

大飯発電所第3,4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)

2022年3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
 - 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
 - 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
 - 3-12 水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器設計について

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

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

2-1-1 火災区域又は火災区画の火災感知器の設置個数

火災感知器の選定においては、設置場所に対応する適切な火災感知器の種類を火災防護に関する説明書4.2(1)b.項に示すとおり選定する設計とする。火災感知器の取付方法や設置個数については、消防法施行規則第23条第4項に基づき設置する設計を基本とする。

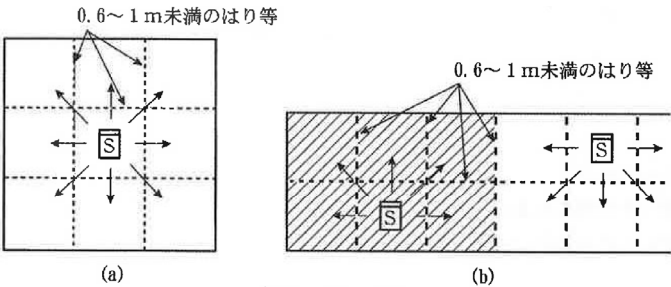
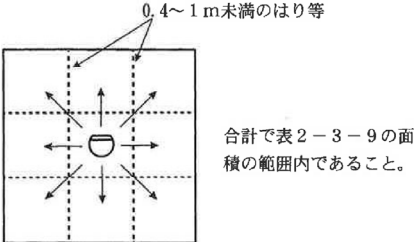
また、火災感知器の種類や設置に関する技術的な部分については、消防設備士の確認を受け、消防法施行規則に則り設置する設計を基本とする。

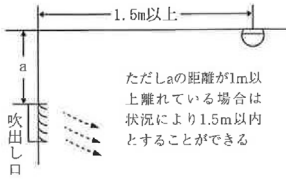
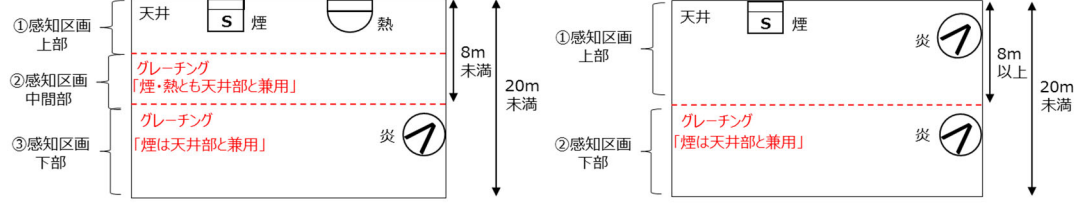
上記を踏まえた火災区域又は火災区画における火災感知器の設置個数例について、第2-1-1表に示す。なお、補足説明資料2-1においては、放射線量が高い場所を含むエリアを「高放射線エリア」とする。

火災感知器の配置設計にあたり、消防法施行規則第23条第4項に基づいた個数を「必要数」欄に記載し、消防法施行規則第23条第4項に基づき設置するものは「消防法適合確認」欄に「○」を付与するものとする。ただし、配置図の作成上特記すべき事項、自動火災報知設備工事基準書（日本火災報知機工業会出版）に基づき設計を行ったもの及び放射線量が高い場所を含むエリア等において個別の設計を行ったものは「消防法適合確認」欄に第2-1-1表の凡例を記載するものとする。

なお、自動火災報知設備工事基準書は、消防法施行令第32条に基づき各自治体の消防組織が感知器の施工方法や運用基準等を定める上で、消防法施行規則を補完するものとして一般的に用いられているものである。また、消防庁の通知文書（昭和57.6.7消防予第132号）において、感知面積が小区画の場合は自動火災報知設備工事基準書を参照する旨の記載があることを確認している。

第2-1-1表 「消防法適合確認」欄 凡例一覧

凡例	凡例理由																															
<p>A： 煙感 知器</p>	<p>はり等の深さが0.6m以上1m未満で、図2-3-108(a)、(b)のように小区画が連続している場合は、表2-3-15に示す面積の範囲内ごとに同一感知区域とすることができる。ただし、表に示す面積の範囲内で、かつ、感知器を設置した区画に他の区画が接していること。</p> <p>また、0.6m以上1m未満のはり等によって区画された10m²以下の小区画が1つ隣接してある場合は、当該小区画を含めて同一感知区域とすることができる。この場合の感知器は小区画に近接するように設けること。なお、小区画を含めた合計面積は、感知器の種別によって定められている感知面積の範囲内であること。</p> <div style="text-align: center;">  <p>0.6~1m未満のはり等</p> <p>(a) (b)</p> <p>図2-3-108</p> </div> <p>表2-3-15</p> <table border="1" data-bbox="379 1037 1077 1234"> <thead> <tr> <th rowspan="2">感知器種別</th> <th>取付け面の高さ</th> <th colspan="4">感知面積の合計 (m²)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>4m未満</th> <th>4m以上 8m未満</th> <th>8m以上 15m未満</th> <th>15m以上 20m未満</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1種</td> <td></td> <td>60</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>2種</td> <td></td> <td>60</td> <td>60</td> <td>40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3種</td> <td></td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>引用元：日本火災報知機工業会 自動火災報知設備工事基準書</p>	感知器種別	取付け面の高さ	感知面積の合計 (m ²)					4m未満	4m以上 8m未満	8m以上 15m未満	15m以上 20m未満	1種		60	60	40	40	2種		60	60	40		3種		20					
感知器種別	取付け面の高さ		感知面積の合計 (m ²)																													
		4m未満	4m以上 8m未満	8m以上 15m未満	15m以上 20m未満																											
1種		60	60	40	40																											
2種		60	60	40																												
3種		20																														
<p>B： 熱感 知器</p>	<p>はり等の深さが0.4m以上1m未満で小区画が連続している場合は、表2-3-9に示す面積の範囲内ごとに同一の感知区域とすることができる。この場合、図2-3-32のように、各区画は感知器を設置した区画に隣接していなければならない。</p> <p>また、0.4m以上1m未満のはり等によって区画された5m²以下の小区画が1つ隣接してある場合は、当該小区画を含めて同一感知区域とすることができる。この場合、感知器は小区画に近接するように設けること。なお、小区画を加えた合計面積は、感知器の種別によって定められている感知面積の範囲内であること。</p> <div style="text-align: center;">  <p>0.4~1m未満のはり等</p> <p>合計で表2-3-9の面積の範囲内であること。</p> <p>図2-3-32</p> </div> <p>表2-3-9</p> <table border="1" data-bbox="367 1675 821 1937"> <thead> <tr> <th rowspan="2">感知器種別</th> <th rowspan="2">感知区域構造</th> <th colspan="2">合計面積</th> </tr> <tr> <th>耐火</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">差動式スポット型</td> <td>1種</td> <td>20m²</td> <td>15m²</td> </tr> <tr> <td>2種</td> <td>15m²</td> <td>10m²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">補償式スポット型</td> <td>1種</td> <td>20m²</td> <td>15m²</td> </tr> <tr> <td>2種</td> <td>15m²</td> <td>10m²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">定温式スポット型</td> <td>特種</td> <td>15m²</td> <td>10m²</td> </tr> <tr> <td>1種</td> <td>13m²</td> <td>8m²</td> </tr> <tr> <td>熱アナログ式スポット型</td> <td></td> <td>15m²</td> <td>10m²</td> </tr> </tbody> </table> <p>引用元：日本火災報知機工業会 自動火災報知設備工事基準書</p>	感知器種別	感知区域構造	合計面積		耐火	その他	差動式スポット型	1種	20m ²	15m ²	2種	15m ²	10m ²	補償式スポット型	1種	20m ²	15m ²	2種	15m ²	10m ²	定温式スポット型	特種	15m ²	10m ²	1種	13m ²	8m ²	熱アナログ式スポット型		15m ²	10m ²
感知器種別	感知区域構造			合計面積																												
		耐火	その他																													
差動式スポット型	1種	20m ²	15m ²																													
	2種	15m ²	10m ²																													
補償式スポット型	1種	20m ²	15m ²																													
	2種	15m ²	10m ²																													
定温式スポット型	特種	15m ²	10m ²																													
	1種	13m ²	8m ²																													
熱アナログ式スポット型		15m ²	10m ²																													

凡例	凡例理由
C : 煙感 知器	感知器配置を明確にするため、感知器サイズを大きく記載していることから干渉しているが、現場は「壁面」「0.6m以上の梁」からは0.6m以上の離隔が確保されている。また、吹き出し口から1.5m以上の離隔が確保されているため、消防法施行規則第23条第4項に基づく設計である。
D : 熱感 知器	感知器配置を明確にするため、感知器サイズを大きく記載していることから干渉しているが、吹き出し口から1.5m以上の離隔が確保されているため、消防法施行規則第23条第4項に基づく設計である。
E : 熱感 知器	<p>天井面から空気吹き出し口までの距離（下図 a）が1m以上離れている場合は、空気吹き出し口から水平距離で1.5m未満の位置に感知器を設置することができる。</p>  <p>引用元：日本火災報知機工業会 自動火災報知設備工事基準書</p>
F :	欠番
G : 煙、 熱、 炎感 知器	<p>床面から天井高さが8m以上20m未満のエリア（放射線量が高い場所を含むエリアを除く）にグレーチング床が設置されている場合、グレーチングの上部と下部で感知区画を細分化し、消防法施行規則第23条第4項に基づき、以下のとおり感知器を設置する。</p> <p>①グレーチング上部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・煙感知器を消防法施行規則第23条第4項に基づき天井面に設置する。 ・熱感知器又は炎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。 <p>②グレーチング下部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・煙感知器は上記①のグレーチング上部の天井面に設置する煙感知器と兼用する。 ・炎感知器を消防法施行規則第23条第4項に基づき設置する。  <p>なお、グレーチング床が設置されている放射線量が高い場所を含むエリア、床面から天井高さが20m以上のエリアの感知器設計については、それぞれI、Jに記載する。</p>

凡例	凡例理由
H： 煙、 熱、 炎感 知器	<p>水蒸気が多量に滞留するシャワー室は、消防法施行規則では煙感知器及び炎感知器の設置に適さないエリアであることから、以下の設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1種類目の感知器として、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。 2種類目の感知器として、煙感知器を保安水準②を確保するよう同一火災区画内の隣接エリアのシャワー室入口扉付近に設置する。
I： 煙、 熱感 知器	<p>放射線量が高い場所を含むエリアは、以下の設計とする。</p> <p>(ケース1：脱塩塔室、使用済樹脂貯蔵タンク室)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1種類目の感知器として、煙感知器を保安水準①を確保するようエリア内とほぼ同等の環境となる排気ダクト内に設置する。 2種類目の感知器として、熱感知器を保安水準①を確保するようエリア内とほぼ同等の環境となる排気ダクト内に設置する。 <p>(ケース2：原子炉格納容器ループ室及び加圧器室上部)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1種類目の感知器として、煙感知器を保安水準②を確保するようエリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面に設置する。 2種類目の感知器として、熱感知器を保安水準②を確保するようエリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面に設置する。 <div data-bbox="338 1272 1501 1608" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>①感知区画 上部</p> <p>②感知区画 中間部</p> <p>③感知区画 下部</p> <p>天井</p> <p>グレーチング</p> <p>「煙は天井部と兼用」</p> <p>「煙はグレーチング部と兼用」</p> <p>煙×1</p> <p>熱×1</p> <p>8m未満</p> <p>8m未満</p> <p>8m未満</p> <p>8m以上～20m未満</p> <p>20m以上</p> <p>グレーチング面からの天井高さが8m以上20m未満、グレーチングが多層構造のエリアの場合 (原子炉格納容器ループ室)</p> <p>グレーチング面からの天井高さが20m以上、グレーチングが多層構造のエリアの場合 (加圧器室上部)</p> <p>※1：エリア内に放射線量が高い場所で使用可能なアナログ式でない熱感知器を設置し、アナログ式の煙検知器をエリア内の放射線量が低い場所に設置</p> <p>※1：エリア内に放射線量が高い場所で使用可能なアナログ式でない熱感知器を設置し、アナログ式の煙検知器をエリア内の放射線量が低い場所に設置</p> </div> <p>(ケース3：炉内計装用シンプル配管室)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1種類目の感知器として、熱感知器を保安水準①を確保するようエリア内に設置する。 2種類目の感知器として、煙感知器は保安水準②を満足するよう同一火災区画内の隣接エリアの煙感知器と兼用する。

凡例	凡例理由
J： 煙、 熱、 炎感 知器	<p>天井高さが床面から 20m 以上のエリア（高天井エリア）は、以下の設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 種類目の感知器として、炎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。 ・ 2 種類目の感知器として、煙感知器又は熱感知器（原子炉格納容器のオペレーティングフロアにおいては、煙感知器及び熱感知器）を保安水準②を確保するよう発火源となり得る電気盤の直上に支持鋼材（グレーチングのような開口部はない）を使用して設置する。
K： 熱、 炎感 知器	<p>消防法施行規則適用対象外の屋外エリアは、以下の設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 種類目の感知器として、炎感知器を保安水準②を確保するようエリア内又はエリア近傍に設置する。 ・ 2 種類目の感知器として、熱感知器又は熱サーモカメラを保安水準②を確保するようエリア内又はエリア近傍に設置する。
L： 煙、 熱感 知器	<p>海水管トンネルエリアのうちケーブル布設エリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づきアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器と同等の機能を有する光ファイバーケーブルを設置する設計とする。</p>
M： 熱、 炎感 知器	<p>燃料油貯蔵タンク及び重油タンクエリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき、アナログ式でない防爆型の熱感知器及びアナログ式でない防爆型の炎感知器を設置する設計とする。</p>
N： 煙、 熱、 炎感 知器	<p>燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリアは、ピットの側面と底面は金属で覆われており、ピット内は水で満たされていること及び可燃物を置かず発火源がないことから、火災が発生するおそれはなく、火災感知器を設置しない設計とする。</p>

2-1-2 自動火災報知設備工事基準書に基づく火災感知器の設置について

火災感知器の設置については、火災感知器の取付方法や設置個数といった設計に関して、消防法施行規則第23条第4項に基づき設置する設計を基本とし、この設計を補完するものとして、日本火災報知器工業会から発行されている自動火災報知設備工事基準書（以下「工事基準書」という。）に記載される内容についても考慮した設計としている。工事基準書に記載されている内容は、一般的に用いられている設計事項であり、消防法の運用においても、実務上、火災の感知に支障のないものとして認められているものである。

本申請においては、第2-1-1表に示す凡例「A」、「B」及び「E」は工事基準書に記載のある設計であるが、これらの設計を採用した場合においても、原子炉施設の安全に支障のないことを以下に示す。

(1) 凡例「A」、「B」

消防法適合確認の凡例「A」及び「B」は、熱感知器の場合0.4m以上1m未満、煙感知器の場合0.6m以上1m未満のほり等で分離されている小区画について、1つ隣の小区画に限り一定面積の範囲内で同一感知区域とすることができるというものである。

凡例「A」及び「B」を適用して感知器を設置した場合、感知器を設置していない小区画に滞留する熱又は煙の層厚さが、熱は0.4m以上1m未満、煙は0.6m以上1m未満のほり等の高さ以上になった時点で隣の小区画に流れ込むため、隣の小区画に設置している感知器により火災の感知が可能である。従って、エリアの下部にある入口扉等の開口部を通じて他の火災区域又は火災区画に火災の影響が及ぶ前に火災を感知できるため、原子炉施設の安全に支障はないと評価する。

(2) 凡例「E」

消防法適合確認の凡例「E」については、感知器は換気口等の空気吹出し口から水平距離で1.5m以上離れた位置に設置する必要があるが、空気吹出し口が天井面から1m以上上下方にある場合は、空気吹出し口から水平距離で1.5m未満の位置に感知器を設置することができるというものである。

凡例「E」を適用して熱感知器を設置した場合でも、天井面に滞留する熱が空気吹出し口からの風の影響を受けることはなく、火災の感知が可能である。従って、エリアの下部にある入口扉等の開口部を通じて他の火災区域又は火災区画に火災の影響が及ぶ前に火災を感知できると考えられるため、原子炉施設の安全に支障はないと評価する。

3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について

本資料は、原子炉格納容器に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、大飯3号機及び大飯4号機の原子炉格納容器（以下、「格納容器」という。）はそれぞれ1つの火災区画として設定している。

今回、格納容器の火災感知器の設計にあたっては、格納容器内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

3-2-1 格納容器内のエリア、フロアの概要

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

①一般エリア

格納容器内のうち下階層の周回通路沿いのエリア

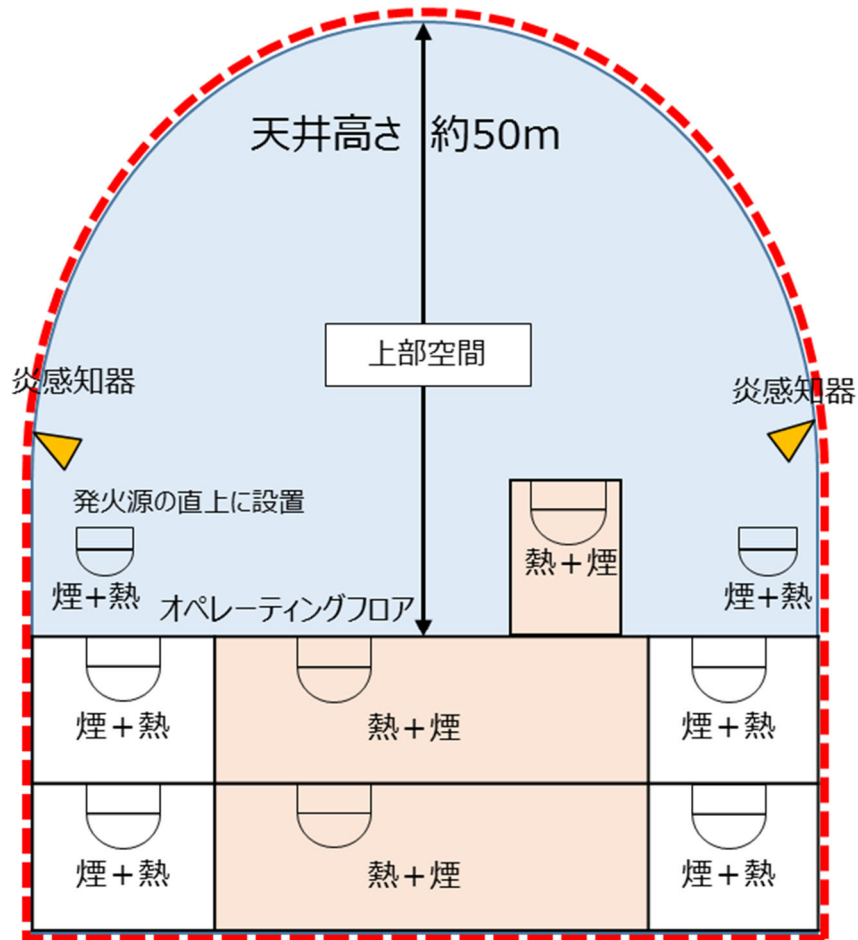
②放射線量が高い場所を含むエリア

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

③高天井エリア

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

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



第 3-2-1 図 格納容器の概略図

3・2・2 格納容器の火災感知器設計

3・2・1 項で分類した①～③のそれぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件等をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 一般エリア

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

(2) 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分1～3の3段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリアであり、原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室及び炉内計装用シンプル配管室が該当する。

当該エリアの火災感知器設計については、補足説明資料3・6「放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について」に示す。

(3) 高天井エリアにおける火災感知器設計

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

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

イ. 火災感知器の選定

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

ロ. 火災感知器の選定理由及び設置方法

オペレーティングフロアは天井高さが床面から20m以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は消防法施行規則第23条第4項第一号イの設置除外箇所に該当するため、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法又は保安水準①を確保できる方法で設置することが困難である。

従って、アナログ式でない炎感知器は、オペレーティングフロアの床面上方に一

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

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

高天井エリアにおいて、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を発火源となり得る設備である電気盤の直上に設置することで、火災が発生した場合は火災感知器周辺を継続的に煙が通過すること及び火災感知器周辺の雰囲気温度が上昇することから、火災を早期に感知し、既工認から設計に変更のない消火要員による消火又は原子炉格納容器スプレイ設備による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、保安水準②は確保できると評価する。

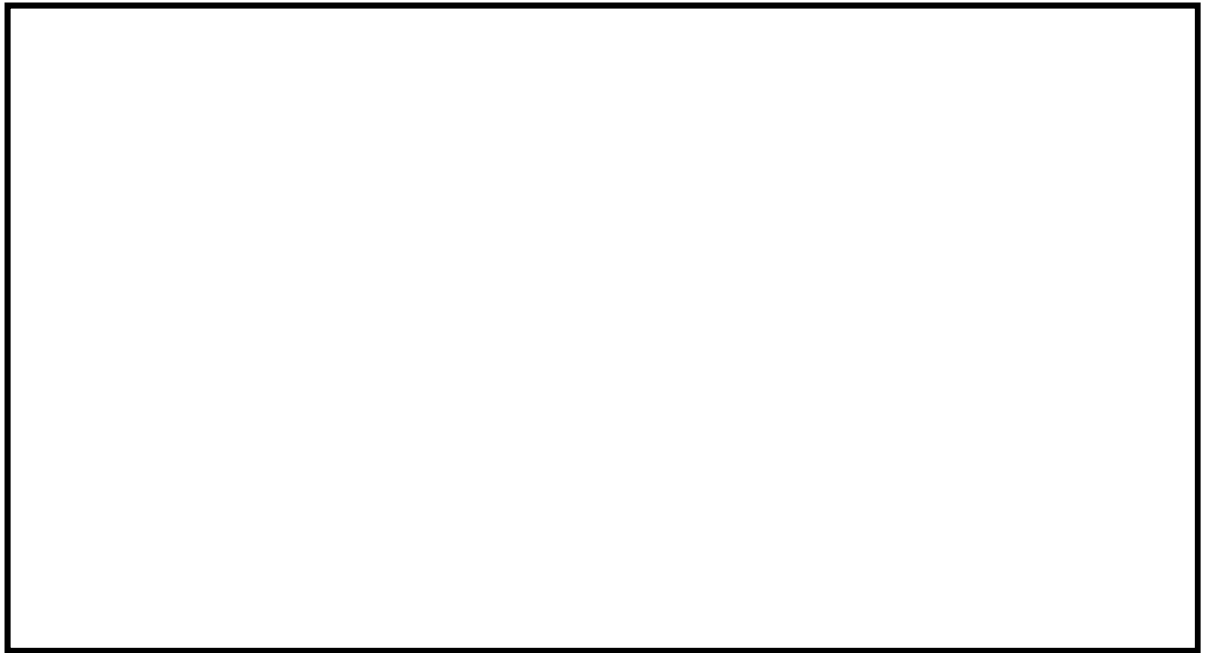
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3-2-1表 原子炉格納容器オペレーティングプロアにおける感知器の選定

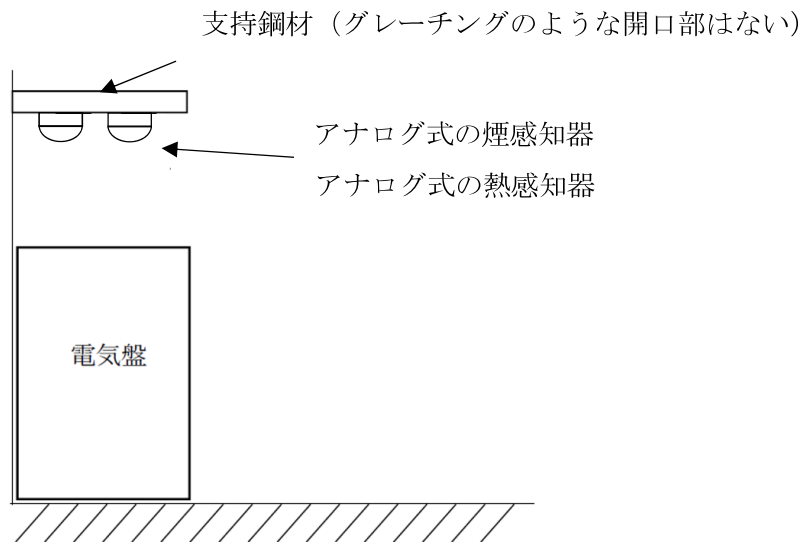
感知方式	熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器		光電分離型煙感知器 (非蓄積型)
設置適合性 (消防施設に設置可否) (適合は○)	取付面の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	環境条件の考慮 (温度、湿度、振動、空気清浄性の考慮) (感知性能の確保)	△	△	△	△	○	○	△	△	○
試作動作の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
信頼性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電圧の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (信頼性の確保に必要) (感知性能の確保) (施工の確立性)	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
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)	△ (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)
評価	△ (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)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

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



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



第 3-2-3 図 感知器設置イメージ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-6 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について

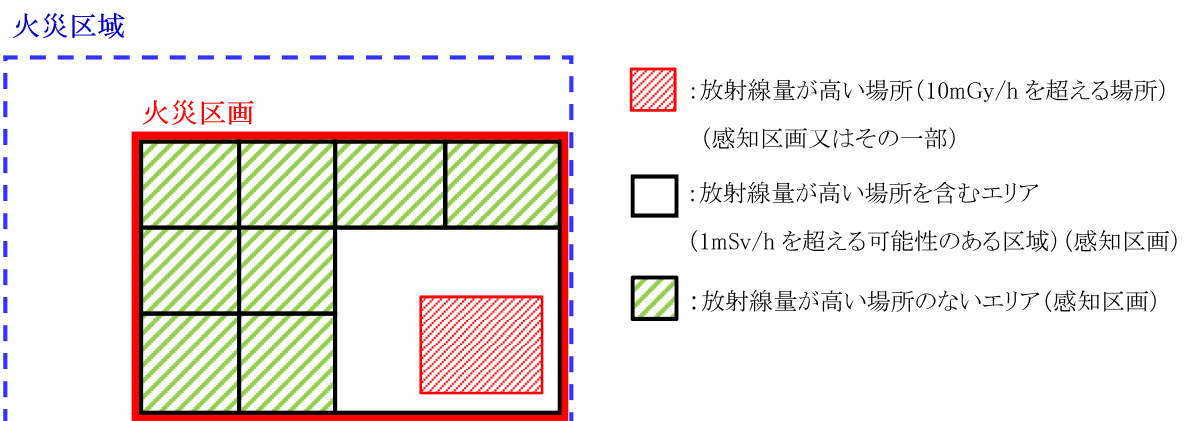
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線量が高い場所を含むエリアの分類、放射線量が高い場所における火災感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた火災感知器の選定、干渉物の観点並びに設置時及び点検時の被ばくの観点における現場施工の成立性を踏まえ、火災防護審査基準への適合又は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保した火災感知器の設計について説明するものである。

3-6-1 放射線量が高い場所を含むエリアの概要

管理区域内の放射線量の高い場所においては、火災感知器が故障する知見があること並びに感知器の設置・保守点検時の作業員の被ばくが懸念されることから、当該場所の放射線量も考慮して感知器設計を行う必要がある。そこで、保安規定、およびその下部規定の放射線。化学管理業務要綱にて区分3（1mSv/hを超える可能性のある区域）と定める、プラント運転中の線量等量率が最も高いエリア（感知区画）を「放射線量が高い場所を含むエリア」と設定した。

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

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-6-1-1図に示す。



第3-6-1-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

3・6・2 放射線量が高い場所を含むエリアに設置可能な火災感知器の種類について

(1) アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値について

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

イ. 感知器の故障実績

過去に美浜、高浜、大飯の各発電所で原子炉格納容器内のアナログ式でない熱感知器をアナログ式の熱感知器に交換した際、第 3・6・2・1 表のとおり、ループ室内の蒸気発生器付近に設置した感知器が 1 年程度で故障する事象が相次いで発生した。(感知器の自動試験の際に信号不良発生)

第 3・6・2・1 表 アナログ式感知器の過去の故障実績

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

ロ. 当時の原因調査結果

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

第 3-6-2-2 表 感知器の耐放射線性能試験の概要

試験機器	光電アナログ式スポット型感知器
	熱アナログ式スポット型感知器
試験条件	<ol style="list-style-type: none"> 1 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。

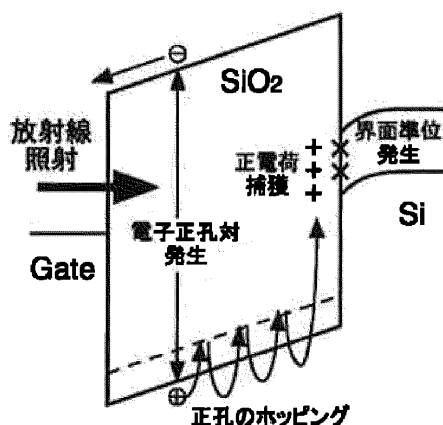
実機プラントにおける感知器の故障実績及び上記の試験結果から、γ 線の影響がある場所に設置するアナログ式の感知器は、約 100Gy の吸収線量で故障すると判断した。

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

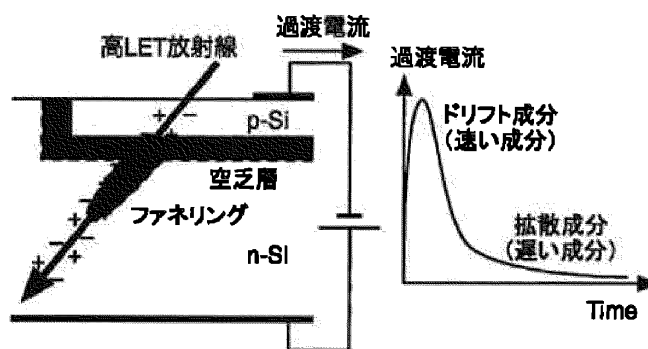
ハ. 文献調査結果

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

※1,2

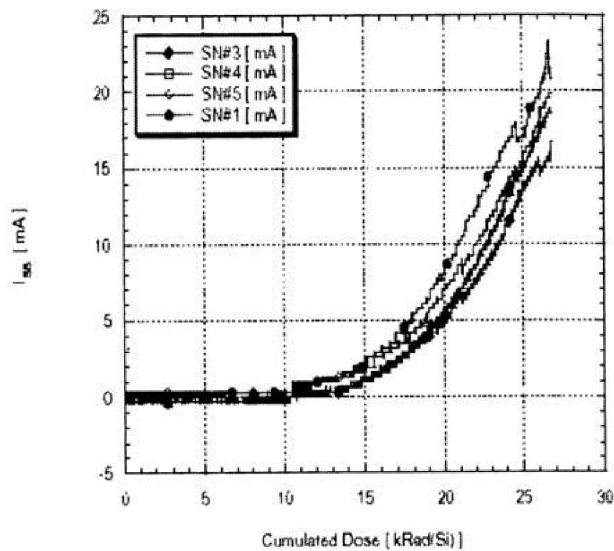


第 3-6-2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 3-6-2-2 図 シングルイベント効果による過渡電流発生メカニズム

γ 線照射によるトータルドーズ効果の影響で、半導体デバイスは約 100Gy の吸収線量で劣化が見られるとされている。^{※3} 第 3-6-2-3 図の X 軸は吸収線量を示し、Y 軸はスタンバイ電流を示しており、約 10krad(=100Gy)から徐々に電流が増加し、性能が劣化していることを確認できる。



第 3-6-2-3 図 γ 線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

参考文献

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

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

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

また、アナログ式でない煙感知器、光電分離型煙感知器及びアナログ式でない炎感知器についても、半導体素子を使用していることから、アナログ式の感知器と同様に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 と設定する。

(2) 放射線量が高い場所に設置する火災感知器の種類

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

イ. 火災防護審査基準の要求事項

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

ロ. 火災防護審査要求事項を踏まえた火災感知器の選定

アナログ式の感知器以外の火災感知器を抽出し、第 3-6-2-4 表及び第 3-6-2-4 表のとおり、火災防護審査基準への適合性、火災感知設備の現場施工性を基に各感知方式で使用する火災感知器を選定する。

第 3-6-2-4 表により放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所、以下同じ。）に設置可能な火災感知器の種類は、熱感知方式の「アナログ式でない熱感知器（天井高さが床面から 8m 以上 15m 未満の場合は差動分布型熱感知器）」と煙感知方式の「空気吸引式の煙感知器」とする。なお、設置許可（添付書類八）で原子炉格納容器内ループ室等は「アナログ式でない熱感知器」を設置する方針としているため、「アナログ式でない熱感知器」の使用を優先する。

上記に加えて、エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所、以下同じ。）に設置する火災感知器の種類は、天井高さが床面から 8m 未満の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」を選定し、天井高さが床面から 8m 以上の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」及び炎感知方式の「アナログ式でない炎感知器」から選定する設計を基本とする。

第 3-6-2-3 表 火災防護審査基準の要求事項及び火災感知器の選定方法

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

第3・6・2・4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (1/3)

・天井高さが床面から8m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式	熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバケーブル	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)	
火災感知器種類	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	×	×
	環境条件の考慮 (取付面高さ、温度、湿度、空気流速等の考慮 (感知性能の確保))	○	○	○	○	○	×
基礎適合性 (消防法施行規則への適合性含む)	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	○	△	△	×	△	×

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3-6-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (2/3)

・天井高さが床面から8m以上20m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式	熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	
火災感知器種類	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○
	取付面高さ、温度、湿度、空気流速等の考慮 (感知性能の確保)	△ ・天井高さが8m以上であり設置不可 ・グレーチング面に設置可能	△ ・天井高さが15m以上の場合は設置不可 ・グレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	△ ・天井高さが15m以上の場合は設置不可 ・グレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○	△ ・天井高さが15m以上の場合はグレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○
環境条件の考慮	○	○	○	○	○	○	○
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○
網羅性の確保	○	○	○	○	○	○	○
電源の確保	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	△ ・ケーブルのより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	○	△ ・設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能	○	○
各感知方式で使用する火災感知器	△ (グレーチングが天井高さ8m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	○	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	○	○
評価				×	△	○	○

※:天井高さが床面から8m以上15m未満の場合は差動分布型熱感知器を使用
天井高さが床面から15m以上の場合は、アナログ式でない熱感知器をファイバーケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3-6-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (3/3)

・天井高さが床面から20m以上の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

火災感知器種類	熱感知方式				煙感知方式			炎感知方式
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器	
放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	×	○	×	×	×
環境条件の考慮	△	△	△	△	△	△	×	×
取付面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (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	○	○	○	○	○	○	○	○
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	△	△	△	×	△	△	×	×
評価								

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバーケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3・6・2・5 表 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の選定(1/2)

・ 1 種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ8m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ8m以上の空間内におけるグレーチングの有無 (○：有、×：無)	1 種類目の火災感知器の選定	備考
	8m未満	8m以上				
①原子炉格納容器ループ室		○	×	○	アナログ式でない熱	・グレーチング面に設置する必要あり
	上部	○	×	○	アナログ式でない熱	同上
②加圧器室		○	○	○	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・グレーチングの上下に分けて設置
③再生熱交換器室	○		○	-	アナログ式でない熱	・放射線量が高い場所はあるが念のためアナログ式でない熱を選定
④水アライタ室	○		○	-	アナログ式の熱	
⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室		○	○	-	アナログ式の熱	
	バルブ設置エリア 脱塩塔設置エリア	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室		○	○	-	アナログ式の熱	
	バルブ設置エリア 脱塩塔設置エリア	○	×	-	アナログ式でない熱	
⑦燃料移送管室	○		○	-	アナログ式の熱	
⑧体積制御タンク室	○		○	-	アナログ式の熱	
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室		○	×	-	差動分布型熱	
⑩炉内計装用シングル配管室	○	○	○	×	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・放射線量が高い場所と低い場所 で使い分け ・天井高さ8m以上の場所は、熱 感知器は設置不可
⑪ B - 1 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	○		○	-	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・放射線量が高い場所と低い場所 で使い分け

第3・6・2・5表 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器の選定(2/2)

・2種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ20m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ20m以上の空間内におけるレーザーチングの有無 (○：有、×：無)	2種類目の火災感知器の選定	備考
	20m未満	20m以上				
①原子炉格納容器ループ室	○	○	○	○	アナログ式の煙	・天井面に設置するが、大部分がレーザーチング面のため感知性能が劣る。 ・レーザーチング面に設置する必要あり
	○	○	○	○	アナログ式の煙	
②加圧器室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
③再生熱交換器室	○	○	○	-	アナログ式の煙	・放射線量が高い場所はあるが念のためアナログ式でない熱を選定
④水フィルタ室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑦燃料移送管室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
⑧体積制御タンク室	○	○	○	-	アナログ式の煙	
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	○	○	×	-	空気吸引式の煙	
⑩炉内計装用シングル配管室	○	○	○	-	アナログ式の煙 空気吸引式の煙	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け
⑪B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	○	○	○	-	アナログ式の煙	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け

3-6-3 放射線量が高い場所を含むエリアにおける干渉物の観点からの現場施工の成立性について

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

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

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③再生熱交換器室、④水フィルタ室、⑦燃料移送管室、⑧体積制御タンク室及び⑩B・廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリアは、エリア内のアナログ式の熱感知器又はアナログ式の煙感知器（②加圧器室下部についてはアナログ式でない炎感知器を含む）の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。ただし、②加圧器室上部については、グレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置する設計であり、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と異なることから、保安水準の定義及び具体的な設計について補足説明資料 3-11 に示す。

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

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室は、エリア内のアナログ式でない熱感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。ただし、グレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置する設計であり、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と異なることから、保安水準の定義及び具体的な設計について補足説明資料 3-11 に示す。

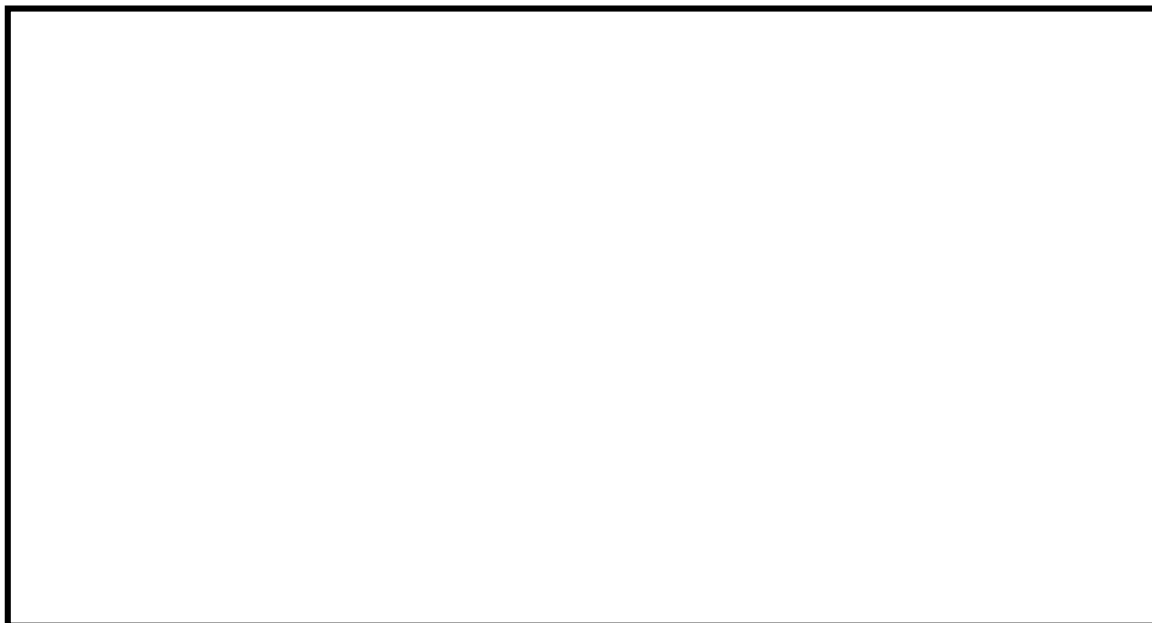
また、放射線量が高い場所を含むエリアの内、⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室は、エリア内のアナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物が存在するため各エリアの状況を以下に整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性を示す。

イ. ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

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

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

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



第 3-6-3-1 図 化学体積制御設備脱塩塔周り系統図



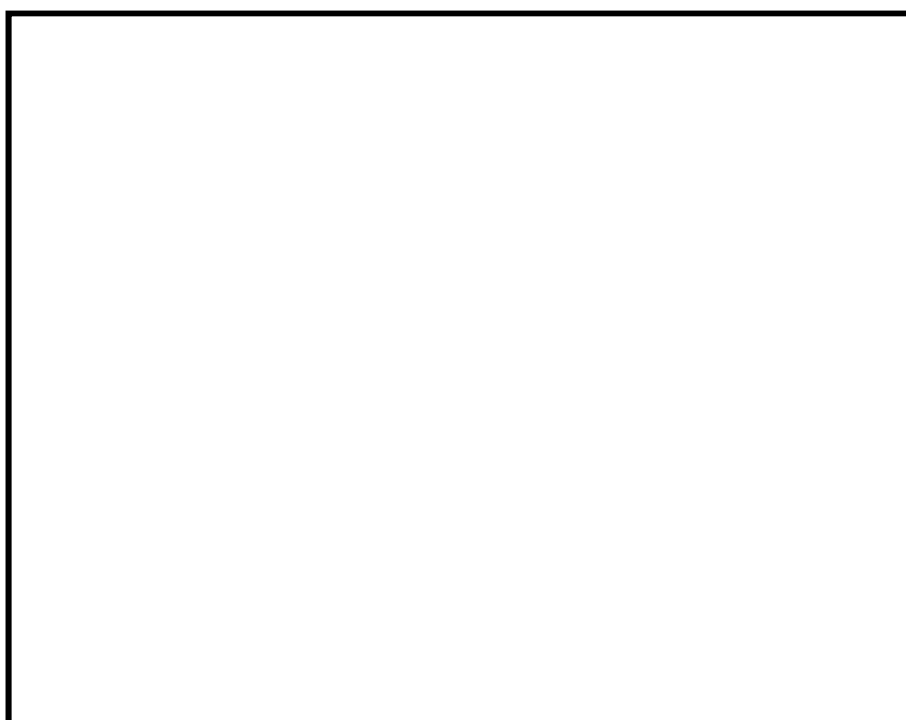
第 3-6-3-2 図 化学体積制御設備脱塩塔照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

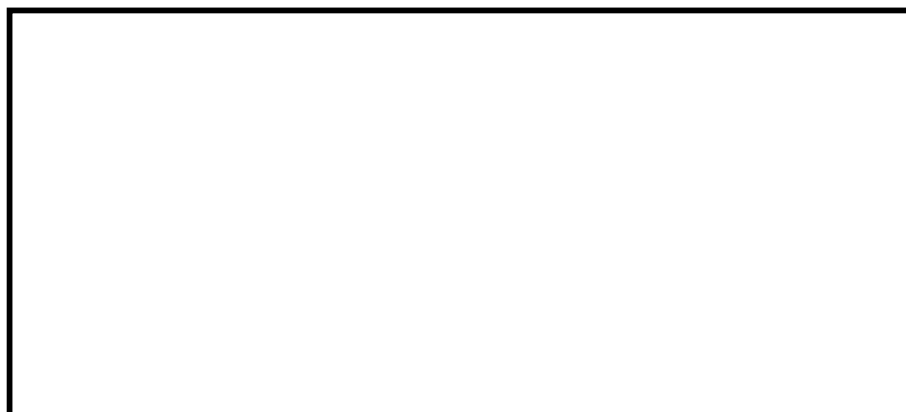
ロ. ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

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

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



第 3-6-3-3 図 使用済燃料ピット脱塩塔周り系統図



第 3-6-3-4 図 使用済燃料ピット脱塩塔照明配置図

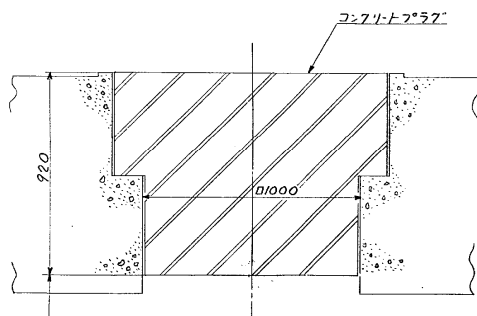
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室

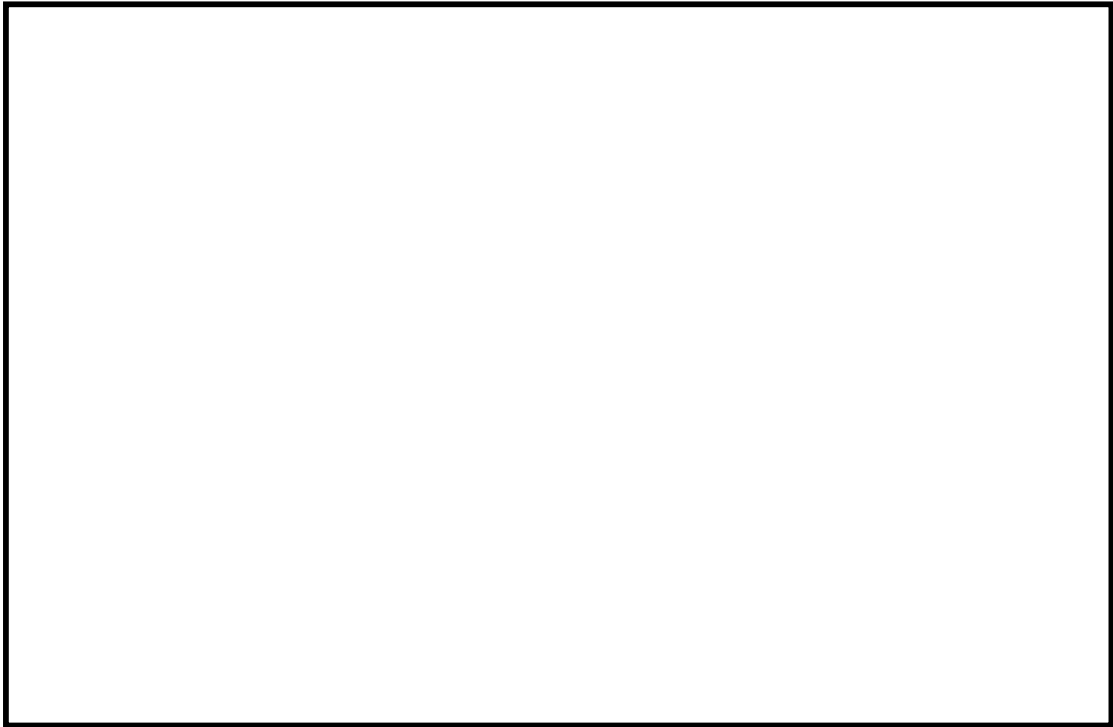
使用済樹脂貯蔵タンクは、使用済樹脂の最終保管場所であり、使用済樹脂貯蔵タンク室へのアクセスは上部エリアの厚さ **920mm** のコンクリート蓋を開放し、アクセスが必要であるが、上部エリアには、ドラム缶を移動させる恒設のコンベア設備が設置されており、室内へのアクセスは非常に困難である。

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

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



第 3-6-3-5 図 コンクリート蓋断面



第 3-6-3-6 図 使用済樹脂貯蔵タンク周り系統図



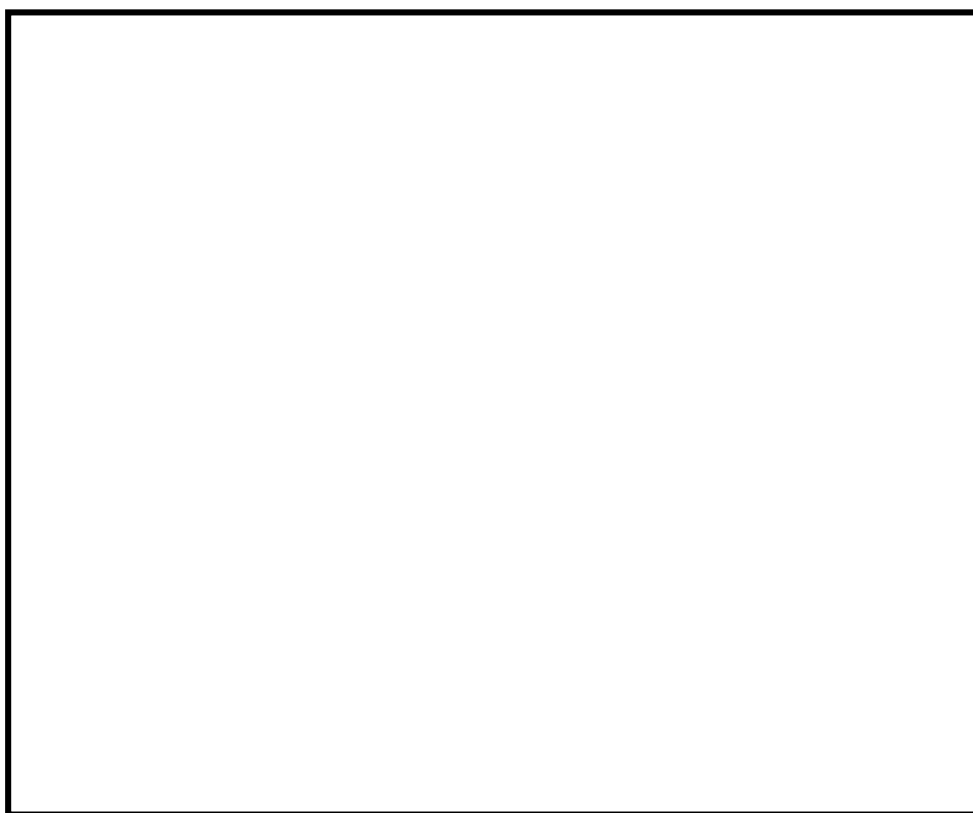
第 3-6-3-7 図 使用済樹脂貯蔵タンク照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

二. ⑩炉内計装用シンプル配管室

炉内計装用シンプル配管室にはシンプル配管、原子炉下部キャビティ水位計及び電線管、炉内計装用シンプル配管室漏えい検出装置及び漏えい検出装置用電線管、照明及び照明用電線管が設置されている。また、高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。ただし、立坑部分は非常に狭隘で、かつ、エリア下部から立坑天井面を貫通して設置されているシンプル配管が干渉物となり、感知器の設置及び保守点検作業に必要な足場設置及び人の寄り付きができないため、感知器の設置に適する場所がないことから、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を設置することができない。また、傾斜路部分は階段となっており、消防法施行規則第 23 条第 5 項において煙感知器の設置が必要と規定されている。

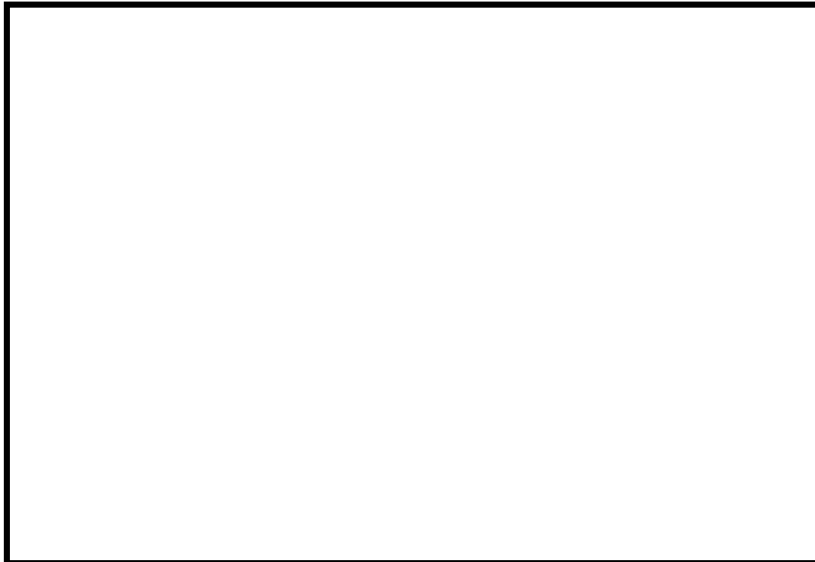


第 3-6-3-8 図 シンプル配管上面図及び断面図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-3-9 図 原子炉下部キャビティ水位計電線管ルート図



第 3-6-3-10 図 漏えい検出装置電線管ルート図



第 3-6-3-11 図 炉内計装用シンプル配管室照明配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・6・4 放射線量が高い場所を含むエリアにおける被ばくの観点からの現場施工の成立性について

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

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

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

イ. 作業員の被ばく線量

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

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

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

ロ. 集団線量

集団線量については、法令要求はないものの、電離放射線障害防止規則第1条より事業者として可能な限り被ばく線量を少なくするよう努める必要がある。

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

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

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

イ. 作業員の被ばく線量の確認事項

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

ロ. 作業に係る集団線量の確認事項

- 作業に係る集団線量は、可能な限り低くなるよう努める。
- 至近の大飯発電所の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）を第3-6-4-1表に示す。火災感知器の設置及び保守点検時における作業に係る集団線量が、年間線量又は定検線量を大きく増加させないことを確認する。

第3-6-4-1表 大飯発電所の年間線量及び定検線量

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

(3) 工事設計における被ばくの考慮について

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

イ. 被ばく管理上の設計方針

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

火災防護に必要な作業については、次の手順で作業計画の妥当性を確認する。

イ) 作業計画の立案

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

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

ロ) 作業計画の改善

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

ハ) 判断基準及び考慮事項

作業計画の改善を要する基準及び考慮事項は次のとおりとする。

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

(4) 放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量

放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量の確認結果を第 3・6・4・2 表に示す。

第3・6・4・2表 放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量

設置エリア	設置時および保守点検時の放射線量 (mSv/h)	説明	
①原子炉格納容器ループ室		<ul style="list-style-type: none"> ・作業に係る被ばく線量を検討した結果（以下「被ばく」の観点という。）定検中に設置及び保守点検が可能。 ・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			
③再生熱交換器室			
④水フィルタ室			
⑤化学体積制御設備 脱塩塔バルブ室			バルブ設置エリア
			脱塩塔設置エリア
⑥使用済燃料ピット 脱塩塔バルブ室			バルブ設置エリア
			脱塩塔設置エリア
⑦燃料移送管室			
⑧体積制御タンク室			
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室			
⑩炉内計装用シンブル配管室 (格納容器内)			
⑪B-廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア			

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) 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により火災感知器を設置することが適切でないエリアにおける設計方針とこれに基づく被ばく線量及び集団線量について

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室上部については、天井高さが床面から 8m 以上でグレーチングが複数の階層に設置されていることから、天井面にアナログ式でない熱感知器を設置することができず、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。従って、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に高放射線環境下でも使用可能なアナログ式でない熱感知器と放射線量が低い場所からエリア内を網羅的に監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することにより、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。保安水準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3-11 に示す。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室については、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は使用できないことから、アナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器を設置及び保守点検する作業計画における被ばく線量及び集団線量を試算する。(添付参照)

試算の結果、判断基準及び考慮事項を満足できず、作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、以下のエリアについては、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈(以下「技術基準規則の解釈」という。)の柱書を適用し、消防法施行規則と異なる方法であっても適切な感知器を設置することにより、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。

- ・⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリアでは、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。

- ・⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリアでは、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、設置における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。
- ・⑨使用済樹脂貯蔵タンク室では、線源である高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時放射線量が高いことから、設置及び保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。
- ・⑩炉内計装用シンプル配管室では、線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間があり、実施時期の適性を図ることは可能である。ただし、立坑部分は非常に狭隘で、かつ、エリア下部から立坑天井面を貫通して設置されているシンプル配管が干渉物となり、感知器の設置及び保守点検作業に必要な足場設置及び人の寄り付きができないため、感知器の設置に適する場所がない。また、傾斜路部分は階段となっており、消防法施行規則第 23 条第 5 項において煙感知器の設置が必要と規定されているが、空気吸引式の煙感知器は、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ため、エリア内に煙感知器を設置することは適切でない。

以上より、作業員の被ばくの観点及び現場施工の成立性の観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように設置する設計とする。

上記のエリアにおける保安水準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3-11 にて示す。

見直した設計方針に基づき各エリアの被ばく線量及び集団線量を試算した結果を第 3-6-4-3 表に示す。

第 3・6・4・3 表 ⑤、⑥、⑨及び⑩のエリアの被ばく線量及び集団線量

【設置時線量】

B II エリア	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②設置作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]/④]	判定
	新設 (個)			既設 感知器	総数							
	煙感知器	熱感知器	炎感知器									
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	3	3	—	0	6							○
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (脱塩塔設置エリア) ※1	1	1	—	0	2							
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室※1	2	2	—	0	4							
⑩炉内計装用シンプル配管室※2	2	4	—	0	6							

【保守点検時線量】

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

※ 1 : 排気ダクト内 (放射線量が低い場所) に③アナログ式の熱感知器、④アナログ式の煙感知器を設置
 ※ 2 : ①アナログ式でない熱感知器、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原子炉格納容器ループ室のアナログ式の煙感知器を兼用)

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-6-5 放射線量が高い場所を含む 11 エリアの火災感知器設計の詳細について

(1) ①原子炉格納容器ループ室

イ. 環境条件

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

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

原子炉格納容器ループ室は、RCS 配管貫通部、エリア内給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り、原子炉格納容器内に設置された蒸気発生器室給気ファンによって、原子炉格納容器ループ室内にある給気ダクトを経由して給気される。また、原子炉容器室冷却ファンによって、炉内計装用シンプル配管室、原子炉サポートクーラ及び RCS 配管貫通部を経由して、原子炉格納容器ループ室内に給気される。

給気された空気は、上昇する空気の流れとなって原子炉格納容器ループ室 SG 側の天井面に設置されるグレーチング又は原子炉格納容器ループ室入口を通過し、原子炉格納容器内に排気される。

第 3-6-5-1-1 図に空気の流れを示す。



第 3-6-5-1-1 図 原子炉格納容器ループ室の空気の流れ

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

原子炉格納容器ループ室は、天井高さが床面から 20m 未満のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内のグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。なお、アナログ式でない熱感知器は、設置から下方に 8m 未満の距離にあるグレーチング面又は床面（複数ある場合は最下面）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面に設置する。



第 3-6-5-1-2 図 原子炉格納容器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 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である 1 次冷却材高温側温度（広域）検出器がある。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器と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設置する。なお、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

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として 1 次冷却材高温側温度(広域)検出器がある。

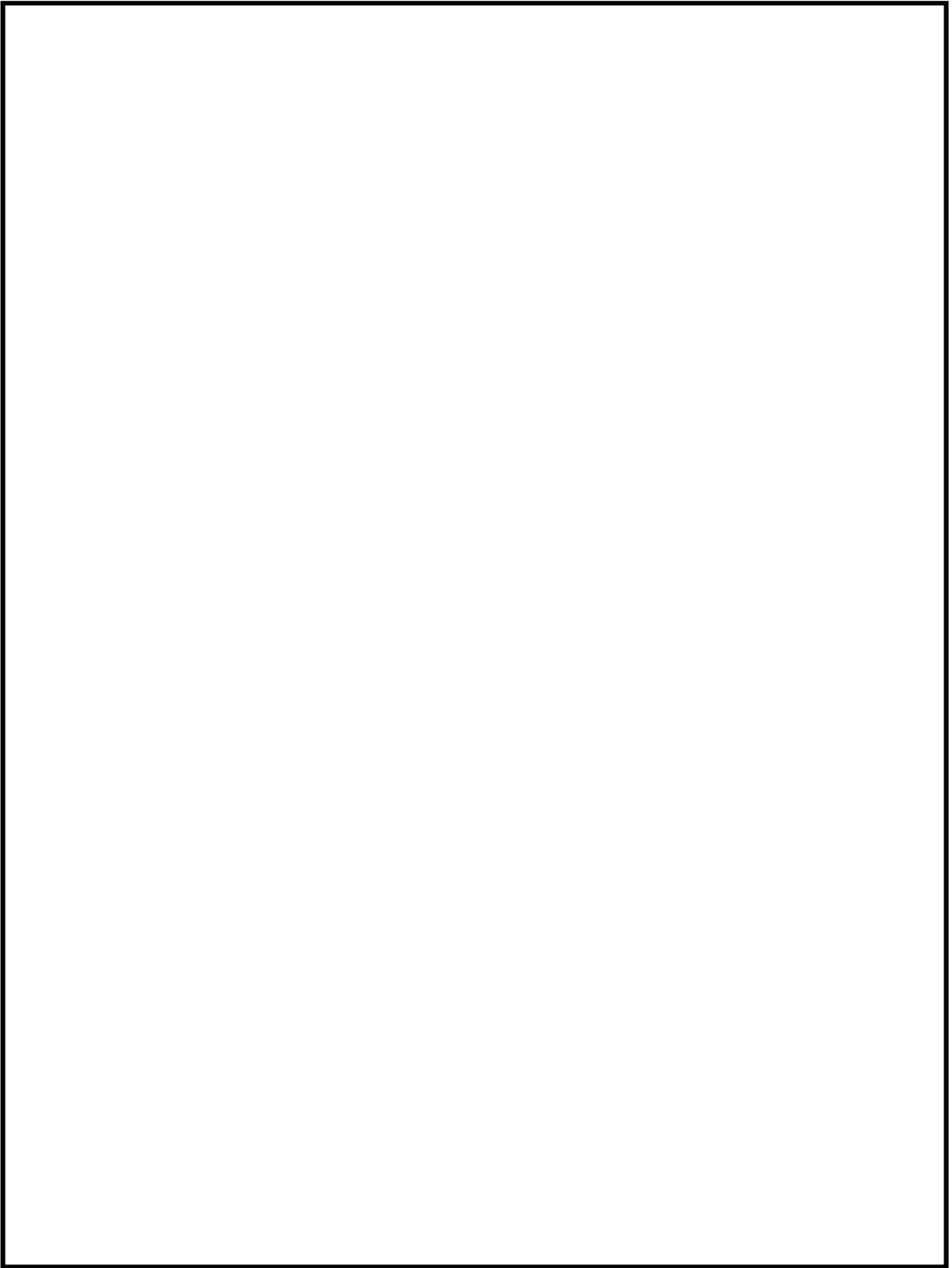
当該エリア内で万一火災が発生した場合、給気口となるエリア内の給気ダクト及び RCS 配管貫通部から原子炉格納容器上部へ上昇する空気の流れを考慮して、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を設置し、火災による熱及び煙が継続して通過するグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで早期に火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

また、第 3-6-5-1-3 図に原子炉格納容器ループ室での火災発生時の空気の流れを示す。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち原子炉格納容器ループ室は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内のグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することによって火災を早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-5-1-3 図 原子炉格納容器ループ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。

(2) ②加圧器室

イ. 環境条件

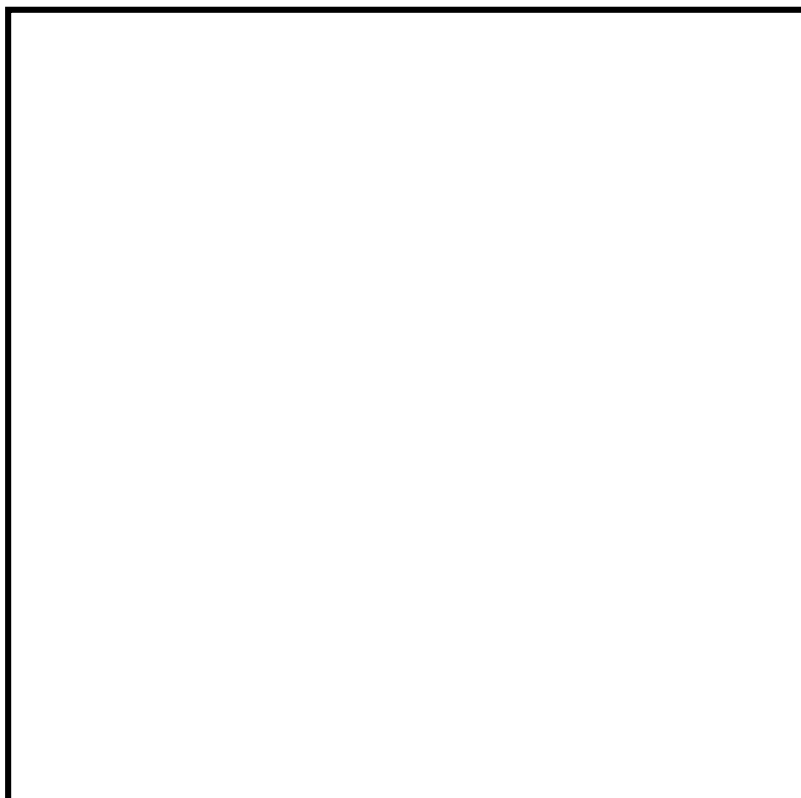
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 1.5
エリア内機器	加圧器逃がし弁等
エリア面積 (m ²)	23.5

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

加圧器室は、エリア内給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り、原子炉格納容器内に設置された加圧器室給気ファンによって、加圧器室上部にある給気ダクトを経由して給気される。

給気された空気は、上昇する空気の流れとなって加圧器室内に設置されるグレーチングを通過し、加圧器室上部の天井面に到達する。また、到達した空気は開口部である加圧器室入口を通過し、原子炉格納容器内に排気される。

第 3-6-5-2-1 図に空気の流れを示す。



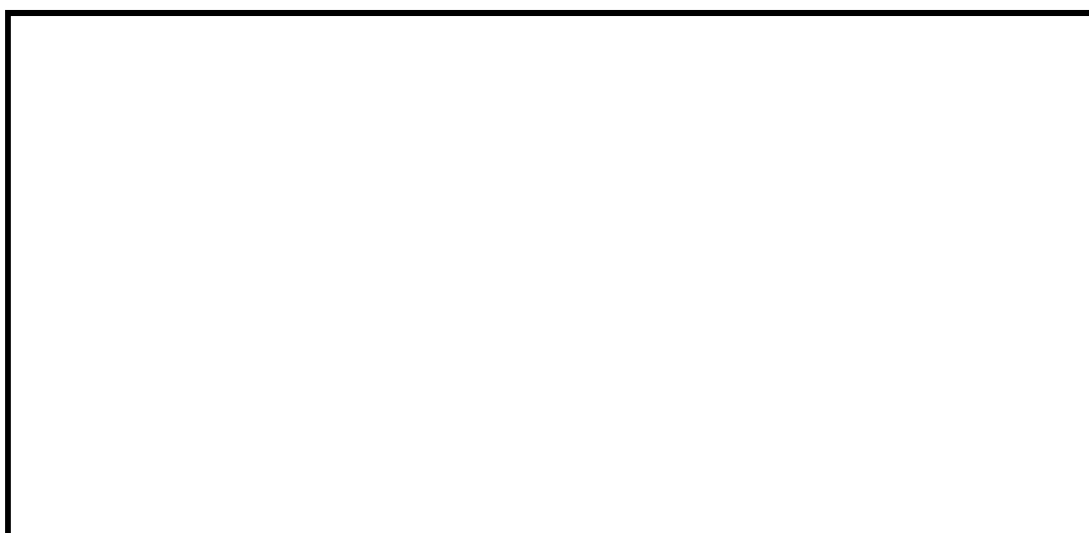
第 3-6-5-2-1 図 加圧器室上部の空気の流れ

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

加圧器室上部は、天井高さが床面から 20m 以上のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。アナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器は、設置面から下方に煙感知器は 20m 未満、熱感知器は 8m 未満の距離にある床面又はグレーチング面（複数ある場合は最下面）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面に設置する。

なお、加圧器室下部は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器、グレーチング下部にアナログ式でない炎感知器を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置する。



第 3-6-5-2-2 図 加圧器室の感知器配置図

ニ. 選定理由

加圧器室上部は、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である加圧器逃がし弁等がある。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の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、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、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。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画 の一部である加圧器室上部には、原子炉の安全停止に必要な機器等として加圧器逃がし弁等があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の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、給気口となるエリア内の給気ダクトから加圧器室天井面へ上昇する空気の流れを考慮して、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及び火災による熱及び煙が継続して通過するグレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及び火災による熱及び煙が継続して通過するグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで早期に火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

また、第 3-6-5-2-3 図に原子炉格納容器ループ室での火災発生時の空気の流れを示す。

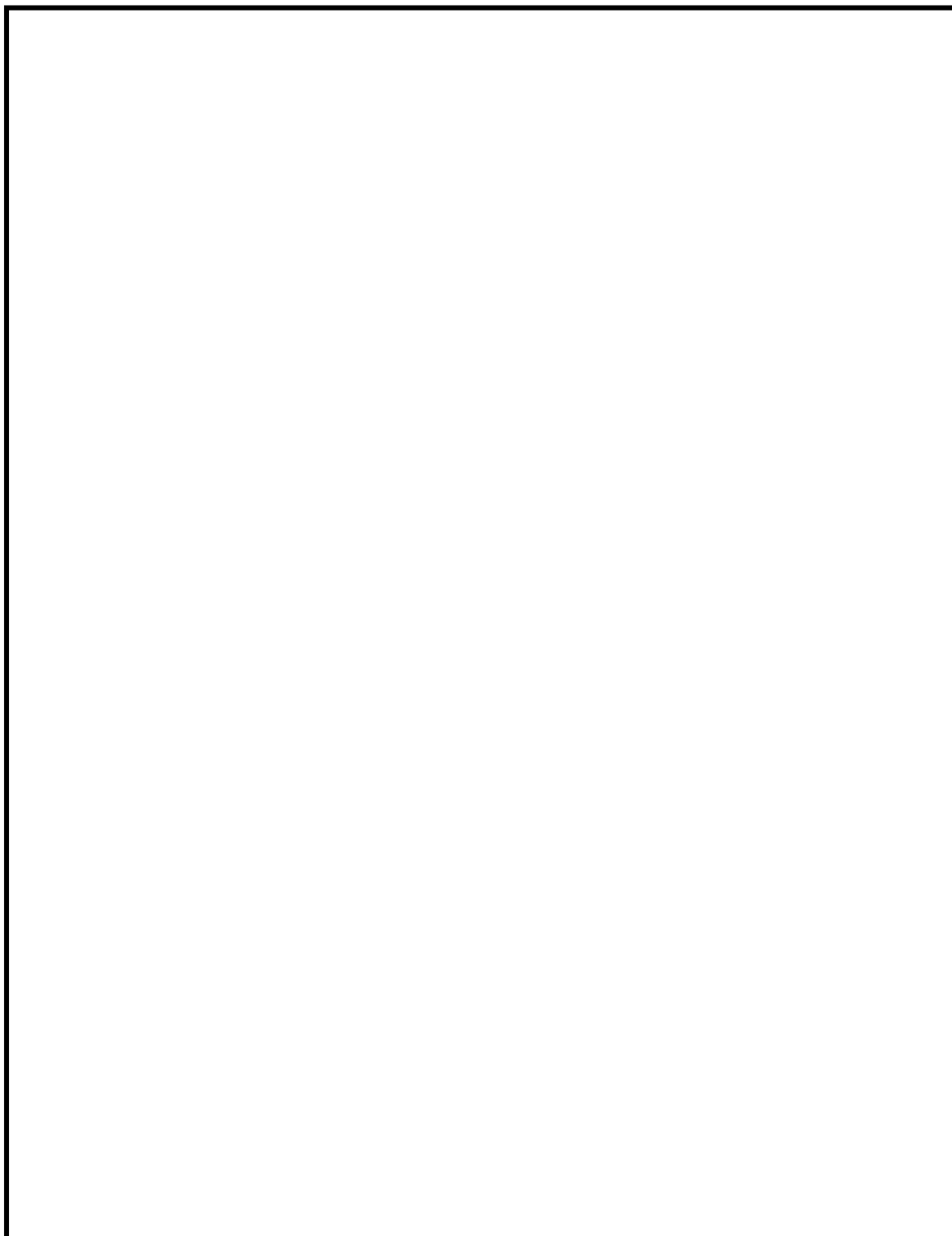
ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち加圧器室上部は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することによって火災を早期に感知することが可能であり、加圧器上部の天井面は既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

なお、火災区画 のうち加圧器室下部は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器、グレーチング下部にアナログ

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。

式でない炎感知器を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することから、第 11 条第 2 項（火災の早期感知）へ適合している。



第 3-6-5-2-3 図 加圧器室上部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。

(3) ③再生熱交換器室

イ. 環境条件

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

ロ. 設置する感知器

エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3-6-5-3-1 図 再生熱交換器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である再生熱交換器がある。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の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、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(4) ④水フィルタ室

イ. 環境条件

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

ロ. 設置する感知器

エリア内の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を設置する。



第 3-6-5-4-1 図 水フィルタ室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画 の一部である。エリア内には安全停止に必要な機器等はなく、設置時、点検時及び保守時に係る作業員被ばく低減の観点から、エリア内の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を設置する。

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(5) ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

イ. 環境条件

・化学体積制御設備脱塩塔バルブ室

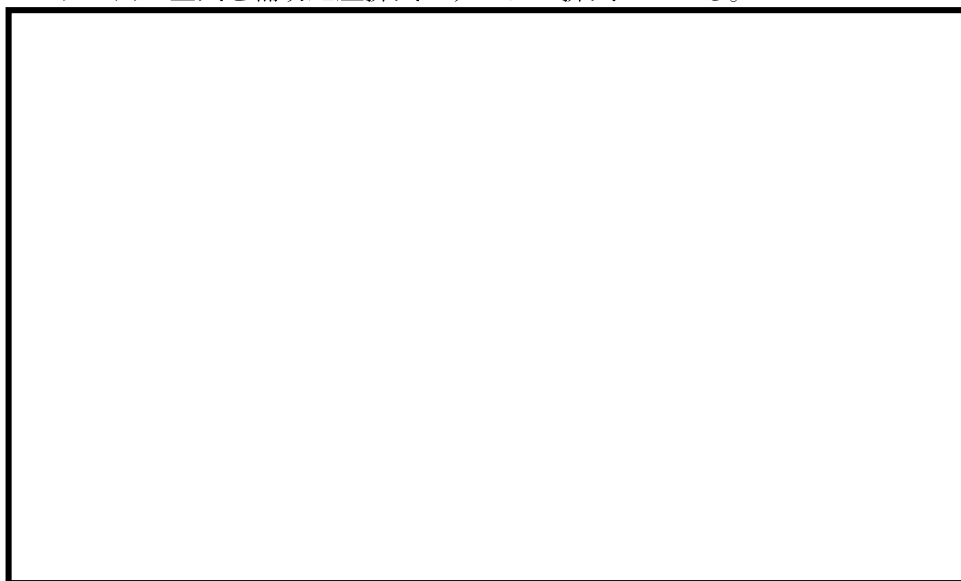
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 230
エリア内機器	脱塩塔室：脱塩塔、照明 バルブ室：弁、照明
エリア面積 (m ²)	38.4 (脱塩塔室+バルブ室)
火災荷重 (MJ)	72.6 (照明 6 台)
等価火災時間 (h)	0.0021 (約 8s)

・使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室

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

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

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

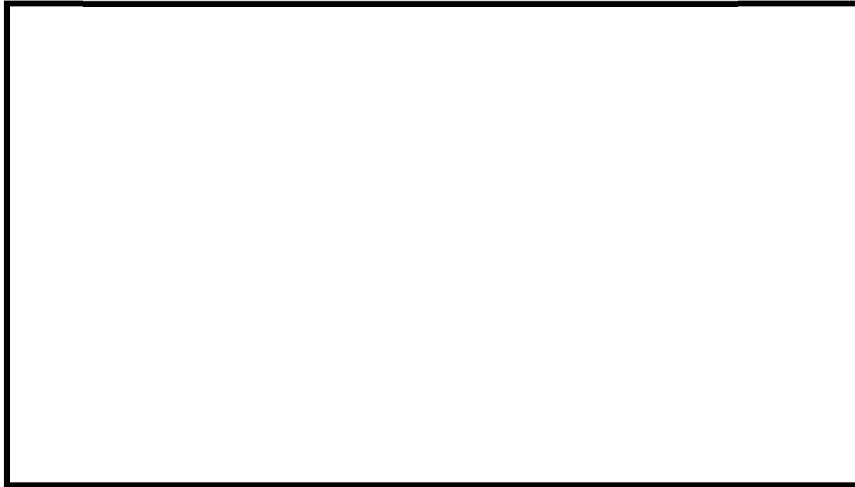


第 3-6-5-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、
使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の空気の流れ (平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)



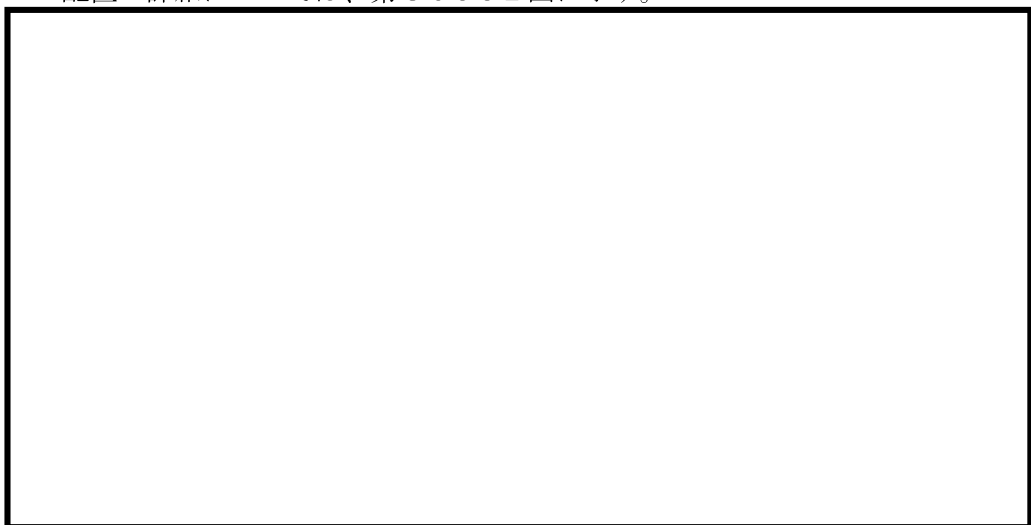
第 3-6-5-5-1 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、使用済燃料ピット
脱塩塔バルブ室の空気の流れ (断面図)

ハ. 設置する感知器

バルブ室内については、放射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が高い場所となっており、補足説明資料 3-11 のとおり、部屋内の換気による空気の気流を考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで、それぞれ保安水準①を確保する設計とする。

配置の詳細については、第 3-6-5-5-2 図に示す。

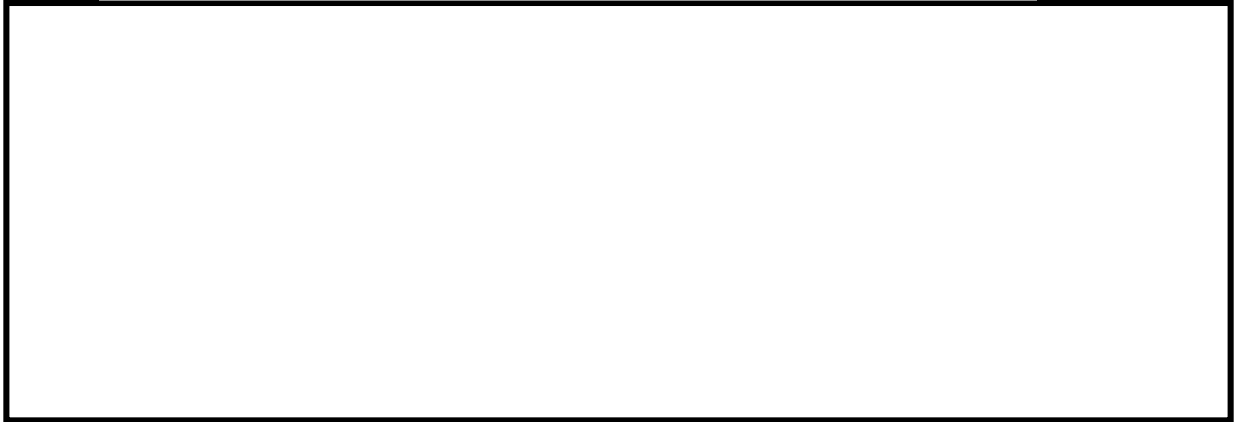


第 3-6-5-5-2 図 化学体積制御設備脱塩塔バルブ室及び使用済燃料ピット脱塩塔
バルブ室の感知器配置図 (バルブ室)

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。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室
(脱塩塔設置エリア)



第 3-6-5-5-2 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、放射線量が低いため一般エリアと同様にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を選定する。

脱塩塔室内については、補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

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

その上で、当該エリア内で万一火災が発生した場合には、バルブ室については、放射線量が低いため、一般エリアと同様のアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで火災を早期に感知をし、また、脱塩塔室については、床面、壁、天井がコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3-11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

へ. 技術基準規則への適合について

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

火災区画 のうち脱塩塔設置エリアは、補足説明資料 3-11 のとおり、同一火災区画内であるダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(6) ⑦燃料移送管室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	配管、照明
エリア面積 (m ²)	6.4

ロ. 設置する感知器

エリア内の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検討し、エリア内の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ですが、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

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。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(7) ⑧体積制御タンク室

イ. 環境条件

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

ロ. 設置する感知器

エリア内の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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ホ. 技術基準規則への適合について

火災区画 全域として、第11条第2項（火災の早期感知）へ適合している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

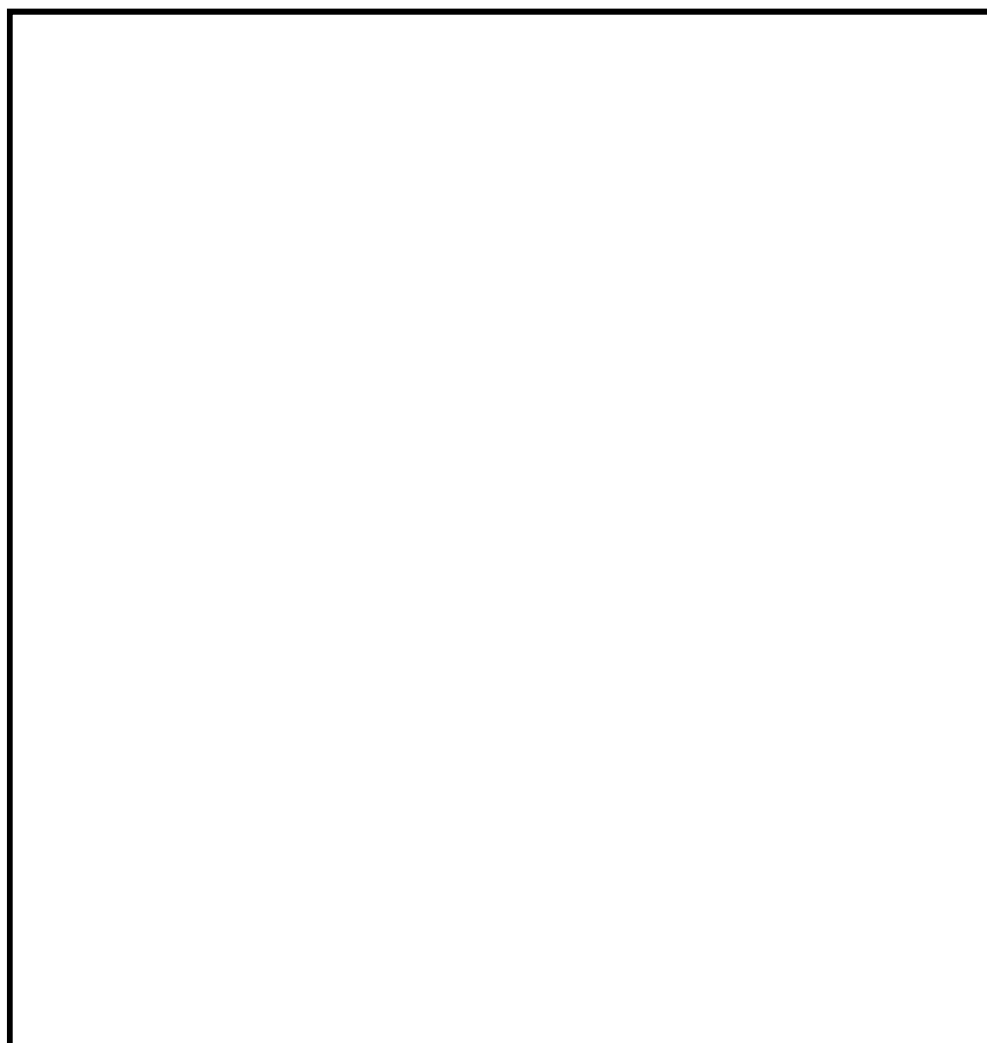
(8) ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	使用済樹脂貯蔵タンク、照明
エリア面積 (m ²)	32.2×2
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	約 0.001 以下 (1.62s)

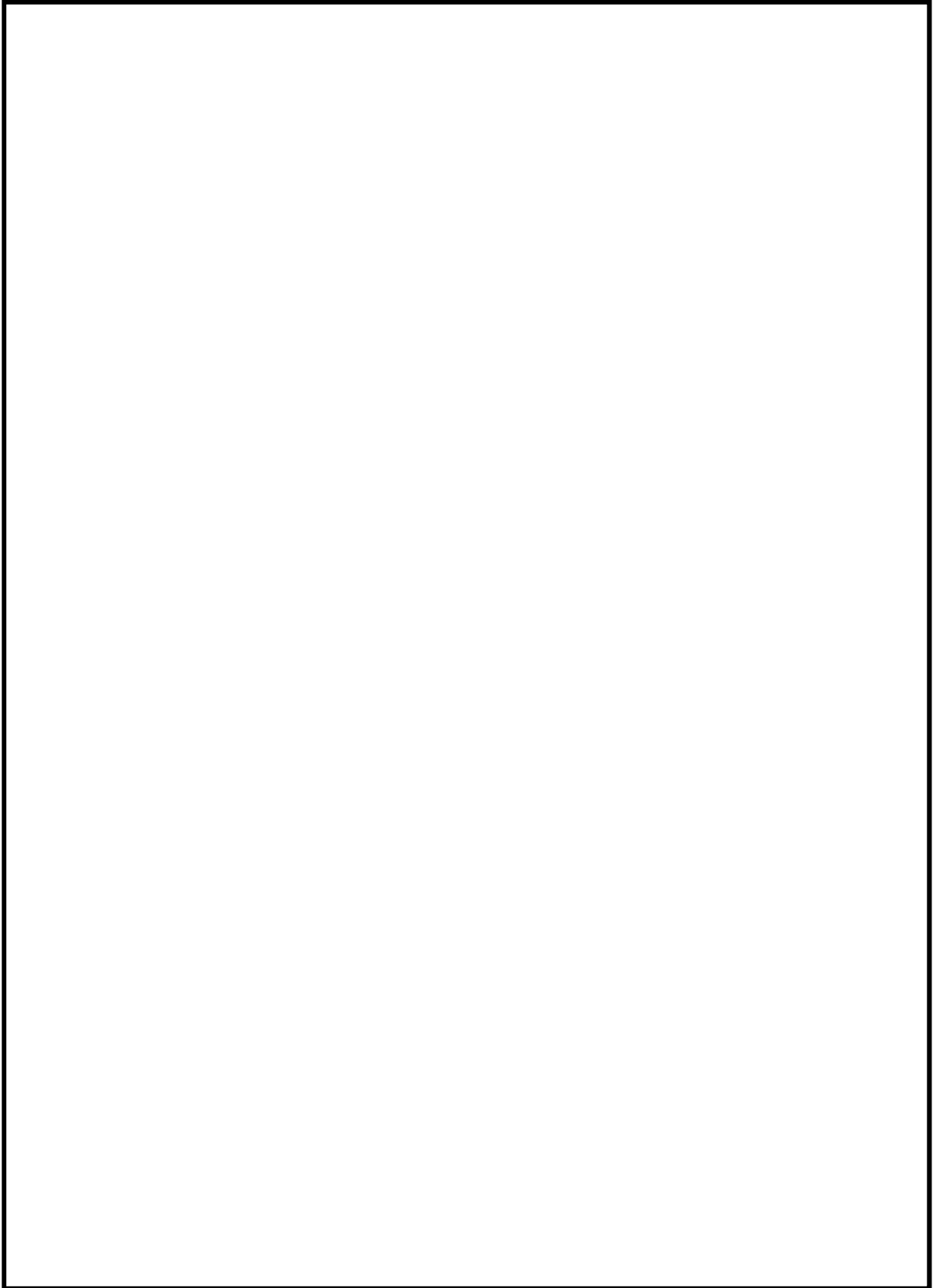
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

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



第 3・6・5・8・1 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の空気の流れ (平面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



断面図（側面）

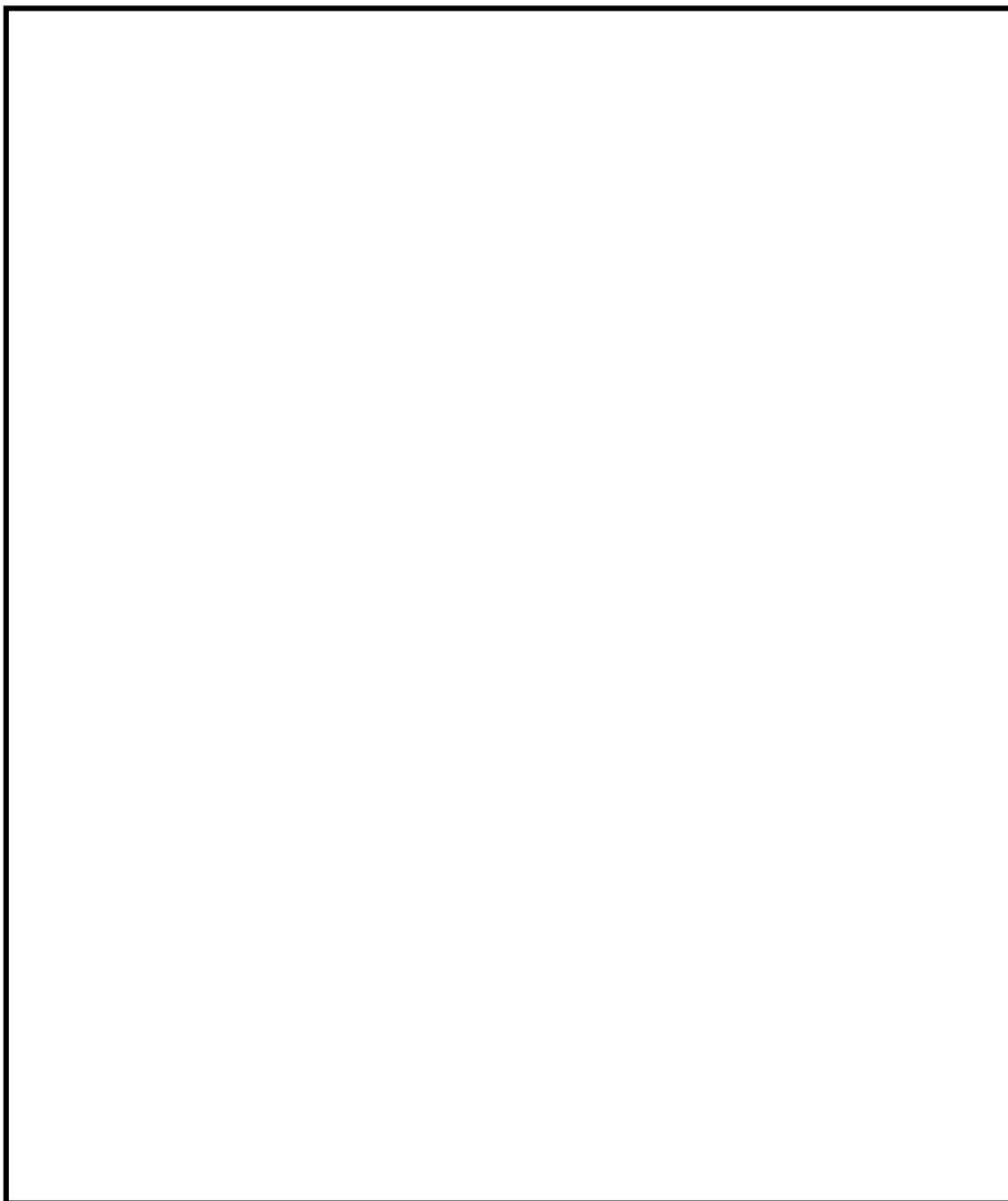
第 3・6・5・8・1 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の空気の流れ（断面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

使用済樹脂貯蔵タンク室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、補足説明資料 3-11 のとおり、部屋内の換気による空気の流れを考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置することで、それぞれ保安水準①を確保する設計とする。

配置の詳細については第 3-6-5-8-2 図に示す。



第 3-6-5-8-2 図 使用済樹脂貯蔵タンク室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

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

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

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

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

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3-11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

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



第 3-6-5-8-3 図 使用済樹脂貯蔵タンク室での火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち使用済樹脂貯蔵タンク設置エリアは、補足説明資料 3-11 のとおり、同一火災区画内であるダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(9) ⑩炉内計装用シンプル配管室

イ. 環境条件

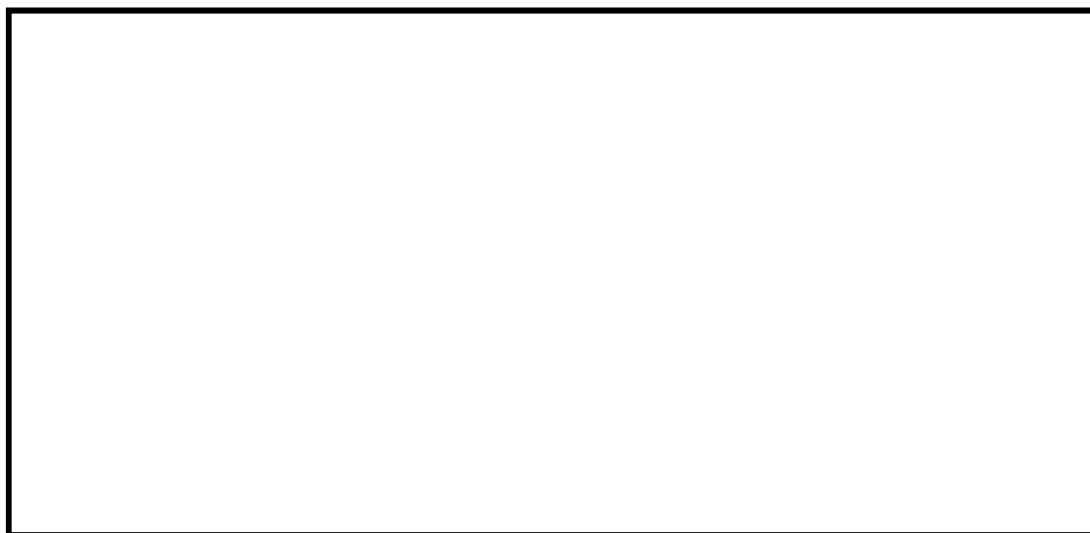
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	シンプルチューブ、水位計、漏えい検出装置、照明
エリア面積 (m ²)	81.4
火災荷重 (MJ)	162.6 (恒設機器、照明 6 台)
等価火災時間 (h)	0.003 (約 11s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

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

第 3-6-5-9-1 図に空気の流れを示す。

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



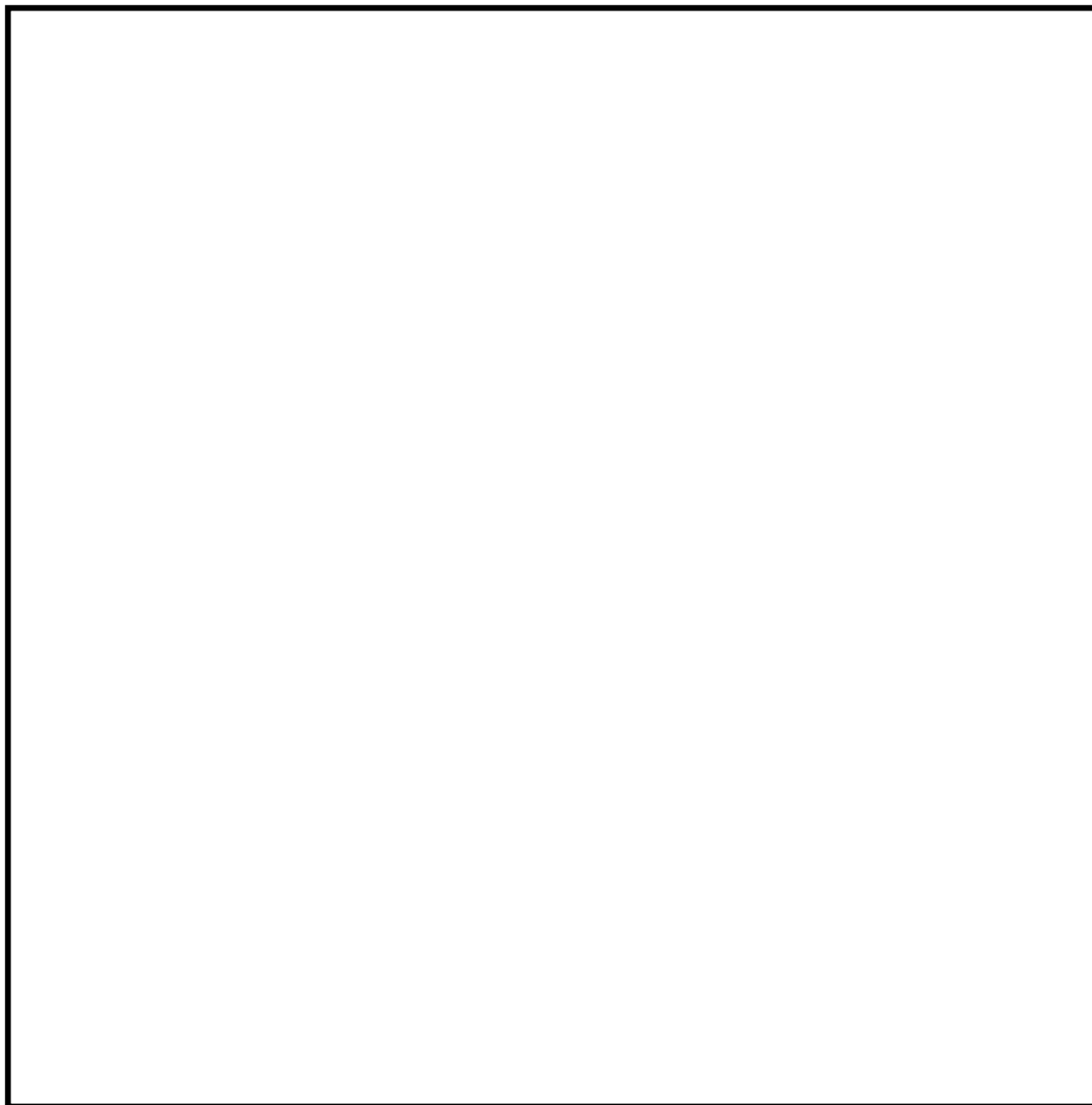
第 3-6-5-9-1 図 炉内計装用シンプル配管室の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ハ. 設置する感知器

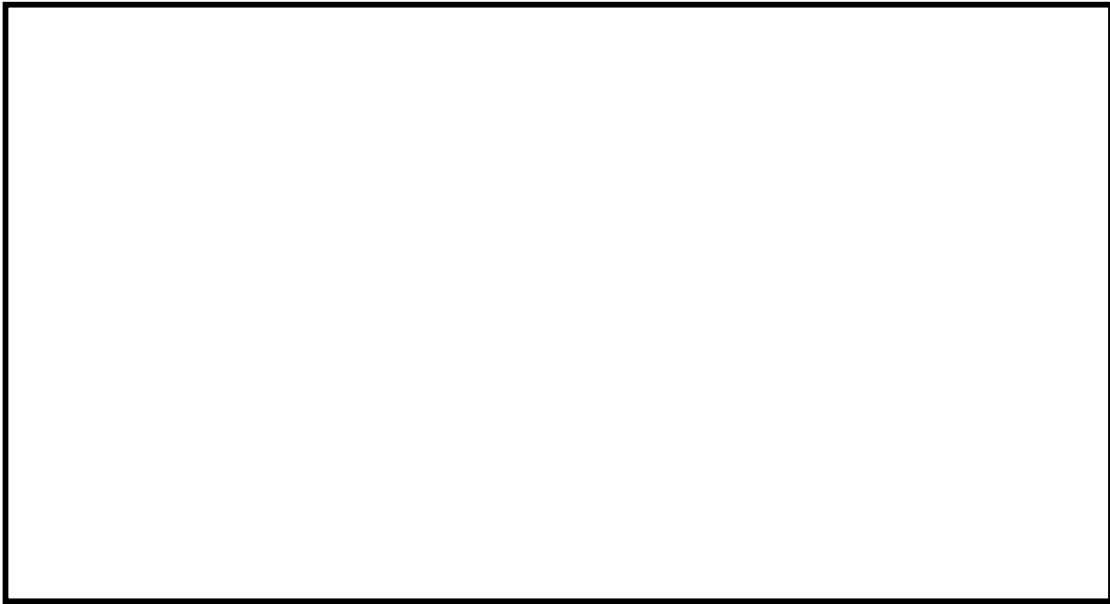
炉内計装用シンプル配管室は、部屋内ほぼ全域が放射線量の高い場所となっていることを踏まえ、立坑部分から原子炉容器下部を通り原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、1種類目の熱感知方式としてアナログ式でない熱感知器を室内下部に設置し、2種類目の煙感知方式として隣接エリアで空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。なお、保安水準②の確保に必須ではないが、炉内計装用シンプル配管室入口部分の火災をより早期に感知できるように、入口部分にもアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。

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



第 3-6-5-9-2 図 炉内計装用シンプル配管室の感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-6-5-9-3 図 ループ室の感知器配置図

ニ. 選定理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

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

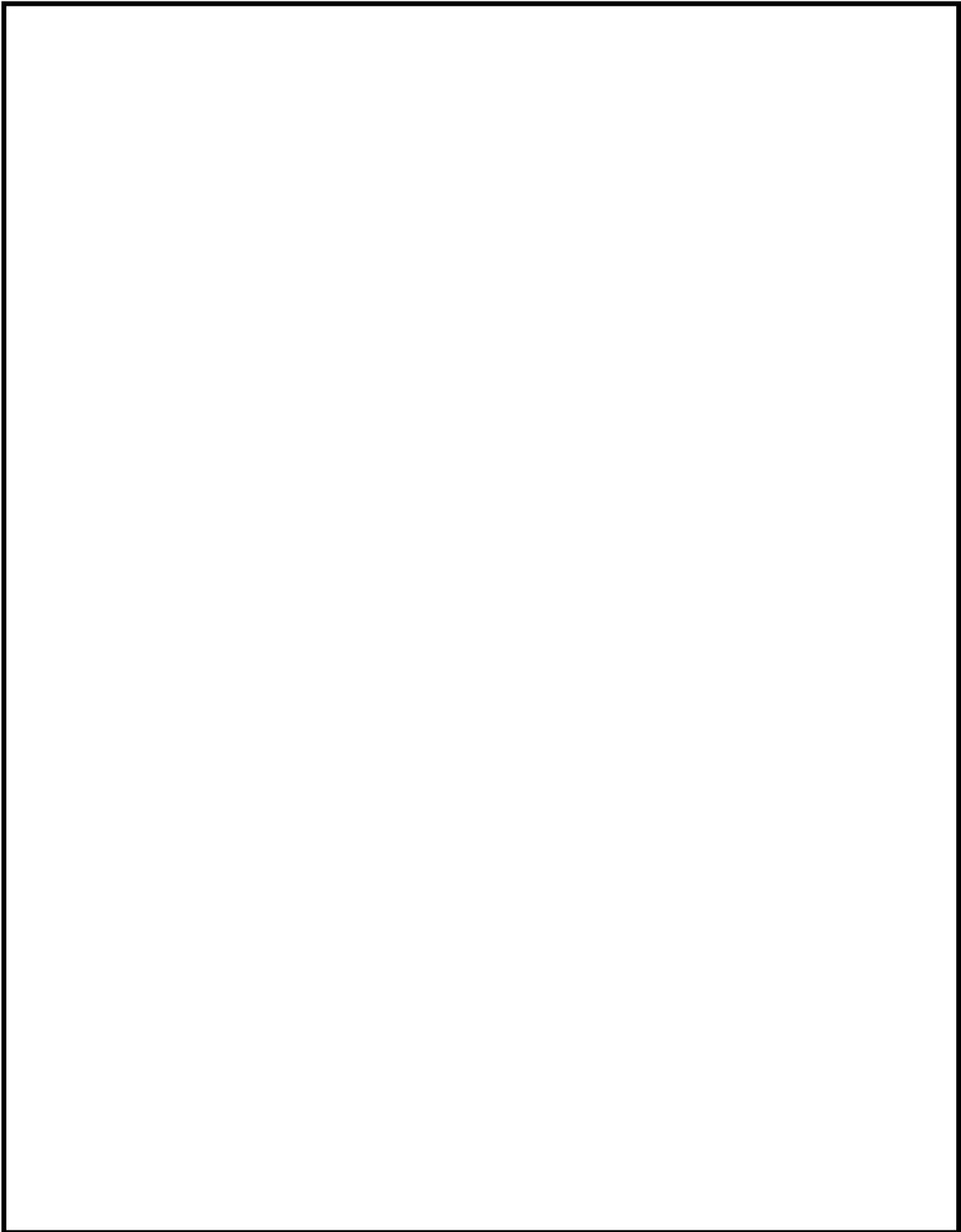
当該エリアには、金属製のシンプルチューブ、水位計、漏えい検出装置及び照明しかないため、火災発生の可能性は低い。

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

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、立坑部分から傾斜路部分及び原子炉容器下部を通り原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、エリア内の下部にアナログ式でない熱感知器を設置し、隣接エリアで空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用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。

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

へ. 技術基準規則への適合について

火災区画 のうち炉内計装用シンプル配管室は、熱感知方式としてエリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、煙感知方式として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内のアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。

以上の設計により、エリア内で発生する火災を早期に感知し、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できると評価する。また、保安水準②の確保に必須ではないが、炉内計装用シンプル配管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設計については、入口部分で発生する火災をより早期に感知する効果が期待できる。

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。

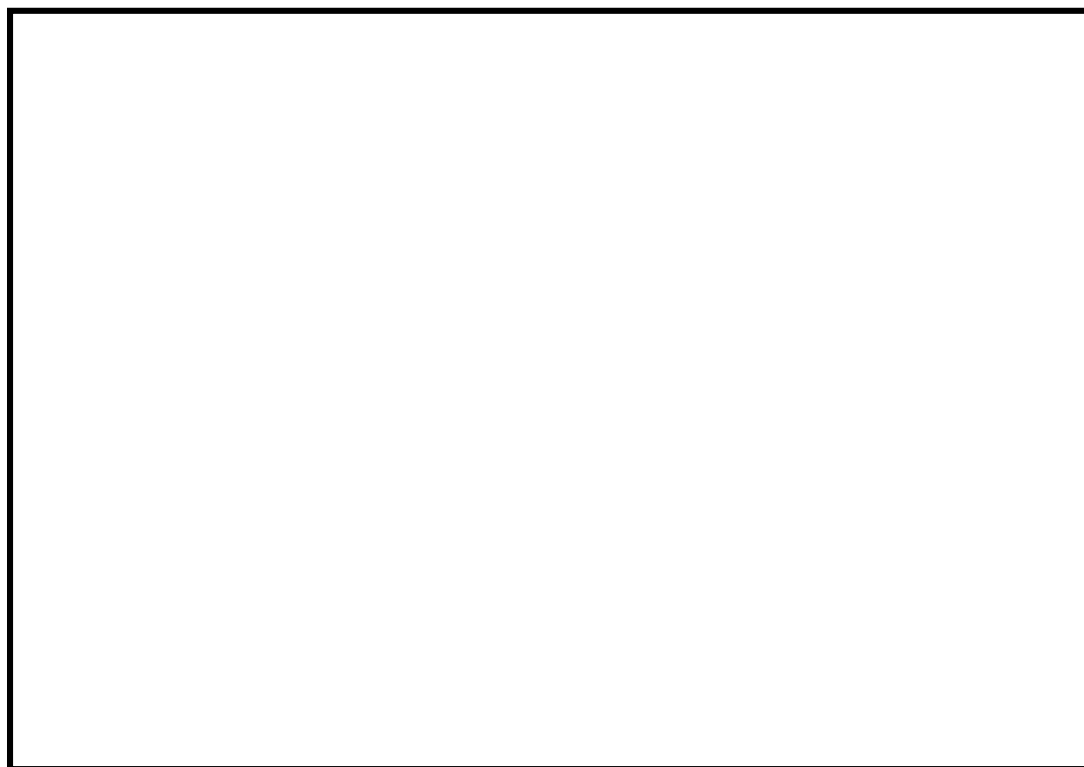
(10) ①B・廃棄物庫の一部のドラム缶貯蔵エリア

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 1
エリア内機器	ドラム缶、照明
エリア面積 (m ²)	565.2

ロ. 設置する感知器

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



第 3-6-5-10-1 図 B・廃棄物庫の感知器配置図

ハ. 選定理由

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

ニ. 火災発生時の影響及び対応

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

当該エリア内には、ドラム缶と照明のみ設置されており、火災発生の可能性は低いが、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。

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

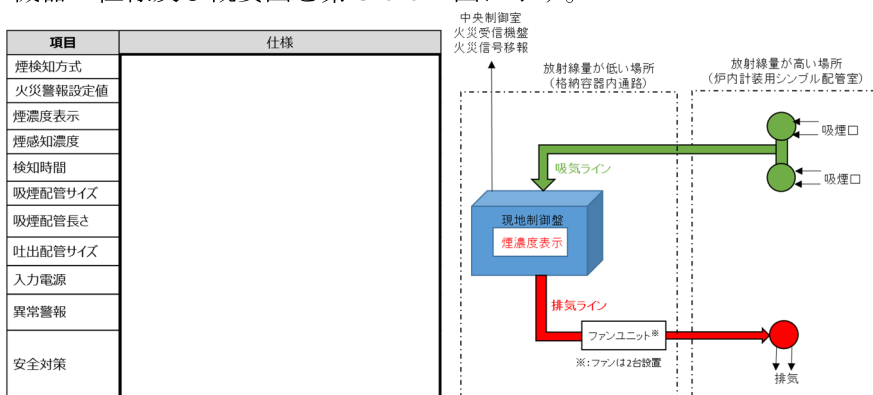
1. 空気吸引式の煙感知器の設計概要

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

機器の仕様及び概要図を第 3-6-6-1 図に示す。



第 3-6-6-1 図 空気吸引式の煙感知器の機器仕様及び概要図

ロ. 空気吸引式の煙感知器の配置設計について

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

現地制御盤、配管の設置状況を第 3-6-6-2 図に示す。



第 3-6-6-2 図 現地制御盤、配管の設置状況

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

2. アナログ式でない熱感知器、空気吸引式の煙感知器の検討について

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうち脱塩塔設置エリア、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室に、アナログ式でない熱感知器(⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は差動分布型熱感知器)、空気吸引式の煙感知器を設置・点検する場合の被ばく線量及び集団線量を試算し、試算結果を第3-6-6-1表に示す。

第3-6-6-1表 各エリアの集団線量、個人線量

【設置時線量】

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

【保守点検時線量】

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

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

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

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考)

作業における工数の見積もりについて

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

なお、部屋あたり、感知器個数あたりの作業工数を以下に示す。

- 足場組立・解体： / 1部屋あたり
- 空気吸引式の煙感知器： / 感知器1組あたり
- 熱感知器： / 感知器1個あたり
- 差動分布型熱感知器： / 感知器1組あたり
- 監督： × 上記作業の必要延べ日数

各部屋毎の詳細作業工数を以下に示す。

(1) ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室の作業工数

(3部屋：煙3組、熱3個)

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の作業工数

(1 部屋：煙 1 組、熱 1 個)

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

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

(1) ⑩炉内計装用シンプル配管室の作業工数

(1 部屋：煙：3組,2個、熱：4個)

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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

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

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

その他現場作業時の留意事項から、作業においては工数を要する。

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

以上