

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4月4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 1-3-1 : 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 1-4 : 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

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

添付 2 : 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試験報告書

別添 9 : 一般火災の影響軽減について

添付 1 : 原子炉建物の操作床等における消火活動

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 1 : 一般火災の影響評価の代表例

(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)

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. 原子炉施設は、原子炉の運転に影響を及ぼすおそれのある火災（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、当該火災の発生又はナトリウムの漏えいを確認した場合において、原子炉を停止する（手動スクラム）。

原子炉施設には、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、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。

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。

火災防護対策を講じるに当たり、ナトリウム燃焼に対しては、「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」の三方策のそれぞれを講じる設計とし、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、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「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。

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。

(d-1) 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」という。）として選定する。

- ・ 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（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ことを以下「原子炉の安全停止」という。）
- ・ 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
- ・ 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

火災防護対象機器等に対する火災防護基準による三方策の組合せは、本原子炉施設の安全上の特徴、火災防護対象機器が有する安全機能並びに火災防護対象機器等の配置、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。以下の 4 つの観点のいずれにも該当しない場合は、火災防護基準による三方策のそれぞれを講じることを基本とする。以下の iii) 又は iv) に該当する場合は、火災防護基準による「火災の感知及び消火」を講じることを基本とし、加えて、火災による機能への影響を判断して、火災防護基準による「火災の発生防止」又は「火災の影響軽減」を講じる。以下の i) 又は ii) に該当する場合は、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。

- i) 不燃性材料で構成されるため、火災によって、火災防護対象機器が有する安全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、火災防護対象機器が有する安全機能を喪失しない。
- iii) フェイルセーフ設計のため、火災によって、火災防護対象機器が有する安全機能を喪失しない。
- iv) 代替手段により機能を達成できるため、火災防護対象機器が有する安全機能を喪失しない。

なお、火災防護基準による対策を適用しなかった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。

(d-2) 火災区域及び火災区画の設定

設計基準において想定される火災から火災防護対象機器等を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設置する火災区域は、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、ナトリウム燃焼に対する三方策のそれぞれを講じる設計とする。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。

(d-3) ナトリウム燃焼に対する火災防護対策

(d-3-1) 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、ナトリウム漏えい発生防止について、以下のとおり設計する。

- ・ 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。
- ・ ナトリウムを内包する配管は、エルボを引き回し、十分な撓性を備えたものとする。
- ・ ナトリウムを内包する配管及び機器は、冷却材温度による熱応力、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。

(d-3-2) 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ができるように、以下のとおり設計する。

(d-3-2-1) 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設計とする。

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る設計とする。ナトリウム漏えい検出器は、外部電源喪失時に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設計とする。

ナトリウム漏えい検出器は、想定される自然現象に対して、ナトリウム漏えい検出器の機能、性能が維持できる設計とする。

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を特定できる設計とする。

(d-3-2-2) 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。さらに、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、煙感知器又は熱感知器を設置する設計とする。

(d-3-2-3) ナトリウム燃焼の消火

ナトリウム燃焼の消火には、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を適切に設置する。

原子炉施設で保有する特殊化学消火剤は、十分な量を備える設計とする。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、想定される自然現象に対して、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の機能、性能が維持できる設計とする。

(d-3-3) ナトリウム燃焼の影響軽減

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、ナトリウム燃焼の影響軽減について、以下のとおり設計する。

- ・ 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の対策を講じる。
- ・ 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（原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）を除く。）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。
- ・ 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、ナトリウムと空気との接触面積を低減する。
- ・ 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設計とする。
- ・ 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床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。
- ・ 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、ナトリウムエアロゾルの拡散を防止するため、空調換気設備を停止し、防煙ダンパを閉止できる設計とする。
- ・ 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、鋼製のライナ又は受樋を設置する。

(d-3-4) ナトリウム燃焼の影響評価

設計基準において想定されるナトリウム燃焼に対して、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の燃焼による影響を評価し、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。ナトリウム燃焼の影響評価に当たっては、ナトリウム燃焼と一般火災の重畳を考慮する。

(d-4) 一般火災に対する火災防護対策

(d-4-1) 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、一般火災の発生防止について、以下のとおり設計する。

(d-4-1-1) 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）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。

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を設置する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設計とする。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設計とする。

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設計とする。

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による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、自然換気を行う設計とする。

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を設置する火災区画のうち、爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区画には、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設計とする。ただし、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点が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がない場合には、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画に設置する電気・計装品は、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。

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を設置する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発火性又は引火性物質（液体）の保有量は、運転に必要な量に留める設計とする。

(d-4-1-2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉への対策

火災防護基準による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設計とする。

また、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を設置する火災区画のうち、爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区画には、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設計とする。ただし、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点が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がない場合には、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画に設置する電気・計装品は、防爆型とする

必要はないものとする。

また、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を設置する火災区画には、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。

(d-4-1-3) 発火源への対策

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を設置する火災区画における火花を発生するおそれのある設備は、金属製の筐体に収納するなどの対策を行い、設備の外部に火花が出ることを防止する設計とする。

また、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を設置する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設計とする。

(d-4-1-4) 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を設置する火災区画には、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するものとする。当該換気設備は、外部電源喪失時に、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。当該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するものとする。

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池を設置する火災区画には、直流開閉装置やインバータを設置しない設計とする。

(d-4-1-5) 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設計とする。

(d-4-1-6) 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設計とする。

(d-4-1-6-1) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器等について、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設計とする。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、他の火災防護対象機器等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、引火、着火等した場合でも他の火災防護対象機器等に延焼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。

(d-4-1-6-2) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

火災防護基準による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設計とする。

(d-4-1-6-3) 難燃ケーブルの使用

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ケーブルは、以下に示す自己消火性及び延焼性の実証試験又は当該試験に示される同等の性能を確認した難燃ケーブルを使用する設計とする。ただし、核計装等のケーブルは、難燃ケーブルを使用するか、又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な場合は、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自己消火性及び延焼性を確保する設計とする。

- ・ 自己消火性の実証試験：UL 規格又は ICEA 規格に基づく垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験：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試験

(d-4-1-6-4) 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

火災防護基準による火災の発生防止を考慮する火災防護対象機器のうち、空調換気設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き、難燃性材料を使用する設計とする。

(d-4-1-6-5) 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、不燃性材料を使用する設計とする。

(d-4-1-6-6) 建物内装材に対する不燃性材料の使用

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を設置する建物の主要な内装材は、不燃性材料を使用する設計とする。ただし、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的とし、管理区域の床及び天井のコーティング剤については、難燃性材料を使用する設計とする。

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 に基づく防火性能を有したものを使用する設計とする。

(d-4-1-7) 自然現象による火災の発生防止対策

想定される自然現象によって、原子炉施設内の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に火災が発生することを防止する設計とする。

(d-4-2) 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ができるように、以下のとおり設計する。

(d-4-2-1) 一般火災の感知

火災感知器（感知器（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。）をいう。）及び検知装置（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。）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設計とする。

火災感知器について、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設計とする。

火災感知器について、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、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器を設置する設計とする。建物内における固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器の組合せは、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とアナログ式の熱感知器の組合せを基本とする。ただし、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設計とする。

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域又は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設計とする。

受信機について、火災感知器の作動状況を中央制御室で監視するため、受信機を中央制御室に設置する設計とする。受信機は、火災感知器が作動した場合に警報を発し、かつ、火災の発生場所を特定できる設計とする。

火災感知設備は、外部電源喪失時に、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設計とする。

火災感知設備は、想定される自然現象に対して、火災感知設備の機能、性能が維持できる設計とする。

(d-4-2-2) 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、運転員等により A B C 消火器・二酸化炭素消火器（以下「可搬式消火器」という。）で消火を行う設計とし、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手動起動又は自動起動の固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置し消火を行う設計とする。

可搬式消火器について、原子炉施設には、可搬式消火器及び防護具を適切に設置する設計とする。

原子炉施設で保有する A B C 消火剤は、十分な量を備える設計とする。

可搬式消火器は、想定される自然現象に対して、可搬式消火器の機能、性能が維持できる設計とする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）について、固定式消火設備（ハロン消火設備）の消火剤の量は、消防法に基づく設計とする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、外部電源喪失時に、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設計とする。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設計とする。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発する設計とする。

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火災防護対象機器等を設置する火災区画の消火を行うための固定式消火設備（ハロン消火設備）は、火災区画ごとに設置する設計とする。ただし、系列の異なる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火災防護対象機器等を設置する火災区画に対して、1つの固定式消火設備（ハロン消火設備）で消火を行う場合には、当該固定式消火設備（ハロン消火設備）の動的機器である選択弁及び容器弁について、単一故障を仮定しても、機能を喪失しない設計とする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、想定される自然現象に対して、固定式消火設備（ハロン消火設備）の機能、性能が維持できる設計とする。

(d-4-3) 一般火災の影響軽減

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、一般火災の影響軽減について以下のとおり設計する。

(d-4-3-1) 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火災防護対象機器等を設置する火災区域と隣接する他の火災区域との境界の耐火壁は、3時間以上の耐火能力を有する設計とする。

(d-4-3-2) 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火災防護対象機器等について、系列の異なる当該火災防護対象機器等は、異なる火災区画に設置することを基本とする。当該火災防護対象機器等を設置する火災区画の耐火壁の耐火能力は、当該火災防護対象機器等の配置及び火災の等価時間を考慮して設定する。

(d-4-3-3) 系列の異なる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火災防護対象機器等を同一の火災区画に設置する場合は、中央制御室及びケーブル室を除き、相互の系統分離を以下のいずれかにより行う設計とする。

a. 系列の異なる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. 系列の異なる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、固定式消火設備（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、手動操作による固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。また、火災時に煙の充満により消火活動が

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。

(d-4-3-3-1) 中央制御室における火災の影響軽減

制御盤等の中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火災防護対象ケーブル及び当該ケーブルの周囲のケーブルは、可能な限り 30 分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設計とする。

中央制御室には、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する設計とする。また、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火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等には、中央制御室に設置する煙感知器よりも早期に火災を感知できるように煙感知器を設置する設計とする。

中央制御室には、可搬式消火器として、ABC 消火器に加えて、電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を設置し、消火を行う設計とする。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設計とする。

(d-4-3-3-2) ケーブル室における火災の影響軽減

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火災防護対象ケーブルは、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敷設した電線管内に敷設する設計とする。当該電線管を敷設することができない狭隘部には、30 分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設計とする。

ケーブル室には、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する設計とする。また、ケーブルの火災を早期に検知し、火災の影響を軽減できるように、検知装置として光ファイバ温度センサを設置する設計とする。

ケーブル室には、自動起動又は現場（火災範囲外）で手動起動ができる固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する設計とする。

(d-4-3-4) 換気設備は、他の火災区画の火、熱又は煙が、火災防護基準による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設計とする。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、難燃性材料を使用する設計とする。

(d-4-3-5) 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、排煙設備を設置する設計とする。

(d-4-3-6) 地下階に設置する燃料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設計とする。

(d-4-4) 一般火災の影響評価

設計基準において想定される一般火災（ナトリウム燃焼に伴う一般火災の重畳を含む。）に対して、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参考に評価し、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

添付2 設置許可申請書の添付書類における記載

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

原子炉施設は、原子炉の運転に影響を及ぼすおそれのある火災（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、当該火災の発生又はナトリウムの漏えいを確認した場合において、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」の三方策のそれぞれを講じる設計とする。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る設計とする。

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システムに従って通報し、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。

なお、ここで火災防護対象機器等として抽出しなかった構築物、系統及び機器に対しては、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。

（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。当該組合せは、本原子炉施設の安全上の特徴、火災防護対象機器が有する安全機能並びに火災防護対象機器等の配置、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。以下の4つの観定のいずれにも該当しない場合は、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」の三方策のそれぞれを講じることを基本とする。以下のiii)又はiv)に該当する場合は、火災防護基準による「火災の感知及び消火」を講じることを基本とし、**加えて**、火災による機能への影響を判断して、火災防護基準による「火災の発生防止」**又は**「火災の影響軽減」を講じる。以下のi)又はii)に該当する場合は、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。

なお、ここで火災防護基準による対策を適用しなかった**火災防護対象機器等**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。

- i) 不燃性材料で構成されるため、火災によって、火災防護対象機器が有する安全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、火災防護対象機器が有する安全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、火災防護対象機器が有する安全機能を喪失しない。
- iv) 代替手段により機能を達成できるため、火災によって、火災防護対象機器が有する安全機能を喪失しない。

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」の三方策のそれぞれを講じる設計とする。

1.5.3 火災区域及び火災区画の設定

設計基準において想定される火災から火災防護対象機器等を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設置する火災区域は、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」の三方策のそれぞれを講じる設計とする。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、ナトリウム漏えいの発生防止について、以下のとおり設計する。

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、エルボを引き回し、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は、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、主冷却器及び補助冷却器の構造に鑑み、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を二重構造の間隙部に設置するため、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ことなく検知される。

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は、外部電源喪失時に、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。

ナトリウム漏えい検出器は、想定される自然現象によっても、ナトリウム漏えい検出器の機能、性能が維持できるものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、ナトリウム漏えい検出器の機能、性能に影響を及ぼすことはない。

生物学的事象のうち、微生物の影響については、ナトリウム漏えい検出器の機能、性能に影響を及ぼす自然現象ではない。

降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災について、ナトリウム漏えい検出器は、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。

生物学的事象のうち、小動物の影響について、ナトリウム漏えい検出器は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止するものとする。

落雷について、ナトリウム漏えい検出器は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように「1.5.5.1（7）」に示すとおり、避雷設備を設けるものとする。

地震について、ナトリウム漏えい検出器は、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないものとするを基本とする。ただし、ナトリウム漏えい検出器の構造上、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しない設計とすることが困難な場合は、地震により、ナトリウム漏えい検出器に異常が生じた場合に、当該異常を検知して復旧することにより、ナトリウム漏えい検出器の機能を維持するものとする。

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を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、状況を確認できるものとする。

(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、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煙感知器又は熱感知器は、動作原理（煙感知器：ナトリウムエアロゾルに反応、熱感知器：ナトリウム燃焼に伴い発生する熱に反応）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、煙感知器又は熱感知器を設置する。

(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）を設置する。

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。

現場操作が必要となる場所については、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備し、必要に応じて持参できるものとする。

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等の設置

- 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本程度を分散して設置する。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）。
- c. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器及び防護具は、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至る経路に設置し、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

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、想定される自然現象によっても、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の機能、性能が維持できるものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の機能、性能に影響を及ぼすことはない。

落雷、生物学的事象のうち、微生物の影響については、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の機能、性能に影響を及ぼす自然現象ではない。

地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災については、以下のとおり設計する。

- 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、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、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置する。
- c. 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように定期的に外形を点検する。
- d. 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。

なお、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。

(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が破損した場合には、電気機器へ悪影響を及ぼすおそれがあることから、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、転倒・落下し破損又は誤作動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。

(iv) 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器に対する二次的影響の考慮

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体等による二次的影響も考慮して、火災区画内に分散して設置する。また、万一、当該火災区画内の特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器が使用できない場合には、当該火災区画と異なる場所から特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を持参できるように特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する。

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

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、一般火災にも使用できるものの、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可燃性物質に延焼するおそれがある場合（可燃性物質の量が少なく影響が小さい場合を除く。）には、当該可燃性物質を耐火能力を有する隔壁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

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、ナトリウム燃焼の影響軽減について、以下のとおり設計する。

(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することにより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）で保持することにより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することにより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（原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）を除く。）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、ナトリウム燃焼の影響を軽減する。

(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床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、ナトリウムエアロゾルの拡散を防止するため、空調換気設備を停止し、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

設計基準において想定されるナトリウム燃焼に対して、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の燃焼による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) 漏えいしたナトリウムが鋼製の床ライナ又は受樋を介して、ナトリウム溜に導かれることを考慮する。

- (v) ナトリウム燃焼に伴い火災区画内の酸素濃度が低下してナトリウム燃焼が抑制されることを考慮する。

- (vi) 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。

- (vii) 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量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、(vi) 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。火災区画内でのナトリウム燃焼量は、想定されるナトリウム漏えい量に対して、漏えいしたナトリウムが鋼製の床ライナ又は受樋を介してナトリウム溜に導かれる

こと、ナトリウム燃焼に伴い火災区画内の酸素濃度が低下してナトリウム燃焼が抑制されることを考慮する。

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、一般火災の発生防止について、以下のとおり設計する。

(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当該設備を設置する火災区画には、以下の対策を講じる設計とする。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

火災防護基準による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

火災防護基準による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による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について、建物内は、空調換気設備による機械換気を、建物外については、自然換気を行うものとする。

(iv) 防爆

火災防護基準による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画のうち、「工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006 又は国際整合技術指針 2020）」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区画には、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。

ただし、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点が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がない場合には、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画に設置する電気・計装品は、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

火災防護基準による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発火性又は引火性物質（液体）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

火災防護基準による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、火災防護基準による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画のうち、「工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006 又は国際整合技術指針 2020）」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区画には、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。ただし、燃料油（重油）及び潤滑油の引火点が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がない場合には、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画に設置する電気・計装品は、防爆型とする必要はないものとする。

また、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を設置する火災区画には、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

火災防護基準による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などの対策を行い、設備の外部に火花が出ることを防止する。

また、火災防護基準による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を設置する火災区画には、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するものとする。当該換気設備は、外部電源喪失時に、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。

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を設置する火災区画には、直流開閉装置やインバータ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、金属製の管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、盤の管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、金属に覆われた狭隙部に設置し直接火災にさらされることはなく、他の火災防護対象機器等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、引火、着火等した場合でも他の火災防護対象機器等に延焼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。

(ii) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

火災防護基準による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

火災防護基準による火災の発生防止を考慮する火災防護対象ケーブルは、以下に示す自己消火性及び延焼性の実証試験又は当該試験に示される同等の性能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、難燃ケーブルを使用するか、又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な場合は、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自己消火性及び延焼性を確保する。

- ・ 自己消火性の実証試験：UL 規格又は ICEA 規格に基づく垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験：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試験

(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

火災防護基準による火災の発生防止を考慮する火災防護対象機器のうち、空調換気設備のフィルタは、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。

(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、ロックウールやケイ酸カルシウム等、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

火災防護基準による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主

要な内装材には、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等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 に基づく防炎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

想定される自然現象によって、原子炉施設内の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に火災が発生することを防止するものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、火災が発生することはない。

降水、凍結、積雪、生物学的事象のうち、微生物の影響については、火災が発生する自然現象ではない。また、火山の影響については、火山灰等が火山から原子炉施設に到達するまでに冷却されることを考慮すると火災が発生する自然現象ではない。

風（台風）、竜巻、森林火災については、原子炉施設内の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を風（台風）、竜巻、森林火災に対して防護することにより、火災の発生を防止する。

生物学的事象のうち、小動物の影響については、原子炉施設内の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に対して、小動物の侵入を防止することにより、火災の発生を防止する。

落雷については、落雷による火災の発生防止対策として、避雷設備を設ける。

地震については、地震による火災の発生防止対策として、火災防護対象機器は、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火災防護対象機器等に対する火災の影響を限定するため、早期に火災の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。

火災感知器について、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。

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、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器を設置する。当該火災区画のうち、建物内における固有の信号を発する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。）。ただし、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赤外線感知機能等を備えた監視カメラを設置する。

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。

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と防爆型の非アナログ式の熱感知器を設置する。

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は、以下により誤作動を防止する。

- ・ 防爆型の非アナログ式の煙感知器については、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。
- ・ 防爆型の非アナログ式の熱感知器については、作動温度が周囲温度よりも高いものを使用する。

(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。

非アナログ式の炎感知器は、以下により誤作動を防止する。

- ・ 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。

(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、空調換気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、**火災による煙や熱が周囲に拡散するため、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器による火災の感知が困難である。**当該エリアには、**非アナログ式の炎感知器と赤外線感知機能等を備えた監視カメラ**を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設置する。**検知装置である赤外線感知機能等を備えた監視カメラは、適切な温度分解能及び観測範囲を有するものを使用することで、感知器と同等の機能を確保できる。**

(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。ただし、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には、熱感知器を設置する。また、放射線量が高く、かつ、火災感知器の設置ができないか、又は火災感知器を設置した場合に火災感知器の保守点検ができない場所には、火災感知器を設置しないものとする。火災感知器を設置しない場所を以下に示す。**火災感知器を設置しない場所については、可燃性物質の管理や窒素雰囲気で維持することや作業時以外に装置電源を切るなどの対策を講じることにより、十分な保安水準を確保できるものとする。**

- ・ 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」

火災感知器の作動状況を中央制御室で監視するため、**赤外線感知機能等を備えた監視カメラ**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**赤外線感知機能等を備えた監視カメラ用の受信機**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、火災の発生場所を特定できるものとする。**赤外線感知機能等を備えた監視カメラ用の受信機は、赤外線感知機能等を備えた監視カメラが作動した場合に警報を発し、かつ、赤外線感知機能等を備えた監視カメラの監視画像を一つずつ確認することにより、火災の発生場所を特定できるものとする。**

火災感知設備は、外部電源喪失時に、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。

火災感知設備は、想定される自然現象によっても、火災感知設備の機能、性能が維持できるものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、

風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、火災感知設備の機能、性能に影響を及ぼすことはない。

生物学的事象のうち、微生物の影響については、火災感知設備の機能、性能に影響を及ぼす自然現象ではない。

降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災について、火災感知設備は、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。ただし、建物外に設置する火災感知器については、予備の火災感知器を確保し、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災の影響を受けた場合には、早期に取り替えを行い復旧するものとする。

生物学的事象のうち、小動物の影響について、火災感知設備は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止するものとする。

落雷について、火災感知設備は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように「1.5.5.1(7)」に示すとおり、避雷設備を設けるものとする。

地震について、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の火災感知器及び当該火災感知器用の受信機は、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないものとする。

火災感知設備は、自動試験及び遠隔試験等により、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、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

原子炉施設は、ナトリウムを取り扱うことを踏まえ、原子炉建物、原子炉附属建物、主冷却機建物及びメンテナンス建物には、水を用いた消火設備を設置しないものとする。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ついては、ナトリウムを取り扱わないこと、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等を設置しないため、消防法に基づく屋内消火ポンプ式消火栓を設置する。

原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物において、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、運転員等によりABC消火器・二酸化炭素消火器（以下「可搬式消火器」という。）で消火を行い、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には、固定式消火設備として、ハロン消火設備を設置する。

現場操作が必要となる場所については、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配

備し、必要に応じて持参できるものとする。

原子炉施設には、消火活動に必要となる防護具を設置するとともに、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。

中央制御室から各火災区画（原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）を除く。）には、20分未満でアクセスすることができる。

(a) 可搬式消火器

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とする。ただし、可燃性物質（ケーブル等）が多く火災の等価時間が20分を超えるものの、格納容器（床上）等、体積が大きく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火災区画は、可搬式消火器で消火を行う。

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にあっては、可能な限り、機器等を金属製の管体・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。

火災感知器を設置しない場所のうち、原子炉建物内の「炉容器ピット」については、常時、窒素雰囲気で維持する等により、火災の発生を防止し、消火に係る措置を講じなくとも、十分な保安水準を確保できるものとする。原子炉附属建物内の「燃料洗浄室」及び「缶詰室」については、可燃性物質の量を少なく管理すること、また、設備の運転時において、作業員が監視することで、火災を感知し、随時の消火活動を行うことなどにより、十分な保安水準を確保できるものとする。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」については、設備の運転時において、作業員が監視することで、火災を感知し、随時の消火活動を行うことなどにより、十分な保安水準を確保できるものとする。

(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. 中央制御室には、ABC消火器に加えて、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等の電気機器を設置することから、当該電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を設置する。
- 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は、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する。
- d. 可搬式消火器は、各火災区画において、それぞれの可搬式消火器に至る歩行距離が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。特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する火災区画は、可搬式消火器（ABC消火器）を当該火災区画の入口から歩行距離が20m（大型消火器の場合は30m）以下となる場所に設置する。

(ii) 可搬式消火器の自然現象に対する機能、性能の維持

可搬式消火器は、想定される自然現象によっても、可搬式消火器の機能、性能が維持できるものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、可搬式消火器の機能、性能に影響を及ぼすことはない。

落雷、生物学的事象のうち、微生物の影響については、可搬式消火器の機能、性能に影響を及ぼす自然現象ではない。

地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災については、以下のとおり設計する。

- 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、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凍結を防止する。
- b. 可搬式消火器は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置する。可搬式消火器を建物外に設置する場合は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、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、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように定期的に外形を点検する。
- d. 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）については、消火剤の性状により、設置場所で破損した場合であっても、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）が破損した場合には、電気機器へ悪影響を及ぼすおそれがあることから、可搬式消火器（ABC消火器）については、転倒・落下し破損又は誤作動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。

(iv) 可搬式消火器に対する二次的影響の考慮

可搬式消火器は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体等による二次的影響も考慮して、火災区画内に分散して設置する。また、万一、当該火災区画内の可搬式消火器が使用できない場合には、当該火災区画と異なる場所から可搬式消火器を持参できるように可搬式消火器を設置する。

(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）を設置する火災時に煙の充満により消火活動困難となる火災区画は、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 分未満で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（部屋の体積が小さい）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ため、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系列の異なる火災防護対象ケーブルが近接することから、火災の影響を軽減できるように、当該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、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。
- g. 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火災防護対象機器等を設置する火災区画の消火を行うための固定式消火設備（ハロン消火設備）は、火災区画ごとに設置する。ただし、系列の異なる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火災防護対象機器等を設置する火災区画に対して、1つの固定式消火設備（ハロン消火設備）で消火を行う場合には、当該固定式消火設備（ハロン消火設備）の動的機器である選択弁及び容器弁について、単一故障を仮定しても、機能を喪失しないものとする。

(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

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、想定される自然現象によっても、固定式消火設備（ハロン消火設備）の機能、性能が維持できるものとする。

原子炉施設において、設計上の考慮を要する自然現象としては、地震、津波、洪水、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、竜巻、火山の影響、森林火災を選定した。

津波、洪水、地滑り、生物学的事象のうち、海生生物の影響については、立地的要因等により、固定式消火設備（ハロン消火設備）の機能、性能に影響を及ぼすことはない。

生物学的事象のうち、微生物の影響については、固定式消火設備（ハロン消火設備）の機能、性能に影響を及ぼす自然現象ではない。

地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災については、以下のとおり設計する。

- 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。
- b. 固定式消火設備（ハロン消火設備）は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影

響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように、建物内に設置する。

c. 固定式消火設備（ハロン消火設備）は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止する。

d. 固定式消火設備（ハロン消火設備）は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように「1.5.5.1（7）」に示すとおり、避雷設備を設ける。

e. 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における固定式消火設備（ハロン消火設備）は、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないものとする。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。

(iii) 固定式消火設備（ハロン消火設備）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、ハロン 1301 の無毒性濃度と同等の濃度である。当該濃度は、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。

(iv) 固定式消火設備（ハロン消火設備）に対する二次的影響の考慮

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、火災の火炎、熱、煙等の直接的な影響又は二次的影響を考慮して、消火対象とする火災区画と異なる火災区画に固定式消火設備（ハロン消火設備）のボンベ及び制御盤を設置する。

1.5.5.3 一般火災の影響軽減

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、一般火災の影響軽減について、以下のとおり設計する。

(1) 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火災防護対象機器等を設置する火災区域と隣接する他の火災区域との境界の耐火壁は、3 時間以上の耐火能力を有するものとする。

(2) 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火災防護対象機器等について、系列の異なる当該火災防護対象機器等は、異なる火災区画に設置することを基本とする。当該火災防護対象機器等を設置する火災区画の耐火壁の耐火能力は、当該火災防護対象機器等の配置及び火災の等価時間を考慮して設定する。当該火災防護対象機器等を設置する火災区画の火災の等価時間が 3 時間を超え、かつ、隣接する火災区画に系列の異なる当該火災防護対象機器等を設置する場合は、火災区画間の耐火壁を 3 時間以上の耐火能力を有するものとするか、隣接する火災区画の系列の異なる当該火災防護対象機器等に対して耐火能力を有する隔壁を設置し、当該隔壁と耐火壁を合わせて 3 時間以上の耐火能力を有するものとする。

(3) 系列の異なる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火災防護対象機器等を同一の火災区画内に設置する場合は、中央制御室及びケーブル室を除き、相互の系統分離を以下のいずれかにより行う設計とする。

- a. 系列の異なる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. 系列の異なる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 20 分未満で移動し、固定式消火設備（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、手動操作による固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。また、火災時に煙の充満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 20 分未満で移動し、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。

(4) 系列の異なる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火災防護対象機器等を同一の火災区画内に設置する格納容器（床上）の火災区画（操作床等）については、当該火災防護対象機器等の間を 1 時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、かつ、当該火災区画は、可燃性物質（ケーブル等）が多く火災の等価時間が 20 分を超えるものの、体積が大きく火災時に煙の充満により消火活動が困難とならないため、自動消火設備の設置に代えて、可搬式消火器（ABC 消火器）による消火を行うものとする。当該消火活動に当たっては、1 時間以内に消火ができるように、火災時の輻射等による影響を考慮して以下の措置を講じる。

- ・ 消火活動を行う際には、必要に応じて、防護具（防護服、防護マスク、携帯用空気ボンベ等）を装備する。当該防護具は、格納容器の入口に設置する。
- ・ 格納容器には、2 箇所の入口（所員用エアロックと非常用エアロック）を設置し、また、中 2 階には、2 箇所のアクセスルートを設置し、火災の状況に応じて、アクセスルートを選定する。
- ・ 火元から離れた位置で消火活動が行えるよう、放射距離の長い大型の可搬式消火器（ABC 消火器）を設置する。
- ・ 機器等が密集する場所においては、局所的に煙が滞留するおそれがあることから、煙により消火活動が阻害されないよう、可搬型の排煙装置を準備し、必要に応じて、排煙できるものとする。

可搬式消火器（ABC 消火器）による消火活動を行ったにもかかわらず、火災が拡大して 1 時間以内に消火ができないと判断した場合には、運転員等の人命を最優先に考え格納容器内からの退避を行うとともに、格納容器（床上）の空調換気設備を停止し、当該空調換気設備のダンパを閉止して格納容器（床上）を密閉状態として内部の窒息消火を行うものとする。当該窒息消火に当たっては、中央制御室において、酸素濃度により密閉状態を確認し、格納容器（床上）の温度により火災の状況の監視を行うものとする。

(5) 中央制御室及びケーブル室における火災の影響軽減については、以下のとおり設計する。

(i) 中央制御室に対する火災の影響軽減

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、以下により火災の影響軽減を行う設計とする。

① ケーブルに対する火災の影響軽減

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火災防護対象ケーブルについて、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。

また、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火災防護対象ケーブルの周囲のケーブルについても、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も、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感知方式の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する。

常駐する運転員による火災の早期感知に努めるとともに、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等は、早期に火災を感知し、火災の影響を軽減するため、盤に煙感知器を設置する。当該煙感知器は、中央制御室に設置する煙感知器よりも早期に火災を感知できるものとする。

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、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等の電気機器を設置することから、電気機器へ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、火災を感知した場合、火災の影響を軽減するため、1～2 本の二酸化炭素消火器による消火を行う。当該消火活動の際には、二酸化炭素が局所的に滞留することによる人体への影響を考慮して、中央制御室に設置する二酸化炭素濃度計を携帯する。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) ケーブル室に対する火災の影響軽減

中央制御室の下方に位置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ケーブルが近接することを踏まえて、以下により火災の影響軽減を行う設計とする。

① ケーブルに対する火災の影響軽減

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火災防護対象ケーブルは、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

火シートを敷設した電線管内に敷設する。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。

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感知方式の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する。

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。

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、自動起動又は現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動することができる固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

当該固定式消火設備（ハロン消火設備）は、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。当該固定式消火設備（ハロン消火設備）の手動起動は、ケーブル室の火災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。

また、当該固定式消火設備（ハロン消火設備）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。万一、自動起動しなかった場合には、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。

④ 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火災防護対象ケーブルを敷設する電線管内での火災

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火災防護対象ケーブルを敷設する電線管内の火災については、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。

また、上記電線管内で火災が発生した場合には、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。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、「1.5.5.3 (5) (ii) ①～③」の対策により、火災の影響を軽減することができる。

- (6) 換気設備は、他の火災区画の火、熱又は煙が、火災防護基準による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。

- (7) 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。

- (8) 地下階に設置する燃料油（重油）の貯蔵タンク内のペ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、ペーパーを屋外に排気できるものとする。
- (9) 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。鋼製のキャビネット以外で保管する場合は、「1.5.5.5 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する可燃性物質の制限量を超えないように、管理するとともに、発火源や火災防護対象機器等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 の分離距離を準用し、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。

1.5.5.4 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**原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物における**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

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）を設置する設計とする。

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 (5) (ii)」に示す対策を講じることにより火災の影響を軽減する設計とする。

(2) 電気室

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設置しない設計とする。

蓄電池室の換気設備は、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ように設計する。当該換気設備が故障した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。

(4) ポンプ室

火災防護基準による対策を考慮する火災防護対象機器のうち、ポンプの設置場所は、体積が大きい等、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小さい。当該ポンプ室における消火に当たっては、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とともに、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の測定を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）と他の火災区画の空調換気設備の貫通部には、防火ダンパを設置する設計とする。

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を使用する設計とする。

(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備

原子炉附属建物において、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。当該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設計とする。

原子炉附属建物において、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、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收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ように設計する。

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

原子炉附属建物において、廃ガス処理室、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、当該火災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。また、当該空調換気設備は、空調換気設備を停止し、ダンパを閉止して隔離できるものとする。

なお、廃ガス処理室、廃液タンク室、アルコール廃液タンク室の火災区画は、水を用いた消火設備を設置しない原子炉附属建物内にあることから、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、火災によって機能が影響を受けることはない。

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。

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は、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。

1.5.5.5 一般火災の影響評価

設計基準において想定される一般火災（ナトリウム燃焼に伴う一般火災の重量を含む。）に対して、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参考に以下により火災の影響を評価し、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

(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) 設計基準において想定される火災による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火災防護対象機器等への影響を確認する。
- (iv) ナトリウム燃焼を考慮する火災区画の影響評価に当たっては、ナトリウム燃焼と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う。火災区画内でのナトリウム燃焼量は、想定されるナトリウム漏えい量に対して、漏えいしたナトリウムが鋼製の床ライナ又は受樋を介してナトリウム溜に導かれること、ナトリウム燃焼に伴い火災区画内の酸素濃度が低下してナトリウム燃焼が抑制されることを考慮する。

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
- ・ 可燃性物質の管理（ナトリウムの漏えいが想定される火災区画において、可燃性物質の設置を可能な限り低減すること、また、火災区画において、可燃性物質の設置及び持込みを所定の範囲に管理すること）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、原子炉の運転に影響を及ぼすおそれのある火災が発生し、当該火災の発生又はナトリウムの漏えいを確認した場合において、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」の三方策のそれぞれを講じる設計とする。一般火災に対しては、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」の三方策を適切に組み合わせる設計とする。

なお、火災防護基準による火災防護対策を適用しない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。

(1) ナトリウム燃焼に対する火災防護対策

a. ナトリウム漏えいの発生防止

ナトリウム漏えいの発生防止について、以下のとおり設計する。

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。

ナトリウムを内包する配管は、エルゴを引き回し、十分な撓性を備えたものとする。

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。地震に対して、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。

ナトリウムを内包する配管及び機器は、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行う。

b. 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

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について、以下のとおり設計する。

(i) 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。

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、外部電源喪失時に、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。

ナトリウム漏えい検出器は、想定される自然現象（地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災）によっても、ナトリウム漏えい検出器の機能、性能が維持できるものとする。ナトリウム漏えい検出器は、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。ナトリウム漏えい検出器は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止するものとする。ナトリウム漏えい検出器は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように避雷設備を設けるものとする。ナトリウム漏えい検出器は、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないものとする。ただし、ナトリウム漏えい検出器の構造上、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しない設計とすることが困難な場合は、地震により、ナトリウム漏えい検出器に異常が生じた場合に、当該異常を検知して復旧することにより、ナトリウム漏えい検出器の機能を維持するものとする。

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を特定できるものとする。

(ii) 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、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で兼用する。さらに、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、一般火災に適用する煙感知器又は熱感知器を設置する。

(iii) ナトリウム燃焼の消火

ナトリウム燃焼の消火には、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を設置する。

現場操作が必要となる場所については、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備し、必要に応じて持参できるものとする。

原子炉施設に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量を備えるものとする。

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は、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を1から2本程度分散して設置し、当該火災区画に至る経路には、特殊化学消火剤を

装填した可搬式消火器及び防護具を設置し、必要に応じて持参できるものとする。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、想定される自然現象（地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災）によっても、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器の機能、性能が維持できるものとする。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、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凍結を防止するものとする。特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように定期的に外形を点検するものとする。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ものとする。

特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体等による二次的影響も考慮して、火災区画内に分散して設置する。また、万一、当該火災区画内の特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器が使用できない場合には、当該火災区画と異なる場所から特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を持参できるように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、一般火災にも使用できるが、放射距離が短いことから、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、ナトリウム燃焼と一般火災をナトリウム漏えい検出器の作動の有無、ナトリウムエアロゾルの発生の有無、ナトリウムエアロゾル特有の刺激臭の有無等により識別し、一般火災のみが生じていることを確認した場合には、ABC消火器を使用する。

c. ナトリウム燃焼の影響軽減

ナトリウム燃焼の影響軽減について、以下のとおり設計する。

(i) ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制

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、窒素雰囲気で維持する二重構造の間隙に漏えいしたナトリウムを保持することによりナトリウム燃焼を抑制する。

上記以外で1次冷却材を内包する配管及び機器並びに格納容器（床下）に設置する2次冷却材を内包する配管及び機器は、原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）に漏えいしたナトリウムを保持することによりナトリウム燃焼を抑制する。

上記以外で2次冷却材を内包する配管及び機器は、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することによりナトリウム燃焼を抑制する。

(ii) ナトリウム燃焼の影響軽減

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（原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）を除く。）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。

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する。

ナトリウムと湿分等との反応に伴い発生した水素が蓄積するおそれがある火災区画については、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。

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床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。

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、ナトリウムエアロゾルの拡散を防止するため、空調換気設備を停止し、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。

(iii) 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、ナトリウム燃焼に伴う材料の腐食を考慮した厚さを有する鋼製のライナ又は受樋を設置する。

(2) 一般火災に対する火災防護対策

a. 一般火災の発生防止

一般火災の発生防止について、以下のとおり設計する。

(i) 発火性物質又は引火性物質への対策

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を設置する火災区画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。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措置を講じる。

(ii) 可燃性蒸気又は可燃性の微粉への対策

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を設置する火災区画は、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設計とする。当該火災区画のうち、爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区画には、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は、静電気を除去する装置を設けるものとする。当該火災区画には、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。

(iii) 発火源への対策

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を設置する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。当該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。

(iv) 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を設置する火災区画には、必要な換気容量を有する換気設備を設けるとともに、水素の検知器を設置する。当該換気設備は、非常用電源設備より電源を供給するものとする。当該換気設備が停止した場合又は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するものとする。当該火災区画には、直流開閉装置やインバータを設置しないものとする。

(v) 過電流による過熱防止対策

動力ケーブルは、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。

(vi) 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、主要な構造材、ケーブル、チャコールフィルタを除く空調換気設備のフィルタ、保温材及び建物内装材は、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。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設計とするか、又は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設計とする。

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ケーブルは、実証試験又は当該試験に示される同等の性能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、難燃ケーブルを使用するか、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場合は、ケーブルを電線管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。

(vii) 自然現象による火災の発生防止対策

想定される自然現象（地震、風（台風）、落雷、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、森林火災）によって、原子炉施設内の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に火災が発生することを防止するものとする。

風（台風）、竜巻、森林火災については、原子炉施設内の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を風（台風）、竜巻、森林火災に対して防護することにより、火災の発生を防止する。

生物学的事象のうち、小動物の影響については、原子炉施設内の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に対して、小動物の侵入を防止することにより、火災の発生を防止する。

落雷については、落雷による火災の発生防止対策として、避雷設備を設ける。

地震については、地震による火災の発生防止対策として、火災防護対象機器は、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。

b. 一般火災の感知及び消火

一般火災の感知及び消火について、以下のとおり設計する。

(i) 一般火災の感知

一般火災を早期に感知できるよう、火災感知器と受信機から構成される火災感知設備を設置する。

火災防護基準による火災の感知及び消火を考慮する火災防護対象機器等を設置する火災区画には、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器を設置する。固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器の組合せは、誤作動を防止するため、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。ただし、環境条件等から当該組合せを適用できないエリアに

における火災感知器の組合せについては、防爆型の非アナログ式の煙感知器と防爆型の非アナログ式の熱感知器、アナログ式の煙感知器と非アナログ式の炎感知器、非アナログ式の炎感知器と赤外線感知機能等を備えた監視カメラの組合せとする。

火災感知器の設置に当たって、感知器については、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置することを基本とし、検知装置については、監視範囲に死角がないように設置する。ただし、感知器のうち、煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項の取付面高さに係る適用範囲を超えるエリアに設置する場合は、空調換気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設置する。

火災防護基準による火災の感知及び消火を考慮する火災防護対象機器等を設置しないエリア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。当該エリアには、煙感知器を設置することを基本とする。ただし、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には、熱感知器を設置する。また、放射線量が高く、かつ、火災感知器の設置ができないか、又は火災感知器を設置した場合に火災感知器の保守点検ができない場所には、火災感知器を設置しないものとする（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」が該当）。

受信機については、火災感知器が作動した場合に警報を発し、かつ、火災の発生場所を特定できるものとする。

火災感知設備は、外部電源喪失時に、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。

火災感知設備は、想定される自然現象（地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災）によっても、火災感知設備の機能、性能が維持できるものとする。火災感知設備は、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。ただし、建物外に設置する火災感知器については、予備の火災感知器を確保し、降水、風（台風）、凍結、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災の影響を受けた場合には、早期に取り替えを行い復旧するものとする。火災感知設備は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止するものとする。火災感知設備は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように避雷設備を設けるものとする。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する火災区画の火災感知器及び当該火災感知器用の受信機は、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないものとする。

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

(ii) 一般火災の消火

原子炉施設は、ナトリウムを取り扱うことを踏まえ、原子炉建物、原子炉附属建物、主冷却機建物及びメンテナンス建物には、水を用いた消火設備を設置しないものとする。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ついては、ナトリウムを取り扱わないこと、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等を設置しないため、消防法に基づく屋内消火ポンプ式消火栓を設置する。

原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物において、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、可搬式消火器で消火を行い、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には、固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

現場操作が必要となる場所については、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備し、必要に応じて持参できるものとする。

① 可搬式消火器

原子炉施設に保有する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。

中央制御室には、ABC消火器に加えて、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等の電気機器を設置することから、二酸化炭素消火器を設置する。

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には、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する。

可搬式消火器（ABC消火器）は、各火災区画において、それぞれの消火器に至る歩行経路が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。特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する火災区画は、可搬式消火器（ABC消火器）を当該火災区画の入口から歩行距離が20m（大型消火器の場合は30m）以下となる場所に設置する。

可搬式消火器は、想定される自然現象（地震、降水、風（台風）、凍結、生物学的事象のうち、小動物の影響、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災）によっても、可搬式消火器の機能、性能が維持できるものとする。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、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凍結を防止するものとする。可搬式消火器は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように建物内に設置するものとする。ただし、可搬式消火器を建物外に設置する場合は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、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ものとする。可搬式消火器は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように定期的に外形を点検するものとする。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ものとする。

可搬式消火器は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体等による二次的影響も考慮して、火災区画内に分散して設置する。また、万一、当該火災区画内の可搬式消火器が使用できない場合には、当該火災区画と異なる場所から可搬式消火器を持参できるものとする。

② 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）の消火剤には、ハロン1301を使用し、当該消火剤の量は、消防法に基づくものとする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動方式は、中央制御室から起動装置の設置場所に20分以内でアクセスできる場合、手動起動によるものとする。ただし、ケーブル室には、火災の影

響を軽減できるように自動起動による固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

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火災防護対象機器等を設置する火災区画の消火を行うための固定式消火設備（ハロン消火設備）は、火災区画ごとに設置する。ただし、系列の異なる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火災防護対象機器等を設置する火災区画に対して、1つの固定式消火設備（ハロン消火設備）で消火を行う場合には、当該固定式消火設備（ハロン消火設備）の動的機器である選択弁及び容器弁について、単一故障を仮定しても、機能を喪失しないものとする。

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、想定される自然現象（地震、降水、風（台風）、凍結、積雪、落雷、生物学的事象のうち、小動物の影響、竜巻、火山の影響、森林火災）によっても、固定式消火設備（ハロン消火設備）の機能、性能が維持できるものとする。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ものとする。固定式消火設備（ハロン消火設備）は、降水、風（台風）、積雪、竜巻、火山の影響、森林火災に対して、性能が著しく阻害されないように、建物内に設置するものとする。固定式消火設備（ハロン消火設備）は、生物学的事象のうち、小動物の影響に対して、性能が著しく阻害されないように小動物の侵入を防止するものとする。固定式消火設備（ハロン消火設備）は、落雷に対して、性能が著しく阻害されないように避雷設備を設けるものとする。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する火災区画における固定式消火設備（ハロン消火設備）は、基準地震動による地震力に対して、機能を喪失しないように設計する。

固定式消火設備（ハロン消火設備）は、火災の火炎、熱、煙等の直接的な影響又は二次的影響を考慮して、消火対象とする火災区画と異なる火災区画に固定式消火設備（ハロン消火設備）のボンベ及び制御盤を設置する。

c. 一般火災の影響軽減

一般火災の影響軽減について、以下のとおり設計する。

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火災防護対象機器等を設置する火災区域と隣接する他の火災区域との境界の耐火壁は、3時間以上の耐火能力を有するものとする。

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火災防護対象機器等について、系列の異なる当該火災防護対象機器等は、異なる火災区画に設置することを基本とする。当該火災防護対象機器等を設置する火災区画の耐火壁の耐火能力は、当該火災防護対象機器等の配置及び火災の等価時間を考慮して設定する。当該火災防護対象機器等を設置する火災区画の火災の等価時間が3時間を超え、かつ、隣接する火災区画に系列の異なる当該火災防護対象機器等を設置する場合は、火災区画間の耐火壁を3時間以上の耐火能力を有するものとするか、隣接する火災区画の系列の異なる当該火災防護対象機器等に対して耐火能力を有する隔壁を設置し、当該隔壁と耐火壁を合わせて3時間以上の耐火能力を有するものとする。

系列の異なる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火災防護対象機器等を同一の火災区画内に設置する場合は、中央制御室及びケーブル室を除き、相互の系統分離を以下のいずれかにより行う設計とする。

- a. 系列の異なる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. 系列の異なる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20分未満で移動し、固定式消火設備（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、手動操作による固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。また、火災時に煙の充満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20分未満で移動し、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。

中央制御室に対する火災の影響軽減については、以下のとおり設計する。

① ケーブルに対する火災の影響軽減

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火災防護対象ケーブルについて、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。

また、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火災防護対象ケーブルの周囲のケーブルについても、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も、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感知方式の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する。

常駐する運転員による火災の早期感知に努めるとともに、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等は、早期に火災を感知し、火災の影響を軽減するため、盤に煙感知器を設置する。当該煙感知器は、中央制御室に設置する煙感知器よりも早期に火災を感知できるものとする。

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、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系列の異なる火災防護対象ケーブルを接続する制御盤等の電気機器を設置することから、電気機器へ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、火災を感知した場合、火災の影響を軽減するため、1～2本の二酸化炭素消火器による消火を行う。当該消火活動の際には、二酸化炭素が局所的に滞留することによる人体への影響を考慮して、中央制御室に設置する二酸化炭素濃度計を携帯する。

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。

ケーブル室に対する火災の影響軽減については、以下のとおり設計する。

① ケーブルに対する火災の影響軽減

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火災防護対象ケーブルは、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

を敷設した電線管内に敷設する。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。

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**感知方式**の火災感知器として、煙感知器と熱感知器を設置する。

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。

③ 火災の早期消火

ケーブル室には、自動起動又は現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動することができる固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

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、消火設備の消火方法、消火設備の破損防止措置等を行うことにより、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。