

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）

2022 年 7 月 25 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所高速実験炉部

第 8 条：火災による損傷の防止

目 次

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

(別紙)

別紙 1 : ナトリウム燃焼と一般火災における火災防護対策の検討方針について

別紙 2 : 火災防護対象機器の選定及び火災防護対策の考え方について

別紙 3 : 火災区域及び火災区画の設定について

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

(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（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、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、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。）に対して、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

【火災防護対象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（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 原子炉冷却材バウンダリ機能（PS-1）
- ② 炉心形状の維持機能（PS-1）
- ③ 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS-1）
- ④ 1次冷却材漏えい量の低減機能（MS-1）
- ⑤ 原子炉停止後の除熱機能（MS-1）
- ⑥ 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）
- ⑦ 安全上特に重要な関連機能（MS-1）
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能（MS-2）
- ⑨ 安全上重要な関連機能（MS-2）
- ⑩ 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）
- ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能（PS-3）
- ⑫ 通常運転時の最終ヒートシンクへの熱輸送機能（PS-3）
- ⑬ 電源供給機能（非常用を除く。）（PS-3）
- ⑭ プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）（PS-3）
- ⑮ 制御室外からの安全停止機能（MS-3）
- ⑯ 出力上昇の抑制機能（MS-3）

(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（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 放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）
- ② 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能（PS-2）
- ③ 燃料を安全に取り扱う機能（PS-2）
- ④ 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）
- ⑤ 放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）
- ⑥ 1次冷却材を内蔵する機能（PS-1以外のもの）（PS-3）
- ⑦ 放射性物質の貯蔵機能（PS-3）
- ⑧ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（PS-3）

(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（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）
- ② 燃料プール水の補給機能（MS－3）

4.3 火災区域及び火災区画の設定

【火災区域及び火災区画の設定について：別紙3参照】

火災防護対象機器を想定される火災から防護することを目的とし、火災防護対象機器の配置や系統分離等に応じて、火災区域及び火災区画を設定する。火災区域は、建物ごとに耐火壁によって囲まれた他の区域と分離された範囲を基本とする。火災区画は、火災区域を分割したもので、耐火壁や隔離距離等により分離された範囲を基本とする。

なお、これらの火災区域又は火災区画は、任意の火災区域又は火災区画に火災が発生した場合において、火災伝播により火災防護対象機器の安全機能を損なわないように設計する。

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

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

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を設置される場所（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兼用する。

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域又は火災区画には、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域又は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）の雰囲気は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) 自然現象に対する機能、性能の維持

- a. 特殊化学消火剤は、その性状により、凍結するおそれはなく、凍結防止対策を必要としない。
- 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。

(ii) 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による影響

特殊化学消火剤は、その性状により、その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。

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。

4.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減

火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画内のナトリウム燃焼及び隣接する火災区域又は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であっても、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域又は火災区画は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区域又は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域又は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、他の火災区域又は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域又は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域又は火災区画については、当該火災区域又は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、他の火災区域又は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域又は火災区画には、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。

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

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、パッキング、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を設置する火災区域又は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、ヒューズ等の組合わせ等により、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。

(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

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

一般火災を早期に感知できるように、火災感知器等（火災感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）と受信機から構成される火災感知設備を設置する。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、非常用電源設備より電源を供給する。

火災感知器等は、火災区域又は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設置する。

また、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画には、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器等を組み合わせで設置する。当該火災感知器の組み合わせとしては、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み合わせを基本とする。ただし、これらの火災感知器が環境条件（屋外であることや天井高さ等）から使用できない火災区域又は火災区画については、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、非アナログ式の防爆型の熱感知器及びアナログ式の熱感知カメラを組み合わせで設置する。

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。

(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火災区域又は火災区画は、運転員等による可搬式消火器（A B C 消火器又は二酸化炭素消火器）を使用した消火活動を行うものとする。各火災区域又は火災区画には、当該消火活動に使用する可搬式消火器（A B C

消火器又は二酸化炭素消火器)を配置する。中央制御室には可搬式消火器を配置し、常駐する運転員により、火災の早期発見・早期消火に対応できるものとする。

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なことが想定される火災区域又は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、ハロン消火設備を設置する。火災防護対象機器が設置される火災区域又は火災区画において、手動操作による固定式消火設備に期待する場合には、固定式消火設備（ハロン消火設備）が、当該火災区域又は火災区画での火災により、機能を喪失することがないように、独立性を考慮したものとする。固定式消火設備（ハロン消火設備）は、外部電源喪失時にその機能を喪失することがないように、蓄電池を有するものとする。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。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。

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。

(i) 自然現象に対する機能、性能の維持

- a. 可搬式消火器及びハロン消火設備の消火剤は、その性状により、凍結するおそれはなく、凍結防止対策を必要としない。
- 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. 可搬式消火器及びハロン消火設備は、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、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。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。

(ii) 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による影響

可搬式消火器の消火剤は、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。

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。

ハロン消火設備の作動に伴う空調換気設備の停止により、非常用ディーゼル発電機の機能を喪失するおそれがあることを考慮し、ハロン消火設備は、手動操作による起動を行うものとする。

4.5.3 一般火災の影響軽減

火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画内の一般火災及び隣接する火災区域又は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を設置する火災区域又は

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、他の火災区域又は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域又は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、他の火災区域又は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域又は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域又は火災区画は、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。

(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、「4.5.4 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。

4.5.4 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) 火災区域又は火災区画内における火災源の火災荷重及び燃焼率から、当該火災区域又は火災区画内の火災の等価時間を算出する。
- (ii) 火災区域又は火災区画内で想定される火災に対して、当該火災区域又は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域又は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への影響を確認する。

4.6 要求事項（試験炉設置許可基準規則第8条）への適合性説明

（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。

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

「常陽」において想定する火災は、ナトリウム燃焼と一般火災に大別される。ナトリウム燃焼と一般火災に対する防護措置は、第 408 回核燃料施設等の新規性基準適合性に係る審査会合（令和 3 年 7 月 26 日）における「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」の新規性基準適合性に係る設置変更許可申請に対する当面の審査の進め方（資料 3）」の下記の内容を満足するように検討する。

【第 408 回核燃料施設等の新規性基準適合性に係る審査会合 資料 3 の抜粋】

3. 火災による損傷の防止（第 8 条関係）

（1）一般火災に対する防護措置

一般火災については、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 3 つの防護措置を、それぞれ「必要に応じて」組み合わせるという設計対応を許容することとし、設計基準において想定する火災により、以下の安全機能を損なわないことを確認する。

- 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
- 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
- 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

（2）ナトリウム燃焼に対する防護措置

ナトリウム燃焼については、その特有の危険性を考慮し、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 3 つの防護措置全てを必要とする。具体的には、3 つの防護措置が妥当であることを、以下の 8 項目により確認する。

- ①ナトリウム漏えいの防止
- ②ナトリウム漏えいの検知
- ③ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制
- ④ナトリウム燃焼の感知
- ⑤ナトリウム燃焼の消火
- ⑥ナトリウム漏えい時の燃焼影響評価
- ⑦ナトリウム燃焼の影響軽減
- ⑧ナトリウムと構造材との反応の防止

火災防護対象機器の選定及び火災防護対策の考え方について

1. 概要

安全機能の重要度分類から選定する火災防護対象機器（以下「重要度分類による火災防護対象機器」という。）の選定及び当該火災防護対象機器に対する火災防護対策の考え方を示す。

また、ここでは、設置許可基準規則第 53 条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）に係る炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置の資機材（以下「BDBA 資機材」という。）に対する火災防護対象機器（以下「BDBA に係る火災防護対象機器」という。）の選定及び当該火災防護対象機器に対する火災防護対策の考え方も併せて示す。

2. 火災防護対象機器の選定の考え方

2. 1 重要度分類による火災防護対象機器

安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器をそれぞれ重要度分類による火災防護対象機器として選定する。安全施設と重要度分類による火災防護対象機器の関係を第 2.1.1 表に示す。

- ・ 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（以下「原子炉の安全停止に係る機器等」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（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。）
- ・ 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（以下「使用済燃料の冠水等に係る機器等」という。）

(1) 原子炉の安全停止に係る機器等の選定

原子炉の安全停止に係る機器等は、以下のとおり選定する。

原子炉施設で火災が発生し、これを検知した場合、運転員の手動スクラム操作により、原子炉を停止するため、停止機能に該当する「原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS－1）」を有する機器等を選定する。また、当該機能の関連系である「炉心形状の維持機能（PS－1）」並びに火災を起因として、原子炉保護系（スクラム）の作動を伴う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が発生するおそれがあることを考慮し、「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）」を有する機器等を選定する。

原子炉停止後に炉心の崩壊熱を除去し、停止状態を引き続き維持するための冷却機能（主冷却系）に該当する「原子炉停止後の除熱機能（MS－1）」を有する機器等を選定する。また、当該機能の関連系である「原子炉冷却材バウンダリ機能（PS－1）」、「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）」及び「1次冷却材漏えい量の低減機能（MS－1）」を有する機器等を選定する。

原子炉停止後に、炉心の崩壊熱を除去し、停止状態を引き続き維持することにより、放射性物質が系統外に放出されることはないが、その状況を監視する観点で「事故時のプラント状態の把握機能（MS－2）」を有する機器等を選定する。

原子炉の安全停止状態の監視に係る中央制御室及び原子炉の安全停止に係る機器等の動作

に係る非常用電源設備を含む「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）」を有する機器等を選定する。

手動スクラム又は原子炉保護系（スクラム）の作動により、原子炉が停止した場合、1次主冷却系は、1次主循環ポンプの主電動機による強制循環運転に移行（外部電源喪失時及び1次主循環ポンプに係る故障時を除く。）、2次主冷却系は、主送風機を電磁ブレーキにより、迅速に停止、自然通風除熱に移行すること、また、原子炉冷却材温度制御系により、主冷却機のインレットベーン及び入口ダンパの制御が行われることを考慮し、「通常運転時の冷却材の循環機能（PS－3）」、「通常運転時の最終ヒートシンクへの熱輸送機能（PS－3）」、「プラント計測・制御機能（PS－3）」及び「電源供給機能（非常用を除く。）（PS－3）」を有する機器等を選定する。

中央制御室が使用できない場合、中央制御室以外の場所から原子炉を停止させ、必要なパラメータを監視するための「制御室外からの安全停止機能（MS－3）」及び制御棒の引抜きを阻止するための「出力上昇の抑制機能（MS－3）」を有する機器等を選定する。

なお、「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）」、「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）」を有する機器等には、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め若しくは使用済燃料の冠水等に係る機器等も含まれるが、ここでは、機能別に分類するものとして、原子炉の安全停止に係る機器等として分類する。

(2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等の選定

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等は、以下のとおり選定する。

放射性物質の貯蔵機能に該当する「原子炉カバーガス等のバウンダリ機能（PS－2）」、「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）」、「燃料を安全に取り扱う機能（PS－2）」、「1次冷却材を内包する機能（PS－1以外のもの）（PS－3）」、「放射性物質の貯蔵機能（PS－3）」及び「核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（PS－3）」を有する機器等を選定する。

放射性物質の閉じ込め機能に該当する「放射性物質の閉じ込め機能（MS－1）」及び「放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS－2）」を有する機器等を選定する。

(3) 使用済燃料の冠水に係る機器等の選定

使用済燃料の冠水に係る機器等は、以下のとおり選定する。

使用済燃料貯蔵設備の水冷却池において、使用済燃料の冠水の確保機能及び冷却機能に該当する「燃料プール水の保持機能（MS－2）」及び「燃料プール水の補給機能（MS－3）」を有する機器等を選定する。

2. 2 BDBAに係る火災防護対象機器

BDBAに係る火災防護対象機器は、BDBA資機材を選定する。BDBA資機材を第2.2.1表に示す。

第2.1.1表 安全施設と重要度分類による火災防護対象機器の関係 (1/3)

分類	定義	機能	安全機能の重要度分類		安全機能の重要度分類		
			構造物、系統又は機器	機器等	A	B	C
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によつて燃料の多量の破損を引き起こすおそれがあり、敷地外への著しい放射性物質の放出のおそれのある構造物、系統及び機器	原子炉冷却材バウンダリ機能	① 原子炉容器	1) 本体			
			② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系	1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)			○
			③ 炉心支持構造物	1) 炉心支持板 2) 支持構造物			
PS-1	炉心形状の維持機能	炉心形状の維持機能	② 炉心パレル構造物	1) パレル構造体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体 (A)			
			③ 炉心構成要素	5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置			○
			① 制御棒	1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管			
MS-1	異常状態発生時に、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能*1	② 制御棒駆動系	1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管			
			③ 後備炉停止制御棒	1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管			○
			④ 後備炉停止制御棒駆動系	1) リークジャケット 2) リークジャケット			
MS-1	異常状態発生時に、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	1次冷却材漏えい量の低減機能*2	① 原子炉容器	1) 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管 (外側) 又はリークジャケット			
			② 1次主冷却系	1) 逆止弁			○
			③ 1次補助冷却系	1) 逆止弁 2) 逆止弁			
MS-1	異常状態発生時に、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	原子炉炉停止後の除熱機能*3	④ 1次主冷却系	1) サイフォンブレーク弁 2) 逆止弁			
			⑤ 1次予熱蒸着ガス系	1) 1次主循環ポンプボニーマータ			○
			① 1次主冷却系	1) 主冷却機 (主送風機を除く。)			
MS-1	放射線物質の閉じ込め機能	放射線物質の閉じ込め機能	① 格納容器	1) 格納容器バウンダリに属する配管・弁			
			② 格納容器	1) 原子炉保護系 (スクラム)			
			③ 原子炉保護系 (スクラム)	1) 原子炉保護系 (スクラム)			
MS-1	工学的安全施設及び原子炉停止への作動信号の発生機能*4	工学的安全施設及び原子炉停止への作動信号の発生機能*4	① 原子炉保護系 (スクラム)	1) 原子炉保護系 (スクラム)			
			② 中央制御室	1) 中央制御室 (アイソレーション)			
			③ 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するもの)	1) 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するもの)			
MS-1	安全上特に重要な関連機能*5	安全上特に重要な関連機能*5	④ 交流無停電電源系 (MS-1に属するもの)	1) 交流無停電電源系 (MS-1に属するもの)			
			⑤ 直流無停電電源系 (MS-1に属するもの)	1) 直流無停電電源系 (MS-1に属するもの)			
			⑥ 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するもの)	1) 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するもの)			

*1: 【特記すべき関連系】 炉心支持構造物 (炉心支持板、支持構造物)、炉心パレル構造物 (パレル構造体)、炉心構成要素 (炉心燃料集合体、照射燃料集合体他)
 *2: 【特記すべき関連系】 関連するプロセス計装 (ナトリウム漏えい検出器)
 *3: 【特記すべき関連系】 原子炉容器 (本体)、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁
 *4: 【特記すべき関連系】 関連する核計装、関連するプロセス計装
 *5: 【特記すべき関連系】 関連する補機冷却設備

第2.1.1表 安全施設と重要度分類による火災防護対象機器の関係 (2/3)

分類	定義	機能	安全機能の重要度分類			
			構造物、系統又は機器	分類 (○：選定)		
P S - 2	その損傷又は故障により発生する事象によって、燃料の多量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	原子炉カバールーム等のバウンダリ機能	① 1次アルゴンガス系	1) 原子炉カバールーム等のバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	A	
			② 原子炉容器	1) 本体 (原子炉冷却材バウンダリに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。)		
			③ 1次主冷却系	1) 原子炉カバールーム等のバウンダリに属する容器・配管・弁 (原子炉冷却材バウンダリに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。)	○	
			④ 1次オーバーフロー系	1) 原子炉カバールーム等のバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)		
			⑤ 1次ナトリウム充填・ドレン系	1) 原子炉カバールーム等のバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)		
			⑥ 回転プラグ (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	1) 計装等の小口径のものを除く。)		
M S - 2	その損傷又は故障により発生する事象によって、燃料の多量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	燃料を安全に取り扱う機能	① 核燃料物質取扱設備		○	
			原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備	① 貯蔵ラック		
				② 水冷却池		
				③ 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備		
				④ 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備		
			P S - 2 の構築物、系統及び機器の損傷又は故障が及ぼす敷地周辺公衆への放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	燃料プール水の保持機能	燃料プールの保持機能	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備
② 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池					
③ 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池					
④ 外周コンクリート壁	1) アルゴン廃ガス処理系					
放射線の遮蔽及び放出低減機能	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池				
	② 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	2) 水冷却浄化設備のうち、サイフォンブレイク弁				
異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	事故時のプラント状態の把握機能	事故時のプラント状態の把握機能	① アニュラス部排気系	1) アニュラス部常用排気フィルタを除く。)	○	
			② 非常用ガス処理装置			
			③ 主排気筒			
			④ 放射線低減効果の大きい遮蔽 (安全容器及びコンクリート遮へい体冷却系を含む。)			
			安全上特に重要なその他の構築物、系統及び機器	① 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するものを除く。)		
				② 交流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。)		
安全上重要な関連機能	安全上重要な関連機能	安全上重要な関連機能	③ 直流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。)		○	

第2.1.1表 安全施設と重要度分類による火災防護対象機器の関係 (3/3)

分類	定義	機能	安全機能の重要度分類		
			A	B	C
P S - 3	異常状態の起因事象となるものであってPS-1、PS-2以外の構築物、系統及び機器	1次冷却材を内蔵する機能 (PS-1以外のもの)	A 原子炉の安全停止に係る機器等 / B 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等 / C 使用済燃料の冠水等に係る機器等		
			安全機能の重要度分類		
			構築物、系統又は機器		
			① 1次ナトリウム純化系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)		
			② 1次オーパフロー系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)		
			③ 1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・弁 (PS-1に属するもの及び計装等の小口径のものを除く。)		
			① 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系		
			① 液体廃棄物処理設備		
			② 固体廃棄物貯蔵設備		
			MS - 3	異常状態の起因事象となるものであってPS-1、PS-2以外の構築物、系統及び機器	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)
安全機能の重要度分類					
構築物、系統又は機器					
① 1次主冷却系					
② 2次主冷却系					
① 2次主冷却系					
① 2次主冷却系					
① 主送風機					
① 一般電源系 (受電エリア)					
① 原子炉冷却材温度制御系 (関連するプロセス計装及び制御用圧縮空気を含む。)					
MS - 3	原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	A 原子炉の安全停止に係る機器等 / B 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等 / C 使用済燃料の冠水等に係る機器等		
			安全機能の重要度分類		
			構築物、系統又は機器		
			① 炉心構成要素		
			① 炉心燃料集合体		
			i) 被覆管		
			② 照射燃料集合体		
			i) 被覆管		
			① 中央制御室外原子炉停止盤 (安全停止に関連するもの)		
			① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備		
② 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備					
③ 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備					
① インターロック系					
① 事故時監視計器 (MS-2に属するものを除く。)					
② 放射線管理施設 (MS-2に属するものを除く。)					
③ 通信連絡設備					
④ 消火設備					
⑤ 安全避難通路					
⑥ 非常用照明					

第 2.2.1 表 BDBA 資機材の整理 (1/3)

要求機能	資機材		関連設備 【1】内：電源供給元*1
	系統又は機器	機器	
原子炉の停止機能	代替原子炉トリップ信号 1) 1次主循環ポンプトリップ 2) 原子炉出口冷却材温度高	1) 検出器、計測装置 2) 検出器、計測装置	1) - 2) 非常用電源設備【②】
	燃料破損検出系 (遅発中性子法検出設備)	検出器、計測装置	非常用電源設備【②】
	制御棒連続引抜き阻止インターロック	タイマリレー	非常用電源設備【②】
	手動スクラム	手動スクラムボタン	-
	後備炉停止系用論理回路	論理回路	非常用電源設備【②】
	制御棒、後備炉停止制御棒	1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管 4) 保持電磁石励磁スイッチ	-
	核計装、プロセス計装	検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】
原子炉停止後の除熱機能	原子炉停止後の除熱機能 (MS-1) の系統	原子炉冷却材パウンドリ 1 次主循環ポンプポニーモータ	-
		冷却材パウンドリ	ポニーモータ動力電源【③】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
		主冷却機	インレットベーン・ダンパ駆動用圧縮空気供給設備*2 インレットベーン・ダンパ制御電源【②】
		補助中間熱交換器	-
		補助冷却機	補助送風機動力電源【①】、制御電源【①~③】 インレットベーン・ダンパ駆動用圧縮空気供給設備*2 インレットベーン・ダンパ制御電源【②】
		1 次補助冷却系電磁ポンプ	1 次補助冷却系電磁ポンプ動力電源【①】、制御電源【②/③】 機器冷却ファン動力電源、制御電源【①】
		2 次補助冷却系電磁ポンプ	2 次補助冷却系電磁ポンプ動力電源【①】、制御電源【①~③】 2 次補助冷却系電磁ポンプ冷却ファン動力電源【①】、制御電源【①~③】
		仮設発電機	燃料油運搬設備
		仮設計器	-
		計測制御系	原子炉容器液面計、計測装置
		核計装、プロセス計装	検出器、計測装置

*1：「①：非常用ディーゼル電源系」、「②：交流無停電電源系」、「③：直流無停電電源系」

*2：アキュムレーターバンクより下流側が対象

第 2.2.1 表 BDBA 資機材の整理 (2/3)

要求機能	資機材		関連設備 【】内：電源供給元*1
	系統又は機器	機器	
原子炉停止後の除熱機能	コンクリート遮へい体冷却系	窒素ガスブロー	窒素ガスブロー動力電源、制御電源【①】 ピット部風量調節ダンパ【②】
		窒素ガス冷却器	補機系揚水ポンプ動力電源、制御電源【①】 補機冷却塔ブロー動力電源、制御電源【①】
		ペダスタルブロースタブロー	ペダスタルブロースタブロー動力電源、制御電源【①】
		窒素ガスダクト	-
		予熱窒素ガス系の弁	非常用電源設備【②/③】
		安全容器	-
		配管	-
		配管	-
		止弁	非常用電源設備【②/③】
		計測制御系	原子炉容器液面系、計測装置
原子炉停止後の損傷炉心物質の冷却機能	原子炉停止後の除熱機能 (MS-1) の系統	原子炉冷却材バウンダリ	ボニモータ動力電源【③】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
		1次主循環ポンプボニモータ	-
		冷却材バウンダリ	-
		主冷却機	インレットベーン・ダンパ駆動用圧縮空気供給設備*2 インレットベーン・ダンパ制御電源【②】
		検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】
		原子炉冷却材バウンダリ	-
		1次主循環ポンプボニモータ	ボニモータ動力電源【③】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
		冷却材バウンダリ	-
		主冷却機	インレットベーン・ダンパ駆動用圧縮空気供給設備*2 インレットベーン・ダンパ制御電源【②】
		1次主循環ポンプ	主電動機動力電源【常用電源】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
原子炉の高温安定状態への移行機能	核計装、プロセス計装	検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】
		原子炉停止後の除熱機能 (MS-1) の系統	ボニモータ動力電源【③】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
原子炉の高温安定状態への移行機能	核計装、プロセス計装	冷却材バウンダリ	-
		主冷却機	インレットベーン・ダンパ駆動用圧縮空気供給設備*2 インレットベーン・ダンパ制御電源【②】
原子炉の高温安定状態への移行機能	核計装、プロセス計装	1次主循環ポンプ	主電動機動力電源【常用電源】、制御電源【②/③】 オイルプレッシャーユニット動力電源、制御電源【②】
		検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】

*1：「①：非常用ダイバーゼル電源系」、「②：交流無停電電源系」、「③：直流無停電電源系」

*2：アキユムレータタンクより下流側が対象

第 2.2.1 表 BDBA 資機材の整理 (3/3)

要求機能	資機材		関連設備 【】内：電源供給元*1
	系統又は機器	機器	
格納容器 (床下) への ナトリウム噴出防止 機能	原子炉カバーガス等のバウンダ リ	回転ブラグ	-
	原子炉格納施設	格納容器 格納容器バウンダリに属する弁 格納容器及びヒートシンク材	非常用電源設備【①～③】 圧縮空気供給設備
格納容器外への放射性 物質放出量の低減機能	断熱材及びヒートシンク材	断熱材及びヒートシンク材	-
	プロセス計装	検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】
原子炉冷却材バウンダ リ等の過圧防止機能	1次アルゴンガス系	安全板	非常用電源設備 (作動検知)【③】
安全容器内での損傷炉 心物質の冷却機能	原子炉格納施設	安全容器	-
	コンクリート遮へい体冷却系	窒素ガスブロー	窒素ガスブロー動力電源、制御電源【①】 ピット部風量調節ダンパ【②】
		窒素ガス冷却器	補機系揚水ポンプ動力電源、制御電源【①】 補機冷却塔ブロー動力電源、制御電源【①】
		ペダスタルブロースタブロー	ペダスタルブロースタブロー動力電源、制御電源【①】
		窒素ガスダクト	-
プロセス計装	検出器、計測装置	非常用電源設備【②/③】	

*1：「①：非常用ディーゼル電源系」、「②：交流無停電電源系」、「③：直流無停電電源系」

3. 火災防護対策の考え方

3. 1 ナトリウム燃焼に対する火災防護対策の考え方

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策は、ナトリウムは化学的に活性である等の特徴を考慮し、火災防護対象機器に対して、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。

また、ナトリウム燃焼については、一般火災と異なり、消火活動に水を使用することができず、窒息消火とその後のナトリウムの冷却が基本となるため、三方策の中でも特にナトリウム漏えいの発生防止に重点を置いて対策を講じる。

3. 2 一般火災に対する火災防護対策の考え方

一般火災における火災防護対象機器に対する火災防護対策の考え方を以下に示す。

一般火災に対する火災防護対策の全体像を第 3.1 図に示す。また、火災防護対象機器リストを別添 1 に、格納容器（床下）における火災防護の考え方を別添 2 に示す。

3. 2. 1 重要度分類による火災防護対象機器

重要度分類による火災防護対象機器に対する火災防護対策は、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。）等を参考に、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たものとする。当該火災防護対策の組合わせについては、実用発電用原子炉の新規制基準適合性に係る審査知見^{*1}を参考とし、火災防護対象機器ごとに、以下の 4 つの観点を考慮する。

*1：女川原子力発電所 2 号炉に係る新規制基準適合性審査の視点及び確認事項（令和 2 年 3 月 27 日時点、原子力規制部 新規制基準適合性チーム）

- i) 環境条件から火災が発生しない。
- ii) 不燃性材料で構成されている。
- iii) フェイルセーフ設計のため、機能に影響を及ぼさない。
- iv) 代替手段により機能を達成できる。

具体的には、以下のとおり火災防護対策を組み合わせる。

① i) ～iv) のいずれにも該当しない火災防護対象機器に対する火災防護対策

i) ～iv) のいずれにも該当しない火災防護対象機器に対する火災防護対策については、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それぞれを考慮するものとする。

例：1 次主循環ポンプポニーモータ等

② iii) 又はiv) のいずれかに該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策

iii) 又はiv) のいずれかに該当する火災防護対象機器は、フェイルセーフ設計又は代替手段により、必要な機能を確保できる。ただし、火災による影響を受けることを考慮し、当該火災防護対象機器に対する火災防護対策については、早期に火災を感知して、速やかに原子炉を停止できるよう、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。

なお、火災の感知及び消火以外の火災防護対策は、消防法又は建築基準法に基づくものとする。

例：制御棒駆動機構（iiiに該当）、格納容器の隔離弁の一部（ivに該当）等

③ i) 又はii) のいずれかに該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策

i) 又はii) のいずれかに該当する火災防護対象機器は、周囲の雰囲気は窒素雰囲気等の不活性雰囲気で火災の発生するおそれがないか、不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれがない。このため、当該火災防護対象機器に対する火災防護対策は、消防法又は建築基準法に基づくものとする。

例：格納容器（iiに該当）等

3. 2. 2 BDBA に係る火災防護対象機器

BDBA に係る火災防護対象機器に対する火災防護対策は、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第 41 条を参考に、本原子炉施設の安全上の特徴を考慮し、必要に応じて、火災防護基準を参考に、火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を適切に組み合わせたものとする。当該火災防護対策の組み合わせについては、3.1 節の 4 つの観点に加えて、以下の i) 及び ii) の観点を考慮する。

- i) 可搬式の機器である。
- ii) 事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き続き動作する。
- iii) 環境条件から火災が発生しない。
- iv) 不燃性材料で構成されている。
- v) フェイルセーフ設計のため、機能に影響を及ぼさない。
- vi) 代替手段により機能を達成できる。

具体的には、以下のとおり火災防護対策を組み合わせる。

① i) ～vi) のいずれにも該当しない火災防護対象機器に対する火災防護対策

i) ～vi) のいずれにも該当しない火災防護対象機器に対する火災防護対策については、火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮する。

例：後備炉停止系用論理回路等

② ii)、v) 又はvi) のいずれかに該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策

v) 又はvi) のいずれかに該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策は、「3. 1 ②」に同じ。

ii) に該当する火災防護対象機器は、常時、運転状態を監視しており、当該火災防護対象機器が火災により停止した場合には、それを検知して原子炉を停止し、その後の崩壊熱は、不燃性材料で構成される原子炉冷却材バウンダリ等による自然循環により達成でき、高い信頼性をもって、原子炉を安全に停止できる。ただし、火災による影響を受けることを考慮し、当該火災防護対象機器に対する火災防護対策については、早期に火災を検知して、速やかに原子炉を停止できるよう、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。

なお、火災の感知及び消火以外の火災防護対策は、消防法又は建築基準法に基づくものとする。

例：2次補助冷却系電磁ポンプ（iiに該当）等

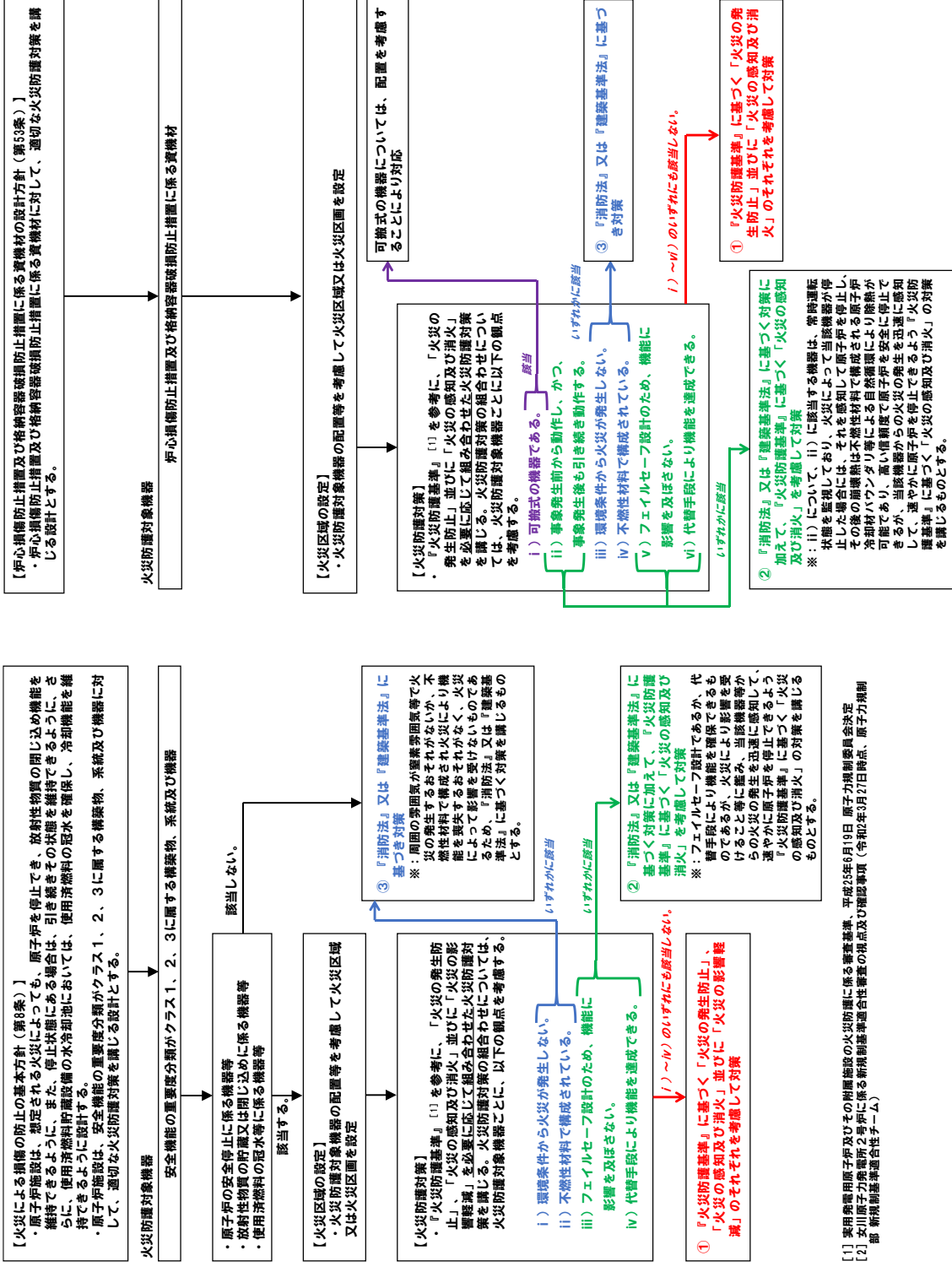
③ iii) 又はiv) のいずれかに該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策「3. 1 ③」に同じ。

例：1次補助冷却系電磁ポンプ（iiiに該当）、安全容器（ivに該当）等

④ i) に該当する火災防護対象機器に対する火災防護対策

i) に該当する火災防護対象機器については、火災による影響を受けないように、その配置を考慮する。

例：可搬式発電機等



第3.1 図 一般火災に対する火災防護対策の考え方の全体像

火災防護対象機器リスト

火災防護対象機器リストを第 1 表に示す。

火災防護対象機器は、以下のとおり抽出した。

- ・ 「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 12 条（安全施設）」の第 4.2.2 表（2）から第 4.2.2 表（6）に示す構造物、系統又は機器に加え、不燃性材料で構成され、かつ、内包する流体が水、空気、窒素又はアルゴンである配管及び機器を除くものを抽出
- ・ 電源盤及び制御盤は、火災防護対象機器に関連するものを抽出

第1表 火災防護対象機器リスト

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBB（資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディザーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
1-1	原子炉容器【R13-1】	容器	炉容器ピット	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響 を受けるおそれはない。このため、消防法又 は建築基準法に基づき対策する。	・原子炉冷却材バウンダリ機能（P S -1）に該当 ・関連系として、原子炉停止後の除熱 機能（MS-1）に該当
1-2	1次主循環ポンプAアウト ーケーシング	容器	R-206 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-3	1次主循環ポンプBアウト ーケーシング	容器	R-205 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-4	主中間熱交換器A 【HX31.1-1A】	熱交換器	R-201、302、 402 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-5	主中間熱交換器B 【HX31.1-1B】	熱交換器	R-204、305、 408 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-6	オーバフローカメラA 【TE31.1-1A】	容器	R-206 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-7	オーバフローカメラB 【TE31.1-1B】	容器	R-205 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-8	1次主冷却系逆止弁A（バウ ンダリ機能）【V31.1-1A】	逆止弁	R-206 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-9	1次主冷却系逆止弁B（バウ ンダリ機能）【V31.1-1B】	逆止弁	R-205 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-10	1次主冷却系圧力計止弁A 【V31.1-80A】	手動弁	R-206 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-11	1次主冷却系圧力計止弁B 【V31.1-80B】	手動弁	R-205 (●)	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-12	1次主冷却系の配管（内管）	配管	●	8条（停）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA（資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
1-13	1次補助冷却系循環ポンプ (バウンダリ機能) 【EP32.1-1】	電磁ポンプ	R-203 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-14	補助中間熱交換器 【HX32.1-1】	熱交換器	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-15	1次補助冷却系原子炉容器 出口弁(バウンダリ機能) 【V32.1-1】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-16	1次補助冷却系逆止弁(バウ ンダリ機能)【V32.1-2】	逆止弁	R-203 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-17	1次補助冷却系原子炉容器 出口弁(バウンダリ機能) 【V32.1-3】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-18	補助中間熱交換器ガス抜き 弁【V32.1-4】	手動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-19	補助冷却系サイフォンブレ ーク弁A(バウンダリ機能) 【V32.1-6】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-20	補助冷却系サイフォンブレ ーク弁B(バウンダリ機能) 【V32.1-7】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-21	補助冷却系サイフォンブレ ーク弁C(バウンダリ機能) 【V32.1-8】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-22	補助冷却系サイフォンブレ ーク弁D(バウンダリ機能) 【V32.1-9】	電動弁	R-204 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-23	1次補助冷却系圧力計止弁 【V32.1-80】	手動弁	R-202 (●)	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
1-24	1次補助冷却系配管(内管)	配管	●	8条(停)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、（放）、（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
1-25	1次主循環ポンプA～原子炉容器間ドレン弁【V35.1-8A】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-26	1次主循環ポンプB～原子炉容器間ドレン弁【V35.1-8B】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-27	主中間熱交換器A～1次主循環ポンプA間ドレン弁【V35.1-9A】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-28	主中間熱交換器B～1次主循環ポンプB間ドレン弁【V35.1-9B】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-29	原子炉容器～主中間熱交換器A間ドレン弁【V35.1-10A】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-30	原子炉容器～主中間熱交換器B間ドレン弁【V35.1-10B】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-31	補助中間熱交換器～原子炉容器間ドレン弁【V35.1-11】	手動弁	R-103 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
1-31	原子炉容器部分ドレン第1止弁【V35.1-16】	手動弁	R-204 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-1	炉心支持板	炉心支持構造物	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	・炉心形状の維持機能（P-S-1）に該当 ・関連系として、原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（M-S-1）に該当
2-2	支持構造物	炉心支持構造物	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-3	バレル構造体	炉心バレル構造物	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-4	炉心燃料集合体	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-5	照射燃料集合体	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（i）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ii）：瞬時条件、（iii）：不燃性材料で構成、（iv）フェイルセーフ設計、（v）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
2-6	内側反射体	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-7	外側反射体（A）	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-8	材料照射用反射体	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-9	遮へい集合体	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-10	照射用実験装置	炉心構成要素	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
2-11	計測線付実験装置	炉心構成要素	原子炉容器内 ／炉上部ピント	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	温度等の計測線を有するが、当該ケーブルが火災の影響を受けたとしても、炉心形状の維持機能に影響を及ぼすことはない。また、本体は、不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。 以上より、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	同上
3-1	制御棒【CR-1、3、4、6】	制御材	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS-1）に該当
3-2	制御棒駆動系（上部案内管／下部案内管）	案内管	原子炉容器内	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDPA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：不燃性材料で構成、(v)：フェイルセーフ設計、(vi)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
3-3	制御棒駆動系（駆動機構）	駆動機構	炉上部ピット	8条（停）	②	(iv)に該当	③を適用	動力ケーブルが火災の影響を受けたとしても、制御棒の急速挿入機能に影響を及ぼすことはない。また、保持電磁石のケーブルが火災の影響を受けた場合、制御棒は炉心に急速挿入される。 以上より、火災の影響を受けたとしても、原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
3-4	後備炉停止制御棒【CR-2、5】	制御材	原子炉容器内	8条（停） 53条		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS-1）に該当 ・BDPA資機材（原子炉の停止機能）に該当
3-5	後備炉停止制御棒駆動系（上部案内管/下部案内管）	案内管	原子炉容器内	8条（停） 53条		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
3-6	後備炉停止制御棒駆動系（駆動機構）	駆動機構	炉上部ピット	8条（停） 53条	②	(iv)に該当	③を適用	動力ケーブルが火災の影響を受けたとしても、後備炉停止制御棒の急速挿入機能に影響を及ぼすことはない。また、保持電磁石のケーブルが火災の影響を受けた場合、後備炉停止制御棒は炉心に急速挿入される。 以上より、火災の影響を受けたとしても、原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDB（資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（i）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ii）：環境条件、（iii）：不燃性材料で構成、（iv）フェイルセーフ設計、（v）：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合わせに関する説明	備考
4-1	原子炉容器リークジャケット	容器	炉容器ピット	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・1次冷却材漏えい量の低減機能（MS-1）に該当
4-2	1次主循環ポンプAリークジャケット	容器	R-206 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-3	1次主循環ポンプBリークジャケット	容器	R-205 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-4	主中間熱交換器Aリークジャケット	容器	R-201、302、402 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-5	主中間熱交換器Bリークジャケット	容器	R-204、305、408 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-6	オーバフローカラムAリークジャケット	容器	R-206 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-7	オーバフローカラムBリークジャケット	容器	R-205 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-8	1次主冷却系逆止弁Aリークジャケット	容器	R-206 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-9	1次主冷却系逆止弁Bリークジャケット	容器	R-205 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-10	1次主冷却系圧力計止弁Aリークジャケット	手動弁	R-206 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-11	1次主冷却系圧力計止弁Bリークジャケット	手動弁	R-205 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-12	1次主冷却系配管（外管）	配管	●	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-13	1次補助冷却系電磁ポンプリークジャケット	容器	R-203 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
4-14	補助中間熱交換器リークジャケット	容器	R-204 (●)	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（使）：DBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
4-15	1次補助冷却系原子炉容器 出口弁リークジャケット	容器	R-204 (●)	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-16	1次補助冷却系逆弁リーク ジャケット	容器	R-203 (●)	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-17	1次補助冷却系原子炉容器 出口弁リークジャケット	容器	R-204 (●)	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-18	補助冷却系サイフオンブレ ーク弁 A 【V32.1-6】	電動弁	R-204 (●)	8条（停） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、運転員の手 動操作により、1次冷却材漏えい量の低減機 能は達成できる。ただし、火災の影響を受け ることを考慮し、早期に火災の感知ができる ように、火災防護基準の火災の感知及び消火 を考慮する。	・1次冷却材漏えい量の低減機能（M S-1）に該当 ・DBA 資機材（冷却材液位の確保機 能）に該当
4-19	補助冷却系サイフオンブレ ーク弁 B 【V32.1-7】	電動弁	R-204 (●)	8条（停） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
4-20	補助冷却系サイフオンブレ ーク弁 C 【V32.1-8】	電動弁	R-204 (●)	8条（停） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
4-21	補助冷却系サイフオンブレ ーク弁 D 【V32.1-9】	電動弁	R-204 (●)	8条（停） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
4-22	1次補助冷却系圧力計止弁 リークジャケット	容器	R-202 (●)	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響 を受けるおそれはない。このため、消防法又 は建築基準法に基づき対策する。	・1次冷却材漏えい量の低減機能（M S-1）に該当
4-23	1次補助冷却系配管（外管）	配管	●	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-24	予熱室素ガス系主冷却系 A ループ出口弁 【V71-6A】	電動弁	R-206 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	通常時及び1次冷却材漏えい時ともに閉で あり、また、本体は、不燃性材料で構成され ており、火災の影響を受けるおそれはない。 このため、消防法又は建築基準法に基づき対 策する。	・1次冷却材漏えい量の低減機能（M S-1）に該当 ・通常時及び1次冷却材漏えい時と ともに閉、駆動源喪失時に保持
4-25	予熱室素ガス系主冷却系 B ループ出口弁 【V71-6B】	電動弁	R-205 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
4-26	予熱室素ガス系主冷却系 A ループ入口弁【V71-46A】	電動弁	R-206 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-27	予熱室素ガス系主冷却系 B ループ入口弁【V71-46B】	電動弁	R-305 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-28	予熱室素ガス系補助冷却系 出口弁【V71-8】	電動弁	R-203 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-29	予熱室素ガス系補助冷却系 入口弁【V71-42】	電動弁	R-203 (●)	8条（停）	①	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
4-30	予熱室素ガス系炉容器 A ル ープ入口弁【V71-7A】	電動弁	R-206 (●)	8条（停） 53条	①	(v) に該当	③ を適用	1次冷却材漏えい量の低減機能は、上に同じ。一方、原子炉停止後の除熱機能（コンク リート遮へい体冷却系による原子炉容器外 面冷却（以下「原子炉容器外面冷却」とい う。）については、火災の影響を受けたとし ても、運転員の手動操作により達成できる。 ただし、火災の影響を受けることを考慮し、 早期に火災の感知ができるように、火災防護 基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・1次冷却材漏えい量の低減機能（M S-1）に該当 ・BDBA 資機材（原子炉容器外面冷却） に該当 ・通常時及び1次冷却材漏えい時と もに閉、駆動源喪失時に保持、原子 炉容器外面冷却時に開
4-31	予熱室素ガス系炉容器 B ル ープ入口弁【V71-7B】	電動弁	R-205 (●)	8条（停） 53条	①	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
4-32	予熱室素ガス系炉容器 A ル ープ出口弁【V71-47A】	電動弁	R-206 (●)	8条（停） 53条	①	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
4-33	予熱室素ガス系炉容器 B ル ープ出口弁【V71-47B】	電動弁	R-305 (●)	8条（停） 53条	①	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
5-1	1次主循環ポンプボニータ A【PM31.1-1A】	直流電動機	R-412	8条（停）	③		① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮す る。	・原子炉停止後の除熱機能（MS- 1）に該当
5-2	1次主循環ポンプボニータ B【PM31.1-1B】	直流電動機	R-410	8条（停）	③		① を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）：RDBA 資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
5-3	1次主循環ポンプA 潤滑油 ポンプ1A【OP31.1-1A】	ポンプ	R-412	8条（停）	②	/	① を適用	同上	同上
5-4	1次主循環ポンプB 潤滑油 ポンプ2B【OP31.1-2B】	ポンプ	R-410	8条（停）	②	/	① を適用	同上	同上
5-5	1次主冷却系逆止弁A（逆止 機能）【V31.1-1A】	逆止弁	R-206 （●）	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響 を受けるおそれはない。このため、消防法又 は建築基準法に基づき対策する。	同上
5-6	1次主冷却系逆止弁B（逆止 機能）【V31.1-1B】	逆止弁	R-205 （●）	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
5-7	主冷却器1A【AC31.2-1A】	熱交換器	S-403	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
5-8	主冷却器2A【AC31.2-2A】	熱交換器	S-403	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
5-9	主冷却器1B【AC31.2-1B】	熱交換器	S-419	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
5-10	主冷却器2B【AC31.2-2B】	熱交換器	S-419	8条（停）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
5-11	インレットベーン1A	空気作動 ベーン	S-403	8条（停）	②	(v) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、運転員の手 動操作により、原子炉停止後の除熱機能は違 成できる。ただし、火災の影響を受けること を考慮し、早期に火災の感知ができるよう に、火災防護基準の火災の感知及び消火を考 慮する。	同上
5-12	インレットベーン2A	空気作動 ベーン	S-403	8条（停）	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
5-13	インレットベーン1B	空気作動 ベーン	S-419	8条（停）	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
5-14	インレットベーン2B	空気作動 ベーン	S-419	8条（停）	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
5-15	入口ダンパ1A【DP31.2-1A】	空気作動 ダンパ	S-403	8条（停）	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
5-16	入口ダンパ 2A【DP31.2-3A】	空気作動 ダンパ	S-403	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
5-17	入口ダンパ 1B【DP31.2-1B】	空気作動 ダンパ	S-419	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
5-18	入口ダンパ 2B【DP31.2-3B】	空気作動 ダンパ	S-419	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
6-1	格納容器	容器	原子炉建物	8条（放） 53条		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（格納容器外への放射性物質放出量の低減機能）に該当
6-2	床上空気雰囲気 N ₂ ガス吸込系（外側）隔離弁【V84-20】	手動弁	A-305	8条（放） 53条		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
6-3	ポンプ上蓋室 N ₂ ガス吸込系（外側）隔離弁【V84-21】	手動弁	A-306	8条（放） 53条		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
6-4	グリッパ洗浄排気系（内側）隔離弁【V21-35】	ガス（アルゴン）作動弁	R-412	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	通常時及びアイソレーション時ともに閉、駆動源喪失時フェイルクローズであり、また、本体は、不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（格納容器外への放射性物質放出量の低減機能）に該当 ・運転時及びアイソレーション時ともに閉、駆動源喪失時フェイルクローズ
6-5	グリッパ洗浄排気系（外側）隔離弁【V21-36】	ガス（空気）作動弁	アニュラス部	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
6-6	グリッパ洗浄廃液口（内側）隔離弁【V21-62】	ガス（アルゴン）作動弁	R-412	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
6-7	グリッパ洗浄廃液口（外側）隔離弁【V21-63】	ガス（空気）作動弁	アニュラス部	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
6-8	燃取系 Ar ガス出口（内側）隔離弁【V24-215】	ガス（アルゴン）作動弁	R-410	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類 (8条 (準)：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条 (放)：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条 (他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材)
 *2：電源の種類 (①)：非常用ディゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①)：火災防護基準の組合わせを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
6-9	取系 Ar ガス出口 (外側) 隔離弁 【V24-216】	ガス (空 気) 作動弁	R-407	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-10	Ar ガス供給系入口 (外側) 隔離弁 【V73-12】	ガス (空 気) 作動弁	A-306	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-11	Ar ガス供給系入口 (内側) 隔離弁 【V73-13】	ガス (空 気) 作動弁	R-501	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-12	N ₂ ガス供給系入口 (外側) 隔離弁 【V74-5】	ガス (空 気) 作動弁	A-305	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-13	N ₂ ガス供給系入口 (内側) 隔離弁 【V74-6】	ガス (空 気) 作動弁	R-501	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-14	格納容器供給系入口 (外側) 隔離弁 【V84-17】	ガス (空 気) 作動弁	A-706	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-15	格納容器供給系入口 (内側) 隔離弁 【V84-18】	ガス (空 気) 作動弁	R-601	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-16	格納容器供給系出口 (内側) 隔離弁 【V84-39】	ガス (空 気) 作動弁	R-303	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-17	格納容器供給系出口 (外側) 隔離弁 【V84-40】	ガス (空 気) 作動弁	A-304	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-18	格納容器内圧縮空気供給へ ッダ入口 (外側) 隔離弁 【V84-190】	ガス (空 気) 作動弁	アニュラス部	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-19	格納容器内圧縮空気供給へ ッダ入口 (内側) 隔離弁 【V84-191】	ガス (空 気) 作動弁	R-401	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-20	差圧検出器 (外側) 隔離弁 【V84-202】	ガス (空 気) 作動弁	A-311	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-21	差圧検出器 (内側) 隔離弁 【V84-203】	ガス (空 気) 作動弁	R-412	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-22	格納容器 N ₂ ガス排気系出口 (内側) 隔離弁 【V84-93】	ガス (空 気) 作動弁	R-401	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類 (8条 (準))：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条 (放)：放射性物質の時漏又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条 (他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA資機材)

*2：電源の種類 (①)：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系)

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段)

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①)：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
6-23	格納容器 N ₂ ガス排気系出口 (外側) 隔離弁【V84-94】	ガス (空 気) 作動弁	A-401	8条 (放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-24	1次予熱系 A ループ入口 (外 側) 隔離弁【V71-4】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(iii) に該当	④ を適用	通常時及びアイソレーション時ともに閉で あり、また、本体は、不燃性材料で構成され ており、火災の影響を受けるおそれはない。 このため、消防法又は建築基準法に基づき対 策する。	・放射性物質の閉じ込め機能 (MS- 1) に該当 ・DBA 資機材 (格納容器外への放射性 物質放出量の低減機能) に該当 ・運転時及びアイソレーション時と もに閉、駆動電喪失時に保持
6-25	1次予熱系 B ループ入口 (外 側) 隔離弁【V71-5】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-26	1次予熱系 A ループ出口 (外 側) 隔離弁【V71-9】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-27	1次予熱系 B ループ出口 (外 側) 隔離弁【V71-10】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
6-28	1次 Na 純化系冷却 N ₂ 入口 (外側) 隔離弁【V34.1-22】	電動弁	A-306	8条 (放) 53条	③	(v) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、運転員の手 動操作により、放射性物質の閉じ込め機能は 達成できる。ただし、火災の影響を受けるこ とを考慮し、早期に火災の感知ができればよ うに、火災防護基準の火災の感知及び消火を考 慮する。	・放射性物質の閉じ込め機能 (MS- 1) に該当 ・DBA 資機材 (格納容器外への放射性 物質放出量の低減機能) に該当 ・運転時に閉、アイソレーション時に 閉、駆動電喪失時に保持
6-29	1次 Na 純化系冷却 N ₂ 出口 (外側) 隔離弁【V34.1-24】	電動弁	A-306	8条 (放) 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
6-30	1次 Ar ガス配管入口 (外側) 隔離弁【V36.1-6】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
6-31	1次 Ar ガス配管入口 (内側) 隔離弁【V36.1-7】	電動弁	R-303	8条 (放) 53条	①	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
6-32	1次 Ar ガス配管出口 (内側) 隔離弁【V36.1-37】	電動弁	R-303	8条 (放) 53条	①	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
6-33	1次 Ar ガス配管出口 (外側) 隔離弁【V36.1-38】	電動弁	A-206	8条 (放) 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（イ）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ロ）：環境条件、（ハ）：フェイルセーフ設計、（ニ）：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、③：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
6-34	安全容器呼吸系出口（外側） 隔離弁【V71-35】	電動弁	A-206	8条（放） 53条	③	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-35	フレオン液入口配管（外側） 隔離弁【V84-76】	電動弁	A-401	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-36	フレオン液出口配管（内側） 隔離弁【V84-77】	電動弁	R-401	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-37	フレオン液入口配管（内側） 隔離弁【V84-78】	電動弁	R-401	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-38	フレオン液出口配管（外側） 隔離弁【V84-85】	電動弁	A-401	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-39	真空破壊弁計自動開閉隔離弁【V81-202】	ガス（空 気）作動弁	アニュラス部	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	火災の影響を受けたとしても、格納容器の外側の不燃性材料で構成される逆止弁により、放射性物質の閉じ込め機能は達成できると見込まれる。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（格納容器外への放射性物質放出量の低減機能）に該当 ・運転時に開、アイソレーション時に閉、駆動電喪失時にフェイルオープン
6-40	真空破壊弁計自動開閉隔離弁【V81-205】	ガス（空 気）作動弁	アニュラス部	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-41	真空破壊弁計自動開閉隔離弁【V81-207】	ガス（空 気）作動弁	アニュラス部	8条（放） 53条	②	（v）に該当	③を適用	同上	同上
6-42	1次Na純化系冷却N ₂ 入口（内側）隔離弁【V34.1-34】	電動弁	R-203 （●）	8条（放） 53条	③	△	①を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（格納容器外への放射性物質放出量の低減機能）に該当 ・運転時に開、アイソレーション時に閉、駆動電喪失時に保持
6-43	1次Na純化系冷却N ₂ 出口（内側）隔離弁【V34.1-35】	電動弁	R-203 （●）	8条（放） 53条	③	△	①を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
6-44	安全容器呼吸系出口（内側） 隔離弁【V71-34】	電動弁	R-203 （●）	8条（放） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
6-45	2次補助ホットレグ止弁 【V32.2-1】	電動弁	A-306	8条（放） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、運転員の手動操作により、放射性物質の閉じ込め機能は達成できる。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（格納容器外への放射性物質放出量の低減機能／原子炉停止後の除熱機能：補助冷却設備）に該当 ・運転時に閉、機能要求時に閉、駆動電喪失時に保持
6-46	2次補助コーールドレグ止弁 【V32.2-2】	電動弁	A-306	8条（放） 53条	③	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-1	ロジック盤A【#401】	盤	A-712	8条（停）	②	(iv) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、フェイルセーフ設計であり、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は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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）に該当
7-2	ロジック盤B【#402】	盤	A-712	8条（停）	②	(iv) に該当	③ を適用	同上	同上
7-3	起動系ch.1【SRM-ch1】	核計装	炉容器ピット	8条（停） 53条	②	/	① を適用	原子炉の安全停止状態を監視する観点で、火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・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）に該当 ・原子炉の安全停止状態を監視するために考慮
7-4	起動系ch.2【SRM-ch2】	核計装	炉容器ピット	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上

*1：分類 (8 条 (停)、8 条 (放))：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8 条 (他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8 条 (他)：RDBA 資機材)

*2：電源の種類 (①)：非常用ディゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①)：火災防護基準の3 方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
7-5	起動系保持駆動装置	駆動装置	炉上部ピット	8 条 (停) 53 条	①	(v) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、運転員の手 動操作により、起動系の監視機能を達成でき る。ただし、火災の影響を受けることを考慮 し、早期に火災の感知ができるように、火災 防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	• 起動系による原子炉の安全停止状 態の監視の観点で抽出
7-6	中間出力系 ch. 3 【IRM-ch3】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	火災が発生した場合には、原子炉を手動ス タートすることを含め、原子炉の停止は達成でき ない。ただし、火災の影響を受けることを考慮 し、早期に火災の感知ができるように、火災 防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	• 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) に該当
7-7	中間出力系 ch. 4 【IRM-ch4】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-8	中間出力系 ch. 5 【IRM-ch5】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-9	線形出力系 ch6 【PRM-6】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	△	① を適用	原子炉の安全停止状態を監視する観点で、 火災防護基準の 3 方策のそれぞれを考慮す る。	• 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) に該当 • 原子炉の安全停止状態を監視する ために考慮
7-10	線形出力系 ch7 【PRM-7】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	△	① を適用	同上	同上
7-11	線形出力系 ch6 【PRM-8】	核計装	炉容器ピット	8 条 (停) 53 条	②	△	① を適用	同上	同上

*1：分類 (8条(停)、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条(放)：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条(他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA(資機材)

*2：電源の種類 (①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系)

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (Ⅰ)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(Ⅱ)：環境条件、(Ⅲ)：フェイルセーフ設計、(Ⅳ)：代替手段

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①)：火災防護基準の組合わせ (Ⅰ)：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火の感知を考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
7-12	原子炉出口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-2A】	温度検出器 (CA 熱電 対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	火災が発生した場合には、原子炉を手動ス クラムすることを定めるため、火災の影響を 受けたとしても、原子炉の安全停止状態の監視は、 仮設計器により代替できる。ただし、火災の感 知を受けけることを考慮し、早期に火災の感 知及び消火を考慮する。	・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) に該当 ・DBA 資機材 (原子炉の停止機能；代 替原子炉トリップ信号) に該当 ・原子炉の安全停止状態を監視する ために考慮
7-13	原子炉出口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-3A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-14	原子炉出口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-4A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-15	原子炉出口冷却材温度 B ル ープ【TE31.1-2B】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-16	原子炉出口冷却材温度 B ル ープ【TE31.1-3B】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-17	原子炉出口冷却材温度 B ル ープ【TE31.1-4B】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-18	原子炉入口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-9A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	・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) に該当 ・原子炉の安全停止状態を監視する ために考慮
7-19	原子炉入口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-10A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-20	原子炉入口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-11A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-206 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-21	原子炉入口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-9A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上
7-22	原子炉入口冷却材温度 A ル ープ【TE31.1-10A】	温度検出器 (CA 熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(Ⅳ) に該当	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
7-23	原子炉入口冷却材温度 A ループ【TE31.1-11A】	温度検出器 (CA熱電対)	R-205 (●)	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-24	格納容器床上温度【TE84-102】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-501	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	複数の格納容器床上温度検出器の機能を喪失した場合には、原子炉を手動アイソレーションすることと定めるため、火災の影響を受けたとしても、アイソレーションは達成できない。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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)に該当
7-25	格納容器床上温度【TE84-103】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-501	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-26	格納容器床上温度【TE84-104】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-501	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-27	格納容器床下温度【TE84-202】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-203 (●)	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	複数の格納容器床下温度検出器の機能を喪失した場合には、原子炉を手動アイソレーションすることと定めるため、火災の影響を受けたとしても、アイソレーションは達成できない。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
7-28	格納容器床下温度【TE84-203】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-203 (●)	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-29	格納容器床下温度【TE84-204】	温度検出器 (測温抵抗体)	R-203 (●)	8条(停) 53条	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
7-30	1 次冷却材流量 A ループ 【FE31.1-1A】	流量検出器 (1 コイル-3 電極)	R-206 (●)	8 条 (停)	②	(v) に該当	③ を適用	火災が発生した場合には、原子炉を手動スクラムすることを定めるため、火災の影響を受けたとしても、原子炉の停止は達成できし、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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)に該当
7-31	1 次冷却材流量 B ループ 【FE31.1-1B】	流量検出器 (1 コイル-3 電極)	R-205 (●)	8 条 (停)	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-32	2 次冷却材流量 A ループ 【FE31.2-1A】	流量検出器 (1 コイル-3 電極)	S-303	8 条 (停)	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-33	2 次冷却材流量 B ループ 【FE31.2-1B】	流量検出器 (1 コイル-3 電極)	S-305	8 条 (停)	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-34	炉内ナトリウム液面 【LE31.1-1】	液面検出器 (誘導式)	炉上部ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	・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)に該当 ・BDBA 資機材 (冷却材液位の確保機能) に該当
7-35	炉内ナトリウム液面 【LE31.1-2】	液面検出器 (誘導式)	炉上部ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-36	炉内ナトリウム液面 【LE31.1-3】	液面検出器 (誘導式)	炉上部ピット	8 条 (停) 53 条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（使）、RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
7-37	格納容器床上圧力 【PE84-102】	電極式 差圧発信器	R-501	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	複数の格納容器床上圧力検出器の機能を喪失した場合には、原子炉を手動アイソレーションすることを含め、アイソレーションは達成できなかったとしても、アイソレーションは達成できず、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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)に該当
7-38	格納容器床上圧力 【PE84-103】	電極式 差圧発信器	R-501	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-39	格納容器床上圧力 【PE84-104】	電極式 差圧発信器	R-501	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-40	格納容器床下圧力 【PE84-203】	電極式 差圧発信器	R-203 (●)	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	複数の格納容器床下圧力検出器の機能を喪失した場合には、原子炉を手動アイソレーションすることを含め、アイソレーションは達成できなかったとしても、アイソレーションは達成できず、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
7-41	格納容器床下圧力 【PE84-204】	電極式 差圧発信器	R-203 (●)	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-42	格納容器床下圧力 【PE84-205】	電極式 差圧発信器	R-203 (●)	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-43	2次主循環ポンプAトリップ 【52MCPATX】	補助接点	S-201	8条（停） 53条		(iv) に該当	③ を適用	フェイルセーフ設計であり、火災の影響を受けたとしても、原子炉の停止は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
7-44	2次主循環ポンプBトリップ 【52MCPBTX】	補助接点	S-201	8条（停） 53条		(iv) に該当	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
7-45	1次主循環ポンプAトリップ検出器【152A3】	補助接点	S-201	53条		(iv)に該当	③を適用	同上	・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)に該当 ・DBA資機材（原子炉の停止機能：代替原子炉トリップ信号）に該当
7-46	1次主循環ポンプBトリップ検出器【152B3】	補助接点	S-201	53条		(iv)に該当	③を適用	同上	同上
7-47	電源喪失1A母線【127A】	交流不足電圧継電器	S-201	8条（停）		(v)に該当	③を適用	同上	・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)に該当
7-48	電源喪失1B母線【127B】	交流不足電圧継電器	S-201	8条（停）		(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-49	地震計【感知器A】	水平地震動検出器	R-501	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	火災が発生した場合には、原子炉を手動スラムすることを定めるため、火災の影響を受けたとしても、原子炉の停止は達成できず、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
7-50	地震計【感知器B】	水平地震動検出器	R-501	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-51	地震計【感知器C】	水平地震動検出器	R-501	8条（停）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
7-52	原子炉保護系エリアモニタ【IM-1】	エリアモニタ	R-501	8条（停） 53条	②	(v)に該当	③を適用	複数の原子炉保護系エリアモニタの機能を喪失した場合には、原子炉を手動アイソレーションすることを定めるため、火災の影響を受けたとしても、アイソレーションは達成できず、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(1)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(2)：環境条件、(3)：フェイルセーフ設計、(4)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
7-53	原子炉保護系エリアモニター 【IM-2】	エリア モニター	R-501	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
7-54	原子炉保護系エリアモニター 【IM-3】	エリア モニター	R-501	8条（停） 53条	②	(v) に該当	③ を適用	同上	同上
8(1)-1	中央制御室	構築物	A-712	8条（停） 53条			① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮す る。 ・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・DBA資機材（関連設備）に該当	
8(2)-1	非常用ディーゼル発電機 （1号機）	発電機	S-125	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-2	非常用ディーゼル発電機 （2号機）	発電機	S-130	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-3	1号ディーゼル発電機燃料主 貯油槽【TK53-1A】	容器	S-127	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-4	2号ディーゼル発電機燃料主 貯油槽【TK53-1B】	容器	S-128	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-5	1号ディーゼル発電機燃料小出 槽【TK53-2A】	容器	S-125	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-6	2号ディーゼル発電機燃料小出 槽【TK53-2B】	容器	S-130	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-7	1号ディーゼル発電機潤滑油 タンク【TK53-3A】	容器	S-125	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-8	2号ディーゼル発電機潤滑油 タンク【TK53-3B】	容器	S-130	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-9	1号ディーゼル発電機潤滑油 冷却器【HX53-1A】	熱交換器	S-125	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-10	2号ディーゼル発電機潤滑油 冷却器【HX53-1B】	熱交換器	S-130	8条（停） 53条			① を適用	同上	同上
8(2)-11	1号ディーゼル発電機潤滑油 加熱器【H53-1A】	加熱器	S-125	8条（停） 53条	①		① を適用	同上	同上
8(2)-12	2号ディーゼル発電機潤滑油 加熱器【H53-1B】	加熱器	S-130	8条（停） 53条	①		① を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（イ）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ロ）：事象発生後に動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ハ）：不燃性材料で構成、（ニ）：フェイルセーフ設計、（ホ）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
8(2)-13	1号ディーゼル発電機燃料移送ポンプ【P53-1A】	ポンプ	S-125	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-14	2号ディーゼル発電機燃料移送ポンプ【P53-1B】	ポンプ	S-130	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(2)-15	1号ディーゼル発電機付燃料供給ポンプ【P53-3A】	ポンプ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-16	2号ディーゼル発電機付燃料供給ポンプ【P53-3B】	ポンプ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-17	1号ディーゼル発電機潤滑油プライミングポンプ【P53-4A】	ポンプ	S-125	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-18	2号ディーゼル発電機潤滑油プライミングポンプ【P53-4B】	ポンプ	S-130	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-19	1号ディーゼル発電機付潤滑油ポンプ【P53-7A】	ポンプ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-20	2号ディーゼル発電機付潤滑油ポンプ【P53-7B】	ポンプ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-21	1号ディーゼル発電機付冷却水ポンプ【P53-7A】	ポンプ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-22	2号ディーゼル発電機付冷却水ポンプ【P53-7B】	ポンプ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-23	1号ディーゼル発電機冷却水電動弁【MW53-1A】	電動弁	S-125	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(2)-24	2号ディーゼル発電機冷却水電動弁【MW53-1B】	電動弁	S-130	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(2)-25	1号ディーゼル発電機始動弁【S53-1A】	電磁弁	S-125	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(2)-26	2号ディーゼル発電機始動弁【S53-1B】	電磁弁	S-130	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（イ）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ロ）：事象発生後に動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ハ）：不燃性材料で構成、（ニ）：フェイルセーフ設計、（ヘ）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の組合わせを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
8(2)-27	1号ディーゼル発電機停止弁 【S53-3A】	電磁弁	S-125	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(2)-28	2号ディーゼル発電機停止弁 【S53-3B】	電磁弁	S-130	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(2)-29	1号ディーゼル発電機空気圧縮機【CP53-1A】	圧縮機	S-125	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-30	2号ディーゼル発電機空気圧縮機【CP53-1B】	圧縮機	S-130	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-31	1号ディーゼル発電機燃料油フィルタNo.1【FL53-1A】	フィルタ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-32	2号ディーゼル発電機燃料油フィルタNo.1【FL53-1B】	フィルタ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-33	1号ディーゼル発電機燃料油フィルタNo.2【FL53-2A】	フィルタ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-34	2号ディーゼル発電機燃料油フィルタNo.2【FL53-2B】	フィルタ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-35	1号ディーゼル発電機潤滑油フィルタ【FL53-3A】	フィルタ	S-125	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-36	2号ディーゼル発電機潤滑油フィルタ【FL53-3B】	フィルタ	S-130	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-37	1号ディーゼル発電機冷却塔【HX76-1A】	冷却塔	S-705	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-38	2号ディーゼル発電機冷却塔【HX76-1B】	冷却塔	S-705	8条（停） 53条	/	/	① を適用	同上	同上
8(2)-39	1号ディーゼル発電機冷却塔プロワ【B76-1A】	プロワ	S-705	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-40	2号ディーゼル発電機冷却塔プロワ【B76-1B】	プロワ	S-705	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-41	ディーゼル系揚水ポンプA【P76-1A】	ポンプ	S-101	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、（放）、（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBDA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（i）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ii）：環境条件、（iii）：不燃性材料で構成、（iv）：フェイルセーフ設計、（v）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
8(2)-42	ディゼル系揚水ポンプ B 【P76-1B】	ポンプ	S-102	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-43	ディゼル系揚水ポンプ C 【P76-1C】	ポンプ	S-102	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-44	ディゼル系揚水ポンプ C 汲上切替弁 A 【V76-3A】	ガス（空 気）作動弁	S-102	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-45	ディゼル系揚水ポンプ C 汲上切替弁 B 【V76-3B】	ガス（空 気）作動弁	S-102	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-46	ディゼル No.1 送風機 【B98-2A】	送風機	S-106	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(2)-47	ディゼル No.2 送風機 【B98-3A】	送風機	S-105	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-1	1C M/C 【#311】	盤	A-705	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-2	1D M/C 【#331】	盤	A-707	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-3	2C P/C 【#312】	盤	A-705	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-4	2D P/C 【#332】	盤	A-707	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-5	2S P/C 【#313】	盤	A-705	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
8(3)-6	3C P/C 【#321】	盤	A-706	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	同上
8(3)-7	3D P/C 【#334】	盤	A-707	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(3)-8	3S P/C 【#333】	盤	A-707	8条（停） 53条	①	/	② を適用	DBDA 資機材に対する火災防護の観点で、火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を考慮する。	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（イ）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ロ）：事象発生後に動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ハ）：不燃性材料で構成、（ニ）：フェイルセーフ設計、（ホ）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、④：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、⑤：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
8(3)-9	5C 蓄電池	蓄電池	A-603	8条（停） 53条	②	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	同上
8(3)-10	5D 蓄電池	蓄電池	A-708	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-11	5C 開閉器盤【#080】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-12	5D 開閉器盤【#388】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-13	5C 整流装置盤【#301】	盤	A-704	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-14	5D 整流装置盤【#337】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-15	5C 電源盤【#302】	盤	A-704	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-16	5D 電源盤【#338】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-17	6C インバータ盤【#303】	盤	A-704	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-18	6D インバータ盤【#339】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-19	6C 電源盤【#304】	盤	A-704	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-20	6D 電源盤【#340】	盤	A-707	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-21	6S 電源盤【#341】	盤	A-704	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(3)-22	7C 蓄電池	蓄電池	A-603	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-23	7D 蓄電池	蓄電池	A-708	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBDA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
8(3)-24	7C 開閉器盤【#081】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-25	7D 開閉器盤【#389】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-26	7C 整流装置盤【#305】	盤	A-704	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-27	7D 整流装置盤【#344】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-28	7C 負荷電圧補償装置盤 【#308】	盤	A-704	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-29	7D 負荷電圧補償装置盤 【#343】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-30	7C 電源盤【#306】	盤	A-704	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-31	7D 電源盤【#342】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(3)-32	7S 電源盤【#307】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの(i)、(iii)又は(iv)のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
8(4)-1	原子炉建家 2C C/C【#560】	盤	R-601	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	・安全上重要な関連機能（MS-2）に該当 ・DBDA資機材（関連設備）に該当
8(4)-2	原子炉附属建家 2C-1 C/C 【#003】	盤	A-102	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-3	原子炉附属建家 2C-1 C/C 【#005】	盤	A-102	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-4	主冷却機建家 2C C/C 【#626】	盤	S-125	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・DBDA資機材（関連設備）に該当

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交直無停電電源系、③：交流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
8(4)-5	原子炉建家 2D C/C【#561】	盤	R-601	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-6	原子炉附属建家 2D-1 C/C 【#016】	盤	A-118	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-7	原子炉附属建家 2D-1 C/C 【#017】	盤	A-118	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-8	主冷却機建家 2D C/C 【#636】	盤	S-130	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(4)-9	原子炉建家 2S-2 C/C 【#562】	盤	R-601	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・安全上重要な関連機能（MS-2）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(4)-10	2次補助冷却系 2S C/C 【#224-2】	盤	A-505	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(4)-11	主冷却機建家 3C C/C 【#624】	盤	S-125	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(4)-12	主冷却機建家 3C C/C（1） 【#677】	盤	S-402	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
8(4)-13	主冷却機建家 3D C/C 【#634】	盤	S-130	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	同上
8(4)-14	主冷却機建家 3D C/C 【#678-1】	盤	S-402	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条；BDBA資機材）

*2：電源の分類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
8(4)-13	原子炉附属建家 3S C/C 【#268】	盤	A-509	8条（停） 53条	①	/	② を適用	BDBA資機材に対する火災防護の観点で、火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を考慮する。	同上
8(4)-14	原子炉建家 3S C/C 【#568】	盤	R-601	8条（停） 53条	①	/	② を適用	同上	同上
8(5)-1	主冷却機空調 P-1 盤【#612】	盤	S-112	8条（停） 53条	①	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(5)-2	主冷却機空調 P-2 盤【#611】	盤	S-111	8条（停） 53条	①	/	① を適用	同上	同上
8(5)-3	2次補助接触器盤【#220】	盤	A-505	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・安全上重要な関連機能（MS-2）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(5)-4	2次電磁流量計電源装置 A 【#666】	盤	S-402	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当
8(5)-5	2次電磁流量計電源装置 B 【#667】	盤	S-402	8条（停） 53条	①	/	③ を適用	同上	同上
8(5)-6	中央制御室分電盤【#426】	盤	A-712	8条（停） 53条	②	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・BDBA資機材（関連設備）に該当
8(5)-7	中性子計装盤【#403】	盤	A-712	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(5)-8	放射線監視盤【#412】	盤	A-712	8条（停） 53条	②	/	① を適用	同上	同上
8(5)-9	原子炉入口電磁流量計用直 流電源盤【#241】	盤	A-506	8条（停）	②	/	③	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当
8(5)-10	原子炉入口電磁流量計用直 流電源盤【#242】	盤	A-506	8条（停）	②	/	③ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、（放）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBDA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
8(5)-11	原子炉建家分電盤【#559】	盤	R-601	8条（停） 53条	②	/	③ を適用	同上	・安全上特に重要な関連機能（MS-1）に該当 ・DBDA資機材（関連設備）に該当
8(5)-12	電源設備操作7C分電盤 【#325】	盤	A-706	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(5)-13	電源設備操作7D分電盤 【#345】	盤	A-707	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(5)-14	ボニーマータA接触器盤 【#145】	盤	A-403	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(5)-15	ボニーマータB接触器盤 【#239】	盤	A-506	8条（停） 53条	③	/	① を適用	同上	同上
8(5)-16	1次冷却系電動弁分電盤 【#238】	盤	A-506	8条（停） 53条	③	/	③ を適用	火災防護対策の組合わせの（i）、（iii）又は（iv）のいずれかに該当する火災防護対象機器に関連する盤であるため、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・安全上重要な関連機能（MS-2）に該当 ・DBDA資機材（関連設備）に該当
9-1	1次アルゴンガス系のうち、原子炉カバードリに属する容器・配管・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	容器、配管、弁	●	8条（放）	/	(iii)に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・原子炉カバードリ等のバウンドリ機能（PS-2）に該当
9-2	原子炉容器のうち、原子炉カバードリに属するもの（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	容器、配管、弁	●	8条（放）	/	(iii)に該当	④ を適用	同上	同上
9-3	1次主冷却系のうち、原子炉カバードリに属するもの（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	容器、配管、弁	●	8条（放）	/	(iii)に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の時蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
9-4	1次オーバーフロー系のうち、原子炉カババーガスバウンダリに属するもの（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	容器、配管、弁	●	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
9-5	1次ナトリウム充真・ドレン系のうち、原子炉カババーガスバウンダリに属するもの（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	容器、配管、弁	●	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
9-6	回転ブラグ	回転ブラグ	炉上部ピット	8条（放） 53条		(iii)に該当	④を適用	火災の影響を受け、フリーズシールドメタルが溶融したとしても、原子炉カババーガス等のバウンダリ機能に影響を及ぼすことはない。また、本体は、不燃性材料で構成されているため、火災の影響を受けるおそれはない。以上より、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉カババーガス等のバウンダリ機能（P S-2）に該当 BDBA 資機材（格納容器（床下）へのナトリウム噴出防止機能）に該当
10-1	燃料交換機（バウンダリ機能）	容器	R-501、炉上部ピット	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	<ul style="list-style-type: none"> 燃料を安全に取り扱う機能（P S-2）に該当
10-2	燃料出入機（バウンダリ機能）	容器	R-501、炉上部ピット	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-3	トランスファローター（バウンダリ機能）	容器	A-214、A-412	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-4	燃料取扱用キヤスクカー（バウンダリ機能）	容器	A-510	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-5	新燃料移送台車（バウンダリ機能）	容器	A-414	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-6	燃料洗浄装置に属する容器、配管、ポンプ、弁（バウンダリ機能）	容器	A-308、A-212	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、③：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
10-7	缶詰装置（パウングダリ機能）	容器	A-512A、A-512B	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-8	回転移送機（パウングダリ機能）	容器	A-512A、A-709	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-9	水中台車（パウングダリ機能）	容器	A-511A	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-10	原子炉附属建物燃料移送機（パウングダリ機能）	容器	A-511A	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-11	第一使用済燃料貯蔵建物燃料移送機（パウングダリ機能）	容器	P-313	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
10-12	第二使用済燃料貯蔵建物燃料移送機（パウングダリ機能）	容器	T-310	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
11-1	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備貯蔵ラック	構築物	A-511A	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	・原子炉冷却材パウング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）に該当
11-2	第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備貯蔵ラック	構築物	P-313	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
11-3	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備貯蔵ラック	構築物	T-310	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
11-4	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備水冷却池	構築物	A-511A	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	・原子炉冷却材パウング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）に該当 ・燃料プールの保持機能（MS-2）に該当
11-5	第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却池	構築物	P-313	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
11-6	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却池	構築物	T-310	8条（放）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の組合わせ、②：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、④：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、⑤：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
11-7	気体廃棄物処理設備	配管、手動弁、容器、圧縮機	原子炉附属建物	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	・原子炉冷却材パ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）に該当
12-1	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備水冷却浄化設備サイフォンブレイク弁	ガス（空気）作動弁	A-511A	8条（使）					・燃料プール水の保持機能（M S - 2）に該当
12-2	第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却浄化設備サイフォンブレイク弁	ガス（空気）作動弁	P-313	8条（使）					同上
12-3	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却浄化設備サイフォンブレイク弁	電磁弁	T-310	8条（使）					同上
13-1	外周コンクリート壁	構造物	屋外	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能（M S - 2）に該当
13-2	主排気筒	構造物	屋外	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
13-3	アニュラス部排気ファンA 【B83-3A】	ファン	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	火災の影響を受けたとしても、不燃性材料で構成される格納容器により、放射線の放出で構成される格納容器により、放射線の放出低減機能は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	同上
13-4	アニュラス部排気ファンA 【B83-3B】	ファン	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-5	非常用ガス処理装置A 電気ヒータ 【FL84-5A】	ヒータ	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（（イ）：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、（ロ）：環境条件、（ハ）：不燃性材料で構成、（ニ）：フェイルセーフ設計、（ホ）：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の組合わせを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
13-6	非常用ガス処理装置 B 電気 ヒータ【FL84-5B】	ヒータ	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-7	非常用ガス処理装置 A 投込 みヒータ【FL84-6A】	ヒータ	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-8	非常用ガス処理装置 B 投込 みヒータ【FL84-6B】	ヒータ	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-9	非常用ガス処理装置 A 外気 導入弁【V84-42】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-10	非常用ガス処理装置 B 外気 導入弁【V84-43】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-11	非常用ガス処理装置 A 入口 弁【V84-44】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-12	非常用ガス処理装置 B 入口 弁【V84-45】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-13	常用排気フィルタ入口弁 【V84-46】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-14	常用排気フィルタ出口弁 【V84-47】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-15	非常用ガス処理装置 B 入口 弁【V84-48】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-16	非常用ガス処理装置 B 出口 弁【V84-49】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-17	アニュラス部排気ファン A 入口弁【V84-51】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-18	アニュラス部排気ファン A 出口弁【V84-52】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-19	アニュラス部排気ファン B 入口弁【V84-53】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-20	アニュラス部排気ファン B 出口弁【V84-54】	ガス（空 気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA資機材）

*2：電源の分類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防火又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
13-21	格納容器サンプリング空気排気弁【V84-55】	ガス（空気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-22	アニュウラス部排気風量調整弁【V84-1000】	ガス（空気）作動弁	A-102	8条（放）	②	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-23	アニュウラス部排気バイパス風量調整弁【V84-1001】	ガス（空気）作動弁	A-102	8条（放）	①	(v)に該当	③を適用	同上	同上
13-24	安全容器	容器	炉容器ピット	8条（放） 53条		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防火又は建築基準法に基づき対策する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）に該当 ・DBA資機材（安全容器内での損傷炉心物質の冷却機能（以下「安全容器外面冷却」という。）に該当
13-25	窒素ガスプロワA【B84-9A】	プロワ	R-102 (●)	8条（放） 53条	①	(i)に該当	③を適用	事象発生前から継続動作しており、火災の影響を受けて停止した場合には、それを感知して原子炉を停止することができる。その後の崩壊熱除去は、原子炉冷却材バウンダリ等の主に不燃性材料で構成される機器により高い信頼性をもって達成できる。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）に該当 ・DBA資機材（原子炉容器外面冷却／安全容器外面冷却）に該当
13-26	窒素ガスプロワB【B84-9B】	プロワ	R-102 (●)	8条（放） 53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
13-27	ペDESTアルブースタプロワA【B84-10A】	プロワ	R-109 (●)	8条（放） 53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
13-28	ペDESTアルブースタプロワB【B84-10B】	プロワ	R-109 (●)	8条（放） 53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上

*1：分類 (8条(準)：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条(放)：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条(他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材)

*2：電源の種類 (①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系)

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
13-29	ペデスタルブロースタブローA 出口ダンパ【DP84-41】	電動ダンパ	R-109 (●)	8条(放) 53条	②	(iv) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、窒素ガス流 路の喪失に至ることはない。ただし、火災の 影響を受けることを考慮し、早期に火災の感 知ができるように、火災防護基準の火災の感 知及び消火を考慮する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能 (M S-2) に該当 ・BDBA 資機材 (原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却) に該当 ・通常時に開、駆動源喪失時に保持
13-30	ペデスタルブロースタブローB 出口ダンパ【DP84-42】	電動ダンパ	R-109 (●)	8条(放) 53条	②	(iv) に該当	③ を適用	同上	同上
13-31	ペデスタル部風量調節ダン パ【DP84-43】	電動ダンパ	R-109 (●)	8条(放) 53条	①	/	② を適用	格納容器 (床下) に設置するケージを除 き、火災防護基準の火災の発生防止並びに火 災の感知及び消火を考慮する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能 (M S-2) に該当 ・BDBA 資機材 (原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却) に該当 ・通常時に開、駆動源喪失時に保持
13-32	ピット部風量調節ダンパ 【DP84-44】	電動ダンパ	R-103 (●)	8条(放) 53条	②	/	② を適用	同上	同上
13-33	窒素ガスブロー A 出口ダン パ【DP84-45】	電動ダンパ	R-102 (●)	8条(放) 53条	②	(iv) に該当	③ を適用	火災の影響を受けたとしても、窒素ガス流 路の喪失に至ることはない。ただし、火災の 影響を受けることを考慮し、早期に火災の感 知ができるように、火災防護基準の火災の感 知及び消火を考慮する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能 (M S-2) に該当 ・BDBA 資機材 (原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却) に該当 ・通常時に開、駆動源喪失時に保持
13-34	窒素ガスブロー B 出口ダン パ【DP84-46】	電動ダンパ	R-102 (●)	8条(放) 53条	②	(iv) に該当	③ を適用	同上	同上
13-35	相互バックアップ用連絡弁 【V84-105】	ガス (窒 素) 作動弁	R-201 (●)	8条(放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	通常時及び異常時ともに閉、駆動源喪失時 にフェイルクローズ設計の弁であり、また、 本体は、不燃性材料で構成されており、火災 の影響を受けるおそれはない。このため、消 防又は建築基準法に基づき対策する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能 (M S-2) に該当 ・BDBA 資機材 (原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却) に該当 ・通常時及び異常時ともに閉、駆動源 喪失時にフェイルクローズ
13-36	相互バックアップ用連絡弁 【V84-106】	ガス (窒 素) 作動弁	R-201 (●)	8条(放) 53条	②	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（注）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
13-37	相互バックアップ用連絡弁 【V84-107】	ガス（窒素）作動弁	R-201 （●）	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
13-38	相互バックアップ用連絡弁 【V84-108】	ガス（窒素）作動弁	R-201 （●）	8条（放） 53条	②	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
13-39	相互バックアップ用連絡弁 【V84-127】	ガス（窒素）作動弁	R-102 （●）	8条（放） 53条	①	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
13-40	相互バックアップ用連絡弁 【V84-128】	ガス（窒素）作動弁	R-102 （●）	8条（放） 53条	①	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
13-41	窒素ガス冷却水止弁 【V84-129】	ガス（空気）作動弁	A-202	8条（放） 53条	①	(v)に該当	③を適用	火災の影響を受けたとしても、バイパス弁（手動弁）の操作により、冷却水の流路を確保することができる。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。 放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）に該当 •BDBA資機材（原子炉容器外面冷却/安全容器外面冷却）に該当 •通常時に開、駆動喪失時にフェイルクローズ	放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）に該当 •BDBA資機材（原子炉容器外面冷却/安全容器外面冷却）に該当 •通常時に開、駆動喪失時にフェイルクローズ
13-42	窒素ガス冷却水調整弁 【V84-130】	電動弁	A-202	8条（放） 53条	①	/	②を適用	火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮する。	放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-2）に該当 •BDBA資機材（原子炉容器外面冷却/安全容器外面冷却）に該当
13-43	系統圧力調整排気弁 【V84-145】	ガス（空気）作動弁	R-401	8条（放） 53条	②	/	②を適用	同上	同上
13-44	系統圧力調整供給弁 【V84-150】	ガス（空気）作動弁	R-401	8条（放） 53条	②	/	②を適用	同上	同上
13-45	窒素ガスブロー風量調節バ イパス弁【V84-516】	ガス（空気）作動弁	R-109 （●）	8条（放） 53条	②	/	②を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（使）：燃料棒の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（使）：DBA 資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
13-46	窒素ガスブロワバイパス調 節弁【V84-517】	ガス（空 気）作動弁	R-109 （●）	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上
13-47	補機冷却塔 A【HX76-3A】	冷却塔	A-802	8条（放） 53条	/	(iii) に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響 を受けるおそれはない。このため、消防法又 は建築基準法に基づき対策する。	・放射線の遮蔽及び放出低減機能（M S-2）に該当 ・BDBA 資機材（原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却）に該当
13-48	補機冷却塔 B【HX76-3B】	冷却塔	A-802	8条（放） 53条	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
13-49	補機冷却塔ブロワ A 【B76-3A】	ブロワ	A-802	8条（放） 53条	①	(i) に該当	③ を適用	事象発生前から継続動作しており、火災の 影響を受けて停止した場合には、それを感知 して原子炉を停止することができる。その後 の崩壊熱除去は、原子炉冷却材バウンダリ等 の主に不燃性材料で構成される機器により 高い信頼性をもって達成できる。ただし、火 災の影響を受けることを考慮し、早期に火災 の感知ができるように、火災防護基準の火災 の感知及び消火を考慮する。	同上
13-50	補機冷却塔ブロワ B 【B76-3B】	ブロワ	A-802	8条（放） 53条	①	(i) に該当	③ を適用	同上	同上
13-51	補機系揚水ポンプ A 【P76-3A】	ポンプ	A-117	8条（放） 53条	①	(i) に該当	③ を適用	同上	同上
13-52	補機系揚水ポンプ B 【P76-3B】	ポンプ	A-117	8条（放） 53条	①	(i) に該当	③ を適用	同上	同上
13-53	補機冷却塔 A 入口弁 【V76-24A】	ガス（空 気）作動弁	A-802	8条（放） 53条	②	/	② を適用	火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の 感知及び消火のそれぞれを考慮する。	同上
13-54	補機冷却塔 B 入口弁 【V76-24B】	ガス（空 気）作動弁	A-802	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、③：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮する 観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
13-55	予備弁【V76-28】	ガス（空 気）作動弁	A-802	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上
13-56	圧縮空気供給設備入口遮断 弁【V76-29】	ガス（空 気）作動弁	A-405	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上
13-57	1次純化系窒素ガス冷却器 入口遮断弁【V76-30】	ガス（空 気）作動弁	A-207	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上
13-58	予熱窒素ガス系プロワロ入口 遮断弁【V76-31】	ガス（空 気）作動弁	A-208	8条（放） 53条	②	/	② を適用	同上	同上
14-1	格納容器高線量エリリアモニ タ【EM-1】	エリリア モニタ	R-501	8条（停）	②	/	① を適用	火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮す る。 ・事故時のプラント状態の把握機能 (MS-2)に該当	同上
14-2	格納容器高線量エリリアモニ タ【EM-2】	エリリア モニタ	R-501	8条（停）	②	/	① を適用	同上	同上
15-1	1次冷却材ダンプタンクA 【TK35.1-1A】	容器	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響 を受けるおそれはない。このため、消防法又 は建築基準法に基づき対策する。	・1次冷却材を内蔵する機能（PS- 1）以外のもの（PS-3）に該当
15-2	1次冷却材ダンプタンクB 【TK35.1-1B】	容器	R-104 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-3	1次ダンプタンクA入口弁 【V35.1-1A】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-4	1次ダンプタンクB入口弁 【V35.1-1B】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-5	1次ダンプタンクA出口弁 【V35.1-2A】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-6	1次ダンプタンクB出口弁 【V35.1-2B】	手動弁	R-104 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-7	1次ダンプタンクA出口弁 バイパス弁【V35.1-3】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-8	ドレンヘンダダ止弁【V35.1-4】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-9	純化系入口配管止弁 【V35.1-5】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼルの電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防火又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
15-10	純化系戻り止弁 【V35.1-6】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-11	オーバフロー系汲上げ止弁 【V35.1-7】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-12	オーバフロータンク入口弁 【V35.1-12】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-13	ナトリウム受入配管止弁 【V35.1-13】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-14	原子炉容器～ベーパートラップ ドレン弁【V35.1-15】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-15	原子炉容器部分ドレン第2 止弁【V35.1-17】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-17	サイフォンブレーカー弁 【V35.1-18】	手動弁	R-305 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-18	オーバフロー系汲上げドレ ン弁【V35.1-19】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-19	FFD～ベーパートラップドレン 弁【V35.1-20】	手動弁	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-20	原子炉容器～FFDラインドレ ン弁【V35.1-21】	手動弁	R-205 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-21	1次純化系プラキング計出 口配管ドレン弁	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-22	1次コントロールドリップエコ ノマイザ胴側出口配管ドレ ン弁【V35.1-23】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-23	1次コントロールドリップエコ ノマイザ胴側入口配管ドレ ン弁【V35.1-24】	手動弁	R-103 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-24	1次ナトリウム充填・ドレン 系の配管	配管	●	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護基準の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
15-25	オーバフロータンク	容器	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-26	オーバフロータンク出口弁 【V33-1】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-27	オーバフロータンク入口弁 【V33-4】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-28	オーバフロー電磁ポンプ出 口逆止弁【V33-5】	逆止弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-28	逆止弁出口弁【V33-6】	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-29	オーバフロータンク圧力計 止弁	手動弁	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-30	オーバフロー電磁ポンプ（バ ウンダリ）【EP33-1】	電磁ポンプ	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-31	汲上げトリウム流量計（バ ウンダリ）【FE33-1】	流量計	R-105 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-32	1次オーバーフロー系に属す る配管	配管	●	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-33	1次コールドトラップA 【CT34.1-1A】	容器	R-203 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-34	1次コールドトラップB 【CT34.1-1B】	容器	R-203 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-35	センウムトラップ 【Cs34+1-1】	容器	R-203 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-36	1次コールドトラップエコ ノマイザ【E34.1-1】	容器	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-37	1次ブラギング計エコノマ イザ【E34.1-2】	容器	R-202 (●)	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-38	1次ナトリウム純化系サン プリング装置【SP34.1-1】	容器	R-303	8条（放）	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類 (8条(準)、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条(放)、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条(他)、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材)
 *2：電源の種類 (①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系)
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段)
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
15-39	1次ブラギング計 【PL34.1-1】	容器	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-40	自動連続式ブラギング計 【PL34.1-2】	容器	R-104 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-41	1次ナトリウム純化系電磁 ポンプ (バウンダリ) 【BP34.1-1】	電磁ポンプ	R-105 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-42	1次純化系ナトリウム流量検 出器 (バウンダリ) 【FE34.1-1】	流量計	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-43	ブラギング計ナトリウム流 量検出器 (バウンダリ) 【FE34.1-2】	流量計	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-44	セシウムトランプナトリウ ム流量検出器 (バウンダリ) 【FE34.1-101】	流量計	R-203 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-45	オーバフロータンク出口弁 【V34.1-1】	手動弁	R-105 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-46	1次純化電磁ポンプ入口弁 【V34.1-2】	手動弁	R-105 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-47	緊急汲上切換弁【V34.1-3】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-48	1次コーールドトランプA入口 弁【V34.1-4A】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-49	1次コーールドトランプB入口 弁【V34.1-4B】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-50	1次コーールドトランプA出口 弁【V34.1-5A】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類 (8条(準)、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条(放)：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条(他)：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材)
 *2：電源の種類 (①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系)
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点 (i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段)
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ (①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防火又は建築基準法に基づき対策)

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
15-51	1次コーールドトラップB出口 弁【V34.1-5B】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-52	1次コーールドトラップエコー ノマイザ胴側バイパス弁 【V34.1-6】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-53	オーバフローターク入口弁 【V34.1-7】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-54	1次プラグ計エコーノマイザ胴 側入口弁【V34.1-8】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-55	1次ナトリウムサンプリング 装置入口弁【V34.1-9】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-56	1次ナトリウムサンプリング 装置出口弁【V34.1-10】	手動弁	R-202 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-57	純化系電磁ポンプ出口ナト リウム圧力計元弁 【V34.1-80】	手動弁	R-105 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-58	セシウムトラップ入口弁(パ ウンダリ)【V34.1-101】	電動弁	R-203 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-59	セシウムトラップ出口弁 【V34.1-102】	手動弁	R-203 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-60	主系統流量調節弁(パウンダ リ)【V34.1-103】	電動弁	R-203 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-61	セシウムトラップドレン弁 (パウンダリ)【V34.1-104】	電動弁	R-203 (●)	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
15-62	1次ナトリウム純化系に属 する配管	配管	●	8条(放)	/	(iii) に該当	④ を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交直流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び説明	備考
16-1	2次主循環ポンプA（バウンダリ機能）	容器	S-601	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	・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）に該当 ・関連系として、原子炉停止後の除熱機能（MS-1）に該当
16-2	2次主循環ポンプB（バウンダリ機能）	容器	S-602	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-3	2次主冷却系オーバーフロータンクA【TK3.1.2-1A】	容器	S-601	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-4	2次主冷却系オーバーフロータンクB【TK3.1.2-1B】	容器	S-602	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-5	2次主冷却系の配管	配管	主冷却機建 物、原子炉附 属建物、原子 炉建物	8条（停）	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-6	2次補助系充填ライン止弁【V32.2-3】	ガス（空 気）作動弁	A-505	8条（停） 53条	③	(iv)に該当	③を適用	フェイルクローズ設計の弁であり、火災の影響を受けたとしても、2次主冷却系又は2次補助冷却系の除熱機能は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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）に該当 ・関連系として、原子炉停止後の除熱機能（MS-1）に該当 ・DBBA資機材（補助冷却設備による強制循環冷却）に該当 ・通常時及び事故時ともに閉、駆動源喪失時フェイルクローズ
16-7	2次主冷却系Aループ充填第1元弁【V34.2-5A】	ガス（空 気）作動弁	S-508	8条（停）	③	(iv)に該当	③を適用	フェイルクローズ設計の弁であり、火災の影響を受けたとしても、2次主冷却系の除熱機能は達成される。ただし、火災の影響を受けることを考慮し、早期に火災の感知ができるように、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する。	・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）に該当 ・関連系として、原子炉停止後の除熱機能（MS-1）に該当 ・通常時、事故時間、駆動源喪失時フェイルクローズ

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬時条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせを考慮する観点*3	対策の組合わせ*4	対策の組合わせを考慮する観点及び対策の組合わせに関する説明	備考
16-8	2次主冷却系Bループ充填第1元弁【V34.2-5B】	ガス（空気）作動弁	S-509	8条（停）	③	(iv)に該当	③を適用	同上	同上
16-9	2次主冷却系Aループコールドレグドレン弁【V35.2-2A】	手動弁	S-212	8条（停）		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されているため、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・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）に該当 ・関連系として、原子炉停止後の除熱機能（MS-1）に該当
16-10	2次主冷却系Bループコールドレグドレン弁【V35.2-2B】	手動弁	S-212	8条（停）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-11	2次主冷却系Aループボンプ入口配管ドレン弁【V35.2-3A】	手動弁	S-212	8条（停）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
16-12	2次主冷却系Bループボンプ入口配管ドレン弁【V35.2-3B】	手動弁	S-212	8条（停）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
17-1	廃棄物処理建物内廃棄物A貯蔵設備	貯蔵庫	W-206	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	貯蔵庫内に貯蔵する固体廃棄物は、不燃性材料で構成されるドラム管等の容器内で保管するため、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	・放射性物質の貯蔵機能（PS-3）に該当
17-2	廃棄物処理建物内固体廃棄物B用貯蔵設備（貯蔵庫A、B）	貯蔵庫	W-204 W-207	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上
17-3	原子炉附属建物内固体廃棄物貯蔵設備	貯蔵庫	A-307	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（停）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディゼール電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の組合わせ、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
17-4	第二使用済燃料貯蔵建物内 固体廃棄物貯蔵設備（貯蔵庫 A、B、C）	貯蔵庫	T-106 T-107 T-202	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
17-6	メンテナンス建物内固体廃 棄物貯蔵設備	貯蔵庫	M-103	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
17-7	原子炉附属建物内液体廃棄 物処理設備	配管、容器 ポンプ、手 動弁	原子炉附属 建物	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	各機器は、不燃性材料で構成されており、 火災により放射性物質の貯蔵機能が影響を 受けるおそれはないため、消防法又は建築基 準法に基づき対策する。	同上
17-8	原子炉附属建物内アルコー ル廃液処理設備	配管、容器 ポンプ、手 動弁	原子炉附属 建物	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
17-9	第一使用済燃料貯蔵建物内 液体廃棄物処理設備	配管、容器 ポンプ、手 動弁	第一使用済 燃料貯蔵建物	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
17-10	第二使用済燃料貯蔵建物内 液体廃棄物処理設備	配管、容器 ポンプ、手 動弁	第二使用済 燃料貯蔵建物	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
17-11	廃棄物処理建物内液体廃棄 物処理設備	配管、容器、 ポンプ、手動 弁、ろ過機、 蒸発濃縮処 理装置、固化 装置	廃棄物処理 建物	8条（放）		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
18-1	1次主循環ポンプA主電動 機【P31.1-1A】	電動機	R-412	8条（停）	④				・通常運転時の冷却材の循環機能（P S-3）に該当 【精査中】
18-2	1次主循環ポンプB主電動 機【P31.1-1B】	電動機	R-410	8条（停）	④			同上	

*1：分類（8条（停）、8条（放）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、8条（他）：RDBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディザスタ電源系、②：交直無停電電源系、③：直直無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き続き動作、(ii)：環境条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の感知及び消火の感知及び消火を考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防火又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せ及び 対策の組合せに関する説明	備考
18-3	2次主循環ポンプA電動機 【P31.2-1A】	電動機	S-701	8条（停）	④				同上
18-4	2次主循環ポンプB電動機 【P31.2-1B】	電動機	S-702	8条（停）	④				同上
19-1	主送風機1A【B31.2-1A】	電動機	S-403	8条（停）	④				・通常運転時の最終ヒートシンクへの熱輸送機能（P S - 3）に該当
19-2	主送風機2A【B31.2-2A】	電動機	S-403	8条（停）	④				同上
19-3	主送風機1B【B31.2-1B】	電動機	S-419	8条（停）	④				同上
19-4	主送風機2B【B31.2-2B】	電動機	S-419	8条（停）	④				同上
19-5	主送風機1A電磁ブレーキ	電磁 ブレーキ	S-403	8条（停）	③				同上
19-6	主送風機2A電磁ブレーキ	電磁 ブレーキ	S-403	8条（停）	③				同上
19-7	主送風機1B電磁ブレーキ	電磁 ブレーキ	S-419	8条（停）	③				同上
19-8	主送風機2B電磁ブレーキ	電磁 ブレーキ	S-419	8条（停）	③				同上
20-1									・電源供給機能（非常用を除く。）（P S - 3）に該当
22-1									・プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）（P S - 3）に該当
22-1	炉心燃料集合体（被覆管）	被覆管	原子炉容器内	8条（放）		(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	同上
22-2	照射燃料集合体（被覆管）	被覆管	原子炉容器内	8条（放）		(iii)に該当	④を適用		同上

*1：分類（8条（停）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（放）、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（使）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：BDBA 資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(iv)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3対策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合わせに関する説明	備考
23-1	中央制御室外原子炉炉停止盤 ★	盤	A-507	8条（停）	①				・制御室外からの安全停止機能（MS-3）に該当
24-1	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備水冷却浄化設備のうち、サイフォンブレイク弁を除く機器	A-511A	原子炉附属建物	8条（使）	①				・燃料プール水の補給機能（MS-3）に該当
24-2	第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却浄化設備のうち、サイフォンブレイク弁を除く機器	P-313	第一使用済燃料貯蔵建物	8条（使）	①			【精査中】	同上
24-3	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料設備水冷却浄化設備のうち、サイフォンブレイク弁を除く機器	T-310	第二使用済燃料貯蔵建物	8条（使）	①				同上
25-1	制御棒引き抜きインターロック	回路	A-712	8条（停）	①				・出力上昇の抑制機能（MS-3）に該当
26-1	後備炉停止系用論理回路★	論理回路	A-712	53条	①		②	火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を考慮する。	・BDBA 資機材（原子炉の停止機能）に該当
26-2	制御棒連続引抜き阻止インターロック★	回路（タイマリレー）	A-712	53条	①			【精査中】	同上
26-3	1次補助冷却系循環ポンプ【EP32.1-1】	電磁ポンプ	R-203 (●)	53条	①	一部 (ii) に該当	一部 ② を適用	原子炉運転中に火災の発生するおそれのない格納容器（床下）を除き、火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を考慮する。	・BDBA 資機材（補助冷却設備による強制循環冷却）に該当
26-4	機器冷却ファンA	ファン	R-303	53条	①	(i) に該当	③ を適用	事象発生前から継続動作しており、火災の影響を受けて停止した場合には、それを感知して原子炉を停止することができる。その後の崩壊熱除去は、原子炉冷却材バウナダリ等の主に不燃性材料で構成される機器により高い信頼性をもって達成できる。ただし、火	同上

*1：分類（8条（準）：原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（本）：放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）：使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：RDBA資機材）
 *2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）
 *3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：環境条件、(iii)：フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）
 *4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せを考慮する観点及び 対策の組合せに関する説明	備考
26-5	機器冷却ファンB	ファン	R-303	53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
26-6	2次補助冷却系循環ポンプ 【EP32.2-1】	電磁ポンプ	A-505	53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
26-7	2次補助冷却系電磁ポンプ 冷却ファンA【B32.2-2A】	ファン	A-505	53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
26-8	2次補助冷却系電磁ポンプ 冷却ファンB【B32.2-2B】	ファン	A-505	53条	①	(i)に該当	③を適用	同上	同上
26-9	補助冷却器【AC32.2-1】	熱交換器	A-505	53条	/	(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	同上
26-10	補助送風機【B32.2-1】	送風機	A-505	53条	①	/	②を適用	火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火を考慮する。	同上
26-11	補助送風機インレットベーン	電動ベーン	A-505	53条	①	/	②を適用	同上	同上
26-12	補助冷却器入口ダンパ 【DP32.2-2】	空気作動ダンパ	A-505	53条	②	/	②を適用	同上	同上
26-13	補助冷却器出口ダンパ 【DP32.2-3】	電動ダンパ	A-505	53条	①	/	②を適用	同上	同上
26-14	膨張タンク【TK32.2-1】	容器	A-505	53条	/	(iii)に該当	④を適用	不燃性材料で構成されており、火災の影響を受けるおそれはない。このため、消防法又は建築基準法に基づき対策する。	同上
26-15	2次補助ブラギング計 【PL32.2-1】	容器	A-505	53条	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上
26-16	2次補助ブラギング計入口 弁【V32.2-4】	ガス（空気）作動弁	A-505	53条	/	(iii)に該当	④を適用	同上	同上

*1：分類（8条（準）、原子炉の安全停止に係る火災防護対象機器、8条（本）、放射性物質の時置又は閉じ込めに係る火災防護対象機器、8条（他）、使用済燃料の冠水等に係る火災防護対象機器、53条：DBA資機材）

*2：電源の種類（①：非常用ディーゼル電源系、②：交流無停電電源系、③：直流無停電電源系、④：一般電源系）

*3：一般火災に対する火災防護対策の組合わせを考慮する観点（(i)：事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き継ぎ動作、(ii)：瞬變条件、(iii)：不燃性材料で構成、(iv)フェイルセーフ設計、(v)：代替手段）

*4：一般火災に対する火災防護対策の組合わせ（①：火災防護基準の3方策のそれぞれを考慮、②：火災防護基準の火災の発生防止並びに火災の感知及び消火のそれぞれを考慮、③：火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮、④：消防法又は建築基準法に基づき対策）

No.	機器名称 【】内：機器番号 ★：新設	機種	設置場所 ●：床下	分類*1	電源*2	組合わせ を考慮す る観点*3	対策の組 合わせ*4	対策の組合せ及び 対策の組合わせに関する説明	備考
26-17	2次補助プライング計出口 弁【V32、2-5】	ガス（空 気）作動弁	A-505	53条		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
26-18	2次補助冷却系の配管	配管	原子炉附属建 物、原子炉建 物	53条		(iii) に該当	④ を適用	同上	同上
26-19	炉容器ジャケット部 A 流量 制御ダンパ【DP84-47】	電動ダンパ	R-206 (●)	53条	①			・DBA 資機材（原子炉容器外面冷却/ 安全容器外面冷却）に該当	同上
26-20	炉容器ジャケット部 B 流量 制御ダンパ【DP84-48】	電動ダンパ	R-205 (●)	53条	①				同上
26-21	炉容器ジャケット部 A 入口 弁【V84-120】	ガス（窒 素）作動弁	R-206 (●)	53条	①				同上
26-22	炉容器ジャケット部 B 入口 弁【V84-121】	ガス（窒 素）作動弁	R-205 (●)	53条	①				同上
26-23	炉容器ジャケット部 B 出口 弁【V84-123】	ガス（窒 素）作動弁	R-305 (●)	53条	①				同上
26-24	炉容器ジャケット部 A 出口 弁【V84-125】	ガス（窒 素）作動弁	R-206 (●)	53条	①				同上
26-25	炉容器ジャケット部 A 入口 止弁【V84-520】	ガス（窒 素）作動弁	R-206 (●)	53条	①				同上
26-26	炉容器ジャケット部 B 入口 止弁【V84-521】	ガス（窒 素）作動弁	R-205 (●)	53条	①				同上
26-27	炉容器ジャケット部 B 出口 止弁【V84-523】	ガス（窒 素）作動弁	R-204 (●)	53条	①				同上
26-28	炉容器ジャケット部 A 出口 止弁【V84-525】	ガス（窒 素）作動弁	R-206 (●)	53条	①				同上

【精査中】

格納容器（床下）における火災防護の考え方

1. 概要

原子炉運転中、格納容器（床下）は、窒素雰囲気中で維持しており火災が発生することはないため、原子炉運転中に格納容器（床下）に設置する火災防護対象機器が火災による影響を受けるおそれはない。ここでは、原子炉を停止してから2週間経過して以降に、保守等のために格納容器（床下）を窒素雰囲気から空気雰囲気に置換した際の火災防護の考え方を示す。格納容器（床下）に設置する火災防護対象機器（不燃性材料で構成されるものを除く。）のうち、原子炉停止後の崩壊熱除去に関連するものを第1.1表に、その配置を第1.1図に示す。

2. 空気雰囲気に置換した際の格納容器（床下）における火災防護の考え方

原子炉停止後に格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した際に、万一、格納容器（床下）で火災が発生したとしても、崩壊熱除去は、崩壊熱が十分に低下するまでの間、不燃性材料で構成される機器による主冷却系の自然循環（1次主冷却系の自然循環、2次主冷却系の自然循環及び自然通風）により、高い信頼性をもって達成できる。

一方、格納容器（床下）には、第53条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）において、主冷却系による崩壊熱除去機能を喪失した場合に崩壊熱を除去するための機能を有する火災防護対象機器を設置している。当該火災防護対象機器には、補助冷却設備による強制循環冷却に関連する1次補助冷却系循環ポンプ、コンクリート遮へい体冷却系による原子炉容器外面冷却に関連する窒素ガスブロワ等が該当する。原子炉停止後に格納容器（床下）を空気雰囲気に置換してから、崩壊熱が十分に低下するまでの間に、万一、主冷却系による崩壊熱除去機能を喪失した場合には、これらの機器による崩壊熱除去を要する。原子炉停止後に格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した際のこれらの火災防護対象機器については、以下のとおり対策する。

なお、冷却に必要な液位の確保又は流路の形成に関連する弁の一部については、運転員の手動操作により、必要な機能を達成できる。

- 原子炉停止後に格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した際には、火災の感知及び消火ができるよう、速やかに火災感知器を復旧又は交換するとともに、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を設置する。
- 格納容器（床下）は、可燃性物質の量を少なく管理するとともに、崩壊熱が十分に低下するまでの間、仮置き可燃性物質を置かないものとするにより、火災の発生を防止する。
- 補助冷却設備による強制循環冷却に関連する1次補助冷却系循環ポンプとコンクリート遮へい体冷却系による原子炉容器外面冷却に関連する窒素ガスブロワ等は、同時に機能を喪失することがないように、可能な限り分散して設置する。
- 万一、主冷却系による崩壊熱除去機能を喪失した場合において、コンクリート遮へい体冷却系による原子炉容器外面冷却は、安全容器内の1次主冷却系の配管（内管）及び同配管（外管）の破損が重畳した場合を除く事故時の崩壊熱除去に対応できることを考慮して、コンクリート遮へい体冷却系の窒素ガスブロワ等の主なケーブルは、銅胴体を酸化マグネシウムと銅シ

ースで覆った燃え難いMI (Mineral Insulated Cable : 無機絶縁電線) ケーブルを使用する。

なお、安全容器内の1次主冷却系の配管(内管)及び同配管(外管)の破損が重畳した場合、漏えいしたナトリウムは、安全容器内で保持されるため、安全容器の外側に影響を及ぼすことはない。

第 1.1 表 格納容器（床下）に設置する火災防護対象機器
（原子炉停止後の崩壊熱除去に関連するもの）

No.	機器名称	火災区画番号
4-18～21	補助冷却系サイフォンブレイク弁 A、B、C、D ^{*1}	RB-204
4-30、32	予熱窒素ガス系炉容器 A ループ入口弁、出口弁 ^{*1}	RB-206
4-31	予熱窒素ガス系炉容器 B ループ入口弁 ^{*1}	RB-205
4-33	予熱窒素ガス系炉容器 B ループ出口弁 ^{*1}	RB-305
13-25、26	窒素ガスブロワ A、B	RB-102
13-31	ペDESTAL部風量調節ダンパ	RB-109
13-32	ピット部風量調節ダンパ	RB-109
13-33、34	窒素ガスブロワ A、B 出口ダンパ	RB-102
26-3	1次補助冷却系循環ポンプ	RB-203
26-17	炉容器ジャケット部 A 流量制御ダンパ	RB-206
26-18	炉容器ジャケット部 B 流量制御ダンパ	RB-205
26-19、22	炉容器ジャケット部 A 入口弁、出口弁	RB-206
26-20	炉容器ジャケット部 B 入口弁	RB-205
26-21	炉容器ジャケット部 B 出口弁	RB-305
26-23、26	炉容器ジャケット部 A 入口止弁、出口止弁	RB-206
26-24	炉容器ジャケット部 B 入口止弁	RB-205
26-25	炉容器ジャケット部 B 出口止弁	RB-204

*1：運転員の手動操作により、必要な機能を代替できる。

*2：フェイルクローズ設計の弁であり、火災の影響を受けたとしても必要な機能は達成できる。

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 1.1 図 格納容器（床下）の火災防護対象機器の配置状況
（原子炉停止後の崩壊熱除去に関連するもの）（1/3）

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 1.1 図 格納容器（床下）の火災防護対象機器の配置状況
（原子炉停止後の崩壊熱除去に関連するもの）（2/3）

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 1.1 図 格納容器（床下）の火災防護対象機器の配置状況
（原子炉停止後の崩壊熱除去に関連するもの）（3/3）

火災区域及び火災区画の設定について

1. 概要

火災区域及び火災区画の設定について示す。

2. 火災区域及び火災区画の設定

火災区域及び火災区画は、火災防護対象機器を想定される火災から防護することを目的とし、火災防護対象機器の配置や系統分離等を考慮して設定する。火災区域及び火災区画の一覧を第 2.1 表に、火災区域及び火災区画の配置を第 2.1 図に示す。

なお、火災防護対象機器の配置は、別紙 3 に示す。

・火災区域の設定

火災区域は、火災防護対象機器を配置する建物ごとに以下のとおり設定する。以下に、原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物の火災区域について示す。

原子炉建物における火災区域

原子炉建物では、格納容器（床上）と格納容器（床下）を火災区域として設定する。

原子炉附属建物における火災区域

原子炉附属建物では、屋内と屋外（屋上）を火災区域として設定する。

主冷却機建物における火災区域

主冷却機建物では、屋内と屋外（屋上）を火災区域として設定する。

・火災区画の設定

火災区画は、原子炉の安全停止に係る系統分離等の観点から、基本的に、各火災区域内の部屋単位で設定する。

第 2.1 表 火災区域及び火災区画の一覧（原子炉建物）

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
R-1	格納容器（床下）	RB-101	【精査中】
		RB-102	*1
		RB-103	*1、*6
		RB-104	【精査中】、*6
		RB-105	【精査中】、*6
		RB-106	【精査中】
		RB-107	【精査中】
		RB-108	【精査中】
		RB-109	*1
		RB-201	*1、*6
		RB-203	*1、*6
		RB-204	*1、*6
		RB-205	*1、*6
		RB-206	*1、*6
		RB-302	【精査中】、*6
		RB-305	*1、*6
		RB-402	【精査中】、*6
		RB-404	【精査中】、*6
		RB-405	【精査中】、*6
		RB-408	【精査中】、*6
R-2	格納容器（床上）	RB-301	【精査中】
		RB-303	*1、【精査中】
		RB-304	【精査中】
		RB-401	*1、【精査中】
		RB-403	【精査中】
		RB-406	【精査中】
		RB-407	*1、【精査中】
		RB-409	【精査中】
		RB-410	*1、*2
		RB-411	【精査中】
		RB-412	*1、*2
		RB-RPU	*1、*3

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
R-2	格納容器（床上）	RB-501	*1、*3
		RB-601	*1

*1：火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画

*2：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
（同一の系列のみ設置）

*3：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
（異なる系列を設置）

*4：消防法又は建築基準法に基づき対策を講じる火災防護対象機器のみを設置する火災区画

*5：火災防護対象機器を設置しない火災区画

*6：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

第 2.1 表 火災区域及び火災区画の一覧（原子炉附属建物）

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
A-1	原子炉附属建物 (屋内)	AB-101	【精査中】
		AB-102	*1、【精査中】
		AB-103	【精査中】
		AB-104	【精査中】
		AB-105	【精査中】
		AB-106 (1)	*4
		AB-106 (2)	【精査中】
		AB-107	【精査中】
		AB-108	【精査中】
		AB-109	【精査中】
		AB-110	【精査中】
		AB-112	【精査中】
		AB-113	【精査中】
		AB-114	【精査中】
		AB-115	【精査中】
		AB-116	【精査中】
		AB-117	*1、【精査中】
		AB-118	*1、【精査中】
		AB-201	【精査中】
		AB-202	*1、【精査中】
		AB-203	【精査中】
		AB-204	*1、【精査中】
		AB-205	【精査中】
		AB-206	*1、【精査中】
AB-207	【精査中】		
AB-208	【精査中】		
AB-209	【精査中】		
AB-210	【精査中】		
AB-211	【精査中】		
AB-212	【精査中】		
AB-213	【精査中】		
AB-214	【精査中】		

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
A-1	原子炉附属建物 (屋内)	AB-215	【精査中】
		AB-301	【精査中】
		AB-302	【精査中】
		AB-303	【精査中】
		AB-304	*1、【精査中】
		AB-305	*1、【精査中】*6
		AB-306	*1、【精査中】*6
		AB-307	【精査中】
		AB-308	【精査中】
		AB-309	【精査中】
		AB-310	【精査中】
		AB-311	*1、【精査中】
		AB-401	*1、【精査中】
		AB-402	【精査中】
		AB-403	*1、*2
		AB-404	【精査中】
		AB-405	*1、*2
		AB-406	【精査中】
		AB-407	【精査中】
		AB-408	【精査中】
		AB-409	【精査中】
		AB-410	【精査中】
		AB-411	【精査中】
		AB-412	【精査中】
		AB-413	【精査中】
		AB-414	【精査中】
		AB-415	【精査中】
		AB-501	【精査中】
		AB-502	【精査中】
		AB-504	*1、*2
		AB-505 (1)	*1、*2
		AB-505 (2)	*1、【精査中】、*6
AB-506	*1、*2		
AB-507A	【精査中】		
AB-508	【精査中】		

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
A-1	原子炉附属建物 (屋内)	AB-509	*1、【精査中】
		AB-510	*1、*2
		AB-511	【精査中】
		AB-512A	【精査中】
		AB-512B	【精査中】
		AB-513	【精査中】
		AB-514	【精査中】
		AB-515	【精査中】
		AB-516	【精査中】
		AB-517	【精査中】
		AB-518	【精査中】
		AB-520	*5
		AB-522	*5
		AB-601	【精査中】
		AB-603	*1、【精査中】
		AB-604	【精査中】
		AB-605	*1、*3
		AB-606	【精査中】
		AB-701	【精査中】
		AB-704	*1、【精査中】
		AB-705	*1、【精査中】
		AB-706	*1、【精査中】
		AB-707	*1、【精査中】
		AB-708	*1、【精査中】
		AB-709	【精査中】
		AB-710	【精査中】
		AB-711	【精査中】
		AB-712	*1、*3
AB-713	【精査中】		
AB-803	【精査中】		

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
A-2	原子炉附属建物 (屋外)	AB-802	*1

*1：火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画

*2：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
(同一の系列のみ設置)

*3：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
(異なる系列を設置)

*4：消防法又は建築基準法に基づき対策を講じる火災防護対象機器のみを設置する火災区画

*5：火災防護対象機器を設置しない火災区画

*6：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

第 2.1 表 火災区域及び火災区画の一覧（主冷却機建物）

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
S-1	主冷却機建物 (屋内)	SB-101	*1、*3
		SB-102	*1、*3
		SB-103	*1、*2
		SB-104	*5
		SB-105	*1、*3
		SB-106	*1、*2
		SB-107	*1、*2
		SB-108	*5
		SB-109	*1、*2
		SB-110	*1、*2
		SB-111	*1、*2
		SB-112	*1、*2
		SB-113	*1、*2
		SB-114	*5
		SB-116	*5
		SB-117	*1、*2
		SB-118	*5
		SB-119	*1、*2
		SB-120	*5
		SB-121	*1、*2
		SB-122	*1、*2
		SB-123	*1、*2
		SB-124	*1、*2
		SB-125	*1、*2
		SB-126	*1、*2
		SB-127	*1、*2
		SB-128	*1、*2
		SB-129	*5
SB-130	*1、*2		
SB-201	*1、*3		
SB-202	*5		
SB-203	*5		

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
S-1	主冷却機建物 (屋内)	SB-204	*1、*2
		SB-205	*5
		SB-206	*5
		SB-207	*5
		SB-208	*1、*2
		SB-209	*1、*2
		SB-211	*1、*2
		SB-212	*4、*6
		SB-214	*1、*2
		SB-215	*5
		SB-216	*1、*2
		SB-217	*5
		SB-218	*5
		SB-219	*1、*2
		SB-220	*5
		SB-221	*1、*2
		SB-222	*5
		SB-223	*1、*2
		SB-224	*1、*2
		SB-225	*5
		SB-226	*5
		SB-227	*5
		SB-228	*5
		SB-303	*1、*6
		SB-305	*1、*6
		SB-401	*1、*2
		SB-402	*1、*3
		SB-403	*1、*6
		SB-404	*1、*2
		SB-405	*5
SB-406	*1、*2		
SB-407	*5		
SB-408	*5		
SB-409	*4、*6		
SB-410	*5		

火災区域		火災区画	
番号	名称	番号	備考
S-1	主冷却機建物 (屋内)	SB-412	*5
		SB-413	*4、*6
		SB-414	*5
		SB-415	*4、*6
		SB-416	*4、*6
		SB-419	*1、*6
		SB-420	*1、*2
		SB-501	*5
		SB-502	*5
		SB-505	*1、*6
		SB-506	*5
		SB-508	*1、*6
		SB-509	*1、*6
		SB-512	*1、*6
		SB-601	*4、*6
		SB-602	*4、*6
		SB-701	*4
		SB-703	*5
SB-704	*5		
SB-706	*5		
SB-707	*5		
A-2	主冷却機建物地 (屋上)	SB-705	*1、*3

*1：火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画

*2：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
(同一の系列のみ設置)

*3：火災防護基準の原子炉の安全停止に係る系統分離を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画
(異なる系列を設置)

*4：消防法又は建築基準法に基づき対策を講じる火災防護対象機器のみを設置する火災区画

*5：火災防護対象機器を設置しない火災区画

*6：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

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（1/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（2/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（3/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（4/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（5/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（6/8））

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。

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2.1図 火災区域・火災区画（原子炉建物及び原子炉附属建物（8/8））

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2.1図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（1/7））

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2.1図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（2/7））

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 2.1 図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（3/7））

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2.1図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（4/7））

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2.1図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（5/7））

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 2.1 図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（6/7））

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 2.1 図 火災区域・火災区画（主冷却機建物（7/7））

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について

ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について以下を示す。

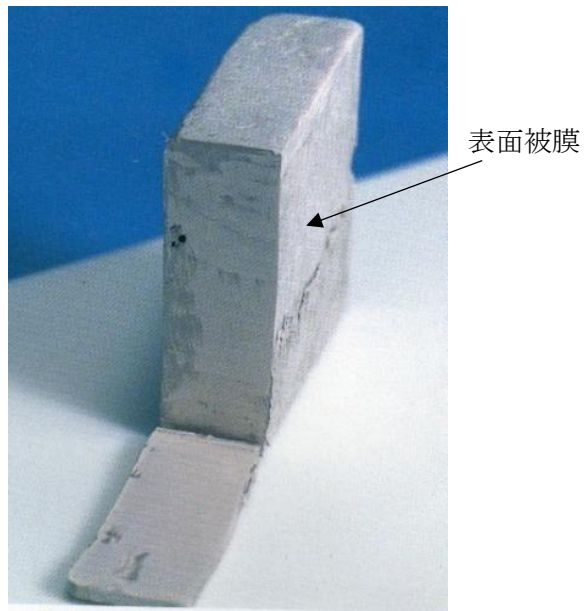
- 別添 1 : ナトリウム燃焼の特徴について
- 別添 2 : ナトリウム燃焼に係る要求事項及び対応概要について
- 別添 3 : ナトリウムを内包する配管及び機器の耐震設計について
- 別添 4 : 冷却材のバウンダリの肉厚管理の考え方について
- 別添 5 : ナトリウム漏えいの検知及びナトリウム燃焼の感知について
- 別添 6 : 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器について
- 別添 7 : 1次冷却材漏えい時の対応について
- 別添 8 : 2次冷却材漏えい時の対応について
- 別添 9 : ナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止するための措置について
- 別添 10 : 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
- 別添 16 : SPHINCS のモデル及び妥当性確認について

ナトリウム燃焼の特徴について

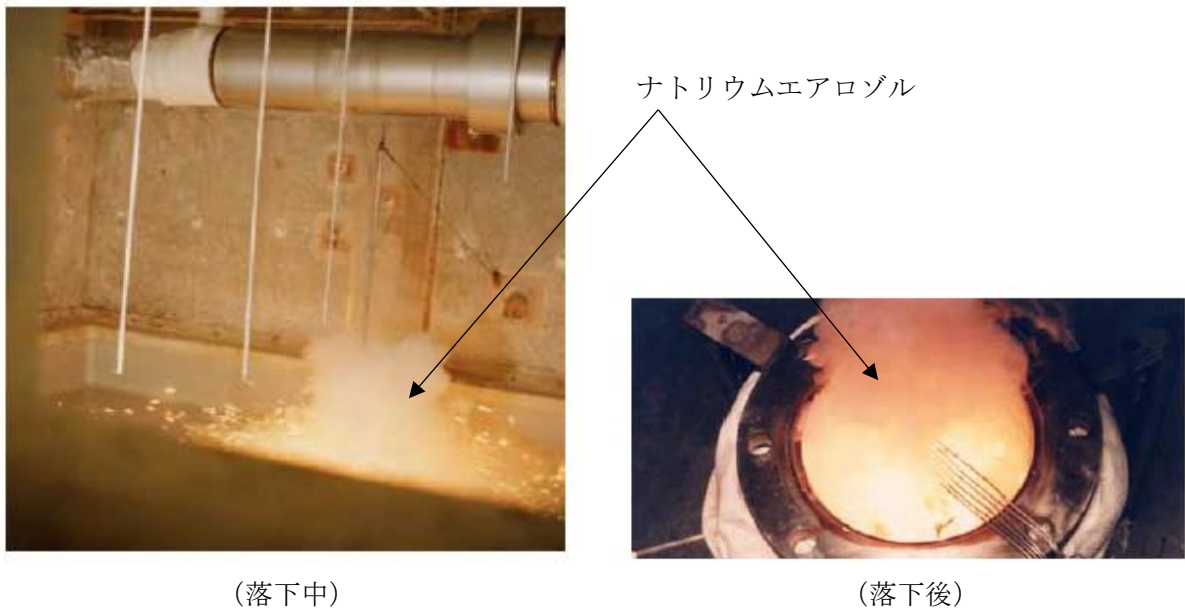
ナトリウム冷却型高速炉において冷却材として使用するナトリウムは、化学的に活性であり、空気中の酸素や湿分、水、ハロゲン等と反応する。ナトリウムは、配管及び機器に内包された状態で使用されるが、万一、当該配管又は機器が破損し、ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウムの燃焼に係る主な特徴を以下に示す。

- 固体状のナトリウム（融点：約 98℃）は、通常、空気中の酸素や湿分と反応し、酸化ナトリウムや水酸化ナトリウム等からなる暗灰色の表面被膜を形成する。当該被膜の内部のナトリウムは、当該被膜により空気と隔離されるため、常温において急激な反応が生じ、ナトリウムの発火、燃焼に至るおそれはない。ただし、当該被膜が除去されるとナトリウムが反応し、ナトリウムの温度が上昇して発火するおそれがある。空気雰囲気中における固体状のナトリウムを第 1 図に示す。
- ナトリウムは、沸点が高く、蒸発熱が大きく、燃焼熱が小さい等により、油やアルコールの火災と異なり、火炎の高さが小さい。
- ナトリウムは、基本的に、高温の液体状態で使用される。万一、配管又は機器からナトリウムが漏えいした場合は、落下する過程で空気中の酸素や湿分と反応する。落下したナトリウムは、床面にプール状に拡がり、その表面で空気中の酸素や湿分と反応する。ナトリウムは、空気中の酸素や湿分と反応し、反応熱及び反応生成物の白煙（以下、「ナトリウムエアロゾル」という。）を発生する。落下中及び落下後のナトリウム燃焼の様子を第 2 図に示す。
- ナトリウムは、窒素と反応しないため、窒素雰囲気では、反応熱及びナトリウムエアロゾルの発生を防止することができる。
- 高温のナトリウムとコンクリートが接触すると、ナトリウム及びコンクリート中の水分並びに反応生成物及びコンクリートの成分が反応する。このため、鋼製のライナ又は受樋により、ナトリウムとコンクリートの接触を防止する必要がある。
- 鋼製のライナ又は受樋は、ナトリウム燃焼環境下において鋼製材料の腐食が生じることを考慮して設計する必要がある。
- ナトリウムは、水、ハロゲン等と反応（一般的な火災の消火に用いられる A B C 消火器の消火剤（主成分：リン酸アンモニウム等）とも反応）するため、ナトリウム燃焼の消火には、特殊な化学消火剤（以下「特殊化学消火剤」という。）を使用する必要がある。特殊化学消火剤及び特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器を第 3 図に示す。
- ナトリウムが直接皮膚に接触すると組織内の水分と反応し、水酸化ナトリウムを生成して、これによるアルカリ火傷を生じる。また、ナトリウムエアロゾルは、刺激臭を有し、人体に有害である。このため、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器による消火活動を行う場合等、燃焼するナトリウムに接近する際には、防護具（防護服及び携帯用空気ボンベ）の着用が必要である。防護服及び携帯用空気ボンベを第 4 図に示す。
- ナトリウムが燃焼した後に残る燃焼残渣は、表面に反応生成物を有し、内部にナトリウムと

反応生成物が混在した状態で存在する。表面の反応生成物が除去されると内部に残存したナトリウムが反応し、ナトリウムの温度が上昇して発火するおそれがある。このため、燃焼残渣の処理は、再発火に留意し、燃焼残渣の温度が十分に低下していることを確認した上で、特殊化学消火剤を撒布しながら行う必要がある。



第1図 固体状のナトリウム



第2図 落下中及び落下後のナトリウム燃焼の様子



第3図 特殊化学消火剤及び特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器



第4図 防護服及び携帯用空気ポンベ

ナトリウム燃焼に係る要求事項及び対応概要について

ナトリウム燃焼に係る要求事項（令和 3 年 5 月 26 日 第 10 回原子力規制委員会 資料 2 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」の新規制基準適合性審査の状況及び今後の審査方針案について）及び当該要求事項に対する対応の概要を第 1 表に示す。

第1表 ナトリウム燃焼に係る要求事項及び対応概要

要求事項	対応概要
<p>(1) ナトリウム漏えいの防止</p> <p>ナトリウムを内包する配管及び機器については、耐震設計上の重要度分類Sクラス又は基準地震動による地震力によって破損を生じさせない設計であること。ここで「基準地震動による地震力によって破損を生じさせない設計」とは、耐震設計上の重要度分類B、Cクラスに分類される機器であっても、設計上の裕度を考慮することや設備の耐震補強等により、基準地震動による地震力に対して耐震性を有すると評価できるものをいう。</p>	<p>・ ナトリウムを内包する配管及び機器の設計にあつては、配管及び機器の破損によるナトリウム漏えいを防止するため、以下の対策を講じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ＞ 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、エルボを引き廻し、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。 <p>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の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あつては、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ＞ 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実施する。

要求事項	対応概要
<p>(2) ナトリウム漏えいの検知</p> <p>ナトリウムを内包する配管及び機器の一系統における単一の機器の破損（他の系統及び機器は健全なものと仮定）を想定し、ナトリウムの漏えいを早期に検知できる検出器（以下「漏えい検出器」）を設置すること。また、その設置に当たっては、以下を含むこと。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 漏えい検出器の誤作動を防止するための方策を講じること。 ② 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。 ③ 中央制御室で必要な監視ができる設計であること。 	<p>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用いる。主冷却器及び補助冷却器には、その構造に鑑み、光学式のナトリウム漏えい検出器を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。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。また、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、冷却材の液位低下により行うものとする。 ・ ナトリウム漏えいの検知に用いる設備は、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。 ・ 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生し、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を設置する場所（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。

要求事項	対応概要
<p>(3) ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制</p> <p>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できる設計とすること。ここで、「ナトリウム燃焼を抑制できる設計」とは、例えば、配管を二重構造にして漏えいしたナトリウムをその間に保持すること、ナトリウム漏えいが発生する区画を窒素雰囲気で維持する等の不活性化を行うこと、ナトリウム漏えいが発生した系統のナトリウムを緊急ドレンにより早期に排出してナトリウムの漏えい量を低減すること等の設計である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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、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。 上記以外で格納容器（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、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。 上記以外で、2次冷却材を内包する配管及び機器について、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次冷却材ダンブタンクに緊急ドレンし、ナトリウム漏えい量を低減し、ナトリウム燃焼を抑制する。

要求事項	対応概要
<p>(4) ナトリウム燃焼の感知</p> <p>ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウム燃焼を早期に感知できる設計とすること。ここで、「ナトリウム燃焼を早期に感知できる設計」とは、火災防護対象機器（火災防護対象ケープルを含む。以下同じ。）を設置する火災区域又は火災区画において、「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」(平成25年6月19日原規技発第1306195号原子力規制委員会決定。以下「火災防護基準」という。)の「火災感知設備」に要求される事項に適合する感知設備を設置することをいう。その際、当該感知設備は、(2)の漏えい検出器と兼用しても差し支えない。</p> <p>また、火災防護対象機器を設置しない区画におけるナトリウム燃焼を早期に感知できるように、火災防護基準の「火災感知設備」を参考とした感知設備を設置すること。</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ナトリウム漏えい検出器は、以下により「火災防護基準」に適合する。 <ul style="list-style-type: none"> ＞ 検出素子の配置（通電式）や回路の構成（光学式）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には、中央制御室に警報を発生し、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。 ・ ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区域又は火災区画には、「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を設置する（基本的に、光電アナログ式スポット型煙感知器及び熱アナログ式スポット型熱感知器を使用）。当該感知器の動作原理より、ナトリウム燃焼の感知にも適用できる。

要求事項	対応概要
<p>(5) ナトリウム燃焼の消火</p> <p>ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウム燃焼を早期に消火できる設計とすること。ここで、「ナトリウム燃焼を早期に消火できる設計」とは、火災防護基準の「消火設備」に要求される事項（ただし、「消火剤に水を使用する消火設備」は除く。）に適合する設備を設置することをいう。また、要員による消火活動に期待する場合は、ナトリウム燃焼の特殊性を踏まえ、要員の安全確保に必要な防護服、防護マスク、携帯用空気ボンベ等必要な資機材の配備を行うこと。</p>	<p>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、防護服、防護マスクや携帯用空気ボンベ等を配備する。特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、転倒防止措置を講じるものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、これらの資機材の使用に係る習熟度向上を図る。 特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器は、ナトリウムを保有する配管及び機器を設置するエリアに配備し、十分な容量を備える。 <p>なお、原子炉運転中、窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）にあつては、当該雰囲気を空気雰囲気とした場合に、特殊化学消火剤を充填した可搬式消火器を配備する。</p>

要求事項	対応概要
<p>(6) ナトリウム漏えい時の燃焼影響評価</p> <p>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評価すること。評価に当たっては、以下によること。</p> <p>① 破損を想定する機器は、配管（容器の一部であって、配管形状のものを含む。以下同じ。）とする。また、破損の想定に当たっては、一系統における単一の機器の破損（他の系統及び機器は健全なものと仮定）を想定する。</p> <p>② 常場の冷却材であるナトリウムは、低圧でサブクール度が大きいいため、配管の破損想定は低エネルギー配管相当と考え、配管内径の1/2の長さと同程度の幅を有する貫通クラックからの漏えいと想定する。</p> <p>③ 漏えいを検出する機能が設置され、自動又は手動操作によって、漏えいを停止させることができる場合は、漏えい停止機能を考慮することができる。この漏えい停止機能を期待する場合は、停止までの漏えい継続時間を考慮してナトリウム漏えい量を求める。</p> <p>④ 配管が二重構造である場合は、内管の損傷によるナトリウム漏えいを外管により保持する機能に期待することができる。</p> <p>⑤ ナトリウムの漏えい区画が不活性ガス雰囲気である場合はナトリウムの燃焼を防止できるが、漏えいしたナトリウムの除去の際など、当該区画の不活性化環境を解除する場合も考慮し、ナトリウム燃焼の影響を評価する。</p>	<p>以下によりナトリウムが漏えいした場合の漏えい量及び漏えいしたナトリウム燃焼の影響を評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> > 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あっては、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。また、原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）に位置するナトリウムを内包する配管及び機器が破損した場合にあっては、ナトリウム燃焼を抑制できるため、格納容器（床下）を空気置換した場合の影響を評価する。 > 配管直径の1/2の長さと同程度の幅を有する貫通クラックからの漏えいを想定する。 > 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。

要求事項	対応概要
<p>(7) ナトリウム燃焼の影響軽減</p> <p>上記（6）で評価したナトリウム燃焼の影響を考慮し、火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画におけるナトリウム燃焼の影響に対し、火災の影響を軽減するための措置を講じた設計であること。ここで、「火災の影響軽減のための措置を講じた設計」とは、火災防護基準の「火災の影響軽減」に要求される事項に適合する設計であることをいう。</p>	<p>対応概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、1次冷却材が漏えいした場合であっても、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。 上記以外で格納容器（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、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。 上記以外で、2次冷却材を内包する配管及び機器について、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次冷却材タンクに緊急ドレンし、ナトリウム漏えい量を低減し、ナトリウム燃焼を抑制する。 ナトリウムを内包する配管又は機器を設置する火災区域又は火災区画は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区域又は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域又は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、他の火災区域又は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域又は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。 ナトリウムと水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域又は火災区画については、当該火災区域又は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。 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

要求事項	対応概要
	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、他の火災区域又は火災区画への影響を軽減する。 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域又は火災区域には、耐火能力を有する鋼製のライナ又は受樋を設置する。 鋼製の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。
<p>(8) ナトリウムと構造材との反応防止</p> <p>高温のナトリウムとコンクリートが接触すると、当該ナトリウムとコンクリート中の水分及び反応生成物とコンクリート成分の反応が生じるため、これを防止する設計とすること。ここで、「これを防止する設計」とは、例えば、コンクリート床面に鋼製のライナを敷設することや、配管周辺に受樋を設置することにより、ナトリウムとコンクリートの接触を防止すること等の設計であることを行う。その際、鋼製ライナや受樋の設計にあつては、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とする。</p>	

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

1. 概要

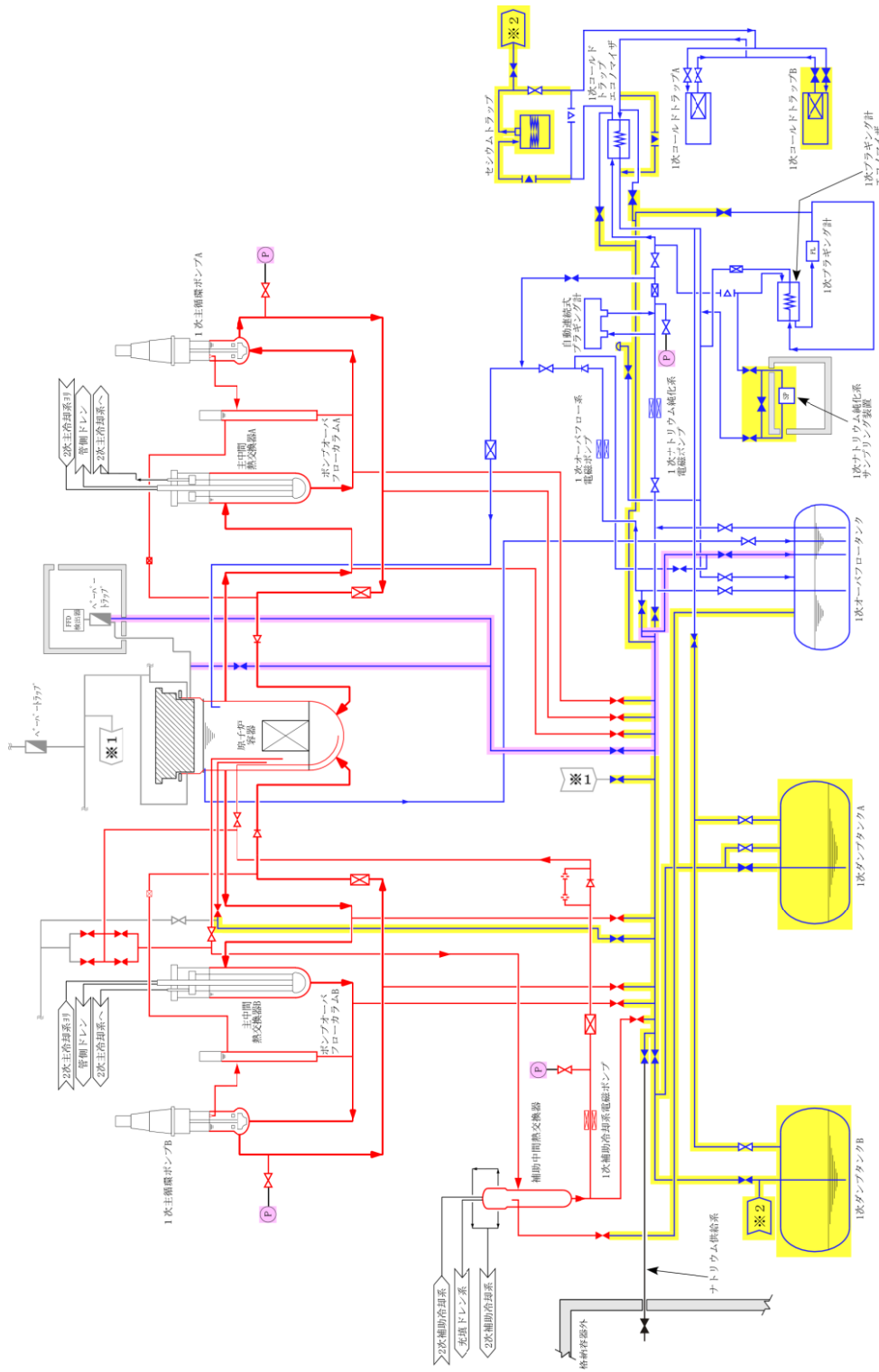
ナトリウム漏えいの発生防止に関し、ナトリウムを内包する配管及び耐震設計について示す。

2. ナトリウムを内包する配管及び機器に対する耐震設計の考え方

ナトリウムを内包する配管及び機器については、耐震重要度分類がSクラス又は基準地震動による地震力に対して破損を生じない設計とすることを基本とする。

ナトリウムを内包する配管及び機器のうち、耐震重要度分類がSクラス以外のものについては、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ものとする。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持することを考慮し、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ものとする。

ナトリウムを内包する配管及び機器の耐震設計の概念図を第 2.1 図に示す。



- : 原子炉冷却材バウンダリに該当する配管及び機器 (Sクラス)
- : 原子炉冷却材バウンダリ以外で1次冷却材を内蔵するか、又は内蔵し得る配管及び機器 (Bクラス (①及び②を除くものはSs機能維持))
- : 内包するナトリウムを固化することによりナトリウム漏えいの防止措置を講じるもの (①)
- : 配管等の破損に伴い想定される漏えい量が少ないもの (②)

第 2.1 図 ナトリウムを内包する配管及び機器の耐震設計の概念図 (①：1次冷却系)

3. 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もの

ナトリウムを内包する配管又は機器のうち、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ものを第 3.1 表に示す。

第 3.1 表 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もの

No.	機器	系統
1-1	1 次ナトリウム純化系サンプリング装置並びに関連する配管及び弁	1 次ナトリウム純化系
1-2	1 次コールドトラップ B 並びに関連する配管及び弁	
1-3	セシウムトラップ並びに関連する配管及び弁	
1-4	1 次コールドトラップエコノマイザのバイパス配管及び関連する弁	
1-5	第 4.1 表の No. 2-1 を除く配管、容器及び関連する弁	1 次ナトリウム充填・ドレン系
1-6	2 次ナトリウム純化系サンプリング装置並びに関連する配管及び弁	2 次ナトリウム純化系

4. 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

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に該当するものを第4.1表に示す。

第4.1表 ナトリウムを内包する配管又は機器が破損した場合に
想定される想定される漏えい量が少ないもの

No.	機器	設置場所	系統
2-1	燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)*1のベーパートラップドレン弁からオーバーフロータンク間の配管及び関連する弁	R-103、R-104、 R-105、R-201、 R-202、R-204、 R-205、R-305、 R-407、	1次ナトリウム 充填・ドレン系
2-2	圧力計の導圧管部*2 (2カ所)	R-205、R-206	1次主冷却系
2-3	圧力計の導圧管部*2 (1カ所)	R-204	1次補助冷却系
2-4	圧力計の導圧管部*2 (1カ所)	R-203	1次ナトリウム純化系
2-5	圧力計の導圧管部*2 (2カ所)	R-104、R-105	1次ナトリウム 充填・ドレン系
2-6	圧力計の導圧管部*2 (1カ所)	R-302	1次アルゴンガス系
2-7	圧力計の導圧管部*2 (2カ所×2)	S-601、S-602	2次主冷却系
2-8	圧力計の導圧管部*2 (2カ所)	A-505	2次補助冷却系

*1: 燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)の原子炉カバーガスのバウンダリの境界は、カバーガス入口用止弁までであり、ベーパートラップドレン弁等は、原子炉カバーガスバウンダリに該当しない。

*2: 圧力計の導圧管部にナトリウム・カリウム合金(NaK)が封入されている。

ナトリウムを内包する配管又は機器が破損した場合の漏えいしたナトリウムの影響を以下に示す。

① 燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)のベーパートラップドレン弁からオーバーフロータンク間の配管又は関連する弁が破損した場合の影響

ベーパートラップに捕獲されたナトリウムが一定量(約 1,600cm³)溜まると、燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)のベーパートラップドレン弁を開けて、当該ナトリウムをオーバーフロータンクにドレンするため、燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)のベーパートラップドレン弁からオーバーフロータンク間の配管又は関連する弁が破損した場合、格納容器(床下)に当該ナトリウムが漏えいする。万一、当該ナトリウムが漏えいした場合の影響を以下により評価する。

- ・ 床面のライナはないものと仮定し、漏えいしたナトリウムの全量(1,600cm³)がコンクリートと反応して水素を生じるものとする。
- ・ 燃料破損検出系(カバーガス法燃料破損検出設備)のベーパートラップドレン弁からオー

バフロータンク間の配管又は関連する弁は、格納容器（床下）の複数の部屋に設置され、また、それらの部屋は、開口部を介して繋がっているが、ここでは、最も体積の小さい部屋（主中間熱交換器室：60m³）に、水素が留まるものと仮定する。

上記より、漏えいしたナトリウムにより発生する水素濃度は約 1.3%であり、燃焼限界濃度を超えない。また、格納容器（床下）は、原子炉運転中、窒素雰囲気中で維持しており、漏えいしたナトリウムが燃焼することもない。したがって、燃料破損検出系（カバーガス法燃料破損検出設備）のベーパートラップドレン弁からオーバフロータンク間の配管又は関連する弁が破損したとしても、その影響は小さい。

② 圧力計の導圧管部が破損した場合の影響

圧力計の導圧管部には、ナトリウム・カリウム合金（NaK）が封入されており、導圧管部が破損した場合、当該ナトリウムが漏えいする。万一、当該ナトリウムが漏えいした場合の影響を以下により評価する。

- ・ 床面のライナはないものと仮定し、漏えいしたナトリウムの全量（1,000cm³）がコンクリートと反応して水素を生じるものとする。
- ・ 格納容器（床下）に設置する圧力計の導圧管部が破損した場合の影響は、燃料破損検出系（カバーガス法燃料破損検出設備）のベーパートラップドレン弁（当該弁は含まない。）からオーバフロータンク間の配管又は関連する弁が破損した場合に包絡されるため、ここでは、圧力計を設置する部屋のうち、格納容器（床下）を除き、最も体積の小さい部屋（主冷却機建物 3 階の 2 次系オーバフロータンク室：約 75m³）の圧力計の導圧管部の破損を想定する。

上記より、漏えいしたナトリウムにより発生する水素濃度は約 0.6%であり、燃焼限界濃度を超えない。また、第 4.1 表の圧力計の機能を喪失したとしても、原子炉の安全停止状態の監視に影響を及ぼすことはない。したがって、圧力計の導圧管部が破損したとしても、その影響は小さい。

冷却材のバウンダリの肉厚管理の考え方について

1. 概要

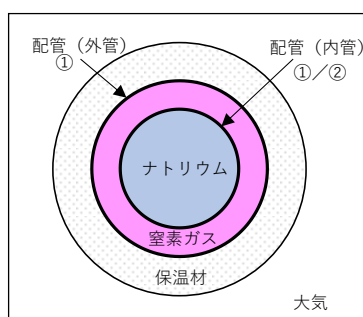
ナトリウムの漏えい防止に関し、冷却材のバウンダリの肉厚管理について示す。

2. 冷却材のバウンダリの肉厚管理の考え方

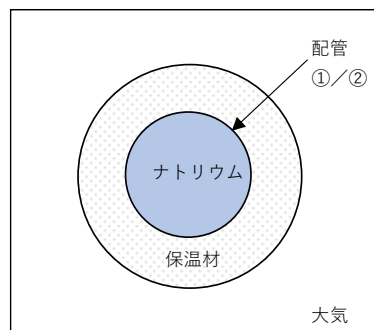
冷却材のバウンダリの減肉の要因には、「ナトリウム環境における腐食」、「流動による浸食（エロージョン）」及び「大気環境における腐食」がある（これらの腐食に起因する肉厚管理の考え方を添付1に示す）。これらのうち、冷却材のバウンダリの減肉の主要因は、「ナトリウム環境における腐食」であり、冷却材のバウンダリの肉厚は、以下により管理する。冷却材のバウンダリが晒される環境と肉厚管理の対象部位を第2.1図に示す。

- ・ 腐食代の確保
- ・ ナトリウム中の溶存酸素濃度を十分に低く維持（腐食環境排除）

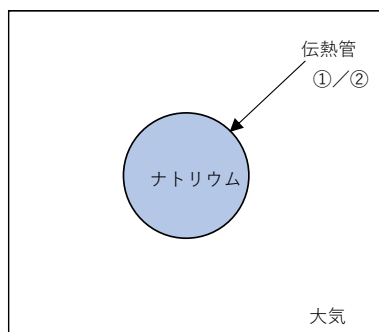
なお、1次冷却系については、配管エルボ部の側面を代表点とし、外観を目視確認できる（1次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認の概要を添付2に示す）。2次冷却系については、主冷却器の伝熱管を代表点とし、外観を目視確認できる（2次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認の概要を添付3に示す）。また、主冷却器の伝熱管については、「大気環境における腐食」を考慮し、定期的に肉厚を測定している。



(a) 1次冷却系（二重構造部）



(b) 1次冷却系の一部及び2次冷却系



(c) 2次冷却系主冷却器の伝熱管

- ① 腐食代の確保
ナトリウムと配管の接触面、配管と大気の接触面（保温材の有無は考慮しない）及び伝熱管と大気の接触面が管理対象
- ② 腐食環境排除
ナトリウムと配管の接触面が管理対象

第2.1図 冷却材のバウンダリが晒される環境と肉厚管理の対象部位の概念

3. 原子炉冷却材バウンダリの配管エルボ部の試験検査

【12条（安全施設）の別紙4の別添1に同じ】

原子炉冷却材バウンダリにおける試験又は検査に関し、ナトリウム漏えい検出器による常時監視を基本としている。原子炉冷却材バウンダリを構成する配管には、以下に示す対策を講じており、設計条件において、配管の破断が生じることはない。

また、配管エルボに代表される応力集中部における熱膨張応力や熱応力等による疲労（クリープ疲労）破損が、相対的に、最も注意すべき破損様式となるが、設計にあつては、当該破損様式も考慮しており、設計条件の下で配管の破損が生じることはなく、当該監視は、原子炉冷却材バウンダリの機能確保に十分な試験検査性を有する。

- (i) 1次主冷却系及び1次補助冷却系の配管・機器には、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使用する。
- (ii) 1次主冷却系及び1次補助冷却系の配管は、エルボを用いて引き回し、十分な撓性を備えたものとする。
- (iii) 1次主冷却系及び1次補助冷却系の配管・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設計する。
- (iv) 1次主冷却系及び1次補助冷却系の配管・機器の腐食を防止するため、1次冷却材の純度を適切に管理する。

ただし、相対的に、最も注意すべき疲労破損の発生を想定した場合、当該破損は、疲労き裂が進展し、配管肉厚を貫通した形態となる。「常陽」の供用期間中検査にあつては、当該疲労破損に着目し、配管エルボの側面を代表点（ホットレグ：1点×2ループ、コールドレグ：1点×2ループ）とし、外観目視検査を実施している。

「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

1. ナトリウム環境における腐食

一般に液体金属中に固体材料を浸すと表面エネルギーが低下して成分元素が溶出し易くなる。また、元素の液体金属における溶解度は温度上昇に伴い大きくなることから、材料と液体金属との共存性を評価する上では対象元素の溶解度と温度が重要となる。ナトリウムのようなアルカリ系液体金属では、微量元素、特に酸素濃度が管理された環境は常に還元雰囲気となるため、水環境で見られる材料の直接的な酸化(腐食)は発生しない。しかし、酸素の存在により、主要な合金元素、鉄、ニッケルやクロムはナトリウムと複合酸化物を形成するため、酸素濃度上昇とともに見掛けの溶解度は増加する。

このため、ナトリウムを冷却材に用いるナトリウム冷却型高速炉では、軽水炉における水中の酸化膜形成やその剥離の繰り返しによる減肉の進行は発生し難く、系内の温度分布による質量移行が主要な腐食進行因子となる。質量移行は、ナトリウム中の溶存酸素濃度により加速されるが、「常陽」ではこれを抑制するため酸素濃度を十分に低く維持している（原子炉施設保安規定に定めるプラグイン温度に相当する酸素濃度 1次系：10ppm 以下、2次系：20ppm 以下）。

なお、設計及び工事の方法の認可申請では、設計温度における酸素濃度（1次系：15ppm、2次系：25ppm）での腐食速度に対する材料表面の変質層を腐食代として考慮した強度計算を行っており、運転管理において、これより十分に低い酸素濃度に管理しているため、設計時の腐食代を超えることはない。

2. 流動による浸食（エロージョン）

流動ナトリウムによる浸食（エロージョン）には、流速、溶存酸素、溶存水素(pH)、純度、温度及び材質等が影響する。これらの因子による影響は、複雑に干渉するが、最終的には材料の保護膜となる酸化被膜(Fe_3O_4)の形成と安定化、あるいは剥離挙動への関与に帰着する。

典型的な浸食発生が報告された米国サリー原子力発電所 2 号炉給水配管の場合、水質（溶存酸素、水素、及び温度）の劣化が安定な酸化被膜形成を阻害し、流路の不適切さもあって、高速乱流及び局部蒸気相（高温高速 2 相流）の発生が密着性を損なった酸化被膜を剥離させ、浸食を促したと報告されている。平成 16 年 8 月 9 日に関西電力美浜発電所 3 号機において発生した 2 次系配管破損事故の場合、配管の材質は炭素鋼 (SB42) で、配管破損は、偏流の発生しやすい復水流量を計測する流量計オリフィスの下流部で、浸食の発生しやすい温度の部位で発生したことが明らかにされている。なお、浸食は耐食性（耐酸化性）に劣る炭素鋼に多く発生することが明らかにされており、合金元素（クロム）の添加により著しく改善されることもわかっている。

ナトリウム冷却型高速炉の場合、溶存酸素は他の不純物元素と共に厳密に管理されており、環境は常に還元雰囲気にあることから、材料表面に酸化被膜は形成されない。そのため、表面保護層の形成は期待できない半面、脆化した酸化被膜の剥離による減肉も生じない環境にある。したがって、2 次冷却系の配管材であるクロムが添加されたクロムモリブデン鋼である STPA24 (2・1/4Cr-1Mo 鋼) で

は、水環境等で観察される腐食（酸化）とエロージョンの繰り返しによる減肉進行は発生し難い。「常陽」では、平成12年～15年に実施したMK-Ⅲ冷却系改造工事において、主冷却器出入口配管直管部（24箇所×4点）及び主中間熱交換器2次側出口配管エルボ部（4個×5箇所×4点）の肉厚測定を実施し、減肉していないことを確認している。なお、この時点での原子炉運転時間は約61,000時間、定格出力運転時間で約49,000時間であった。また、ナトリウム流量の測定には、電磁流量計を用いており、配管内部に軽水炉のような流量を測定するオリフィスは設置していない。

3. 大気環境における腐食

大気環境では、湿気、水（H₂O）、塩素イオンが介在して、金属のプラスイオンと水や大気環境下で発生するマイナスイオンとの電位差によって腐食するが、大気中に含まれる海塩粒子が結晶して外面に付着し、その表面に酸化被膜（Fe₃O₄）が形成され、最終的には材料の保護膜となる。この保護膜の剥離によって減肉が生じる。

二重構造を有する1次主冷却系や1次補助冷却系の配管（内管）と配管（外管）との間隙は、不活性ガスである窒素ガス雰囲気中で維持される。さらに、配管の外側には、予熱状態を維持するために保温材を敷設しており、配管及び機器は、基本的に停止中も約200℃に保温されるため、配管（内管）と配管（外管）の外表面に形成された酸化被膜が剥離する環境にない。また、1次冷却系の配管及び機器のナトリウムを内包する構造材は、SUS304（オーステナイト系ステンレス鋼（18Cr-8Ni系））であり、2次冷却系に用いられているクロムモリブデン鋼よりも耐食性に優れている。

2次主冷却系の配管及び機器のナトリウムを内包する構造材は、外面が金属製の内装板で覆われ、その上に保温材が設置された部分と、主冷却器の伝熱管のように流動を伴う空気と直接接触する部分がある。このうち、保温材が設置されている部分は、1次冷却系の配管及び機器と同様に、基本的に停止中も配管及び機器は約200℃に保温されるため、外表面に形成された酸化被膜が剥離する環境にない。これについては、MK-Ⅲ冷却系改造工事時において、当該部位の外観観察・肉厚測定により、有意な減肉がないことを確認している（「2次冷却系配管の肉厚測定結果」を参照）。一方、外面が直接空気に接触して減肉しやすく、肉厚が最も薄い（約2mm）配管である主冷却器の伝熱管については、その使用環境に鑑み、自主検査として、定期的に肉厚を測定し、その減肉を管理することで、必要肉厚（0.4mm）を確保できるものとしている。

【2次冷却系配管の肉厚測定結果】

MK-III冷却系改造工事では、配管（2次冷却系の配管のうち、外面が金属製の内装板で覆われ、その上に保温材が設置された部分）について、24箇所×4点（合計96点）の肉厚の測定を実施した。以下に示すように、当該測定結果は、基準（JISにおける配管製作許容差（公称値±10%）の最小板厚）を上回る。

12B配管：10.4～11.1mm ※ 基準：9.27mm

10B配管：8.8～9.5mm ※ 基準：8.37mm

また、偏流が生じて流速が増加するエルボ部については、主中間熱交換器出入口配管の4箇所×20点（合計80点）を測定対象とした。以下に示すように、当該測定結果は、基準（JISにおけるエルボ製作許容差（公称値-12.5%以上）の最小板厚）を上回る。

12Bエルボ：10.9～14.9mm ※ 基準：9.01mm

10Bエルボ：9.5～12.8mm ※ 基準：8.14mm

なお、保温材が設置されている部分にあっては、原子炉運転時間約61,000時間の高温流動ナトリウム環境において、有意な減肉がなかったことから、「常陽」設計寿命期間中において、減肉条件が最も厳しい主冷却器の伝熱管を対象とした肉厚測定を実施する管理は妥当と判断できる。



主中間熱交換器入口配管エルボ（12B）

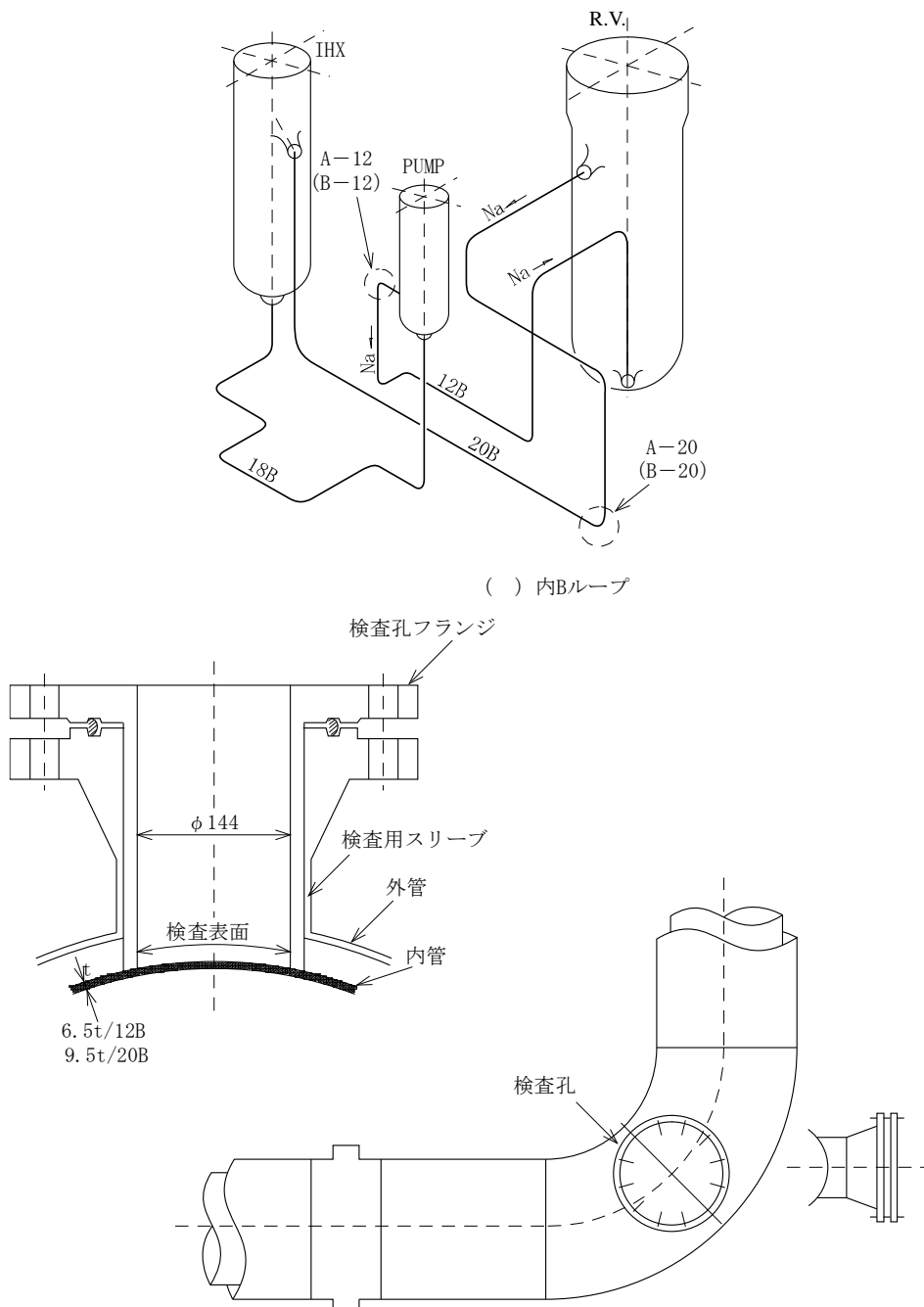


主中間熱交換器出口配管エルボ（12B）



1 次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

1 次冷却系は、配管エルボの側面を代表点（ホットレグ：1 点×2 ループ、コールドレグ：1 点×2 ループ）とし、外観を目視確認できる。配管検査孔の構造を第 1 図に示す。定期検査ごとに、当該検査孔を用いて、配管表面にき裂、腐食、変形及びナトリウム漏れがないことを目視にて確認している（配管検査孔外観：第 2 図参照、配管表面写真：第 3 図参照）。



第 1 図 1 次主冷却系配管検査孔の構造（検査用スリーブを取り付けた状態）

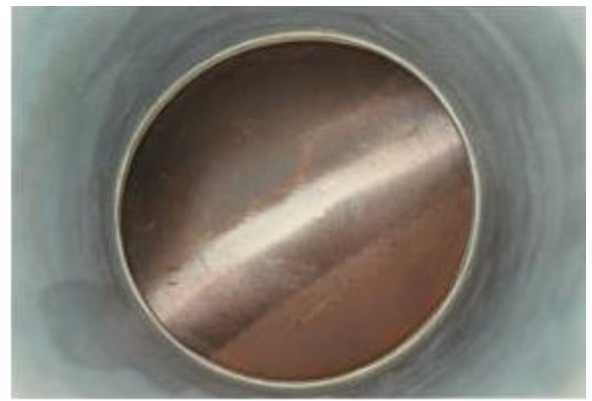
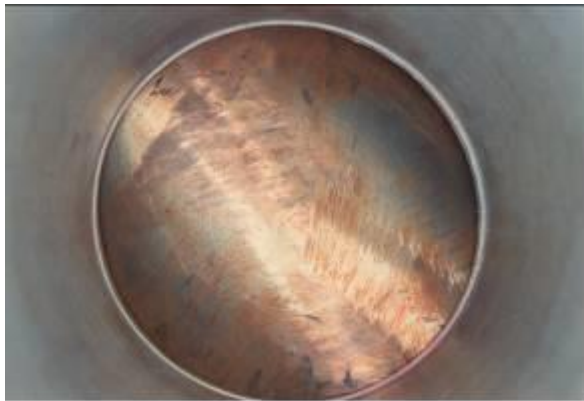


(通常時)



(検査時)

第2図 配管検査孔の外観 (一例)



昭和 55 年 12 月 1 日 (第 2 回施設定期検査)



平成 17 年 7 月 21 日 (第 14 回施設定期検査)

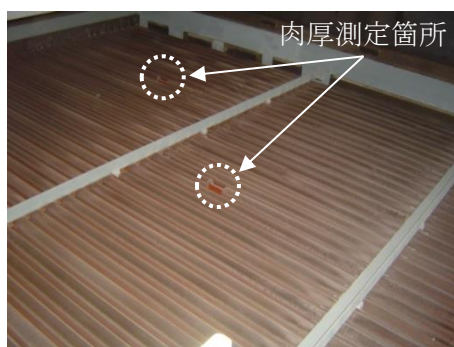
ホットレグ (例: Aループ)

コールドレグ (例: Aループ)

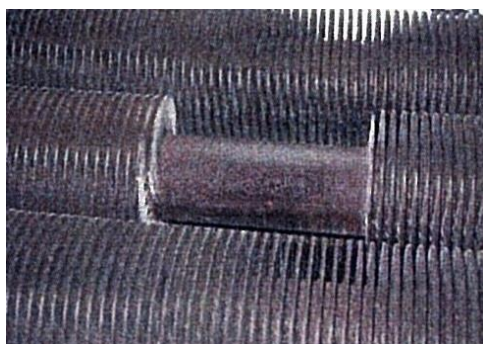
第3図 配管表面の写真 (一例)

2次冷却系の冷却材のバウンダリの外観確認

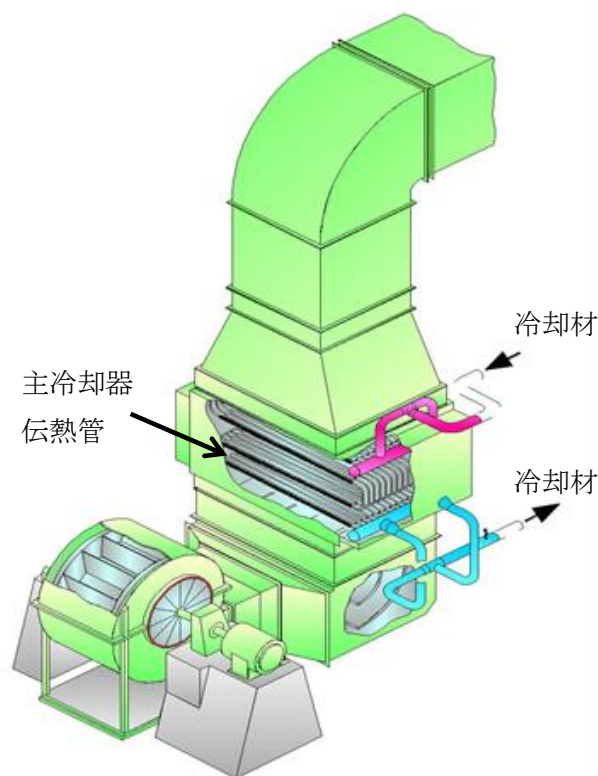
2次冷却系にあっては、主冷却器の伝熱管（第1図参照）を代表点とし、外観を目視確認できる。主冷却器の伝熱管にあっては、「大気環境における腐食」を考慮し、定期検査ごとに、肉厚測定を実施している。なお、MK-Ⅲ冷却系改造工事では、主冷却機を更新している。旧主冷却器の伝熱管の肉厚測定等において、大気環境における腐食が生じているものの、想定した腐食代を下回り、必要な肉厚を有することを確認している（第2図参照）。



(主冷却器伝熱管外観)



(肉厚測定箇所)



第1図 主冷却器伝熱管の構造概要



第2図 過去の主冷却器伝熱管の肉厚確認結果（一例）

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

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。）には、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には、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、ナトリウム漏えいが生じて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。

通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器は、1 次冷却系（216 点）と 2 次冷却系の一部（49 点）に適用する。

(2) 通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器

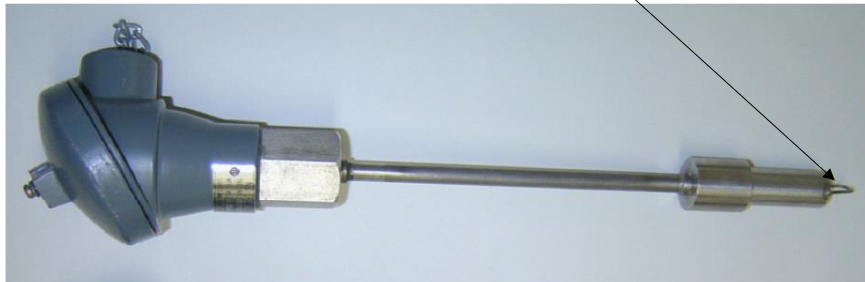
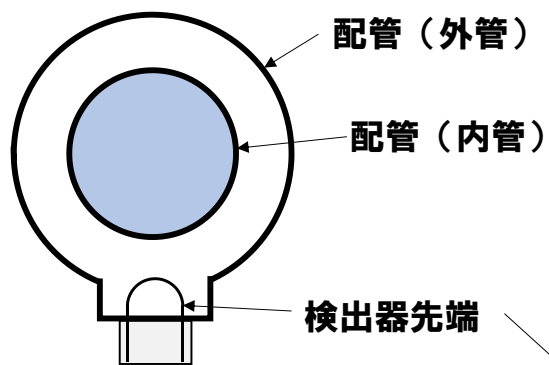
通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器は、2 つの電極が絶縁物を間にして平行に配置されており、各電極とアースとの間に直流電圧が印加されており、ナトリウム漏えいが生じて検出器に到達すると、電極とアースが短絡されることを利用したものである。通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要を第 2. 1. 2 図に示す。

通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器は、2 次冷却系に適用（179 点）する。

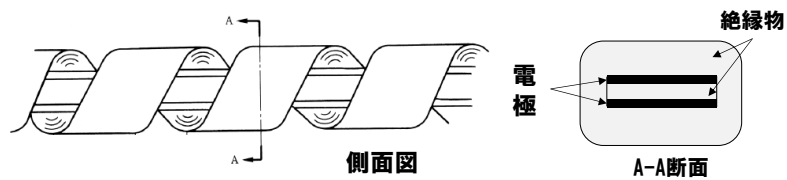
(3) 光学式のナトリウム漏えい検出器

光学式のナトリウム漏えい検出器は、空気冷却器内で、ナトリウム漏えいが発生した場合に、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したものである。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。

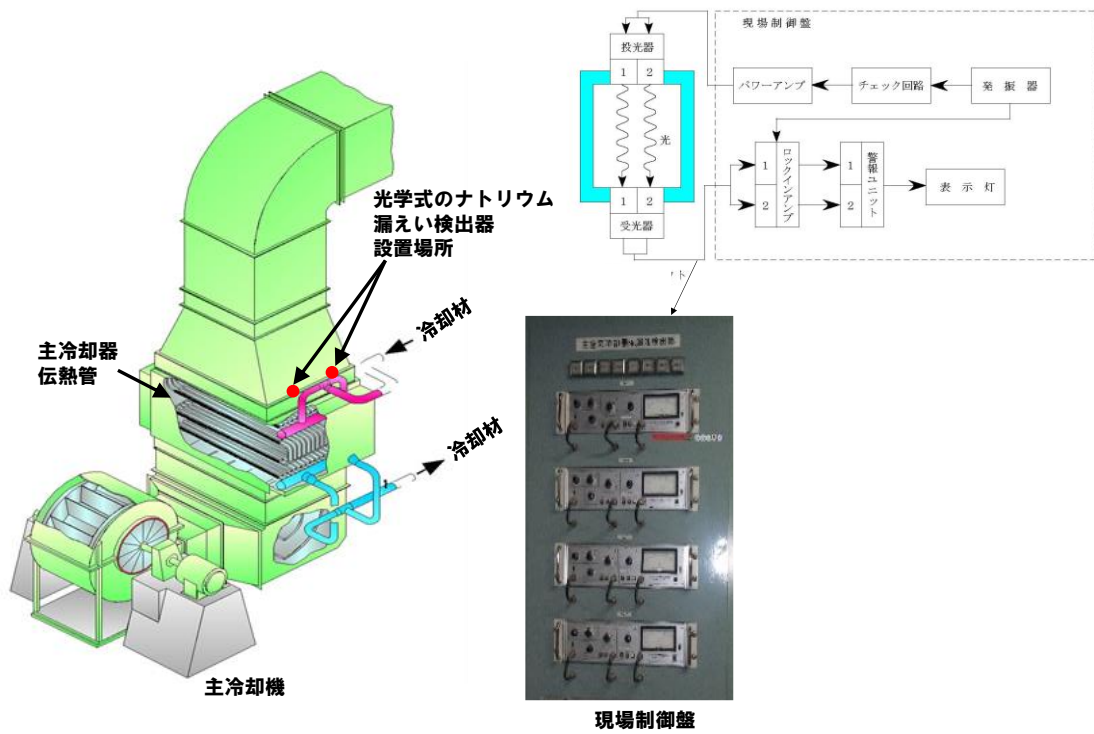
光学式のナトリウム漏えい検出器は、主冷却器（2 点×4 式）と補助冷却器（2 点×1 式）に適用する。



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



第 2.1.2 図 通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の構造概要



第 2.1.3 図 光学式ナトリウム漏えい検出器の構造概要

2. 2 ナトリウム漏えい検出器の配置

ナトリウム漏えい検出器は、ナトリウムを内包する配管又は機器の破損に伴うナトリウム漏えいを検知できるように、ナトリウムを内包する配管及び機器の構造等を考慮して適切に配置する。ナトリウム漏えい検出器の配置を第 2. 2. 1 図に示す。

(1) 1 次系（原子炉冷却材バウンダリ）

原子炉冷却材バウンダリに該当する配管及び機器は、配管（内管）と配管（外管）で構成される二重構造を有する。当該構造を踏まえるとともに漏えいの可能性が相対的に高い配管のエルボ部の配置も考慮した上で、二重構造の間隙の水平部に通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。また、構造上、漏えいの可能性が相対的に高いベローズ構造を有する弁のベローズ部にも通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。第 2. 2. 2 図に原子炉冷却材バウンダリにおけるナトリウム漏えい検出器の配置の概念図を示す。

(2) 1 次系（原子炉冷却材バウンダリを除く。）

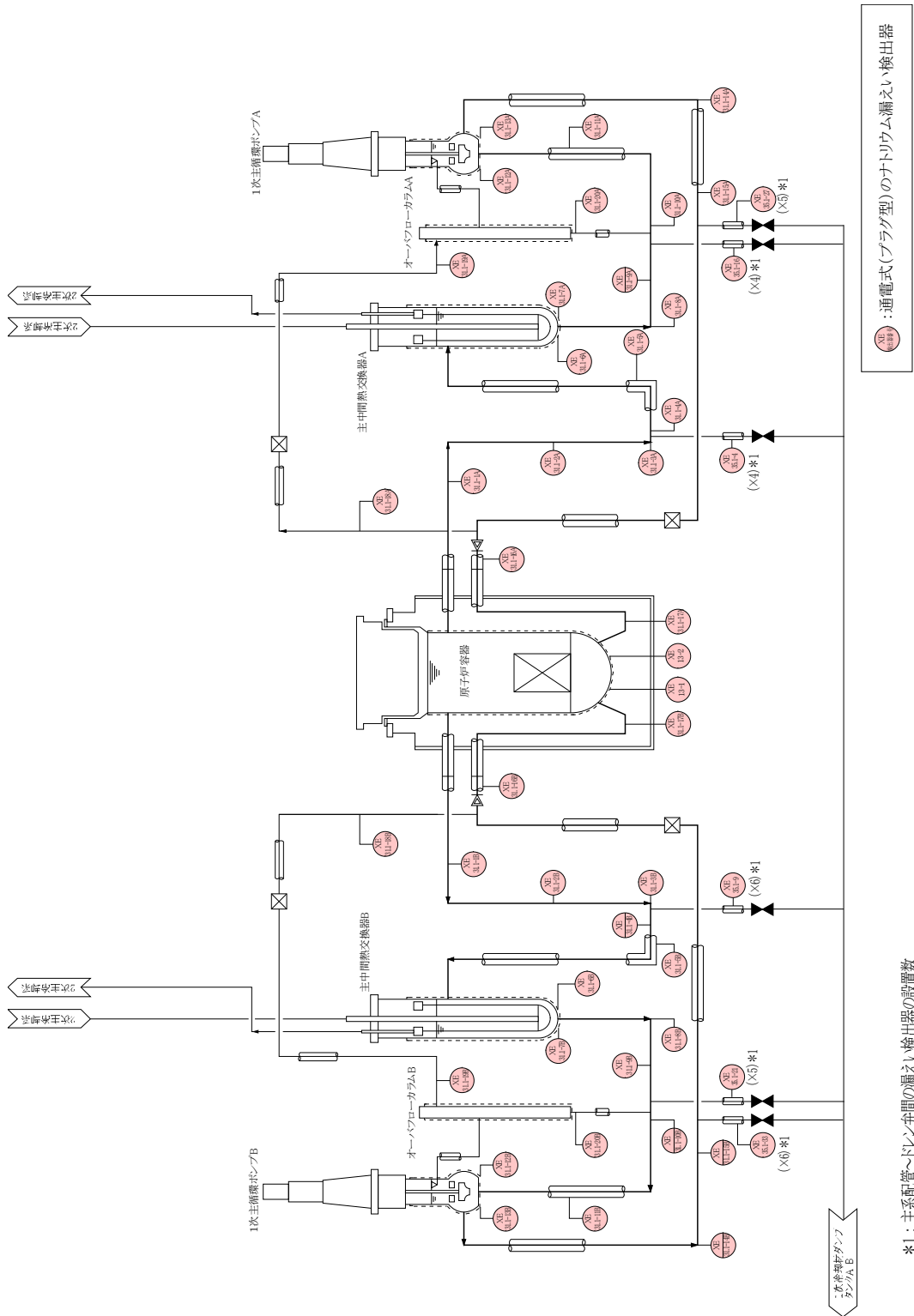
原子炉冷却材バウンダリを除き 1 次冷却材を内包する配管及び機器（容器、ポンプ及び弁）にあっては、配管部からの漏えいも検知できるように配管等の外側に金属製のシートを敷設し、金属製のシートの内側に通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器の検出部を設置する。

(3) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器を除く。）

2 次冷却材を内包する配管及び機器（主冷却器及び補助冷却器を除く。）にあっては、漏えいの可能性が相対的に高い配管のエルボ部の配置も考慮した上で、適切な間隔で配管と金属製のシートの間に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。また、構造上、漏えいの可能性が相対的に高いベローズ構造を有する弁のベローズ部には通電式（プラグ型）のナトリウム漏えい検出器を配置する。第 2. 2. 3 図に通電式（リボン型）のナトリウム漏えい検出器の設置の概念図を示す。

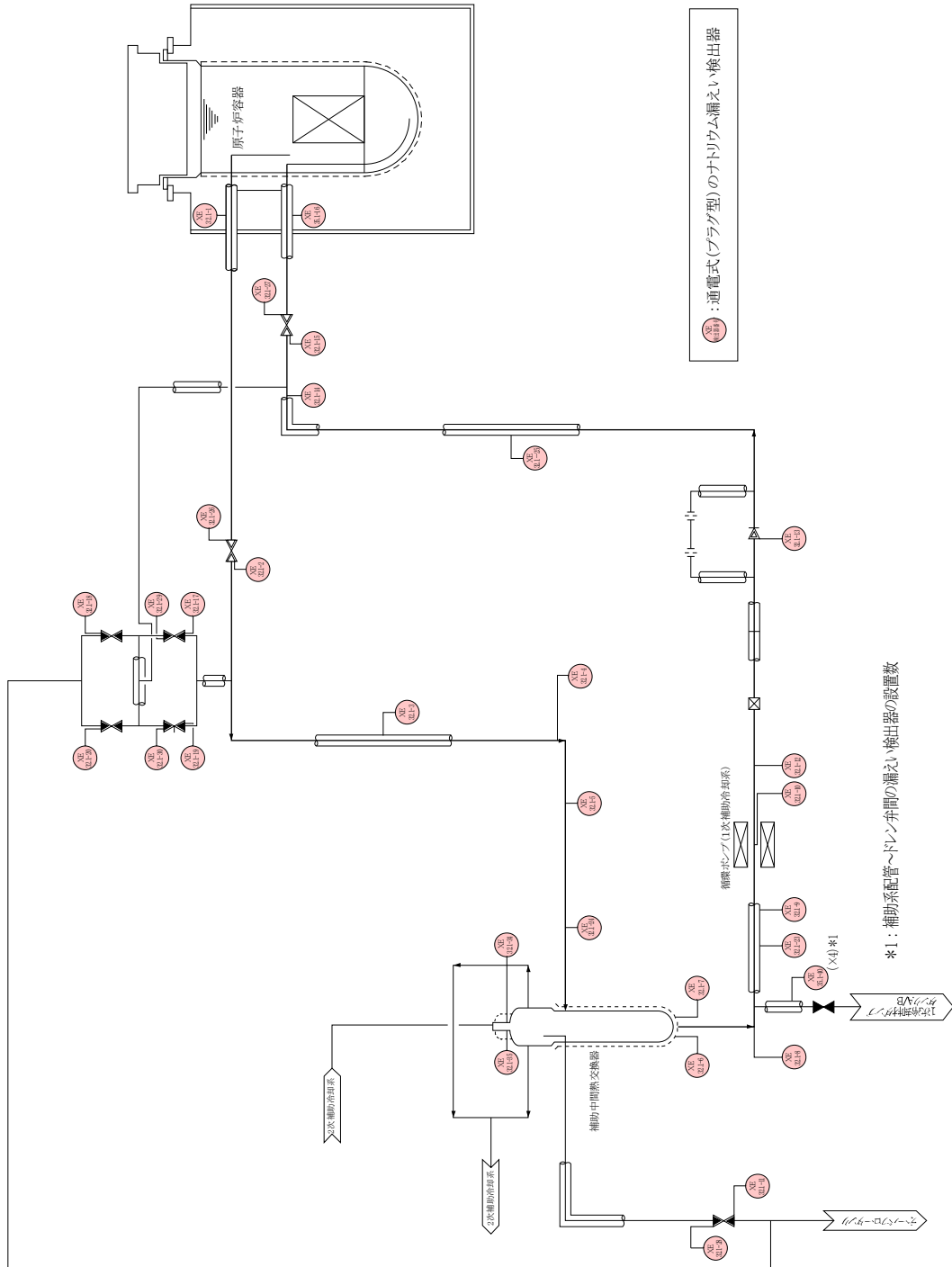
(4) 2 次系（主冷却器及び補助冷却器）

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

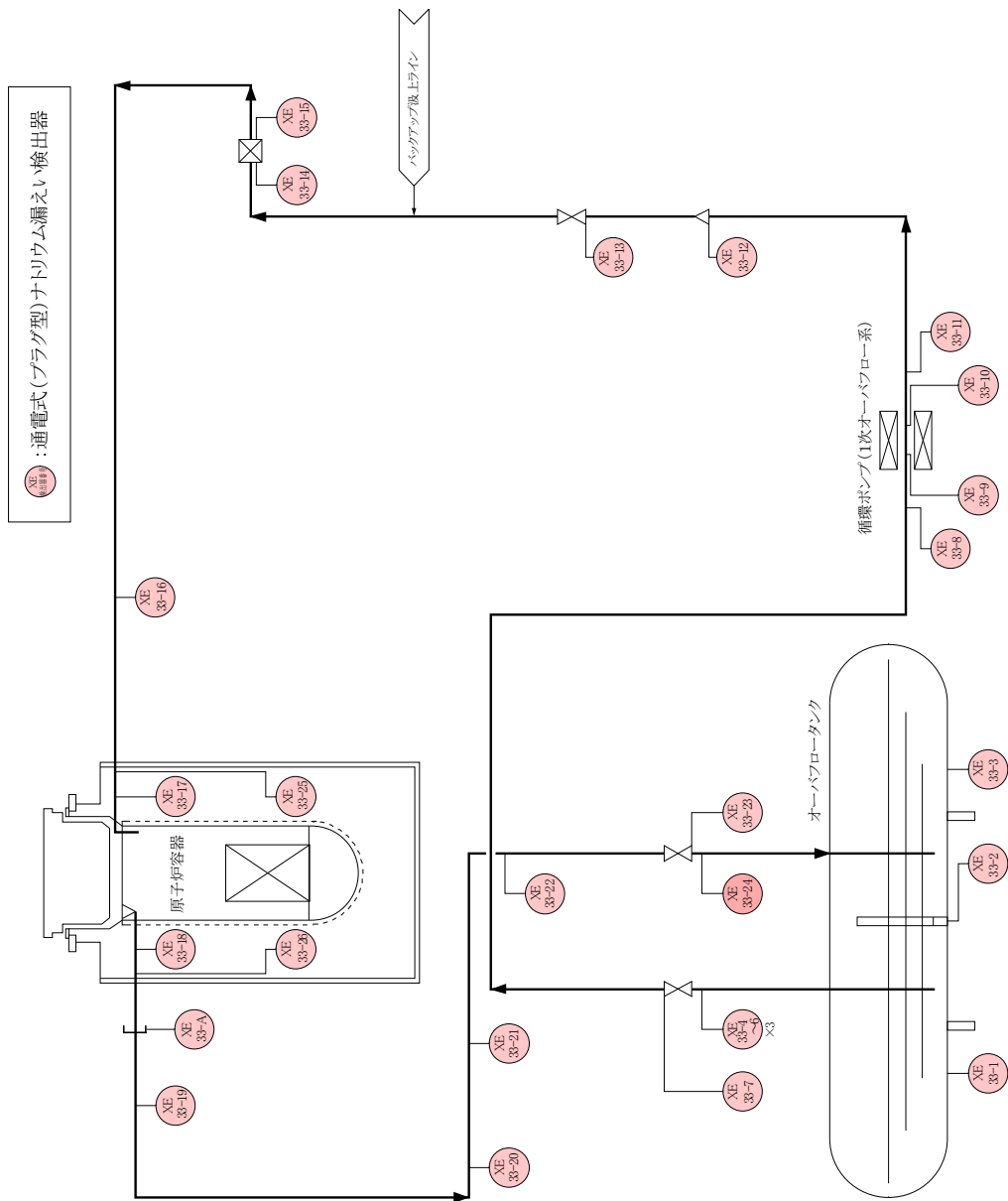


*1: 主系配管〜ドレン弁間の漏えい検出器の設置数

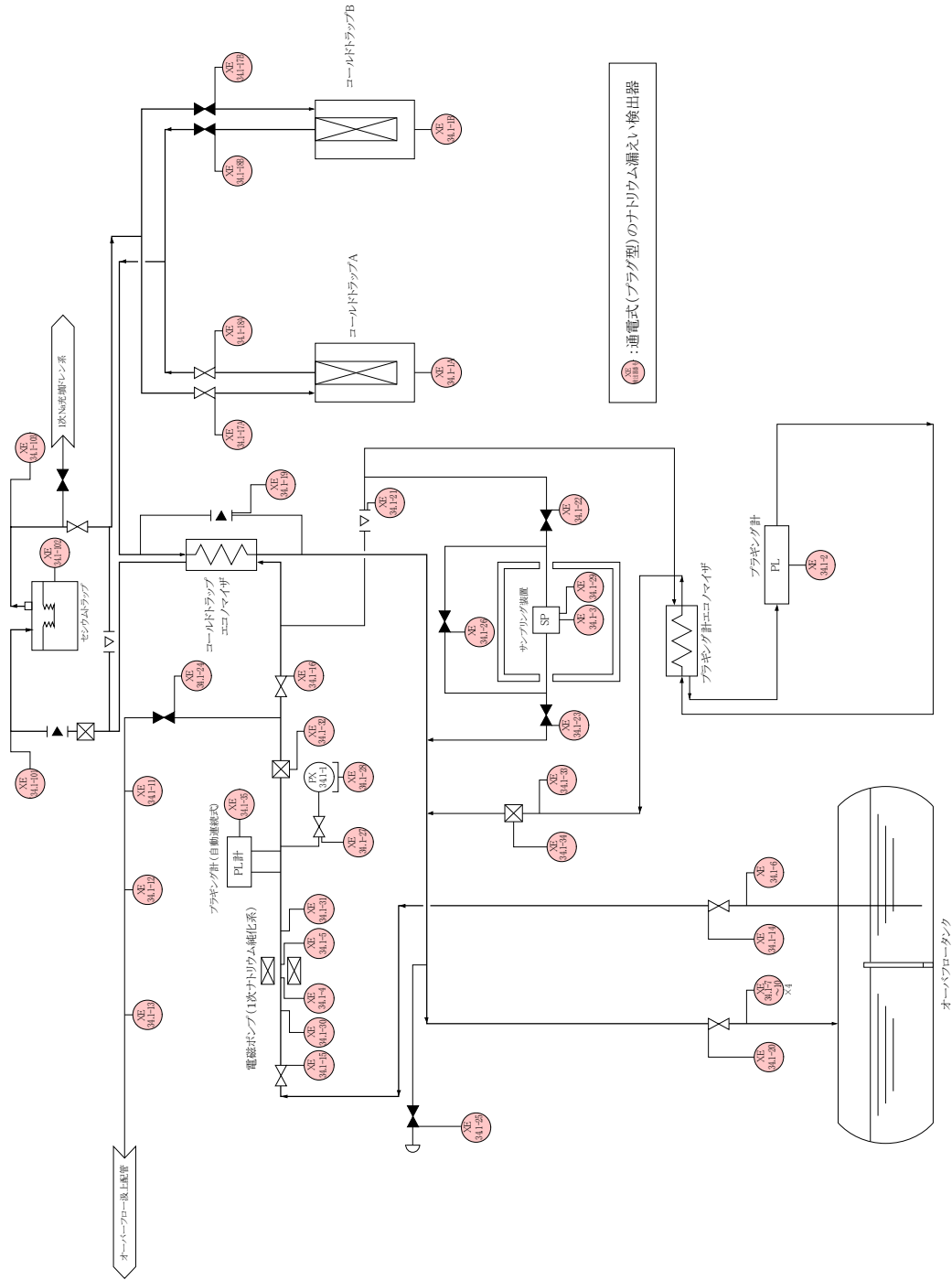
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (1/9 : 1 次主冷却系)



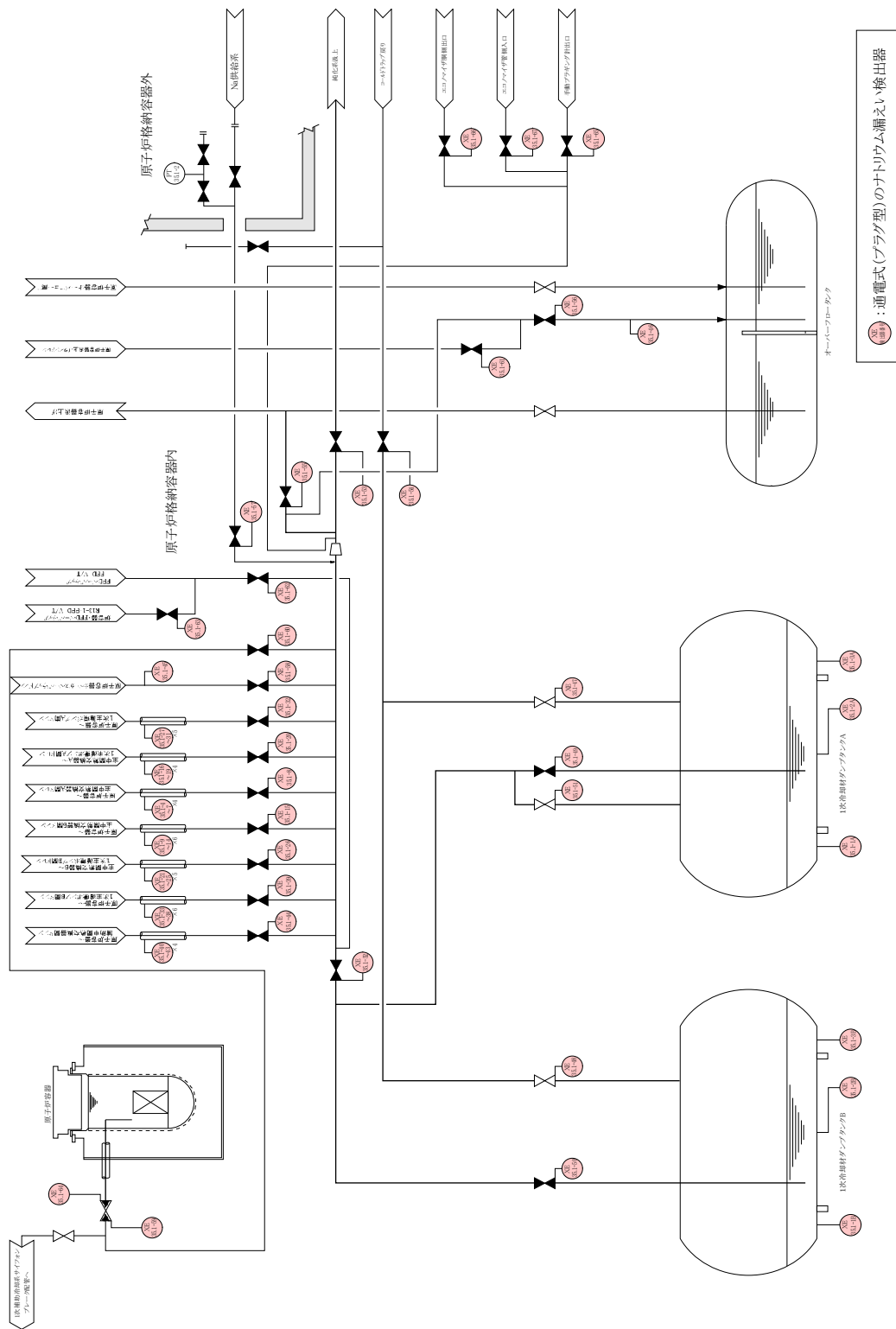
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (2/9 : 1 次補助冷却系)



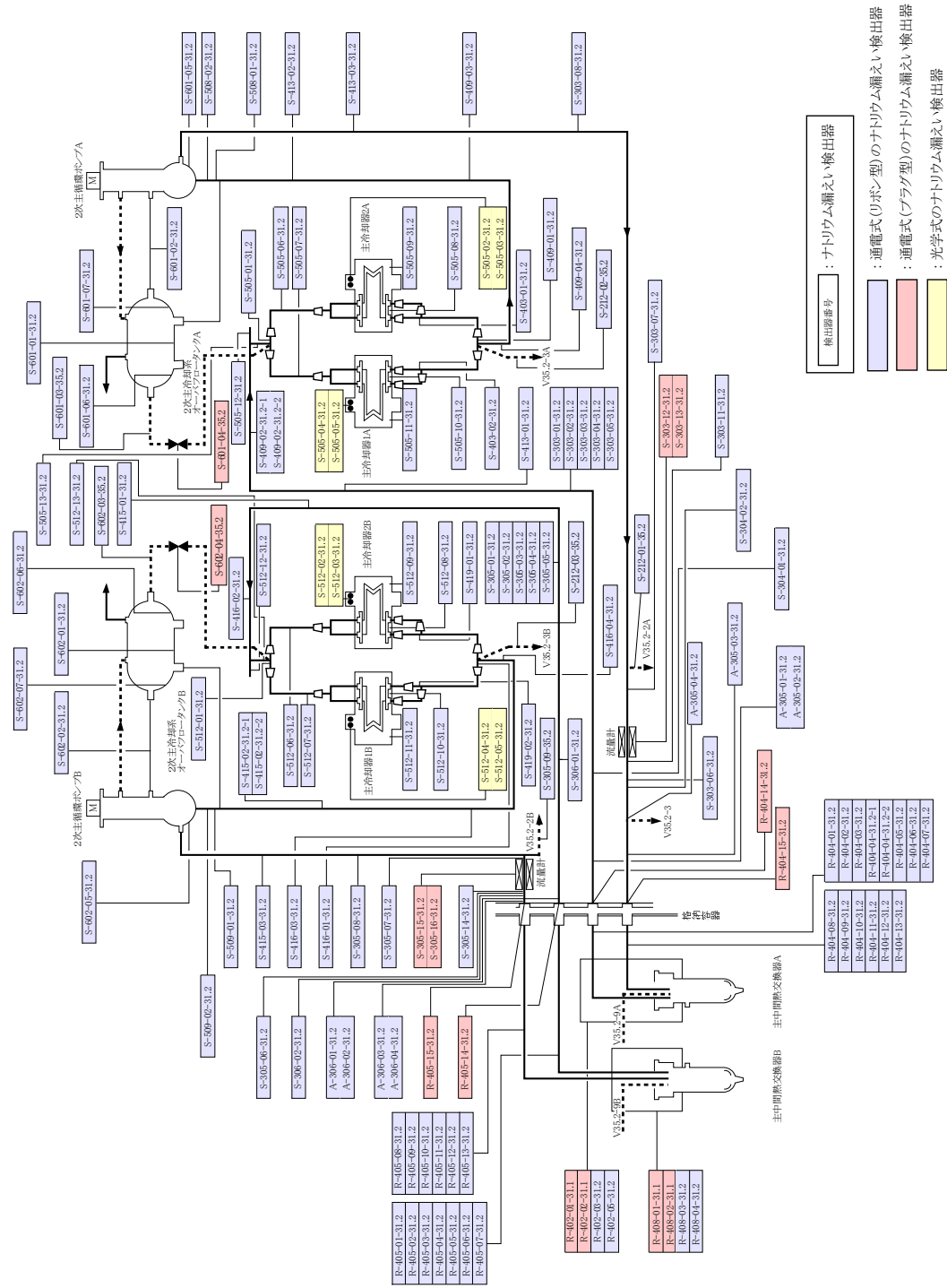
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (3/9：1 次オーバーフロー系)



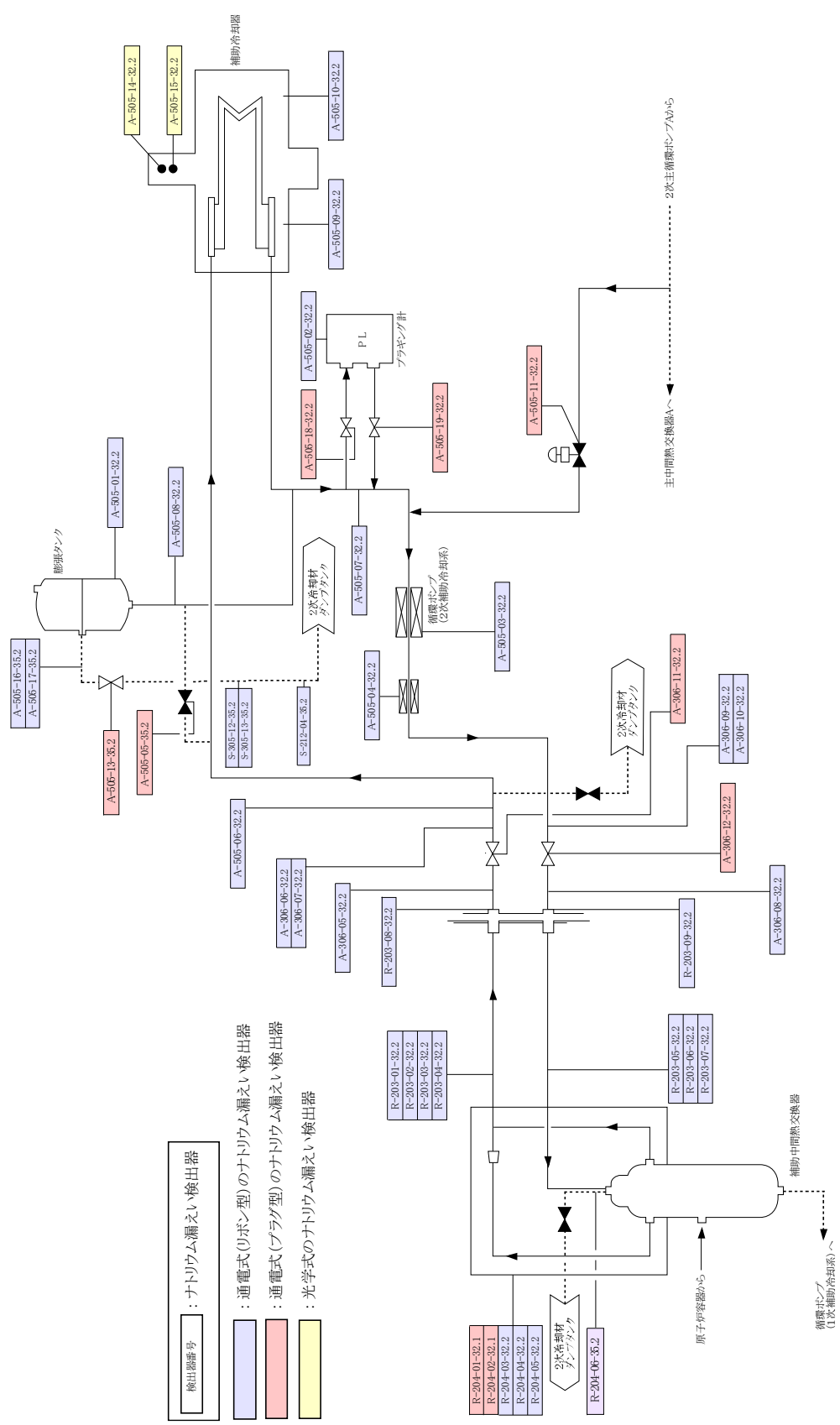
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (4/9 : 1 次ナトリウム純化系)



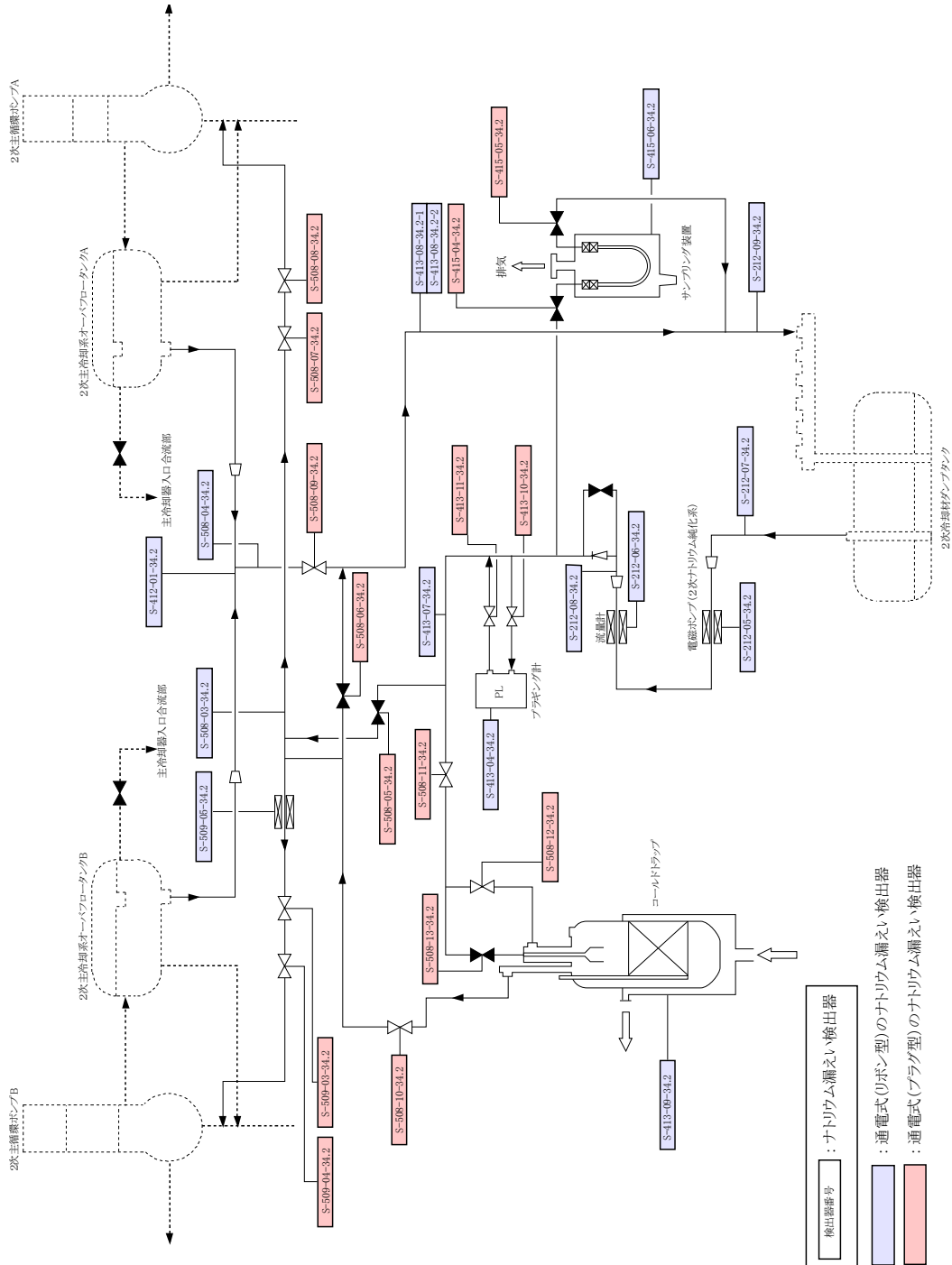
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (5/9 : 1 次ナトリウム充填・ドレン系)



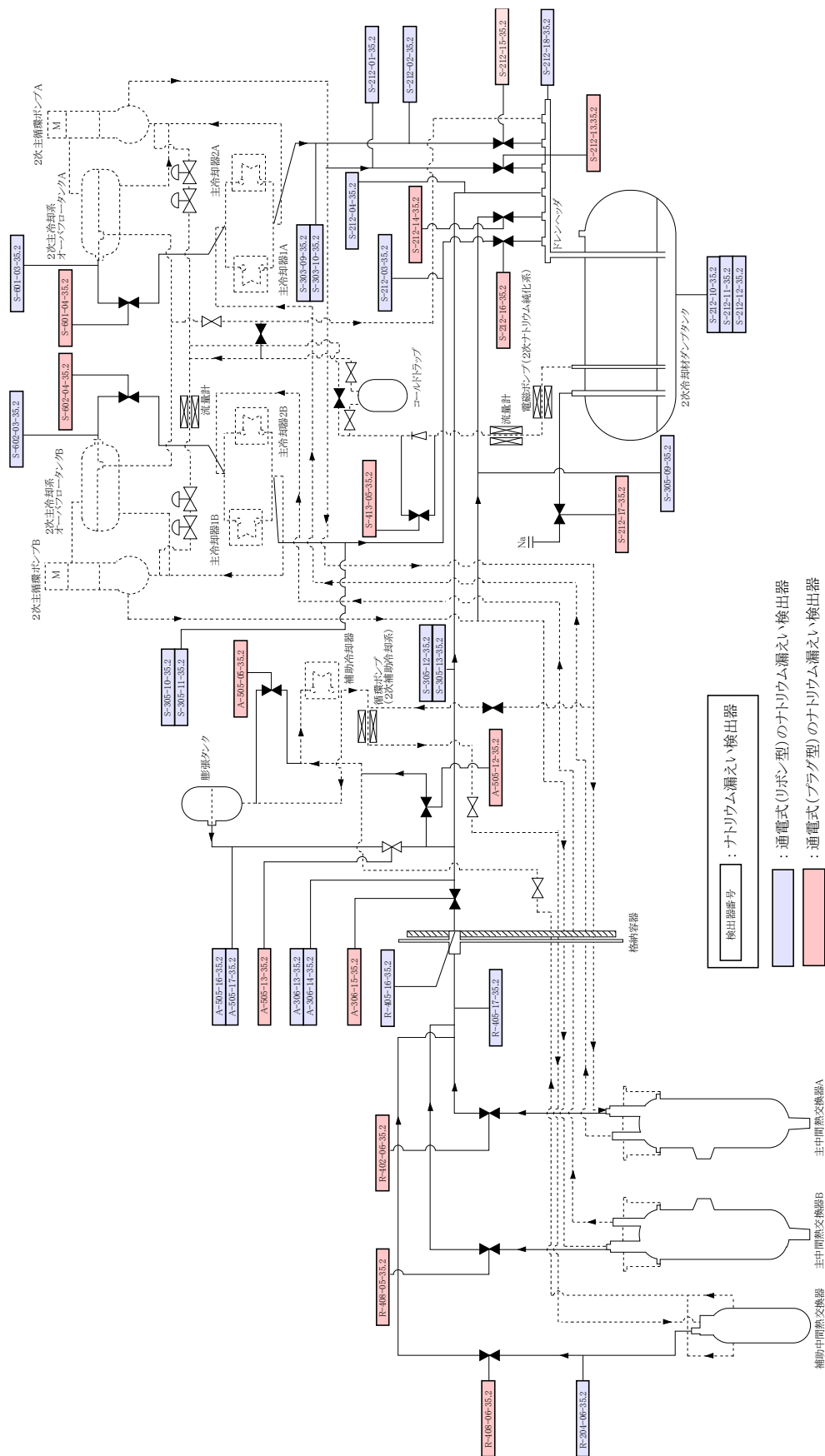
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (6/9 : 2 次主冷却系)



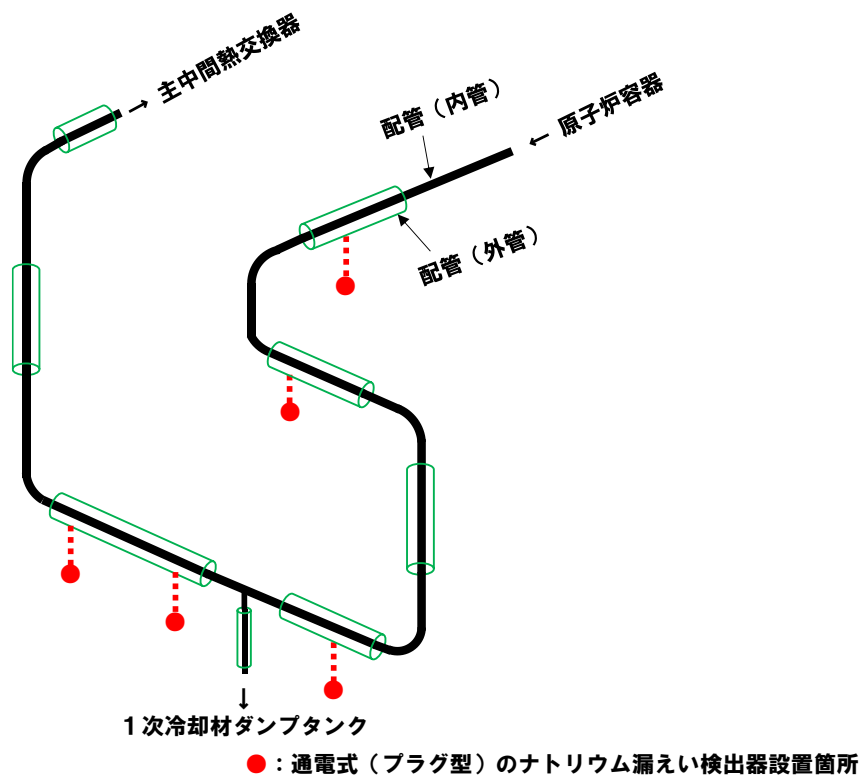
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (7/9: 2次補助冷却系)



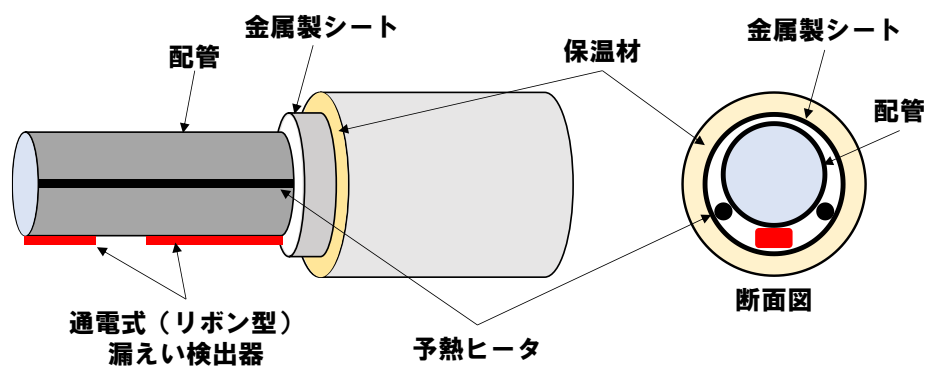
第 2.2.1 図 ナトリウム漏えい検出器の配置 (8/9：2 次ナトリウム純化系)



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維持、管理

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について

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に対する誤作動防止の方策

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 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。

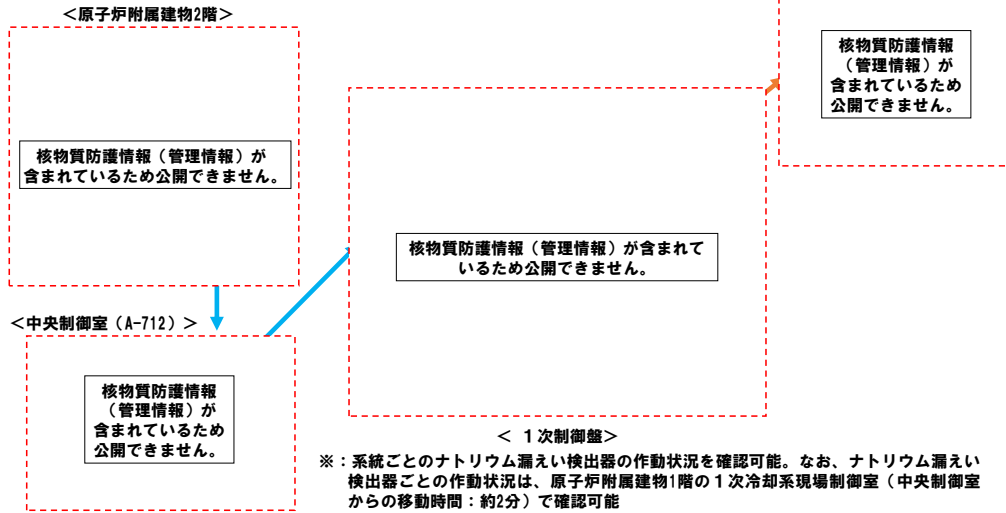
※：現場でのナトリウム漏えい検出器の作動状況の確認について

現場でのナトリウム漏えい検出器の作動状況について、1次冷却系のナトリウム漏えい検出器の作動状況は、原子炉附属建物1階の1次冷却系現場制御室に設置される「1次ナトリウム漏えい検出器盤」で、主冷却器の光学式のナトリウム漏えい検出器の作動状況は、主冷却機建物1階の2次現場制御室の「2次現場制御盤」で、補助冷却器の光学式のナトリウム漏えい検出器の作動状況は、原子炉附属建物1階の補助冷却系（2次側）機器室の「2次補助現場制御盤」で、それぞれ確認することができる。

ナトリウム漏えい検出器の作動により、中央制御室に警報が発せられる。当該警報により、運転員は、中央制御室において、ナトリウム漏えいを検知できる。

【1次冷却系】

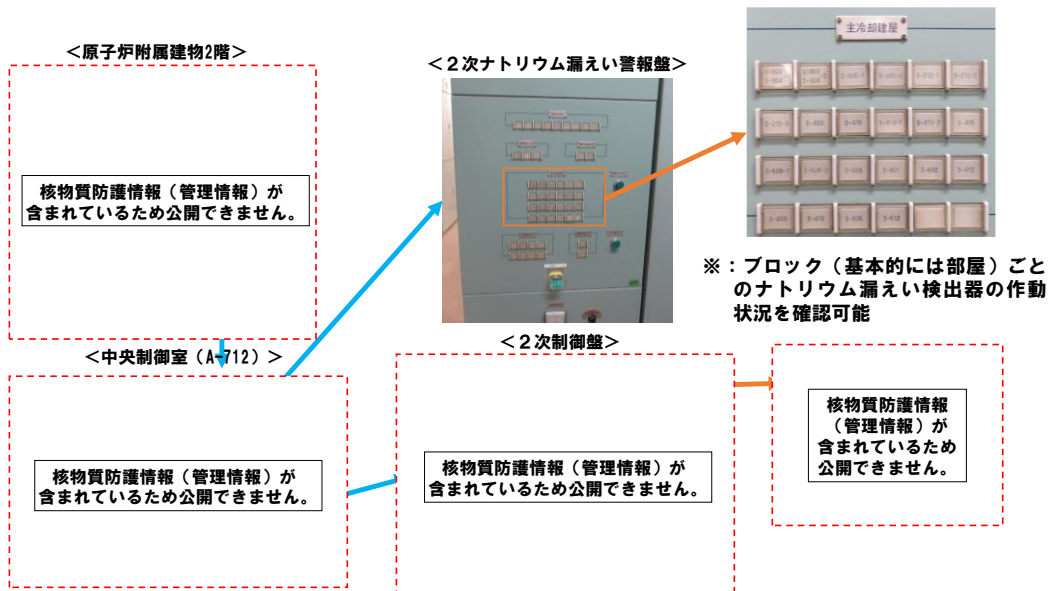
中央制御室の「1次制御盤」において、警報の発生を確認した後、同盤によりナトリウム漏えい検出器の作動した場所（系統）を確認。



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

【2次冷却系】

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）を確認。



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兼用する。

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域又は火災区画には、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熱感知器を使用）を設置する。当該火災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。

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、一般的に消火に使用される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、防護服（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域又は火災区画ごとに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域又は火災区画に加えて、当該火災区域又は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域又は火災区画の構造を考慮して、十分な容量を備えるものとする。具体的には、床面積の大きい主冷却機建物地下1階の2次系ダンプタンク室の床面積（約120m²）から1トン以上の特殊化学消火剤を保有するものとする。

5. 自然現象に対する機能、性能の維持

特殊化学消火剤は、その性状により凍結するおそれはなく、凍結するおそれはないため、凍結防止対策を必要としない。

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

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

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

6. 破損、誤作動又は誤操作による影響

特殊化学消火剤の成分（炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸リチウム等）は、物理的・化学的に安定であり、特殊化学消火剤を装填した可搬式消火器がその配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。

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

1 次冷却材漏えい時の対応について

格納容器（床下）において、1 次冷却材の漏えいが発生した場合の主な対応を以下に示す。

- ① 格納容器（床下）における 1 次冷却材の漏えいの発生を「ナトリウム漏えい警報の発報」を起点として、「オーバフロータンクの有意な液面低下」又は「複数のナトリウム漏えい検出器の作動」により判断する。
- ② 1 次冷却材の漏えいが発生したと判断した場合、原子炉を手動スクラムにより停止（又は原子炉が自動停止したことを確認^{*1}）するとともに原子炉停止後の冷却系の状態を監視する。
- ③ 原子炉冷却材バウンダリ以外で 1 次冷却材を内包する配管及び機器の破損又は二重構造を有する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が破損し、かつ、当該二重構造の外管が破損した場合、格納容器（床下）にナトリウムが流出する。当該ナトリウムにより、格納容器内の温度、圧力又は線量率が原子炉保護系（アイソレーション）の作動設定値に達した場合、格納容器が自動で隔離されることを確認する。
- ④ 格納容器（床下）に保持されたナトリウムの温度は、構造物や雰囲気への熱移行に伴い低下する。ナトリウムの温度が十分に低下（発火点以下）したことを確認した後、漏えいしたナトリウムの回収作業^{*2}を実施する。当該作業は、漏えい量によって異なるが、基本的には以下のとおりである。なお、ナトリウム中の放射化物に起因する被ばくの管理を除けば、1 次冷却系と 2 次冷却系のナトリウムの取扱いに大きな差異はない。
 - (1) 格納容器（床下）に空気を徐々に導入し、窒素雰囲気から空気雰囲気に置換する。
 - (2) 格納容器（床下）を空気雰囲気に置換した後、防護具（防護服及び防護マスク^{*3}）を装備した作業員は、金属製容器にナトリウムを回収し、密封して格納容器（床下）から搬出する。なお、当該作業にあつては、作業員の過度な被ばくを防止するため、時間・距離・遮蔽に係る適切な措置を講じる。また、特殊化学消火剤を配備し、ナトリウムと空気との反応が生じた場合の随時の消火活動に備える^{*4}。
 - (3) 回収したナトリウムは、メンテナンス建物に有するスチーム洗浄、水槽等から構成する脱金属ナトリウム設備【「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 23 条（保管廃棄施設）に係る説明資料」参照】により安定化し、当該廃液は、放射性液体廃棄物として処理する。

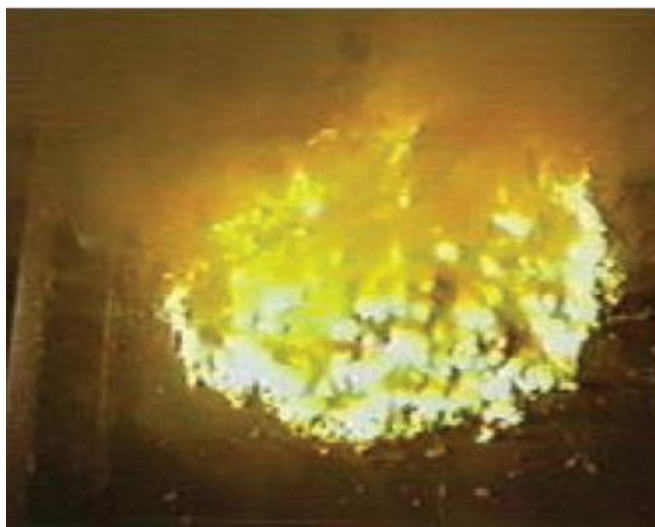
*1：漏えい箇所が原子炉冷却材バウンダリである場合、「炉内ナトリウム液面低低」信号等により原子炉は自動停止する場合がある。

*2：高温のナトリウムは、粘性が低く、漏えいしたナトリウムは、床面に拡がるため、その堆積高さは、1～2cm 程度（約 1,000kg（室温換算で 1m³に相当）の漏えいを想定）と推定できる。なお、MK-III 改造工事における 1 次主冷却系配管（内管）の切断部において、底部に残留していたナトリウム厚さ約 1.5～2cm を除去した実績がある。また、2 次冷却材ではあるが、「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故の際には、約 30cm の高さで床に堆積したナトリウムを回収した実績がある。

*3：ナトリウムの回収作業は、漏えいしたナトリウムの温度が十分に低下してから行うため、空気呼吸器を装備しなくとも行うことができる。

*4：高温のナトリウムにあっては、表面の不活性被膜が取り除かれると、ナトリウムと空気の反応（発熱）に伴う温度上昇により、発火温度を超え、発火するおそれがある（第1図参照）。ナトリウムの回収作業にあっては、「当該ナトリウムの温度が十分に低下していること」を確認し、「ナトリウムを削り取り、ナトリウムと空気が反応する範囲を小さくして当該発熱に伴う温度上昇を抑制する（蓄熱を小さくする。）こと」で、ナトリウムの発火を防止する。

- ・ 室温（固体ナトリウム）では、不活性被膜が表面に形成されるため、急激な反応は生じない。
- ・ 高温では、表面に形成された不活性被膜が壊れやすくなり、空気中の酸素との反応が著しくなり、黄色の小さな炎を上げ、白煙を出して燃える（右写真参照）。



第1図 ナトリウム燃焼状態の一例

2次冷却材漏えい時の対応について

原子炉附属建物又は主冷却機建物において、2次冷却材の漏えいが発生した場合の主な対応を以下に示す。

- ① 原子炉附属建物又は主冷却機建物における2次冷却材の漏えいの発生を「ナトリウム漏えい警報の発報」を起点とし、「火災感知器の作動」、「監視 ITV 等による白煙の確認」、「2次冷却材ダンプタンクの有意な液面低下」又は「複数のナトリウム漏えい検出器の作動」により判断する。
- ② 2次冷却材の漏えいが発生したと判断した場合、原子炉を手動スクラムにより停止（又は原子炉が自動停止したことを確認^{*1}）するとともに原子炉停止後の冷却系の状態を監視する。
- ③ 漏えいの発生したエリアの換気空調設備の停止及び当該換気空調設備の防煙ダンパの閉止を確認する。なお、2次冷却材中には、トリチウムが含まれる^{*2}が、当該対策により建物外に有意なナトリウムエアロゾルを放出することはなく、中央制御室の居住性に影響しない。
- ④ 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へ緊急ドレンする。
- ⑤ 漏えいの発生した部屋が2次系配管室及び2次系配管路である場合、窒素ガス供給設備から窒素ガスの供給を実施する。
- ⑥ 漏えいしたナトリウムの温度は、構造物や雰囲気への熱移行に伴い低下する。当該ナトリウムの温度が十分に低下（発火点以下）したことを確認した後、漏えいしたナトリウムの回収作業^{*3}を実施する。当該作業は、漏えい量によって異なるが、基本的には以下のとおりである。
 - (1) 防護具（防護服及び防護マスク^{*4}）を装備した作業員は、金属容器にナトリウムを回収し、密封して搬出する。また、特殊化学消火剤を配備し、ナトリウムと空気との反応が生じた場合の随時の消火活動に備える^{*5}。なお、2次冷却材には、トリチウムが含まれるが、防護具により内部被ばくは防止される。
 - (2) 回収したナトリウムは、メンテナンス建物に有するスチーム洗浄、水槽等から構成する脱金属ナトリウム設備【「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23条（保管廃棄施設）に係る説明資料」参照】により安定化し、当該廃液は、放射性液体廃棄物として処理する。

*1：原子炉容器入口冷却材温度の上昇に伴う「原子炉容器入口冷却材温度高」信号等により原子炉は自動停止する場合がある。

*2：MK-Ⅲ炉心の140MW運転中における2次冷却系ナトリウムに含まれるトリチウムは、約 7×10^2 Bq/g_{Na}（平成15年10月測定値）。

*3：高温のナトリウムは、粘性が低く、漏えいしたナトリウムは、床面に拡がるため、その堆積高さは、1～2cm程度（約1,000kg（室温換算で1m³に相当）の漏えいを想定）と推定できる。なお、MK-Ⅲ改造工事における1次主冷却系配管（内管）の切断部において、底部に残留していたナトリウム厚さ約1.5～2cmを除去した実績がある。また、「もんじゅ」のナトリウム漏え

い事故の際には、約 30cm の高さで床に堆積したナトリウムを回収した実績がある。

- *4：ナトリウムの回収作業は、漏えいしたナトリウムの温度が十分に低下してから行うため、空気呼吸器を装備しなくとも行うことができる。
- *5：高温のナトリウムにあっては、表面の不活性被膜が取り除かれると、ナトリウムと空気の反応（発熱）に伴う温度上昇により、発火温度を超え、発火するおそれがある。ナトリウムの回収作業にあっては、「当該ナトリウムの温度が十分に低下していること」を確認し、「ナトリウムを削り取り、ナトリウムと空気が反応する範囲を小さくして当該発熱に伴う温度上昇を抑制する（蓄熱を小さくする。）こと」で、ナトリウムの発火を防止する。

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

漏えいしたナトリウムがコンクリートと直接接触することを防止するため、1次冷却材については、鋼製のライナを、2次冷却材については、鋼製のライナ又は受樋を設置する。第1図に鋼製のライナ及び受樋の設置状況を示す。



床ライナ厚さ：6mm／ 受樋厚さ：3.2mm

第1図 鋼製のライナ及び受樋の設置状況

ナトリウム燃焼環境下における材料腐食について

1. 概要

ナトリウム燃焼環境下における金属材料（不燃性材料）の腐食は、ナトリウムが漏えい・燃焼し、当該材料の上にナトリウム化合物等を含んだ高温のプールが形成された場合に、そこで、材料中の鉄が酸化されること等により生じる。このため、ナトリウムが漏えいした場合に、ナトリウム化合物等を含んだ高温のプールが堆積する鋼製の床ライナ又は受樋にあつては、当該ナトリウム燃焼環境下における腐食を考慮し、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機能を喪失しないように設計する。

なお、ナトリウムの燃焼の特徴として、ナトリウムは沸点が高く、蒸発熱が大きく、燃焼熱が小さい等により、ナトリウム化合物等を含んだ高温のプールを形成する可能性がないものに対する火熱による影響は、通常の火災による影響に包絡される。例えば、同じ環境条件下において、燃焼ナトリウムの表面から 1m の高さでの温度は、100℃以下であり、一方、ガソリン火災の場合、表面から 2m の高さでの時間平均温度は、600℃以上である^[1]。

2. ナトリウム燃焼環境下における腐食機構の想定

ナトリウム燃焼環境下における腐食については、NaFe 複合酸化型腐食及び溶融塩型腐食の 2 種類の腐食機構がある。

(1) NaFe 複合酸化型腐食

NaFe 複合酸化型腐食は、漏えいしたナトリウムとそれが燃焼した際に生じる酸化ナトリウム (Na_2O) がライナ等の上で共存し、極低酸素環境が生じ、そこで、酸化ナトリウム (Na_2O) と鉄が反応して複合酸化物が形成され、ライナ等が高温になると複合酸化物が溶出して腐食が進行するものである（第 2.1 図参照）。

(2) 溶融塩型腐食

溶融塩型腐食は、漏えいしたナトリウムが燃焼した際に生じる過酸化ナトリウム (Na_2O_2) と漏えいしたナトリウムと湿分が反応して生じる水酸化ナトリウム (NaOH) の溶融プールがライナ等の上で形成され、過酸化ナトリウム (Na_2O_2) からの過酸化イオンが強力な酸化材となり急速に腐食が進行（NaFe 複合酸化型腐食に比べ数倍程度速く進行）するものである（第 2.2 図参照）。

(3) 腐食機構の想定

溶融塩型腐食は、「もんじゅ」の 2 次冷却材漏えい事故後にその原因究明のために実施された燃焼実験の一つである「ナトリウム漏えい燃焼実験-II^[2]」で確認されたものである。当該燃焼実験では、燃焼の様子を観察するに当たって、カメラの視界を確保するため、カメラ用の管台から燃焼面に直接、多量の空気が吹き付けられ、また、当該燃焼実験は、容量の小さいコンクリートセル内での実験であり、ナトリウム燃焼に伴う昇温によってコンクリートから多量の水分が放出された（セル内の水蒸気濃度は、ナトリウム漏えい中で約 3.5%、漏えい停止直前で約 7%まで上昇したと推定^[3]）。このような特異な条件が重なって、多量の水酸化ナトリウム (NaOH) や過酸化ナトリウム (Na_2O_2) が生成され、当該燃焼実験においては、溶融塩型腐食が発生したと考

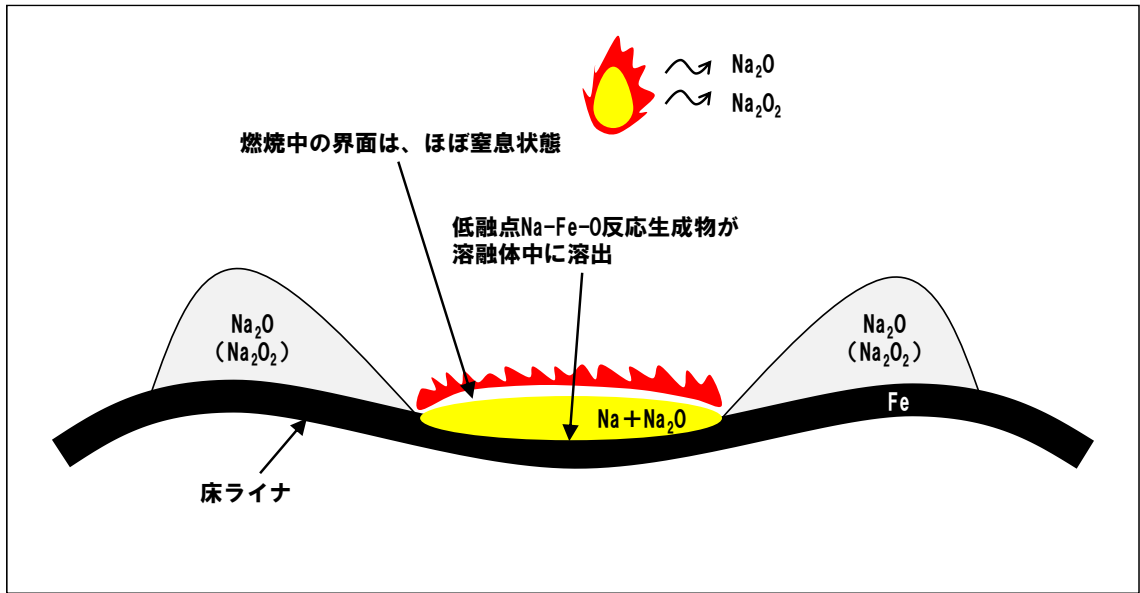
えられる。

一方、「もんじゅ」の2次冷却材漏えい事故や「ナトリウム漏えい燃焼実験-II」の後に実施した高湿分条件（4.6～4.8%）を模擬したナトリウム漏えい燃焼実験^[4]では、その堆積物の組成や腐食減肉量の評価^{[5]、[6]}より、NaFe 複合酸化型腐食が支配的であり溶融塩型腐食の発生は確認されていない。

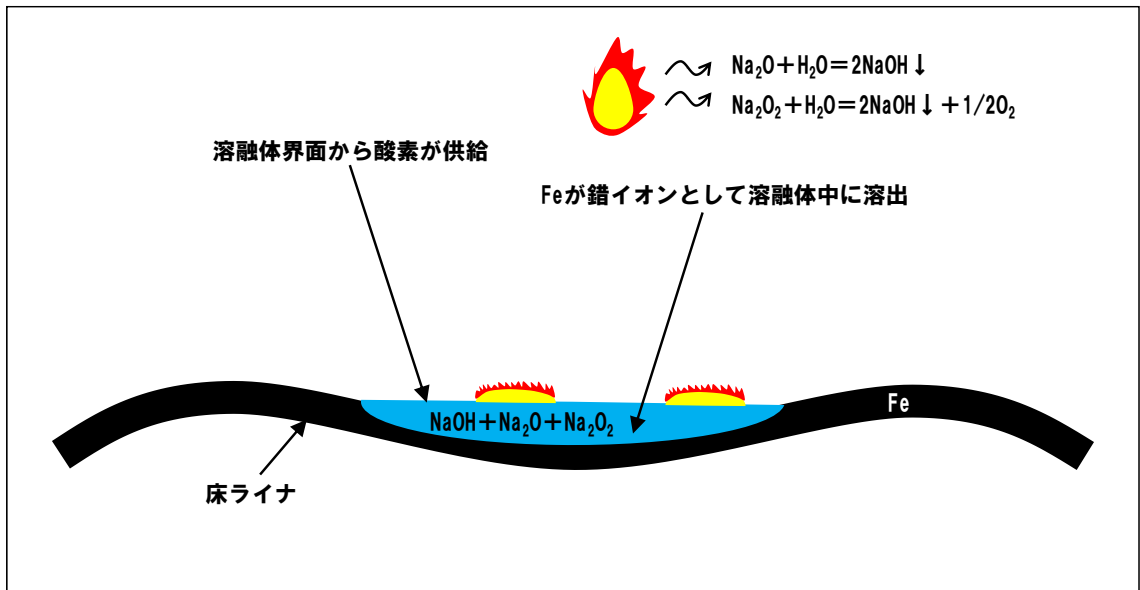
これらの知見を踏まえ、溶融塩型腐食の発生を防止するため、漏えいが発生した場合、漏えいの発生したエリアの換気空調設備を停止することにより、燃焼部に空気が吹き付けられることを防止する。また、相対的に腐食量が大きくなる小漏えいにあつては、大きな空間体積を有するため、コンクリートの温度は大きく上昇せず、コンクリートからの水分の放出は抑制される。これらのことから、ライナ等の腐食減肉量の評価に当たっては、NaFe 複合酸化型腐食を想定し、その腐食減肉速度式を適用する。

参考文献

- [1] Waltar, Alan E. / Todd, Donald R. / Tsvetkov, Pavel V. (編著) 高木 直行 (監訳) “高速スペクトル原子炉” イーアールシー出版, 2016年11月
- [2] “もんじゅナトリウム漏えい事故の原因究明-ナトリウム漏えい燃焼実験-II-”, PNC TN9410 97-051
- [3] “ナトリウム漏えい燃焼実験-IIの水分移行挙動の評価”, JNC TN9400 2000-030
- [4] “小規模漏えいを対象としたナトリウムプール燃焼実験-Run-F7-4及びRun-F8-2-”, JNC TN9400 2003-067
- [5] “40%出力試験中における2次主冷却系ナトリウム漏えい事故について(第5報報告書)”, PNC TN2440 97-017
- [6] “小規模ナトリウム漏えい時におけるプール燃焼挙動”, サイクル機構技報 No. 27, JNC TN1340 2005-001



第 2.1 図 NaFe 複合酸化型腐食の概念図



第 2.2 図 溶融塩型腐食の概念図

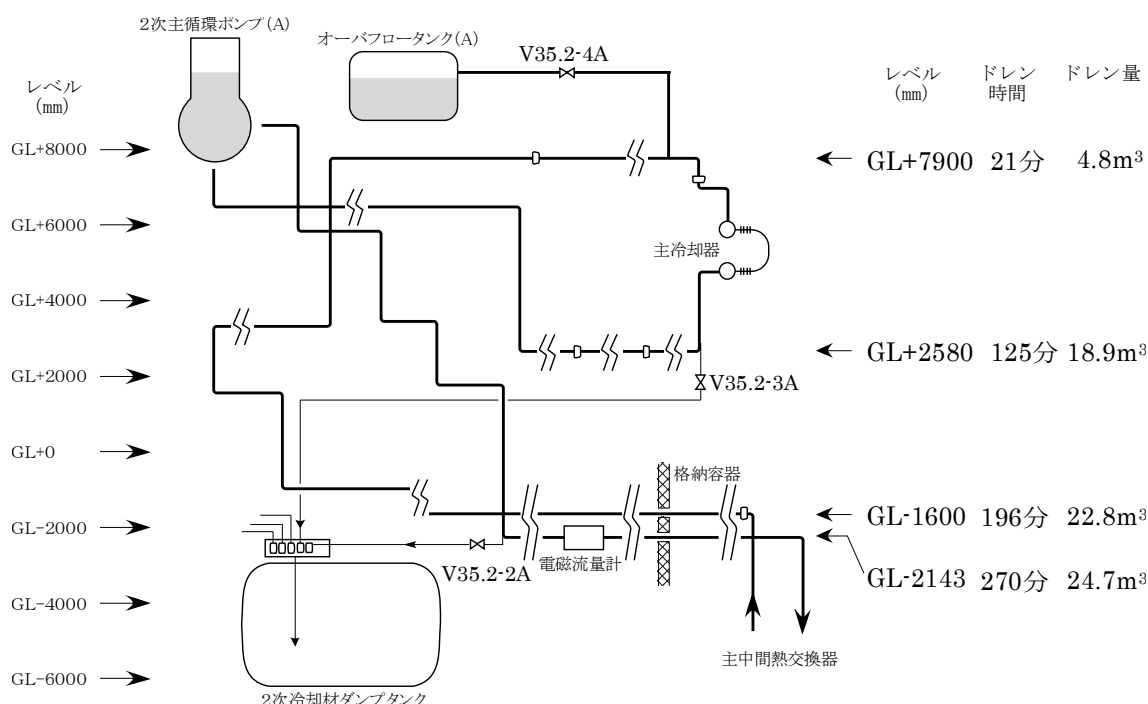
緊急ドレンについて

1. 概要

2次冷却材の漏えいが発生し、これを検知した場合、ナトリウム漏えい量を低減するため、運転員は、漏えいの発生した系統内に残存するナトリウムを2次冷却材ダンプタンクへ緊急ドレンする(ナトリウム漏えいが、高い位置に配置する配管又は機器が発生した場合には、短時間で漏えいの継続を防止可能)。当該緊急ドレンに要する時間は、必要とするドレンレベルによって異なるが、系統からほぼ全てのナトリウムをドレンする場合で約270分となる(第1.1図参照)。

なお、緊急ドレンにあつては、空気雰囲気中に配置するナトリウムを内包する配管及び機器内のナトリウムをドレンすることができるものの、配管及び機器の位置関係より、原子炉運転中、窒素雰囲気中で維持する格納容器(床下)に配置する主中間熱交換器内及び近傍のドレン配管接続レベル以下の配管内のナトリウムは、ドレンできずに系統内に残存する。当該部は、空気雰囲気中に配置するナトリウムを内包する配管及び機器よりも低所にあり、当該部にナトリウムが残存しても、空気雰囲気中へのナトリウム漏えい量を低減する観点からは影響を及ぼさない。

また、当該部が破損し、系統外にナトリウムが漏えいした場合にあつては、漏えいしたナトリウムは、窒素雰囲気中で維持する格納容器(床下)に保持されるため、ナトリウム燃焼による影響を抑制することができる。



第 1.1 図 ドレンに要する時間 (実績：2021 年 4 月 7 日測定)

2. 操作

緊急ドレンは、漏えいの発生した系統（一系統の単一の機器の破損（他の系統及び機器は健全なものとは仮定）を想定）のドレン弁（A ループ：V35. 2-2A、3A／B ループ：V35. 2-2B、3B）及びベント弁（A ループ：V35. 2-4A／B ループ：V35. 2-4B）を現場にて開けることにより行う。これらの弁は、フレキシブルシャフトにより延長することによって、ナトリウムを内包する配管及び機器から離れた位置で操作が可能である。

また、これらの弁の操作場所へのアクセスルートは多重化している（第 2.1 図参照）。漏えいが発生した場合、中央制御室において、漏えいが発生した場所を確認することが可能であり、当該情報からアクセスルートを選定する。当該操作は、2 次冷却材の漏えいの判断や操作場所への移動時間を含めて、2 次冷却材の漏えいが発生した後、30 分以内で実施可能である。

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 2.1 図 (a) ドレン弁等の操作場所へのアクセスルートの一例
(中央制御室から原子炉附属建物 1 階を経由 (1/2))

8 条-別紙 4-別添 11-3

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 2.1 図 (a) ドレン弁等の操作場所へのアクセスルートの一例
(中央制御室から原子炉附属建物 1 階を経由 (2/2))

8 条-別紙 4-別添 11-4

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 2.1 図 (b) ドレン弁等の操作場所へのアクセスルートの一例
(中央制御室から原子炉附属建物屋上を經由 (1/2))

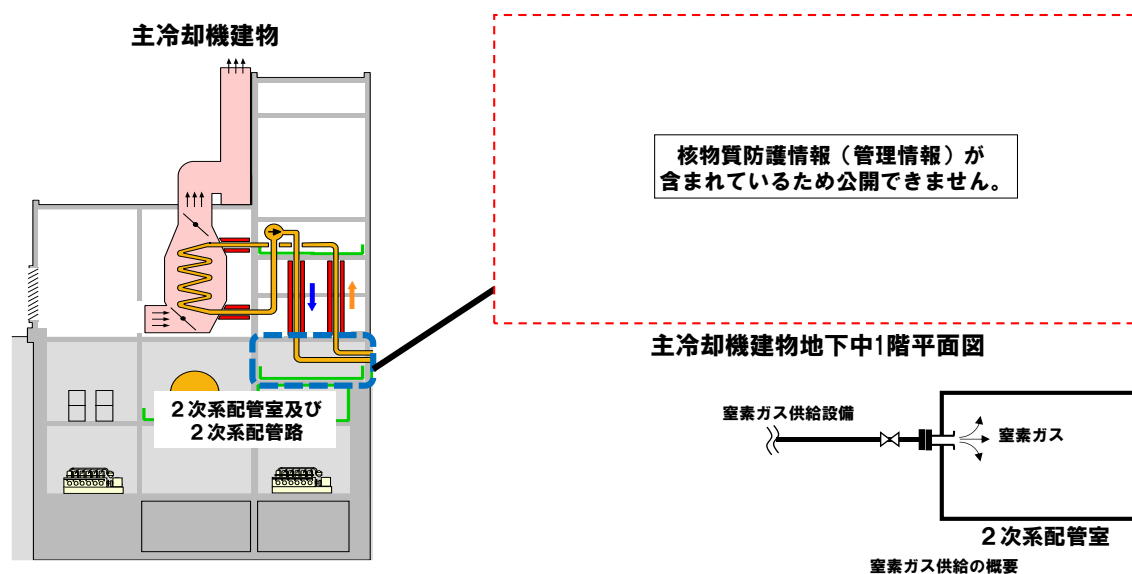
8 条-別紙 4-別添 11-5

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 2.1 図 (b) ドレン弁等の操作場所へのアクセスルートの一例
(中央制御室から原子炉附属建物屋上を経由 (2/2))

窒素ガス供給について

ナトリウムと湿分等の反応により発生した水素が蓄積する可能性がある主冷却機建物地下中 1 階の 2 次系配管室及び 2 次系配管路については、当該室で 2 次冷却材の漏えいが発生した場合、緊急ドレンによりナトリウム漏えい量を低減することに加えて、窒素ガスを供給することによってナトリウム燃焼の抑制を図ることにより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（第 1 図参照）。



第 1 図 窒素ガス供給の概要

ナトリウム溜について

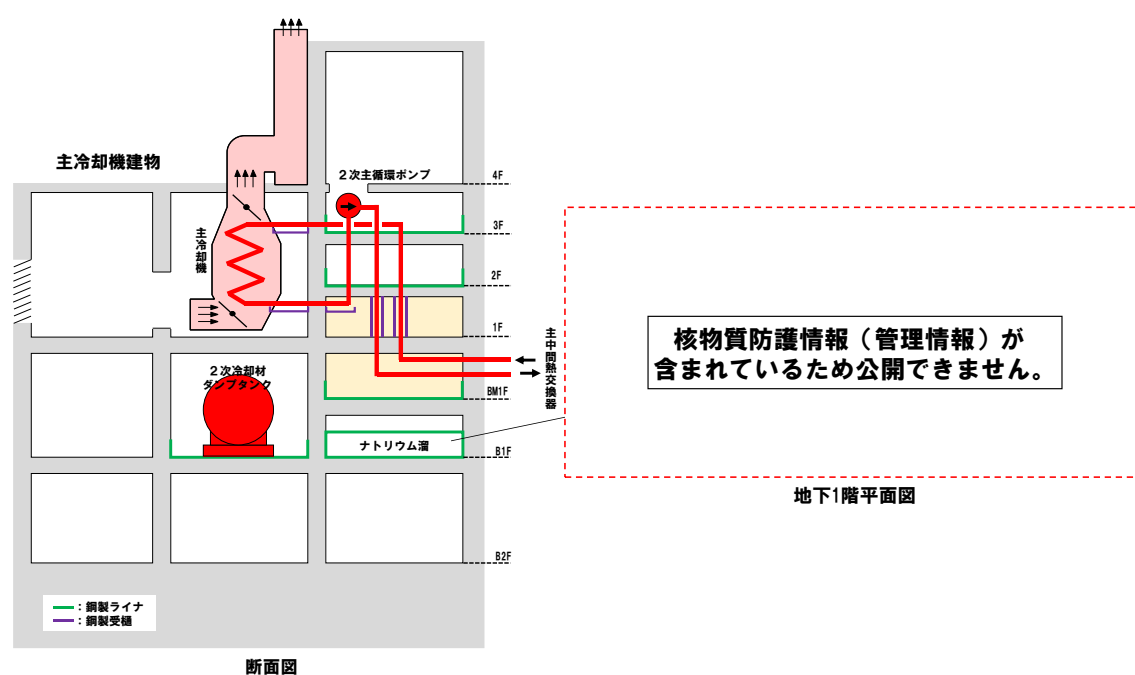
1. 概要

主冷却機建物において、漏えいしたナトリウムを床面に設置する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。当該ナトリウム溜について示す。

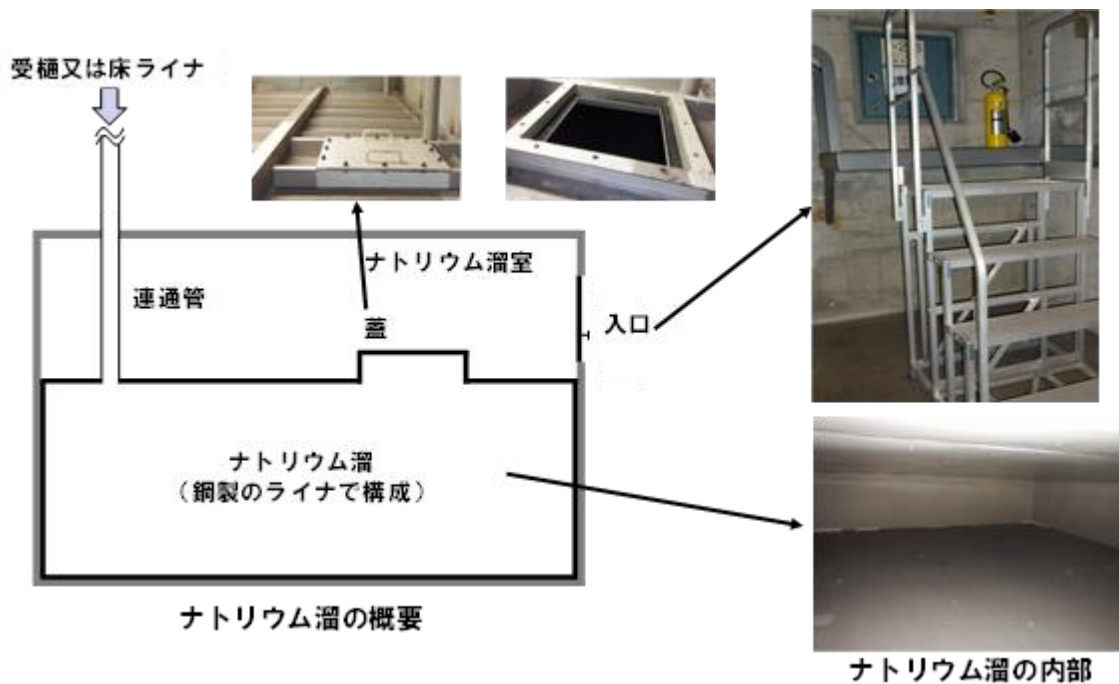
2. ナトリウム溜の構造

ナトリウム溜は、2次主冷却系のループごとに、主冷却機建物地下1階のナトリウム溜室内に位置し、その床、壁及び天井は炭素鋼ライニング仕上げとしている。ナトリウム溜の配置を第2.1図に示す。

ナトリウム溜は、7.27m×6.22mの床を有し、1.3m高さまでナトリウムを保持できる。1ループ当たりのナトリウムインベントリ（約30m³）に対して、ナトリウム溜の容積は約58m³であり、ナトリウム溜は、漏えいしたナトリウムを十分に保持できる容量を有している。ナトリウム溜の概念図を第2.2図に示す。



第2.1図 ナトリウム溜の配置



第 2.2 図 ナトリウム溜の概念図

3. ナトリウム溜に導く過程における受樋からの溢液

受樋の深さは、受樋上に漏えいしたナトリウムをナトリウム溜に導く過程において、漏えいしたナトリウムが受樋から溢液しないものとする。具体的には、受樋の深さは、貫通クラックからの漏えいを想定した場合（漏えい率：約 80t/h）の液深（約 50mm）を上回るものとする（既設の受樋の深さ：約 450mm 以上）。

また、受樋の熱変形について、受樋は、MK-IIIの改造工事に伴い交換しており、交換前の受樋を対象に、保守的に 800℃の条件で変形評価を行い、漏えいしたナトリウムが保持できなくなるような変形は生じないことを確認している。交換後の受樋は、側面高さを増しており、交換後の受樋においても、熱変形により、漏えいしたナトリウムを保持できなくなることはない。

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

主冷却機建物及び原子炉附属建物において、ナトリウムの漏えいが発生した場合には、ナトリウム燃焼に伴い発生するナトリウムエアロゾルの拡散を防止するため、漏えいの発生したエリアの換気空調設備を停止するとともに、当該エリアの換気空調設備の防煙ダンパを閉止するものとする。これらは、火災感知器の作動に伴い自動で動作する。防煙ダンパ等の設置状況を第1図に示す。

なお、万一、換気空調設備及び防煙ダンパが自動で動作しなかった場合には、原子炉附属建物2階のディーゼルパワーセンタ室（中央制御室の近傍に位置）にある一括操作盤で手動による操作が可能である。

また、ナトリウムエアロゾルによる防煙ダンパの腐食について、ナトリウムが燃焼している高温状態においても、それによる腐食速度は小さく（ 1×10^{-3} mm/h程度）、防煙ダンパが腐食により損傷することはない。

なお、万一、腐食により防煙ダンパに微小な開口が生じたとしても、多量のナトリウムエアロゾルが流出することはない。



<換気空調設備・防煙ダンパ一括操作盤>



第1図 防煙ダンパ等の設置状況

ナトリウム燃焼の影響評価について

1. はじめに

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ナトリウム燃焼の影響を以下により評価する。

- ① 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。
- ② 二重構造を有する配管及び機器にあっては、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。
- ③ 原子炉運転中に窒素雰囲気で維持する格納容器（床下）に位置するナトリウムを内包する配管及び機器が破損した場合にあっては、ナトリウム燃焼を抑制できるため、格納容器（床下）を空気置換した場合の影響を評価する。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

なお、上記②及び③については、設置許可基準規則の第 13 条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止）において、設計基準事故の一つとして想定した「1 次冷却材漏えい事故」の熱的影響評価において、格納容器（床下）を窒素雰囲気から空気雰囲気に置換した場合のナトリウム燃焼による影響を評価している【「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 13 条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止）」参照】。このため、本資料では、空気雰囲気下での 2 次冷却材の漏えいを想定した場合の影響評価について示す。

2. 2 次冷却材漏えい時の燃焼影響評価

2.1 判断基準

2 次冷却材の漏えいが発生（一系統の単一の配管の破損を想定）した場合にあっては、適切なナトリウム燃焼の影響軽減の対策を講じることにより、ナトリウム燃焼による影響によって健全な系統の機能を喪失することがないこと（漏えいが発生した系統の機能は喪失するものとする。）を確認する。このことを判断する基準は、以下のとおりとする。

- (i) 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（雰囲気中の水素濃度が 4% 以下であること。）。
- (ii) ナトリウム燃焼に伴う鋼製材料の腐食により、ナトリウムと構造材（コンクリート）との反応を防止するためのライナ又は受樋が損傷し、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。
- (iii) ナトリウム燃焼に伴う温度上昇により、構造材（コンクリート）が損傷せず（コンクリートの温度が 200℃ を超えないこと【「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所

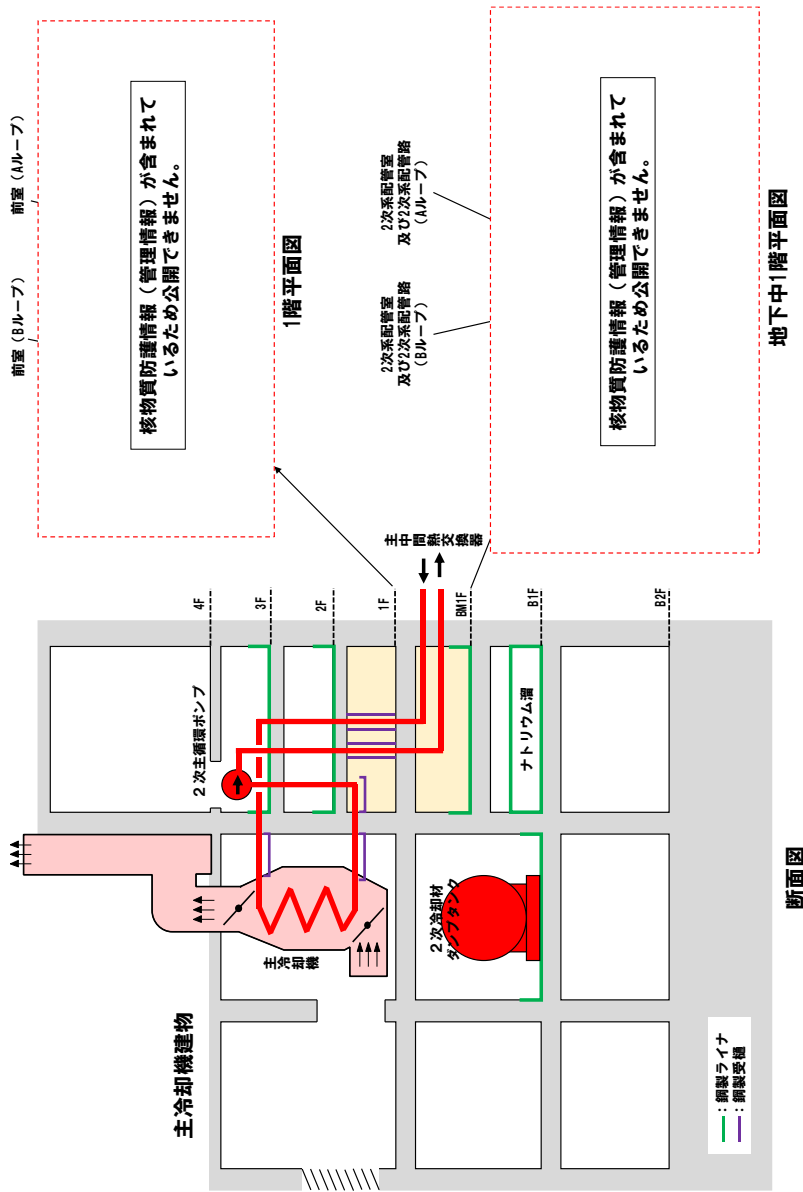
(南地区) 高速実験炉原子炉施設(「常陽」) 第6条(外部からの衝撃による損傷の防止)(その2: 耐外部火災設計) 参照】

2.2 評価対象

2次冷却材漏えい時の燃焼影響評価は、以下を考慮して代表的な漏えい場所を対象に実施する。

- ・ 低所に位置する配管が破損した場合、漏えい停止機能(緊急ドレン)を考慮した場合であっても、漏えい時間が相対的に長くなること。
- ・ 漏えいした部屋の容積が小さい場合、ナトリウム燃焼に伴い発生する水素の濃度が、相対的に高くなること。
- ・ 配管破損の特徴として、配管エルボ部に代表される応力集中部における熱膨張応力や熱応力等による疲労(クリープ疲労)破損が、相対的に最も注意すべき破損様式となること。

上記及びナトリウムと構造材との反応の防止のために鋼製のライナ又は受樋を用いることを考慮し、「主冷却機建物の地下中1階の2次系配管室及び2次系配管路(以下「配管室」という。)」及び「主冷却機建物の1階の前室(以下「前室」という。)」において、2次冷却材の漏えいが発生した場合のナトリウム燃焼による影響を評価する(第2.2.1図参照)。



- 【前室】**
- ・ 2次主冷却系の配管（エルボ部）を配置
 - ・ 受樋によりナトリウムと構造材の反応を防止
 - ・ 上記のうち、低所に位置するとともに、部屋の容積が小さい

- 【配管室】**
- ・ 2次主冷却系の配管（エルボ部）を配置
 - ・ ライナによりナトリウムと構造材の反応を防止
 - ・ 上記のうち、低所に位置するとともに、部屋の容積が小さい

第 2.2.1 図 評価対象の概要

2.3 配管室における評価

(1) 手順及び所要時間

配管室において、2次冷却材の漏えいが発生した場合の主な手順を以下に示す。また、第2.3.1表に手順及び所要時間を示す。

- ① 当直長は、ナトリウム漏えい検出器の作動、火災感知器の作動、監視 ITV により、配管室において、2次冷却材の漏えいが発生したと判断した場合、運転員に原子炉の手動スクラムの実施及び影響軽減のための対策の実施を指示する。
- ② 運転員（中央制御室）1名は、原子炉の手動スクラムを実施する。
- ③ 運転員（現場）1名は、火災感知器の作動により換気空調設備の停止及び防煙ダンパの閉止を確認する。
- ④ 運転員（現場）2名は、緊急ドレン操作を実施する。その後、窒素ガス供給設備から窒素ガスの供給を開始する。

(2) 影響評価

a. 解析条件

計算コード SPHINCS により解析する。主な解析条件を以下に示す。

- ① 解析体系を第2.3.1図に示す。解析体系は、配管室、ナトリウム溜及び外気領域で模擬する。
- ② 漏えい率を求めるに当たって、漏えい箇所は、配管室内の低所に位置する2次主冷却系の配管とし、漏えい口の大きさが $Dt/4$ (D : 配管直径、 t : 配管厚さ) の貫通クラックからの漏えいを想定する (約 820mm^2)。当該貫通クラックからの漏えい率は、原子炉を停止するまでは、2次主循環ポンプの吐出圧、ナトリウムの水頭圧、2次主冷却系のカバーガスの圧力及び外気の圧力から求めた 23.3kg/s 、原子炉を停止して以降は、ナトリウムの水頭圧及びカバーガスの圧力から求めた 12.3kg/s とする。ここで、2次主循環ポンプの吐出圧は、2次主循環ポンプの定格揚程である約 $3.4 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を、2次主冷却系のカバーガス圧力は、2次主冷却系のカバーガスの圧力制御範囲より約 $1.3 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を、外気の圧力は、約 $1.0 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を用いる。ナトリウムの水頭圧は、通常運転時の2次主冷却系の冷却材液位 (GL+9.52m) から配管室の低所に位置する配管位置 (GL-2.5m) として約 $1.0 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を用いる。
また、漏えい率が小さいと漏えい継続時間が長くなることを踏まえ、貫通クラックからの漏えいよりも小さい漏えい率の影響についても評価する。当該漏えい率は、 0.003kg/s として漏えい中一定とする。
- ③ ナトリウムの燃焼形態として、スプレー燃焼及びプール燃焼を想定する。なお、液滴径 (体積平均直径) は 4.6mm とする。当該値は、配管等の漏えい口から漏えいしたナトリウムが周囲の構造材等に衝突するものとして、ナトリウム試験^[1]により得られたものである (実機では、配管及び機器の外側には、保温材及び金属製シートを有する)。
また、液滴の落下高さは、配管とライナ間の高さより 3m とする (落下高さに対するスプレー燃焼とプール燃焼の影響の考え方を添付1に示す。)

- ④ 水素の発生については、雰囲気中及びコンクリートから放出される水分との反応を考慮する。
- ⑤ 床ライナ上に漏えいしたナトリウムは、厚さ 1cm（ナトリウムの表面張力及び接触角より）で堆積し、最大で 40m² まで広がるものとする。当該面積まで広がって以降は、連通管を介して、ナトリウム溜に移行するものとする。
- ⑥ 漏えいナトリウムの温度は、保守的な評価とするため、通常運転時の 2 次主冷却系のホットレグの温度 440℃ で一定とする。
- ⑦ 雰囲気の初期組成は、全て空気雰囲気（酸素濃度：21vol%、水蒸気濃度：5.8vol%）とする。
- ⑧ 雰囲気及び構造材の初期温度は、保守的な評価とするため、日の最高気温の観測結果（38.4℃）より 40℃ とする。
- ⑨ 換気空調設備が停止するまでの間は、当該設備による強制換気を考慮する。換気空調設備が停止して以降は、自然換気を考慮する。
- ⑩ 漏えい停止機能として、運転員による 2 次冷却材ダンプタンクへの緊急ドレンを考慮する。緊急ドレンは、運転員操作に要する時間を踏まえ、事象発生から 30 分後に開始する。
- ⑪ ナトリウム燃焼の抑制対策として、運転員による窒素ガスの供給を考慮する。窒素ガス供給は、運転員操作に要する時間を踏まえ、事象発生から 35 分後に開始する。

b. 解析結果

主要な解析結果を第 2.3.2 図から第 2.3.6 図に示す。

貫通クラックからの漏えいを想定した場合、緊急ドレンの開始までに貫通クラックより上方の冷却材が全て系統外に漏えいし、漏えいが約 23 分後に停止する。漏えい量は約 17,000kg となる。配管室及びナトリウム溜の水素濃度は、燃焼限界濃度を超えない（配管室にあっては、酸素濃度も燃焼限界濃度を下回る。）。配管室及びナトリウム溜のコンクリート温度は、200℃ を超えない。また、ライナの腐食減肉量は、ライナの厚さを超えない。

小漏えいを想定した場合、漏えい停止機能（緊急ドレン）により、漏えいが約 270 分後に停止する。漏えい量は約 50kg となる。配管室及びナトリウム溜の水素濃度は、燃焼限界濃度を超えない。配管室及びナトリウム溜のコンクリート温度は、200℃ を超えない。また、ライナの腐食減肉量は、ライナの厚さを超えない。

なお、プール燃焼について、ライナの中心部は、漏えい期間中、未燃焼のナトリウムが供給されることにより、その周辺よりも温度が低い状態で推移する。

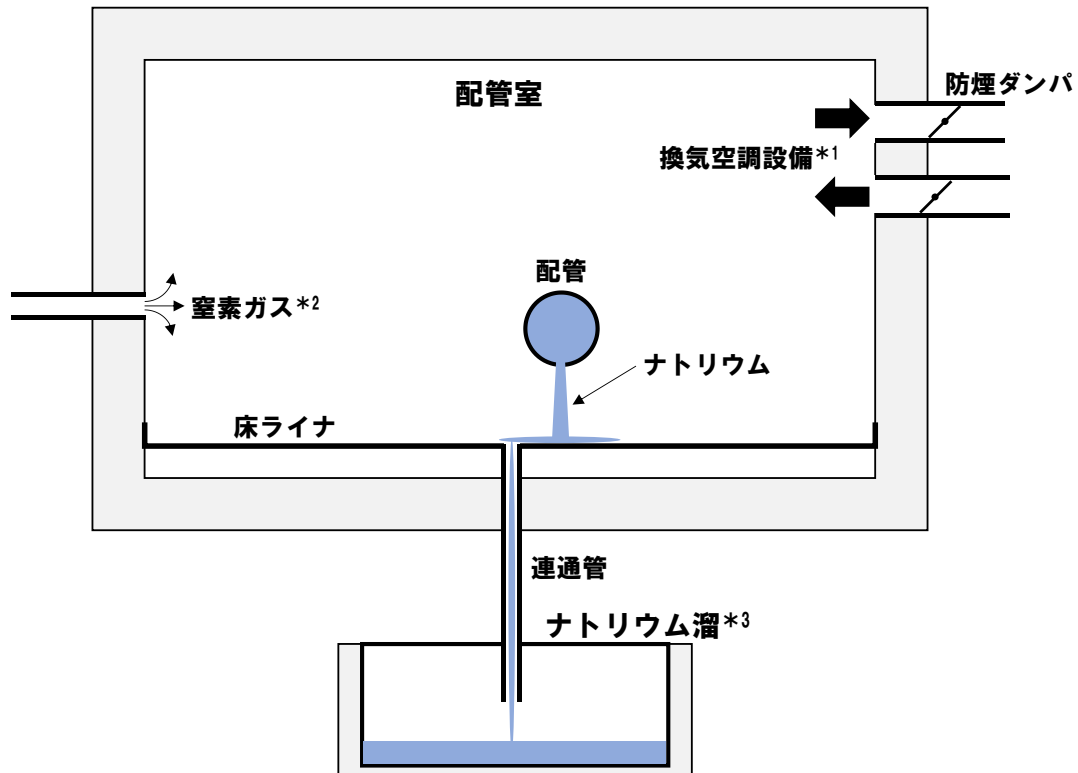
以上より、配管室で 2 次冷却材の漏えいが発生しても、水素が蓄積・燃焼に至ることはなく、腐食によりライナが損傷することはなく、また、構造材（コンクリート）が損傷することはなく、健全な系統に影響が伝播することはない。

第 2.3.1 表 配管室で 2 次冷却材の漏えいが発生した場合の主な手順及び所要時間

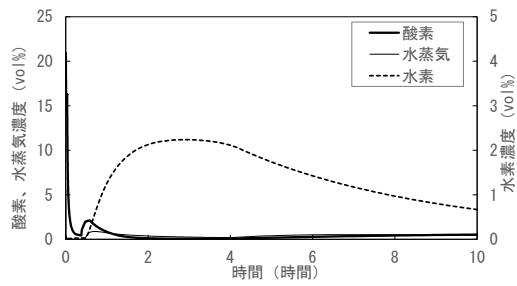
必要な要員と作業項目			経過時間 (分)																備考
手順の項目	要員 (名) (作業に必要な要員数)	手順の内容	5	10	15	20	25	30	35	120	180	240	300						
			▼2次冷却材漏えいの発生 ▼2次冷却材漏えい発生時の判断 ▼漏えいエリアの隔離の確認 ▼緊急ドレン開始 ▼窒素ガス供給開始																
	当直長 【中央制御室】	・運転操作指揮	[Timeline bar]																
状況判断	運転員A 【中央制御室】	1 ・ナトリウム漏えい警報発報確認 ・火災感知器の作動による確認 ・監視ITVによる確認	[Timeline bar]																・「ナトリウム漏えい警報」、「火災感知器の作動」、「監視ITV」により2次冷却材漏えいの発生を確認する。
原子炉停止	運転員A 【中央制御室】	1 ・原子炉手動スクラム	[Timeline bar]																・原子炉を手動スクラムにより停止する。
漏えいエリアの隔離	運転員D 【現場】	1 ・換気空調設備の停止、防煙ダンパの閉止の確認	[Timeline bar]																・漏えいエリアの換気空調設備の停止及び防煙ダンパの閉止を確認する。
緊急ドレン	運転員B、C 【現場】	2 ・2次冷却材ダンブタンクへ緊急ドレン	[Timeline bar]																・漏えいの発生した系統の冷却材を2次冷却材ダンブタンクに緊急ドレンする。
窒素ガス供給	運転員B、C 【現場】	2 ・窒素ガスの供給	[Timeline bar]																・窒素ガスの供給を実施する。
監視	運転員A、E 【中央制御室】	2 ・原子炉停止後の除熱確認	[Timeline bar]																・健全ループの1次主冷却系（ボーンモータ低速運転）の運転状況を確認するとともに、2次主冷却系（自然循環）及び主冷却機（自然通風）に異常等がないことを確認する。

外部領域

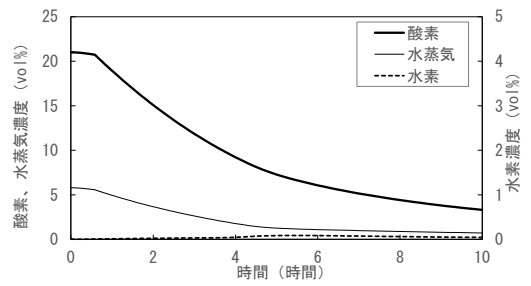
- *1: 換気空調設備が停止するまでの間は強制換気
- *2: 窒素ガス供給設備からの供給操作実施後に窒素ガスを供給
- *3: 床ライナ上に漏えいした冷却材のうち、床ライナから流出するナトリウムは、連通管を介してナトリウム溜に移行



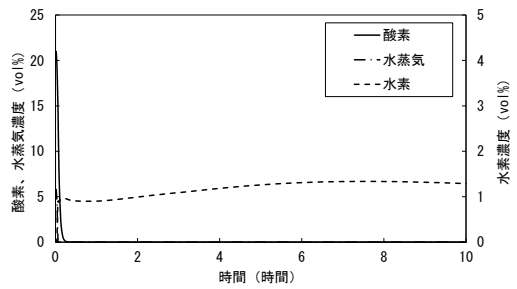
第 2.3.1 図 配管室における評価の解析体系の概念図



(配管室)

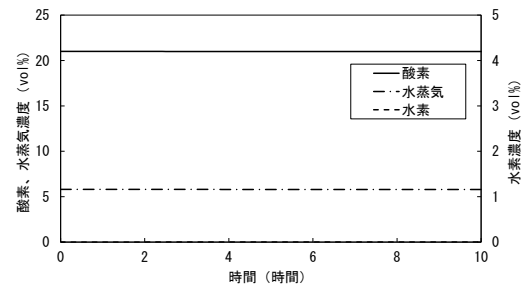


(配管室)



(ナトリウム溜)

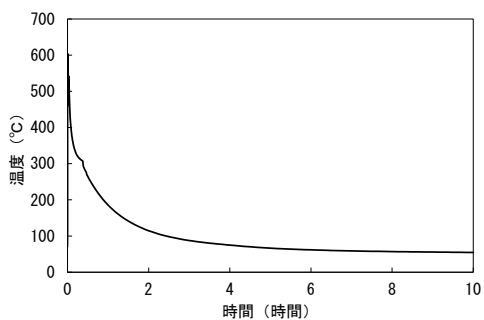
(a) 貫通クラック



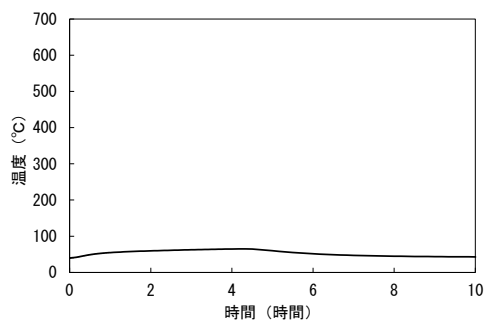
(ナトリウム溜)

(b) 小漏えい

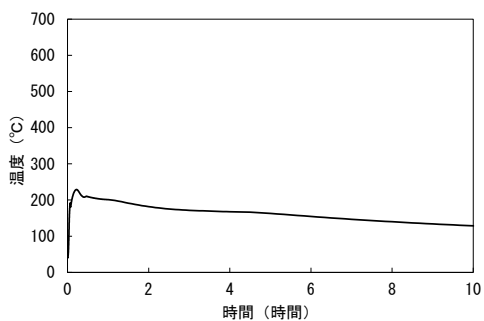
第 2.3.2 図 酸素、水蒸気及び水素濃度の時刻歴変化



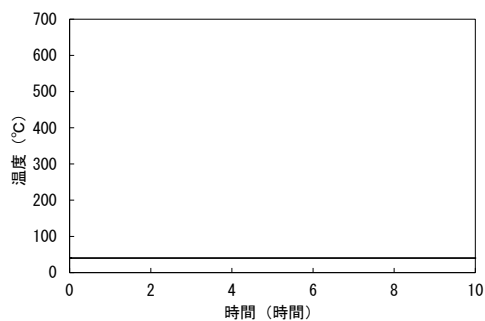
(配管室)



(配管室)

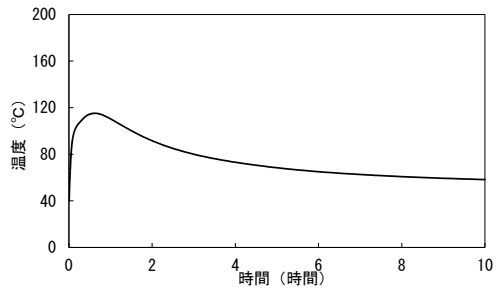


(ナトリウム溜)
(a) 貫通クラック

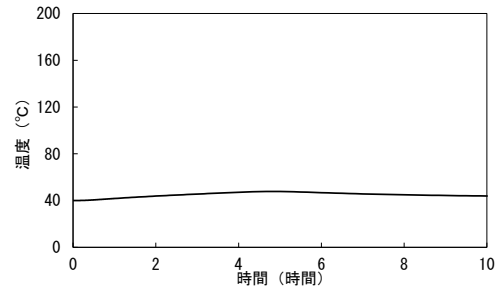


(ナトリウム溜)
(b) 小漏えい

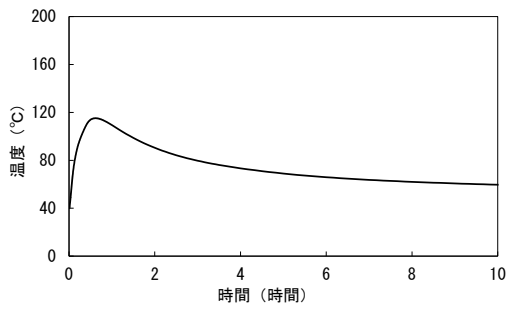
第 2.3.3 図 雰囲気温度の時刻歴変化



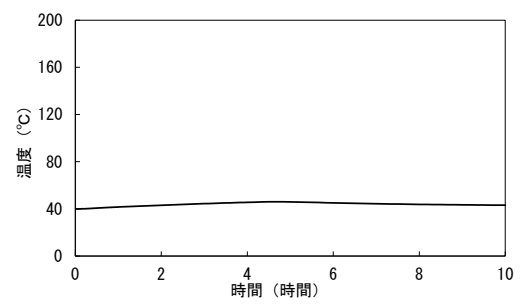
(配管室：壁)



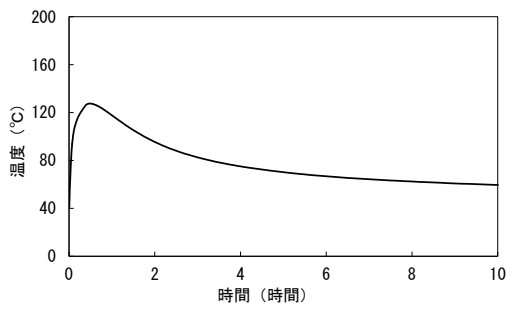
(配管室：壁)



(配管室：床)

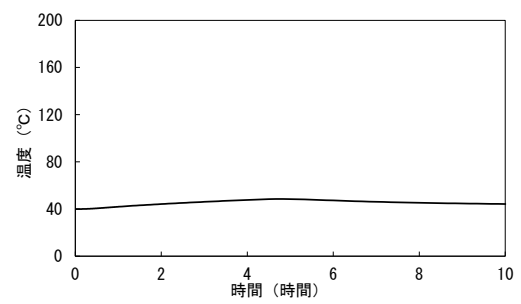


(配管室：床)



(配管室：天井)

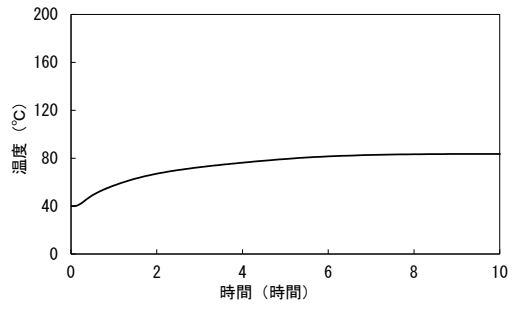
(a) 貫通クラック



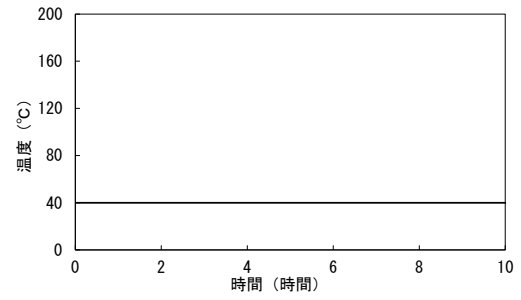
(配管室：天井)

(b) 小漏えい

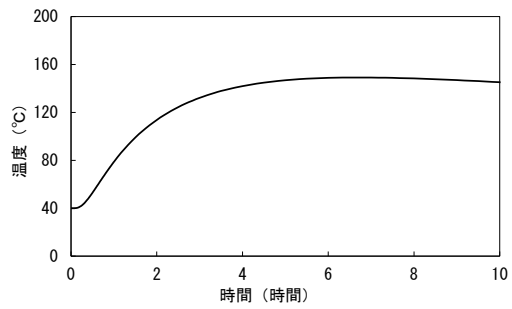
第 2.3.4 図 コンクリート温度の時刻歴変化 (1/2)



(ナトリウム溜：壁)

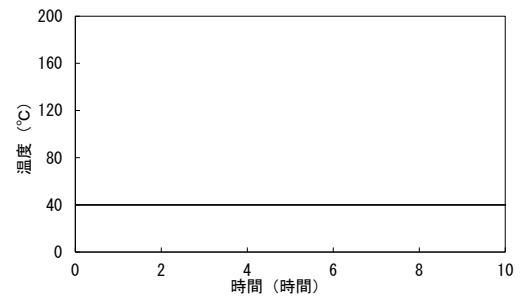


(ナトリウム溜：壁)



(ナトリウム溜：床)

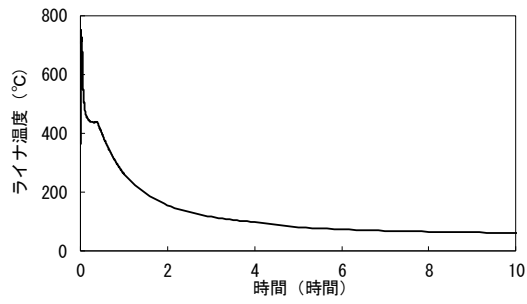
(a) 貫通クラック



(ナトリウム溜：床)

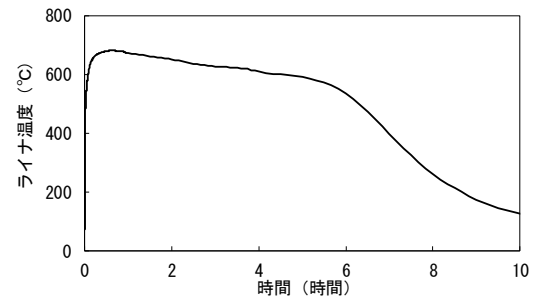
(b) 小漏えい

第 2.3.4 図 コンクリート温度の時刻歴変化 (2/2)



(配管室)

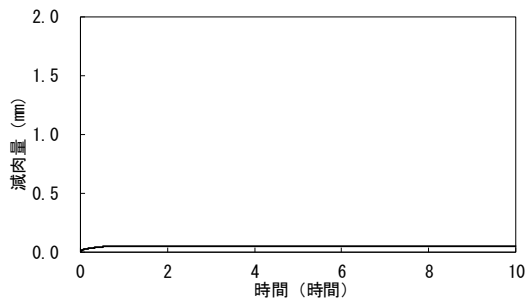
(a) 貫通クラック



(配管室)

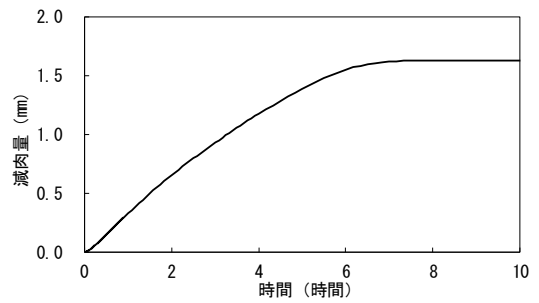
(b) 小漏えい

第 2.3.5 図 ライナ温度の時刻歴変化



(配管室)

(a) 貫通クラック



(配管室)

(b) 小漏えい

第 2.3.6 図 ライナの腐食減肉量の時刻歴変化

2.4 前室における評価

(1) 対策

前室において、2次冷却材の漏えいが発生した場合の主な手順を以下に示す。また、第2.4.1表に手順及び所要時間を示す。

- ① 当直長は、ナトリウム漏えい検出器の作動、火災感知器の作動、監視 ITV により、前室において、2次冷却材の漏えいが発生したと判断した場合、運転員に原子炉の手動スクラムの実施及び影響軽減のための対策の実施を指示する。
- ② 運転員（中央制御室）1名は、原子炉の手動スクラムを実施する。
- ③ 運転員（現場）1名は、火災感知器の作動により換気空調設備の停止及び防煙ダンパの閉止を確認する。
- ④ 運転員（現場）2名は、緊急ドレン操作を実施する。

(2) 影響評価

a. 解析条件

計算コード SPHINCS により解析する。主な解析条件を以下に示す。

- ① 解析体系を第2.4.1図に示す。解析体系は、前室、ナトリウム溜及び外気領域で模擬する。
- ② 漏えい率を求めるに当たって、漏えい箇所は、前室内の低所に位置する2次主冷却系の配管とし、漏えい口の大きさが $Dt/4$ (D : 配管直径、 t : 配管厚さ) の貫通クラックからの漏えいを想定する (約 820mm^2)。当該貫通クラックからの漏えい率は、原子炉を停止するまでは、2次主循環ポンプの吐出圧、ナトリウムの水頭圧、2次主冷却系のカバーガスの圧力及び外気の圧力から求めた 22.2kg/s 、原子炉を停止して以降は、ナトリウムの水頭圧及びカバーガスの圧力から求めた 9.99kg/s とする。ここで、2次主循環ポンプの吐出圧は、2次主循環ポンプの定格揚程である約 $3.4 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を、2次主冷却系のカバーガス圧力は、2次主冷却系のカバーガスの圧力制御範囲より約 $1.3 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を、外気の圧力は、約 $1.0 \times 10^4\text{kg/m}^2$ を用いる。ナトリウムの水頭圧は、通常運転時の2次主冷却系の冷却材液位 (GL+9.52m) から前室の低所に位置する配管位置 GL+2.5m として約 $6.0 \times 10^3\text{kg/m}^2$ を用いる。
また、漏えい率が小さいと漏えい継続時間が長くなることを踏まえ、貫通クラックからの漏えいよりも小さい漏えい率の影響についても評価する。当該漏えい率は、 0.002kg/s として漏えい中一定とする。
- ③ ナトリウムの燃焼形態として、スプレー燃焼及びプール燃焼を想定する。なお、液滴径 (体積平均) は 4.6mm とする。当該値は、配管等の漏えい口から漏えいしたナトリウムが周囲の構造材等に衝突するものとして、ナトリウム試験^[1]により得られたものである (実機では、配管及び機器の外側には、保温材及び金属製シートを有する。)
また、液滴の落下高さは、配管と受樋間の高さより 0.7m とする。
- ④ 水素の発生については、雰囲気中及びコンクリートから放出される水分との反応を考慮する。

- ⑤ 受樋上に漏えいしたナトリウムは、厚さ 1cm (ナトリウムの表面張力及び接触角より) で堆積し、最大で 3m² まで広がるものとする。当該面積まで広がって以降は、連通管を介して、ナトリウム溜に移行するものとする。
- ⑥ 漏えいナトリウムの温度は、保守的な評価とするため、通常運転時の 2 次主冷却系のホットレグの温度 440℃ で一定とする。
- ⑦ 雰囲気初期組成は、全て空気雰囲気 (酸素濃度 : 21vol%、水蒸気濃度 : 5.8vol%) とする。
- ⑧ 雰囲気及び構造材の初期温度は、保守的な評価とするため、日の最高気温の観測結果 (38.4℃) より 40℃ とする。
- ⑨ 換気空調設備が停止するまでの間は、当該設備による強制換気を考慮する。換気空調設備が停止して以降は、自然換気を考慮する。
- ⑩ 漏えい停止機能として、運転員による 2 次冷却材ダンプタンクへの緊急ドレンを考慮する。緊急ドレンは、運転員操作に要する時間を踏まえ、事象発生から 30 分後に開始する。

b. 解析結果

主要な解析結果を第 2.4.2 図から第 2.4.6 図に示す。

貫通クラックからの漏えいを想定した場合、緊急ドレンの開始までに貫通クラックより上方の冷却材が全て系統外に漏えいし、漏えいが約 19 分後に停止する。漏えい量は約 12,000kg となる。前室及びナトリウム溜の水素濃度は、燃焼限界濃度を超えない。前室及びナトリウム溜のコンクリート温度は、200℃ を超えない。また、受樋の腐食減肉量は、受樋の厚さを超えない。

小漏えいを想定した場合、漏えい停止機能 (緊急ドレン) により、漏えいが約 120 分後に停止する。漏えい量は約 15kg となる。前室及びナトリウム溜の水素濃度は、燃焼限界濃度を超えない。前室及びナトリウム溜のコンクリート温度は、200℃ を超えない。また、受樋の腐食減肉量は、受樋の厚さを超えない。

なお、プール燃焼について、受樋の中心部は、漏えい期間中、未燃焼のナトリウムが供給されることにより、その周辺よりも温度が低い状態で推移する。

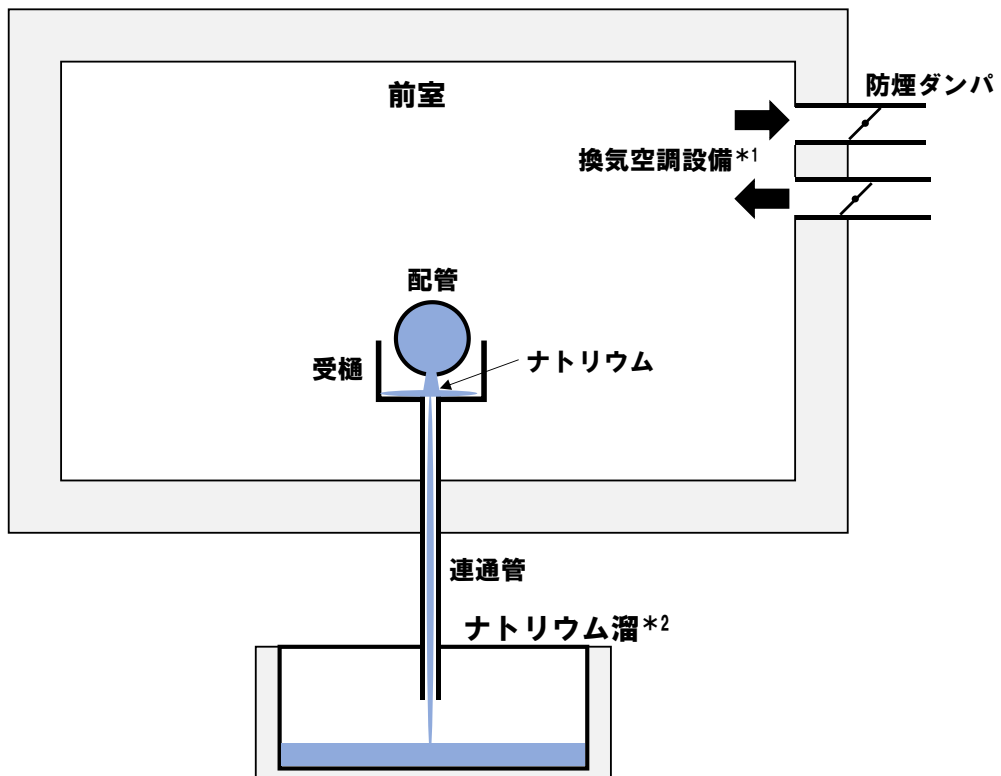
以上より、前室で 2 次冷却材の漏えいが発生しても、水素が蓄積・燃焼に至ることはなく、腐食により受樋が損傷することはなく、また、構造材 (コンクリート) が損傷することはなく、健全な系統に影響が伝播することはない。

第 2. 4. 1 表 前室で 2 次冷却材の漏えいが発生した場合の主な手順及び所要時間

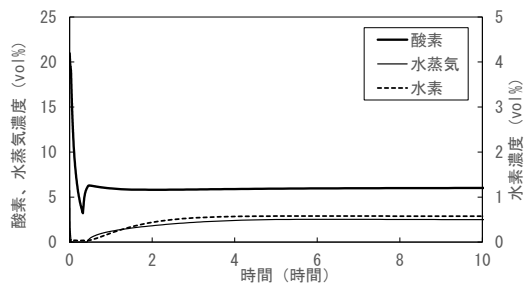
必要な要員と作業項目			経過時間 (分)																備考
手順の項目	要員 (名) (作業に必要な要員数)	手順の内容	5	10	15	20	25	30	35	60	120	180	240						
			▽2次冷却材漏えいの発生 ▽2次冷却材漏えい発生の判断 ▽漏えいエリアの隔離の確認 ▽緊急ドレン開始																
	当直長 【中央制御室】	・運転操作指揮	[Gantt chart bar]																
状況判断	運転員A 【中央制御室】	1 ・ナトリウム漏えい警報発報確認 ・火災感知器の作動による確認 ・監視ITVによる確認	[Gantt chart bar]															・「ナトリウム漏えい警報」、「火災感知器の作動」、「監視ITV」により2次冷却材漏えいの発生を確認する。	
原子炉停止	運転員A 【中央制御室】	1 ・原子炉手動スクラム	[Gantt chart bar]															・原子炉を手動スクラムにより停止する。	
漏えいエリアの隔離	運転員D 【現場】	1 ・換気空調設備の停止、防煙ダンパの閉止の確認	[Gantt chart bar]															・漏えいエリアの換気空調設備の停止及び防煙ダンパの閉止を確認する。	
緊急ドレン	運転員B、C 【現場】	2 ・2次冷却材ダンプタンクへ緊急ドレン	[Gantt chart bar]															・漏えいの発生した系統の冷却材を2次冷却材ダンプタンクに緊急ドレンする。	
監視	運転員A、E 【中央制御室】	2 ・原子炉停止後の除熱確認	[Gantt chart bar]															・健全ループの1次主冷却系（ボーンモータ低速運転）の運転状況を確認するとともに、2次主冷却系（自然循環）及び主冷却機（自然通風）に異常等がないことを確認する。	

外部領域

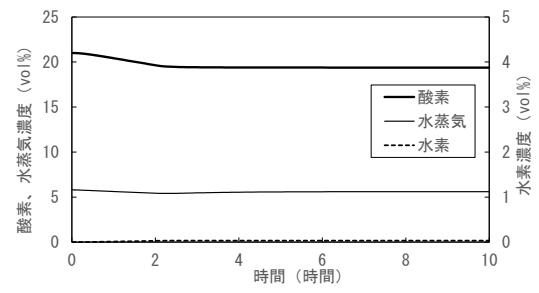
- *1：換気空調設備が停止するまでの間は強制換気
- *2：受樋上に漏えいした冷却材のうち、受樋から流出するナトリウムは、連通管を介してナトリウム溜に移行



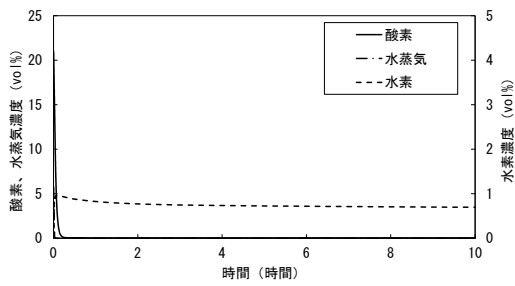
第 2. 4. 1 図 前室における評価の解析体系の概念図



(前室)

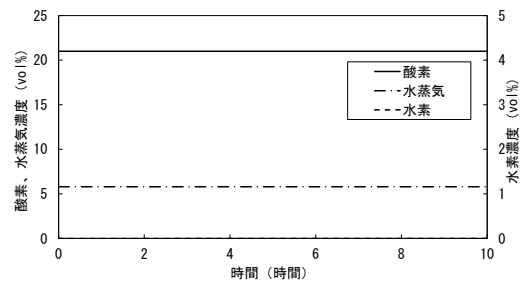


(前室)



(ナトリウム溜)

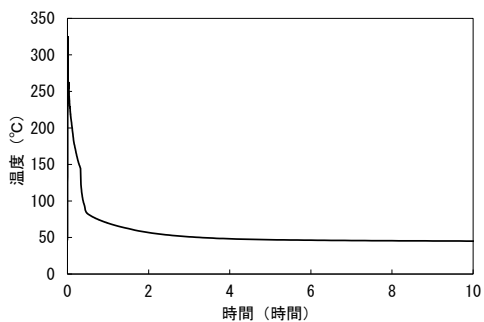
(a) 貫通クラック



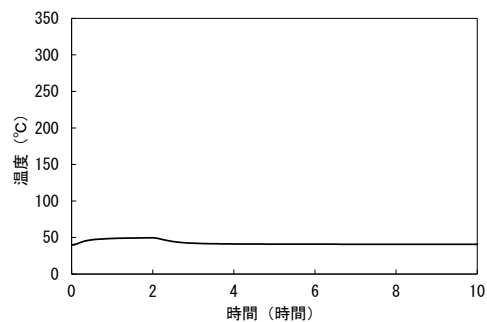
(ナトリウム溜)

(b) 小漏えい

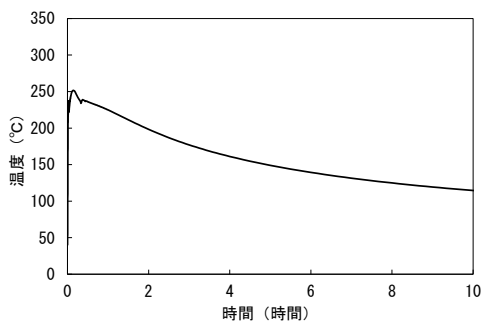
第 2.4.2 図 酸素、水蒸気及び水素濃度の時刻歴変化



(前室)

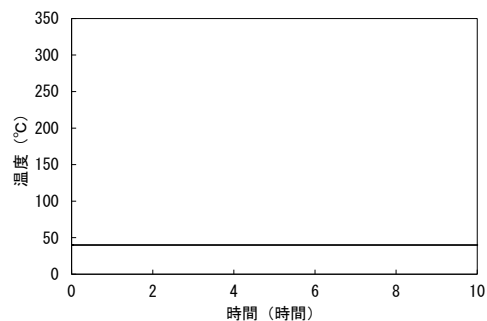


(前室)



(ナトリウム溜)

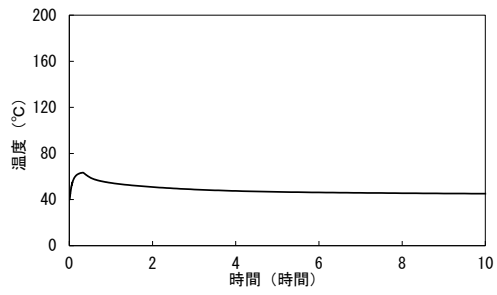
(a) 貫通クラック



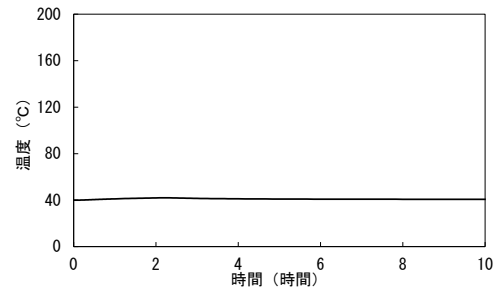
(ナトリウム溜)

(b) 小漏えい

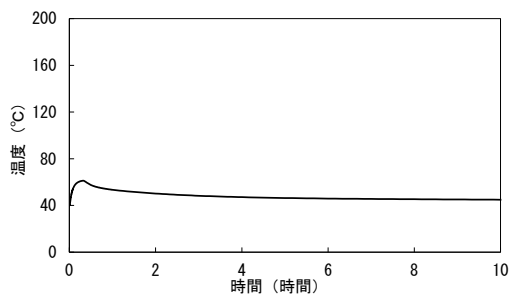
第 2.4.3 図 雰囲気温度の時刻歴変化



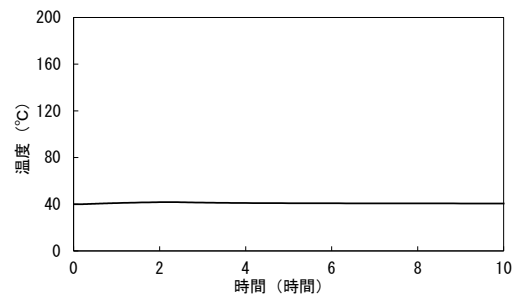
(前室：壁)



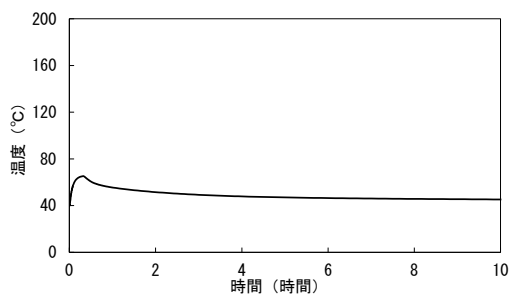
(前室：壁)



(前室：床)

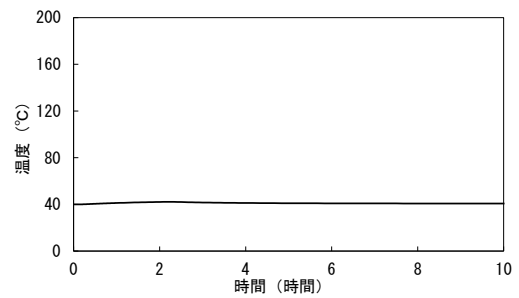


(前室：床)



(前室：天井)

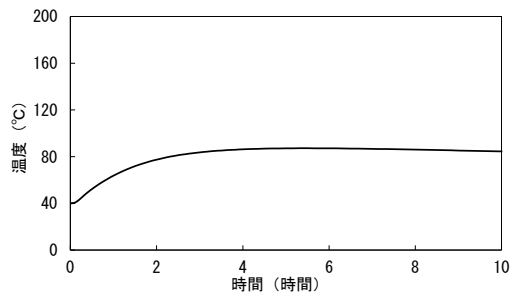
(a) 貫通クラック



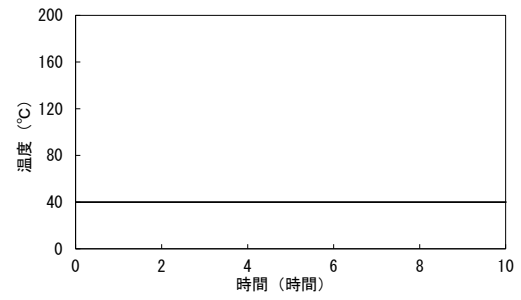
(前室：天井)

(b) 小漏えい

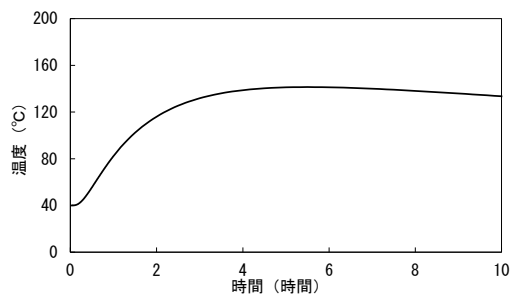
第 2.4.4 図 コンクリート温度の時刻歴変化 (1/2)



(ナトリウム溜：壁)

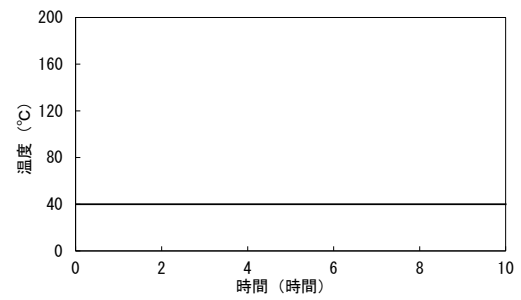


(ナトリウム溜：壁)



(ナトリウム溜：床)

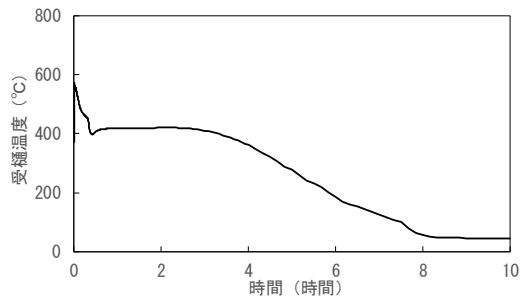
(a) 貫通クラック



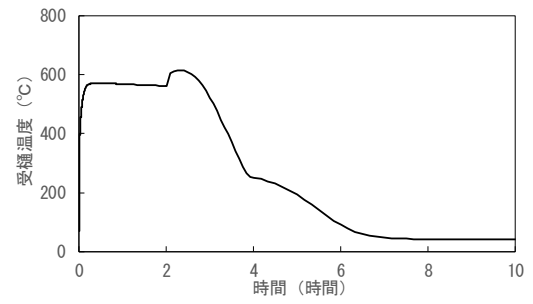
(ナトリウム溜：床)

(b) 小漏えい

第 2.4.4 図 コンクリート温度の時刻歴変化 (2/2)

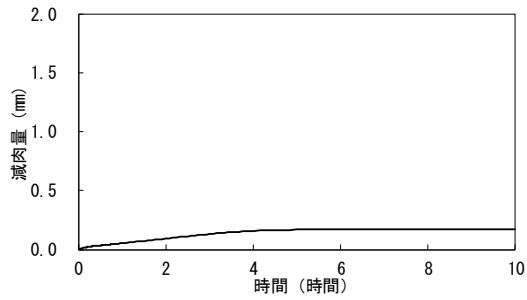


(前室)
(a) 貫通クラック

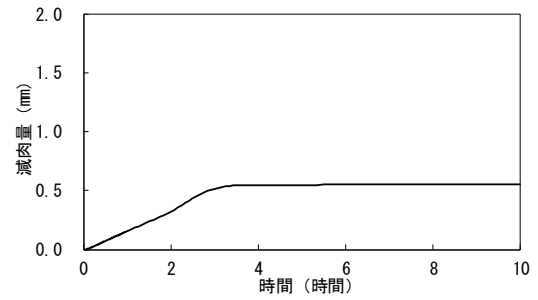


(前室)
(b) 小漏えい

第 2. 4. 5 図 受樋温度の時刻歴変化



(前室)
(a) 貫通クラック



(前室)
(b) 小漏えい

第 2. 4. 6 図 受樋の腐食減肉量の時刻歴変化

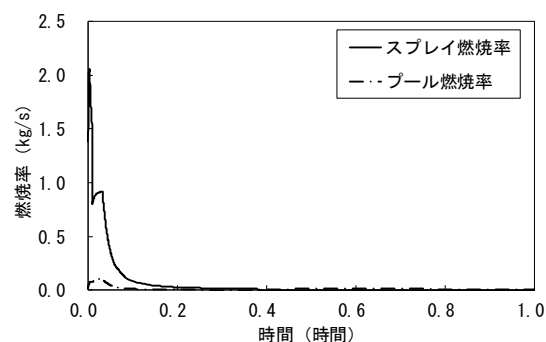
2.5 参考文献

- [1] : “Quarterly Technical Progress Report LMFBR Safety Program”、AI-AEC-13014 (1971)

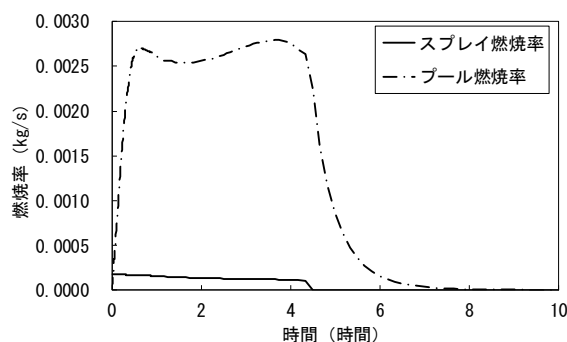
落下高さに対するスプレイ燃焼とプール燃焼の影響の考え方について

配管室及び前室における評価のスプレイ燃焼率とプール燃焼率の比較を第 1 図に示す。

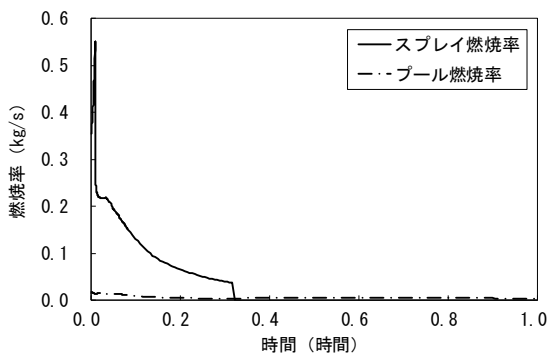
第 1 図に示すとおり、配管室及び前室のいずれにおいても、(a) 貫通クラックを想定した場合にはスプレイ燃焼が、(b) 小漏えいを想定した場合にはプール燃焼がそれぞれ支配的となる。このように、漏えい条件によって、支配的となる燃焼形態が異なるため、両者の燃焼形態を同時に考慮した評価としている。



(配管室)

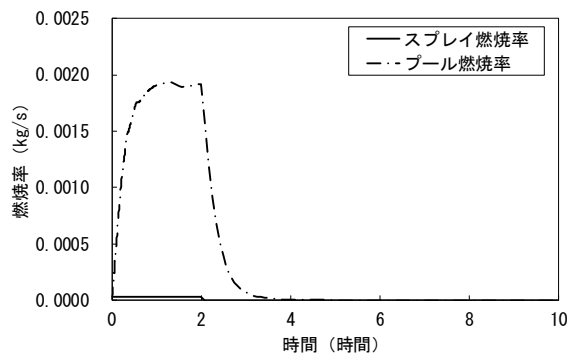


(配管室)



(前室)

(a) 貫通クラック



(前室)

(b) 小漏えい

第 1 図 スプレイ及びプール燃焼率の時刻歴変化

S P H I N C S のモデル及び妥当性確認について

1. はじめに

本資料は、設置許可基準規則第 8 条（火災による損傷の防止）において、2 次系冷却材が漏えいした場合に生じる燃焼影響評価に適用する計算コード S P H I N C S について、

- ・燃焼影響評価において重要となる現象の特定
- ・解析モデルに関する説明
- ・妥当性確認

に関してまとめたものである。

2. 重要現象の特定

2.1 評価指標

S P H I N C S が適用されるナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウム燃焼における評価指標について記載する。

ナトリウム燃焼は、ナトリウム配管が何らかの原因で損傷し、漏えいしたナトリウムが空気中の酸素及び水蒸気と化学反応を起こす現象である。ナトリウムの漏えいが想定される場所としては、主冷却系に加え、補助冷却系、ナトリウム純化系等が挙げられる。

一般に、配管内ナトリウムは雰囲気より圧力が高いため、配管より漏えいしたナトリウムは、コラム状又はスプレー状に噴霧し、床面に落下するまでの間に、直接燃焼する。この燃焼をスプレー燃焼と呼ぶ。液滴状態でのスプレー燃焼は反応表面積が大きく、燃焼開始直後に雰囲気急激な圧力上昇、温度上昇を引き起こす可能性がある。

スプレー燃焼で燃え残ったナトリウムは、床面でプール状に蓄積、拡大され、その表面で燃焼が発生する。これをプール燃焼と呼ぶ。ナトリウムは高沸点のため一般的な火災源（油等）に比べ飽和蒸気圧が低く、結果としてプール燃焼に伴う火炎面はプール近傍のみに形成される特徴がある。また、スプレー燃焼、プール燃焼いずれにおいても、反応生成物がエアロゾルとして白煙状に雰囲気に放出され、換気や通気により周辺に移行する。

ナトリウム燃焼による反応熱に伴い、雰囲気圧力及び雰囲気温度は上昇する。同時に周辺構造物や建屋コンクリート等へ対流等により熱が輸送される。また、燃焼部周辺は高温となるため、輻射による周辺構造物等への熱輸送も行われる。建屋構造物であるコンクリートは水分を有しており、コンクリートの温度上昇に伴い水分を放出する。この水分とナトリウムとの反応により水素が発生する。発生した水素は雰囲気中の酸素と燃焼し、雰囲気の圧力や温度を上昇させる可能性がある。

ナトリウム燃焼が長期にわたり継続した場合には、建屋構造物であるコンクリートの機能劣化（熱的影響による材料劣化等）の影響（建屋健全性）、周辺に設置してある機器の機能喪失（熱的影響による損傷、エアロゾル付着による化学的損傷等）の影響（機器健全性）を考慮する必要がある。

建屋健全性では、構造部材であるコンクリートの損傷に伴う強度劣化が重要となる。熱的にはコンクリート温度上昇に伴う材料劣化が要因となる。また、ナトリウムと水分が反応することにより水素が発生するため、水素燃焼に伴う圧力上昇も建屋健全性に重要となる。さらに、ナトリウムの漏えい

が想定される場所には、コンクリートとナトリウムが直接接触しないように、ライナ又は受樋（以下「ライナ等」という。）が設置される。このライナ等が損傷した場合には、ナトリウム-コンクリート反応が発生する。ナトリウム-コンクリート反応では、コンクリートの侵食及び水素の発生が生じ、結果として建屋健全性に重要な影響を及ぼす。ライナ等の損傷は、ナトリウム及び燃焼生成物環境下での腐食・減肉に加え、高温による変形が考えられる。このため建屋健全性の評価指標としてライナ等の温度を抽出する。

機器健全性については、火災 PRA^[1]では、火災源に隣接する機器の損傷として、熱的影響（雰囲気温度又は火災源からの熱流束）又は爆発的影響（熱的影響+衝撃波+飛来物）を評価指標としている。ナトリウム燃焼も一般火災と発生源は異なるものの、その後のシーケンスは同様であり、燃焼区画の機器健全性評価も重要となる。中でも、水素の急激な燃焼による影響は特に重要となる。加えてナトリウムや反応生成物（NaOH, Na₂O, Na₂O₂）は化学的に活性であり、機器やケーブルに付着することで化学的に機能を喪失させる可能性がある。

以上より、ナトリウム燃焼時の建屋健全性に関する評価指標をコンクリート温度、水素濃度及びライナ温度、機器健全性に関する評価指標を、水素濃度及びエアロゾル濃度とする。

2.2 ランクの定義

S P H I N C Sで評価する事象において考慮すべき物理現象を対象に、**第1表**の定義に従って「H」、「M」、「L」のランクに分類し、「H」及び「M」に分類された物理現象を重要現象として抽出する。

2.3 物理現象に対するランク付け

2.1節で述べた評価指標に関連する物理現象に対して、2.2節のランクの定義に従い、評価指標への影響に応じてランク付けを行った。物理現象の抽出は、PIRT（Phenomena Identification Ranking Table）の作成プロセスにおいて広く行われているシステムの階層的分類に基づき実施し、関連する物理現象を過不足なく抽出し（**第1図**）、さらに評価指標を関連付けることで客観的な判断に基づく重要度評価を実施した。ランク付けは**第2表**のとおりとなり、「H」及び「M」に分類された物理現象を重要現象として抽出した。

ランク付けに当たっては、ライナ等の温度やコンクリート温度は床面で発生するプール燃焼からの影響を強く受けるため、関連する物理現象を相対的に高いランクとした。水素濃度、エアロゾル濃度に関しては、発生源である燃焼に加え、物質輸送の影響を強く受けるため、関連する物理現象を相対的に高いランクとした。

以下に、物理現象ごとに考え方を示す。

(1) 液滴化 [スプレー燃焼]

液滴化（液滴径の平均及び分布）は、スプレー燃焼において反応面表面積を支配する物理現象である。雰囲気温度を上昇させ、コンクリート等の温度に影響する。また、反応生成物であるエアロゾル発生量にも強く影響を及ぼす。このため、建屋健全性に対するランクは「M」、機器健全性については「H」とする。なお、液滴径分布は解析では入力条件となる。

(2) 燃焼(含水分との反応) [スプレー燃焼]

ナトリウムと酸素及び水蒸気との燃焼反応は、雰囲気温度やエアロゾル濃度に強い影響を与える。ただし、スプレー燃焼において、コンクリート等の温度への強い影響は比較的短時間とな

る。このため、建屋健全性に対するランクは「M」、機器健全性については「H」とする。なお、スプレイ燃焼が支配的となる燃焼初期においてはコンクリートからの水分放出は少なく、水素濃度への影響は比較的小さい。

(3) 反応熱移行 [スプレイ燃焼]

反応熱移行は、燃焼により発生した熱の雰囲気及び液滴への熱輸送割合を支配するが、コンクリート等の温度への直接的な影響は限定的である。このため、建屋健全性に対するランクを「M」とする。また、反応熱の熱移行現象は水素濃度やエアロゾル濃度との直接的な相関が小さいため、機器健全性のランクについては「L」とする。

(4) プール拡大挙動 [プール燃焼]

プール拡大挙動は、プール燃焼における反応面表面積を支配する物理現象であり、エアロゾル濃度に影響を及ぼす。また、プール領域下部のライナ等の温度及びコンクリート温度上昇に影響を与える。以上より、建屋健全性及び機器健全性いずれにおいてもランクは「M」とする。

(5) 燃焼(含水分との反応) [プール燃焼]

ナトリウムと酸素及び水蒸気との燃焼反応は、水素濃度やエアロゾル濃度に影響を与えるが、現象としては比較的緩やかであるといえる。ただし、プール燃焼直下にあるライナ等の温度及びコンクリート温度に対しては強い影響がある。したがって、建屋健全性に対するランクは「H」とし、機器健全性に対するランクは「M」とする。

(6) 反応熱移行 [プール燃焼]

反応熱移行は、燃焼により発生した熱の雰囲気及びプールへの熱輸送割合を支配する。プールへ輸送された熱は、熱伝導によりライナ及びコンクリートへ移行する。このため、反応熱移行では、ライナ等の温度及びコンクリート温度に強い影響を与える。したがって、建屋健全性に対するランクを「H」とする。また、反応熱の熱移行現象は水素濃度やエアロゾル濃度との直接的な相関は小さいため、機器健全性については「L」とする。

(7) 熱伝導 [雰囲気・構造物への熱移行]

熱伝導は、ライナ温度及びコンクリート温度の上昇に強い影響を与える。また、結果としてコンクリートからの水蒸気放出に影響を及ぼすことで、評価指標である水素濃度に影響を与える。以上より、建屋健全性に対するランクを「H」、機器健全性に対するランクを「M」とする。

(8) 対流熱移行 [雰囲気・構造物への熱移行]

対流熱移行は、部屋間の圧力差及び温度差に伴う浮力差による対流現象であり、部屋全体及び部屋（セル）間の熱輸送を支配する。このため、対流熱伝達により隣接する部屋のライナ等の温度及びコンクリートの温度に影響を与える。同様にエネルギー輸送に伴うセル間の浮力差の要因となるため、水素濃度及びエアロゾル濃度に対しても影響を与える。このため、建屋健全性及び機器健全性に対するランクはいずれも「M」とする。

(9) 輻射熱移行 [雰囲気・構造物への熱移行]

輻射熱移行は、燃焼面から輻射により周辺壁、天井及び床面に熱が移行される。このため、ライナ等の温度及びコンクリート温度に影響を与える。したがって、建屋健全性及び機器健全性に

対するランクはいずれも「M」とする。

(10) 質量・運動量移行 [雰囲気・構造物への質量・運動量移行]

セル間（部屋間）の質量・運動量移行は、圧力差及び温度差に伴う浮力差を駆動力とした部屋間の運動量輸送現象であり、隣接する部屋のエアロゾル濃度に強い影響を与える。また、運動量輸送の結果水素濃度に対しても影響を与える。したがって、建屋健全性に対するランクは「M」とし、機器健全性に対するランクを「H」とする。

(11) ガス成分濃度移行 [雰囲気・構造物への質量・運動量移行]

ガス成分濃度移行では、酸素の消費に加え水蒸気及び水素の発生、移行が重要な現象となる。ナトリウム燃焼ではコンクリートが昇温されることで水蒸気が放出する。水蒸気はナトリウムと反応することで水素を発生させるため、水素濃度に強い影響を与える。また、エアロゾルについても、酸素とナトリウムとの反応に加え、水蒸気との反応で水酸化物のエアロゾルが生成されるため、エアロゾル濃度にも影響を及ぼす。したがって、建屋健全性及び機器健全性に対するランクは「H」とする。

(12) エアロゾル移行 [雰囲気・構造物への質量・運動量移行]

エアロゾル移行は、エアロゾルの凝集や沈着による部屋内部での堆積及び流動による部屋間の移行であり、エアロゾル濃度に強い影響を与える。また、エアロゾルは雰囲気中の水蒸気と反応するため、水蒸気濃度の変化に伴う水素濃度変化に対し影響を与える。以上より、建屋健全性に対するランクは「M」とし、機器健全性に対するランクは「H」とする。

(13) 化学反応 [その他ナトリウム特有の物理現象]

雰囲気における化学反応は、雰囲気中の水分と反応生成物であるエアロゾルとの反応であり、燃焼熱に比べると雰囲気への温度や圧力に対する影響は比較的小さい。水分と反応生成物との反応では、ナトリウム酸化物が水酸化物に変化するため、水蒸気質量分の濃度変化（単位体積当たりのエアロゾル質量）に影響を及ぼす。また、水素は生成されないものの、水蒸気濃度の低下を伴い、結果として水素濃度に影響を及ぼす。以上より、建屋健全性、機器健全性のいずれにおいてもランクは「M」とする。

(14) ライナ等の腐食・減肉 [その他ナトリウム特有の物理現象]

ライナ等の腐食・減肉は、建屋健全性に影響を及ぼす現象であり、本来ライナ等の温度に対して従属的となるがライナ等の温度と強く結びついている。したがって、建屋健全性に対するランクは「H」とし、機器健全性に対するランクは「L」とする。なお、本現象は、燃焼解析結果より別途評価される。

(15) ナトリウムとコンクリートとの接触 [その他ナトリウム特有の物理現象]

ライナ等の損傷によりナトリウムがコンクリートと直接接触することによりナトリウム-コンクリート反応が発生し、コンクリートを浸食しながら水素を発生させる。このため、建屋健全性及び機器健全性に強い影響を及ぼす。本現象は、ナトリウム-コンクリート反応を伴うシビアアクシデント時の境界条件となる現象であり、ナトリウム燃焼評価の範疇外であるため、ランク付けは行わない。

3. 解析モデルについて

3.1 コード概要

S P H I N C Sは、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構で開発されたコードであり^[2]、プラント内の各部屋を任意の領域（セル）に分割し、各セルの代表値をもとに質点系でナトリウム燃焼にかかる支配方程式を解く、ゾーン（Zone）モデルを採用している。本コードは、高速炉の安全評価で実績のある計算コードCONTAIN-LMR^[3]で用いられているモデルを参考としていることから、解析モデルには共通部分が多い。但し、CONTAIN-LMRは、ナトリウム燃焼やナトリウム-コンクリート反応による格納容器応答、カバーガスから格納容器を通じて環境へと放出される放射性物質の移行挙動を評価することが目的であることに対して、S P H I N C Sは、ナトリウム燃焼に特化し、各部屋の雰囲気や構造物の温度、雰囲気成分やエアロゾル成分を評価するための計算コードである。S P H I N C Sは、幅広いナトリウム漏えい条件に対応するため、漏えい規模が比較的小さい場合にプールが時間とともに拡大するモデルや、経験則を可能な限り排除した機構論的なプール燃焼モデルを有している点がCONTAIN-LMRとの差異である。

3.2 重要現象に対する解析モデル

本資料の2章において重要現象に分類された物理現象について、その物理現象を評価するために必要となる解析モデルを**第3表**に示す。

3.3 解析モデル

S P H I N C Sのモデルは大きく、多セル間の質量（ガス成分種含）、運動量及びエネルギー輸送を評価するフローネットワークモデル、輻射熱移行モデル、スプレー燃焼及びプール燃焼を評価する燃焼モデル並びにエアロゾル移行に関するモデルに大別される。

3.3.1 スプレー燃焼

(1) 液滴化

S P H I N C Sでは、大きさの異なる液滴の燃焼による影響を考慮するため、液滴直径 D の分布式として、以下に示す抜山-棚沢の分布関数^[4]を用いている。

$$\frac{dF}{dD} = \left(\frac{3.915}{D}\right)^6 \frac{D^5}{120} \exp\left(-\frac{3.915D}{D}\right) \quad (1)$$

ここで F はその粒径における体積分率を、 \bar{D} は体積平均直径を示す。解析では体積平均直径を入力で与え、(1)式より体積平均直径における体積分率の1%となる最小、最大直径を計算し、その間を多群（デフォルトでは11群）に分割する。

(2) 燃焼（含水分との反応）

各粒径群におけるスプレー（液滴）燃焼速度は、液滴温度と着火温度の関係により評価式を分けている^[2]。液滴温度が着火温度以下の場合、燃焼速度は熱輸送と物質輸送のアナログを用い、酸素又は水蒸気の流入フラックスより以下の式で計算される^[4]。

$$\dot{m}_f = \frac{\pi C D d}{i} (2 + 0.6 Re^{1/2} Sc^{1/3}) \quad (2)$$

ここで C は反応物（酸素又は水蒸気）の質量濃度、 D は拡散係数、 d は液滴直径、 i は反応量論

比（反応により消費されるナトリウムと反応物の質量割合）である。反応量論比は、Gibbs 自由エネルギー極小化法により評価する（3.3.3 雰囲気・構造物への熱移行（4）化学反応で後述）。また、 Re 、 Sc はそれぞれレイノルズ数及びシュミット数である。

着火温度に達した後では、 d^2 則^{[4], [5]}に基づき、

$$\dot{m} = \frac{\pi \rho K}{4} d, \quad d^2 = d_i^2 - Kt \quad (3)$$

$$K = \frac{8\lambda}{C_p \rho} \ln(1+B), \quad B \equiv \frac{1}{h_{fg}} \left\{ C_p (T_g - T_s) + \frac{H_c Y}{i} \right\}$$

で評価し、強制対流の効果^[6]を考慮した以下の式を用いる。

$$\dot{m}_f = \dot{m}(1 + 0.3Re^{1/2}Pr^{1/3}) \quad (4)$$

ここで、 λ 、 C_p 及び ρ はそれぞれ、ガス成分の熱伝導率、定圧比熱、密度であり、 h_{fg} は蒸発潜熱、 H_c は化学反応熱、 Y は反応物の質量分率である。また、 T_g 及び T_s はそれぞれ周辺ガス温度、液滴温度である。

(3) 反応熱移行

化学反応による発熱量は、

$$Q_{burn} = \sum_j \dot{m}_j H_{c_j} \quad (5)$$

で表される。ここで j は反応物を示す。液滴が沸点よりも低い場合(2)式で用いた相関式を用い、周辺ガスへの熱移行量を以下の式で評価する^[7]。

$$Q_g = \pi d \lambda (2 + 0.6Re^{1/2}Pr^{1/3})(T_s - T_g) \quad (6)$$

残りの発熱は液滴の昇温に寄与する。液滴が沸点に到達すると、(5)式の全熱量からナトリウムの蒸発に必要な以下の熱量（顕熱+潜熱）を除いたものが周辺ガスに移行する。

$$Q_v = \sum_j \dot{m}_j \{ C_p (T_b - T_s) + h_{fg} \} \quad (7)$$

ここで T_b はナトリウムの沸点である。

3.3.2 プール燃焼

(1) プール拡大挙動

S P H I N C S 独自の機構論的な取り扱いとして、小規模漏えい時のプール燃焼影響評価を詳細に解析するため、ナトリウムプールをプール中心から同心円状に分割し、プールの質量とエネルギーが保存するようにプール面積の過渡変化を計算する^[8]。質量保存に関しては、スプレイから落下するナトリウム量、プール燃焼量、半径方向に移流する量の均衡と総量保存を満足する定式化がなされている。プール厚みは、ナトリウムの表面張力と床面（ライナ等）との接触角をもとに以下の式で計算される^[2]。

$$\delta = \sqrt{\frac{2\sigma}{\rho g} (1 - \cos \varphi)} \quad (8)$$

ここで δ はプール厚み、 σ 及び ϕ は表面張力及び接触角である。

エネルギー保存に関しては、スプレー燃焼で過熱されたナトリウムの流入エンタルピー、ナトリウムの蒸発によるエンタルピー、燃焼に伴う発熱によるエンタルピー、ナトリウムの移送に伴い輸送されるエンタルピーを考慮している。

分割された各セル（リング）におけるナトリウム燃焼に伴う質量及びエネルギー輸送は、後述するフレームシート燃焼モデルによりセル単位で評価される。

(2) 燃焼（含水分との反応）及び反応熱移行

プール燃焼における燃焼及び反応熱移行は、フレームシート燃焼モデルにより一括して取り扱われる^{[2], [9]}。これはSPHINCS独自の機構論的なモデルであり、高さ方向（一次的）に、ナトリウムプール、燃焼面（フレームシート）、雰囲気ガスの3つのレイヤーが存在する状況を想定し、それらのレイヤー間における質量及びエネルギーの輸送方程式を解くことで熱移行量を求める。経験的なパラメータ（燃焼面からプールと雰囲気へのエネルギー配分比等）は可能な限り排除し、物理的なメカニズムをコード内で計算することから、汎用性が高い。モデルの出発点として、厚さ無限小の燃焼面を仮定し、燃焼面に流入する物質と熱は、下方のナトリウムプール、及び上方の雰囲気から移行する物質と熱の量（それぞれマスフラックス、エネルギーフラックス）の合計で表されるという基本原理を取り入れる。この基本原理は、次式で表される。

$$N_{Na} = \sum_j \frac{N_j}{i_j} \quad (\text{for mass flux})$$

$$q_b = q_g + q_p \quad (\text{for energy flux})$$
(9)

ここで N はマスフラックスであり、 q はエネルギーフラックスである。下付添字 b 、 g 及び p はそれぞれ燃焼、雰囲気ガス、ナトリウムプールを示す。ナトリウム及び反応物のマスフラックスは、

$$N_{Na} = \frac{C_{Na} D_{Na}}{l} \ln \frac{P}{P - P_{Na}^{sat}}$$

$$N_j = \left(\frac{x_j}{1 - x_j} \right) \frac{C_g D_j}{l} Sh_j$$
(10)

で表される。ここで、 l はナトリウムプール表面からのフレーム高さであり、 x は反応物のモル濃度である。 Sh はシャーウッド数であり、水平平板における自然対流熱伝達^[10]及び熱輸送と物質輸送のアナロジを用い、以下の式で評価する。

$$Sh_j = 0.14(Gr \times Sc_j)^{1/3}$$
(11)

ナトリウムプールからフレーム及び雰囲気ガスからフレームへのエネルギーフラックスはそれぞれ、

$$q_g = q_g^{conv} + q_g^{rad} = \frac{Nu\lambda}{d}(T_f - T_g) + \sigma\epsilon_g(T_f^4 - T_g^4) \quad (12)$$

$$q_p = q_p^{cond} + q_p^{rad} = \lambda \left. \frac{dT}{dz} \right|_{flame} + \sigma\epsilon_p(T_f^4 - T_p^4)$$

となる。ここで、 Nu はヌセルト数、 ϵ は輻射率、 σ はStefan-Boltzmann定数である。輻射率は入力条件となる（これまでの知見より $\epsilon_g=0.65$ 、 $\epsilon_p=0.5$ ）。一方、SPHINCSでは、輻射率を内部で評価するオプションがあり、以下の式で評価される。

$$q_g = q_g^{conv} + q_g^{rad} = \frac{Nu\lambda}{d}(T_f - T_g) + (F_{fg}\alpha_g\epsilon_f\sigma T_f^4 - F_{gf}\epsilon_f\epsilon_g\sigma T_g^4)$$

$$q_p = q_p^{cond} + q_p^{rad} = \lambda \left. \frac{dT}{dz} \right|_{flame} + (F_{fp}\epsilon_p\epsilon_f\sigma T_f^4 - F_{pf}\epsilon_f\epsilon_p\sigma T_p^4) \quad (13)$$

ここで、 F は形態係数、 α は吸収率であり、3.3.3(3)で後述する輻射モデルを用いる。

(12)式又は(13)式中の Nu 数は(11)式を用いる（熱伝送と物質輸送のアナロジ）。なお、フレームからプールへのエネルギーフラックス(q_p)における熱伝導評価（(12)式又は(13)式の右辺第1項）では、反応により生成されたエアロゾルのプール表面落下に伴うエネルギー輸送も考慮するため、生成されたエアロゾルのプール落下割合が別途必要となる（これまでの知見より落下割合は0.75としている。）。

最終的に(9)式はフレーム高さ l 及びフレーム温度 T_f の関数となり、Newton-Raphson法を用いてこれらを求める。

3.3.3 雰囲気・構造物への熱移行

(1) 熱伝導

SPHINCSでは、部屋の周囲の構造物（壁）、床面に敷設されたライナ等について以下の非定常熱伝導方程式を解くことで熱伝導をモデル化している。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot \lambda \nabla T + S \quad (14)$$

ここで S は生成項であるが、コンクリートからの水分放出等で用いられる。

部屋内のガス空間については質点系で代表温度は1点のみであるが、構造は別途多次元に詳細化して温度分布を評価することが可能である。

(2) 対流熱移行

部屋間の対流熱移行については、フローネットワークモデルとして質量・運動量とカップリングして評価される。なお、部屋間の温度差に起因する浮力差により発生する対流通気量（部屋間の交換通気量）もBrown等のモデル^{[11],[12]}をもとに評価している。また、各部屋間の開口は1箇所のみであり、複数開口部の場合はBrown等のモデルより等価な代表開口部を設定する。

部屋内と周辺壁との対流熱伝達については、水平方向（床、天井）では周辺ガス温度(T_{gas})と壁面温度(T_{wall})との大小関係をもとに、以下の相関式により評価する。

$$\begin{aligned}
& T_{gas} > T_{wall} \\
& \quad Nu = 0.067 Ra^{1/3} \\
& T_{gas} < T_{wall} \\
& \quad Ra < 10^7 \\
& \quad \quad Nu = 0.54 Ra^{1/4} \\
& \quad Ra > 10^7 \\
& \quad \quad Nu = 0.14 Ra^{1/3}
\end{aligned} \tag{15}$$

ここで Ra はレイリー数である。また、鉛直方向（側壁等）については以下の式より熱伝達率を評価する^[13]。

$$\begin{aligned}
& Ra < 10^{10} \\
& \quad Nu_x = \frac{3}{4} \left\{ \frac{Pr}{5Pr + 4.9\sqrt{Pr} + 2.4} \right\}^{1/4} Ra^{1/4} \square 0.502 \left(\frac{Pr}{Pr + \sqrt{Pr} + 0.5} Ra \right)^{1/4} \\
& \quad Nu = \frac{4}{3} Nu_x \\
& Ra > 10^{10} \\
& \quad Nu = 0.0185 Ra^{0.4}
\end{aligned} \tag{16}$$

ここで Pr はプラントル数である。

(3) 輻射熱移行

雰囲気ガスと各壁面の輻射フラックスは輻射率を入力で与えた場合、以下の式で評価する。

$$q_{ri} = \sigma \varepsilon_{ri} (T_g^4 - T_i^4) \tag{17}$$

S P H I N C S 内部で輻射率を計算する場合^[2]、(17)式の代わりに以下を用いる。

$$q_{ri} = \sigma \varepsilon_{si} (\varepsilon_m T_g^4 - \alpha_m T_i^4) \tag{18}$$

ここで、下付添字 m はガス成分と反応生成物であるエアロゾルの両方の影響を加味した値である。また、(18)式中の ε_s は壁面での反射を考慮した等価輻射率であり、表面での輻射率 ε_i をもとに以下のように計算される。

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_i + 1}{2} \tag{19}$$

本モデルでは、輻射率 (ε) と吸収率 (α) は等価として扱う。壁面輻射率 (ε_i) は入力値で与える。一方、ガス成分とエアロゾルの両方を考慮したガス輻射率 (ε_m) は、以下の式で評価される^[14]。

$$\begin{aligned}
\varepsilon_m &= \varepsilon_a + \varepsilon_g - \varepsilon_a \varepsilon_g \\
\alpha_m &= \alpha_a + \alpha_g - \alpha_a \alpha_g
\end{aligned} \tag{20}$$

ここで下付添字は a がエアロゾルを g がガス成分を指す。エアロゾルの輻射率は、以下に示す Felske and Tien のモデルを用いる^[15]。

$$\begin{aligned}\varepsilon_a &= 1 - \frac{15}{\pi^4} \varphi^{(3)}(y), \quad y = 1 + \alpha_{\lambda_m} L T_g \frac{\lambda_m}{c_2} \\ \lambda_m &= 0.94 \mu m \\ \alpha_{\lambda_m} &= 4000 \rho_a f_v\end{aligned}\tag{21}$$

ここで $\varphi^{(3)}$ はペンタガンマ関数であり、 L は等価長さとなる。また、 ρ_a 及び f_v はそれぞれエアロゾル密度、エアロゾルの体積分率であり、 c_2 は放射第二定数(the second radiation constant in Plank's radiation formula)と呼ばれる。

(4) 化学反応（雰囲気反応及び燃焼反応）

S P H I N C Sにおける雰囲気での化学反応、スプレイ燃焼及びプール燃焼での反応量論比の評価はB I S H O Pプログラム^[16]によって行われる。B I S H O Pでは、Gibbs 自由エネルギー極小化法をもとに、定圧条件下でNa, O₂, N₂, H₂, H₂O, NaOH, Na₂O, Na₂O₂の平衡状態を化学ポテンシャルである Gibbs 自由エネルギーが極小となる組成をラグランジュ未定定数法により求めている。ナトリウム化合物としては上記のほかNaHが存在するが、B I S H O Pでの評価により900K程度で完全に熱分解する^[16]こと、雰囲気中の水素濃度を保守的に評価することを考慮し、NaHが存在しない状態での平衡としている。

水素(H₂)は平衡状態では酸素(O₂)と共存しない(化学ポテンシャルとしては水(H₂O)の方が低い)が、反応に必要なエネルギー障壁が比較的高いため実現象では共存する。S P H I N C Sでは、水素再結合割合を入力変数にて指定することで、雰囲気内での水素と酸素の共存を模擬している。

雰囲気での化学反応については瞬時平衡を仮定し、平衡前後での変化量を数値計算内でのタイムステップで除すことで反応速度としている。なお、水素再結合割合を100%未満とした場合、雰囲気中では水素の酸素等との反応は考慮しない。また、燃焼モデル中では、前後での反応物変化量とナトリウム変化量をもとに量論比を計算している。

3.3.4 雰囲気・構造物への質量・運動量移行（ガス成分濃度移行含む。）

(1) フローネットワークモデル

フローネットワークモデルでは、セル内の質量保存及び運動量保存をもとに圧力方程式を構築し、セル間移流量の過渡変化を計算する。運動量保存はセル間の流量と圧力損失に加え、セル間温度差に起因する浮力差に伴う交換通気量もBrown等のモデル^{[11], [12]}を用い支配方程式に組み込まれている。

質量保存における生成項は、燃焼に伴う質量変化、反応生成物であるエアロゾルの壁面付着に伴う質量変化及びコンクリートからの水分放出に伴う質量変化を考慮する。

各ガス成分種における支配方程式は、エネルギー保存と同様にセル間の移流に伴う成分種の輸送及び生成項として、燃焼及び雰囲気での化学反応、コンクリートからの水分放出を考慮している。なお、エネルギー保存と異なり、壁面でのガス成分種の放出、吸着は考慮しない(濃度勾配=0条件)。

(2) コンクリートからの水分放出モデル

コンクリートからの水放出量を自由水と結合水の組み合わせでモデル化し、S P H I N C S上

では、表形式により規定され、温度変化に伴う放出量変化より水分放出量（速度）が評価される。

3.3.5 エアロゾル移行

(1) フローネットワークモデル

エアロゾルのセル間移行については、ガス成分濃度移行と同様にセル間の移流及び周辺壁（天井、床含む。）への沈着を生成項としてフローネットワークモデル内で評価される。

(2) 凝集・沈着モデル

S P H I N C S では、エアロゾルのセル内での挙動として、粒径分布、ブラウン拡散、熱泳動、重力沈降、凝集、沈着及びナトリウム燃焼に伴うエアロゾルの生成を考慮するため、A B C - I N T G プログラム^[17]を組み込んでいる。

各代表粒径におけるエアロゾルの数密度 $n(v, t)$ は Wen 等のモデル^[18]を用い、以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \frac{\partial n(v, t)}{\partial t} = & \frac{1}{2} \int_0^v n(v', t) n(v-v', t) \beta(v', v-v') dv' \\ & - n(v, t) \int_0^\infty n(v', t) \beta(v, v') dv' - R(v) n(v, t) + S(v, t) \end{aligned} \quad (22)$$

ここで、 V は体積、 β, R, S はそれぞれ凝集率、沈着率、生成項であり、Gelbard 等のモデルを用いる^[19]。エアロゾルの粒径については OECD/NEA により推奨されている対数正規分布を用いる^[20]。

4. コードの検証及び妥当性確認

4.1 重要現象に対する妥当性確認方法

S P H I N C S の評価マトリクスを**第 4 表**に示す。**第 4 表**はナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウム燃焼で評価する全事象を包絡するように、本資料の 2 章で重要現象に分類された物理現象を列挙している。各試験解析の内容について詳細を 4.2 節以降に示すが、それらの要約を 4.1.1 項から 4.1.6 項に示す。総合効果試験としては、実規模体系での大規模なナトリウム漏えい及び燃焼を直接模擬したものはないが、1995 年に「もんじゅ」で発生したナトリウム漏えい及び燃焼を模擬したナトリウム漏えい燃焼実験-II (RUN-D4) を対象とした試験解析を実施する。

ナトリウムが漏えいした場合に生じるナトリウム燃焼では、ライナ等の腐食・減肉及びライナ等の破損後のナトリウムとコンクリートとの接触は重要な物理現象となるが、S P H I N C S では、ライナ部周辺環境（ナトリウム温度、ライナ上のナトリウム及び反応生成物の質量等）を評価し、その評価結果をもとに別途上記物理現象が評価される。したがって、上記 2 つの物理現象を直接的に妥当性評価の対象とすることは不要とした。

4.1.1 単一液滴燃焼実験

単一液滴燃焼実験^[21]の解析により、S P H I N C S で採用されたスプレイ燃焼モデルの妥当性を確認する。

4.1.2 スプレイ燃焼実験 (RUN-E1)

スプレイノズルから噴出されたナトリウム液滴群の燃焼実験^[22]を解析し、液滴群としてのスプレ

イ燃焼モデル、実験装置内への熱移行の妥当性を確認する。

4.1.3 プール燃焼実験 (RUN-D1)

試験装置内に設置されたナトリウムプールにおけるプール燃焼実験^[23]の解析により、SPHINCSで採用されたプール燃焼モデル及び雰囲気への熱移行、物質（エアロゾル）移行の妥当性を確認する。

4.1.4 小規模プール燃焼実験 (RUN-F7)

試験装置内で一定高さからコラム状に滴下させプール拡大挙動を伴ったプール燃焼実験^[24]の解析を実施する。これによりプール拡大挙動の妥当性を確認するとともに、雰囲気への熱移行、物質・運動量移行の妥当性を確認する。

4.1.5 マルチセルプール燃焼実験 (RUN-D3)

鉛直断面内に開口部を有した水平2室におけるプール燃焼実験^[25]の解析を行い、SPHINCSにおける雰囲気への熱移行、物質・運動量移行（フローネットワークモデル）の妥当性を確認する。

4.1.6 ナトリウム漏えい燃焼実験-II (RUN-D4)

総合試験解析として、「もんじゅ」におけるナトリウム漏えいを模擬した燃焼実験^{[26], [27]}解析を行い、SPHINCSがナトリウム燃焼評価に適用できることを確認する。また、雰囲気中の水蒸気及びコンクリート加熱により生じる水蒸気の放出に伴う水素発生量の評価を行い、SPHINCSで採用された雰囲気における化学反応モデルの妥当性を確認する。

4.2 単一液滴燃焼実験解析

(1) 単一液滴燃焼実験の概要

本実験は、空気雰囲気におけるナトリウム単一液滴の落下燃焼実験^[21]であり、ナトリウム燃焼解析コードの検証を目的として1997年に原子力機構（当時は動燃）にて実施したものである。

単一液滴燃焼実験装置の概要を第2図に示す^[21]。液滴はベータアルミナ板に電位差を与えてナトリウムを一定速度で透過させ内径0.2mm、外径0.5mmのノズルより押し出すことで生成される。押し出しにより生成された液滴は試験容器内を自由落下しつつ燃焼し、2.68m下方にある液滴回収容器中のパラフィン内に滴下する。落下前の液滴径は、供給ナトリウム量をベータアルミナ板の印加電荷量から求め、その真球換算から約3.8mmとなっている^[21]。この評価に基づき、解析での液滴径を3.8mmとした。実験での主な計測項目は、液滴質量変化、雰囲気酸素濃度及び高速度ビデオを用いた液滴落下速度である。実験では、1ケース当たり50個滴下させ、その平均及びばらつきを評価するとともに、計測系の不確かさについても評価している。第5表に実験結果概要を示す。

(2) 単一液滴燃焼実験の解析結果

実験結果との比較として第3図に燃焼量を示す。化学反応による Na_2O_2 と Na_2O の生成割合を入力値で変化させた場合、 Na_2O_2 との反応割合が大きくなると、より多くの酸素が反応に必要なため、ナトリウムの燃焼量は低下している。反応割合の計算に量論比モデルBISHOPを用いると、ばらつきの範囲内で燃焼量の実験結果を再現している。第4図に落下速度を示す。落下速度も実験結果のばらつきの範囲で再現している。以上により、SPHINCSの単一液滴として

のスプレー燃焼解析の妥当性が確認された。なお、以降の解析ではB I S H O Pを用いた。

4.3 スプレー燃焼実験(RUN-E1)解析

(1) スプレー燃焼実験(RUN-E1)の概要

RUN-E1 は、空気雰囲気における大規模・長時間のナトリウムスプレー燃焼実験^[22]であり、ナトリウム燃焼解析コードの検証を目的として1985年に原子力機構(当時は動燃)にて実施したものである。

スプレー燃焼実験装置を**第5図**に示す^[22]。試験装置は直径3.6mの密閉容器であり、内径8.7mmのスプレーノズルが容器内に設置されている(高さ3.98m)。落下したナトリウムは、下端面での傾斜により燃焼抑制室に流入することで、プール燃焼の影響を除いている。ナトリウム液滴の平均径は体積平均で約2mm(水試験及び当該ノズル(遠心型加圧フルコーンノズル)の液滴径に関する実験式に基づいて決定)^{[22], [28]}であり、漏えい温度は505℃、漏えい量は510g/s(1,800s)となっている。実験では、容器内圧力、温度、エアロゾル濃度が測定されている。

(2) スプレー燃焼実験の解析結果

第6図に解析結果と実験結果との比較を示す。ガス温度(**第6図(a)**)に関しては、解析体系での平均値となるため、スプレーの内部や高温化した気体の上昇流の通過点で測定された実験結果に比べると低めの評価となっている。実験では熱電対にナトリウム液滴の付着の影響も考えられること、また、後述するガス圧力については概ね実験結果を再現しており、実験領域でのエネルギーの観点も含め実験結果と整合していることが確認された。なお、図中のスプレーノズル下方に設置した熱電対(TE2082)は600s以降で約400℃となっているが、これは未燃焼の滴下ナトリウム(ノズル出口温度505℃)の影響を受けているためと考えられる。

ガス圧力については**第6図(b)**に示すように、実験の後半で若干実験結果よりも低めに推移するものの、圧力の立ち上がり挙動及び最高圧力は実験結果と整合している。

第6図(c)に酸素濃度の実験結果との比較を示す。図中実験で測定された(B)及び(C)のデータは、実験装置から測定装置までのラインが長く、その間の時間遅れを考慮したものとなっている^[22]。ただし、ライン中の酸素濃度の拡散までは考慮していない。図に示すように、解析ではセル全体での平均酸素濃度を評価しているため、酸素濃度の急激な減少は再現できないものの、全体としての減少傾向は実験と整合している。

第7図に壁面への熱流束の解析結果と実験結果との比較を示す。実験ではスプレーノズルと同じ高さに、2つの熱流束計を取り付け、一方を遮蔽体で覆うことで、対流に伴う熱流束(遮蔽体付)と対流に加え輻射による熱流束を測定している。**第7図**に示すように、実験では比較的対流による熱流束の割合が高くなるが、全体の熱流束のピーク値は実験結果と整合している。対流熱伝達による熱流束については、実験での考察においても想定される自然対流熱伝達に伴う熱流束(約4,000kcal/hr/m²(4,650W/m²))よりも測定値が高くなっていることが指摘されており^[22]、解析結果の対流熱伝達による熱流束値が最大で約6,000W/m²であることを考慮すると、解析結果は妥当であるといえる。

以上より、S P H I N C Sのスプレー燃焼解析の妥当性が確認された。

4.4 プール燃焼実験(RUN-D1)解析

(1) プール燃焼実験 (RUN-D1) の概要

RUN-D1 は、空気雰囲気における大規模・長時間のナトリウムプール燃焼実験^[23]であり、ナトリウム燃焼解析コードの検証を目的として 1985 年に原子力機構（当時は動燃）にて実施したものである。

プール燃焼実験装置を第 8 図に示す^[23]。実験装置は約 4m(W)×4m(D)×3m(H)の空間に 1.5m(W)×1.5m(D)×0.5m(H)のプール（燃焼皿）を設けた構造となっている。実験では、505℃のナトリウムをプール下端から 2.56kg/s で 215s 間供給し、その後約 1hr 燃焼を継続させている（供給終了時のナトリウムプール高さは約 0.3m、総供給量は約 550kg である。）。また、実験中の酸素濃度の急激な低下を抑制するために、実験装置上部から酸素を約 200l/min で同様に約 1hr 継続して供給している。

実験では、雰囲気、ナトリウム、コンクリートの各温度履歴、圧力履歴、エアロゾル濃度を計測するとともに熱流束計を用い、直接計測ではないものの、輻射熱流束の評価を行っている。

(2) プール燃焼実験の解析結果

解析結果と実験結果との比較を第 9 図に示す。ガス温度（第 9 図(a)）については、実験では測定高さ（第 8 図）により約 30℃程度違いがあるものの、概ね体系内で同様な温度履歴となっており、解析結果は若干高めとなっているものの実験との整合性は高い。

一方、プール中ナトリウム温度（第 9 図(b)）及びプール下端でのライナ温度（第 9 図(c)）については解析結果では最大値でそれぞれ、約 40℃（ナトリウム温度）、約 20℃（ライナ温度）と実験よりも過小評価となっているが、概ね実験と整合している。

壁におけるライナ及びコンクリート温度については、第 9 図(d)及び(e)に示すように、ライナ温度はガス温度の影響で若干実験結果よりも高めに評価するものの、いずれも実験との整合性は高い。

酸素濃度の比較結果を第 9 図(f)に示す。実験では、酸素供給期間（3,600s(60min)）でほぼ一定値（約 17mol%）で推移し、酸素供給停止後酸素濃度が低下している。解析では、若干酸素の消費が多いものの、概ね実験結果と整合している。

第 9 図(g)にエアロゾル濃度分布の比較を示す。図に示すように、解析では実験に比べ約 4 倍の濃度となっており、エアロゾル濃度を過大評価している。RUN-D1 実験では、中心部に設置されたプール周囲壁の高さが約 500mm であり、ナトリウムプール液深（約 300mm）よりも周囲壁が高い構造となっている。また、実験体系全体の換気も弱く、プール燃焼で生成した反応生成物であるエアロゾルが比較的プールに落下しやすい体系のためと考えられる。

第 9 図(h)に壁面への熱流束の比較結果を示す。全体の熱流束としては、図中実線で示すように、初期の立ち上がりは実験との整合性は高いものの、約 600s 以降解析結果は実験結果に比べ約 30% 程度過大に評価している。なお実験では約 2,400s で熱流束計が破損している。

実験では高さ約 2,000mm の位置で 1 箇所計測されたものであること、また、壁ライナ及びコンクリート温度については実験と解析で概ね一致していることより、解析結果は妥当であると考えられる。実験における輻射熱流束（シールド付輻射系測定値との差分、図中点線）は測定期間で約 100W/m² であり、実験での考察^[23]においても、輻射熱流束の過小評価の可能性が指摘されている。実験では、ガス温度から推定される自然対流熱流束を全体から差し引いた値（図中の一点鎖

線)を輻射熱流束値としており、全体に対する輻射熱流束の割合として約60%と評価している。解析では全体的に熱流束値が実験に比べ高いものの、輻射熱流束の割合は60~80%となっており、実験における考察と整合しており、輻射モデルの妥当性が確認された。

以上より、SPHINCSでは、エアロゾル濃度を実験結果に比べ高めに評価するものの、それ以外については実験を概ね再現しており、プール燃焼モデルの妥当性が確認された。

4.5 小規模プール燃焼実験(RUN-F7)解析

(1) 小規模プール燃焼実験(RUN-F7)の概要

RUN-F7は、空気雰囲気における小規模のナトリウムプール燃焼実験^[24]であり、ナトリウム燃焼解析コードの検証を目的として1998年に原子力機構(当時は動燃)にて実施したものである。

小規模プール燃焼実験装置の概要を第10図に示す^[24]。実験装置は直径約1.3m、高さ約2.2mの円筒形の容器であり、内部にナトリウム漏えい用のノズルが設けられている。ノズルからはコラム状にナトリウムが滴下し、下端面にナトリウムプールを形成する。ナトリウムプールは漏えい時間とともに拡大する。実験では、漏えい高さを変化させている。

(2) 小規模プール燃焼実験の解析結果

解析結果と実験結果の比較を第11図に示す。ガス温度を第11図(a)に示す。測定点は床面から高さ0.5mの位置で、壁から0.05mm(ピーク温度の低い4点)及び0.3m(ピーク温度の高い4点)にて周方向90度毎に配置されている。実験後半で解析結果は実験結果よりも保守的(高温)となり、また、温度低下開始時刻も遅くなっている。本解析におけるナトリウムプール面積は約0.42m²となり、実験結果(約0.28m²)よりも約50%過大に評価する結果となっている(第11図(b))。

第12図に実験開始後40min(2,400sec)でのプール表面を示す。図に示すように、プール表面にパンケーキ状に反応生成物が付着しており、実験では燃焼が抑制されたものと考えられる。またパンケーキ状の物質は比較的厚く堆積しており、ナトリウムがよりパンケーキ状の物質に捕捉されたと思われる。解析ではこれらの影響は無視しており、結果的にプール面積を過大に評価したものと考えられる。この燃焼抑制効果の影響評価として、単純にプール燃焼量が以下の形で抑制されるモデルを仮定し評価した。評価結果を第13図に示す。

$$N_{Na}^* = N_{Na} \frac{\text{計算セル中ナトリウム質量}}{\text{計算セル中プール全質量}} \quad (23)$$

ここで N_{Na} は(9)式から計算される理想的燃焼量である。第13図(a)に示すように、燃焼抑制効果を考慮することで、ガス温度は実験への整合性が高くなることが確認された。ただし、実験で見られた燃焼抑制効果は小規模プールで顕著に表れる現象であり、保守性の観点を踏まえSPHINCSでは考慮しないこととする。

第11図(c)~(h)に漏えい中心(r=0m)から各位置におけるプール下端(床面)ライナ温度の時刻歴変化を示す(中心以外は周方向90度毎の分布)。実験終了後でのプール半径は約0.3mであり、第11図(c)~(g)におけるライナ温度の急激な上昇はナトリウムの到達時刻となる。解析ではr=0.1mまではほぼ実験と同じ時刻に温度が上昇しているが、それ以降(第11図(f)~(g))では実験よりも若干早い時刻でナトリウムが到達している。また、全体的に実験結果に比べ温度を保守的に評価している。第13図(b)に示すように、燃焼抑制効果を考慮すれば、ライナ温度は実験

結果と概ね整合する。なお、**第 11 図(c)～(e)**において 1500s 付近で温度上昇が顕著に見られているが、これは未燃焼ナトリウムの供給によりナトリウム温度の上昇が抑制されていたものが、供給停止 (1,505s) ^[24]により緩和されたためである。

雰囲気中の酸素及び水蒸気の濃度変化については、**第 11 図(i)及び(j)**にそれぞれ示すとおり、酸素濃度は実験後半で若干解析の方が低下しているものの、概ね実験結果と整合している。また、エアロゾル濃度の分布も同様に、実験後半で濃度を過大に評価する傾向があるものの、概ね実験と整合している (**第 11 図 (k)**)。

以上より、SPHINCSでは、小規模プールに見られるプール表面への反応生成物付着に伴う燃焼抑制効果を考慮していないため、ガス温度やナトリウムプールの広がり (プール面積) を高めに評価する。この結果、ナトリウム燃焼量が増加しプール下端ライナ温度を保守的に評価するものの概ね実験結果を再現しており、ナトリウムプールの広がりを含めたプール燃焼モデルの妥当性が確認された。

4.6 マルチセルプール燃焼実験 (RUN-D3) 解析

(1) マルチセルプール燃焼実験 (RUN-D3) の概要

RUN-D3 は、ナトリウムプール燃焼の隣接する部屋への影響 (熱及び物質の移行挙動) を調べるための実験^[25]であり、1994年に原子力機構 (当時は動燃) にて実施したものである。

マルチセルプール燃焼実験装置の概要を**第 14 図**及び**第 15 図**に示す^[25]。実験装置はプール燃焼実験 (RUN-D1) と同じものを用い、装置内を図に示すように 2 枚の仕切り板で分離することで水平方向 2 セルとしている。プール燃焼も RUN-D1 実験と同様に 1.5m×1.5m のプール容器に 500℃のナトリウムを約 0.46kg/s で 2min (総量約 55kg) 供給している。

実験では、両セルの温度、酸素濃度並びにエアロゾル濃度を計測している。

(2) マルチセルプール燃焼実験の解析結果

実験結果とのガス温度の比較を**第 16 図**に示す。燃焼室に関しては、実験ではプールに近い位置では高い温度履歴 (図中○ (床面から約 0.4m)、△ (同約 1.3m)) となっているが、その他の位置では概ね解析結果と一致している。また、連通室についても燃焼室と同様に解析結果が、一部を除き実験結果と整合している。なお、連通室で一部温度の低い領域が見られているが、これは開口部よりも下方であり、温度成層化が見られていると考えられる。

第 17 図にコンクリート温度の実験結果との比較を示す。燃焼室に関しては、解析結果は実験結果の範囲にある。連通室に関しては若干実験結果よりも高めに推移するものの、ガス温度の解析結果と実験結果との整合性も考慮し、解析結果は妥当であるといえる。

第 18 図にナトリウムプール直下にある燃焼皿ライナ温度の比較結果を示す。実験ではナトリウムを 2min で充填するため、解析では受皿中心と周辺部での温度変化の時間遅れは概ね充填時間に相当しているものの、実験では温度上昇の時間遅れが大きくなっている。実験ではライナ変形等により下端部に傾斜が発生し、その影響で初期のプール広がり及び燃焼が部分的となったことが考えられる。このためかこれまでの妥当性解析と比較すると、解析ではライナ温度を若干低めに評価する傾向が見られる。

第 19 図に解析における、浮力差に伴う対流通気量 (Buoyancy driven) 及び圧力差に伴う対流

通気量 (Pressure driven) の比較を示す。実験では通気量全体の測定は行われておらず、また、これらの通気量を分離して計測することは困難であり、直接的な妥当性評価はできないものの、部屋間の対流通気に占める浮力差起因の割合は高く、温度変化は実験結果と整合しており、対流通気モデルは妥当であるといえる。

第 20 図にそれぞれの部屋の酸素濃度並びにエアロゾル濃度の比較結果を示す。酸素濃度については 2,000s 以降で解析結果は若干濃度低下が遅くなる傾向があるものの、概ね実験結果と整合している。なお、解析では燃焼室の方が酸素濃度は低下しているものの、実験では、一部連通室側の酸素濃度の方が低下している傾向が見られるが、連通室側の酸素濃度は図に示すように位置により若干変化しており、明確な違いにはなっていないと考えられる。エアロゾル濃度については、燃焼室及び連通室における濃度上昇の時間遅れは解析と実験で一致しており、対流通気モデルが妥当であることがいえる。また、実験では約 500s～1,000s の間で解析結果よりも高い濃度推移を示しているが、これは受皿ライナ温度 (第 18 図) に見られるように、実験初期で比較的燃焼に乱れが生じていた可能性があり、燃焼生成物のプールへの落下割合が変化したことが予想される。また、解析では実験後半で連通室側の濃度の方が若干ではあるが上昇している。これは燃焼室側のガス温度が高く、熱拡散に伴う壁面付着量が増加したことと、若干ではあるが壁面、床面面積が連通室側で小さくなっているためである。

以上より、実験では特に初期において燃焼形態が不明な部分があり、SPHINCS では、燃焼皿ライナ温度やエアロゾル濃度に違いが見られるものの、ナトリウム燃焼を伴わない連通室でのガス温度、コンクリート温度、エアロゾル濃度は概ね実験結果と整合しており、複数部屋間の対流通気を含めた燃焼解析の妥当性が確認された。

4.7 ナトリウム漏えい燃焼実験-II (RUN-D4) 解析

(1) ナトリウム漏えい燃焼実験-II (RUN-D4) の概要

本実験は 1995 年に発生した「もんじゅ」2 次系ナトリウム漏えい及び燃焼の原因究明の一環として、ダクトやグレーチング等の実際の構造物を模擬したモックアップ実験^{[26], [27]}であり、1997 年に原子力機構 (当時は動燃) にて実施したものである。

ナトリウム漏えい燃焼実験-II 実験装置概要を第 21 図に示す^{[26], [27]}。ナトリウムの漏えいは実際と同様に熱電対 (第 21 図中の温度計) より 480°C、約 40～50g/s で約 220 分間漏えいさせている (総漏えい量約 690kg)。

実験では、各位置での温度分布、水蒸気、水素濃度分布、エアロゾル分布が測定されている。なお、実験では約 3hr 後に床ライナが損傷し、ナトリウムが直接コンクリートと反応しており、本妥当性評価は実験開始後から 3hr 程度までを対象とする。

(2) ナトリウム漏えい燃焼実験-II の解析結果

第 22 図に解析結果と実験結果との比較を示す。ガス温度については第 22 図 (a) に示すように解析は室内平均のため実験結果に比べ若干低めの評価となっている。測定点は燃焼影響が比較的大きい箇所に配置されており、その中での代表点をプロットしているが、漏えい点付近でガス温度が高い傾向にある。コンクリート温度 (第 22 図 (c)) は概ね実験と整合している。以上より、解析結果は妥当であると考えられる。

床面におけるライナ温度については第 22 図(b)に示すように、平均値では立ち上がりが実験に比べ穏やかであるものの、漏えい中心では実験結果と同様な立ち上がりを示す一方で、全体的な温度は約 100℃程度実験よりも低い結果となっている。実験ではライナ最高温度が約 800℃程度まで上昇しているが、これは他のプール燃焼実験(第 9 図(c)、第 11 図(c)、第 18 図)と比較しても約 100℃以上高い結果となっている。実験では燃焼領域の可視化のためカメラが装置内に組み込まれており、視界を確保するため相当量の空気がカメラから流出している。このため、通常のプール燃焼で見られる自然対流による空気の供給ではなく、強制対流による空気の供給が起こったものと考えられる。

酸素濃度(第 22 図(d))については、解析では初期の酸素濃度低下傾向が緩やかなものの、低下幅は概ね実験結果と整合しており、解析結果は妥当であると考えられる。水蒸気濃度の時刻歴変化を第 22 図(e)に示す。実験では、計測ライン通過中の吸湿が指摘されており^[27]、その影響を補正したデータ(図中△)を併せて示している。解析結果は図に示すように、補正したデータと概ね一致しており、解析は妥当であると考えられる。なお、実験結果では 3hr 以降で水蒸気濃度が上昇しているが、これはライナ破損によるナトリウムとコンクリートとの反応で周辺コンクリートが加熱され、コンクリートからの水分放出が増加したためと考えられる。

水素濃度については第 22 図(f)に示すように、再結合割合を 90%とすることで実験結果を概ね包絡しており、本モデルを用いた解析が妥当であるといえる。なお、3hr 以降で 1,000vol ppm を超える値が実験で計測されているが、これはナトリウム-コンクリート反応で水素が直接生成されたためと考えられる。

雰囲気におけるエアロゾル濃度については第 22 図(g)に示すように、初期時刻歴において解析結果は実験結果よりも若干低目となるが、1hr~3hr の範囲では概ね実験結果の範囲内となっており、本モデルが妥当であることが確認された。なお、初期については、実験では滴下したナトリウムの飛散が観察されており、液滴燃焼に伴うエアロゾル発生がより多くなったためと考えられる。

以上より、SPHINCSにより総合的なナトリウム燃焼現象としてナトリウム漏えい燃焼実験-II(RUN-D4)の解析を行った結果、ライナ温度については、実験装置特有の影響で過小評価となる傾向が見られたものの、その妥当性が確認された。

4.8 重要現象に対する不確かさ

4.2 節から 4.7 節で実施した妥当性確認では別途不確かさ評価を行い、その感度を把握している。第 6 表に不確かさ評価結果概要を示す。

5. 実機解析への適用性

5.1 重要現象への適用性

(1) 液滴化(スプレイ燃焼)

液滴化は入力条件となるため妥当性確認は不要であるが、スプレイ燃焼実験解析により、液滴形状が予測された条件での妥当性確認及び感度解析を実施した。SPHINCSでは、質点近似モデルを用いているため、ガス圧力値を比較することで実験との整合性を確認し、実験との整合性を確認した。

(2) 燃焼及び反応熱移行（スプレー燃焼）

単一液滴燃焼実験解析により、液滴単体の燃焼量及び着火位置の観察結果について実験結果と整合することを確認した。また、スプレー燃焼実験解析により、スプレー状の燃焼及び周辺ガスへの熱移行について、体系内でのガス圧力挙動を比較することで、実験を精度良く予測することを確認した。

以上より、SPHINCSは、スプレー燃焼に伴うガス圧力増加等の現象を精度よく予測するため、スプレー燃焼に適用できる。

(3) プール拡大挙動（プール燃焼）

小規模プール燃焼実験解析より、SPHINCSは、プール拡大挙動を実験よりも50%高めに評価する。また、実験の後半においても解析ではプール燃焼量を多く評価し、ガス温度、ライナ温度等を高めに評価する。

以上より、SPHINCSは、プール拡大挙動を過大に評価し、また、反応生成物による燃焼抑制効果を加味しないためプール燃焼量を高めに評価するため、プール燃焼に適用できる。

(4) 燃焼及び反応熱移行（プール燃焼）

プール燃焼実験解析により、プール面積が一定の状態においてSPHINCSは、ガス温度や酸素濃度等の熱移行・物質移行を精度良く評価することを確認した。ただし、プール燃焼実験では燃焼皿側壁の影響でプール燃焼による反応生成物がより多くプール側に落下したことが考えられ、エアロゾル濃度は高めの評価となった。

また、同様に、小規模プール燃焼実験、マルチセルプール燃焼実験及びナトリウム漏えい燃焼実験-IIの解析を実施し、実験を精度良く予測できることを確認した。

以上より、SPHINCSは、プール燃焼に適用できる。

(5) 熱伝導（雰囲気・構造物への熱移行）

プール燃焼実験、小規模プール燃焼実験、マルチセルプール燃焼実験及びナトリウム漏えい燃焼実験-IIの解析により、ライナ温度及びコンクリート温度の実験結果を精度良く予測できることを確認した。

以上より、SPHINCSは、構造の熱伝導に適用できる。

(6) 対流熱移行（雰囲気・構造物への熱移行）

小規模プール燃焼実験、マルチセルプール燃焼実験及びナトリウム漏えい燃焼実験-IIの解析より、雰囲気ガス温度、周辺壁のライナ又はコンクリート温度の実験結果を精度良く予測できることを確認した。

以上より、SPHINCSは、対流熱移行に適用できる。

(7) 輻射熱移行（雰囲気・構造物への熱移行）

スプレー燃焼実験解析により、実験で1箇所計測された全熱流束量と、解析で評価された平均量が概ね整合することを確認した。実験ではカバーをすることで輻射の影響を除いた計測値との比較により輻射と対流熱移行とを分離しているが、カバー経由又は雰囲気エアロゾルを介した輻射の影響が示唆されており、別途実験結果をもとに評価された対流熱移行量は解析と良い精度で一致している。また、プール燃焼実験解析により、解析では約30%程度実験結果よりも過大に全熱

流束を評価しているが、実験では同様に 1 箇所のみで解析では平均値であること、周辺熱流束をもとに評価されたコンクリート温度は実験結果を精度良く予測できることに加え、実験において推定された輻射熱流束の寄与率(約 60%)と解析結果は整合していることから、解析における輻射熱移行量は実験と整合している。

以上より、SPHINCSは、直接計測ではないものの周辺への輻射熱流束評価は実験と整合しており、輻射熱移行に適用できる。

(8) 質量・運動量移行及びガス成分濃度移行(雰囲気・構造物への質量・運動量移行)

マルチセルプール燃焼実験解析により、開口部を介した酸素濃度及びエアロゾル濃度について実験結果を精度良く予測できることを確認した。また、ナトリウム漏えい燃焼実験-II 解析により、コンクリートからの水分放出を考慮した水蒸気濃度について実験結果を精度良く予測できることを確認した。

以上より、SPHINCSは、質量・運動量移行及びガス成分濃度移行に適用できる。

(9) エアロゾル移行(雰囲気・構造物への質量・運動量移行)

プール燃焼実験、小規模プール燃焼実験、マルチセルプール燃焼実験及びナトリウム漏えい燃焼実験-II の解析により、プール面積を一定にするために燃焼皿を設置したプール燃焼実験では、実験に比べ過大にエアロゾル濃度を評価するものの、そのほかの実験解析では実験を精度よく予測することを確認した。

以上より、SPHINCSでは、実験特有の条件により一部実験結果よりもエアロゾル濃度が高めとなるが、それ以外では実験と整合しており、エアロゾル移行に適用できる。

(10) 化学反応(その他ナトリウム特有の物理現象)

ナトリウム漏えい燃焼実験-II の解析より、水蒸気濃度及び水素濃度について実験を精度良く予測できることを確認した。

以上より、SPHINCSを用いた雰囲気中での化学反応により実験を精度良く予測するため化学反応に適用できる。

5.2 試験装置のスケーリング

(1) 単一液滴燃焼実験

スプレー燃焼の妥当性確認として実施している単一液滴燃焼実験では、滴下する液滴の燃焼特性を評価するものである。燃焼特性として着火前後の評価が可能な落下高さ及び実機と同程度の液滴径が重要であり、実験では約 2.7m の落下高さ、液滴直径約 4mm であり、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。

(2) スプレー燃焼実験

スプレー燃焼及び周辺への熱移行の妥当性確認として実施しているスプレー燃焼実験では、スプレー燃焼高さが約 4m であり、着火後の液滴燃焼が支配的となる十分な高さを有している。また、熱移行は輻射及び自然対流となり、輻射の観点では温度差が、自然対流の観点ではグラスホフ数 (Gr) 及びプラントル数 (Pr) がスケーリングとして重要となる。温度差及びプラントル数については、実機と同じナトリウムによる燃焼としており、本試験装置で得られた結論を実機に適用

できる。また、グラスホフ数で重要となる代表寸法（装置高さ）は実機に比べ約 1/2～同程度であり、グラスホフ数で最大 1 桁実機よりも小さくなるが、十分に発達した乱流自然対流領域であり、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。なお、実機に比べ容積が小さく、実験では密閉空間としているため、燃焼に伴う圧力上昇は実機に比べ大きく、また、急激に減衰するが、実験初期における最高圧力等を評価対象としているためその影響は比較的小さいといえる。

(3) プール燃焼実験

プール燃焼、周辺への熱移行（輻射モデル）及びエアロゾル移行の妥当性確認として実施しているプール燃焼実験では、容器高さを約 3m、プール燃焼領域を 1.5m×1.5m としている。スプレイ燃焼実験装置と同様に、温度差、プラントル数及び実験装置高さの観点では本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。また、プール燃焼における代表寸法である等価直径については、実機における大規模漏えいに対してはグラスホフ数が 2 桁以上小さくなるものの、十分に発達した乱流自然対流領域であり、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。

(4) 小規模プール燃焼実験装置

プール燃焼（プール拡大挙動）、周辺への熱移行及びエアロゾル移行の妥当性確認として実施している小規模プール燃焼実験は、小規模漏えいを対象としており、漏えい条件が同じであれば実機と同様となる。したがって、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。

(5) マルチセルプール燃焼実験装置

プール燃焼、周辺への熱、質量、運動量移行及びエアロゾル移行の妥当性確認として実施しているマルチセルプール燃焼実験装置はプール燃焼実験装置を改良したものであり、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。

(6) ナトリウム漏えい燃焼実験-II 試験装置

総合的な妥当性確認として実施しているナトリウム漏えい燃焼実験-II 試験装置は、「もんじゅ」におけるナトリウム漏えい及び燃焼を模擬したものであり、全体容積は実機と異なるものの、漏えい部近傍としては実機と同条件となっている。したがって、本試験装置で得られた結論を実機に適用できる。

6. まとめ

以上より、ナトリウム燃焼に係る重要現象に関する SPHINCS の解析モデルは各試験の結果と比較して妥当であることを確認するとともに、各解析モデルの不確かさを把握した。把握した不確かさを考慮することにより SPHINCS は、ナトリウム燃焼の影響を適切に評価できる。

7. 参考文献

- [1] AESJ-SC-RK007 : 2014 原子力発電所の内部火災を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準 附属書 L.1 (NUREG/CR-6850 からの抜粋)
- [2] Yamaguchi, A., and Tajima Y., “Validation study of computer code SPHINCS for sodium fire safety evaluation of fast reactor”, Nuclear Engineering and Design, 219, p.19-34, 2003.
- [3] K. K. Murata, et al., “CONTAIN/1B-Mod.1, A Computer Code for Containment Analysis

- of Accidents in Liquid-Metal-Cooled Nuclear Reactors”, SAND91-1490 • UC-610, Jan. 1993.
- [4] S. S. TSAI, “The NACOM Code for Analysis of Postulated Sodium Spray Fires in LMFBRs,” NUREG/CR-1405, U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1980.
- [5] J. R. Richard, R. Delbourgo, P. Laffitte, “Spontaneous Ignition and Combustion of Sodium Droplets in Various Oxidizing Atmospheres at Atmospheric Pressure”, 12th Symposium (International) on Combustion, pp.39-48, (1968).
- [6] Ranz, W.E., and W.R., Marshall, “Evaporation from drops”, Chemical Engineering Progress, 48, 3, p.141-146, 1952.
- [7] 山口彰, 田嶋雄次, “SPHINCS コードのスプレイ燃焼モデルの開発と検証 液滴燃焼実験解析と技術課題の摘出”, JNC TN-9400 99-059, 1999.
- [8] 山口彰, 田嶋雄次, “SPHINCS コードによるナトリウムプール燃焼実験 (Run-F7) の検証解析”, PNC TN9410 98-070, 1998.
- [9] Akira Yamaguchi and Yuji Tajima, “A numerical study of radiation heat transfer in sodium pool combustion and response surface modeling of luminous flame emissivity”, Nuclear Engineering and Design, 236, p.1179-1191, 2006.
- [10] Fishenden, M., Saunders, O.A., “Introduction to Heat Transfer”, Clarendon Press, p.180, 1959.
- [11] W. G. Brown and K. L. Solvason, “Natural Convection through Rectangular Opening in Partitions-1 Vertical Partitions”, Int J. Heat Mass Transfer, 5, p.859-868, 1962.
- [12] W. G. Brown, “Natural Convection through Rectangular Opening in Partitions-2 Horizontal Partitions”, Int J. Heat Mass Transfer, 5, p.869-878, 1962.
- [13] 日本機化学会, “伝熱工学資料 改訂題 5 版”, ISBN-13: 978-4888981842, 日本機化学会, 2009.
- [14] Modak, A.T., “Radiation from products of combustion”, Fire Res. 1, p.339-361, 1979.
- [15] Felske, J.D. and Tien, C.L., “Calculation of the emissivity of luminous flames”, Combust. Sci. Technol. 7, p.25-31, 1973.
- [16] 岡野靖, “ナトリウム化学反応平衡解析手法の開発—Gibbs 自由エネルギー極小化法に基づく Na-O-H 系化学反応平衡解析プログラム (BISHOP) の開発と検証—”, JNC TN9400 99-071, 1999.
- [17] S. Miyahara, N. Mitsutuka and H. Obata, “Development and Validation of ABC-INTG code”, PNC TN943 84-08, 1984.
- [18] Wen, C.S., “The Fundamentals of Aerosol Dynamics”, World Scientific, p.228, 1996.
- [19] F. Gelbard and J. H. Seinfeld, “Simulation of Multicomponent Aerosol Dynamics”, J. of Colloid and Interface Science, 78, 2, p.485-501, 1980.
- [20] OECD/NEA, “Nuclear Aerosols in Reactor Safety”, CSNI/SOAR, 1979.
- [21] 宮原信哉, 荒邦章, “ナトリウム液滴落下燃焼実験—予備的実験の評価—”, PNC TN9410 98-065, 1998.
- [22] 森井正他, “大規模ナトリウム漏洩燃焼実験 (III)”, PNC TN9410 86-124, 1986.
- [23] 宮原信哉他, “大規模ナトリウム漏洩燃焼試験 (I) —空気雰囲気におけるナトリウムプール燃

- 焼試験, Run-D1”, PNC TN9410 87-081, 1987.
- [24] 二神敏他, “ナトリウムプール燃焼実験 Run-F7 (中間報告)”, PNC TN9410 98-074, 1998.
- [25] 大野修司, “2セル体系ナトリウム燃焼実験における熱影響の評価”, 日本機械学会 2015 年度年次大会予稿集, S0820105, 9.13-16, 札幌, 2015.
- [26] 内山尚基他, “もんじゅナトリウム漏えい事故の原因究明 -ナトリウム漏えい燃焼実験-II-”, PNC TN9410 97-051, 1997.
- [27] 中桐俊男, “ナトリウム漏えい燃焼実験-II の水分移行挙動の評価”, JNC TN9400 2000-030, 2000.
- [28] 森井正, 姫野嘉昭, “Na 燃焼解析コードの整備 (大規模空気雰囲気試験データを用いたスプレー燃焼モデルの検討) ”, PNC TN9410 87-006, 1987.

第1表 ランクの定義

ランク	ランクの定義	本資料での扱い
H	評価指標に対する影響が大きいと考えられる現象	物理現象に対する不確かさを実験との比較や感度解析等により求め、実機評価における評価指標への影響を評価する。
M	評価指標に対する影響が中程度と考えられる現象	事象推移を模擬する上で一定の役割を担うが、影響が「H」に比べて顕著でない物理現象であるため、必ずしも不確かさによる実機評価における評価指標を評価する必要はないが、本資料では、実機評価への影響を感度解析等により評価するか、「H」と同様に評価することとする。
L	評価指標に対する影響が小さいと考えられる現象	事象推移を模擬するためにモデル化は必要であるが、評価指標への影響が明らかに小さい物理現象であるため、検証/妥当性評価は記載しない。

第2表 SPHINCSにおける物理現象のランクテーブル

分類	評価指標 物理現象	建屋健全性	機器健全性
		コンクリート温度 水素濃度 ライナ温度	水素濃度 エアロゾル濃度
スプレー燃焼	(1) 液滴化	M	H
	(2) 燃焼(含水分との反応)	M	H
	(3) 反応熱移行	M	L
プール燃焼	(4) プール拡大挙動	M	M
	(5) 燃焼(含水分との反応)	H	M
	(6) 反応熱移行	H	L
雰囲気・構造物 への熱移行	(7) 熱伝導	H	M
	(8) 対流熱移行	M	M
	(9) 輻射熱移行	M	M
雰囲気・構造物への 質量・運動量移行	(10) 質量・運動量移行	M	H
	(11) ガス成分濃度移行	H	H
	(12) エアロゾル移行	M	H
その他ナトリウム特有 の物理現象	(13) 化学反応	M	M
	(14) ライナ腐食・減肉	H	L
	(15) Naとコンクリートとの接触	-	-

第3表 重要現象に対する解析モデル

分類	重要現象	必要な解析モデル
スプレイ燃焼	液滴化	抜山-棚沢分布モデル
	燃焼 (含水分との反応) 反応熱移行	液滴燃焼モデル
	プール燃焼	未燃焼ナトリウム質量保存則モデル
プール燃焼	燃焼 (含水分との反応) 反応熱移行	フレイムシート燃焼モデル
	熱伝導	非定常熱伝導方程式
雰囲気・構造物への 熱移行	対流熱移行	フローネットワークモデル ・エネルギー保存 ・周辺構造物との(自然)対流熱伝達
	輻射熱移行	輻射モデル
	質量・運動量移行	フローネットワークモデル ・質量、運動量保存 ・ガス成分種質量保存 ・圧力勾配に伴う運動量交換 ・浮力差に伴う運動量交換 コンクリートからの水分放出モデル
雰囲気・構造物への 質量・運動量移行	ガス成分濃度移行	フローネットワークモデル 凝集・沈着モデル
	エアロゾル移行	フローネットワークモデル 凝集・沈着モデル
その他ナトリウム 特有の物理現象	化学反応	化学平衡モデル
	ライナ腐食・減肉	NaFeO型/溶融塩型腐食速度モデル (コード上での直接評価は無)
	ナトリウムと コンクリートとの接触	—

第4表 重要現象に対する妥当性確認方法

分類	重要現象	必要な解析モデル	スプレイ燃焼		プール燃焼		マルチセル燃焼	総合実験
			単一液滴燃焼実験	スプレイ燃焼実験(RUN-E1)	プール燃焼実験(RUN-D1)	小規模プール燃焼実験(RUN-F7)		
スプレイ燃焼	液滴化	抜山-棚沢分布モデル	-	-	-	-	-	-
	燃焼(含水分との反応)	液滴燃焼(NACOM)モデル	4.2	4.3	(4.5) ¹	(4.7) ¹	(4.7) ¹	(4.7) ¹
	反応熱移行			4.3	(4.5) ¹	(4.7) ¹	(4.7) ¹	(4.7) ¹
プール燃焼	プール拡大挙動	未燃焼ナトリウム質量保存則モデル			4.4	4.5	4.6	4.7
	燃焼(含水分との反応)	フレームシート燃焼モデル		(4.3) ¹	4.4	4.5	4.6	4.7
	反応熱移行			(4.3) ¹	4.4	4.5	4.6	4.7
雰囲気・構造物への熱移行	熱伝導	非定常熱伝導方程式		(4.3) ²	4.4	4.5	4.6	4.7
	対流熱移行	フローネットワークモデル エネルギー保存 周辺構造物との(自然)対流熱伝達 輻射モデル		(4.3) ²	(4.4) ²	4.5	4.6	4.7
	輻射熱移行			4.3	4.4	(4.5) ²	(4.6) ²	(4.7) ²
雰囲気・構造物への質量・運動量移行	質量・運動量移行	フローネットワークモデル 質量、運動量保存 圧力勾配に伴う運動量交換 浮力差に伴う運動量交換 コンクリートからの水分放出モデル					4.6	
	ガス成分濃度移行						4.6	4.7
	エアロゾル移行	フローネットワークモデル(同上) 凝集・沈着モデル プラウン拡散、熱流動、重力沈降、凝集、沈着 瞬時平衡モデル			4.4	4.5	4.6	4.7
その他ナトリウム特有の物理現象	化学反応							4.7
	ライナ腐食・減肉	NaFeO型/溶融塩型腐食速度モデル (コード上での直接評価は無)	-	-	-	-	-	-
	Naとコンクリートとの接触		-	-	-	-	-	-

-: 4.1に記載の理由により、妥当性確認が不要である重要現象
 (): 現象としては実験に含まれるが影響が小さく妥当性確認の対象外
 ()²: 直接の計測値は無いが温度分布評価で総合的に検証可能

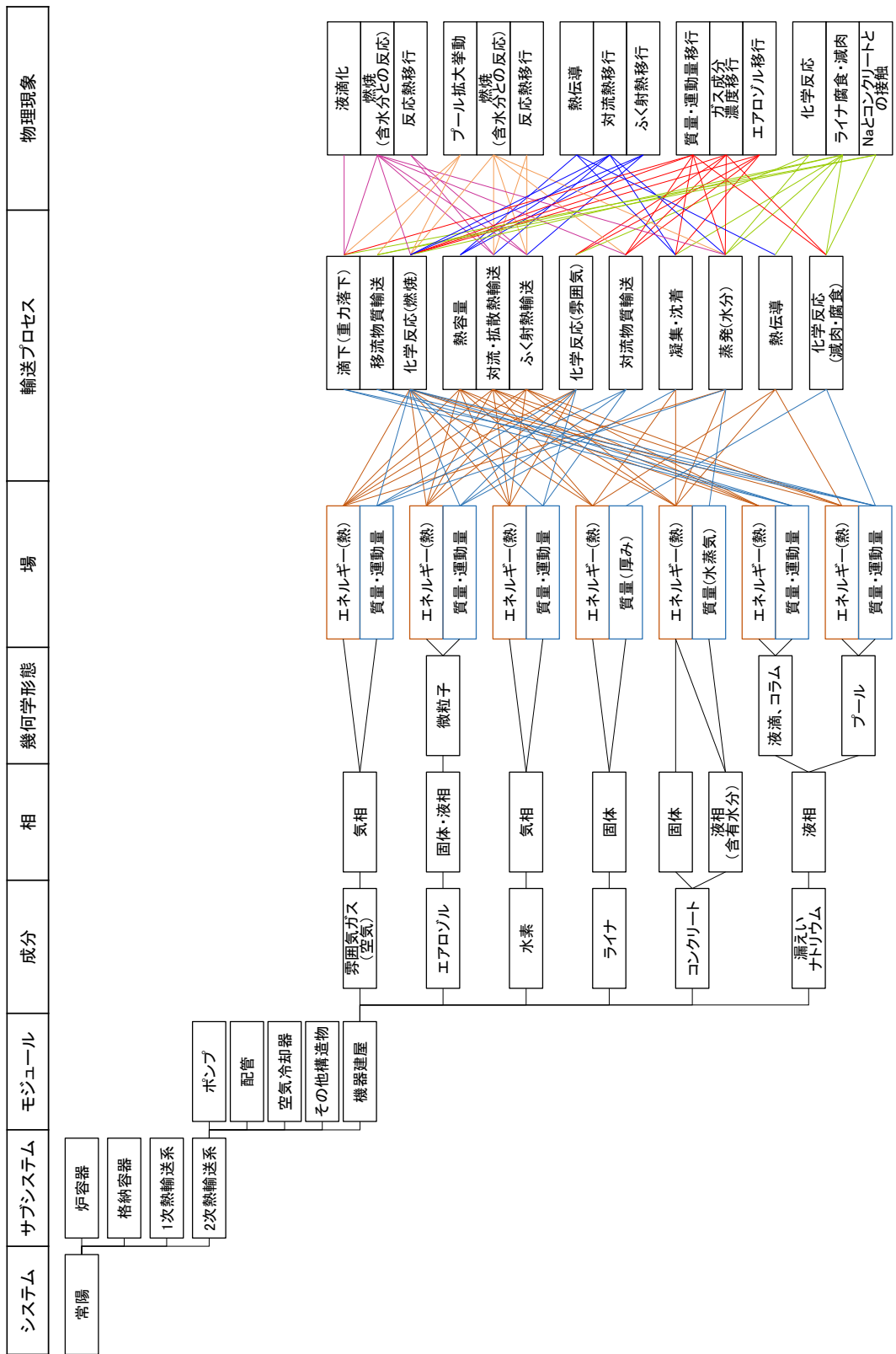
第5表 単一液滴燃焼実験結果概要

	単位	1回目		2回目		3回目	
		1	2	1	2	1	2
雰囲気酸素濃度	vol%	約21*1	18~15*1	約21*2			
雰囲気露点	℃	-3.5	-7.5	-0.5~-0.7		2~4.5	
滴下時の液滴温度	℃	493				502	
電荷量評価液滴質量 ($m_c \pm \sigma_1$)	mg/滴	24.80±0.75	24.37±0.45	27.53±0.42	26.44±0.66	26.26±0.92	24.87±0.46
ノズル部での蒸発量 ($m_v \pm \sigma_2$)	mg	1.88±0.58					
初期液滴質量 ($m_c - m_v$)	mg	22.92±0.95	22.49±0.73	25.65±0.72	24.56±0.88	24.38±1.09	22.99±0.74
初期液滴直径	mm	3.74	3.72	3.89	3.83	3.83	3.75
分析液滴質量 ($m_a \pm \sigma_3$)	mg/滴	20.65±0.24	21.40±0.27	22.35±0.32	21.50±0.31	20.02±0.34	20.22±0.31
分析評価液滴直径 (881℃仮定)	mm	3.76	3.81	3.86	3.81	3.72	3.74
液滴燃焼量 ($m_b = m_c - m_v - m_a$)	mg	(2.27)	(1.09)	3.30	3.06	4.36	2.77
標準偏差 ($\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$)	—	(±0.97)	(±0.78)	±0.78	±0.93	±1.14	±0.80
相対誤差 ((標準偏差/ m_b)×100)	%	—	—	23.6	30.4	26.1	28.9
上部測定位置での平均落下速度	m/s	1.4±0.33	1.3±0.33	1.3±0.33	—	—	—
下部測定位置での平均落下速度	m/s	5.5±0.48	5.6±0.48	5.6±0.48		5.5±0.48	
液滴落下時間	s	—	—	—		0.81	
平均燃焼速度	g/s	—	—	—		5.38×10 ⁻³	3.42×10 ⁻³
平均蒸発係数	cm ² /s	—	—	—		2.49×10 ⁻²	1.57×10 ⁻²

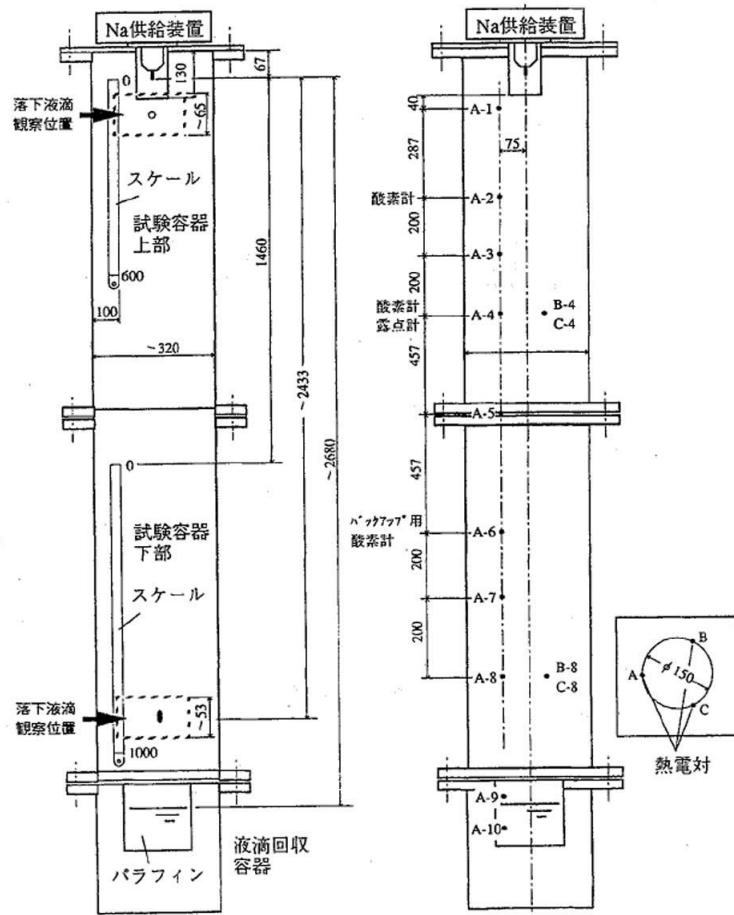
注) *1: 試験容器下部の上部計測ポート位置、*2: 試験容器上部の下部計測ポート位置
 () 内数値は実験中に雰囲気酸素濃度が低下したため、参考値とする

第6表 重要現象に対する不確かさ

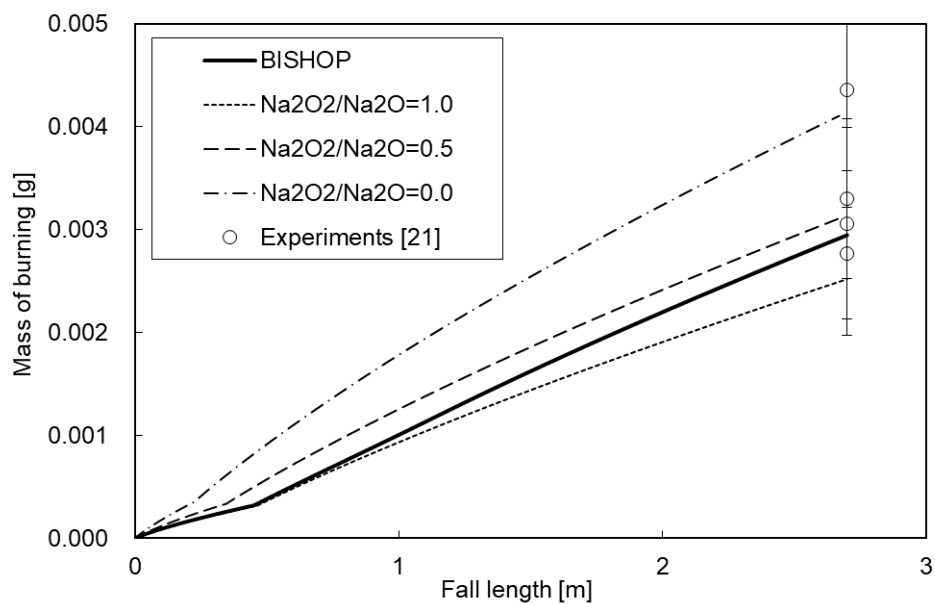
分類	重要現象	必要な解析モデル	妥当性確認	不確かさ	感度評価
スプレイ燃焼	液滴化	抜山-棚沢分布モデル	スプレイ燃焼実験	-	平均液滴径: -10%で最高圧力約+5%
	燃焼(含水分との反応)	液滴燃焼(NACOM)モデル	単一液滴燃焼実験 スプレイ燃焼実験	入力値に含まれる	着火温度: -100°C(500°C)で燃焼量約+20%
	反応熱移行	未燃焼ナトリウム質量保存則モデル	小規模プール燃焼実験	入力値に含まれる	プール高さ: 約+50%でプール面積約-20%
プール燃焼	燃焼(含水分との反応)	フレイムシート燃焼モデル	プール燃焼実験 小規模プール燃焼実験 マルチセルプール燃焼実験 ナトリウム漏えい燃焼実験-II	入力値に含まれる	燃焼面~ガス輻射率: 約±20%でガス温度約±10°C、プール下端ライナ温度約-20°C~+30°C
	反応熱移行				
	熱伝導	非定常熱伝導方程式	プール燃焼実験 小規模プール燃焼実験 マルチセルプール燃焼実験 ナトリウム漏えい燃焼実験-II	入力値に含まれる	-
雰囲気・構造物への熱移行	対流熱移行	フローネットワークモデル エネルギー保存 周辺構造物との(自然)対流熱伝達	小規模プール燃焼実験 マルチセルプール燃焼実験 ナトリウム漏えい燃焼実験-II	入力値に含まれる	-
	輻射熱移行	輻射モデル	スプレイ燃焼実験 プール燃焼実験	入力値に含まれる	ガス~周辺壁輻射率: 約±30%で輻射熱流束約±10%、ガス温度約±10%、ガス圧力約±6%
	質量・運動量移行	フローネットワークモデル 質量・運動量保存 圧力勾配に伴う運動量交換 浮力差に伴う運動量交換 コンクリートからの水分放出モデル	ナトリウム漏えい燃焼実験-II	浮力差に伴う運動量交換 (定数C: -20%~+30%) その他入力値に含まれる	定数C: 約-20%~+30%で対流通気量約-18%~+22% コンクリート水分放出量: +10%で水蒸気濃度約+7%、水素濃度約+9%
雰囲気・構造物への質量・運動量移行	ガス成分濃度移行				
	エアロゾル移行	フローネットワークモデル(同上) 凝集・沈着モデル ブラウン拡散、熱泳動、重力沈降、凝集、沈着	プール燃焼実験 小規模プール燃焼実験 マルチセルプール燃焼実験 ナトリウム漏えい燃焼実験-II	入力値に含まれる	反応生成物エアロゾルのプール落下割合: 0.75→0.95で最大エアロゾル濃度約-60%
その他ナトリウム特有の物理現象	化学反応	瞬時平衡モデル	ナトリウム漏えい燃焼実験-II	入力値に含まれる	水素再結合割合: 0.90→0.95で水素濃度約50%



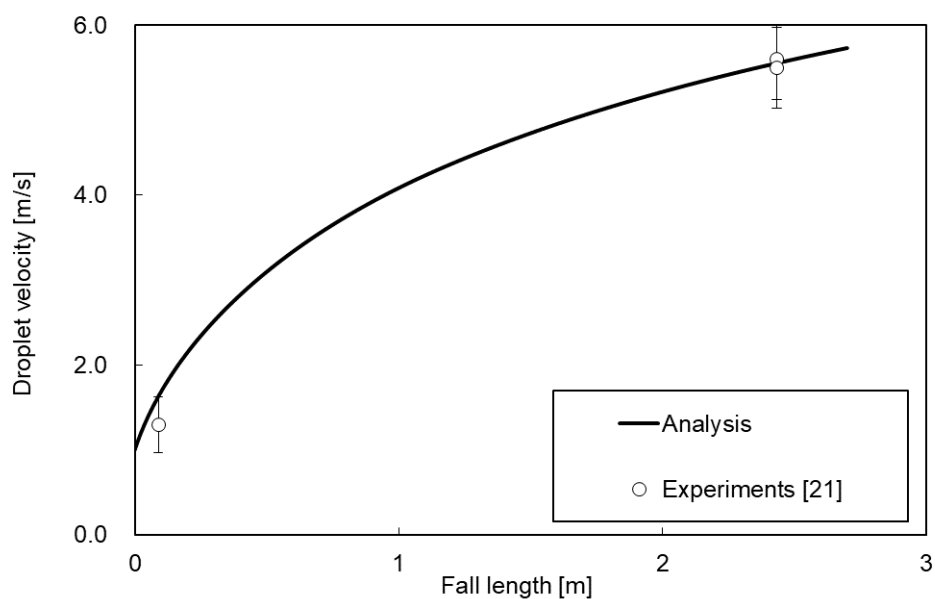
第 1 図 システムの階層的分類



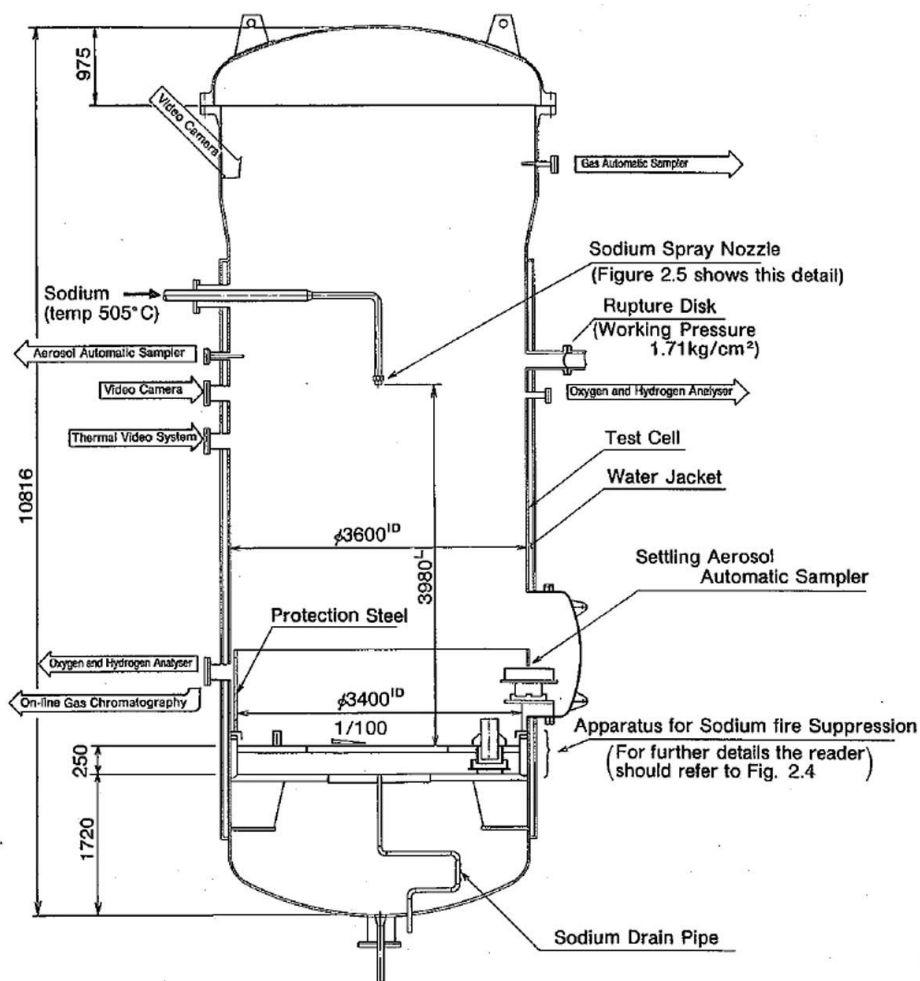
第2図 単一液滴燃焼実験装置



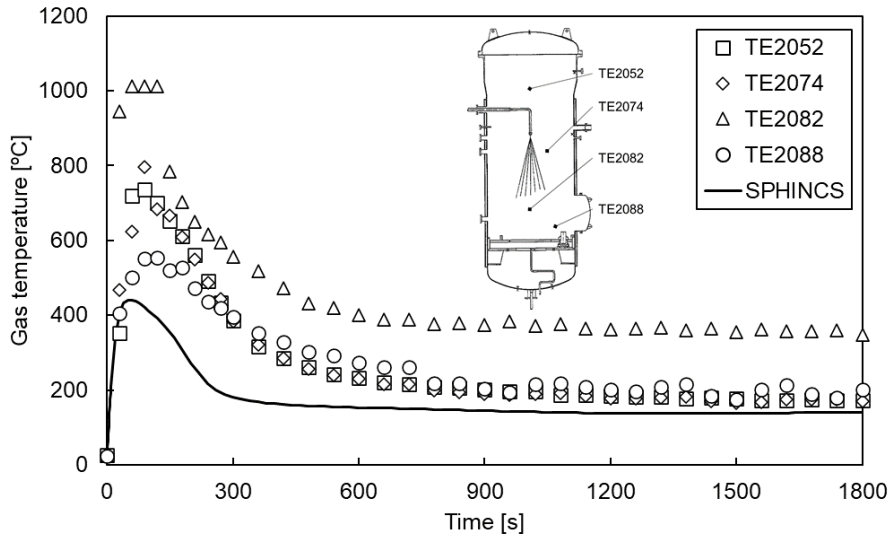
第3図 燃焼量の比較 (単一液滴燃焼実験)



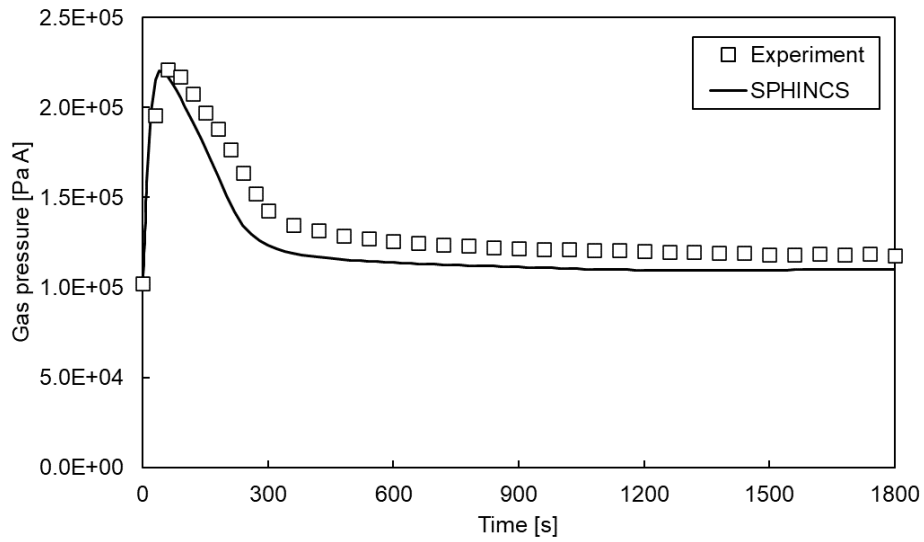
第4図 液滴落下速度の比較（単一液滴燃焼実験、化学反応モデル：B I SHOP）



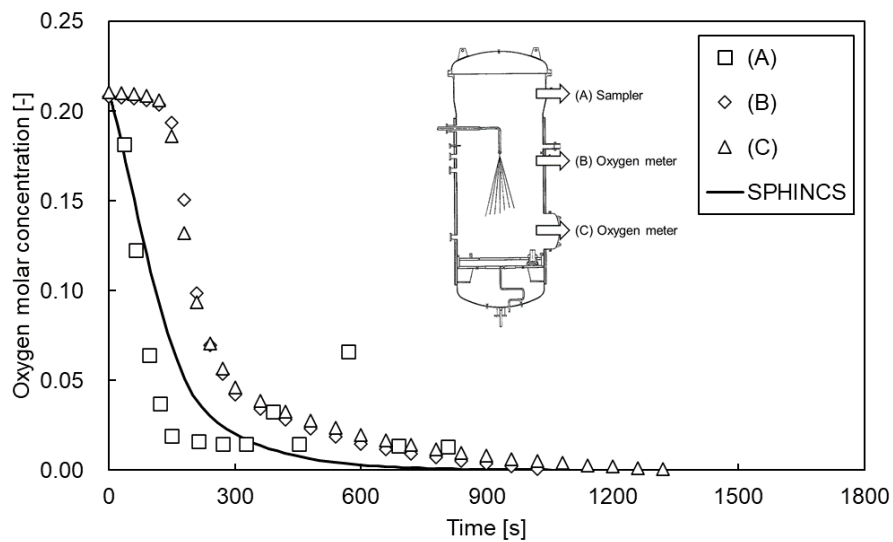
第5図 スプレー燃焼実験装置



(a) ガス温度時刻歴変化

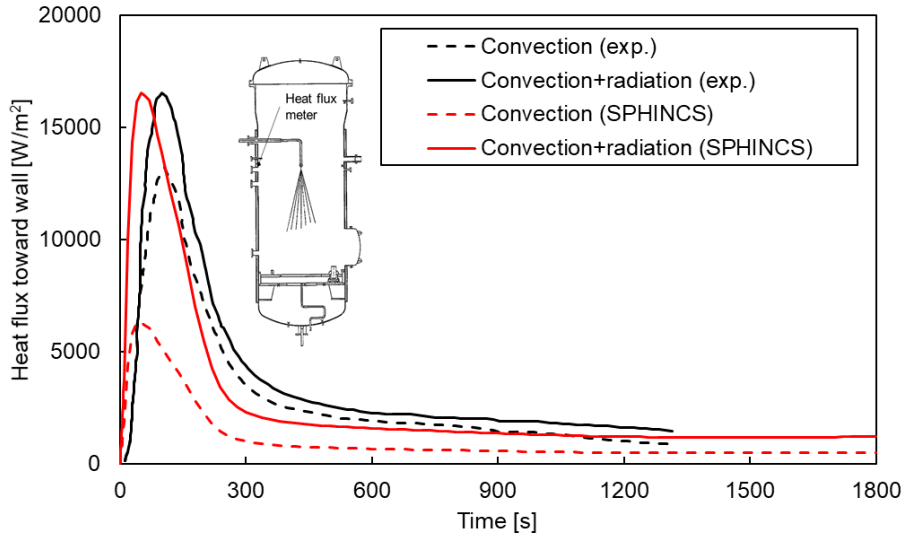


(b) ガス圧力時刻歴変化

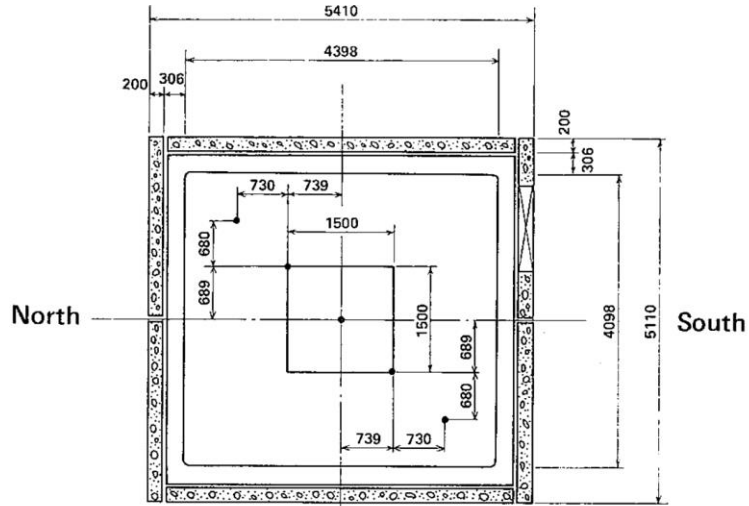


(c) 酸素濃度時刻歴変化

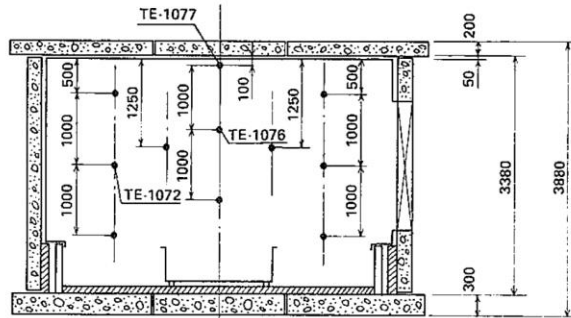
第6図 実験結果との比較 (RUN-E1)



第7図 壁面熱流束 (RUN-E1)



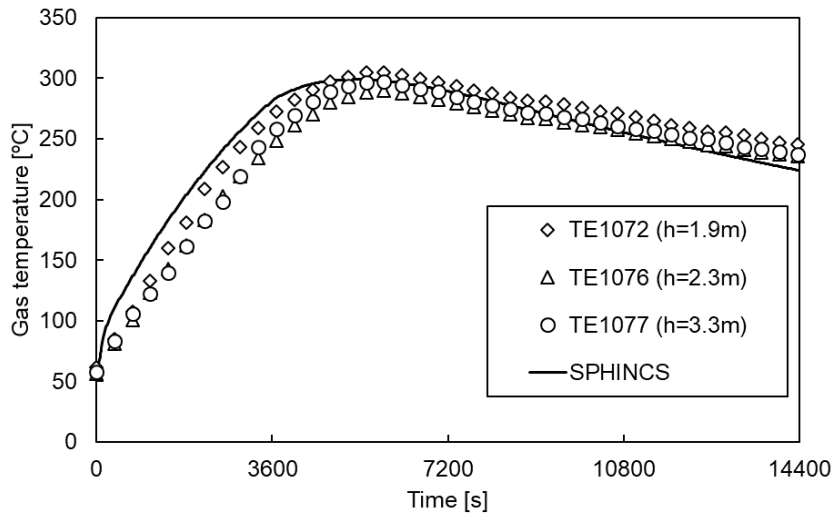
— Top View —



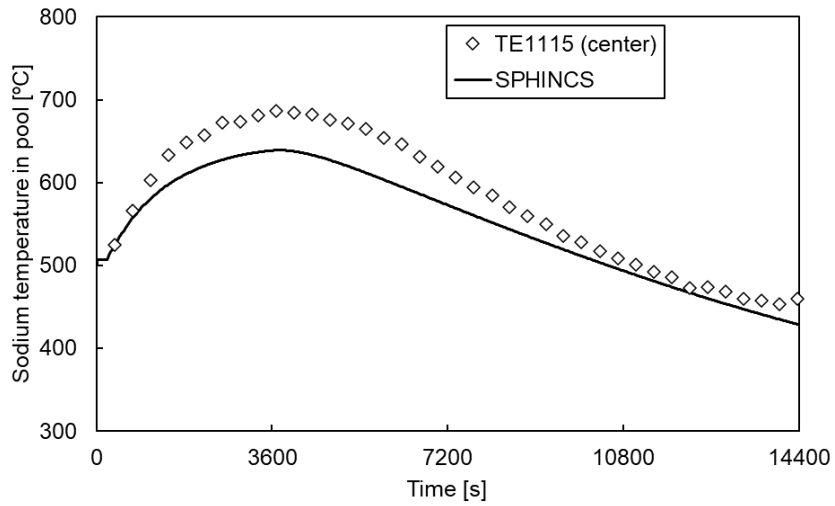
— Side View, North-South Cross-section —

unit : mm

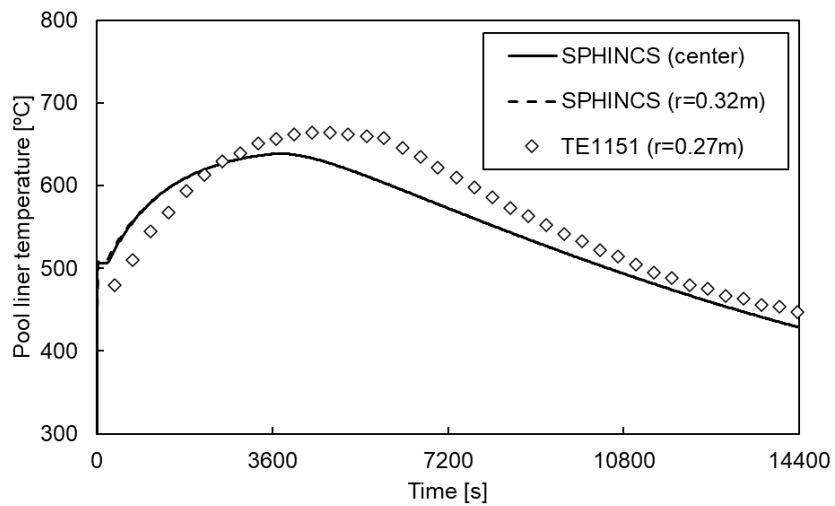
第8図 プール燃焼実験装置



(a) ガス温度時刻歴変化

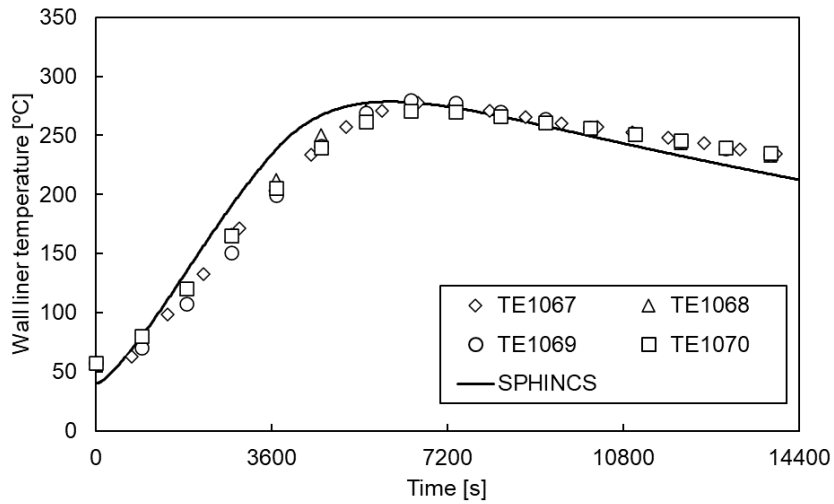


(b) ナトリウムプール温度時刻歴変化

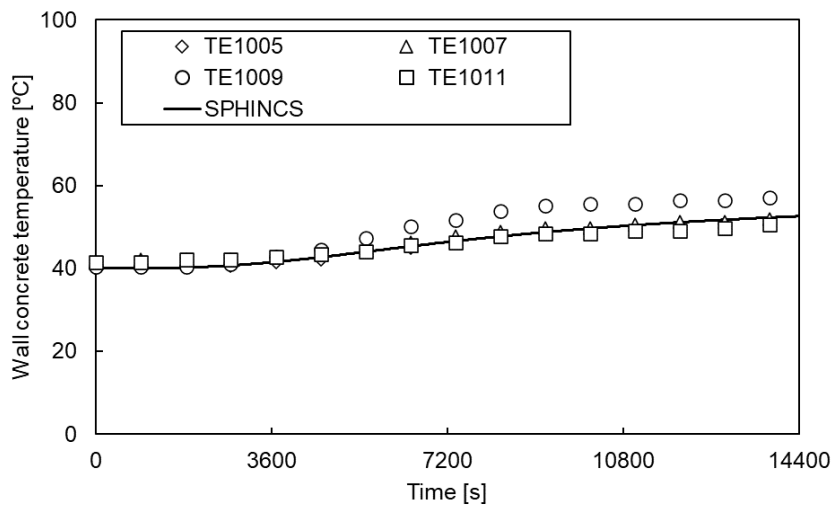


(c) プール下端ライナ温度時刻歴変化

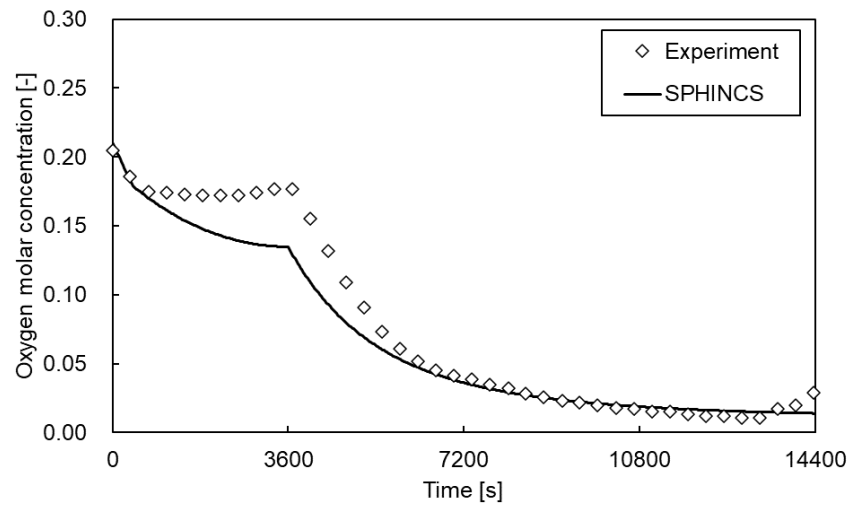
第9図 実験結果との比較 (RUN-D1) (1/3)



(d) 壁ライナ温度時刻歴変化

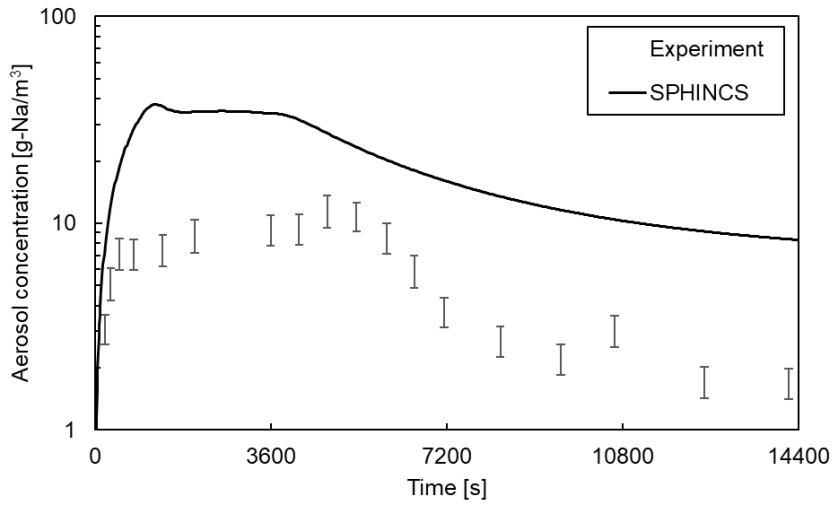


(e) 壁コンクリート温度時刻歴変化

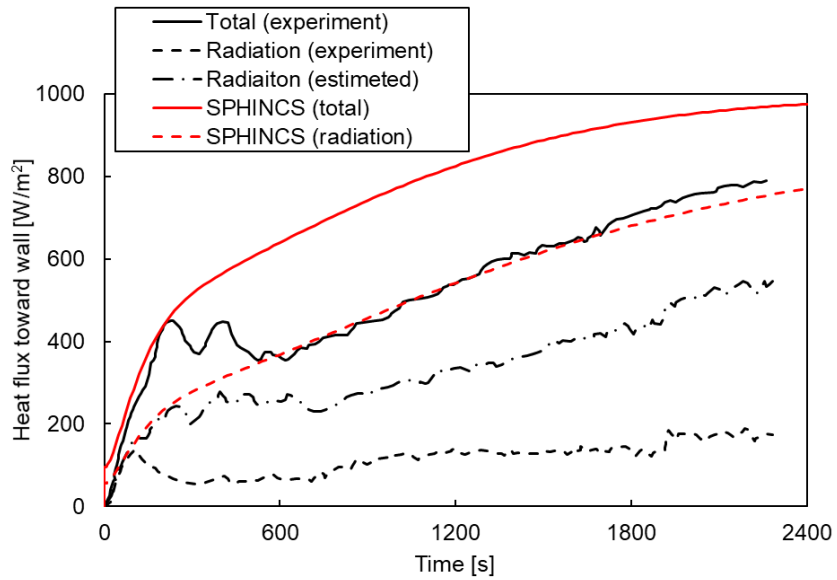


(f) 酸素濃度時刻歴変化

第9図 実験結果との比較 (RUN-D1) (2/3)



(g) エアロゾル濃度時刻歴変化

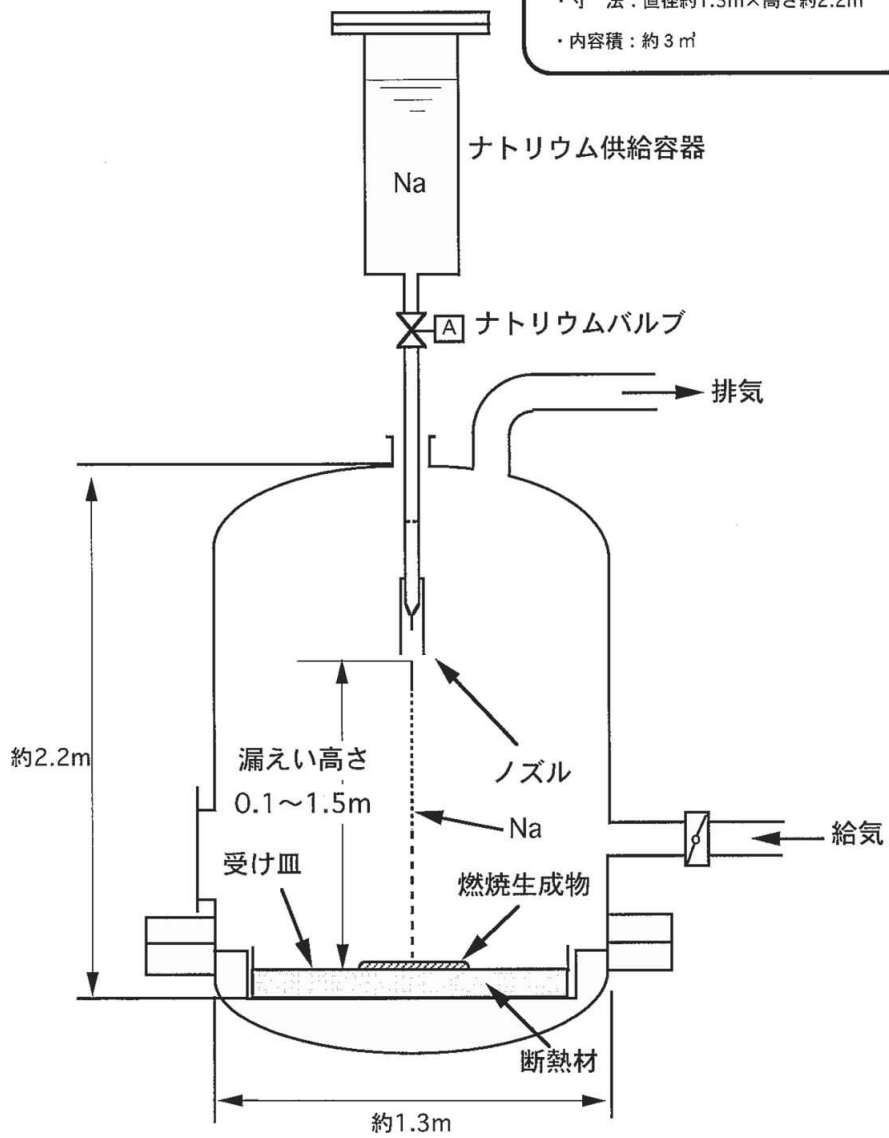


(h) 壁面熱流束時刻歴変化

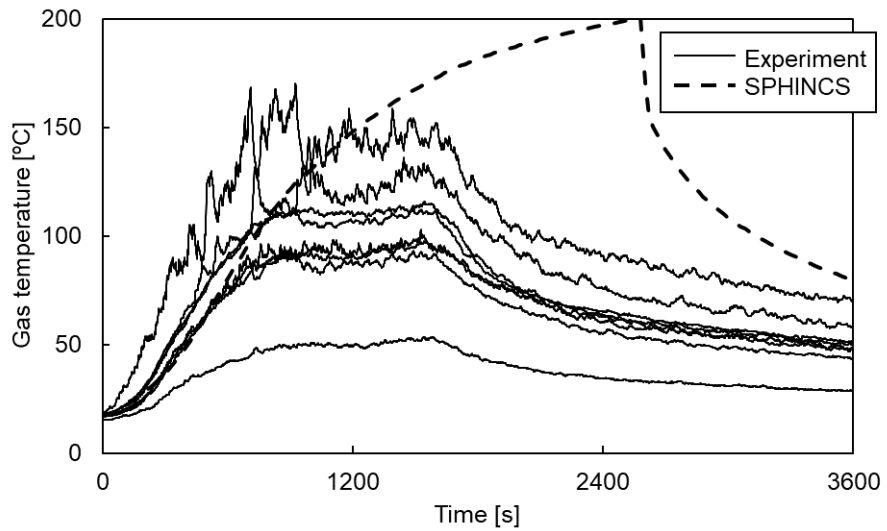
第9図 実験結果との比較 (RUN-D1) (3/3)

試験装置の仕様

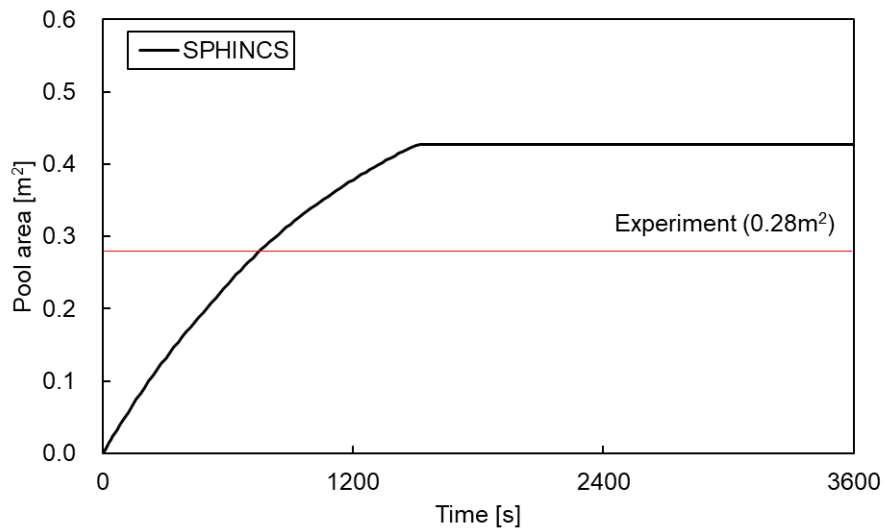
- ・試験装置名：小型密閉試験装置 (FRAT-1)
- ・寸法：直径約1.3m×高さ約2.2m
- ・内容積：約3m³



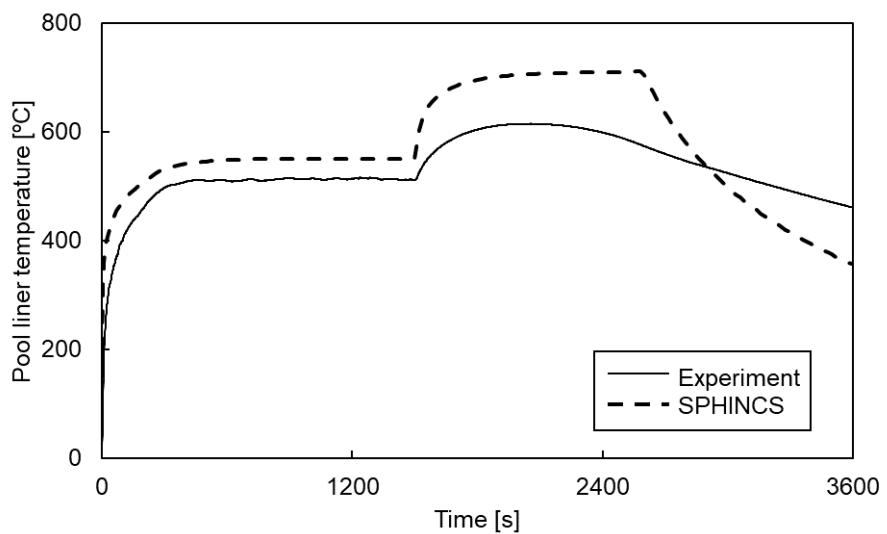
第10図 小規模プール燃焼実験装置



(a) ガス温度時刻歴変化

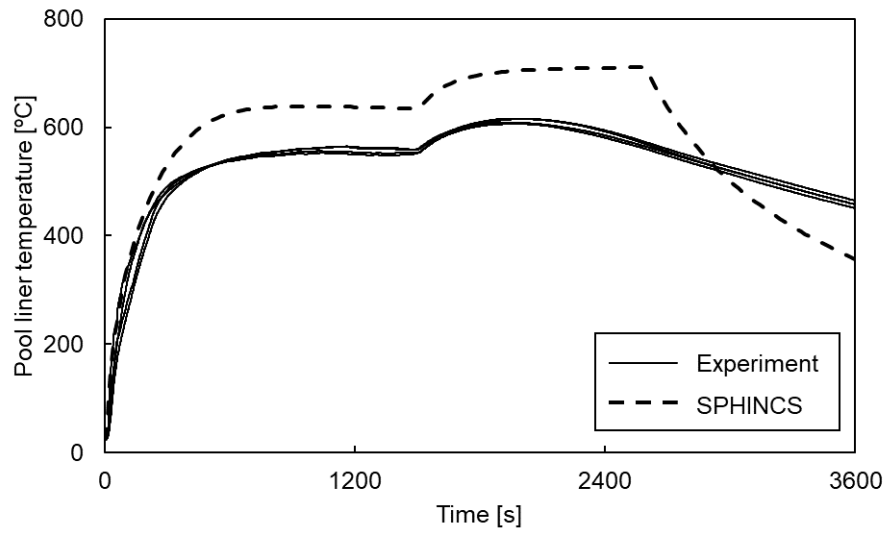


(b) ナトリウムプール面積時刻歴変化

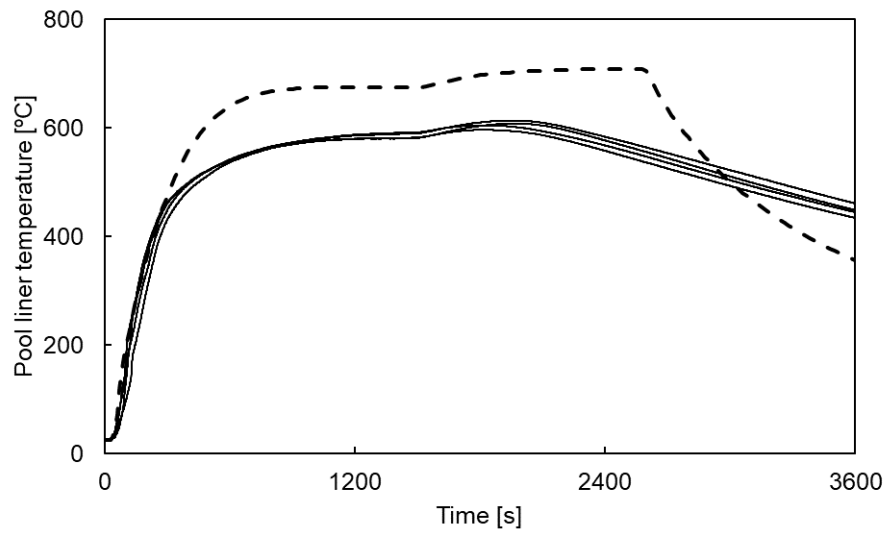


(c) プール下端ライナ温度時刻歴変化 ($r=0.0\text{m}$ (center))

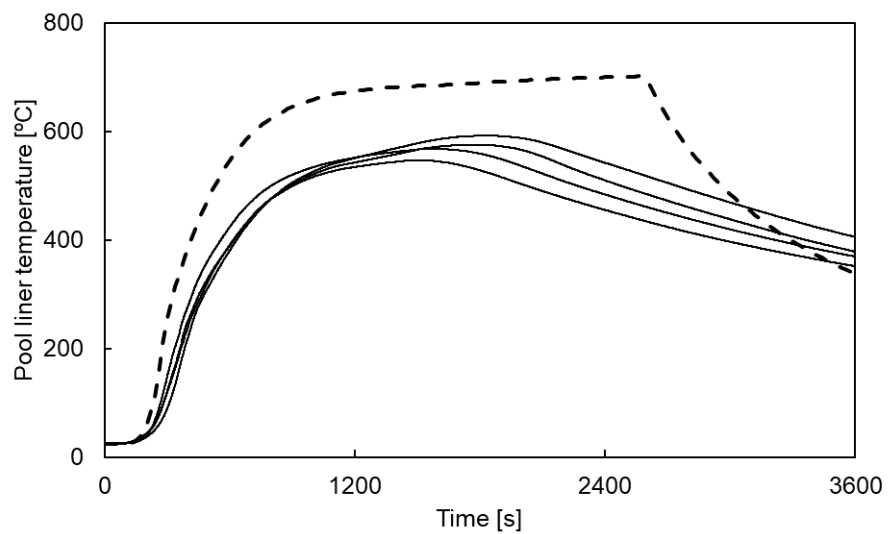
第 11 図 実験結果との比較 (RUN-F7-1) (1/4)



(d) プール下端ライナ温度時刻歴変化 ($r=0.05\text{m}$)

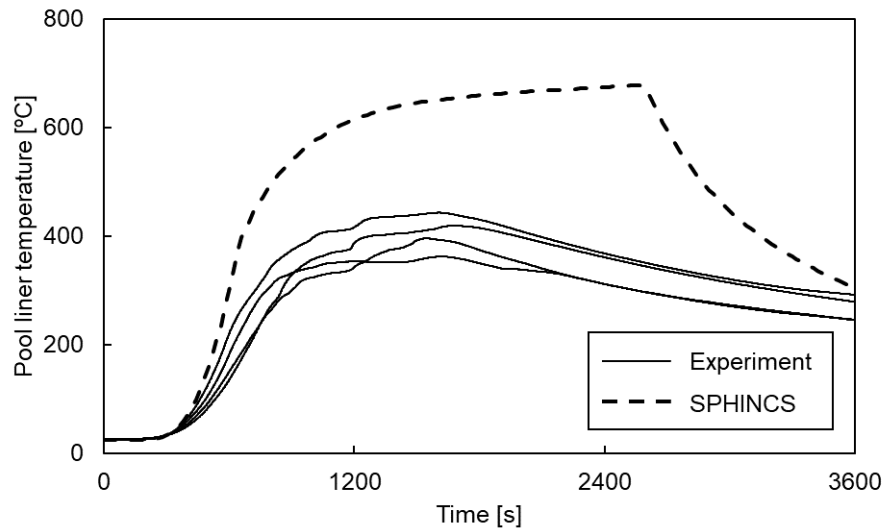


(e) プール下端ライナ温度時刻歴変化 ($r=0.1\text{m}$)

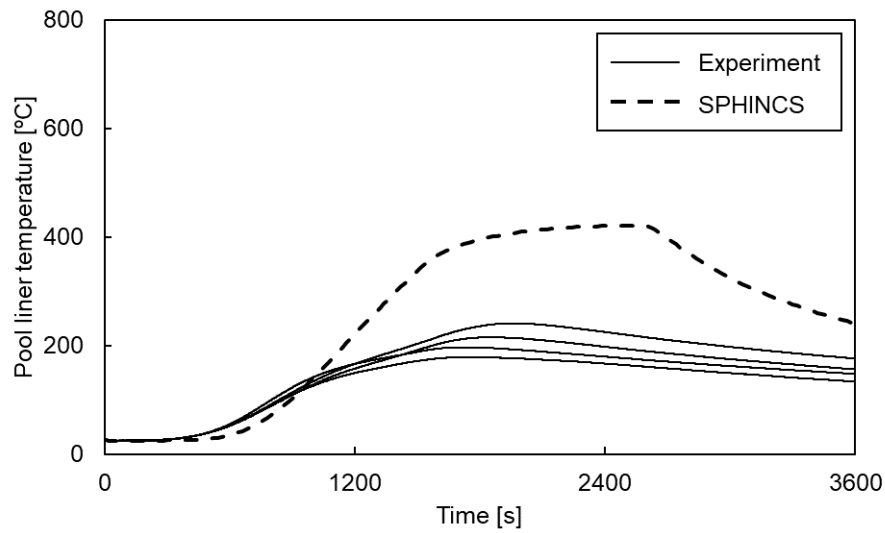


(f) プール下端ライナ温度時刻歴変化 ($r=0.2\text{m}$)

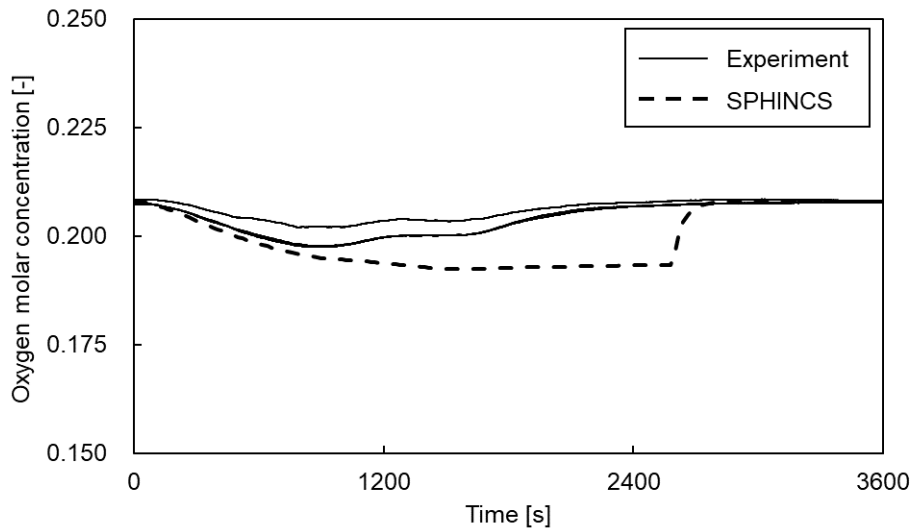
第 11 図 実験結果との比較 (RUN-F7-1) (2/4)



(g) プール下端ライナ温度時刻歴変化 (r=0.28m)

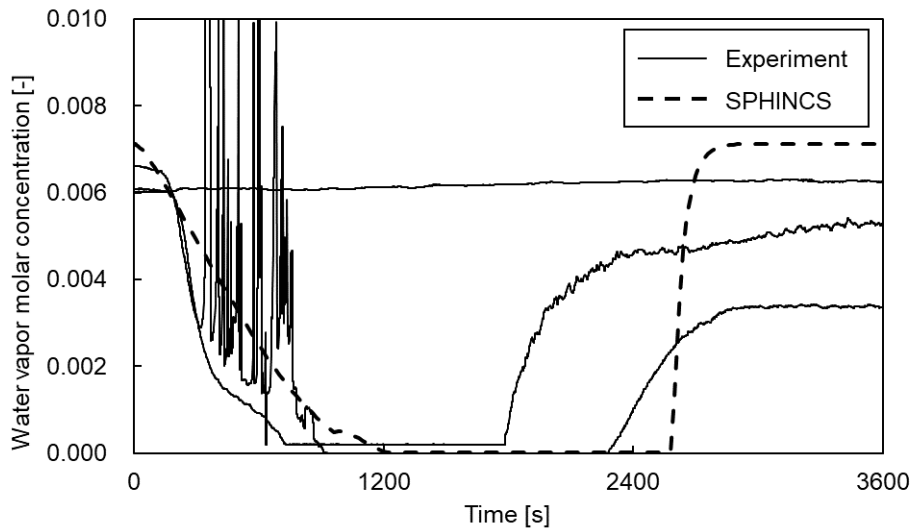


(h) プール下端ライナ温度時刻歴変化 (r=0.4m)

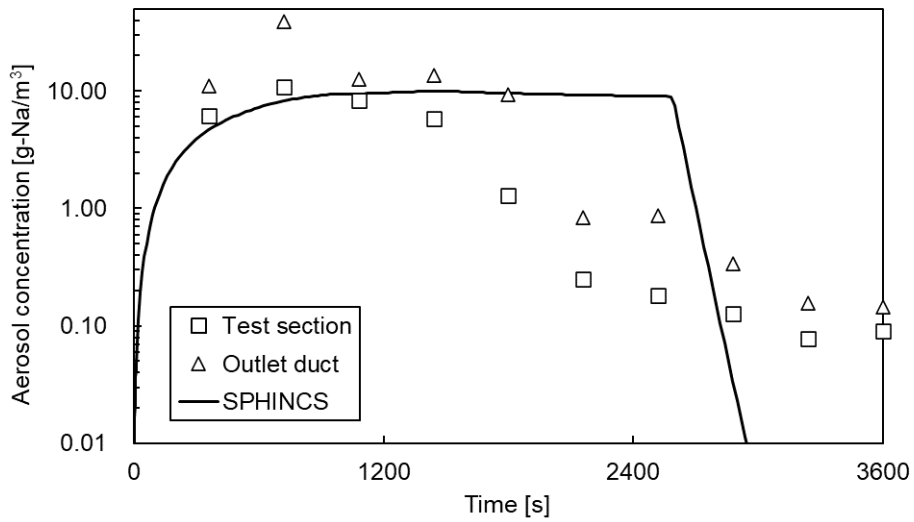


(i) 酸素濃度時刻歴変化

第 11 図 実験結果との比較 (RUN-F7-1) (3/4)

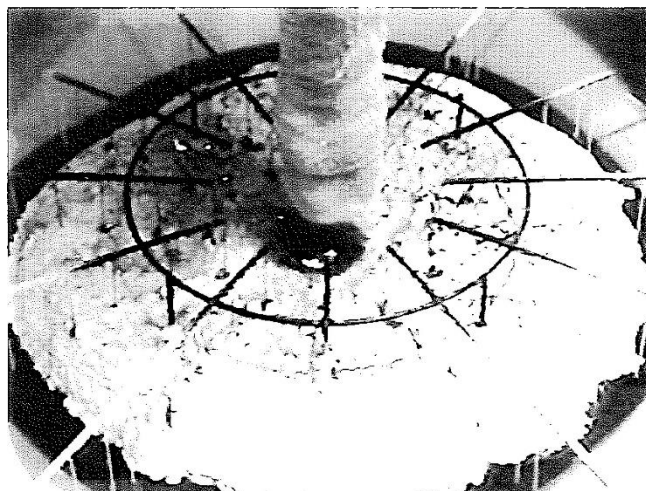


(j) 水蒸気濃度時刻歴変化



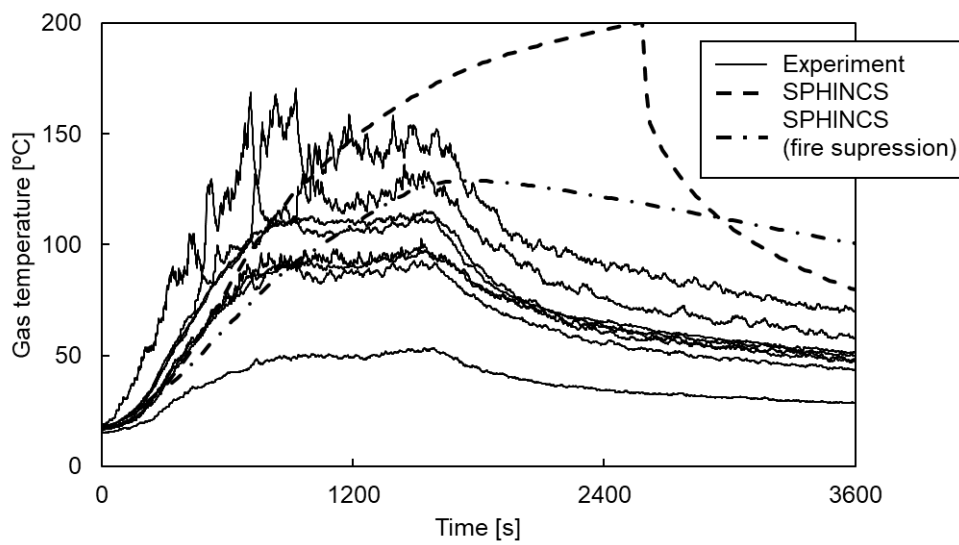
(k) エアロゾル濃度時刻歴変化

第 11 図 実験結果との比較 (RUN-F7-1) (4/4)

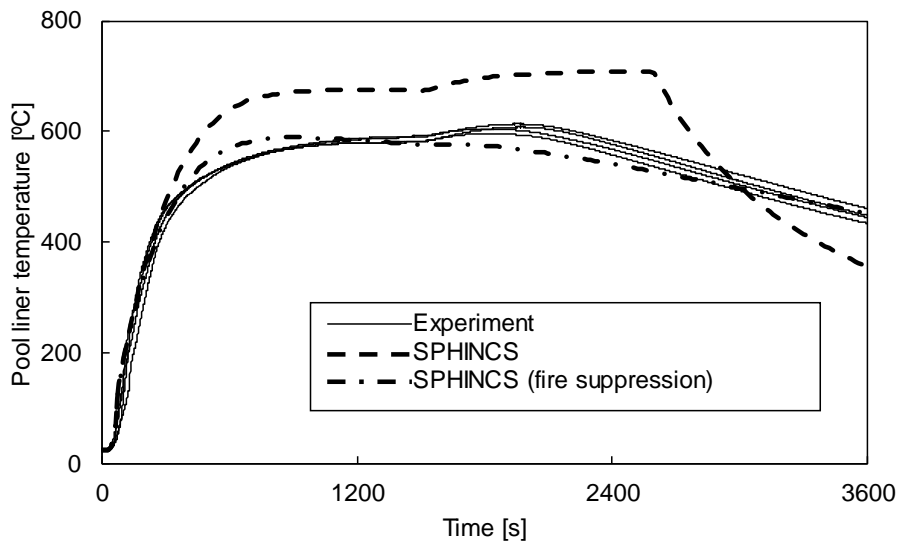


ナトリウム漏えい開始から 40 分後

第 12 図 漏えい終了後のプール表面 (RUN-F7-1) [24]

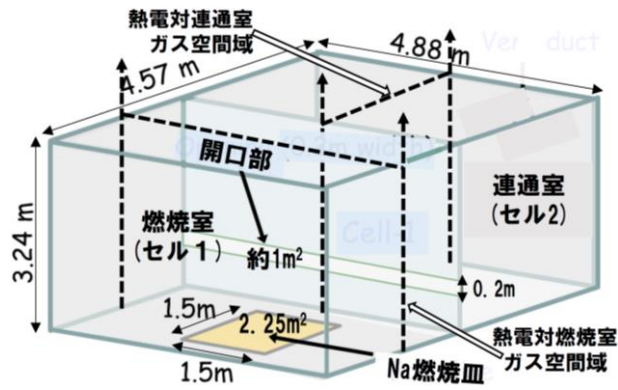


(a) ガス温度時刻歴変化

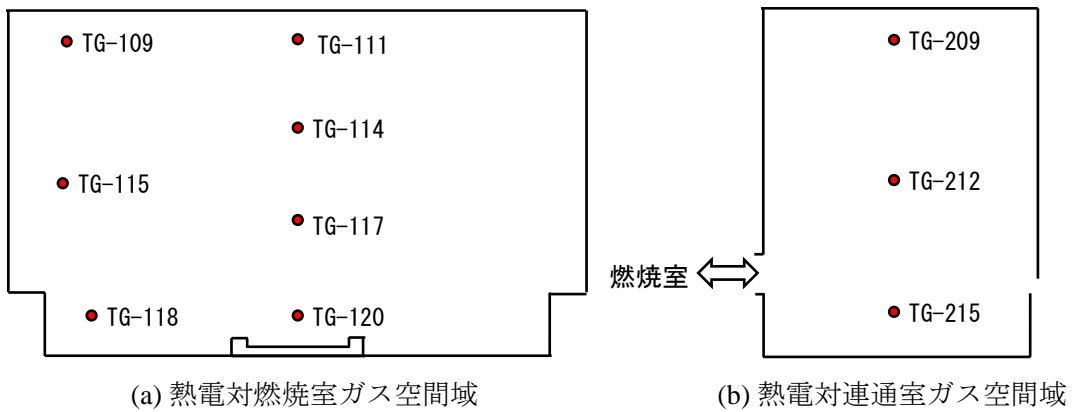


(b) プール下端ライナ温度時刻歴変化 (r=0.1m)

第 13 図 プール燃焼抑制効果 (RUN-F7-1)

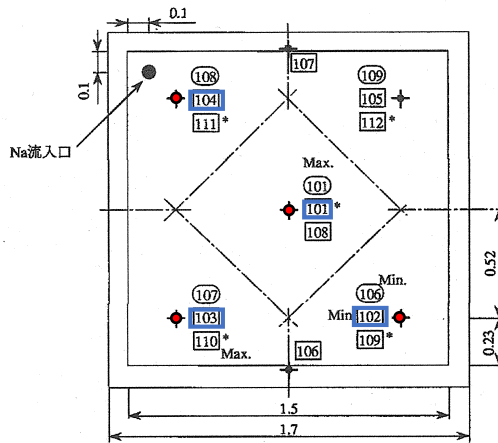


第14図 マルチセルプール燃焼実験装置



(a) 熱電対燃焼室ガス空間域

(b) 熱電対連通室ガス空間域



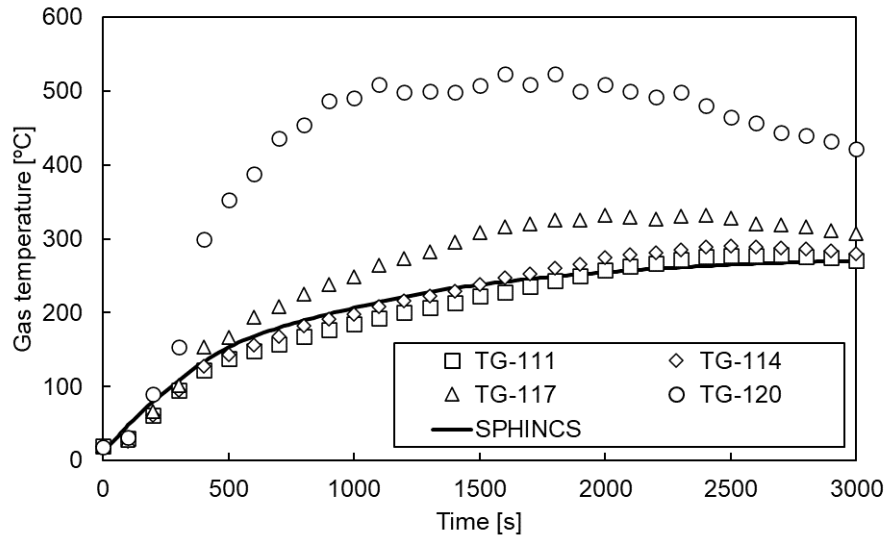
- : 熱電対番号TN- ○
- : 熱電対番号TP- □
- * : Na燃焼皿裏側

TP-101, TP-102, TP-103, TP-104

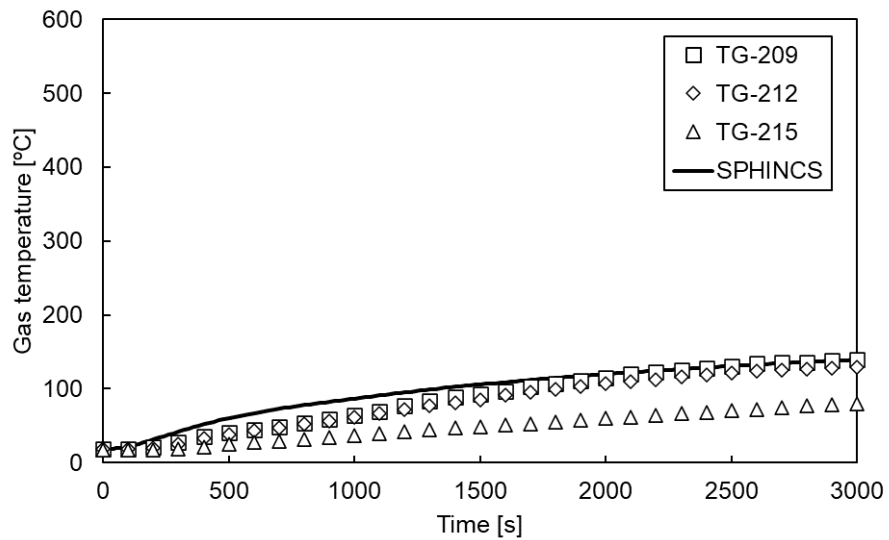
寸法単位 : m

(c) Na燃焼皿各熱電対対象領域

第15図 マルチセルプール燃焼実験の熱電対計測点

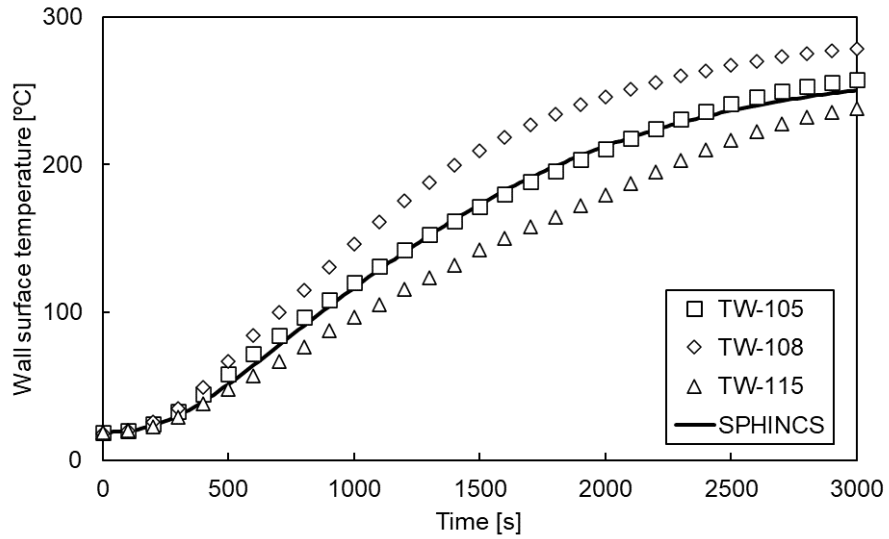


燃焼室 (combustion room)

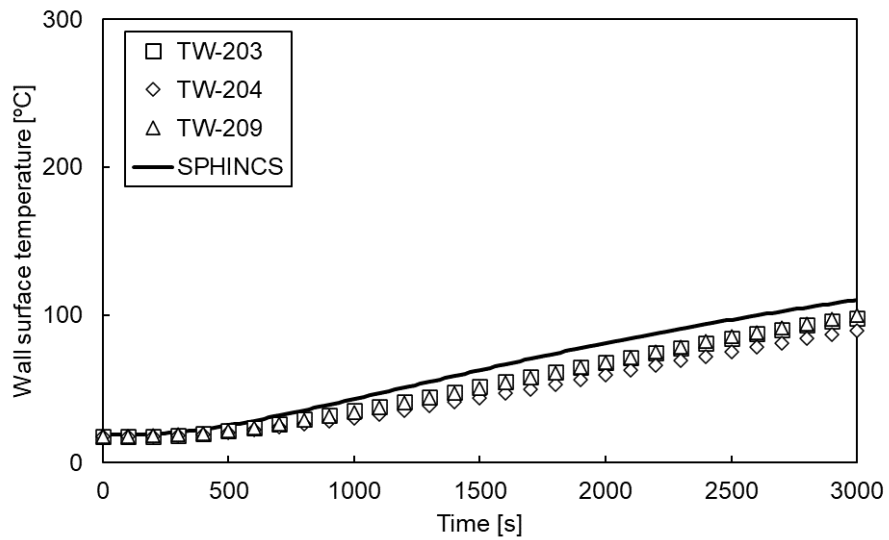


連通室 (adjacent room)

第 16 図 実験との比較 (ガス温度、マルチセルプール燃焼実験)

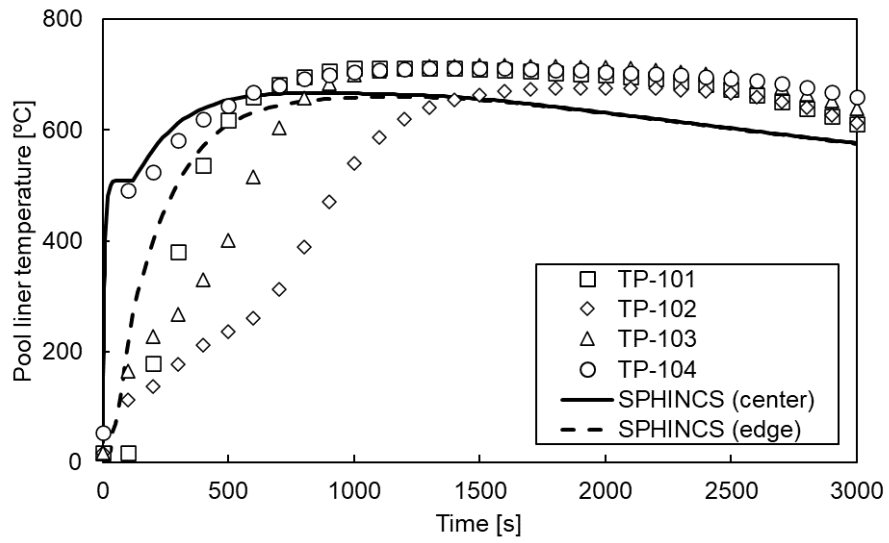


燃焼室 (combustion room)

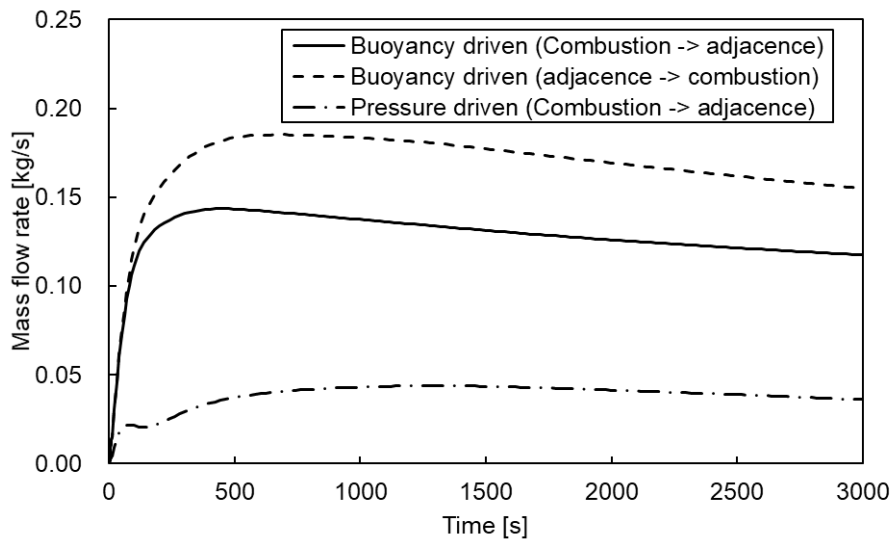


連通室 (adjacent room)

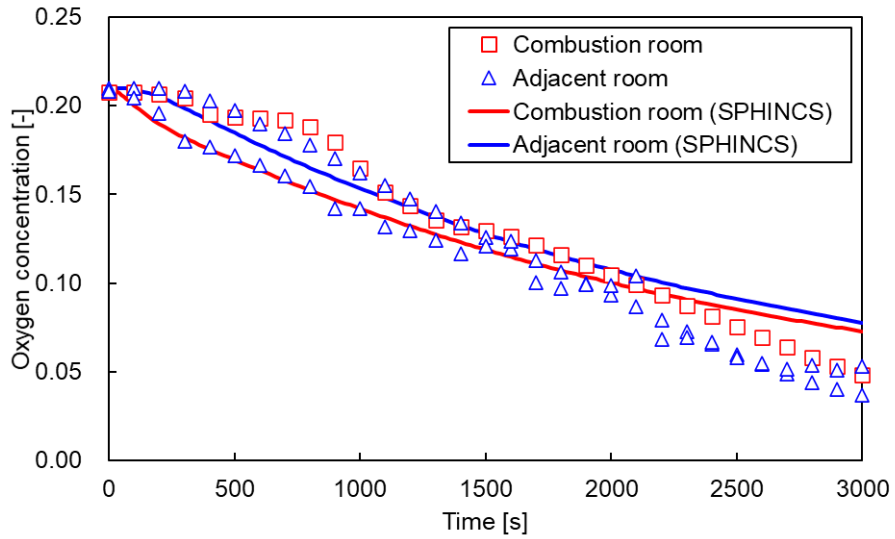
第 17 図 実験との比較 (コンクリート温度、マルチセルプール燃焼実験)



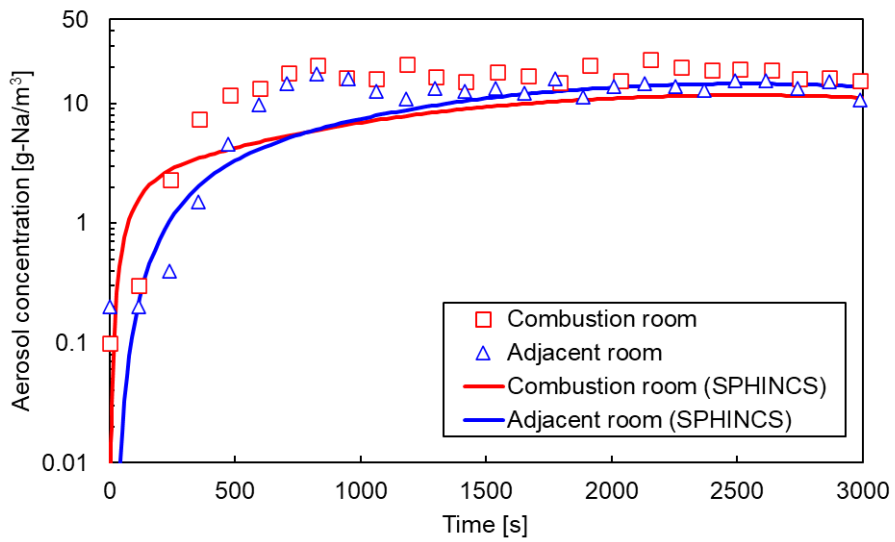
第 18 図 実験との比較 (燃焼皿ライナ温度、マルチセルプール燃焼実験)



第 19 図 部屋間通気量 (マルチセルプール燃焼実験)

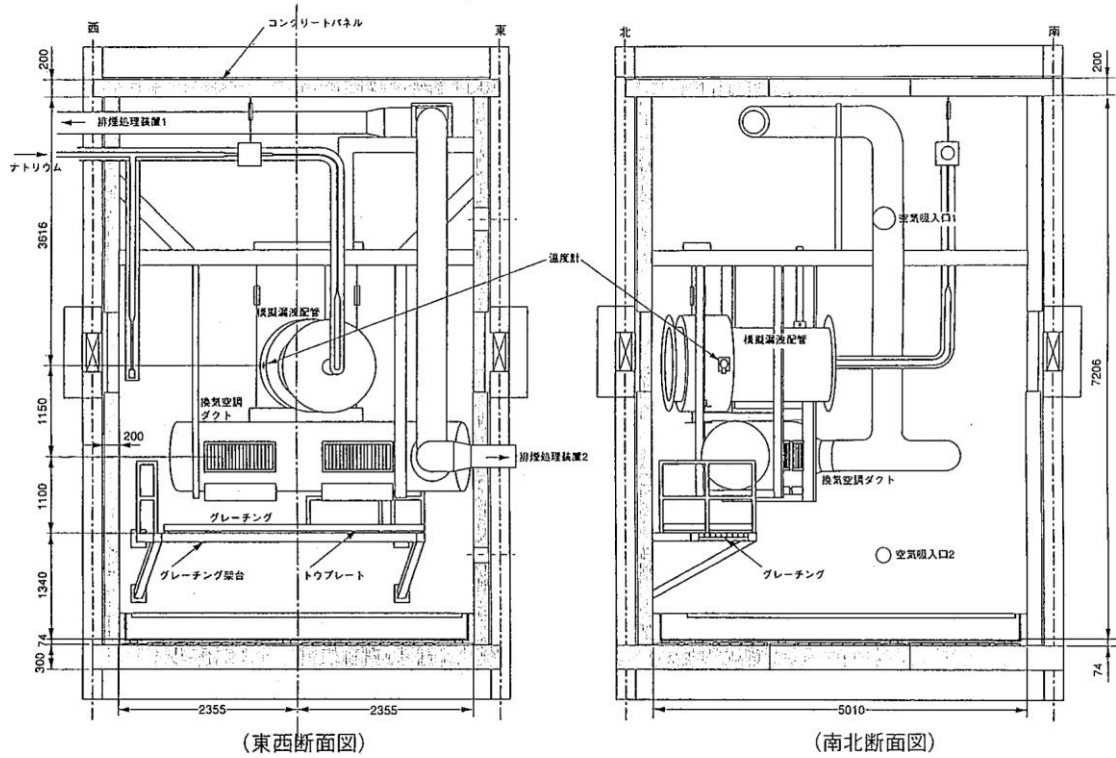


酸素濃度

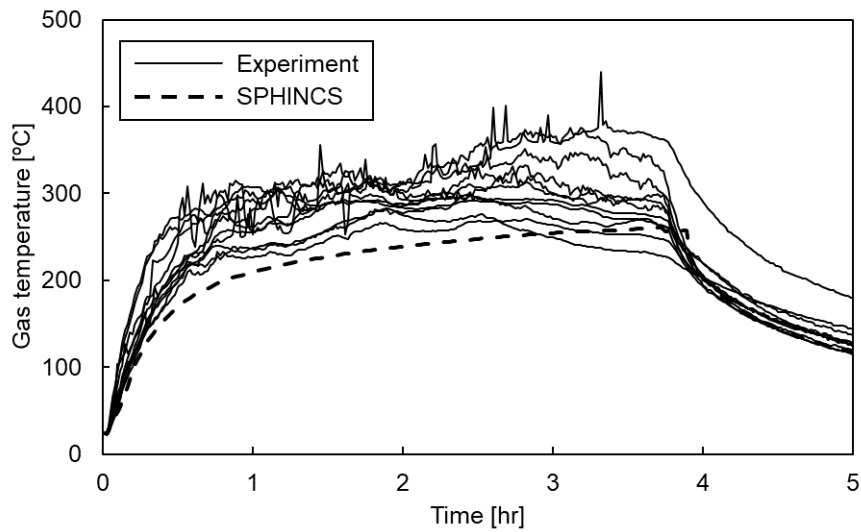


エアロゾル濃度

第 20 図 実験結果との比較 (酸素、エアロゾル濃度、マルチセルプール燃焼実験)

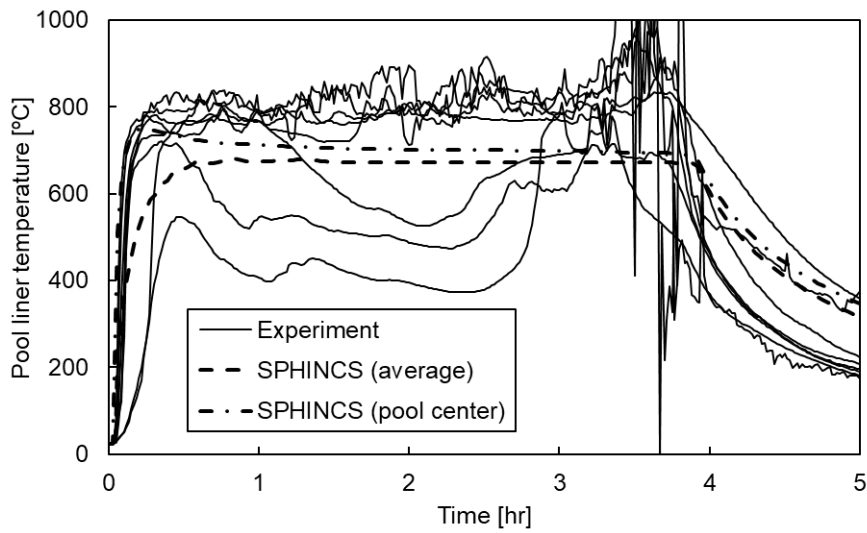


第 21 図 ナトリウム漏えい燃焼実験-II 実験装置

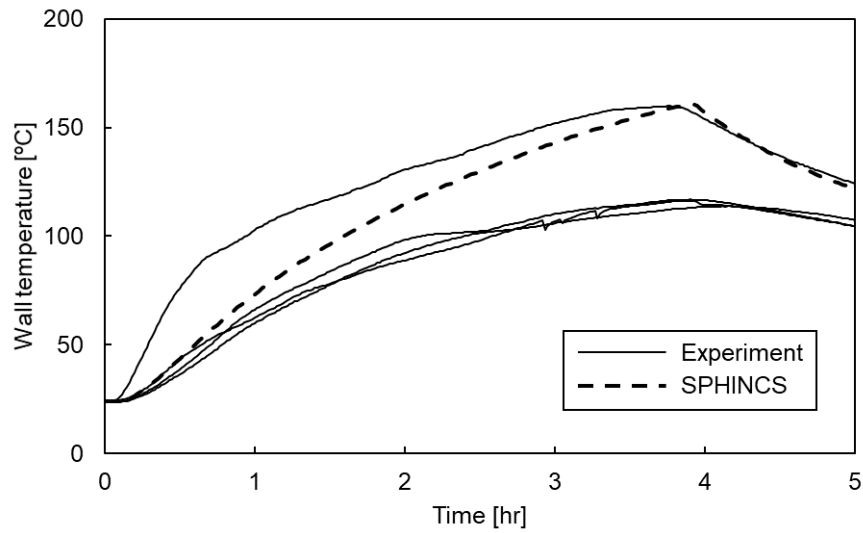


(a) ガス温度時刻歴変化

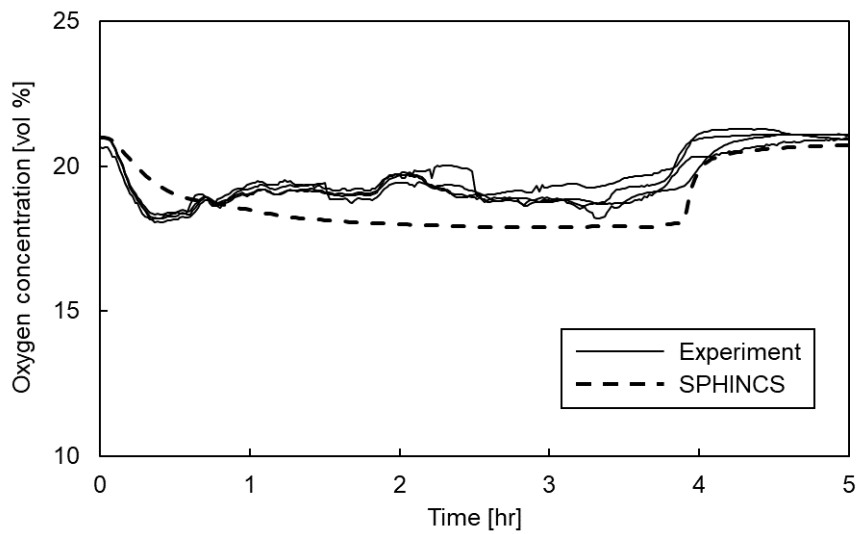
第 22 図 実験結果との比較 (ナトリウム漏えい燃焼実験-II) (1/3)



(b) 床面ライナ温度時刻歴変化

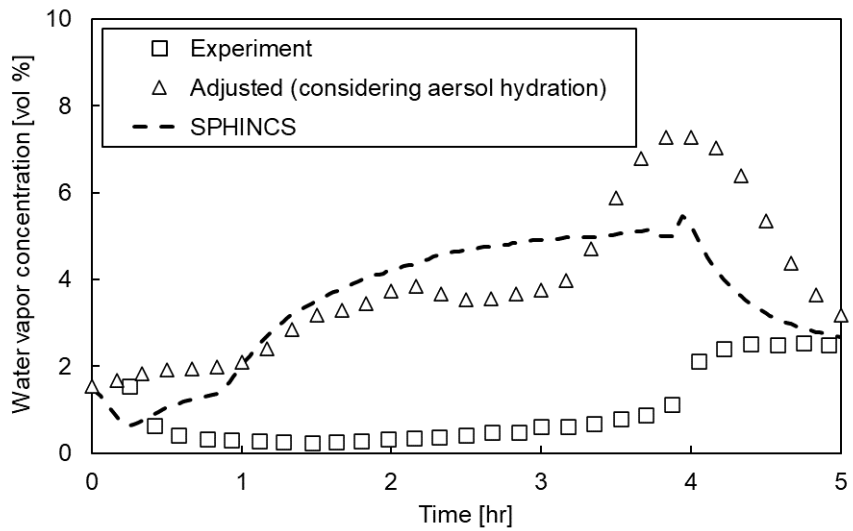


(c) コンクリート温度時刻歴変化 (表面から 15mm)

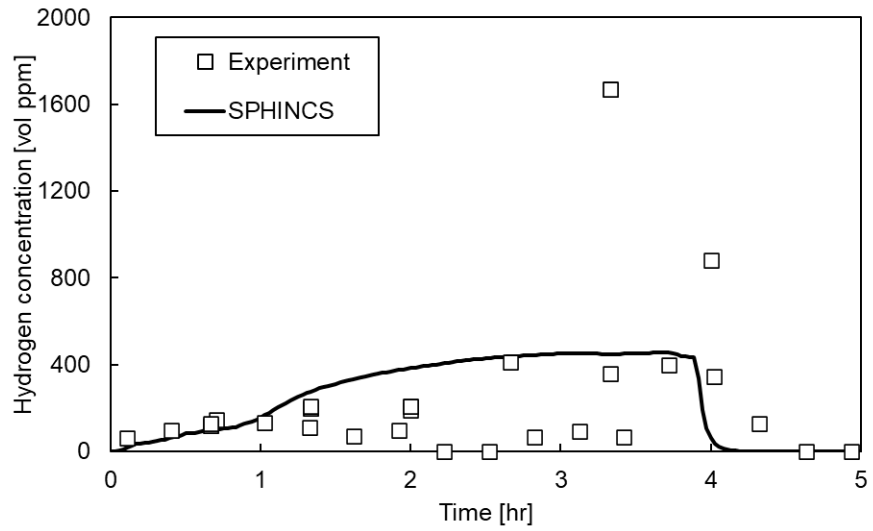


(d) 酸素濃度時刻歴変化

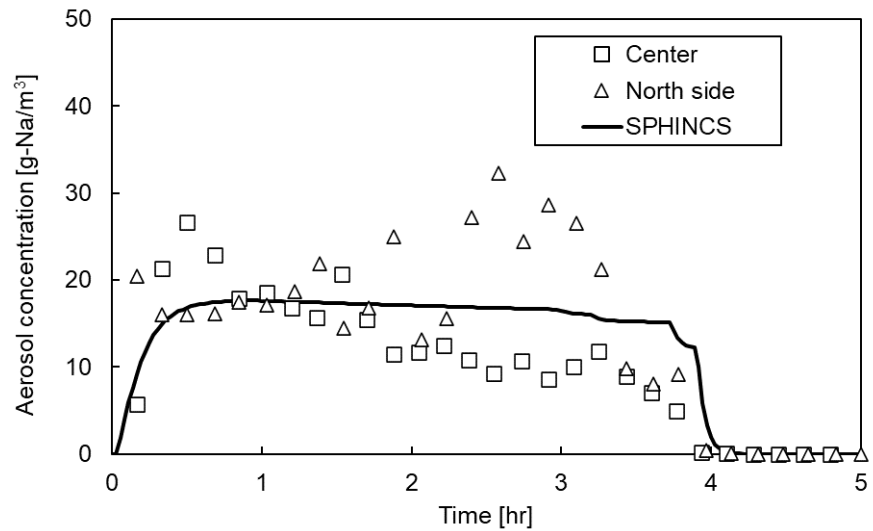
第 22 図 実験結果との比較 (ナトリウム漏えい燃焼実験-II) (2/3)



(e) 水蒸気濃度時刻歴変化



(f) 水素濃度時刻歴変化



(g) エアロゾル濃度時刻歴変化

第 22 図 実験結果との比較 (ナトリウム漏えい燃焼実験-II) (3/3)

一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について

一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について以下を示す。

- 別添 1 : 発火性又は引火性物質への対策について
- 別添 2 : 発火源への対策について
- 別添 3 : 水素漏えいへの対策について
- 別添 4 : 過電流による過熱防止対策について
- 別添 5 : 不燃性材料又は難燃性材料の使用について
- 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
- 別添 8 : 固定式消火設備（ハロン消火設備）について
- 別添 9 : 可搬式消火器（ABC消火器・二酸化炭素消火器）について
- 別添 10 : 一般火災の影響軽減について
- 別添 11 : 一般火災の影響評価について

発火性又は引火性物質への対策について

発火性又は引火性物質への対策について、火災区画ごとに、燃料油、潤滑油又はアルコールを内包する設備におけるそれらの内包量等を第 1 表に示す。

なお、燃料油、潤滑油又はアルコール内包する設備の配置は、別紙 2 に示す。

第1表 火災区画ごとの燃料油、潤滑油又はアルコールの内包量等（原子炉建物）

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (m ²)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の 有無	漏えい 面積*3 (m ²)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
RB-102	無	19.4	窒素ガスプロロ(A)	FBK タービン#56	≥220	2	0.2	無	0.16	/	≤60	≤70
			窒素ガスプロロ(B)	FBK タービン#56	≥220	2	0.2	無	0.16	/	≤60	≤70
RB-109	無	33.8	ペダスタルブラススタブプロロ(A)	FBK タービン#56	≥220	2	0.2	無	0.16	/	≤60	≤70
			ペダスタルブラススタブプロロ(B)	FBK タービン#56	≥220	2	0.2	無	0.16	/	≤60	≤70
RB-303	【精査中】	58.0	機器冷却ファン(A)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	/	≤40	≤80
			機器冷却ファン(B)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	/	≤40	≤80
RB-305	無	8.3	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.13	0.013	無	0.0104	/	≤60	≤40
RB-402	無	20.4	配管支持装置	テコール50	>300	1.2	0.12	無	0.096	/	≤40	≤40
RB-404	無	56.5	配管支持装置	テコール50	>300	10.4	1.04	無	0.832	/	≤40	≤40
			配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.1	0.01	無	0.008	/	≤40	≤40
RB-405	無	31.3	配管支持装置	テコール50	>300	10.4	1.04	無	0.832	/	≤40	≤40
			配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.28	0.028	無	0.0224	/	≤40	≤40
RB-407	【精査中】	17.1	FFD-CG 法コンプレッサ(クランク)	4 サイクルエンジン ンオイル 10W-30	224	1.2	0.12	無	0.096	/	≤40	≤60
			FFD-CG 法コンプレッサ(機器破損)	MR-200	≥250	4	0.4	無	0.32	/	≤40	≤60
RB-408	無	6.4	配管支持装置用	テコール50	>300	0.4	0.04	無	0.032	/	≤40	≤40
			配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.18	0.018	無	0.0144	/	≤40	≤40
RB-410	有	38.6	1 次主循環ポンプ B オイルプレッシャーユニット 潤滑油タンク	FBK タービン#32	≥210	220	22	無	17.6	/	≤40	≤75
			燃料交換機真空ポンプ(2台)	アルバックアルボ イル R-7	260	5	0.5	無	0.4	/	≤40	≤50
RB-412	有	44.2	1 次主循環ポンプ A オイルプレッシャーユニット 潤滑油タンク	FBK タービン#32	≥210	220	22	無	17.6	/	≤40	≤75
			回転ブラグ大回転ブラグ油圧ユニット	スーパーハイラン ドワイド46	264	50	5	有	/	42	≤40	≤50
			回転ブラグ小回転ブラグ油圧ユニット	スーパーハイラン ドワイド46	264	50	5	有	/	45	≤40	≤50
RB-RPU	有	94.2	回転ブラグ大回転ブラグ駆動装置	マリンス30	268	90	9	無	7.2	/	≤40	≤40
			回転ブラグ小回転ブラグ駆動装置	マリンス30	268	90	9	無	7.2	/	≤40	≤40
			燃料出入機油圧ユニット	スーパーハイラン ドワイド32	226	230	23	無	18.4	/	≤40	≤40
			燃料出入機走行横行減速機	ボンノック M220	242	18	1.8	無	1.44	/	≤40	≤40

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (m ²)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の有無	漏えい 面積*3 (m ²)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
			燃料出入機走行傘歯車減速機	ボンノック M220	242	40	4	無	3.2		≤40	≤40
			燃料出入機横行傘歯車減速機	ボンノック M68	220	3	0.3	無	0.24		≤40	≤40
			燃料出入機グリッパ駆動装置歯車箱	ボンノック M68	220	20	2	無	1.6		≤40	≤40
			燃料出入機グリッパ駆動装置カムクラッチバックアップ歯車箱	ダフニーオイル CR10	158	40	4	無	3.2		≤40	≤40
			燃料出入機グリッパ駆動装置 A/D 変換器歯車箱	ボンノック M68	220	10	1	無	0.8		≤40	≤40
			燃料出入機ドアバルブ	FBK オイル R0150	276	1	0.1	無	0.08		≤40	≤40
			燃料出入機可動ブロック	FBK オイル R0220	284	1	0.1	無	0.08		≤40	≤40
			燃料出入機格納容器側ドアバルブ	FBK オイル R0150	276	1	0.1	無	0.08		≤40	≤40
			燃料出入機真空ポンプ	アルバックアルボ イル R-7	260	2.5	0.25	有		2	≤40	≤60
			燃料交換機グリッパ駆動装置	FBK オイル R0220	284	4.3	0.43	無	0.344		≤40	≤40
			燃料交換機交換機孔ドアバルブ	FBK オイル R0150	276	1	0.1	無	0.08		≤40	≤40
			回転ブラグ冷却ファン(A)	FBK タービン#68	≥220	4.4	0.44	無	0.352		≤40	≤60
			回転ブラグ冷却ファン(B)	FBK タービン#68	≥220	4.4	0.44	無	0.352		≤40	≤60
			格内圧縮空気コンプレッサ (A)	フェアコール A46	≥200	1.85	0.185	無	0.148		≤40	≤50
			格内圧縮空気コンプレッサ (B)	フェアコール A46	≥200	1.85	0.185	無	0.148		≤40	≤50
RB-501	有	474.0	燃料交換機乾燥装置真空ポンプ	アルバックアルボ イル R-7	260	2	0.2	無	0.16		≤40	≤70
			ブラグ等保守装置駆動装置	FBK オイル R0220	284	5	0.5	無	0.4		≤40	≤40
			旋回クレーン	ダフニー	258	58.07	5.087	無	4.0696		≤40	≤80

*1：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

*2：潤滑油の漏えい量は、米国の確率論リスク評価ガイド NUREG/CR-6850 の考え方に則り、内包量の 10%と仮定

*3：潤滑油の漏えい面積は、漏えい量が 95L 以下の漏えいでは、0.8m²/L、漏えい量が 95L を超える漏えいでは、0.05m²/L とする。

第1表 火災区画ごとの燃料油、潤滑油又はアルコールの内包量等（原子炉附属建物）

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (㎡)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の 有無	漏えい 面積*3 (㎡)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)		
AB-102	【精査中】	286.9	フロン冷凍機 (A)	FBK タービン#68	≥220	90	9	無	7.2	/	≤40	≤70		
			フロン冷凍機 (B)	FBK タービン#68	≥220	90	9	無	7.2	/	≤40	≤70		
			格納容器常用排気ファン (A)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤70
			格納容器常用排気ファン (B)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤70
			アニユラス部排気ファン (A)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤70
			アニユラス部排気ファン (B)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤70
			ポンプアウトユニット	FBK タービン#56	≥220	2.4	0.24	無	0.192	無	0.192	/	≤40	≤70
			格納容器常用給気ファン (A)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤60
			格納容器常用給気ファン (B)	FBK タービン#56	≥220	1	0.1	無	0.08	無	0.08	/	≤40	≤60
			床上冷凍機 サークキット1	スニソ 3GS	≥164	15.7	1.57	無	1.256	無	1.256	/	≤40	≤50
AB-103	【精査中】	53.8	床上冷凍機 サークキット2	スニソ 3GS	≥164	15.7	1.57	無	1.256	/	≤40	≤50		
			空調系循環ポンプ(A)	FBK タービン#46	≥220	3	0.3	無	0.24	無	0.24	≤40	≤80	
			空調系循環ポンプ(B)	FBK タービン#46	≥220	3	0.3	無	0.24	無	0.24	≤40	≤80	
			アルコール廃液タンク	アルコール	>11	9,000	9,000	有	/	有	/	11,500	≤40	≤40
			燃料洗浄設備非常用圧空コンプレッサ	フェアコール A46	≥200	2	0.2	無	0.16	無	0.16	/	≤40	≤80
			非常用廃ガス圧縮機	フェアコール A68	≥200	3	0.3	無	0.24	無	0.24	/	≤40	≤80
			Ar 廃ガス圧縮機 (A)	フェアコール A68	≥200	2.5	0.25	有	0.25	有	/	570	≤40	≤80
			Ar 廃ガス圧縮機 (B)	フェアコール A68	≥200	2.5	0.25	有	0.25	有	/	570	≤40	≤80
			補機系揚水ポンプ(A)	FBK タービン#46	≥220	2.8	0.28	無	0.224	無	0.224	/	≤40	≤70
			補機系揚水ポンプ(B)	FBK タービン#46	≥220	2.8	0.28	無	0.224	無	0.224	/	≤40	≤70
AB-204	【精査中】	76.8	1次 Ar ガス系真空ポンプ	ネオバック MR-100	≥200	54	5.4	無	4.32	/	≤40	≤80		
			予熱窒素ガス系プロア軸封潤滑油貯留タンク	FBK タービン#32	≥210	1,600	160	無	8	無	8	≤40	≤80	
			予熱窒素ガス系プロア軸封潤滑油系ヘッドタンク	FBK タービン#32	≥210	400	40	無	32	無	32	≤40	≤80	
			水冷却浄化設備冷却水循環ポンプ (2台)	FBK タービン#56	260	4	0.4	無	0.32	無	0.32	/	≤40	≤65
			燃料洗浄設備燃料洗浄循環ポンプ(2台)	FBK タービン#56	260	4	0.4	無	0.32	無	0.32	/	≤40	≤65
			燃料洗浄設備洗浄槽回転機構 (ギヤボックス)	DTE オイルベビーム ダイヤモンド	223	17.5	1.75	無	1.4	無	1.4	/	≤40	≤40
			燃料洗浄設備洗浄槽回転機構 (サイクロ減速機)	FBK オイル R0150	276	3.5	0.35	無	0.28	無	0.28	/	≤40	≤40
			燃料洗浄設備汚染廃ガス真空ポンプ	ULVOIL(真空オイル) R-7	260	6.5	0.65	無	0.52	無	0.52	/	≤40	≤70
			燃料洗浄設備アルゴンガス循環プロロ (2台)	FBK オイル R0150	266	3	0.3	無	0.24	無	0.24	/	≤40	≤70
			燃料洗浄設備アルゴンガス循環プロロ (2台)	ボンノック SP150	235	3	0.3	無	0.24	無	0.24	/	≤40	≤80
AB-212	【精査中】	17.5	燃料洗浄設備汚染廃ガス真空ポンプ	ULVOIL(真空オイル) R-7	260	6.5	0.65	無	0.52	/	≤40	≤70		
			燃料洗浄設備アルゴンガス循環プロロ (2台)	FBK オイル R0150	266	3	0.3	無	0.24	無	0.24	≤40	≤70	

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (m ²)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の有無	漏えい 面積*3 (m ²)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
AB-305	【精査中】	34.2	配管支持装置	テコール 50	300 >	0.8	0.08	無	0.064		≦40	≦40
			配管支持装置ミニ	テコール 50	300 >	0.06	0.006	無	0.0048		≦40	≦40
AB-306	【精査中】	34.2	配管支持装置	テコール 50	300 >	0.8	0.08	無	0.064		≦40	≦40
			配管支持装置ミニ	テコール 50	300 >	0.66	0.066	無	0.0528		≦40	≦40
AB-405	有	307.3	空気圧縮機 (A)	フェアコール A-68	≧200	12	1.2	有	0.96	75, 530	≦40	≦80
			空気圧縮機 (B)	フェアコール A-68	≧200	12	1.2	有	0.96	75, 530	≦40	≦80
			空気圧縮機 (C)	フェアコール A-68	≧200	12	1.2	有	0.96	75, 530	≦40	≦80
AB-412	【精査中】	37.6	トランスファロータ設備駆動装置 (減速機)	ボンノック TS460	322	22.5	2.25	無	1.8		≦40	≦40
			トランスファロータ設備駆動装置 (カサ歯車箱)	ボンノック TS220	280	0.4	0.04	無	0.032		≦40	≦40
AB-505 (1)	【精査中】	178.3	格納容器貫通部冷却系オイルタンク	KSK オイル #260	124	1, 536	153.6	有	7.68	92	≦40	≦40
AB-505 (2)	有	77.2	配管支持装置ミニ	テコール 50	>300	0.8	0.08	無	0.064		≦40	≦40
AB-510	有	280.3	新燃料貯蔵設備 真空ポンプ	ULVOIL R-7	252	4	0.4	無	0.32		≦40	≦60
			キヤスクカー走行駆動減速機	FBK オイル R0150	276	36	3.6	無	2.88		≦40	≦40
			キヤスクカードアバルブギヤードモータ	ボンノック M150	268	1.2	0.12	無	0.096		≦40	≦40
			キヤスクカーケークルリール減速機	FBK オイル R0150	276	5	0.5	無	0.4		≦40	≦40
			キヤスクカーグリッパ巻上機構ウォーム減速機	ボンノック TS260	284	3.6	0.36	無	0.288		≦40	≦40
			キヤスクカーグリッパ巻上機構ギヤードモータ	FBK オイル R0150	276	1	0.1	無	0.08		≦40	≦40
			キヤスクカーグリッパ巻上機構ベベルギヤードボックス	ボンノック M320	292	0.95	0.095	無	0.076		≦40	≦40
			キヤスクカー真空ポンプ	TSR-1200	≧250	3	0.3	無	0.24		≦40	≦70
			キヤスクカー圧空コンプレッサ	TOCON オイル	238	0.35	0.035	無	0.028		≦40	≦60
			キヤスクカー緩衝器 (2台)	ダフニスパーハイ ドロ A	218	60	6	無	4.8		≦40	≦40
			天井クレーン	潤滑油種	278	97.6	9.76	無	7.808		≦40	≦80
			AB-511	【精査中】	179.5	水中台車駆動装置	FBK オイル	284	2.5	0.25	無	0.2
使用済燃料移送機グリッパ駆動装置	日石スパーハイラ ンド 46	≧205				10	1	無	0.8		≦40	≦40
使用済燃料移送機走行台車駆動装置	ボンノック M150	235				10	1	無	0.8		≦40	≦40
使用済燃料移送機横行台車駆動装置	ボンノック M150	235				10	1	無	0.8		≦40	≦40
水冷却浄化設備真空ポンプ	FBK タービン #56	260	0.5	0.05	無	0.04		≦40	≦40			

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (m ²)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の 有無	漏えい 面積*3 (m ²)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
			天井クレーン	工業用ギヤ油	250	259.8	25.98	無	20.784		≤40	≤80
AB-513	【精査中】	82.1	新燃料貯蔵設備新燃料移送台車駆動装置	モーターオイル No.20	≥200	1	0.1	無	0.08		≤40	≤40
AB-709	【精査中】	41.7	回転移送機回転駆動装置	ボンノック TS460	210	15	1.5	無	1.2		≤40	≤40
			回転移送機グリッパ駆動装	ボンノック TS460	210	15	1.5	無	1.2		≤40	≤40
			補機系冷却塔(A)ブローア	ボンノック M150	244	3.5	0.35	無	0.28		≤40	≤80
			補機系冷却塔(B)ブローア	ボンノック M150	244	3.5	0.35	無	0.28		≤40	≤80
AB-802	有	1,805.5	空調系冷却塔(A)ブローア	ボンノック M150	244	3.5	0.35	無	0.28		≤40	≤80
			空調系冷却塔(B)ブローア	ボンノック M150	244	3.5	0.35	無	0.28		≤40	≤80

*1：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

*2：潤滑油の漏えい量は、米国の確率論点リスク評価ガイド NUREG/CR-6850 を参考に、内包量の10%を想定

*3：潤滑油の漏えい面積は、漏えい量が95L以下の漏えいでは、0.8m²/L、漏えい量が95Lを超える漏えいでは、0.05m²/Lとする。

第1表 火災区画ごとの燃料油、潤滑油又はアルコールの内包量等（主冷却機建物）

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (㎡)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の 有無	漏えい 面積*3 (㎡)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
SB-101	有	113.8	樹脂混合プロロ	ボンノック M460	244	0.32	0.032	無	0.0256		≦40	≦40
			再生ポンプ (A)	FBK タービン #56	≧220	0.60	0.060	無	0.048		≦40	≦40
SB-102	有	306.6	再生ポンプ (B)	FBK タービン #56	≧220	0.60	0.060	無	0.048		≦40	≦40
			B2 換気系送風機	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
SB-105	有	89.7	ディーゼル No.2 送風機	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			B2 換気系排風機	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
SB-106	有	36.9	ディーゼル No.1 送風機	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			ディーゼル No.1 排風機	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
SB-124	有	28.6	ディーゼル No.2 排風機油	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			1号ディーゼル発電機燃料小出槽	A 重油	≧60	990	990	有		1,538		≦40
SB-125	有	124.9	1号ディーゼル発電機用空気圧縮機	コレナオイル P68	≧200	8	0.8	無	0.64		≦40	≦40
			1号ディーゼル発電機機関	ガデニヤ S340	>250	1,800	180	無	9		≦40	≦40
			1号ディーゼル発電機軸受	FBK タービン #46	≧220	20	2	無	1.6		≦40	≦60
			1号ディーゼル発電機ターニング装置	ダフニーマカニツクオイル	266	2	0.2	無	0.16		≦40	≦40
SB-127	有	27.1	1号ディーゼル発電機燃料主貯油槽	A 重油	≧60	6,000	6,000	有		7,800	≦40	≦40
			2号ディーゼル発電機燃料主貯油槽	A 重油	≧60	6,000	6,000	有			7,800	≦40
SB-128	有	27.1	1号ディーゼル発電機燃料小出槽	A 重油	≧60	990	990	有		1,538	≦40	≦40
			2号ディーゼル発電機用空気圧縮機	コレナオイル P68	≧200	8	0.8	無	0.64		≦40	≦40
			2号ディーゼル発電機機関	ガデニヤ S340	>250	1,800	180	無	9		≦40	≦40
			2号ディーゼル発電機軸受	FBK タービン #46	≧220	20	2	無	1.6		≦40	≦60
SB-130	有	124.9	2号ディーゼル発電機ターニング装置	ダフニーマカニツクオイル	266	2	0.2	無	0.16		≦40	≦40
			Na 管路 (A) 送風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 送風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 排風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 送風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 送風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
SB-206	無	74.0	Na 管路 (A) 送風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 送風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (A) 排風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 送風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 送風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P1	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80
			Na 管路 (B) 排風機 P2	FBK タービン #46	≧220	1	0.1	無	0.08		≦40	≦80

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (㎡)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の有無	漏えい 面積*3 (㎡)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
SB-207	無	45.3	ボイラー室送風機	FBKタービン#46	≥220	1	0.1	無	0.08		≤40	≤80
SB-212	無	120.8	ボイラー室排風機	FBKタービン#46	≥220	1	0.1	無	0.08		≤40	≤80
SB-220	無	124.7	配管支持装置ミニ ボイラー燃料サービスタンク 給水ポンプ	テコール50 A重油 FBKタービン#46	>300 ≥60 ≥220	0.31 760 0.3	0.031 760 0.03	有 無	0.0248 0.024	2,300	≤40 ≤40 ≤40	≤40 ≤40 ≤80
SB-225	無	17.1	ボイラー燃料貯油槽 No.1	A重油	≥60	18,900	18,900	有		21,800	≤40	≤40
SB-226	無	17.1	ボイラー燃料貯油槽 No.2	A重油	≥60	18,900	18,900	有		21,800	≤40	≤40
SB-227	無	17.1	ボイラー燃料貯油槽 No.3	A重油	≥60	18,900	18,900	有		21,800	≤40	≤40
SB-228	無	17.1	ボイラー燃料貯油槽 No.4	A重油	≥60	18,900	18,900	有		21,800	≤40	≤40
SB-303	無	112.2	配管支持装置	テコール50	>300	11.9	1.19	無	0.952		≤40	≤40
SB-305	無	112.2	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.41	0.041	無	0.0328		≤40	≤40
SB-401	有	177.2	天井クレーン	テコール50	>300	11.9	1.19	無	0.952		≤40	≤40
SB-403	無	152.9	配管支持装置	テコール50	>300	0.56	0.056	無	0.0448		≤40	≤40
SB-404	無	13.3	Arガス供給室系送風機	ギヤオイル	278	10	1	無	0.8		≤40	≤80
SB-406	無	22.5	手洗・浴室系排風機	テコール50	>300	1.6	0.16	無	0.128		≤40	≤40
SB-409	無	87.4	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.03	0.003	無	0.0024		≤40	≤40
SB-412	無	40.1	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	3.6	0.36	無	0.288		≤40	≤40
SB-413	無	54.4	配管支持装置	テコール50	>300	0.03	0.003	無	0.0024		≤40	≤40
SB-415	無	53.7	2次系コールドドラフト送風機 配管支持装置	テコール50	>300	0.04	0.004	無	0.0032		≤40	≤40
SB-416	無	70.8	配管支持装置ミニ アルバックアルボ イルR-7	テコール50	≥220	5.1	0.51	無	0.408		≤40	≤40
SB-419	無	152.9	2次A rガス系真空ポンプ 配管支持装置	FBKタービン#46	>300	0.2	0.02	無	0.016		≤40	≤80
SB-420	有	177.2	天井クレーン	テコール50	>300	0.2	0.02	無	0.016		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ 配管支持装置ミニ	テコール50	>300	5.1	0.51	無	0.408	520	≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	3.6	0.36	無	0.288		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.03	0.003	無	0.0024		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	20	2	有	1.6		≤40	≤80
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	1.6	0.16	無	0.128		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.03	0.003	無	0.0024		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	87.8	8.78	無	7.024		≤40	≤80
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	4	0.4	無	0.32		≤40	≤40
SB-505	無	201.9	配管支持装置ミニ	テコール50	>300	0.13	0.013	無	0.0104		≤40	≤40

火災区画番号	火災防護 対策*1が必要な 機器等の有無	床面積 (m ²)	油等内包機器名称	種別	引火点 (°C)	内包量 (L)	漏えい量*2 (L)	堰の有無	漏えい 面積*3 (m ²)	堰容量 (L)	室内温度 (°C)	機器 運転温度 (°C)
SB-508	無	51.7	配管支持装置	テコール50	>300	3.2	0.32	無	0.256		≤40	≤40
SB-509	無	61.9	配管支持装置ミニ 配管支持装置油 配管支持装置ミニ	テコール50 テコール50 テコール50	>300 >300 >300	0.36 3.2 0.27	0.036 0.32 0.027	無 無 無	0.0288 0.256 0.0216		≤40 ≤40 ≤40	≤40 ≤40 ≤40
SB-512	無	200.7	配管支持装置 配管支持装置ミニ	テコール50 テコール50	>300 >300	4 0.13	0.4 0.013	無 無	0.32 0.0104		≤40 ≤40	≤40 ≤40
SB-601	無	52.2	2次主循環ポンプA オイルプレッシャユニット 潤滑油タンク 配管支持装置 配管支持装置ミニ	FBKタービン#32 テコール50 テコール50	≥210 >300 >300	335 0.8 0.06	33.5 0.08 0.006	有 無 無		57	≤40 ≤40 ≤40	≤75 ≤40 ≤40
SB-602	無	64.0	2次主循環ポンプB オイルプレッシャユニット 潤滑油タンク 配管支持装置 配管支持装置ミニ	FBKタービン#32 テコール50 テコール50	≥210 >300 >300	335 0.8 0.1	33.5 0.08 0.01	有 無 無		57	≤40 ≤40 ≤40	≤75 ≤40 ≤40
SB-701	無	92.2	天井クレーン 配管支持装置ミニ 配管支持装置ミニ	ダフニー テコール50 テコール50	278 >300 >300	57.85 0.54 0.54	5.785 0.054 0.054	無 無 無	4.628 0.0432 0.0432		≤40 ≤40 ≤40	≤40 ≤40 ≤40
SB-703	無	14.4	Na 機器 2F, 3F 系排風機 P2	FBKタービン#46	≥220	0.2	0.02	無	0.016		≤40	≤80
SB-704	無	14.4	Na 機器 2F, 3F 系排風機 P1	FBKタービン#46	≥220	0.2	0.02	無	0.016		≤40	≤80
SB-705	有	1,352.3	ディーゼル系冷却塔(A)ブロー ディーゼル系冷却塔(B)ブロー	ボンノック M150 ボンノック M150	244 244	2.5 2.5	0.25 0.25	無 無	0.2 0.2		≤40 ≤40	≤40 ≤40
SB-706	無	26.3	1FNa 配管換気系送風機 P1 1FNa 配管換気系送風機 P2	FBKタービン#46 FBKタービン#46	≥220 ≥220	1 1	0.1 0.1	無 無	0.08 0.08		≤40 ≤40	≤80 ≤80
SB-707	無	33.7	1FNa 配管換気系排風機 P1 1FNa 配管換気系排風機 P2	FBKタービン#46 FBKタービン#46	≥220 ≥220	1 1	0.1 0.1	無 無	0.08 0.08		≤40 ≤40	≤80 ≤80

*1：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

*2：潤滑油の漏えい量は、米国の確率論点リスク評価ガイド NUREG/CR-6850 を参考に、内包量の 10%を想定

*3：潤滑油の漏えい面積は、漏えい量が 95L 以下の漏えいでは、0.8m²/L、漏えい量が 95L を超える漏えいでは、0.05m²/L とする。

発火源への対策について

1. 概要

火花を発生する設備や高温の設備等の発火源に対する対策について示す。

2. 発火源への対策

① 火花を発生する設備への対策

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を設置する火災区画内に火花を発生するおそれのある設備を設置する場合は、金属製の筐体内に収納する等により、火花が当該設備の外部に出ないようにする。ここで、火花を発生するおそれのある設備として、直流電動機や非常用ディーゼル発電機等のブラシを想定する。直流電動機や非常用ディーゼル発電機の設置場所を第 2.1 表に示す。第 2.1 表に示す火花を発生するおそれのあるブラシを有する設備は、金属製の筐体（本体）内に収納し、火花が外部に出ない構造とする。

第 2.1 表 直流電動機や非常用ディーゼル発電機の設置場所

火災区画		火花を発生するおそれのある設備
番号	名称	
RB-410	主循環ポンプ (B) 上蓋室	1 次主循環ポンプ B
RB-412	主循環ポンプ (A) 上蓋室	1 次主循環ポンプ A
SB-701	2 次系主循環ポンプ室 (A)	2 次主循環ポンプ A
	2 次系主循環ポンプ室 (B)	2 次主循環ポンプ B
SB-125	ディーゼル発電機室 (No. 1)	非常用ディーゼル発電機 1 号機
SB-130	ディーゼル発電機室 (No. 2)	非常用ディーゼル発電機 2 号機

② 高温設備への対策

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を設置する火災区画内に高温となる設備を設置する場合は、高温部分を保温材で被覆し、可燃性物質との接触防止や可燃性物質の過熱防止を行う。ここで、高温となる設備として、設計上の最高使用温度が 60℃を超える設備を想定する。高温となる設備を第 2.2 表に、高温となる設備の保温材の設置例を第 2.1 図に示す。第 2.2 表に示す設備は、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。

第 2.2 表 高温となる設備

高温となる設備 (最高使用温度が 60℃を超える設備)	過熱防止対策
ナトリウムを内包する配管及び機器	保温材設置
圧縮空気供給設備の空気圧縮機出口配管	保温材設置
非常用ディーゼル発電機の排気管	保温材設置
ボイラ蒸気配管	保温材設置



(1 次主冷却系の配管)



(2 次主冷却系の配管)

第 2.1 図 高温となる設備の保温材の設置例

水素漏えいへの対策について

1. 概要

充電時に蓄電池から発生する水素に対する対策について示す。

なお、ナトリウム冷却高速中性子型炉である本原子炉施設では、放射線分解等により、水素が発生、蓄積し、その急速な燃焼により、原子炉施設の安全性を損なうおそれのある設備は有しない。

2. 蓄電池の設置場所

交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池は、原子炉附属建物 2 階及び中 2 階の蓄電池室に設置する。蓄電池室の場所を第 2.1 図に示す。

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 2.1 図 蓄電池室の場所

3. 換気設備（換気扇）による換気

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なるものとする。当該換気扇は、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。また、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。

換気扇の主な仕様を第 3.1 表に、換気扇の必要換気量の評価結果を第 3.2 表に示す。

既設の蓄電池を対象とした場合の必要換気量（1,005m³/h）に対して、換気扇の換気量は、それを上回る 1,450m³/h 以上とするため、蓄電池から発生する水素により蓄電池室内の水素濃度が燃焼限界濃度を超えることはない。

なお、蓄電池室には、制御棒駆動機構等に対する蓄電池を新たに設置することとしており、当該蓄

電池による水素の発生を考慮しても必要換気量が換気扇の換気量（1,450m³/h）を超えないものとする。

第 3.1 表 換気扇の主な仕様

部屋名称	火災区画 番号	形式	数量	風量 (m ³ /h)	電源
蓄電池室	AB-603	換気扇	1	2,100	非常用電源設備
蓄電池室	AB-708	換気扇	1	1,450	非常用電源設備

第 3.2 表 換気扇の必要換気量の評価結果

項目	原子炉附属建物中 2 階 蓄電池室【AB-603】	原子炉附属建物 2 階 蓄電池室【AB-708】
n：蓄電池（セル）の個数	CS-800 形：106 セル CS-1800 形：54 セル	CS-800 形：106 セル CS-1800 形：54 セル
i：過充電電流（0.1C _n A を使用（C _n ：n 時間率定格電流の数値で鉛蓄電池では 10 時間率を使用））	CS-800 形：80A CS-1800 形：180A	CS-800 形：80A CS-1800 形：180A
t：希釈率	24 (=96/4：水素と空気の混合ガスの燃焼限界値より求めた値)	
g：水素発生量	0.46×10 ⁻³ m ³ /h（25℃、1 気圧における値）	
s：安全係数	5	
a：密閉効率	0（ベント形蓄電池の場合）	
V：必要換気量*1	1,005m ³ /h	1,005m ³ /h
換気扇の換気量	1,450m ³ /h 以上	

[必要換気量の計算式] $V = t \times g \times s \times n \times i \times (1 - a)$

*1：新たに設置する蓄電池を考慮した必要換気量は、換気扇の換気量を上回らないものとする。

4. 水素の検出器

蓄電池室には、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。

警報設定値は、一般高圧ガス保安規則関係例示基準より水素の燃焼限界濃度（4vol%）の 1/4 の 1vol% とする。

5. 可搬式局所排気装置による換気

蓄電池室において、万一、換気扇が何らかの理由により停止した場合は、可搬式局所排気装置による換気運転によって、水素濃度が燃焼限界濃度を超えないものとする。可搬式局所排気装置による換

気運転は、蓄電池室内の水素濃度が燃焼限界濃度（4vol%）に余裕を見込んだ 2vol%に達するまでに開始するものとする。可搬式局所排気装置の主な仕様を第 5.1 表に、可搬式局所排気装置による換気運転開始までの猶予時間の評価結果を第 5.2 表に、可搬式局所排気装置の配置例を第 5.1 図に示す。

既設の蓄電池を対象とした、可搬式局所排気装置による換気運転開始までの猶予時間は 50 分以下となり、可搬式局所排気装置による換気運転は 30 分を目安に行うものとする。可搬式局所排気装置による換気運転の対応手順を第 5.3 表に示す。

なお、新たに設置する蓄電池による水素の発生を考慮しても、可搬式局所排気装置による換気運転の開始までの猶予時間は、30 分を超えないものとする。

第 5.1 表 可搬式局所排気装置の主な仕様

名称	風量 (m ³ /h)	保管場所*1	数量	電源
可搬式局所排気装置	1,450	AB-603	1台	非常用電源設備
		AB-708	1台	

*1：可搬式局所排気装置と併せて、接続ホース及びコードリールを 1 台ずつ保管

第 5.2 表 可搬式局所排気装置による換気運転開始までの猶予時間の評価結果

項目	原子炉附属建物中 2 階 蓄電池室【AB-603】	原子炉附属建物 2 階 蓄電池室【AB-708】
n：蓄電池（セル）の個数	CS-800 形：106 セル CS-1800 形：54 セル	CS-800 形：106 セル CS-1800 形：54 セル
i：過充電電流（0.1C _n A を使用（C _n ：n 時間率定格電流の数値で鉛蓄電池では 10 時間率を使用））	CS-800 形：80A CS-1800 形：180A	CS-800 形：80A CS-1800 形：180A
g：水素発生量	0.46×10 ⁻³ m ³ /h（25℃、1 気圧における値）	
g'：室内水素発生量	8.4m ³ /h	8.4m ³ /h
q：室内体積	350m ³	600m ³
r：水素濃度上昇率	2.4%/h	1.4%/h
猶予時間（水素濃度が 2vol%に達する時間）*1	50min	85min

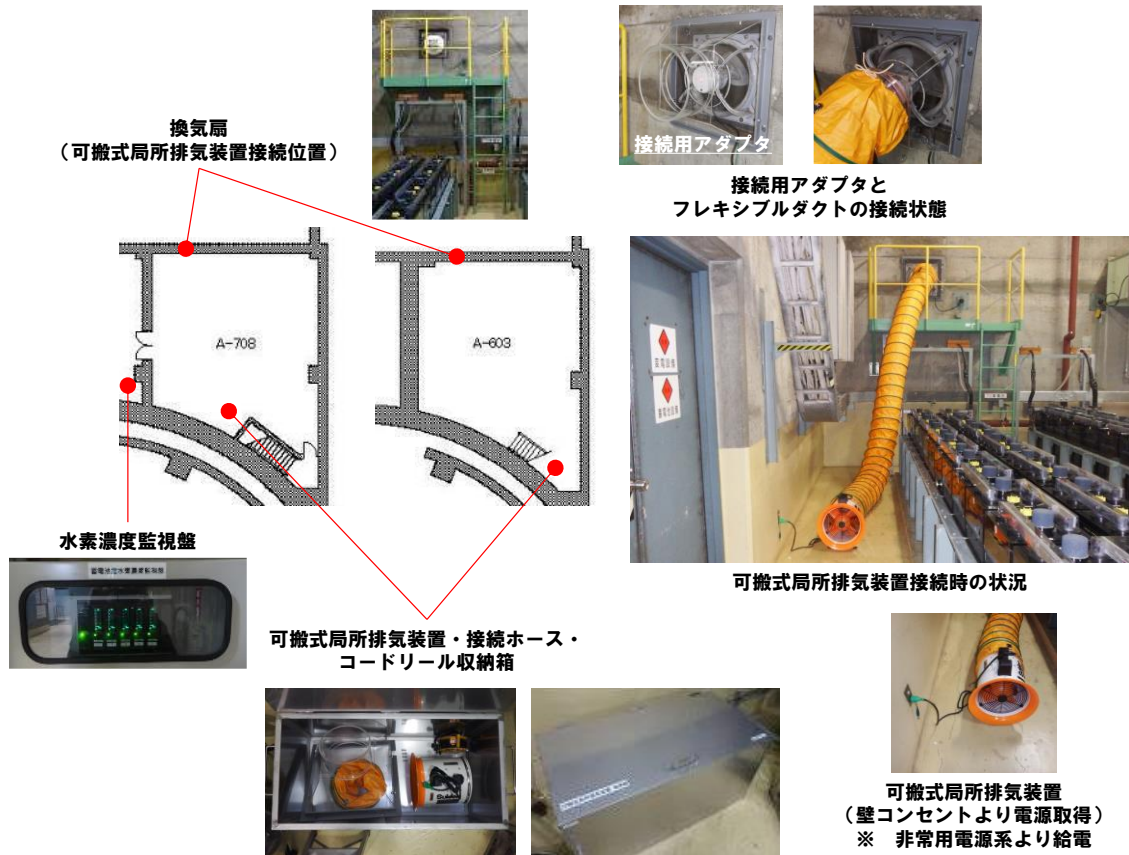
[室内水素発生量の計算式] $g' = g \times n \times i$

[水素濃度上昇率の計算式] $r = 100 \times g' / q$

*1：新たに設置する蓄電池を考慮した猶予時間は、30 分を超えないものとする。

第 5.3 表 可搬式局所排気装置による換気運転の対応手順

手順の項目	必要な要員と作業項目		手順の内容	経過時間 (分)			備考
				10	20	30	
	当直長		・ 対応指揮	異常事象発生(換気設備の停止) 換気設備停止の検知			
状況判断	運転員A	1	・ 換気設備停止の判断				・ 中央制御室において、換気設備停止に係る警報の発報により判断する。
	運転員B、C	2	・ 換気設備停止の確認 ・ エリア水素濃度の確認				・ 換気設備停止後、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移動する。 ・ 換気設備の停止及び当該エリアの水素濃度を確認する。
代替換気措置	運転員B、C	2	・ 可搬式局所排気装置の運搬 ・ 可搬式局所排気装置の設置 ・ 可搬式局所排気装置の運転及び監視	運搬・設置 運搬・設置			・ A-708室の収納箱から、可搬式局所排気装置及び接続ホースを取出し、接続位置まで運搬する。 ・ 接続ホースを換気設備の所定の位置に接続する。 ・ 可搬式局所排気装置を運転するとともに、水素濃度の異常な上昇がないことを確認する。



第 5.1 図 可搬式局所排気装置の配置例

過電流による過熱防止対策について

過電流による過熱防止対策について、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のための過電流継電器等の保護装置と遮断器の組合わせを第 1 表に示す。

第1表 過電流継電器等の保護装置と遮断器の組合わせ

電源盤名称	遮断器			保護装置		
	番号	名称	型式	名称	型式	数量 (台)
一般系 1A-M/C 盤	152A1	真空遮断器	HS4006M-20Mf-ETZ	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
	152A3	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUATAK-25DED	2
				デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152A5	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUATAK-25DED	2
				デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152A6	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152A7	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152A8	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152A9	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
デジタル形地絡方向継電器				DUTUDTBA-35AAD	1	
152A10	真空遮断器	HS2506M-12Mf-ETZ	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152A11	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152A12	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152A13	真空遮断器	HS2506Y-06Mf-EVNZ	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152A14	真空遮断器	HS2506Y-06Mf-EVNZ	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
一般系 2A-P/C 盤	252A1	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	252A2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	252A3	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	252A4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
一般系 3A-P/C 盤	352A1	気中遮断器	DA503XA-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A2	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A3	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A4	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A5	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A6	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
	352A8	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2
一般系 1B-M/C 盤	152B3	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUATAK-25DED	2
				デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152B5	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUATAK-25DED	2
				デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152B6	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
デジタル形地絡方向継電器				DUTUDTBA-35AAD	1	
152B7	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152B8	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152B9	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1

電源盤名称	遮断器			保護装置			
	番号	名称	型式	名称	型式	数量 (台)	
一般系 1B-M/C 盤	152B10	真空遮断器	HS2506M-12Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152B11	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152B12	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUATAA-55DED DUTUAHAK-25CCD DUTUDTBA-35AAD	2 2 1	
一般系 2B-P/C 盤	252B1	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	252B2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	252B3	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	252B4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	252B5	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
一般系 3B-P/C 盤	352B1	気中遮断器	DB503XA-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B2	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B3	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B4	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B5	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B6	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
	352B7	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル型過電流継電器	DUTUAHAK-55DDD	2	
非常系 1C-M/C 盤	152C4	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル型多機能継電器 デジタル形過電圧継電器	DUYUMGDA-15CQQ DUTUVHAA-55GDD	1 1	
	152C5	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152C6	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152C7	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152C8	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152C9	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	152C10	真空遮断器	HS2506M-12Mf-ETZ	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDDD	2	
	152C11	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器 デジタル形地絡方向継電器	DUTUAHAK-25DDD DUTUDTBA-35AAD	2 1	
	非常系 2C-P/C 盤	252C1	気中遮断器	DB503XA-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
		252C2	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
252C3		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C4		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2	
252C5		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C6		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C7		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C8		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C10		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C11		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C12		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
252C13		気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
非常系 2S-P/C 盤		252S1	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252S2	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
	252S3	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
	252S4	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
	252S5	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
	252S6	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	

電源盤名称	遮断器			保護装置		
	番号	名称	型式	名称	型式	数量 (台)
非常系 3C-P/C 盤	352C1	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352C2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352C4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352C5	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352C6	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
非常系 1HC-P/C 盤	852C2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852C3	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852C4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852C5	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852C6	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
非常系 2HC-P/C 盤	952C2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
非常系 1D-M/C 盤	152D4	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル型多機能継電器	DUYUMGDA-15CQQ	1
				デジタル形過電圧継電器	DUTUVHAA-55GDD	1
	152D5	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152D6	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
				デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1
	152D7	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
デジタル形地絡方向継電器				DUTUDTBA-35AAD	1	
152D8	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
152D9	真空遮断器	HS2506M-06Mf-ETZC	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2	
			デジタル形地絡方向継電器	DUTUDTBA-35AAD	1	
非常系 2D-P/C 盤	252D1	気中遮断器	DB503XA-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D2	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D3	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D4	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25CCD	2
	252D5	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D6	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D7	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D8	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D10	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D11	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D12	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	252D13	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	非常系 3D-P/C 盤	352D1	気中遮断器	DB253X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD
352D2		気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
352D4		気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
352D5		気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
352D6		気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
非常系 3S-P/C 盤	352S1	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352S2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352S3	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352S4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	352S5	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
非常系 1HD-P/C 盤	852D2	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852D3	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2
	852D4	気中遮断器	DB123X-Mf	デジタル形過電流継電器	DUTUAHAK-25DDD	2

電源盤名称	遮断器			保護装置		
	番号	名称	型式	名称	型式	数量 (台)
常陽変電所	352R	真空遮断器	SDD508	デジタル型多機能継電器	UM43FD-E5R	1
				デジタル形過電流継電器	DUTUAHAS-15DDD	3
	152RA	真空遮断器	HS4006Y-30Mf-N	デジタル型多機能継電器	UM42C-E5R	1
	152RB	真空遮断器	HS4006Y-30Mf-N	デジタル型多機能継電器	UM42C-E5R	1

不燃性材料又は難燃性材料の使用について

1. 概要

火災防護対象機器に対す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」について示す。

2. 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

火災防護対象機器のうち、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、金属材料又は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、金属で覆われた狭隙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ものとする。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ものとする。

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火災防護対象機器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火災防護対象機器を設置する建物は、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。

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、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。

なお、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を設置していない受電エリア（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火災防護対象機器を示す。

- ・ 1 次主循環ポンプポニーモータ
- ・ 1 次主循環ポンプ潤滑油
- ・ 核計装（起動系及び線形出力系）
- ・ 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耐延焼性及び自己消火性を確保する。

② 適用箇所

本代替措置を適用する主な火災防護対象機器を示す。

- ・ 核計装（起動系及び線形出力系）
- ・ 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*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火災防護対象機器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。

自然現象による火災の発生防止について

1. 概要

自然現象（地震及び落雷）による火災の発生防止について示す。

2. 地震による火災の発生防止

地震による火災の発生を防止するため、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。

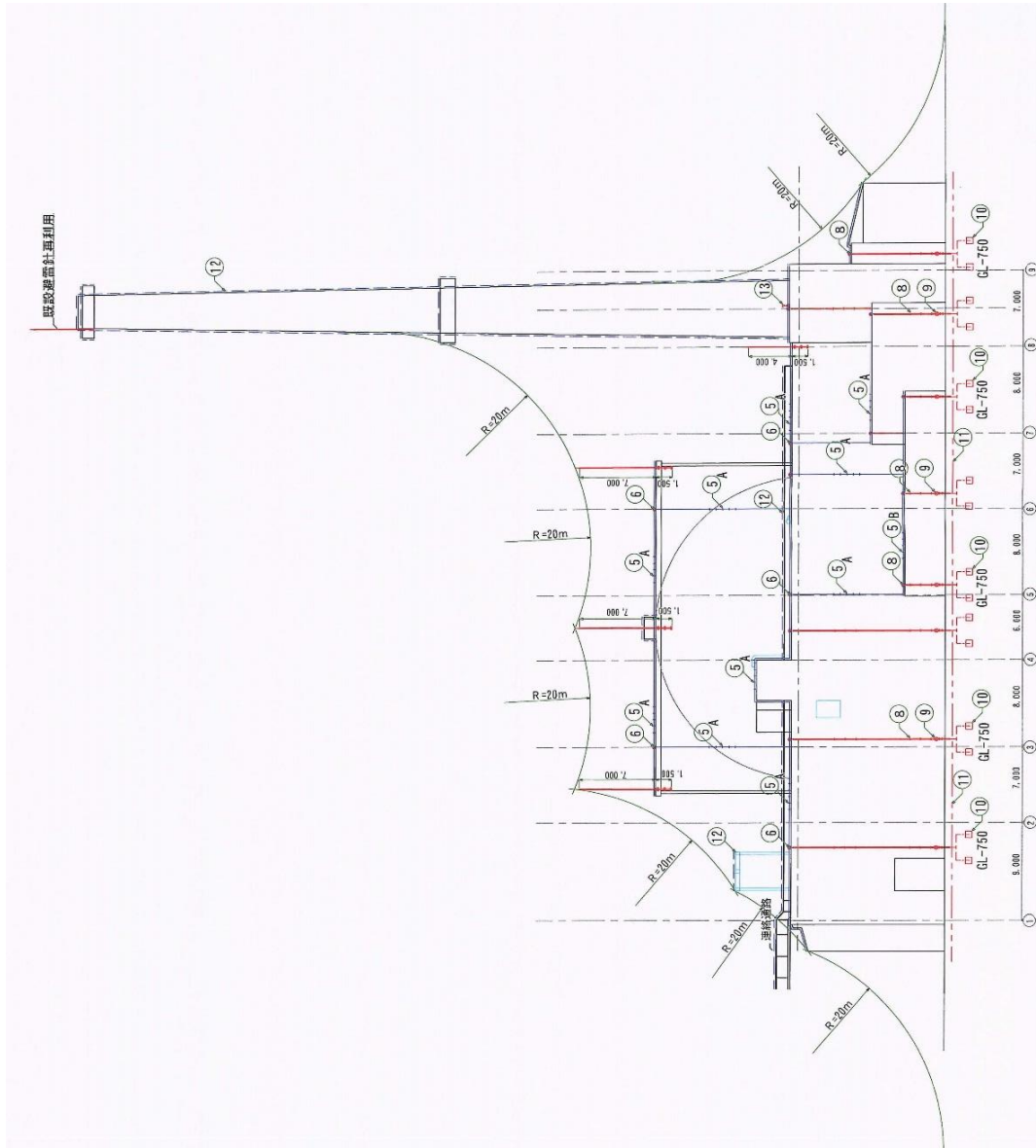
なお、耐震設計については、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」） 第4条（地震による損傷の防止）」に示す。

3. 落雷による火災の発生防止

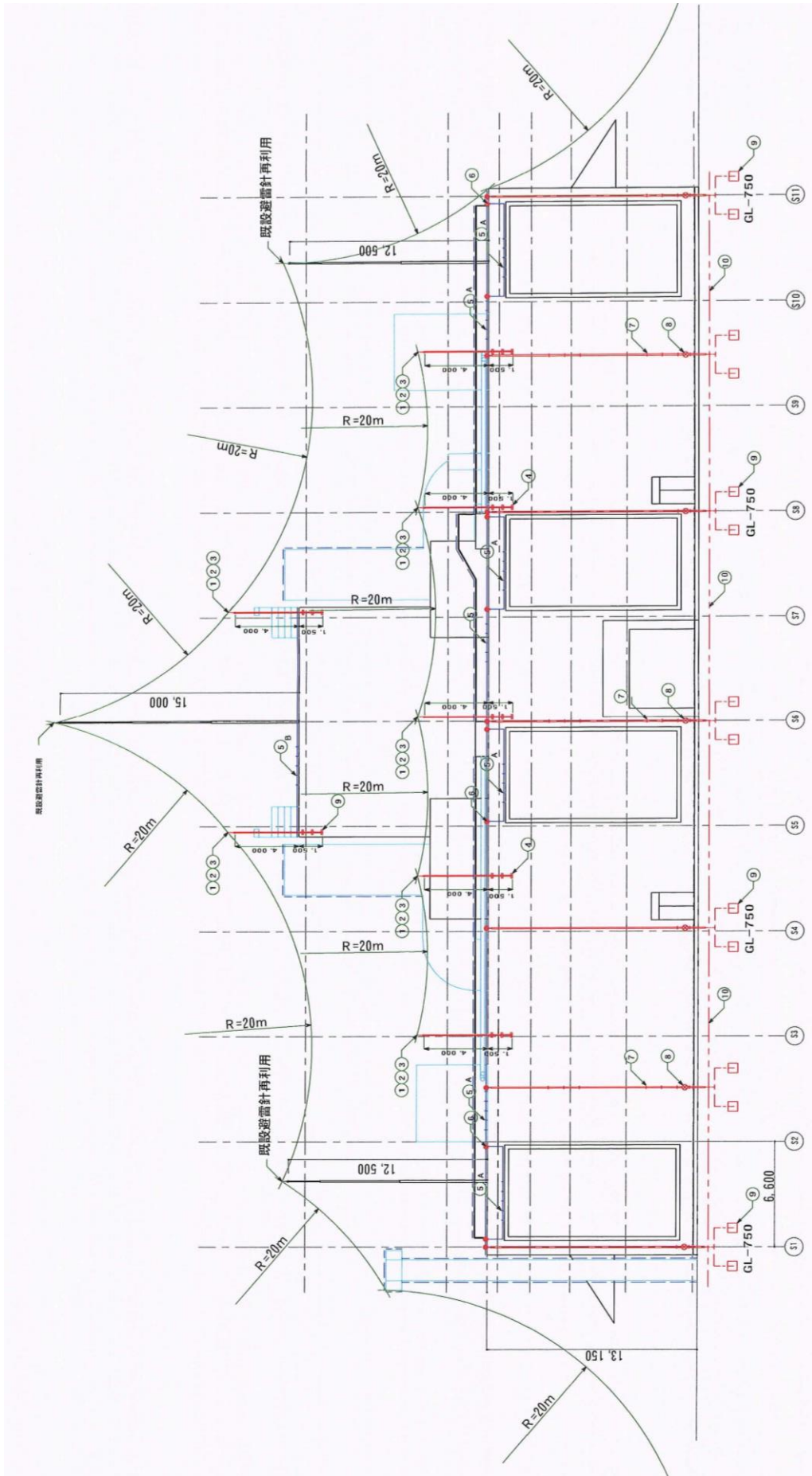
落雷による火災の発生を防止するため、建築基準法に基づき高さ 20m を超える安全施設に避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を布設して設置抵抗の低減を図る。

なお、避雷設備については、2003 年に JIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」から改正された JIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベル I に適合するものに更新する。

避雷設備の設置イメージを第 3.1 図に示す。



原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物
 第 3.1 図 避雷設備の設置イメージ (1/2)



主冷却機建物
第 3.1 図 避雷設備の設置イメージ (2/2)

火災感知設備について

1. 概要

一般火災を早期に感知できるように火災感知器等（火災感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）と受信機から構成される火災感知設備について示す。

2. 火災感知器等

2. 1 火災感知器等の環境条件等の考慮

火災感知器等は、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火災感知器等を設置する設計とする。

ただし、原子炉附属建物地下1階の「燃料洗浄室」及び同建物1階の「缶詰室」は、常時、放射線量が高く、通常では人が立ち入ることができない立入禁止区域であり、火災感知器を設置した場合に、火災感知器の点検ができず、その機能を維持管理することができないため、当該室には、火災感知器を設置することができない。「燃料洗浄室」及び「缶詰室」に対する火災防護の考え方を添付1に示す。また、格納容器（床下）は、原子炉運転中、高温となり、かつ、放射線量が高く、火災感知器が故障する可能性がある。このため、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。

2. 2 固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器等の設置

火災防護基準の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等を組み合わせるものとする。当該火災感知器等の組み合わせとしては、誤作動を防止することを目的に、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火災感知器として、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器の組み合わせを基本とする。

固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器等の設置計画を第2.2.1表に示す。

以下に、火災感知器等の設置における特徴的な火災区画を示す。

(1) 主冷却機建物地下2階の「ディーゼル発電機油タンク（No.1（No.2）」

主冷却機建物地下2階の「ディーゼル発電機油タンク（No.1（No.2）」は、非常用ディーゼル発電機の燃料油のタンクを有している。当該室では、燃料油の漏えいによる万一の爆発を考慮し、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を組み合わせるものとする。

なお、一般的に、防爆型の火災感知器は、非アナログ式しか製造されていない。

(2) 原子炉附属建物中2階及び2階の「蓄電池室」

蓄電池の充電時に水素が発生するおそれがある「蓄電池室」は、換気設備（換気扇）等を設置し、水素の濃度が燃焼限界濃度を超えないように設計しているが、万一の水素濃度の上昇を考慮し、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を組み合わせで設置するものとする。

(3) 原子炉建物 1 階の「操作室」及び「炉上部ピット」

「操作室」及び「炉上部ピット」は、天井まで 20m 以上の高さを有するところがあり、取付面高さに係る煙感知器及び熱感知器の適用範囲を超える。一方、当該室の火災防護対象機器は、下方に設置している。これらの状況を考慮し、当該室については、下方に対して、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組み合わせ、上方に対しては、非アナログ式の炎感知器及び取付面高さの適用範囲を超えるもののアナログ式の煙感知器の組み合わせるものとする。

(4) 原子炉附属建物 1 階の「1 次冷却系現場制御室」、「補助冷却系（2 次側）機器室」等

天井まで 8m 以上の高さを有する「1 次冷却系現場制御室」、「補助冷却系（2 次側）機器室」等は、取付面高さに係る熱感知器の適用範囲を超える。このため、当該室では、アナログ式の煙感知器及び非アナログ式の炎感知器を組み合わせで設置するものとする。

2. 3 火災感知器等の設置個数の考え方

煙感知器及び熱感知器は、消防法施行規則に従い設置するものとする。

炎感知器及び熱感知カメラは、監視範囲に死角がないように設置するものとする。

火災感知器の設置個数の考え方を第 2.3.1 表に示す。

2. 4 火災感知器等の概要及び性能

2. 4. 1 アナログ式の煙感知器

(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. 4. 2 アナログ式の熱感知器

(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. 4. 3 アナログ式の熱感知カメラ

(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2.4.3.1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2.4.3.2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）

2. 4. 4 非アナログ式の炎感知器

(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、1~1.5Hz 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（CO₂ 共鳴放射と呼ばれる。）である。赤外線方式では、この CO₂ 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2.4.4.1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。

2. 4. 5 非アナログ式の防爆型の煙感知器

(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（LED）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（PD）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. 4. 6 非アナログ式の防爆型の熱感知器

(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。

3. アナログ式でない火災感知器に対する誤作動防止の方策

・ 非アナログ式の炎感知器

非アナログ式の炎感知器は、誤作動を防止する観点で、炎特有の性質を検出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。

- ・ 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。

- ・ 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。

4. 受信機

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設計とする。防災監視盤の外観を第 4.1 図に示す。

防災監視盤は、アナログ式及び非アナログ式の火災感知器の接続が可能であり、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。

防災監視盤及び熱感知カメラ用の受信機は、外部電源喪失時に機能を喪失しないように、非常用電源設備より給電する設計とする。

防災監視盤及び熱感知カメラ用の受信機は、標識により識別できる設計とする。

5. 火災感知設備の点検

火災感知設備（熱感知カメラ及び熱感知カメラ用の受信機を除く。）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を実施する。

なお、試験機能のない火災感知器は、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 ヶ月に 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実施する。また、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。

火災感知設備（熱感知カメラ及び熱感知カメラ用の受信機）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より、火災の発生のないこと、熱感知カメラに異常がないことを確認するとともに、1 年に 1 回、火災を模擬した試験を実施する。

*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

第 2.2.1 表 固有の信号を発生する異なる火災感知器等の組み合わせの計画

火災感知器等の組み合わせ	火災区画*1	備考
<ul style="list-style-type: none"> • アナログ式の煙感知器 (光電アナログ式スポット型) • アナログ式の熱感知器 (熱アナログ式スポット型) 	<p>【原子炉建物】 RB-303、RB-401、RB-407、RB-410、RB-410、RB-410、RB-412、RB-601、他 【精査中】 *1</p> <p>【原子炉附属建物】 AB-102、AB-117、AB-118、AB-202、AB-204、AB-206、AB-304、AB-311、AB-401、AB-403、AB-405、AB-509、AB-605、AB-704、AB-705、AB-706、AB-707、AB-712、</p> <p>他 【精査中】 *1</p> <p>【主冷却機建物】 SB-101、SB-102、SB-103、SB-105、SB-106、SB-107、SB-110、SB-111、SB-112、SB-113、SB-117、SB-121、SB-122、SB-123、SB-124、SB-125、SB-126、SB-130、SB-201、SB-204、SB-208、SB-209、SB-211、SB-212、SB-214、SB-216、SB-219、SB-221、SB-223、SB-224、SB-303、SB-305、SB-402、SB-404、SB-406、SB-508、SB-509、他 【精査中】 *1</p>	

火災感知器等の組み合わせ	火災区画*1	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・非アナログ式の防爆型の煙感知器（光電式スポット型） ・非アナログ式の防爆型の熱感知器（定温式スポット型） 	<p>【原子炉附属建物】 AB-603、AB-708</p> <p>【主冷却機建物】 SB-127、SB-128</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・蓄電池又は燃料油を貯蔵するタンクを設置する火災区画であり、万一の爆発に備え、防爆型の火災感知器を設置
<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ式の煙感知器（光電アナログ式スポット型） ・非アナログ式の炎感知器 	<p>【原子炉附属建物】 AB-305、SB-306、AB-504、AB-505（1）、AB-505（2）、AB-506、AB-510、RB-RPU*2、RB-501*2、他【精査中】*1</p> <p>【主冷却機建物】 SB-109、SB-117、SB-403、SB-419、SB-505、SB-512、他【精査中】*1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・天井高さが8mを超え、取付面高さに係る熱感知器の適用範囲を超えるため、煙感知器及び炎感知器を組み合わせて設置
<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ式の熱感知カメラ ・非アナログ式の炎感知器 	<p>【原子炉建物】 RB-RPU*3、RB-501*3</p> <p>【原子炉附属建物】 AB-802</p> <p>【主冷却機建物】 SB-705</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外又は天井高さが20mを超え、取付面高さに係る煙感知器及び熱感知器の適用範囲を超えるため、熱感知カメラ及び炎感知器を組み合わせて設置

*1：火災防護対象機器等の設置状況を考慮し、詳細設計において適用する火災区画を追加する場合がある。

*2：火災防護対象機器等を設置しない上方の監視に適用

*3：火災防護対象機器等を設置する下方の監視に適用

第 2.3.1 表 火災感知器の設置個数の考え方

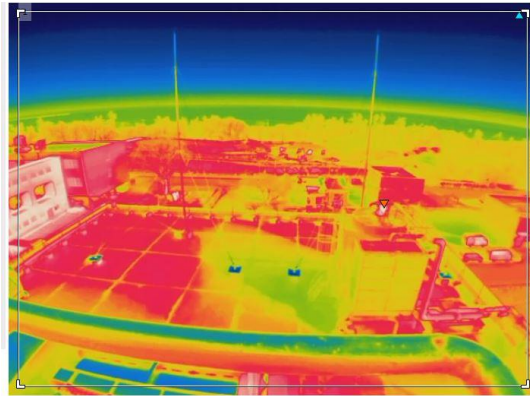
火災感知器の種類			火災感知器の設置個数の考え方	
			取付面高さ	設置個数当たりの床面積
煙感知器	光電式スポット型	1 種及び 2 種	4m 未満 ^{*1}	150m ^{2*} 1
		3 種	4m 以上 20m 未満 ^{*1}	75m ^{2*} 1
	光電アナログ式スポット型	/	4m 未満 ^{*1,*2}	150m ^{2*} 1,*2
			4m 以上 20m 未満 ^{*1,*2}	75m ^{2*} 1,*2
熱感知器	定温式スポット型	特殊	4m 未満 ^{*3}	70m ^{2*} 3
			4m 以上 8m 未満 ^{*3}	35m ^{2*} 3
		1 種	4m 未満 ^{*3}	60m ^{2*} 3
			4m 以上 8m 未満 ^{*3}	30m ^{2*} 3
	2 種	4m 未満 ^{*3}	20m ^{2*} 3	
		熱アナログ式スポット型	/	4m 未満 ^{*2,*3}
4m 以上 8m 未満 ^{*2,*3}	35m ^{2*} 2,*3			
炎感知器	赤外線方式	公称監視距離 最大 60m 以内	監視範囲に死角がないように設置	
熱感知器	サーモグラフィカメラ	30m 以内	監視範囲に死角がないように設置	

*1：消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号

*2：消防法施行規則第 23 条第 7 項

*3：消防法施行規則第 23 条第 4 項第 3 号（主要構造部を耐火構造とした防火対象物又はその部分）

(サーモ画像)

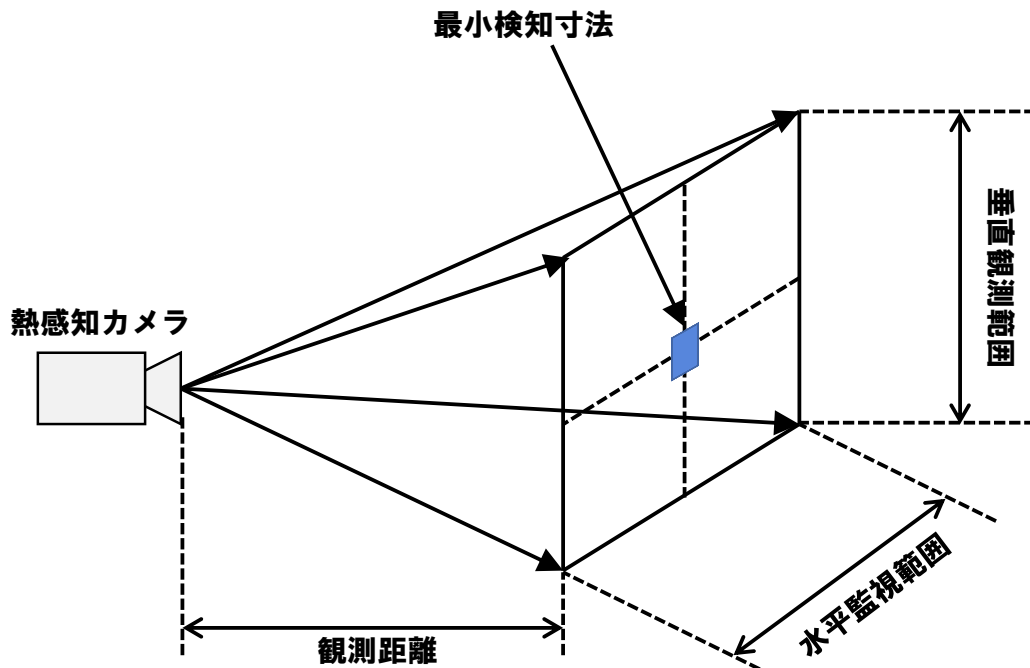


(可視画像)

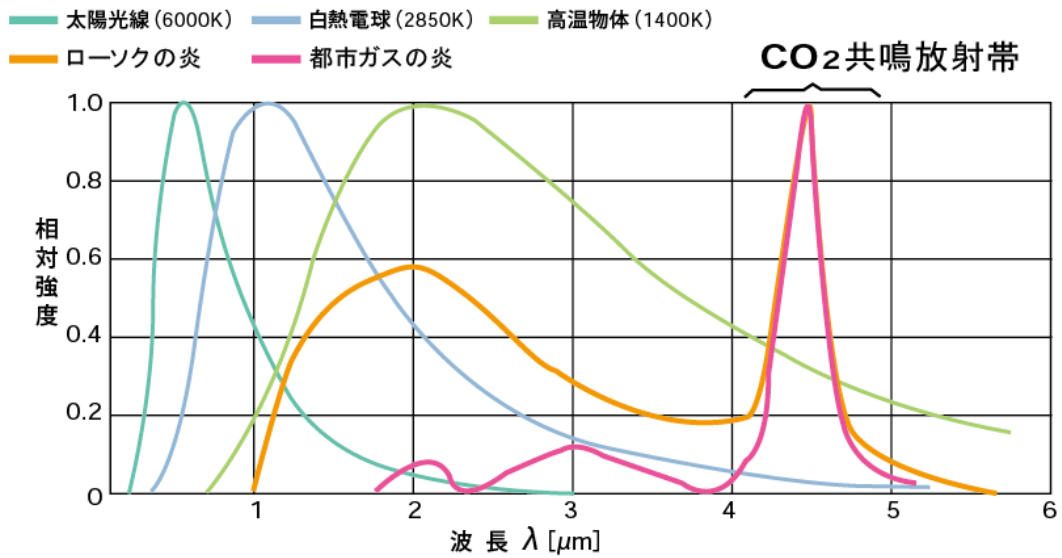


主冷却機建物屋上（非常用ディーゼル冷却塔）

第 2.4.3.1 図 熱感知カメラの温度マップのイメージ

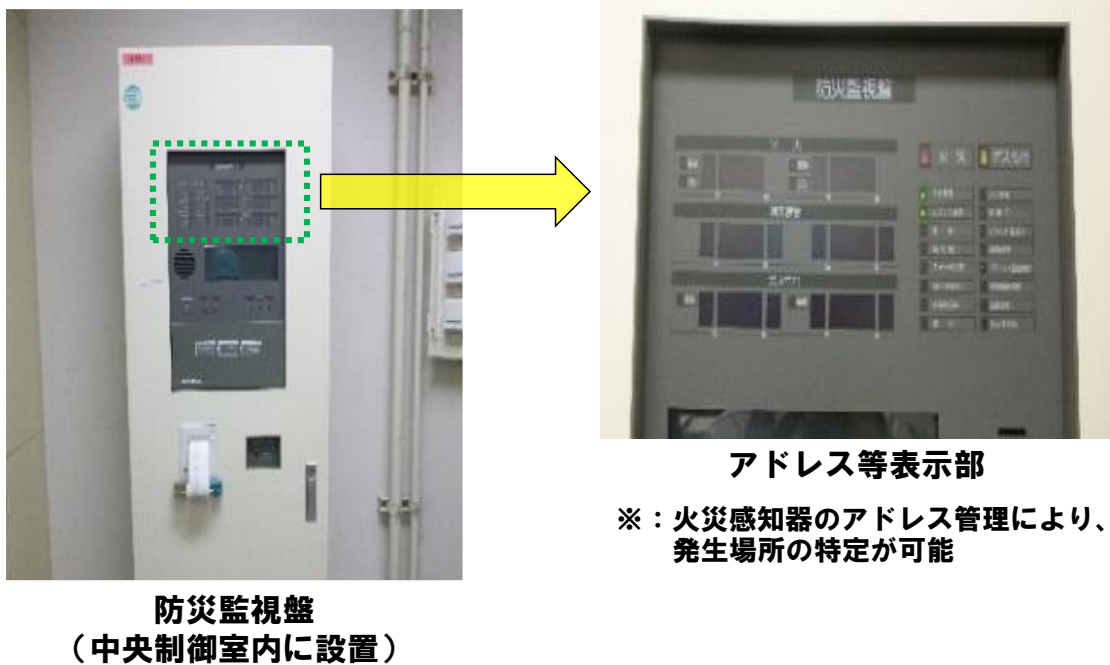


第 2.4.3.2 図 熱感知カメラの観測イメージ



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

第 2.4.4.1 図 赤外線方式の炎感知器の概要



第 4.1 図 防災監視盤の外観

「燃料洗浄室」及び「缶詰室」における火災防護の考え方

1. 概要

原子炉附属建物の地下1階の「燃料洗浄室」及び原子炉附属建物の1階の「缶詰室」は、常時、放射線量が高く、通常では人が立ち入ることができない立入禁止区域であり、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「燃料洗浄室」及び「缶詰室」に対する火災防護の考え方を示す。

「燃料洗浄室」及び「缶詰室」の配置を第1.1図に示す。

2. 「燃料洗浄室」及び「缶詰室」の概要

・「燃料洗浄室」

使用済燃料等に付着したナトリウムを洗浄するための燃料洗浄槽を設置する「燃料洗浄室」は、床、壁及び天井のコンクリート（厚み：1,000mm（最小））を炭素鋼ライニング仕上げとし、当該室内の様子を監視できるように鉛ガラスを有する。

ナトリウムの洗浄作業は、ステンレス製の燃料洗浄槽内（アルゴンガス雰囲気）において、まず、水蒸気によりナトリウムを徐々に反応させ、その後、燃料洗浄槽に水を注入し、燃料洗浄槽内で水に浸漬することにより行う。水蒸気による洗浄は、燃料洗浄槽内の水素濃度を監視しながら水蒸気を注入し、緩やかにナトリウムと水蒸気を反応させる。水による浸漬洗浄は、使用済燃料等の内部を水と十分に反応させることを目的に行う。燃料洗浄設備の概略図を第2.1図に示す。

・「缶詰室」

ナトリウムを洗浄した後の使用済燃料等を水冷却池で貯蔵することに先立ち、当該使用済燃料等を缶詰管に封入するための燃料集合体缶詰装置を有する「缶詰室」は、床、壁及び天井のコンクリート（厚み：1,000mm（最小））を炭素鋼ライニング仕上げとし、当該室内の様子を監視できるように鉛ガラスを有する。

使用済燃料等を缶詰管に封入する作業は、ステンレス製の缶詰管内に使用済燃料を装荷した後、缶詰装置を用いて管蓋を取り付け、その後、6本のボルトを当該装置で締めることにより行う。

3. 「燃料洗浄室」及び「缶詰室」における火災防護

(1) 火災の発生防止

「燃料洗浄室」におけるナトリウム洗浄作業中は、常駐する作業員が燃料洗浄槽内の水素濃度等を監視し、注入する蒸気量等を調整、ナトリウムと蒸気の反応を制御することにより、火災の発生を防止する。また、「燃料洗浄室」及び「缶詰室」で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

「燃料洗浄室」及び「缶詰室」においてナトリウム洗浄作業又は缶詰管への封入作業中は、作業員が鉛ガラス越しに当該室内を監視することによって火災の感知を行う。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。

なお、火災を感知した場合は、隣接する火災区画の監視を強化し、随時の消火活動に備える。

(3) 火災の影響

・「燃料洗浄室」

「燃料洗浄室」におけるナトリウム洗浄作業中に、万一、燃料洗浄槽の外部で火災が発生し、当該室内のケーブルが焼損したとしても、電動弁の閉維持又は空気作動弁のフェイルクローズにより、燃料洗浄槽内に酸素が混入するおそれはなく、燃料洗浄槽内は、アルゴンガス雰囲気維持されるため、発生した水素が燃焼するおそれはない。

また、「燃料洗浄室」内のケーブルが燃えて、当該室外に延焼することがないように、当該室内外のケーブルは、不燃性材料で構成されたケーブルコネクタを介して、配線している。ケーブルの配線の概略を第 3.1 図に示す。

さらに、「燃料洗浄室」内の可燃性物質の量を少なく管理することにより、万一、当該室内の可燃性物質が燃えたとしても、火災の等価時間が障壁の耐火能力を超えないものとしている。火災の等価時間の評価結果を第 3.1 表に示す。第 3.1 表に示すとおり、「燃料洗浄室」の火災の等価時間は、0.1 時間であり当該室の障壁の耐火能力（コンクリートの厚みは 1,000mm 以上であり 3 時間以上の耐火能力を有する。）を超えない。

・「缶詰室」

「缶詰室」における缶詰管への使用済燃料等の封入作業中に、万一、火災が発生し、当該室内のケーブルが焼損したとしても、缶詰装置は、モータ駆動であるため、電源断により、その状態が維持されるのみであり、使用済燃料等を封入する缶詰管の落下等により、使用済燃料等が損傷するおそれはない。

また、「缶詰室」内のケーブルが燃えて、当該室外に延焼することがないように、当該室内外のケーブルは、不燃性材料で構成されたケーブルコネクタを介して、配線している。

さらに、「缶詰室」内の可燃性物質の量を少なく管理することにより、万一、当該室内の可燃性物質が燃えたとしても、火災の等価時間が障壁の耐火能力を超えないものとしている。火災の等価時間の評価結果を第 3.2 表に示す。第 3.2 表に示すとおり、「缶詰室」の火災の等価時間は、0.4 時間であり当該室の障壁の耐火能力（コンクリートの厚みは 1,000mm 以上であり 3 時間以上の耐火能力を有する。）を超えない。

第 3.1 表 「燃料洗浄室」における火災の等価時間

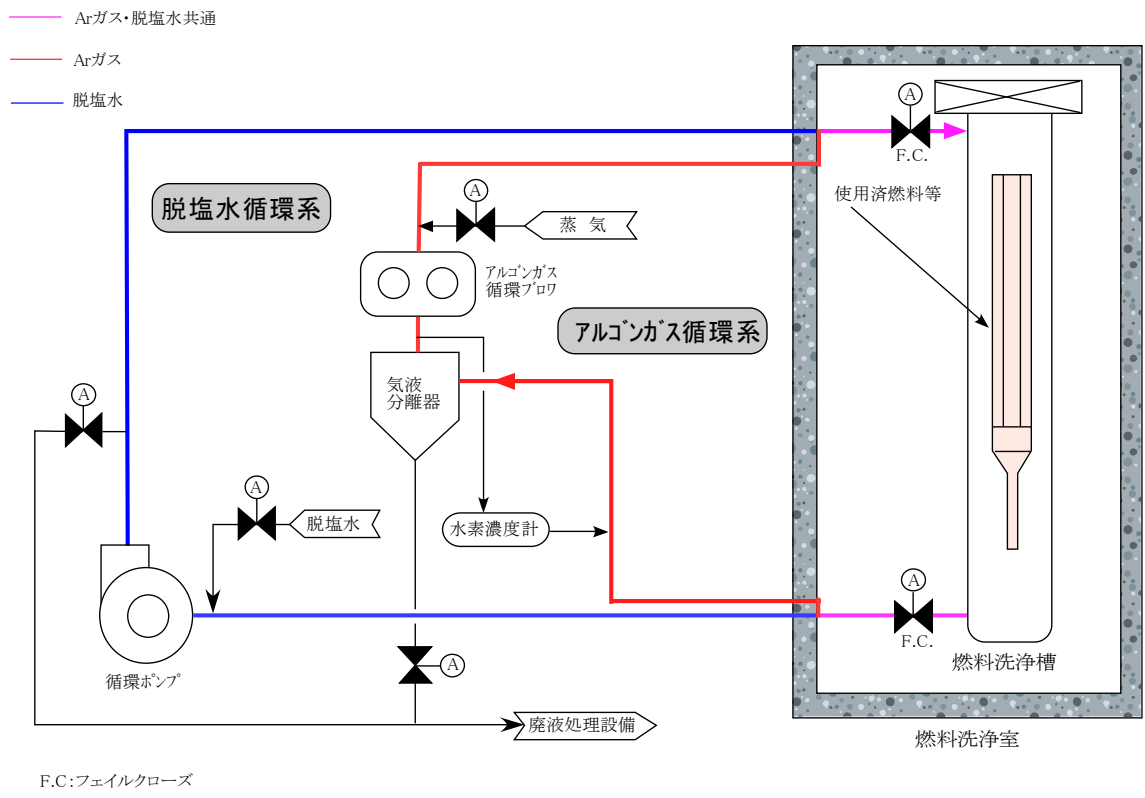
項目	評価条件
床面積 (m ²)	22
可燃性物質質量 (kg)	80 (ケーブル)
燃焼率 (kJ/m ² /hr)	908,095
熱含有量 (kJ/kg)	25,568
⇒ 火災の等価時間の評価結果：約 0.1 時間	

第 3.2 表 「缶詰室」における火災の等価時間

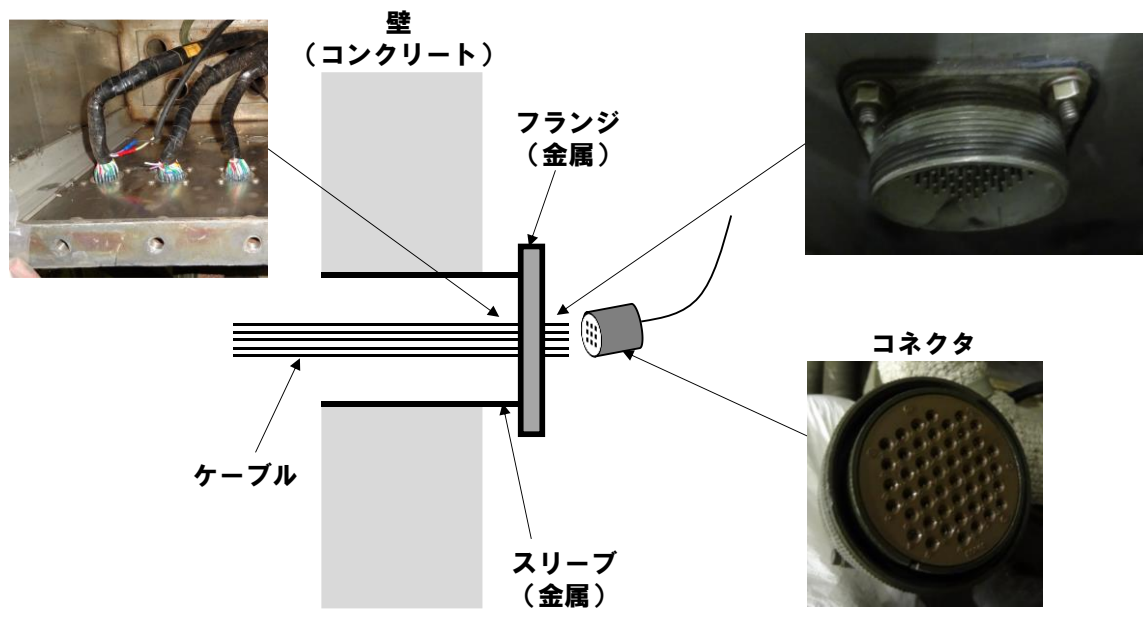
項目	評価条件
床面積 (m ²)	5.6
可燃性物質質量 (kg)	80 (ケーブル)
燃焼率 (kJ/m ² /hr)	908,095
熱含有量 (kJ/kg)	25,568
⇒ 火災の等価時間の評価結果：約 0.4 時間	

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 1.1 図 燃料洗浄室及び缶詰室の配置



第 2.1 図 燃料洗浄設備の概略図



第 3.1 図 ケーブルの配線の概略図

固定式消火設備（ハロン消火設備）について

1. 概要

火災時に煙の充満等により消火活動が困難となるおそれがある火災区画に設置する固定式消火設備（ハロン消火設備）について示す。

2. 固定式消火設備（ハロン消火設備）の設置場所

火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置する火災区画のうち、燃料油を内包する設備を有する主冷却機建物地下 2 階の「ディーゼル発電機室（No. 1）」、「ディーゼル発電機室（No. 2）」、「ディーゼル発電機油タンク（No. 1）」、「ディーゼル発電機油タンク（No. 2）」に固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

また、原子炉の安全停止を達成することを目的に、早期消火により、異なる系列の火災防護対象機器間の延焼を防止するため、原子炉附属建物中 2 階の「ケーブル室」に固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

なお、火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じる火災防護対象機器を設置しないが、燃料油又はアルコールを内包する設備を有する主冷却機建物地下 1 階の「ボイラー室」、「油タンク室（No. 1）」、「油タンク室（No. 2）」、「油タンク室（No. 3）」、「油タンク室（No. 4）」及び原子炉附属建物地下 2 階の「廃液タンク室」にも固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

固定式消火設備（ハロン消火設備）の設置場所を第 2.1 表に固定式消火設備（ハロン消火設備）及び当該起動装置の設置場所を第 2.1 図に示す。

第 2.1 表 固定式消火設備（ハロン消火設備）の設置場所

火災区画		火災防護対象 機器の有無 ^{*1}
番号	名称	
SB-125	ディーゼル発電機室（No. 1）	有
SB-127	ディーゼル発電機油タンク（No. 1）	有
SB-128	ディーゼル発電機油タンク（No. 2）	有
SB-130	ディーゼル発電機室（No. 2）	有
SB-220	ボイラー室	無
SB-225	油タンク室（No. 1）	無
SB-226	油タンク室（No. 2）	無
SB-227	油タンク室（No. 3）	無
SB-228	油タンク室（No. 4）	無
AB-106（1）	廃液タンク室	無
AB-605	ケーブル室	有

*1：火災防護基準を考慮した火災防護対策を講じるもの

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 2.1 図 固定式消火設備（ハロン消火設備）及び起動装置の設置場所（1/2）

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 2.1 図 固定式消火設備（ハロン消火設備）及び起動装置の設置場所（2/2）

3. 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）の主な仕様を第 3.1 表に示す。

(1) 消火剤の種類

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

(2) 消火剤の量及び消火能力

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

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

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

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

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

(3) 起動方式

- ・「ディーゼル発電機室（No. 1（2）」及び「ディーゼル発電機油タンク（No. 1（2）」

「ディーゼル発電機室（No. 1（2）」及び「ディーゼル発電機油タンク（No. 1（2）」は、固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動に伴い換気空調設備が停止することにより、非常用ディーゼル発電機の機能を喪失するおそれがある。また、当火災区画の近傍に設置する固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動装置（第 2.1 図参照）には、中央制御室から速やかにアクセスすることができる。

以上より、当該火災区画の固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動方式は、起動装置による手動起動とする。

なお、中央制御室で火災を感知、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移動し、固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動は、15 分以内で行うことができる。

- ・「ケーブル室」

「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、起動装置による手動起動とする。当該起動装置は、原子炉の安全停止を達成することを目的に、異なる系列の火災防護対象機器間の延焼を防止するため、速やかに起動できるように、中央制御室に設置する。

・「ディーゼル発電機室 (No. 1 (2))」、「ディーゼル発電機油タンク (No. 1 (2))」及び「ケーブル室」を除く火災区画

「ディーゼル発電機室 (No. 1 (2))」、「ディーゼル発電機油タンク (No. 1 (2))」及び「ケーブル室」を除く火災区画の固定式消火設備 (ハロン消火設備) の起動方式は、当火災区画の近傍に設置する固定式消火設備 (ハロン消火設備) の起動装置による手動起動とする。

(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。

第 3.1 表 固定式消火設備（ハロン消火設備）の主な仕様

火災区画		名称	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	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)	ディーゼル発電機油タンク (No.1)	手動	SB-119	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	100				2	203.8	SB-127					
SB-128	100				2	203.8	SB-128					
SB-130	ディーゼル発電機室 (No.2)	ディーゼル発電機室 (No.2)	手動	SB-221	400	8	971.6	非常用電源設備	人の退避に係る音響警報	SB-130	故障警報	AB-712
SB-220	450				9	1,193.8	SB-220					
SB-225	100				2	170.5	SB-225					
SB-226	100	2	170.5	SB-227	100	2	170.5	非常用電源設備	人の退避に係る音響警報	SB-226	故障警報	AB-712
SB-227	100	2	170.5		SB-227							
SB-228	100	2	170.5		SB-228							
AB-106 (1)	廃液タンク室	ケープル室	手動	AB-106 (2)	150	3	264.0	非常用電源設備	人の退避に係る音響警報	AB-106 (1)	故障警報	AB-712
AB-605	ケープル室			AB-712	【精査中】	AB-605						

*1：消防法施行規則第 20 条第 3 項及び同条第 4 項による。

4. 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。

5. 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。ただし、「3. (3) 起動方式」に示すとおり、「ディーゼル発電機室 (No. 1 (2))」及び「ディーゼル発電機油タンク (No. 1 (2))」では、固定式消火設備（ハロン消火設備）の誤動作に伴い換気空調設備が停止することにより、非常用ディーゼル発電機の機能を喪失するおそれがあることを考慮し、当該火災区画の固定式消火設備（ハロン消火設備）の起動方式は、起動装置による手動起動とするものとする。

(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。

なお、ハロン 1301 の沸点は -58°C と低いため、直接接触すると凍傷にかかるおそれがあるが、放射ノズルを高所に設置することにより、当該リスクを回避することができる。

可搬式消火器（ABC消火器・二酸化炭素消火器）について

1. 概要

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における消火活動に使用する可搬式消火器（ABC消火器及び二酸化炭素消火器）（以下「可搬式消火器」という。）について示す。

2. 可搬式消火器による消火を行う火災区画

可搬式消火器による消火を行う火災区画は、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ものとする。

また、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。具体的には、火災の等価時間が0.2時間未満となるように管理する。

3. 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。

- ・ 各防火対象物又はその部分の延べ床面積又は床面積 200m²（電気設備を有する場合は 100m²）ごとに可搬式消火器を設置する。
- ・ 可搬式消火器は、各防火対象物又はその部分から歩行距離 20m（大型消火器の場合は 30m）以下となるように各階ごとに設置する。
- ・ 中央制御室には、ABC消火器に加えて、二酸化炭素消火器を設置する。

また、可搬式消火器の設置に当たっては、以下の事項を遵守する。

- ・ 可搬式消火器は、通行又は避難に支障がなく、必要時にすぐに持ち出せる場所に設置する。
- ・ 可搬式消火器は、床面からの高さ 1.5m 以下に設置する。
- ・ 可搬式消火器は、地震や振動により、転倒・落下しないように設置する。
- ・ 可搬式消火器は、高温・多湿となる場所は避け、消火剤が凍結、変質又は噴出するおそれの小さい場所に設置する。

※：可搬式消火器に表示されている「使用温度範囲」内の場所に設置する。

※：高温や湿気の多い場所、日光・潮風・雨・風雪等に直接さらされる場所、腐食ガスの発生する場所等に設置する場合は、格納箱に収納する等の措置を講じる。

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

4. 自然現象に対する機能、性能の維持

可搬式消火器の消火剤は、その性状により凍結するおそれはないため、凍結防止対策を必要としな

い。

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

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

5. 破損、誤作動又は誤操作による影響

可搬式消火器の消火剤は、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。

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、「6. 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。

6. 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。

一般火災の影響軽減について

1. 概要

火災（ナトリウム燃焼を除く。）の影響軽減について、「火災区域・火災区画の設定」、「火災防護対象機器の系統分離」、「換気設備による火災の影響軽減」、「煙に対する火災の影響軽減」、「油タンクに対する火災の影響軽減」及び「可燃性物質の管理による影響軽減」を示す。

2. 火災区域及び火災区画の設定

火災区域及び火災区画は、火災防護対象機器の配置や系統分離等を考慮して設定するものとする。なお、火災区域及び火災区画の設定は、別紙 3 に示す。

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を設置する火災区域又は火災区画の障壁の耐火能力は、当該火災区域又は火災区画及び隣接する火災区域又は火災区画の火災の等価時間の関係から以下のとおりとする。

- ・火災の等価時間が 1 時間以上となる場合：3 時間耐火の障壁により分離
- ・火災の等価時間が 1 時間未満となる場合：1 時間耐火の障壁により分離

なお、火災区画の火災の等価時間は、可搬式消火器による消火活動が行えるよう、可燃性物質を少なく管理することにより煙の発生を抑えるものとして、原則として、火災の等価時間が 0.2 時間未満となるようにする。

① 3 時間耐火の障壁の仕様

- ・コンクリート壁は、3 時間耐火に必要な壁厚として 150mm^{*1}以上とする。
- ・貫通部シール、防火扉、防火ダンパ、隔壁は、実用発電用原子炉において適用実績のあるものとする。

*1：原子力発電所の火災防護指針（JEAG 4607-2010）に例示される米国 NFPA（National Fire Protection Association）ハンドブックに記載される耐火壁の厚さと耐火時間の関係から設定

② 1 時間耐火の障壁の仕様

- ・コンクリート壁は、建設省告示第 1399 号（耐火構造の構造を定める件）に定められた構造方法に基づくものとする。
- ・防火扉、防火ダンパ及び隔壁は、建設省告示第 1369 号（特定防火設備の構造方法を定める件）に定められた構造方法に基づくものとする。
- ・貫通部シールは、建設省告示第 1400 号（不燃性材料を定める件）に記載される材料を使用するものとする。

3. 火災防護対象機器の系統分離

3.1 中央制御室及びケーブル室を除く火災区画

原子炉の安全停止を達成することを目的とし、火災により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火災防護基準の火災の影響軽減に示される系統分離を考慮する異なる系列の火災防護対象機器は、原則として、異なる火

災区画に設置する。当該火災防護対象機器を第 3.1.1 表に、その配置例を第 3.1.1 図に示す【例示した図面以外の配置図については、精査中】。ただし、同一の火災区画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、以下のいずれかの方法により、その相互の系統分離を行うものとする。

a. 3 時間の耐火能力を有する隔壁等による分離

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 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離する。本系統分離対策のイメージを第 3.1.2 図に示す。

b. 1 時間の耐火能力を有する隔壁等により分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備の設置

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当該火災区画に設置する。本系統分離対策のイメージを第 3.1.3 図に示す。ただし、以下に示す場合は、自動消火設備の設置に代えて、可搬式消火器による消火又は手動操作による固定式消火設備の設置を行うものとする。

・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場合

環境条件（煙等の充満）により、消火活動が困難とならず、かつ、早期に消火活動を行うことができる火災区画は、自動消火設備に代えて、可搬式消火器による消火を行うものとする。

具体的には、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し、かつ、運転員が中央制御室で火災を感知、火災の発生場所を特定、当該火災区画へ移動し、可搬式消火器による消火を 20 分以内で開始できる火災区画が該当する。

当該火災区画において、異なる系列の火災防護対象機器の一方で火災が発生したとしても、20 分以内で可搬式消火器による消火を開始することにより、1 時間の耐火能力を有する耐火壁で分離されたもう一方の火災防護対象機器への延焼を防止できる。このため、当該火災区画における可搬式消火器による消火は、自動消火設備の設置と同等の効果を有すると考える。

なお、当該火災区画の火災の等価時間は、20 分未満で管理するため、万一、当該火災区画内の可燃性物質の全てが燃焼したとしても、隔壁等の耐火能力を超えることはない。

・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を設置する場合

環境条件（煙等の充満）により、消火活動が困難となるが、手動操作による固定式消火設備により、早期に消火を行うことができる火災区画は、自動消火設備に代えて、手動操作による固定式消火設備を設置する。

具体的には、運転員が中央制御室で火災を感知、火災の発生場所を特定、固定式消火設備の起動装置の操作場所に移動し、固定式消火設備の起動を 15 分以内で開始できる火災区画

が該当する。

当該火災区画において、異なる系列の火災防護対象機器の一方で火災が発生したとしても、15分以内で固定式消火設備を起動することにより、1時間の耐火能力を有する耐火壁で分離されたもう一方の火災防護対象機器への延焼を防止できる。このため、当該火災区画における手動操作による固定式消火設備の設置は、自動消火設備の設置と同等の効果を有すると考える。

3.2 中央制御室及びケーブル室

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ため、中央制御室及び中央制御室の下方のケーブル室については、系列の異なる火災防護対象機器に対して隔壁による分離や水平距離の確保が困難である。このため、中央制御室及びケーブル室については、以下のとおり対策する。中央制御室及びケーブル室の場所を第3.2.1図に示す。

(1) 中央制御室

中央制御室には、異なる2種類の火災感知器を設置し、早期に火災を感知するとともに、可搬式消火器（ABC消火器及び二酸化炭素消火器）を設置し、常駐する運転員が早期に消火を行うことにより、火災の影響を軽減するものとする。

(2) ケーブル室

ケーブル室には、異なる2種類の火災感知器を設置し、早期に火災を感知するとともに、中央制御室から手動で起動できる固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置し、常駐する運転員が早期に消火を行うことにより、火災の影響を軽減するものとする。

なお、固定式消火設備（ハロン消火設備）の仕様等は、別紙14に示す。

第 3.1.1 表 原子炉の安全停止を達成する観点で、
火災防護基準の系統分離を考慮する火災防護対象機器【精査中】

No.	機器名称	火災区画番号
5-1	1 次主循環ポンプポニーモータ A	RB-410
5-2	1 次主循環ポンプポニーモータ B	RB-412
5-3	1 次主循環ポンプ A 潤滑油ポンプ 1A	RB-410
5-4	1 次主循環ポンプ B 潤滑油ポンプ 2B	RB-412
7-3	起動系 ch. 1	RB-RPU
7-4	起動系 ch. 2	RB-RPU
7-9	線形出力系 ch. 6	RB-RPU
7-10	線形出力系 ch. 7	RB-RPU
7-11	線形出力系 ch. 8	RB-RPU
8(2)-1	非常用ディーゼル発電機 (1 号機)	SB-125
8(2)-2	非常用ディーゼル発電機 (2 号機)	SB-130
8(2)-3	1 号ディーゼル発電機燃料主貯油槽	SB-127
8(2)-4	2 号ディーゼル発電機燃料主貯油槽	SB-128
8(2)-5	1 号ディーゼル発電機燃小出槽	SB-125
8(2)-6	2 号ディーゼル発電機燃小出槽	SB-130
8(2)-7	1 号ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンク	SB-125
8(2)-8	2 号ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンク	SB-130
8(2)-9	1 号ディーゼル発電機潤滑油冷却器	SB-125
8(2)-10	2 号ディーゼル発電機潤滑油冷却器	SB-130
8(2)-11	1 号ディーゼル発電機潤滑油加熱器	SB-125
8(2)-12	2 号ディーゼル発電機潤滑油加熱器	SB-130
8(2)-13	1 号ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	SB-125
8(2)-14	2 号ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	SB-130
8(2)-15	1 号ディーゼル発電機付燃料供給ポンプ	SB-125
8(2)-16	2 号ディーゼル発電機付燃料供給ポンプ	SB-130
8(2)-17	1 号ディーゼル発電機潤滑油プライミングポンプ	SB-125
8(2)-18	2 号ディーゼル発電機潤滑油プライミングポンプ	SB-130
8(2)-19	1 号ディーゼル発電機付潤滑油ポンプ	SB-125
8(2)-20	2 号ディーゼル発電機付潤滑油ポンプ	SB-130
8(2)-21	1 号ディーゼル発電機付冷却水ポンプ	SB-125
8(2)-22	2 号ディーゼル発電機付冷却水ポンプ	SB-130
8(2)-23	1 号ディーゼル発電機冷却水電動弁	SB-125
8(2)-24	2 号ディーゼル発電機冷却水電動弁	SB-130
8(2)-25	1 号ディーゼル発電機始動弁	SB-125
8(2)-26	2 号ディーゼル発電機始動弁	SB-130
8(2)-27	1 号ディーゼル発電機停止弁	SB-125
8(2)-28	2 号ディーゼル発電機停止弁	SB-130
8(2)-29	1 号ディーゼル発電機空気圧縮機	SB-125
8(2)-30	2 号ディーゼル発電機空気圧縮機	SB-130
8(2)-31	1 号ディーゼル発電機燃料油フィルタ No. 1	SB-125
8(2)-32	2 号ディーゼル発電機燃料油フィルタ No. 1	SB-130
8(2)-33	1 号ディーゼル発電機燃料油フィルタ No. 2	SB-125
8(2)-34	2 号ディーゼル発電機燃料油フィルタ No. 2	SB-130
8(2)-35	1 号ディーゼル発電機潤滑油フィルタ	SB-125

No.	機器名称	火災区画番号
8(2)-36	2号ディーゼル発電機潤滑油フィルタ	SB-130
8(2)-37	1号ディーゼル発電機冷却塔	SB-705
8(2)-38	2号ディーゼル発電機冷却塔	SB-705
8(2)-39	1号ディーゼル発電機冷却塔ブロワ	SB-705
8(2)-40	2号ディーゼル発電機冷却塔ブロワ	SB-705
8(2)-41	ディーゼル系揚水ポンプA	SB-101
8(2)-42	ディーゼル系揚水ポンプB	SB-102
8(2)-43	ディーゼル系揚水ポンプC	SB-102
8(2)-44	ディーゼル系揚水ポンプC汲上切替弁A	SB-102
8(2)-45	ディーゼル系揚水ポンプC汲上切替弁B	SB-102
8(2)-46	ディーゼルNo.1送風機	SB-106
8(2)-47	ディーゼルNo.2送風機	SB-105
8(3)-1	1C M/C	AB-705
8(3)-2	1D M/C	AB-707
8(3)-3	2C P/C	AB-705
8(3)-4	2D P/C	AB-707
8(3)-5	2S P/C	AB-705
8(3)-6	3C P/C	AB-706
8(3)-7	3D P/C	AB-707
8(3)-9	5C 蓄電池	AB-603
8(3)-10	5D 蓄電池	AB-708
8(3)-11	5C 開閉器盤	AB-707
8(3)-12	5D 開閉器盤	AB-707
8(3)-13	5C 整流装置盤	AB-704
8(3)-14	5C 整流装置盤	AB-707
8(3)-15	5C 電源盤	AB-704
8(3)-16	5D 電源盤	AB-707
8(3)-17	6C インバータ盤	AB-704
8(3)-18	6D インバータ盤	AB-707
8(3)-19	6C 電源盤	AB-704
8(3)-20	6D 電源盤	AB-707
8(3)-21	6S 電源盤	AB-704
8(3)-22	7C 蓄電池	AB-603
8(3)-23	7D 蓄電池	AB-708
8(3)-24	7C 開閉器盤	AB-707
8(3)-25	7D 開閉器盤	AB-707
8(3)-26	7C 整流装置盤	AB-704
8(3)-27	7D 整流装置盤	AB-707
8(3)-28	7C 負荷電圧補償装置盤	AB-704
8(3)-29	7D 負荷電圧補償装置盤	AB-707
8(4)-1	原子炉建家 2C C/C	RB-601
8(4)-2	原子炉附属建家 2C-1 C/C	AB-102
8(4)-3	原子炉附属建家 2C-1 C/C	AB-102
8(4)-4	主冷却機建家 2C C/C	SB-125
8(4)-6	原子炉附属建家 2D-1 C/C	AB-118
8(4)-7	原子炉附属建家 2D-1 C/C	AB-118

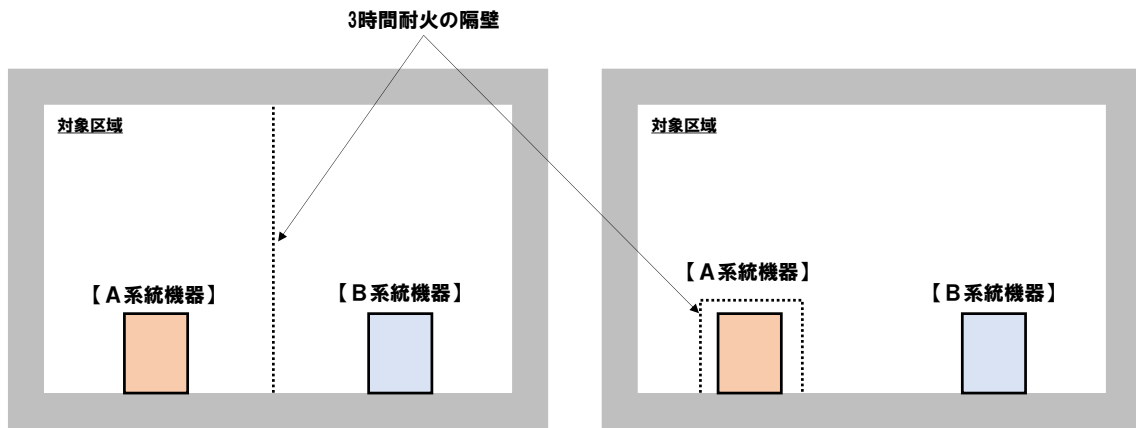
No.	機器名称	火災区画番号
8(4)-8	主冷却機建家 2D C/C	SB-130
8(4)-11	主冷却機建家 3C C/C	SB-125
8(4)-13	主冷却機建家 3D C/C	SB-130
8(5)-1	主冷却機空調 P-1 盤	SB-112
8(5)-2	主冷却機空調 P-2 盤	SB-111
8(5)-6	中央制御室分電盤	AB-712
8(5)-7	中性子計装盤	AB-712
8(5)-8	放射線監視盤	AB-712
8(5)-12	電源設備操作 7C 分電盤	AB-706
8(5)-13	電源設備操作 7D 分電盤	AB-707
8(5)-14	ポニーモータ A 接触器盤	AB-403
8(5)-15	ポニーモータ B 接触器盤	AB-506
14-1	格納容器高線量エリアモニタ	RB-501
14-2	格納容器高線量エリアモニタ	RB-501

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。

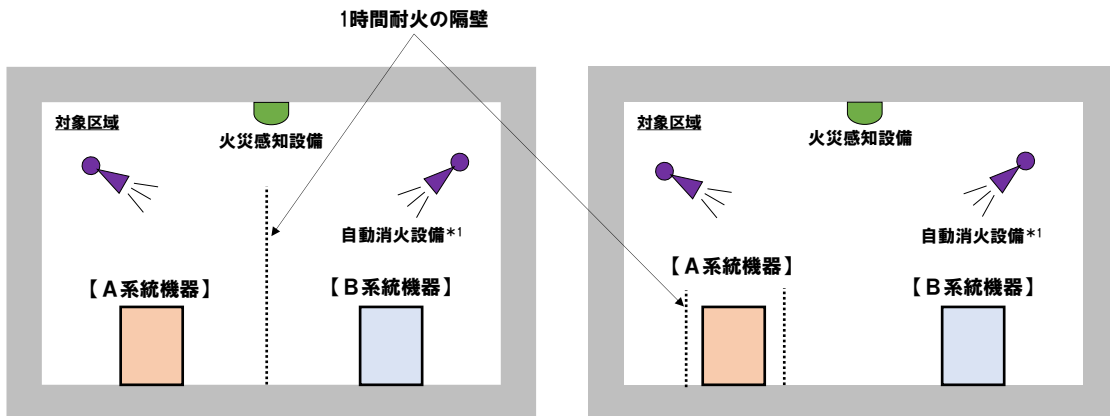
第 3.1.1 図 原子炉の安全停止を達成する観点で、火災防護基準の系統分離を考慮する火災防護対象機の配置例（主冷却機建物：地下 2 階）

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 3.1.1 図 原子炉の安全停止を達成する観点で、火災防護基準の系統分離を考慮する火災防護対象機の配置例（主冷却機建物：地下 1 階）



第 3.1.2 図 系統分離対策のイメージ
(3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離)



*1：環境条件（煙等の充満）により、消火活動が困難とならず、かつ、早期に消火を行うことができる火災区画は、自動消火設備に代えて、可搬式消火器による消火を行う。また、環境条件（煙等の充満）により、消火活動が困難となるが、手動操作による固定式消火設備により、早期に消火を行うことができる火災区画は、自動消火設備に代えて、手動操作による固定式消火設備を設置する。

第 3.1.3 図 系統分離対策のイメージ
(1 時間耐火隔壁による分離、火災感知器の設置及び自動消火設備の設置)

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 3. 2. 1 図 中央制御室及びケーブル室

4. 換気設備による火災の影響軽減

他の火災区域の火、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を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように、換気設備には、当該火災区域の境界となる箇所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ものとする。

5. 煙に対する火災の影響軽減

運転員が常駐する中央制御室には、火災発生時の煙を排気できるように、建築基準法が定める基準を満たす排煙設備を設置する。当該排煙設備の主な仕様を以下に示す。

- ・排煙容量

排煙設備の排煙機の排煙容量は、建築基準法施行令第 126 の 3 の排煙設備の構造に準じて、500m³/min 以上の容量を有するものとする。

- ・材料

排煙設備の排煙口、ダクト及び排煙機は、火災時における煙の排気を考慮し、不燃性材料である金属材料を使用するものとする。

- ・電源

排煙設備は、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。

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

6. 油タンクに対する火災の影響軽減

地下階に設置する燃料油を貯蔵するタンクは、タンク内のベーパーが建物内に滞留しないように、当該タンクにはベント管を設置し、屋外にベーパーを屋外に排気できるものとする。以下に地下階に設置する燃料油を貯蔵するタンクを示す。燃料油を貯蔵するタンクのベント管の設置例を第 6.1 図に示す。

- ・ 1 号ディーゼル発電機燃料主貯油槽（主冷却機建物地下 2 階【SB-127】）
- ・ 2 号ディーゼル発電機燃料主貯油槽（主冷却機建物地下 2 階【SB-128】）
- ・ 1 号ディーゼル発電機燃料小出槽（主冷却機建物地下 2 階【SB-125】）
- ・ 2 号ディーゼル発電機燃料小出槽（主冷却機建物地下 2 階【SB-130】）
- ・ ボイラ貯油槽 No. 1（主冷却機建物地下 1 階【SB-225】）
- ・ ボイラ貯油槽 No. 2（主冷却機建物地下 1 階【SB-226】）
- ・ ボイラ貯油槽 No. 3（主冷却機建物地下 1 階【SB-227】）
- ・ ボイラ貯油槽 No. 4（主冷却機建物地下 1 階【SB-228】）

【】内：火災区画番号



第 6.1 図 燃料油を貯蔵するタンクのベント管の設置例（ディーゼル発電機燃料主貯油槽）

7. 可燃性物質の管理による影響軽減

火災区域又は火災区画内で可燃性物質を保管する場合は、火災の影響評価において設定する仮置き可燃性物質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の適切な分離距離を保てるように米国電気電子工学会（IEEE）規格 384 に示される分離距離を参考に可燃性物質の位置を管理する。

また、可燃性物質を火災区域又は火災区画内で保管する場合は、建設省告示 1360 号（防火設備の構造方法を定める件）に定められた構造方法に基づく防火性能を有する鋼製のキャビネットに収納することを基本とする。キャビネットの設置イメージを第 7.1 図に示す。当該キャビネット以外で保管する場合は、当該可燃性物質を不燃性シートで覆うことによる火災の予防措置を行う。

※：キャビネットの管理

可燃性物質を収納するキャビネットは、扉に開放厳禁等の表示を行うとともに、巡視点検によりその状況を確認するものとする。

キャビネットの外観



扉に開放厳禁等の標識を設置

キャビネットの内部



本体と扉の間に耐熱ガラス繊維を施工

第 7.1 図 キャビネットの設置イメージ

一般火災の影響評価について

1. 概要

一般火災に対する影響評価の方法及び評価結果について示す。

2. 基本的な考え方

想定される一般火災に対して、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。

- ・ 火災区域又は火災区画内における火災源の火災荷重及び燃焼率から、当該火災区域又は火災区画内の火災の等価時間を算出する。
- ・ 火災区域又は火災区画内で想定される一般火災に対して、当該火災区域又は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、一般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域又は火災区画への火災の伝播を評価する。
- ・ 想定される一般火災による火災防護基準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 想定火災に対する考え方

一般火災の影響評価における想定火災の考え方は以下のとおりとする。

- ・ 米国の火災確率論的リスク評価ガイド NUREG/CR-6850 6-17 を参考に、確実に扉で閉じられた 440V 以下の低圧回路のみを収納する電気盤から火災は発生しないものとする。
- ・ ケーブルの火災は、気中遮断器、真空遮断器により配線された動力ケーブルについて想定する。それ以外の低圧回路（440V 以下）については、配線用遮断器の物理現象により、ケーブルの定格電流値以下で保護動作するため、火災は発生しないものとする。
- ・ 動力ケーブルは、最も太い 1 本が燃焼するものとする。
- ・ 難燃ケーブルは、燃焼する長さを 1.8m 以内*1 とする。
- ・ 潤滑油は、NUREG/CR-6850 を参考に、内包する油量の 10% が漏えいし、燃焼するものとする。
- ・ 可燃性物質のうち、建設省告示第 1360 号（防火設備の構造方法を定める件）に定められた構造方法に基づく防火性能を有する鋼製のキャビネット（20 分の耐火性能を有するもの）に収納するものは、それ以外の可燃性物質による火災の等価時間が 20 分を超えない場合は、燃焼しないものとする。

*1：難燃ケーブルは、延焼性について、米国電気電子工学会（IEEE）規格 383 等による垂直トレイ燃焼試験を満たすものとしており、当該試験の判定基準（最大損傷長が 1,800mm であること。）を考慮して設定

② 火災の等価時間の算出

火災区域又は火災区画内における火災の等価時間は以下により算出する。

$$\text{火災の等価時間 (h)} = \text{火災荷重} / \text{燃焼率}$$

火災荷重 (kJ/m²) = 発熱量 / 火災区域又は火災区画の床面積
発熱量 (kJ) = 火災区域又は火災区画内の総発熱量
= 可燃性物質の量 × 熱含有量

燃焼率*¹: 単位時間単位面積当たりの発熱量 (908,095kJ/m²/h)

可燃性物質の量: 火災区域又は火災区画内の各種可燃性物質の量 (kg 又は L)

熱含有量*²: 可燃性物質の種類ごとの単位当たりの熱量 (kJ/kg 又は kJ/L)

*1: 「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に記載されている値を使用

*2: 「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド【a】」及び「NFPA FIRE PROTECTION HAND BOOK【b】」に記載されている値を使用、評価に使用する主な可燃性物質の熱含有量を以下に示す。

- ・ ケーブル : 25,568kJ/kg (【a】)
- ・ 潤滑油 : 43,171kJ/L (【a】)
- ・ 燃料油 : 44,991kJ/L (【a】)
- ・ その他の可燃性物質 : 47,700kJ/kg (【b】)

3. 影響評価の手順

一般火災の影響評価は、以下の手順で行う。

(1) 火災区域・火災区画の説明

火災区域・火災区画が存在する建物名、火災区域・火災区画名、床面積を示す。

(2) 火災区域・火災区画の火災の想定

火災区域・火災区画内にある火災防護対象機器を示すとともに、想定される火災を示す。

(3) 火災区域・火災区画にある火災源

(2)において想定される火災について、火災区域・火災区画内で燃焼する火災源の機器、数量、発熱量、火災荷重及び火災の等価時間を示す。

(4) 火災区域・火災区画にある火災感知設備及び消火設備

火災区域・火災区画に設置する火災感知器の種類、消火設備を示す。

(5) 隣接する火災区域・火災区画と火災伝播経路

(3)で算出した火災に対して、隣接する火災区域・火災区画への火災の伝播を確認する。

(6) 想定される火災により影響を受ける火災防護対象機器

(2)において想定される火災について、影響を受ける火災防護対象機器を示す。

(7) 火災の影響評価

同一の火災区域・火災区画に互いに相違する系列の火災防護対象機器がある場合、火災の影響軽減における系統分離対策を講じることを確認し、火災が発生したとしても、原子炉の安全停止が達成できることを確認する。

4. 評価結果

一般火災の影響評価結果の一例を添付1【精査中】に示す。

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、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、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、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。）に対して、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（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 原子炉冷却材バウンダリ機能（PS-1）
- ② 炉心形状の維持機能（PS-1）

- ③ 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能 (MS-1)
- ④ 1次冷却材漏えい量の低減機能 (MS-1)
- ⑤ 原子炉停止後の除熱機能 (MS-1)
- ⑥ 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)
- ⑦ 安全上特に重要な関連機能 (MS-1)
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能 (MS-2)
- ⑨ 安全上重要な関連機能 (MS-2)
- ⑩ 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)
- ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能 (PS-3)
- ⑫ 通常運転時の最終ヒートシンクへの熱輸送機能 (PS-3)
- ⑬ 電源供給機能 (非常用を除く。)(PS-3)
- ⑭ プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)(PS-3)
- ⑮ 制御室外からの安全停止機能 (MS-3)
- ⑯ 出力上昇の抑制機能 (MS-3)

(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 (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 放射性物質の閉じ込め機能 (MS-1)
- ② 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能 (PS-2)
- ③ 燃料を安全に取り扱う機能 (PS-2)
- ④ 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)
- ⑤ 放射線の遮蔽及び放出低減機能 (MS-2)
- ⑥ 1次冷却材を内蔵する機能 (PS-1以外のもの)(PS-3)
- ⑦ 放射性物質の貯蔵機能 (PS-3)
- ⑧ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能 (PS-3)

(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 (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)
- ② 燃料プール水の補給機能 (MS-3)

1.5.3 火災区域及び火災区画の設定

火災防護対象機器を想定される火災から防護することを目的とし、火災防護対象機器の配置や系統分離等に応じて、火災区域及び火災区画を設定する。火災区域は、建物ごとに耐火壁によって囲まれた他の区域と分離された範囲を基本とする。火災区画は、火災区域を分割したもので、耐火壁や離隔距離等により分離された範囲を基本とする。

なお、これらの火災区域又は火災区画は、任意の区域又は区画に火災が発生した場合において、火災伝播により火災防護対象機器の安全機能を損なわないように設計する。

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

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

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兼用する。

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域又は火災区画には、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域又は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) 自然現象に対する機能、性能の維持

- a. 特殊化学消火剤は、その性状により、凍結するおそれはなく、凍結防止対策を必要としない。
- 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。

(ii) 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による影響

特殊化学消火剤は、その性状により、その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。

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。

1.5.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減

火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画内のナトリウム燃焼及び隣接する火災区域又は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域又は火災区画は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区域又は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域又は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、他の火災区域又は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域又は火災区画については、当該火災区域又は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、他の火災区域又は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域又は火災区画には、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。

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

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、ヒューズ等の組み合わせ等により、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。

（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

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

一般火災を早期に感知できるように、火災感知器等（火災感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）と受信機から構成される火災感知設備を設置する。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、非常用電源設備より

電源を供給する。

火災感知器等は、火災区域又は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設置する。

また、火災防護基準の火災の感知及び消火を考慮する火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画には、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器等を組み合わせで設置する。当該火災感知器の組み合わせとしては、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み合わせを基本とする。ただし、これらの火災感知器が環境条件（屋外であることや天井高さ等）から使用できない火災区域又は火災区画については、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、非アナログ式の防爆型の熱感知器及びアナログ式の熱感知カメラを組み合わせで設置する。

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。

(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火災区域又は火災区画は、運転員等による可搬式消火器（ABC消火器又は二酸化炭素消火器）を使用した消火活動を行うものとする。各火災区域又は火災区画には、当該消火活動に使用する可搬式消火器（ABC消火器又は二酸化炭素消火器）を配置する。中央制御室には可搬式消火器を配置し、常駐する運転員により、火災の早期発見・早期消火に対応できるものとする。

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なことが想定される火災区域又は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、ハロン消火設備を設置する。

火災防護対象機器が設置される火災区域又は火災区画において、手動操作による固定式消火設備に期待する場合には、固定式消火設備（ハロン消火設備）が、当該火災区域又は火

災区画での火災により、機能を喪失することがないように、独立性を考慮したものとする。固定式消火設備（ハロン消火設備）は、外部電源喪失時にその機能を喪失することがないように、蓄電池を有したものとする。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。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。

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。

1.5.5.3 一般火災の影響軽減

火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画内の一般火災及び隣接する火災区域又は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を設置する火災区域又は火災区画は、3時間の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁により、他の火災区域又は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域又は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、他の火災区域又は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域又は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域又は火災区画は、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。
- (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、「1.5.5.4 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。

1.5.5.4 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) 火災区域又は火災区画内における火災源の火災荷重及び燃焼率から、当該火災区域又は火災区画内の火災の等価時間を算出する。
- (ii) 火災区域又は火災区画内で想定される火災に対して、当該火災区域又は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域又は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への影響を確認する。

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。