

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-17-0009_改1
提出年月日	2021年3月11日

## VI-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書

2021年3月

東北電力株式会社

## 目 次

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

VI-1-1-2-5-1 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
2.2 適用規格及び適用基準	6

## 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時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、建屋による防護、離隔距離の確保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、保安規定に定期的な評価の実施を定めることにより評価する。

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・爆発源としては、森林火災、発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク、危険物貯蔵所、常時危険物を貯蔵する一般取扱所、危険物を搭載した車両及び危険物を内包する貯蔵設備以外の設備（以下「危険物貯蔵施設等」という。）の火災・爆発、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貯蔵施設等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。

発電所敷地外又はその周辺で想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）として想定され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、発電所近くを通る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。

建屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋の評価を行い、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、発電所に最も厳しい火災・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、添付書類「VI-1-1-2-1-1 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屋（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屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度（排気筒の表面温度 325℃並びに復水貯蔵タンクの貯留水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66℃並びに原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を上部軸受の機能維持に必要な 40℃及び下部軸受の機能維持に必要な 55℃並びに高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度 55℃）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貯蔵施設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屋（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。

外部事象防護対象施設以外の設計基準対象施設については、その火災による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、離隔距離を確保すること、建屋による防護又はそれらを適切に組み合わせることで、安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の爆発については、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。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等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屋（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及び外部事象防護対象施設を内包する建屋（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）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、添付書類「VI-1-1-2-5-4 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、添付書類「VI-1-1-2-5-2 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 20 m）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。

また、危険距離の算出については、防火帯の外縁（火災側）付近における火災輻射発散度（建屋及び復水貯蔵タンク評価においては  $477\text{kW/m}^2$ 、排気筒評価において発散度  $367\text{ kW/m}^2$ 、その他評価においては  $408\text{kW/m}^2$ ）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については、発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナートは存在しないため、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 以内の産業施設、燃焼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屋（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 以内の産業施設、燃焼輸送車両及び漂流船舶の爆発については、ガス爆発の爆風圧が  $0.01\text{MPa}$  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損時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

なお、漂流船舶の爆発については、発電所敷地外半径 10km 以内を航行する爆発のおそれがある船舶は存在しないため、爆発による外部事象防護対象施設への影響について考慮する必要はない。

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、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(換気空調系で給気されるエリアの設置機器を含む)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屋内設置機器(非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む)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。

外気を取り込む屋外設置機器(原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ)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、機器本体を全閉構造とする設計、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。

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合には、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外気取入ダンパを閉止し、中央制御室内の空気を循環させる事故時運転モードへの切替え及び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、外気取入ダンパの閉止及び事故時運転モードへ切替え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、添付書類「VI-1-1-2-5-7 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屋にて防護し、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、添付書類「VI-1-1-6 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、建屋にて防護することから建屋にて評価を行い、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又は危険限界距離を算出し離隔距離と比較する方法と、建屋表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温



度（排気筒の表面温度，復水貯蔵タンクの温度，原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度）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添付書類「VI-1-1-2-5-3 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，添付書類「VI-1-1-2-5-5 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，添付書類「VI-1-1-2-5-6 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。

適用する指針等を以下に示す。

- ・ 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド  
(平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1 3 0 6 1 9 1 2 号)
- ・ 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 21 年 3 月 9 日原子力安全委員会 一部改訂)
- ・ 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  
(平成 21 年 6 月 25 日 原院第 1 号)
- ・ 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)
- ・ 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 日本建築センター)
- ・ 日本機械学会 2009 年 伝熱工学資料 改訂第 5 版

VI-1-1-2-5-2 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 重大事故等対処設備の選定	2
2.3 外部火災の二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定	2
2.4 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、添付書類「VI-1-1-2-5-1 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、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、建屋にて防護するため、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、建屋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屋を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。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、建屋により防護することとし、屋外の外部事象防護対象施設については、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屋

- a. タービン建屋
- b. 制御建屋

#### (2) 屋外の外部事象防護対象施設

- a. 原子炉建屋
- b. 排気筒
- c. 復水貯蔵タンク
- d. 原子炉補機冷却海水ポンプ（高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプを含む。）
- e. 高圧炉心スプレー補機冷却海水系ストレーナ

外部火災の影響を考慮する施設のうち高圧炉心スプレー補機冷却海水系ストレーナについては、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、以降での評価は実施しない。

## 2.2 重大事故等対処設備の選定

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屋にて防護し、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ため、以降での評価は実施しない。具体的な位置的分散については、添付書類「VI-1-1-6 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。

## 2.3 外部火災の二次的影響（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（換気空調系で給気されるエリアの設置機器を含む）は二次的影響（ばい煙）により人体及び室内の空気を取り込む機器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、外気を取り込む屋外設置機器は二次的影響（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。

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（換気空調系で給気されるエリアの設置機器を含む）

- a. 換気空調系
- b. 安全保護装置

### (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機
- b. 高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機

### (3) 外気を取り込む屋外設置機器

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- b. 高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプ

## 2.4 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-1-1-2-5-3 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
2.2 許容温度	3



## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-1-1-2-5-1 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、添付書類「VI-1-1-2-5-2 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、添付書類「VI-1-1-2-5-5 外部火災防護における評価方針」により評価を行う。それぞれの火災源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度、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、添付書類「VI-1-1-2-5-1 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、添付書類「VI-1-1-2-5-5 外部火災防護における評価方針」に示す。

#### 2.1.1 発電所敷地内に対する評価の基本方針

##### 2.1.1.1 火災源に対する評価の基本方針

###### (1) 森林火災

防火帯外縁付近における火災輻射発散度(それぞれ評価が最も厳しくなるよう建屋及び復水貯蔵タンク評価において  $477\text{kW/m}^2$ 、排気筒評価において、 $367\text{kW/m}^2$ 、その他評価においては  $408\text{kW/m}^2$  を抽出)を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び、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貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の燃料量等を勘案して、危険物貯蔵施設等ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び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屋の表面温度及び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) 敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災の重畳火災
- 敷地内の危険物貯蔵施設等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及び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屋の表面温度及び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 発電所敷地外に対する評価の基本方針

### 2.1.2.1 火災源に対する評価の基本方針

#### (1) 近隣の産業施設の火災

近隣の産業施設の燃料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屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び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) 燃料輸送車両の火災

燃料輸送車両の燃料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屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び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) 漂流船舶の火災

漂流船舶の燃料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屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び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。

### 2.1.2.2 爆発源に対する評価の基本方針

#### (1) 近隣の産業施設のガス爆発

近隣の産業施設の燃料貯蔵量等を勘案して、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損時に破片の最大飛散距離を算出し、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。

(2) 燃料輸送車両のガス爆発

燃料輸送車両の燃料貯蔵量等を勘案して、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損時に破片の最大飛散距離を算出し、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。

2.2 許容温度

外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護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、添付書類「VI-1-1-2-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

2.2.1 外部火災の影響を考慮する施設

(1) 建屋

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) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクの最高使用温度（66℃）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。

(4) 原子炉補機冷却海水ポンプ

上部軸受の機能維持に必要な温度上昇限界（40℃）を許容温度とする。また、下部軸受の機能維持に必要な温度上昇限界（55℃）を許容温度とする。

(5) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

上部軸受の機能維持に必要な温度上昇限界（55℃）を許容温度とする。また、下部軸受の機能維持に必要な温度上昇限界（55℃）を許容温度とする。

VI-1-1-2-5-4 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 建屋	1
2.2 復水貯蔵タンク	1
2.3 排気筒	1
2.4 原子炉補機冷却海水ポンプ	1
2.5 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	2

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-1-1-2-5-1 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 建屋

建屋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）以下とする。

建屋の温度評価はコンクリート表面温度で実施している。建屋の表面は、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、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、 $200^{\circ}\text{C}$  を下回れば建屋の機能は確保される。

### 2.2 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクの許容温度は、 $66^{\circ}\text{C}$ （貯留水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度）以下とする。

復水貯蔵タンクの温度評価はタンク内の水温で実施している。復水貯蔵タンクの外表面は、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、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、 $66^{\circ}\text{C}$  を下回ればタンクの機能は確保される。

### 2.3 排気筒

排気筒は、防護が必要となる部位が直接火災の影響を受けるため、各施設の表面で評価を行う。

排気筒の許容温度は、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  $325^{\circ}\text{C}^{*1}$  以下とする。

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、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、 $325^{\circ}\text{C}$  を下回れば排気筒の機能は確保される。

### 2.4 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプの許容温度は、上部及び下部軸受の上昇温度を考慮し、電動機軸受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。上部軸受については軸受温度を  $80^{\circ}\text{C}$ （自由対流式軸受の表面で測定するときの

温度限度\*<sup>2</sup>) 以下とするために必要な冷却空気温度 40℃\*<sup>3</sup>を許容温度とし、下部軸受については軸受温度を 95℃ (転がり軸受に、耐熱性の良好なグリースを使用する場合で、表面で測定するときの最高温度\*<sup>2</sup>) 以下とするために必要な冷却空気温度 55℃\*<sup>4</sup>を許容温度として設定する。

原子炉補機冷却海水ポンプの温度評価は原子炉補機冷却海水ポンプ内への冷却空気の初期温度を 40℃に設定し、また材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、40℃を下回れば、原子炉補機冷却海水ポンプの機能は確保される。

## 2.5 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの許容温度は、上部及び下部軸受の上昇温度を考慮し、電動機軸受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。電動機上部及び下部軸受温度を 95℃ (転がり軸受に、耐熱性の良好なグリースを使用する場合で、表面で測定するときの最高温度\*<sup>2</sup>) 以下とするために必要な冷却空気温度 55℃\*<sup>4</sup>を許容温度として設定する。

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの温度評価は高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ内への冷却空気の初期温度を 40℃に設定し、また材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、55℃を下回れば、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの機能は確保される。

- 注記 \* 1 : 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 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 : 80℃ (滑り軸受の温度限度) -40℃ (冷却空気の初期温度) =40℃
- \* 4 : 95℃ (転がり軸受の温度限度) -40℃ (冷却空気の初期温度) =55℃

VI-1-1-2-5-5 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
2.2 発電所敷地外の火災に対する評価方針	32

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-1-1-2-5-1 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貯蔵施設等の火災、航空機墜落による火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設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、燃料輸送車両及び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外縁における最大火線強度から算出される火災放射発散度を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋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、最大の火災放射発散度（建屋及び復水貯蔵タンク評価においては 477 kW/m<sup>2</sup>、排気筒評価において発散度 367 kW/m<sup>2</sup>、その他評価においては 408 kW/m<sup>2</sup>）の円筒火炎モデルが一様に存在するものとして評価する。評価に用いる評価指標とその内容を表 2.1.1-1、評価対象施設から最も近い防火帯外縁の位置を図 2.1.1-1 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災放射強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こととする。

- c. 円筒火炎モデルの燃焼の考え方は、ある地点の燃焼完了後に隣へ移動する解析であり、隣へ移動した後は燃焼していた地点の可燃物を燃焼しつくしていることから、消炎するものとする。また、メッシュの燃焼途中での移動は考慮しない。最初の地点から両隣へ移動した後の輻射は、2箇所から同時に輻射される。森林火災における円筒火炎モデル評価の概要を図 2.1.1-2 に示す。
- d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

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，火炎輻射強度，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
《共通》		
R	m	燃焼半径
H	m	火炎長
F	—	円筒火炎モデル数
$\hat{F}$	—	1メッシュあたりの円筒火炎モデル数（10mメッシュ）
W	m	火炎到達幅
R f	kW/m <sup>2</sup>	火炎輻射発散度
I <sub>R</sub>	kW/m <sup>2</sup>	火炎輻射強度
ε	—	吸収率
φ <sub>i</sub>	—	各円筒火炎モデルの形態係数
L <sub>i</sub>	m	離隔距離
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
φ <sub>t</sub>	—	各火炎モデルの形態係数を合計した値
L <sub>t</sub>	m	危険距離
T	°C	許容温度
《建屋》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
t	s	燃焼継続時間
C <sub>p</sub>	J/kg/K	コンクリート比熱

$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	コンクリート密度
$\lambda$	W/m/K	コンクリート熱伝導率

記号	単位	定義
《復水貯蔵タンク》		
$T_0$	℃	初期温度
$D_o$	m	タンク外径
$D_i$	m	タンク内径
$\rho_w$	kg/m <sup>3</sup>	水の密度
$C_{p w}$	J/kg/K	水の比熱
$\rho_s$	kg/m <sup>3</sup>	タンク壁材の密度
$C_{p s}$	J/kg/K	タンク壁材の比熱
$h$	m	タンク円筒高さ
$e$	m	タンク最小板厚
《排気筒》		
$T_0$	℃	初期温度
$h$	W/m <sup>2</sup> /K	熱伝達率
《原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ》		
$T_0$	℃	通常運転時の上昇温度
$A_T$	m <sup>2</sup>	受熱面積
$G$	kg/s	重量流量
$C_p$	J/kg/K	空気比熱

\* : 上記表中の記号T (温度) については, 下付き添字“i” (壁厚さ方向の位置刻み) を使用する。

## b. 燃焼半径の算出

燃焼半径（R）を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{H}{3} \quad (\text{式 2.1.1-1})$$

（出典：評価ガイド）

## c. 円筒火炎モデル数の算出

円筒火炎モデル数（F）及び 10m メッシュ内の円筒火炎モデル数 $\hat{F}$ を次式のとおり算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \quad \hat{F} = \frac{10}{2R} \quad (\text{式 2.1.1-2})$$

（出典：評価ガイド）

10m メッシュ内の円筒火炎モデル数 $\hat{F}$ は火炎到達幅Wを地形データの最小単位である 10m 幅に分割したメッシュ内の円筒火炎モデル数であるため、円筒火炎モデル数F及び 10m メッシュ内の円筒火炎モデル数 $\hat{F}$ の関係は以下のとおりである。

$$F = \frac{W}{2R} = \frac{W}{10} \cdot \frac{10}{2R} = \frac{W}{10} \cdot \hat{F} \quad (\text{式 2.1.1-3})$$

## d. 火炎輻射強度の算出

火炎輻射強度は FARSITE 出力データである反応強度から算出する。反応強度は炎から輻射として放出される熱エネルギーと、火炎・煙として対流放出される熱エネルギーの和から求められることから、反応強度に対する火炎輻射強度の割合を求めることで、反応強度から火炎輻射強度を算出する。「SFPE Handbook of Fire Protection Engineering」から各樹木の発熱量を引用し、反応強度に対する火炎輻射強度の割合を算出する。

女川原子力発電所敷地近傍には、針葉樹及び落葉広葉樹がある。そのため、輻射熱割合は、針葉樹 0.377 と落葉広葉樹 0.371 のうち保守的に大きい値である針葉樹の係数 0.377 を使用する。

$$\text{火炎輻射強度 (W/m}^2\text{)} = \text{反応強度 (W/m}^2\text{)} \times \text{針葉樹の係数} \quad (\text{式 2.1.1-4})$$

e. 火炎輻射発散度の算出

火炎輻射発散度 (Rf) を次式のとおり算出する。

$$Rf = I_R \cdot \varepsilon \quad (\text{式 2.1.1-5})$$

f. 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。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n \sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 2.1.1-6})$$

ただし

$$m = \frac{H}{R} \div 3, \quad n = \frac{L_i}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

g. 輻射強度の算出

輻射強度 ( $E_0$ ) を、次式のとおり算出する。

$$E = E_0 + 2 \sum_{i=1}^n E_i \quad (\text{受熱面の輻射強度})$$

$$E_0 = \phi_0 \times \dot{F} \times Rf \quad (\text{中心火炎の場合}) \quad (\text{式 2.1.1-7})$$

$$E_i = \phi_i \times \dot{F} \times Rf \times 2 \quad (\text{中心以外の火炎の場合}) \quad (\text{式 2.1.1-8})$$

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、外部火炎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。

(出典：評価ガイド)

h. 形態係数の算出

(a) 建屋

外壁表面の温度が 200℃となる輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (\text{式 2.1.1-9})$$

危険輻射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.1-10})$$

(出典：評価ガイド)

また、天井スラブの評価については、天井への輻射の入射角が浅く垂直外壁面に比べて天井スラブへの輻射強度が低いことから垂直外壁面の評価に包絡される。

天井スラブの評価概念図を図 2.1.1-3 に示す。

(b) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクの貯蔵水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66℃を越えない最大の輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2) \pi h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} e \right\}} \quad (\text{式 2.1.1-11})$$

危険輻射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.1-12})$$

(出典：評価ガイド)

(c) 排気筒

排気筒の鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃を越えない最大の輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 2.1.1-13})$$

危険輻射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.1-14})$$

(出典：評価ガイド)

$$Rf = I_R \cdot \varepsilon \quad (\text{式 2.1.1-15})$$

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

ポンプ軸受の機能が維持される冷却空気の許容温度を越えない最大の輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。許容温度は、原子炉補機冷却海水ポンプ上部軸受においては 40℃，原子炉補機冷却海水ポンプ下部軸受，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ上部及び下部軸受においては 55℃ に設定する。

$$T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_P} \quad (\text{式 2.1.1-16})$$

危険輻射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.1-17})$$

(出典：評価ガイド)

i. 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。

$$\phi_t = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n \sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 2.1.1-18})$$

ただし，

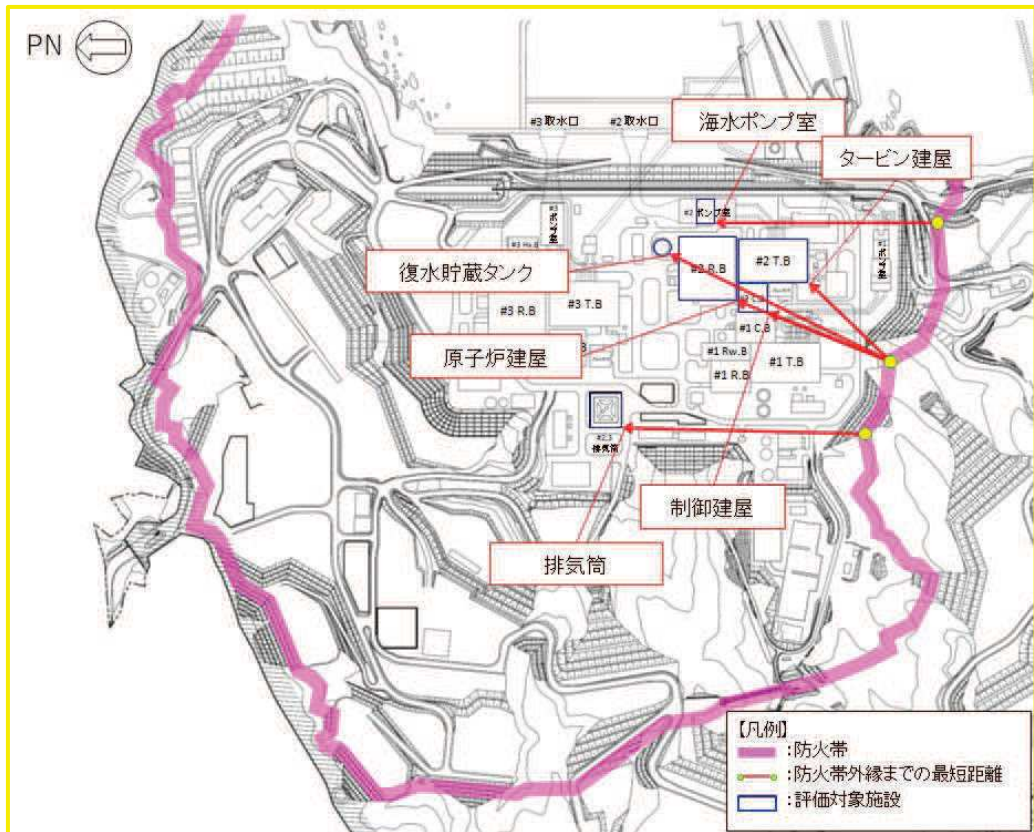
$$m = \frac{H}{R} \div 3, \quad n = \frac{L_t}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

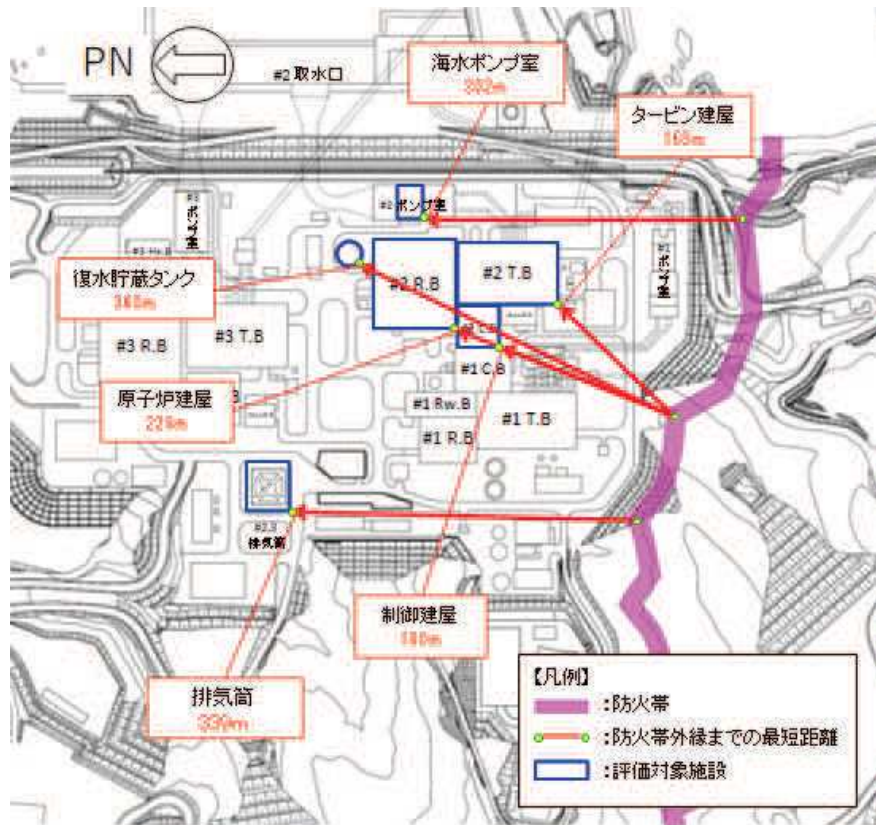


表 2.1.1-1 温度評価に用いたデータ内容

項	目	内 容
FARSITE 解析結果	火炎到達時間 (hr)	出火から火炎の前線が該当地点に到達するまでの時間。火炎継続時間の算出に使用する。
	反応強度 (kW/m <sup>2</sup> )	単位面積当たりの熱放出速度であり，火炎輻射強度の根拠となる火災規模。火炎輻射強度の算出に使用する。
	火炎長 (m)	反応強度が最大位置の火炎の高さ。円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
FARSITE 解析結果 より算出 したデータ	火炎継続時間 (hr)	到達時間から算出され，円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	火炎輻射強度 (kW/m <sup>2</sup> )	反応強度に米国 NFPA の係数 0.377 を乗じて算出され，円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	燃焼半径 (m)	火炎長に基づき算出され，円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
	火炎到達幅 (m)	防火帯外縁における火炎到達セル数×セル幅 (10 m)

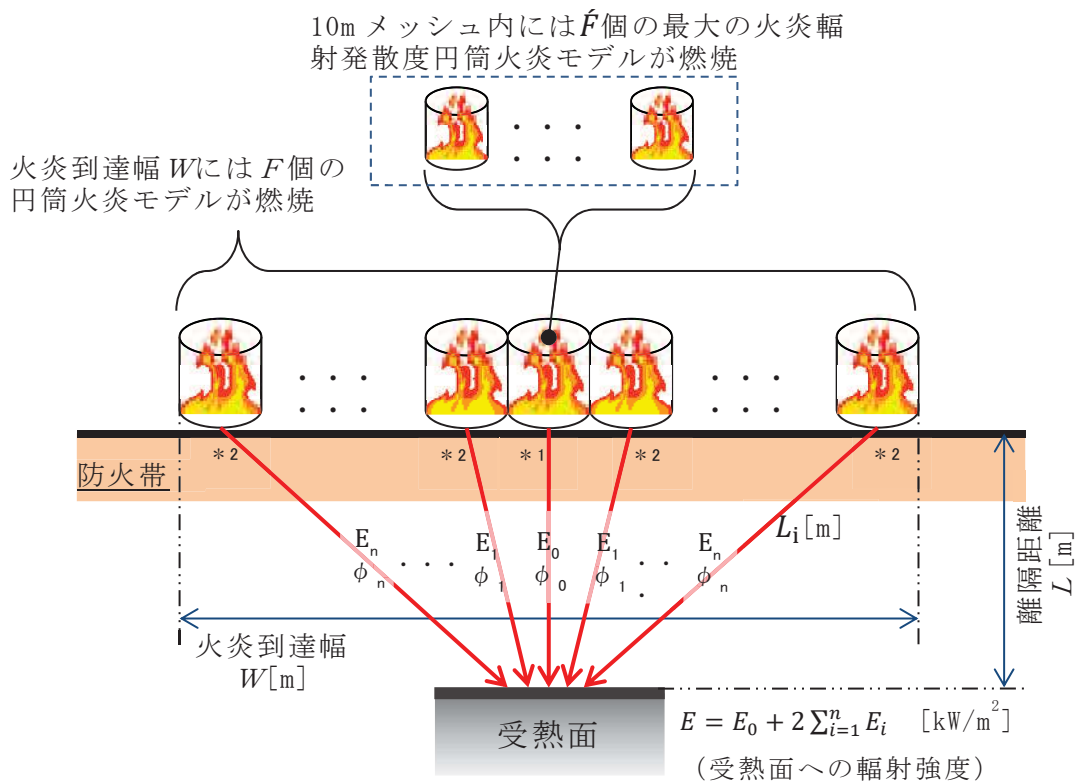


(敷地全体図)



(拡大図)

図 2.1.1-1 外部火災の影響を考慮する施設と最も近い防火帯外縁の位置関係



注記 \*1 :  $\hat{F}$  個分の円筒火炎モデルから放射

\*2 :  $\hat{F}$  個分の円筒火炎モデルを 2 箇所から放射

- ・ 受熱面への放射強度  $E$  は、受熱面に対して中心の火炎からの放射強度  $E_0$  と中心以外の火炎からの放射強度  $E_i$  を積算したものである。なお、中心以外の円筒火炎モデルは左右対称であることから、片側を 2 倍して算出している。
- ・ 形態係数  $\phi_i$  は、受熱面と火炎の距離に依存するため、円筒火炎モデルごとにそれぞれ算出する。
- ・ 火炎放射発散度は、保守的に最大火炎放射発散度  $R_f$  を用いる。

図 2.1.1-2 円筒火炎モデルの概念図

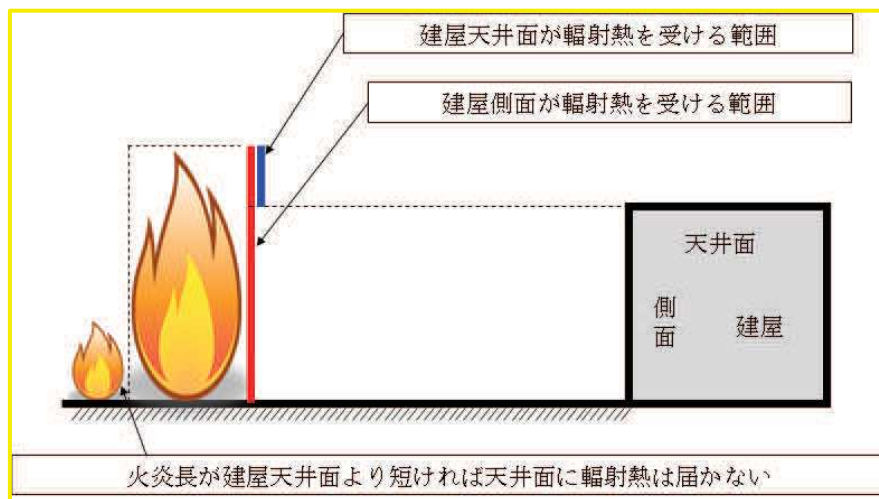


図 2.1.1-3 天井スラブの評価概念図

## 2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災の評価について

### 2.1.2.1 火災源に対する評価方針

#### (1) 評価方針

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の離隔距離や貯蔵量を勘案して、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。

発電所敷地内の設置している屋外の危険物貯蔵施設等のうち、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貯蔵施設等と外部火災の影響を考慮する施設を図 2.1.2-1 のフローに基づき選定し、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。

発電所敷地内の屋外に設置する危険物貯蔵施設等のうち、法令に基づく届出対象施設の設置状況及び配置を表 2.1.2-1 及び図 2.1.2-2 に示す。また、発電所敷地内の屋外に設置する危険物貯蔵施設等のうち、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 2.1.2-2 及び図 2.1.2-3 に示す。

発電所敷地内の設置している屋外の危険物貯蔵施設等のうちフローに基づき選定した火災の影響評価対象は 1 号機軽油貯蔵タンク、3 号機軽油タンク、大容量電源装置、2 号機起動変圧器、2 号機所内変圧器、2 号機補助ボイラー用変圧器、2 号機静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器（以下、PLR-VVVF 変圧器という。）、3 号機主変圧器、3 号機起動変圧器及び 3 号機励磁電源変圧器である。

なお、地下貯蔵タンクは火災の発生する可能性が低いことから対象外とする。ただし、大容量電源装置用燃料タンクについては、地下貯蔵タンクであるが、装置起動用発電機の軽油タンクが地上面にあることから評価対象とした。

また、発電所構外より入所してくるタンクローリについては、燃料補給時は監視人が立会いを実施し、万が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、評価対象外とした。

#### (2) 評価条件

- a. 危険物貯蔵施設等の貯蔵量は、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. 危険物貯蔵施設等の破損等による防油堤内の全面火災を想定した。
- d. 気象条件は無風状態とする。
- e. 火災は円筒火災モデルとし、火災の高さは燃焼半径の 3 倍とした。想定する円筒火災モデルを図 2.1.2-4 に示す。

(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
《共通》		
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
S	m <sup>2</sup>	防油堤面積 (w × d)
H	m	火炎長
L	m	離隔距離
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
R <sub>f</sub>	kW/m <sup>2</sup>	火炎輻射発散度
φ	—	形態係数
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
M	kg/m <sup>2</sup> /s	質量低下速度
燃料 ρ	kg/m <sup>3</sup>	燃料密度
v	m/s	燃焼速度 (= M / ρ)
《建屋》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
t	s	燃焼継続時間
C <sub>p</sub>	J/kg/K	コンクリート比熱
ρ	kg/m <sup>3</sup>	コンクリート密度
α	m <sup>2</sup> /s	コンクリート温度拡散率
λ	W/m/K	コンクリート熱伝導率
《復水貯蔵タンク》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
D <sub>o</sub>	m	タンク外径
D <sub>i</sub>	m	タンク内径

記号	単位	定義
$\rho_w$	kg/m <sup>3</sup>	水の密度
$C_{p w}$	J/kg/K	水の比熱
$\rho_s$	kg/m <sup>3</sup>	タンク壁材の密度
$C_{p s}$	J/kg/K	タンク壁材の比熱
h	m	タンク円筒高さ
e	m	タンク最小板厚
《排気筒》		
$T_o$	℃	初期温度
h	W/m <sup>2</sup> /K	熱伝達率
$\epsilon$	—	吸収率
《原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ》		
$T_o$	℃	通常運転時の上昇温度
$A_T$	m <sup>2</sup>	受熱面積
G	kg/s	重量流量
$C_p$	J/kg/K	空気比熱

\* : 上記表中の記号T（温度）については，下付き添字“i”（壁厚さ方向の位置刻み）を使用する。



b. 燃焼半径の算出

燃焼半径（R）を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{l}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w \times d} \quad (\text{出典：評価ガイド})$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (\text{式 2.1.2-1})$$

c. 形態係数の算出

形態係数（ $\phi$ ）を次式のとおり算出する。

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

(式 2.1.2-2)

ただし

$$m = \frac{H}{R} \doteq 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

d. 輻射強度の算出

輻射強度（E）を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.2-3})$$

(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。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v} \quad (\text{式 2.1.2-4})$$

(出典：評価ガイド)

f. 温度の算出

(a) 建屋

外壁表面の温度を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{2E\sqrt{at}}{\lambda} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4at}\right) - \frac{x}{2\sqrt{at}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \right]$$

(式 2.1.2-5)

ただし、変圧器火災については次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \left(\frac{\varepsilon E}{h}\right) \left[ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) - \exp\left(\frac{h}{\lambda}x + \frac{h^2}{\lambda^2}\alpha t\right) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} + \frac{h}{\lambda}\sqrt{\alpha t}\right) \right\} \right] \quad (\text{式 2.1.2-6})$$

(b) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクの貯蔵水温度を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2)\pi h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} e \right\}} \quad (\text{式 2.1.2-7})$$

(c) 排気筒

排気筒鉄塔の表面温度を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h} \quad (\text{式 2.1.2-8})$$

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ  
ポンプ軸受の冷却空気温度を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_P} \quad (\text{式 2.1.2-9})$$



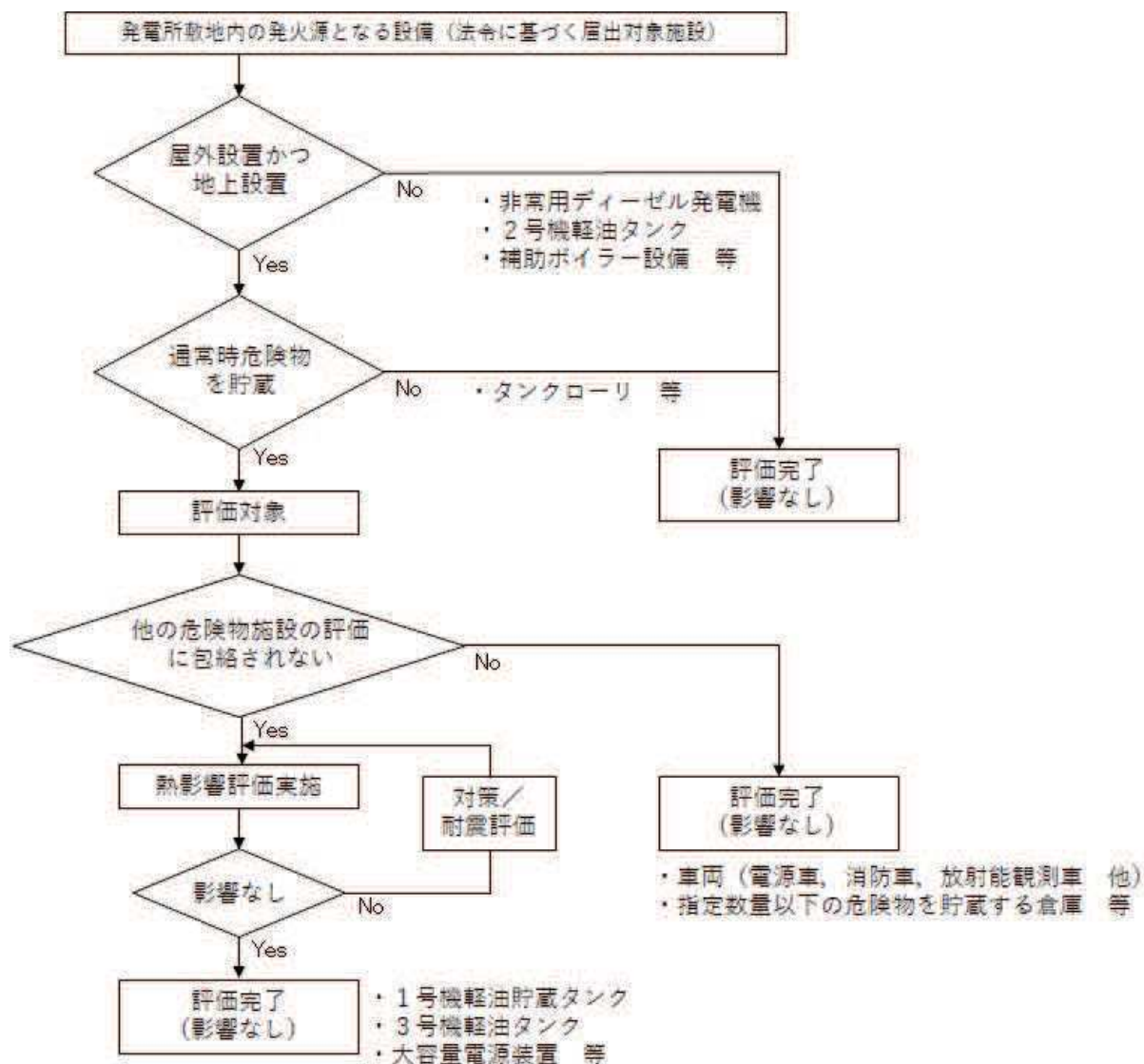


図 2.1.2-1 評価対象抽出フロー(1/2)  
(法令に基づく届出対象施設)

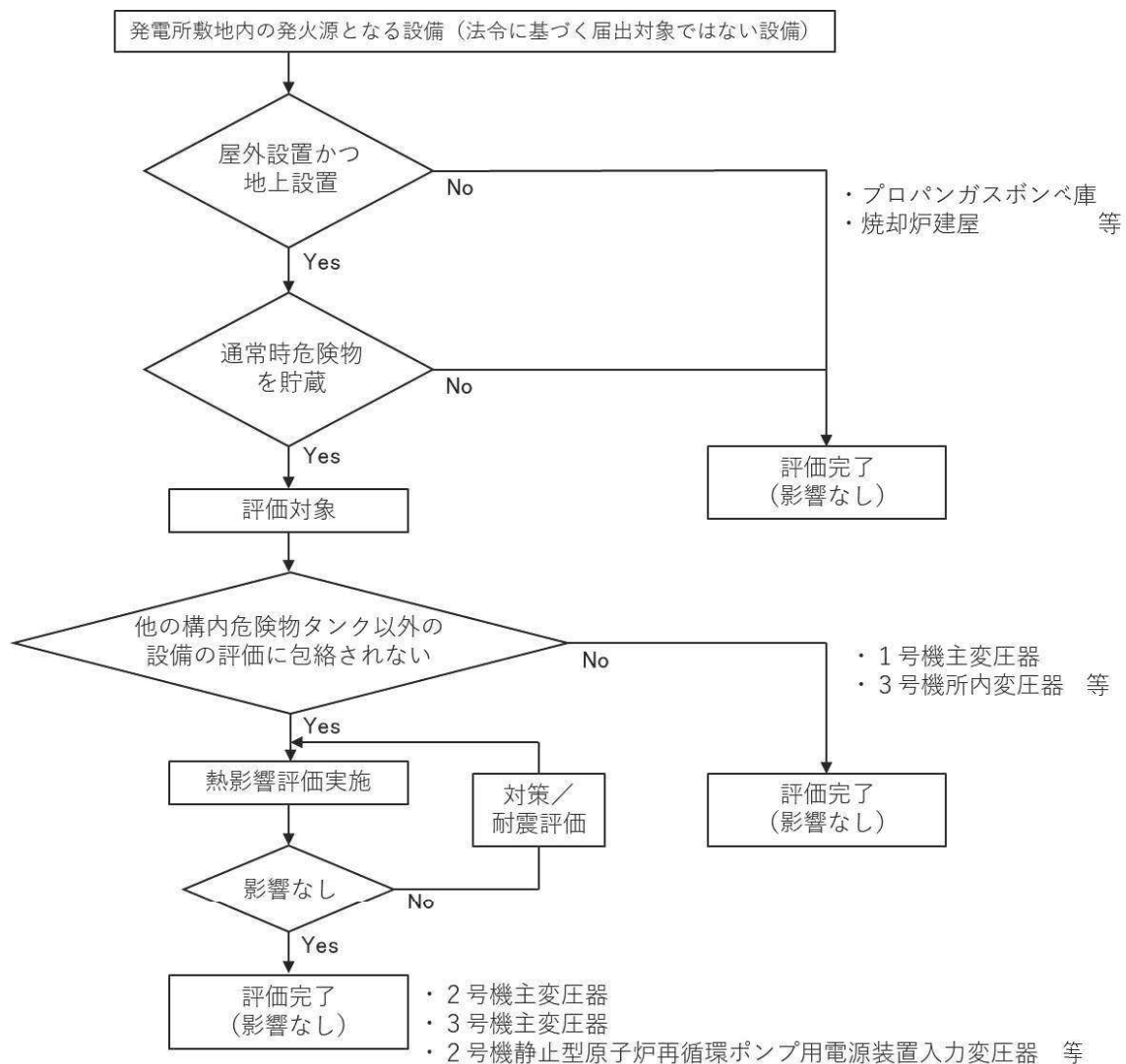


図 2.1.2-1 評価対象抽出フロー (2/2)  
(法令に基づく届出対象ではない設備)

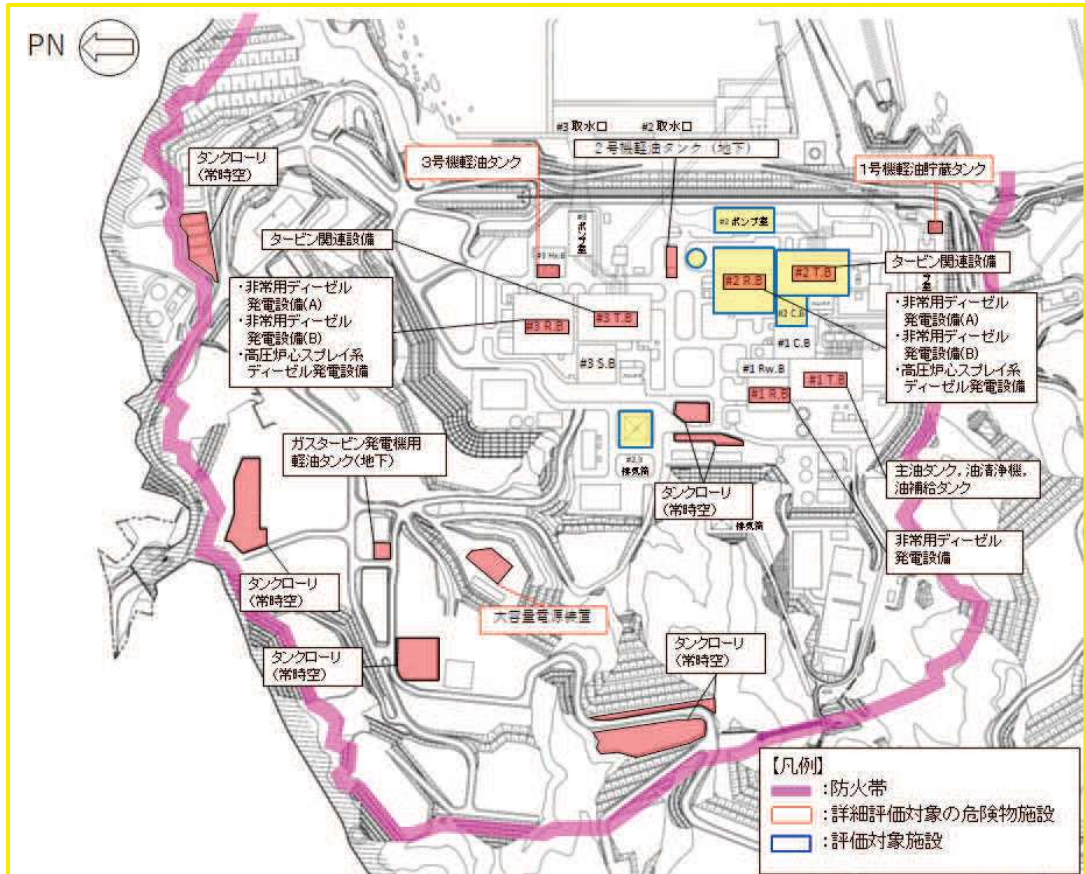


図 2.1.2-2 危険物貯蔵施設等配置図（法令に基づく届出対象施設）

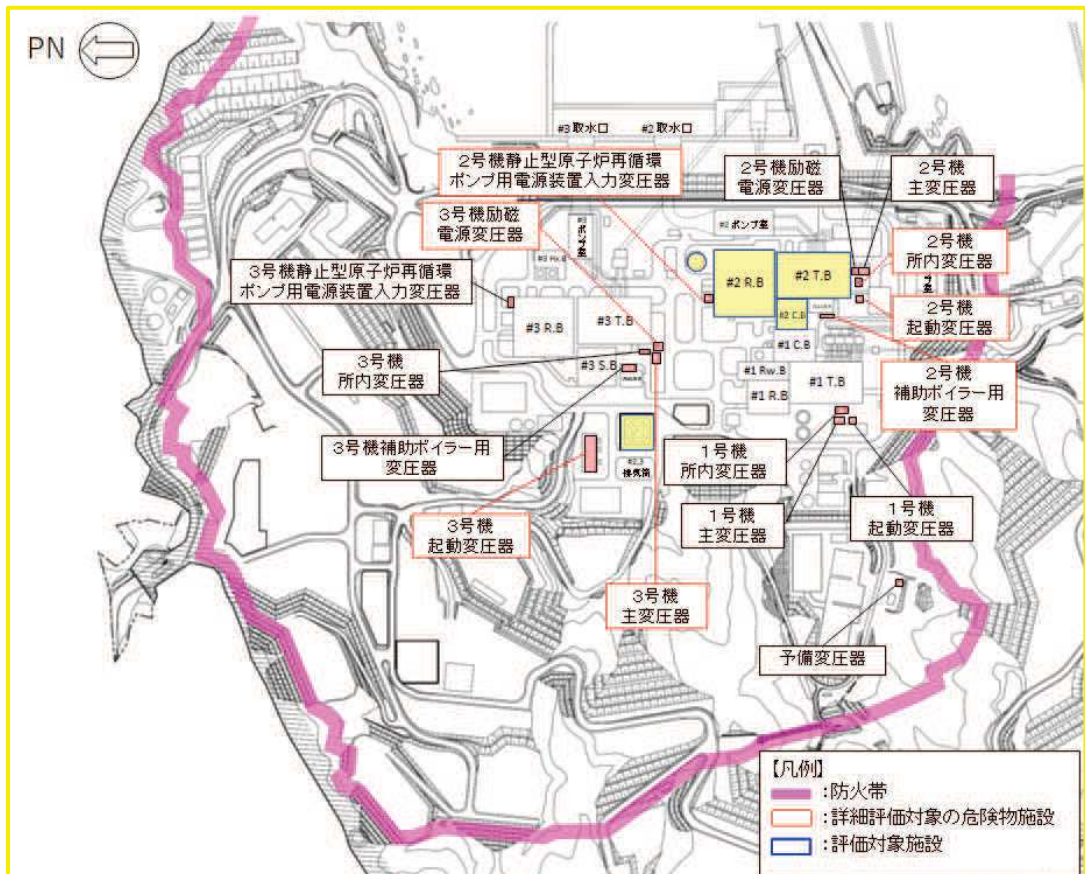
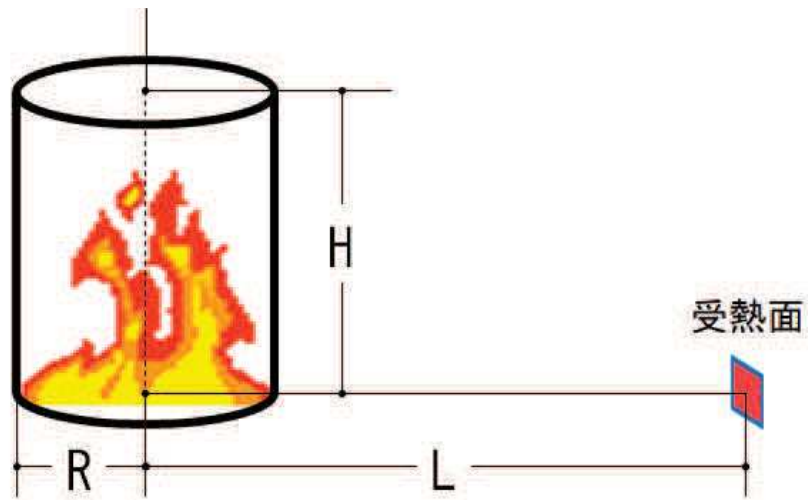


図 2.1.2-3 危険物貯蔵施設等配置図（法令に基づく届出対象ではない設備）



$H$  : 火炎高さ (m) ,  $L$  : 水平距離 (m) ,  $R$  : 燃焼半径 (m)

図 2.1.2-4 外部火災で想定する火災モデル

表 2.1.2-1 敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（法令に基づく届出対象施設）（1/2）

--

○ 2 ① VI-1-1-2-5-5 R 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2.1.2-1 敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（法令に基づく届出対象施設）（2/2）

--

網掛け箇所：評価対象となる設備

\*1：1号機補助ボイラー設備用として屋外に重油貯蔵タンクが設置されていたが、東北地方太平洋沖地震による津波により倒壊したため設備廃止。

\*2：評価に際し最大貯蔵量に加えて起動用発電機軽油タンク 5851（一般取扱所分）を加味して評価を実施。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 2.1.2-2 敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（法令に基づく届出対象ではない設備）

号機	設備名	危険物の種類	数量	詳細評価要否
共用	予備変圧器	絶縁油（重油相当）	10,000L	×（*1）
1号機	主変圧器	絶縁油（重油相当）	100,000L	×（*1）
1号機	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	48,000L	×（*1）
1号機	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	14,000L	×（*1）
2号機	主変圧器	絶縁油（重油相当）	138,000L	×（*2）
2号機	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	66,000L	○
2号機	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	15,000L	○
2号機	励磁電源変圧器	絶縁油（重油相当）	7,800L	×（*2）
2号機	補助ボイラー用変圧器	絶縁油（重油相当）	24,400L	○
2号機	静止型原子炉再循環ポンプ用 電源装置入力変圧器	絶縁油（重油相当）	6,250L	○
3号機	主変圧器	絶縁油（重油相当）	138,000L	○
3号機	起動変圧器	絶縁油（重油相当）	40,000L	○
3号機	所内変圧器	絶縁油（重油相当）	13,000L	×（*1）
3号機	励磁電源変圧器	絶縁油（重油相当）	7,400L	○
3号機	補助ボイラー用変圧器	絶縁油（重油相当）	18,000L	×（*3）
3号機	静止型原子炉再循環ポンプ 用電源装置入力変圧器	絶縁油（重油相当）	6,250L	×（*4）
共用	焼却炉用 プロパンガスボンベ	L P ガス	1,000kg	×（屋内設置）
1号機	補助ボイラー用 プロパンガスボンベ	L P ガス	400kg	×（屋内設置）
1号機	水素ガスボンベ	水素ガス	52.1556kg	×（屋内設置）
2号機	水素ガスボンベ	水素ガス	37.254kg	×（屋内設置）
3号機	水素ガスボンベ	水素ガス	26.0778kg	×（屋内設置）

\*1：より近く燃料量も大きい3号機主変圧器に包絡される。

\*2：耐火隔壁により建屋へ輻射熱が直接届かないため。

\*3：より近く燃料量も大きい3号機起動変圧器に包絡される。

\*4：燃料量が同じのため、より近い2号機静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器に包絡される。

### 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 2.1.3-1 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」における落下事故については、最大離着陸距離が発電所から空港までの距離より短いため、評価対象外とする。「航空路を巡航中」の落下事故については、女川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。「航空路を航行中」の落下事故については、評価対象航空路を飛行すると考えられる国内の定期便のうち、燃料積載量が最大の航空機を選定した。

有視界飛行方式民間航空機の落下事故については、全国の有視界飛行が可能な民間航空機のうち、燃料積載量が最大の航空機を選定した。

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、女川原子力発電所上空には、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、女川原子力発電所の近傍に松島飛行場と訓練空域間の移動経路が存在することから、自衛隊機の落下事故を評価対象とする。

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（平成 21 年 6 月 25 日原院第 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。評価対象航空機を選定結果を表 2.1.3-2 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、女川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、火災は円筒火災をモデルとし、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
《共通》		
R	m	燃焼半径
S	m <sup>2</sup>	燃焼面積（航空機の燃料タンクの投影面積）
H	m	火炎長
L	m	離隔距離
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
R <sub>f</sub>	kW/m <sup>2</sup>	火炎輻射発散度
φ	—	形態係数
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
M	kg/m <sup>2</sup> /s	質量低下速度
燃料 ρ	kg/m <sup>3</sup>	燃料密度
v	m/s	燃焼速度（=M/ρ）
《建屋》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
t	s	燃焼継続時間
C <sub>p</sub>	J/kg/K	コンクリート比熱
ρ	kg/m <sup>3</sup>	コンクリート密度
α	m <sup>2</sup> /s	コンクリート温度拡散率
λ	W/m/K	コンクリート熱伝導率

記号	単位	定義
《復水貯蔵タンク》		
$T_o$	℃	初期温度
$D_o$	m	タンク外径
$D_i$	m	タンク内径
$\rho_w$	kg/m <sup>3</sup>	水の密度
$C_{p w}$	J/kg/K	水の比熱
$\rho_s$	kg/m <sup>3</sup>	タンク壁材の密度
$C_{p s}$	J/kg/K	タンク壁材の比熱
h	m	タンク円筒高さ
e	m	タンク最小板厚
《排気筒》		
$T_o$	℃	初期温度
h	W/m <sup>2</sup> /K	熱伝達率
$\varepsilon$	—	吸収率
《原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ》		
$T_o$	℃	通常運転時の上昇温度
$A_T$	m <sup>2</sup>	受熱面積
G	kg/s	重量流量
$C_p$	J/kg/K	空気比熱

\* : 上記表中の記号T（温度）については、下付き添字“i”（壁厚さ方向の位置刻み）を使用する。

b. 温度の算出

(a) 建屋

航空機墜落による火災の外壁表面温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

(b) 復水貯蔵タンク

航空機落下による火災の復水貯蔵タンク温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

(c) 排気筒

航空機落下による火災の排気筒温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

航空機落下による火災の原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

表 2.1.3-1 落下事故のカテゴリの分類

落下事故のカテゴリ		
1) 計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時	— *1
	航空路を巡航中	①大型民間航空機
2) 有視界飛行方式民間航空機		②小型民間航空機
		③-1 空中給油機等，高高度での巡航が想定される大型固定翼機 *2
3) 自衛隊機又は米軍機	③ 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	③-2 その他の大型固定翼機，小型固定翼機及び回転翼機 *2
		④基地－訓練空域間往復時 *3

- \*1：女川原子力発電所は，仙台空港からの最大離着陸地点以遠に位置するため対象外。
- \*2：女川原子力発電所の上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域がないため，訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。
- \*3：女川原子力発電所の近傍に，基地－訓練空域間の移動経路が存在することから評価対象とする。

表 2.1.3-2 対象航空機の選定結果

分類		対象航空機	
民間航空機	①大型民間航空機	B747-400	
	②小型民間航空機	Do228-200	
自衛隊機 又は米軍機	③ 訓練空域外を飛行中	③-1 空中給油機等，高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767
		③-2 その他の大型固定翼機，小型固定翼機及び回転翼機	F-15
	④基地－訓練空域間往復時	F-2	

## 2.1.4 敷地内の危険物貯蔵施設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、敷地内の危険物貯蔵施設等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。

航空機墜落確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) 以上となる航空機墜落位置の周辺に多量の油を保有する軽油タンクがあることから、重畳火災を考慮する危険物貯蔵施設は保有量の大きい1号機軽油貯蔵タンク及び3号機軽油タンクとする。なお、2号機軽油タンクは地下構造であるため、航空機墜落の輻射熱によって直接加熱されることはないことから、重畳を想定する危険物貯蔵施設から除外する。

航空機墜落火災として想定する航空機は、熱影響の大きいF-15及びB747-400とする。

危険物貯蔵施設等の火災として想定する設備は、油保有量の大きい1号機軽油貯蔵タンク及び3号機軽油タンクとする。

火災源として、1号機軽油貯蔵タンク及び3号機軽油タンク並びにF-15及びB747-400の航空機墜落による火災の中から、外部火災の影響を考慮する施設に対する影響評価が最も厳しくなる組み合わせを選定し、重畳火災の影響を受け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貯蔵施設の位置を図2.1.4-1に示す。また、重畳評価で想定するケースについて表2.1.4-1に示す。

### (2) 評価条件

前述の「2.1.2.1(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、輻射強度等により温度を算出する。

#### a. 温度の算出

##### (a) 建屋

重畳火災の外壁表面温度等の計算方法は、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

##### (b) 復水貯蔵タンク

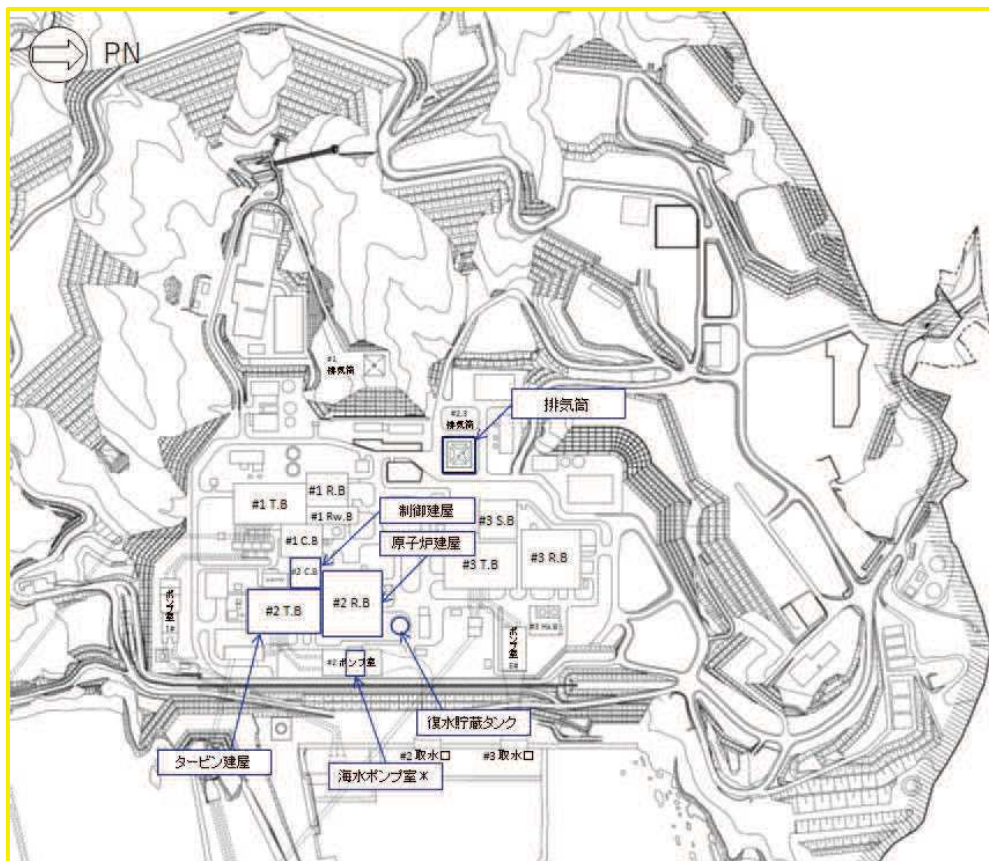
重畳火災の復水貯蔵タンク温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

(c) 排気筒

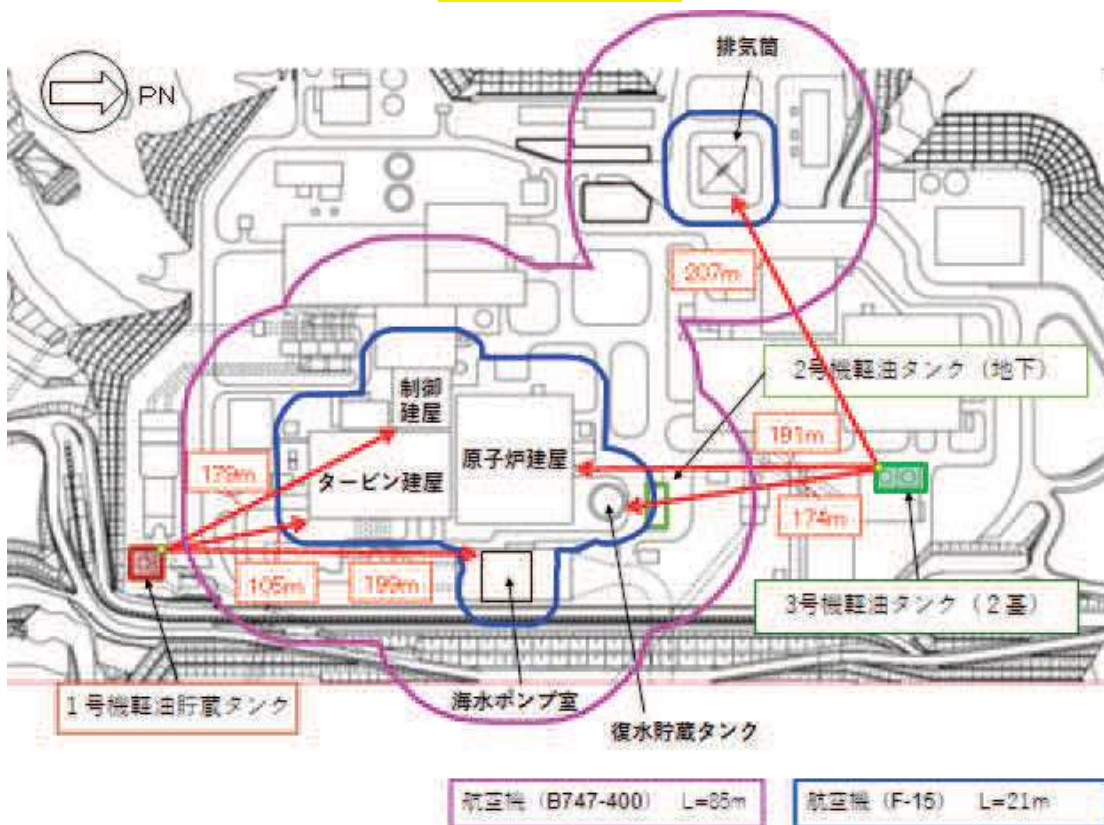
重畳火災の排気筒温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

重畳火災の原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。



(敷地全体図)



(拡大図)

図 2.1.4-1 航空機落下位置と危険物貯蔵施設の位置

表 2.1.4-1 重畳評価で想定するケース

想定ケース	評価対象施設
F-15 及び 3号機軽油タンク	原子炉建屋
	排気筒
F-15 及び 1号機軽油貯蔵タンク	制御建屋
	タービン建屋
	原子炉補機冷却海水ポンプ及び 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ
B747-400 及び 3号機軽油タンク	復水貯蔵タンク



## 2.2 発電所敷地外の火災に対する評価方針

### 2.2.1 石油コンビナート施設等の影響について

#### 2.2.1.1 火災源に対する評価方針

近隣の産業施設の火災の評価については、石油コンビナート施設等の産業施設の位置を特定する。石油コンビナート施設の位置を図 2.2.1-1 に示す。



図 2.2.1-1 石油コンビナート施設の位置  
(塩釜地区及び仙台地区と発電所の位置関係)

## 2.2.2 危険物貯蔵施設の影響について

### 2.2.2.1 火災源に対する評価方針

#### (1) 評価方針

女川原子力発電所から 10km 圏内(敷地内を除く)の危険物貯蔵施設のうち、最大貯蔵量を抽出し熱影響評価を実施する。

熱影響評価においては、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋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、10km 圏内(敷地内を除く)の最も近い場所にある危険物貯蔵施設が、10km 圏内の最大貯蔵量を保有していたと仮定して評価する。

評価に用いる危険物貯蔵施設の貯蔵量を表 2.2.2-1、評価対象施設から最も近い石油類貯蔵施設の位置を図 2.2.2-1 に示す。

#### (2) 評価条件

- a. 評価対象とする危険物貯蔵施設は 10km 圏内(敷地内を除く)における危険物貯蔵施設のうち、最大貯蔵量が女川原子力発電所に最も近い危険物貯蔵施設にあると仮定した場合を想定した。
- b. 評価対象とする危険物貯蔵施設の燃料は満載した状態を想定した。
- c. 気象条件は無風状態とした。
- d. 火災は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とした。
- e. 火災の形態は危険物貯蔵施設の全面火災とした。
- f. 火災を想定する発電所に最も近い危険物貯蔵施設(ガソリンスタンド)は地下タンク貯蔵所であり、防油堤を持たない構造であるため、燃焼面積は施設の敷地面積と等しいとした。

#### (3) 計算方法

火災源の燃焼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
《共通》		
R	m	燃焼半径
S	m <sup>2</sup>	燃焼面積
H	m	火炎長
L	m	離隔距離
E	W/m <sup>2</sup>	輻射強度
R f	kW/m <sup>2</sup>	火炎輻射発散度
φ	—	形態係数
t	s	燃焼継続時間
V	m <sup>3</sup>	燃料量
M	kg/m <sup>2</sup> /s	質量低下速度
燃料 ρ	kg/m <sup>3</sup>	燃料密度
v	m/s	燃焼速度 (=M/ρ)
《建屋》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
t	s	燃焼継続時間
C <sub>p</sub>	J/kg/K	コンクリート比熱
ρ	kg/m <sup>3</sup>	コンクリート密度
α	m <sup>2</sup> /s	コンクリート温度拡散率
λ	W/m/K	コンクリート熱伝導率
《復水貯蔵タンク》		
T <sub>0</sub>	°C	初期温度
D <sub>o</sub>	m	タンク外径
D <sub>i</sub>	m	タンク内径
ρ <sub>w</sub>	kg/m <sup>3</sup>	水の密度
C <sub>p w</sub>	J/kg/K	水の比熱
ρ <sub>s</sub>	kg/m <sup>3</sup>	タンク壁材の密度
C <sub>p s</sub>	J/kg/K	タンク壁材の比熱
h	m	タンク円筒高さ
e	m	タンク最小板厚

記号	単位	定義
《排気筒》		
$T_0$	°C	初期温度
$h$	W/m <sup>2</sup> /K	熱伝達率
$\varepsilon$	—	吸収率
《原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ》		
$T_0$	°C	通常運転時の上昇温度
$A_T$	m <sup>2</sup>	受熱面積
$G$	kg/s	重量流量
$C_p$	J/kg/K	空気比熱

\* : 上記表中の記号  $T$  (温度) については, 下付き添字 “i” (壁厚さ方向の位置刻み) を使用する。

b. 燃焼半径の算出

燃焼半径（R）を次式のとおり算出する。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

（式 2.2.2-1）

（出典：評価ガイド）

c. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間（t）の計算方法は、次式のとおり算出する。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

（式 2.2.2-2）

（出典：評価ガイド）

d. 形態係数の算出

(a) 建屋

外壁表面の温度が 200℃となる輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right]$$

（式 2.2.2-3）

危険輻射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

（式 2.2.2-4）

（出典：評価ガイド）

(b) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクの貯蔵水を使用する復水補給水系の系統最高使用温度 66℃を越えない最大の輻射強度を危険輻射強度として次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{Et \left( \frac{\pi D_o h}{2} + \frac{\pi D_o^2}{4} \right)}{\rho_w C_{pw} V + \rho_s C_{ps} \left\{ \frac{(D_o^2 - D_i^2) \pi h}{4} + 2\pi \frac{D_o^2}{4} e \right\}}$$

（式 2.2.2-5）

危険放射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

(式 2.2.2-6)

(出典：評価ガイド)

(c) 排気筒

排気筒の鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃を越えない最大の放射強度を危険放射強度として次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h}$$

(式 2.2.2-7)

危険放射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

(式 2.2.2-8)

(出典：評価ガイド)

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

ポンプ軸受の機能が維持される冷却空気の許容温度を越えない最大の放射強度を危険放射強度として次式のとおり算出する。許容温度は、原子炉補機冷却海水ポンプ上部軸受においては 40℃，原子炉補機冷却海水ポンプ下部軸受，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ上部及び下部軸受においては 55℃に設定する。

$$T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_P}$$

(式 2.2.2-9)

危険放射強度 E となる形態係数  $\phi$  を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

(式 2.2.2-10)

(出典：評価ガイド)

e. 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) を，次式のとおり算出する。

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

(式 2.2.2-11)

ただし、

$$m = \frac{H}{R} \approx 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

表 2.2.2-1 評価に用いる危険物貯蔵施設の貯蔵量

燃料の種類	貯蔵量(kl)
ガソリン	

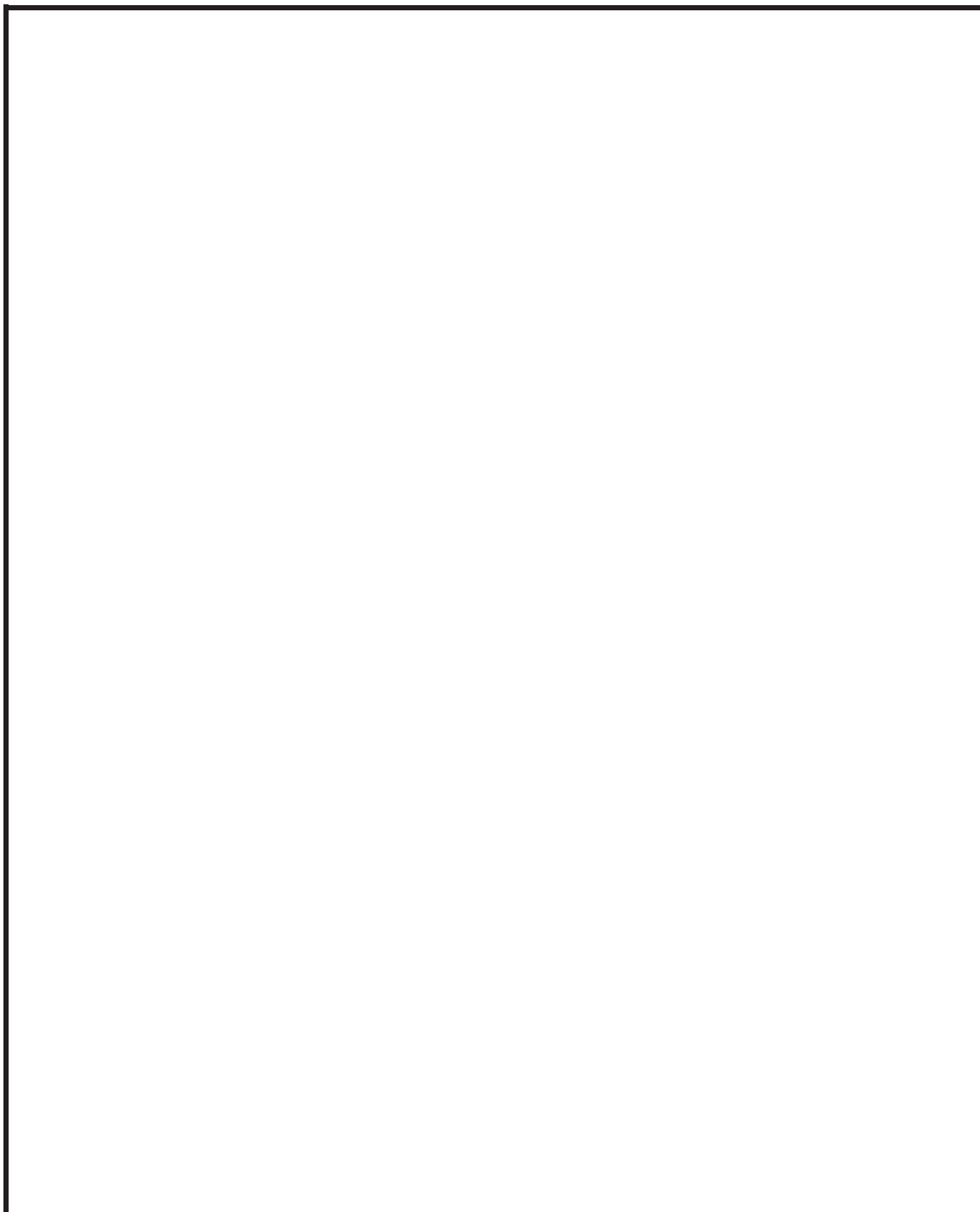
O 2 ① VI-1-1-2-5-5 R 2



図 2.2.2-1 石油類貯蔵施設の位置

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2.2.2-2 女川原子力発電所から 10km 圏内に存在する危険物貯蔵施設



○ 2 ① VI-1-1-2-5-5 R 2

\* : 敷地境界までの距離

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



## 2.2.3 発電所敷地外の高圧ガス貯蔵施設の影響について

### 2.2.3.1 火災源に対する評価方針

#### (1) 評価方針

女川原子力発電所から10km圏内(敷地内を除く)の高圧ガス貯蔵施設のうち、最大貯蔵量を抽出し熱影響評価を実施する。

ただし、表2.2.3.1-1に示すとおり、10km圏内(敷地内を除く)の最も近い場所にある高圧ガス貯蔵施設が、10km圏内の最大貯蔵量を保有していたと仮定して評価した場合でも、2号機原子炉建屋に到達する輻射熱は1号機軽油貯蔵タンク火災の輻射強度より十分小さいことから、熱影響評価上は保守的に、1号機軽油貯蔵タンクによる火災の評価にて確認する。高圧ガス貯蔵施設と1号機軽油貯蔵タンクの比較を表2.2.3.1-2に示す。熱影響評価においては、外部事象防護対象施設を内包する建屋及び建屋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。

評価対象施設から最も近い高圧ガス貯蔵施設の位置を図2.2.3.1-1に示す。

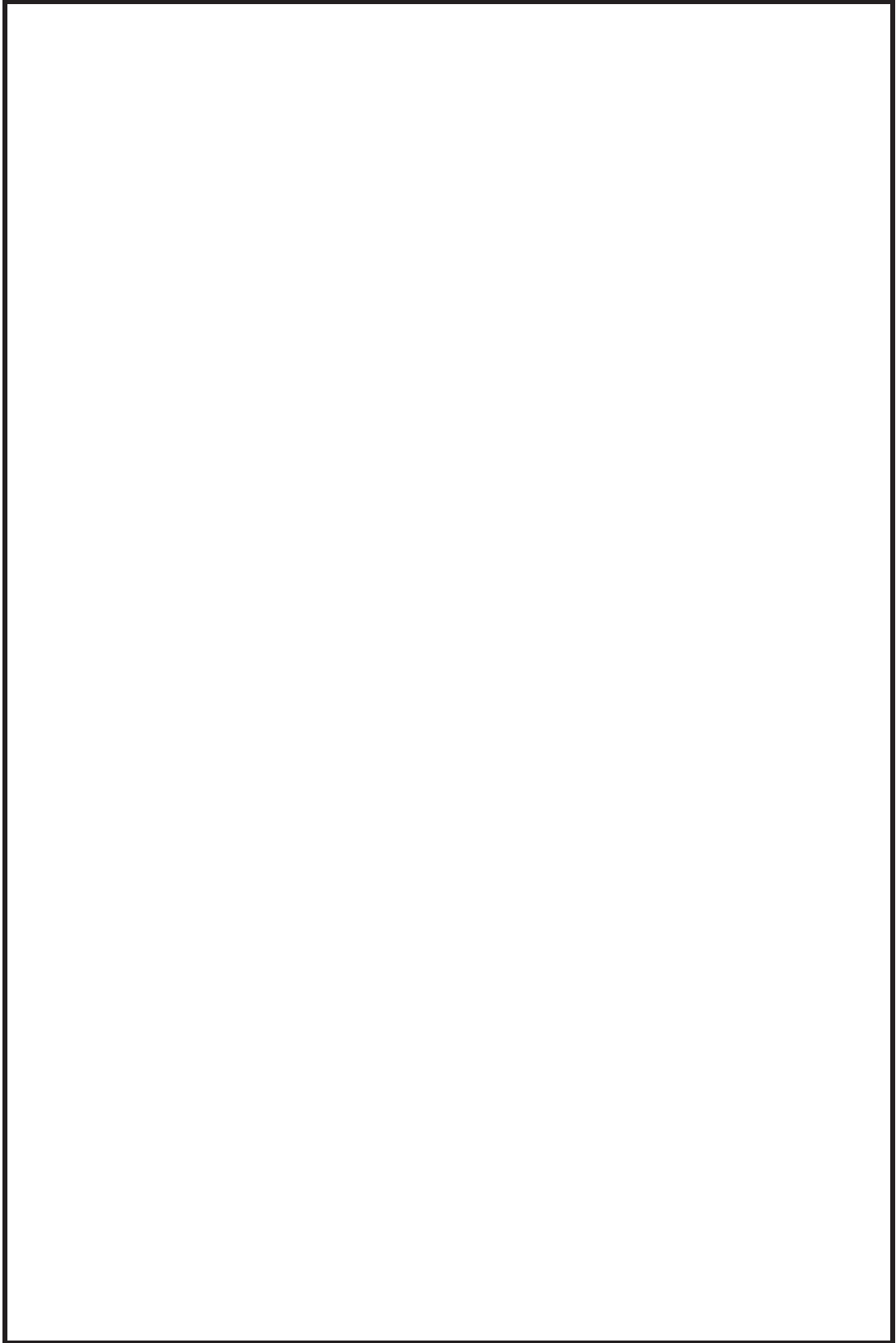
#### (2) 評価条件

前述の「2.2.2.1(2)評価条件」と同じである。

#### (3) 計算方法

前述の「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

表 2.2.3.1-1 発電所敷地外 10km 以内に存在する加圧貯蔵型のガスタンク



○ 2 ① VI-1-1-2-5-5 R 2

\* : 敷地境界までの距離

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2.2.3.1-2 敷地外高圧ガス貯蔵施設と 1 号機軽油貯蔵タンクの比較

	敷地外高圧 ガス貯蔵施設	1 号機軽油 貯蔵タンク
最大貯蔵量		620kl
離隔距離[m]	約 700	約 179
貯蔵油種	プロパン	軽油
貯蔵油種の放射発散度[W/ m <sup>2</sup> ]	74×10 <sup>3</sup>	42×10 <sup>3</sup>
形態係数	4.27×10 <sup>-4</sup>	6.62×10 <sup>-3</sup>
放射強度[W/ m <sup>2</sup> ]	31.6	278

\* : 燃焼半径を保守的に 1 号機軽油貯蔵タンクと同じ値だったとして算出している

○ 2 ① VI-1-1-2-5-5 R 2



図 2.2.3.1-1 高圧ガス貯蔵施設の位置

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2.3.2 爆発源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所敷地外 10km 以内で最大の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、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 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を評価し、外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性がある高圧ガス貯蔵施設を抽出する。抽出した高圧ガス貯蔵施設の爆発に対して、外部火災の影響を考慮する施設の危険限界距離を算出し、危険限界距離と離隔距離を比較する。高圧ガス貯蔵施設の位置を図 2.2.3.1-1 に示す。

(2) 評価条件

- a. 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。
- b. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備の設備定数 (W) を求める。その貯蔵設備の設備定数 (W) 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 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

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
W	-	設備定数
λ	m・kg <sup>-1/3</sup>	換算距離
K	m <sup>2</sup>	石油類の定数

b. 危険限界距離 (X) の算出

危険限界距離 (X) は次式のとおり算出する。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W}$$

(式 2.2.3.2-1)

2.2.3.3 ガスボンベ破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(1) 評価方針

発電所敷地外 10km 以内のうち、10km 以内に存在する高圧ガス貯蔵施設において、容器破損時における破片の最大飛散距離を評価する。発電所敷地外 10km 以内に存在する高圧ガス貯蔵施設一覧を表 2.2.3.1-1 に、評価対象となる施設を表 2.2.3.3-1 に示す。

(2) 評価条件

- a. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- b. 危険物貯蔵施設等の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。

(3) 計算方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき容器破損時における破片の最大飛散距離を算出する。

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
M	kg	破裂時の貯蔵物質量
L	m	破片の最大飛散範囲

b. 破片の最大飛散範囲の算出

破片の最大飛散範囲を次式のとおり算出する。

$$L = 90M^{0.333} \quad (\text{式 2.2.3.3-1})$$

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

表 2.2.3.3-1 評価対象施設となる施設

施設名称	ガス種類	貯蔵量	離隔距離
当社社員寮	液化石油ガス		700m

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2.4 燃料輸送車両の影響について

### 2.2.4.1 火災源に対する評価方針

#### (1) 評価方針

発電所敷地外 10 km 以内の燃料輸送車両の火災による直接的な影響を受ける外部火災の影響を考慮する施設の危険距離を算出し、危険距離と離隔距離を比較する。想定する火災源の位置を図 2.2.4.1-1 に示す。

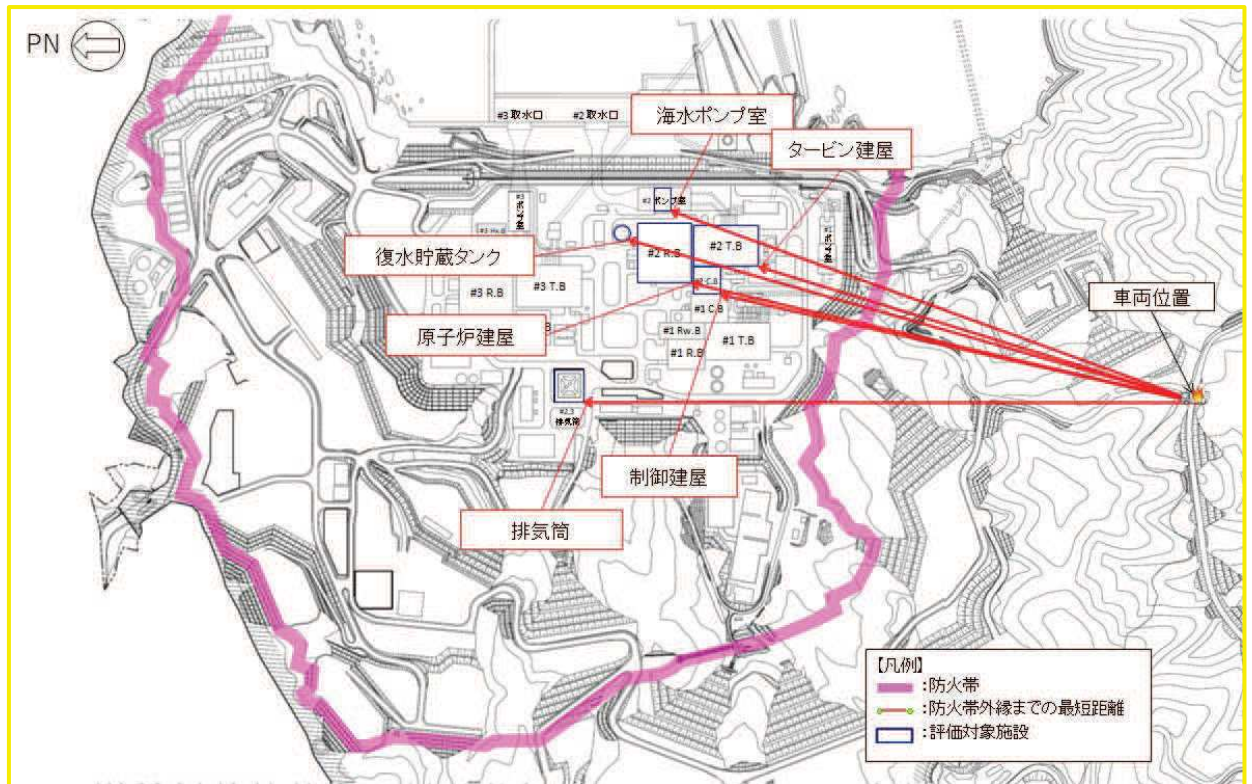
#### (2) 評価条件

- a. 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で火災を起こすものとする。
- b. 燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模（30kl）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. 輸送燃料はガソリンとする。
- e. 発電所敷地外の道路において原子炉施設に最も近い場所（牡鹿ゲート）での燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- f. 気象条件は無風状態とする。
- g. 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。

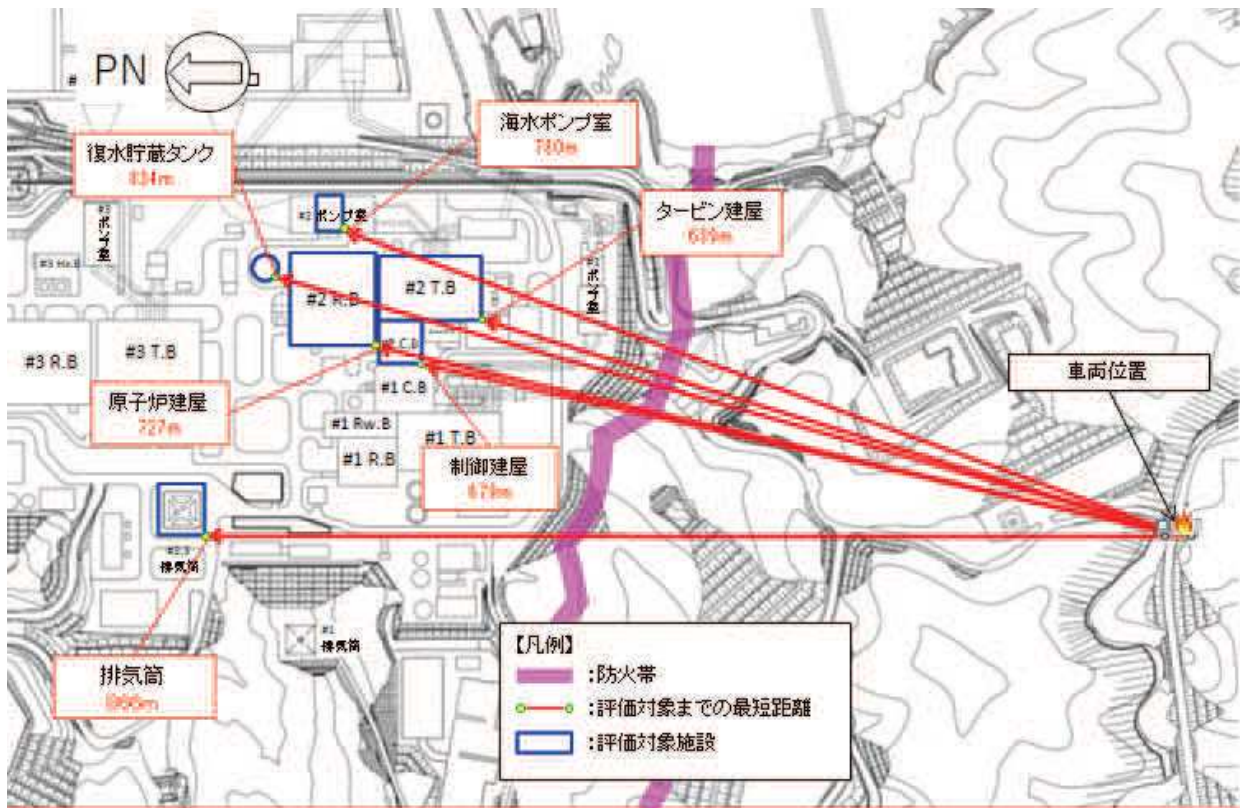
#### (3) 計算方法

前述の「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。





(敷地全体図)



(拡大図)

図 2.2.4.1-1 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

## 2.2.4.2 爆発源に対する評価方針

### 2.2.4.2.1 危険限界距離の評価

#### (1) 評価方針

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 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を評価する。想定する爆発源の位置を図 2.2.4.1-1 に示す。

#### (2) 評価条件

- a. 発電所敷地外 10km 以内の施設において最大規模の高圧ガス貯蔵施設が、発電所敷地外の道路において原子炉施設に最も近い場所（牡鹿ゲート）にて、爆発を起こした場合を想定する。
- b. 燃料貯蔵量は発電所から 10km 圏内における高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量  とする。
- c. 高圧ガス貯蔵施設は燃料を満載した状態を想定する。
- d. 貯蔵燃料は液化石油ガス（プロパン）とする。
- e. 発電所敷地外の道路において原子炉施設に最も近い場所（牡鹿ゲート）での高圧ガス漏えい、引火による高圧ガス輸送車両の爆発を想定する。
- f. 気象条件は無風状態とする。

#### (3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

##### 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
V	m <sup>3</sup>	ガスタンクの貯蔵量
λ	m/kg <sup>1/3</sup>	換算距離
ρ	t/m <sup>3</sup>	ガス密度
K	-	石油類の定数
W	-	貯蔵設備のW値
X	m	ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる距離

##### b. 危険限界距離の算出

危険限界距離の計算方法は、「2.2.3.2(3)計算方法」と同じである。



2.2.4.2.2 高圧ガス輸送車両破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(1) 評価方針

発電所から最も近い位置における高圧ガス輸送車両破損時における破片の最大飛散距離を評価する。

評価対象となる想定爆発源を表 2.2.4.2.2-1 に示す。

(2) 評価条件

- a. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- b. 高圧ガス貯蔵施設等の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。
- c. 発電所敷地外の道路において原子炉施設に最も近い場所（牡鹿ゲート）にて、爆発を起こした場合を想定する。

(3) 計算方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき容器破損時における破片の最大飛散距離を算出する。爆発場所が「2.2.4.2.1」と同じであるため、離隔距離は 639m となる。

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
M	kg	破裂時の貯蔵物質量
L	m	破片の最大飛散範囲

b. 破片の最大飛散範囲の算出

$$L = 90M^{0.333}$$

(式 2.2.4.2.2-1)

表 2.2.4.2.2-1 想定爆発源

ガス種類	燃料容器	飛来物 到達距離	離隔距離
液化石油ガス			639m

## 2.2.5 漂流船舶の影響について

### 2.2.5.1 火災源に対する評価方針

#### (1) 評価方針

発電所近辺に漂流する船舶を想定し、輻射強度が最大となる火災に対して、燃料保有量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設を内包する建屋表面温度及び屋外の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。

火災源とする船舶は、**発電所港湾施設に入港実績のある船舶の中で燃料保有量が最大である**重油運搬船を想定する。重油運搬船の位置は、カーテンウォールに接触して停止すると考えられるが、保守的に、発電所港湾道路まで乗り上げた場合における火災を想定し、外部火災の影響を考慮する施設を内包する建屋及び屋外の外部火災の影響を考慮する施設を対象に影響評価を実施する。想定する重油運搬船の位置と原子炉施設の位置を図 2.2.5.1-1 に示す。

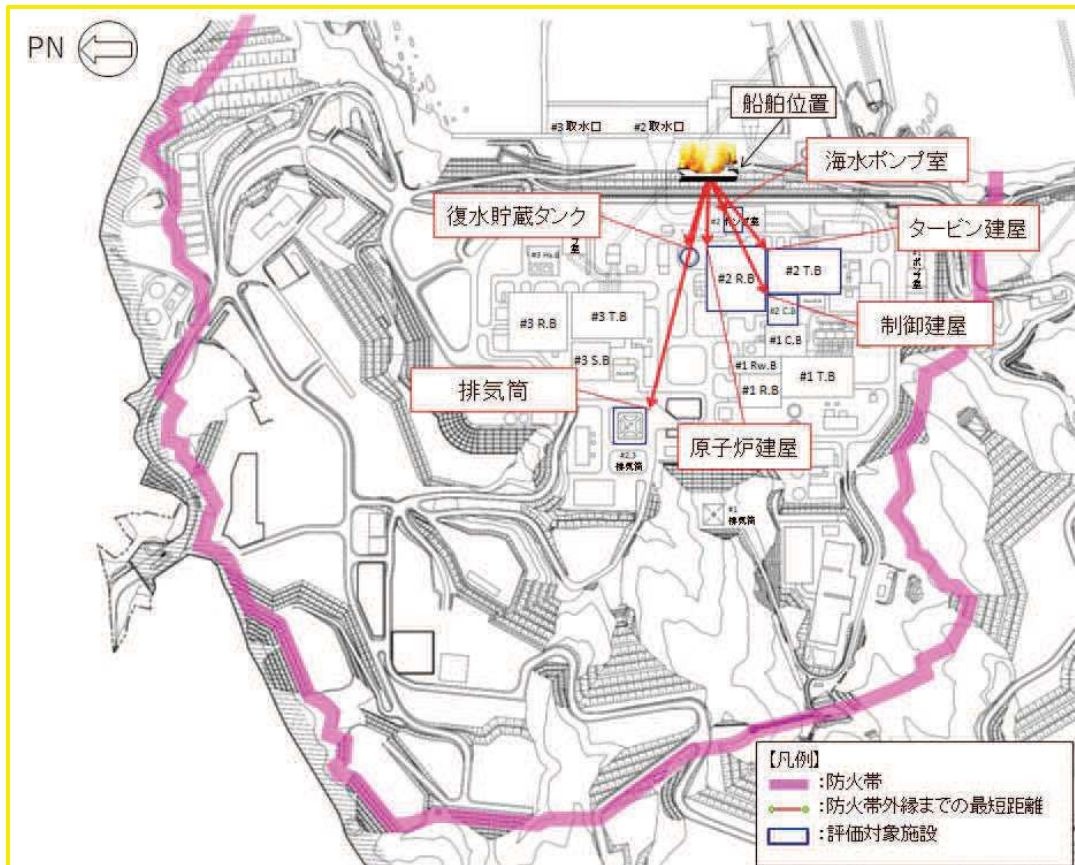
#### (2) 評価条件

- a. 燃料保有量は満載とした状態とする。
- b. 燃料は重油とする。
- c. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、漂流想定位置から外部火災の影響を考慮する施設まで最も近くなる直線距離とする。
- d. 漂流船舶の全面火災を想定する。
- e. 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。
- f. 気象条件は無風状態とする。
- g. 温度評価にあたっては保守的に防潮堤がないものとして影響評価を実施する。

#### (3) 計算方法

外部火災の影響を考慮する施設の許容温度となる危険輻射強度、火災源の船舶の全長と船幅より四角形として算出した値から求める燃焼半径、燃焼継続時間及び形態係数等を求めそれらから危険距離を算出する。

計算方法は、前述の「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。



(敷地全体図)



(拡大図)

図 2.2.5.1-1 重油運搬船火災想定位置と評価対象施設の位置関係

VI-1-1-2-5-6 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
2.2 発電所敷地外の火災に対する評価条件及び評価結果	47

1. 概要

本資料は、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条件及び評価結果について説明するものである。

外部火災の影響を考慮する施設の健全性を確認するための評価は、添付書類「VI-1-1-2-5-5 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

森林火災時の建屋及び屋外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
火炎放射発散度 (kW/m <sup>2</sup> )	反応強度の値を火炎放射発散度の値に変換したもの (建屋及び復水貯蔵タンクの評価：477 kW/m <sup>2</sup> ，排気筒の評価：367 kW/m <sup>2</sup> ，原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプの評価：408 kW/m <sup>2</sup> )
火炎長 (m)	火炎放射強度を踏まえた火炎長の値 (建屋及び復水貯蔵タンクの評価：0.43 m，排気筒の評価：1.31 m，原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプの評価：1.31 m)
火炎到達幅 (m)	到達火炎の横幅 (2300 m)

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  
危険距離の評価条件及び評価結果を示す。

(a) 建屋の評価条件及び評価結果

R (m)	H (m)	F	$\dot{F}$
0.144	0.43	8,024	34.9

W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	R <sub>f</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	I <sub>R</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
2,300	3.88	477	477

T (°C)	T <sub>i</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (W/m/K)
200	50	963	2,400	1.74

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
危険距離 (m)	16		
離隔距離 (m)	229	180	160

結果
危険距離を評価した結果、16 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(b) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

R (m)	H (m)	F	$\dot{F}$
0.144	0.43	8,024	34.9

W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	R <sub>f</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	I <sub>R</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
2,300	8.55	477	477

$D_o$ (m)	$D_i$ (m)	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_{p w}$ (J/kg/K)	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

$C_{p s}$ (J/kg/K)	T (°C)	T <sub>0</sub> (°C)	h (m)	e (m)
473	66	50	11.8	0.006

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
9	340

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



(c) 排気筒の評価条件及び評価結果

R (m)	H (m)	F	$\dot{F}$
0.437	1.31	2,634	11.5

W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	R f (kW/m <sup>2</sup> )	I <sub>R</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	ε
2,300	9.35	367	408	0.9

T (°C)	T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>2</sup> /K)
325	50	17

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
16	339

結果
危険距離を評価した結果、16 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(d) 原子炉補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

R (m)	H (m)	F	$\dot{F}$
0.437	1.31	2,634	11.5

W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	R f (kW/m <sup>2</sup> )	I <sub>R</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
2,300	3.31	408	408

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
27	18.7	40	55

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
30.6	302

結果
危険距離を評価した結果、30.6 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(e) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

R (m)	H (m)	F	$\dot{F}$
0.437	1.31	2,634	11.5

W (m)	E (kW/m <sup>2</sup> )	R f (kW/m <sup>2</sup> )	I <sub>R</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
2,300	6.54	408	408

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
32	41	55	55

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
20.6	302

結果
危険距離を評価した結果、20.6 m となり、その危険距離を上回る離隔距離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貯蔵施設等の火災

### 2.1.2.1 火災源に対する評価

危険物貯蔵施設等火災時の温度評価結果を示す。火災源に対する評価は、添付書類「VI-1-1-2-5-5 外部火災防護における評価方針」の表 2.1.2-1 に示す敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（火災源）のうち、以下を対象とする。

- ・ 1号機軽油貯蔵タンク
- ・ 3号機軽油タンク
- ・ 大容量電源装置
- ・ 2号機起動変圧器
- ・ 2号機所内変圧器
- ・ 2号機補助ボイラー用変圧器
- ・ 2号機静止型原子炉再循環ポンプ用電源装置入力変圧器（以下、「PLR-VVVF 変圧器」という。）
- ・ 3号機主変圧器
- ・ 3号機起動変圧器
- ・ 3号機励磁電源変圧器

(1) 評価条件及び評価結果

a. 1号機軽油貯蔵タンク火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	35,686	201	42	221

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	$7.53 \times 10^{-7}$

$\lambda$ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
74	200

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、74 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(b) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	35,686	179	42	279

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53×10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
80	200

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、80 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(c) タービン建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	35,686	105	42	802

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	$7.53 \times 10^{-7}$

$\lambda$ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
136	200

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果 136 °C となり，許容温度 200 °C 以下であることを確認した。

(d) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11 × 10 <sup>-5</sup>	35,686	294	42	103

T <sub>0</sub> (°C)
50

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

復水貯蔵 タンク温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	66

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果 51 °Cとなり、許容温度 66 °C以下であることを確認した。



(e) 排気筒の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	35,686	431	42	48

T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>2</sup> /K)	$\epsilon$
50	17	0.9

排気筒温度 (°C)	許容温度 (°C)
52	325

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の排気筒温度を評価した結果、52°Cとなり、許容温度325°C以下であることを確認した。

(f) 原子炉補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	35,686	199	42	224.8

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
28	40	20	55

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、上部軸受では28°C、下部軸受では20°Cとなり、許容温度以下であることを確認した。

(g) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
340	10.404	620	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	35,686	199	42	224.8

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
33	55	42	55

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、上部軸受では33°C、下部軸受では42°Cとなり、許容温度以下であることを確認した。

b. 3号機軽油タンクの火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	33,905	191	42	274

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53×10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
79	200

結果
3号機軽油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、79 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(b) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	33,905	289	42	120

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	$7.53 \times 10^{-7}$

$\lambda$ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
63	200

結果
3号機軽油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、63 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(c) タービン建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	33,905	287	42	121

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53×10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
63	200

結果
3号機軽油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、63 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(d) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	33,905	174	42	330

T <sub>0</sub> (°C)
50

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

復水貯蔵 タンク温度 (°C)	許容温度 (°C)
53	66

結果
3号機軽油タンク火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果 53 °Cとなり，許容温度 66 °C以下であることを確認した。

(e) 排気筒の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	33,905	207	42	233

T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>2</sup> /K)	$\epsilon$
50	17	0.9

排気筒温度 (°C)	許容温度 (°C)
57	325

結果
3号機軽油タンク火災時の排気筒温度を評価した結果、57°Cとなり、許容温度 325 °C以下であることを確認した。



(f) 原子炉補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	33,905	243	42	168.7

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
28	40	20	55

結果
3号機軽油タンク火災時の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、上部軸受では28°C、下部軸受では20°Cとなり、許容温度以下であることを確認した。

(g) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
380.95	11.012	660	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	33,905	243	42	168.7

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
33	55	42	55

結果
3号機軽油タンク火災時の高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、上部軸受では33°C、下部軸受では42°Cとなり、許容温度以下であることを確認した。

c. 大容量電源装置の火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	37,233	407	42	9

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53×10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	200

結果
大容量電源装置火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、51 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

## (b) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S ( $\text{m}^2$ )	R (m)	V ( $\text{m}^3$ )	燃料 $\rho$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	M ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$ )
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

$\nu$ ( $\text{m}/\text{s}$ )	t (s)	L (m)	R f ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )	E ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
$5.11 \times 10^{-5}$	37,233	447	42	7

$T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$C_P$ ( $\text{J}/\text{kg}/\text{K}$ )	コンクリート $\rho$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$\alpha$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
50	963	2,400	$7.53 \times 10^{-7}$

$\lambda$ ( $\text{W}/\text{m}/\text{K}$ )
1.74

外壁表面温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	許容温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
51	200

結果
大容量電源装置火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、51 $^{\circ}\text{C}$ となり、許容温度 200 $^{\circ}\text{C}$ 以下であることを確認した。

(c) タービン建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	37,233	479	42	7

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	$7.53 \times 10^{-7}$

$\lambda$ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	200

結果
大容量電源装置火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、51 °Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(d) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	37,233	435	42	8

T <sub>0</sub> (°C)
50

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

復水貯蔵 タンク温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	66

結果
大容量電源装置火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果 51°Cとなり、許容温度 66 °C以下であることを確認した。

(e) 排気筒の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

$\nu$ (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
$5.11 \times 10^{-5}$	37,233	206	42	33

T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>2</sup> /K)	$\epsilon$
50	17	0.9

排気筒温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	325

結果
大容量電源装置火災時の排気筒温度を評価した結果、51°Cとなり、許容温度 325 °C以下であることを確認した。

(f) 原子炉補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	37,233	502	42	5.49

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
28	40	19	55

結果
大容量電源装置火災時の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果，上部軸受では 28°C，下部軸受では 19°C となり，許容温度以下であることを確認した。



(g) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)
47.6115	3.893	90.585	860	0.044

ν (m/s)	t (s)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
5.11×10 <sup>-5</sup>	37,233	502	42	5.49

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

上部軸受		下部軸受	
冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)	冷却空気温度 (°C)	許容温度 (°C)
33	55	42	55

結果
大容量電源装置火災時の高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、上部軸受では 33°C、下部軸受では 42°C となり、許容温度以下であることを確認した。

d. 2号機起動変圧器の火災

(a) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
70	4.721	67.35	23	222

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
66	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	22,030

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
59	200

結果
2号機起動変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、59°Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

e. 2号機所内変圧器の火災

(a) タービン建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
26	2.877	7.12	23	4,416

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
15	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	13,480

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
198	200

結果
2号機所内変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、198°Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

f. 2号機補助ボイラー用変圧器の火災

(a) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
30	3.091	16.85	23	1,385

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
24.4	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	19,004

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
101	200

結果
2号機補助ボイラー用変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、101°Cとなり、許容温度200 °C以下であることを確認した。

g. PLR-VVVF 変圧器の火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
13	2.035	4.85	23	4,619

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
6.25	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	11,233

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
198	200

結果
PLR-VVVF 変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、198°Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

h. 3号機主変圧器の火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
109	5.891	87.55	23	205

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
138	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	29,581

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
59	200

結果
3号機主変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、59°Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(b) 制御建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
109	5.891	154.65	23	66

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
138	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	29,581

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
53	200

結果
3号機主変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、53°Cとなり、許容温度200°C以下であることを確認した。

(c) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
109	5.891	118.33	23	112

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
138	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	29,581

T <sub>0</sub> (°C)
50

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

復水貯蔵 タンク温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	66

結果
3号機主変圧器火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果 51°Cとなり，許容温度 66 °C以下であることを確認した。



(d) 排気筒の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
109	5.891	81.69	23	235

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
138	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	29,581

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

排気筒温度 (°C)	許容温度 (°C)
57	325

結果
3号機主変圧器火災時の排気筒温度を評価した結果、57°Cとなり、許容温度325°C以下であることを確認した。

i. 3号機起動変圧器の火災

(a) 排気筒の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
44	3.743	27.50	23	807

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
40	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	21,241

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

排気筒温度 (°C)	許容温度 (°C)
72	325

結果
3号機起動変圧器火災時の排気筒温度を評価した結果、72°Cとなり、許容温度325°C以下であることを確認した。

j. 3号機励磁電源変圧器の火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
15	2.186	79.98	23	34

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
7.4	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	11,527

T <sub>0</sub> (°C)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	α (m <sup>2</sup> /s)
50	963	2,400	7.53 × 10 <sup>-7</sup>

λ (W/m/K)
1.74

外壁表面温度 (°C)	許容温度 (°C)
52	200

結果
3号機励磁電源変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、52°Cとなり、許容温度 200 °C以下であることを確認した。

(b) 復水貯蔵タンクの評価条件及び評価結果

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (W/m <sup>2</sup> )
15	2.186	104.34	23	20

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
7.4	4.28 × 10 <sup>-5</sup>	910	0.039	11,527

T <sub>0</sub> (°C)
50

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

復水貯蔵 タンク温度 (°C)	許容温度 (°C)
51	66

結果
3号機励磁電源変圧器火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果 51 °C となり，許容温度 66 °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温度評価結果を示す。

2.1.3.1 原子炉施設に対する評価

(1) 標的面積と離隔距離の評価条件及び評価結果

分類	民間航空機		自衛隊機又は米軍機		
	①大型民間航空機	②小型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地－訓練空域間往復時
			③－1 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	③－2 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	
対象航空機	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15	F-2
墜落確率が $10^{-7}$ 回/炉×年となる標的面積 $A^{\sim}$ (km <sup>2</sup> )	0.297393	0.114706	0.456140	0.050980	0.059770
離隔距離L (m)	85	44	111	21	25
選定結果	○	×	○	○	○

○：評価対象 ×：評価対象外

\*：燃料積載量が多く、離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。

(2) 評価条件及び評価結果

a. 原子炉建屋

以下に温度の評価条件及び評価結果を示す。なお、その他の機種種の離隔距離は200m以上と長く、広範囲となる。

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
	①大型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地-訓練空域間往復時
		③-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機	③-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機	
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
S (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6	35
R (m)	14.928	11.357	3.768	3.338
Rf (kW/m <sup>2</sup> )	50	58		
E (W/m <sup>2</sup> )	2,790	1,179	3,360	1,963
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87	10.43
v (m/s)	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.039	0.051		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760	760
t (s)	6,677	5,335	4,969	4,442
T <sub>0</sub> (°C)	50			
α (m <sup>2</sup> /s)	7.53×10 <sup>-7</sup>			
C <sub>P</sub> (J/kg/K)	963			
コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	2,400			
λ (W/m/K)	1.74			

対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
外壁表面温度 (°C)	179	99	184	124
許容温度 (°C)	200			

結果
航空機墜落による火災時の外壁表面温度を評価した結果、許容温度 200 °C 以下であることを確認した。

b. 復水貯蔵タンク

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
	①大型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地－訓練空域間往復時
		③－1 空中給油機等, 高高度での巡航 が想定される大型 固定翼機	③－2 その他の大型 固定翼機, 小型 固定翼機及び 回転翼機	
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
S (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6	35
R (m)	14.928	11.357	3.768	3.338
R f (KW/m <sup>2</sup> )	50	58		
E (W/m <sup>2</sup> )	2,790	1,179	3,360	1,963
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87	10.43
v (m/s)	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.039	0.051		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760	760
t (s)	6,677	5,335	4,969	4,442
T <sub>0</sub> (°C)	50			
D <sub>0</sub> (m)	20.012			
D <sub>i</sub> (m)	20.0			
h (m)	11.8			
e (m)	0.006			
水 ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	979.9			
C <sub>p w</sub> (J/Kg/K)	4,186			
水 V (m <sup>3</sup> )	690			
タンク壁材 ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	7,860			
C <sub>p s</sub> (J/Kg/K)	473			

対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
復水貯蔵タンク 温度 (°C)	55	52	54	53
許容温度 (°C)	66			

結果
航空機墜落による火災時の復水貯蔵タンク温度を評価した結果、許容温度66°C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		
	①大型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地－訓練空域間往復時
		③－1 空中給油機等, 高高度での巡航が 想定される大型固定翼機	③－2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び 回転翼機	
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
S (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6	35
R (m)	14.928	11.357	3.768	3.338
R f (KW/m <sup>2</sup> )	50	58		
E (W/m <sup>2</sup> )	2,790	1,179	3,360	1,963
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87	10.43
v (m/s)	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.039	0.051		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760	760
t (s)	6,677	5,335	4,969	4,442
T <sub>0</sub> (°C)	50			
h (W/m <sup>2</sup> /K)	17			
ε	0.9			

対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
排気筒温度 (°C)	124	82	139	102
許容温度 (°C)	325			

結果
航空機墜落による火災時の排気塔温度を評価した結果、許容温度 325 °C 以下であることを確認した。



d. 原子炉補機冷却海水ポンプ

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
	①大型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地－訓練空域間往復時
		③－1 空中給油機等, 高高度での巡航 が想定される大型 固定翼機	③－2 その他の大型 固定翼機, 小型 固定翼機及び 回転翼機	
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
S (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6	35
R (m)	14.928	11.357	3.768	3.338
R f (KW/m <sup>2</sup> )	50	58		
E (W/m <sup>2</sup> )	2,790	1,179	3,360	1,963
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87	10.43
v (m/s)	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.039	0.051		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760	760
t (s)	6,677	5,335	4,969	4,442
上部軸受 T <sub>0</sub> (°C)	27			
下部軸受 T <sub>0</sub> (°C)	18.7			
A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	13.19			
G (kg/s)	3.32			
C <sub>P</sub> (J/kg/K)	1,008			

対象航空機		B747-400	KC-767	F-15	F-2
上部軸受	冷却空気温度(°C)	35	29	37	32
	許容温度(°C)	40			
下部軸受	冷却空気温度(°C)	27	21	29	24
	許容温度(°C)	55			

結果
航空機墜落による火災時の原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、機能維持に必要な冷却空気の許容温度以下であることを確認した。

e. 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機		
	①大型民間航空機	③訓練空域外を飛行中		④基地－訓練空域間往復時
		③－1 空中給油機等, 高高度での巡航 が想定される大型 固定翼機	③－2 その他の大型 固定翼機, 小型 固定翼機及び 回転翼機	
対象航空機	B747-400	KC-767	F-15	F-2
S (m <sup>2</sup> )	700	405.2	44.6	35
R (m)	14.928	11.357	3.768	3.338
R f (KW/m <sup>2</sup> )	50	58		
E (W/m <sup>2</sup> )	2,790	1,179	3,360	1,963
V (m <sup>3</sup> )	216.84	145.04	14.87	10.43
v (m/s)	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.039	0.051		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	840	760	760	760
t (s)	6,677	5,335	4,969	4,442
上部軸受 T <sub>0</sub> (°C)	32			
下部軸受 T <sub>0</sub> (°C)	41			
A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	1.19			
G (kg/s)	0.55			
C <sub>P</sub> (J/kg/K)	1,008			

対象航空機		B747-400	KC-767	F-15	F-2
上部軸受	冷却空気温度(°C)	35	32	35	33
	許容温度(°C)	55			
下部軸受	冷却空気温度(°C)	44	41	44	42
	許容温度(°C)	55			

結果
航空機墜落による火災時の高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果、機能維持に必要な冷却空気の許容温度以下であることを確認した。

2.1.4 敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による重畳火災

敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による重畳火災時の評価結果を示す。

(1) 評価条件

a. 敷地内危険物貯蔵施設等の火災（1号機軽油貯蔵タンク及び3号機軽油タンク）

1号機軽油貯蔵タンク及び3号機軽油タンクの評価条件は、「2.1.2.1（1）評価条件及び評価結果」と同じである。

b. 航空機墜落による火災（B747-400及びF-15）

B747-400及びF-15の評価条件は、「2.1.3.1（2）評価条件及び評価結果」と同じである。

(2) 評価結果

重畳評価の想定	評価対象施設	評価温度[°C]	許容温度[°C]
F-15 及び 3号炉軽油タンク	原子炉建屋	約 143	< 200
	排気筒	約 146	< 325
F-15 及び 1号炉 軽油貯蔵タンク	制御建屋	約 143	< 200
	タービン建屋	約 156	< 200
	原子炉補機	約 38(上部軸受)	< 40(上部軸受)
	冷却海水ポンプ	約 30(下部軸受)	< 55(下部軸受)
B747-400 及び 3号炉軽油タンク	高圧炉心スプレイ	約 36(上部軸受)	< 55(上部軸受)
	補機冷却海水ポンプ	約 45(下部軸受)	< 55(下部軸受)
B747-400 及び 3号炉軽油タンク	復水貯蔵タンク	約 58	< 66

結果

敷地内の危険物貯蔵施設等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対象施設の評価温度を算出した結果、すべての対象に対し、許容温度以下となることを確認した。

2.2 発電所敷地外の火災に対する評価条件及び評価結果

2.2.1 石油コンビナート等の火災

発電所の敷地外 10 km 以内に石油コンビナート施設が存在しないことを確認している。発電所に近い石油コンビナート地区は約 40 km の位置にある仙台地区及び塩釜地区である。

2.2.2 発電所敷地外の危険物貯蔵施設等の影響について

2.2.2.1 火災源に対する評価条件及び評価結果

(1) 建屋

建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
S (m <sup>2</sup> )			
R (m)			
H (m)			
R f (kW/m <sup>2</sup> )	58		
V (m <sup>3</sup> )			
v (m/s)	7.02 × 10 <sup>-5</sup>		
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.055		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	783		
t (s)			
L (m)	2,400	2,400	2,300
T <sub>0</sub> (°C)	50		
α (m <sup>2</sup> /s)	7.53 × 10 <sup>-7</sup>		
C <sub>p</sub> (J/kg/K)	963		
コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	2,400		
λ (W/m/K)	1.74		
E (kW/m <sup>2</sup> )	9.90		

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
危険距離 (m)	48	48	48
離隔距離 (m)	2,400	2,400	2,300

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

(2) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンク温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
		2,500	58	29.0

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
	7.02 × 10 <sup>-5</sup>	783	0.055	

T <sub>0</sub> (°C)	H (m)
50	

D <sub>0</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
18	2,500

結果
危険距離を評価した結果，18mとなり，その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(3) 排気筒

排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
		2,600	58	10.4

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
	$7.02 \times 10^{-5}$	783	0.055	

H (m)	T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>3</sup> /K)	ε
	50	17	0.9

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
47	2,600

結果
危険距離を評価した結果、47mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(4) 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプ温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
		2,400	58	3.31

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
	7.02 × 10 <sup>-5</sup>	783	0.055	

H (m)

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
27	18.7	40	55

上部危険距離 (m)	上部離隔距離 (m)	下部危険距離 (m)	下部離隔距離 (m)
99	2,400	51	2,400

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

(5) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
		2,400	58	6.54

V (m <sup>3</sup> )	v (m/s)	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
	7.02 × 10 <sup>-5</sup>	783	0.055	

H (m)

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
32	41	55	55

上部危険距離 (m)	上部離隔距離 (m)	下部危険距離 (m)	下部離隔距離 (m)
45	2,400	65	2,400

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



2.2.3 発電所敷地外の高圧ガス貯蔵施設の影響について

2.2.3.1 火災源に対する評価条件及び評価結果

前述の「2.2.2.1 火災源に対する評価条件及び評価結果」と同じである。評価結果のまとめを示す。

評価対象		評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
原子炉建屋		74	200
制御建屋		80	200
タービン建屋		136	200
復水貯蔵タンク		51	66
排気筒		52	325
原子炉補機冷却 海水ポンプ	上部軸受	28	40
	下部軸受	20	55
高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ	上部軸受	33	55
	下部軸受	42	55

結果
1号機軽油貯蔵タンク火災時の温度を評価した結果、許容温度以下であることを確認した。

2.2.3.2 爆発源に対する評価条件及び評価結果

爆発源に対する危険限界距離の評価結果を示す。

	高压ガス貯蔵施設
貯蔵ガス	液化石油ガス (プロパン)
W (-)	
K (m <sup>2</sup> )	888×1000
λ (m・kg <sup>-1/3</sup> )	14.4
X (m)	70

評価対象	離隔距離 [m]	危険限界距離 [m]
原子炉建屋	747	70
制御建屋	845	
タービン建屋	820	
原子炉補機冷却海水ポンプ	758	
高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	758	
排気筒	765	
復水貯蔵タンク	716	

結果
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0.01MPaとなる距離を評価した結果、70mとなり、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.3.3 ガスボンベ破裂時における破片の最大飛散距離の評価

発電所から最も近い位置にあるガスボンベの破裂における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果を示す。

M (kg)	L (m)

飛来物 到達距離 (m)	敷地境界まで の離隔距離 (m)
	700

結果
ガスボンベ破裂時における破損の最大飛散距離を評価した結果、最大飛散距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.4 燃料輸送車両の火災

2.2.4.1 火災源に対する評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両火災の評価結果を示す。

(1) 評価条件及び評価結果

a. 建屋

建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
S (m <sup>2</sup> )	23.8		
R (m)	2.75		
H (m)	8.25		
R f (kW/m <sup>2</sup> )	58		
V (m <sup>3</sup> )	30		
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.055		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	783		
t (s)	17,935		
L (m)	727	679	639
T <sub>0</sub> (°C)	50		
α (m <sup>2</sup> /s)	7.53 × 10 <sup>-7</sup>		
C <sub>p</sub> (J/kg/K)	963		
コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	2,400		
λ (W/m/K)	1.74		
E (kW/m <sup>2</sup> )	1.99		

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
危険距離 (m)	21	21	21
離隔距離 (m)	727	679	639

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

(2) 復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンク温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
23.8	2.75	834	58	3.73

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
30	783	0.055	17,935

T <sub>0</sub> (°C)	H (m)
50	8.25

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
15	834

結果
危険距離を評価した結果、15mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(3) 排気筒

排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

S ( $m^2$ )	R (m)	L (m)	R f ( $kW/m^2$ )	E ( $kW/m^2$ )
23.8	2.75	866	58	10.4

V ( $m^3$ )	燃料 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	M ( $kg/m^2/s$ )	t (s)
30	783	0.055	17,935

H (m)	$T_0$ ( $^{\circ}C$ )	h ( $W/m^2/K$ )	$\epsilon$
8.25	50	17	0.9

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
8	866

結果
危険距離を評価した結果、8mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(4) 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプ温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
23.8	2.75	780	58	3.31

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
30	783	0.055	17,935

H (m)
8.25

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

上部危険距離 (m)	上部離隔距離 (m)	下部危険距離 (m)	下部離隔距離 (m)
16	780	8	780

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

(5) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ温度の評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
23.8	2.75	780	58	6.54

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
30	783	0.055	17,935

H (m)
8.25

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

上部危険距離 (m)	上部離隔距離 (m)	下部危険距離 (m)	下部離隔距離 (m)
8	780	11	780

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



2.2.4.2 爆発源に対する評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両爆発の評価結果を示す。

2.2.4.2.1 燃料輸送車両による爆発源に対する評価条件及び評価結果

爆発源に対する危険限界距離の評価条件及び評価結果を示す。危険限界距離の評価条件は、前述の「2.2.3.2 爆発源に対する評価条件及び評価結果」と同じである。

評価対象	離隔距離 [m]	危険限界距離 [m]
原子炉建屋	727	70
制御建屋	679	
タービン建屋	639	
原子炉補機冷却海水ポンプ	780	
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	780	
排気筒	866	
復水貯蔵タンク	834	

結果
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0.01MPaとなる距離を評価した結果、70mとなり、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.4.2.2 高圧ガス輸送車両破裂時における破片の最大飛散距離の評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両のガスボンベ破裂時における破片の最大飛散距離評価結果を示す。

	貯蔵物質量 (kg)	最大飛散距離 (m)	離隔距離 (m)
ガスボンベ			639

結果
ガスボンベ破裂時における破損の最大飛散距離を評価した結果、最大飛散距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.5 漂流船舶の火災

2.2.5.1 火災源に対する評価

最大規模の船舶である重油運搬船について、燃料保有量及び対象までの離隔距離を勘案して、重油運搬船の火災の評価結果に示す。

(1) 重油運搬船火災に関する温度の評価条件及び評価結果

a. 建屋

評価条件及び評価結果を示す。

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
S (m <sup>2</sup> )	958.8		
R (m)	17.47		
H (m)	52.41		
R f (kW/m <sup>2</sup> )	23		
V (m <sup>3</sup> )	2242.794		
M (kg/m <sup>2</sup> /s)	0.035		
燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	900		
t (s)	60,149		
L (m)	114	189	137
T <sub>0</sub> (°C)	50		
α (m <sup>2</sup> /s)	7.53 × 10 <sup>-7</sup>		
C <sub>p</sub> (J/kg/K)	963		
コンクリート ρ (kg/m <sup>3</sup> )	2,400		
λ (W/m/K)	1.74		
E (kW/m <sup>2</sup> )	1.09		

	原子炉建屋	制御建屋	タービン建屋
危険距離 (m)	110	110	110
離隔距離 (m)	114	189	137

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

b. 復水貯蔵タンク

評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
958.8	17.47	122	23	1.11

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
2242.794	900	0.035	60,149

T <sub>0</sub> (°C)	H (m)
50	52.41

D <sub>o</sub> (m)	D <sub>i</sub> (m)	ρ <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p w</sub> (J/kg/K)	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )
20.012	20.0	979.9	4,186	7,860

C <sub>p s</sub> (J/kg/K)	h (m)	e (m)
473	11.8	0.006

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
109	122

結果
危険距離を評価した結果、109mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

c. 排気筒

評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
958.8	17.47	340	23	10.4

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
2242.794	900	0.035	60,149

H (m)	T <sub>0</sub> (°C)	h (W/m <sup>2</sup> /K)	ε
52.41	50	17	0.9

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
20	340

結果
危険距離を評価した結果、20mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

d. 原子炉補機冷却海水ポンプ

評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
958.8	17.47	71	23	3.31

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
2242.794	900	0.035	60,149

H (m)
52.41

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
13.19	3.32	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
27	18.7	40	55

上部軸受		下部軸受	
危険距離 (m)	離隔距離 (m)	危険距離 (m)	離隔距離 (m)
55	71	22	71

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

- e. 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ  
評価条件及び評価結果を示す。

S (m <sup>2</sup> )	R (m)	L (m)	R f (kW/m <sup>2</sup> )	E (kW/m <sup>2</sup> )
958.8	17.47	71	23	6.54

V (m <sup>3</sup> )	燃料 ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> /s)	t (s)
2242.794	900	0.035	60,149

H (m)
52.41

A <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )	G (kg/s)	C <sub>P</sub> (J/kg/K)
1.19	0.55	1,008

T <sub>0</sub> (上部軸受) (°C)	T <sub>0</sub> (下部軸受) (°C)	T (上部軸受) (°C)	T (下部軸受) (°C)
32	41	55	55

上部軸受		下部軸受	
危険距離 (m)	離隔距離 (m)	危険距離 (m)	離隔距離 (m)
19	71	31	71

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

VI-1-1-2-5-7 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	3

## 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（換気空調系で給気されるエリアの設置機器を含む）

##### a. 換気空調系（原子炉建屋，原子炉補機エリア，中央制御室，計測制御電源室の換気空調系）

原子炉建屋，原子炉補機エリア，中央制御室，計測制御電源室の換気空調系の給気用のファン入口にはバグフィルタが設置されている。捕集率 80%以上（J I S Z 8901 試験用紛体 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，換気空調系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，バグフィルタ差圧を監視することで検知可能である。中央制御室換気空調系については，外気取入ダンパを閉止し事故時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，換気空調系の安全機能を損なわない設計とする。

##### b. 安全保護装置

安全保護装置盤は，中央制御室に設置してある。中央制御室への外気取入経路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装置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中央制御室内に侵入した場合においては，外気取入ダンパを閉止し，事故時運転モードへの切替えを行い煙の侵入を阻止することで，安全保護装置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，安全保護装置の盤において，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，安全保護装置の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機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の吸気系統は，換気空調系の給気ルーバを介して吸気している。ディーゼル機関への外気取入経路に設置しているバグフィルタ（粒径  $2\mu\text{m}$  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，バグ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機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）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機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）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) 外気を取り込む屋外設置機器

#### a. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプ用電動機は，空気冷却器を電動機側面に設置して内部通風の熱交換により冷却する構造であり，外気を直接電動機の内部に取り込まない全閉構造であることから，ばい煙粒子が電動機内部に侵入することはなく，原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

また，外気通風部の吸込み口の金網口径が $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ ，冷却パイプ口径が $29.4\text{mm}$ であり，ばい煙粒子の粒径はこれに比べて十分に小さく，閉塞に至ることを防止することで，原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

電動機端子箱は，端子箱内部と外部（大気）に圧力差がなく，端子箱蓋はパッキンでシールし，ばい煙の侵入による短絡の発生を防止することで，原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

#### b. 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ用電動機は，外気を直接電動機内部に取り込まない外扇形の冷却方式の全閉構造であることから，ばい煙粒子が電動機内部に侵入することはなく，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

電動機端子箱は，端子箱内部と外部（大気）に圧力差がなく，端子箱蓋はパッキンでシールし，ばい煙の侵入による短絡の発生を防止することで，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ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、中央制御室換気空調系については、外気取入ダンパを閉止し、事故時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系のうち、中央制御室換気空調設備以外の換気空調系については、空調ファンを停止又はダンパを閉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、発電所西南西約 40km には石油コンビナート施設があるが、発電所周辺地域にはない。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。