

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 24 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 個別の火災区域又は火災区画における留意事項
 - 4.5.5 一般火災の影響評価
 - 4.6 手順等
 - 4.7 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

添付 2 : シール材の主な仕様

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

添付 5 : 廃棄物処理建物の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」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)

< 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する高速実験炉原子炉施設の適合性を示す。

1. 要求事項の整理

試験炉設置許可基準規則第8条における要求事項等を第1.1表に示す。本要求事項は、新規基準における追加要求事項に該当する。

第1.1表 試験炉設置許可基準規則第8条における要求事項
及び本申請における変更の有無

要求事項	変更の有無
<p>1 試験研究用等原子炉施設は、火災により当該試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、必要に応じて、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備（以下「消火設備」という。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第8条については、設計基準において想定される火災により、試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないようにするため、試験研究用等原子炉施設の安全上の特徴に応じて必要な機能（火災の発生防止、感知及び消火並びに火災による影響の軽減）を有することを求めている。 <p>また、上記の「試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれない」とは、安全施設が安全機能を損なわないことを求めている。</p> <p>ここでいう「安全機能を損なわない」とは、試験研究用等原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できることをいう。さらに、使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できることをいう。したがって、安全施設の安全機能が損なわれるおそれがある火災に対して、試験研究用等原子炉施設に対して必要な措置が求められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 第61条で準用するナトリウム冷却型高速炉については、化学的に活性なナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウムの燃焼を考慮する必要がある。 	有
<p>2 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第2項の規定について、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合のほか、火災感知設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたことにより消火設備が作動した場合においても、試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。 	有

2. 設置許可申請書における記載

添付 1 参照

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

(1) 設計方針

添付 2 参照

(2) 適合性

添付 3 参照

3.2 気象等

該当なし

3.3 設備等

添付 4 参照

※ 添付の朱書き：審査進捗を踏まえて記載を見直す箇所

4. 要求事項への適合性

4.1 基本方針

【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1参照】

原子炉施設に、火災（ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウムの燃焼（以下「ナトリウム燃焼」という。）を含む。以下同じ。）が発生し、これを検知した場合において、原子炉を停止する（手動スクラム）。

原子炉施設は、設計基準において想定される火災によっても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。ナトリウム燃焼に対しては、ナトリウム燃焼により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、ナトリウム燃焼の特徴を考慮し、「ナトリウム漏えいの発生防止」、「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」並びに「ナトリウム燃焼の影響軽減」の三方策をそれぞれ講じる。一般火災（ナトリウム燃焼を除く火災をいう。以下同じ。）に対しては、一般火災により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、本原子炉施設の安全上の特徴を考慮し、必要に応じて、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下「火災防護基準」という。）」及び「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参考に、「一般火災の発生防止」、「一般火災の感知及び消火」並びに「一般火災の影響軽減」の三方策を適切に組み合わせた対策を講じる。

また、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

火災が発生した場合は、速やかに初期消火活動を行うとともに、大洗研究所内通報連絡系統に従って通報し、火災の消火、拡大防止のための活動を行う。

4.2 火災防護対象機器

【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：別紙2参照】

原子炉施設は、安全機能の重要度分類がクラス1、2、3に属する構築物、系統及び機器に対して、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

安全機能の重要度分類から以下の(1)～(3)の構築物、系統及び機器を火災防護対象機器(火災防護対象機器を駆動又は制御するケーブル(以下「火災防護対象ケーブル」という。))を含む。火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを以下「火災防護対象機器等」という。)として選定する。

(1)原子炉を停止し、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するための構築物、系統及び機器(関連する補機を含む。以下「原子炉の安全停止に係る機器等」という。)

原子炉の安全停止に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能(MS-1)に属する構築物系統及び機器
- ② 炉心形状の維持機能(PS-1)に属する構築物、系統及び機器
- ③ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(MS-1)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 原子炉停止後の除熱機能(MS-1)に属する構築物、系統及び機器
- ⑤ 原子炉冷却材バウンダリ機能(PS-1)に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 2次冷却材を内蔵する機能(通常運転時の炉心の冷却に関連するもの)(PS-3)に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 1次冷却材漏えい量の低減機能(MS-1)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能(MS-2)に属する構築物、系統及び機器
- ⑨ 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(MS-3)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑩ 制御室外からの安全停止機能(MS-3)に属する構築物、系統及び機器
- ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能(PS-3)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑫ プラント計測・制御機能(安全保護機能を除く。)(PS-3)に属する構築物、系統及び機器
- ⑬ 安全上特に重要な関連機能(MS-1)及び安全上重要な関連機能(MS-2)に属する構築物、系統及び機器の一部

(2)放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器(関連する補機を含む。以下「放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等」という。)

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(MS-1)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ② 放射性物質の閉じ込め機能(MS-1)に属する構築物、系統及び機器
- ③ 放射線の遮蔽及び放出低減機能(MS-2)に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 安全上特に重要な関連機能(MS-1)及び安全上重要な関連機能(MS-2)に

属する構築物、系統及び機器の一部

- ⑤ 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能（P S - 2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能（P S - 2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 燃料を安全に取り扱う機能（P S - 2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑧ 放射性物質の貯蔵機能（P S - 3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑨ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（P S - 3）に属する構築物、系統及び機器

(3) 使用済燃料貯蔵設備において、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「使用済燃料の冠水等に係る機器等」という。）

使用済燃料の冠水等に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 燃料プール水の保持機能（MS - 2）に属する構築物、系統及び機器
- ② 燃料プール水の補給機能（MS - 3）に属する構築物、系統及び機器

一般火災に対する火災防護対策は、火災防護基準の火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減の三方策を適切に組み合わせる設計とする。当該組合せは、本原子炉施設の安全上の特徴並びに火災防護対象機器が有する安全機能、火災防護対象機器の配置、構造及び動作原理に係る以下の4つの観点を考慮することを基本とし、火災による機能への影響を判断して決定する。

- i) 不燃性材料で構成されるため、火災によって、その機能が影響を受けない。
- ii) 環境条件から火災が発生しないため、火災によって、その機能が影響を受けない。
- iii) フェイルセーフ設計のため、火災によって、その機能を喪失しない。
- iv) 代替手段により機能を達成できるため、火災によって、その機能を喪失しない。

なお、ここで火災防護基準に基づく対策を適用しなかった構築物、系統及び機器は、設備や環境条件に応じて、消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する。

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策は、ナトリウム燃焼の特徴を考慮し、ナトリウム漏えいの発生防止、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並びにナトリウム燃焼の影響軽減の三方策をそれぞれ講じる設計とする。

4.3 火災区域及び火災区画の設定

【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：別紙3参照】

火災防護対象機器等を設計基準において想定される火災から防護することを目的とし、火災区域及び火災区画を設定し、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

原子炉施設の建物として、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ごとに建物内の全体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火災防護対象機器等を設置する場合は、当該火災防護対象機器等を設置する区域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火災防護対象機器等を有する火災区域は、当該火災防護対象機器等の配置、ナトリウムを内包する配管又は機器の配置、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する。

一般火災に対して、火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画は、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適切に組み合わせる設計とする。火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器等を設置しない火災区域又は火災区画は、設備や環境条件に応じて、消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する設計とする。

ナトリウム燃焼に対して、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は、ナトリウム漏えいの発生防止、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並びにナトリウム燃焼の影響軽減の三方策をそれぞれ講じる。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あっては、ナトリウム燃焼を起因に一般火災が発生するおそれがあることを考慮する。

4.4 ナトリウム燃焼に対する火災防護対策

【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：別紙4参照】

4.4.1 ナトリウム漏えいの発生防止

設計基準において想定されるナトリウム燃焼により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、以下のナトリウム漏えいの発生防止対策を講じる。

なお、1次冷却材を内包する配管及び機器については、高温強度とナトリウム環境効果に対する適合性が良好なステンレス鋼を、2次冷却材を内包する配管及び機器については、低合金鋼を使用する。

- (i) ナトリウムを内包する配管及び機器の設計、製作等は、関連する規格、基準に準拠するとともに、品質管理や工程管理を十分に行う。
- (ii) ナトリウムを内包する配管は、エルボを引き廻し、十分な撓性を備えたものとする。
- (iii) ナトリウムを内包する配管及び機器は、冷却材温度変化による熱応力、設計地震力等に十分耐えるように設計する。

なお、ナトリウムを内包する配管及び機器は、内包するナトリウムを固化することによるナトリウム漏えい防止措置を講じるか、ナトリウムを内包する配管又は機器が破損した場合に想定される漏えい量が少ないものを除き、基準地震動による地震力に対して、ナトリウムが漏えいすることがないように設計する。このうち、2次冷却材ダンプタンクについては、2次冷却材の漏えいに伴う緊急ドレン後に長期間ナトリウムを保有するため、弾性設計用地震動による地震力に対して、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

- (iv) ナトリウムを内包する配管及び機器の腐食を防止するため、冷却材の純度を適切に管理するとともに、減肉に対する肉厚管理を適切に行う。

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

設計基準において想定されるナトリウム燃焼により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、早期に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活動ができるように、以下のとおり設計する。

(1) 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用いる。原子炉冷却材バウンダリ及び冷却材バウンダリ等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。）には、通電式のナトリウム漏えい検出器を設ける。主冷却器及び補助冷却器については、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。

なお、原子炉冷却材バウンダリにあっては、二重構造を有しており、ナトリウム漏えい検出器は、二重構造の間隙部に設置されるため、原子炉冷却材バウンダリの破損に伴うナトリウム漏えいは、当該ナトリウムが二重構造の外に漏えいする前に検知される。

ナトリウム漏えい検出器は、誤作動を防止するための方策を講じたものとする。

ナトリウム漏えい検出器が作動した場合には、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が特定できるものとする。

なお、2次冷却材を内包する配管又は機器が設置される場所（格納容器（床下）を除く。）には、監視用 ITV を設置し、中央制御室のモニタにより、その状況を確認できるものとする。

ナトリウム漏えい検出器は、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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

(2) ナトリウム燃焼の感知

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。ナトリウム漏えい検出器は、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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給するものとし、十分な信頼性を確保する。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設置する火災区画には、当該火災感知器を設置する。

(3) ナトリウム燃焼の消火

ナトリウム燃焼の消火活動には、特殊化学消火剤を使用する。原子炉施設には、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）を配置する。

なお、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、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配置する。ただし、格納容器（床下）については、格納容器（床下）の雰囲気（窒素雰囲気）から空気雰囲気とした場合に設置する。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具について、定期的に装備装着訓練や消火訓練を実施することで、これらの資機材の使用に係る習熟度の向上を図る。

(i) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の設置

a. 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。

b. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、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から2本程度を分散して配置する。

c. 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、持参できるものとする。

(ii) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

a. 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℃であり、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものを使用することにより、その凍結を防止する。

b. 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。

c. 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、地盤変異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。

(iii) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の破損、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・落下し破損しないように転倒防止措置を講じる。

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、訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

(4) ナトリウム燃焼と一般火災の識別

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、ナトリウムエアロゾルの発生、ナトリウムエアロゾル特有の刺激臭の有無により行う。

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設置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、その消火にはABC消火器を使用する。

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。

4.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減

火災防護対象機器等を設置する火災区画内のナトリウム燃焼及び隣接する火災区画におけるナトリウム燃焼による影響を軽減するため、以下の対策を講じる。

(1) ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制

ナトリウム漏えい発生時に、空気雰囲気でのナトリウム燃焼を抑制するため、以下の対策を講じる。

(i) 原子炉冷却材バウンダリを構成し、1次冷却材を内包する配管及び機器は、二重構造とするとともに、当該間隙を窒素雰囲気で維持し、万一、当該配管又は機器から1次冷却材が漏えいした場合にあっても、漏えいしたナトリウムを当該間隙で保持し、ナトリウム燃焼を抑制する。

なお、ナトリウムが漏えいし、二重構造の間隙に漏えいしたナトリウムが保持される状態に至った場合、ドレンした後でなければ、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換しないものとする。

(ii) (i)を除き格納容器（床下）に設置するナトリウムを内包する配管及び機器について、原子炉運転中においては、格納容器（床下）を窒素雰囲気で維持し、万一、当該配管又は機器からナトリウムが漏えいした場合にあっても、漏えいしたナトリウムを格納容器（床下）で保持し、ナトリウム燃焼を抑制する。

なお、ナトリウムが漏えいし、格納容器（床下）に漏えいしたナトリウムが保持される状態に至った場合、漏えいしたナトリウムの温度が十分に低下した後でなければ、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換しないものとする。

(iii) (ii)を除き2次冷却材を内包する配管及び機器について、万一、当該配管又は機器か

ら2次冷却材が漏えいした場合には、漏えいの発生した系統内に残存する冷却材を2次冷却材ダンプタンクに緊急ドレンし、ナトリウムの漏えい量を低減し、ナトリウム燃焼を抑制する。

(2) ナトリウム燃焼の影響軽減

- (i) 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は、耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。
- (ii) 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床面に設置する鋼製のライナは、堰を設け、漏えい拡散面積を抑制することにより、ナトリウムと空気の接触面積を低減し、ナトリウムの燃焼を軽減する。
- (iii) ナトリウムと湿分等の反応に伴い発生した水素が蓄積するおそれのある火災区画については、当該火災区画に窒素ガスを供給し、水素の濃度を燃焼限界濃度以下に抑制できるものとする。
- (iv) 主冷却機建物においては、漏えいしたナトリウムを鋼製のライナ又は受樋を介して、ナトリウム溜に導き、ナトリウム溜で漏えいしたナトリウムを保持する。
- (v) 主冷却機建物及び原子炉附属建物においては、多量のナトリウムエアロゾルの発生を想定し、その拡散を防止するため、換気空調設備を停止し、防煙ダンパを閉止できるものとし、他の火災区画への影響を軽減する。

(3) ナトリウムと構造材との反応防止

高温の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、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、耐火能力を有する鋼製のライナ又は受樋を設置する。

なお、当該ライナ及び受樋については、ナトリウム燃焼に伴い鋼製材料の腐食が生じることを考慮した厚さを有するものとする。

4.4.4 ナトリウム燃焼の影響評価

ナトリウムが漏えいした場合のナトリウムの漏えい量及び漏えいしたナトリウム燃焼の影響を以下により評価する。

- (i) 一系統の単一の配管の破損（他の系統及び機器は健全なものと仮定）を想定する。
なお、二重構造を有する配管及び機器については、内管の破損により漏えいしたナトリウムは外管により保持されることを踏まえて評価する。原子炉運転中、窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）に設置する配管又は機器が破損した場合については、ナトリウム燃焼を抑制できるため、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した場合の影響を評価する。
- (ii) 配管直径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラックからの漏えいを想定する。
- (iii) ナトリウム漏えい量の評価に当たっては、漏えい停止機能（緊急ドレン）による漏えい停止までの漏えい継続時間を考慮する。
- (iv) ナトリウム燃焼の影響評価に当たっては、以下の判断基準に基づき、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

a. 火災区画の境界を構成する構造材（コンクリート）の温度が許容値を満足し、隣接

する火災区画に設置している健全な系統の機能を喪失させないこと。

b. ナトリウム燃焼に伴い発生する水素が蓄積・燃焼に至らないこと。

c. 鋼製のライナ又は受樋が腐食により損傷しナトリウムと構造材（コンクリート）との反応が生じないこと。

(v) ナトリウム燃焼の影響評価に当たっては、ナトリウム燃焼に伴う一般火災との重畳を考慮するものとし、ナトリウム燃焼に伴い延焼するおそれがある可燃性物質が同時に燃焼するものとして評価を行い、(iv) の判断基準に基づき、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

4.5 一般火災に対する火災防護対策

【一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について：別紙5参照】

4.5.1 一般火災の発生防止

設計基準において想定される一般火災により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、以下の一般火災の発生防止対策を講じる。

(1) 発火性又は引火性物質への対策

発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画には、以下の対策を講じた設計とする。ここでいう発火性又は引火性物質（液体）としては、ディーゼル発電機等の燃料油である重油、回転機器等の潤滑油、燃料交換機把持部等のナトリウムを除去する際に使用するアルコールを対象とする。

(i) 漏えいの防止、拡大防止

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等を設置する火災区域又は火災区画内における発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備は、ベローズシール、パッキン、Oリング等を用いることによる漏えい防止対策を講じる。また、万一の漏えいに備え、発火性又は引火性物質（液体）の保有量に応じて、堰を設けて漏えい拡散面積を制限することによる拡大防止対策を講じる。

(ii) 配置上の考慮

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等について、発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備の火災により、当該火災防護対象機器等の機能を損なわないように、壁等の設置又は離隔による配置上の考慮を行うものとする。

(iii) 換気

発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備及び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等を設置する建物の屋内は、空調換気設備による機械換気を、屋外については、自然換気を行うものとする。

(iv) 防爆

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等を設置する火災区域又は火災区画のうち、「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域又は火災区画には、防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要な電気設備に接地を施すものとする。

なお、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点は、室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性蒸気が燃焼範囲の下限の濃度となることはない。このため、燃料油（重油）及び潤滑油を内包する設備を設置する火災区域又は火災区画に設置する電気・計装品を防爆型とせず、防爆を目的とした電気設備の接地も必要としないものとする。

(v) 貯蔵

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等を設置する火災区域又は火災区画内の発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備におけるこれらの保有量は、運転に必要な量に留めるものとする。

(2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉への対策

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等を設置する火災区域又は火

災区画において、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が発生するおそれがある場合には、換気、通風又は拡散の措置により、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の滞留を防止する。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画のうち、「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域又は火災区画には、防爆型の電気・計装品を使用するとともに、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けるものとする。

なお、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点は、室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性蒸気が燃焼範囲の下限の濃度となることはない。このため、燃料油（重油）及び潤滑油を内包する設備を設置する火災区域又は火災区画に設置する電気・計装品を防爆型とする必要はないものとする。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画には、金属粉や布による研磨機のように静電気が溜まるおそれのある設備を設置しないものとする。

(3) 発火源への対策

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等を設置する火災区域又は火災区画における火花が発生するおそれのある設備は、金属製の筐体に収納する等の対策を行い、設備の外部に火花が出ることを防止する。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画における高温の設備は、高温部分を保温材で被覆し、可燃性物質との接触や可燃性物質の過熱を防止する。

(4) 水素漏えいへの対策

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区域又は火災区画には、充電時において蓄電池から発生する水素が滞留することがないように、換気設備を設けるとともに、水素の検知器を設置し、水素濃度が警報設定値に達した場合には、中央制御室に警報を発生するものとする。当該換気設備は、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。

なお、当該換気設備は、社団法人日本電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」（SBA G 0603-2001）に基づき、必要な換気容量を有したものとする。

換気設備が何らかの異常により停止した場合には、中央制御室に警報を発生するものとする。

また、換気設備（換気扇）の故障に備え、可搬式局所排気装置を配備し、水素濃度が2%に達するまでに可搬式局所排気装置による換気運転を行うことにより、水素濃度が燃焼限界濃度を超えないものとする。

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区域又は火災区画には、直流開閉装置やインバーターを設置しないものとする。

(5) 過電流による過熱防止対策

動力ケーブルについて、保護継電器、遮断器、ヒューズ等の組合せ等により、地絡や短絡等に起因するケーブルの過熱及び焼損を防止する。

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

火災防護基準による火災の発生防止を考慮する火災防護対象機器等は、以下のとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計とする。ただし、不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は、不燃性材料又は難燃性材料と同等の性能を有する代替材料を使用するものとし、代替材料の使用が技術上困難な場合には、金属製の筐体や電線管への格納等により、他の機能を有する火災防護対象機器等において火災が発生することを防止するための措置を講じる。

(i) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器について、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うち、主要な構造材は、金属材料、コンクリート等の不燃性材料を使用する。ただし、配管等のパッキン類は、金属に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、これにより他の火災防護対象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や弁等の駆動部の潤滑油及び機器躯体内部の電気配線は、発火した場合でも他の火災防護対象機器等に延焼することはないため、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。

(ii) 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火災防護対象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。

(iii) 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火災防護対象ケーブルは、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。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り、当該ケーブルについては、ケーブルを電線管内に収納するとともに、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自己消火性及び延焼性を確保する場合がある。

(iv) 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火災防護対象機器のうち、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（空気清浄装置用ろ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。

(v) 保温材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器に対する保温材は、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、又は建築基準法で不燃性材料として認められたものを使用する。

(vi) 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火災防護対象機器等が設置される建物の主要な内装材には、平成 12 年建設省告示第 1400 号に定められたもの、又は建築基準法で不燃性

材料として認められたものを使用する。ただし、管理区域の床及び天井については、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的とし、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を使用する。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場合でも、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、中央制御室等の床のカーペットは、消防法施行令第 4 条の 3 に基づく防災性能を有するものとする。

(7) 自然現象による火災の発生防止

落雷による火災の発生防止対策として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ 20m を超える安全施設には避雷設備を設ける。

また、火災防護対象機器は、その耐震重要度分類に応じて、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する。

4.5.2 一般火災の感知及び消火

設計基準において想定される一般火災により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、早期に一般火災の感知及び消火活動ができるように、以下のとおり設計する。

(1) 一般火災の感知

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、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。）と受信機から構成される火災感知設備を設置する。

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、火災信号等を発生するものであり、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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を設置する火災区画は、各火災区画における放射線、取付面高さ、温度、空気流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。

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、誤作動を防止するため、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及び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火災防護対象機器等を設置しない火災区画における火災の感知は、設備や環境条件に応じて、消防法で求められる対策で機能への影響

を低減することを基本とする。

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、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。

以下に、一般エリア以外の火災感知器の設置について示す。

(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、非アナログ式のものしか製造されていない。

(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及び非アナログ式の炎感知器を設置する。

(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並びに消防法施行規則第 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。

(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火災防護対象機器等を設置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火災防護対象機器等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。

(e) 火災防護基準による火災の感知を考慮する火災防護対象機器等を設置しないエリア

火災防護基準による火災の感知を考慮する火災防護対象機器等を設置しないエリアは、煙感知器を設置することを基本とする。

上記エリアのうち、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。

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以下の場所が該当する。

- 原子炉建物内の「炉容器ピット」
- 原子炉附属建物内の「燃料洗浄室」及び「缶詰室」
- 廃棄物処理建物内の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固

化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」

なお、非アナログ式の火災感知器については、以下により、その誤作動を防止する。

- (i) 非アナログ式の炎感知器は、炎特有の性質を検出することにより、誤作動の少ない赤外線方式を使用する。
- (ii) 非アナログ式の防爆型の煙感知器は、設置する場所に誤作動の要因となる蒸気を生じる設備を設置しないものとする。
- (iii) 非アナログ式の防爆型の熱感知器は、作動温度が周囲温度よりも高いものを使用する。

火災感知器等の作動状況を中央制御室で監視するため、熱感知カメラ以外の火災感知器用の受信機（以下「防災監視盤」という。）及び熱感知カメラ用の受信機を中央制御室に設置する。

防災監視盤は、火災感知器が作動した場合に警報を発生し、かつ、火災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ものとする。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ものとする。

火災感知設備は、自動試験及び遠隔試験等により、その機能に異常がないことを確認する。

なお、燃料油（重油）を貯蔵するエリア及び現場電源盤が設置されるエリアにおいては、監視用 ITV を設置し、中央制御室のモニタにより、その状況を確認できるものとする。

また、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、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運用とする。

(2) 一般火災の消火

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、運転員等による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、固定式消火設備として、ハロン消火設備を使用する。

なお、原子炉施設は、ナトリウムを取り扱うことを踏まえ、水を用いた消火設備を設置しないものとする。ただし、ナトリウムを取り扱わない第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物には、屋内消火ポンプ式消火栓を配備する。

消火活動に必要な照明を確保するため、中央制御室には、可搬式照明器具を配置する。

原子炉施設には、消火活動に必要な防護具を配備するとともに、定期的に装備装着訓練や消火訓練を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。

a) 可搬式消火器

中央制御室から火災の発生した火災区画へのアクセスには20分程度要し、火災の等価時間が20分未満となる火災区画では、消火活動を開始するまでに火勢が弱まっていることから、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。ただし、原子

炉建物内の格納容器（床上）の火災区画のうち、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はないことから、可搬式消火器による消火を行う。

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・金属製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、他の機器等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。

(i) 可搬式消火器の設置

a. 原子炉施設で保有する A B C 消火剤の量は、火災区画の可燃性物質の量に対して、初期消火の成否を考慮した上で十分な量を備えるものとする。

b. 可搬式消火器は、各火災区域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。

c. 中央制御室には、A B C 消火器に加えて、二酸化炭素消火器を設置する。

d. 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（A B C 消火器）を設置しないものとする。

(ii) 可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

a. 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℃であり、可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものを使用することにより、その凍結を防止する。

b. 可搬式消火器及びハロン消火設備は、風水害に対して、その性能が著しく阻害されないように屋内に設置する。

なお、可搬式消火器を屋外に設置する場合は、風水害に対して、その性能が著しく阻害されないように、格納箱等に収納する等の対策を講じる。

c. 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。

(iii) 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場合にあつても、機器等に影響を及ぼすことはない。可搬式消火器（A B C 消火器）については、転倒・落下し破損しないように、転倒防止措置を講じる。

また、可搬式消火器は、誤作動又は誤操作を防止するため、訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

b) 固定式消火設備（ハロン消火設備）

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。

(i) 固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様

a. 固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤には、ハロン 1301 を使用する。

b. 固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤の量は、消防法に基づくものとする。

c. 中央制御室から固定式消火設備（ハロン消火設備）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（ハロン消火設備）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、及びケーブル室に設置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、ケーブル室の固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動方式は、自動起動とする。

d. 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。

e. 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。

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

(ii) 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

a. 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°C ）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。

b. 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。

c. 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。

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。

(iii) 固定式消火設備の破損、誤作動又は誤操作による影響

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）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。

固定式消火設備（ハロン消火設備）が破損、誤作動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、誤作動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。

4.5.3 一般火災の影響軽減

火災防護対象機器等を設置する火災区画内の一般火災及び隣接する火災区画における一般火災による影響を軽減するため、以下の対策を講じる。

(1) 火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画は、3 時間の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。ただし、火災の等価時間を 1 時間未満とする火災区画については、1 時間の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。

(2) 火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等は、原子炉の安全停止に係る機能を有する多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を喪失することがないように

に、原則として、異なる火災区画に設置する。ただし、同一の火災区画内に異なる系列の火災防護対象機器を設置する場合は、中央制御室及びケーブル室を除き、その相互の系統分離を以下により行うものとする。

a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器について、互いの系列間を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等により分離する。

b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器について、互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する。ただし、中央制御室から手動起動装置の設置場所まで速やかに移動し、ハロン消火設備を起動できる場合は、自動消火設備の設置に代えて、手動操作によるハロン消火設備を設置する。

また、火災時に煙の充満等により消火活動が困難とならず、かつ、中央制御室から火災の発生した火災区画まで速やかに移動し、消火活動を行うことができる火災区画は、自動消火設備の設置に代えて、可搬式消火器による消火を行うものとする。

中央制御室及びケーブル室における火災の影響軽減は、以下のとおりとする。

(i) 中央制御室

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 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルに対する火災の影響軽減

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について、盤内は狭く耐火壁により1時間の耐火能力を確保することはできないものの、可能な限り耐火テープを敷設し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30分の耐火能力を有するものを使用する。

② 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火災感知器として、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、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は、盤内に煙が滞留しない構造とすることを基本とする。盤内に煙が滞留するおそれがある制御盤等については、盤内に煙感知器を設置する。

③ 火災の早期消火

中央制御室内には、可搬式消火器として、ABC消火器に加えて、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、「4.5.3 (2) (i) ②」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、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。

(ii) ケーブル室

中央制御室の下方に位置するケーブル室は、中央制御室の制御盤等に接続するケーブルを有する。

ケーブル室においては、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、中央制御室の制御盤等に接続する箇所
でケーブルが近接することを踏まえて、適切な対策を講じるものとする。

① 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルに対する火災の影響軽減

火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルは、系列の異なる機器が火災によって同時に機能を喪失することがないように、その施工に必要な隙間を確保できる範囲において、1時間の耐火能力を有する耐火シートを電線管に敷設する。ただし、中央制御室の制御盤等に接続する狭隘部には、1時間の耐火能力を有する耐火シートの仕様から、当該耐火シートを敷設した電線管を敷設することができない。当該狭隘部については、1時間の耐火能力を確保することはできないものの、耐火能力を有する耐火テープを敷設し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30分の耐火能力を有するものを使用する。

なお、非難燃ケーブル（火災防護基準に基づく措置を講じる予定のないケーブルは、可燃性物質として取り扱う。火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルには、上記の耐火シート又は耐火テープを敷設するため、当該ケーブルは、既設の非難燃ケーブルの火災に対しても、火災の影響が軽減される。

後述するように、ケーブル室には、自動起動の固定式消火設備を設置するため、上記措置は、火災防護基準における「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。」に相当する措置となる。

② 火災の早期感知

ケーブル室には、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て設置する。

また、ケーブルの火災は、何らかの理由によってケーブルが過熱され、蓄熱して発火に至ることが主な要因であると考えられることから、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、検知装置として光ファイバ温度センサを設置する。

光ファイバ温度センサは、温度測定値が設定値を超えた場合に中央制御室に警報を発するものとする。光ファイバ温度センサの警報設定値は、ケーブル室の正常時の最高周囲温度+20℃とする。また、光ファイバ温度センサの光ファイバが断線した場合に中央制御室に警報を発するものとする。

なお、光ファイバ温度センサは、消火後の状況を確認することにも使用することができる。

③ 火災の早期消火

ケーブル室には、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と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：ケーブル室の上方の中央制御室には、運転員が常駐しているため、消火剤にハロン 1301 を使用）を設置する。

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、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。

また、当該消火設備は、複数の感知器が作動した場合に自動起動するものとする。具体的には、煙感知器又は熱感知器のいずれか2つが作動した場合に自動起動するものとする。万一、自動起動しなかった場合、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。なお、手動起動は、ケーブル室の感知器が作動する前に行う操作であり、その際には、ケーブル室内において、光ファイバ温度センサが誤作動したのではないことを確認するため、中央制御室には、手動起動装置を設置しないものとする。ケーブル室は、中央制御室の直下に位置し、中央制御室から現場（火災範囲外）には5分以内でアクセスすることができる。

④ 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを敷設する電線管内での火災

火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを封入する電線管については、電線管内で窒息消火されるよう当該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する。当該シール材は、材質（耐久性）に応じて保守点検の手順を整備する。

また、上記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、原子炉の停止を行い、その後、火災の発生場所を特定して復旧することとし、上記電線管内には光ファイバケーブルを敷設しないものとする。

なお、万一、上記電線管内で窒息消火されず、電線管の外部に延焼した場合には、①～③の対策により、火災の影響を軽減することができる。

(3) 換気設備は、他の火災区画の火、熱又は煙が火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画に悪影響を及ぼさないように、防火ダンパを設置する。当該防火ダンパを設置する換気設備のフィルタには、フィルタの延焼を防護するため、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（空気清浄装置用ろ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。

(4) 運転員が常駐する中央制御室には、火災時の煙を排気できるように、建築基準法が定める構造方法に準じた排煙設備を設置する。

なお、当該排煙設備は、中央制御室専用であるため、排気に伴う放射性物質の環境への放出を考慮する必要はない。

(5) 地下階に設置される燃料油（重油）の貯蔵タンク内のベーパーが建物内に滞留しないよう、当該タンクにはベント管を設け、ベーパーを屋外に排気できるものとする。

(6) 火災区域又は火災区画で可燃性物質を保管する場合は、原則として、建設省告示第1360号において定められた構造方法に準拠した防火性能を有する鋼製のキャビネットに収納する。

なお、鋼製のキャビネット以外で保管する場合は、「4.5.6 一般火災の影響評価」に基づき実施する一般火災の影響評価において設定した火災区画ごとの制限量を超えないように、可燃性物質の量を管理するとともに、発火源や火災防護対象機器と適切に分離されるように、米国電気電子工学会（IEEE）規格384の分離距離を参考に、可燃性物質の位置を管理する。さらに、当該可燃性物質は、不燃シートで覆うことによる火災予防措置を講じる。

4.5.5 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

以下に示す火災区域又は火災区画は、それぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講じる。

(1) ケーブル処理室

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とともに、ケーブルトレイ間は、幅0.9m、高さ1.5m未満の分離となる設計とするが、ケーブル室内に消防隊員が入室しなくとも消火が行えるよう、自動起動の固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

また、ケーブルトレイ間は、幅0.9m、高さ1.5m未満の分離となる設計とするが、「4.5.3

(2) (i)」に示す対策を講じることにより火災の影響を軽減する。

(2) 電気室

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。

(3) 蓄電池室

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。

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。

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。

(4) ポンプ室

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。

当該設置場所は、体積が大きい等、火災発生時の煙の充満により消火が困難な状況には至るおそれは小さい。ただし、消火に当たっては、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、可搬型の排煙装置を準備し、必要な場合には、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。

(5) 中央制御室等

中央制御室等（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。

また、中央制御室等の床のカーペットは、消防法施行令第4条の3に基づく防災性能を有するものとする。

(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備

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。

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ふ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。

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

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。

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。

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。

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。

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。

4.5.5 一般火災の影響評価

一般火災に対して、原子炉の安全停止が達成できることを以下により評価する。

- (i) 火災区画内における火災源の火災荷重及び燃焼率から、当該火災区画内の火災の等価時間を算出する。
- (ii) 火災区画内で想定される火災に対して、当該火災区画に設置されている火災感知設備の種類及び消火設備を確認し、火災の感知及び消火方法が適切であること、並びに隣接する火災区画への火災の伝播を評価する。
- (iii) 想定される火災による火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等への影響を確認する。

4.6 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には、火災について、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 運転要領（運転管理、保守管理、事故発生時の措置）の作成に関すること
- ・ 消防機関への通報に関すること
- ・ 消火又は延焼の防止その他公設消防隊が火災の現場に到着するまでに行う活動に関すること
- ・ 必要な要員の配置に関すること
- ・ 教育及び訓練に関すること
- ・ 必要な資機材の配備に関すること
- ・ 可燃物の管理に関すること

4.7 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

（火災による損傷の防止）

第八条 試験研究用等原子炉施設は、火災により当該試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、必要に応じて、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備（以下「消火設備」という。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

原子炉施設は、火災（ナトリウム燃焼を含む。）が発生し、これを検知した場合において、原子炉を停止する（手動スクラム）。原子炉施設は、想定される火災によっても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。

2 について

消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

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、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の全体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、設備や環境に応じて消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する。

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、設備や環境に応じて、消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する。

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。また、火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器を有しない火災区域（廃棄物処理建物）内の一部も該当する。（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。

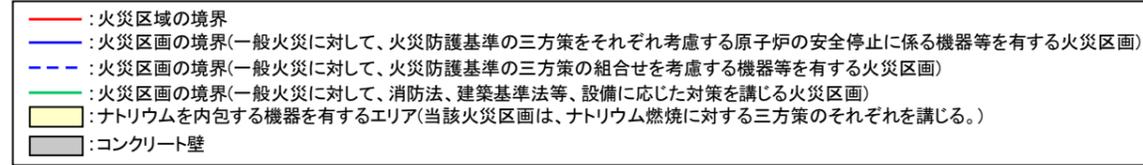
このため、SB-129 の火災により系列の異なる機器等が同時に機能を喪失しないように、以下のとおり火災の影響軽減の対策を講じる。

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



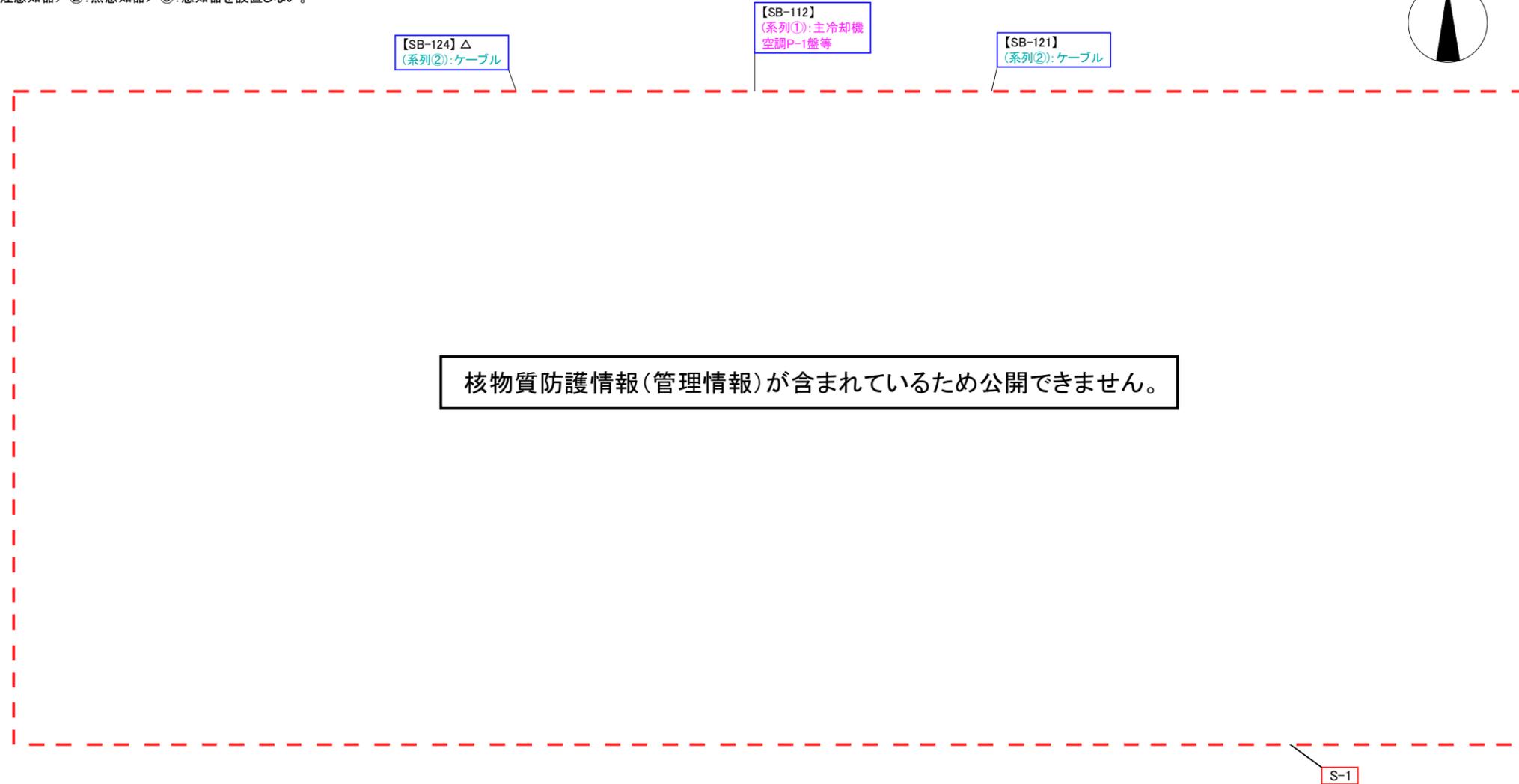
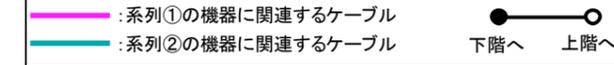
火災区域番号: S-XXX

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。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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給するものとし、十分な信頼性を確保する。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

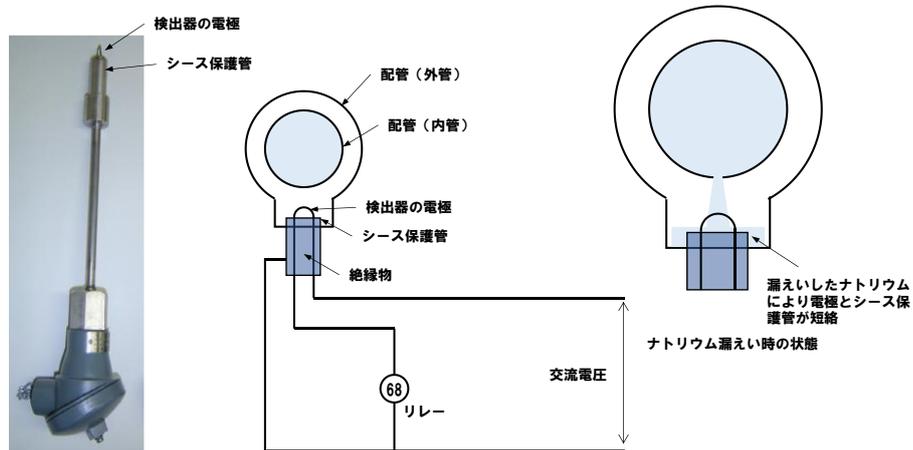
通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器は、2 つの電極が絶縁物を間にして平行に配置され、各電極とアースとの間に直流電圧が印加されており、漏えいしたナトリウムが検出器に到達すると、電極とアースが短絡されることを利用したものである。通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要を第 2.1.2 図に示す。

(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。

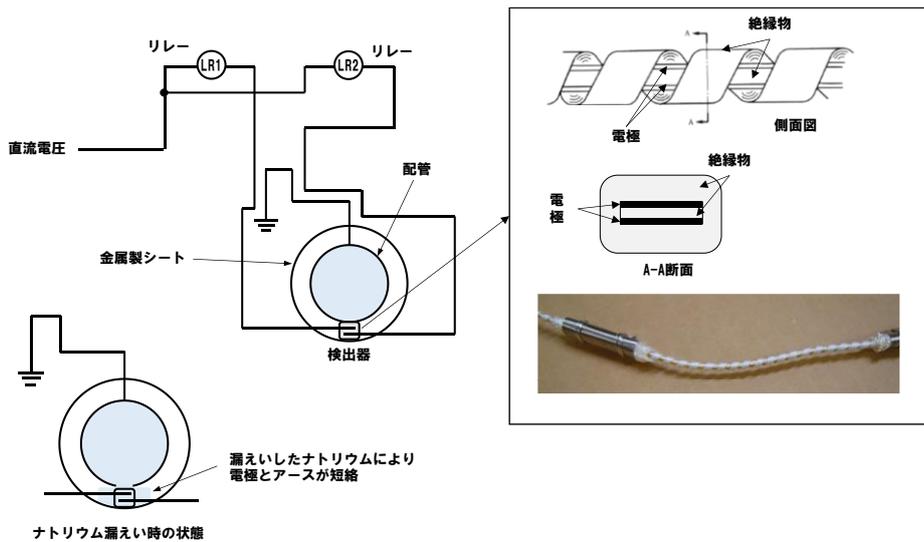
*1：警報設定値は、光の減衰率で5%と設定している。当該設定値は、煙濃度に換算すると約0.035%に相当する。ダクト内の状況により異なるが、定格運転時の状態で煙濃度0.035%は、約30g/sのナトリウム漏えいに相当する。



【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。

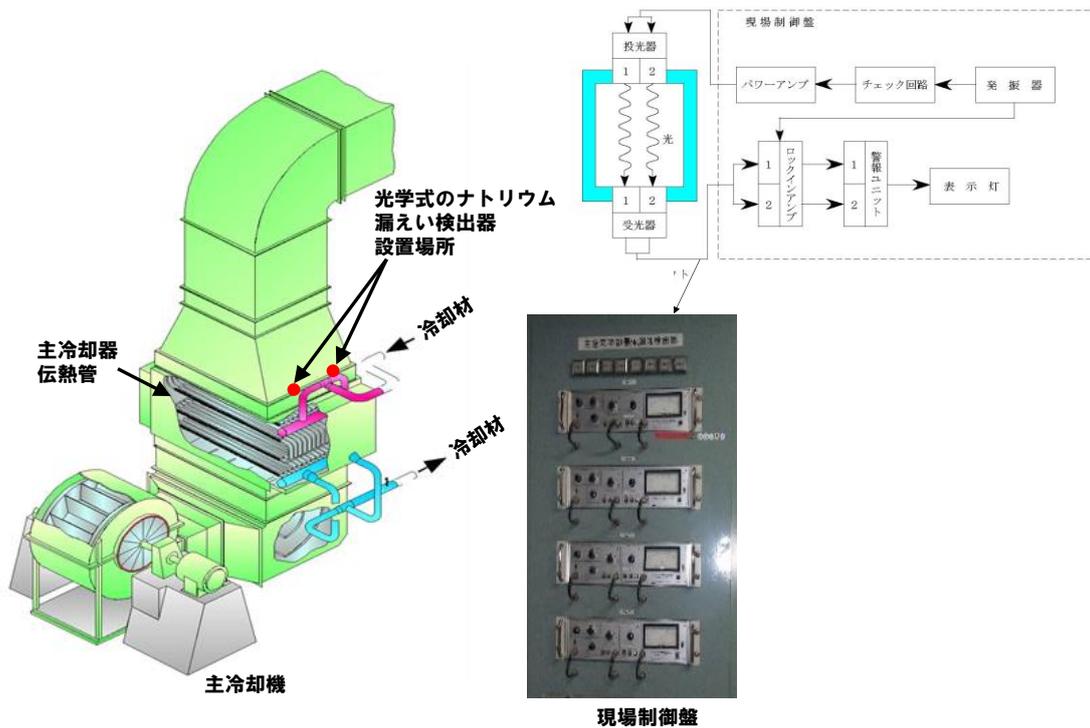
第2.1.1図 通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要



【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 光学式の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。）

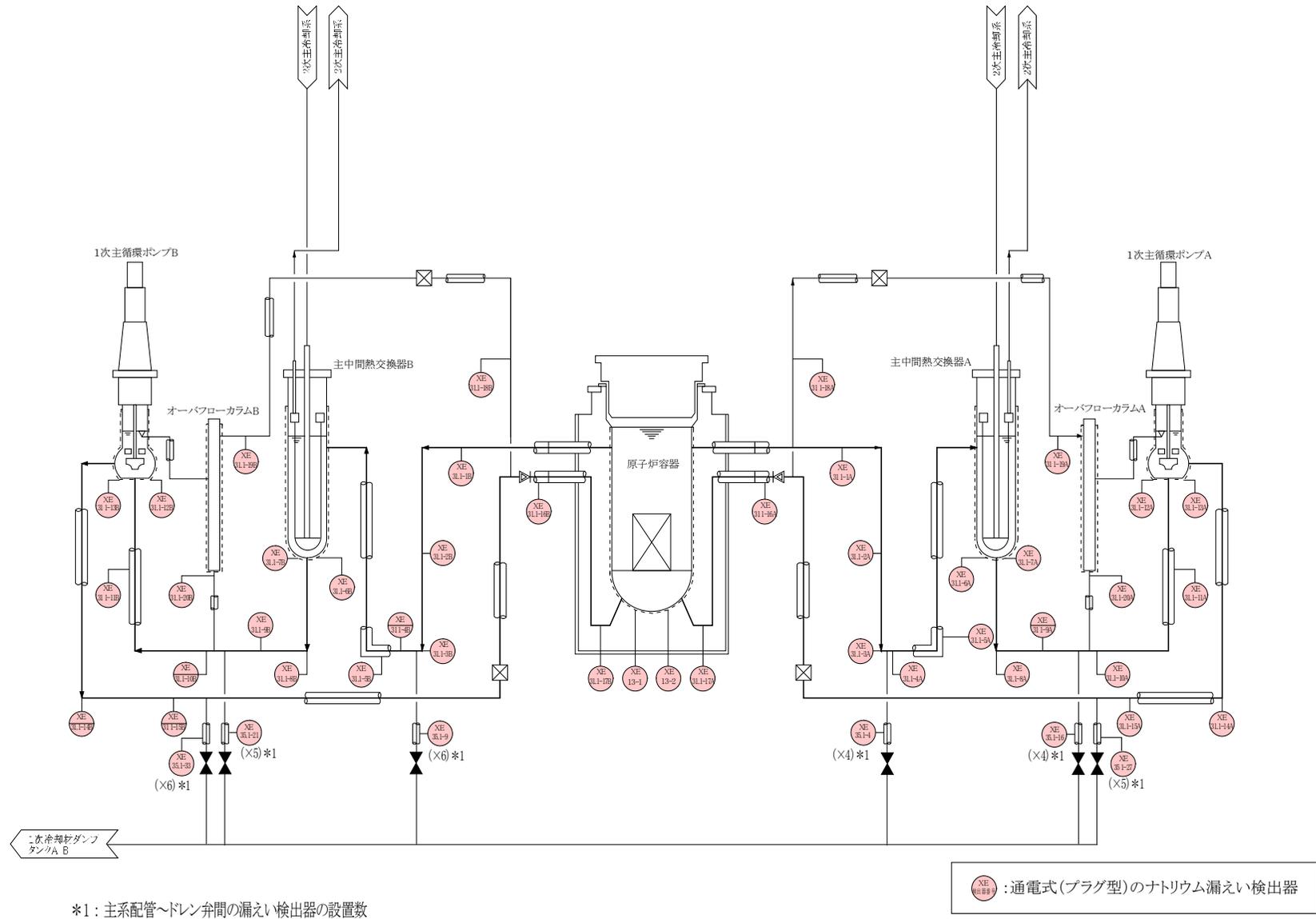
原子炉冷却材バウンダリを除き 1 次冷却材を内包する配管及び機器（容器、ポンプ及び弁）にあっては、配管部からの漏えいも検知できるように配管等の外側に金属製のシートを敷設し、金属製のシートの内側に通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の検出部を設置する。

(3) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器を除く。）

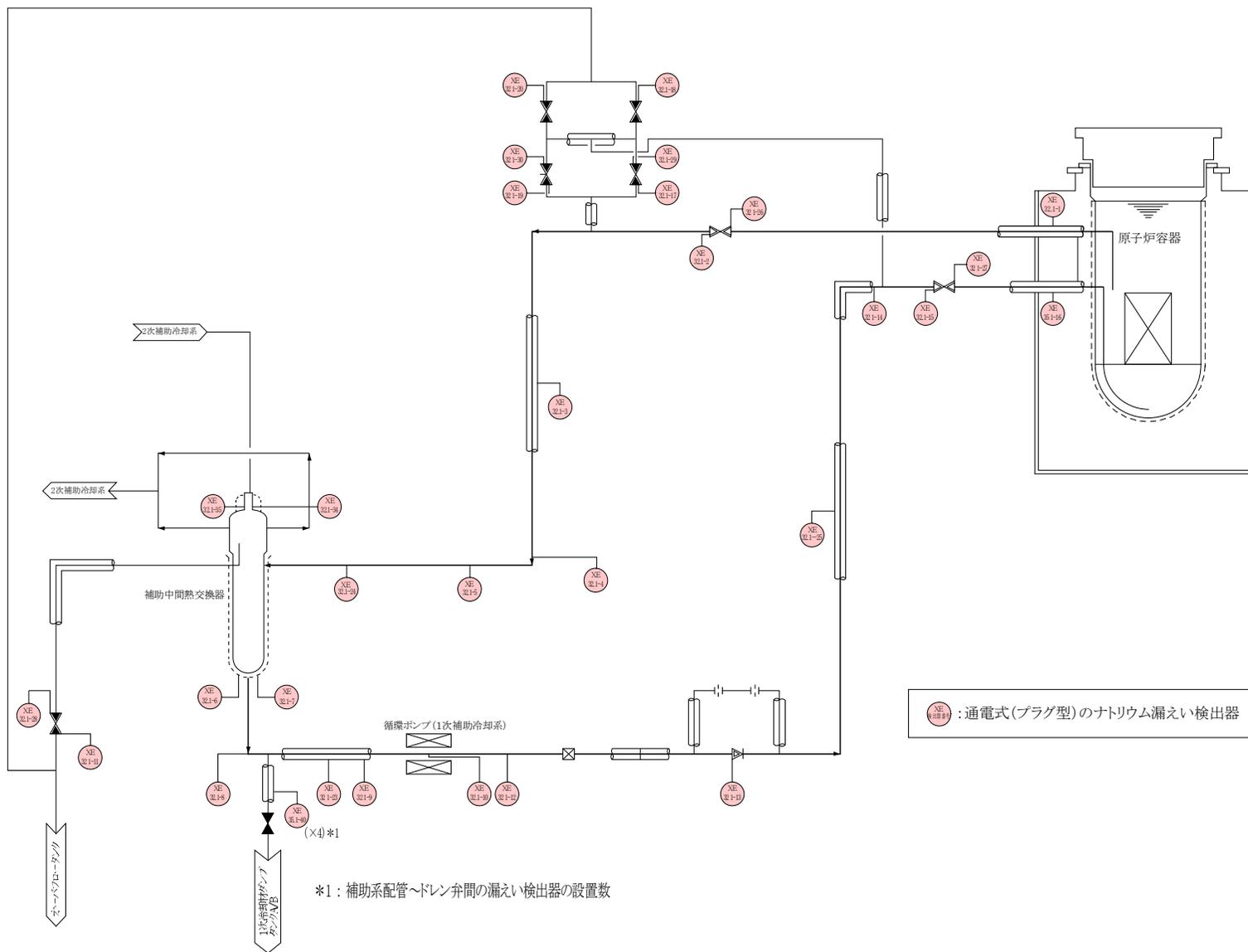
2 次冷却材を内包する配管及び機器（主冷却器及び補助冷却器を除く。）にあっては、漏えいの可能性が相対的に高い配管のエルボ部の配置も考慮した上で、適切な間隔で配管と金属製のシートの間に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。また、構造上、漏えいの可能性が相対的に高いベローズ構造を有する弁のベローズ部には通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。第 2.2.3 図に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の設置の概念図を示す。

(4) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器）

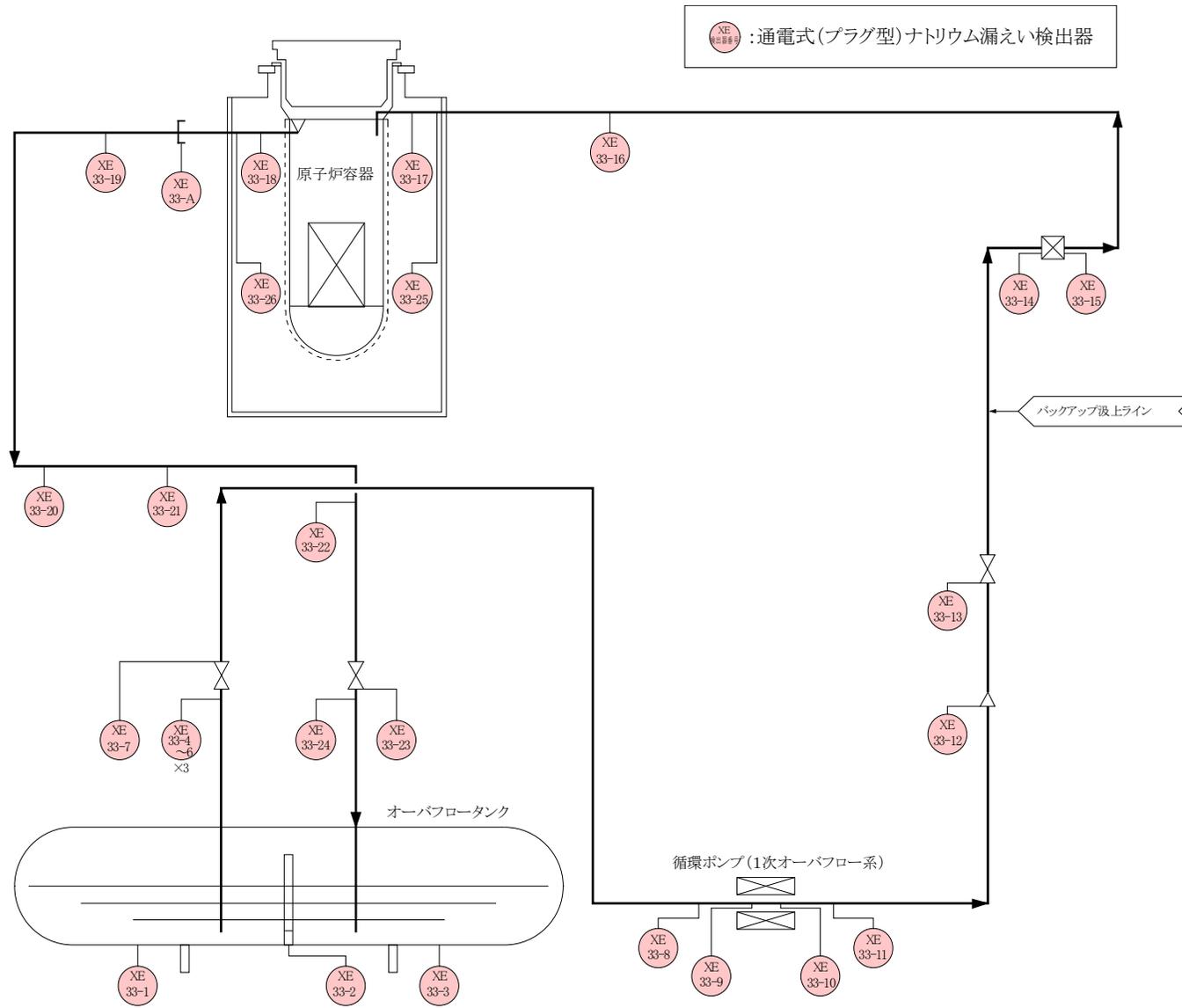
主冷却器及び補助冷却器の伝熱管は、その機能上、外気と直接接触する。当該構造に鑑み、主冷却器及び補助冷却器の出口ダクトに光学式のナトリウム漏えい検出器を配置する。



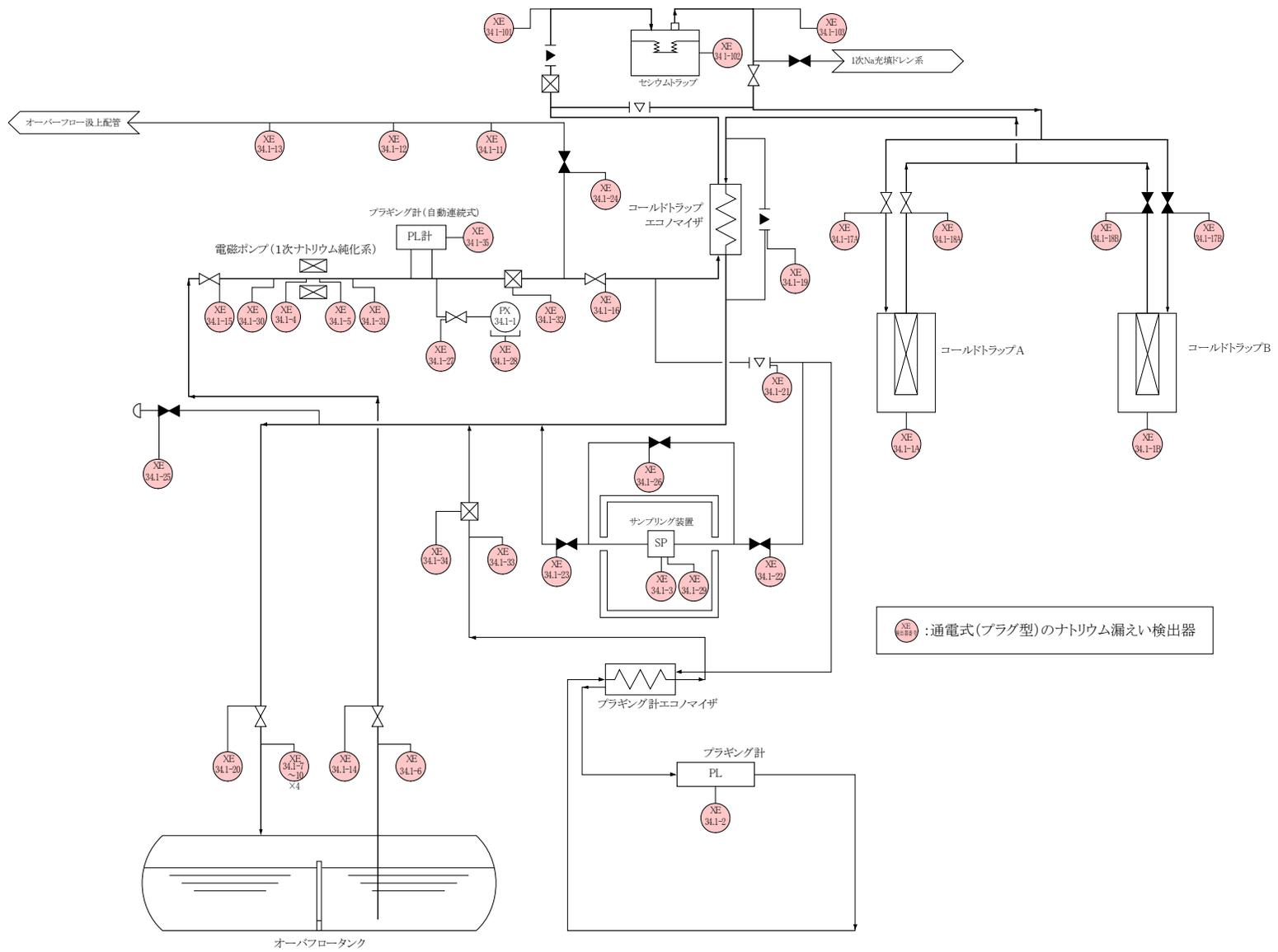
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (1/9 : 1次主冷却系)



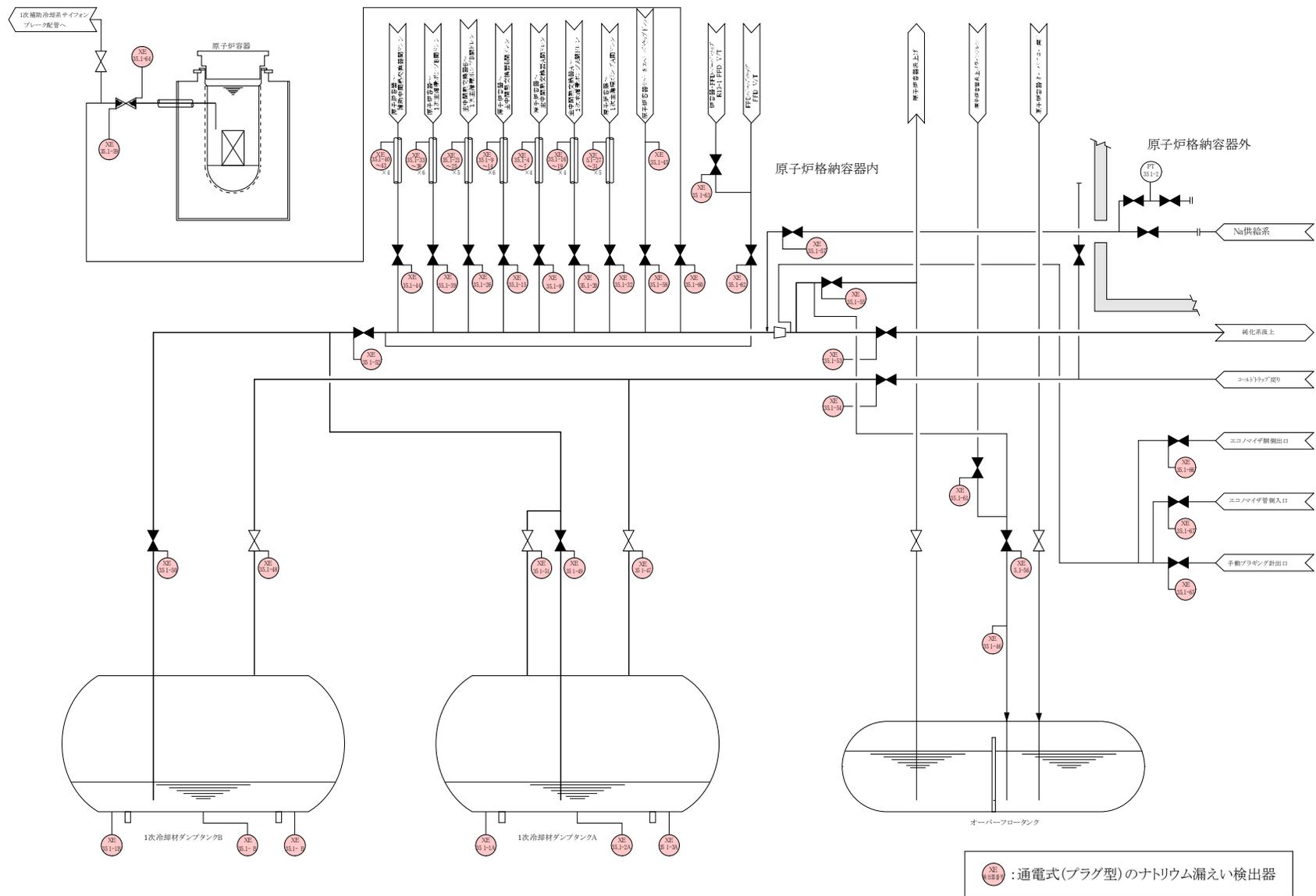
第 2. 2. 1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (2/9 : 1 次補助冷却系)



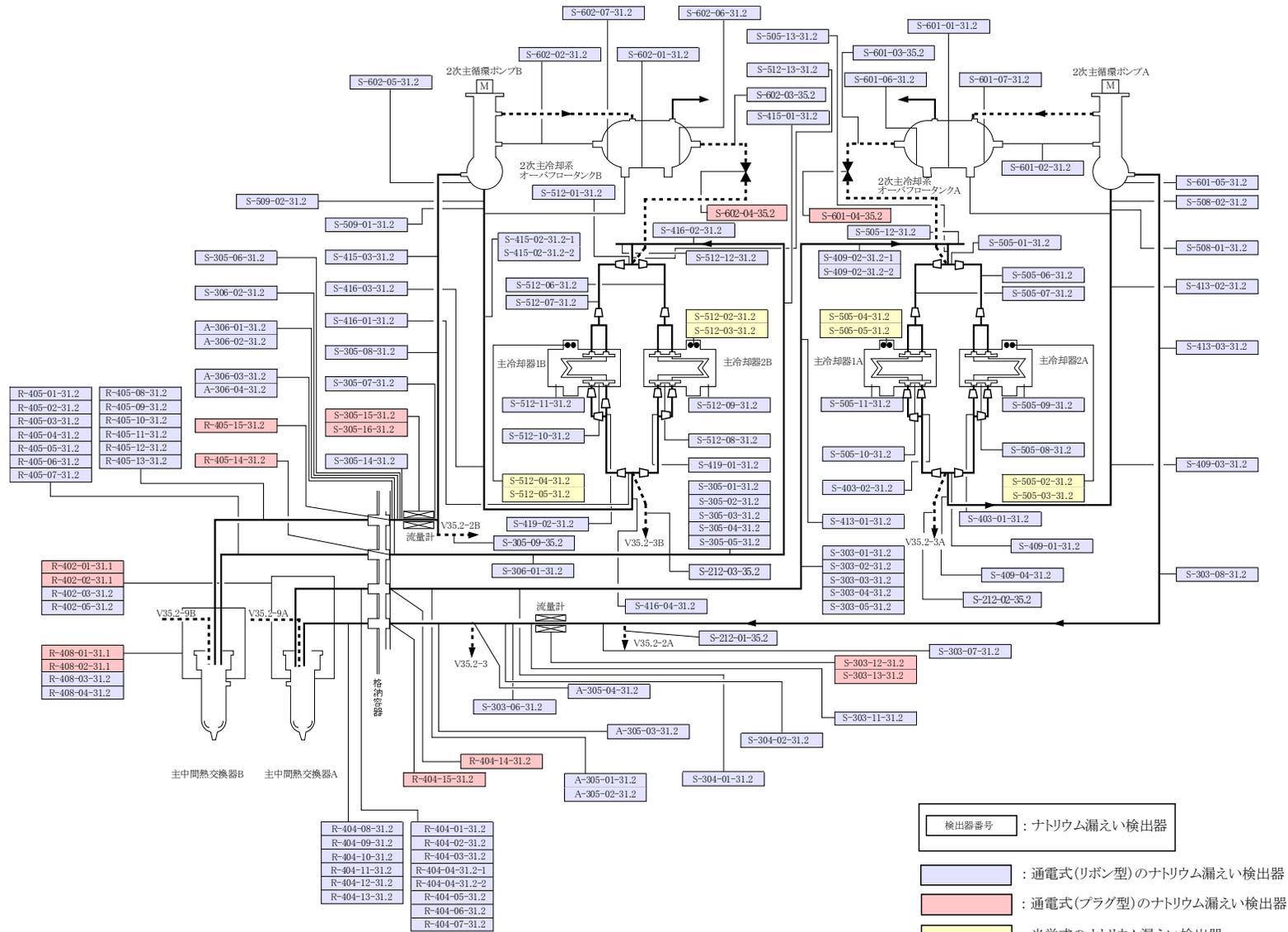
第2.2.1図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (3/9: 1次オーバフロー系)



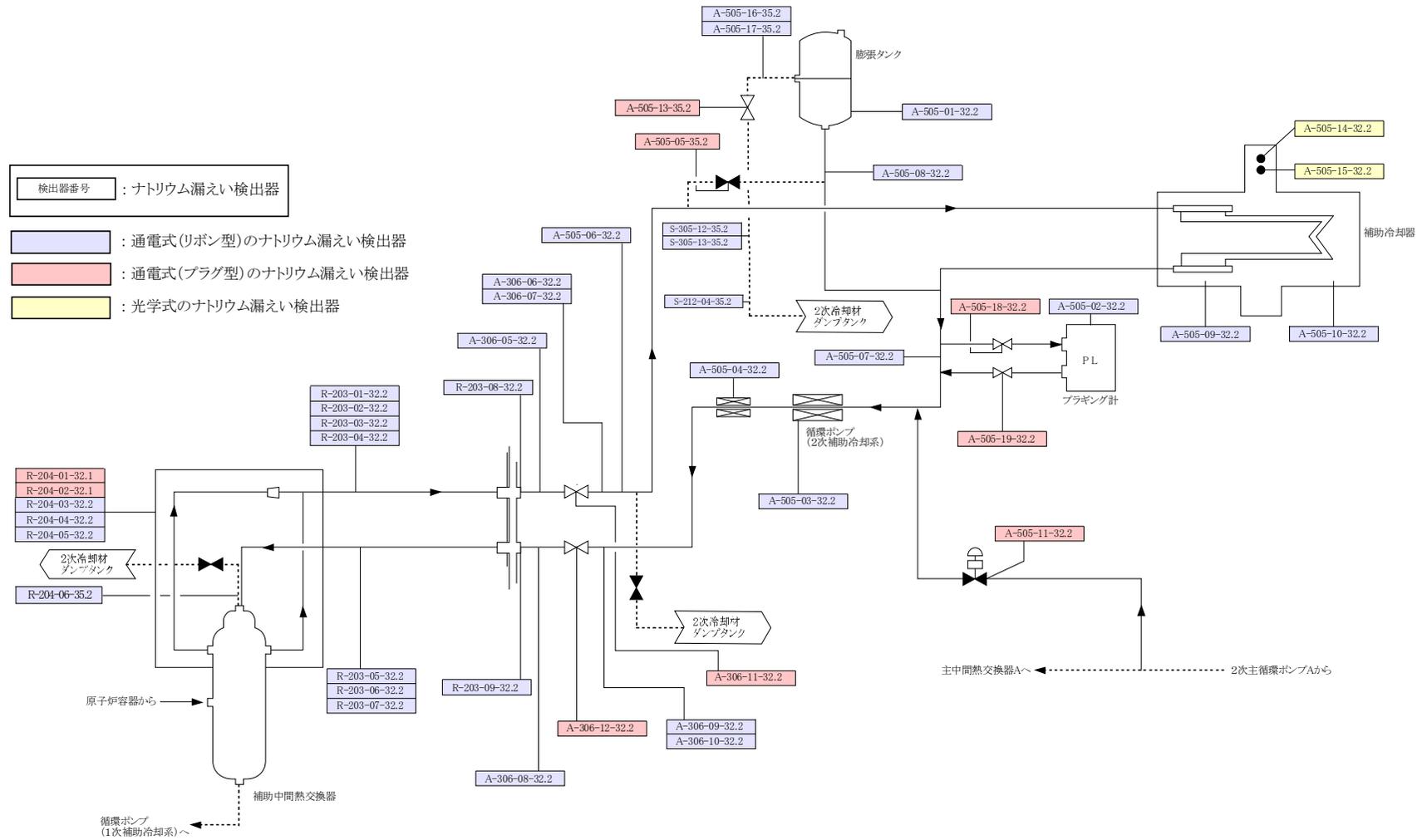
第 2. 2. 1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (4/9 : 1次ナトリウム純化系)



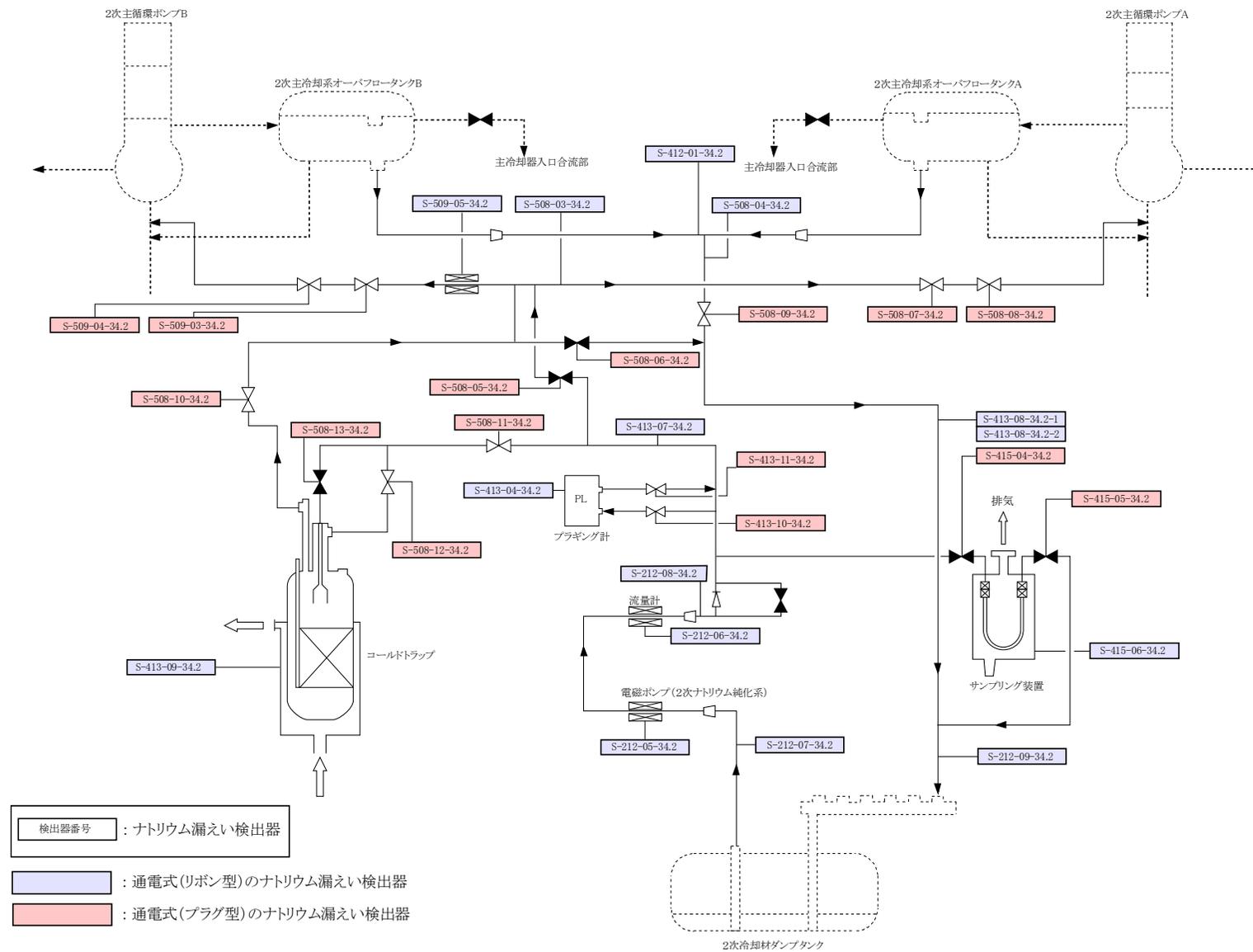
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (5/9 : 1次ナトリウム充填・ドレン系)



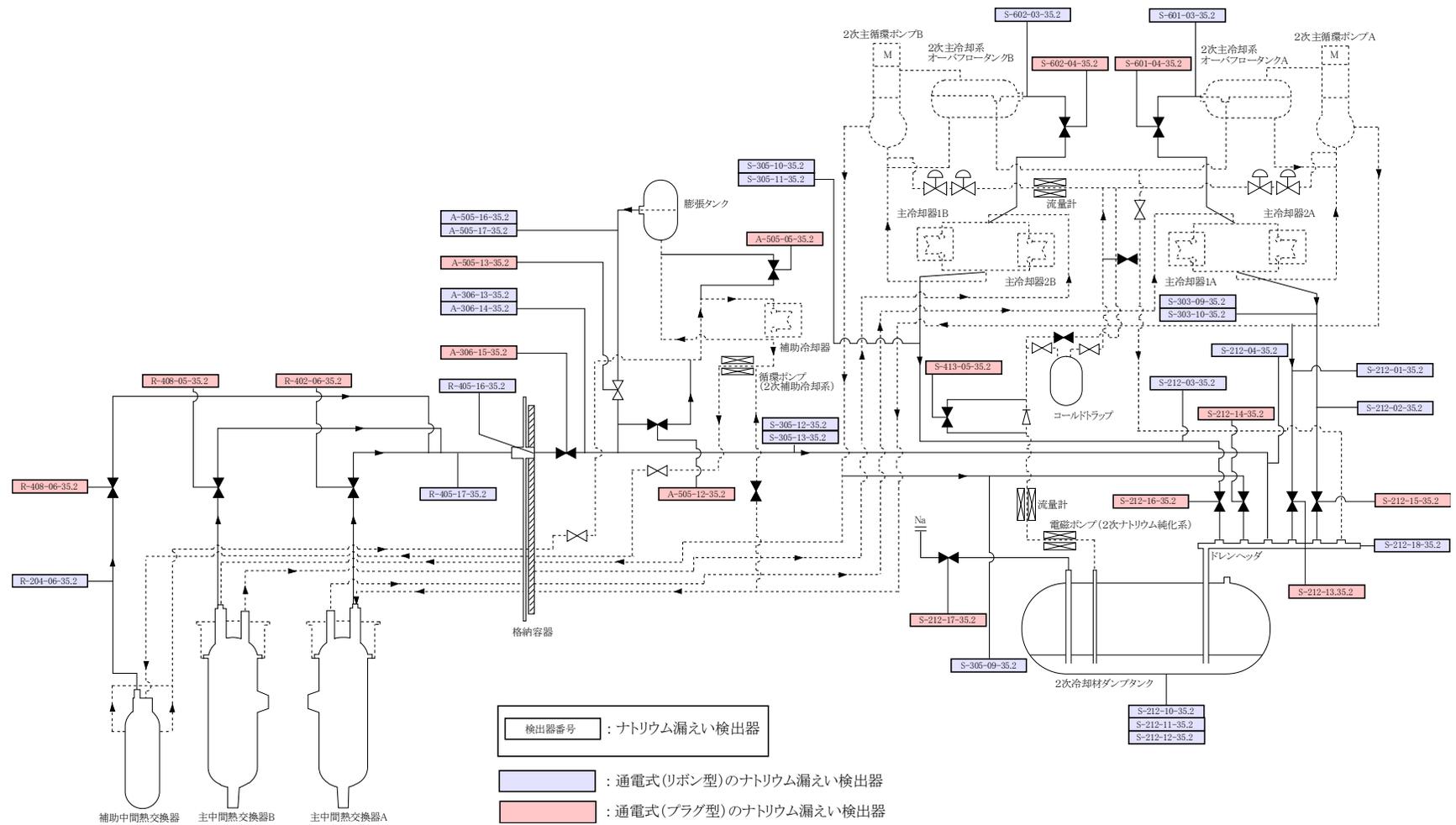
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (6/9 : 2次主冷却系)



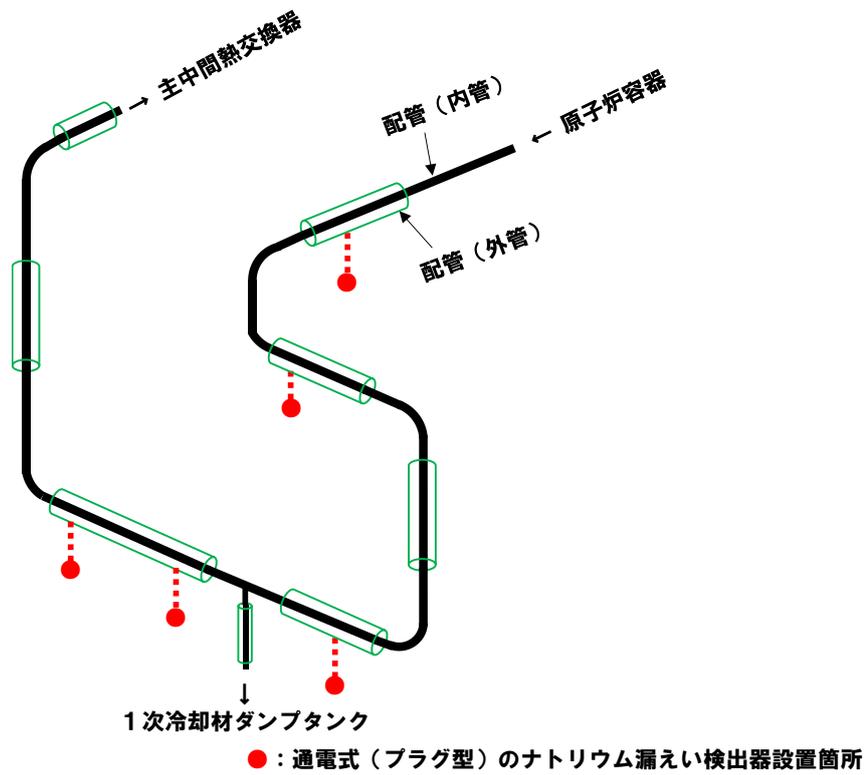
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (7/9 : 2次補助冷却系)



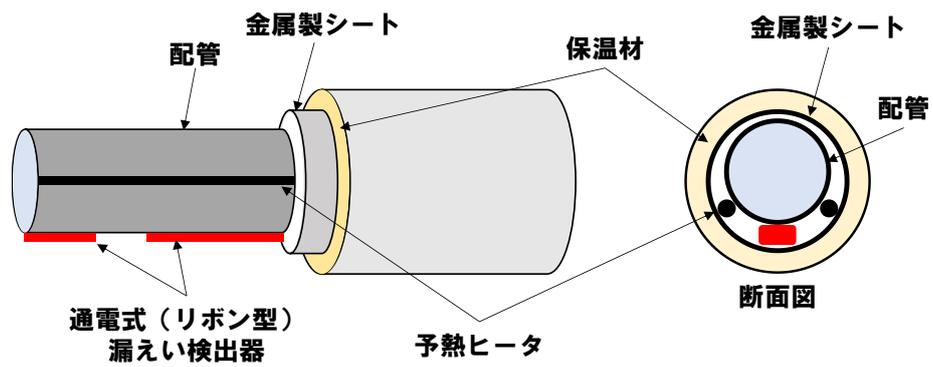
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (8/9 : 2次ナトリウム純化系)



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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

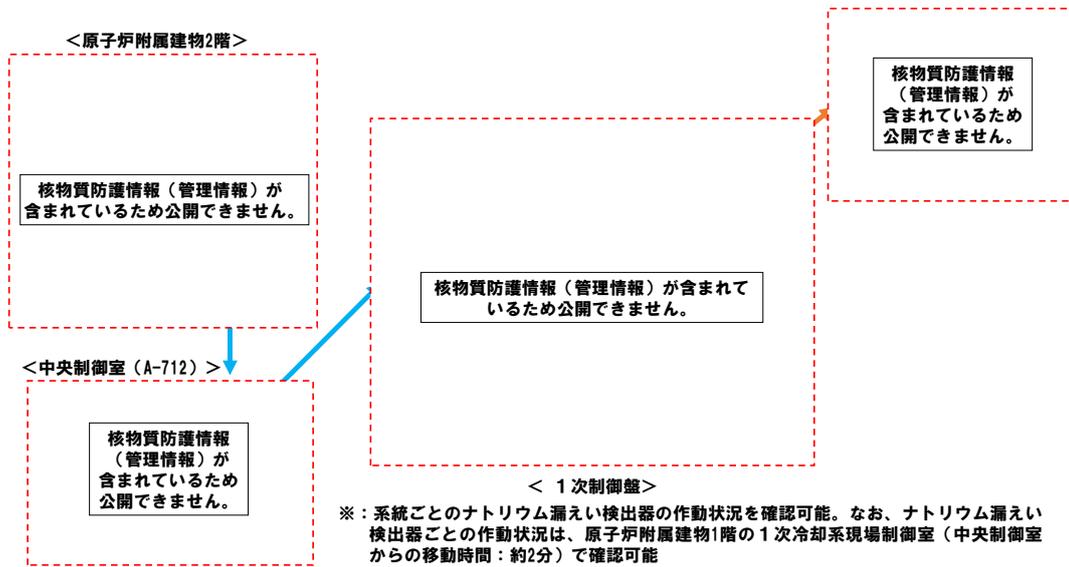
2.6 中央制御室における監視

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。

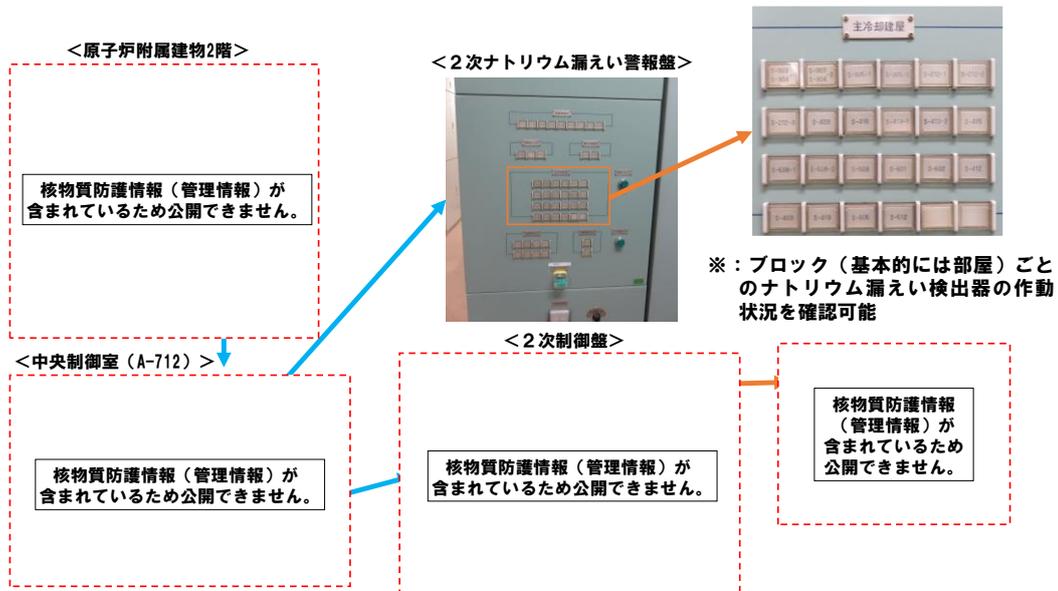
1次冷却材の漏えいが発生した場合には、中央制御室の「1次制御盤」において、警報の発生を確認した後、同盤により、ナトリウム漏えい検出器の作動した場所（系統）を確認できる。中央制

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、ナトリウム燃焼により生じるナトリウムエアロゾル、ナトリウムエアロゾル特有の刺激臭の有無により行う。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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給するものとし、十分な信頼性を確保する。

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。

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

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℃であり、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものを使用することにより、その凍結を防止する。第5.1図に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を示す。

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、消火器ケースを用いる等の転倒防止措置を講じる。



第 5.1 図 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

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・落下し破損しないように、消火器ケースを用いる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

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ポンプ
- ・ 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、シール材の主な仕様を添付 2 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

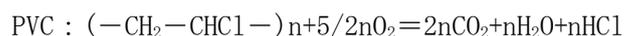
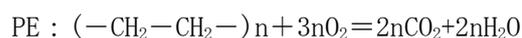
核計装に用いるケーブルについて、ケーブルの燃焼に必要な空気量から難燃ケーブルと同等の延焼性を確保するために必要な電線管の長さについて評価する。

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 1.5m 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。

シール材の主な仕様

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、シール材の主な仕様について示す。

2. シール材の主な仕様

シール材は、常温では硬化しにくく、亀裂等を起こさず、長時間にわたり適度な柔らかさを維持し、以下の特性を有するものを使用する。

(1) シール性

シール材は、常温で硬化しにくく、長時間にわたり適度な柔らかさが確保される性質で、火災の影響を受けると加熱発泡により膨張する特性を有するものを使用する。

(2) 施工

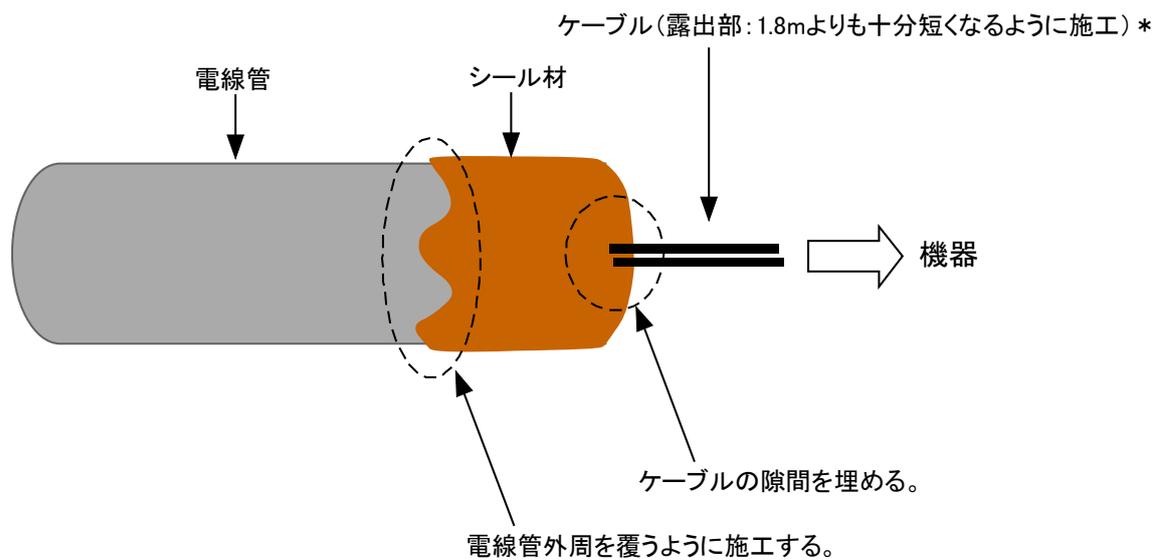
シール材は、ケーブルの隙間を埋めるとともに、電線管外周を覆うように施工することで、隙間が生じないものとする。

なお、電線管の敷設に当たって、機器に接続する部分は、可能な限り露出しないようにする（露出部の長さは、1.8m よりも十分に短いものとする。）。火災の影響軽減を目的に、露出部には耐火テープを敷設する場合がある。シール材の施工の概念図を第 2.1 図に示す。

電線管内において火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管外より高くなり、電線管外から燃焼が継続できる酸素の流入が生じるおそれはない。

3. シール材の保守・点検

シール材の劣化が進むと、発泡効果が低下し酸素遮断効果が低下するため、電線管の密閉性が低下し酸素不足による延焼防止効果が期待できなくなる。このため、シール材は、材質（耐久性）に応じて保守点検の手順を整備する。



*:火災の影響を軽減する措置を講じることを目的に、露出部に耐火テープを敷設する場合がある。

第 2.1 図 シール材の施工の概念図

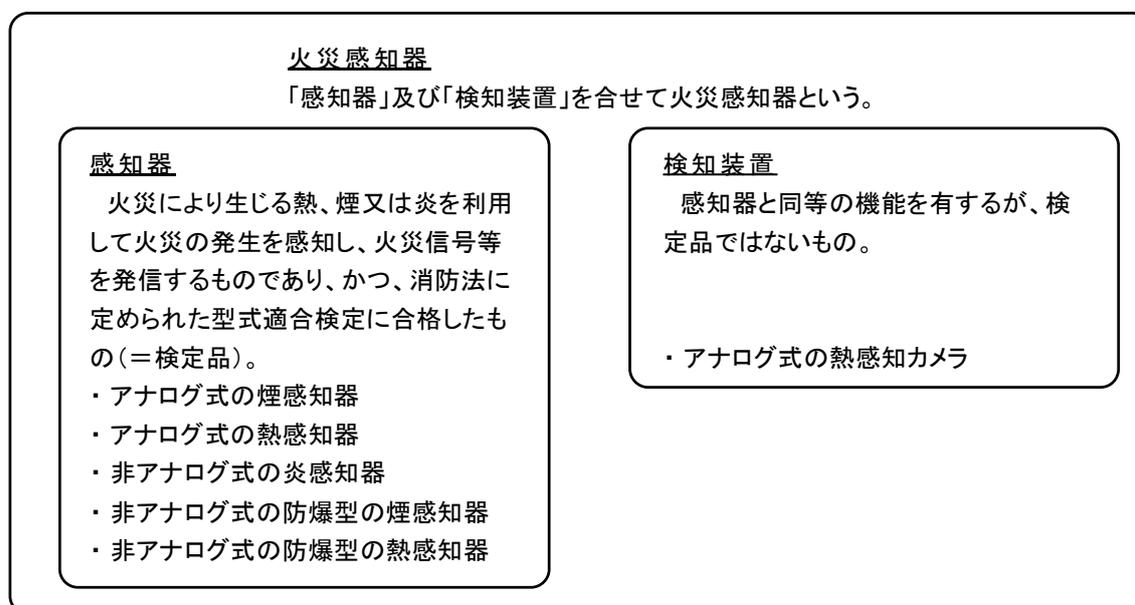
火災感知設備について

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の一例を第 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（床上）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域又は火災区画は、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域又は火災区画のうち、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】」

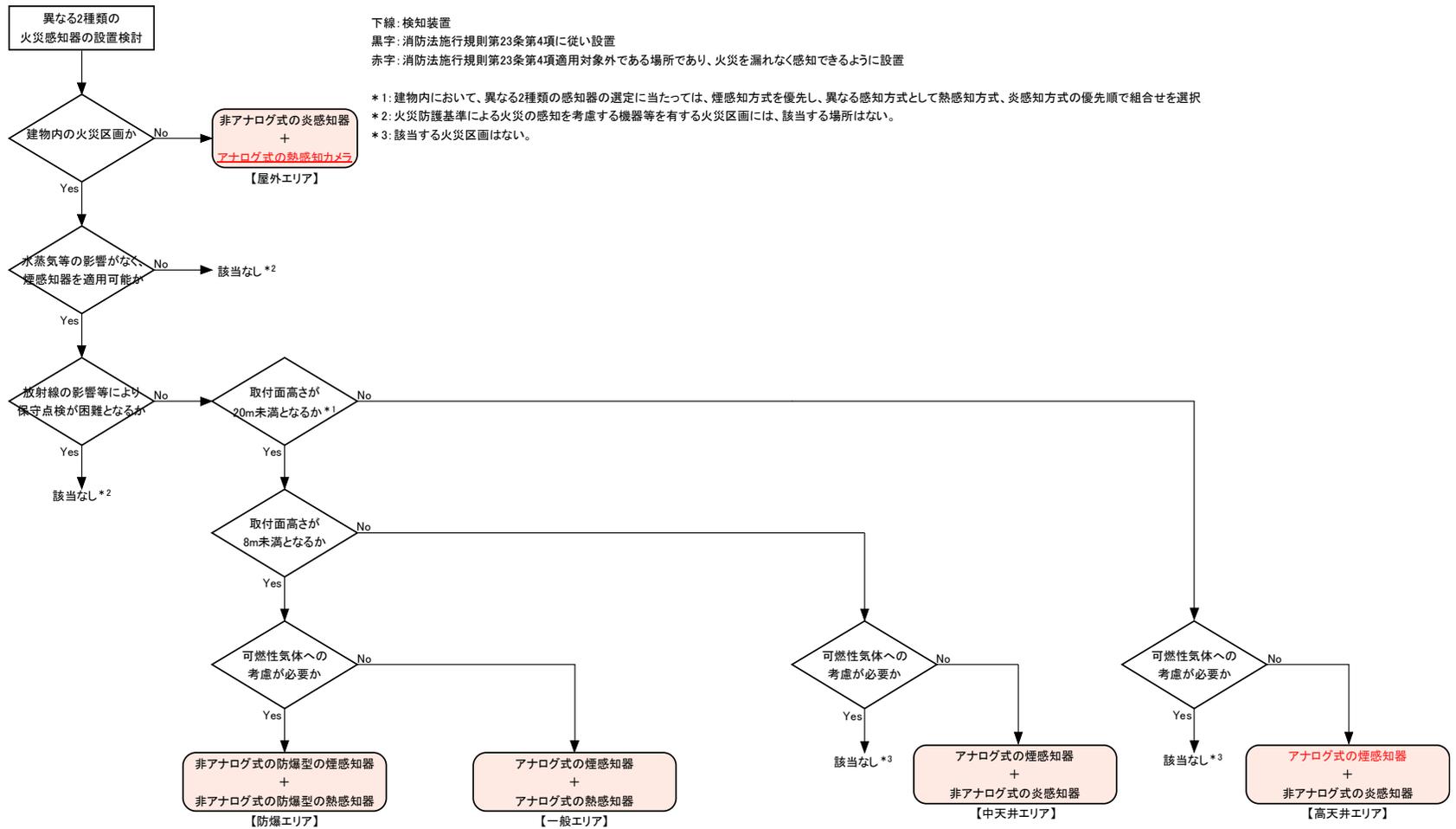
ii) 火災感知器を設置しないエリア

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3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 4 に示す。）
- ・ 廃棄物処理建物の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」（廃棄物処理建物の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」における火災感知器の取扱いを添付 5 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の一例

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）を温度信号に変換し、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。

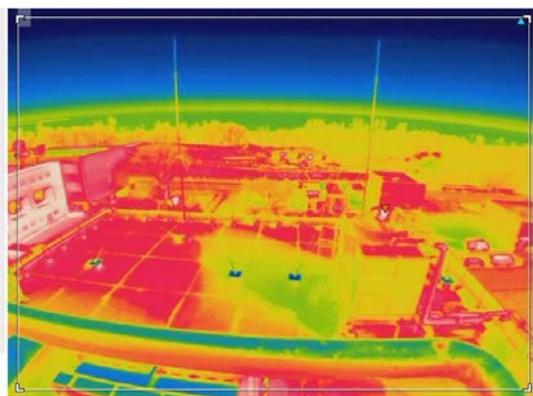
熱感知カメラの温度マップのイメージを第2.2.3.1図に示す。

(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)

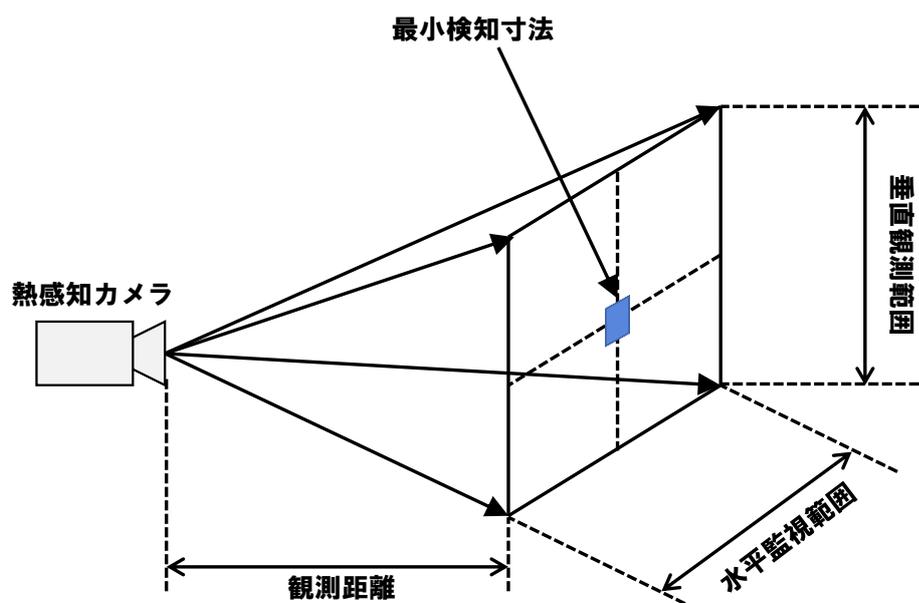


(可視画像)



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

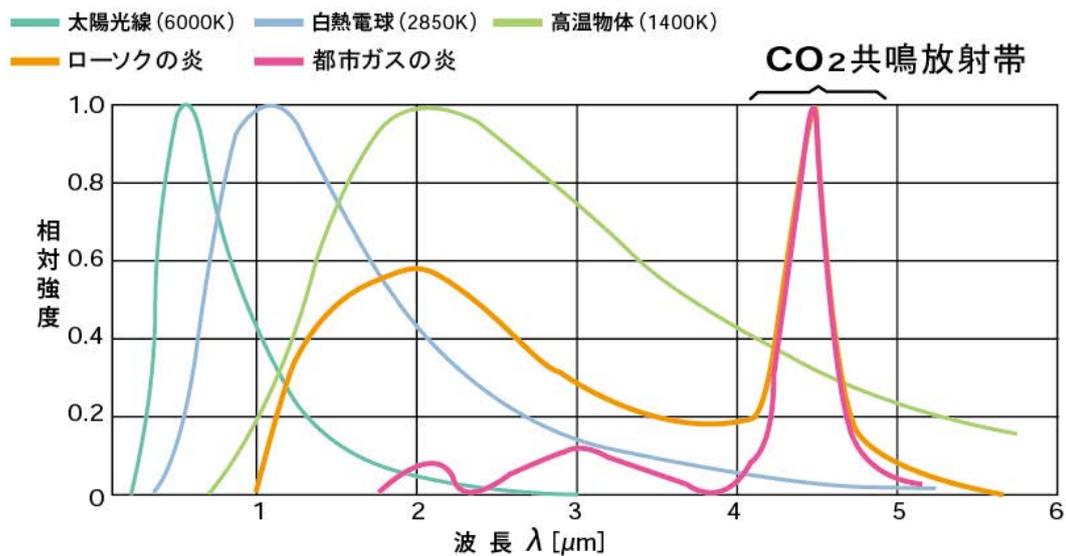
炎感知器には、赤外線を感知する方式と紫外線を感知する方式の2種類があるが、炎特有の性質を検出することによって誤作動が少ない赤外線方式を使用する。

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。

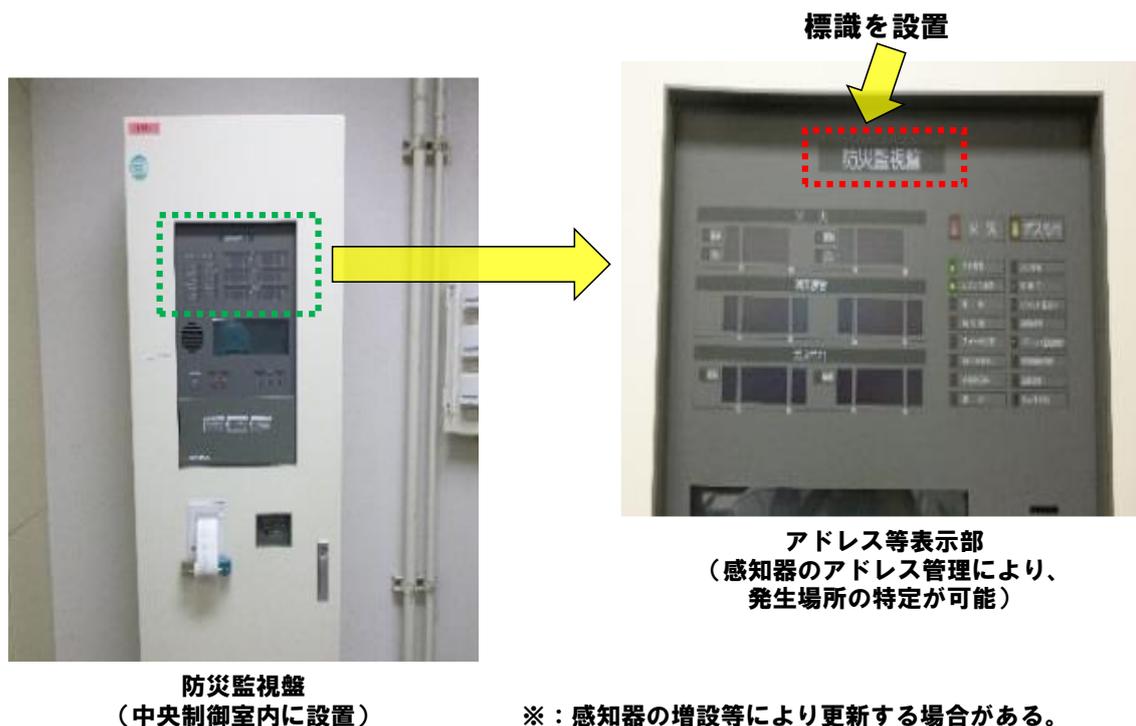
3. 受信機

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、蓄電池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、公設消防への通報又は初期消火活動が必要と判断した場合
- ・ 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。

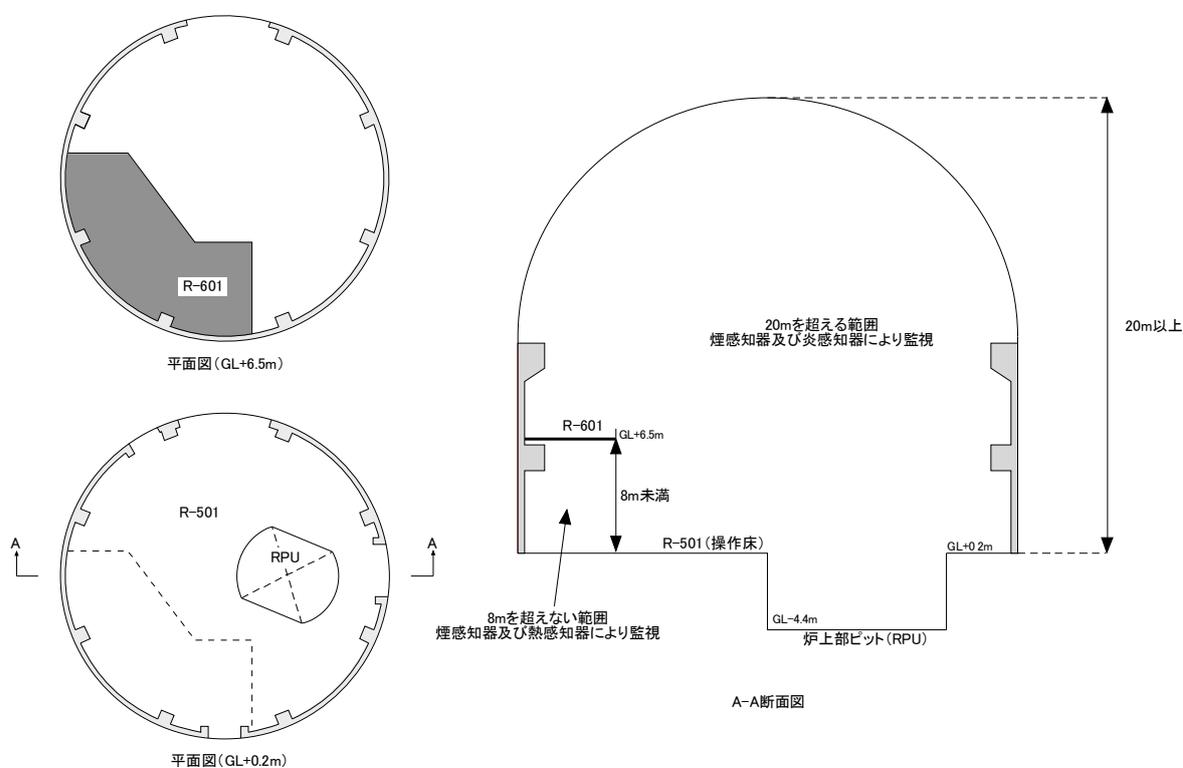
格納容器（床上）の高天井エリアにおける火災感知器の設置方法

1. 概要

格納容器（床上）に属する火災区画のうち、天井（格納容器頂部）までの高さが 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項に定められる熱感知器及び煙感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるエリア（高天井エリア）を含む火災区画における火災感知器の設置方法について示す。

高天井エリアを含む火災区画には、RB-501（炉上部ピット（RPU）、操作床（R-501）及びコントロールセンタエリア（R-601）を含む火災区画）が該当する。当該火災区画の概要を第 1.1 図に示す。

なお、R-501 のうち、R-601 の下方は、天井までの高さが 8m 未満となり、当該部については、消防法施行第 23 条第 4 項に従いアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を設置する。



第 1.1 図 格納容器（床上）の高天井エリアの概要

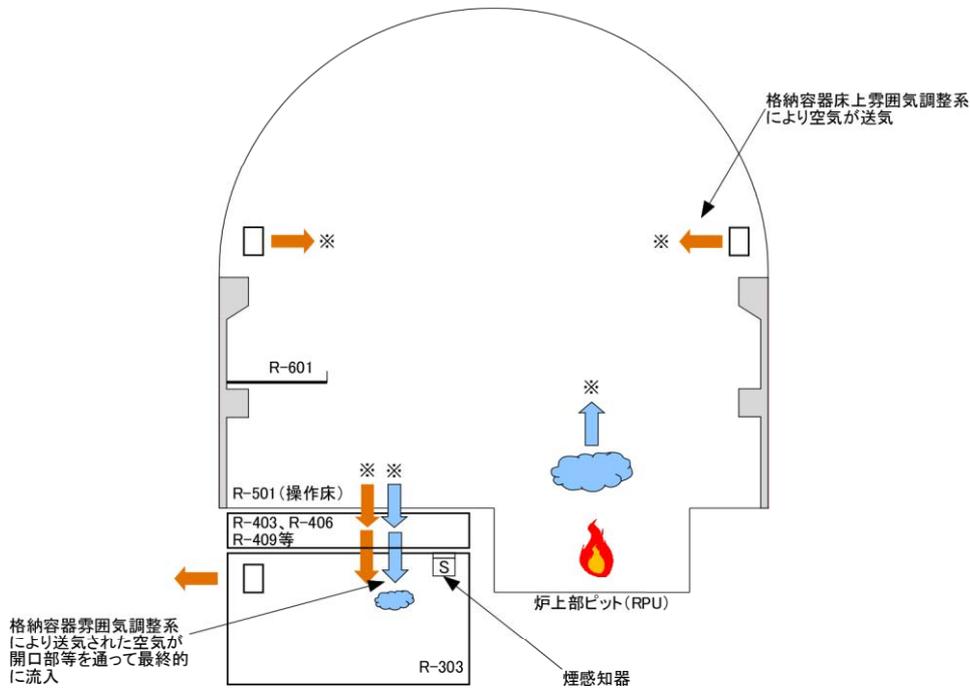
2. 火災感知器の設置方法

高天井エリアは、非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に従い設置するとともに、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用範囲を超えるものの、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、煙を有効に感知可能であり、かつ、保守点検に支障のない箇所にアナログ式の煙感知器を設置する。

(1) 換気空調設備の運転状態に応じた空気の流れを踏まえた設計

① 格納容器床上雰囲気調整系運転時

格納容器床上雰囲気調整系運転時は、格納容器の上部に空気が送気され、最終的に、「東側バルブ操作室（R-303）」に流入し排気される。格納容器床上雰囲気調整系運転時において、RB-501 の火災によって発生した煙を有効に感知するため、「東側バルブ操作室」にアナログ式の煙感知器を設置する。格納容器床上雰囲気調整系運転時の煙の流動の概略図を第 2.1 図に示す。



第 2.1 図 格納容器床上雰囲気調整系運転時の煙の流動の概略図

② 格納容器床上雰囲気調整系停止時

格納容器床上雰囲気調整系停止時は、「東側バルブ操作室」への煙の流入が見込めないため、火災の熱によって生じる上昇気流等による煙の流動を踏まえた設置とする。

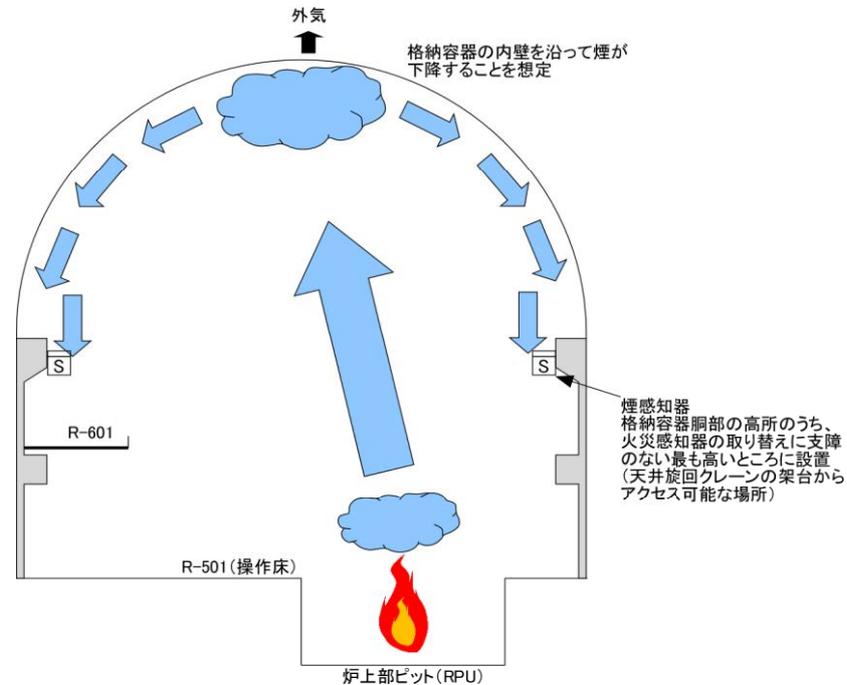
(2) 格納容器床上雰囲気調整系停止時における火災の規模に応じた煙の流動を踏まえた設計

格納容器床上雰囲気調整系停止時のRB-501の火災について、火災の規模に応じて3つに分類し、それぞれの煙の流動を踏まえ、火災によって生じた煙を有効に感知するため、以下のとおりアナログ式の煙感知器（設置個数は、操作床（炉容器ピットを含む。）の床面積に対して、取付面高さ4m以上20m未満における煙感知器1個当たりの感知面積に応じて設定）を設置する。

① 大規模な火災

大規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により格納容器の頂部（格納容器の頂部（円筒部）は、外気と直接接する。）まで煙が上昇し、その後、格納容器の内壁により冷却され、周囲の空気との密度差による自然対流で格納容器の内壁に沿って煙が下降することを想定する。大規模な火災時の煙の流動の概略図を第 2.2 図に示す。

格納容器の頂部から格納容器の内壁に沿って煙が下降していくことから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の高所のうち、火災感知器の取換えに支障のない最も高いところ（天井巡回クレーンの架台からアクセス可能な場所（GL+約 12m））に格納容器の内壁に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。

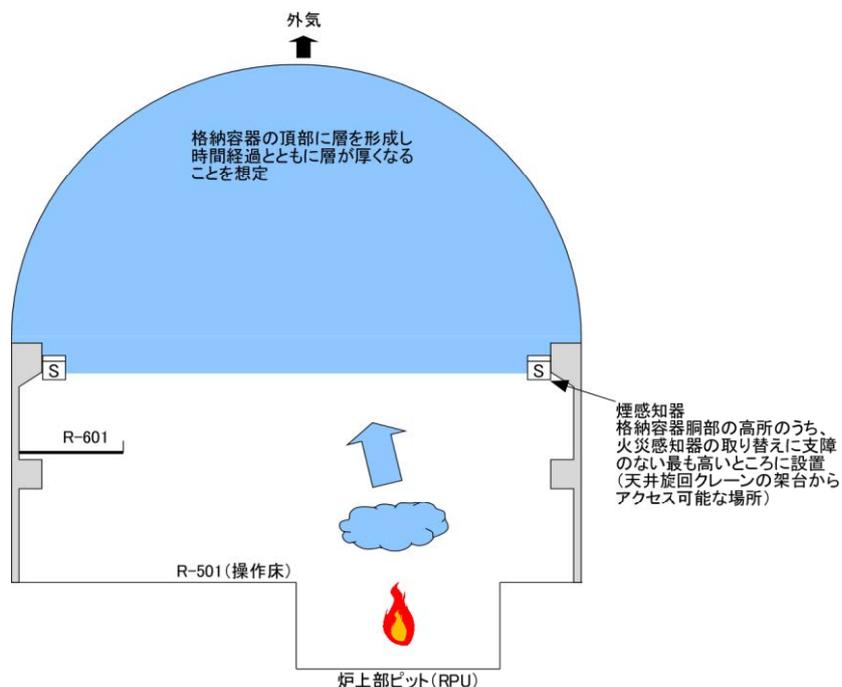


第 2.2 図 大規模な火災時の煙の流動の概略図

② 中規模な火災

中規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により格納容器の頂部まで煙が上昇し、頂部において平衡状態となり、その後、頂部に留まる煙の層が時間経過とともに厚くなることを想定する。中規模な火災時の煙の流動の概略図を第 2.3 図に示す。

格納容器の頂部から煙の層が厚くなっていくことから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の高所のうち、火災感知器の取換えに支障のない最も高いところ（天井巡回クレーンの架台からアクセス可能な場所（GL+約 12m））に格納容器の内壁に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。



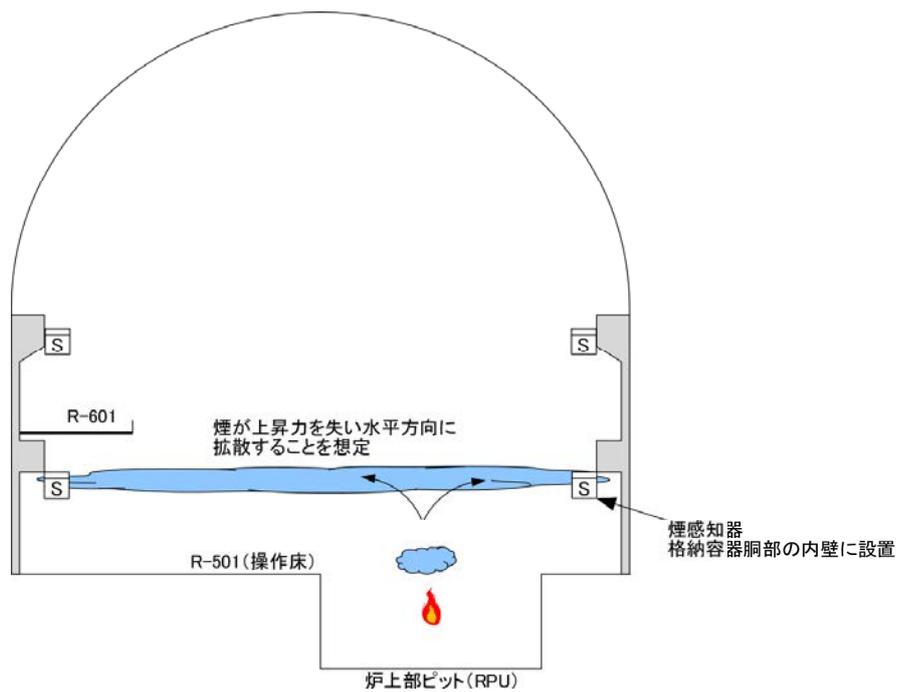
第 2.3 図 中規模な火災時の煙の流動の概略図

③ 小規模な火災

小規模な火災では、火災の熱によって生じる上昇気流が周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、煙が格納容器の頂部まで上昇する前に水平方向に拡散する流れが優位となることを想定する。小規模な火災時の煙の流動の概略図を第 2.4 図に示す。

R-501 又は RPU における小規模な火災により水平方向に拡散した煙は、格納容器の胴部（低所）で滞留することから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の格納容器の内壁（GL+約 5m の位置）に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。

R-601 における小規模な火災により水平方向に拡散した煙は、格納容器の胴部（高所）で滞留することから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の格納容器の内壁（GL+約 12m の位置）に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。



第 2.4 図 小規模な火災時の煙の流動の概略図

廃棄物処理建物の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」における火災感知器の取扱い

1. 概要

廃棄物処理建物内における濃縮液タンク室等の高濃度の放射性液体廃棄物が入るタンクの設置室は（以下「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」という。）、「常陽」の燃料洗浄廃液を受入れ後、室内の放射線量が高くなり、人の立入りが制限される。また、固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫Bは、高濃度の放射性液体廃棄物（濃縮廃液）の固化体を取り扱い、保管収納するエリアのため室内の放射線量が高く、人の立入りが制限される。当該室に火災感知器を設置した場合、火災感知器の点検を行うことができず、その機能を維持・管理することができない。

上記より、当該室には火災感知器を設置することができない。

火災感知器を設置することができない「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」、「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」に対する火災感知器の取扱いの考え方を示す。

「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」、「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」の配置を第 1.1 図に示す。

2. 各室の概要

(1) 濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室

濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室には、タンク室（濃縮液タンク室、調整タンク室、受入れタンク室A及びB、逆洗液タンク室、ドレンサンプタンク）、蒸発缶室、蒸発缶前室が該当する。これらの概要を以下に示す。

・「タンク室」

タンク室は、高濃度廃液を収納するタンクが設置される部屋であり、コンクリート遮蔽壁と遮蔽扉で囲まれ、金属製タンクと配管、バルブ類が設置されている。

・「蒸発缶室及び前室」

蒸発缶室は、コンクリート遮蔽壁と遮蔽扉で囲まれ、蒸発濃縮処理装置を構成する蒸発缶、凝縮器、接続配管、バルブ類が設置されている。蒸発濃縮処理装置は、高濃度廃液を蒸気で加熱、蒸発濃縮し、廃液を減容する設備である。

(2) 固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B

固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫Bの概要を以下に示す。

・「固化処理室（B）」

固化処理室（B）は、コンクリート遮蔽壁と遮蔽扉で囲まれ、金属製の固化装置及び廃液供給配管系統が設置されている。固化装置は、高濃度廃液の濃縮液をガラス添加剤とともに加熱溶解し、ガラス状の固化体にする設備である。加熱にはマイクロ波を使用しており、その発生装置は隣接する固化処理室（A）に設置されている。

なお、固化処理室（A）には火災感知器を設置している。

・「固体廃棄物B貯蔵庫B」

固体廃棄物B貯蔵庫Bは、コンクリート遮蔽壁と遮蔽扉で囲まれ、金属製の固化体収納体及びろ過器フィルタ収納体の貯蔵ラック、遠隔取扱い用のマニピュレータ、鉛遮蔽窓が設置されている。固体廃棄物B貯蔵庫Bは、金属製の固化体と金属容器に収納されたフィルタ（ろ過器用の使用済み中空糸膜フィルタ）を廃棄物管理施設に払い出すまでの間、貯蔵する部屋である。

3. 各室における火災防護

(1) 火災の発生防止

濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室、固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫Bに収納される主な設備に可燃性物質物はなく、今後も可燃性物質を排除することで火災の発生を防止する。

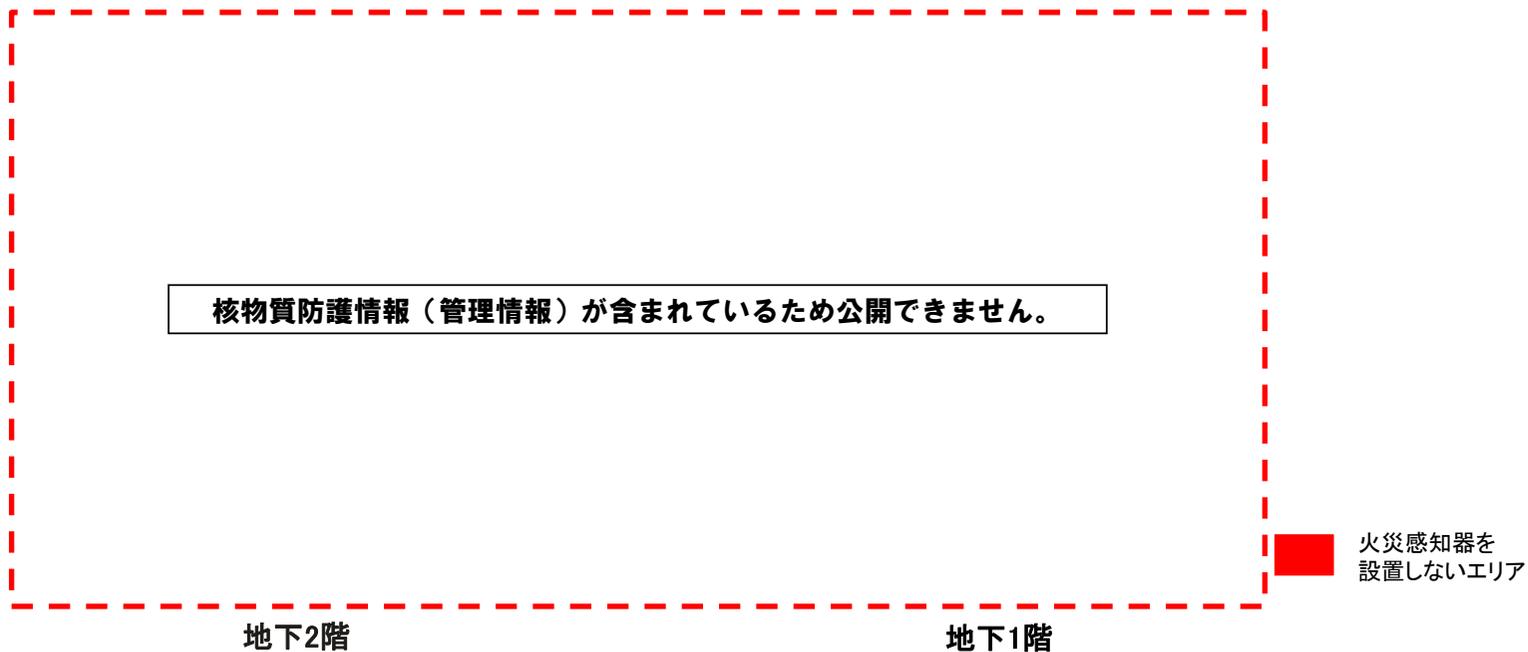
また、施設内の設備運転である固化処理、蒸発濃縮処理は、作業員がいる時のみ行うこととしており、作業をしていない場合は、当該室内の機器の電源を切ることによって火災の発生を防止する。

(2) 火災の感知

設備の運転は人がいる時のみ行うため、作業員が隣接する部屋で監視することにより火災の感知を行う（固体廃棄物B貯蔵庫Bについては、鉛遮蔽窓越しに当該室の監視が可能）。

また、当該室内で保守作業を行う必要がある場合は、複数人の体制を構築するとともに、保安に係る要員を立ち合わせ、当該保安要員による監視により、火災の感知を行う。

主要機器配置図



主要機器写真



蒸発缶



溶融炉



固体廃棄物B貯蔵庫B



廃液調整タンク

第 1.1 図 「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」、「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」の配置

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

中央制御室から火災の発生した火災区画へのアクセスには 20 分程度要する。火災の等価時間が 20 分未満となる火災区画では、消火活動を開始するまでに火勢が弱まっているため、煙の充満により消火活動が困難となる火災区画とならないことに鑑み、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、当該火災区画にあっては、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初期消火の成否を考慮した上で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。）。
- ・ 可搬式消火器は、各火災区画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

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℃であり、可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものを使用することにより、その凍結を防止する。

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、消火器ケースを用いる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・落下し破損しないように、消火器ケースを用いる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。

2.5 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の一般火災に対する消火能力

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、一般火災に対して、以下の消火能力を有することを確認している。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器（特殊化学消火剤量：4kg）に対して、「消火器の技術上の規格を定める省令」のB火災に対する消火試験により、能力単位4を有することを確認している。

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火濃度（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初期消火の成否を考慮した上で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に、初期消火の成功率が70%程度^[1]であることを考慮して算出する。

また、放射距離を考慮し、サイズの大きい型式のA B C粉末消火器も準備する。

<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 : 400本(消火剤量: 1,200kg)

火災荷重/10型A B C粉末消火器の能力×初期消火の成功率を考慮した係数
=400,000MJ/1,400MJ×1.4=400

<参考文献>

[1] 令和4年版 火災の実態、東京消防庁

ケーブル室に対する火災の影響軽減について

1. 概要

中央制御室の下方に位置するケーブル室は、中央制御室の制御盤等に接続するケーブル及び当該ケーブルを敷設するケーブルトレイを有する。第1図にケーブル室の場所を示す。

ここでは、ケーブル室に対する火災の影響軽減の対策について示す。

2. ケーブル室に対する対策

ケーブル室においては、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、中央制御室の制御盤等に接続する箇所ではケーブルが近接することを踏まえて、適切な対策を講じるものとする。第2図にケーブル室における対策の概念図を示す。

① 新設のケーブルに対する火災の影響軽減

新規基準適合に当たり、火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルは、既設品を流用するのではなく、新たに難燃ケーブルを敷設する。

上記ケーブルは、系列の異なる機器が火災によって同時に機能を喪失することがないように、その施工に必要な隙間を確保できる範囲において、1時間の耐火能力を有する耐火シートを電線管に敷設する。第3図に中央制御室の制御盤等への接続部の概念図を示す。第3図に示すように、中央制御室の制御盤等に接続する狭隘部には、1時間の耐火能力を有する耐火シートの仕様から、当該耐火シートを敷設した電線管を敷設することができない。当該狭隘部については、1時間の耐火能力を確保することはできないものの、耐火能力を有する耐火テープを敷設し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30分の耐火能力を有するものを使用する（耐火シート及び耐火テープのイメージを添付2に示す。）。

なお、既設の非難燃ケーブル（火災防護基準に基づく措置を講じる予定のないケーブル）は、可燃性物質として取り扱う。火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルには、上記の耐火シート又は耐火テープを敷設するため、当該ケーブルは、既設の非難燃ケーブルの火災に対しても、火災の影響が軽減される。

後述するように、ケーブル室には、自動起動の固定式消火設備を設置するため、上記措置は、火災防護基準における「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。」に相当する措置となる。

② 火災の早期感知

ケーブル室には、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。

また、ケーブルの火災は、何らかの理由によってケーブルが過熱され、蓄熱して発火に至ることが主な要因であると考えられることから、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、検知装置として光ファイバ温度センサを設置する（添付 1 に光ファイバ温度センサの概要を示す。）。

光ファイバ温度センサは、温度測定値が設定値を超えた場合に中央制御室に警報を発するものとする。光ファイバ温度センサの警報設定値は、ケーブル室の正常時の最高周囲温度+20℃とする。また、光ファイバ温度センサの光ファイバが断線した場合に中央制御室に警報を発するものとする。

なお、光ファイバ温度センサは、消火後の状況を確認することにも使用することができる。

③ 火災の早期消火

ケーブル室には、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と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：ケーブル室の上方の中央制御室には、運転員が常駐しているため、消火剤にハロン 1301 を使用）を設置する。

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、現場（火災範囲外）*¹において、運転員が手動で起動するものとする。第 4 図にケーブル室における光ファイバ温度センサ作動時の主な対応手順を示す。

また、当該消火設備は、複数の感知器が作動した場合に自動起動するものとする。具体的には、煙感知器又は熱感知器のいずれか 2 つが作動した場合に自動起動するものとする。万一、自動起動しなかった場合、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。

*1：手動起動は、ケーブル室の感知器が作動する前に行う操作であり、その際には、ケーブル室内において、光ファイバ温度センサが誤作動したものではないことを確認するため、中央制御室には、手動起動装置を設置しないものとする。

なお、ケーブル室は、中央制御室の直下に位置し、中央制御室から現場（火災範囲外）には 5 分以内でアクセスすることができる。

④ 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを封入する電線管内での火災

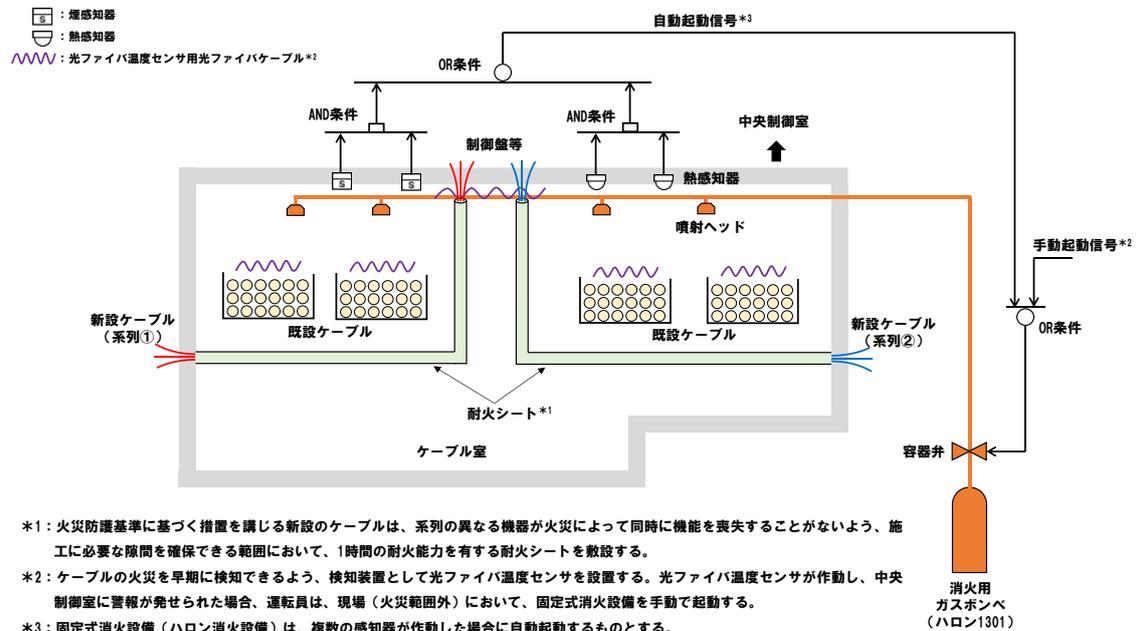
火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを封入する電線管については、電線管内で窒息消火されるよう当該電線管の開口部を熱膨張性及び耐火性を有したシール材で閉塞する。当該シール材は、材質（耐久性）に応じて保守点検の手順を整備する。

また、上記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、原子炉の停止を行い、その後、火災の発生場所を特定して復旧することとし、上記電線管内には光ファイバケーブルを敷設しないものとする。

なお、万一、上記電線管内で窒息消火されず、電線管の外部に延焼した場合には、①～③の対策により、火災の影響を軽減することができる。

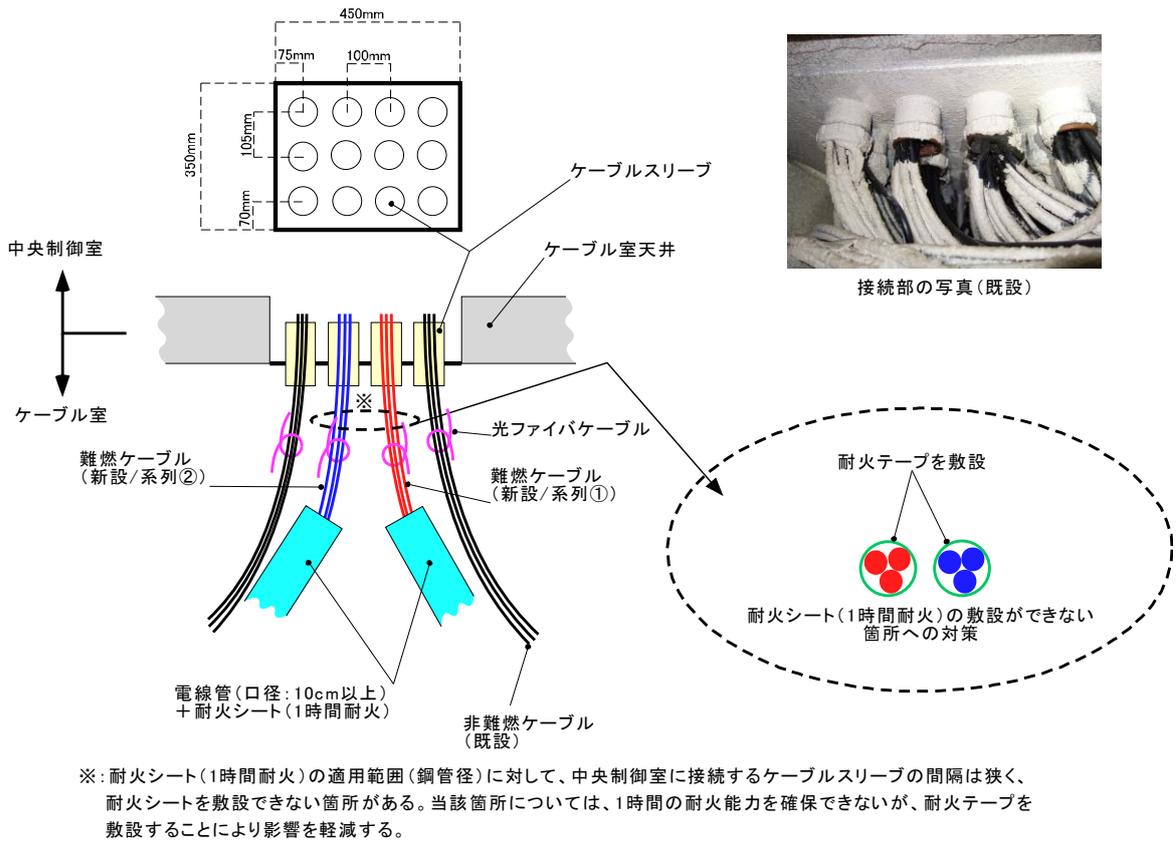
核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

第1図 ケーブル室の場所

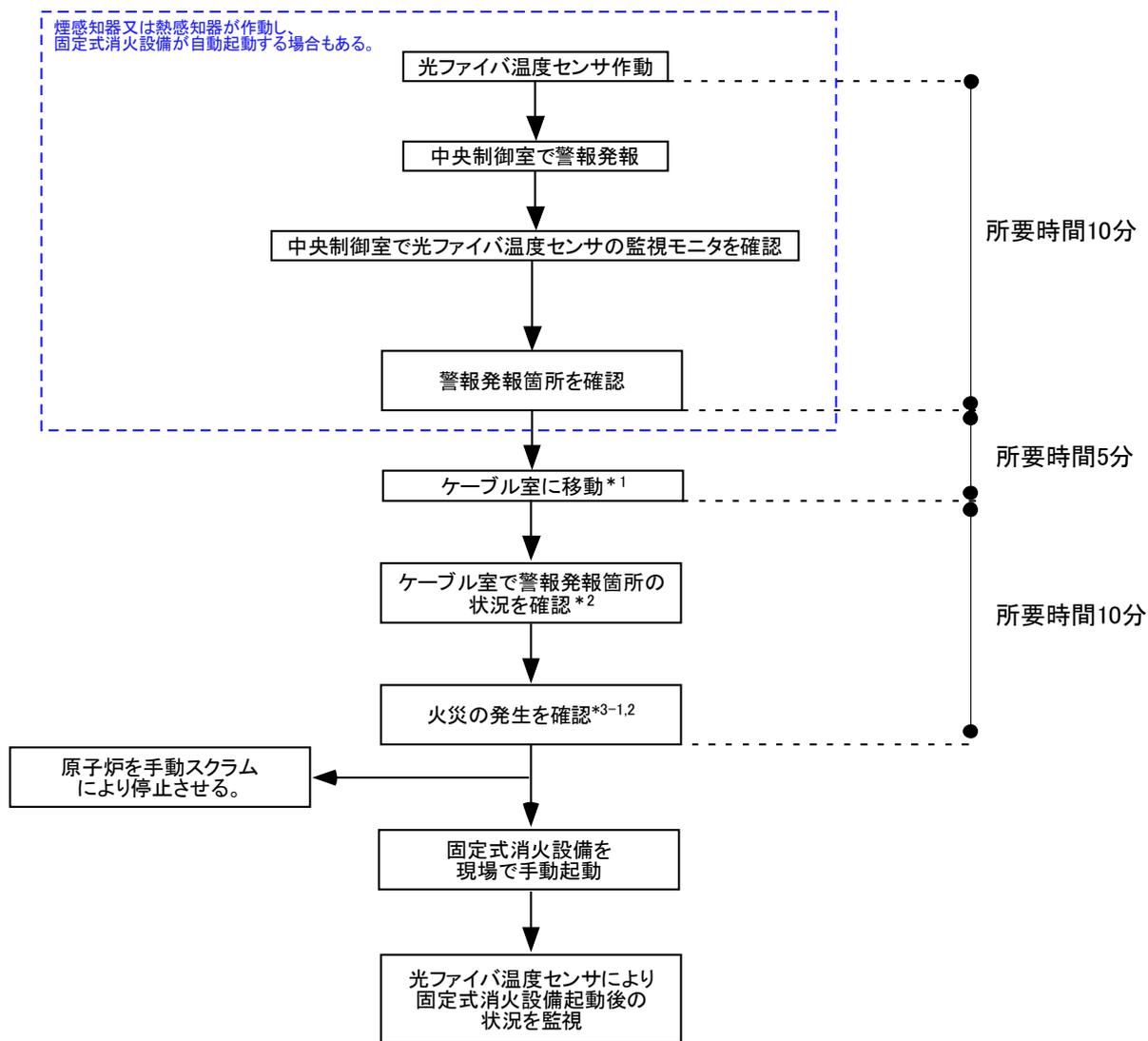


第2図 ケーブル室における対策の概念図

8条-別紙5-別添10-3



第3図 中央制御室の制御盤等への接続部の概念図



- * 1: 入室前に固定式消火設備の自動待機状態を解除
- * 2: 現場にて発煙、焦げ臭いにおい等の異常の有無、異常な発熱の有無を確認し、消火器の使用が必要な場合には火災の発生に移行する(確認中に発報箇所近傍の光ファイバ温度センサの温度上昇、煙感知器が作動又は熱感知器が作動した場合も同様)。異常がない場合には、監視を継続する。
- * 3-1: 火災の規模が小さい場合、可搬式消火器による初期消火活動を実施
- * 3-2: 初期消火できない場合には、直ちに確認者は現場から退避し、中央制御室に連絡すると共に中央制御室からの指示により固定式消火設備の手動起動を行う。

第4図 光ファイバ温度センサの作動時の主な対応手順

光ファイバ温度センサ

ケーブル室においてケーブルの火災を早期に検知すること、及び固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動後にその状況を確認するために設置する光ファイバ温度センサの動作原理及び敷設方法について示す。

(1) 動作原理

発光器より入射された光は、光ファイバケーブル内の分子によって散乱され、一部の散乱光は波長（周波数）がシフトする。このうち、ラマン散乱光と呼ばれる散乱光は温度依存特性を有している。ラマン散乱光には、ストークス光とアンチストークス光があり、温度依存性の強いアンチストークス光と温度依存性の弱いストークス光の後方散乱光強度の比から温度を測定することができる。

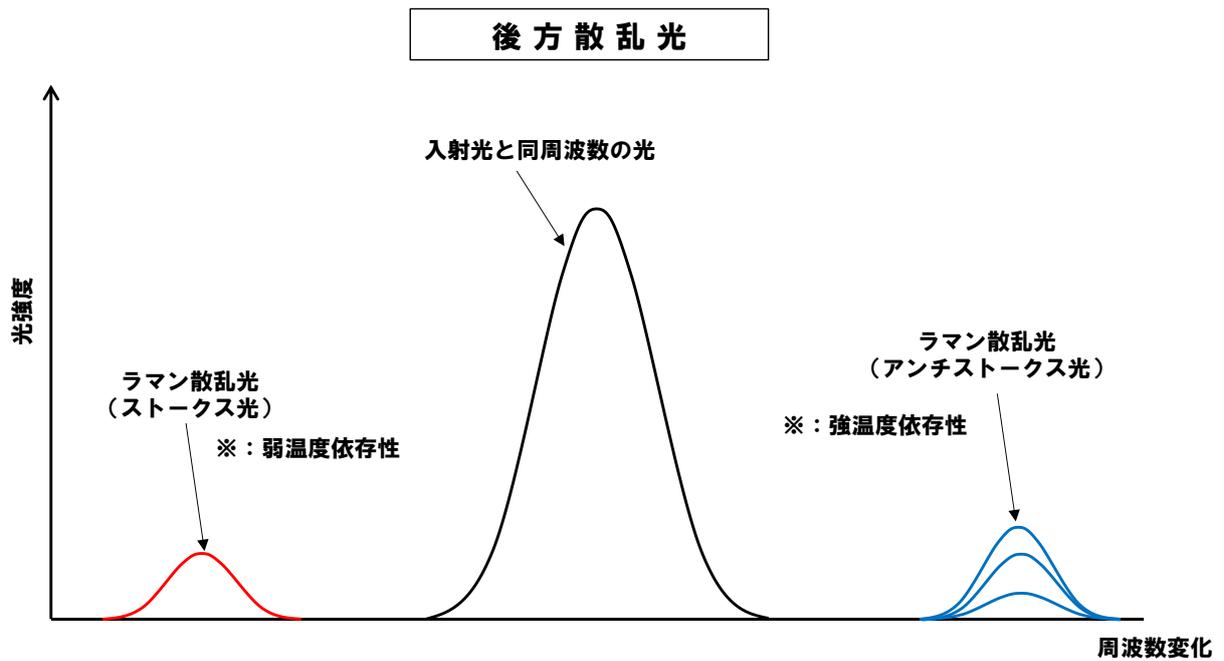
また、光ファイバケーブル内に光を入射してから、ラマン散乱光が受光器に戻ってくるまでの往復時間を測定することで、散乱光が発生した地点を特定することができる。第 1 図に光ファイバ温度センサの動作原理の概念図を、第 2 図に位置特定の原理の概念図を示す。

なお、光ファイバケーブルは、火災が発生し断線した場合にあっても、断線した箇所までの温度の測定が可能である。第 3 図に断線時の光ファイバケーブルの測定状態の概念図を示す。

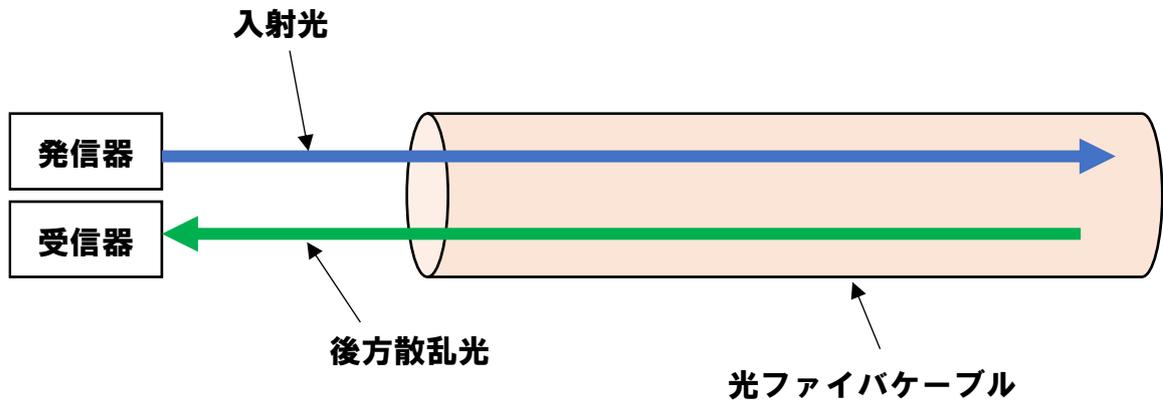
光ファイバ温度センサは、一定距離（1m～）の平均温度を測定することができ、その測定周期は、距離等に依存するが 10 秒から設定することができる。

(2) 敷設方法

光ファイバ温度センサ用の光ファイバケーブルは、監視対象物（ケーブル）の近傍の上部等に敷設する設計とする。第 4 図に光ファイバケーブルの敷設の概念図を示す。

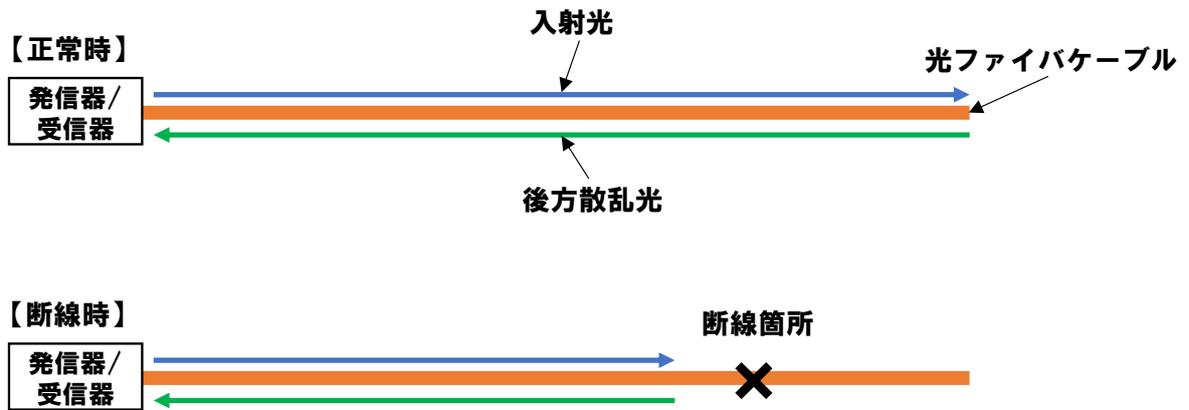


第1図 光ファイバ温度センサの動作原理の概念図



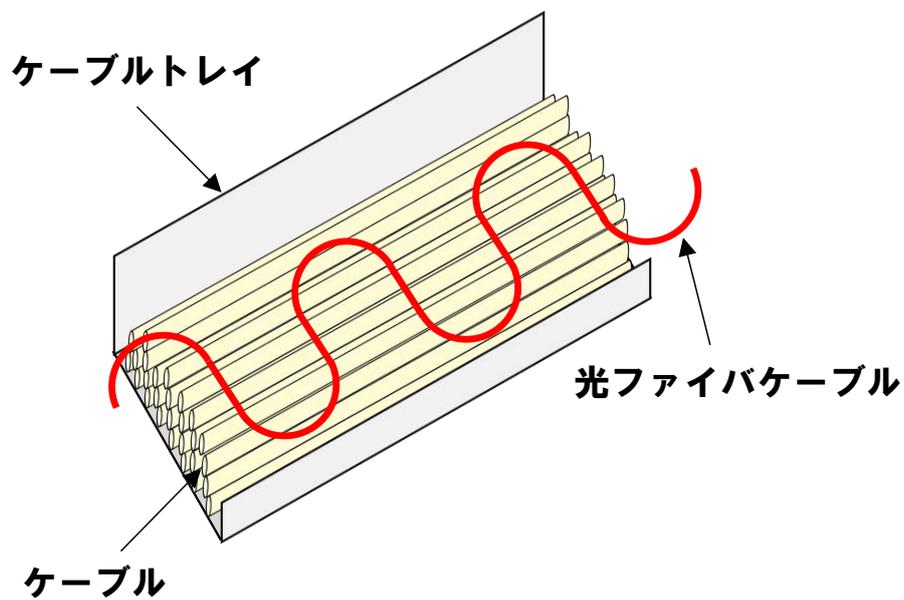
【位置特定の原理】
 入射光の後方散乱光が受信器に到達するまでの遅延時間を測定することにより位置を特定

第2図 位置特定の原理の概念図



【断線時の測定】
 断線箇所では光の異常反射が生じるおそれがあるため、断線箇所の温度測定はできないが、それ以外の箇所では温度測定ができる。

第3図 光ファイバケーブルの断線時の測定状態の概念図



第4図 光ファイバケーブルの敷設の概念図

耐火シート及び耐火テープのイメージ



※：1～2重貼りで1時間の耐火能力を有する。

https://fai.sk-kaken.co.jp/tighca_sheet

第1図 耐火シートのイメージ



※：「耐火電線の基準（消防庁告示第10号）」に定められた基準に適合（30分耐火性能(840℃)適合品）

<http://www.kawasebousai.com/sys/wp-content/uploads/2016/10/4d772dd630049b4b6d80ad86d40ce8da.pdf>

第2図 耐火テープのイメージ

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 新設のケーブルに対する火災の影響軽減

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について、盤内は狭く耐火壁により 1 時間の耐火能力を確保することはできないものの、可能な限り耐火能力を有する耐火テープを敷設し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30 分の耐火能力を有するものを使用する（別紙 5 別添 10 添付 2 耐火シート及び耐火テープのイメージ 参照）。

② 火災の早期感知

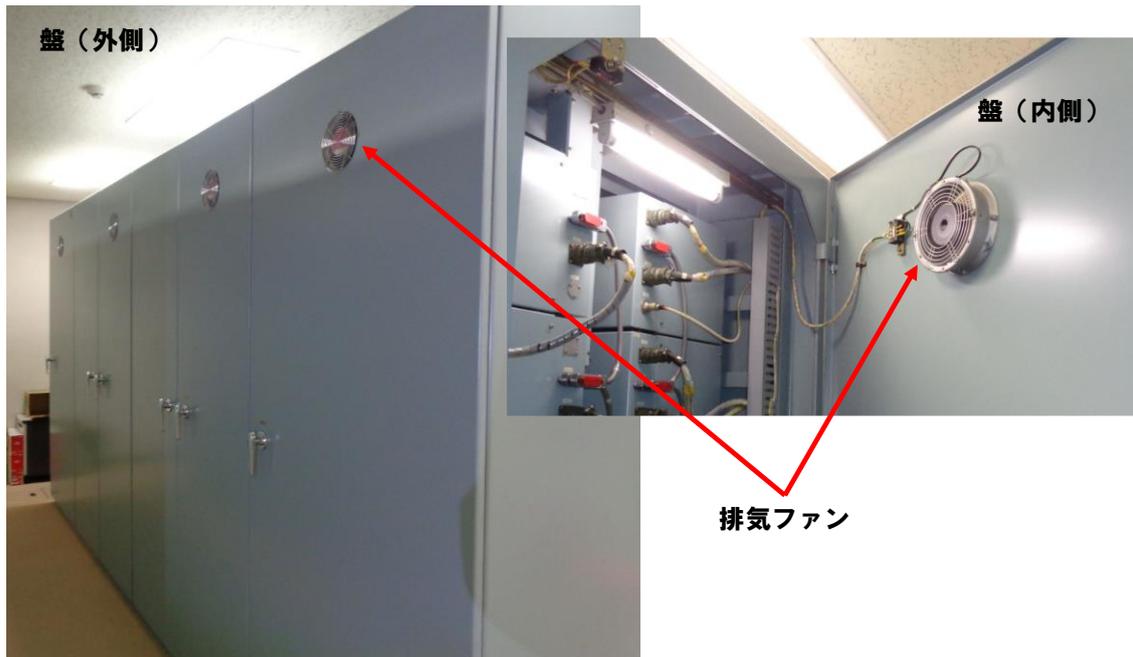
中央制御室には、固有の信号を発する異なる種類の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を組み合わせて設置するとともに、常駐する運転員による火災の早期感知に努める。

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は、盤内に煙が滞留しない構造（排気ファン又は通風ガラリが設置されている盤）とすることを基本とする。盤内に煙が滞留するおそれがある制御盤等については、盤内に煙感知器を設置する。各盤の一例を第 2.1 図～第 2.3 図に示す。

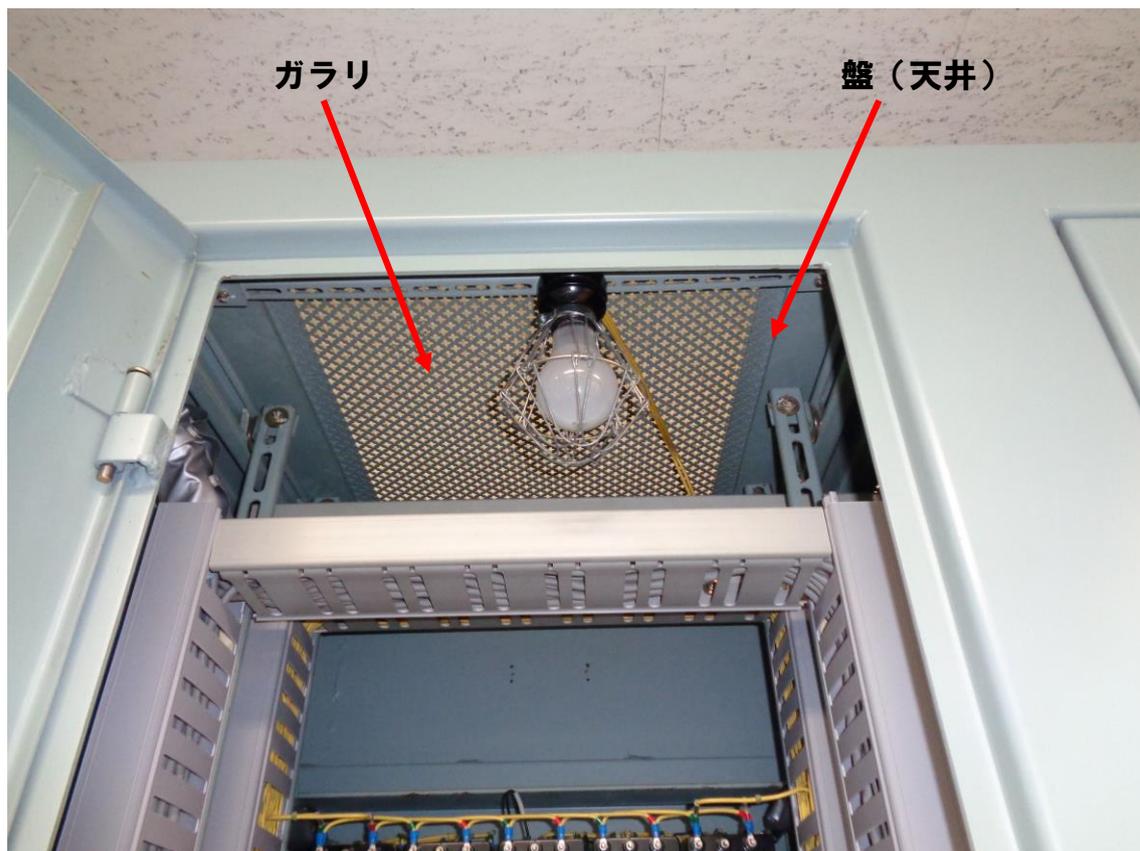
③ 火災の早期消火

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。

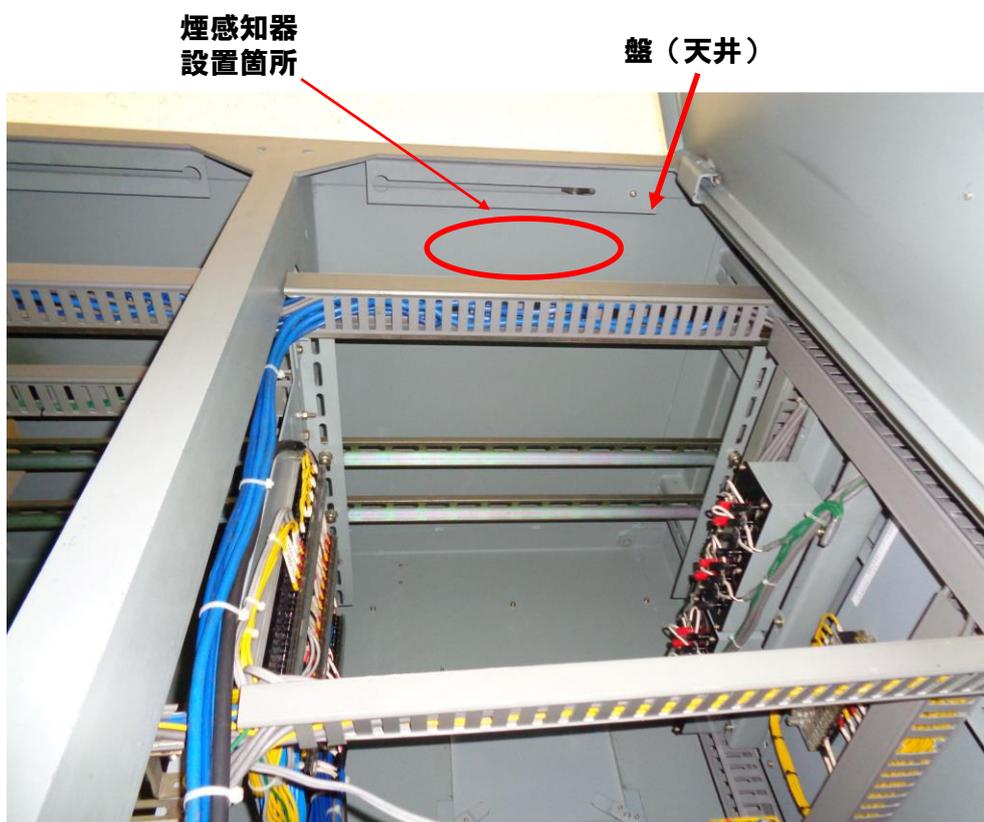
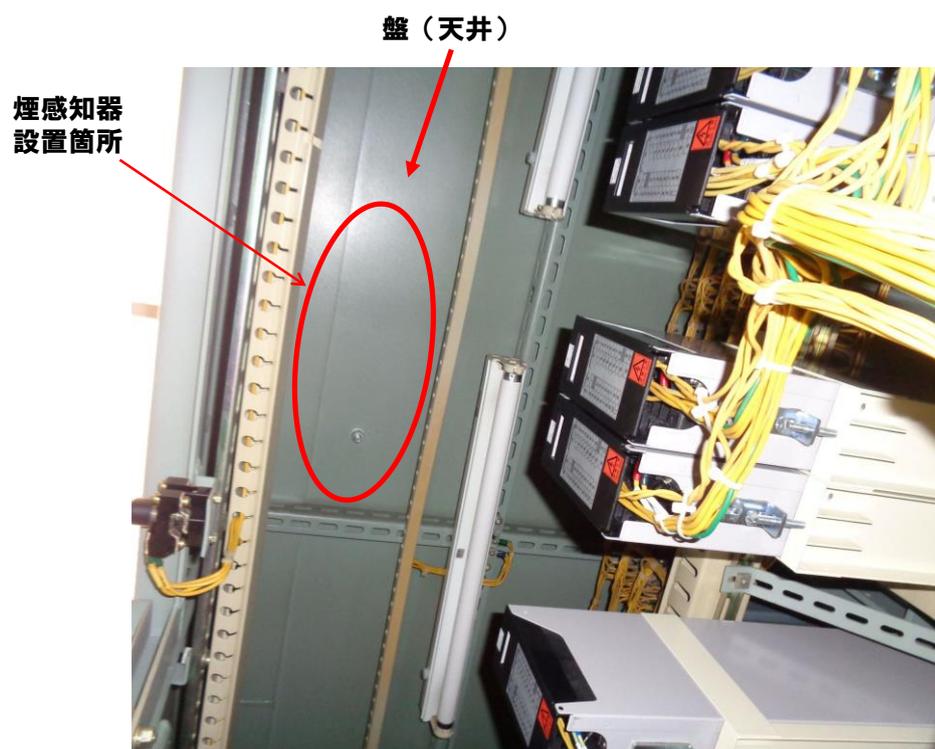
また、中央制御室には、煙の充満により消火活動に支障を来さないように、排煙設備を設置する。



第 2.1 図 排気ファンを有する盤の一例



第 2.2 図 通風ガラリを有する盤の一例



第 2.3 図 盤内に煙感知器を設置する盤の一例

8 条-別紙 5-別添 11-3

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とともに、ケーブルトレイ間は、幅0.9m、高さ1.5m未満の分離となる設計とするが、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と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>また、ケーブルトレイ間は、幅0.9m、高さ1.5m未満の分離となる設計とするが、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とともに、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、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。火災の影響を軽減する。</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>
<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>

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>(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。</p> <p>格納容器(床上)については、約13,000m³(床面積:約600m²、高さ:約26m)の体積を有しており、主冷却機建物地下2階については、約700m³(床面積:約130m²、高さ:約6m)、約1,800m³(床面積:約300m²、高さ:約6m)の体積を有しており、火災発生時の煙の充満により消火が困難な状況に至るおそれは小さい。ただし、消火に当たっては、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、可搬型の排煙装置を準備し、必要な場合には、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) 中央制御室等</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、中央制御室等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>

添付 1 設置許可申請書における記載

ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本方針に基づき、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

- d. 原子炉施設には、火災（ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウムの燃焼を含む。）により原子炉施設の安全性が損なわれないようにするため、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備（以下「消火設備」という。）並びに火災の影響を軽減する機能を設ける。また、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものとする。

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）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.5 火災による損傷の防止に係る設計

1.5.1 火災の防護に関する基本方針

原子炉施設に、火災（ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウムの燃焼（以下「ナトリウム燃焼という。」）を含む。以下同じ。）が発生し、これを検知した場合において、原子炉を停止する（手動スクラム）。

原子炉施設は、設計基準において想定される火災によっても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。ナトリウム燃焼に対しては、ナトリウム燃焼により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、ナトリウム燃焼の特徴を考慮し、「ナトリウム漏えいの発生防止」、「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」並びに「ナトリウム燃焼の影響軽減」の三方策をそれぞれ講じる。一般火災（ナトリウム燃焼を除く火災をいう。以下同じ。）に対しては、本原子炉施設の安全上の特徴を考慮し、必要に応じて、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下「火災防護基準」という。）」及び「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参考に、「一般火災の発生防止」、「一般火災の感知及び消火」並びに「一般火災の影響軽減」の三方策を適切に組み合わせた対策を講じる。

また、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

火災が発生した場合は、速やかに初期消火活動を行うとともに、大洗研究所内通報連絡系統に従って通報し、火災の消火、拡大防止のための活動を行う。

1.5.2 火災防護対象機器

原子炉施設は、安全機能の重要度分類がクラス 1、2、3 に属する構築物、系統及び機器に対して、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

安全機能の重要度分類から以下の（1）～（3）の構築物、系統及び機器を火災防護対象機器（火災防護対象機器を駆動又は制御するケーブル（以下「火災防護対象ケーブル」という。）を含む。火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを以下「火災防護対象機器等」という。）として選定する。

- (1) 原子炉を停止し、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「原子炉の安全停止に係る機器等」という。）

原子炉の安全停止に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS-1）に属する構築物系統及び機器
- ② 炉心形状の維持機能（PS-1）に属する構築物、系統及び機器

- ③ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 原子炉停止後の除熱機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑤ 原子炉冷却材バウンダリ機能（PS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 2次冷却材を内蔵する機能（通常運転時の炉心の冷却に関連するもの）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 1次冷却材漏えい量の低減機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑨ 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑩ 制御室外からの安全停止機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑫ プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑬ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部

(2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等」という。）

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ② 放射性物質の閉じ込め機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ③ 放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑤ 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 燃料を安全に取り扱う機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑧ 放射性物質の貯蔵機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑨ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器

(3) 使用済燃料貯蔵設備において、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「使用済燃料の冠水等に係る機器等」という。）

使用済燃料の冠水等に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

① 燃料プール水の保持機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器

② 燃料プール水の補給機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器

一般火災に対する火災防護対策は、火災防護基準の火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減の三方策を適切に組み合わせる設計とする。当該組合せは、本原子炉施設の安全上の特徴並びに火災防護対象機器が有する安全機能、火災防護対象機器の配置、構造及び動作原理に係る以下の4つの観点を考慮することを基本とし、火災による機能への影響を判断して決定する。

i) 不燃性材料で構成されるため、火災によって、その機能が影響を受けない。

ii) 環境条件から火災が発生しないため、火災によって、その機能が影響を受けない。

iii) フェイルセーフ設計のため、火災によって、その機能を喪失しない。

iv) 代替手段により機能を達成できるため、火災によって、その機能を喪失しない。

なお、ここで火災防護基準に基づく対策を適用しなかった構築物、系統及び機器は、設備や環境条件に応じて、消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する。

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策は、ナトリウム燃焼の特徴を考慮し、ナトリウム漏えいの発生防止、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並びにナトリウム燃焼の影響軽減の三方策をそれぞれ講じる設計とする。

1.5.3 火災区域及び火災区画の設定

火災防護対象機器等を設計基準において想定される火災から防護することを目的とし、火災区域及び火災区画を設定し、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

原子炉施設の建物として、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ごとに建物内の全体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火災防護対象機器等を設置する場合は、当該火災防護対象機器等を設置する区域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火災防護対象機器等を有する火災区域は、当該火災防護対象機器等の配置、ナトリウムを内包する配管又は機器の配置、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する。

一般火災に対して、火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画は、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適切に組み合わせる設計とする。火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器等を設置しない火災区域又は火災区画は、設備や環境条件に応じて、消防法、建築基準法等で求められる対策で機能への影響を低減する設計とする。

ナトリウム燃焼に対して、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は、ナトリウム漏えいの発生防止、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並びにナトリウム燃焼の影響軽減の三方策をそれぞれ講じる。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あっては、ナトリウム燃焼を起因に一般火災が発生するおそれがあることを考慮する。

1.5.4 ナトリウム燃焼に対する火災防護対策

1.5.4.1 ナトリウム漏えいの発生防止

設計基準において 想定されるナトリウム燃焼により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、以下のナトリウム漏えいの発生防止対策を講じる。

なお、1次冷却材を内包する配管及び機器については、高温強度とナトリウム環境効果に対する適合性が良好なステンレス鋼を、2次冷却材を内包する配管及び機器については、低合金鋼を使用する。

- (i) ナトリウムを内包する配管及び機器の設計、製作等は、関連する規格、基準に準拠するとともに、品質管理や工程管理を十分に行う。
- (ii) ナトリウムを内包する配管は、エルボを引き廻し、十分な撓性を備えたものとする。
- (iii) ナトリウムを内包する配管及び機器は、冷却材温度変化による熱応力、設計地震力等に十分耐えるように設計する。

なお、ナトリウムを内包する配管及び機器は、内包するナトリウムを固化することによるナトリウム漏えい防止措置を講じるか、ナトリウムを内包する配管又は機器が破損した場合に想定される漏えい量が少ないものを除き、基準地震動による地震力に対して、ナトリウムが漏えいすることがないように設計する。このうち、2次冷却材ダンプタンクについては、2次冷却材の漏えいに伴う緊急ドレン後に長期間ナトリウムを保有するため、弾性設計用地震動による地震力に対して、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

- (iv) ナトリウムを内包する配管及び機器の腐食を防止するため、冷却材の純度を適切に管理するとともに、減肉に対する肉厚管理を適切に行う。

1.5.4.2 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

設計基準において 想定されるナトリウム燃焼により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、早期に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活動ができるように、以下のとおり設計する。

(1) 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用いる。原子炉冷却材バウンダリ及び冷却材バウンダリ等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。）には、**通電式**のナトリウム漏えい検出器を設ける。主冷却器及び補助冷却器については、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。

なお、原子炉冷却材バウンダリにあつては、**二重構造**を有しており、ナトリウム漏えい検出器は、**二重構造の間隙部**に設置されるため、原子炉冷却材バウンダリの破損に伴うナトリウム漏えいは、当該ナトリウムが**二重構造の外**に漏えいする前に検知される。

ナトリウム漏えい検出器は、誤作動を防止するための方策を講じたものとする。

ナトリウム漏えい検出器が作動した場合には、**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が特定できるものとする。

なお、2次冷却材を内包する配管又は機器が設置される場所（格納容器（床下）

を除く。)には、監視用 ITV を設置し、中央制御室のモニタにより、その状況を確認できるものとする。

ナトリウム漏えい検出器は、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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

(2) ナトリウム燃焼の感知

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。ナトリウム漏えい検出器は、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（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給するものとし、十分な信頼性を確保する。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設置する火災区画には、当該火災感知器を設置する。

(3) ナトリウム燃焼の消火

ナトリウム燃焼の消火活動には、特殊化学消火剤を使用する。原子炉施設には、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）を配置する。

なお、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、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配置する。ただし、格納容器（床下）については、格納容器（床下）の雰囲気を窒素雰囲気から空気雰囲気とした場合に配置する。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具について、定期的に装備装着訓練や消火訓練を実施することで、これらの資機材の使用に係る習熟度の向上を図る。

(i) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の設置

a. 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。

b. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、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から2本程度を分散して配置する。

c. 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、持参できるものとする。

(ii) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

a. 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 であり、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものをを使用することにより、その凍結を防止する。

b. 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。

c. 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。

(iii) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の破損、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・落下し破損しないように転倒防止措置を講じる。

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、訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

(4) ナトリウム燃焼と一般火災の識別

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、ナトリウムエアロゾルの発生、ナトリウムエアロゾル特有の刺激臭の有無により行う。

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設置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、その消火にはABC消火器を使用する。

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。

1.5.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減

火災防護対象機器等を設置する火災区画内のナトリウム燃焼及び隣接する火災区画におけるナトリウム燃焼による影響を軽減するため、以下の対策を講じる。

(1) ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制

ナトリウム漏えい発生時に、空気雰囲気でのナトリウム燃焼を抑制するため、以下の対策を講じる。

(i) 原子炉冷却材バウンダリを構成し、1次冷却材を内包する配管及び機器は、二重構造とするとともに、当該間隙を窒素雰囲気で維持し、万一、当該配管又は機器から1次冷却材が漏えいした場合にあっては、漏えいしたナトリウムを当該間隙で保持し、ナトリウム燃焼を抑制する。

なお、ナトリウムが漏えいし、二重構造の間隙に漏えいしたナトリウムが保持される状態に至った場合、ドレンした後でなければ、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換しないものとする。

(ii) (i) を除き格納容器（床下）に設置するナトリウムを内包する配管及び機器について、原子炉運転中においては、格納容器（床下）を窒素雰囲気で維持し、万一、当該配管又は機器からナトリウムが漏えいした場合であっても、漏えいしたナトリウムを格納容器（床下）で保持し、ナトリウム燃焼を抑制する。

なお、ナトリウムが漏えいし、格納容器（床下）に漏えいしたナトリウムが保持される状態に至った場合、漏えいしたナトリウムの温度が十分に低下した後でなければ、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換しないものとする。

(iii) (ii) を除き 2 次冷却材を内包する配管及び機器について、万一、当該配管又は機器から 2 次冷却材が漏えいした場合には、漏えいの発生した系統内に残存する冷却材を 2 次冷却材ダンプタンクに緊急ドレンし、ナトリウムの漏えい量を低減し、ナトリウム燃焼を抑制する。

(2) ナトリウム燃焼の影響軽減

(i) 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は、耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。

(ii) ナトリウムと湿分等の反応に伴い発生した水素が蓄積するおそれのある火災区画については、当該火災区画に窒素ガスを供給し、水素の濃度を燃焼限界濃度以下に抑制できるものとする。

(iii) 主冷却機建物においては、漏えいしたナトリウムを鋼製のライナ又は受樋を介して、ナトリウム溜に導き、ナトリウム溜で漏えいしたナトリウムを保持する。

(iv) 主冷却機建物及び原子炉附属建物においては、多量のエアロゾルの発生を想定し、その拡散を防止するため、換気空調設備を停止し、防煙ダンパを閉止できるものとし、他の火災区画への影響を軽減する。

(3) ナトリウムと構造材との反応防止

高温の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、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、耐火能力を有する鋼製のライナ又は受樋を設置する。

なお、当該ライナ及び受樋については、ナトリウム燃焼に伴い鋼製材料の腐食が生じることを考慮した厚さを有するものとする。

1.5.4.4 ナトリウム燃焼の影響評価

ナトリウムが漏えいした場合のナトリウムの漏えい量及び漏えいしたナトリウム燃焼の影響を以下により評価する。

(i) 一系統の単一の配管の破損（他の系統及び機器は健全なものと仮定）を想定する。

なお、二重構造を有する配管及び機器については、内管の破損により漏えいしたナトリウムは外管により保持されることを踏まえて評価する。原子炉運転中、窒素雰囲気下で維持する格納容器（床下）に設置する配管又は機器が破損した場合については、ナトリウム燃焼を抑制できるため、格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した場合の影響を評価する。

(ii) 配管直径の 1/2 の長さと同配管肉厚の 1/2 の幅を有する貫通クラックからの漏えいを想定する。

(iii) ナトリウム漏えい量の評価に当たっては、漏えい停止機能（緊急ドレン）による漏えい

停止までの漏えい継続時間を考慮する。

(iv) ナトリウム燃焼の影響評価に当たっては、以下の判断基準に基づき、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

a. 火災区画の境界を構成する構造材（コンクリート）の温度が許容値を満足し、隣接する火災区画に設置している健全な系統の機能を喪失させないこと。

b. ナトリウム燃焼に伴い発生する水素が蓄積・燃焼に至らないこと。

c. 鋼製のライナ又は受樋が腐食により損傷しナトリウムと構造材（コンクリート）との反応が生じないこと。

(v) ナトリウム燃焼の影響評価に当たっては、ナトリウム燃焼に伴う一般火災の重畳を考慮するものとし、ナトリウム燃焼に伴い延焼するおそれがある可燃性物質が同時に燃焼するものとして評価を行い、(iv) の判断基準に基づき、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

1.5.5 一般火災に対する火災防護対策

1.5.5.1 一般火災の発生防止

設計基準において想定される一般火災により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、以下の一般火災の発生防止対策を講じる。

(1) 発火性又は引火性物質への対策

発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画には、以下の対策を講じた設計とする。ここでいう発火性又は引火性物質（液体）としては、ディーゼル発電機等の燃料油である重油、回転機器等の潤滑油、燃料交換機把持部等のナトリウムを除去する際に使用するアルコールを対象とする。

(i) 漏えいの防止、拡大防止

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等を設置する火災区域又は火災区画内における発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備は、ベローズシール、パッキン、Oリング等を用いることによる漏えい防止対策を講じる。

また、万一の漏えいに備え、発火性又は引火性物質（液体）の保有量に応じて、堰を設けて漏えい拡散面積を制限することによる拡大防止対策を講じる。

(ii) 配置上の考慮

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等について、発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備の火災により、当該火災防護対象機器等の機能を損なわないように、壁等の設置又は隔離による配置上の考慮を行うものとする。

(iii) 換気

発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備及び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等を設置する建物の屋内は、空調換気設備による機械換気を、屋外については、自然換気を行うものとする。

(iv) 防爆

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等を設置する火災区域又は火災区画のうち、「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域又は火災区画には、防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要な電気設備に接地を施すものとする。

なお、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点は、室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性蒸気が燃焼範囲の下限の濃度となることはない。このため、燃料油（重油）及び潤滑油を内包する設備を設置する火災区域又は火災区画に設置する電気・計装品を防爆型とせず、防爆を目的とした電気設備の接地も必要としないものとする。

（v）貯蔵

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等を設置する火災区域又は火災区画内の発火性又は引火性物質（液体）を内包する設備におけるこれらの保有量は、運転に必要な量に留めるものとする。

（2）可燃性の蒸気又は可燃性の微粉への対策

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等を設置する火災区域又は火災区画において、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が発生するおそれがある場合には、換気、通風又は拡散の措置により、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の滞留を防止する。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画のうち、「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域又は火災区画には、防爆型の電気・計装品を使用するとともに、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けるものとする。

なお、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点は、室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性蒸気が燃焼範囲の下限の濃度となることはない。このため、燃料油（重油）及び潤滑油を内包する設備を設置する火災区域又は火災区画に設置する電気・計装品を防爆型とする必要はないものとする。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画には、金属粉や布による研磨機のように静電気が溜まるおそれのある設備を設置しないものとする。

（3）発火源への対策

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等を設置する火災区域又は火災区画における火花が発生するおそれのある設備は、金属製の筐体に収納する等の対策を行い、設備の外部に火花が出ることを防止する。

また、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等を設置する火災区域又は火災区画における高温の設備は、高温部分を保温材で被覆し、可燃性物質との接触や可燃性物質の過熱を防止する。

（4）水素漏えいへの対策

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区画には、充

電時において蓄電池から発生する水素が滞留することがないように、換気設備を設けるとともに、水素の検知器を設置し、水素濃度が警報設定値に達した場合には、中央制御室に警報を発生するものとする。当該換気設備は、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。

なお、当該換気設備は、社団法人日本電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」（SBA G 0603-2001）に基づき、必要な換気容量を有したものとする。

換気設備が何らかの異常により停止した場合には、中央制御室に警報を発生するものとする。

また、換気設備（換気扇）の故障に備え、可搬式局所排気装置を配備し、水素濃度が2%に達するまでに可搬式局所排気装置による換気運転を行うことにより、水素濃度が燃焼限界濃度を超えないものとする。

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区域又は火災区画には、直流開閉装置やインバーターを設置しないものとする。

(5) 過電流による過熱防止対策

動力ケーブルについて、保護継電器、遮断器、ヒューズ等の組合せ等により、地絡や短絡等に起因するケーブルの過熱及び焼損を防止する。

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

火災防護対象機器は、以下のとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計とする。ただし、不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は、不燃性材料又は難燃性材料と同等の性能を有する代替材料を使用するものとし、代替材料の使用が技術上困難な場合には、金属製の筐体や電線管への格納等により、他の機能を有する火災防護対象機器において火災が発生することを防止するための措置を講じる。

(i) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器について、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うち、主要な構造材は、金属材料、コンクリート等の不燃性材料を使用する。ただし、配管等のパッキン類は、金属に覆われた狭隘部に設置し直接火炎にさらされることはなく、これにより他の火災防護対象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や弁等の駆動部の潤滑油及び機器躯体内部の電気配線は、発火した場合でも他の火災防護対象機器等に延焼することはないため、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。

(ii) 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火災防護対象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。

(iii) 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火災防護対象ケーブルは、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。ただし、核計装等のケ

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り、当該ケーブルについては、ケーブルを電線管内に収納するとともに、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自己消火性及び延焼性を確保する**場合がある**。

(iv) 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火災防護対象機器のうち、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（空気清浄装置用ろ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。

(v) 保温材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器に対する保温材は、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、又は建築基準法で不燃性材料として認められたものを使用する。

(vi) 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火災防護対象機器**等**が設置される建物の主要な内装材には、平成12年建設省告示第1400号に定められたもの、又は建築基準法で不燃性材料として認められたものを使用する。ただし、管理区域の床及び天井については、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的とし、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を使用する。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場合でも、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**等**の床のカーペットは、消防法施行令第4条の3に基づく防火性能を有するものとする。

(7) 自然現象による火災の発生防止

落雷による火災の発生防止対策として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ20mを超える安全施設には避雷設備を設ける。

また、火災防護対象機器は、その耐震重要度分類に応じて、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する。

1.5.5.2 一般火災の感知及び消火

設計基準において想定される一般火災により、原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するため、早期に一般火災の感知及び消火活動ができるように、以下のとおり設計する。

(1) 一般火災の感知

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、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。）と受信機から構成される火災感知設備を設置する。

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、火災信号等を発生するものであり、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(非常用ディーゼル電源系及び蓄電池)より電源を供給する。

火災防護基準による火災の感知を考慮する機器等を設置する火災区画は、各火災区画における放射線、取付面高さ、温度、空気流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。

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は、誤作動を防止するため、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及び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火災防護対象機器等を設置しない火災区画における火災の感知は、設備や環境条件に応じて、消防法で求められる対策で機能への影響を低減することを基本とする。

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、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。

以下に、一般エリア以外の火災感知器の設置について示す。

(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、非アナログ式のものしか製造されていない。

(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及び非アナログ式の炎感知器を設置する。

(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並びに消防法施行規則第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。

(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火災防護対象機器等を設置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火災防護対象機器等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。

(e) 火災防護基準による火災の感知を考慮する火災防護対象機器等を設置しないエリア

火災防護基準による火災の感知を考慮する火災防護対象機器等を設置しないエリアは、煙感知器を設置することを基本とする。

上記エリアのうち、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。

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以下の場所が該当する。

- ・ 原子炉建物内の「炉容器ピット」
- ・ 原子炉附属建物内の「燃料洗浄室」及び「缶詰室」
- ・ 廃棄物処理建物内の「濃縮液タンク室等の高濃度廃液収納タンク設置室」及び「固化処理室（B）及び固体廃棄物B貯蔵庫B」

なお、非アナログ式の火災感知器については、以下により、その誤作動を防止する。

- (i) 非アナログ式の炎感知器は、炎特有の性質を検出することにより、誤作動の少ない赤外線方式を使用する。
- (ii) 非アナログ式の防爆型の煙感知器は、設置する場所に誤作動の要因となる蒸気を生じる設備を設置しないものとする。
- (iii) 非アナログ式の防爆型の熱感知器は、作動温度が周囲温度よりも高いものを使用する。

火災感知器等の作動状況を中央制御室で監視するため、熱感知カメラ以外の火災感知器用の受信機（以下「防災監視盤」という。）及び熱感知カメラ用の受信機を中央制御室に設置する。

防災監視盤は、火災感知器が作動した場合に警報を発生し、かつ、火災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ものとする。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ものとする。

火災感知設備は、自動試験及び遠隔試験等により、その機能に異常がないことを確認する。

なお、燃料油（重油）を貯蔵するエリア及び現場電源盤が設置されるエリアにおいては、監視用 ITV を設置し、中央制御室のモニタにより、その状況を確認できるものとする。

また、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、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し、原子炉停止後に空気雰囲気置換した後、速やかに交換又は復旧する運用とする。

(2) 一般火災の消火

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、運転員等による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ことが想定される火災区画については、手動操作による固定式消火設備として、ハロン消火設備を使用する。

なお、原子炉施設は、ナトリウムを取り扱うことを踏まえ、水を用いた消火設備を設置しないものとする。ただし、ナトリウムを取り扱わない第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物には、屋内消火ポンプ式消火栓を配備する。

消火活動に必要な照明を確保するため、中央制御室には、可搬式照明器具を配置する。

原子炉施設には、消火活動に必要な防護具を配備するとともに、定期的に装備装着訓練や消火訓練を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。

a) 可搬式消火器

中央制御室から火災の発生した火災区画へのアクセスには20分程度要し、火災の等価時間が20分未満となる火災区画では、消火活動を開始するまでに火勢が弱まっていることから、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。ただし、原子炉建物内の格納容器（床上）の火災区画のうち、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はないことから、可搬式消火器による消火を行う。

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・金属製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、他の機器等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。

(i) 可搬式消火器の設置

a. 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、初期消火の成否を考慮した上で十分な量を備えるものとする。

b. 可搬式消火器は、各火災区域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。

c. 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。

d. 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。

(ii) 可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

a. 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℃であり、可搬式消火器は、その使用温度範囲が当該最低気温に適切な余裕を考慮したものをを使用することにより、その凍結を防止する。

b. 可搬式消火器及びハロン消火設備は、風水害に対して、その性能が著しく阻害されないように屋内に設置する。

なお、可搬式消火器を屋外に設置する場合は、風水害に対して、その性能が著しく阻害されないように、格納箱等に収納する等の対策を講じる。

c. 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。

(iii) 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場合にあっても、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・落下し破損しないように、転倒防止措置を講じる。

また、可搬式消火器は、誤作動又は誤操作を防止するため、訓練を受けた運転員等が使用するものとする。

b) 固定式消火設備（ハロン消火設備）

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。

(i) 固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様

a. 固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤には、ハロン1301を使用する。

b. 固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤の量は、消防法に基づくものとする。

c. 中央制御室から固定式消火設備（ハロン消火設備）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（ハロン消火設備）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、及びケーブル室に設置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、ケーブル室の固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動方式は、自動起動とする。

d. 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。

e. 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。

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

(ii) 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

a. 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。

b. 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。

c. 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。

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。

(iii) 固定式消火設備の破損、誤作動又は誤操作による影響

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）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。

固定式消火設備（ハロン消火設備）が破損、誤作動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、誤作動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。

1.5.5.3 一般火災の影響軽減

火災防護対象機器等を設置する火災区画内の一般火災及び隣接する火災区画における一般火災による影響を軽減するため、以下の対策を講じる。

(1) 火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画は、3 時間の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。ただし、火災の等価時間を 1 時間未満とする火災区画については、1 時間の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区画と分離する。

(2) 火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器は、原子炉の安全停止に係る機能を有する多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を喪失することがないように、原則として、異なる火災区画に設置する。ただし、同一の火災区画内に異なる系列の火災防護対象機器等を設置する場合は、中央制御室及びケーブル室を除き、その相互の系統分離を以下により行うものとする。

a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器等について、互いの系列間を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等により分離する。

b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器等について、互いの系列間を 1 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する。ただし、中央制御室から手動起動装置の設置場所まで速やかに移動し、ハロン消火設備を起動できる場合は、自動消火設備の設置に代えて、手動操作によるハロン消火設備を設置する。

また、火災時に煙の充満等により消火活動が困難とならず、かつ、中央制御室から火災の発生した火災区画まで速やかに移動し、消火活動を行うことができる火災区画は、自動消火設備の設置に代えて、可搬式消火器による消火を行うものとする。

中央制御室及びケーブル室における火災の影響軽減は、以下のとおりとする。

(i) 中央制御室

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 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルに対する火災の影響軽減

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について、盤内は狭く耐火壁により 1 時間の耐火能力を確保することはできないものの、可能な限り耐火テープを敷設

し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30分の耐火能力を有するものを使用する。

② 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火災感知器として、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、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は、盤内に煙が滞留しない構造とすることを基本とする。盤内に煙が滞留するおそれがある制御盤等については、盤内に煙感知器を設置する。

③ 火災の早期消火

中央制御室内には、可搬式消火器として、ABC消火器に加えて、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、「1.5.5.3 (2) (i) ②」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、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。

(ii) ケーブル室

中央制御室の下方に位置するケーブル室は、中央制御室の制御盤等に接続するケーブルを有する。

ケーブル室においては、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、中央制御室の制御盤等に接続する箇所ではケーブルが近接することを踏まえて、適切な対策を講じるものとする。

① 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルに対する火災の影響軽減

火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルは、系列の異なる機器が火災によって同時に機能を喪失することがないように、その施工に必要な隙間を確保できる範囲において、1時間の耐火能力を有する耐火シートを電線管に敷設する。ただし、中央制御室の制御盤等に接続する狭隘部には、1時間の耐火能力を有する耐火シートの仕様から、当該耐火シートを敷設した電線管を敷設することができない。当該狭隘部については、1時間の耐火能力を確保することはできないものの、耐火能力を有する耐火テープを敷設し、火災の影響を軽減する。当該耐火テープについては、30分の耐火能力を有するものを使用する。

なお、非難燃ケーブル（火災防護基準に基づく措置を講じる予定のないケーブルは、可燃性物質として取り扱う。火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルには、上記の耐火シート又は耐火テープを敷設するため、当該ケーブルは、既設の非難燃ケーブルの火災に対しても、火災の影響が軽減される。

後述するように、ケーブル室には、自動起動の固定式消火設備を設置するため、上記措置は、火災防護基準における「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。」に相当する

措置となる。

② 火災の早期感知

ケーブル室には、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。

また、ケーブルの火災は、何らかの理由によってケーブルが過熱され、蓄熱して発火に至ることが主な要因であると考えられることから、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、検知装置として光ファイバ温度センサを設置する。

光ファイバ温度センサは、温度測定値が設定値を超えた場合に中央制御室に警報を発するものとする。光ファイバ温度センサの警報設定値は、ケーブル室の正常時の最高周囲温度+20℃とする。また、光ファイバ温度センサの光ファイバが断線した場合に中央制御室に警報を発するものとする。

なお、光ファイバ温度センサは、消火後の状況を確認することにも使用することができる。

③ 火災の早期消火

ケーブル室には、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と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：ケーブル室の上方の中央制御室には、運転員が常駐しているため、消火剤にハロン 1301 を使用）を設置する。

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、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。

また、当該消火設備は、複数の感知器が作動した場合に自動起動するものとする。具体的には、煙感知器又は熱感知器のいずれか2つが作動した場合に自動起動するものとする。万一、自動起動しなかった場合、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。なお、手動起動は、ケーブル室の感知器が作動する前に行う操作であり、その際には、ケーブル室内において、光ファイバ温度センサが誤作動したのではないことを確認するため、中央制御室には、手動起動装置を設置しないものとする。ケーブル室は、中央制御室の直下に位置し、中央制御室から現場（火災範囲外）には5分以内でアクセスすることができる。

④ 火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを敷設する電線管内での火災

火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルを封入する電線管については、電線管内で窒息消火されるよう当該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する。当該シール材は、材質（耐久性）に応じて保守点検の手順を整備する。

また、上記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、原子炉の停止を行い、その後、火災の発生場所を特定して復旧することとし、上記電線管内には光ファイバケーブルを敷設しないものとする。

なお、万一、上記電線管内で窒息消火されず、電線管の外部に延焼した場合には、①～③の対策により、火災の影響を軽減することができる。

- (3) 換気設備は、他の火災区域又は火災区画の火、熱又は煙が火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区域又は火災区画に悪影響を及ぼさない

ように、防火ダンパを設置する。当該防火ダンパを設置する換気設備のフィルタには、フィルタの延焼を防護するため、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（空気清浄装置用ろ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。

- (4) 運転員が常駐する中央制御室には、火災時の煙を排気できるように、建築基準法が定める構造方法に準じた排煙設備を設置する。

なお、当該排煙設備は、中央制御室専用であるため、排気に伴う放射性物質の環境への放出を考慮する必要はない。

- (5) 地下階に設置される燃料油（重油）の貯蔵タンク内のベーパーが建物内に滞留しないよう、当該タンクにはベント管を設け、ベーパーを屋外に排気できるものとする。

- (6) 火災区域又は火災区画で可燃性物質を保管する場合は、原則として、建設省告示第 1360 号において定められた構造方法に準拠した防火性能を有する鋼製のキャビネットに収納する。

なお、鋼製のキャビネット以外で保管する場合は、「1.5.5.6 一般火災の影響評価」に基づき実施する一般火災の影響評価において設定した火災区域又は火災区画ごとの制限量を超えないように、可燃性物質の量を管理するとともに、発火源や火災防護対象機器と適切に分離されるように、米国電気電子工学会（IEEE）規格 384 の分離距離を参考に、可燃性物質の位置を管理する。さらに、当該可燃性物質は、不燃シートで覆うことによる火災予防措置を講じる。

1.5.5.5 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

以下に示す火災区域又は火災区画は、それぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講じる。

(1) ケーブル処理室

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とともに、ケーブルトレイ間は、幅 0.9m、高さ 1.5m 未満の分離となる設計とするが、ケーブル室内に消防隊員が入室しなくとも消火が行えるよう、自動起動の固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

また、ケーブルトレイ間は、幅 0.9m、高さ 1.5m 未満の分離となる設計とするが、「1.5.5.3

- (2) (i)」に示す対策を講じることにより火災の影響を軽減する。

(2) 電気室

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。

(3) 蓄電池室

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。

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。

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。

(4) ポンプ室

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。

当該設置場所は、体積が大きい等、火災発生時の煙の充満により消火が困難な状況には至るおそれは小さい。ただし、消火に当たっては、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、可搬型の排煙装置を準備し、必要な場合には、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。

(5) 中央制御室等

中央制御室等（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。

また、中央制御室等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。

(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備

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。

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するとともに、新燃料を貯蔵能力最大に収納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。

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

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。

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。

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。

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。

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。

1.5.5.6 一般火災の影響評価

一般火災に対して、原子炉の安全停止が達成できることを以下により評価する。

- (i) 火災区画内における火災源の火災荷重及び燃焼率から、当該火災区画内の火災の等価時間を算出する。
- (ii) 火災区画内で想定される火災に対して、当該火災区画に設置されている火災感知設備の種類及び消火設備を確認し、火災の感知及び消火方法が適切であること、並びに隣接する火災区画への火災の伝播を評価する。
- (iii) 想定される火災による火災防護基準の火災の影響軽減を考慮する火災防護対象機器等への影響を確認する。

1.5.6 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には、火災について、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 運転要領（運転管理、保守管理、事故発生時の措置）の作成に関すること
- ・ 消防機関への通報に関すること
- ・ 消火又は延焼の防止その他公設消防隊が火災の現場に到着するまでに行う活動に関すること
- ・ 必要な要員の配置に関すること
- ・ 教育及び訓練に関すること
- ・ 必要な資機材の配備に関すること
- ・ 可燃物の管理に関すること

添付 3 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.8 「設置許可基準規則」への適合

原子炉施設は、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。各条文に対する適合のための設計方針は次のとおりである。

(火災による損傷の防止)

第八条 試験研究用等原子炉施設は、火災により当該試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、必要に応じて、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備（以下「消火設備」という。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

原子炉施設は、火災（ナトリウム燃焼を含む。）が発生し、これを検知した場合において、原子炉を停止する（手動スクラム）。原子炉施設は、**想定される火災によっても**、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。

2 について

消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

添付書類八の以下の項目参照

1. 安全設計の考え方
10. その他試験研究用等原子炉の附属施設

添付 4 設置許可申請書の添付書類における記載（設備等）

添付書類八

10. その他試験研究用等原子炉の附属施設

10.9 消火設備

想定される火災により、原子炉施設の安全性が損なわれないようにするため、以下の消火設備を設ける。なお、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

- (1) 可搬式消火器(ナトリウム燃焼に対しては、特殊化学消火剤を用いた可搬式消火器を、一般火災に対しては、ABC消火器又は二酸化炭素消火器を使用)
- (2) 固定式消火設備 (ハロン消火設備)
- (3) 消火用ホース類 (ナトリウムを取り扱う区域 (管理区域を包絡) を除いた区域 (屋外等) で使用)

また、早期にナトリウム漏えいを検知するためのナトリウム漏えい検出器 (ナトリウム燃焼の感知を兼用)、火災を早期に感知するための火災感知設備を設ける。これらが作動した場合に中央制御室に警報を発し、かつ、火災の発生場所が特定できるものとする。