

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第8条（火災による損傷の防止）

2023年1月10日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所高速実験炉部

第8条：火災による損傷の防止

目次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 3.1 安全設計方針
 - 3.2 気象等
 - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
 - 4.1 基本方針
 - 4.2 火災防護対象機器
 - 4.3 火災区域及び火災区画の設定
 - 4.4 ナトリウム燃焼に対する火災防護対策
 - 4.4.1 ナトリウム漏えいの発生防止
 - 4.4.2 ナトリウム漏えいの検知・ナトリウム燃焼の感知及びナトリウム燃焼の消火
 - 4.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減
 - 4.4.4 ナトリウム燃焼の影響評価
 - 4.5 一般火災に対する火災防護対策
 - 4.5.1 一般火災の発生防止
 - 4.5.2 一般火災の感知及び消火
 - 4.5.3 一般火災の影響軽減
 - 4.5.4 一般火災の影響評価
 - 4.6 要求事項（試験炉設置許可基準規則第8条）への適合性説明

(別紙)

別紙1：ナトリウム燃焼と一般火災における火災防護対策の検討方針について

別紙 2 : 火災防護に係る機器の選定及び火災防護対策の考え方について

別添 1-1 : 安全施設と原子炉の安全停止に係る機器等、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等、使用済燃料の冠水等に係る機器等の関係

別添 1-2-1 : 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響

添付 1 : 原子炉冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等

添付 2 : 制御棒駆動機構の構造等

添付 3 : 1次予熱室素ガス系仕切弁の構造等

添付 4 : 原子炉保護系（スクラム）及び関連する計装の構造等

添付 5 : 冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等

添付 6 : 原子炉冷却材温度制御系の構造等

添付 7 : 事故時監視計器（MS-2に属するものを除く。）の構造等

別添 1-2-2 : 原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器（火災防護基準の対策を考慮するもの）のリスト

別添 1-3-1 : 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等に対する火災による機能への影響

別添 1-3-2 : 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る（火災防護基準の対策を考慮するもの）のリスト

別添 1-4 : 使用済燃料の冠水等に係る機器等に対する火災による機能への影響

添付 1 : 使用済燃料貯蔵設備の構造等

別添 1-5 : 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止のための資機材に対する火災による機能への影響

別添 2 : 一般火災と運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の起因となる異常事象の関係

別紙 3 : 原子炉施設の建物（原子炉建物、原子炉附属建物、主冷却機建物、第一使用済燃料貯蔵建物、第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、旧廃棄物処理建物及びメンテナンス建物）における火災区域・火災区画の設定について

別添 1 : 原子炉建物並びに原子炉附属建物における火災区域及び火災区画の設定

添付 1 : 格納容器（床下）における火災防護の考え方

別添 2 : 主冷却機建物における火災区域及び火災区画の設定

別添 3 : 原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物を除く建物における火災区域の設定

別紙 4 : ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について

別添 1 : ナトリウム燃焼の特徴について

別添 2 : ナトリウム燃焼に係る要求事項及び対応概要について

別添 3 : ナトリウムを内包する配管及び機器の耐震設計について

別添 4 : 冷却材のバウンダリの肉厚管理の考え方について

添付 1 : 「ナトリウム環境における腐食」、「流動による浸食 (エロージョン)」及び「大気環境における腐食」に起因する減肉に対する肉厚管理の考え方

添付 2 : 1 次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

添付 3 : 2 次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

別添 5 : ナトリウム漏えいの検知及びナトリウム燃焼の感知について

添付 1 : 一般火災とナトリウム燃焼の識別

別添 6 : 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器について

別添 7 : 1 次冷却材漏えい時の対応について

別添 8 : 2 次冷却材漏えい時の対応について

別添 9 : ナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止するための措置について

別添 10 : ナトリウム燃焼環境下における材料腐食について

別添 11 : 緊急ドレンについて

別添 12 : 窒素ガス供給について

別添 13 : ナトリウム溜について

別添 14 : ナトリウムエアロゾルの拡散を防止するための措置について

別添 15 : ナトリウム燃焼の影響評価について

添付 1 : 落下高さに対するスプレイ燃焼とプール燃焼の影響の考え方

別添 16 : S P H I N C S のモデル及び妥当性確認について

別紙 5 : 一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について

別添 1 : 発火性又は引火性物質への対策について

別添 2 : 発火源への対策について

別添 3 : 水素漏えいへの対策について

別添 4 : 過電流による過熱防止対策について

別添 5 : 不燃性材料又は難燃性材料の使用について

添付 1 : ケーブル難燃化の代替措置（電線管内への敷設）の効果

別添 6 : 自然現象による火災の発生防止について

別添 7 : 火災感知設備について

添付 1 : 火災による原子炉の停止の判断

添付 2 : 格納容器（床上）の高天井エリアにおける火災感知器の設置方法

添付 3 : 「炉容器ピット」における火災感知器の取扱い

添付 4 : 「燃料洗浄室」及び「缶詰室」における火災感知器の取扱い

別添 8 : 一般火災に対する消火設備について

添付 1 : A B C 消火剤の保有量

別添 9 : 一般火災の影響軽減について

別添 10 : ケーブル室に対する火災の影響軽減について

添付 1 : 光ファイバ温度センサ

添付 2 : 耐火シート及び耐火テープのイメージ

別添 11 : 中央制御室に対する火災の影響軽減について

別添 12 : 個別の火災区域又は火災区画における留意事項について

別添 13 : 一般火災の影響評価について

(添付)

添付 1 : 設置許可申請書における記載

添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付 4 : 設置許可申請書の添付書類における記載（設備等）

原子炉施設の建物（原子炉建物、原子炉附属建物、主冷却機建物、第一使用済燃料貯蔵建物、第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、旧廃棄物処理建物及びメンテナンス建物）における
火災区域・火災区画の設定について

1. 概要

火災防護基準による対策を考慮する機器等を有する建物は、当該機器等を想定される火災から防護することを目的として、火災区域・火災区画を設定し、適切な火災防護対策を講じる。

ここでは、火災区域・火災区画の設定について示す。

2. 火災区域・火災区画の設定の考え方

原子炉施設の建物として、原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物、第一使用済燃料貯蔵建物、第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、旧廃棄物処理建物、メンテナンス建物ごとに、建物内を火災区域として設定する。

また、建物外に火災防護基準による対策を考慮する機器等を有する場合は、当該機器等を有する区域（原子炉附属建物の屋上及び主冷却機建物の屋上）を火災区域として設定する。

火災防護基準による対策を考慮する機器等を有する火災区域（原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物が該当）は、火災防護基準による対策を考慮する機器等の配置、ナトリウムを内包する機器の配置、耐火壁の配置、消火設備の配置を考慮し、火災区域を細分化した火災区画を設定し、3. に示す対策を講じる。

なお、火災防護基準による対策を考慮する機器等を有しない火災区域（第一使用済燃料貯蔵建物、第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、旧廃棄物処理建物及びメンテナンス建物）については、消防法、建築基準法等、設備に応じた火災防護対策を講じる。

原子炉建物並びに原子炉附属建物の火災区域及び火災区画を別添 1 に、主冷却機建物の火災区域及び火災区画を別添 2 に示す。

3. 火災区画に対する対策の基本的な考え方

3.1 ナトリウム燃焼に対する対策

ナトリウムを内包する機器を有する火災区画は、ナトリウム漏えいの防止、ナトリウム漏えいの検知（及びナトリウム燃焼の感知）、ナトリウム燃焼の影響軽減の三方策をそれぞれ講じる（別紙 4 参照）。当該火災区画については、ナトリウム燃焼を起点とし、一般火災が発生するおそれがあることを考慮する。

3.2 一般火災に対する対策

一般火災に対する対策は、火災防護基準による対策を考慮する機器等の配置に応じて適切な火災防護対策を講じる。

(1) 火災防護基準による対策を考慮する機器等を有する火災区画

火災防護基準による対策を考慮する機器等を有する火災区画については、火災防護基準による火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減の三方策を考慮し、それらを適切に組み合わせた火災防護対策を講じる（別紙 5 参照）。

(2) 火災防護基準による対策を考慮する機器等を有しない火災区画

火災防護基準による対策を考慮する機器等を有しない火災区画については、消防法、建築基準法等、設備に応じた火災防護対策を講じることを基本とする。

上記火災区画に対する火災の感知については、以下のとおりである。

- ・ 基本的に煙感知器を設置（ただし、原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する原子炉建物の格納容器（床下）については、原子炉停止後に空気雰囲気に置換した際に、速やかに交換又は復旧）
- ・ 多量の燃料油等による火災が想定される場所、正常時に煙が滞留する場所、水蒸気が多量に発生する場所については熱感知器を設置
 - ※：多量の燃料油等による火災が想定される場所には、原子炉附属建物地下 2 階のアルコール廃液タンクを有する AB-106、主冷却機建物地下 1 階のボイラの燃料貯蔵タンクを有する SB-225、SB-226、SB-227、SB-228 が該当する。
 - ※：正常時に煙が滞留する場所には、原子炉附属建物 2 階の運転員の控室である AB-711 が該当する。
 - ※：水蒸気が多量に発生する場所には、原子炉附属建物 1 階の除染室である AB-520、主冷却機建物地下 2 階の浴室である SB-114 が該当する。
- ・ 放射線量が高く、かつ、感知器の設置ができない、又は感知器を設置した場合にその保守点検ができない場所については、感知器を設置しない。
 - ※：放射線量が高く、かつ、感知器の設置ができない場所には、原子炉建物地下中 2 階から地下中 1 階の原子炉容器等を有する RB-RP（炉容器ピット）が該当する（別紙 5 別添 7 参照）。
 - ※：放射線量が高く、かつ、感知器を設置した場合にその保守点検ができない場所には、原子炉附属建物地下 1 階から地下中 1 階の AB-308（燃料洗浄室）、1 階から中 2 階の AB-512A（缶詰室）が該当する（別紙 5 別添 7 参照）。

上記火災区画に対する火災の消火については、以下のとおりである。

- ・ 多量の燃料油等による火災が想定される場所については、固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置
- ・ 上記以外の場所については、可搬式消火器により消火（ナトリウムを内包する機器を有する場所については、基本的に、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を使用）

上記火災区画に対する火災の影響軽減については、当該火災区画に隣接する火災区画内の火災防護基準による火災の影響軽減を考慮する原子炉の安全停止に係る機器等の配置に応じて、以下のとおりとする。

上記火災区画の隣接火災区画のいずれかに異なる系列の上記機器等を有する場合、当該火災区画の火災が隣接火災区画に伝播して、系列の異なる上記機器等が同時に機能を喪失することがないように、火災の影響軽減を行う。火災の影響軽減のための対策としては、当該火災区画と系列の異なる上記機器等を有する隣接火災区画間について、3 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離する、又は、1 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び消火設備を設置する。

なお、上記の消火設備については、当該火災区画の可燃性物質の量、中央制御室から当該火災区画への移動時間等を考慮する。

以下に、上記火災区画における火災の影響軽減について、主冷却機建物地下2階のSB-129を対象に示す。

【SB-129 における火災の影響軽減】

SB-129 の位置する主冷却機建物地下 2 階の火災区画を第 3. 2. 1 図に示す。

SB-129 の隣接火災区画のうち、火災の影響軽減を考慮する原子炉の安全停止に係る機器等の配置は以下のとおりである。

(系列①の機器等を有する火災区画)

南側：SB-125（非常用ディーゼル発電機（1号機）等）

東側：SB-127（ディーゼル発電機燃料主貯油槽 No. 1 等）

(系列②の機器等を有する火災区画)

北側：SB-130（非常用ディーゼル発電機（2号機）等）

東側：SB-128（ディーゼル発電機燃料主貯油槽 No. 2）

したがって、SB-129 で火災が発生し、上記の隣接火災区画に火災が伝播した場合、系列の異なる機器等が同時に機能を喪失するおそれがある。

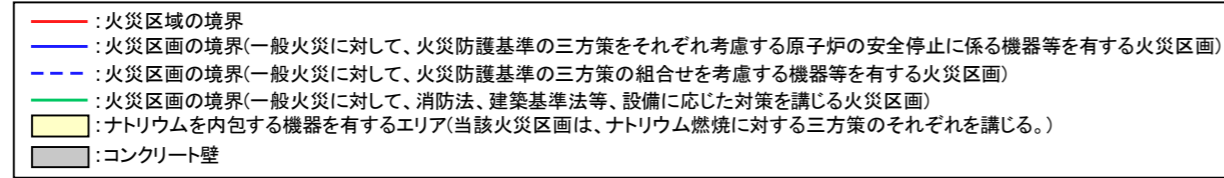
このため、SB-129 の火災により系列の異なる機器等が同時に機能を喪失しないように、以下のとおり火災の影響軽減の対策を講じる。

SB-129 の東側に隣接する SB-127 と SB-128 については、3 時間の耐火能力を有する隔壁（コンクリート壁：厚さ 150mm 以上）で分離する。

SB-129 の南側に隣接する SB-125 と北側に隣接する SB-130 については、3 時間の耐火能力を有する隔壁（コンクリート壁：厚さ 150mm 以上）及び 1 時間の耐火能力を有する隔壁（扉）で分離する。1 時間の耐火能力を有する隔壁（扉）で分離するに当たって、SB-129 は、以下により可搬式消火器（ABC 消火器）による消火活動を行うことにより延焼を防止できる。

- ・ SB-129 内の主な可燃性物質は照明器具等であり、その保有量は少なく、火災が発生した場合であっても、煙等の充満により消火活動が困難となることはなく、可搬式消火器（ABC 消火器）による消火活動が可能
- ・ 中央制御室から SB-129 への移動時間（防護具の装備時間を含む）は 20 分以下であり、1 時間の耐火能力を有する隔壁を介して隣接する火災区画へ火災が伝播するまでの間に消火活動を開始することが可能

・火災区域及び火災区画の境界の凡例



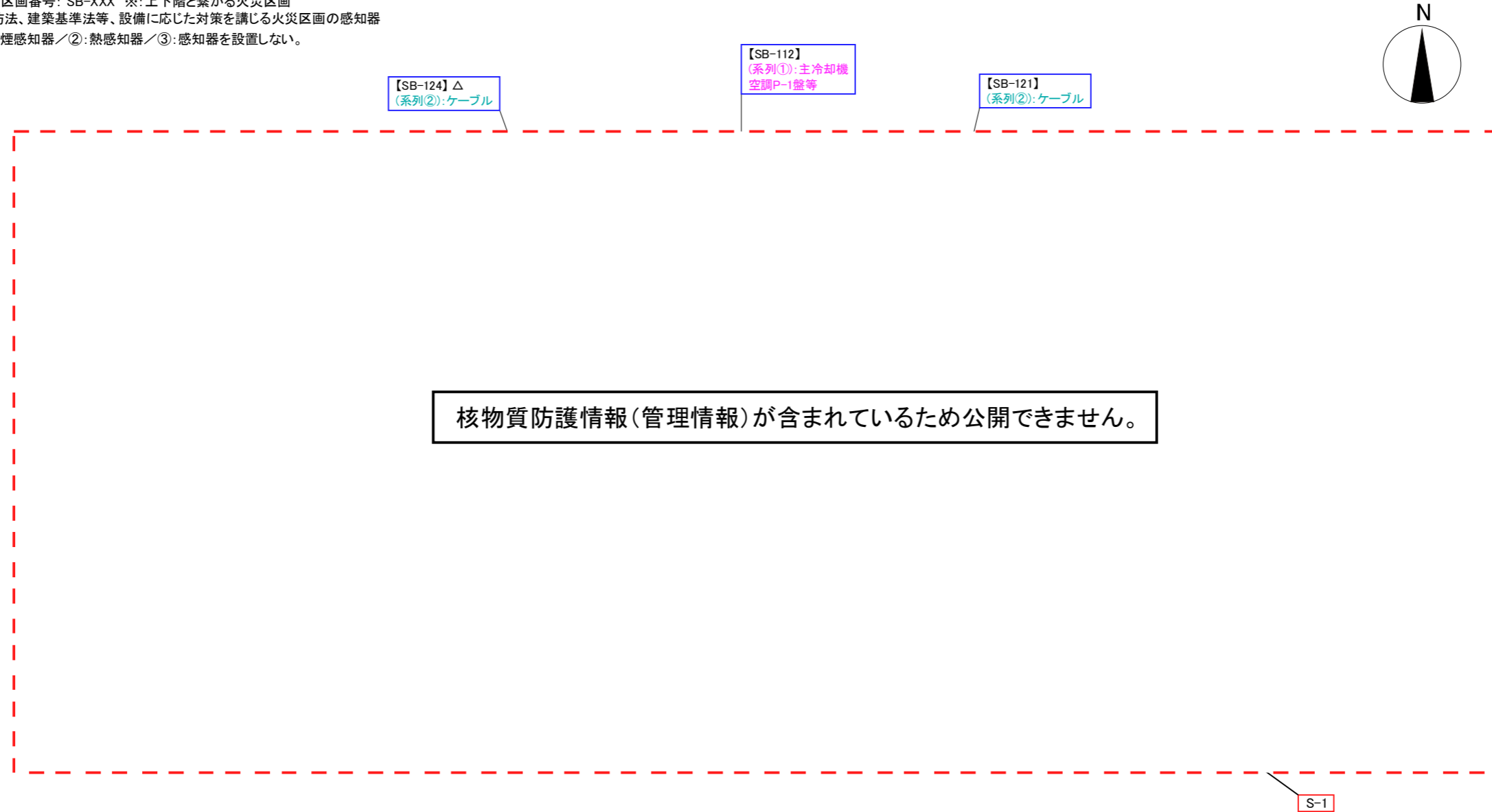
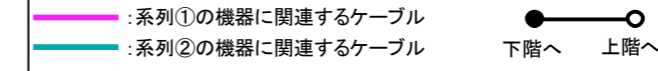
火災区域番号: S-XXX

火災区画番号: SB-XXX ※: 上下階と繋がる火災区画

・消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる火災区画の感知器

①: 煙感知器 / ②: 熱感知器 / ③: 感知器を設置しない。

ケーブルの凡例



○: 燃料油を内包する機器を有する火災区画
 △: 潤滑油を内包する機器を有する火災区画

主冷却機建物地下2階

第 3.2.1 図 主冷却機建物地下 2 階の火災区域及び火災区画

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について以下を示す。

別添 1 : ナトリウム燃焼の特徴について

別添 2 : ナトリウム燃焼に係る要求事項及び対応概要について

別添 3 : ナトリウムを内包する配管及び機器の耐震設計について

別添 4 : 冷却材のバウンダリの肉厚管理の考え方について

添付 1 : 「ナトリウム環境における腐食」、「流動による浸食（エロージョン）」及び「大気環境における腐食」に起因する減肉に対する肉厚管理の考え方

添付 2 : 1次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

添付 3 : 2次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

別添 5 : ナトリウム漏えいの検知及びナトリウム燃焼の感知について

添付 1 : 一般火災とナトリウム燃焼の識別

別添 6 : 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器について

別添 7 : 1次冷却材漏えい時の対応について

別添 8 : 2次冷却材漏えい時の対応について

別添 9 : ナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止するための措置について

別添 10 : ナトリウム燃焼環境下における材料腐食について

別添 11 : 緊急ドレンについて

別添 12 : 窒素ガス供給について

別添 13 : ナトリウム溜について

別添 14 : ナトリウムエアロゾルの拡散を防止するための措置について

別添 15 : ナトリウム燃焼の影響評価について

添付 1 : 落下高さに対するスプレイ燃焼とプール燃焼の影響の考え方

別添 16 : SPHINCS のモデル及び妥当性確認について

ナトリウム漏えいの検知及びナトリウム燃焼の感知について

1. 概要

原子炉施設には、ナトリウムを内包する配管又は機器の破損を想定し、ナトリウムの漏えいを早期に検知するため、ナトリウム漏えい検出器を設置する。

また、ナトリウム燃焼を早期に感知するため、当該感知については、ナトリウム漏えいの検知を起点とするものとし、ナトリウム漏えい検出器で兼用する。さらに、一般火災に適用する火災感知器（煙感知器（ナトリウムエアロゾルに反応）又は熱感知器（ナトリウム燃焼に伴う熱の発生に反応））が、その動作原理より、ナトリウム燃焼の感知にも適用できることを考慮し、ナトリウム燃焼を確実に感知するため、ナトリウムを内包する配管又は機器を有する火災区画には、当該火災感知器を設置する。

ここでは、ナトリウム漏えいの検知及びナトリウム燃焼の感知について示す。

2. ナトリウム漏えいの検知

ナトリウム漏えいの検知には、ナトリウム漏えい検出器を使用する。

原子炉冷却材バウンダリ及び冷却材バウンダリを構成する配管及び機器（主冷却器及び補助冷却器を除く。）は、通電式のナトリウム漏えい検出器を使用する。

主冷却器及び補助冷却器は、その構造に鑑み光学式のナトリウム漏えい検出器を使用する。

2.1 ナトリウム漏えい検出器の概要

(1) 通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器

通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器は、検出器先端と電極シース保護管との間に直流電圧が印加されており、漏えいしたナトリウムが検出器に到達すると、電極とシース保護管がナトリウムによって短絡されることを利用したものである。通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要を第 2.1.1 図に示す。

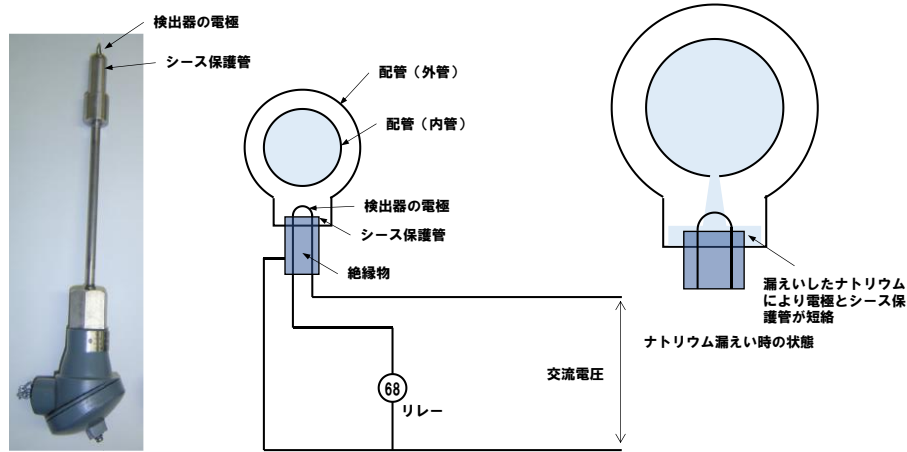
(2) 通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器

通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器は、2 つの電極が絶縁物を間にして平行に配置され、各電極とアースとの間に直流電圧が印加されており、漏えいしたナトリウムが検出器に到達すると、電極とアースが短絡されることを利用したものである。通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要を第 2.1.2 図に示す。

(3) 光学式のナトリウム漏えい検出器

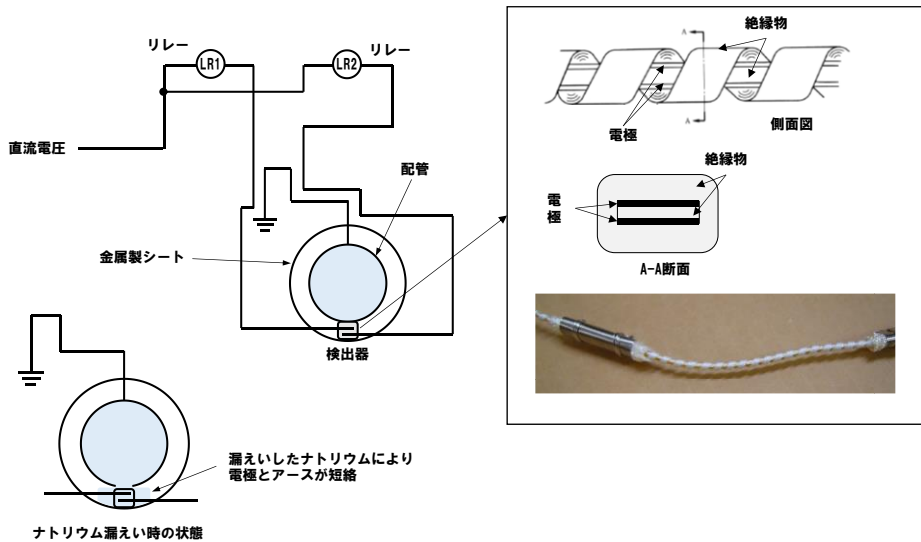
光学式のナトリウム漏えい検出器は、ナトリウム燃焼によって生じる白煙（ナトリウムエアロゾル）により、光の透過率が減少^{*1}することを利用したものである。光学式のナトリウム漏えい検出器は、主冷却器（2 点×4 式）と補助冷却器（2 点×1 式）に適用する。光学式のナトリウム漏えい検出器の構造概要を第 2.1.3 図に示す。

*1：警報設定値は、光の減衰率で 5%と設定している。当該設定値は、煙濃度に換算すると約 0.035%に相当する。ダクト内の状況により異なるが、定格運転時の状態で煙濃度 0.035%は、約 30g/s のナトリウム漏えいに相当する。



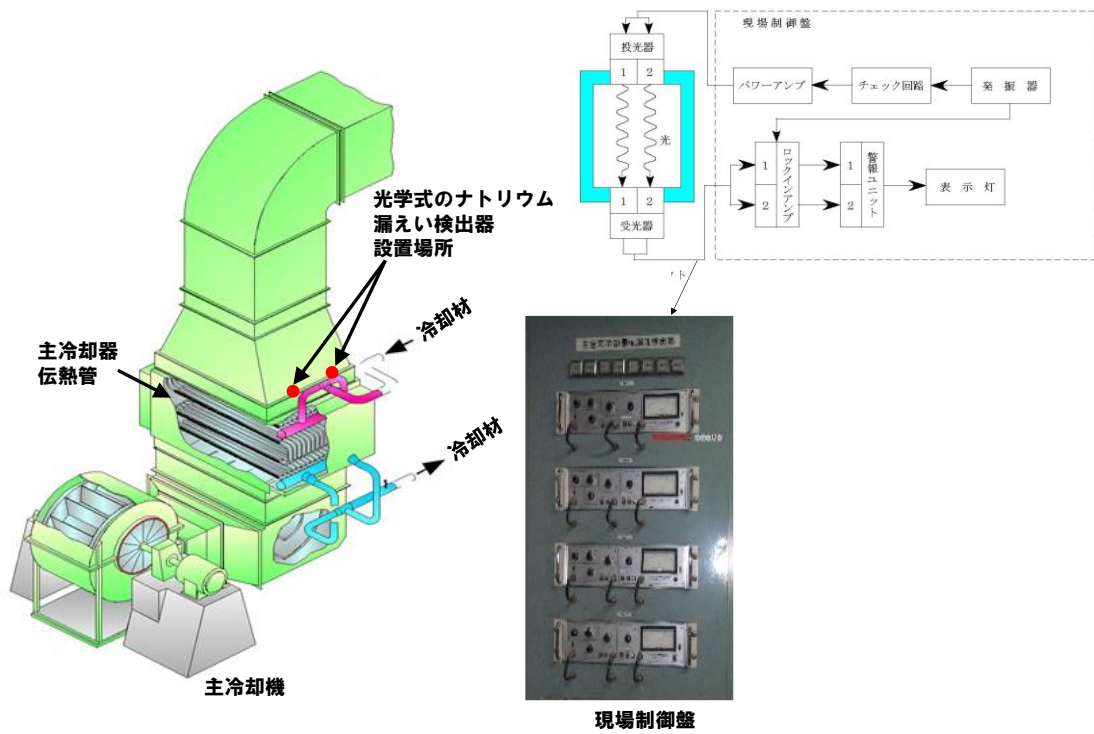
【動作原理】
 検出器の電極とシース保護管との間に交流電圧が印加されており、通常時はリレー（68）が励磁されている。また、電極とシース保護管との間には絶縁物が入っている。ナトリウムが漏えいすると、電極とシース保護管がナトリウムによって短絡されて電位差がなくなり、リレー（68）が無励磁となることにより、警報が発信される。

第 2.1.1 図 通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要



【動作原理】
 2つの電極が絶縁物を間にして平行に配置されており、各電極とアースとの間に直流電圧が印加されている。通常時は電極とアースの間が絶縁された状態にあり、リレー（LR1・LR2）が無励磁となる。ナトリウムが漏えいし、電極とアースがナトリウムによって短絡されるとリレー（LR1・LR2）は励磁され、警報が発信される。

第 2.1.2 図 通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要



第 2.1.3 図 光学式ナトリウム漏えい検出器の構造概要

2.2 ナトリウム漏えい検出器の配置

ナトリウム漏えい検出器は、ナトリウムを内包する配管又は機器の破損に伴うナトリウム漏えいを検知できるように、ナトリウムを内包する配管及び機器の構造等を考慮して適切に配置する。ナトリウム漏えい検出器の配置を第 2.2.1 図に示す。

(1) 1 次系（原子炉冷却材バウンダリ）

原子炉冷却材バウンダリに該当する配管及び機器は、配管（内管）と配管（外管）で構成される二重構造を有する。当該構造を踏まえるとともに漏えいの可能性が相対的に高い配管のエルボ部の配置も考慮した上で、二重構造の間隙の水平部に通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。また、構造上、漏えいの可能性が相対的に高いベローズ構造を有する弁のベローズ部にも通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。第 2.2.2 図に原子炉冷却材バウンダリにおけるナトリウム漏えい検出器の配置の概念図を示す。

(2) 1 次系（原子炉冷却材バウンダリを除く。）

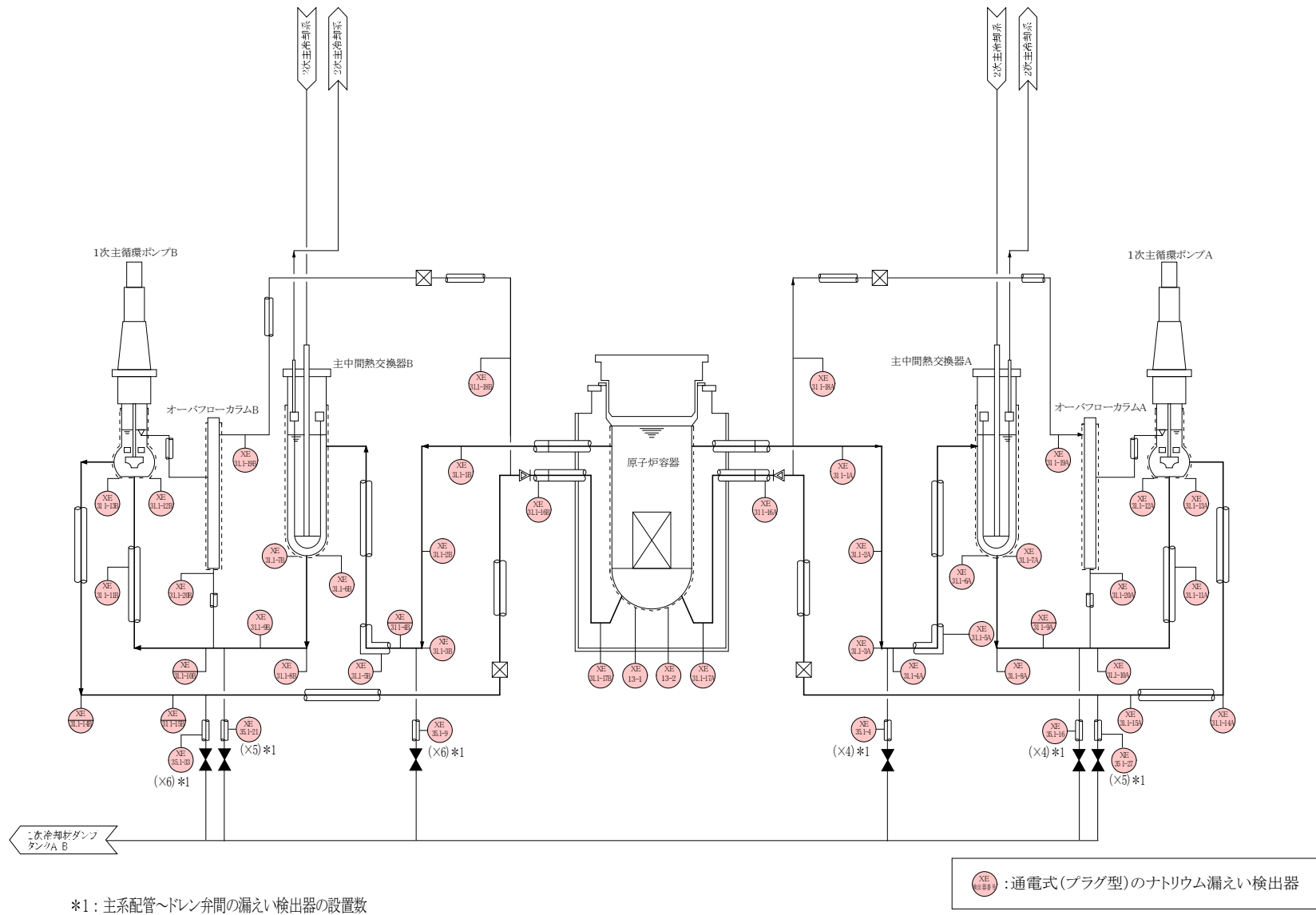
原子炉冷却材バウンダリを除き 1 次冷却材を内包する配管及び機器（容器、ポンプ及び弁）にあっては、配管部からの漏えいも検知できるように配管等の外側に金属製のシートを敷設し、金属製のシートの内側に通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の検出部を設置する。

(3) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器を除く。）

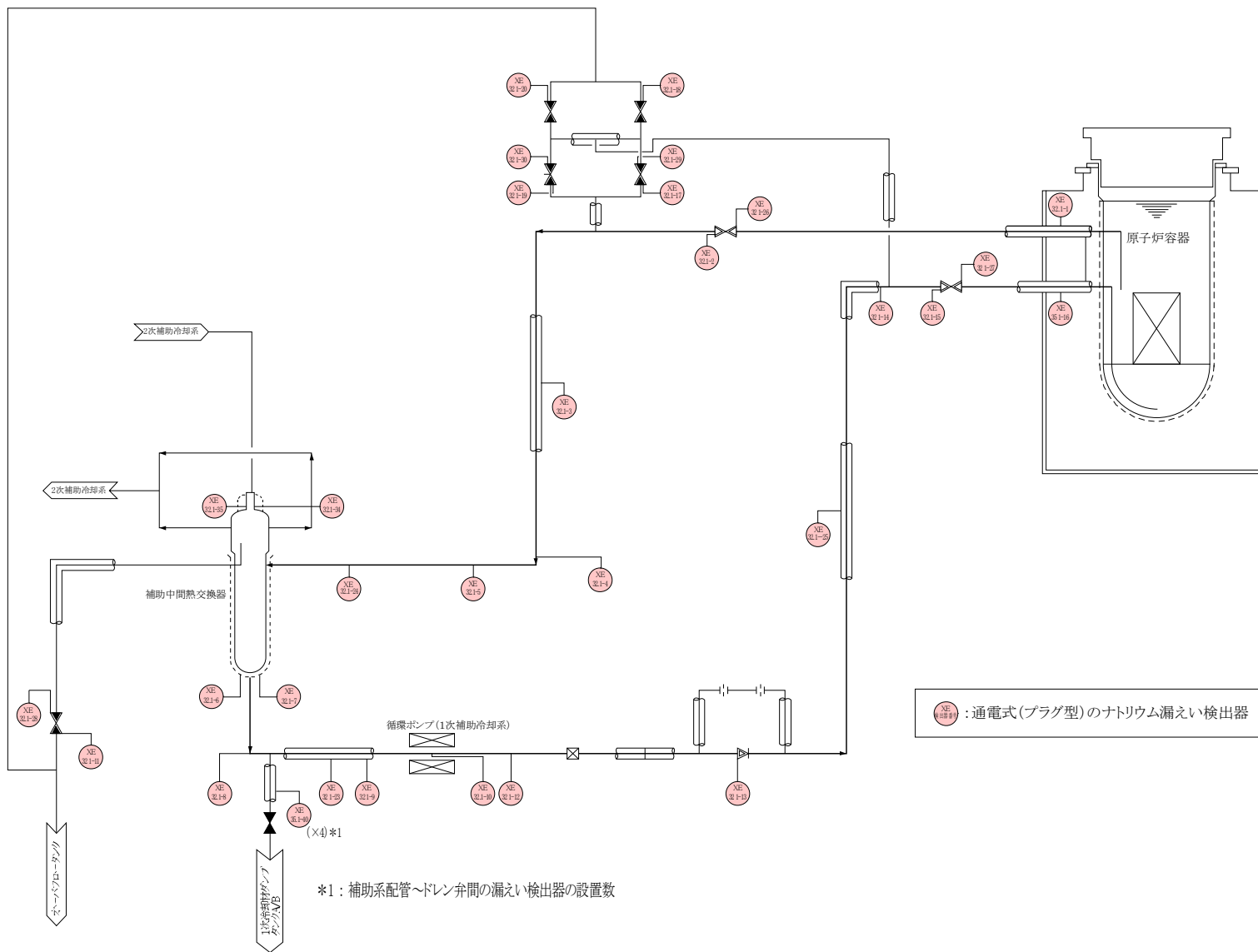
2 次冷却材を内包する配管及び機器（主冷却器及び補助冷却器を除く。）にあっては、漏えいの可能性が相対的に高い配管のエルボ部の配置も考慮した上で、適切な間隔で配管と金属製のシートの間に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。また、構造上、漏えいの可能性が相対的に高いベローズ構造を有する弁のベローズ部には通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。第 2.2.3 図に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の設置の概念図を示す。

(4) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器）

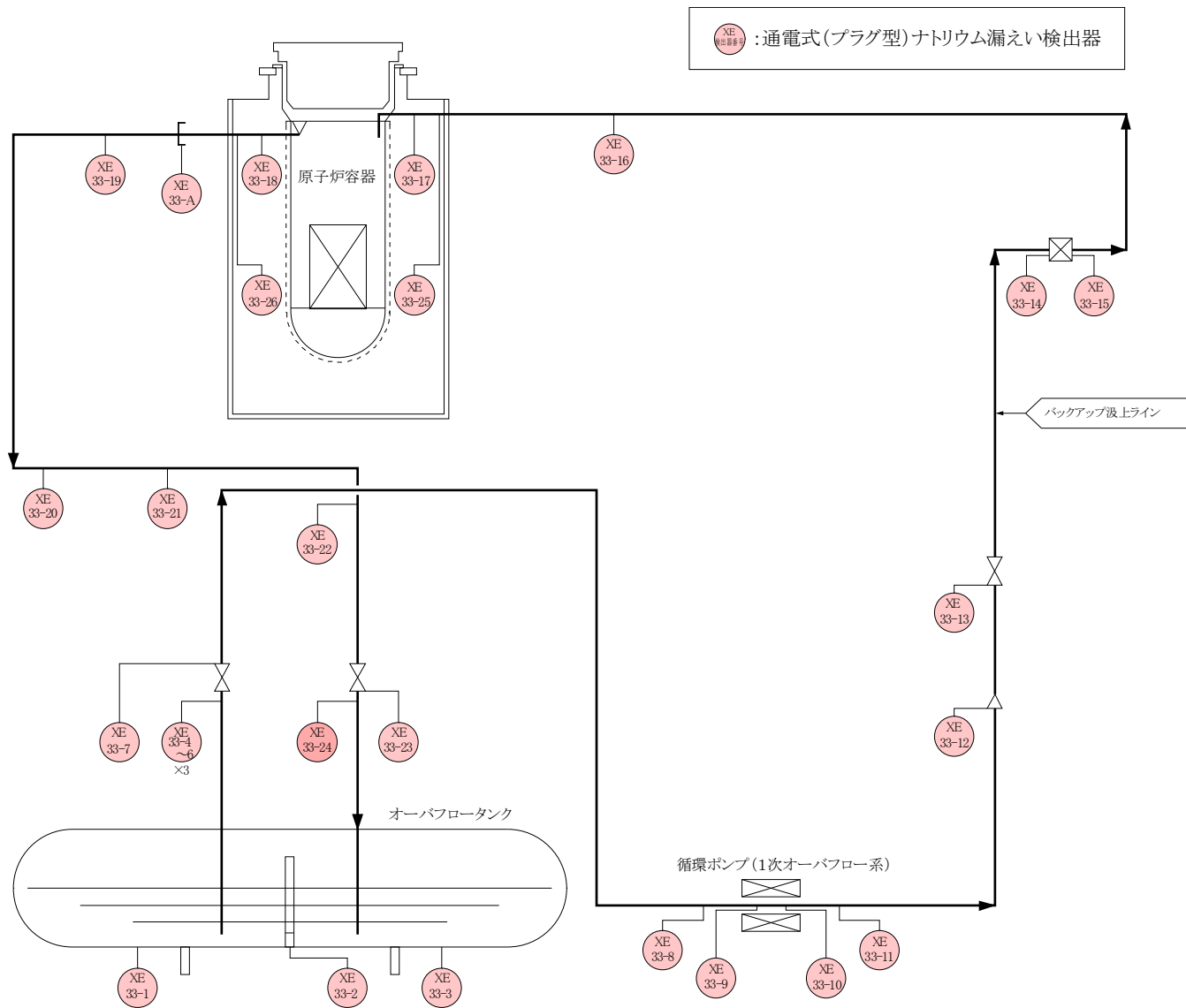
主冷却器及び補助冷却器の伝熱管は、その機能上、外気と直接接触する。当該構造に鑑み、主冷却器及び補助冷却器の出口ダクトに光学式のナトリウム漏えい検出器を配置する。



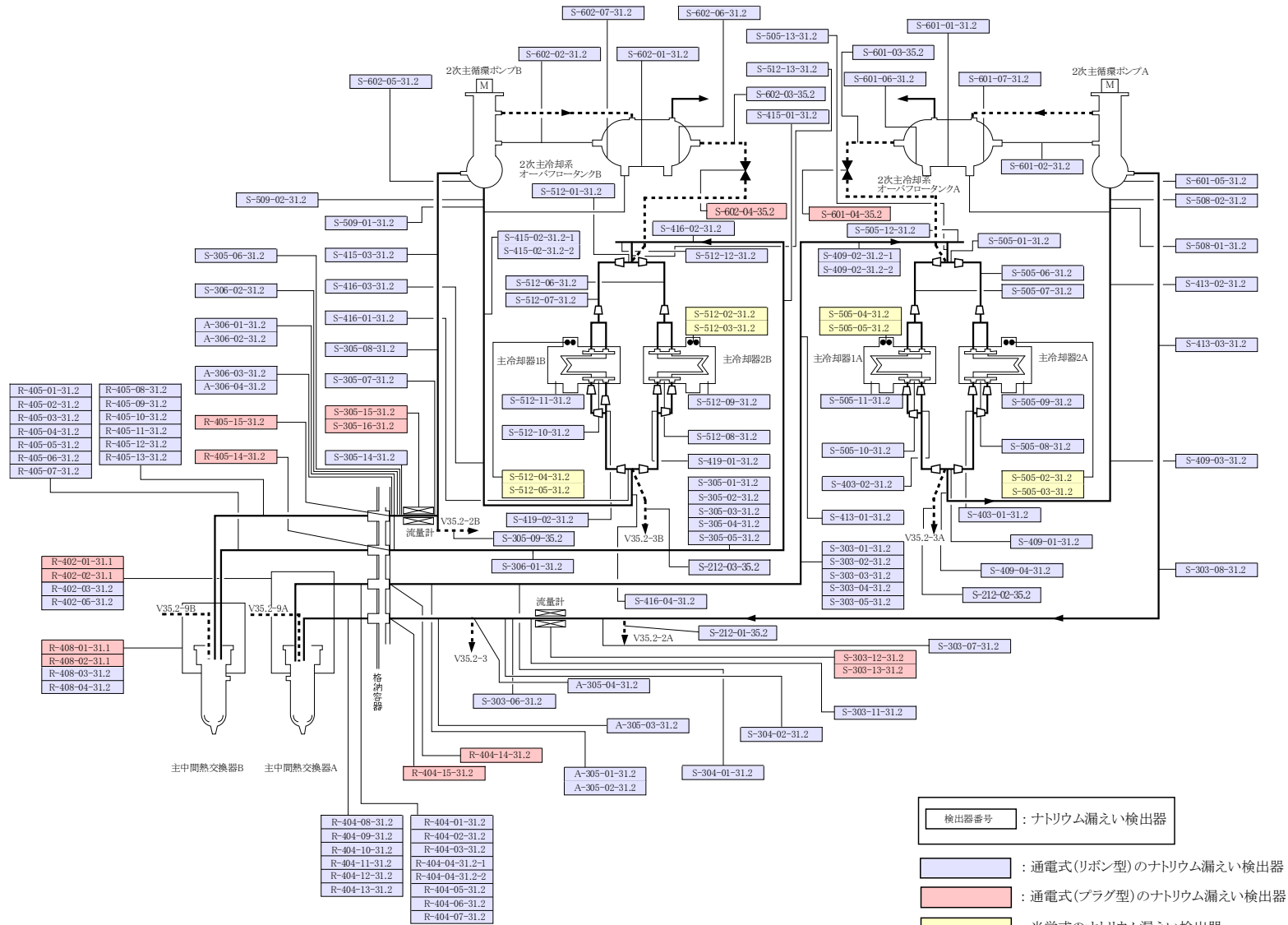
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (1/9 : 1次主冷却系)



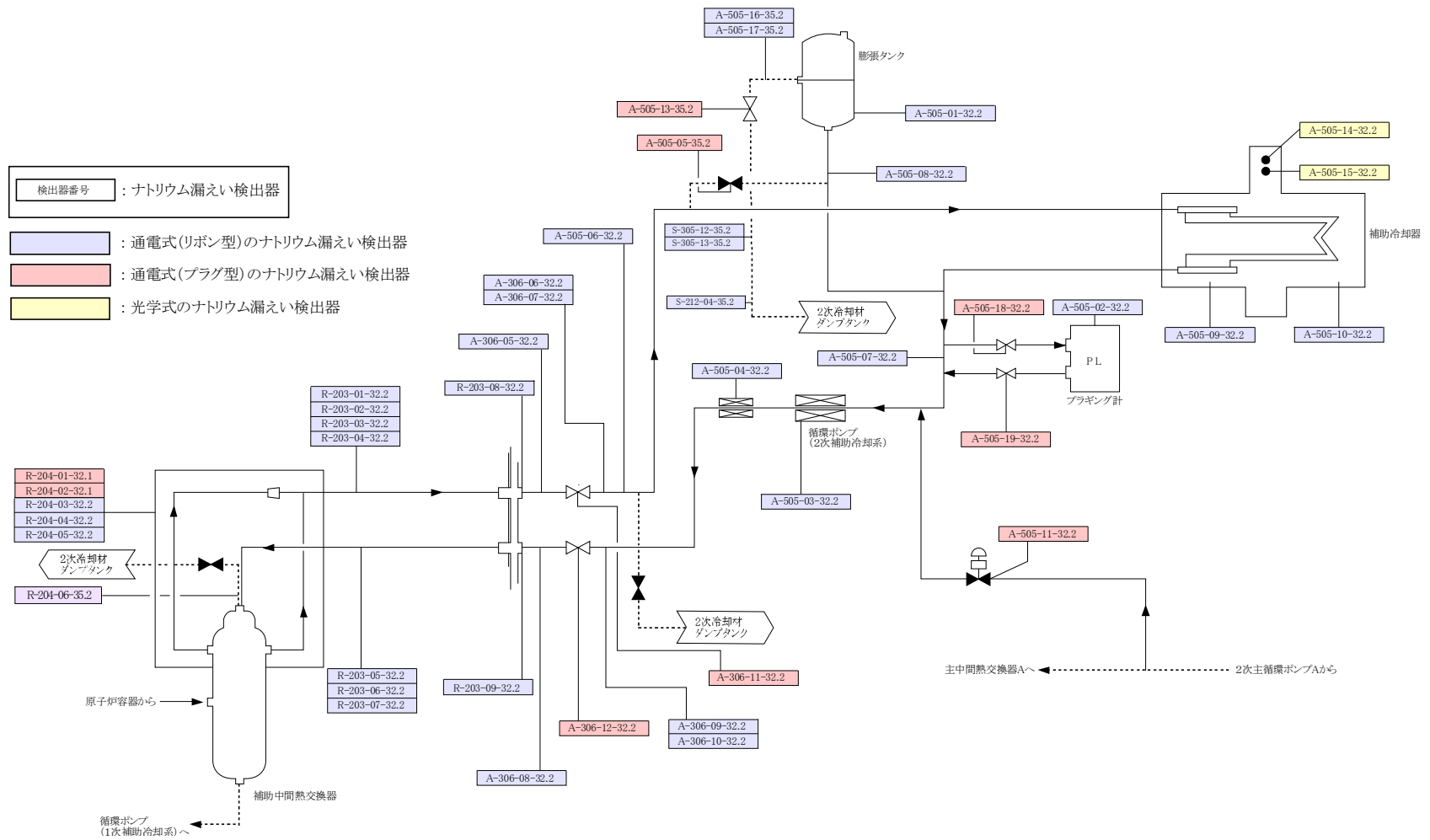
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (2/9 : 1次補助冷却系)



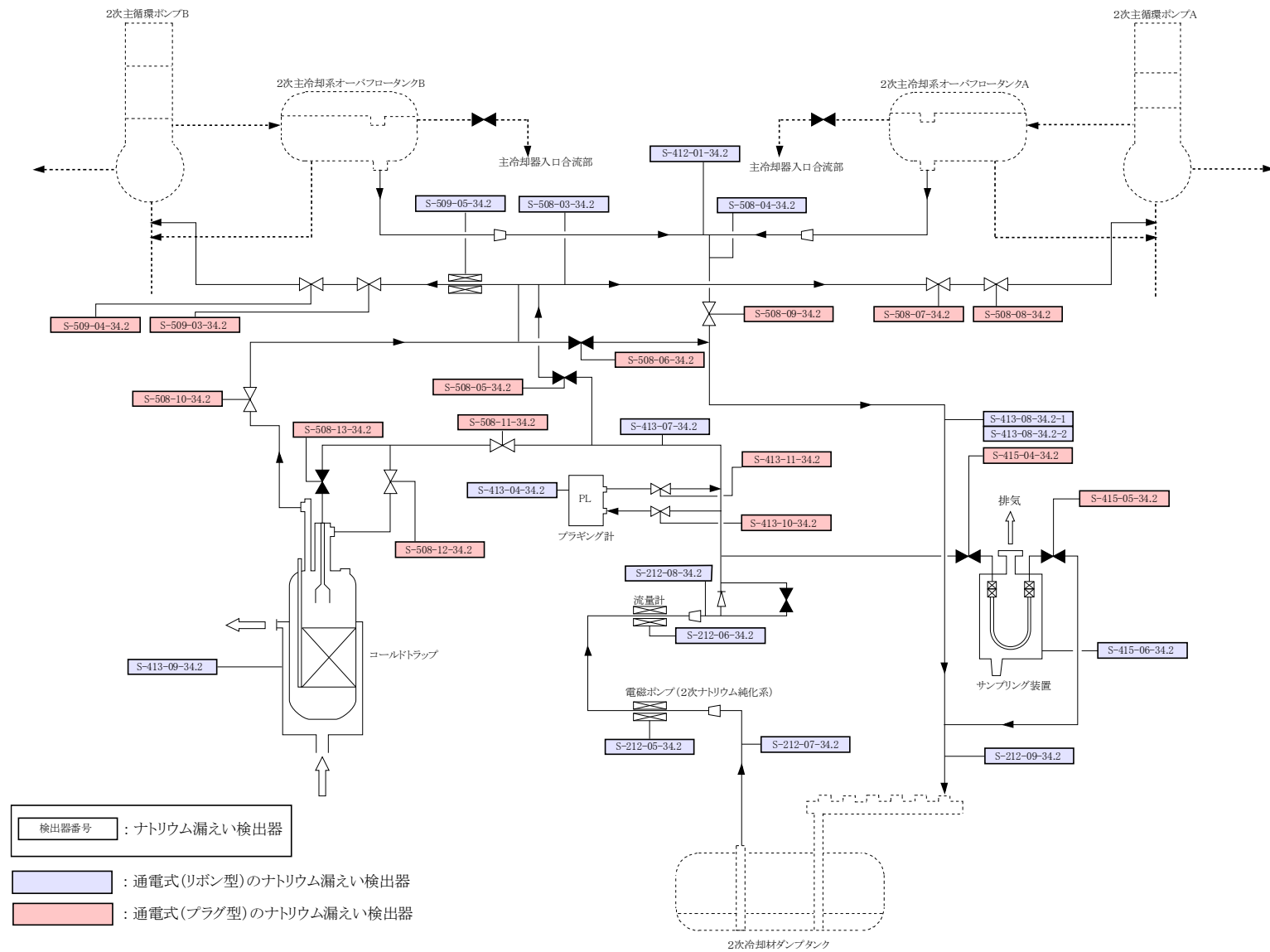
第 2. 2. 1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (3/9 : 1 次オーバフロー系)



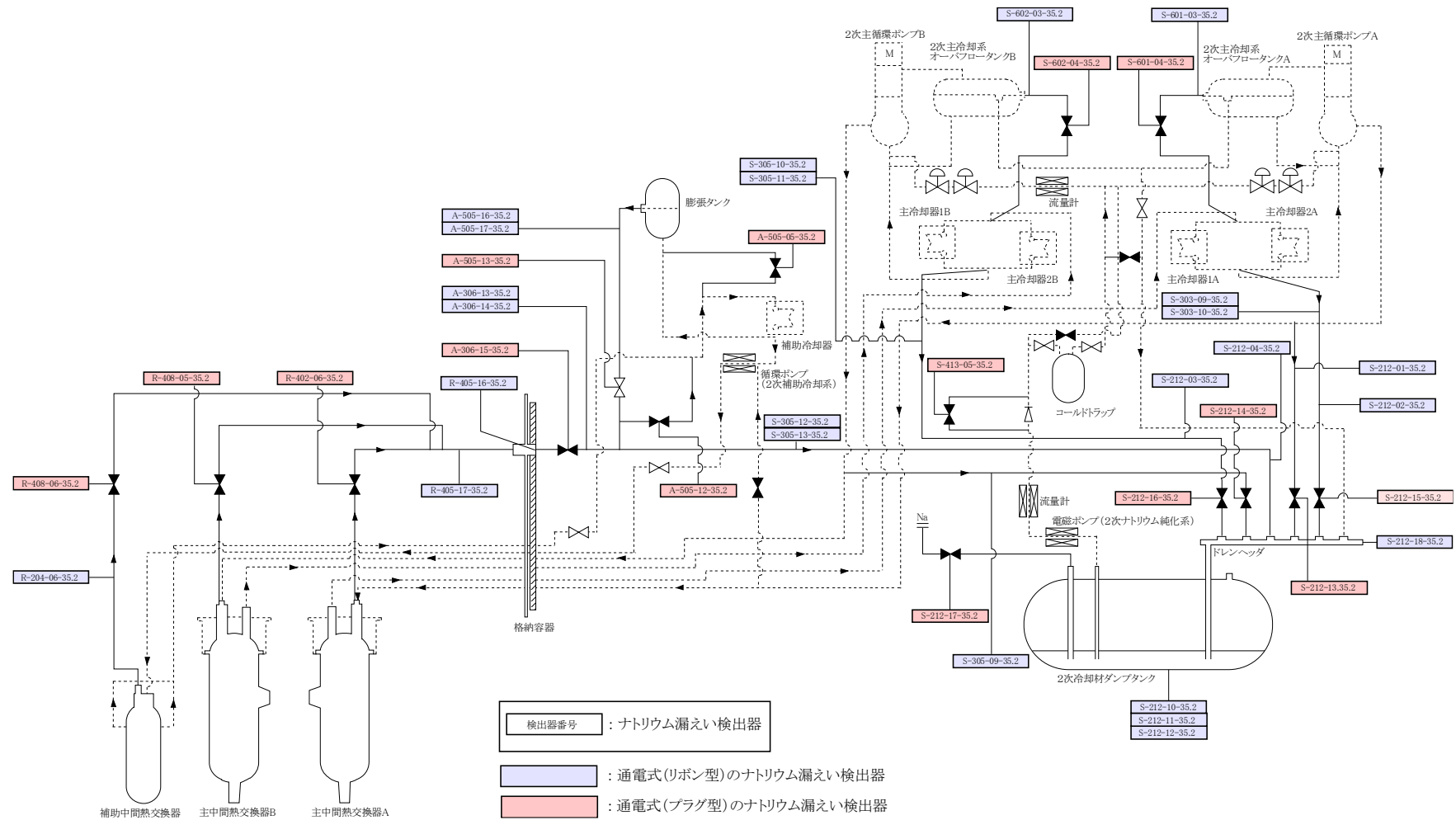
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (6/9 : 2次主冷却系)



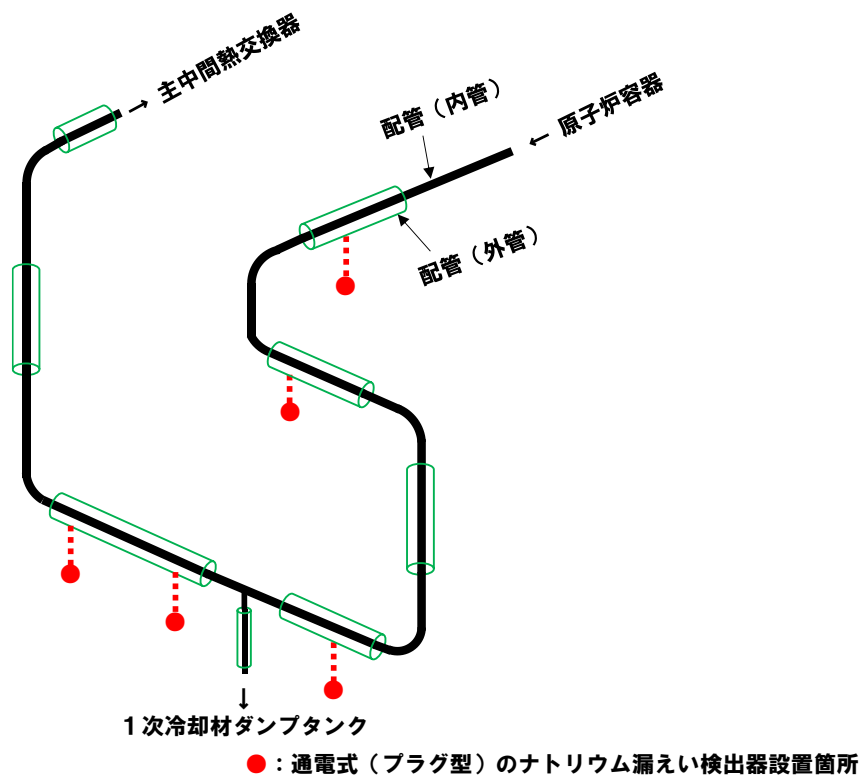
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (7/9 : 2次補助冷却系)



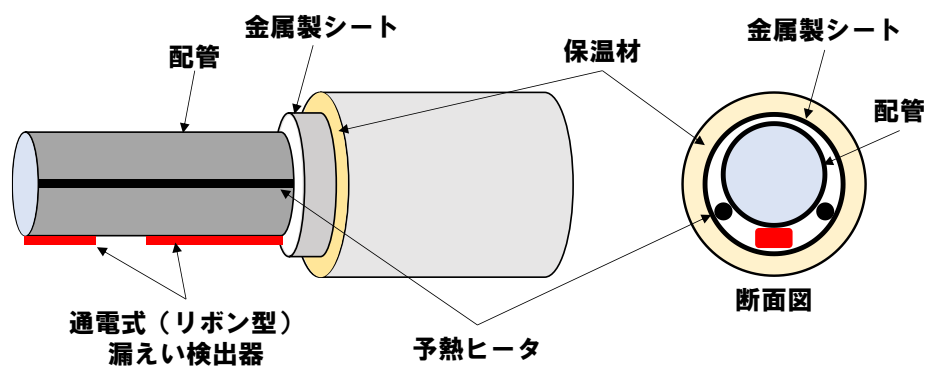
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (8/9 : 2次ナトリウム純化系)



第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (9/9 : 2次ナトリウム充填・ドレン系)



第 2. 2. 2 図 原子炉冷却材バウンダリにおけるナトリウム漏えい検出器の配置例



第 2. 2. 3 図 通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の設置概念図

2.3 ナトリウム漏えい検出器の点検

ナトリウム漏えい検出器は、サイクル運転の開始前及び運転中に1回、検出回路の動作、検出器の断線の有無を確認する。

なお、ナトリウム漏えいが生じ、その漏えいを検知（作動）したナトリウム漏えい検出器は、破損の生じた配管又は機器の補修に併せて交換する。

※ ナトリウム漏えい検出器の故障実績

ナトリウム漏えい検出器の故障実績を以下に示す。

- ・ 2次冷却系の通電式（リボン型）の漏えい検出器については、配管の熱変位、振動の影響により、当該検出器の外側に巻いている絶縁材が摩耗して切断され、電極がアースと接触して電極とアースが短絡されて絶縁が低下する不具合が生じた事象がある。当該事象については、1つの電極とアースが短絡されたことを中央制御室の監視盤にて確認できるものとするにより対応を図っている。
- ・ 2次冷却系の光学式の漏えい検出器については、投光器に取り付けているランプの消灯又はゆらぎによるものと推定される不具合による誤警報が生じた事象がある。当該事象については、巡視点検によりランプの状態を確認することにより対応を図っている。

2.4 ナトリウム漏えい検出器の誤作動防止の方策

ナトリウム漏えい検出器の誤作動を防止するため、以下の方策を講じる。

なお、万一、単一のナトリウム漏えい検出器が誤作動した場合にあっても、ナトリウム漏えいの判断は、同一エリアの火災感知器の作動、現場の確認又は冷却材の液位低下により行うものとする。

- ・ 電極とシース保護管又はアースがナトリウムにより短絡されることを利用する通電式のナトリウム漏えい検出器は、二重構造の間隙や金属製シート等の中に検出素子を配置することにより、金属片等の異物混入による誤作動の防止を図る。

なお、施工時であっても、洗浄等の管理を十分に実施している。

- ・ ナトリウム燃焼によって生じる白煙（ナトリウムエアロゾル）により光の透過率が減少することを利用する光学式のナトリウム漏えい検出器は、埃や電氣的ノイズ等に応答しないように留意した回路の構成とすることにより誤作動の防止を図る。

2.5 ナトリウム漏えい検出器の電源

ナトリウム漏えい検出器は、外部電源喪失時においてもその機能を喪失しないよう、非常用電源設備より電源を供給する。

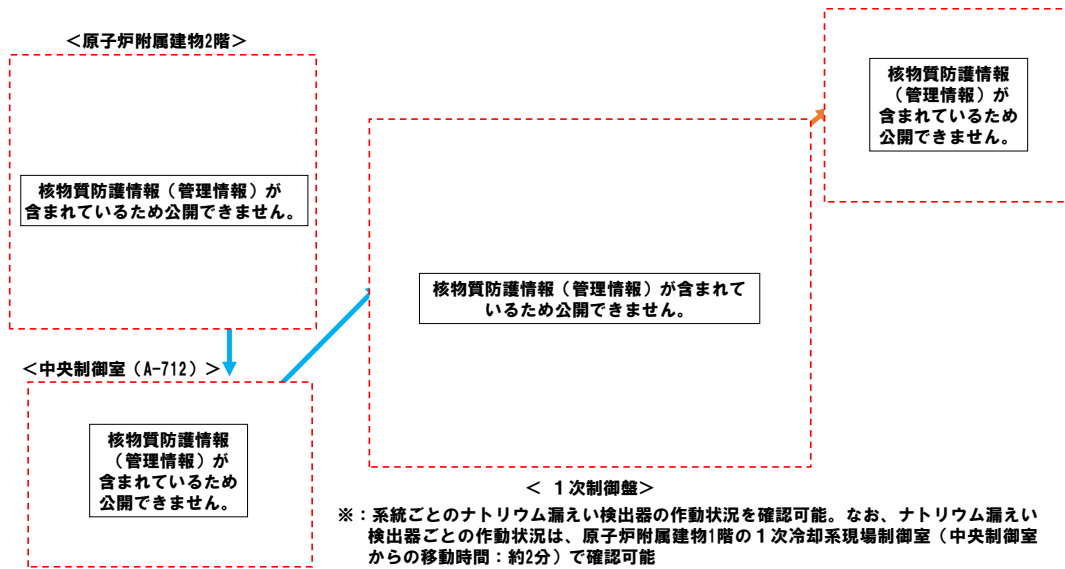
2.6 中央制御室における監視

ナトリウム漏えい検出器が作動した場合は、中央制御室に警報を発する。運転員は、当該警報の発報により、中央制御室においてナトリウム漏えいを検知できる。

1次冷却材の漏えいが発生した場合には、中央制御室の「1次制御盤」において、警報の発生を確認した後、同盤により、ナトリウム漏えい検出器の作動した場所（系統）を確認できる。中央制

御室における1次冷却材漏えいの監視の概要を第2.5.1図に示す。

2次冷却材の漏えいが発生した場合には、中央制御室の「2次制御盤」において、警報の発生を確認した後、同室の「2次ナトリウム漏えい警報盤」に移動し、ナトリウム漏えい検出器の作動した場所（ブロック（基本的には部屋ごと））を確認できる。中央制御室における2次冷却材漏えいの監視の概要を第2.5.2図に示す。



第2.5.1図 中央制御室における1次冷却材漏えいの監視の概要



第2.5.2図 中央制御室における2次冷却材漏えいの監視の概要

3. ナトリウム燃焼の感知

ナトリウム燃焼の感知は、ナトリウム漏えいの検知を起点とするものとし、ナトリウム漏えい検出器を使用する。

なお、ナトリウム漏えい検出器は、以下により、火災防護基準の火災感知設備に要求される事項に適合する。

- ・ ナトリウム漏えい検出器の配置や回路の構成により、誤作動の防止を図ること。
- ・ ナトリウム漏えい検出器が作動した場合は、中央制御室に警報を発し、かつ、ナトリウムが漏えいした場所を特定することができること。
- ・ 外部電源喪失時に、その機能を喪失することがないように、非常用電源設備より電源を供給すること。

また、ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区画には、火災防護基準の火災感知設備に要求される事項に適合する火災感知器（基本的に、光電アナログ式スポット型感知器又は熱アナログ式スポット型を使用）を設置する。当該感知器の動作原理からナトリウム燃焼の感知にも適用できる（一般火災とナトリウム燃焼の識別について添付1に示す。）。

一般火災とナトリウム燃焼の識別

ナトリウム燃焼は、ナトリウムを内包する配管又は機器が破損し、ナトリウムが漏えいした場合に空気雰囲気下において生じるものであり、一般火災を起因にナトリウム燃焼が生じるおそれはないことから、ナトリウム燃焼と一般火災の識別は、ナトリウム漏えい検出器の作動の有無により行う。

ナトリウムは、ABC消火剤（主成分：リン酸アンモニウム等）と反応するため、ナトリウムを内包する配管又は機器を有する火災区画には、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸リチウム等からなる特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、一般火災にも適用できるものの、ABC消火器と比べて放射距離が短い。このため、ナトリウムを内包する配管又は機器を有する火災区画において、一般火災のみが生じていることが確認できた場合、その消火にABC消火器を使用する。

なお、ナトリウムを内包する配管又は機器を有する火災区画は、油やケーブル等の可燃性物質の量を少なく管理するか、ナトリウム燃焼に伴い可燃性物質に延焼しないように距離を確保することを基本とし、ナトリウム燃焼に伴い多量の可燃性物質に延焼するおそれがある場合には、当該可燃性物質を金属板等で覆い延焼を防止する。これにより、ナトリウム燃焼が生じた際に同時に生じるおそれのある一般火災についても、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器により消火ができるようにする。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器について

1. 概要

ナトリウム燃焼の消火の際に使用する特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具（防護服、防護マスク、携帯用空気ボンベ等）について示す。

2. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具の概要

ナトリウムは、ABC消火剤（主成分：リン酸アンモニウム等）と反応するため、ナトリウム燃焼の消火には、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸リチウム等からなる特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を使用する。

また、ナトリウムは、直接皮膚に接触するとアルカリ火傷を生じること、ナトリウム燃焼に伴い発生するナトリウムエアロゾルは、人体に有害である。このため、ナトリウム燃焼の消火は、防護具（防護服、防護マスク、携帯用空気ボンベ等）を装備して行う。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を第 2.1 図に、防護具を第 2.2 図に示す。



第 2.1 図 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器



第 2.2 図 防護具

3. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具の設置

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具は、以下のとおり設置する。

- ・ ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区画ごとに1～2本程度を分散して設置する。
- ・ 原子炉運転中、窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）については、原子炉停止後に保守等のために当該雰囲気を空気雰囲気とした場合に設置する。

なお、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換している際にナトリウムが漏えいし、これを検知した場合には、空気雰囲気への置換を停止するとともに、再度、窒素を供給して、可能な限り酸素濃度を低下させることにより、ナトリウム燃焼を抑制するものとする。

- ・ ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区画に加えて、当該火災区画に至る経路（主冷却機建物及び原子炉建物）に、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具を設置し、必要に応じて、持参できるようにする。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の設置に当たっては、以下の事項を遵守する。

- ・ 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、通行又は避難に支障がなく、必要時にすぐに持ち出せる場所に設置する。
- ・ 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、床面からの高さ1.5m以下に設置する。
- ・ 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、地震や振動により転倒しないように転倒防止措置を講じる。
- ・ 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、「消火器」の標識を見やすい位置に付ける。
- ・ 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、6か月に1回以上、外形を点検する。

4. 特殊化学消火剤の保有量

原子炉施設で保有する特殊化学消火剤の量は、一系統における単一の配管又は機器の破損を想定し、ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区画の構造を考慮して、十分な容量を備えるものとする。具体的には、床面積の大きい主冷却機建物地下1階の2次系ダンプタンク室の床面積（約120m²）から1トン以上の特殊化学消火剤を保有するものとする。

5. 自然現象に対する機能、性能の維持

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の使用温度範囲は、-30℃～40℃であり、敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は-12.7℃である。したがって、特殊化学消火剤は、その性状により凍結するおそれはなく、凍結するおそれはないため、凍結防止対策を必要としない。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、風水害に対してその性能が著しく阻害されないように、屋内に設置する。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、屋外と連結する消火配管を有しないため、地盤変位対策を必要としない。

なお、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、地震や振動により転倒しないように転倒防止措置を講じる。

6. 破損、誤作動又は誤操作による影響

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、**転倒・落下しないように固縛等の転倒防止措置を講じるものとする。**

また、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、誤作動又は誤操作を防止するため、「7. 訓練」に示す訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

7. 訓練

原子炉施設保安規定に基づき年1回以上、消火訓練を実施し、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器等の使用に係る習熟度向上を図る。当該訓練は、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」の第8条に基づく緊急作業従事者に対する訓練として実施している。消火訓練の様子を第7.1図に示す。

なお、下部規定において、対象者の範囲をナトリウム取扱作業者に広げ、ナトリウムを直接取り扱う全ての者に対しても実施している。



第7.1図 消火訓練の様子

一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について

一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について以下を示す。

別添 1 : 発火性又は引火性物質への対策について

別添 2 : 発火源への対策について

別添 3 : 水素漏えいへの対策について

別添 4 : 過電流による過熱防止対策について

別添 5 : 不燃性材料又は難燃性材料の使用について

添付 1 : ケーブル難燃化の代替措置（電線管内への敷設）の効果

別添 6 : 自然現象による火災の発生防止について

別添 7 : 火災感知設備について

添付 1 : 火災による原子炉の停止の判断

添付 2 : 格納容器（床上）の高天井エリアにおける火災感知器の設置方法

添付 3 : 「炉容器ピット」における火災感知器の取扱い

添付 4 : 「燃料洗浄室」及び「缶詰室」における火災感知器の取扱い

別添 8 : 一般火災に対する消火設備について

添付 1 : A B C 消火剤の保有量

別添 9 : 一般火災の影響軽減について

別添 10 : ケーブル室に対する火災の影響軽減について

添付 1 : 光ファイバ温度センサ

添付 2 : 耐火シート及び耐火テープのイメージ

別添 11 : 中央制御室に対する火災の影響軽減について

別添 12 : 個別の火災区域又は火災区画における留意事項について

別添 13 : 一般火災の影響評価について

不燃性材料又は難燃性材料の使用について

1. 概要

火災防護基準における不燃性材料又は難燃性材料の使用に関し、「主要な構造材に対する不燃性材料の使用」、「変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包」、「難燃ケーブルの使用」、「換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用」、「保温材に対する不燃性材料の使用」及び「建物内装材に対する不燃性材料の使用」に係る設計方針を示す。

2. 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等のうち、機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、基本的に、鉄鋼、金属板、コンクリート等の不燃性材料を使用するものとする。

ただし、配管等のパッキン類は、金属で覆われた狭隘部に設置し直接火災にさらされることはなく、これにより他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生するおそれはないため、不燃性材料又は難燃性材料ではない材料を使用する場合がある。また、金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに金属に覆われた機器躯体内部に設置される電気配線は、発火した場合でも、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器に延焼しないため、不燃性材料又は難燃性材料ではない材料を使用する場合がある。

以下に、不燃性材料又は難燃性材料を使用しないものの一例を示す。

- ・ 1次主循環ポンプ等の駆動部の潤滑油
- ・ 1次主循環ポンプ等の機器躯体内部の電気配線
- ・ 非常用ディーゼル発電機の冷却水系等のパッキン

3. 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等を設置する建物内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用するものとする。火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等を設置する建物には、原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物が該当する。

なお、これらの建物内の変圧器は絶縁油を内包していない乾式タイプを、遮断器は絶縁油を内包していない真空遮断器 (VCB: Vacuum Circuit Breaker) 又は気中遮断器 (ACB: Air Circuit Breaker) を使用している。第 3.1 図に変圧器の一例を示す。

(参考)

原子炉施設では、受電エリア（原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物と 20m 以上の距離を有する。）の商用系主変圧器のみ、絶縁油を内包したものを使用している。



第 3.1 図 変圧器の一例

4. 難燃ケーブルの使用

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等のケーブルは、実証試験により自己消火性（UL規格又は ICEA 規格に基づく垂直燃焼試験）及び延焼性（米国電気電子工学会（IEEE）規格 383 又は電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号に基づく垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用することを基本とする。

以下に、難燃ケーブルの使用又は代替措置を適用する主な機器を示す。

- ・ 1 次主循環ポンプポニーモータ
- ・ 1 次主循環ポンプ潤滑油
- ・ 核計装（線形出力系）
- ・ 格納容器高線量エリアモニタ
- ・ 1 次補助冷却系循環ポンプ（格納容器（床下）に配置するものを除く。）
- ・ 後備炉停止系用論理回路
- ・ 上記に関連する非常用ディーゼル電源系、交流無停電電源系及び直流無停電電源系

※：下線部は BDBA 資機材に該当

ただし、核計装等のケーブルは、耐ノイズ性を確保するため、難燃ケーブルの使用が困難である。当該ケーブルについては、難燃ケーブルと同等の性能を達成できる代替措置を適用するものとする。

以下に、核計装等のケーブルに適用する代替措置について示す。

① 概要

核計装等のケーブルは、ケーブルを電線管内に敷設するとともに、電線管の開口部を熱膨張性及び耐火性を有したシール材で閉塞させ、電線管内への酸素の供給を防止することにより、難燃ケーブルと同等の耐延焼性及び自己消火性を確保する（電線管内への敷設の効果について添付 1 に示す）。

② 適用箇所

本代替措置を適用する主な機器を示す。

- ・ 核計装（線形出力系）

- ・ 格納容器高線量エリアモニタ

5. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等のうち、換気空調設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き「JIS L 1091（繊維製品の燃焼性試験方法）」又は「JACA No. 11A（空気清浄装置用材燃焼性試験方法指針（公益社団法人 日本空気清浄協会）」を満足する難燃性材料を使用するものとする。上記換気空調設備のフィルタの主な仕様を第 5.1 表に示す。

第 5.1 表 火災防護基準の火災の発生防止を考慮する火災防護対象機器のうち、
換気空調設備のフィルタの主な仕様

設備	フィルタの種類	材質	性能
中央制御室 換気空調設備	プレフィルタ	グラスファイバ (ガラス繊維)	難燃性
	HEPA フィルタ	グラスファイバ (ガラス繊維)	難燃性
	給気*1フィルタ	不織布	難燃性
非常用電源設備	非常用ディーゼル 冷却塔フィルタ	ポリエステル/ モダンアクリル	難燃性

HEPA フィルタ (High Efficiency Particulate Air Filter)

*1：バグフィルタ（中性能粒子フィルタ等の空調内の異物を除去するためのフィルタの総称として使用）

6. 保温材に対する不燃性材料の使用

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等に対する保温材は、ロックウールやけい酸カルシウム等、平成 12 年建設省告示第 1400 号に定められたもの*2、又は建築基準法で不燃性材料として定められたものを使用するものとする。

*2：コンクリート、れんが、瓦、陶磁器質タイル、繊維強化セメント板、ガラス繊維混入セメント板（厚さ：3mm 以上）、繊維混入ケイ酸カルシウム板（厚さ：5mm 以上）、鉄鋼、アルミニウム、金属板、ガラス、モルタル、しっくい、石、せっこうボード（厚さ：12mm 以上（ボード用原紙の厚さが 0.6mm 以下のものに限る。）、ロックウール、グラスウール板

7. 建物内装材に対する不燃性材料の使用

火災防護基準の火災の発生防止を考慮する機器等を設置する建物の主要な建物内装材は、基本的に、平成 12 年建設省告示第 1400 号に定められたもの*2、又は建築基準法で不燃性材料として定められたものを使用するものとする。ただし、管理区域の床及び壁については、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的に、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認されたコーティング剤（エポキシ樹脂等）を使用する場合がある。当該コーティング剤は、不燃性材料であるコンクリートに塗布されるものであり、当該コーティング剤が発火したとしても、他の火災防護対

象機器において火災を生じさせるおそれは小さい。

また、中央制御室の床カーペットは、消防法施行令第4条の3に基づく防炎性能を有するものとする。

ケーブル難燃化の代替措置（電線管内への敷設）の効果

1. 概要

火災防護基準による火災の発生防止について、ケーブル難燃化の措置を講じる機器のうち、耐ノイズ性を確保するため、難燃ケーブルの使用が困難な核計装等は、難燃ケーブルと同等の性能を達成できる代替措置として、ケーブルを電線管内へ敷設するとともに、電線管の開口部を熱膨張性及び耐火性を有したシール材で閉塞させ、電線管内への酸素の供給を防止する。

ここでは、核計装を代表にケーブルの電線管内への敷設に対する効果について示す。

2. 電線管内のケーブルの燃焼評価

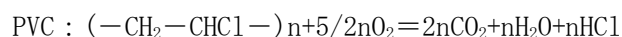
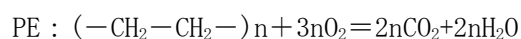
核計装に用いるケーブルについて、ケーブルの燃焼に必要な空気量から難燃ケーブルと同等の延焼性を確保するために必要な電線管の長さについて評価する。

難燃ケーブルは、1.8m 以内の延焼性を求められることを考慮し、ここでは、保守的に 1.5m 以内の延焼性について評価する。

(1) ケーブル 1.5m の燃焼に必要な空気量

核計装に使用するケーブルについて、可燃物として絶縁体（ポリエチレン：9.5g/m）とシース（ポリ塩化ビニル：18g/m）を対象とする。

1mol のポリエチレン（PE）とポリ塩化ビニル（PVC）の燃焼には、PE と PVC の燃焼を示す以下の式より、それぞれ、 $3n \text{ mol}$ 、 $5/2n \text{ mol}$ の酸素が必要である（ n ：重合数、分子量：PE $28n$ 、PVC $62.5n$ 、酸素 32）。



標準状態での 1mol の気体の体積を 0.0224m^3 とすると、1g の PE と PVC の燃焼に必要な酸素の体積は、以下の式より、それぞれ、 0.0024m^3 、 0.000896m^3 である。

$$\text{PE} : 1/28n(\text{mol}) \times 3n \times 0.0224(\text{m}^3/\text{mol}) = 0.0024(\text{m}^3)$$

$$\text{PVC} : 1/62.5n(\text{mol}) \times (5/2)n \times 0.0224(\text{m}^3/\text{mol}) = 0.000896(\text{m}^3)$$

空気中の酸素濃度を 21% とすると、1g の PE と PVC の燃焼に必要な空気量は、以下の式より、それぞれ、 0.0114m^3 、 0.00427m^3 である。

$$\text{PE} : 0.0024(\text{m}^3) \times 100/21 \doteq 0.0114(\text{m}^3)$$

$$\text{PVC} : 0.000896(\text{m}^3) \times 100/21 \doteq 0.00427(\text{m}^3)$$

核計装のケーブル 1.5m 当たりの PE と PVC の重量は、それぞれ、14.25g、27g であることから、核計装のケーブル 1.5m の燃焼に必要な空気の体積は、以下の式より約 0.27m^3 である。

$$0.0114(\text{m}^3/\text{g}) \times 14.25(\text{g}) + 0.00427(\text{m}^3/\text{g}) \times 27(\text{g}) \doteq 0.27\text{m}^3$$

(2) ケーブル 1m の燃焼に必要な空気量を保有する電線管長さ

電線管は、保守的に JIS C 8305 (鋼製電線管) に規定される厚鋼電線管の最大径 (外径: 113.4mm、内径 106.4mm) を評価に使用する。

内径 106.4mm の電線管において、 0.27m^3 の空気を保有する電線管長さは、以下より約 30m となる。ここでは、保守的に、電線管内のケーブルを考慮しないものとする。

$$\text{電線管長さ} = 0.27(\text{m}^3) / (0.1064(\text{m})^2 \times \pi / 4) \doteq 30\text{m}$$

以上より、シール材で閉塞させる間隔を 30m 以下とすれば、その延焼長さは 1.5m を超えず、難燃ケーブルと比べて十分な耐延焼性を確保することが可能である。

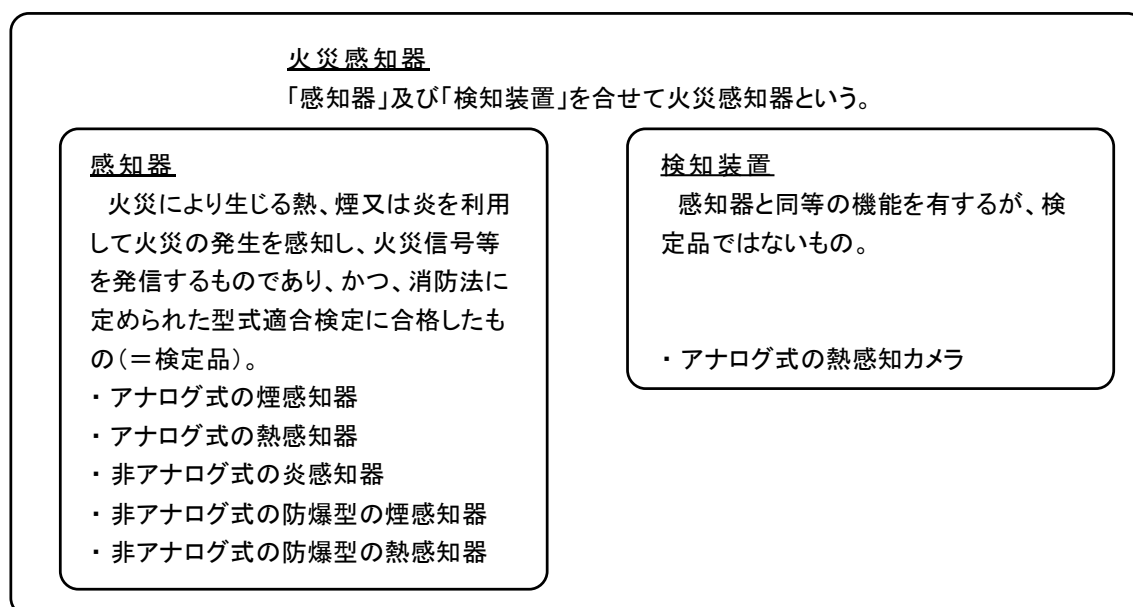
火災感知設備について

1. 概要

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知を行えるように設置する火災感知器（感知器及び検知装置を合せて火災感知器という。以下同じ。）と受信機から構成する火災感知設備について示す。

ここで、感知器とは、火災により生じる熱、煙又は炎を利用して火災の発生を感知し、火災信号等を発信するものであり、かつ、消防法に定められた型式適合検定に合格したもの（以下「検定品」という。）をいい、検知装置とは、感知器と同等の機能を有するが、検定品ではないものをいう。火災感知器の用語の定義を第 1.1 図に示す。

なお、原子炉施設において、火災が発生しこれを検知した場合には、原子炉を手動スクラムにより停止することを基本とする（火災による原子炉の停止の判断について添付 1 に示す。）。



第 1.1 図 火災感知器の用語の定義

2. 火災感知器

2.1 火災感知器の設置に係る基本的な考え方

(1) 基本的な考え方

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有する火災区画は、各火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流れ等の環境条件や、炎が生じる前に発煙すること等、予想される火災の性質を考慮して、異なる感知方式の火災感知器を設置する。

上記火災区画に設置する感知器は、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置することを基本とし、検知装置は、監視範囲に死角がないように設置する。

また、上記火災区画のうち、建物内は、異なる感知方式の火災感知器の組合せとして、誤作動を

防止することを目的とし、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器の組合せを基本とする（アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器の組合せを適用するエリアを以下「一般エリア」という。）。環境条件等から当該組合せを適用できないエリアについては、感知方式として、煙感知器、熱感知器、炎感知器の優先順で、組合せを設定する。建物外は、非アナログ式の炎感知器とアナログ式の熱感知カメラを設置する。

なお、火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有しない火災区画における火災の感知は、消防法等、設備に応じて設計する。

また、ナトリウムを内包する配管又は機器を有する火災区画には、ナトリウム燃焼を確実に感知することを目的に、煙感知器又は熱感知器を設置する。

(2) 一般エリア以外の火災感知器の組合せ

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有する火災区画における火災感知器の設置に係る検討フローを第 2.1.1 図に示す。一般エリア以外の火災感知器の組合せの考え方を以下に示す。

(a) 防爆エリア

防爆エリアは、蓄電池又は燃料油を貯蔵する機器を有するエリアである。当該エリアは、万一の爆発を考慮し、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき、防爆型の非アナログ式の煙感知器及び防爆型の非アナログ式の熱感知器を設置する。

なお、一般的に、防爆型の感知器は、非アナログ式しか製造されていない。

また、防爆エリアに該当するエリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項における煙感知器及び熱感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるところはない。

防爆エリアには、以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉附属建物の「蓄電池室【AB-603】」、「蓄電池室【AB-708】」
- ・ 主冷却機建物の「ディーゼル発電機室（No. 1）【SB-125】」、「ディーゼル発電機油タンク室（No. 1）【SB-127】」、「ディーゼル発電機油タンク室（No. 2）【SB-128】」、「ディーゼル発電機室（No. 2）【SB-130】」

(b) 中天井エリア

中天井エリアは、火災感知器の取付面高さが 8m 以上で 20m 未満であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項における熱感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるエリアである。当該エリアは、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と非アナログ式の炎感知器を設置する。

中天井エリアには、主に以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉附属建物の「補助冷却系（2 次側）機器室【AB-505】」、「キャスクカー移動エリア【AB-510】」他

(c) 高天井エリア

高天井エリアは、火災感知器の取付面高さが20m以上であり、消防法施行規則第23条第4項における煙感知器及び熱感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるエリアである。当該エリアは、消防法施行規則第23条第4項に基づき、非アナログ式の炎感知器と消防法施行規則第23条第4項の適用範囲は超えるが、換気空調設備の運転状態に応じた空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の流動を踏まえて煙を有効に感知できるようにアナログ式の煙感知器を設置する。

高天井エリアには、以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉建物の「操作床他【RB-501】」の一部（格納容器（床）の高天井エリアにおける火災感知器の設置方法について添付2に示す。）
- ・ 原子炉附属建物の「アニュラス部【AB-アニュラス部】」

(d) 屋外エリア

屋外エリアは、火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有する屋外のエリアである。当該エリアは、火災防護基準による火災の感知を考慮する機器を全体的に監視できるように非アナログ式の炎感知器及びアナログ式の熱感知カメラを設置する。

屋外エリアには、以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉附属建物の「屋上【AB-802】」
- ・ 主冷却機建物の「屋上【SB-705】」

(e) 火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有しないエリア

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有しない火災区画は、煙感知器を設置することを基本とする。火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有しない火災区画のうち、煙感知器を設置しないエリアを以下に示す。

i) 熱感知器を設置するエリア

熱感知器を設置するエリアは、多量の燃料油等による火災が想定される場所、正常時に煙が滞留する場所又は水蒸気が多量に発生する場所等である。

熱感知器を設置するエリアには、以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉附属建物の「アルコール廃液タンク室【AB-106】」、「除染室【AB-520】」、「運転員控室【AB-711】」
- ・ 主冷却機建物の「ボイラ室【SB-220】」、「油タンク室（No.1）【SB-225】」、「油タンク室（No.2）【SB-226】」、「油タンク室（No.3）【SB-227】」、「油タンク室（No.4）【SB-228】」

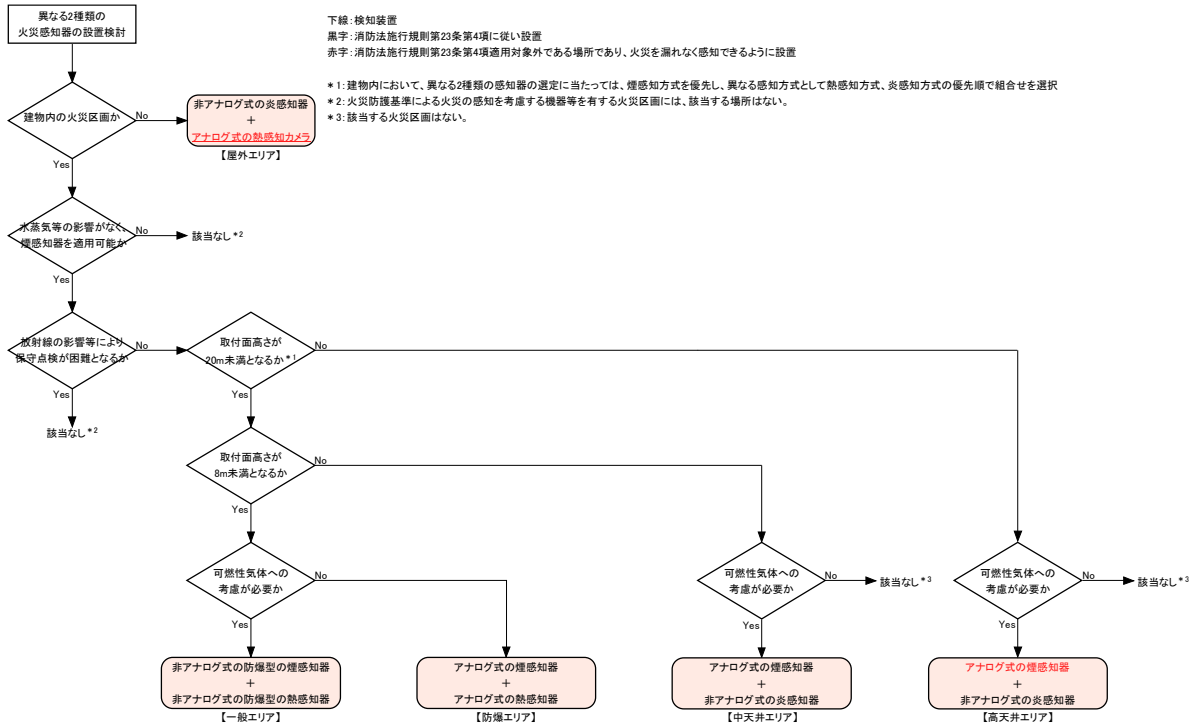
ii) 火災感知器を設置しないエリア

火災感知器を設置しないエリアは、放射線量が高く、かつ、火災感知器の設置ができない、又は火災感知器を設置した場合にその保守点検ができない場所が該当する。

火災感知器を設置しないエリアには、以下が該当する（【】内：火災区画番号）。

- ・ 原子炉建物の「炉容器ピット【RB-RP】」（「炉容器ピット」における火災感知器の取扱いを添付2に示す。）

- 原子炉附属建物の「燃料洗浄室【AB-308】」、缶詰室【AB-512A】（「燃料洗浄室」及び「缶詰室」における火災感知器の取扱いを添付3に示す。）



第 2. 1. 1 図 火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を有する火災区画における火災感知器の設置に係る検討フロー

2.2 火災感知器の概要及び性能

2.2.1 アナログ式の煙感知器 (感知器)

(1) 概要

アナログ式の煙感知器（光電アナログ式スポット型）は、発光素子（発光ダイオード）、受光素子（フォトダイオード）、プリント基板から構成される。感知器内部の検煙部には、発光素子と受光素子が配置されており、検煙部に流入した煙の粒子に発光素子から発せられた光が反射し、受光素子に届く散乱光（反射光）の受光量から煙濃度を判定する。判定した煙濃度を電気信号に変換し、受信機に送信し、設定値以上の煙濃度になれば火災警報が発信される仕組みである。

(2) 性能

アナログ式の煙感知器（光電アナログ式スポット型）は、消防法で定められた検定品（消防法第21条の2第2項に基づく、火災感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（昭和五十六年自治省令第十七号）（以下「感知器等規格省令」という。）第17条の5（光電アナログ式スポット型感知器の公称感知濃度範囲、連続応答性及び感度）に定められる感知性能を有したものを。）を使用する。

2.2.2 アナログ式の熱感知器 (感知器)

(1) 概要

アナログ式の熱感知器（熱アナログ式スポット型）は、サーミスタ、プリント基板から構成される。感知器内部の検出部には、感熱素子であるサーミスタが配置されている。サーミスタは、温度変化により抵抗値が変化する素子であり、火災により感知器の周囲温度が上昇するとサーミスタの抵抗値が減少することから、抵抗値から周囲温度を判定する。判定した温度を電気信号に変換し受信機に送信し、設定値以上の温度になれば火災警報が発信される仕組みである。

(2) 性能

アナログ式の熱感知器（熱アナログ式スポット型）は、消防法で定められた検定品（感知器等規格省令第15条の3（熱アナログ式スポット型感知器の公称感知温度範囲、連続応答性及び感度）に定められた感知性能を有したものを。）を使用する。

2.2.3 アナログ式の熱感知カメラ (検知装置)

(1) 概要

アナログ式の熱感知カメラは、物体から発光する赤外線波長の温度信号に変換し、また、温度が高くなると赤外線が強くなる特徴を利用し、その強さを色別して温度マップとし、温度マップを画像に映し、一定の温度に達すると火災警報が発信される仕組みである。

熱感知カメラの感知原理は、赤外線による熱監視であり、感知する対象が熱であるため、炎の波長とちらつきを監視する炎感知器とは異なる感知方式と考える。

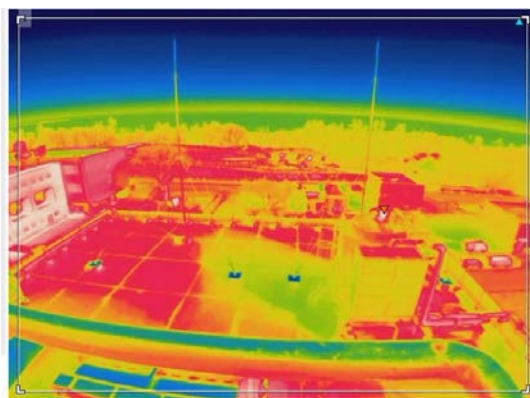
熱感知カメラの温度マップのイメージを第2.2.3.1図に示す。

(2) 性能

熱感知カメラについては、以下の温度感知分解能及び観測範囲を有するものを使用するものとする。熱感知カメラの観測イメージを第 2.2.3.2 図に示す。

- ・温度感知分解能：監視距離 50m に対して、最小検知寸法 約 300mm
- ・観測範囲：監視距離 50m に対して、約 93m×70m（水平×垂直監視範囲）

(サーモ画像)

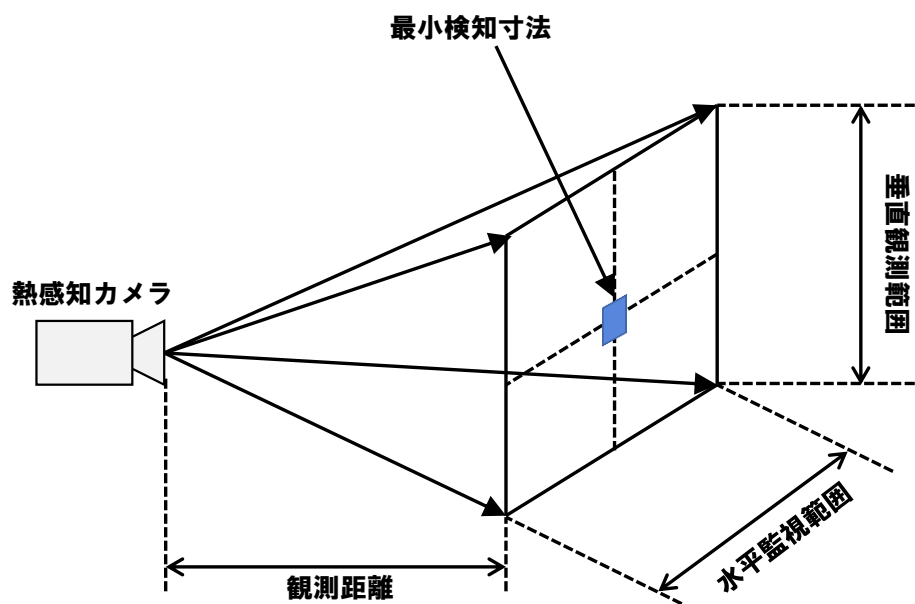


(可視画像)



主冷却機建物屋上（非常用ディーゼル冷却塔）

第 2.2.3.1 図 熱感知カメラの温度マップのイメージ



第 2.2.3.2 図 熱感知カメラの観測イメージ

2.2.4 非アナログ式の炎感知器 (感知器)

(1) 概要

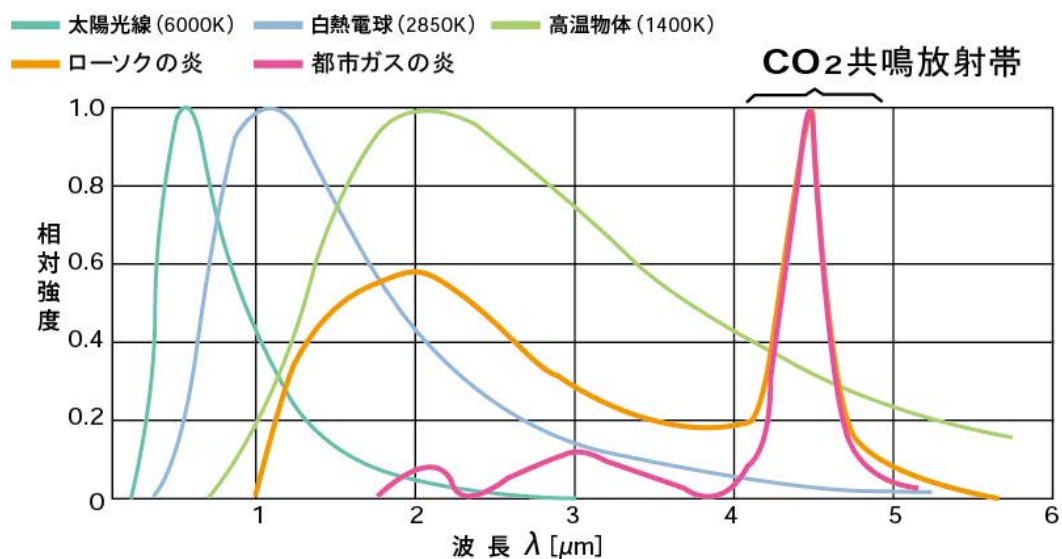
炎感知器には、赤外線を感知する方式と紫外線を感知する方式の2種類があるが、炎特有の性質を検出することによって誤作動が少ない赤外線方式を使用する。

火災時の炎には、多量の炭酸ガスから共鳴放射される波長 $4.4\mu\text{m}$ にピークを持つ赤外線が多く含まれ、 $1\sim 1.5\text{Hz}$ の範囲で、ちらつきながら放射される現象がある。これは、一般の高温物体からの放射エネルギーの相対強度とは大きくことなり、物質の燃焼時のみに現れる現象 (CO_2 共鳴放射と呼ばれる。) である。赤外線方式では、この CO_2 共鳴放射とちらつきを監視する。

赤外線方式の炎感知器の概要を第 2.2.4.1 図に示す。

(2) 性能

非アナログ式の炎感知器は、消防法で定められる検定品 (感知器等規格省令第 17 条の 8 (炎感知器の公称監視距離の区分、感度及び視野角) に定められる感知性能を有するもの。) を使用する。



https://www.nohmi.co.jp/product/flame_sensor/001.html

第 2.2.4.1 図 赤外線方式の炎感知器の概要

2.2.5 非アナログ式の防爆型の煙感知器（感知器）

(1) 概要

非アナログ式の防爆型の煙感知器（光電式スポット型）は、発光回路で一定時間ごとに発光素子（発光ダイオード）に対して電流を流し発光させ、発光した光は、レンズを通して防爆容器外部へ照射される。煙がチャンバー内に流入すると、その光を煙に反射して散乱光を生じる。この散乱光を、レンズを通して受光素子（フォトダイオード）が検知し、電気信号に変換し、受光回路でこれを検出する。受光回路で検出した信号は、マイコン（不揮発性メモリ警報回路）で測定され、一定のレベルを超えると火災信号を受信機へ送信する。

(2) 性能

非アナログ式の防爆型の煙感知器（光電式スポット型）は、消防法で定められる検定品（感知器等規格省令第17条（光電式スポット型感知器の公称蓄積時間の区分及び感度）に定められる感知性能を有するもの。）を使用する。

2.2.6 非アナログ式の防爆型の熱感知器（感知器）

(1) 概要

非アナログ式の防爆型の熱感知器（定温式スポット型）は、サーミスタを用いて熱を検出し、周囲温度が一定以上になったときに受信機に火災信号を発する。サーミスタは、温度変化により抵抗値が変化する素子で、一定周期で電流を流してサーミスタの両端にかかる電圧を測定し、温度検出回路にて変換した電圧値を内部制御回路に送り、制御回路にて一定時間内での温度上昇を測定し、温度上昇率が設定値を超えた場合に火災と判断し、受信機に火災信号を発する。

(2) 性能

非アナログ式の防爆型の熱感知器（定温式スポット型）は、消防法で定められる検定品（感知器等規格省令第14条（定温式感知器の公称作動温度の区分及び感度）に定められる感知性能を有するもの。）を使用する。

2.3 非アナログ式の火災感知器における誤作動防止の方策

アナログ式ではない非アナログ式の炎感知器、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器に対する誤作動防止の方策を以下に示す。

(1) 非アナログ式の炎感知器

炎感知器には、赤外線を検知する方式と紫外線を検知する方式の2種類があるが、誤作動を防止する観点で、炎特有の性質を検知することで誤作動が少ない赤外線方式の炎感知器を使用する設計とする。

なお、炎感知器は、非アナログ式ではあるが、平常時から炎の波長の有無を連続監視し、火災現象（急激な環境変化）を把握することができることから、アナログ式と同等の機能を有している。

(2) 非アナログ式の防爆型の煙感知器

非アナログ式の防爆型の煙感知器は、誤作動を防止する観点で、設置する場所には、誤作動の要因となる蒸気を生じる設備を有しない設計とする。

(3) 非アナログ式の防爆型の熱感知器

非アナログ式の防爆型の熱感知器は、誤作動を防止する観点で、作動温度が周囲温度よりも高いものを使用する設計とする。

2.4 格納容器（床下）に設置する火災感知器の運用

原子炉運転中、格納容器（床下）は、高温、高放射線環境となるため、火災感知器が故障するおそれがある。このため、格納容器（床下）に設置する火災感知器は、以下のとおり運用する設計とする。

格納容器（床下）を窒素雰囲気で維持し、火災が発生するおそれがない期間については、火災感知器を事前に撤去又は作動信号を除外する運用とし、原子炉停止後に空気雰囲気に置換した後、速やかに交換又は復旧するものとする。

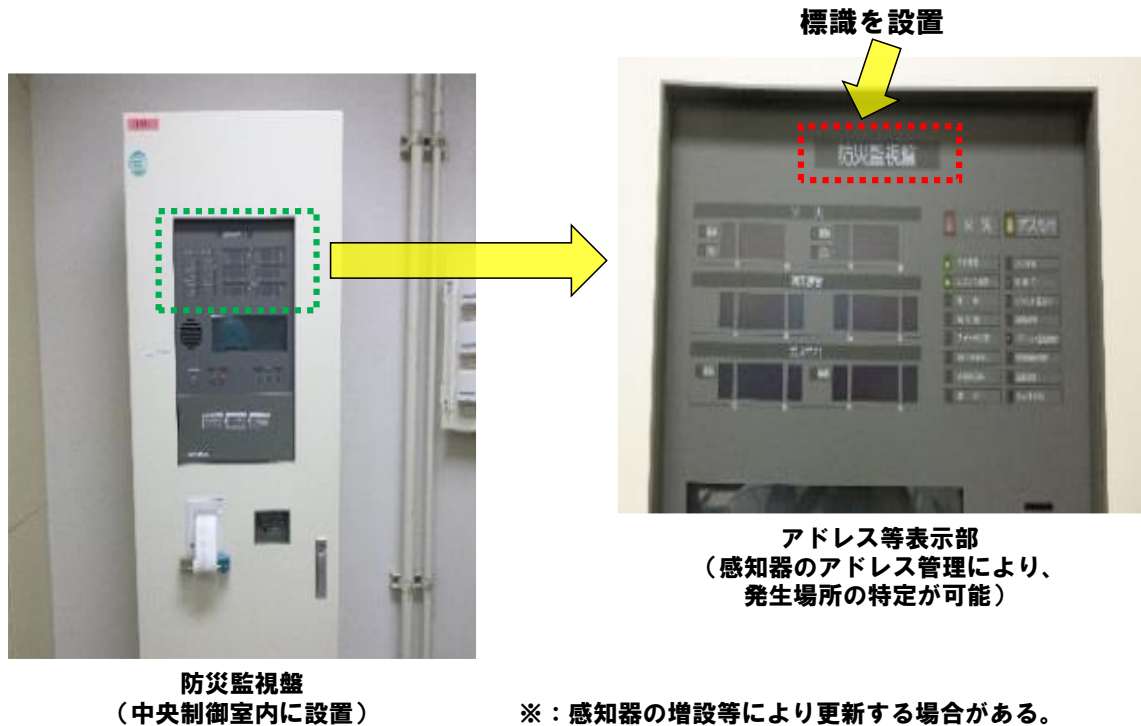
3. 受信機

火災感知器の作動状況を中央制御室で監視するため、中央制御室に受信機を設置する設計とする。

受信機は、感知器用の受信機（以下「防災監視盤」という。）及び熱感知カメラ専用の受信機から構成する。受信機は、標識により識別できるように設計する。防災監視盤の外観を第3.1図に示す。

防災監視盤は、アナログ式及び非アナログ式の感知器の接続が可能であり、感知器が作動した場合に警報を発生し、かつ、感知器の設置場所を一つずつ特定することにより、火災の発生場所が特定できる設計とする。

熱感知カメラ用の受信機は、熱感知カメラが作動した場合に警報を発生し、かつ、熱感知カメラの監視画像を一つずつ確認することにより、火災の発生場所が特定できる設計とする。



第 3.1 図 防災監視盤（既設）の外観

4. 火災感知設備の電源

火災感知設備は、外部電源喪失時に機能を喪失しないように、非常用電源設備より電源を供給する設計とする。

5. 火災感知設備の点検

感知器及び防災監視盤は、機能に異常がないことを確認するため、自動試験及び遠隔試験*1を行う設計とする。ただし、試験機能のない感知器は、機能に異常がないことを確認するため、消防法施行規則第 31 条の 6 に基づき、6 カ月に 1 度の機器点検及び 1 年に 1 回の総合点検時に、煙等の火災を模擬した試験を行う設計とする。

熱感知カメラ及び熱感知カメラ用の受信機は、1 年に 1 回、火災を模擬した試験を行う設計とする。

また、火災感知設備は、火災の発生していない平常時には、中央制御室内の巡視点検において火災の発生のないこと、火災感知器に異常がないことを確認する設計とする。

*1：消防法第 21 条の 2 第 2 項の規定に基づく、中継器に係る技術上の規格を定める省令第 2 条第 12 号に規定する自動試験機能又は同上第 13 号に規定する遠隔試験機能

火災による原子炉の停止の判断

原子炉施設において、原子炉の安全停止に影響を及ぼすおそれがある火災（原子炉の安全停止に係る機器（関連するケーブル類を含む。）を設置する火災区画において発生した火災）が発生したと判断した場合には、原子炉を手動スクラムにより停止するものとする。当該判断基準については、原子炉施設保安規定に定める。

<判断基準の例>

- ・ 原子炉の安全停止に係る機器等を設置する火災区画において、火災感知設備が作動し、現場確認により、公設消防への通報又は初期消火活動が必要となった場合
- ・ 原子炉の安全停止に係る機器等を設置する火災区画において、火災感知設備が作動し、さらに、当該火災区画に設置する機器に関連する警報や指示値の異常を確認した場合

また、電線管内へ敷設したケーブルについて、当該電線管内で火災が発生した場合、当該電線管内のケーブルが断線、地絡又は短絡するため、警報や指示値の異常が発生する。当該警報や指示値の異常を確認した場合には、異常の生じた原因・場所の特定に努める。特定に至らない場合及び原子炉の安全停止に影響を及ぼすおそれがある場合には、原子炉を停止することを原子炉施設保安規定に定める。

なお、万一、電線管の外側に火災が延焼した場合には、火災区画内に設置する火災感知器等の作動により火災の発生を判断し、消火活動を行う。

一般火災に対する消火設備について

1. 概要

一般火災に対する消火について、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難とならない火災区画は、可搬式消火器（ABC消火器・二酸化炭素消火器）（以下「可搬式消火器」という。）を使用し、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難となる火災区画は、固定式消火設備（ハロン消火設備）を使用する。

ここでは、一般火災に対する消火に使用する消火設備について示す。

2. 可搬式消火器による消火を行う火災区画

可搬式消火器による消火を行う火災時に煙の充満により消火活動が困難とならない火災区画は、基本的に、火災の等価時間が 20 分未満となる火災区画を対象とする。

また、当該火災区画にあつては、可能な限り、機器等を金属製の筐体・金属被覆の可とう電線管に収納すること、又は使用時以外は通電しない運用とすることにより、当該機器の火災に起因して、他の機器で火災が発生することを防止するとともに、消火活動が困難とならないように、可燃性物質の量を少なく管理することにより、煙の発生を抑えるものとする。

なお、原子炉建物内の格納容器（床上）の火災区画のうち、RB-501（操作床等）は、火災の等価時間が 20 分を超えるものの、当該火災区画は、約 13,000m³の体積を有しており、火災時に煙の充満により消火活動が困難となるおそれがないことから、可搬式消火器による消火を行う。

2.1 可搬式消火器の設置

可搬式消火器は、以下のとおり設置する。

- ・ 原子炉施設で保有するABC消火剤の量は、火災区画の可燃性物質の量に対して十分な量を備えるものとする。（ABC消火剤の保有量について添付 1 に示す。）
- ・ 各防火対象物又はその部分の延べ床面積又は床面積 200m²（電気設備を有する場合は 100m²）ごとに可搬式消火器を設置する。
- ・ 可搬式消火器は、各防火対象物又はその部分から歩行距離 20m（大型消火器の場合は 30m）以下となるように各階ごとに設置する。
- ・ 中央制御室には、ABC消火器に加えて、二酸化炭素消火器を設置する。

また、可搬式消火器の設置に当たっては、以下の事項を遵守する。

- ・ 可搬式消火器は、通行又は避難に支障がなく、必要時にすぐに持ち出せる場所に設置する。
- ・ 可搬式消火器は、床面からの高さ 1.5m 以下に設置する。
- ・ 可搬式消火器は、地震や振動により、転倒・落下しないように設置する。
- ・ 可搬式消火器は、高温・多湿となる場所は避け、消火剤が凍結、変質又は噴出するおそれの小さい場所に設置する。
- ・ 可搬式消火器に表示されている「使用温度範囲」内の場所に設置する。
- ・ 高温や湿気の多い場所、日光・潮風・雨・風雪等に直接さらされる場所、腐食ガスの発生す

る場所等に設置する場合は、格納箱に収納する等の措置を講じる。

- ・ 可搬式消火器は、「消火器」の標識を見やすい位置に付ける。
- ・ 可搬式消火器は、6か月に1回以上、外形を点検する。
- ・ ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区画には、可搬式消火器（ABC消火器）を設置しないものとする。

2.2 可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

可搬式消火器の使用温度範囲は、 -30°C ～ 40°C であり、敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は -12.7°C である。したがって、可搬式消火器の消火剤は、その性状により凍結するおそれはないため、凍結防止対策を必要としない。

可搬式消火器は、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように、屋内に設置するものとする。可搬式消火器を屋外に設置する場合は、格納箱に収納する等の措置を講じるものとする。

可搬式消火器は、地震や振動により、転倒・落下しないように固縛等の転倒防止措置を講じるものとする。

2.3 可搬式消火器の破損、誤作動又は誤操作による影響

可搬式消火器（二酸化炭素消火器）の消火剤は、その性状により、その設置場所で破損したとしても、機器等に影響を及ぼすことはない。可搬式消火器（ABC消火器）については、転倒・落下しないように固縛等の転倒防止措置を講じるものとする。

また、可搬式消火器は、誤作動又は誤操作を防止する観点から、「2.4. 可搬式消火器の使用に係る訓練」に示す訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

2.4 可搬式消火器の使用に係る訓練

原子炉施設保安規定に基づき年1回以上、消火訓練を実施し、可搬式消火器等の使用に係る習熟度向上を図る。

3. 固定式消火設備（ハロン消火設備）による消火を行う火災区画

固定式消火設備（ハロン消火設備）による消火を行う火災時に煙の充満により消火活動が困難となるおそれのある火災区画は、基本的に、火災の等価時間が 20 分以上となる火災区画を対象とする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する主な火災区画を以下に示す（【】内：火災区画番号）。

- ・ 主冷却機建物地下 2 階の「ディーゼル発電機室 (No. 1) 【SB-125】」、「ディーゼル発電機油タンク室 (No. 1) 【SB-127】」、「ディーゼル発電機油タンク室 (No. 2) 【SB-128】」、「ディーゼル発電機室 (No. 2) 【SB-130】」
- ・ 主冷却機建物地下 1 階の「ボイラ室 【SB-220】」、「油タンク室 (No. 1) 【SB-225】」、「油タンク室 (No. 2) 【SB-226】」、「油タンク室 (No. 3) 【SB-227】」、「油タンク室 (No. 4) 【SB-228】」
- ・ 原子炉附属建物地下 2 階の「アルコール廃液タンク室 【AB-106】」
- ・ 原子炉附属建物中 2 階の「ケーブル室 【AB-605】」他

3.1 固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様

固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様の一例を第 3.1.1 表に示す。

(1) 消火剤の種類

固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤は、ハロン 1301（ブロモトリフルオロメタン： CF_3Br ）を使用するものとする。

(2) 消火剤の量及び消火能力

消火剤の量は、消防法施行令（昭和 36 年政令第 37 号）及び消防法施行規則（昭和 30 年自治省令第 6 号）に従うものとする。

消防法施行規則第 20 条第 1 項第 1 号では、全域放出方式のハロン消火設備において、防護区画の体積 1m^3 当たりの消火剤の必要量は 0.32kg 以上と定められており、当該消火剤の量を濃度に換算すると約 5%となる。また、ハロン 1301 の最高濃度は、「ハロン 1301 を使用するハロゲン化物消火設備の取扱いについて（昭和 51 年 5 月 22 日消防予第 6 号）」において、10%以下となっている。このため、ハロン 1301 の設計濃度は、5～10%で設計するものとする。

防護区画に開口部があり、開口部に自動閉鎖装置を設けない場合は、消防法施行規則に従い、開口部の面積 1m^2 当たりハロン 1301 を 2.4kg 加算するものとする。

なお、消火に必要なハロン濃度は、 $3.4\%^{*1}$ であり、設計濃度 5～10%は、十分に消火可能である。

*1：n-ヘプタンを用いたカップバーナー法により算出された消炎濃度（平成 12 年 3 月「ハロン代替消火剤の安全基準の確立に係る調査検討報告書」）

(3) 起動方式

中央制御室から固定式消火設備の起動装置の設置場所に 20 分以内にアクセスすることができる場合、固定式消火設備の起動方式は、現場（火災範囲外）に設置した起動装置による手動起動とすることを基本とする。

ただし、原子炉附属建物中 2 階のケーブル室は、多くのケーブルを有すること、狭いこと、及び

ケーブル室に有する中央制御室の制御盤等のケーブルについて、当該制御盤等は、運転員の操作性及び視認性を確保することを目的に近接して設置することから、固定式消火設備の起動方式は、自動起動とする。

(4) 電源

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、外部電源喪失時に、その機能を喪失することがないように、非常用電源設備より電源を供給するものとする。

(5) その他

固定式消火設備（ハロン消火設備）が故障した場合には、中央制御室に故障警報を吹鳴するものとする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴するものとする。

3.2 固定式消火設備（ハロン消火設備）の自然現象に対する機能、性能の維持

(1) 凍結防止対策

固定式消火設備（ハロン消火設備）に使用する消火剤（ハロン 1301）の凝固点（約-168℃）は低く、凍結するおそれはないため、凍結防止対策を必要としない。

(2) 風水害対策

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように、建物内に設置するものとする。

(3) 地震対策

a. 地盤変位対策

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、地震における地盤変位対策として、屋外と連結する配管を設置しないものとする。

b. 地震対策

固定式消火設備（ハロン消火設備）が地震により機能を喪失した場合は、自衛消防隊及び公設消防隊が到着するまでの間、建物内の可搬式消火器による消火活動を行う。また、自衛消防隊及び公設消防隊が到着して以降は、自衛消防隊及び公設消防隊による支援のもと、可搬式消火器による消火活動を継続する。

3.3 固定式消火設備（ハロン消火設備）の破損、誤動作又は誤操作による影響

固定式消火設備（ハロン消火設備）が破損、誤動作又は誤操作した場合の設備及び人体への影響は、以下のとおりである。

(1) 設備への影響

ハロン 1301 は、電気絶縁性が高いため、金属への直接影響は小さい。また、沸点が低く揮発性が高く腐食生成物であるフッ素等の機器等への残留は少ないため、機器への影響も小さい。

(2) 人体への影響

固定式消火設備（ハロン消火設備）が破損、誤動作又は誤操作した場合の濃度は約 5%であり、当該濃度は、ハロン 1301 の無毒性濃度（NOAEL（No Observed Adverse Effect Level）：人が消火剤にさらされた時、何の変化も観察できない最高濃度）と同等の濃度である。

また、固定式消火設備（ハロン消火設備）が破損、誤動作又は誤操作した場合の濃度（約 5%）は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度ではないため、酸欠に至ることもない。

第 3.1 表 固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様の一例

火災区画		起動方式	起動場所	薬剤量*1 (kg)	貯蔵容器 数量 (本)	体積 (m ³)	電源	警報			
番号	名称							内容	発報場所	内容	発報場所
SB-125	ディーゼル発電機室 (No. 1)	手動	SB-106	400	8	971.6	非常用 電源設備	人の退避に 係る音響警 報	SB-125	故障警報	AB-712
SB-127	ディーゼル発電機油 タンク室 (No. 1)			100	2	203.8			SB-127		
SB-128	ディーゼル発電機油 タンク室 (No. 2)			100	2	203.8			SB-128		
SB-130	ディーゼル発電機室 (No. 2)			400	8	971.6			SB-130		
SB-220	ボイラ室		SB-221	450	9	1,193.8			SB-220		
SB-225	油タンク室 (No. 1)			100	2	170.5			SB-225		
SB-226	油タンク室 (No. 2)			100	2	170.5			SB-226		
SB-227	油タンク室 (No. 3)			100	2	170.5			SB-227		
SB-228	油タンク室 (No. 4)			100	2	170.5			SB-228		
AB-106	アルコール廃液タン ク室		AB-107	150	3	264.0			AB-106 (1)		

*1：消防法施行規則第 20 条第 3 項及び同上第 4 項による。

A B C 消火剤の保有量

消火器の消火能力については、「消火器の技術上の規格を定める省令(昭和39年自治省令第27号)」により、各火災源に対する消火試験にて定められる。一般的な10型A B C粉末消火器(消火剤の量: 3kg、普通火災の消火能力単位: 3、油火災の消火能力単位: 7)について、消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源(油火災の消火能力単位が7の場合燃焼表面積1.4m²、体積42L)を発熱量に換算すると約1,400MJとなる。

原子炉施設では、可搬式消火器による消火を行う火災区画に対して十分な量の消火剤を確保する。当該消火剤の保有量は、可燃性物質の量が多い(火災荷重が大きい)上記火災区画における火災荷重を、上記の約1,400MJで除して算出した10型A B C粉末消火器の本数に相当する量とする。

<例: 可燃性物質の量が多い(火災荷重が大きい)火災区画に原子炉建物の操作床他【RB-501】が該当すると想定した場合>

※: 現時点で想定している値を使用したものであり、今後、詳細設計において、該当する火災区画が異なる場合や火災荷重に変更が生じる場合がある。当該値は、設工認申請時に決定する。

操作床他【RB-501】の火災荷重 : 約400,000MJ
10型A B C粉末消火器に相当する本数 : 約285本(消火剤量: 855kg)

中央制御室に対する火災の影響軽減について

1. 概要

中央制御室に対する火災の影響軽減対策について示す。

2. 中央制御室に対する対策

中央制御室の制御盤等は、運転員の操作性及び視認性を確保することを目的に近接して設置することから、一つの制御盤等に系列の異なるケーブルが接続されることを踏まえて、適切な対策を講じるものとする。

① 火災の早期感知

中央制御室には、固有の信号を発する異なる種類の感知器として、煙感知器と熱感知器を組み合わせ設置するとともに、常駐する運転員による火災の早期感知に努める。

また、新規制基準適合に当たり、火災防護基準に基づく措置を講じる異なる系列のケーブルが接続される制御盤等について、盤内に煙が滞留する構造ではないもの（排気ファン又は通風ガラリが設置されている盤）を除き、盤内に煙感知器を設置する。

② 火災の早期消火

中央制御室内には、可搬式消火器として、電気機器への悪影響を与えない二酸化炭素消火器を設置する。常駐する運転員は、上述の煙感知器や熱感知器等により火災を早期に感知し、二酸化炭素消火器で早期に消火活動を行うことで、火災の影響を軽減する。常駐する運転員による火災の早期感知及び消火を図るために、消火活動の手順を定めて、定期的に訓練を実施する。

また、中央制御室には、煙の充満により消火活動に支障を来さないように、排煙設備を設置する。

個別の火災区域又は火災区画における留意事項について

火災防護基準の「3. 個別の火災区域又は火災区画における留意事項」に示される「(1) ケーブル処理室」、「(2) 電気室」、「(3) 蓄電池室」、「(4) ポンプ室」、「(5) 中央制御室」、「(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備」、「(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備」に対する要求事項への対応について、第1表に示す。

第1表 個別の火災区域又は火災区画における留意事項への対応 (1/4)

火災防護基準の要求事項	対応
<p>(1) ケーブル処理室</p> <p>① 消防隊員のアクセスのために、少なくとも二箇所の入口を設けること。</p> <p>② ケーブルトレイ間は、少なくとも幅0.9m、高さ1.5m分離すること。</p>	<p>本施設においてケーブル処理室には、原子炉附属建物中2階のケーブル室 (AB-605) が該当する。ケーブル室は、1 箇所の入口を設置する設計とするが、火災の早期消火及びケーブル室内に消防隊員が入室しなくても消火が可能となるよう、自動起動の固定式消火設備 (ハロン消火設備) を設置する。</p> <p>火災防護基準に基づく三方策を講じるか、組み合せる機器等について、ケーブル処理室の火災の影響軽減のための対策として、異なる区分のケーブルトレイ間では、互いに相違する系列の間で水平方向0.9m、垂直方向1.5mを最小分離距離として設計する。ただし、最小分離距離を確保できない場合は、耐火隔壁 (耐火シートや耐火テープ) で分離する設計とする。</p> <p>また、煙感知器と熱感知器の2種類に加えて、ケーブルの火災を早期に検知し、火災の影響を軽減できるように、検知装置として光ファイバ温度センサを設置し、光ファイバ温度センサが作動し、中央制御室に警報が発せられた場合、運転員等は、現場で火災を認知した後、現場 (火災範囲外) において、固定式消火設備を手動で起動するものとし、早期に消火を開始できるものとする。【ケーブル室に対する火災の影響軽減について：別紙5 別添10 参照】</p>
<p>(2) 電気室</p> <p>① 電気室を他の目的で使用しないこと。</p>	<p>本施設において電気室は、電源供給のみに使用する設計とする。</p>

第1表 個別の火災区域又は火災区画における留意事項への対応 (2/4)

火災防護基準の要求事項	対応
<p>(3) 蓄電池室</p> <p>① 蓄電池室には、直流開閉装置やインバータを収容しないこと。</p> <p>② 蓄電池室の換気設備が、2%を十分下回る水素濃度に維持できるようにすること。</p> <p>③ 換気機能の喪失時には中央制御室に警報を発する設計であること。</p>	<p>蓄電池室には、直流開閉装置やインバータを収容しない設計とする。</p> <p>また、蓄電池室は、水素の濃度が燃焼限界濃度を超えないように、換気設備（換気扇）（以下「換気扇」という。）による機械換気を行うものとする。当該換気扇の換気量は、一般社団法人電池工業会「蓄電池に関する設計指針（SBA G 0603-2001）」による水素の排気に必要な換気量以上とし、蓄電池室の水素濃度が2%を十分下回るように維持できるものとする。</p> <p>さらに、当該換気扇が故障した場合は、中央制御室に警報を発するものとする。</p> <p>【水素漏えいへの対策について：別紙5 別添3 参照】</p>
<p>(4) ポンプ室</p> <p>① 煙を排気する対策を講ずること。</p>	<p>火災防護基準に基づく三方策を講じるか組み合わせる機器等に係るポンプの設置場所は、1次主循環ポンプポニーモータ等について格納容器（床上）、非常用ディーゼル発電機用揚水ポンプについて主冷却機建物地下2階となるが、当該室の容積は大きく、火災発生時の煙の充満により消火が困難な状況には至らない。ただし、消火にあたっては、空気呼吸器等を装備するものとし、運転員等の安全には十分留意する。また、必要な場合には、可搬型の排煙装置を準備し、扉の開放や当該装置により換気し、呼吸具の装備及び酸素濃度を測定し安全確認後に入室する設計とする。</p>

第1表 個別の火災区域又は火災区画における留意事項への対応 (3/4)

火災防護基準の要求事項	対応
<p>(5) 中央制御室</p> <p>① 周辺の部屋との間の換気設備には、火災時に閉じる防火ダンパを設置すること。</p> <p>② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。</p>	<p>中央制御室等（火災区画 AB-712+AB-710、711、713：中央制御室空調再循環運転時に閉回路を構成する範囲）と他の火災区画の換気空調系の貫通部には、防火ダンパを設置する設計とする。</p> <p>また、中央制御室の床のカーペットは、消防法施行令第4条の3に基づく防炎性能を有するものとする。</p>
<p>(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備</p> <p>① 消火中に臨界が生じないように、臨界防止を考慮した対策を講ずること。</p>	<p>使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは、水冷却池において、水中に設置されている。貯蔵ラック内の使用済燃料等が臨界に達するおそれがないように、適切な間隔を確保するように設計する。</p> <p>新燃料貯蔵設備では、床面で吊り下げられた収納管に新燃料等を収納する。新燃料等が臨界に達するおそれがないように、これらの収納管を適切な間隔を有するように配列した設計とするとともに、新燃料を貯蔵能力最大に収容した状態で万一当該設備が水で満たされるという厳しい状態を仮定しても、実効増倍率は0.95以下に保つことができるものとする。</p>

第1表 個別の火災区域又は火災区画における留意事項への対応 (4/4)

火災防護基準の要求事項	対応
<p>(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備</p> <p>① 換気設備は、他の火災区域や環境への放射性物質の放出を防ぐために、隔離できる設計であること。</p> <p>② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため、液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。</p> <p>③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及びHEPA フィルタなどは、密閉した金属製のタンク又は容器内に貯蔵すること。</p> <p>④ 放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講ずること。</p>	<p>原子炉建物・原子炉附属建物において、廃ガス処理室及び廃液タンク室、アルコール廃液タンク室の火災区画に関連する空調換気設備は、当該区画の空気を排気ラインに設けたフィルタを介して、主排気筒に導入し、外部に放出するものとし、環境への放射性物質の放出を防ぐことができる設計とする。</p> <p>なお、これらの火災区画では、水による消火活動を実施しない。</p> <p>気体廃棄物処理設備、液体廃棄物処理設備、固体廃棄物処理設備は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成されるため、火災によってその機能が影響を受けることはない。</p> <p>また、使用済イオン交換樹脂は、ステンレス鋼製容器に、チャコールフィルタ及び HEPA フィルタは、金属製容器又は金属製保管庫に貯蔵する。</p> <p>【放射性固体廃棄物の貯蔵方法：第23条（保管廃棄施設） 別紙3参照】</p> <p>さらに、放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備において、冷却が必要な崩壊熱が発生し、火災事象に至るような放射性廃棄物を貯蔵しない。金属ナトリウムが付着している、若しくは付着しているおそれのある固体廃棄物については、メンテナンス建物に設けた脱金属ナトリウム設備により、固体廃棄物を直接洗浄するか、又は、除去用の治具類（スクレーパー、ヘラ等）を用いて、金属ナトリウムを除去する。除去した金属ナトリウムは、脱金属ナトリウム設備により安定化するものとし、また、金属ナトリウムが付着している治具類についても同様に安定化し、貯蔵中の火災の発生を防止する。</p> <p>【第23条（保管廃棄施設）参照】</p>