

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 1-007改02
提出年月日	2022年10月19日

VI-1-1-3-5 外部火災への配慮に関する説明書

S2 補 VI-1-1-3-5 R0

2022年10月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

外部火災への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

- VI-1-1-3-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針
- VI-1-1-3-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定
- VI-1-1-3-5-3 外部火災防護における評価の基本方針
- VI-1-1-3-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠
- VI-1-1-3-5-5 外部火災防護における評価方針
- VI-1-1-3-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果
- VI-1-1-3-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

## VI-1-1-3-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 外部火災より防護すべき施設	2
2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針	2
2.1.3 外部事象防護対象施設の評価方針	4
2.2 適用規格及び適用基準	4

## 1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の外部火災防護設計が「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」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「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の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

## 2. 外部火災防護に関する基本方針

### 2.1 基本方針

発電用原子炉施設の外部火災防護設計は、外部事象防護対象施設について外部火災により安全機能を損なわないこと及び安全性を損なうおそれがある場合は防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと、重大事故等対処設備については外部火災により設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

外部事象防護対象施設は、防火帯の設置、離隔距離の確保、建物による防護を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

外部火災の影響については、定期的な評価の実施を保安規定に定めて管理する。

想定される外部火災において、火災・爆発源を発電所敷地内及び敷地外に設定し、外部事象防護対象施設に係る温度や距離を算出し、これらによる影響評価を行い、最も厳しい火災・爆発が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による二次的影響（ばい煙）、外部火災起因を含む有毒ガスの影響、爆発による飛来物の影響についても評価を行い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。発電所敷地内の火災源としては、森林火災、発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災及び発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災を想定する。

発電所敷地外の火災・爆発源としては、近隣の産業施設の火災・爆発として、石油コンビナート施設の火災・爆発、危険物貯蔵施設の火災、高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発、燃料輸送車両の火災・爆発及び漂流船舶の火災・爆発を想定する。

建物内に設置する外部事象防護対象施設は、建物にて防護することから建物の評価を行い、建物を除く屋外の外部事象防護対象施設は、当該施設を評価する。評価結果が満足しない場合は、防護措置として適切な処置を講じるものとする。

外部火災評価においては、島根原子力発電所第2号機に最も厳しい火災・爆発が発生した場合を想定し、評価を行う。

### 2.1.1 外部火災より防護すべき施設

外部火災より防護すべき施設は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

### 2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針

#### (1) 外部事象防護対象施設の設計方針

森林火災については、外部事象防護対象施設を内包する建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度（200℃）となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度（原子炉補機海水ポンプ（高压炉心スプレイ補機海水ポンプを含む。）（以下「海水ポンプ」という。）の冷却空気温度を下部軸受の機能維持に必要な55℃、排気筒の表面温度 325℃）となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災及び航空機墜落による火災については、火災源ごとに輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部事象防護対象施設を内包する建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

また、発電所敷地内において、燃料補充用のタンクローリ火災が発生した場合の影響については、燃料補充時は監視人が立会を実施することを保安規定に定めて管理し、万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能である体制であることから、外部事象防護対象施設への影響を与えることはない。

発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災については、外部事象防護対象施設を内包する建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

外部事象防護対象施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠は、VI-1-1-3-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

外部火災より防護すべき施設のうち、外部火災の影響について評価を行う施設（以下「外部火災の影響を考慮する施設」という。）の選定については、VI-1-1-3-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」に示す。

森林火災については、延焼防止を目的として設置（変更）許可を受けた防火帯（約 21m）を敷地内に設ける設計とし、防火帯は延焼防止効果を損なわない設計と

するため、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とすることを保安規定に定めて管理する。また、危険距離の算出については、設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火炎側）における最大火線強度から算出される火炎輻射発散度（ $118\text{kW/m}^2$ ）を用いる。

発電所敷地外の火災である近隣の産業施設の火災・爆発のうち、石油コンビナート施設の火災・爆発については、発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナート施設は存在しないため、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがない。また、発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設、燃料輸送車両及び漂流船舶の火災については、火災源ごとに輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部事象防護対象施設を内包する建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の爆発については、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

外部火災による二次的影響（ばい煙）による影響については、ばい煙の侵入を防止するため適切な防護対策を講じることで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災を起因とするばい煙が発生した場合には、外気を取り込む空調系統に対するばい煙の侵入を防止するため、バグフィルタを設置する設計とする。

外気を設備内に取り込む機器（非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）（以下「非常用ディーゼル発電設備」という。））に対しては、ばい煙の侵入を防止するため、フィルタを設置する設計、又はばい煙が侵入したとしても機器の損傷、閉塞を防止するため、ばい煙が流路に溜まりにくい構造とする設計とする。

室内の空気を取り込む機器（安全保護系）に対しては、ばい煙の侵入による機器の損傷を防止するため、バグフィルタを設置する設計とする。

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合には、中央制御室内に滞在する人員の環境劣化を防止するために設置した給気隔離弁及び排気隔離弁の閉止、中央制御室内の空気を循環させる系統隔離運転モードへの切替えの実施及び必要に応じ中央制御室以外の空調ファンの停止により、有毒ガスの侵入を防止する設計とする。

なお、有毒ガスの侵入を防止するよう、給気隔離弁及び排気隔離弁の閉止、系統隔離運転モードへの切替えの実施による外気の遮断及び空調ファンの停止による

外気流入の抑制を保安規定に定めて管理する。

主要道路，鉄道路線，一般航路及び石油コンビナート施設は離隔距離を確保することで事故等による火災に伴う発電所への有毒ガスの影響がない設計とする。

なお，ばい煙及び有毒ガスに対する具体的な設計については，VI-1-1-3-5-7「二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計」に示す。

## (2) 重大事故等対処設備の設計方針

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建物にて防護し，屋外の重大事故等対処設備については設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に必要な機能を損なわないよう，位置的分散を図る。具体的な位置的分散については，VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

### 2.1.3 外部事象防護対象施設の評価方針

屋内に設置する外部事象防護対象施設は，建物にて防護することから建物にて評価を行い，建物を除く屋外の外部事象防護対象施設は当該施設を評価する。

外部火災影響評価は，火災・爆発源ごとに危険距離，危険限界距離又は飛来物の最大飛散距離を算出し離隔距離と比較する方法と，建物表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度（海水ポンプの冷却空気温度，排気筒の表面温度）を算出し許容温度と比較する方法を用いる。

外部火災における評価方針をVI-1-1-3-5-3「外部火災防護における評価の基本方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価方針は，VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価条件及び評価結果は，VI-1-1-3-5-6「外部火災防護における評価条件及び評価結果」に示す。

## 2.2 適用規格及び適用基準

適用する規格としては，最新の規格基準を含め技術的妥当性及び適用性を示した上で適用可能とする。

適用する規格を以下に示す。

- ・「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（原規技発第 13061912 号（平成 25 年 6 月 19 日）原子力規制委員会）
- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会）



- ・「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」（平成 21・06・25 原院第 1 号（平成 21 年 6 月 30 日）原子力安全・保安院）
- ・「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室）
- ・原田和典「建築火災のメカニズムと火災安全設計」（平成 19 年 12 月 25 日財団法人日本建築センター）

## VI-1-1-3-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定

## 目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
2.1 外部火災の影響を考慮する施設の選定	1
2.2 二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定	2
2.3 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定	2

## 1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

## 2. 選定の基本方針

外部火災の影響を考慮する施設としては、施設の設置場所、構造を考慮して選定する。

施設の選定にあたっては、外部火災より防護すべき施設を選定するとともに、外部火災の二次的影響（ばい煙）又は有毒ガスの影響を考慮する施設を選定する。なお、重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に示すとおり、屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建物にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については位置的分散にて対応することから、影響を考慮する施設としては選定しない。屋外に設置する具体的な重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-別添1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。

なお、外部火災の影響を考慮する施設以外の外部火災影響について、屋内に設置する施設は、建物にて防護するため、波及的影響を考慮する必要はない。屋外に設置する施設は、その機能が喪失しても外部火災の影響を考慮する施設へ影響を及ぼす施設はないため、外部火災の影響を考慮する施設へ波及的影響を及ぼす可能性はない。

### 2.1 外部火災の影響を考慮する施設の選定

屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建物にて防護することから、外部事象防護対象施設の代わりに外部事象防護対象施設を内包する建物を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。また、建物を除く屋外の外部事象防護対象施設は、外部火災の影響により安全性を損なうおそれがあるため、外部火災の影響を考慮する施設として選定する。外部事象防護対象施設以外の施設については、屋内に設置する施設は、建物により防護することとし、屋外施設については、防火帯の内側に設置すること又は消火活動等により防護する。

外部火災の影響を考慮する施設を以下に示す。

#### (1) 外部事象防護対象施設を内包する建物

- a. 原子炉建物
- b. 制御室建物
- c. タービン建物
- d. 廃棄物処理建物
- e. 排気筒モニタ室

## (2) 屋外の外部事象防護対象施設（建物を除く。）

- a. 海水ポンプ
- b. 排気筒
- c. 非常用ガス処理系排気管
- d. 排気筒モニタ

外部火災の影響を考慮する施設のうち排気筒モニタ室，非常用ガス処理系排気管及び排気筒モニタについては，火災源からの離隔距離や材質から，他の外部火災の影響を考慮する施設の評価により安全機能を損なわない設計であることを確認できるため，以降での評価を実施しない。

## 2.2 二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定

外部事象防護対象施設が二次的影響（ばい煙）により安全性を損なうおそれがないよう，二次的影響（ばい煙）を考慮する施設は以下により選定する。

外気を取り込む空調系統は二次的影響（ばい煙）により人体に影響を及ぼすおそれがあるため，二次的影響（ばい煙）を考慮する設備として選定する。

外気を設備内に取り込む機器は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため，二次的影響（ばい煙）を考慮する機器として選定する。

室内の空気を取り込む安全保護系の盤は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため，二次的影響（ばい煙）を考慮する施設として選定する。

ばい煙を含む外気又は，室内空気を機器内に取り込む機構を有しない設備又は，取り込んだ場合でも，その影響が非常に小さいと考えられる設備（ポンプ，モータ，弁，盤内に換気ファンを有しない制御盤，計器，排気筒等）については，対象外とする。

## (1) 外気を取り込む空調系統

- a. 換気空調設備

## (2) 外気を設備内に取り込む機器

- a. 非常用ディーゼル発電設備

## (3) 室内の空気を取り込む機器

- a. 安全保護系

## 2.3 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定

外部火災起因を含む有毒ガスの影響を考慮する施設については，人体に影響を及ぼすおそれがある換気空調設備を選定する。

### VI-1-1-3-5-3 外部火災防護における評価の基本方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護における評価の基本方針	1
2.1 評価の基本方針	1
2.1.1 発電所敷地内の火災源に対する評価の基本方針	1
2.1.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価の基本方針	2
2.2 許容温度	3

## 1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に示す外部火災の影響に対する設計方針を踏まえて、外部火災の影響を考慮する施設について、外部火災により安全機能を損なうおそれがないことを確認するための評価方針について説明するものである。

## 2. 外部火災防護における評価の基本方針

技術基準規則のうち第7条及びその解釈に適合することを確認し、VI-1-1-3-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」で選定した施設について、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」により評価を行う。それぞれの火災・爆発源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離等を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度、建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度を満足することを確認する。

### 2.1 評価の基本方針

評価方針は、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照して、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」により実施することを基本とする。

具体的な評価方針は、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

#### 2.1.1 発電所敷地内の火災源に対する評価の基本方針

##### (1) 森林火災

設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火炎側）における最大火線強度から算出される火炎放射発散度（ $118\text{kW/m}^2$ ）を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

##### (2) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の貯蔵量等を勘案して、火災源ごとに外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

##### (3) 航空機墜落による火災

対象航空機の燃料積載量等を勘案して、対象航空機ごとに外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。



- (4) 発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による火災の重畳火災敷地内の危険物タンクの火災と航空機墜落による火災の評価条件により算出した輻射強度、燃焼継続時間等により、外部事象防護対象施設の受熱面に対し、最も厳しい条件となる火災源と外部事象防護対象施設を選定し、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

## 2.1.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価の基本方針

- (1) 石油コンビナート施設の火災・爆発

石油コンビナート施設の位置を特定し、発電所敷地外 10km 以内に存在しないことを確認する。

- (2) 危険物貯蔵施設の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

- (3) 燃料輸送車両の火災・爆発

- a. 燃料輸送車両の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

- b. 燃料輸送車両の爆発

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

- (4) 漂流船舶の火災

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保さ

れていることを確認する。

## 2.2 許容温度

外部火災の影響を考慮する施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度を以下に示し、その設定根拠は、VI-1-1-3-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

### (1) 建物

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度（200℃）を許容温度とする。

### (2) 海水ポンプ

下部軸受の機能維持に必要となる冷却空気の温度（55℃）を許容温度とする。

### (3) 排気筒

鋼材の強度が維持される温度（325℃）を許容温度とする。

#### VI-1-1-3-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠

## 目 次

1. 概要	1
2. 設定根拠	1
2.1 建物コンクリート表面温度	1
2.2 海水ポンプ	1
2.3 排気筒	1

## 1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠について説明するものである。

## 2. 設定根拠

### 2.1 建物コンクリート表面温度

建物コンクリート表面温度の許容温度は、 $200^{\circ}\text{C}^{*1}$ (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度)とする。

建物の温度評価はコンクリート表面温度で実施している。建物の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を  $50^{\circ}\text{C}$  に設定する。また、コンクリート裏面側の排熱を考慮しない評価であるため、 $200^{\circ}\text{C}$  を下回れば建物の機能は確保される。

### 2.2 海水ポンプ

海水ポンプの許容温度は、固定子巻線、上部軸受及び下部軸受の上昇温度を考慮し、電動機内部の冷却として外気を用いることから、冷却空気温度を許容温度として設定する。そのうち、許容温度が最も低くなる下部軸受について、軸受温度を  $95^{\circ}\text{C}$  (耐熱性の良好なグリースを使用する場合の温度限度<sup>\*2</sup>) 以下とするために必要な冷却空気温度である  $55^{\circ}\text{C}^{*3}$  を許容温度として設定する。

海水ポンプの温度評価は海水ポンプ内への冷却空気の初期温度を、発電所に最も近い鹿島町の地域気象観測システムで観測した過去最高温度  $37.5^{\circ}\text{C}$  を切り上げた  $40^{\circ}\text{C}$  に設定し、放熱を考慮しない評価であるため、 $55^{\circ}\text{C}$  を下回れば海水ポンプの機能は確保される。

### 2.3 排気筒

排気筒の許容温度は、 $325^{\circ}\text{C}^{*1}$  (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度) とする。

排気筒の温度評価は表面温度で実施している。排気筒の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を  $50^{\circ}\text{C}$  に設定する。また、火災源の燃焼継続時間  $t$  を  $t \rightarrow \infty$  の極限值として、火災時の輻射熱による最高温度を求める保守的な評価であるため、 $325^{\circ}\text{C}$  を下回れば排気筒の機能は確保される。

注記\*1：原田和典「建築火災のメカニズムと火災安全設計」財団法人日本建築センター

\*2：電気規格調査会標準規格 誘導機 (J E C 2 1 3 7 - 2000)

\*3： $95^{\circ}\text{C}$  (下部軸受の温度限度) -  $40^{\circ}\text{C}$  (冷却空気の初期温度) =  $55^{\circ}\text{C}$

## VI-1-1-3-5-5 外部火災防護における評価方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 評価について	1
2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価方針	1
2.1.1 森林火災の評価について	1
2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災の評価について	7
2.1.3 航空機墜落による火災の評価について	15
2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による重畳火災の評価について	18
2.1.5 天井スラブの評価について	20
2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価方針	21
2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発の評価について	21
2.2.2 危険物貯蔵施設の火災の評価について	22
2.2.3 燃料輸送車両の火災・爆発の評価について	34
2.2.4 漂流船舶の火災の評価について	38

## 1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災防護における評価方針について説明するものである。

## 2. 評価について

外部火災防護における評価として、森林火災については外部火災の影響を考慮する施設の危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災、発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災（以下「重畳火災」という。）については、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

近隣の産業施設の火災・爆発である石油コンビナート施設の火災・爆発、危険物貯蔵施設の火災、燃料輸送車両の火災・爆発、漂流船舶の火災については、外部火災の影響を考慮する施設の危険距離、危険限界距離又は飛来物の最大飛散距離を算出し、それらの距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

火災・爆発源ごとの評価方針を以下に示す。

### 2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価方針

#### 2.1.1 森林火災の評価について

##### (1) 評価方針

設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火災側）における最大火線強度から算出される火炎輻射発散度（ $118\text{kW/m}^2$ ）を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。熱影響評価上は保守的に、火炎輻射発散度（ $118\text{kW/m}^2$ ）の位置を外部火災の影響を考慮する施設の最近接の森林境界として評価する。評価に用いる評価指標とその内容を表 2-1、火炎輻射発散度（ $118\text{kW/m}^2$ ）の位置を図 2-1 に示す。

##### (2) 評価条件

- a. 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射発散度が発する地点が同じ高さにあると仮定し最短距離にて評価を行う。
- b. 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルを使用する。火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出することにより火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。横一列に並んだ円筒火炎モデルの数だけ外部火災の影響を考慮する施設へ熱が伝わるものとする。



- c. 円筒火炎モデルの燃焼の考え方は、最大の火炎輻射発散度を持つ円筒火炎モデルを火炎到達幅と同じ長さの直線上に並べて、外部火災の影響を考慮する施設が全円筒から同時かつ継続的に輻射熱を受けるものとする。森林火災における円筒火炎モデル評価の概要を図 2-2 に示す。
- d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

設置（変更）許可を受けた森林火災解析結果による火炎輻射発散度、火炎長及び火炎到達幅を用いて、輻射強度、燃焼半径、燃焼継続時間、円筒火炎モデル数、形態係数等を求め、それらから危険距離を算出する。

## a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
b. (a) 建物の評価の場合		
T	°C	温度
t	s	時刻
x	m	コンクリート表面からの距離
$\kappa$	$\text{m}^2/\text{s}$	コンクリート熱拡散率
$\lambda$	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	コンクリート熱伝導率
$C_p$	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	コンクリート比熱
$\rho$	$\text{kg}/\text{m}^3$	コンクリート密度
b. (b) 海水ポンプの評価の場合		
T	°C	温度
$T_0$	°C	通常運転時の上昇温度
E	$\text{W}/\text{m}^2$	輻射強度
$A_T$	$\text{m}^2$	受熱面積
G	$\text{kg}/\text{s}$	重量流量
$C_p$	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	空気比熱
b. (c) 排気筒の評価の場合		
T	°C	温度
$T_0$	°C	初期温度
E	$\text{W}/\text{m}^2$	輻射強度
$\varepsilon$	—	排気筒表面の放射率
h	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	排気筒表面熱伝達率
c. ~g. 危険距離他の算出		
R	m	燃焼半径
H	m	火炎長
F	—	円筒火炎モデル数
W	m	火炎到達幅
$\phi_i$	—	各円筒火炎モデルの形態係数
$L_i$	m	離隔距離
E	$\text{W}/\text{m}^2$	輻射強度
Rf	$\text{W}/\text{m}^2$	火炎輻射発散度
$\phi_t$	—	各火炎モデルの形態係数を合計した値
$L_t$	m	危険距離

## b. 輻射強度の算出

## (a) 建物の評価の場合

建物表面温度が許容温度 200℃となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2} \quad (\text{式 1})$$

ただし,  $\kappa = \lambda / (C_p \cdot \rho)$

## (b) 海水ポンプの評価の場合

冷却空気が許容温度 55℃となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p} \quad (\text{式 2})$$

## (c) 排気筒の評価の場合

排気筒表面温度が許容温度 325℃となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h} \quad (\text{式 3})$$

## c. 燃焼半径の算出

燃焼半径 (R) を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{H}{3} \quad (\text{式 4})$$

(出典：原子力発電所の外部火災影響評価ガイド (以下「評価ガイド」という。))

## d. 円筒火炎モデル数の算出

円筒火炎モデル数 (F) を次式のとおり算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \quad (\text{式 5})$$

(出典：評価ガイド)

## e. 各円筒火炎モデルの形態係数の算出

各円筒火炎モデルの形態係数( $\phi_i$ )を次式のとおり算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 6})$$

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L_i}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、外部火災の影響を考慮する施設に及ぼす影響について考慮すべき形態係数 $\phi_t$ となる。

$$\phi_t = (\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \dots)$$

なお、 $i + (i+1) + (i+2) \dots + (i+X)$ の火炎モデル数の合計はF個となる。

## f. 形態係数の算出

形態係数( $\phi_t$ )を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi_t \quad (\text{式 7})$$

(出典：評価ガイド)

## g. 危険距離の算出

形態係数( $\phi_t$ )、火炎長(H)及び燃焼半径(R)を用いて危険距離( $L_t$ )を次式のとおり算出する。

$$\phi_t = \frac{1}{\pi m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 8})$$

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L_t}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

表 2-1 評価指標について

評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	火炎の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
火炎到達幅[m]	発電所に到達する火炎の横幅 (F A R S I T Eの解析で算出された値)
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	森林火災の火炎長より算出する値
危険距離[m]	延焼防止に必要な距離

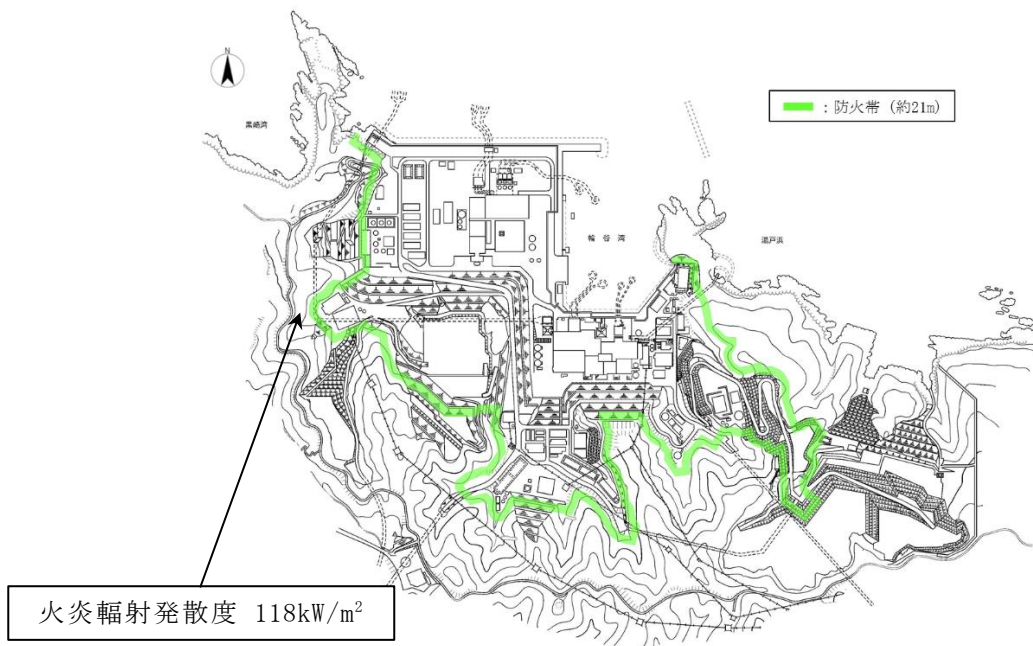


図 2-1 森林火災における火炎輻射発散度の位置図

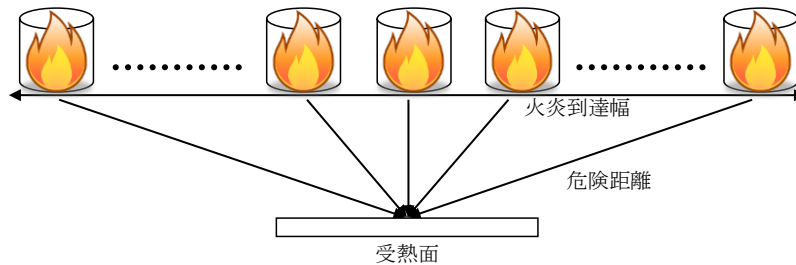


図 2-2 森林火災における円筒火炎モデル評価の概要

## 2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災の評価について

### (1) 評価方針

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の貯蔵量等を勘案して、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

発電所敷地内の屋外に設置する危険物タンク等のうち、法令に基づく届出対象施設の設置状況及び配置を表 2-2 及び図 2-3 に示す。また、発電所敷地内の屋外に設置する危険物タンク等のうち、法令に基づく届出対象施設ではない施設の設置状況及び配置を表 2-3 及び図 2-4 に示す。

そのうち、直接外部火災の影響を考慮する施設を臨むことができる危険物タンク等と外部火災の影響を考慮する施設を選定し（表 2-2 及び表 2-3 参照）、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設に対する温度を算出し評価する。

なお、地下タンク貯蔵所の施設については、消防法に基づきコンクリート構造物に収納した地下埋設タンクとなっているため地表面で火災が発生する可能性は低く、火災が発生しても影響は小さいことから火災源として考慮しない。

主変圧器以外の変圧器については、主変圧器の熱影響評価結果で代表するものとする。

また、水素ガストレーラについては、直接輻射を受けない配置状況であることから火災源として考慮しない。

このことから、重油タンク、ガスタービン発電機用軽油タンク及び主変圧器を火災源として選定し、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し評価する。

なお、発電所構外より入所してくる燃料補充用のタンクローリについては、燃料補充時は監視人が立会いを実施し、万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能であることから、評価対象外とする。

### (2) 評価条件

- a. 危険物タンク等の貯蔵量又は数量は、危険物施設として許可された貯蔵容量を超えない運用上の最大貯蔵量とする。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、タンク等の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- c. 重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクについては破損等による防油堤内の全面火災を想定し、防油堤内の面積を円筒の底面と仮定し、火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。主変圧器については、変圧器本体の全面火災を想定し、変圧器の投影面積を円筒の底面と仮定し、火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。想定する円筒火炎モデル

ルを図 2-5 に示す。

d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

火災源の防油堤面積等から求める燃焼半径，燃料量により燃焼継続時間を求める。その燃焼継続時間，輻射強度等を用いて，外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
b. ~e. 燃焼継続時間他の算出		
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
$w \times d$	$m^2$	防油堤面積
$w'$	m	変圧器幅
$d'$	m	変圧器奥行き
$w' \times d'$	$m^2$	変圧器投影面積
$\phi$	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	$W/m^2$	輻射強度
Rf	$W/m^2$	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	$m^3$	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	$kg/(m^2 \cdot s)$	燃料の質量低下速度
$\rho$	$kg/m^3$	密度

記号	単位	定義
f. (a) 建物の評価の場合		
T	°C	温度
t	s	燃焼継続時間
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
ε	—	コンクリート表面の放射率
k	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
h	W/(m <sup>2</sup> ・K)	コンクリート表面熱伝達率
ρ	kg/m <sup>3</sup>	コンクリート密度
c	J/(kg・K)	コンクリート比熱
T <sub>0</sub>	°C	初期温度

## b. 燃焼半径の算出

- (a) 重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクを火災源とする場合  
燃焼半径(R)を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w \times d} \quad (\text{式 9})$$

(出典：評価ガイド)

- (b) 主変圧器を火災源とする場合  
燃焼半径(R)を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w' \times d'} \quad (\text{式 10})$$

(出典：評価ガイド)

## c. 形態係数の算出

重油タンク、ガスタービン発電機用軽油タンク及び主変圧器を火災源とする評価については、形態係数(φ)を次式のとおり算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi m} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 11})$$

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)



## d. 輻射強度の算出

重油タンク，ガスタービン発電機用軽油タンク及び主変圧器を火災源とする評価については，輻射強度(E)を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 12})$$

(出典：評価ガイド)

## e. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間(t)を次式のとおり算出する。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v} \quad (\text{式 13})$$

(出典：評価ガイド)

ただし， $v = M/\rho$

## f. 温度の算出

## (a) 建物の評価の場合

建物表面温度(T)を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{1}{\left( \frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1 \right) \frac{h}{\varepsilon E}} \quad (\text{式 14})$$

(出典：原田和典「建築火災のメカニズムと火災安全設計」財団法人日本建築センター)

## (b) 海水ポンプの評価の場合

冷却空気の温度(T)を式2のとおり算出する。

## (c) 排気筒の評価の場合

排気筒表面温度(T)を式3のとおり算出する。

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況 (1/2)

(法令に基づく届出対象施設\*1)

号機	施設名	製造所の別	危険物 品名	数量	影響先との離隔距離		
					建物	海水 ポンプ	排気筒
1	ディーゼル地下タンク (A)	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	46kL	—*2		
1	ディーゼル地下タンク (B)	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	46kL	—*2		
2	No.2 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	第 3 石油類 重油	900kL	588m	607m	546m
2	No.3 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	第 3 石油類 重油	900kL	606m	626m	564m
2	A 系-ディーゼル機関 燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	170kL	—*2		
2	A2 系-ディーゼル機関 燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	170kL	—*2		
2	HPCS 系-ディーゼル 機関燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	170kL	—*2		
3	No.1 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	第 3 石油類 重油	900kL	568m	587m	526m
3	第 3 危険物倉庫	屋内貯蔵所	第 1 石油類	6.4kL	—*2		
			第 2 石油類	1.2kL	—*2		
			第 3 石油類	1.4kL	—*2		
			第 4 石油類	40kL	—*2		
共通	第 1 危険物倉庫	屋内貯蔵所	第 1 石油類	1.9kL	—*2		
			第 2 石油類	19.2kL	—*2		
			第 3 石油類	3.4kL	—*2		
			第 4 石油類	36kL	—*2		
			アルコール類	0.6kL	—*2		
共通	第 2 危険物倉庫	屋内貯蔵所	第 1 石油類	3.8kL	—*2		
			第 2 石油類	1.2kL	—*2		
			第 3 石油類	1.4kL	—*2		
			第 4 石油類	24kL	—*2		
			アルコール類	0.2kL	—*2		

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況 (2/2)

(法令に基づく届出対象施設\*1)

号機	施設名	製造所の別	危険物 品名	数量	影響先との離隔距離		
					建物	海水 ポンプ	排気筒
共通	ガスタービン発電機用 軽油タンク	屋外タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	560kL	329m	472m	434m
共通	タンクローリ (1号車)	移動タンク 貯蔵所	第 2 石油類 灯油・軽油	3kL	—*3		
共通	タンクローリ (2号車)	移動タンク 貯蔵所	第 2 石油類 灯油・軽油	3kL			
共通	タンクローリ (3号車)	移動タンク 貯蔵所	第 2 石油類 灯油・軽油	3kL			
共通	A-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	45kL	—*2		
共通	B-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	45kL			
2 (新設)	B1-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	100kL			
2 (新設)	B2-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	100kL			
2 (新設)	B3-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	第 2 石油類 軽油	100kL			
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	第 1 石油類	0.44kL			
共通			第 2 石油類	4.7kL			
			第 3 石油類	0.2kL			
			第 4 石油類	0.4kL			
			アルコール類	2L			
	共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	第 1 石油類	3.28kL		
共通	第 2 石油類			3.5kL			

注：  評価対象危険物タンク等

注記\*1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設となる危険物タンク等

\*2：地下又は屋内設置のため、評価対象外とする。

\*3：評価対象危険物タンクの評価に包絡されるため、評価対象外とする。

表 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況  
(法令に基づく届出対象ではない施設\*1)

号機	設備名	危険物の種類	数量	影響先との離隔距離		
				建物	海水ポンプ	排気筒
1	起動変圧器	絶縁油	46kL	—*2		
1	予備変圧器	絶縁油	10kL	—*2		
1	44m 盤高圧ガス貯蔵所	水素	1155m <sup>3</sup>	—*3		
2	主変圧器	絶縁油	77kL	8.6m	18.4m	88.7m
2	所内変圧器 (A,B)	絶縁油	20kL	—*2		
2	起動変圧器	絶縁油	24kL	—*2		
2	水素ガストレーラ	水素	12086m <sup>3</sup>	—*4		
2	発電用水素ガスボンベ保管庫	水素	140m <sup>3</sup>	—*3		
3	主変圧器	絶縁油	141kL	—*2		
3	所内変圧器	絶縁油	21kL	—*2		
3	補助変圧器	絶縁油	37kL	—*2		
3	発電機用水素ガスボンベ保管庫	水素	1477.5m <sup>3</sup>	—*3		

注：[ ] 評価対象危険物タンク等

注記\*1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設ではない危険物タンク等

\*2：主変圧器（2号機）の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

\*3：屋内設置のため、評価対象外とする。

\*4：直接輻射を受けない配置状況であり、危険物タンク等と比較して十分な離隔距離を確保しているため、評価対象外とする。

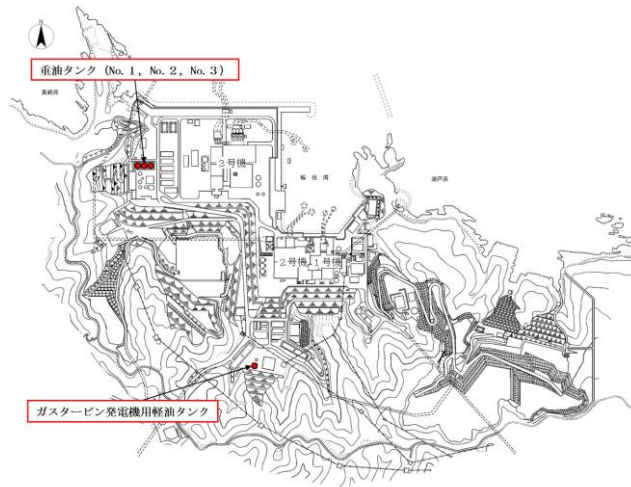


図 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等施設の配置図  
(法令に基づく届出対象施設)



図 2-4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等施設の配置図  
(法令に基づく届出対象ではない施設)

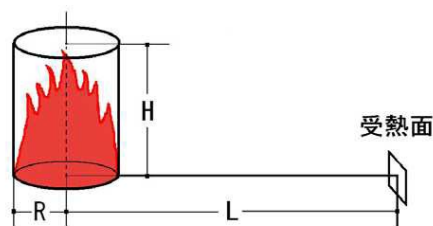


図 2-5 外部火災で想定する火炎モデル

### 2.1.3 航空機墜落による火災の評価について

#### (1) 評価方針

航空機落下確率の評価条件の違いから落下事故のカテゴリに分類し、各カテゴリにおいて燃料積載量が最大の機種を評価対象航空機として選定する。落下事故のカテゴリの分類を表 2-4 に示す。

「計器飛行方式民間航空機」の落下事故のうち、「飛行場での離着陸時」については、島根原子力発電所までの距離が最大離着陸距離より短い空港が存在するため、評価対象とするが、「大型民間航空機」と比較すると、外部事象防護対象施設までの離隔距離が長く、墜落による火災の影響が「大型民間航空機」に包絡されるため、評価対象航空機の選定対象外とする。「航空路を巡航中」の落下事故については、島根原子力発電所上空に航空路が存在するため、評価対象とする。「有視界飛行方式民間航空機」の落下事故のうち、「小型民間航空機」については、「大型民間航空機」と比較すると、外部事象防護対象施設までの離隔距離が長く、燃料積載量が少ないことから、墜落による火災の影響が「大型民間航空機」に包絡されるため、評価対象航空機の選定対象外とする。

「自衛隊機又は米軍機」の落下事故のうち、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中」については、島根原子力発電所周辺上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。「基地－訓練空域間往復時」については、島根原子力発電所は基地－訓練空域間の往復の想定範囲内にないため評価対象外とする。

離隔距離の算出については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」（平成 21・06・25 原院第 1 号）において、外部火災の影響を考慮する施設の標的面積をパラメータの一つとして、各カテゴリの航空機落下確率を算出する評価方法が示されており、この評価方法を参照し、各カテゴリの航空機落下確率が、 $10^{-7}$ （回／炉・年）となる場合の標的面積を算出し、その標的面積に相当する離隔距離を求める。評価対象航空機の選定結果を表 2-5 に示す。

選定された評価対象航空機の燃料積載量等を勘案して、評価対象航空機ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

また、航空機落下確率の変更により評価結果に影響がある場合は、必要に応じて外部火災の影響を考慮する施設への影響を再評価する。

#### (2) 評価条件

- a. 航空機は、島根原子力発電所における航空機落下評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。

- b. 航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- c. 航空機の墜落は発電所敷地内であって落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) 以上になる範囲のうち外部火災の影響を考慮する施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。
- d. 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- e. 航空機のタンク投影面積を円筒の底面と仮定し、火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- f. 気象条件は無風状態とする。

### (3) 計算方法

対象航空機の燃料タンク投影面積等から求める燃焼半径、燃料量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、輻射強度を用いて外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

#### a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	航空機の燃料タンク幅
d'	m	航空機の燃料タンク奥行き
w' × d'	m <sup>2</sup>	航空機の燃料タンク投影面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
Rf	W/m <sup>2</sup>	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m <sup>2</sup> ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m <sup>3</sup>	密度

b. 建物表面温度等の算出

(a) 建物の評価の場合

航空機墜落による火災の建物表面温度の計算方法は、「2.1.2(3)計算方法」と同じである。

(b) 海水ポンプ及び排気筒の評価の場合

海水ポンプ及び排気筒の計算方法は、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

表 2-4 落下事故のカテゴリの分類

落下事故カテゴリ		分類
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時	大型民間航空機 (離着陸時)
	航空路を巡航中	大型民間航空機
有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機* <sup>1</sup>
自衛隊機 又は米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油機等
		その他の機種
	基地－訓練空域間往復時	—* <sup>2</sup>

注記\*1：計器飛行方式民間航空機の小型機は、有視界飛行方式として評価する。

\*2：島根原子力発電所は基地－訓練空域間の往復の想定範囲内にないため対象外。

表 2-5 対象航空機の選定結果

落下事故カテゴリ		分類	対象航空機
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での 離着陸時	大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400*
	航空路を巡航中	大型民間航空機	B747-400
有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機	Do228-200*
自衛隊機 又は米軍機	訓練空域外を 飛行中	空中給油機等	KC-767 (空中給油機)
		その他の機種	F-15

注記\*：「大型民間航空機（離着陸時）」及び「小型民間航空機」の対象航空機は、「大型民間航空機」に包絡される。



#### 2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による重畳火災の評価について

##### (1) 評価方針

重畳火災は、敷地内の危険物タンクの火災と航空機墜落による火災を想定し、外部火災の影響を考慮する施設の受熱面に対し、最も厳しい条件とする。

火災源として、航空機落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) 以上となる範囲に航空機墜落による火災によって発火する可能性のある危険物タンクはないが、評価結果が最も厳しくなるガスタービン発電機用軽油タンク及び航空機落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) となる位置でガスタービン発電機用軽油タンクとの火災影響評価が最も厳しくなる大型民間航空機 (B747-400) を選定し、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。航空機落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) となる航空機落下位置とその周辺の危険物タンクの位置を図 2-6 に示す。

##### (2) 評価条件

前述の「2.1.2(2)評価条件」と「2.1.3(2)評価条件」と同じである。

##### (3) 計算方法

火災源の防油堤又は航空機の燃料タンクの投影面積等から燃焼半径、燃料より燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、輻射強度等により外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

###### a. 燃焼半径の算出

それぞれの火災源に対して、燃焼半径 (R) を式 9 又は式 10 のとおり算出する。

###### b. 形態係数の算出

それぞれの火災源に対して、形態係数 ( $\phi$ ) を式 11 のとおり算出する。

###### c. 輻射強度の算出

それぞれの火災源に対して、輻射強度 (E) を式 12 のとおり算出する。

###### d. 燃焼継続時間の算出

それぞれの火災源に対して、燃焼継続時間 (t) を式 13 のとおり算出する。

e. 温度の算出

(a) 建物の評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度 (E) の合計値を，式 1 に入力し，建物表面温度を算出する。

(b) 海水ポンプの評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度 (E) の合計値を，式 2 に入力し，冷却空気の温度を算出する。

(c) 排気筒の評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度 (E) の合計値を，式 3 に入力し，排気筒表面温度を算出する。

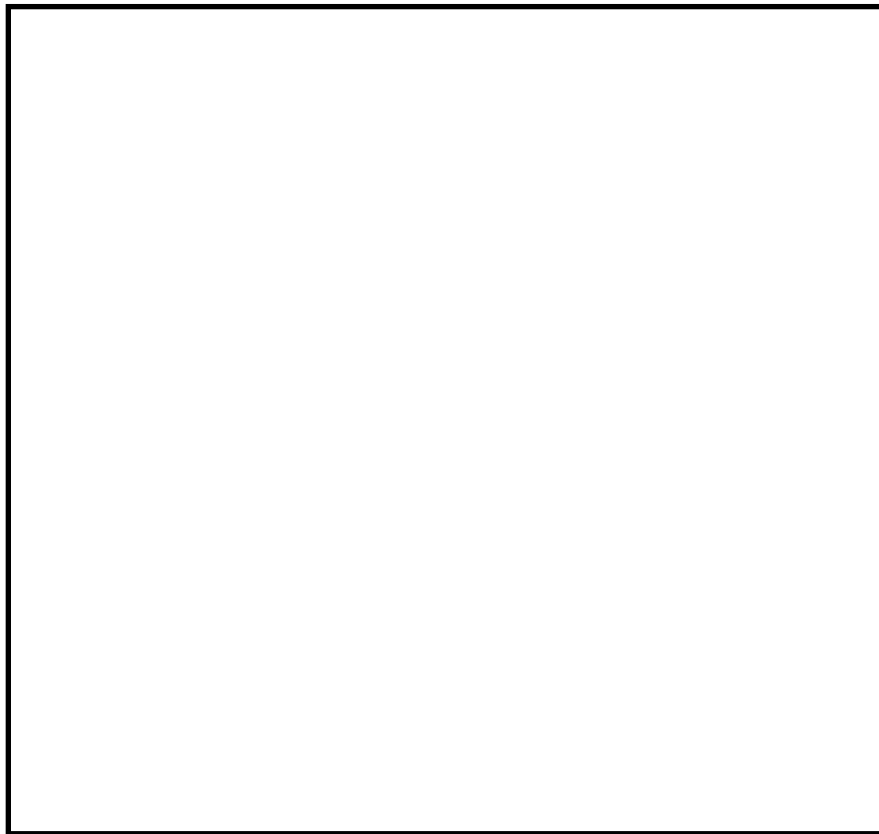


図 2-6 航空機落下位置と危険物タンクの位置

### 2.1.5 天井スラブの評価について

天井スラブの評価については、以下の3点から垂直外壁面より温度が高くなることはなく、垂直外壁面の評価に包絡される。火災源と天井スラブの位置関係を図2-7に示す。

- ①火炎長が建物天井面より短い場合は、天井スラブに輻射熱は届かないことから輻射熱による直接的な熱影響はない。
- ②火炎長が建物天井面より長くなる場合は輻射熱が天井スラブに届くが、その輻射熱は側面の輻射熱より小さい。
- ③火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面（側面）と水平面（天井面）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は側面に比べて小さい。垂直面と水平面の形態係数の大小関係を図2-8に示す。

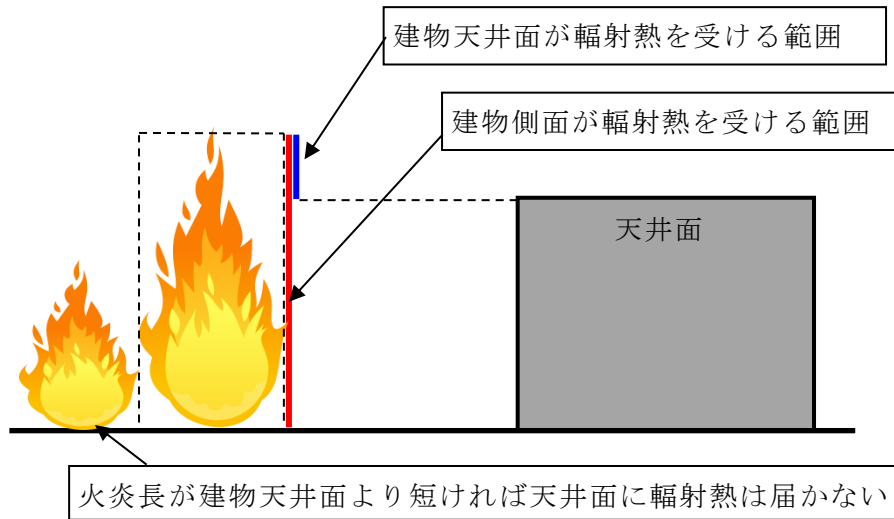


図2-7 火災源と天井スラブの位置関係図

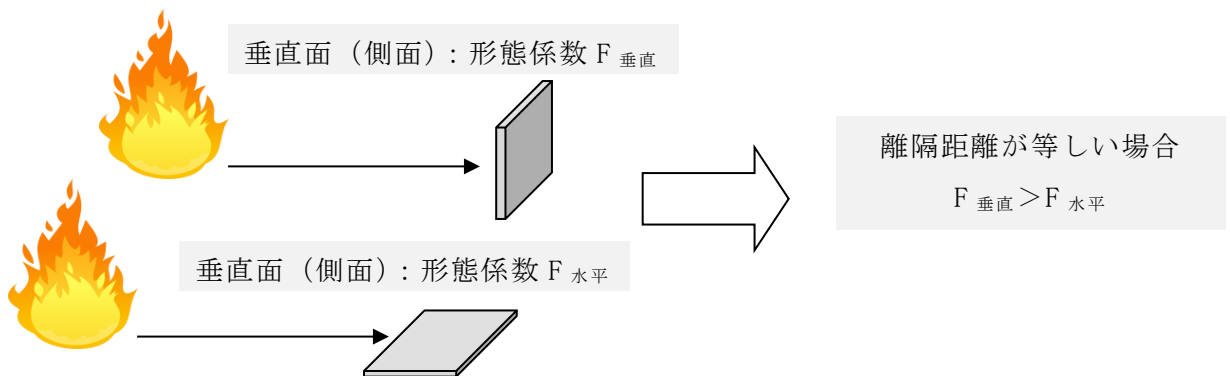


図2-8 垂直面と水平面の形態係数の大小関係

## 2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価方針

### 2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発の評価について

#### (1) 評価方針

近隣の産業施設の火災・爆発のうち石油コンビナート施設の火災・爆発の評価については、石油コンビナート施設の位置を特定し、発電所敷地外 10km 以内に存在しないことを確認する。石油コンビナート施設の位置を図 2-9 に示す。



注：図の位置はおおよその場所を示している。

図 2-9 石油コンビナート施設の位置

## 2.2.2 危険物貯蔵施設の火災の評価について

### (1) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設の一覧を表 2-6 に示す。そのうち、島根原子力発電所から最短の距離に位置する危険物貯蔵施設及び最大の貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設をそれぞれ選定した上で、発電所敷地外で最も燃料保有量が多い施設は発電所敷地内の危険物施設（重油タンク）に比べ燃料保有量が少なく、さらに、最も近い危険物貯蔵施設は発電所敷地内の危険物施設（重油タンク）に比べ発電用原子炉施設までの離隔距離も遠いことから、重油タンクにて代表的に評価する。火災源として想定する危険物施設（重油タンク）を表 2-7 に、最短距離の危険物貯蔵施設の位置を図 2-10 に示す。

### (2) 評価条件

- a. 危険物貯蔵施設の貯蔵量は、最大容量を想定する。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、危険物貯蔵施設の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- c. 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- d. 気象条件は無風状態とする。

### (3) 計算方法

火災源の防油堤面積から求める燃焼半径、燃料量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

## a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
w×d	m <sup>2</sup>	防油堤面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
Rf	W/m <sup>2</sup>	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m <sup>2</sup> ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m <sup>3</sup>	密度

## b. 燃焼半径の算出

燃焼半径(R)を式9のとおり算出する。

## c. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間(t)を式13のとおり算出する。

## d. 輻射強度の算出

## (a) 建物の評価の場合

建物表面温度が許容温度 200℃となるときの輻射強度(E)を式14のとおり算出する。

## (b) 海水ポンプの評価の場合

冷却空気の温度が許容温度 55℃となるときの輻射強度(E)を式2のとおり算出する。

(c) 排気筒の評価の場合

排気筒表面温度が許容温度 325℃となるときの輻射強度(E)を式 3 のとおり算出する。

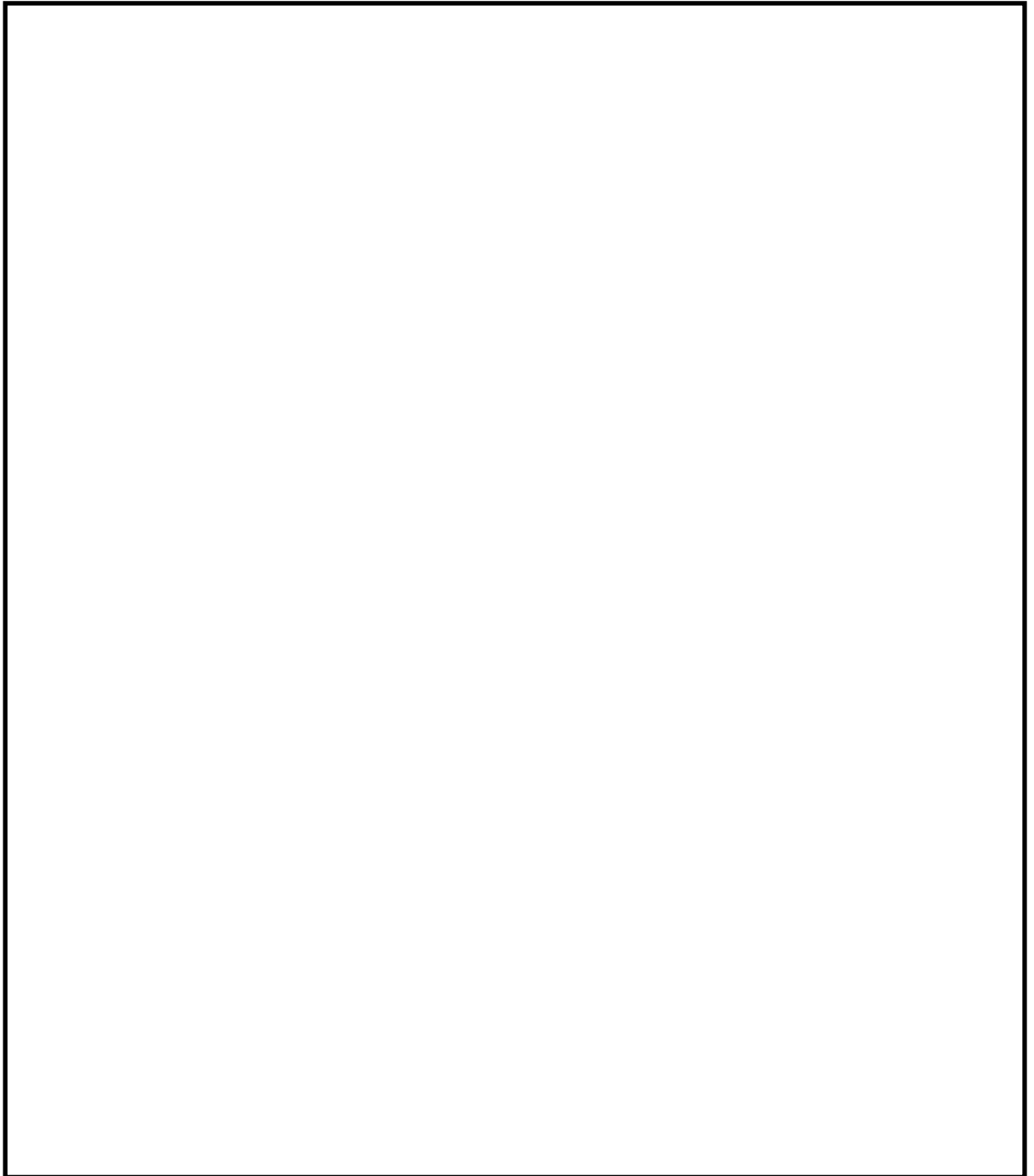
e. 形態係数の算出

形態係数( $\phi$ )を式 12 を用いて算出する。

f. 危険距離の算出

形態係数( $\phi$ )、火炎長(H)及び燃焼半径(R)を用いて危険距離(L)を、式 11 を用いて算出する。

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (1/8)



S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0



表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (2/8)

--

S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (3/8)

--

S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (4/8)

--

S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (5/8)

--

S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (6/8)

--

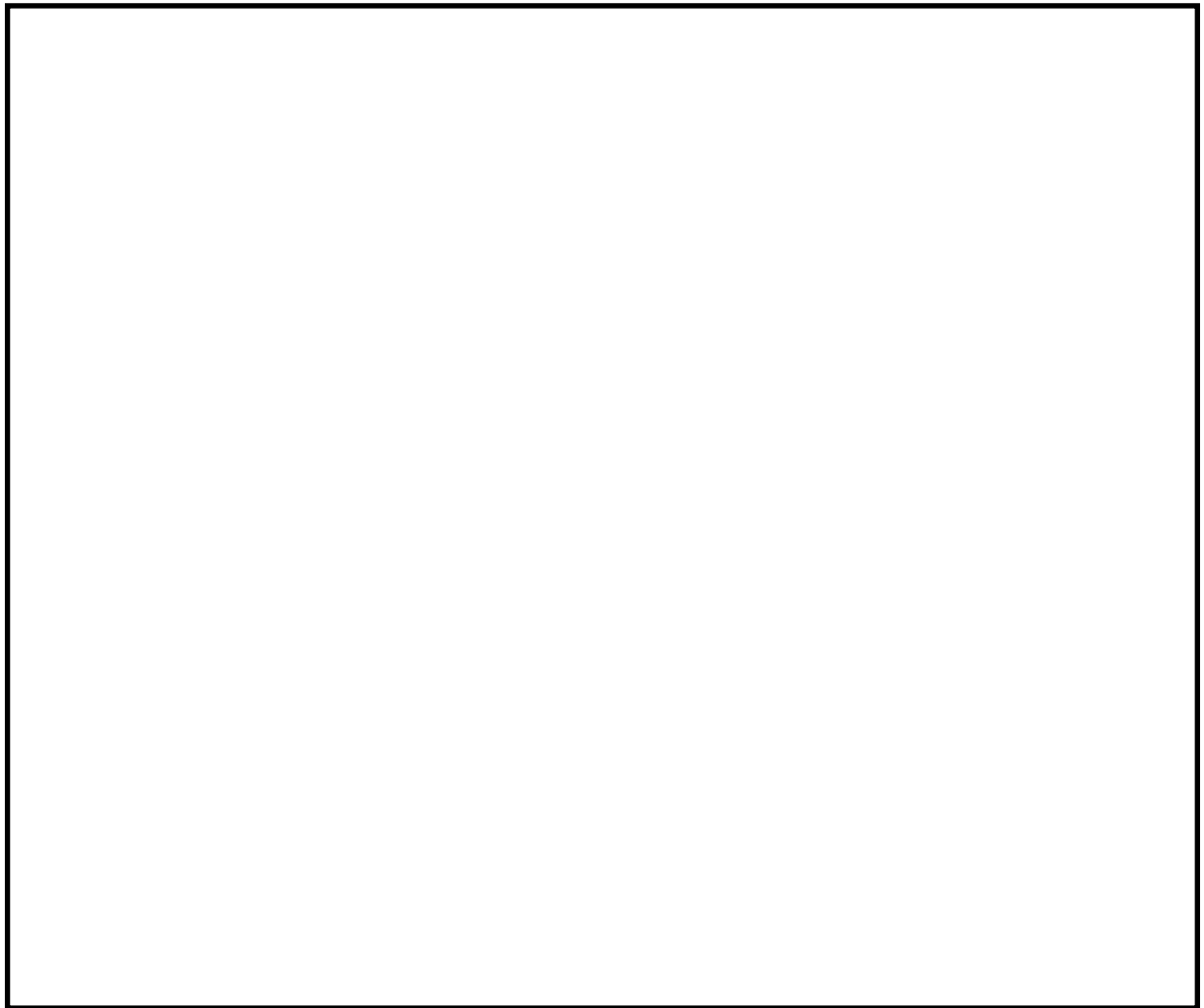
S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (7/8)

--

S2 補 VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (8/8)



注記\*1：最短距離に位置する危険物貯蔵施設である。

\*2：最大貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設である。

表 2-7 火災源として想定する危険物貯蔵施設の選定結果

	種類	貯蔵量[kL]	離隔距離
最短距離に位置する危険物貯蔵施設	—		約 1.5km
最大貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設	ガソリン	—	—
	軽油		
	灯油		
	合計		
火災源として想定する危険物貯蔵施設 (重油タンク (No. 1, 2, 3))	重油	2700	約 600m

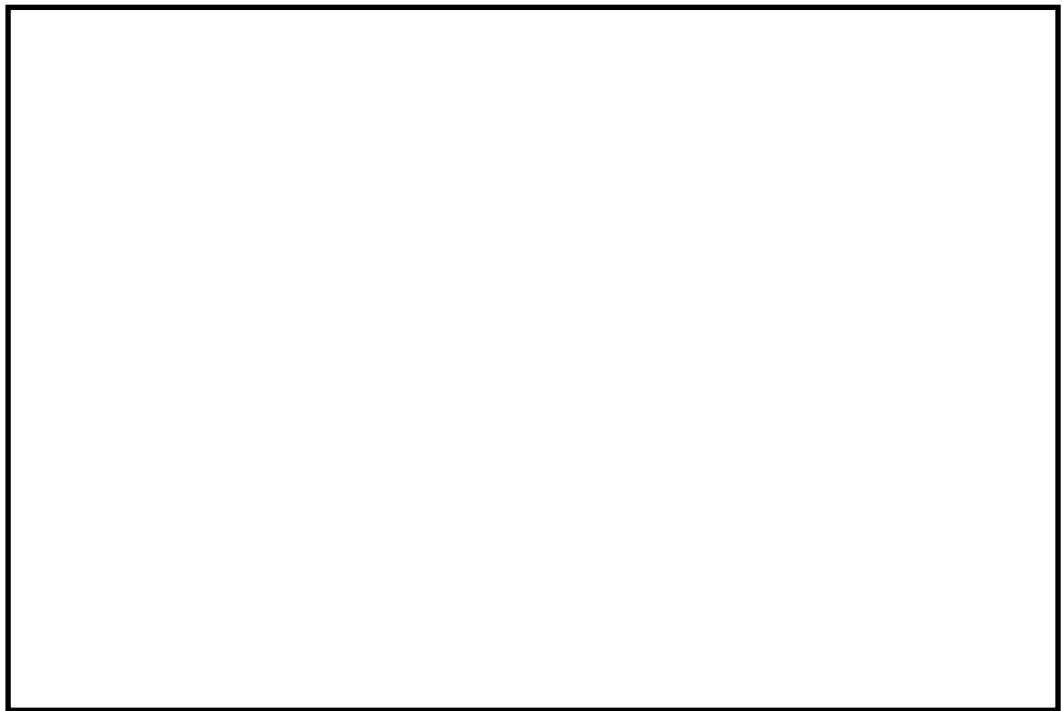


図 2-10 最短距離の危険物貯蔵施設の位置



### 2.2.3 燃料輸送車両の火災・爆発の評価について

#### (1) 燃料輸送車両の火災の評価について

##### a. 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

火災源として想定する燃料輸送車両は、評価上厳しくなるよう、最大規模の燃料輸送車両が発電所構外より入所してくる際に外部火災の影響を考慮する施設に最も接近する発電所出入口ゲートで火災を起こすものとして評価する。外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置を図 2-11 に示す。

##### b. 評価条件

- (a) 輸送燃料は軽油とする。
- (b) 最大規模の燃料輸送車両が発電所出入口ゲートで火災を起こすものとする。
- (c) 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- (d) 発電所出入口ゲートでの燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- (e) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、燃料輸送車両の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- (f) 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- (g) 気象条件は無風状態とする。

##### c. 計算方法

火災源の燃料輸送車両の投影面積から求める燃焼半径、燃料積載量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

## (a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	燃料輸送車両幅
d'	m	燃料輸送車両長さ
w' × d'	m <sup>2</sup>	燃料輸送車両投影面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
Rf	W/m <sup>2</sup>	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m <sup>2</sup> ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m <sup>3</sup>	密度

## (b) 危険距離の算出

燃料輸送車両の火災の危険距離の計算方法は、「2.2.2(3)計算方法」と同じである。

## (2) 燃料輸送車両の爆発の評価について

## a. 危険限界距離の評価

## (a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する燃料輸送車両は、評価上厳しくなるよう、運用上の最大値を搭載した燃料輸送車両が発電所構外より入所してくる際に外部火災の影響を考慮する施設に最も接近する発電所出入口ゲートで爆発を起こすものとして評価する。爆発源として想定する燃料輸送車両の位置は、「(1)a. 評価方針」と同じ（図 2-11 参照）とする。

## (b) 評価条件

- イ. 輸送燃料はL Pガス（プロパン）とする。
- ロ. L Pガスボンベを運搬する車両が発電所出入口ゲートで爆発を起こした場合を想定する。
- ハ. 燃料輸送車両は運用上の最大値を積載した状態とする。
- ニ. 高圧ガス漏えい，引火によるガス爆発とする。
- ホ. 気象条件は無風状態とする。

## (c) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から処理設備の設備定数を求める。その設備定数を用いて，ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を算出する。

## イ. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
$\lambda$	$m \cdot kg^{-1/3}$	換算距離
K	—	石油類の定数
W	—	処理設備の設備定数
X	m	危険限界距離

## ロ. 危険限界距離の算出

危険限界距離(X)を次式のとおり算出する。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W} \quad (\text{式 15})$$

(出典：評価ガイド)

## b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価

## (a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して，ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し，その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する燃料輸送車両及び位置は，「(2)a. (a)評価方針」と同じ(図 2-11 参照)とする。

## (b) 評価条件

前述の「(2)a. (b)評価条件」と同じである。

(c) 計算方法

爆発源のガスの貯蔵量を用いて、ガス爆発による容器破裂時における破片の最大飛散距離を算出する。

イ. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
M	kg	破裂時の貯蔵物質量
L	m	破片の最大飛散距離

ロ. 最大飛散距離の算出

最大飛散距離(L)を次式のとおり算出する。

$$L = 90M^{0.333} \quad (\text{式 16})$$

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

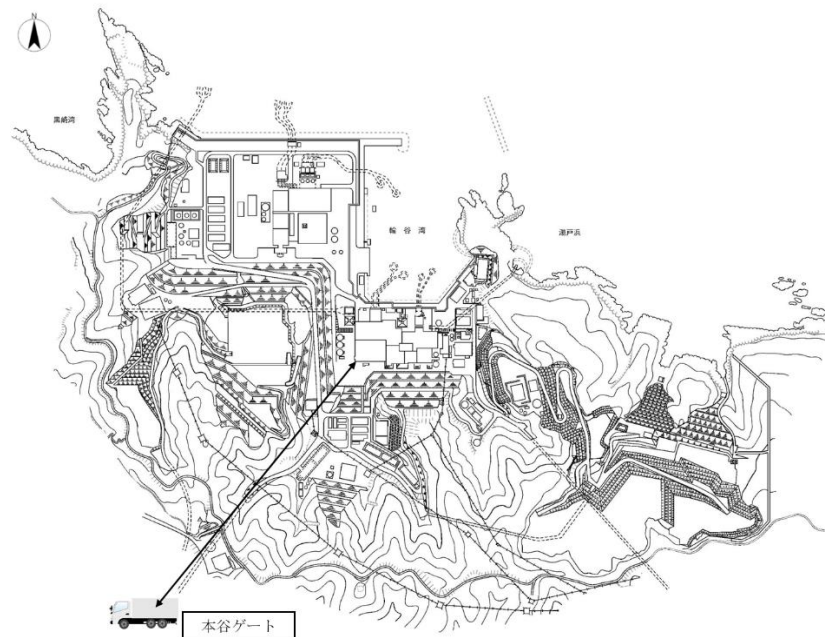


図 2-11 外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置

## 2.2.4 漂流船舶の火災の評価について

### (1) 評価方針

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建物の表面温度が許容温度となる危険距離及び建物を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

島根原子力発電所前面の海域に船舶の主要な航路がないことから、火災源として想定する船舶は、港湾内へ入港している船舶が火災を起こすものとして評価する。外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置を図 2-12 に示す。

### (2) 評価条件

- a. 輸送燃料は重油とする。
- b. 港湾内に入港する船舶の中で最大の船舶とする。
- c. 漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- d. 発電所港湾内での漂流船舶の全面火災を想定する。
- e. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、漂流船舶の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- f. 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- g. 気象条件は無風状態とする。

### (3) 計算方法

火災源の漂流船舶の投影面積から求める燃焼半径、燃料積載量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

## (a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	漂流船舶幅
d'	m	漂流船舶長さ
w' × d'	m <sup>2</sup>	漂流船舶投影面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
Rf	W/m <sup>2</sup>	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m <sup>2</sup> ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m <sup>3</sup>	密度

## (b) 危険距離の算出

漂流船舶の火災の危険距離の計算方法は、「2.2.2(3)計算方法」と同じである。

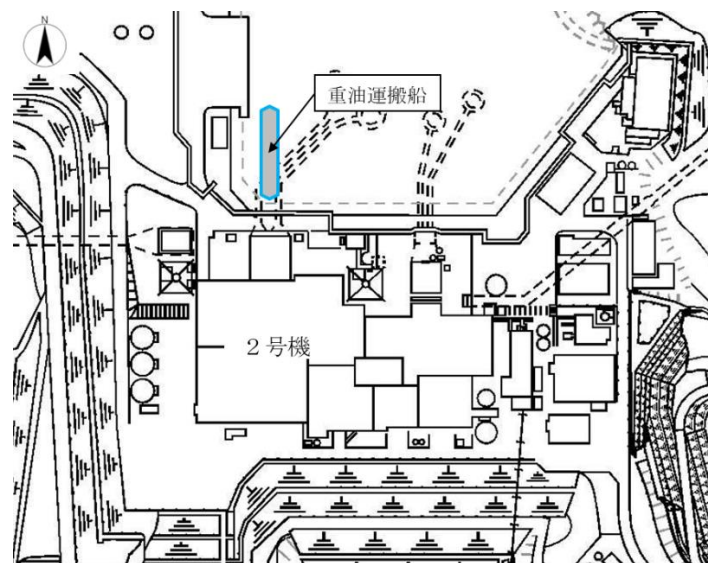


図 2-12 外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置

## VI-1-1-3-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果

## 目 次

1. 概要	1
2. 評価条件及び評価結果	1
2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果	1
2.1.1 森林火災	1
2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災	3
2.1.3 航空機墜落による火災	10
2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による重畳火災	13
2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価条件及び評価結果	16
2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発	16
2.2.2 危険物貯蔵施設の火災	16
2.2.3 燃料輸送車両の火災・爆発	18
2.2.4 漂流船舶の火災	22



## 1. 概要

本資料は、外部事象防護対象施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価条件及び評価結果について説明するものである。

外部事象防護対象施設の健全性を確認するための評価は、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に従って行う。

## 2. 評価条件及び評価結果

### 2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果

#### 2.1.1 森林火災

森林火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-1 に示す。

#### (1) 危険距離の評価条件及び評価結果

##### a. 必要データ

評価指標	森林火災の評価条件
火炎輻射発散度 (kW/m <sup>2</sup> )	最大火線強度の値を火炎輻射発散度の値に変換したもの (118kW/m <sup>2</sup> )
火炎長(m)	火炎の高さ(3.6m)
火炎到達幅(m)	到達火炎の横幅(4870m)

##### b. 外部火災の影響を考慮する施設の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と防火帯の位置関係及び離隔距離を図 2-1 に示す。

#### (a) 外部事象防護対象施設を内包する建物（以下「建物」という。）

防火帯の外縁（火炎側）から最も近い距離にある建物は、原子炉建物であることから以下に危険距離の評価条件及び評価結果を示す。

H (m)	W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	Rf (kW/m <sup>2</sup> )
3.6	4870	20.3	118

T (°C)	C <sub>p</sub> (J/(kg·K))	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	λ (W/(m·K))
200	879	2200	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
22	140

結果
危険距離を評価した結果，22m となり，その危険距離を上回る離隔距離 140m を確保していることを確認した。

## (b) 海水ポンプ

$A_T$ ( $m^2$ )	$G$ ( $kg/s$ )	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$T$ ( $^{\circ}C$ )
10.93	1.96	1007	22	55

$H$ (m)	$W$ (m)	$R_f$ ( $kW/m^2$ )
3.6	4870	118

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
70	270

結果
危険距離を評価した結果，70m となり，その危険距離を上回る離隔距離 270m を確保していることを確認した。

## (c) 排気筒

$\varepsilon$ (-)	$h$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$T$ ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50	325

$H$ (m)	$W$ (m)	$R_f$ ( $kW/m^2$ )
3.6	4870	118

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
41	250

結果
危険距離を評価した結果、41m となり、その危険距離を上回る離隔距離 250m を確保していることを確認した。

## 2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表 2-2 に示す。

### (1) 温度の評価条件及び評価結果

#### a. 重油タンク火災

##### (a) 建物（タービン建物）の評価条件及び評価結果

重油タンクに最も近い距離にある建物は、タービン建物であることから以下に建物表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

タービン建物と重油タンクの位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
491.7	No. 1:568 No. 2:588 No. 3:606	37.5	$2.3 \times 10^4$	900

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$\varepsilon$ (-)
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000	50	0.94

h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	c ( $J/(kg \cdot K)$ )	コンクリート $\rho$ ( $kg/m^3$ )	k ( $W/(m \cdot K)$ )
23.3	879	2200	1.63

建物表面温度 (°C)	コンクリート 許容温度 (°C)
52	200

結果
重油タンク火災時のタービン建物の建物表面温度を評価した結果、52°Cとなり、コンクリート許容温度 200°C以下であることを確認した。

## (b) 海水ポンプの評価条件及び評価結果

海水ポンプの冷却空気温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

海水ポンプと重油タンクの位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
491.7	No. 1:587 No. 2:607 No. 3:626	37.5	$2.3 \times 10^4$	900

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$A_T$ ( $m^2$ )	G (kg/s)	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ (°C)
10.93	1.96	1007	22

冷却空気 (°C)	冷却空気 許容温度 (°C)
23	55

結果
重油タンク火災時の海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、23°Cとなり、冷却空気許容温度 55°C以下であることを確認した。

## (c) 排気筒の評価条件及び評価結果

排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

排気筒と重油タンクの位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
491.7	No. 1:526 No. 2:546 No. 3:564	37.5	$2.3 \times 10^4$	900

v ( $m/s$ )	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$\epsilon$ (-)	h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50

排気筒 表面温度 ( $^{\circ}C$ )	鋼材 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
52	325

結果
重油タンク火災時の排気筒表面温度を評価した結果、 $52^{\circ}C$ となり、鋼材許容温度 $325^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

## b. ガスタービン発電機用軽油タンク火災

## (a) 建物（原子炉建物）の評価条件及び評価結果

ガスタービン発電機用軽油タンクに最も近い距離にある建物は、原子炉建物であることから以下に建物表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

原子炉建物とガスタービン発電機用軽油タンクの位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
302.7	329	29.5	$4.2 \times 10^4$	560

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	軽油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$\varepsilon$ (-)
$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918	50	0.94

h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	c ( $J/(kg \cdot K)$ )	コンクリート $\rho$ ( $kg/m^3$ )	k ( $W/(m \cdot K)$ )
23.3	879	2200	1.63

建物表面温度 ( $^{\circ}C$ )	コンクリート 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
53	200

結果
ガスタービン発電機用軽油タンク火災時の原子炉建物の建物表面温度を評価した結果、 $53^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 $200^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

## (b) 海水ポンプの評価条件及び評価結果

海水ポンプの冷却空気温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

海水ポンプとガスタービン発電機用軽油タンクの位置関係及び離隔距離は、

図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
302.7	472	29.5	$4.2 \times 10^4$	560

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	軽油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

$A_T$ ( $m^2$ )	$G$ ( $kg/s$ )	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
10.93	1.96	1007	22

冷却空気 ( $^{\circ}C$ )	冷却空気 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
23	55

結果
ガスタービン発電機用軽油タンク火災時の海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、 $23^{\circ}C$ となり、冷却空気許容温度 $55^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(c) 排気筒の評価条件及び評価結果

排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

排気筒とガスタービン発電機用軽油タンクの位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ ( $m^2$ )	$L$ ( $m$ )	$H$ ( $m$ )	$R_f$ ( $W/m^2$ )	$V$ ( $m^3$ )
302.7	434	29.5	$4.2 \times 10^4$	560

$v$ ( $m/s$ )	$M$ ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	軽油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

$\varepsilon$ (-)	$h$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50

排気筒 表面温度 ( $^{\circ}C$ )	鋼材 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
52	325

結果
ガスタービン発電機用軽油タンク火災時の排気筒表面温度を評価した結果、52℃となり、鋼材許容温度 325℃以下であることを確認した。

## c. 主変圧器火災

## (a) 建物（タービン建物）の評価条件及び評価結果

主変圧器に最も近い距離にある建物は、タービン建物であることから以下に建物表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

タービン建物と主変圧器の位置関係及び離隔距離は、図 2-3 に示す。

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
35.7	8.6	10.1	$2.3 \times 10^4$	77

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$\epsilon$ (-)
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000	50	0.94

h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	c ( $J/(kg \cdot K)$ )	コンクリート $\rho$ ( $kg/m^3$ )	k ( $W/(m \cdot K)$ )
23.3	879	2200	1.63

建物表面温度 ( $^{\circ}C$ )	コンクリート 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
187	200

結果
主変圧器火災時のタービン建物の建物表面温度を評価した結果、187℃となり、コンクリート許容温度 200℃以下であることを確認した。



## (b) 海水ポンプの評価条件及び評価結果

海水ポンプの冷却空気温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

海水ポンプと主変圧器の位置関係及び離隔距離は、図 2-3 に示す。

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
35.7	18.4	10.1	$2.3 \times 10^4$	77

v ( $m/s$ )	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$A_T$ ( $m^2$ )	G ( $kg/s$ )	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
10.93	1.96	1007	22

冷却空気 ( $^{\circ}C$ )	冷却空気 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
30	55

結果
主変圧器火災時の海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、 $30^{\circ}C$ となり、冷却空気許容温度 $55^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

## (c) 排気筒の評価条件及び評価結果

排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

排気筒と主変圧器の位置関係及び離隔距離は、図 2-3 に示す。

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	L (m)	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
35.7	88.7	10.1	$2.3 \times 10^4$	77

v (m/s)	M (kg/(m <sup>2</sup> ・s))	重油 ρ (kg/m <sup>3</sup> )
3.5×10 <sup>-5</sup>	0.035	1000

ε (-)	h (W/(m <sup>2</sup> ・K))	T <sub>0</sub> (°C)
0.9	17	50

排気筒 表面温度 (°C)	鋼材 許容温度 (°C)
52	325

結果
主変圧器火災時の排気筒表面温度を評価した結果、52°Cとなり、鋼材許容温度325°C以下であることを確認した。

### 2.1.3 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表 2-3 に示す。

#### (1) 標的面積と離隔距離の評価条件及び評価結果\*

	民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
	計器 飛行方式	有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中	
対象航空機	大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)		空中給油機等 (固定翼, 回転翼)	その他の機種 (固定翼, 回転翼)
	B747-400		KC-767	F-15
標的面積 A (km <sup>2</sup> )	0.129		0.457	0.048
離隔距離 L (m)	108		284	32

注記\*：航空機落下確率評価で用いる最新データによる。

(2) 温度の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と航空機落下位置の位置関係及び離隔距離を図 2-4 に示す。

a. 建物（原子炉建物）

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
$w' \times d' \text{ (m}^2\text{)}$	700	405.2	44.6
L (m)	108	284	32
H (m)	44.8	34.1	11.3
Rf (W/m <sup>2</sup> )	$5.0 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87
v (m/s)	$4.64 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$
M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	0.039	0.051	0.051
燃料 $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	840	760	760
T <sub>0</sub> (°C)	50		
$\varepsilon \text{ (-)}$	0.94		
h (W/(m <sup>2</sup> ·K))	23.3		
c (J/(kg·K))	879		
コンクリート $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	2200		
k (W/(m·K))	1.63		

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
建物表面温度 (°C)	91	54	83
コンクリート 許容温度 (°C)	200	200	200

結果	
航空機墜落による火災時の建物表面温度を評価した結果、91℃となり、コンクリート許容温度200℃以下であることを確認した。	

## b. 海水ポンプ

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
$w' \times d' \text{ (m}^2\text{)}$	700	405.2	44.6
L (m)	108	284	32
H (m)	44.8	34.1	11.3
Rf (W/m <sup>2</sup> )	$5.0 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87
v (m/s)	$4.64 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$
M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	0.039	0.051	0.051
燃料 $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	840	760	760
$A_T \text{ (m}^2\text{)}$	10.93		
G (kg/s)	1.96		
$C_p \text{ (J/(kg}\cdot\text{K))}$	1007		
$T_0 \text{ (}^\circ\text{C)}$	22		

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
冷却空気温度 (°C)	33	24	31
冷却空気 許容温度 (°C)	55	55	55

結果	
航空機墜落による火災時の海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、33℃となり、冷却空気許容温度55℃以下であることを確認した。	

## c. 排気筒

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
$w' \times d'$ (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6
L (m)	108	284	32
H (m)	44.8	34.1	11.3
Rf (W/m <sup>2</sup> )	$5.0 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87
v (m/s)	$4.64 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$	$6.71 \times 10^{-5}$
M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	0.039	0.051	0.051
燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760
$\varepsilon$ (-)	0.9		
h (W/(m <sup>2</sup> ·K))	17		
T <sub>0</sub> (°C)	50		

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	空中給油機等 KC-767	その他の機種 F-15
排気筒表面温度 (°C)	98	55	91
鋼材許容温度 (°C)	325	325	325

結果
航空機墜落による火災時の排気筒表面温度を評価した結果、98°Cとなり、鋼材許容温度325°C以下であることを確認した。

## 2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンクの火災と航空機墜落による重畳火災

発電所敷地内の危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）の火災と航空機（大型民間航空機（B747-400））墜落による重畳火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表2-3に示す。

## (1) 温度の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と航空機墜落による重量火災の位置関係及び離隔距離を図 2-5 に示す。

## a. 評価条件

## (a) ガスタービン発電機用軽油タンクの火災のパラメータ

$w \times d$ ( $m^2$ )	L (m)			H (m)
	建物	海水ポンプ	排気筒	
302.7	329	472	434	29.5

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	軽油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$4.2 \times 10^4$	560	$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

## (b) 航空機墜落による火災（大型民間航空機（B747-400））のパラメータ

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	L (m)			H (m)
	建物	海水ポンプ	排気筒	
700	108	108	108	44.8

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	$\rho$ ( $kg/m^3$ )
$5.0 \times 10^4$	216.84	$4.64 \times 10^{-5}$	0.039	840

## (c) 建物（原子炉建物）物性値

$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$\rho$ ( $kg/m^3$ )	$\lambda$ ( $W/(m \cdot K)$ )
879	2200	1.63

## (d) 海水ポンプ物性値

$A_T$ ( $m^2$ )	$G$ ( $kg/s$ )	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
10.93	1.96	1007	22

## (e) 排気筒物性値

$\varepsilon$ (-)	$h$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50

## b. 評価結果

## (a) 建物（原子炉建物）

建物表面温度 ( $^{\circ}C$ )	コンクリート 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
109	200

## 結果

発電所敷地内の危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）の火災と航空機（大型民間航空機（B747-400））墜落による火災が同時に発生した場合の建物表面温度を評価した結果、 $109^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度  $200^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

## (b) 海水ポンプ

冷却空気 ( $^{\circ}C$ )	冷却空気 許容温度 ( $^{\circ}C$ )
33	55

## 結果

発電所敷地内の危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）の火災と航空機（大型民間航空機（B747-400））墜落による火災が同時に発生した場合の海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、 $33^{\circ}C$ となり、冷却空気許容温度  $55^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

## (c) 排気筒

排気筒 表面温度 (°C)	鋼材 許容温度 (°C)
99	325

結果
発電所敷地内の危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）の火災と航空機（大型民間航空機（B747-400））墜落による火災が同時に発生した場合の排気筒表面温度を評価した結果、99°Cとなり、鋼材許容温度 325°C以下であることを確認した。

## 2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価条件及び評価結果

## 2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発

発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナート施設は存在しないことを確認している。また、石油コンビナート等災害防止法で規定される特別防災区域は島根県内には存在せず、島根原子力発電所から最も近い地区は、約 120km の福山・笠岡地区及び水島臨海地区である。石油コンビナート等特別防災区域の位置を図 2-6 に示す。

## 2.2.2 危険物貯蔵施設の火災

危険物貯蔵施設の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と危険物貯蔵施設の離隔距離は、図 2-7 に示す。

## (1) 危険距離の評価条件及び評価結果

## a. 建物（タービン建物）

$w \times d$ ( $m^2$ )	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
491.7	37.5	$2.3 \times 10^4$	900

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	$T_0$ (°C)	$\varepsilon$ (-)
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000	50	0.94



h (W/(m <sup>2</sup> ·K))	c (J/(kg·K))	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	k (W/(m·K))	T (°C)
23.3	879	2200	1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
63	568

結果
危険距離を評価した結果、63m となり、その危険距離を上回る離隔距離 568m を確保していることを確認した。

## b. 海水ポンプ

w×d (m <sup>2</sup> )	H (m)	Rf (W/m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
491.7	37.5	2.3×10 <sup>4</sup>	900

v (m/s)	M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	重油 ρ (kg/m <sup>3</sup> )
3.5×10 <sup>-5</sup>	0.035	1000

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>p</sub> (J/(kg·K))	T <sub>0</sub> (°C)	T (°C)
10.93	1.96	1007	22	55

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
56	587

結果
危険距離を評価した結果 56m となり、その危険距離を上回る離隔距離 587m を確保していることを確認した。

## c. 排気筒

$w \times d$ ( $m^2$ )	H (m)	Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )
491.7	37.5	$2.3 \times 10^4$	900

v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$\varepsilon$ (-)	h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	T ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50	325

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
38	526

結果
危険距離を評価した結果、38m となり、その危険距離を上回る離隔距離 526m を確保していることを確認した。

## 2.2.3 燃料輸送車両の火災・爆発

## (1) 燃料輸送車両の火災

燃料輸送車両の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離は、図 2-8 に示す。

## a. 危険距離の評価条件及び評価結果

## (a) 建物（原子炉建物）

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	H (m)
24.9	8.5

Rf (W/m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	軽油 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
$4.2 \times 10^4$	30	$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

T <sub>0</sub> (°C)	$\epsilon$ (-)	h (W/(m <sup>2</sup> ·K))	c (J/(kg·K))	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
50	0.94	23.3	879	2200

k (W/(m·K))	T (°C)
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
10	890

結果
危険距離を評価した結果、10m となり、その危険距離を上回る離隔距離 890m を確保していることを確認した。

## (b) 海水ポンプ

w' × d' (m <sup>2</sup> )	H (m)
24.91	8.5

Rf (W/m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	M (kg/(m <sup>2</sup> ·s))	軽油 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
$4.2 \times 10^4$	30	$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>p</sub> (J/(kg·K))	T <sub>0</sub> (°C)	T (°C)
10.93	1.96	1007	22	55

危険距離 (m)	離隔距離* (m)
9	890

注記\*：最短となる原子炉建物との離隔距離にて評価。

結果
危険距離を評価した結果，9m となり，その危険距離を上回る離隔距離 890m を確保していることを確認した。

(c) 排気筒

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	H (m)
24.91	8.5

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	軽油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$4.2 \times 10^4$	30	$4.79 \times 10^{-5}$	0.044	918

$\epsilon$ (-)	h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	T ( $^{\circ}C$ )
0.9	17	50	325

危険距離 (m)	離隔距離* (m)
6	890

注記\*：最短となる原子炉建物との離隔距離にて評価。

結果
危険距離を評価した結果，6m となり，その危険距離を上回る離隔距離 890m を確保していることを確認した。

## (2) 燃料輸送車両の爆発

燃料輸送車両の爆発時の危険限界距離及び容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価結果を整理し、それぞれ表 2-5 及び表 2-6 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離は、図 2-8 に示す。

## a. 危険限界距離の評価条件及び評価結果

$\lambda$ ( $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$ )	K (-)	W (-)
14.4	888000	0.5

	建物（原子炉建物）	海水ポンプ	排気筒
危険限界距離 (m)	44		
離隔距離* (m)	890		

注記\*：最短となる原子炉建物との離隔距離にて評価。

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を評価した結果、44m となり、その危険限界距離を上回る離隔距離 890m を確保していることを確認した。

## b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果

M (kg)
500

	建物（原子炉建物）	海水ポンプ	排気筒
最大飛散距離 (m)	713		
離隔距離* (m)	890		

注記\*：最短となる原子炉建物との離隔距離にて評価。

結果
容器破裂時における破片の最大飛散距離を評価した結果、713m となり、その最大飛散距離を上回る離隔距離 890m を確保していることを確認した。

#### 2.2.4 漂流船舶の火災

漂流船舶の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置関係及び離隔距離は、図 2-9 に示す。

##### (1) 危険距離の評価条件及び評価結果

###### a. 建物（タービン建物）

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	H (m)
678	44.1

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v ( $m/s$ )	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$2.3 \times 10^4$	1246	$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	$\epsilon$ (-)	h ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	c ( $J/(kg \cdot K)$ )	コンクリート $\rho$ ( $kg/m^3$ )
50	0.94	23.3	879	2200

k ( $W/(m \cdot K)$ )	T ( $^{\circ}C$ )
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
35	68.3

結果
危険距離を評価した結果，35m となり，その危険距離を上回る離隔距離 68.3m を確保していることを確認した。

## b. 海水ポンプ

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	H (m)
678	44.1

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$2.3 \times 10^4$	1246	$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$A_T$ ( $m^2$ )	G (kg/s)	$C_p$ ( $J/(kg \cdot K)$ )	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	T ( $^{\circ}C$ )
10.93	1.96	1007	22	55

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
28	47.5

結果
危険距離を評価した結果，28m となり，その危険距離を上回る離隔距離 47.5m を確保していることを確認した。

## c. 排気筒

$w' \times d'$ ( $m^2$ )	H (m)
678	44.1

Rf ( $W/m^2$ )	V ( $m^3$ )	v (m/s)	M ( $kg/(m^2 \cdot s)$ )	重油 $\rho$ ( $kg/m^3$ )
$2.3 \times 10^4$	1246	$3.5 \times 10^{-5}$	0.035	1000

$\varepsilon$ (-)	$h$ (W/(m <sup>2</sup> ·K))	$T_0$ (°C)	$T$ (°C)
0.9	17	50	325

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
17	75.2

結果
危険距離を評価した結果、17mとなり、その危険距離を上回る離隔距離 75.2mを確保していることを確認した。



表 2-1 森林火災時の危険距離評価結果

(単位：m)

	建物	海水ポンプ	排気筒
危険距離	22	70	41
離隔距離	140	270	250

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災時の温度評価結果

(単位：℃)

	建物 (許容温度200℃)	海水ポンプ (許容温度55℃)	排気筒 (許容温度325℃)
重油タンク	52	23	52
ガスタービン発電機用 軽油タンク	53	23	52
主変圧器	187	30	52

表 2-3 航空機墜落による火災及び重畳火災時の温度評価結果

(単位：℃)

	建物 (許容温度200℃)	海水ポンプ (許容温度55℃)	排気筒 (許容温度 325℃)
大型民間航空機 B747-400	91	33	98
ガスタービン発電機用 軽油タンク 及び大型民間航空機 B747-400	109	33	99

表 2-4 敷地外の火災源に対する危険距離評価結果

(単位：m)

	建物	海水ポンプ	排気筒
危険物貯蔵施設	63	56	38
燃料輸送車両	10	9	6
漂流船舶	35	28	17

表 2-5 敷地外の爆発源に対する危険限界距離評価結果

(単位：m)

	建物	海水ポンプ	排気筒
燃料輸送車両	44		

表 2-6 敷地外の爆発源に対する最大飛散距離評価結果

(単位：m)

	建物	海水ポンプ	排気筒
燃料輸送車両	713		

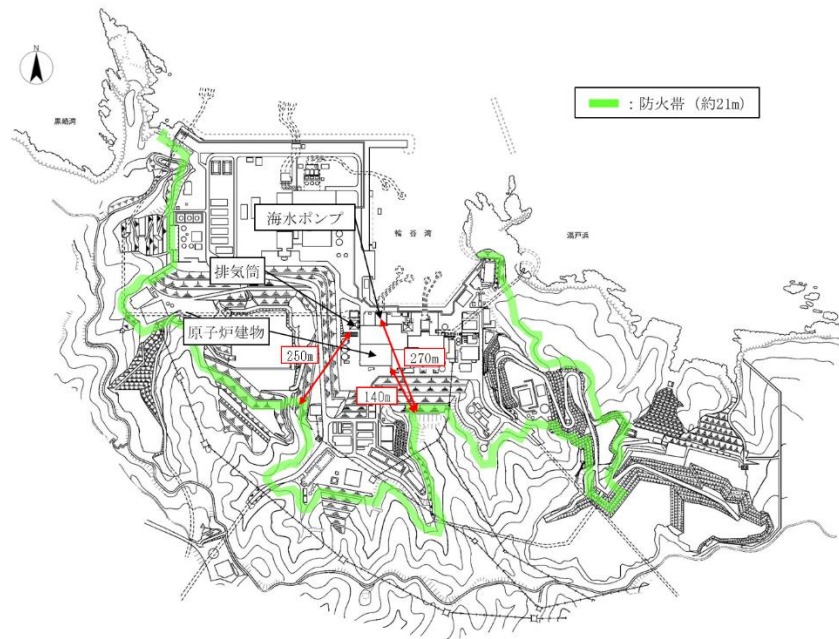


図 2-1 外部火災の影響を考慮する施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

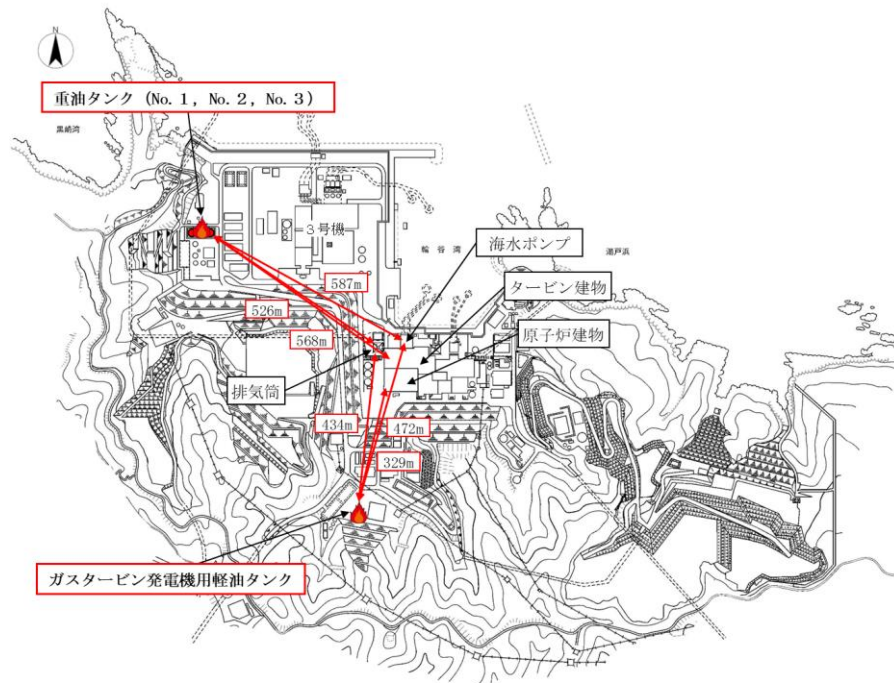


図 2-2 外部火災の影響を考慮する施設と重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクの位置関係及び離隔距離

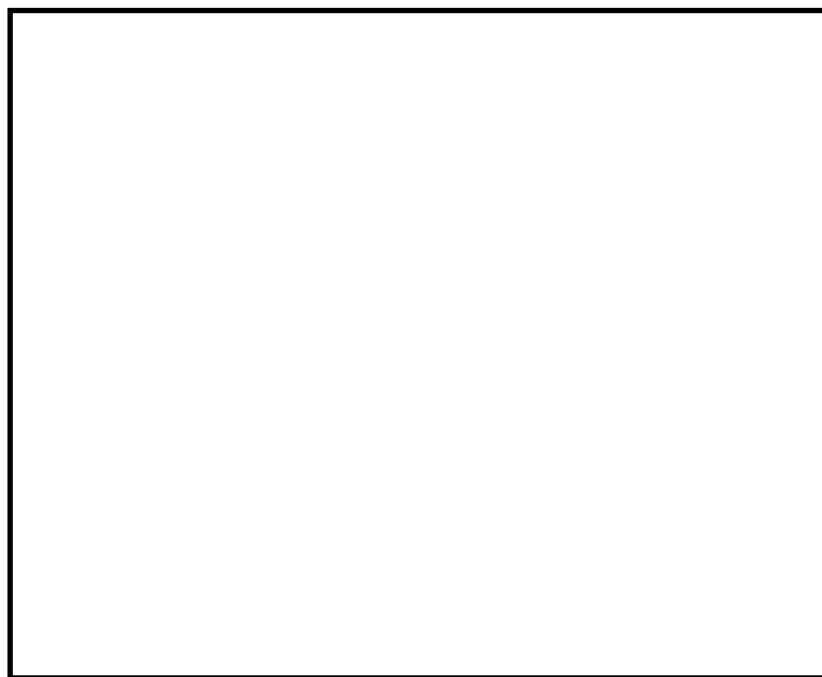


図 2-3 外部火災の影響を考慮する施設と主変圧器の位置関係及び離隔距離



図 2-4 外部火災の影響を考慮する施設と航空機落下位置の位置関係及び離隔距離

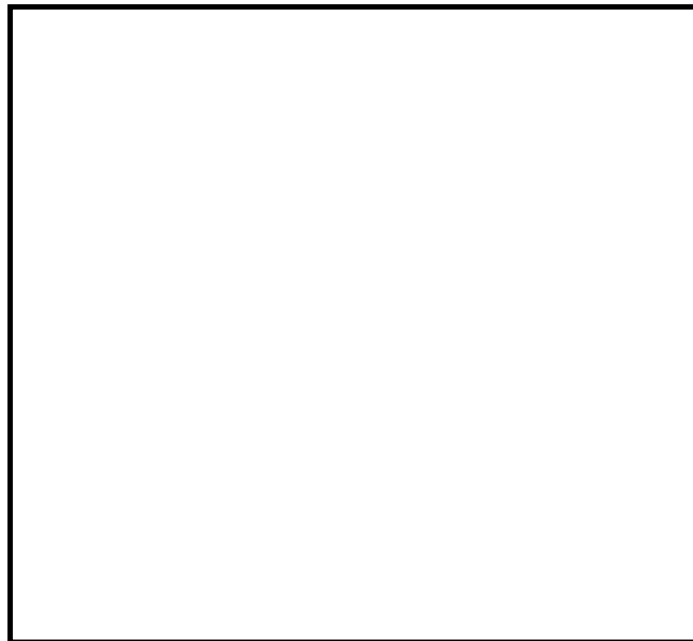


図 2-5 外部火災の影響を考慮する施設と航空機墜落による重畳火災の位置関係及び離隔距離



注：図の位置はおおよその場所を示している。

図 2-6 周辺の石油コンビナート等特別防災区域の位置

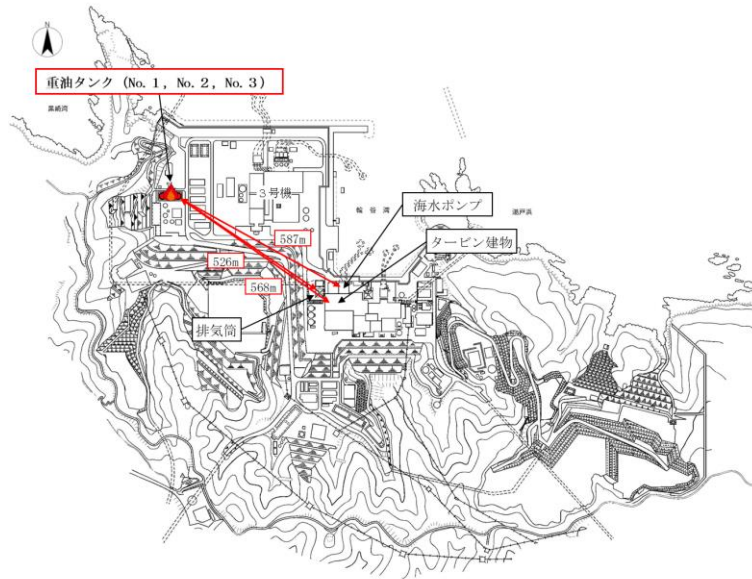


図 2-7 外部火災の影響を考慮する施設と危険物貯蔵施設の離隔距離

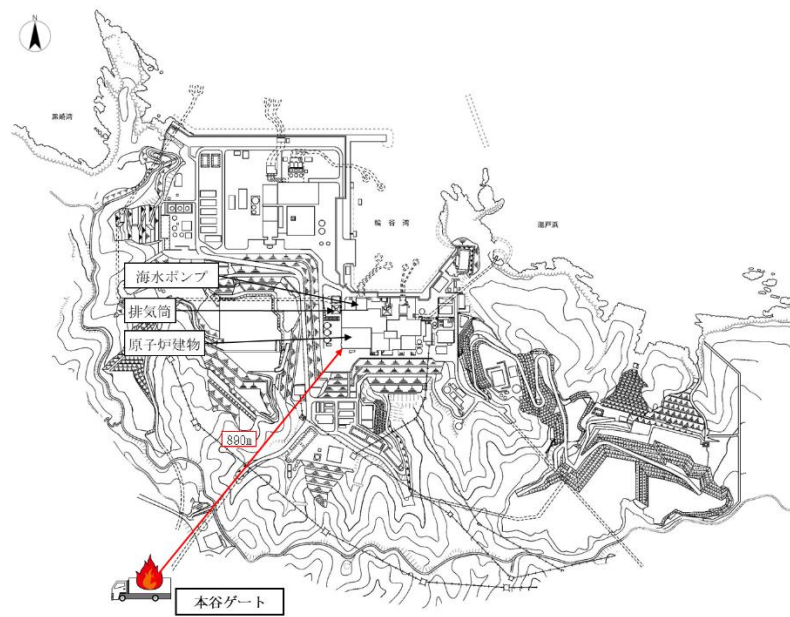


図 2-8 外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離

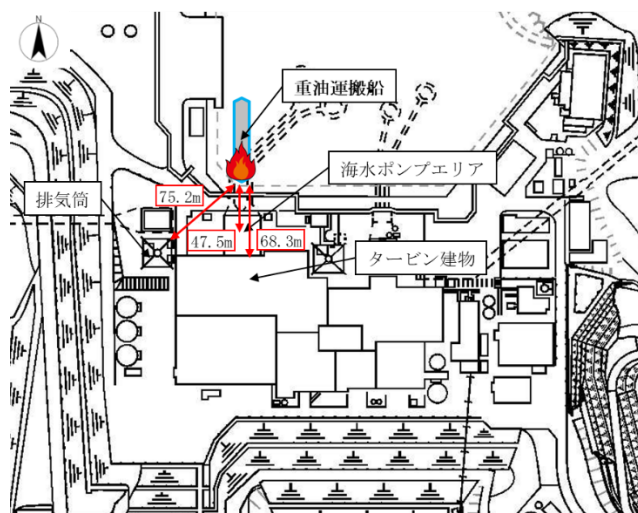


図 2-9 外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置関係及び離隔距離

VI-1-1-3-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計



## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計 .....	1
2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計 .....	1
2.2 有毒ガスに対する設計 .....	2

## 1. 概要

本資料は、二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスによる外部火災の二次的影響を考慮する施設への影響を及ぼさない設計とすることを説明するものである。

## 2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

### 2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計

#### (1) 外気を取り込む空調系統（換気空調設備）

換気空調設備（原子炉建物付属棟空調換気系，中央制御室空調換気系）は，外気取入口に捕集率 80%以上（J I S Z 8 9 0 1 試験用粉体 11 種 粒径約  $2\mu\text{m}$ ）の性能を有しているバグフィルタを設置し，外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙の侵入を阻止することで，換気空調設備の安全機能を損なわない設計とする。

また，ばい煙によるバグフィルタの閉塞については，バグフィルタの差圧系を監視することで検知可能である。

中央制御室空調換気系については，給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し，系統隔離運転モードへの切替えを行い，ばい煙等の侵入を阻止することで，安全機能を損なわない設計とする。

#### (2) 外気を設備内に取り込む機器（非常用ディーゼル発電設備）

非常用ディーゼル発電設備の外気取入口に設置しているフィルタ（粒径  $1\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$  に対して 80%以上を捕獲する性能）で粒径の大きいばい煙粒子は捕獲され，フィルタを通過したばい煙（数  $\mu\text{m}$ ）が過給機，空気冷却器に侵入するが，それぞれの機器の間隙は，ばい煙に比べて十分大きく，閉塞に至ることを防止することで，非常用ディーゼル発電設備の安全機能を損なわない設計とする。

また，シリンダ／ピストン間隙まで到達したばい煙（数  $\mu\text{m}$ ）は，当該間隙内において摩擦発生が懸念されるが，ばい煙粒子の主成分は炭素であり，シリンダ／ピストンをばい煙粒子に比べ硬度を硬くすることにより，ばい煙粒子による摩擦の発生を防止することで，非常用ディーゼル発電設備の安全機能を損なわない設計とする。

なお，通常運転時はシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しているが，定期的な点検において，ばい煙によるシリンダへの不具合は認められない。

#### (3) 室内の空気を取り込む機器（安全保護系）

安全保護系盤は，原子炉建物付属棟空調換気系，中央制御室空調換気系で給気されるエリアに設置してある。外気取入口にはバグフィルタを設置し，粒径  $2\mu\text{m}$  以上のばい煙粒子については侵入を阻止することで安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

バグフィルタにより侵入を阻止できなかったばい煙が侵入した場合においても，空

調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止する。

また、ばい煙が中央制御室内に侵入した場合においては、給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し、系統隔離運転モードへの切替えを行い、ばい煙の侵入を阻止することで、安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

なお、中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は、概ね  $2\mu\text{m}$  以下の細かな粒子であると推定されるが、安全保護系の盤において、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合において、ばい煙の付着等により短絡を発生させる可能性は小さく、安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

## 2.2 有毒ガスに対する設計

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合は、中央制御室内に滞在する人員の居住性を確保するため、中央制御室空調換気系については、給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し、系統隔離運転モードへの切替えを行うことで有毒ガスにより外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、外気を取り入れる換気空調設備のうち、中央制御室空調換気系以外の換気空調設備については、必要に応じ空調ファンを停止することで有毒ガスにより外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、発電所周辺の石油コンビナート施設については、発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設は存在しない。発電所周辺の危険物貯蔵施設、主要道路、鉄道路線及び一般航路と発電所の間には、十分な離隔距離がある。このため、危険物貯蔵施設、燃料輸送車両及び船舶の事故時に発生する有毒ガスは、外部事象防護対象施設に影響を及ぼすことはない。