

大飯発電所第３，４号機  
火災感知器増設に係る  
設計及び工事計画認可申請

補足説明資料  
(抜粋)

赤字：８/２６審査会合資料からの変更点

２０２１年９月  
関西電力株式会社

## <目次>

- 今回抜粋箇所**
1. 火災感知器の性能に係るもの
    - 1-1 アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式でない炎感知器及びアナログ式でない熱感知器について
    - 1-2 アナログ式でない防爆型の炎感知器について
    - 1-3 熱を感知できる光ファイバケーブルについて
    - 1-4 熱サーモカメラ、アナログ式でない防水型の炎感知器について
    - 1-5 感知器と同等の機能を有する機器の環境性能について
  2. 火災感知器の配置に係るもの
    - 2-1 火災区域又は火災区画の火災感知器の設置個数について
    - 2-2 火災区域又は火災区画の火災感知器の配置図について
    - 2-3 火災感知器の配置設計における消防設備士の確認項目について
    - 2-4 火災感知器の配置設計における関西電力と協力会社の責任分担及び消防設備士関与の品質プロセスについて
  3. 消防法施行規則の設置条件と異なる感知設計に係るもの
    - 3-1 火災区域・区画の特性に応じた感知設計について
    - 3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について
    - 3-3 海水管トンネルエリアの火災感知器設計について
    - 3-4 燃料油貯蔵タンク及び重油タンクエリアの火災感知器設計について
    - 3-5 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計について
    - 3-6 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について
    - 3-7 海水ポンプエリアの火災感知器設計について
    - 3-8 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計について
    - 3-9 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計について
    - 3-10 燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリアの火災感知器設計について
    - 3-11 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計に関する実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則への適合性について
  4. 火災受信機盤に係るもの
    - 4-1 火災受信機盤の機能について
    - 4-2 消火設備用感知器の流用について
  5. その他
    - 5-1 本設計及び工事計画の申請範囲について

5・2 条文整理表について

5・3 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

5・4 火災感知設備増設における「工事の方法」の該当箇所について

5・5 火災感知設備の耐震性について

参考資料－1 火災感知設備の技術基準規則上の整理について

参考資料－2 感知区画の定義について

参考資料－3 火災区画と管理区域の設定範囲について

## 1. 火災感知器の性能に係るもの

### 1-1 アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式でない炎感知器及びアナログ式でない熱感知器について

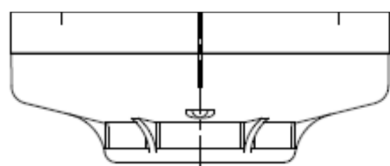
火災感知器のうち、基本的な組み合わせとなるアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及びアナログ式でない炎感知器に加え、アナログ式でない熱感知器の動作原理及び仕様等について説明する。

#### 1-1-1 アナログ式の煙感知器

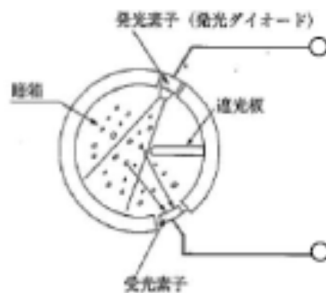
##### (1) アナログ式の煙感知器の概要

アナログ式の煙感知器の外観を第 1-1-1 図に、概要を第 1-1-2 図に示す。

アナログ式の煙感知器は、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ている。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盤に送信し、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り、検出プロセスにおいて火花は発生せず、発火性または引火性の雰囲気を形成する恐れのある場所での使用において発火源とならない。



第 1-1-1 図



第 1-1-2 図

##### (2) 消防法の検定について

アナログ式の煙感知器は、消防法で定められた検定品であり、消防法（火災報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 56 年 6 月 20 日自治省令第 17 号）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ている。

### (3) 換気ダクト内設置における感知性能と誤作動防止について

本工事内で計画している放射線量が高い場所を含むエリアにおける感知器設計において、換気ダクト内へのアナログ式の煙感知器を設置する計画としている。(換気ダクト内の空気の流れは最大で風速  m/sec)

当該エリアでの火災を想定した場合、開口部や換気ダクト以外はコンクリート壁で仕切られたエリアであり煙の逃げ場はなく、また開口部から換気ダクトへ向かう空気の流れを考えると、エリア内に蓄積した煙はダクト内部へ流れ込むため、エリアとダクト内部はほぼ同じ雰囲気となる。感知器内部の検煙部に流入した煙の粒子による散乱光(反射光)の量から煙濃度を判定するという煙感知器の動作原理からも、煙感知器の動作閾値に対して十分な煙粒子の流入があれば、感知は十分に可能であるといえる。

上記の評価根拠について詳細を記す。風の流れがある条件下での煙感知器の感知性能について、防災メーカーの仕様としては、0.2~0.4m/secでの作動試験を行っているが、m/secを超える環境での試験は実施していない。しかし、持込み可燃物による一般的な火災(燻焼火災)を想定した場合、コンクリート壁で仕切られたエリア内の煙濃度は最大で90%程度に達し、風が一定方向に等速度で流れるダクト内では煙濃度はほぼ薄まることはなく、煙濃度は煙感知器の動作閾値10%を超えるものと想定できる。

火災発生時におけるエリアとダクト内環境の同等性の評価として、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の影響範囲の計算ツールであるFDTs(火災力学ツール)により、火災影響伝搬評価を実施した。その結果、自然換気状態でのエリアモデルで仮置き可燃物1個(HRR:105.6kW)の燃焼において、エリア上部に蓄積される煙の量は69m<sup>3</sup>/minであり、ダクト内の風量m<sup>3</sup>/minに対して十分な量であり、ダクト内がエリアと同等の雰囲気となりうる十分な煙層が形成されることを確認している。また、消防技術安全所報45号(平成20年)・48号(平成23年)「最適な排煙手法の検証」の実験結果より、エリア上部での外向き排気の排熱効率が高い(実験開始から1分後から実験室内上部の煙濃度が急速に低下する)ことから、エリア内に蓄積した煙がダクト内部へ流入し、エリアとダクト内部はほぼ同じ雰囲気になるといえる。

また、風の流れがある環境下での感知性能を定量的に把握するため、換気ダクト内への感知器設置風速条件下における感知性能に係る実証試験を実施予定以下であればダクト内での煙の感知は可能であることを確認している。(試験結果詳細は別紙参照。)実証試験より、換気ダクト内の空気の流れは煙濃度の分布に大きな影響を与えるのではなく、感知性能を阻害することはないことが確認できた。

以上より、換気ダクト内に設置した煙感知器による火災の感知は十分に可能である。

また、換気ダクト内の風速は、「京都市消防局 消防用設備等の運用基準 基準24 自動火災報知設備の設置及び維持に関する基準 第3、3項(8)」に記載される誤作動の基準となる風速5m/secを下回ることから、感知器の誤作動の可能性はないと考える。なお、防災メーカーが示す取扱説明書においても誤作動の基準として「風速5m/sec」の記

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

載があることを確認している。

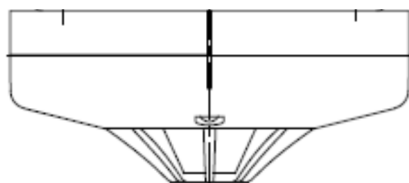
因みに、上記内容については、防災メーカーとのヒアリングにおいても同様の見解が示されている。

### 1-1-2 アナログ式の熱感知器

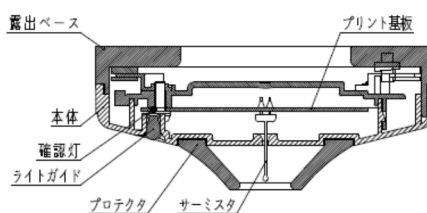
#### (1) アナログ式の熱感知器の概要

アナログ式の熱感知器の外観を第 1-1-3 図に、概要を第 1-1-4 図に示す。

アナログ式の熱感知器は、サーミスタ、プリント基板から構成されている。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盤に送信し、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。



第 1-1-3 図



第 1-1-4 図

#### (2) 消防法の検定について

アナログ式の熱感知器は、消防法で定められた検定品であり、消防法（火災報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 56 年 6 月 20 日自治省令第 17 号）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）に定められる感知性能を有している。

#### (3) 換気ダクト内設置における感知性能と誤作動防止について

本工事内で計画している放射線量が高い場所を含むエリアにおける感知器設計において、換気ダクト内へのアナログ式の熱感知器を設置する計画としている。（換気ダクト内の空気の流れは最大で風速  m/sec）

当該エリアでの火災を想定した場合、開口部や換気ダクト以外はコンクリート壁で仕切られたエリアであり熱の逃げ場はなく、また開口部から換気ダクトへ向かう空気の流れを考えると、エリア内に蓄積した熱はダクト内部へ流れ込むため、エリアとダクト内部はほぼ同じ雰囲気となる。感知器内部の感熱素子であるサーミスタの周囲温度

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

が上昇し、サーミスタの抵抗が変化（減少）することにより周囲温度の上昇を判定するという熱感知器の動作原理からも、熱感知器の動作閾値に対して十分な温度上昇があれば、感知は十分に可能であるといえる。

上記の評価根拠について詳細を記す。風の流れがある条件下での熱感知器の感知性能について、持込み可燃物による一般的な火災（煙焼火災）を想定した場合、コンクリート壁で仕切られたエリア内の温度は最大で 600℃以上(10 分値) (IS0834 標準火災温度曲線による) に達し、風が一定方向に等速度で流れるダクト内では高温ガスの流れとして継続し、ダクト内部は熱感知器の動作閾値 65℃を超えるものと想定できる。

火災発生時におけるエリアとダクト内環境の同等性の評価として、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の影響範囲の計算ツールである FDTs (火災力学ツール) により、火災影響伝搬評価を実施した。その結果、強制換気状態でのエリアモデルで仮置き可燃物 1 個 (HRR:105.6kW) の燃焼において、エリア上部に蓄積される熱 (温度) は 1 分後で 146℃ (5 分後では 179℃) であり、ダクト内に流入するに十分な高温ガス層が形成されることを確認している。また、消防技術安全所報 45 号・48 号「最適な排煙手法の検証」の実験結果より、エリア上部での外向き排気の排熱効率がよい (実験開始から 3 分後の実験室内上部の温度が低下する) ことから、エリア内に蓄積した熱がダクト内部へ流入し、エリアとダクト内部はほぼ同じ雰囲気になるといえる。

また、風の流れがある環境下での感知性能を定量的に把握するため、換気ダクト内への感知器設置 **風速条件下における感知性能に係る実証試験を実施予定** 以下であればダクト内での熱の感知は可能であることを確認している。(試験結果詳細は別紙参照。) 実証試験より、換気ダクト内の空気の流れは熱感知器周辺の温度上昇に大きな影響を与えるものではなく、感知性能を阻害することはないことが確認できた。

以上より、換気ダクト内に設置した熱感知器による火災の感知は十分に可能である。

また、誤作動の観点では、京都市消防局の条例やメーカーが示す取扱説明書より、熱感知器への換気ダクト内の空気の流れによる影響はないと考える。因みに、上記内容については、防災メーカーとのヒアリングにおいても同様の見解が示されている。

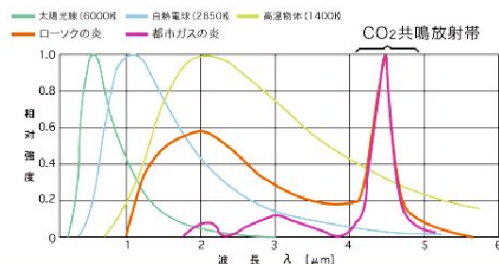
### 1-1-3 アナログ式でない炎感知器

#### (1) アナログ式でない炎感知器の概要

屋内に使用するアナログ式でない炎感知器の外観を第 1-1-5 図に、概要を第 1-1-6 図に示す。アナログ式でない炎感知器は、物質の燃焼時に発生する「特有な赤外線放射エネルギー (CO<sub>2</sub> 共鳴放射) を監視し、CO<sub>2</sub> 共鳴放射帯のピークを検出した場合」と、その「炎のちらつき」を捉えることで感知する。



第 1-1-5 図



第 1-1-6 図

(2) 消防法の検定について

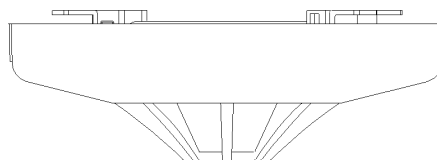
アナログ式でない炎感知器は、消防法で定められた検定品であり、消防法（火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和 56 年 6 月 20 日自治省令第 17 号）第 17 条の 8（炎感知器の公称監視距離の区分、感度及び視野角）に定められる感知性能を有している。

1-1-4 アナログ式でない熱感知器

(1) アナログ式でない熱感知器の概要

アナログ式でない熱感知器の外観を第 1-1-7 図に示す。

アナログ式でない熱感知器は、感熱素子を用いて熱を検出し、周囲の温度上昇率が一定以上になった時に火災受信機盤へ火災信号を発する。



第 1-1-7 図

(2) 消防法の検定について

アナログ式でない熱感知器は、消防検定品であり、消防法（火災報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 56 年 6 月 20 日自治省令第 17 号）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している。



### 1-1-5 アナログ式でない防爆型の熱感知器

#### (1) アナログ式でない防爆型の熱感知器の概要

アナログ式でない防爆型の熱感知器の外観を第 1-1-8 図に示す。アナログ式でない防爆型の熱感知器は、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時に火災受信機盤へ火災信号を発する。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、火災受信機盤に火災信号を発する。

アナログ式でない防爆型の熱感知器は、仮に内部の電気回路に可燃性ガスなどが侵入し、爆発が生じて、外部の可燃性ガス等に点火しないよう、全閉の構造となっていることから、防爆性能（耐压防爆構造※）を有する。

※：耐压防爆構造（「電気機器器具防爆構造規格」労働省告示第 16 条）全閉構造であって、可燃性ガス（以下「ガス」という。）又は引火性の蒸気（以下「蒸気」という。）が容器内部に侵入して爆発を生じた場合に、当該容器が爆発圧力に耐え、かつ、爆発による火炎が当該容器の外部のガス又は蒸気に点火しないようにしたものという。



第 1-1-8 図

#### (2) 消防法の検定について

アナログ式でない防爆型の熱感知器は、消防検定品であり、消防法（火災報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 56 年 6 月 20 日自治省令第 17 号）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している。

以 上