火災感知器を消防法施工規則又は同等以上の方法で設置する。
 - エリア内に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等が設置され、かつ、火災の影響により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等のバウンダリ機能を喪失するおそれがあるエリアは、エリア内の機器等への火災の影響を限定し、火災を早期感知する観点から異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等以上の方法で設置する。
- ロ. 安全機能を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリア
- 安全機能を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリアは火災防護審査基準の要求を直接受けないが隣接エリアへの火災影響の考慮が必要なエリアであり、火災影響分類Bとする。
 - 安全機能を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリアは、隣接エリアへの火災影響の拡大防止の観点から、異なる2種類の火災感知器を工夫して設置する。
 - 放射線量が低い場所に設置し、消防法施行規則の設置方法に対応することとする。ただし、一部のエリアについては、エリア内全体の放射線量が高いため、感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置する。

以上の火災感知器の設置場所の条件と選定の考え方を第3-6-5表に示す。

第 3-6-5 表 火災感知器の設置場所の条件と選定の考え方

| 放射線量が高い場所を含むエリアの分類 | | | 火災感知器の 設置場所 | 火災感知器の組合せ | | | |
|---|--|-----------|---|------------------------------------|-----------------|---|---|
| 火災影響の観点 | 放射線量の観点 | エリア 分類 | | 放射線量が高い場所 | | 放射線量が低い場所 | |
| | | | | 熱感知方式 | 煙感知方式 | 熱感知方式 | 煙感知方式 |
| 火災影響分類A： エリア内に安全機能 (原子炉の安全停止 機能、放射性物質の貯 蔵又は閉じ込め機能) を有する機器等が設置 され、かつ、火災により 当該機能を喪失するお それがあるエリア | Ⅰ： エリア内に放射線量 が高い場所と低い場 所がある場合 | AⅠ | エリア内に異なる2 種類の火災感知器を 消防法施行規則又は 同等以上の方法で 設置 | ①アナログ式で ない熱感知器 | ②空気吸引式の 煙感知器 | - (アナログ式で ない熱感知器 を優先使用) | - |
| | | | | ①アナログ式で ない熱感知器 | - | - (アナログ式で ない熱感知器 を優先使用) | ④アナログ式の 煙感知器 |
| | Ⅱ： エリア内全域が放射 線量が高い場所の 場合※ | AⅡ | エリア内に異なる2 種類の火災感知器を 消防法施行規則又は 同等以上の方法で 設置 | ①アナログ式で ない熱感知器 | ②空気吸引式の 煙感知器 | - | - |
| 火災影響分類B： エリア内に火災影響を 受ける安全機能を有す る機器等がない、又は 火災により当該機能を 喪失するおそれがないエ リア | Ⅰ： エリア内に放射線量 が高い場所と低い場 所がある場合 | BⅠ | エリア内に異なる2 種類の火災感知器を 消防法施行規則又は 同等以上の方法で 設置 | - | - | ③アナログ式の 熱感知器 | ④アナログ式の 煙感知器 |
| | | | | Ⅱ： エリア内全域が放射 線量が高い場所の 場合※ | BⅡ | 火災感知可能な場 所に異なる2種類の 火災感知器を工夫し て設置 | 個別エリアに応じた火災感知器の組合せ及び設置方法を選定 (詳細は次頁で説明) |

3-6-3 作業員の被ばくの考慮について

- (1) 「火災感知器の設置等における作業員の被ばく及び作業に係る集団線量」に対する考慮事項

放射線の影響を受けにくいアナログ式でない熱感知器等の設置、もしくはアナログ式の火災感知器を設置、消防設備の点検、ならびに火災感知器及び消防設備を保守する際、作業員個人の被ばく及び作業員個人単位だけでなく作業に係る集団線量（総量管理）に留意する必要がある。

ハ．作業員の被ばく

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

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

「原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について」（基発0810第1号、平成24年8月）において、放射線業務従事者の1日の実効線量が1ミリシーベルトを超えるおそれのある放射線業務（作業）は放射線作業届を労働基準監督署へ提出することが必要である。

ニ．集団線量

集団線量については、法令要求はないものの、電離放射線障害防止規則第1条より事業者として可能な限り被ばく線量を少なくするよう努める必要がある。また、2020年度より開始されている新検査制度においてSDP評価の対象となっている。（放射線管理トラブル時に、3年平均で1.07人・Sv以下でない場合は「白」の判定）

集団線量を作業追加により増加させないためには、可能な限り線量の低い箇所には火災感知器及び消防設備を設置することが必要である。

放射線業務従事者の被ばく線量が線量限度を超えないよう、エリア境界部への設置も考慮する。その上で、集団線量についても確認する。

- (2) 「火災感知器の設置等における作業員の被ばく及び作業に係る集団線量」について

イ．作業員の個人被ばく線量

- 火災感知器の設置及び保守点検に伴う放射線業務従事者の被ばく線量が、線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）を満足すること。
- 電離放射線障害防止規則第1条「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。」より、作業員

の被ばく線量が可能な限り低くなるよう、火災感知器の設置エリアを被ばくの観点で選定する。

- 作業員の被ばくが 1 mSv/日を超えないよう感知器の設置場所を選定する。

ロ. 作業に係る集団線量

- 電離放射線障害防止規則第 1 条「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。」より、被ばく線量が可能な限り低くなるよう努める。
- 第 3-6-6 表に示す至近の大飯発電所の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）は下表であり、定検線量と比較して、火災感知器の設置及び保守点検時の集団線量について、年間の集団線量を大きく増加させないことを確認する。

第 3-6-6 表 大飯発電所の年間線量及び定検線量

| 参考データ | 集団線量計(人・mSv) |
|------------------------|--------------|
| 2020 年 大飯発電所年間線量(3 号機) | 約 470 |
| 2020 年 大飯発電所年間線量(4 号機) | 約 440 |
| 3 号機第 17 回定検 | 約 370 |
| 4 号機第 17 回定検 | 約 410 |

ハ. 火災感知器の設置等における作業員の被ばく作業員の被ばくの確認結果

作業員の被ばく線量を評価し、確認した結果を第 3-6-7 表に示す。

- ・放射線量率が高い場所を含む 11 エリアのうち、作業員被ばくの観点で工夫が必要なエリアがある。
- ・作業員被ばくの観点で、設置および保守点検の作業では、運転中の格納容器内に立ち入らない。
- ・⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室は火災感知器の設置方法を工夫する必要がある。

第 3-6-7 表 作業員の被ばくの確認結果

| エリア | エリア分類 | 説明 |
|----------------------|-------|---|
| ①原子炉格納容器ループ室 | A I | <p>被ばくの観点で定検中に機器近傍に設置する。保守点検の作業では、過度な被ばく奉仕の観点から運転中の格納容器内に立ち入らない。 線量率により機器故障しない感知器を選定する。</p> <p>問題なし</p> <p>・樹脂が線源であり、脱塩塔設置エリアは常時線量率が高い。 ・樹脂移送頻度が少なく（数年に1度）、室内では必要なタイミングで保修・点検ができない。樹脂移送等の工夫を実施したとしても、系統構成上線量率が大幅に下がることは無く困難。 ⇒ 火災感知器の設置方法を工夫</p> <p>問題なし</p> <p>高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時線量率が高い。 ⇒ 火災感知器の設置方法を工夫</p> <p>運転中の線量率が高いため、感知器種類の限定が必要。線源となる燃料を取出し後かつ検出器の位置により線量率は低下するため、作業工数が比較的少ないアナログ式でない熱感知器は設置可能。 ⇒ 煙感知器の設置を工夫</p> <p>線源となるドラム缶を移動させる等により、線量率を下げ、感知器を設置する。</p> |
| ②加圧器室 | A I | |
| ③再生熱交換器室 | A I | |
| ④水フィルタ室 | B I | |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 | B II | |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 | B II | |
| ⑦燃料移送管室 | B I | |
| ⑧体積制御タンク室 | B I | |
| ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 | B II | |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室（格納容器内） | B II | |
| ⑪B-廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア | B I | |

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-6-4 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について（まとめ）

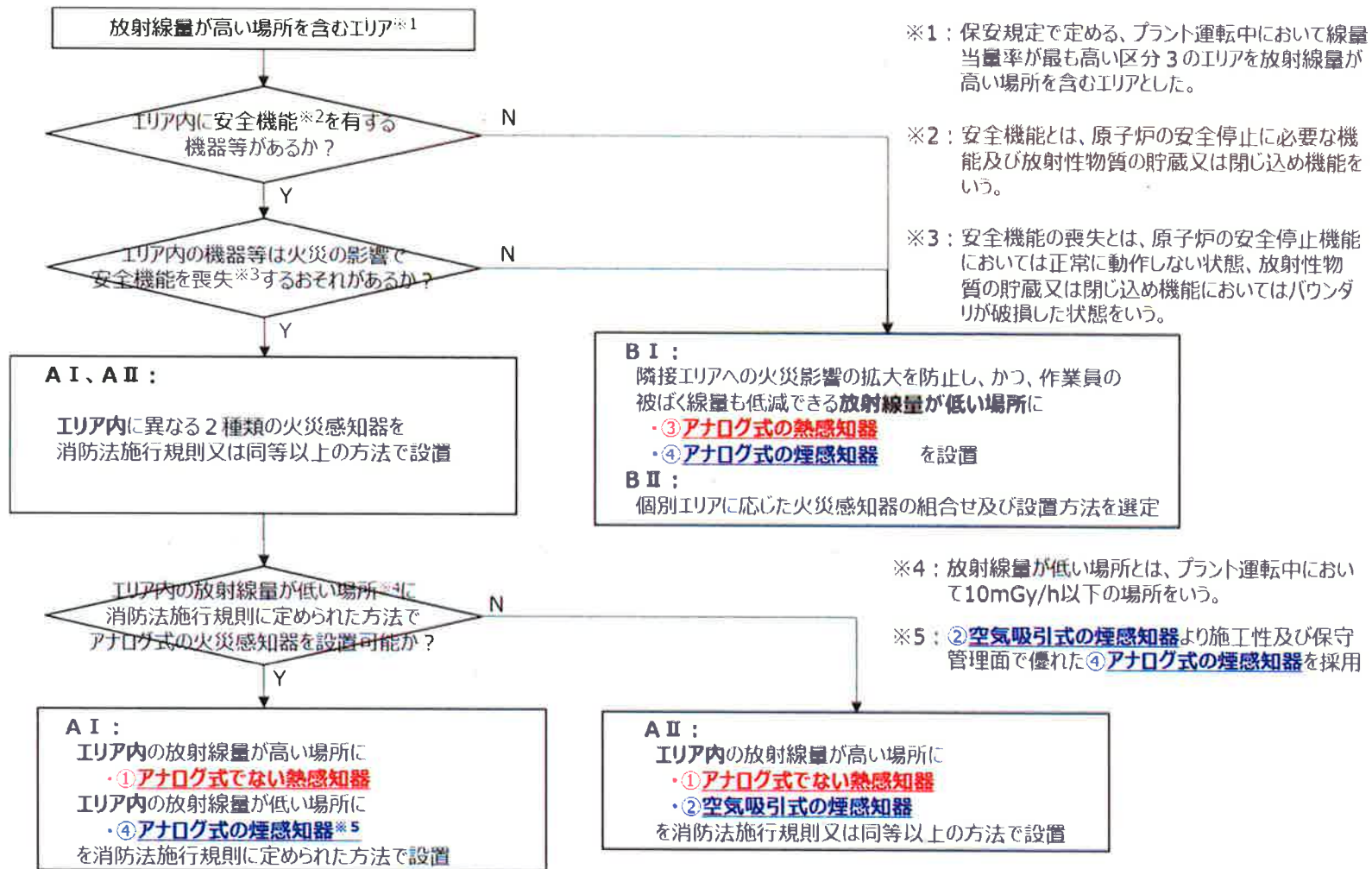
以下の(1)～(2)で、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計の考慮事項を説明し、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計フローを第3-6-5図、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計結果を第3-6-8表に示す

(1) 放射線量が高い場所を含むエリアの定義

保安規定にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分1から3の3段階で区分しており、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリアを今回の設工認で放射線量が高い場所を含むエリアに設定した。

(2) 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の設置場所及び種類について

- ▶ エリア内に安全機能（原子炉の安全停止機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）を有する機器等が設置され、かつ、火災の影響により当該機能を喪失するおそれがあるエリアは、エリア内機器近傍に「アナログ式でない熱感知器」を設置し、もう1種類の火災感知器として、10mGy/h以下の場所（エリア内入口付近）に「アナログ式の煙感知器」を設置する方針とする。（エリア内に10mGy/h以下の場所がない場合、もう1種類は「空気吸引式の煙感知器」となるが、該当エリアなし）
- ▶ エリア内に火災影響を受ける安全機能（原子炉の安全停止機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリアは、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置する。ただし、一部のエリアについては、エリア内全体の放射線量が高いため、感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置する。



第 3-6-8 図 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計フロー

第 3-6-8 表 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計結果

| 放射線量が高い場所を含むエリア | 安全機能を有する機器等の有無 | エリア内の火災の影響により安全機能を喪失するおそれの有無 | 隣接エリアにおける安全機能を有する機器等の有無 | 放射線量が低く、火災感知可能な場所の有無 | エリア分類 | 火災感知器の設置場所 | 基準要求を踏まえた火災感知器設計 |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------|--|--|
| ①原子炉格納容器ループ室 | 有 (安全停止機能) | 有 | — | 有 | A I | エリア内に異なる 2 種類の火災感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置 | エリア内の放射線量が高い場所に①アナログ式でない熱感知器、エリア内の放射線量が低い場所に④アナログ式の煙感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置 |
| ②加圧器室 | 有 (安全停止機能) | 有 | — | 有 | A I | | |
| ③再生熱交換器室 | 有 (安全停止機能) | 有 | — | 有 | A I | | |
| ④水フィルタ室 | 無 | 無 | 有 | 有※1 | B I | 放射線量が低い場所に異なる 2 種類の火災感知器を設置 | 隣接エリアへの火災影響の拡大を防止し、かつ、作業員の被ばく線量も低減できる放射線量が低い場所に③アナログ式の熱感知器及び④アナログ式の煙感知器を設置 ※1；消防法施行規則に定められた方法で設置 ※2；「⑪ B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア」は、設置許可に記載のあるアナログ式でない熱感知器（既設）に加え、アナログ式の煙感知器を設置 ⑤、⑥、⑨、⑩は、放射線量が低く、火災感知可能な場所に異なる 2 種類の火災感知器を工夫して設置 |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 | 無 | 無 | 有 | 無 | B II | | |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 | 無 | 無 | 有 | 無 | B II | | |
| ⑦燃料移送管室 | 無 | 無 | 有 | 有※1 | B I | | |
| ⑧体積制御タンク室 | 無 | 無 | 有 | 有※1 | B I | | |
| ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 | 有 (放射性物質貯蔵・閉じ込め機能) | 無 | 無 | 無 | B II | | |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室 | 無 | 無 | 有 | 無 | B II | | |
| ⑪ B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア | 有 (放射性物質貯蔵・閉じ込め機能) | 無 | 無 | 有※1 | B I ※2 | | |

3-6-5 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計の詳細について

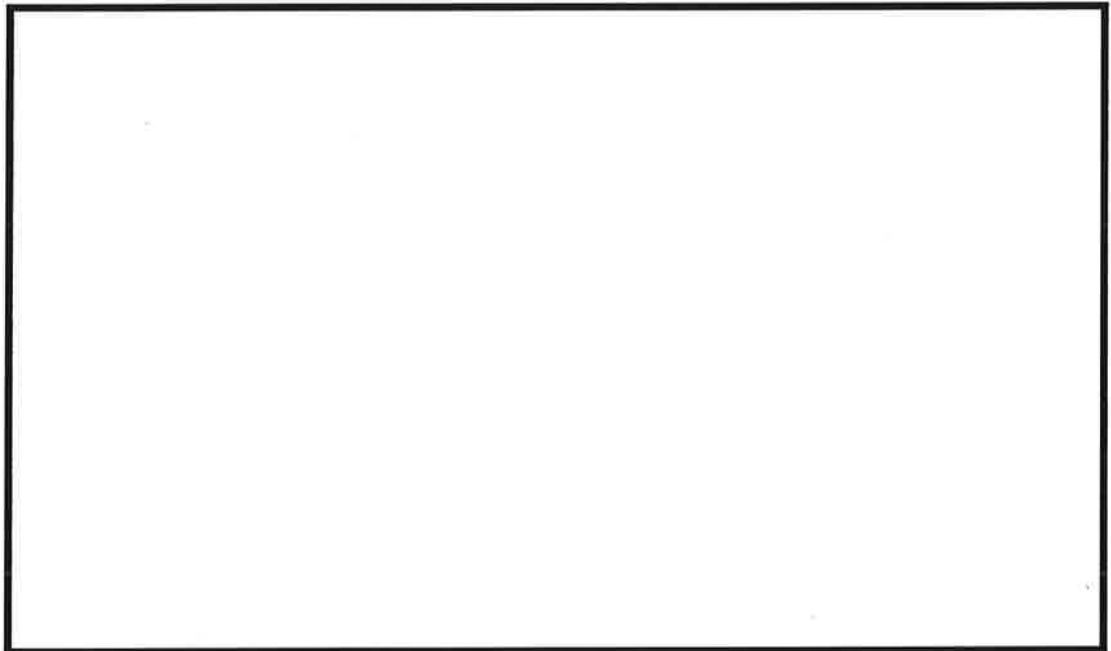
(1) 原子炉格納容器ループ室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|-----------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 80 |
| エリア内機器 | 1次冷却材ポンプ、蒸気発生器等 |
| エリア面積 (m ²) | 580 |

ロ. 設置する感知器

エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器及びエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-1-1 図 原子炉格納容器ループ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である 1次冷却材高温側温度（広域）検出器がある。火災感知器の設置時及び保守点検時に作業員の被ばくが懸念されるが、原子力安全を重視し、1次冷却材高温側温度（広域）検出器への火災の影響を限定することを目的に、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器とエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の感知器は、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素

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。

子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として 1 次冷却材高温側温度 (広域) 検出器があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器とエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

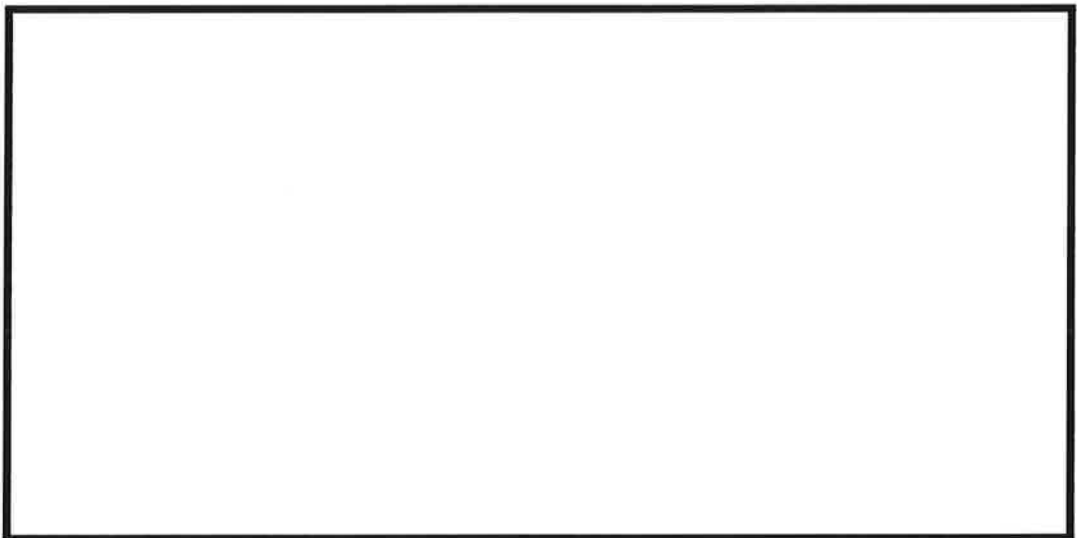
(2) 加圧器室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|----------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 1.5 |
| エリア内機器 | 加圧器逃がし弁等 |
| エリア面積 (m ²) | 23.5 |

ロ. 設置する感知器

エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器及びエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-2-1 図 加圧器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である加圧器逃がし弁等がある。火災感知器の設置時及び保守点検時に作業員の被ばくが懸念されるが、原子力安全を重視し、加圧器逃がし弁等への火災の影響を限定することを目的に、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器とエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の感知器は、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として加圧器逃がし弁等があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器とエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

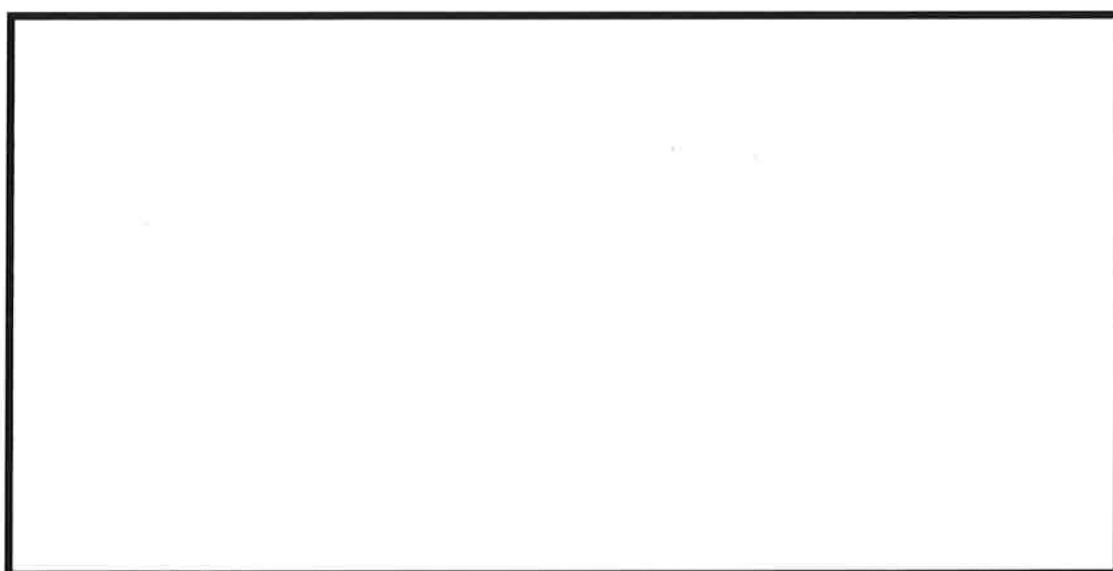
(3) 再生熱交換器室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|-----------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 100 以上 |
| エリア内機器 | 再生熱交換器、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 26.5 |

ロ. 設置する感知器

エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器及びエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-3-1 図 再生熱交換器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である再生熱交換器がある。火災感知器の設置時及び保守点検時に作業員の被ばくが懸念されるが、原子力安全を重視し、再生熱交換器への火災の影響を限定することを目的に、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器及びエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の感知器は、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として再生熱交換器があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器及びエリア内入口付近の比較的放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

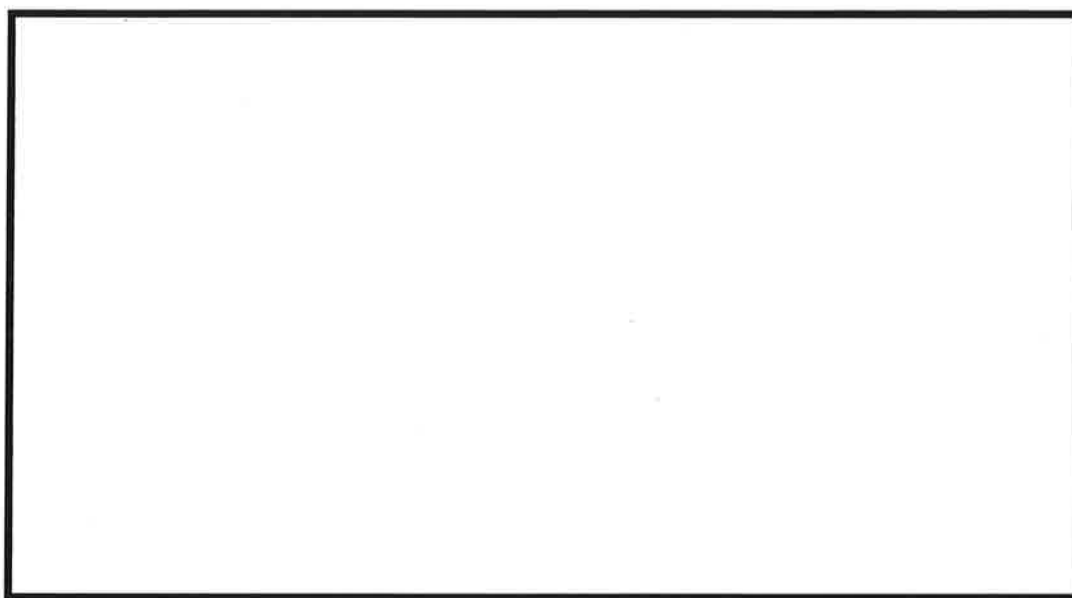
(4) 水フィルタ室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|-----------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 24 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | フィルタ、弁、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 37.3 |

ロ. 設置する感知器

エリア内入口付近の比較的線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-4-1 図 水フィルタ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部である。エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点から考慮し、エリア内入口付近の比較的線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリアには、金属製であるフィルタ、弁、照明しかないため火災発生の可能性は低い。隣接エリアには火災防護上重要な機器等である余熱除去系統、

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(5) 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

イ. 環境条件 (BIIエリアについては、火災荷重及び等価火災時間を追記している。)

・化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

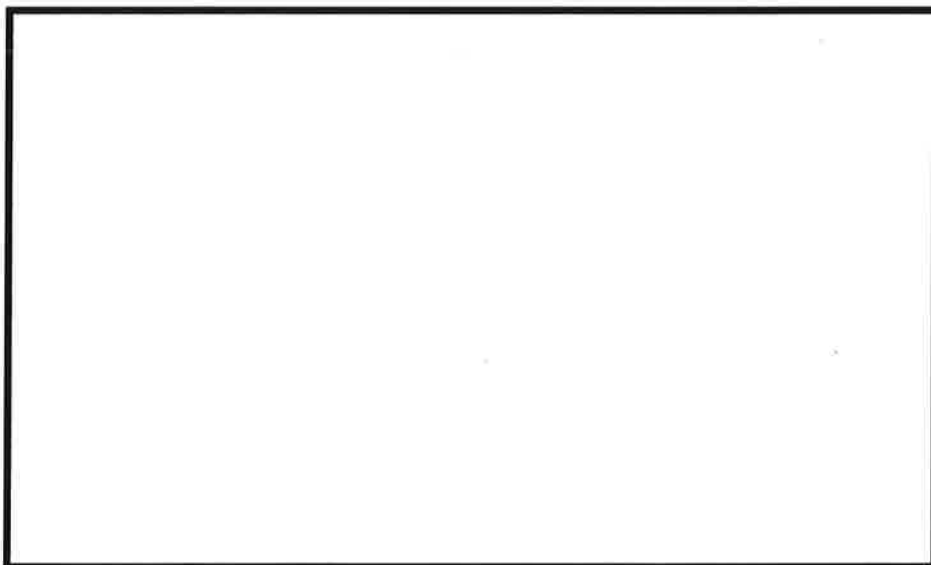
| | |
|-------------------------|--------------------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 230 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | 脱塩塔室：脱塩塔、照明 バルブ室：弁、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 38.4 (脱塩塔室+バルブ室) |
| 火災荷重 (MJ) | 72.6 (照明 6 台) |
| 等価火災時間 (h) | 0.0017 (約 8s) |

・使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 30 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | 脱塩塔室：脱塩塔、照明 バルブ室：弁、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 23.2 (脱塩塔室+バルブ室) |
| 火災荷重 (MJ) | 36.3 (照明 3 台) |
| 等価火災時間 (h) | 0.0021 (約 6s) |

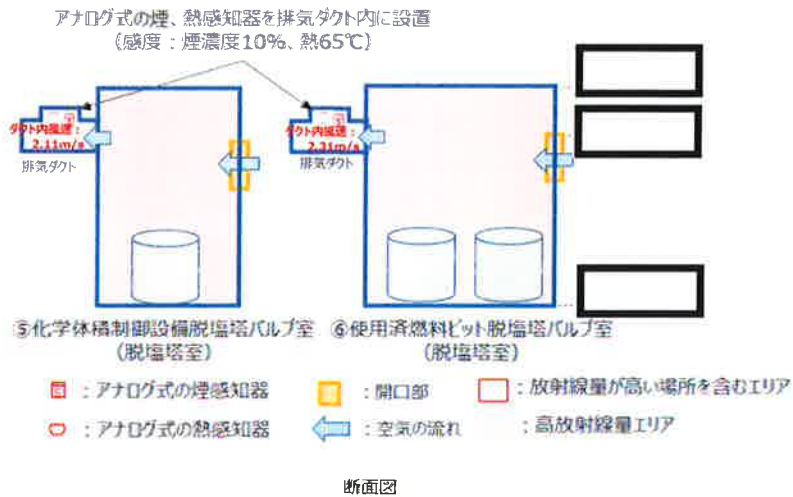
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

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



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



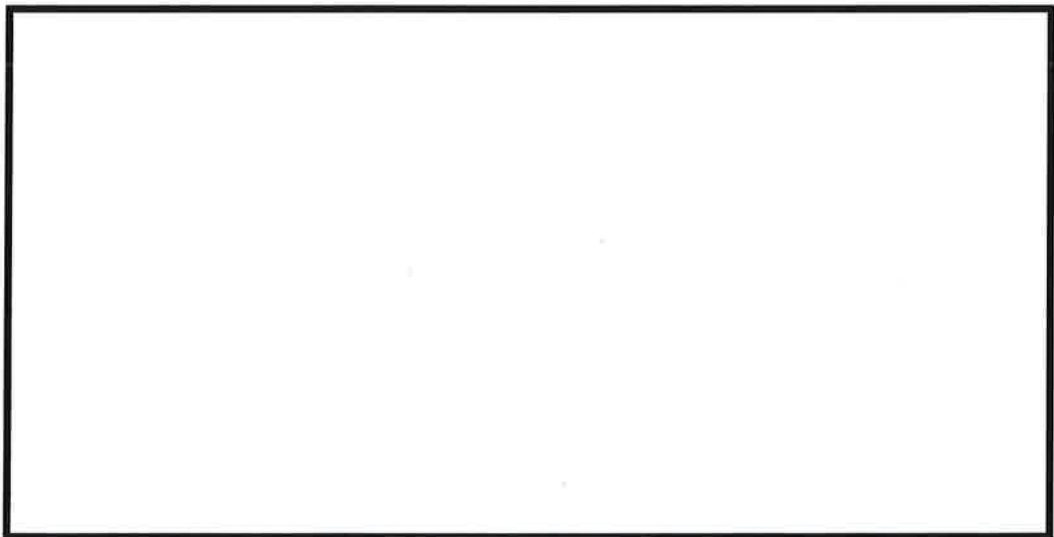
第 3-6-5-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の空気の流れ (断面図)

ハ. 設置する感知器

バルブ室内については、比較的線量が低いため一般エリアと同様にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。

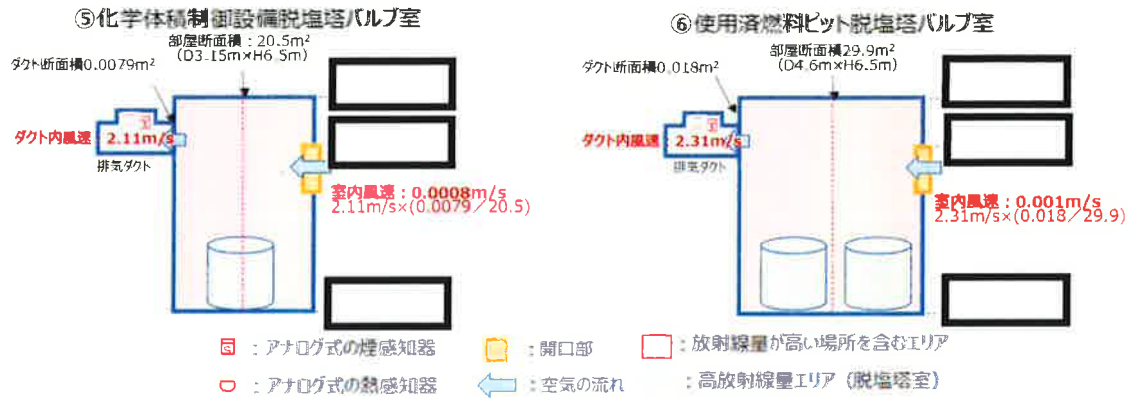
脱塩塔室内については、部屋内全域が放射線量の高い場所となっており、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器の設置方法を工夫し、部屋内の換気による空気の気流を考慮することで放射線量が比較的線量が低い排気ダクト内に設置する。

配置の詳細については、第 3-6-5-5-2 図に示す。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

ニ. 選定理由

バルブ室内については、火災区画 の一部であり、エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、比較的線量が低いため一般エリアと同様にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

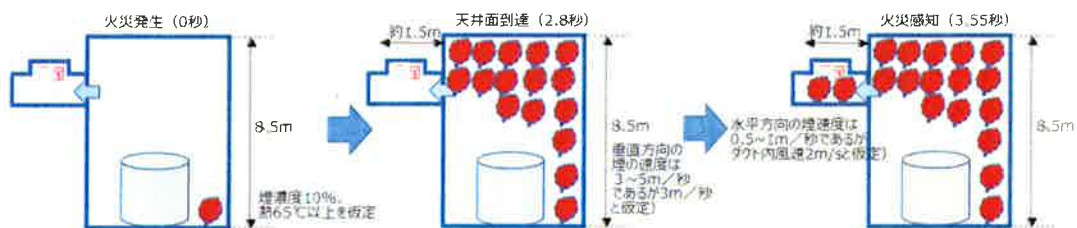
脱塩塔室内については、バルブ室内と同様に火災区画 の一部であり、エリア内には安全停止に必要な機器等もないが、部屋全域が線量の高いエリアとなっていることから、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点を考慮し、設置方法を工夫した上でアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

ホ. 工夫して設置する火災感知器の感知性能

当該エリア（脱塩塔室）内での火災の発生を想定すると、エリア内の火災で発生した煙や熱は上方向に上昇し天井面に蓄積される。垂直方向の煙の速度は 3~5m/s 程度であり、エリアの高さ 8.5m より、数秒で煙、熱が天井面に到達し、充満することが予想される。当該エリアは、ロ項で記載した開口部以外はコンクリート壁で囲まれた空間であり、また、ダクトへ向かう空気の流れも考慮すると天井付近に設置された排気ダクト内はエリア内と時間遅れなく同雰囲気になることが推定できる。第 3-6-5-5-3 図に火災発生時の空気の流れ（想定）を示す。

以上より、排気ダクト内に感知器を設置することにより、エリア内に一般エリア同様の消防法通り設置した場合と同等の感知性能が期待できるものと考ええる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

へ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である当該エリア内（脱塩塔室・バルブ室）には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリア内には、金属製である脱塩塔、弁、照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間（化学体積制御設備脱塩塔バルブ室等価火災時間：8 秒、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室：6 秒）と火災発生及び延焼の可能性は低い。

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

その上で、当該エリア内で万一火災が発生した場合には、バルブ室については、比較的線量が低いため、一般エリアと同様のアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで火災を早期に感知をし、また、脱塩塔室については、床面、壁、天井がコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえたホ項の評価に基づき、放射線量が比較的線量が低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ト. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

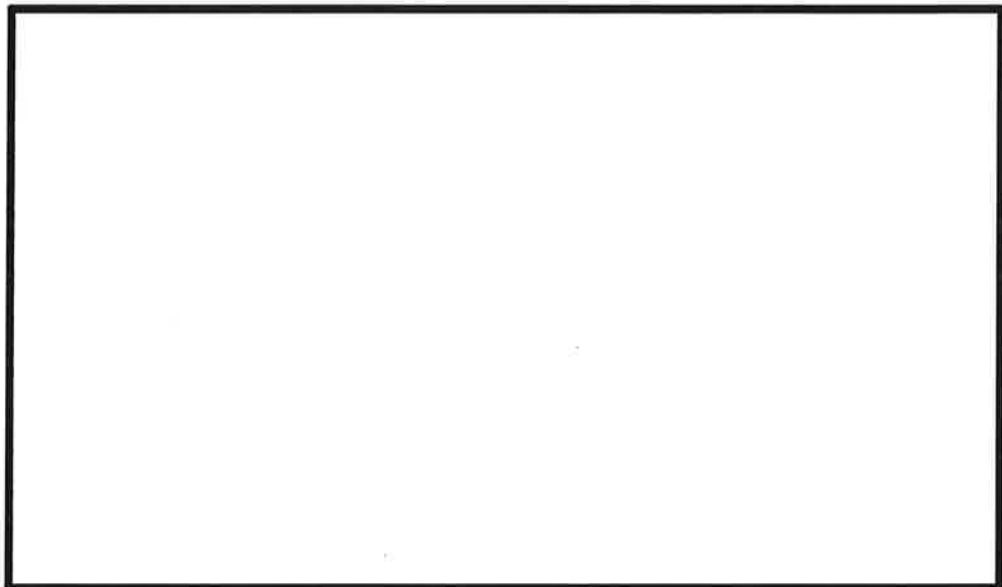
(6) 燃料移送管室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|--------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 100 以上 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | 配管、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 6.4 |

ロ. 設置する感知器

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



第 3-6-5-6-1 図 燃料移送管室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリアには、配管及び照明しかないため火災発生の可能性は低い、隣接エリアには火災防護上重要な機器等である 1 次冷却材ポンプ封水注入ライ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

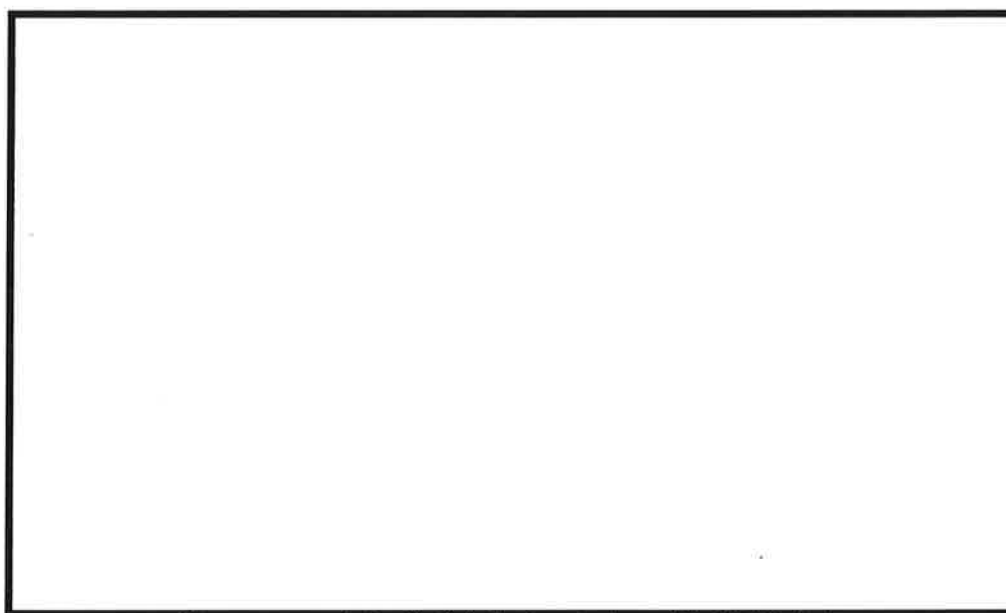
(7) 体積制御タンク室

イ. 環境条件

| | |
|-------------------------|------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 1.7 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | 体積制御タンク、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 39.2 |

ロ. 設置する感知器

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



第3-6-5-7-1 図 体積制御タンク室の感知器配置図

ハ. 選定理由

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリアには、金属製である体積制御タンク及び照明しかないため火災発生の可能性は低い。隣接エリアには火災防護上重要な機器等であるほう酸タンク水位伝送器、体積制御タンク出口第1止め弁、ほう酸タンク入口弁、緊急

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。

ほう酸注入ライン補給弁等の機器、並びに補助給水系統、化学体積制御系統、余熱除去系統、主蒸気系統等のケーブルが存在する。

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

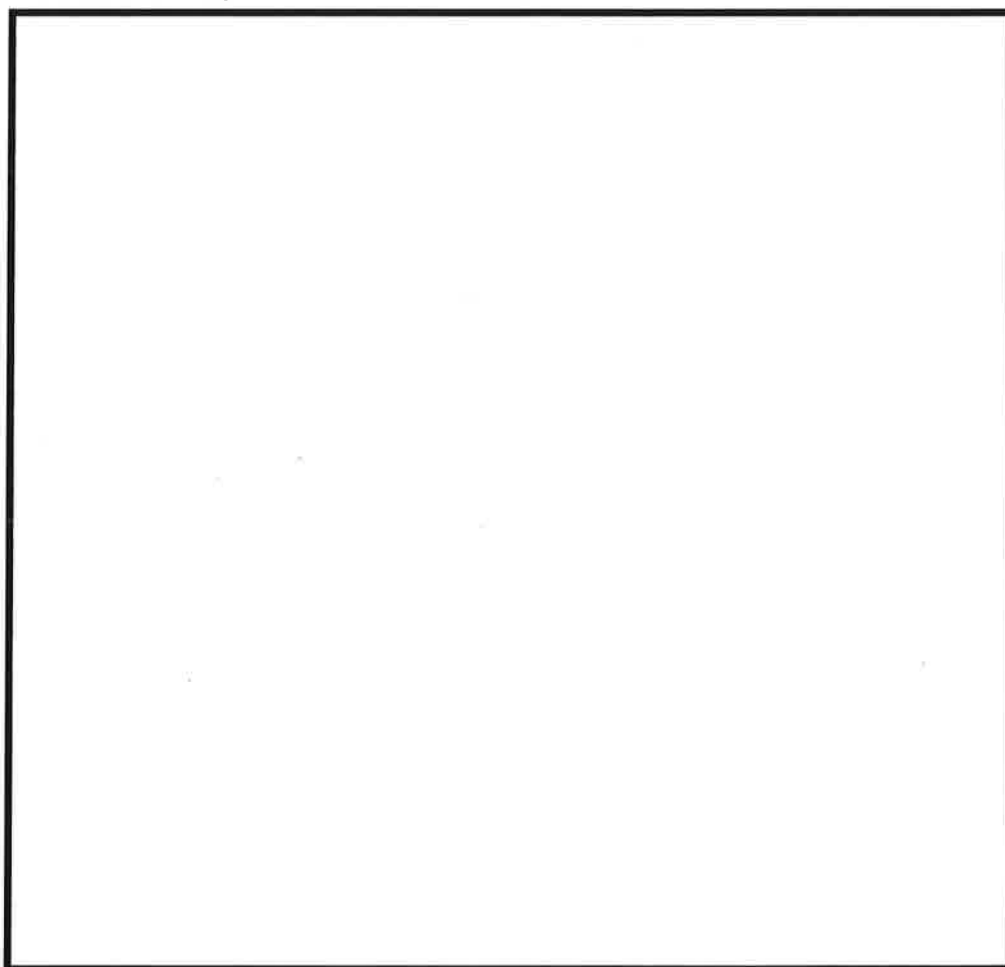
(8) 使用済樹脂貯蔵タンク室

イ. 環境条件 (B II エリアについては、火災荷重及び等価火災時間を追記している。)

| | |
|-------------------------|--------------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 100 以上 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | 使用済樹脂貯蔵タンク、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 32.2×2 |
| 火災荷重 (MJ) | 26.2 (照明 2 台) |
| 等価火災時間 (h) | 約 0.001 以下 (1.62s) |

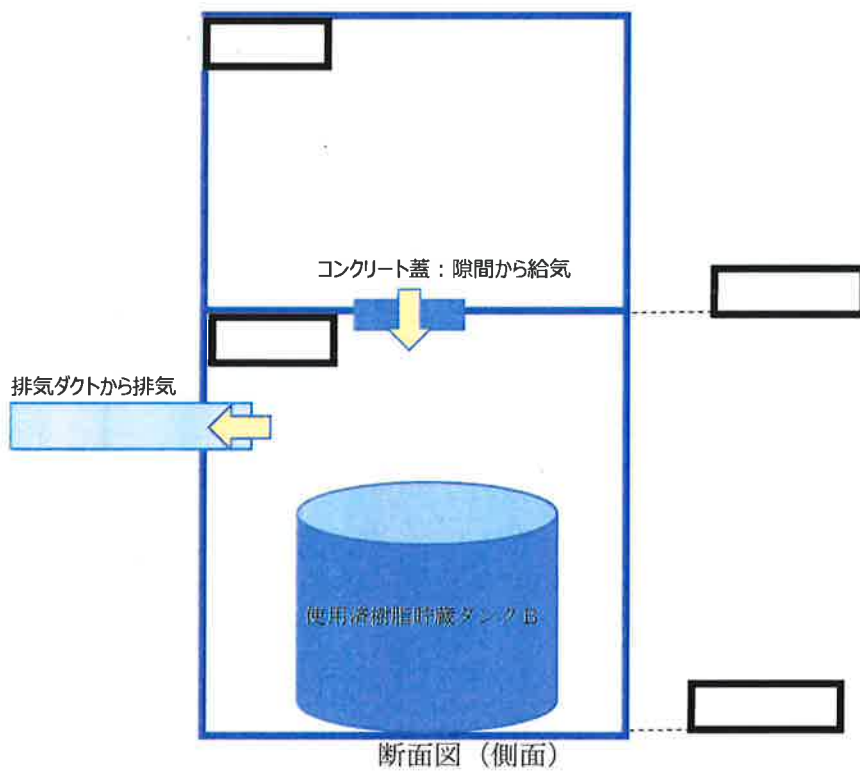
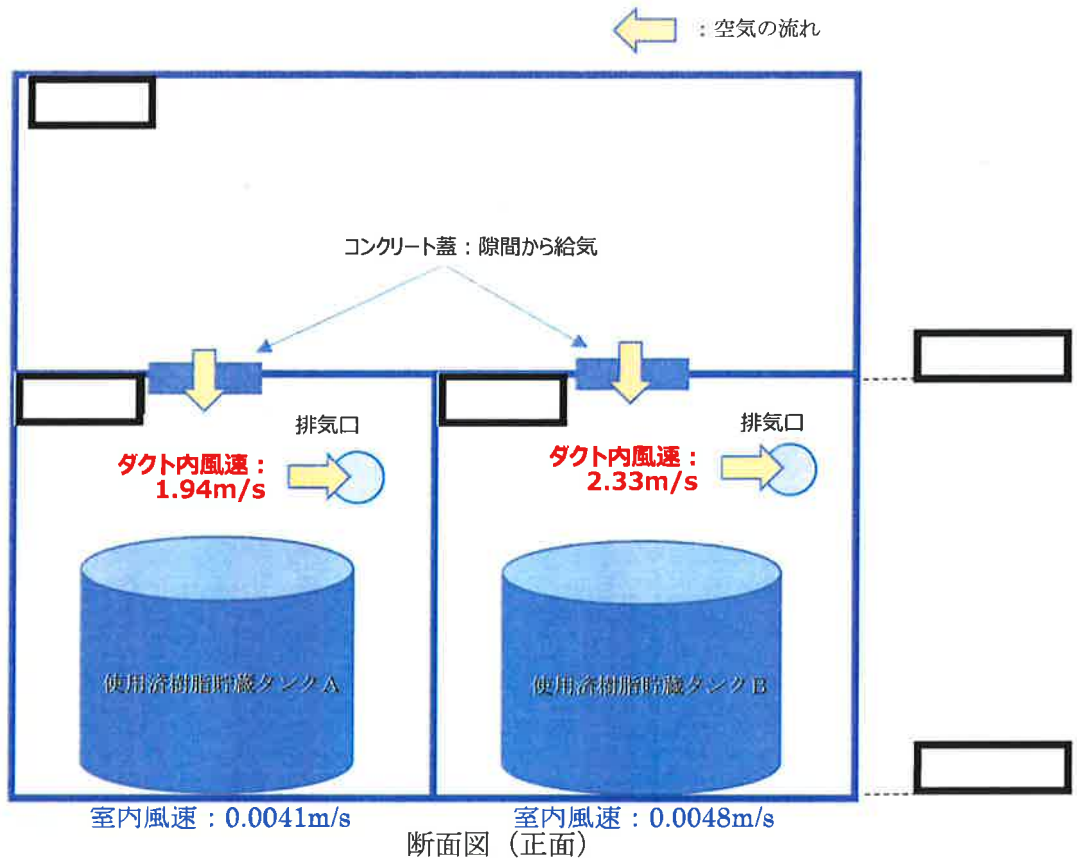
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

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



第 3-6-5-8-1 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の空気の流れ (平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

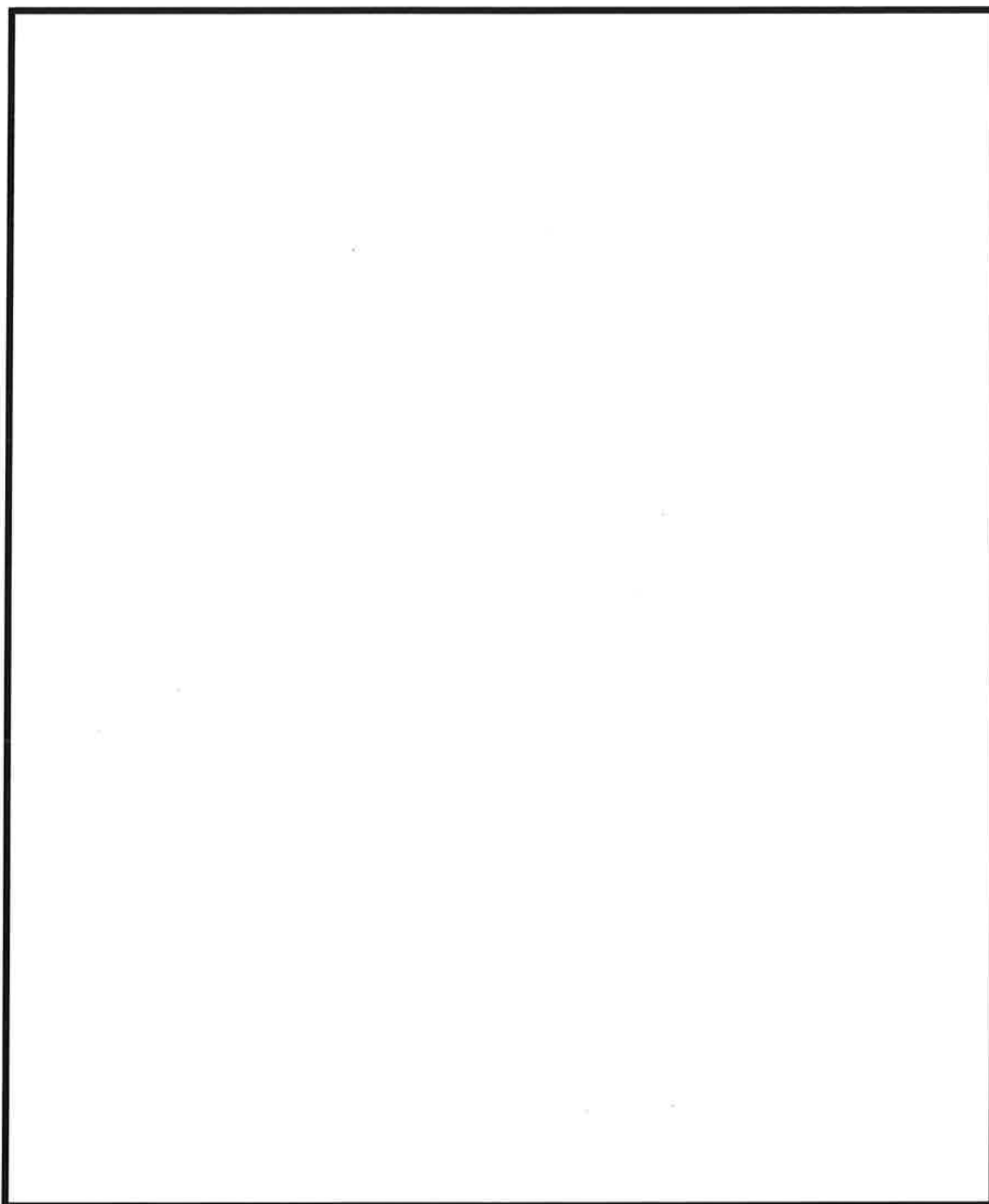


第 3-6-5-8-1 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の空気の流れ (断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

使用済樹脂貯蔵タンク室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器の設置方法を工夫し、部屋内の換気による空気の気流を考慮することで比較的線量が低い排気ダクト内に設置する。（配置の詳細については第3-6-5-8-2図参照）



第3-6-5-8-2図 使用済樹脂貯蔵タンク室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

二. 選定理由

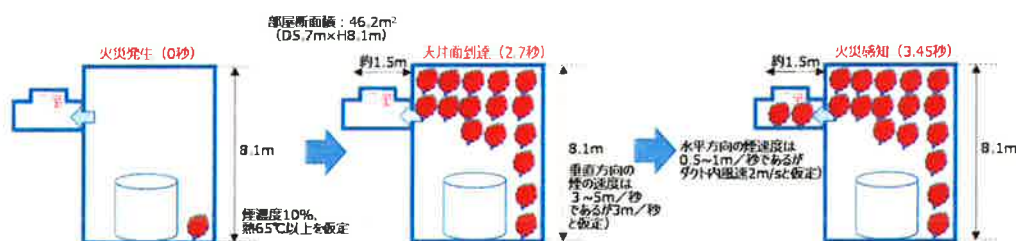
当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には安全停止に必要な機器等もないが、部屋全域が線量の高いエリアとなっていることから、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点を考慮し、設置方法を工夫した上でアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

なお、給気口となる当該エリア上部のコンクリート蓋の隙間及び排気ダクト以外には開口部は存在しない。

ホ. 工夫して設置する火災感知器への感知性能

当該エリア内での火災の発生を想定すると、エリア内の火災で発生した煙や熱は上方向に上昇し天井面に蓄積される。垂直方向の煙の速度は3~5m/s程度であり、エリアの高さ8.1mより、数秒で煙、熱が天井面に到達し、充満することが予想される。当該エリアはコンクリート壁で閉鎖された空間であり、またダクトへ向かう空気の流れも考慮すると天井付近に設置された排気ダクト内は時間遅れなくエリア内と同雰囲気になることが推定できる。第3-6-5-8-4図に火災発生時の空気の流れ（想定）を示す。

以上より、排気ダクト内に感知器を設置することにより、エリア内に一般エリア同様の消防法通り設置した場合と同等の感知性能が期待できるものと考えられる。



第3-6-5-8-4図 使用済樹脂貯蔵タンク室での火災発生時の空気の流れ

へ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリアには、金属製の使用済樹脂貯蔵タンク（使用済樹脂はタンク内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはない）及び照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間も1.62秒と火災発生及び延焼の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等であるほう酸タンク水位伝送器、体積制御タンク出口第1止め弁、ほう酸タンク入口弁、緊急ほう酸注入ライン補

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。

給弁等の機器、並びに補助給水系統、化学体積制御系統、余熱除去系統、主蒸気系統等のケーブルが存在する。

また、当該エリアへのアクセスは、上階からコンクリート蓋部を開けてエリア内に立ち入るルートしかないが、コンクリート蓋の上部にはドラム缶輸送用レールがあり、当該エリア内に容易に立ち入ることができない構造となっていることから、エリア内に可燃物等の持ち込みはない。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られており、火災の影響はエリア内に限定され、排気ダクトに設置するナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器により火災感知が可能である。このため、当直員が当該エリアの火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ト. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(9) 炉内計装用シンプル配管室

イ. 環境条件 (BII エリアについては、火災荷重及び等価火災時間を追記している。)

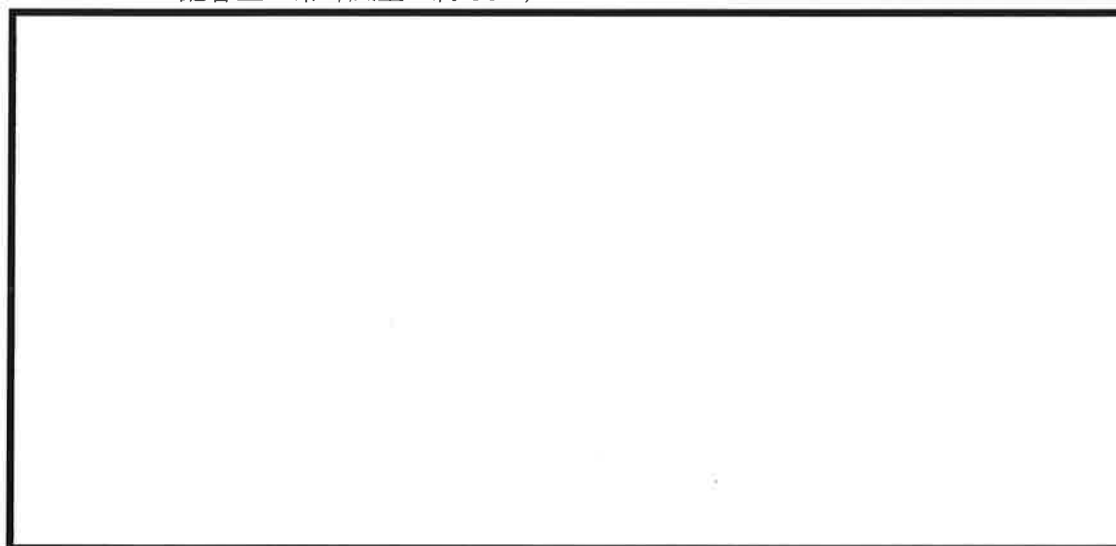
| | |
|-------------------------|-------------------------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 100 以上 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。) | シンプルチューブ、水位計、漏えい検出装置、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 81.4 |
| 火災荷重 (MJ) | 162.6 (恒設機器、照明 6 台) |
| 等価火災時間 (h) | 0.003 (約 11s) |

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

当該エリアの上部に設置された原子炉容器冷却ファンにて、エリア外の空気を炉内計装用シンプル配管室に給気し、原子炉容器下部を冷却後に、以下の2つのルートに分かれる。

第 3-6-5-9-1 図に空気の流れを示す。

- ① 原子炉キャビティシールリングから原子炉キャビティへ (炉内計装用シンプル配管室の冷却風量の約 20%)
- ② 原子炉サポートクーラを通過して R C S 配管貫通部からループ室へ (炉内計装用シンプル配管室の冷却風量の約 80%)



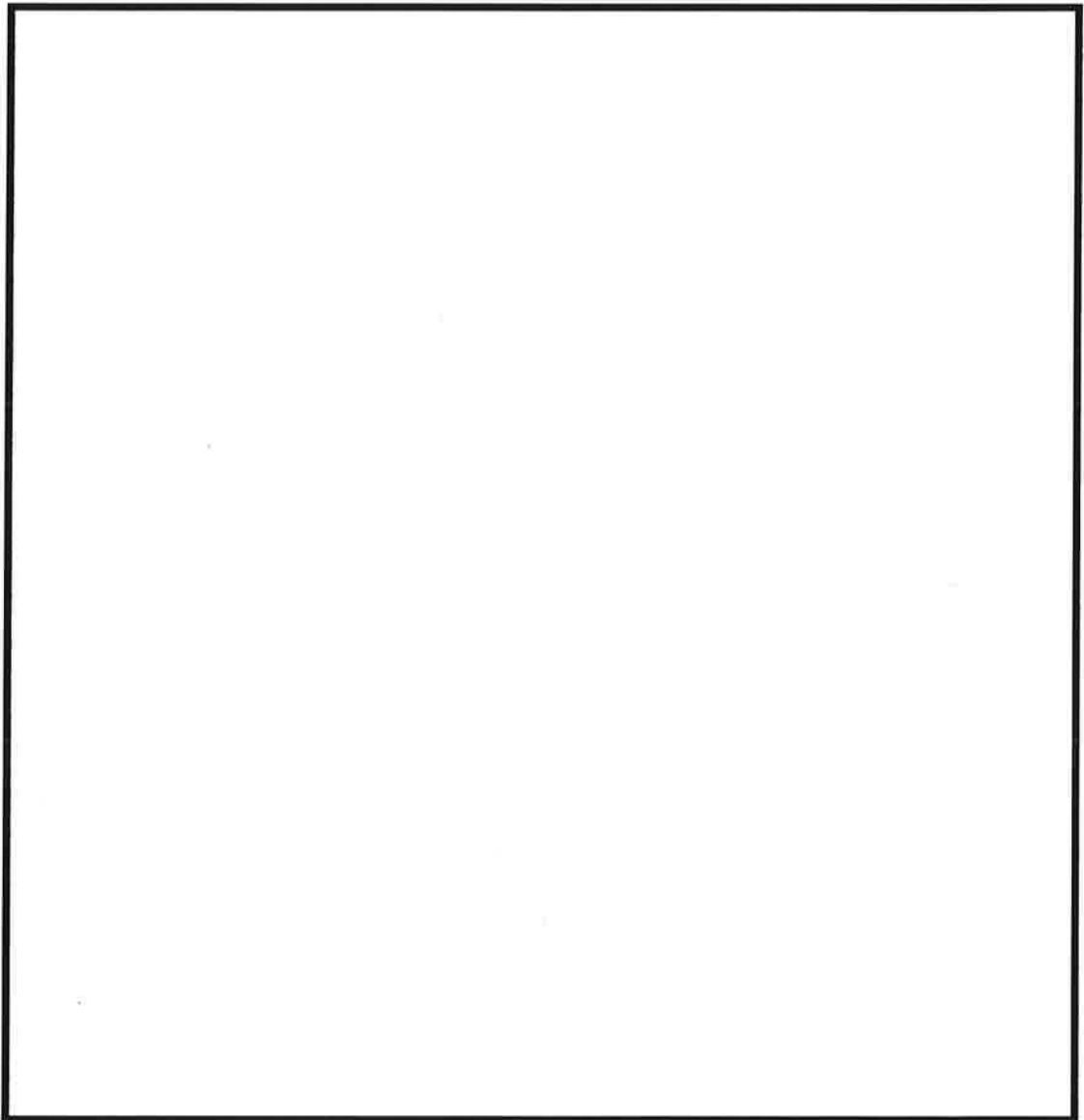
第 3-6-5-9-1 図 炉内計装用シンプル配管室の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

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

上記の設置に加えて、空気の流れを考慮し、ループ室内の比較的線量の低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。（配置の詳細については、第3-6-5-9-2図、第3-6-5-9-3図参照）



第3-6-5-9-2図 炉内計装用シンプル配管室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-5-9-3 図 ループ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部である。エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点から考慮し、エリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、入口付近の比較的線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

上記に加えて、空気の流れを考慮して、ループ室内の線量の低い場所にアナログ式の煙感知器を選定する。

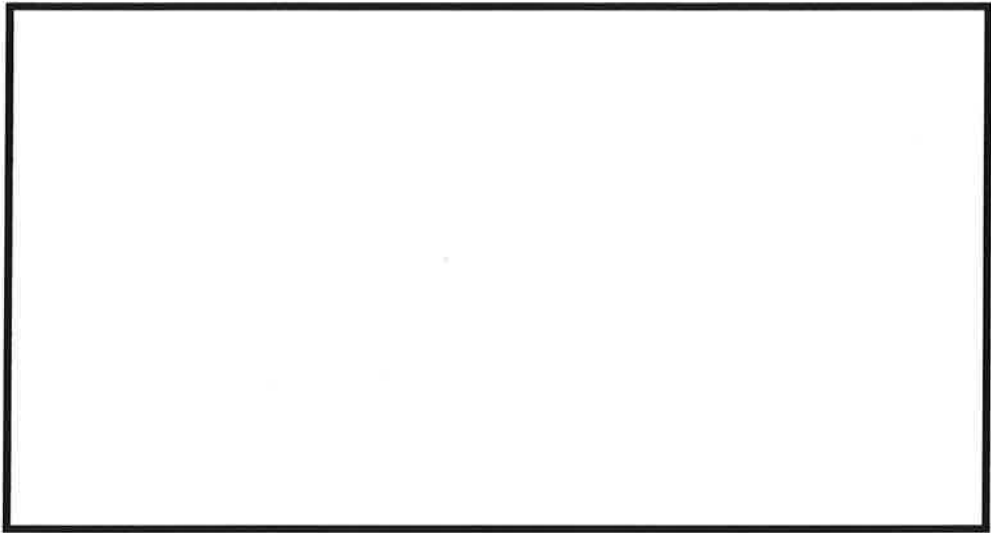
なお、空気吸引式の煙感知器は、網羅性の確保と、耐震性を考慮した施工により相当の作業員と時間を要するため、放射線量の高い場所への適用は、被ばく管理の観点から望ましくない。

ニ. 設置方法を工夫して設置する火災感知器の感知性能

炉内計装用シンプル配管室にて、火災の発生を想定すると、エリア内の火災で発生した煙は上方向に上昇し天井面に蓄積されると共に、原子炉容器冷却ファンの空気の流れにより、原子炉容器下部から、原子炉サポートクーラを通過して R C S 配管貫通部からループ室へ到達することにより約 30 秒で火災感知することが可能である。第 3-6-5-9-4 図に火災発生時の煙の流れを示す、

以上より、ループ室に設置したアナログ式の煙感知器により、エリア内で発生した火災感知が期待できるものとする。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-5-9-4 図 炉内計装用シンプル配管室の火災発生時の空気の流れ

ホ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

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

当該エリア内で万一火災が発生した場合、エリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、入口付近で比較的線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置し、加えて、空気の流れを考慮して、ループ室内の線量の低い場所にアナログ式の煙感知器にて、エリア内の火災感知が可能であり、当直員が当該エリアからエリア外への火災の影響を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

へ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

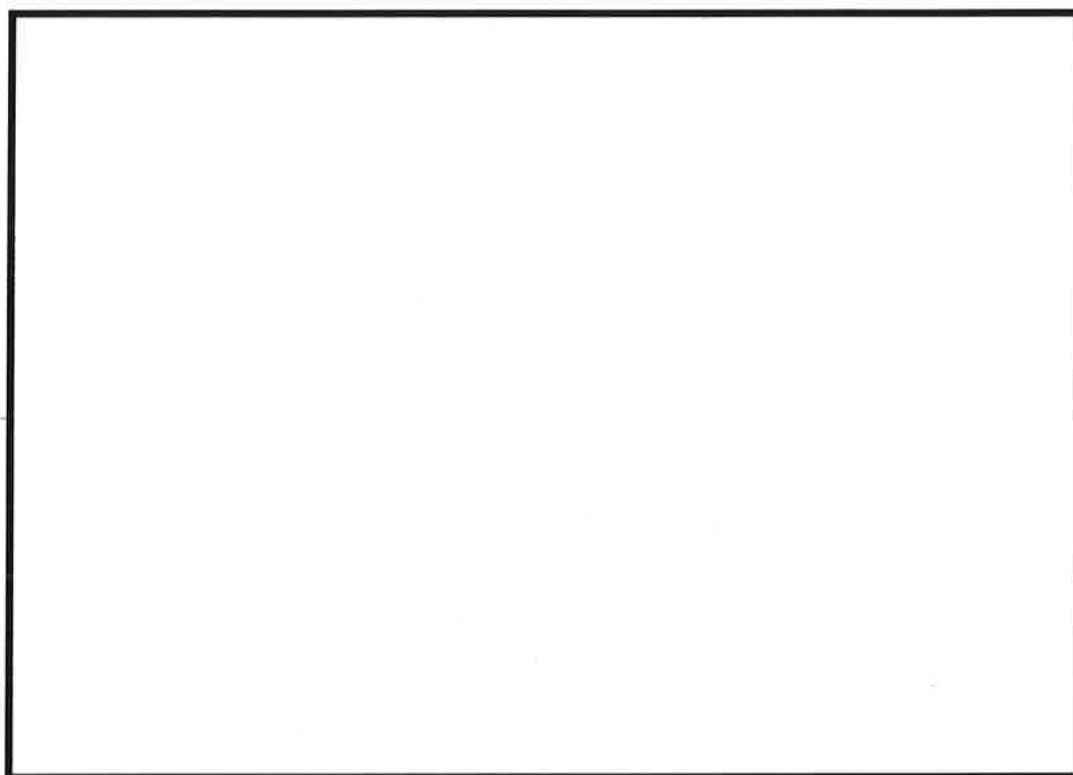
(10) B-廃棄物庫の一部のドラム缶貯蔵エリア

イ. 環境条件

| | |
|--|---------|
| エリア内最大吸収線量率 (mGy/h) | 約 1 |
| エリア内機器 (安全機能を持つ機器なし。放射性物質閉じ込め機能としてはB-廃棄物庫が機器リストに選定済) | ドラム缶、照明 |
| エリア面積 (m ²) | 565.2 |

ロ. 設置する感知器

エリア内の機器近傍にアナログ式でない熱感知器 (新規制基準対応工事にて設置済) 及びアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-10-1 図 B-廃棄物庫の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該の放射線量が高い場所を含むエリアは、火災区域 の一部である。アナログ式の感知器はその内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障が想定され、誤作動を防止することから、エリア内の機器近傍に設置する感知器は、アナログ式でない熱感知器を選定する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

また、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリア内には、ドラム缶と照明のみ設置されており、火災発生の可能性は低いが、万が一当該エリア内にて火災が発生した場合には、梁毎に設置したアナログ式でない熱感知器で火災を早期に検知し、当直員が現場にて、火災の状況の確認及び初期消火活動を実施する。

なお、B・廃棄物庫は 3 時間耐火壁にて囲われた施設であり、隣接エリアにも原子炉の安全停止に必要な機器等もないことから、当該エリア内で万一火災が発生した場合でも、エリア内のアナログ式でない熱感知器及びアナログ式の煙感知器等にて、エリア内の火災感知が可能であり、当直員が当該エリアからエリア外への火災の影響を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ホ. 技術基準規則への適合について

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

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。