

放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について

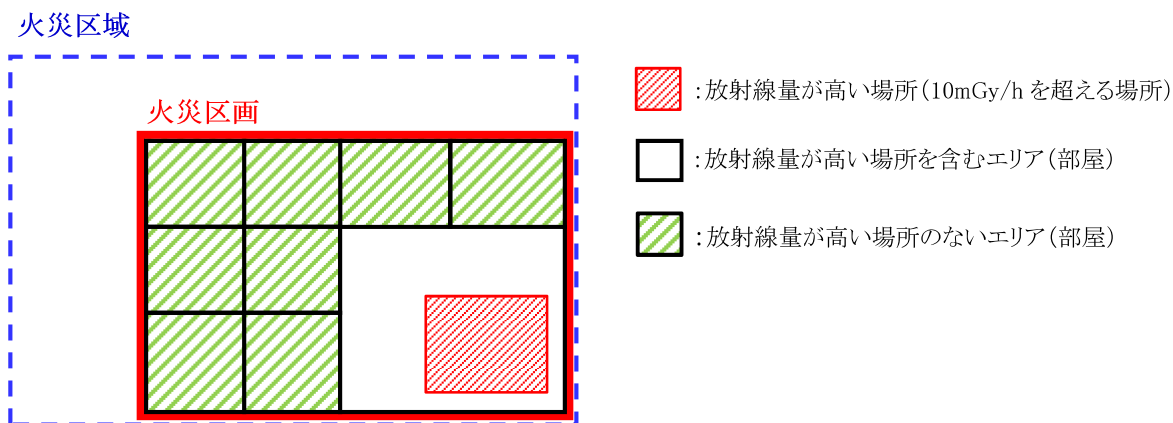
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線量が高い場所を含むエリアの分類、放射線量が高い場所における火災感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた火災感知器の選定、干渉物の観点並びに設置時及び点検時の被ばくの観点における現場施工の成立性を踏まえ、火災防護審査基準への適合又は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保した火災感知器の設計について説明するものである。

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1-1図に示す。



第1-1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

(1) 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、火災防護審査基準への適合又は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保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】

1. まえがき
- 1.2 用語の定義
 - (15) 「安全機能」 原子炉の停止、冷却、環境への放射性物質の放出抑制を確保するための機能をいう。
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踏まえ、エリア内における火災影響の考慮が必要なエリアであり、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行規則又はそれと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それと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踏まえ、隣接エリア（開口部等から火災が延焼する可能性があるエリア）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同エリアの放射線量が低い場所に消防法施行規則に定められた方法で設置する。
 - エリア内全域において放射線量が高い場合には、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できる場所及び方法で異なる2種類の火災感知器を設置する。

(2) 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 2-1 表のとおり、ループ室内の蒸気発生器付近に設置した感知器が 1 年程度で故障する事象が相次いで発生した。(感知器の自動試験の際に信号不良発生)

第 2-1 表 アナログ式感知器の過去の故障実績

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

ロ. 当時の原因調査結果

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

第 2-2 表 感知器の耐放射線性能試験の概要

| | |
|------|--|
| 試験機器 | 光電アナログ式スポット型感知器 |
| | 熱アナログ式スポット型感知器 |
| 試験条件 | <ol style="list-style-type: none">1. 1 時間あたり 3×10^4Gy/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。試験は短時間でいうため、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。 |

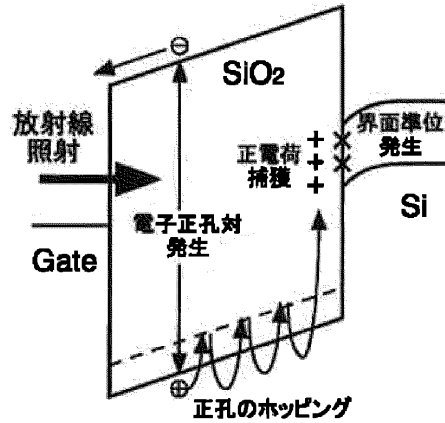
試験で使用した線源である Co60 (γ 線) は、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であることから、エネルギーが比較的高い Co60 (γ 線) を線源として試験を実施していることは妥当である。

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。

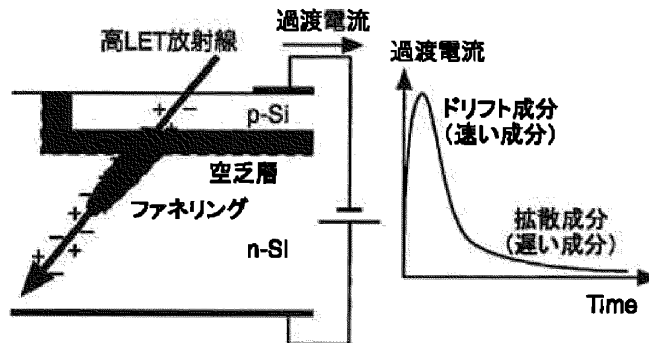
出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」,TR10241, 能美防災 (株) 平成 11 年 2 月

ハ. 文献調査結果

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

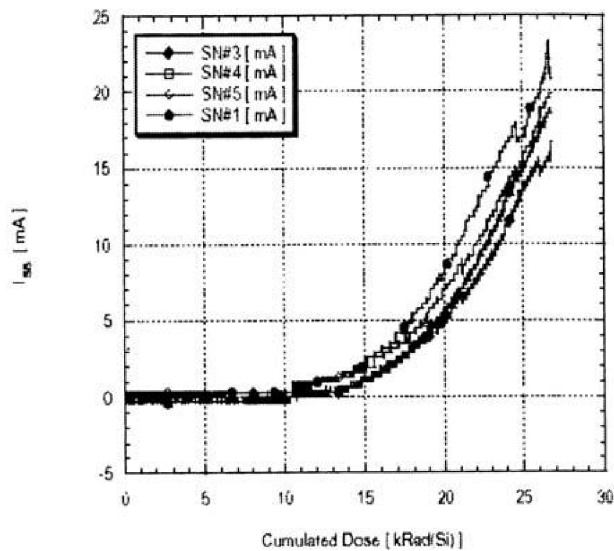


第 2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 2-2 図 シングルイベント効果による過渡電流発生メカニズム

γ 線照射によるトータルドーズ効果の影響で、半導体デバイスは約 100Gy の吸収線量で劣化が見られるとされている。^{※3} 第 2-3 図の X 軸は吸収線量を示し、Y 軸はスタンバイ電流を示しており、約 10krad(=100Gy)から徐々に電流が増加し、性能が劣化していることを確認できる。



第 2-3 図 γ 線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

参考文献

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

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

なお、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であり、エネルギー領域が中程度 (0.1～数 MeV) であることから、実効線量/吸収線量 ≈ 1 として換算でき、吸収線量 (Gy) \approx 実効線量 (Sv) と考えることが可能である。

(3) 放射線量が高い場所に設置する火災感知器の種類

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

イ. 火災防護審査基準の要求事項

第2-3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2-4表のとおり、火災防護審査基準への適合性、火災感知設備の現場施工性を基に各感知方式で使用する火災感知器について評価する。

第2-4表により放射線量が高い場所(10mGy/hを超える場所)に設置可能な火災感知器の種類は、熱感知方式の「アナログ式でない熱感知器(光ファイバーケーブル、差動分布型熱感知器含む)」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。

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2-5表に示す。

第 2-3 表 火災防護審査基準の要求事項及び火災感知器の選定方法

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

第2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価

| 感知方式 | | 熱感知方式 | | | 煙感知方式 | | | 炎感知方式 |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|------------|-----------------------|----------------------|------------|------------------|--------------|
| 火災感知器種類 | | アナログ式でない熱感知器 (スポット型) | 光ファイバーケーブル | 差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式) | アナログ式でない煙感知器 (スポット型) | 空気吸引式の煙感知器 | 光電分離型煙感知器 (非蓄積型) | アナログ式でない炎感知器 |
| 環境条件の考慮 | 放射線の考慮 (故障の防止) | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × | × |
| | 取付面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (感知性能の確保) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 基準適合性 (消防施行規則への適合性をむ) | 誤作動の防止 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 網羅性の確保 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 関連項目 | 電源の確保 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 監視 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 評価 | 現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性) | ○ | △ | △ | ○ | △ | × | × |
| | 各感知方式で使用する火災感知器 | ○ | △ | △ | × | △ | × | × |

第2-5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 | | 火災感知器の設置方法 | | 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 | 設置方法 | 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 |
| 火災影響分類A： 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 | 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 II： エリア内全域において放射線量が高い場所の場合※ | 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より施工性及び保守管理面で優れた④アナログ式の煙感知器を採用) | ④アナログ式の煙感知器 |
| | | | | 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： 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 II： エリア内全域において放射線量が高い場所の場合※ | B 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又は同等以上の方法で設置 | - | - | ④アナログ式の煙感知器 |
| | | | | - | ③アナログ式の熱感知器 | - |
| 技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できる場所及び方法で異なる2種類の火災感知器を設置 | | | | 技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できる場所及び方法で異なる2種類の火災感知器を設置 | | |

※エリア内に放射線量が高い場所がある場合でもエリア面積や梁状況等により消防法施行規則に定められた方法にて設置が不可であり、放射線量が高い場所に異なる2種類の火災感知器設置が必要となるエリアを含む。

3. 放射線量が高い場所を含むエリアにおける干渉物の観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置を設計するにあたり、各エリアの干渉物の状況を整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性について確認した。

(1) エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

放射線量が高い場所を含むエリアの内、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、燃料移送管室、体積制御タンク室及び B・廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリアは、エリア内のアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。

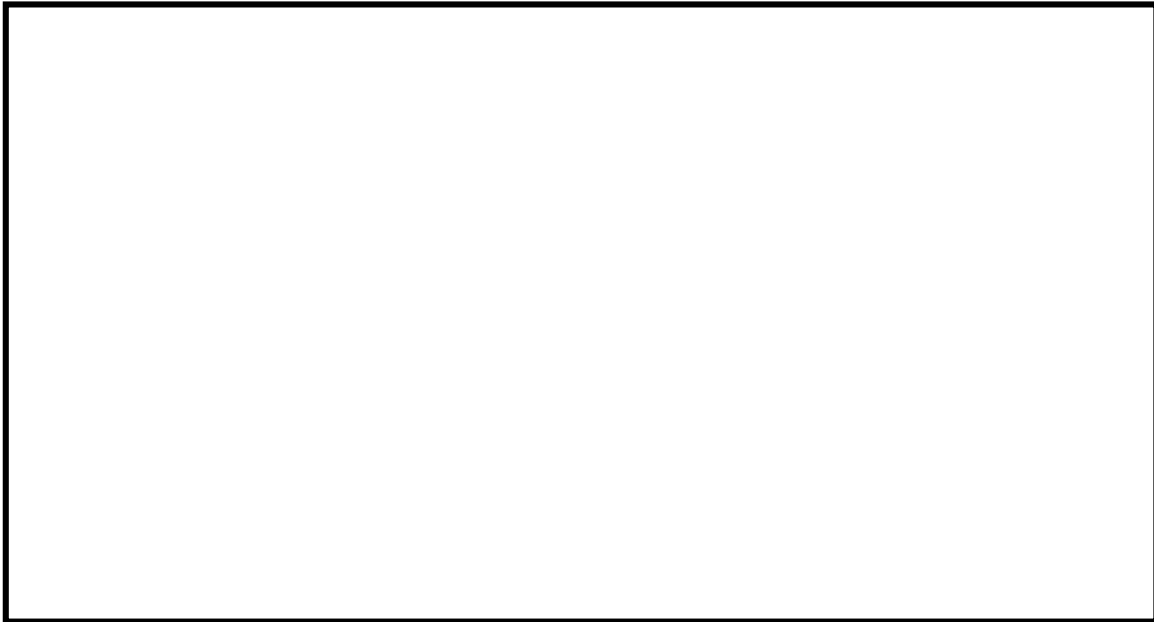
(2) 放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

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

イ. 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

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

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



第 3-1 図 化学体積制御設備脱塩塔周り系統図



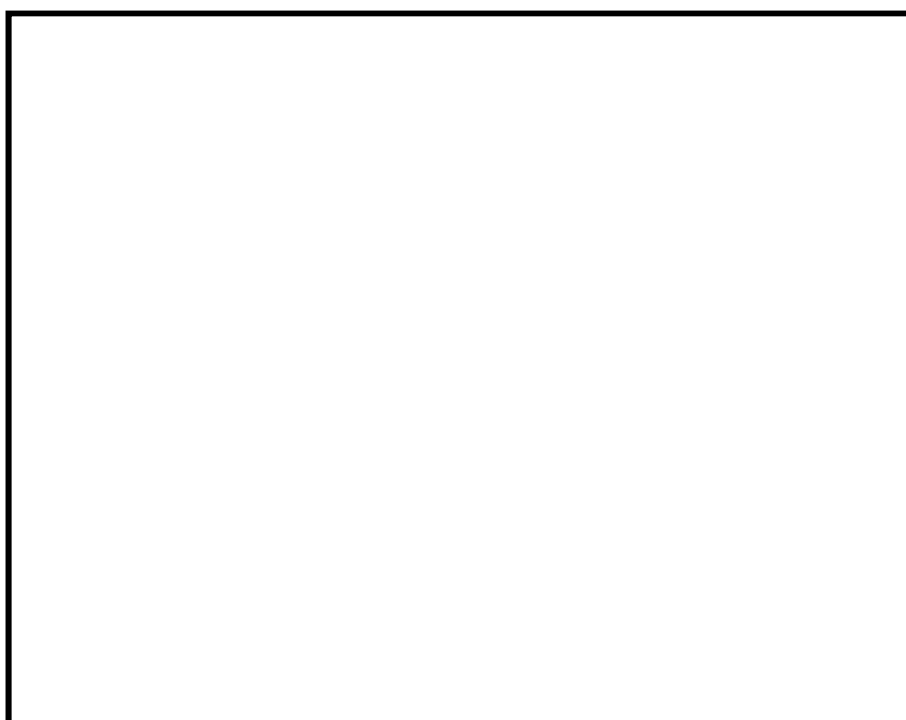
第 3-2 図 化学体積制御設備脱塩塔照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

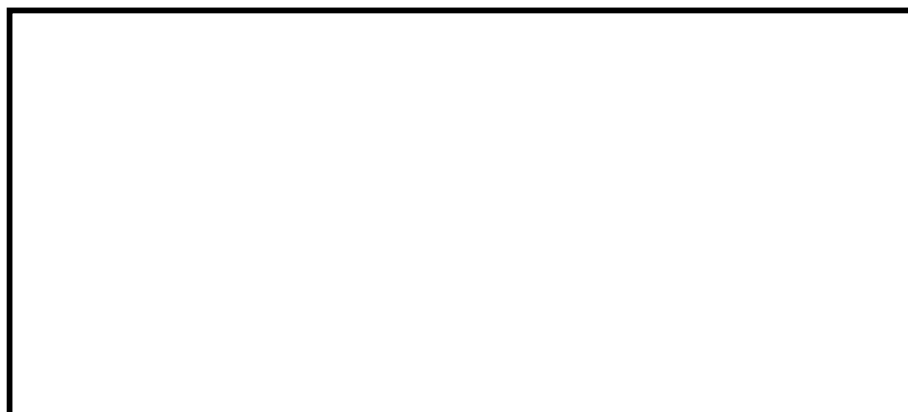
ロ. 使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

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

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



第 3-3 図 使用済燃料ピット脱塩塔周り系統図



第 3-4 図 使用済燃料ピット脱塩塔照明配置図

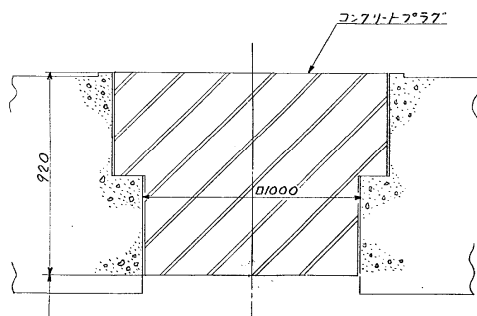
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 使用済樹脂貯蔵タンク室

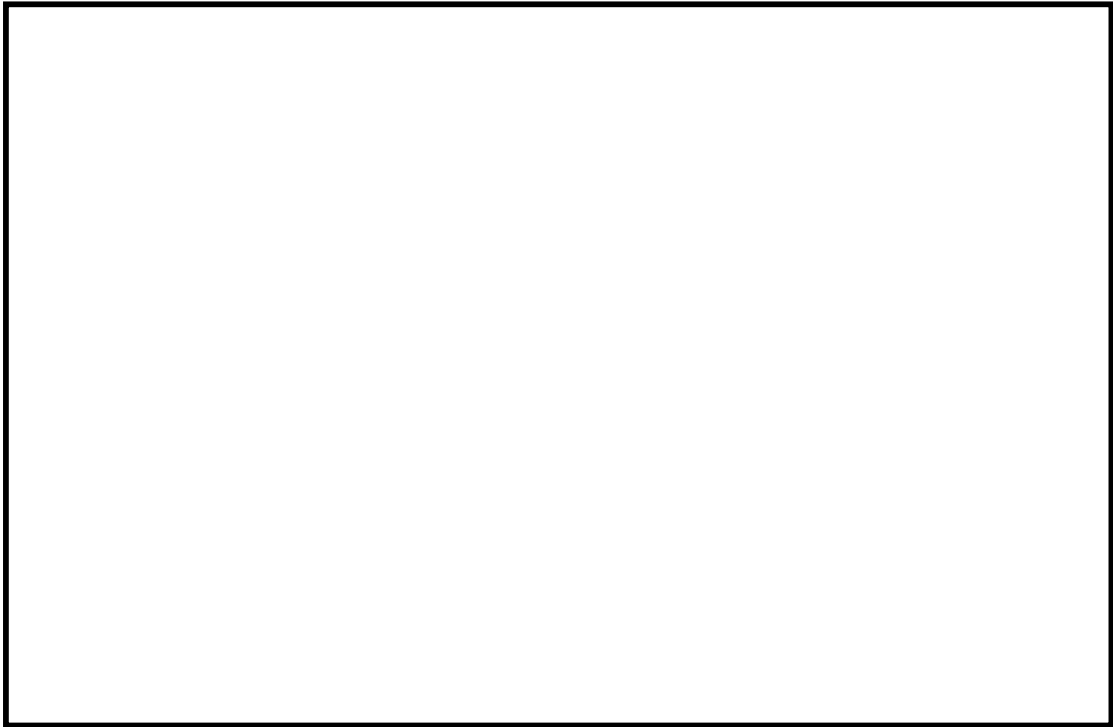
使用済樹脂貯蔵タンクは、使用済樹脂の最終保管場所であり、使用済樹脂貯蔵タンク室へのアクセスは上部エリアの厚さ **920mm** のコンクリート蓋を開放し、アクセスが必要であるが、上部エリアには、ドラム缶を移動させる恒設のコンベア設備が設置されており、室内へのアクセスは非常に困難である。

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

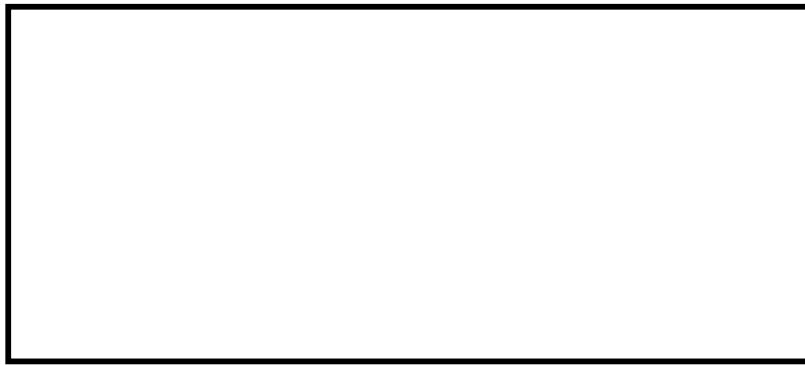
主に高放射線の影響を防止するために設置されたコンクリート壁が干渉物となり、電線管等を敷設する際にはコンクリート壁貫通させる必要があること、また作業の際には恒設のドラム缶移動用コンベア設備を移設し、上部コンクリート蓋を開放する必要があることから施工性は非常に低いが、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。



第 3・5 図 コンクリート蓋断面



第 3-6 図 使用済樹脂貯蔵タンク周り系統図



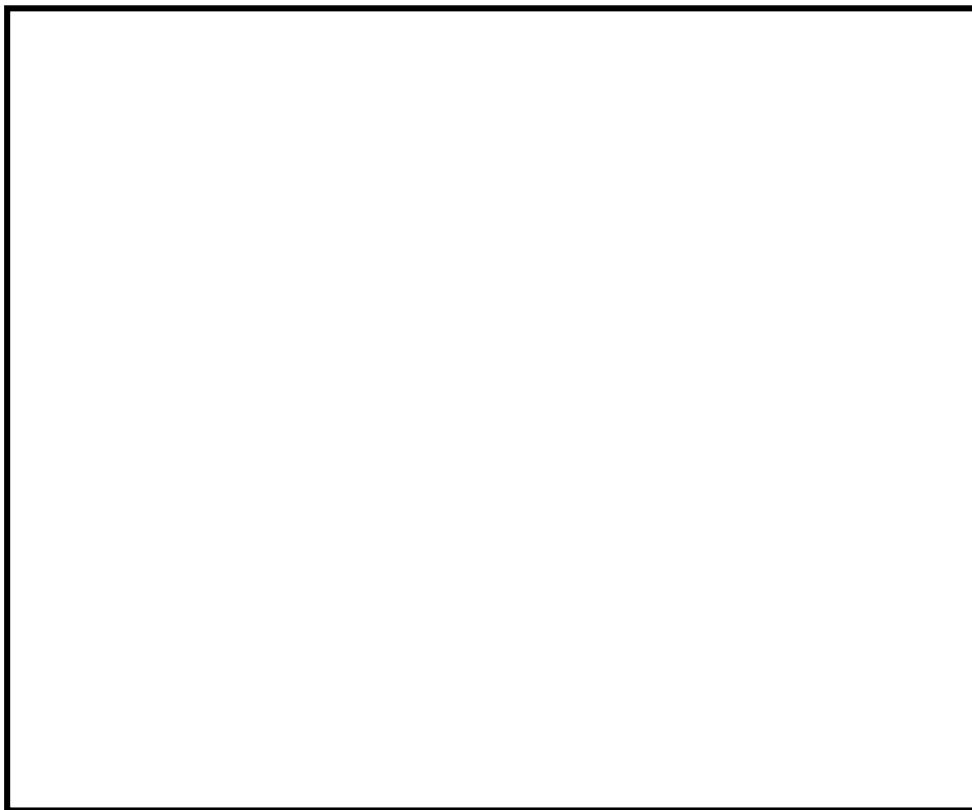
第 3-7 図 使用済樹脂貯蔵タンク照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

二. 炉内計装用シンプル配管室

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

床面はシンプル配管が広く敷設されており、作業の際の足場設置時に干渉する。また空気吸引式の煙感知器の設置時は網羅性と耐震性を確保した配管配置とする必要があるため、配管や電線管及びそれらのサポート等が干渉物となり施工性は非常に低い。干渉物の観点における現場施工の成立性に問題は無い。

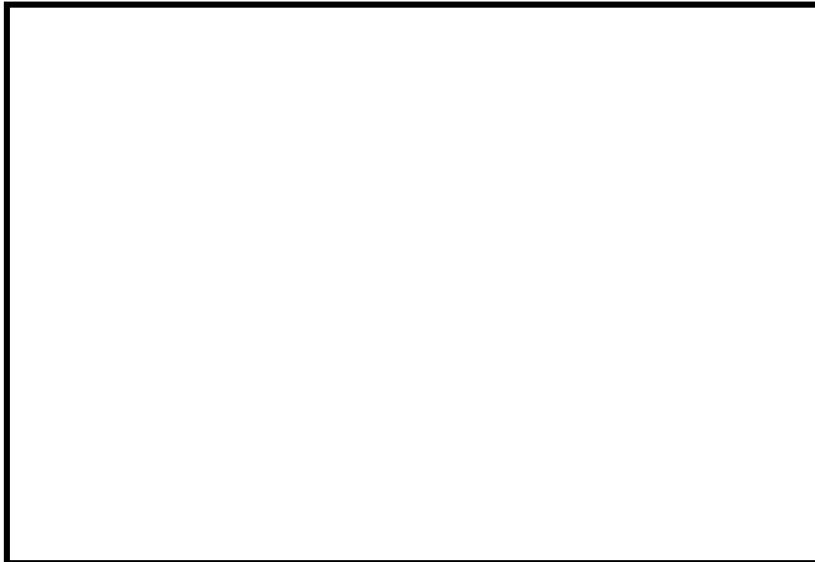


第 3-8 図 シンプル配管上面図及び断面図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-9 図 原子炉下部キャビティ水位計電線管ルート図



第 3-10 図 漏えい検出装置電線管ルート図



第 3-11 図 炉内計装用シンプル配管室照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 放射線量が高い場所を含むエリアにおける被ばくの観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置を設計するにあたり被ばくに関する考慮事項を整理し、各エリアの放射線量を勘案した上で被ばくの観点における現場施工の成立性について確認した。また、その結果を踏まえた感知器設計について以下に示す。

(1) 「火災感知器の設置等における放射線業務従事者である作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量」に対する考慮事項

火災感知器の設置及び保守点検においては、放射線業務従事者である作業員の被ばく線量（以下、「作業員の被ばく線量」という。）及び作業に係る集団線量（総量管理）に留意する必要がある。

イ. 作業員の被ばく線量

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

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

また、「原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について」（基発0810第1号、平成24年8月）において、放射線業務従事者の1日の実効線量が1ミリシーベルトを超えるおそれのある放射線業務（作業）は放射線作業届を労働基準監督署へ提出することが必要であり、作業員の被ばく線量が1ミリシーベルト/日を上回らないことを一つの目安として、作業計画を立案している。

ロ. 集団線量

集団線量については、法令要求はないものの、電離放射線障害防止規則第1条より事業者として可能な限り被ばく線量を少なくするよう努める必要がある。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発生時に、3年平均で1.07人・Sv以下でない場合は「白」の判定となる可能性がある。）

今般の作業追加により集団線量を大きく増加させないためには、設置及び保守点検を考慮して、可能な限り線量の低い箇所に火災感知器を設置することが必要である。

作業員の被ばく線量が線量限度を超えないよう考慮した。その上で、集団線量についても確認する。

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

イ. 作業員の被ばく線量の確認事項

- 火災感知器の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度（100 mSv/5年、50 mSv/年）を満足すること。
- 作業員の被ばく線量が1 mSv/日を超えないことを目安として、感知器の設置場所を選定し、作業計画を立案する。

ロ. 作業に係る集団線量の確認事項

- 作業に係る集団線量は、可能な限り低くなるよう努める。
- 至近の大飯発電所の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）を第 4-1 表に示す。火災感知器の設置及び保守点検時における作業に係る集団線量が、年間線量及び定検線量を大きく増加させないことを確認する。

第 4-1 表 大飯発電所の年間線量及び定検線量

| 参考データ | 集団線量計(人・mSv) |
|----------------------------------|--------------|
| 2020 年度 大飯発電所年間線量(3 号機) | 約 470 |
| 2020 年度 大飯発電所年間線量(4 号機) | 約 440 |
| 3号機第17回定検(2019.4.11~2019.7.23) | 約 370 |
| 4号機第 17 回定検(2020.11.3~2021.2.12) | 約 410 |

(3) 工事設計における被ばくの考慮について

工事設計における作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量を次のとおり試算し、評価する。

イ. 被ばく管理上の設計方針

作業における被ばく管理は、社内標準に則り、作業員の被ばく線量（mSv）及び作業に係る集団線量（人・mSv）が可能な限り低くなるよう計画する。作業計画を立てる際には、放射線防護上必要な措置を講じることにより、作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量（以下、「被ばく線量及び集団線量」という。）の低減を図る。計画した作業の被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、作業計画を見直す。

火災防護に必要な作業については、次の手順で作業計画の妥当性を確認する。

イ) 作業計画の立案

被ばく線量及び集団線量を低減するために、作業は個人の受ける線量を合理的に達成できる限り低減するため原則として次のように行う。

- 事前に被ばくの経歴、作業環境及びその変化を考慮し、個人の受ける線量を低減できるよう作業計画を立てるとともに、作業方法、手順等について、その周知徹底を図る。(例. 作業場所の線量が低い時期の確認)
- 放射線防護については、防護具類、個人線量計の着用、時間制限等必要な条件を定める。
- 作業を行う場合は、責任者を定めるとともに上記条件等を遵守させ、個人の受ける線量の低減を図る。
- 作業中に作業環境の変化が起こり得るような場合は、必要に応じ、外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度等を測定し、作業環境の確認を行う。
- 必要な場合は一時遮へいの使用、除染等を行い作業環境の保全に努める。(例. 一時遮へいを用いた線源の遮へい、線源の移動)
- 作業管理については、立会い等により指導助言を行う。

ロ) 作業計画の改善

前項による放射線防護上必要な措置を反映した作業計画にもかかわらず、被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、実施計画を見直す。

ハ) 判断基準及び考慮事項

作業計画の改善を要する基準及び考慮事項は次のとおりとする。

- ・ 火災感知器の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を満足すること。
- ・ 作業員の被ばく線量が1mSv/日を超えないこと。
- ・ 火災感知器の設置及び保守点検時の集団線量について、年間線量及び定検線量を大きく増加させないこと。
- ・ 被ばく線量及び集団線量を可能な限り低くすること。

(4) 放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量

放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量の確認結果を第4-2表に示す。

第4-2表 放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量

| 設置エリア | 分類 | 設置時および保守点検時の放射線量 (mSv/h) | 説明 | |
|--------------------------|----------|--------------------------|--|------|
| ①原子炉格納容器ループ室 | A I | | <ul style="list-style-type: none"> ・作業に係る被ばく線量を検討した結果（以下、「被ばくの観点」という。）、定検中に設置及び保守点検が可能。 ・被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。 ・被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。 ・線源である樹脂の交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、保守点検を勘案した設置箇所に適さない。 ・被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。 ・線源である樹脂の交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、設置を勘案した設置箇所に適さない。 ・被ばくの観点で、問題なく、設置及び保守点検が可能。 ・線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量は低下する期間がある。 ・線源となるドラム缶の移動等により、放射線量を下げることが可能なことから、設置及び保守点検が可能。 | |
| 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 | バルブ設置エリア | | | B I |
| | 脱塩塔設置エリア | | | B II |
| ⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室 | バルブ設置エリア | | | B I |
| | 脱塩塔設置エリア | | | 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炉内計装用シングル配管室 (格納容器内) | B II | | | |
| | 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。

(5) エリア分類 BⅡのエリアにおける設計方針とこれに基づく被ばく線量及び集団線量について

エリア分類 BⅡのエリアは常時放射線量が高く、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は使用できないことから、アナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器を設置及び保守点検する作業計画における被ばく線量及び集団線量を試算する。(添付参照)

その試算結果が、判断基準及び考慮事項を満足できないことから、エリア分類 BⅡの各エリアの設計方針を見直し以下に示す。

- ・⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室では、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。このため、保安水準を確保できるように、設置場所を排気ダクト内に見直した設計とする。
- ・⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室では、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、設置における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。このため、保安水準を確保できるように、設置場所を排気ダクト内に見直した設計とする。
- ・⑨使用済樹脂貯蔵タンク室では、線源である高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時放射線量が高いことから、設置及び保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。このため、保安水準を確保できるように、設置場所を排気ダクト内に見直した設計とする。
- ・⑩炉内計装用シンプル配管室では、線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間があり、実施時期の適性を図ることは可能である。ただし、空気吸引式の煙感知器の場合、設置に時間を要することから設置における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。このため、保安水準を確保できるように、放射線量が低下する期間にアナログ式でない熱感知器、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ループ室の感知器でも感知できる設計とする。

見直した設計方針に基づきエリア分類 BⅡのエリアの被ばく線量及び集団線量を試算した結果を第 4・3 表に示す。

第 4-3 表 エリア分類 B II のエリアの被ばく線量及び集団線量

【設置時線量】

| B II エリア | 火災感知器個数 | | | | | ①放射線量 (mSv/h) [想定線量率] | ②設置作業工数 (人・h) | ③作業人数 (人) | ④作業日数 (日) | 集団線量 (人・mSv) [①×②] | 作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③)/④] | 判定 | |
|-----------------------------------|---------|------|------|-----------|----|-----------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------------------|----|---|
| | 新設 (個) | | | 既設 感知器 | 総数 | | | | | | | | |
| | 煙感知器 | 熱感知器 | 炎感知器 | | | | | | | | | | |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1 | 3 | 3 | - | 0 | 6 | [Redacted] | | | | | ○ | | |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1 | 1 | 1 | - | 0 | 2 | | | | | | | ○ | |
| ③使用済樹脂貯蔵タンク室 ※1 | 2 | 2 | - | 0 | 4 | | | | | | | | ○ |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室 ※2 | 2 | 4 | - | 0 | 6 | | | | | | | | |

【保守点検時線量】

| B II エリア | 火災感知器個数 | | | | | ①放射線量 (mSv/h) [想定線量率] | ②点検作業工数 (人・h) | ③作業人数 (人) | ④作業日数 (日) | 集団線量 (人・mSv) [①×②] | 作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③)/④] | 判定 | |
|-----------------------------------|---------|------|------|-----------|----|-----------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------------------|----|---|
| | 新設 (個) | | | 既設 感知器 | 総数 | | | | | | | | |
| | 煙感知器 | 熱感知器 | 炎感知器 | | | | | | | | | | |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1 | 3 | 3 | - | 0 | 6 | [Redacted] | | | | | ○ | | |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1 | 1 | 1 | - | 0 | 2 | | | | | | | ○ | |
| ③使用済樹脂貯蔵タンク室 ※1 | 2 | 2 | - | 0 | 4 | | | | | | | | ○ |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室 ※2 | 2 | 4 | - | 0 | 6 | | | | | | | | |

※ 1 : 排気ダクト内 (放射線量が低い場所) に③アナログ式の熱感知器、④アナログ式の煙感知器を設置
 ※ 2 : ①アナログ式でない熱感知器、③アナログ式の熱感知器及び④アナログ式の煙感知器を設置
 (加えて空気の流れを考慮しループ室の感知器にも期待)

試算の結果、作業員の被ばく線量が 1mSv/日 を超過せず、線量限度 (100mSv/5年、50mSv/年) を満足していることを確認した。また、集団線量が年間線量 (3号機 約 470 人・mSv、4号機 約 440 人・mSv) を超過しないことを確認した。

よって、エリア分類 B II のエリアの被ばくの観点における現場施工の成立性について問題ないものと評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について（まとめ）

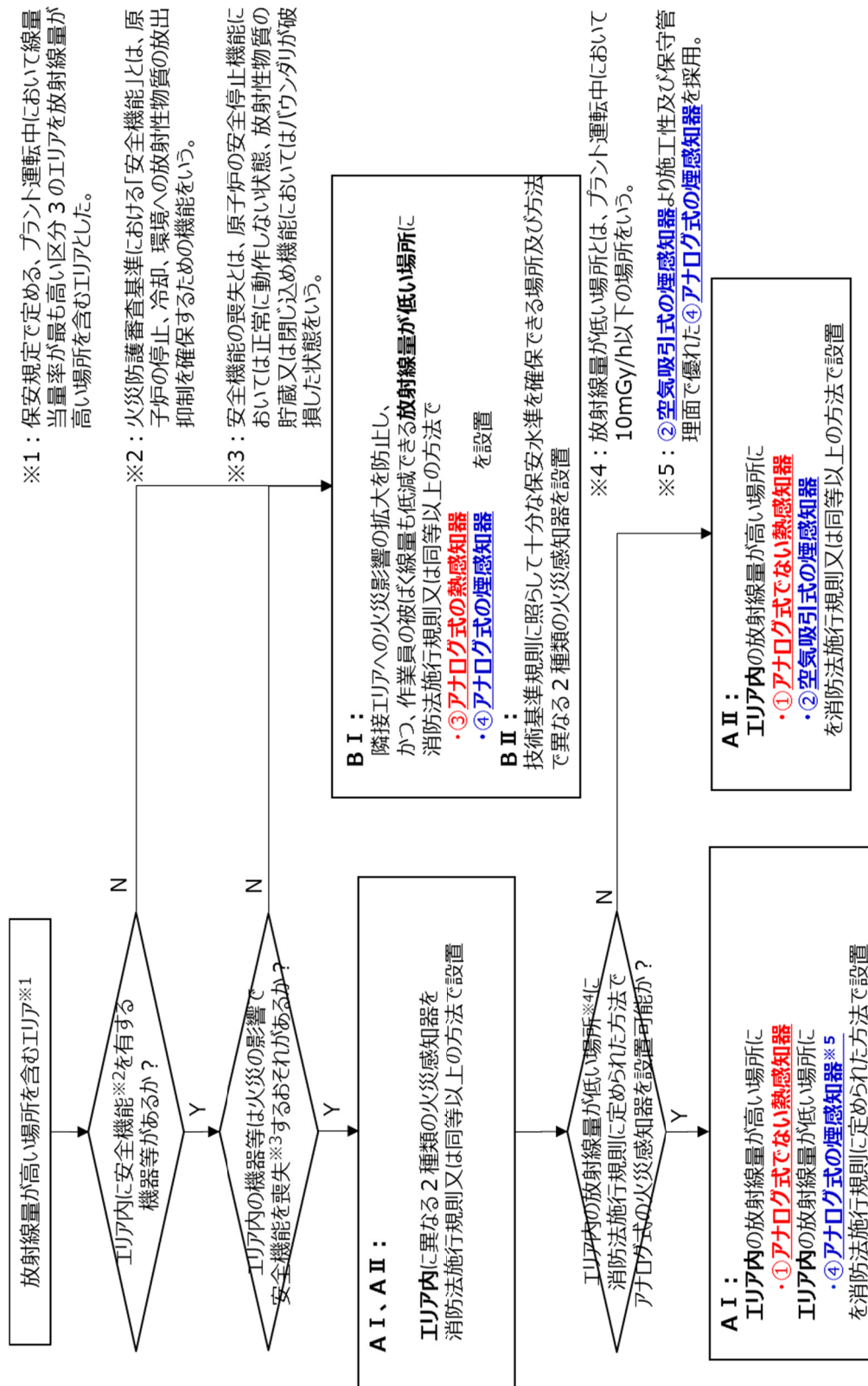
以下の(1)～(2)で、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計の考慮事項を説明し、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計フローを第 5-1 図、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計結果を第 5-1 表に示す。

(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（詳細については 6. 参照）

- 安全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を火災影響分類 A とし、エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合は「アナログ式でない熱感知器」と「アナログ式の煙感知器」を設置する方針とする。
- 火災影響分類 A の内、エリア内全域において放射線量が高い場合は「アナログ式でない熱感知器」と「空気吸引式の煙感知器」を設置する方針とする。（但し、本申請にて該当エリアなし。）
- 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を火災影響分類 B とし、エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合は「アナログ式の熱感知器」と「アナログ式の煙感知器」を設置する方針とする。
- 火災影響分類 B の内、エリア内全域において放射線量が高い場合は、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できる場所及び方法で異なる 2 種類の火災感知器を設置する方針とする。



第5-1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5-1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 | 火災感知器の設置方法 |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------|---|
| ①原子炉格納容器ループ室 | 有 (安全停止機能) | 有 | — | 有 | A I | エリア内の放射線量が高い場所に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アナログ式の煙感知器を消防火災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 | B I | |
| ⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室 | 無 | 無 | 有 | 有 | B I | |
| | | | | 無 | B II | |
| ⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室 | 無 | 無 | 有 | 有 | B I | B I は放射線量が低い場所に消防火災施行規則又は同等以上の方法でアナログ式の熱感知器とアナログ式の煙感知器を設置 |
| | | | | 無 | B II | |
| ⑦燃料移送管室 | 無 | 無 | 有 | 有 | B I | |
| ⑧体積制御タンク室 | 無 | 無 | 有 | 有 | 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 | 有 | 無 | B II | B II は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できる場所及び方法で異なる2種類の火災感知器を設置 |
| ⑩炉内計装用シングル配管室 | 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 | B I ※1 | |

※1：「⑩ 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

6. 放射線量が高い場所を含む 11 エリアの火災感知器設計の詳細について

(1) 原子炉格納容器ループ室

イ. 環境条件

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

ロ. 設置する感知器

エリア内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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。



第 6-1-1 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。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 **消防法施行規則に定められ**

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。

た方法で設置する。なお、アナログ式の感知器は、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内入口付近の 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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。



第 6-2-1 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。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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。なお、アナログ式の感知器は、アナログ式でない感知器に比べ、その内部に半導体素子を使用していることから、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

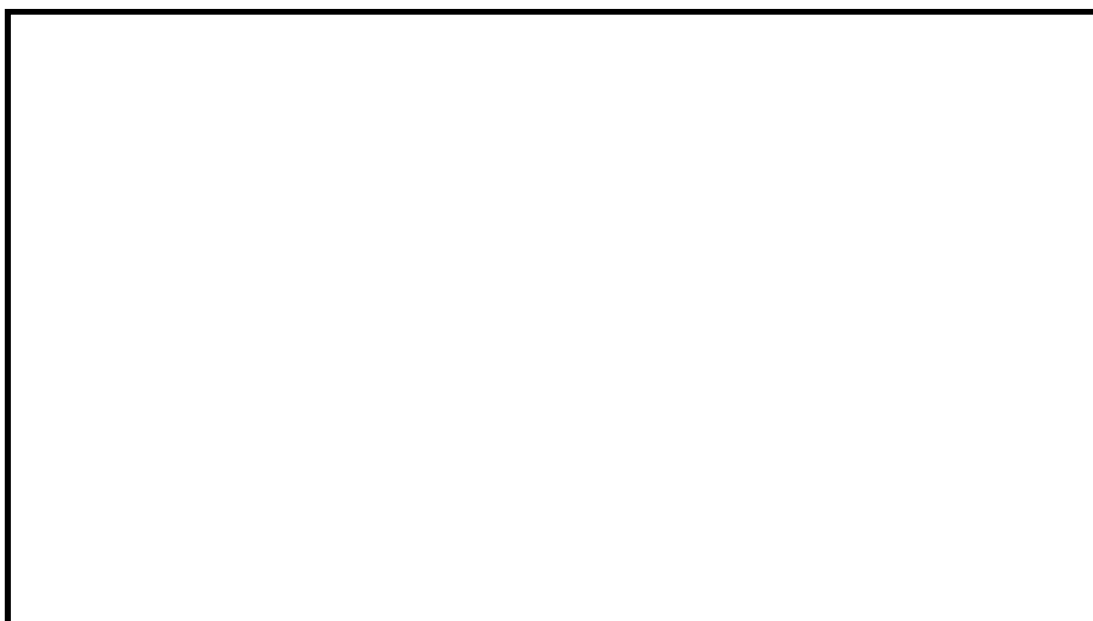
(3) 再生熱交換器室

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消防法施行規則に定められた方法で設置する。



第 6-3-1 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。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消防法施行規則に定められた方法で設置する。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)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。

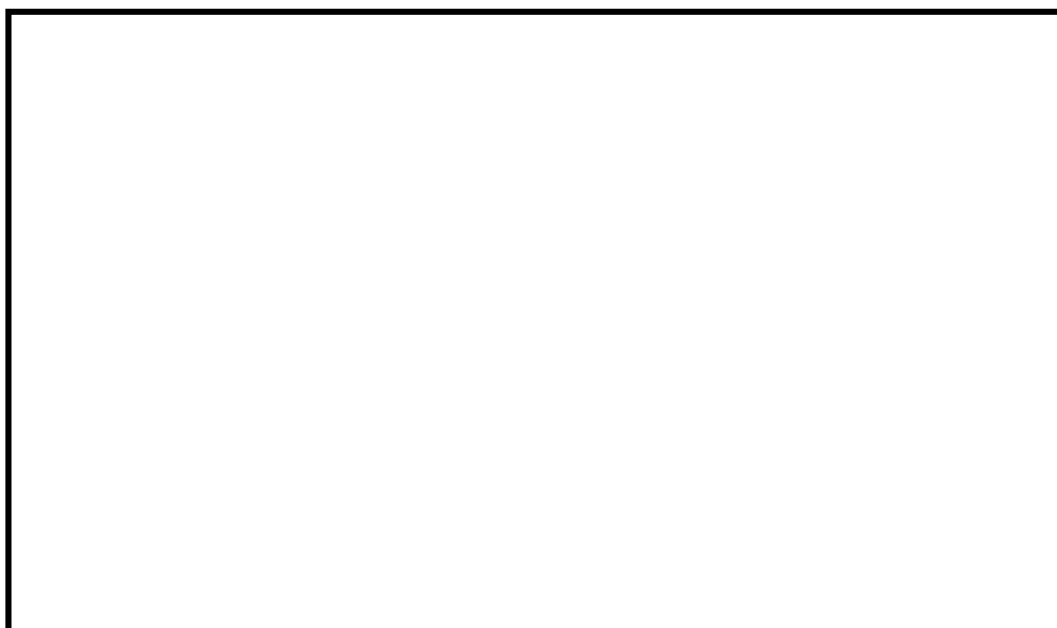
(4) 水フィルタ室

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 | 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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。



第 6-4-1 図 水フィルタ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部である。エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点から、エリア内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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(5) 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 (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。)

・化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

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

・使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

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

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い脱塩塔室は、第 6-5-1 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。

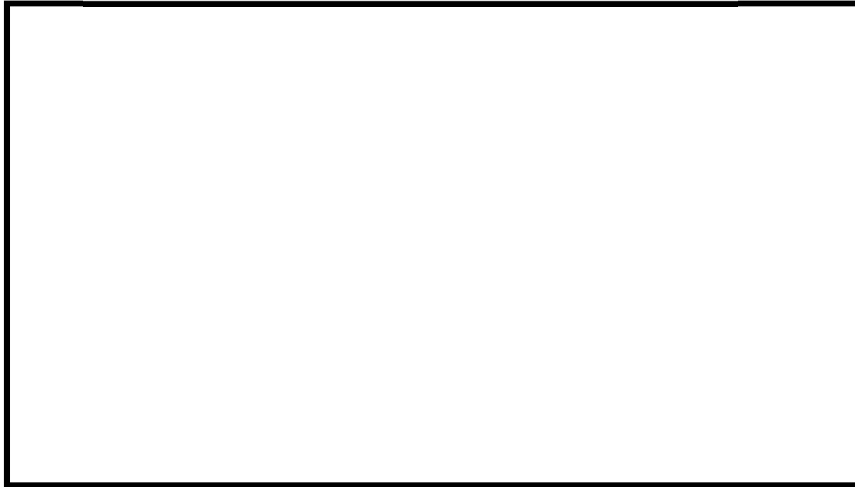


第 6-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の空気の流れ (平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)



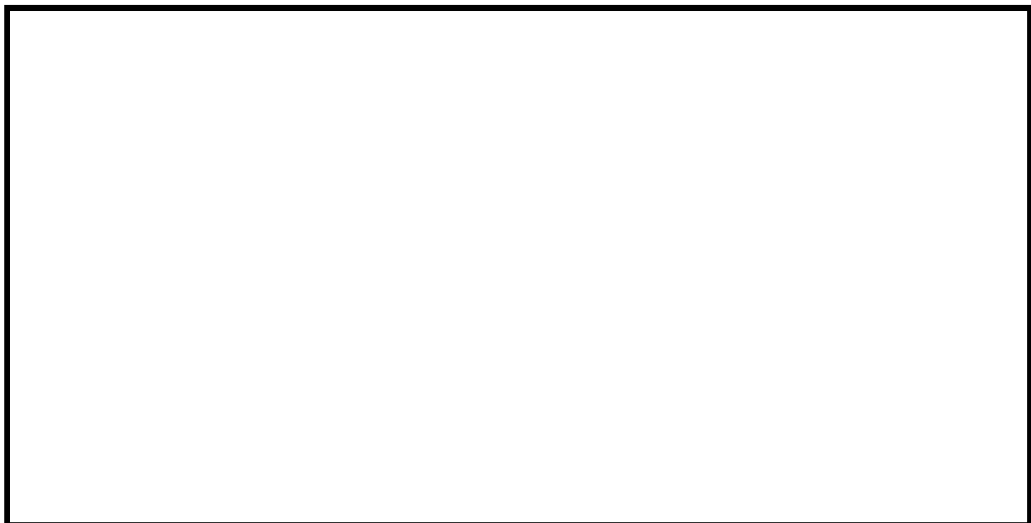
第 6-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の空気の流れ (断面図)

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 **消防法施行規則に定められた方法** で設置する。

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検討し、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 6-5-2 図に示す。

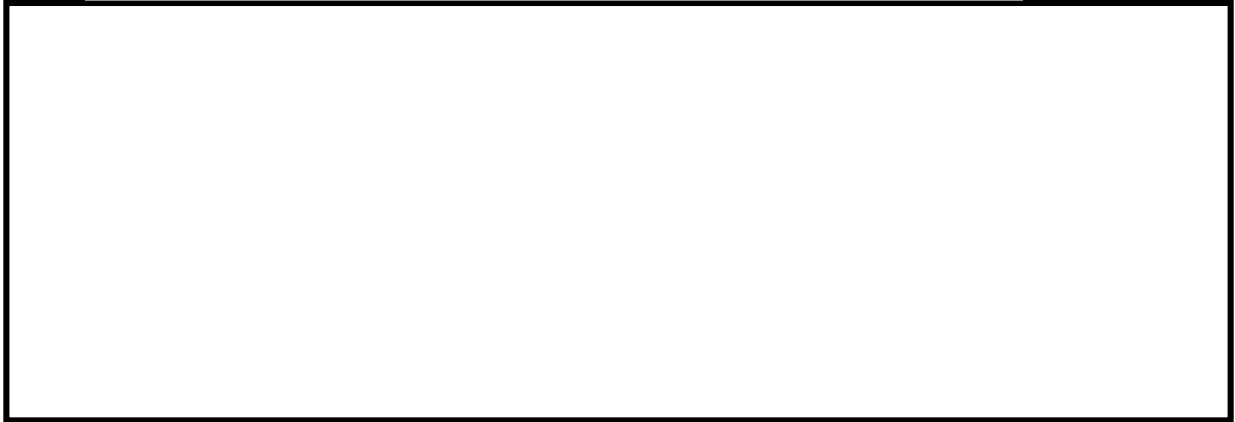


第 6-5-2 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室及び使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の感知器配置図 (バルブ室)

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。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)



第 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 **消防法施行規則に定められた方法** で選定する。

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进行考慮し、設置方法を検討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. 技術基準規則に照らした保安水準を確保した設置と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 $3\sim 5\text{m/s}$ 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 6-5-3 図に火災発生時の空気の流れを示す。


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。



第 6-5-3 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  のうちバルブ設置エリアは、第 11 条第 2 項(火災の早期感知)へ適合している。

火災区画  のうち脱塩塔設置エリアは、エリア内の火災を早期感知し、エリア外への火災の悪影響を防止できることから、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保ができると評価する。(補足説明資料参照)

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。

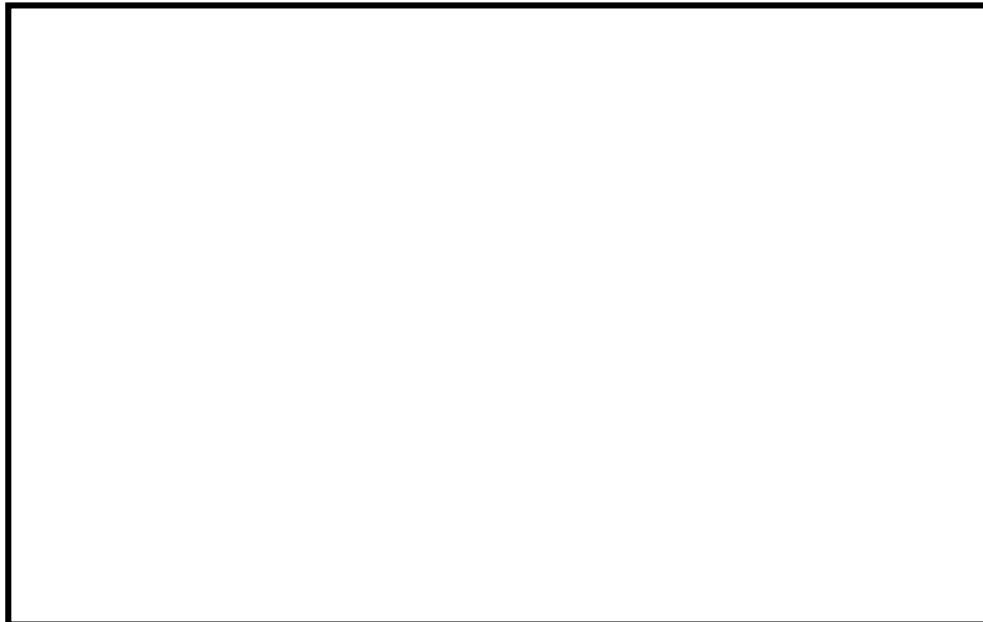
(6) 燃料移送管室

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 | 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消防法施行規則に定められた方法で設置する。



第 6-6-1 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消防法施行規則に定められた方法で設置する。

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。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

当該エリアには、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。

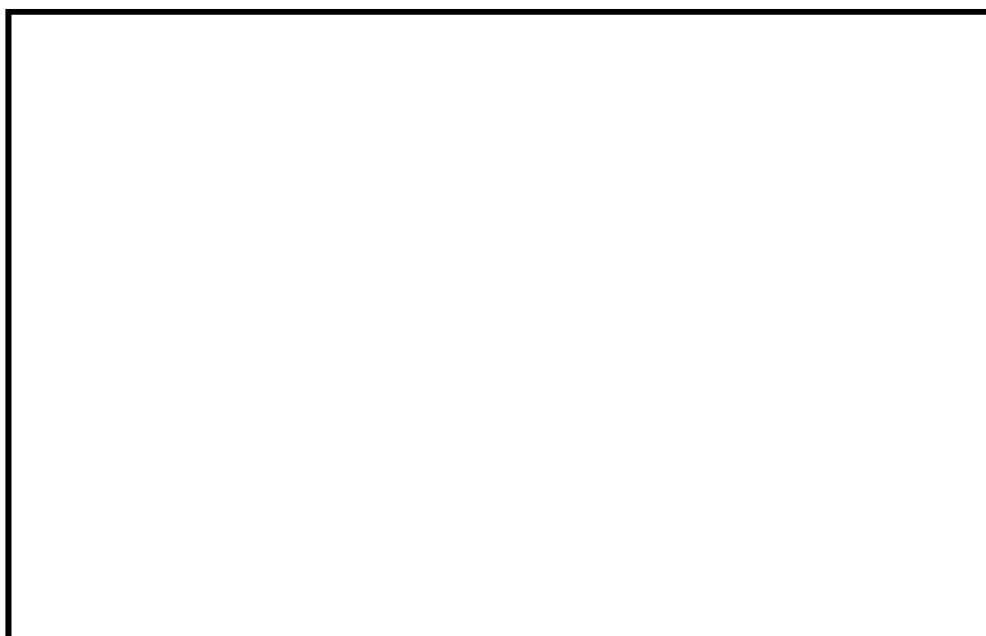
(7) 体積制御タンク室

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 | 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消防法施行規則に定められた方法で設置する。



第 6-7-1 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から、エリア内の比較的線量が低い場所にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置する。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

火災区画 全域として、第11条第2項（火災の早期感知）へ適合している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

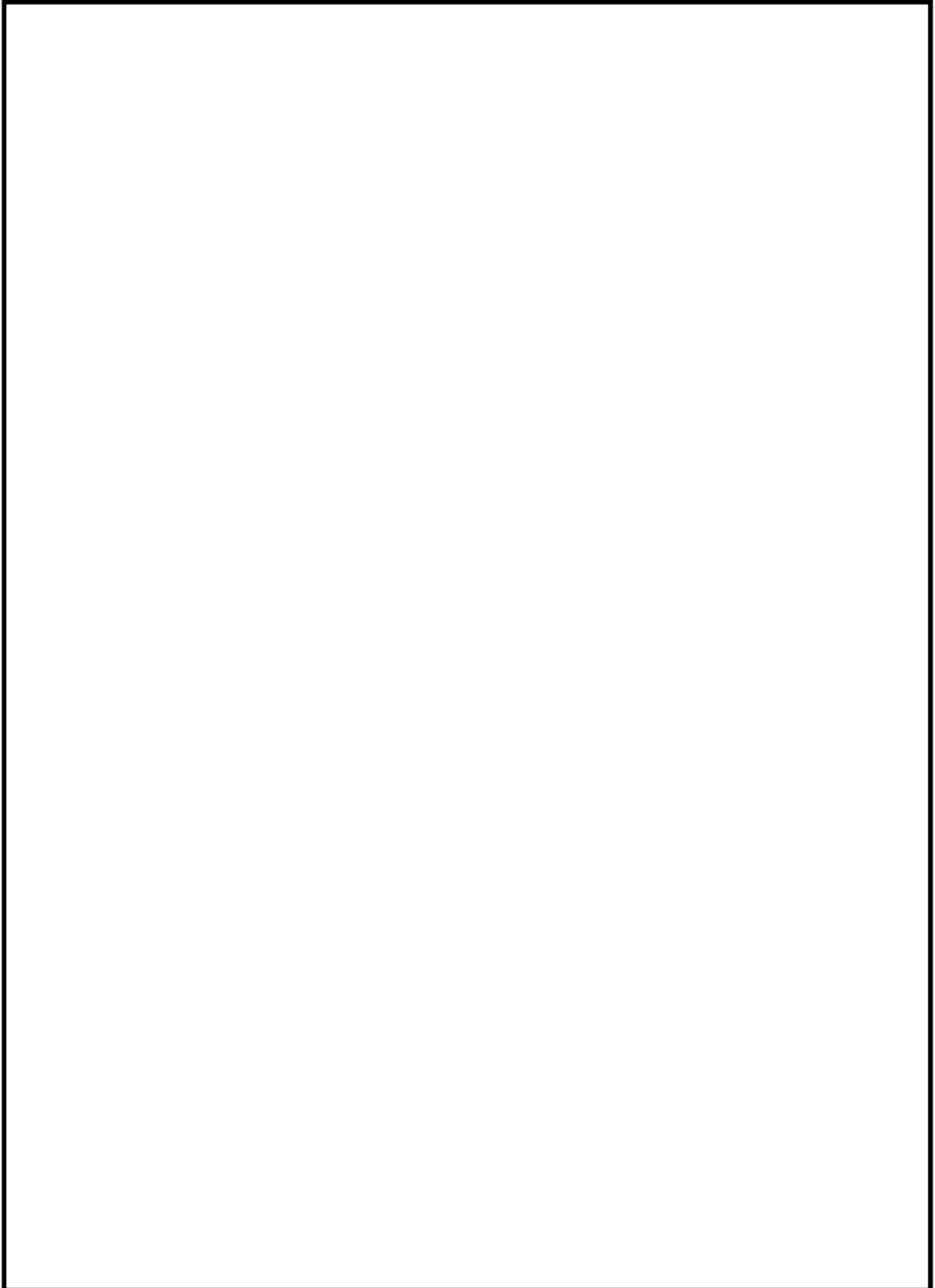
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い使用済樹脂貯蔵タンク室は、第 6-8-1 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 6-8-1 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。



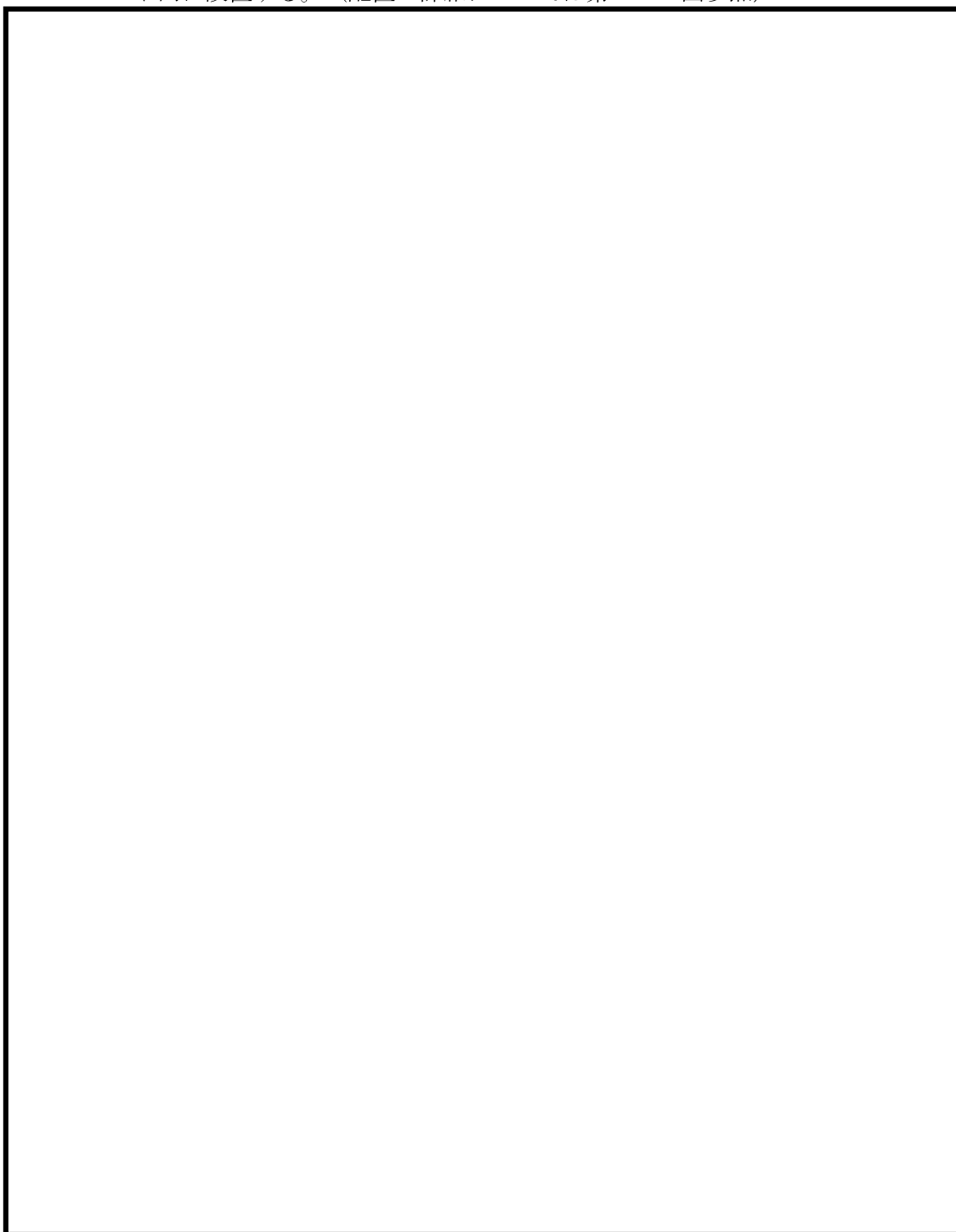
断面図（側面）

第 6-8-1 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検討し、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 6-8-2 図参照）



第 6-8-2 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ニ. 選定理由

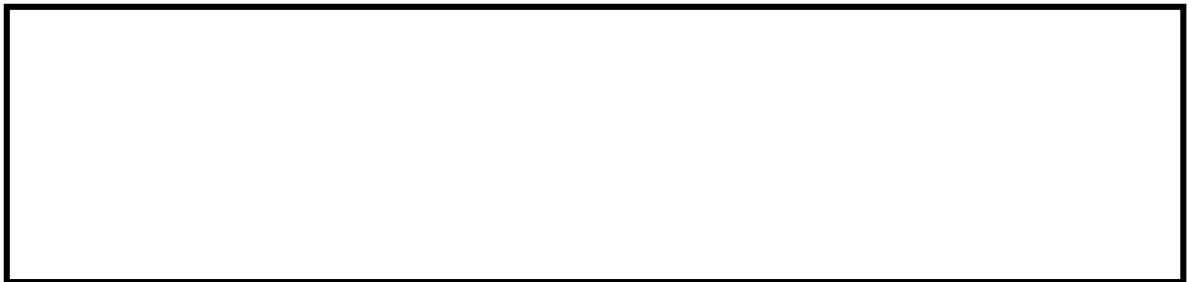
当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には安全停止に必要な機器等もないが、部屋全域が線量の高いエリアとなっていることから、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点を考慮し、設置方法を検討した上でアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

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. 技術基準規則に照らした保安水準を確保した設置とする火災感知器の感知性能

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 6-8-3 図に火災発生時の空気の流れを示す。

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。



第 6-8-3 図 使用済樹脂貯蔵タンク室での火災発生時の空気の流れ

ヘ. 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。

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。

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

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

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られており、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 のうち使用済樹脂貯蔵タンク設置エリアは、エリア内の火災を早期感知し、エリア外への火災の悪影響を防止できることから、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保ができると評価する。（補足説明資料参照）

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 (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 | 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 6-9-1 図に空気の流れを示す。

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



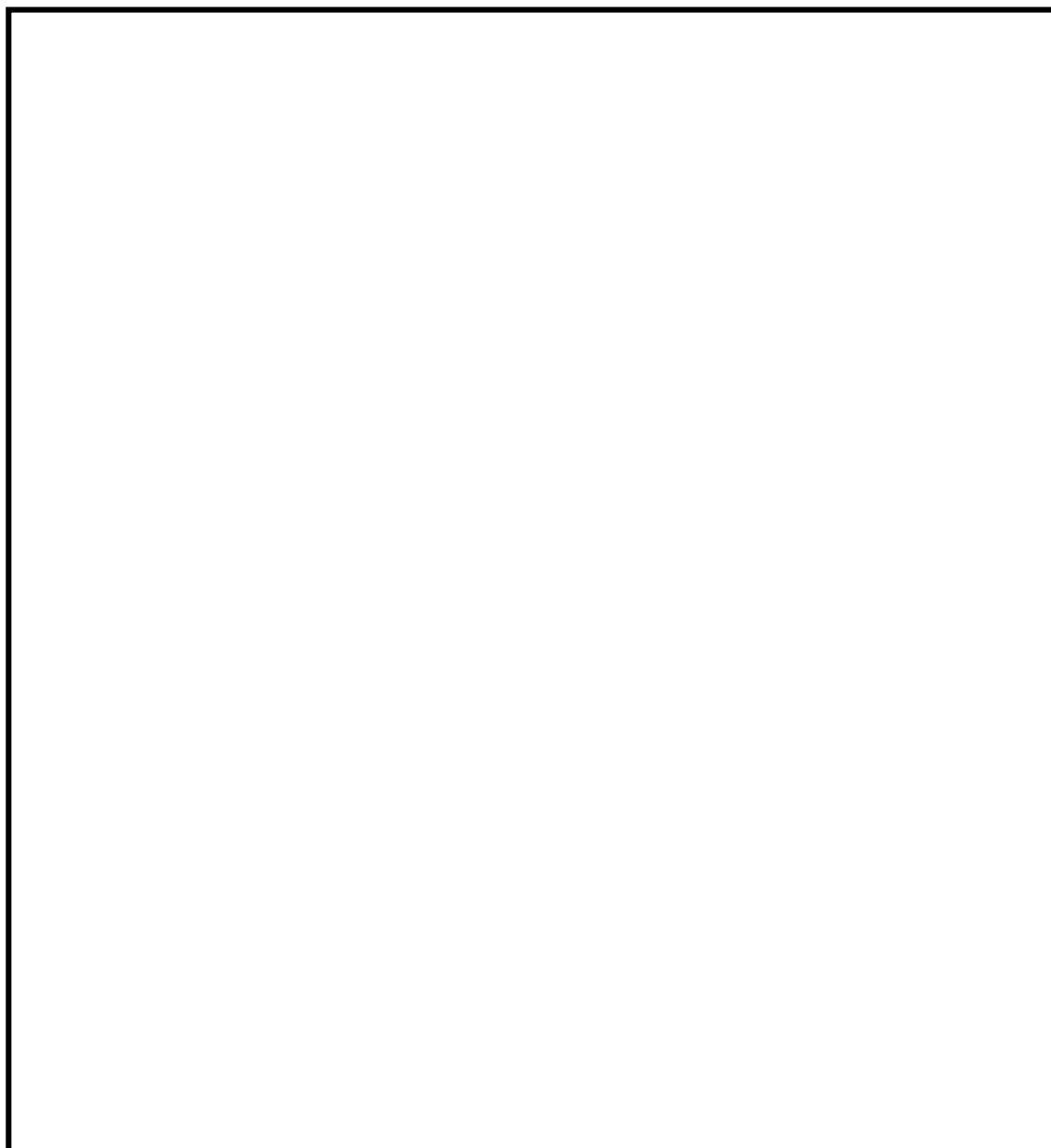
第 6-9-1 図 炉内計装用シンプル配管室の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

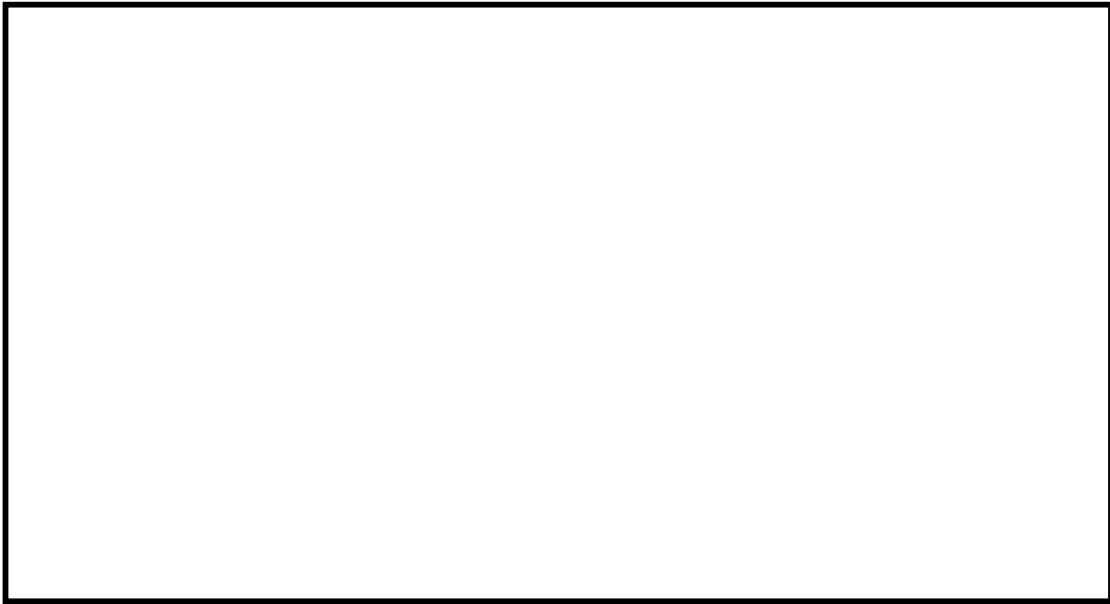
炉内計装用シンプル配管室は、部屋内ほぼ全域が放射線量の高い場所となっており、室内にアナログ式でない熱感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置し、炉内シンプル配管室入口付近は、比較的線量が低いため、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置する。

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 6-9-2 図、第 6-9-3 図参照）



第 6-9-2 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 6-9-3 図 ループ室の感知器配置図

ニ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部である。エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点から、エリア内にアナログ式でない熱感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置し、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。

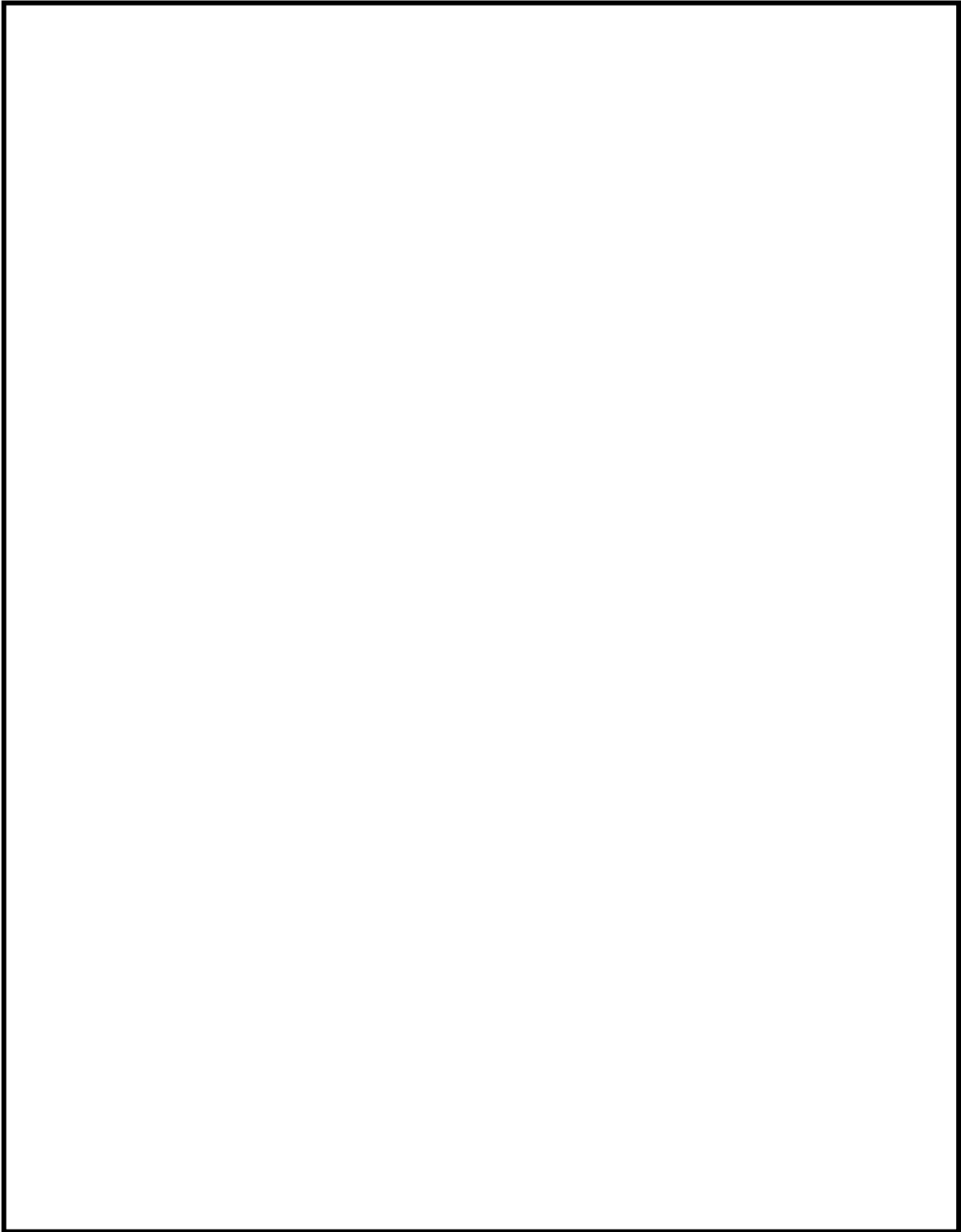
なお、空気吸引式の煙感知器は、網羅性の確保と、耐震性を考慮した施工により相当の作業員と時間を要するため、放射線量の高い場所への適用は、被ばく管理の観点から望ましくない。

ホ. 技術基準規則に照らした保安水準を確保した設置と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 6-9-4 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 6-9-4 図 炉内計装用シンプル配管室の火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

へ. 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。

ト. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち炉内計装用シンプル配管室は、エリア内の火災を早期感知し、エリア外への火災の悪影響を防止できることから、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保ができると評価する。（補足説明資料参照）

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 | 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消防法施行規則に定められた方法で設置する。



第 6-10-1 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消防法施行規則に定められた方法で設置済である。

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消防法施行規則に定められた方法で設置する設計とする。

既工認における設計では、ドラム缶貯蔵エリア内に設置したアナログ式でない熱感知器と、廃棄物庫入口の放射線量の低い箇所に設置したアナログ式の煙感知器を設置する設計としていた。本申請において、ドラム缶貯蔵エリアにおいても、アナログ式の煙感知器が故障に至ることはなく、感知可能であり、感知器の設置においてもドラム缶を移動させる等の工夫によって、設置にあたる作業員の被ばく線量を低減することで設置可能であることから、ドラム缶貯蔵エリアについても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。

エリア分類 BII エリアにおける感知器設置に係る被ばく線量及び集団線量の試算について

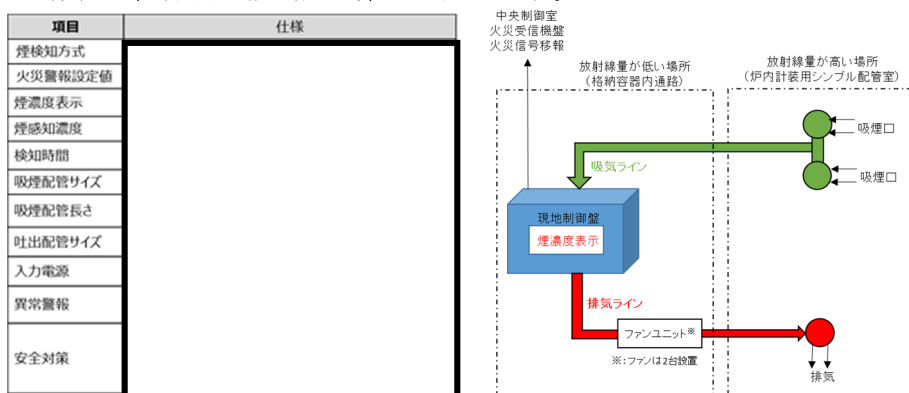
1. 空気吸引式の煙感知器の設計概要

空気吸引式の煙感知器を設置する場合の設計概要を以下に示す。

イ. 空気吸引式の煙感知器の仕様について

空気吸引式の煙感知器は、放射線が高い場所にて発生する火災の煙を、ファンユニットにて煙吸引式検出設備に取り込む。感知器内部の発光素子の光が、火災の煙流入により散乱することで煙を感知する。

機器の仕様及び概要図を第 1-1 図に示す。



第 1-1 図 空気吸引式の煙感知器の機器仕様及び概要図

ロ. 空気吸引式の煙感知器の配置設計について

炉内計装用シンプル配管室を例に空気吸引式の煙感知器の設計について説明する。現地制御盤を原子炉格納容器内通路に設置し、炉内計装用シンプル配管室の壁貫通を経て、吸気ラインを 3 系統、排気ラインを 1 系統設置する。

現地制御盤、配管の設置状況を第 1-2 図に示す。



第 1-2 図 現地制御盤、配管の設置状況

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

なお、炉内計装用シンプル配管室の最上部は、シールテーブルにて密閉処理が施されており、上部エリアに煙が抜ける構造となっていない。(第1-2図のシールテーブル上面図及び写真、断面図参照)

2. エリア分類 B II エリアにおける①アナログ式でない熱感知器、②空気吸引式の煙感知器の検討について

エリア分類 B II のエリアとなる⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室に、①アナログ式でない熱感知器(⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は光ファイバーケーブル又は差動分布型熱感知器)、②空気吸引式の煙感知器を設置・点検する場合の被ばく線量及び集団線量を試算し、試算結果を第2-1表に示す。

第2-1表 エリア分類 B II のエリアの集団線量、個人線量

【設置時線量】

| B II エリア | 火災感知器個数 | | | | 総数 | ①放射線量 (mSv/h) | ②設置作業工数 ^(※6) (人・h) | ③作業人数 (人) | ④作業日数 (日) | 集団線量 (人・mSv) [①×②] | 作業員の個人線量 (mSv/日) [(①×②÷③)/④] | 判定 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-----------|----|------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------------------|----|
| | 新設(個) | | | 既設 感知器 | | | | | | | | |
| | 空気吸引式 の煙感知器 | 熱感知器 | 光ファイバー ケーブル又は 差動分布型 | | | | | | | | | |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) | 3 | 3 | - | 0 | 6 | | | | | | | ○ |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) | 1 | 1 | - | 0 | 2 | | | | | | | × |
| ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 | 2 | - ^(※3) | 2 | 0 | 4 | | | | | | | × |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室 | 5 ^(※4) | 4 | - | 0 | 9 | | | | | | | × |

【保守点検時線量】

| B II エリア | 火災感知器個数 | | | | 総数 | ①放射線量 (mSv/h) [想定線量率] | ②点検作業工数 (人・h) | ③作業人数 (人) | ④作業日数 (日) | 集団線量 (人・mSv) [①×②] | 作業員の個人線量 (mSv/日) [(①×②÷③)/④] | 判定 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-----------|----|-----------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------------------|----|
| | 新設(個) | | | 既設 感知器 | | | | | | | | |
| | 空気吸引式 の煙感知器 | 熱感知器 | 光ファイバー ケーブル又は 差動分布型 | | | | | | | | | |
| ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) | 3 | 3 | - | 0 | 6 | | | | | | | × |
| ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) | 1 | 1 | - | 0 | 2 | | | | | | | × |
| ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室 | 2 | - ^(※3) | 2 | 0 | 4 | | | | | | | × |
| ⑩炉内計装用シンプル配管室 | 5 ^(※4) | 4 | - | 0 | 9 | | | | | | | ○ |

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

試算の結果、作業員の個人線量が1 mSv/日を超え、線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を満足できない。また、集団線量が年間線量(3号機 約470人・mSv、4号機 約440人・mSv)を超過することから、保安水準を確保できるように設置方針を見直す。

なお、一時遮へい設置により環境の放射線線量を低減することも検討したが、作業場所が狭隘であること、また、線源が広い範囲であり、点線源を遮へいするよう完全に線源を覆うことが困難であることから、設計段階では低減効果は見込まないこととした。

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考)

作業における工数の見積もりについて

1. 現場作業体制は、社内標準に則り、作業監督、作業員、安全管理者、放射線管理者での体制とする。ただし、管理者は設置個数に影響しないことから、工数は未計上とした。
2. ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室及び⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は、30m²以内の狭い部屋であり、干渉物も炉内計装用シンプル配管室に比較し少ないため、以下の通り作業工数の設計を実施した。

なお、部屋あたり、感知器個数あたりの作業工数を以下に示す。

- 足場組立・解体： [] / 1部屋あたり
- 空気吸引式の煙感知器： [] / 感知器1組あたり
- 熱感知器： [] / 感知器1個あたり
- 光ファイバーケーブル又は差動分布型熱感知器： [] / 感知器1組あたり
- 監督： [] × 上記作業の必要延べ日数

各部屋毎の詳細作業工数を以下に示す。

(1) ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室の作業工数

(3部屋：煙3組、熱3個)

| 作業項目 | 作業人数×時間×日数 | 人・時間 |
|-----------------|------------|------|
| 壁貫通及び壁貫通部処理 | | |
| 足場設置・解体 | | |
| 空気吸引式配管用架台の設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器調整・試験 | | |
| 熱感知器設置 | | |
| 現場監督 | | |
| 合計 | | |

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の作業工数

(1 部屋：煙 1 組、熱 1 個)

| 作業項目 | 作業人数×時間×日数 | 人・時間 |
|-----------------|------------|------|
| 壁貫通及び壁貫通部処理 | | |
| 足場設置・解体 | | |
| 空気吸引式配管用架台の設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器調整・試験 | | |
| 熱感知器設置 | | |
| 現場監督 | | |
| 合計 | | |

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

| 作業項目 | 作業人数×時間×日数 | 人・時間 |
|-------------------------|------------|------|
| 壁貫通及び壁貫通部処理 | | |
| 足場設置・解体 | | |
| 空気吸引式配管用架台の設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器設置 | | |
| 空気吸引式の煙感知器調整・試験 | | |
| 光ファイバーケーブル又は差動分布型熱感知器設置 | | |
| 現場監督 | | |
| 合計 | | |

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

(1) ⑩炉内計装用シンプル配管室の作業工数

(1 部屋：煙：3組,2個、熱：4個)

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

炉内計装用シンプル配管室の空気吸引式の煙感知器の設置に係る作業工数は、空気吸引式の煙感知器設置以外にも、壁貫通部及び壁貫通部処理、干渉物一時撤去・復旧の作業があり、作業工数は非常に多くかかると想定する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

その他現場作業時の留意事項から、作業においては工数を要する。

- ・ 上下同時作業は、原則として実施しないよう計画する。止むを得ず上下同時作業を行う場合は、作業の準備、実施、片付け段階に関係なく、初めに作業区域を設定し、立入り禁止措置あるいは監視人の配置、ならびに落下防止措置等の危険防止対策を確実に実施することをマニュアル、作業計画書等に反映し作業関係者に周知・徹底する。
- ・ 電気配線の解結線を伴う作業においては、解線時、結線時とも作業監督者が立会いを行い、線番号と端子番号の照合について、作業者とダブルチェックする。また、結線時には目視確認、手触による締め付けにより接続状態の確認を実施する。
- ・ 火気使用作業に際しては、作業前に、不燃シート及びブリキ板等で床ならびに周囲の養生を確実にを行い、作業中は適切な監視を行う。また、作業中断・完了時においては、火災発生防止の観点からの後始末（火種、溶接くず等の排除、冷却等）を確実にする。
- ・ 工事に係る干渉物は一時撤去・復旧を行う。

4. 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の煙感知器（煙吸引式）と熱感知器を設置した場合の保守点検時における点検内容、及び作業工数について以下に記す。

(1) 点検内容

煙感知器（煙吸引式）および熱感知器の点検項目は同じであり、感知器毎の作業内容を以下に記す。

| 点検項目 | 作業内容 | 備考 |
|------|--|--|
| 外観点検 | <p>煙：空気配管および現地制御盤（煙濃度表示部）の目視点検を行う。</p> <p>熱：感知器本体の目視点検を行う。</p> | <p>煙：現地制御盤はエリア外であるが空気配管はエリア内作業</p> <p>熱：エリア内作業</p> |
| 作動試験 | <p>煙：空気配管のテストラインから作動に必要な量の煙を注入し、作動状態を確認する。</p> <p>熱：感知部位の過熱により作動状態を確認する。</p> | <p>煙：注入はエリア内作業</p> <p>熱：エリア内作業</p> |

(2) 作業工数

各点検項目におけるエリアあたり、感知器個数あたりの作業工数を以下に示す。

- 外観点検(煙) : / 1 エリアあたり
- 外観点検(熱) : / 1 エリアあたり
- 作動試験(煙) : / 感知器 1 組あたり
- 作動試験(熱) : / 感知器 1 個あたり
- 監督 : 1 人 × 上記作業の必要延べ時間

エリア毎の詳細作業工数を以下に示す。

- ・ ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室の作業工数 (煙 3 組、熱 3 個)

| 点検項目 | 作業人数×時間 | 人・時間 |
|------------|---------|------|
| 外観点検 (煙・熱) | | |
| 作動試験 (煙・熱) | | |
| 監督 | | |
| 合計 | | |

- ・ ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の作業工数 (煙 1 組、熱 1 個)

| 点検項目 | 作業人数×時間 | 人・時間 |
|------------|---------|------|
| 外観点検 (煙・熱) | | |
| 作動試験 (煙・熱) | | |
| 監督 | | |
| 合計 | | |

- ・ ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の作業工数 (煙 2 組、光熱 2 個)

| 点検項目 | 作業人数×時間 | 人・時間 |
|------------|---------|------|
| 外観点検 (煙・熱) | | |
| 作動試験 (煙・熱) | | |
| 監督 | | |
| 合計 | | |

- ・ ⑩炉内計装用シンプル配管室の作業工数 (煙 : 3 組, 2 個、熱 : 4 個)

| 点検項目 | 作業人数×時間 | 人・時間 |
|------------|---------|------|
| 外観点検 (煙・熱) | | |
| 作動試験 (煙・熱) | | |
| 監督 | | |
| 合計 | | |

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。