

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11月18日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所高速実験炉部

第8条：火災による損傷の防止

目次

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

(別紙)

別紙1 : ナトリウム燃焼と一般火災における火災防護対策の検討方針について

別紙 2 : 火災防護に係る機器の選定及び火災防護対策の考え方について

別紙 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【一部】

(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)

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【一部】

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 : ケーブル室に対する火災の影響軽減について

別添 12 : 一般火災の影響評価について

ケーブル室に対する火災の影響軽減について

1. 概要

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

ここでは、ケーブル室に対する火災の影響軽減の対策について示す。

2. ケーブル室に対する対策

ケーブル室においては、多くのケーブルを有すること、狭いこと、及びケーブル室に有する中央制御室の制御盤等のケーブルについて、当該制御盤等は、運転員の操作性及び視認性を確保することを目的に近接して設置することを踏まえて、適切な対策を講じるものとする。第2図にケーブル室における対策の概念図を示す。

① 新設のケーブルに対する火災の影響軽減

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

上記ケーブルは、系列の異なる機器が火災によって同時に機能を喪失することがないように、その施工に必要な隙間を確保できる範囲において、1時間の耐火能力を有する耐火シートを敷設する。

なお、既設の非難燃ケーブル（火災防護基準に基づく措置を講じる予定のないケーブル）は、可燃性物質として取り扱う。火災防護基準に基づく措置を講じるケーブルには、1時間の耐火能力を有する耐火シートを敷設するため、当該ケーブルは、既設の非難燃ケーブルの火災に対しても、火災の影響が軽減される。

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

② 火災の早期感知

ケーブル室には、固有の信号を発する異なる種類の感知器として、煙感知器と熱感知器を組み合わせ設置する。

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

光ファイバ温度センサは、温度測定値が設定値を超えた場合に中央制御室に警報を発するものとする。また、光ファイバ温度センサの光ファイバが断線した場合に中央制御室に警報を発するものとする。

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

③ 火災の早期消火

ケーブル室には、火災の早期消火及びケーブル室内に消防隊員が入室しなくとも消火が可能となるよう、自動起動の固定式消火設備（ハロン消火設備：ケーブル室の上方の中央制御室には、運転員が常駐しているため、消火剤にハロン 1301 を使用）を設置する。

光ファイバ温度センサが作動し、中央制御室に警報が発せられた場合、現場（火災範囲外）*1において、運転員が手動で起動するものとする。

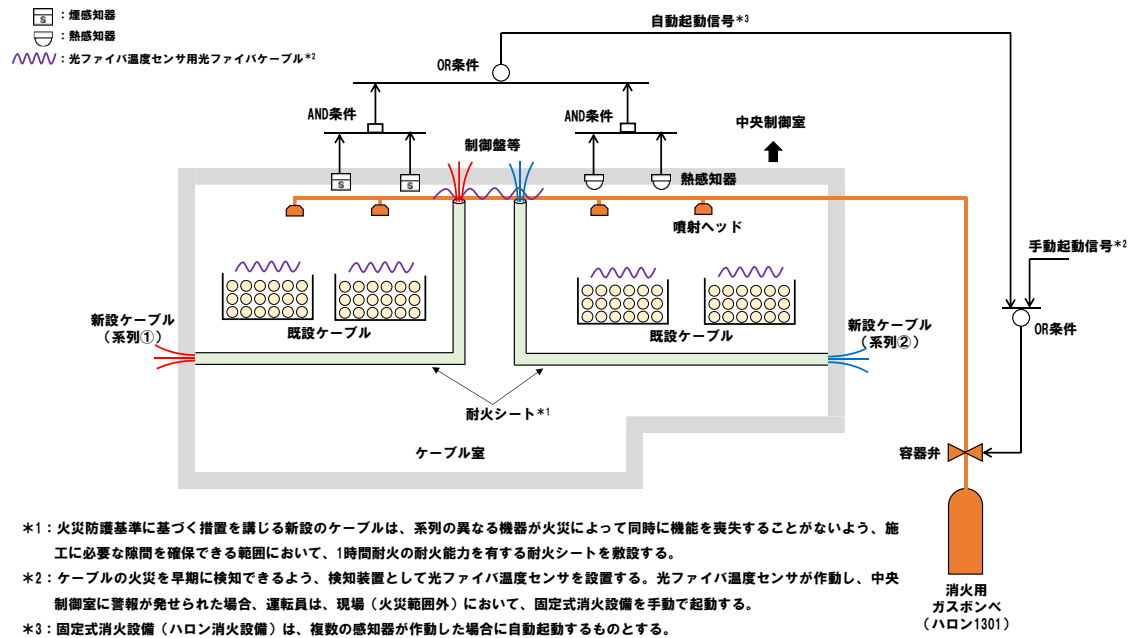
また、当該消火設備は、複数の感知器が動作した場合に自動起動するものとする。具体的には、煙感知器又は熱感知器のいずれか2つが感知した場合に自動起動するものとする。万一、自動起動しなかった場合、現場（火災範囲外）において、運転員が手動で起動するものとする。

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

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

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

第1図 ケーブル室の場所



第2図 ケーブル室における対策の概念図

光ファイバ温度センサ

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

(1) 動作原理

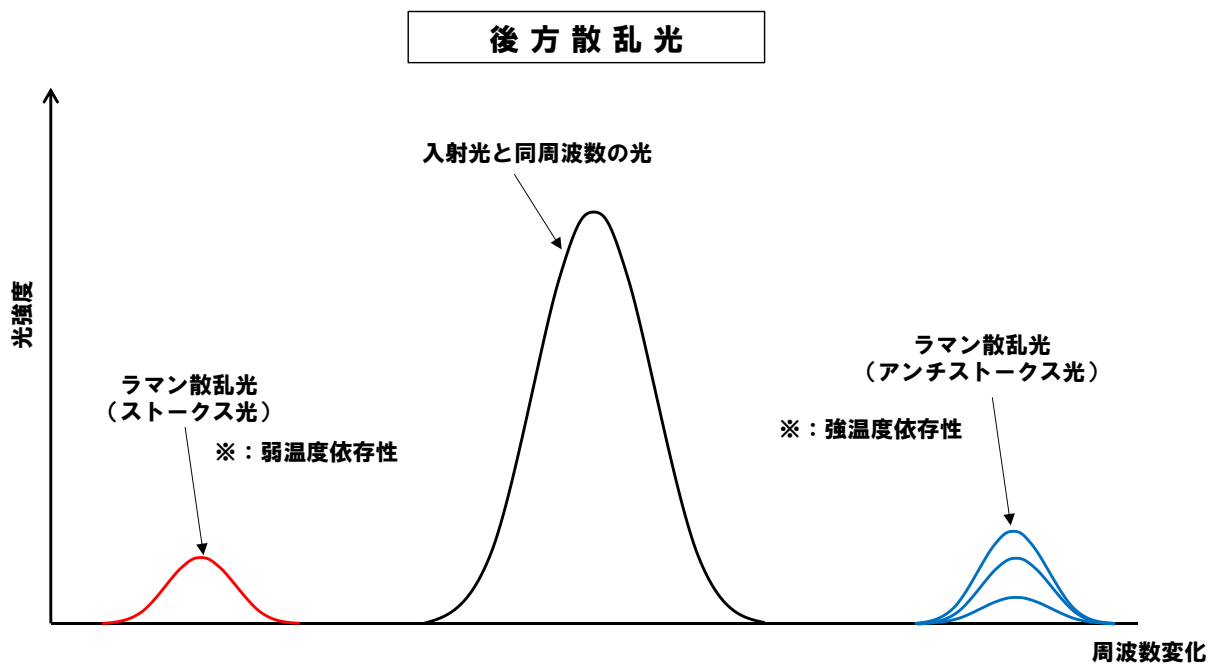
発光器より入射された光は、光ファイバケーブル内の分子によって散乱され、一部の散乱光は波長（周波数）がシフトする。このうち、ラマン散乱光と呼ばれる散乱光は温度依存特性を有している。ラマン散乱光には、ストークス光とアンチストークス光があり、温度依存性の強いアンチストークス光と温度依存性の弱いストークス光の後方散乱光強度の比から温度を測定することができる。

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

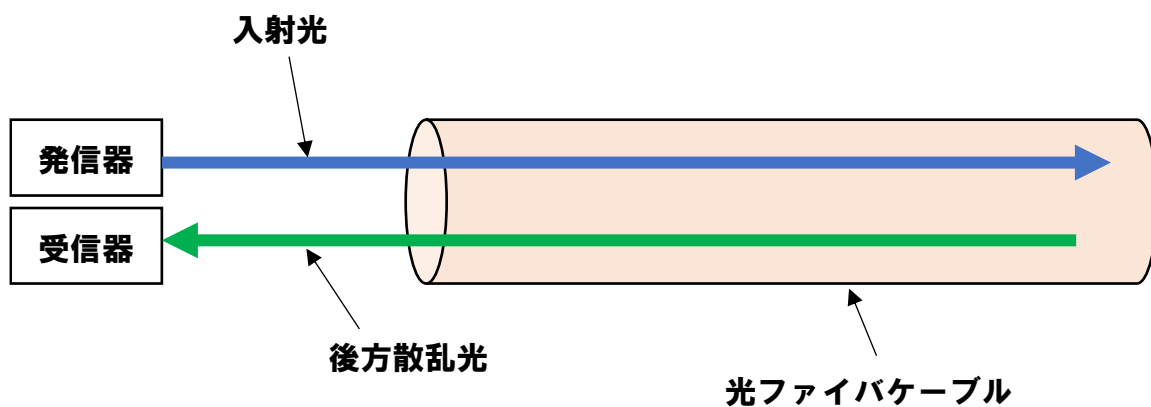
なお、光ファイバケーブルは、火災が発生し断線した場合であっても、断線した箇所までの温度の測定が可能である。第 3 図に断線時の光ファイバケーブルの測定状態の概念図を示す。

(2) 敷設方法

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

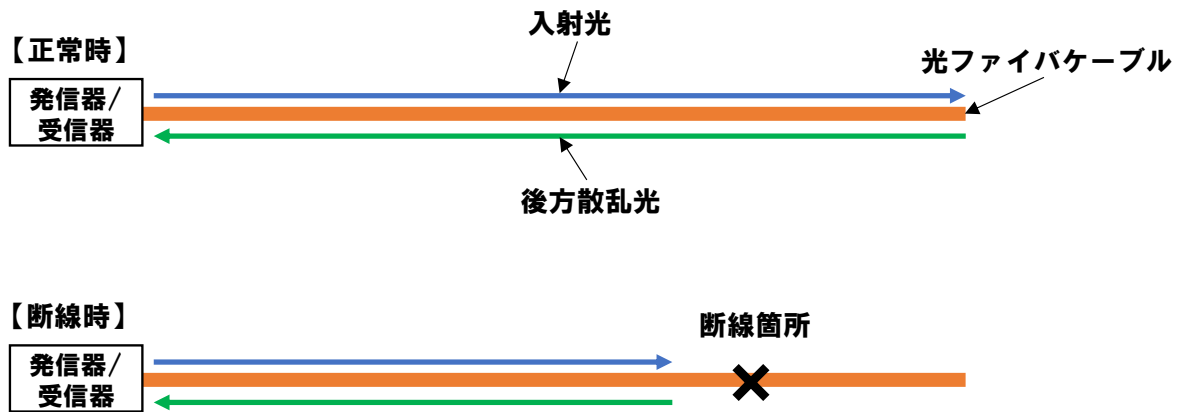


第1図 光ファイバ温度センサの動作原理の概念図



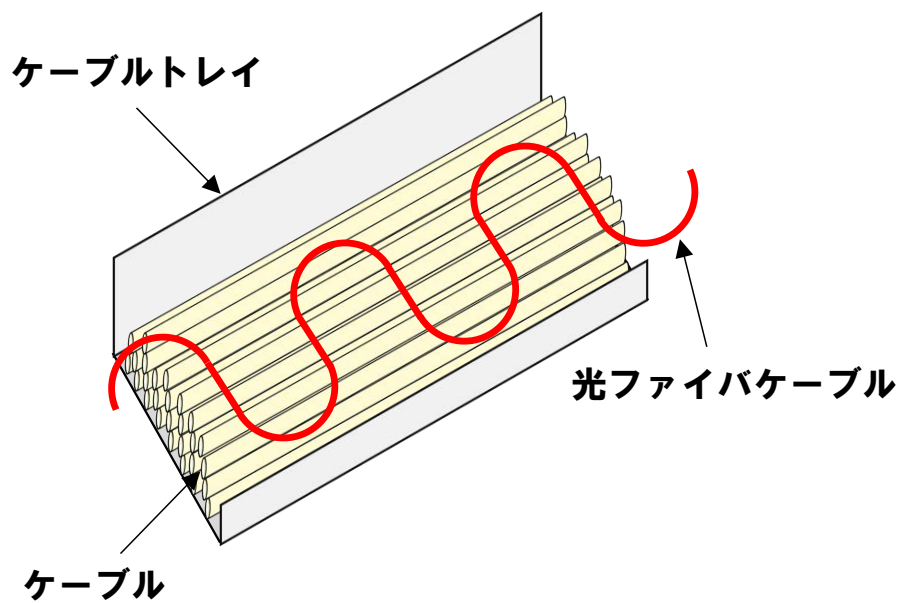
【位置特定の原理】
 入射光の後方散乱光が受信器に到達するまでの遅延時間を測定することにより位置を特定

第2図 位置特定の原理の概念図



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

第3図 光ファイバケーブルの断線時の測定状態の概念図



第4図 光ファイバケーブルの敷設の概念図

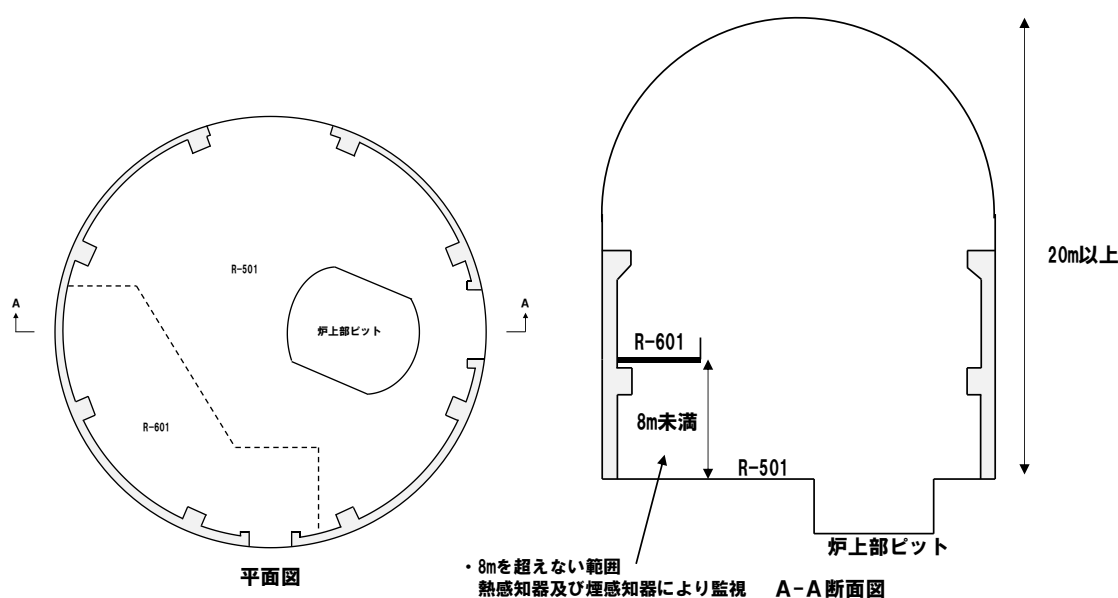
「炉上部ピット」及び「操作床」における火災感知器の設置方法

1. 概要

原子炉建物の「炉上部ピット」及び「操作床 (R-501)」の一部は、天井（格納容器頂部）までの高さが 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の熱感知器及び煙感知器の取付面高さに係る適用範囲を超える。「炉上部ピット」及び「操作床」の概要を第 1.1 図に示す。

ここでは、「炉上部ピット」及び「操作床」における火災感知器の設置方法について示す。

*1: 「操作床」の一部は、天井までの高さが 8m 未満となる。当該場所については、消防法施行規則第 23 条第 4 項に従いアナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を設置する。



第 1.1 図 操作床と炉上部ピットの概要

2. 火災感知器の設置方法

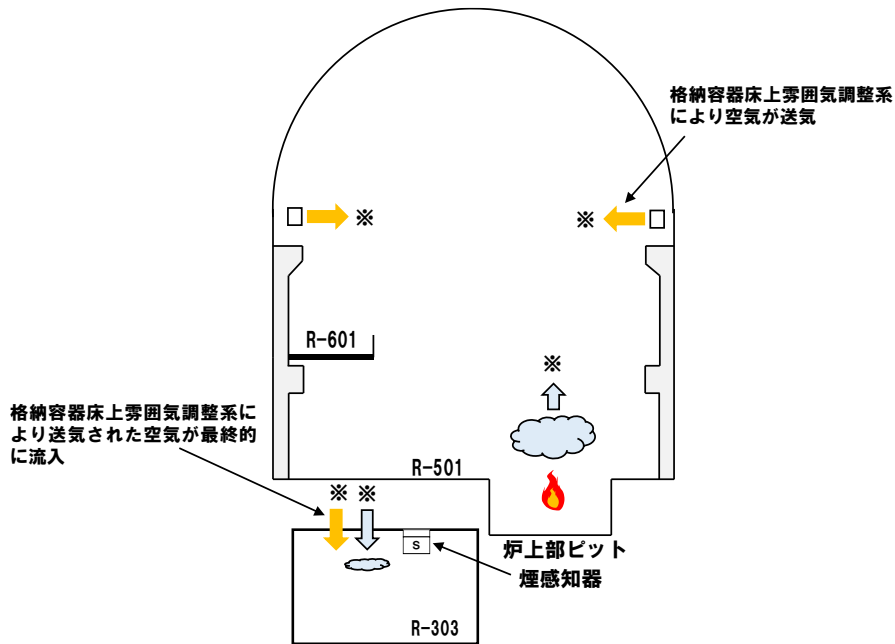
天井までの高さが 20m 以上となる「炉上部ピット」及び「操作床」の一部は、非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に従い設置するとともに、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用範囲を超えるものの、換気空調設備の運転状態に応じた空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の流動を踏まえ、煙を有効に感知可能であり、かつ、保守点検に支障のない箇所にアナログ式の煙感知器を設置する。

(1) 換気空調設備の運転状態に応じた空気の流れを踏まえた設計

① 格納容器床上雰囲気調整系運転時

格納容器床上雰囲気調整系運転時は、格納容器の上部に空気が送気され、最終的に、「東側バルブ操作室 (R-303)」に流入し排気される。格納容器床上雰囲気調整系運転時において「炉上部ピット」又は「操作床」の火災によって発生した煙を有効に感知するため、「東側バルブ操作室」に

アナログ式の煙感知器を設置する。格納容器床上雰囲気調整系運転時の煙の流動の概略図を第2.1図に示す。



第 2.1 図 格納容器床上雰囲気調整系運転時の煙の流動の概略図

② 格納容器床上雰囲気調整系停止時

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

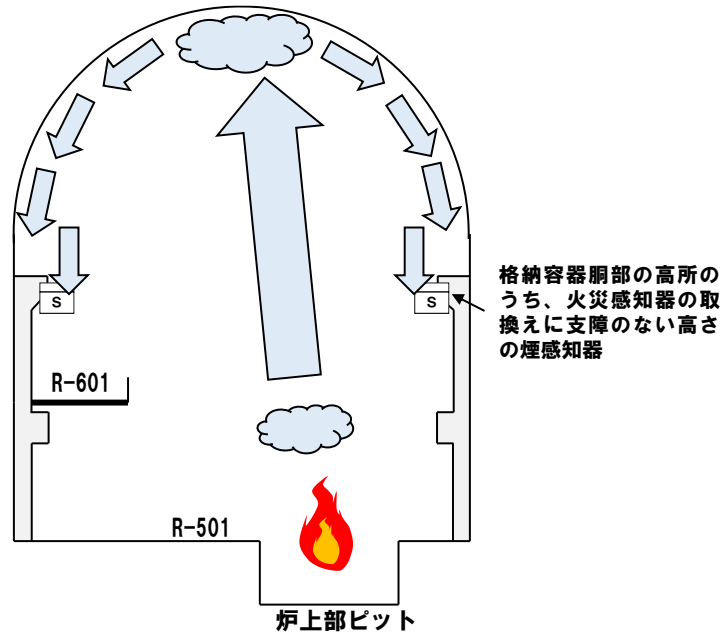
(2) 格納容器床上雰囲気調整系停止時における火災の規模に応じた煙の流動を踏まえた設計

格納容器床上雰囲気調整系停止時の「炉上部ピット」又は「操作床」の火災について、火災の規模に応じて3つに分類し、それぞれの煙の流動を踏まえ、火災によって生じた煙を有効に感知するため、以下のとおりアナログ式の煙感知器を設置する。

① 大規模な火災

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

格納容器の頂部から格納容器の内壁に沿って煙が下降していくことから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の高所のうち、火災感知器の取換えに支障のない高さに格納容器の内壁に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。

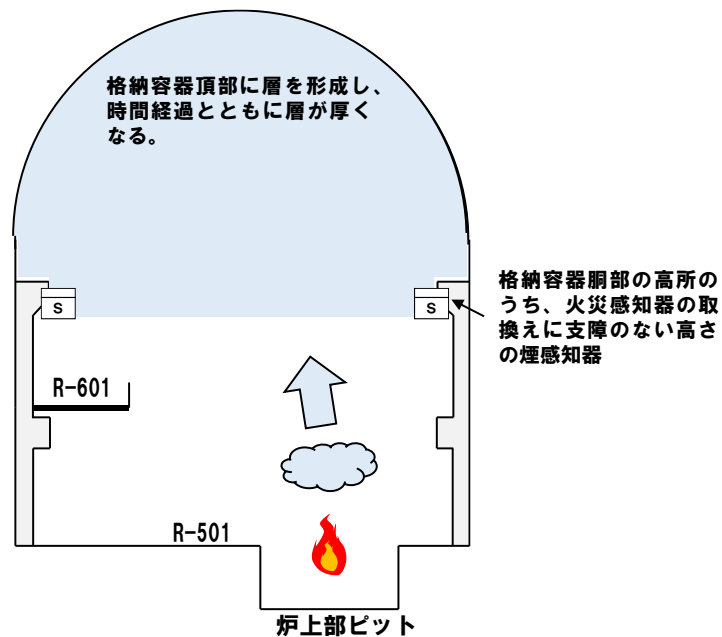


第 2.2 図 大規模な火災時の煙の流動の概略図

② 中規模な火災

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

格納容器の頂部から煙の層が厚くなっていくことから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の高所のうち、火災感知器の取換えに支障のない高さに格納容器の内壁に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。

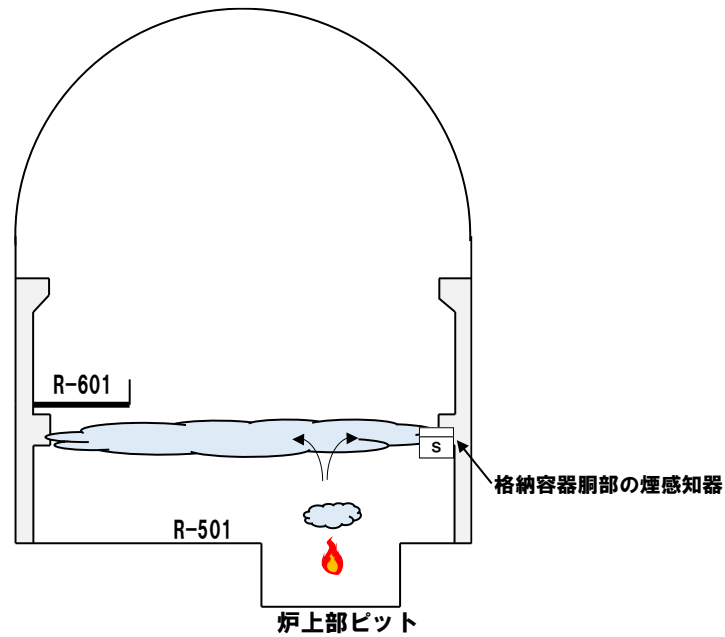


第 2.3 図 中規模な火災時の煙の流動の概略図

③ 小規模な火災

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

水平方向に拡散した煙は、格納容器の胴部で滞留することから、火災を有効に感知するため、格納容器の胴部の格納容器の内壁に沿ってアナログ式の煙感知器を設置する。



第 2.4 図 小規模な火災時の煙の流動の概略図

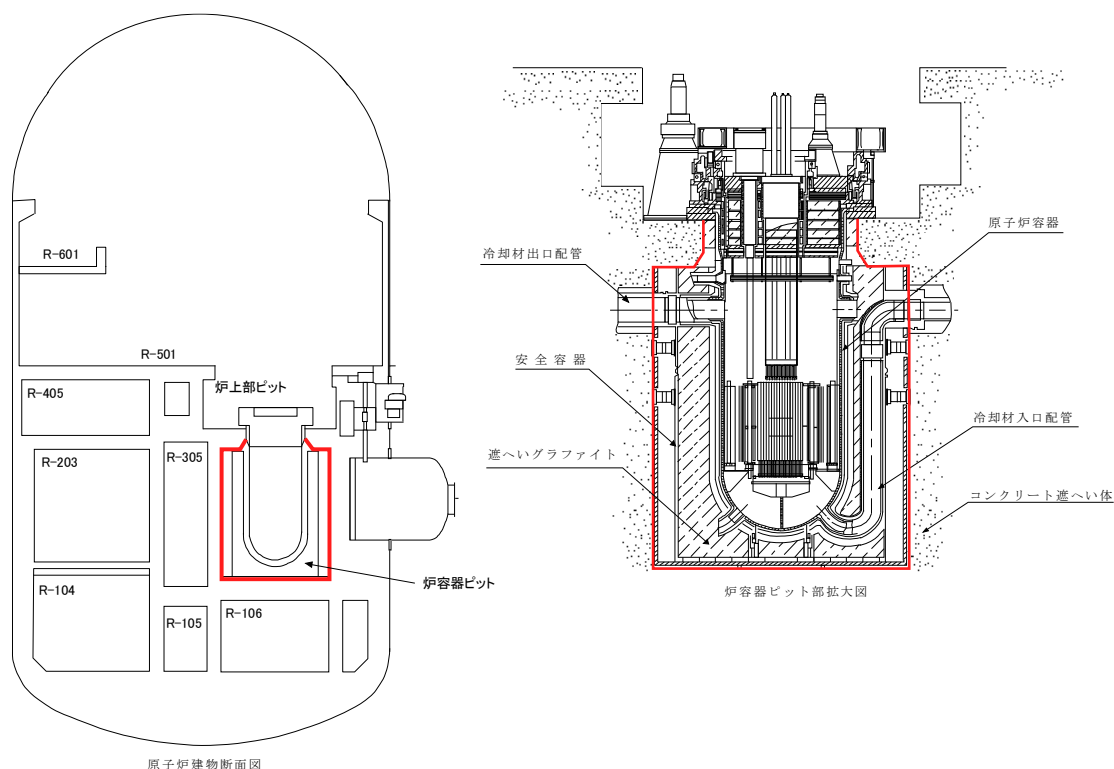
「炉容器ピット」における火災感知器の取扱い

1. 概要

原子炉建物の地下中 2 階から地下 1 階の「炉容器ピット」は、原子炉容器及び遮へいグラファイト等を内包しており、壁部分は、生体遮へい体（コンクリート遮へい体）の一部を構成する。原子炉容器及び遮へいグラファイトを設置する安全容器内は、常時、窒素雰囲気で維持し、炉容器ピットの壁（生体遮へい体（コンクリート遮へい体））と安全容器のギャップは、通常、窒素ガスを通気している。「炉容器ピット」の概要を第 1.1 図に示す。

「炉容器ピット」は、構造上、人が立ち入ることができない場所であり、火災感知器を設置していない。

ここでは、新規制基準適合を踏まえた、「炉容器ピット」における火災感知器の取扱いの考え方を示す。



第 1.1 図 「炉容器ピット」の概要

2. 火災感知器の取扱いの考え方

「炉容器ピット」は、以下のとおり火災の発生するおそれがないため、火災感知器を設置しないものとする。

- ・ 安全容器内は、常時、窒素雰囲気維持しており火災が発生するおそれはない。
- ・ 炉容器ピットの壁と安全容器のギャップは、ケーブル等の可燃性物質がないため、火災が発生するおそれはない。