

# 島根原子力発電所 2 号炉

## 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)

令和 2 年 6 月  
中国電力株式会社

## 第6条：外部からの衝撃による損傷の防止

### <目次>

1. 基本方針
  - 1.1 要求事項の整理
2. 追加要求事項に対する適合方針
  - 2.1 その他自然現象等
    - 2.1.1 設計基準上考慮すべき事象の抽出及び当該事象に対する設計方針
      - 2.1.1.1 自然現象
      - 2.1.1.2 人為事象
    - 2.1.2 自然現象の組合せ
    - 2.1.3 大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象に対する重要安全施設への考慮
  - 2.2 竜巻
    - 2.2.1 竜巻に対する防護に関して、設計上対処すべき施設を抽出するための方針
    - 2.2.2 発生を想定する竜巻の設定
      - 2.2.2.1 竜巻検討地域の設定
      - 2.2.2.2 基準竜巻の設定
      - 2.2.2.3 設計竜巻の設定
    - 2.2.3 設計荷重の設定
      - 2.2.3.1 設計竜巻荷重
      - 2.2.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重
    - 2.2.4 評価対象施設の設計方針
      - 2.2.4.1 設計方針
    - 2.2.5 竜巻随伴事象に対する評価対象施設の設計方針
    - 2.2.6 参考文献
  - 2.3 火山
    - 2.3.1 火山活動に対する防護に関して、評価対象施設を抽出するための方針
    - 2.3.2 降下火砕物による影響の選定
    - 2.3.3 設計荷重の設定
    - 2.3.4 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針
    - 2.3.5 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針
    - 2.3.6 参考文献

## 2.4 外部火災

2.4.1 外部火災に対して、設計上対処すべき施設を抽出するための方針

2.4.2 考慮すべき外部火災

2.4.3 外部火災に対する設計方針

2.4.3.1 森林火災

2.4.3.2 近隣の産業施設の火災・爆発

2.4.3.3 発電所敷地内における航空機墜落による火災

2.4.3.4 ばい煙及び有毒ガス

## 3. 外部からの衝撃による損傷の防止

別添1-1 外部事象の考慮について

別添2-1 竜巻影響評価について

別添2-2 竜巻影響評価におけるフジタモデルの適用について

別添3-1 火山影響評価について

別添4-1 外部火災影響評価について

## 4. 運用、手順能力説明資料

別添1-2 運用、手順能力説明資料（外部事象）

別添2-3 運用、手順能力説明資料（竜巻）

別添3-2 運用、手順能力説明資料（火山）

別添4-2 運用、手順能力説明資料（外部火災）

## 5. 現場確認のプロセス

別添4-3 森林火災評価に係る植生確認プロセスについて

下線は、今回の提出資料を示す。

## 2.4 外部火災

### 2.4.1 外部火災に対して、設計上対処すべき施設を抽出するための方針

#### (1) 防護対象施設の抽出

安全施設に対して、外部火災の影響を受けた場合、発電用原子炉の安全性を確保するために必要な設計上の要求機能を喪失し、安全性の確保が困難となるおそれがあることから、安全機能を有する設備について外部火災に係る防護対象施設とする。

外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。

#### (2) 外部火災による影響評価が必要となる施設の選定

外部事象防護対象施設のうち、外部火災の影響を受ける評価対象施設については、評価ガイドに基づき、建物の外側（コンクリート、鋼、扉、貫通部で形成される障壁）の熱影響に対する耐性評価を実施する。選定フロー（別添4-1添付資料1 第3-1図）に基づき抽出した施設のうち、屋内設置の外部事象防護対象施設については、内包する建物により防護するとし、評価対象施設として抽出された建物側面のコンクリート壁の温度評価を実施し、建物内の外部事象防護対象施設に影響を及ぼさないことを確認する。また、屋外の評価対象施設については、各機器について熱影響評価を実施する。

防護対象及びその防護方法を第2.4.1-1表に、火災防護の方法等の判断基準を「別添4-1 添付資料1 第3-1図」の判断フローにて示す。

その他の安全機能を有する設備は、原則防火帯により防護し、建物内の設備は建物による防護、屋外設備は代替手段等で安全機能に影響がないことを確認する。屋外に設置してあり代替手段がない設備（排気筒）については、個別に熱影響評価を実施する。

なお、防火帯による防護ができない設備は、送電線、通信線及びモニタリングポストとなるが、これらが機能喪失した場合であっても、防火帯の内側で防護する非常用ディーゼル発電機及び高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「非常用ディーゼル発電機」という。）、無線連絡設備及び可搬式モニタリングポストにより安全機能は維持される。

第 2.4.1-1 表 防護対象及び防護方法

防護対象		防護方法	評価対象施設等 <sup>※1, 2</sup>
外部事象防護対象施設	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器を内包する建物	防火帯の内側に設置 消火活動による防護手段を期待しない条件のもと，火元からの離隔距離で防護 (熱影響評価を実施)	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物
	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器に属する屋外施設		海水ポンプ <sup>※3</sup>
その他の安全施設		防火帯の内側に原則設置 屋内設備は建物による防護 屋外設備は，代替手段等で安全機能に影響がないことを確認	排気筒 <sup>※4</sup> 固体廃棄物貯蔵所 開閉所 モニタリングポスト 他

※1：破線内は評価対象施設である。

※2：非常用ディーゼル燃料貯蔵タンク，高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク及び燃料移送ポンプは地下設置であり，輻射熱が直接届かないことから熱影響を受けない。

※3：海水ポンプには，原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプがあるが，代表して原子炉補機海水ポンプの熱影響評価を実施する。

※4：排気筒は，防火帯の内側にあるが，屋外設置で代替手段がないことから，個別に熱影響評価を実施する。



第 2.4.1-1 図 発電所構内全体

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。

(3) 二次的影響（ばい煙及び有毒ガス又は爆発による飛来物等）に配慮すべき施設・機器の抽出方針

二次的影響を受ける，評価対象施設に属する施設については，空調換気系で給気されるエリアの設置機器，建物外部に開口部を有する設備，居住性への影響の観点で以下のとおり抽出する。

- ・空調換気系
- ・非常用ディーゼル発電機
- ・安全保護系
- ・中央制御室
- ・緊急時対策所

添付資料において，選定フローに基づき，評価対象施設に属する施設について，ばい煙等による影響評価対象とする系統及び機器を選定する。（別添 4-1 添付資料 1 第 3-2 図）

#### 2.4.2 考慮すべき外部火災

安全施設が外部火災（森林火災，近隣工場等の火災・爆発，航空機墜落火災等）に対して，発電用原子炉施設の安全性を確保するために想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわないよう，防火帯の設置，離隔距離の確保，建物による防護又は代替手段等によって，安全機能を損なわない設計とする。

想定する外部火災として，森林火災，近隣の産業施設の火災・爆発（発電所敷地内に設置する危険物タンク等を含む），航空機墜落による火災を選定する。外部火災にて想定する火災を第 2.4.2-1 表に示す。

また，想定される火災及び爆発の二次的影響（ばい煙等）についても，考慮する。

第 2.4.2-1 表 外部火災にて想定する火災

火災種別	考慮すべき火災
森林火災	発電所敷地外 10km 圏内に発火点を設定した島根原子力発電所に迫る森林火災
近隣の産業施設の火災・爆発	発電所敷地外 10km 圏内の石油コンビナート等の火災・爆発
	発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の火災
航空機墜落による火災	発電所敷地内への航空機落下時の火災

## 2.4.3 外部火災に対する設計方針

### (1) 輻射熱の影響に対する防護

一定の輻射強度で外壁が昇温されるものとして算出する建物（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）の表面温度をコンクリート許容温度である 200℃以下とすることで、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。（建築火災のメカニズムと火災安全設計，原田和典）

当該建物のコンクリート壁は厚く、外壁からの入熱は一定時間経過後から長時間に亘って建物内に放熱されるが、空調換気系設備による除熱により、建物内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。

「別添 4-1 添付資料 2」にて、コンクリートの許容限界温度 200℃の設定根拠について示す。

### (2) ばい煙等の影響に対する防護

外部火災による二次的影響として、ばい煙等による影響を抽出し、安全機能を損なわれるおそれがある構築物、系統及び機器として外気を取り込む区域に設置される評価対象施設を抽出した上で、第 2.4.3-1 表の分類のとおり評価を行い、必要な場合は対策を実施することで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

#### a. 空調換気系

外気を取り入れている設備として、原子炉建物附属棟空調換気系、中央制御室換気系がある。

これらの外気取入口には、袋型フィルタや平型フィルタ（粒径 2  $\mu\text{m}$  に対して、袋型フィルタは捕集効率が 80%以上、平型フィルタは捕集効率が 76%以上）を設置することにより、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙粒子については、フィルタにより侵入を阻止することで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており再循環運転が可能である中央制御室の換気系については、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行うことで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。また、それ以外の空調換気系については、空調ファンを停止し、外気取入れを遮断することで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

#### b. 非常用ディーゼル発電機

非常用ディーゼル機関の外気取入口にはフィルタ（粒径 1  $\mu\text{m}$  以上に対して 80%以上の捕集効率）を設置し、粒径 1  $\mu\text{m}$  以上のばい煙粒子が侵入しにくい設計とする。粒径 1  $\mu\text{m}$  以下のばい煙粒子については、機関内に侵入するものの、通気経路（過給機、空気冷却器）の隙間より小さく、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の安全機能を損なわない設計とする。

また、非常用ディーゼル発電機は建物外部に開口部（排気口）を有しているが、排気によりばい煙を掃気することで非常用ディーゼル発電機の安全機能を損なわない設計とする。

#### c. 安全保護系

安全保護系は、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系で給気されるエリアに設置されており、外気取入経路には平型フィルタ（粒径  $2\ \mu\text{m}$  に対して 76%以上の捕集効率）や袋型フィルタ（粒径  $2\ \mu\text{m}$  に対して 80%以上の捕集効率）を設置し、粒径  $2\ \mu\text{m}$  以上のばい煙粒子が侵入しにくい設計とする。フィルタにより捕集しきれなかったばい煙が侵入する可能性がある場合においても、空調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、安全保護系盤は、粒径  $2\ \mu\text{m}$  以下のばい煙粒子に対し、短絡が生じないようにすることにより、影響を受けない設計とする。

#### d. 火災時の有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響評価

有毒ガスの発生については、中央制御室換気系及び緊急時対策所換気空調設備における外気取入遮断時の室内に滞在する人員に対する環境劣化防止のため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、居住空間へ影響を及ぼさない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており再循環運転が可能である中央制御室換気系については、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行う。また、それ以外の空調換気系については、空調ファンを停止し、外気取入れを遮断する。

第 2.4.3-1 表 ばい煙による影響評価

分類	影響評価設備
空調換気系で給気されるエリアの設置機器	非常用ディーゼル発電機 安全保護系
建物外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機
居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所

### (3) 火災防護計画

外部火災における手順として、火災発生時の対応、防火帯の維持・管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応を適切に実施するための対策を火災防護計画に定める。

- a. 防火帯の維持・管理については、定期的な点検等の方法を火災防護計画に定め、実施する。
- b. 防火帯により森林火災が発電用原子炉施設へ影響を及ぼすことはないが、森林火災の状況に応じて防火帯付近へ予防散水を行うことについては、予防散水エリアごとに使用水源を定めるとした火災防護計画を定め、自衛消防隊長の指揮のもと自衛消防隊が実施する。
- c. ばい煙及び有毒ガス発生時の対応については、外気取入れを遮断する方法等を火災防護計画に定め、実施する。
- d. 外部火災発生時の予防散水に必要な消火対応力等を維持するため、自衛消防隊を対象とした教育・訓練を定期的実施する。

なお、体制等については、「別添 4-1 添付資料 2 2.3」にて記載している。

#### 2.4.3.1 森林火災

##### (1) 発生を想定する発電所敷地外における森林火災の想定及び影響評価

###### a. 発生を想定する発電所敷地外における森林火災の設定

###### (a) FARSITE 解析に必要な入力データ

###### (a-1) 土地利用データ

土地利用データについては現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の建物用地、交通用地等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である 100m メッシュの「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」（国土交通省データ）を用いる。

発電所周辺の建物用地、交通用地、湖沼、河川等の土地状況を実際に近い形で模擬したデータを「別添 4-1 添付資料 2 第 2.2-1 図, 第 2.2-2 図」に示す。

(a-2) 地形データ

地形データについては現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の土地の標高、地形等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である 10m メッシュの「基盤地図情報 数値標高モデル」(国土地理院データ) を用いる。

地形データのうち、傾斜度、傾斜方向については標高データから計算する。(別添 4-1 添付資料 2 第 2.2-3 図)

(a-3) 植生データ

植生データについては現地状況をできるだけ模擬するため、樹種に関する情報を有する島根県から入手した森林簿のデータを用いる。また、現地調査を実施し発電所構外及び構内の植生を反映する。

樹冠率は日照や風速への影響を考慮し、針葉樹、落葉広葉樹について、保守的な樹冠率区分を入力。「別添 4-1 添付資料 2 第 2.2-4 表」にて、樹種・林齢の設定の考え方を記載している。

(a-4) 気象データ

気象データについては起こり得る最も厳しい条件を検討するため、「鹿島地域気象観測所」及び「松江地方气象台」の過去 10 年間の気象データのうち、松江市で発生した森林火災の実績から、発生頻度が高い 3 月から 8 月の気象条件(最多風向、最大風速、最高気温及び最小湿度)の最も厳しい条件を用いる。

風向については、上記の気象データの中から最大風速における風向の出現回数を調査し、これらをもとに卓越風向を設定している。

なお、「別添 4-1 添付資料 2 2.2 (3) b. 気象条件の設定」にて、気象条件として設定する風向については、最大風速の風向きも考慮して設定していることを記載している。

(b) 評価エリア

発電所近傍の発火想定地点を 10km 以内とし、評価対象範囲は北側が海岸という発電所周辺の地形を考慮し島根原子力発電所から東側、西側及び南側に 12km 以内の範囲を対象に評価を行う。

(c) 発火点

発火点については、島根原子力発電所から直線距離 10km の間で風向及び人為的行為を考慮し、火を扱う可能性がある箇所、火災の発生頻度が高いと想定される集落部又は道路沿いのうち、森林部との境界 5 地点を設定する。

風向は最大風速記録時の風向及び卓越方向（南西，東北東）とし、火災規模に対する風向の影響を考慮し、発火点は、陸側方向（島根原子力発電所の北側が海）の島根原子力発電所の風上を選定する。

- ・発火点 1：島根原子力発電所の南西約 2 km の恵曇地区
- ・発火点 2：島根原子力発電所の南西約 1 km の県道沿い（敷地境界）
- ・発火点 3：島根原子力発電所の東約 2 km の御津地区
- ・発火点 4：島根原子力発電所の東南東約 4 km の上講武地区
- ・発火点 5：島根原子力発電所の北北東約 5 km の島根町（大芦地区）

上記の 5 つの発火点をもとに評価に必要なパラメータを算出し、パラメータごとに、より厳しい値を採用している。

森林火災の発火時刻については、日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が変化することから、これらを考慮して火線強度が最大となる時刻を設定する。具体的には日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、延焼速度・火線強度が増大することから、これらを考慮して火線強度が最大となる発火時刻を設定する。

b. 森林火災による影響評価

(a) 火災の到達時間及び防火帯幅の評価

森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）を用いて延焼速度及び火線強度を算出した上で、延焼速度をもとに発火点から防火帯までの到達時間を、火線強度をもとに防火帯幅を算出している。

・延焼速度及び火線強度の算出

ホイヘンスの原理に基づく火災の拡大モデルを用いて延焼速度（2.15m/s（発火点 2））や火線強度（4,154kW/m（発火点 1））から、発火点から火災が防火帯に到達する時間（2.3 時間（発火点 2））を算出した。

・防火帯幅の算出

FARSITE から出力される最大火線強度（4,154kW/m（発火点 1））により防火帯幅 19.5m を算出した。

(b) 危険距離の評価

影響評価に用いる火炎輻射発散度としては、発火点1～5による森林火災の熱影響としてFARSITEの出力データから最大であるケース1の火炎輻射発散度 $118\text{kW}/\text{m}^2$ （火炎輻射強度 $364\text{kW}/\text{m}^2$ ）を用いる。これに対する危険距離を算出した上で、危険距離に応じた離隔距離を確保する。

(2) 森林火災に対する設計方針

a. 熱影響に対する防護

森林火災の直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建物による防護等により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

(a) 原子炉建物、制御室建物、タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響

影響が大きい発火点1の火線強度に基づき算出する、防火帯の外縁（火炎側）から最も近くに位置する原子炉建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定する、火炎の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度を、火災時における短期温度上昇を考慮した場合のコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度（以下「コンクリート許容温度」という。）である $200^\circ\text{C}$ 以下とすることで、当該建物内の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。

コンクリート壁以外の機器搬入口等の建物内近傍には、安全機能を有する施設を設置しないこと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、「別添4-1 添付資料2 3.3」にて評価プロセスを記載している。

(b) 海水ポンプへの熱影響

影響が大きい発火点1の火線強度に基づき算出する海水ポンプへの冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である $55^\circ\text{C}$ 以下とすることで、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

なお、「別添4-1 添付資料2 3.5」にて評価プロセスを記載している。

(c) 排気筒への熱影響

影響が大きい発火点1の火線強度に基づき算出する排気筒の表面温度を、鋼材の強度が維持される保守的な温度 $325^\circ\text{C}$ 以下とすることで、排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

なお、「別添4-1 添付資料2 3.5」にて評価プロセスを記載している。

## b. 防火帯幅の設定

FARSITE から出力される最大火線強度 (4, 154kW/m (発火点 1)) により算出される防火帯幅 19.5m に対し, 約 21m の防火帯幅を確保することにより評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

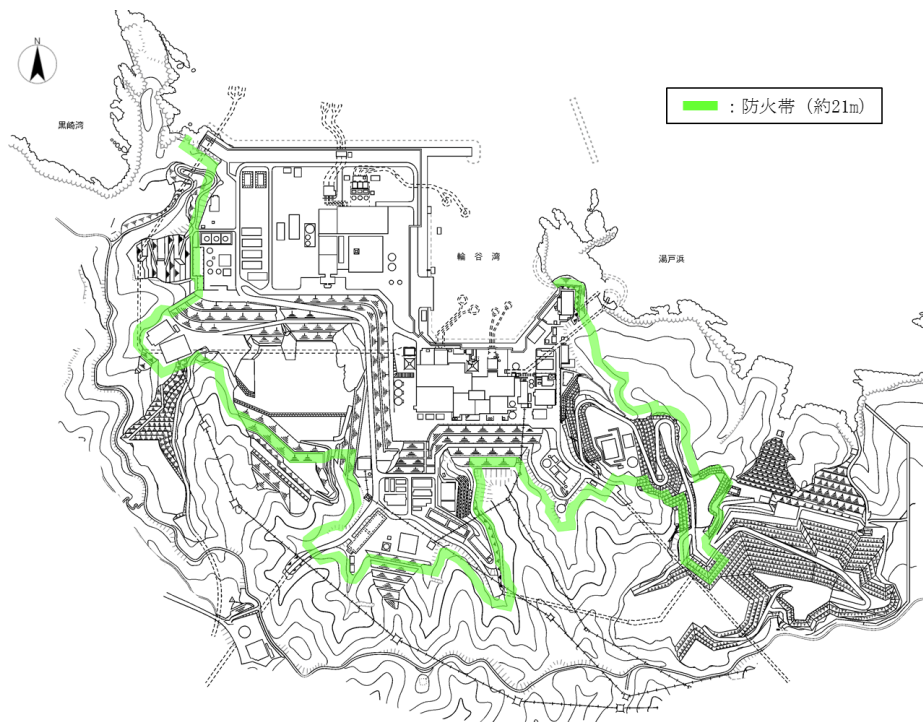
防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし, 防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

設置する防火帯について, 第 2.4.3.1-1 図に示す。

## (a) 延焼対策

FARSITE の解析によると, 火炎が防火帯に到達する時間は, 発電所敷地境界付近からの出火 (ケース 2) を想定しても 2.3 時間程度であり, これに対して, 防火帯付近への予防散水は, 敷地境界域での火災発見から約 60 分で開始可能である。

敷地外の森林から出火し, 敷地内の植生へ延焼するおそれがある場合は, 自衛消防隊が出動し, 予防散水等の延焼防止措置を行う。また, 敷地内の植生へ延焼した場合であっても, 適切な離隔距離を保っており, 発電用原子炉施設に影響せず, 安全性が損なわれることはない。



第 2.4.3.1-1 図 防火帯配置図

## 2.4.3.2 近隣の産業施設の火災・爆発

### (1) 近隣の産業施設からの火災及びガス爆発の想定及び影響評価

#### a. 近隣の産業施設による火災及びガス爆発の想定

##### (a) 火災による影響の検討

##### (a-1) 石油コンビナート施設等の影響

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を調査した結果、当該施設は存在しないことを確認している。なお、島根原子力発電所に最も近い石油コンビナート地区は南東約 120km の福山・笠岡地区及び水島臨海地区である。

##### (b-1) 危険物貯蔵施設の影響

##### (b-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地外の半径 10km の消防法及び高圧ガス保安法に基づき設置している施設を抽出し、最短距離の危険物施設（危険物貯蔵施設、高圧ガス貯蔵施設、ガスパイプライン）に最大貯蔵量があるものと仮定する。

なお、LNG 基地及び石油備蓄基地は存在しないことを確認している。発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設を第 2.4.3.2-1 図に示す。

##### (b-1-2) 火災の想定

- ・危険物貯蔵施設の貯蔵量は、危険物を満載した状態を想定する。
- ・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評価対象施設までの直線距離とする。
- ・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。
- ・気象条件は無風状態とする。

##### (c-1) 燃料輸送車両の影響

##### (c-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、非常用ディーゼル発電機の燃料を運搬するタンクローリ（30k1）とし、火災・爆発の発生場所は、車両が接近可能な発電所出入口ゲートを対象とする。

(c-1-2) 火災の想定

- ・非常用ディーゼル発電機の燃料を運搬するタンクローリ（30kl）が出入口ゲートで火災・爆発を起こすものとする。
- ・燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模とする。
- ・燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は軽油とする。
- ・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。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・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-1) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の熱影響

(d-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地内に位置している屋外の危険物タンクの火災を想定した敷地内危険物施設のうち、熱影響評価を実施する危険物施設として重油タンク、軽油タンク及び変圧器等のうち影響が最も大きいものとする。

評価対象抽出フローを第2.4.3.2-2 図に、発電所敷地内に設置している屋外の危険物タンク等を第2.4.3.2-3 図、第2.4.3.2-4 図、第2.4.3.2-1 表及び第2.4.3.2-2 表に示す。

(d-1-2) 火災の想定

- ・発電所敷地内に設置する重油タンク、軽油タンク及び主変圧器等の火災のうち、発電用原子炉施設への影響が最も大きいものを想定する。
- ・危険物タンク等の貯蔵量は、危険物を満載した状態を想定する。
- ・離隔距離は、評価上厳しくなるようタンク等の位置から評価対象施設までの直線距離とする。
- ・危険物タンク等の破損等による防油堤内の全面火災を想定する。
- ・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。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・変圧器の防火設備の消火機能等には期待しない。

なお、屋外に設置する危険物タンク等のうち、地下タンク貯蔵所は埋設しているため評価対象外とする。また、指定数量以下の危険物を貯蔵する車両等（タンクローリ）及び倉庫等は、貯蔵量が少なく、重油タンク及び軽油タンク等と発電用原子炉施設の距離に比べ離れた位置に配置しており、評価対象とした重油タンク及び軽油タンク等火災



の評価に包絡される。

(e-1) 漂流船舶の火災

(e-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、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、港湾内へ入港する船舶のうち積載量が最大の重油運搬船（積載量 1,246k1）を想定する。発電所港湾内において港湾内へ入港する最大規模の船舶に火災が発生した場合を想定し影響評価を実施する。火災の発生場所は、発電所港湾内において、発電用原子炉施設に最も近い場所とする。

(e-1-2) 火災の想定

- ・漂流船舶は、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、港湾内へ入港する船舶を想定する。
- ・漂流船舶は、港湾内に入港する船舶の中で最大の船舶（積載量 1,246k1）を想定する。
- ・漂流船舶は、燃料を満載した状態を想定する。
- ・燃料は、重油とする。
- ・離隔距離は、評価上厳しくなるよう護岸から評価対象施設までの直線距離とする。
- ・港湾内での漂流船舶の全面火災を想定する。
- ・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。
- ・気象条件は無風状態とする。

(b) ガス爆発による影響の検討

(a-1) 石油コンビナート施設等の影響

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を調査した結果、当該施設は存在しないことを確認している。なお、島根原子力発電所に最も近い石油コンビナート地区は南東約 120km の福山・笠岡地区及び水島臨海地区である。

(b-1) 危険物貯蔵施設の影響

(b-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地外の半径 10km の消防法及び高压ガス保安法に基づき設置している施設を調査した。調査した結果、評価対象施設は存在しないことを確認している。

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設を第 2.4.3.2-1 図に示す。

(c-1) 燃料輸送車両の影響

(c-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、L P ガスボンベを運搬する車両とし、火災・爆発の発生場所は、車両が接近可能な発電所出入口ゲートを対象とする。

(c-1-2) 爆発の想定

- ・ 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火災・爆発を起こすものとする。
- ・ 燃料積載量は運用上の最大値（0.5 トン）を積載した状態とする。
- ・ 輸送燃料はL P ガス（プロパン）とする。
- ・ 発電所出入口ゲートでの高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。
- ・ 気象条件は無風状態とする。

(d-1) 漂流船舶の爆発

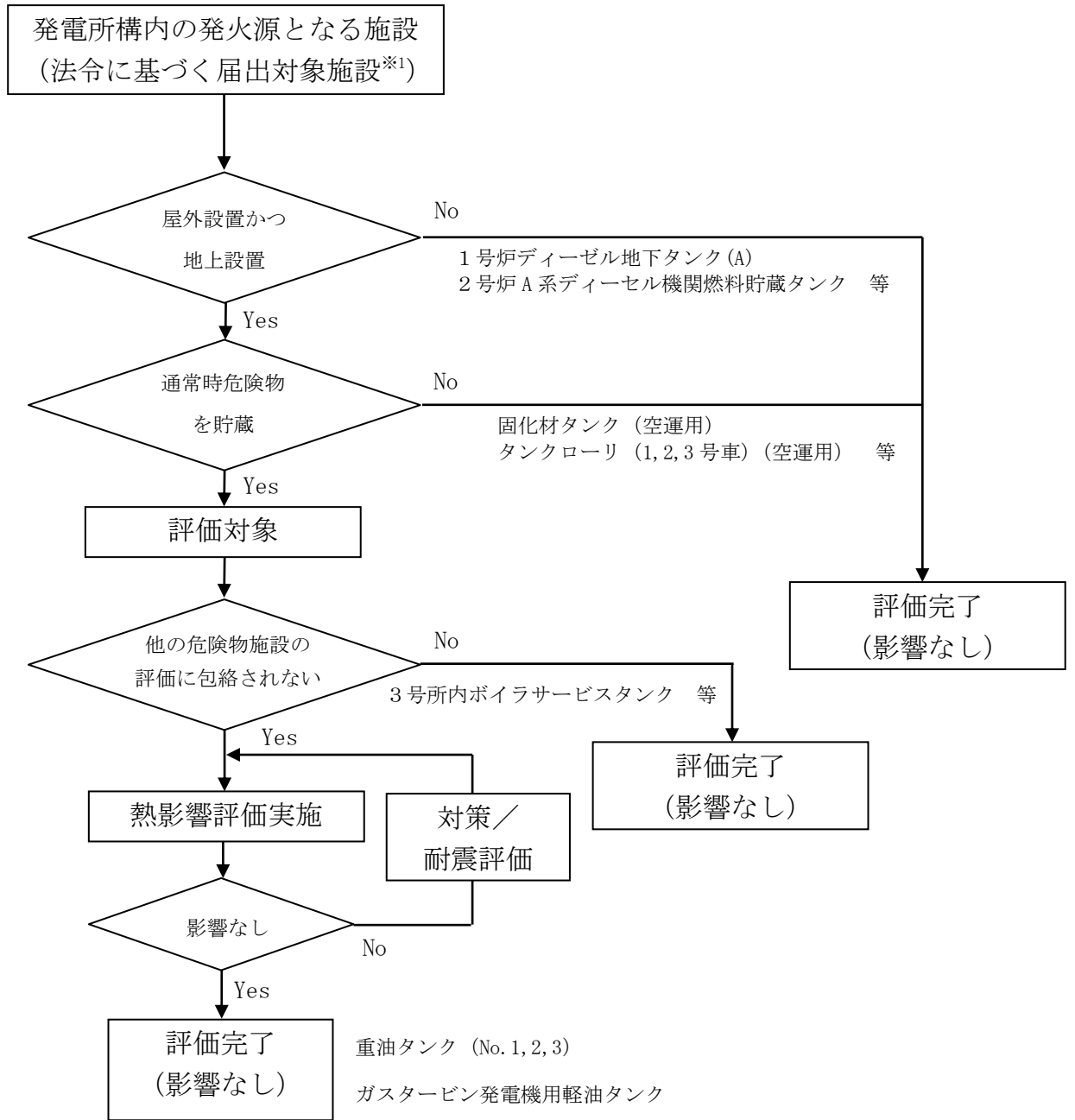
(d-1-1) 評価対象範囲

評価対象は、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、港湾内へ入港する船舶を想定するが、発電所港湾内に液化石油ガス輸送船等の爆発する危険性のある船舶が入港した実績はないことを確認している。



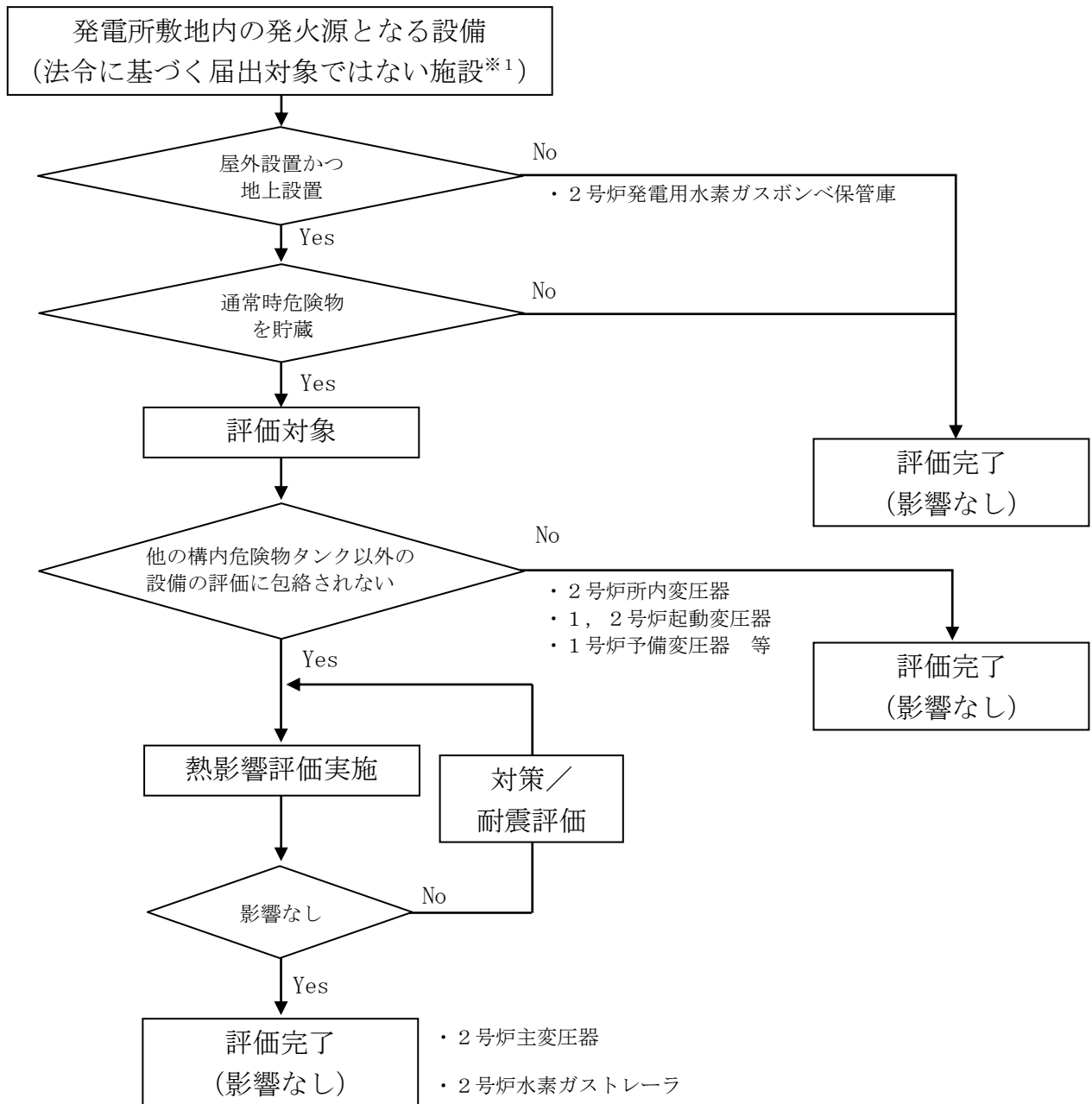
第 2.4.3.2-1 図 危険物施設等配置図

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。



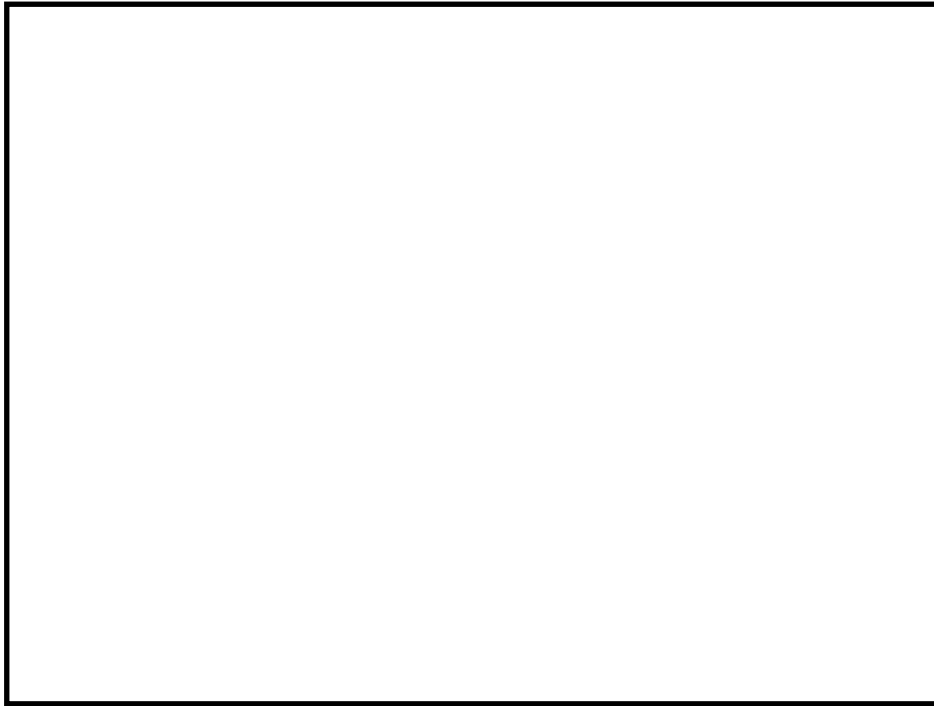
※1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設となる危険物タンク等

第2.4.3.2-2図 危険物タンク等のうち評価対象施設フロー(1/2)

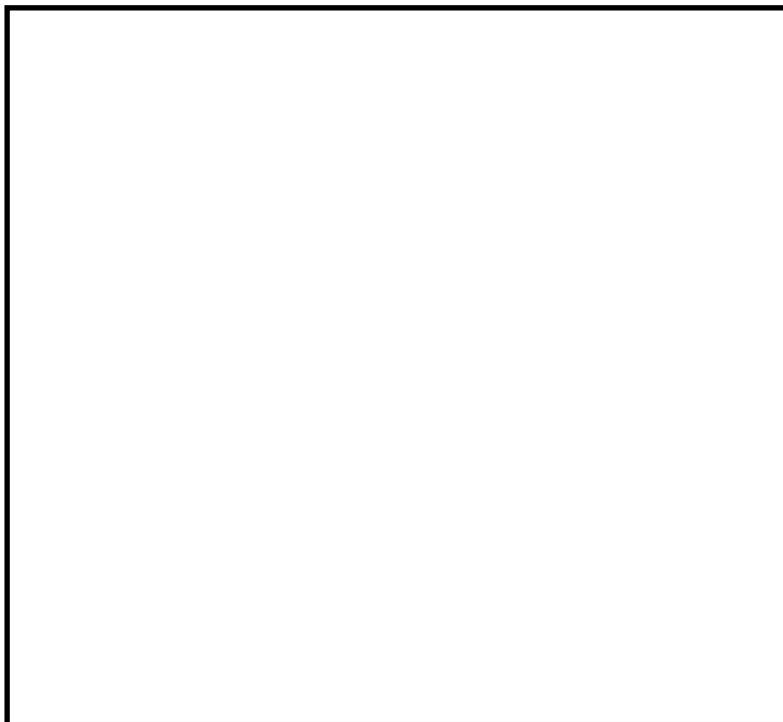


※1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設ではない変圧器等

第2.4.3.2-2図 危険物タンク等のうち評価対象施設フロー (2/2)



第 2.4.3.2-3 図 危険物タンク等配置図



第 2.4.3.2-4 図 危険物タンク等配置図（変圧器）

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。

第 2.4.3.2-1 表 危険物製造所等許可施設一覧表(1/5)

(2019年7月時点)

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
1	ディーゼル地下タンク (A)	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	46kl	× 地下
1	ディーゼル地下タンク (B)	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	46kl	× 地下
1	ディーゼル発電機 潤滑油 サンプタンク (A, B)	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	2kl×2	× 屋内
1	ディーゼル発電機 燃料小出槽 (A, B)	一般取扱所	4	第 2 石油類	軽油	490l×2	× 屋内
1	再循環ポンプMGセッ ト流体継手室 (A, B)	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	10.92kl	× 屋内
1	タービン主油タンク (A, B) 油清浄機	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	55.7kl	× 屋内
1	タービン油計量タンク						×※
2	No. 2 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第 3 石油類	重油	900kl	○
2	No. 3 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第 3 石油類	重油	900kl	○
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	4	第 2 石油類	軽油	170kl	× 地下
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	4	第 2 石油類	軽油	170kl	× 地下
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	4	第 2 石油類	軽油	170kl	× 地下
2	3 号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第 3 石油類	重油	65kl	×※
2	3 号所内ボイラ						×※
2	4 号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第 3 石油類	重油	46kl	×※
2	4 号所内ボイラ						×※
2	タービン設備	一般取扱所	4	第 4 石油類	タービ ン油	71kl	× 屋内
2	原子炉再循環ポンプ MG セット	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	15.6kl	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第 2.4.3.2-1 表 危険物製造所等許可施設一覧表(2/5)

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
2	A系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kl	× 屋内
2	B系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kl	× 屋内
2	HPCS系非常用ディーゼル	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	9kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.56kl	× 屋内
2	固化材タンク	一般取扱所	4	第2石油類	不飽和ポ リエステ ル樹脂	21.6kl	× 空運用
2	促進材タンク		4	第2石油類	ナフテン 酸コバル ト	87.11	× 屋内
2	開始材タンク		5	第二種自己 反応性物質	ケトン系 過酸化物	267.5kg	× 屋内
2	2号-ガスタービン 発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	52.68kl	×※
	2号ガスタービン 発電機用サービスタンク						
3	No.1重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kl	○
3	補助ボイラ（サービスタ ンクを含む）	一般取扱所	4	第3石油類	重油	109kl	×※
3	第3危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	潤滑油他	6.4kl	× 屋内
			4	第2石油類		1.2kl	× 屋内
			4	第3石油類		1.4kl	× 屋内
			4	第4石油類		40kl	× 屋内
3	A-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第 2.4.3.2-1 表 危険物製造所等許可施設一覧表(3/5)

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
3	B-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第 2 石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第 4 石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内
3	C-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第 2 石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第 4 石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内
3	再循環ポンプ MG セット (A,B)	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	16kl	× 屋内
3	タービン設備	一般取扱所	4	第 4 石油類	潤滑油	100kl	× 屋内
共通	第 1 危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第 1 石油類	非水溶性液体	1300l	× 屋内
					水溶性液体	600l	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	600l	× 屋内
			4	第 2 石油類	非水溶性液体	19000l	× 屋内
					水溶性液体	200l	× 屋内
			4	第 3 石油類	非水溶性液体	3000l	× 屋内
					水溶性液体	400l	× 屋内
			4	第 4 石油類	第 4 石油類	36000l	× 屋内
共通	第 2 危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第 1 石油類	非水溶性液体 (洗浄液)	3000l	× 屋内
					水溶性液体 (現像液)	800l	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	200l	× 屋内
			4	第 2 石油類	非水溶性液体 (洗い油)	1000l	× 屋内
					水溶性液体	200l	× 屋内
			4	第 3 石油類	非水溶性液体 (浸透液)	1000l	× 屋内
					水溶性液体	400l	× 屋内
			4	第 4 石油類	第 4 石油類	24000l	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。



第 2.4.3.2-1 表 危険物製造所等許可施設一覧表(4/5)

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
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	4	第 2 石油類	軽油	560k1	○
共通	タンクローリ (1 号車)	移動タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	灯油・軽油	30001	× 空運用
共通	タンクローリ (2 号車)	移動タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	灯油・軽油	30001	× 空運用
共通	タンクローリ (3 号車)	移動タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	灯油・軽油	30001	× 空運用
共通	免震重要棟ガスタービン 発電装置 2 基 燃料小出槽(4901) 2 基	一般取扱所	4	第 2 石油類	軽油	120481	× 屋内
共通	A-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	450001	× 地下
共通	B-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	450001	× 地下
共通	予備—ガスタービン 発電機 予備—ガスタービン 発電機用サービスタンク	一般取扱所	4	第 2 石油類	軽油	52.68k1	×※
2 (新設)	B1-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	100k1	× 地下
2 (新設)	B2-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	100k1	× 地下
2 (新設)	B3-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	100k1	× 地下
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク (A)	屋外タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	560k1	× 廃止
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク (B)	屋外タンク 貯蔵所	4	第 2 石油類	軽油	560k1	× 廃止

※：代表タンクの評価に包絡される。

第 2.4.3.2-1 表 危険物製造所等許可施設一覧表(5/5)

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第 1 石油類	第 1 石油類	4401	× 屋内
			4	アルコール類	エチル アルコール	21	× 屋内
			4	第 2 石油類	第 2 石油類	47001	× 屋内
			4	第 3 石油類	エンジン オイル	2001	× 屋内
			4	第 4 石油類	潤滑油	4001	× 屋内
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第 1 石油類	第 1 石油類	32801	× 屋内
			4	第 2 石油類	第 2 石油類	35001	× 屋内
共通	8m 盤一般停電用 発電機	発電設備	4	第 2 石油類	軽油	4901	×※
共通	44m 盤事務所 一般停電用発電機	発電設備	4	第 2 石油類	軽油	4901	×※

※：代表タンクの評価に包絡される。

第 2.4.3.2-2 表 1, 2 号炉の変圧器

(2019 年 7 月時点)

号炉	設備名	危険物の種類	数量	評価 要否
1	起動変圧器	絶縁油	46kl	× (※)
1	予備変圧器	絶縁油	10kl	× (※)
2	主変圧器	絶縁油	77kl	○
2	所内変圧器 (A, B)	絶縁油	20kl	× (※)
2	起動変圧器	絶縁油	24kl	× (※)

※：2号の主変圧器火災による熱影響評価に包含される。

b. 近隣の産業施設による火災及びガス爆発の評価

(a) 火災による影響の評価

(a-1) 危険物貯蔵施設の評価

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設の火災による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施する。具体的な計算条件等は「別添 4-1 添付資料 3 3.1」にて記載している。

(a-2) 燃料輸送車両の評価

発電所敷地外 10km 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評価対象施設への影響評価を実施する。

具体的な計算条件等は「別添 4-1 添付資料 4 2.」にて記載している。

(a-3) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の評価

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施する。

具体的な計算条件等は「別添 4-1 添付資料 6 2.」にて記載している。

(a-4) 漂流船舶の評価

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、発電所敷地外で発生する漂流船舶を選定し、船舶の燃料量と評価対象施設との離隔距離を考慮して、輻射強度が最大となる火災を設定し、直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施する。

具体的な計算条件等は「別添 4-1 添付資料 5 2.」にて記載している。

(b) ガス爆発による影響の評価

(b-1) 燃料輸送車両の評価

発電所敷地外 10km 以内の燃料輸送車両の爆発による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施する。

具体的な計算条件等は「別添 4-1 添付資料 4 3.」にて記載している。

(2) 想定される近隣の産業施設の火災・爆発に対する設計方針

a. 火災に対する設計方針

(a) 危険物貯蔵施設の影響

(a-1) 原子炉建物，制御室建物，タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し，危険物貯蔵施設から各建物までの離隔距離を必要とされる危険距離（63m）以上確保することにより，当該建物内の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。

「別添 4-1 添付資料 3 3.1」に評価結果を示す。

(a-2) 海水ポンプへの熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し，危険物貯蔵施設から海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（56m）以上確保することにより，海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 3 3.1」に評価結果を示す。

(a-3) 排気筒への熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し，危険物貯蔵施設から排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（38m）以上確保することにより，排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 3 3.1」に評価結果を示す。

(b) 燃料輸送車両の影響

(b-1) 原子炉建物，制御室建物，タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から各建物までの離隔距離を必要とされる危険距離（10m）以上確保することにより，当該建物内の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。

「別添 4-1 添付資料 4 2.」にて評価結果を示す。

(b-2) 海水ポンプへの熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（9m）以上確保することにより，海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 4 2.」にて評価結果を示す。

(b-3) 排気筒への熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し、燃料輸送車両から排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（6m）以上確保することにより、排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 4 2.」にて評価結果を示す。

(c) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の熱影響

(c-1) 原子炉建物，制御室建物，タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響

主変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $4.26 \times 10^3 \text{W/m}^2$ ）で外壁が昇温されるものとして算出するタービン建物（垂直外壁面及び天井スラブから選定する、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート許容温度である  $200^\circ\text{C}$  以下とすることで、当該建物内の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。

「別添 4-1 添付資料 6 3.」にて評価結果を示す。

(c-2) 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプ近傍に位置し最も影響が大きい主変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $1.39 \times 10^3 \text{W/m}^2$ ）で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして算出する冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である  $55^\circ\text{C}$  以下とすることで、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 6 3.」にて評価結果を示す。

(c-3) 排気筒への熱影響

主変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $6.49 \times 10^1 \text{W/m}^2$ ）で鋼材が昇温されるものとして算出する排気筒の表面温度を鋼材の制限温度である  $325^\circ\text{C}$  以下とすることで、排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 6 3.」にて評価結果を示す。

(d) 漂流船舶の火災・爆発

(d-1) 原子炉建物，制御室建物，タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響

想定される重油運搬船の火災による輻射の影響に対し、重油運搬船から各建物までの離隔距離を必要とされる危険距離（35m）以上確保することにより、当該建物内の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。

「別添 4-1 添付資料 5 2.」に評価結果を示す。

(d-2) 海水ポンプへの熱影響

想定される重油運搬船の火災による輻射の影響に対し、重油運搬船から海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離 (28m) 以上確保することにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 5 2.」に評価結果を示す。

(d-3) 排気筒への熱影響

想定される重油運搬船の火災による輻射の影響に対し、重油運搬船から排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離 (17m) 以上確保することにより、排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 5 2.」に評価結果を示す。

b. ガス爆発に対する設計方針

(a) 燃料輸送車両

想定される燃料輸送車両のガス爆発による爆風圧に対して、発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの離隔距離を必要とされる危険限界距離 (44m) 以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 4 3.」に評価結果を示す。

また、想定される燃料輸送車両のガス爆発による飛来物の影響に対して、発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの離隔距離を、「石油コンビナート防災アセスメント指針」に基づき算出する破片の最大飛散距離 (713m) 以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 4 4.」に評価結果を示す。

2.4.3.3 発電所敷地内における航空機墜落による火災

(1) 発生を想定する発電所敷地内における航空機墜落による火災の設定及び影響評価

a. 航空機墜落による火災の想定

(a) 評価対象範囲

評価対象範囲は、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発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、島根原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を大型民間航空機 (離着陸時)、大型民間航空機、小型民間航空機、空中給油機等、その他の機種に分類し、それぞれの機種の落下確率の合計が

$10^{-7}$ [回/炉・年]となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を算出する。

その上で、選定された航空機ごとの燃料積載量と落下地点から安全施設までの距離をもとに、輻射強度が最大となる航空機の種類を特定し、その落下による火災を想定している。

なお、落下実績がない航空機については、保守的に落下実績を0.5件としている。

具体的な算出方法、落下事故データ等については、「別添4-1 添付資料7 2.」にて記載している。

(a-1) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳

航空機墜落による火災が発生した場合に、危険物タンク火災との重畳を考慮する。

(b) 火災の想定

以下の火災の想定を踏まえ、航空機落下事故の発生状況や機種による飛行形態の違いに関する最新の知見をもとに、航空機を種類別に分類し、その種類ごとに燃料積載量が最大の航空機を選定している。

- ・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。
- ・航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- ・航空機の落下によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・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。

b. 航空機墜落による火災の影響評価

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、航空機墜落による火災についてカテゴリごとに選定した航空機を対象に、直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施する。

具体的な評価方法は「別添4-1 添付資料7 2.」にて記載している。

(2) 航空機墜落等による火災に対する設計方針

a. 航空機墜落による火災

- (a) 原子炉建物、制御室建物、タービン建物及び廃棄物処理建物への熱影響
- 落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 ( $1,837\text{W/m}^2$ ) で外壁が昇温されるものとして算出する各建物（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）の表面温度をコンクリート許容温度である  $200^\circ\text{C}$ 以下とすることで、当該建物内の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。

「別添 4-1 添付資料 2」にコンクリートの許容限界温度 200℃の設定根拠を、「別添 4-1 添付資料 7 2.」に評価結果を示す。

(b) 海水ポンプへの熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 (1,837W/m<sup>2</sup>) で、海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして算出する冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である 55℃以下とすることで、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 2」に海水ポンプの許容温度 55℃の設定根拠を、「別添 4-1 添付資料 7 2.」に評価結果を示す。

(c) 排気筒への熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 (1,837W/m<sup>2</sup>) で昇温されるものとして算出する排気筒の表面温度を、鋼材の強度が維持される温度である 325℃以下とすることで、排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 2」に排気筒の許容限界温度 325℃の設定根拠を、「別添 4-1 添付資料 7 2.」に評価結果を示す。

b. 航空機墜落による火災と敷地内危険物タンク火災の重畳

評価対象施設のうち、原子炉建物は、航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳を考慮する。

(a) 原子炉建物への熱影響

航空機墜落による火災のうち評価結果が最も厳しい大型民間航空機の B747-400 と、敷地内危険物タンク等の火災のうち評価結果が最も厳しいガスタービン発電機用軽油タンクについて、同時に火災が発生した場合を想定し、火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 (1,910W/m<sup>2</sup>) で外壁が昇温されるものとして算出する建物(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)の表面温度を、コンクリート許容温度である 200℃以下とすることで、原子炉建物の安全機能を損なわない設計とする。

「別添 4-1 添付資料 7 2.」に評価結果を示す。



#### 2.4.3.4 ばい煙及び有毒ガス

##### (1) 二次的影響の検討

火災に伴い発生を想定する二次的影響として、ばい煙及び有毒ガスによる影響を抽出している。

外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、空調換気系の外気取入口から建物内に侵入する可能性は低い。ここでは、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建物内に侵入することを想定し、評価を行う。

なお、主要道路、鉄道路線、一般航路及び石油コンビナート施設等は、島根原子力発電所から離隔距離が確保されており、危険物を積載した車両及び船舶を含む事故等による島根原子力発電所への有毒ガスを考慮する必要はない。

##### (2) 具体的な二次的影響

ばい煙の影響が想定される設備として、設備内にばい煙を含んだ外気を取り込む可能性のある機器、煙や埃に対して脆弱な設備、建物外部に開口部を有する設備について影響評価を実施する。また、建物内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気を取り込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。

ここでは、二次的影響を受ける、評価対象施設に属する施設を以下のとおり抽出する。

- ・空調換気系
- ・非常用ディーゼル発電機
- ・安全保護系
- ・中央制御室
- ・緊急時対策所

##### (3) 火災の影響評価判断の考え方

###### a. 二次的影響による評価

二次的影響に対する設計として、外気を取り入れる評価対象施設については、ばい煙に対して、フィルタにより一定以上の粒径ばい煙粒子を捕獲等することにより、安全機能を損なわないような設計とする。

###### (a) 空調換気系

外気を取り入れている空調系統として、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系がある。

これらの空調換気系の外気取入経路には、袋型フィルタや平型フィルタ（粒径  $2\ \mu\text{m}$  に対し、袋型フィルタは除塵効率が 80%以上、平型フィルタは除塵効率が 76%以上）を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はフィルタにより侵入を阻

止できる。

上記系統のうち、外気取入ダンパを設置し再循環運転が可能である中央制御室換気系については、ばい煙の侵入が想定される場合には、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行うことにより、ばい煙の侵入を阻止できる。

それ以外の空調換気系については、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

(b) 非常用ディーゼル発電機

非常用ディーゼル発電機は、空調換気系で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

フィルタ（粒径  $1\ \mu\text{m}$  に対して、80%以上を捕獲する性能）の入口と出口間の差圧を検知できる差圧感知計を監視し、差圧が上昇しフィルタが目詰まりした場合はフィルタの交換が可能である。

なお、非常用ディーゼル機関は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内にばい煙が流入し、機関燃焼を阻止することが考えられるが、非常用ディーゼル機関への外気取入経路にはフィルタを設置していることから、一定以上の粒径のばい煙粒子が捕獲され、フィルタにより捕集されなかったばい煙粒子が機関内へ送気される。フィルタでは、粒径が数  $\mu\text{m}$  程度の粒子が捕集され、それ以下のばい煙が機関内に送気されるが、シリンダまでの通気流路（過給機、空気冷却器等）の隙間より小さいことから閉塞に至ることはない。また、通常運転においても燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。

(c) 安全保護系

安全保護系は、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系で給気されるエリアに設置されており、外気取入経路には平型フィルタ（粒径  $2\ \mu\text{m}$  に対して76%以上を捕獲する性能）や袋型フィルタ（粒径  $2\ \mu\text{m}$  に対して80%以上を捕集する性能）を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止することが可能である。フィルタにより捕集しきれ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ことが可能である。また、フィルタにより捕集しきれなかったばい煙等が中央制御室内に侵入する可能性がある場合、及び中央制御室内においてばい煙等が流入したことを煙や異臭で確認した場合等は、当直長の指示により、再循環運転モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない。

b. 火災時の有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響評価

有毒ガスの発生については、中央制御室換気系及び緊急時対策所換気空調設備における外気取入遮断時の室内に滞在する人員に対する環境劣化防止のため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施し、又は、離隔を確保する等により、居住空間へ影響を及ぼさない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており再循環運転が可能である中央制御室換気系については、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行う。また、それ以外の空調換気系については、空調ファンを停止し、外気取入れを遮断する。

「別添 4-1 添付資料 8 3.」に評価結果を示す。

c. 延焼対策

FARSITE の解析によると、火炎が防火帯に到達する時間は、発電所敷地境界付近からの出火（ケース 2）を想定しても、2.3 時間程度であり、これに対して、防火帯付近への予防散水は、敷地境界域での火災発見から約 60 分で開始可能である。

敷地外の森林から出火し、敷地内の植生へ延焼するおそれがある場合は、自衛消防隊が出動し、予防散水等の延焼防止措置を行う。また、敷地内の植生へ延焼した場合であっても、適切な離隔距離を保持しており、発電用原子炉施設に影響せず、安全性が損なわれることはない。

森林火災等により発電所敷地付近まで延焼した際の飛び火等による発電所敷地内への延焼対策については、火災防護計画に火災発生時の対応、防火帯の維持・管理等を適切に実施するための対策を定める。

島根原子力発電所 2 号炉  
外部火災影響評価について

第6条：外部からの衝撃による損傷の防止  
(外部火災)

目 次

1. 基本方針
  - 1.1 基本事項
  - 1.2 想定する外部火災
  - 1.3 防護対象施設
  
2. 火災の影響評価
  - 2.1 森林火災
  - 2.2 近隣の産業施設の火災・爆発
  - 2.3 航空機墜落による火災
  - 2.4 二次的影響の評価

添付資料

1. 外部火災影響評価対象の考え方について
2. 森林火災による影響評価について
3. 石油コンビナート等の火災・爆発について
4. 燃料輸送車両の火災・爆発について
5. 漂流船舶の火災・爆発について
6. 敷地内における危険物タンクの火災について
7. 島根原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について
8. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

<概要>

1. において、想定する外部火災及び評価内容を整理するとともに、外部火災からの防護対象施設を整理する。
2. において、想定する外部火災の影響評価結果について説明する。

## 1. 基本方針

### 1.1 基本事項

原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）又は人為事象（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならないとされている。

このため、「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。）に基づき、外部火災影響評価を行い、外部火災により、発電用原子炉施設へ影響を与えないこと及び島根原子力発電所敷地外で発生する火災の二次的影響に対する適切な防護対策が施されていることを評価する。

### 1.2 想定する外部火災

設置許可基準規則第6条において、敷地及び敷地周辺から想定される自然現象又は人為事象として森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発、飛来物（航空機落下）を挙げている。

このことから、想定する外部火災は以下のとおりとする。

- (1) 森林火災
- (2) 近隣の産業施設の火災・爆発
- (3) 航空機墜落による火災

また、具体的な評価内容等については、以下のとおりである。

第 1.2-1 表 外部火災評価内容

火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目
森林火災	発電所敷地外 10 km 圏内に発火点を設定した島根原子力発電所に迫る森林火災	・森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) を用いた森林火災評価 ・森林火災評価に基づく防護対象施設の熱影響評価	・火炎到達時間評価 ・防火帯幅評価 ・熱影響評価 ・危険距離評価
近隣の産業施設の火災・爆発	発電所敷地外 10 km 圏内の石油コンビナート等の火災・爆発	・発電所敷地外の石油コンビナート等の火災・爆発を想定した危険距離及び危険限界距離評価	・危険距離評価 ・危険限界距離評価
	発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の火災	・発電所敷地内の危険物貯蔵設備火災による熱影響評価	・熱影響評価
航空機墜落による火災	発電所敷地内への航空機落下時の火災	・落下を想定する航空機に相当する火災を想定した防護対象施設の熱影響評価	・熱影響評価

### 1.3 防護対象施設 (添付資料-1)

設置許可基準規則第 6 条における安全施設とは、「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」で規定されているクラス 1、クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物、系統及び機器 (以下「安全重要度分類のクラス 1、クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物、系統及び機器」という。)とする。

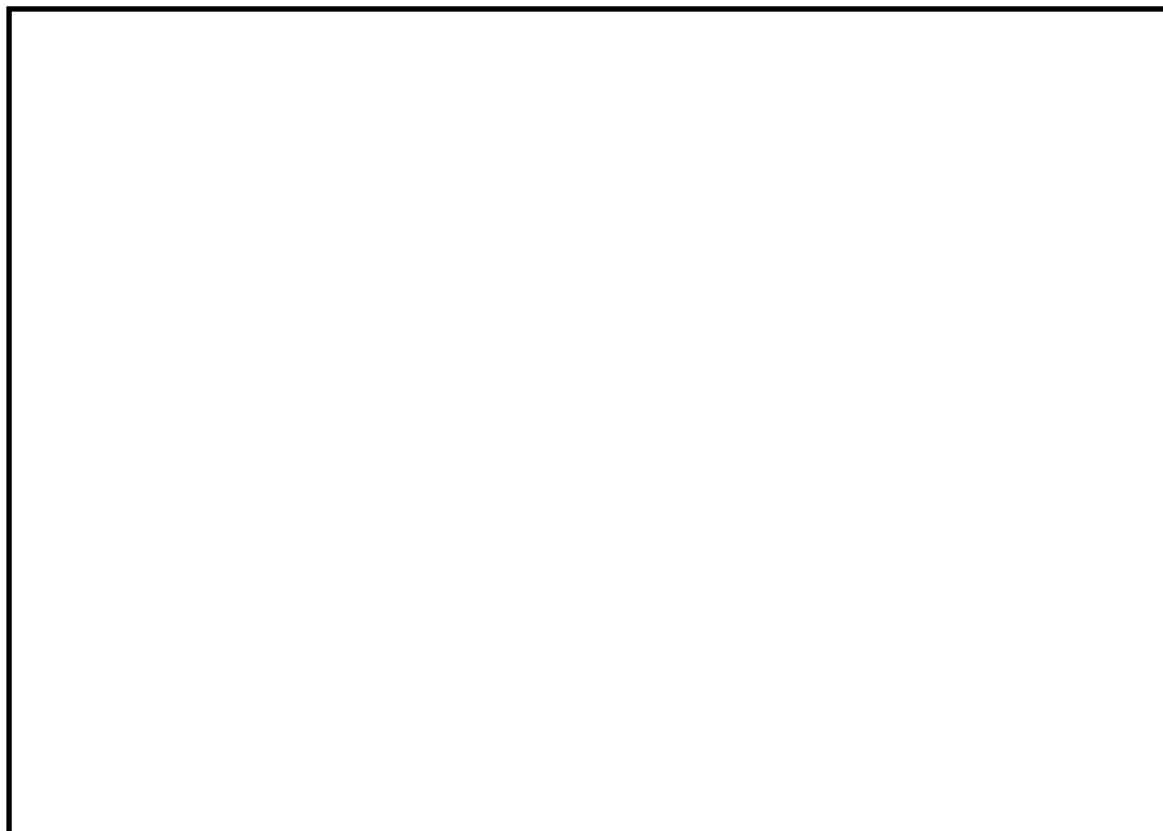
外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器 (発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに、燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス 1、クラス 2 及び安全評価上その機能に期待するクラス 3 に属する構築物、系統及び機器) に加え、それらを内包する建物とする。

安全施設に対して、外部火災の影響を受けた場合、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な設計上の要求機能を喪失し、安全性の確保が困難となるおそれがあることから、安全機能を有する設備について外部火災に対し安全機能を損なわない設計とする。

また、設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準対象施



設であり，重大事故等対処施設ではないが，設計基準を超える事象が発生した場合に使用する重大事故等対処施設が，その前段の設計基準事象の自然現象によって機能喪失することは回避するべきであることから，原則防火帯の内側に配置し外部火災の熱影響を回避する。



第 1.3-1 図 発電所構内全体図

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-3

2. 火災の影響評価  
2.1 森林火災（添付資料－2）  
2.1.1 評価内容

発電所敷地外で発生する森林火災が、島根原子力発電所へ迫った場合でも発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを以下の項目により評価する。

- (1) 火災の到達時間の評価
- (2) 防火帯幅の評価
- (3) 熱影響の評価
- (4) 危険距離の評価

2.1.2 評価要領

森林火災の解析に当たっては、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」において推奨されている森林火災シミュレーション解析コード FARSITE を使用し、以下の設定により解析する。

- ・土地利用データは、現地状況をできるだけ模擬するため、国土数値情報（国土交通省）の100mメッシュの土地利用データを用いる。
- ・植生データは、森林の現状を把握するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを島根県より入手し、その情報を元に植生調査を実施する。その結果から、保守的な可燃物パラメータを設定し、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。
- ・地形データは、基盤地図情報（国土地理院）の10mメッシュの標高データを使用する。
- ・気象データは、森林火災の発生件数が多い3～8月の過去10年間のデータを調査し、森林火災の延焼を拡大させる観点から、最小湿度、最高気温及び最大風速を設定する。
- ・風向は最大風速記録時の風向及び卓越風向として、南西及び東北東に発火点を設定する。
- ・発火点は以下の5地点を設定する。

（ケース1）

発電所に対し、最大風速記録時の風上方向約2km付近に河川（佐陀川）があり、これより遠方については、河川によって森林部・田畑が分断されていることから、森林火災は延焼しない。河川以降で発電所に向かう間にある集落として恵曇地区、深田地区がある。風下方向の地形が上り勾配となっている場合に火災が延焼し易いこと、遠方からの火災は広範囲に延焼することを考慮して、発電所の周囲にある標高差約150mの山林の麓にあり、発電所に対して、より南西方向にある恵曇地区を発火点に選定する。

(ケース 2)

発電所に近接する地点での森林火災延焼による影響を評価する地点として、敷地境界と近い県道 37 号線沿いを発火点に選定する。

(ケース 3, 4)

発電所に対し、卓越風向の風上にある集落として、御津地区、島根町(大芦地区)、上講武地区がある。このうち、御津地区、上講武地区では過去に森林火災の発生があったことから、ケース 3 で御津地区、ケース 4 で上講武地区を発火点に選定する。

(ケース 5)

卓越風向の遠方からの火災は広範囲に延焼することを考慮して、島根町(大芦地区)を発火点に選定する。

- ・評価対象範囲は、北側が海岸という発電所周辺の地形を考慮し、島根原子力発電所から東側、西側及び南側に 12km、北側は海岸線までとする。



第 2.1.2-1 図 発火点位置

## 2.1.3 評価結果

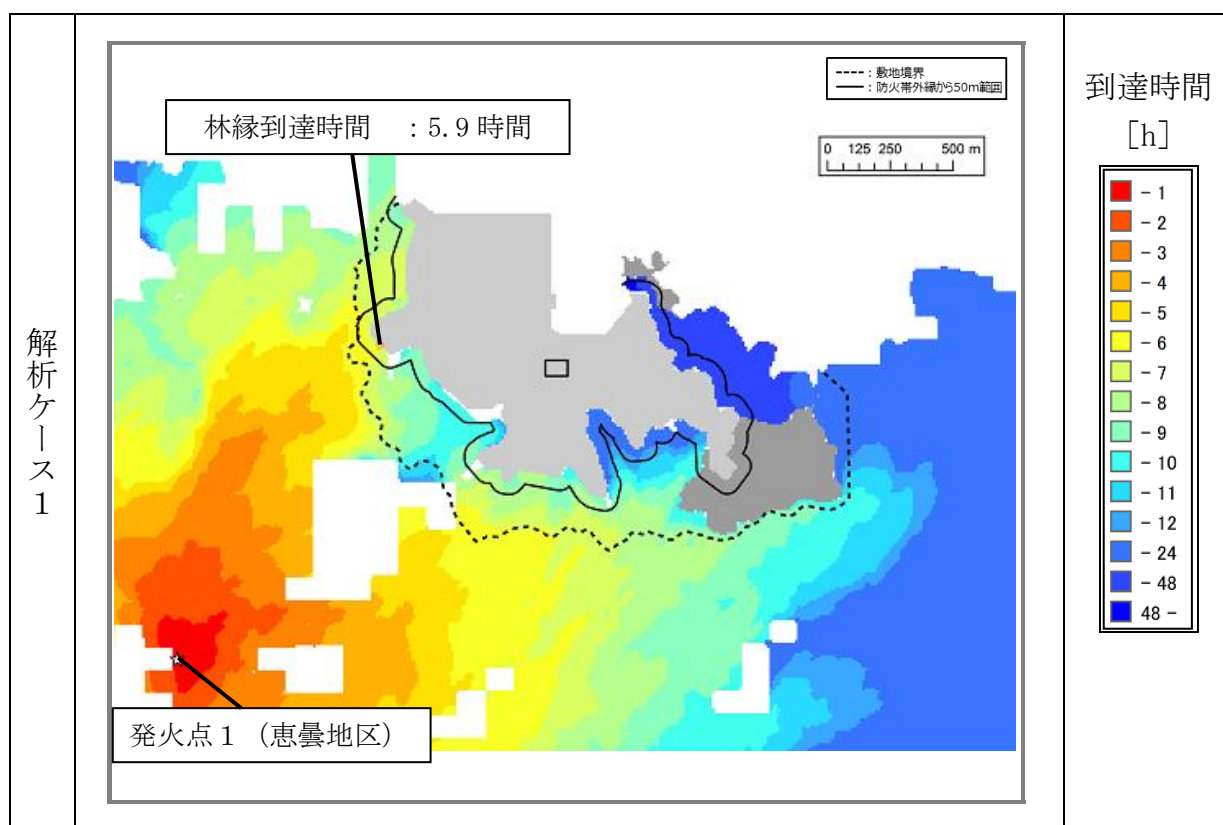
### 2.1.3.1 火災の到達時間の評価

#### (1) 火災到達時間

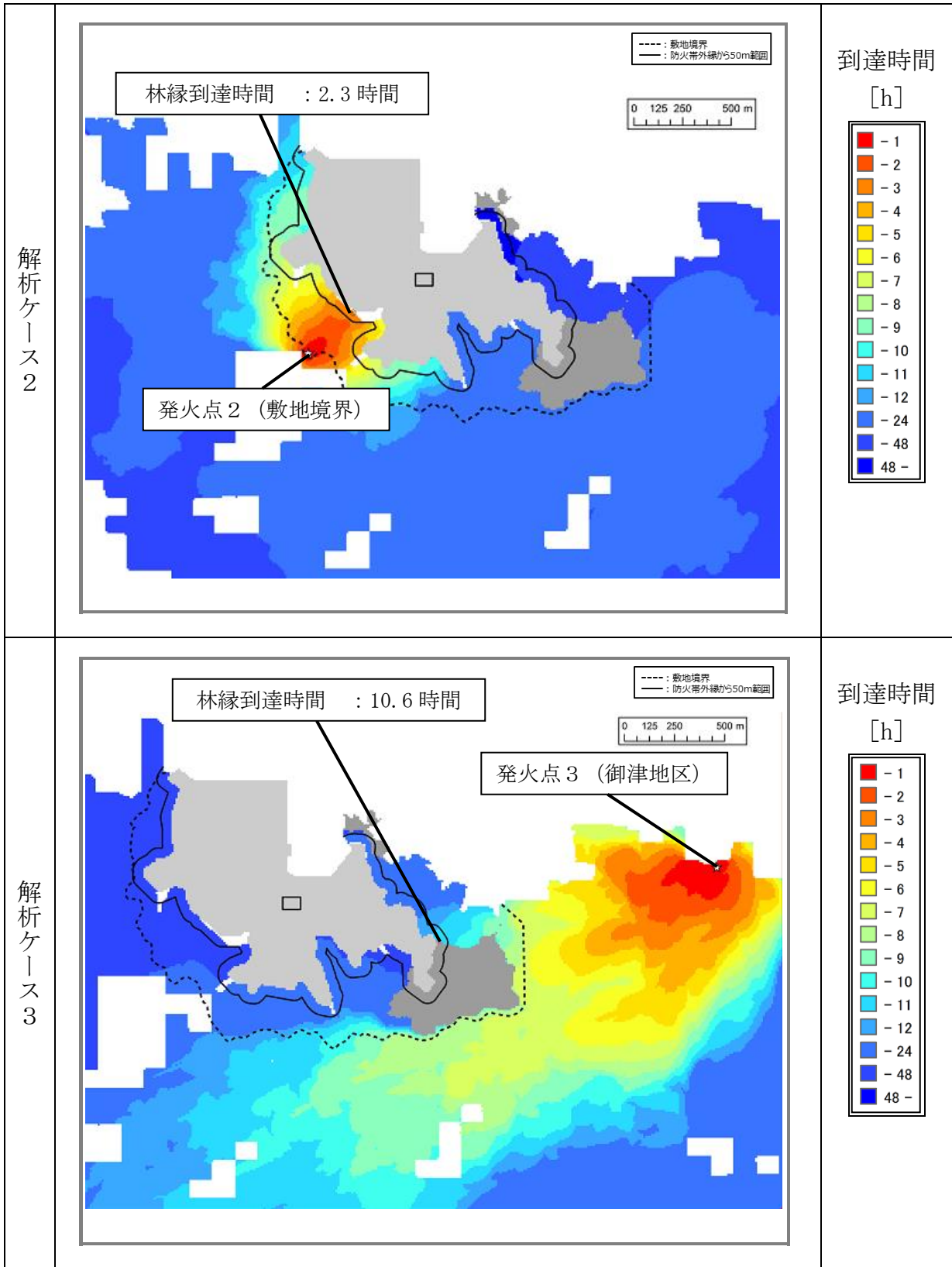
想定される森林火災による防火帯境界までの火災到達時間は、到達時間が短いケース2で2.3時間程度であることを確認する。

第 2.1.3.1-1 表 火災到達時間

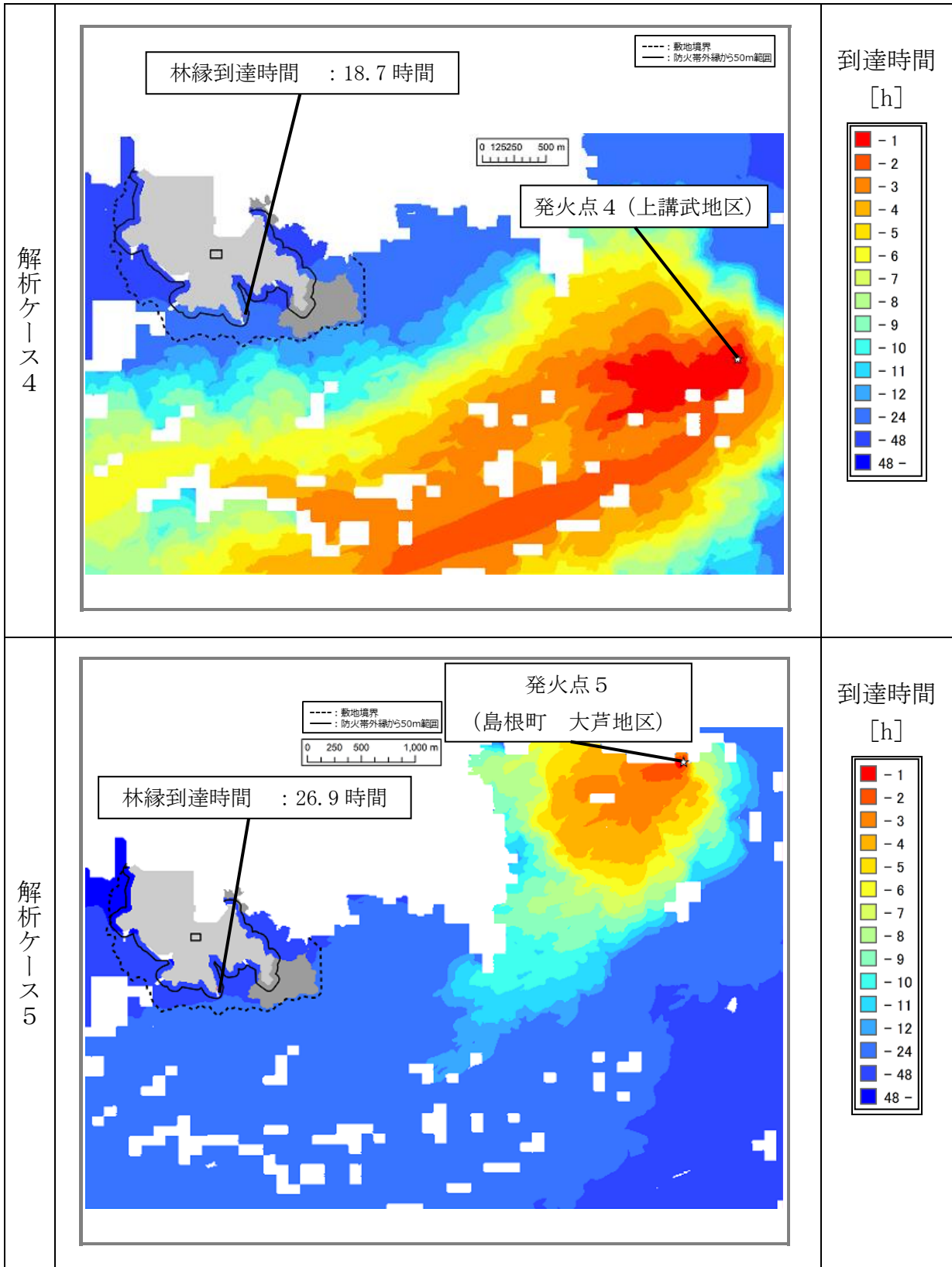
項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
火災到達時間 [h]	5.9	2.3	10.6	18.7	26.9



第 2.1.3.1-1 図 火災到達時間分布 (ケース 1)



第 2. 1. 3. 1-2 図 火災到達時間分布 (ケース 2, 3)



第 2. 1. 3. 1-3 図 火災到達時間分布 (ケース4, 5)

(2) 予防散水活動及び体制

島根原子力発電所の自衛消防隊の初期消火要員（10人以上）が24時間常駐しており、早期に予防散水体制を確立することができることから、防火帯付近での予防散水は可能である。

また、自衛消防隊による予防散水は、外部電源の喪失時においても、屋外消火栓のほかに状況に応じて、防火水槽、海水を活動用水とした消防車による予防散水が可能である。

なお、防火帯の外側に設置されているモニタリングポストが森林火災の影響を受け機能を喪失した場合は、防火帯内側に保管する可搬式モニタリングポストによる代替測定を実施する。

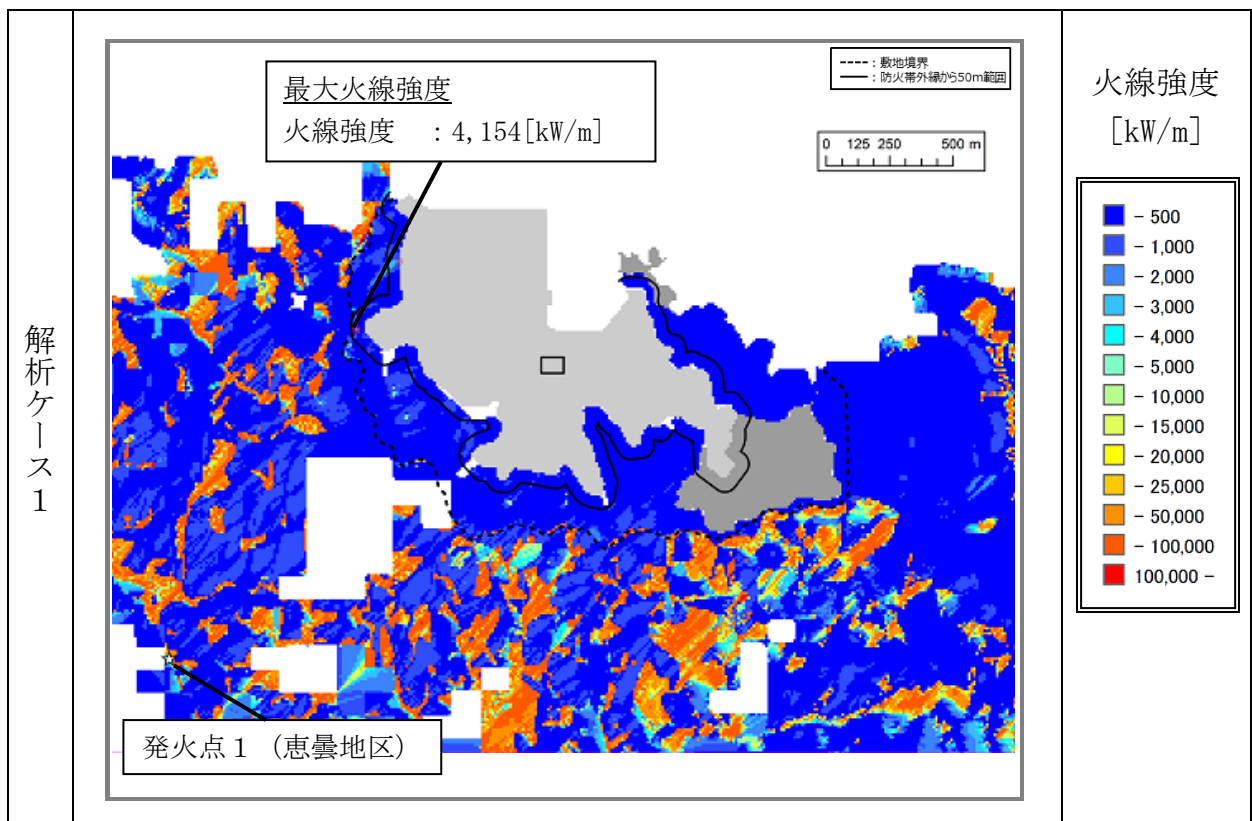
2.1.3.2 防火帯幅の評価

(1) 最大火線強度

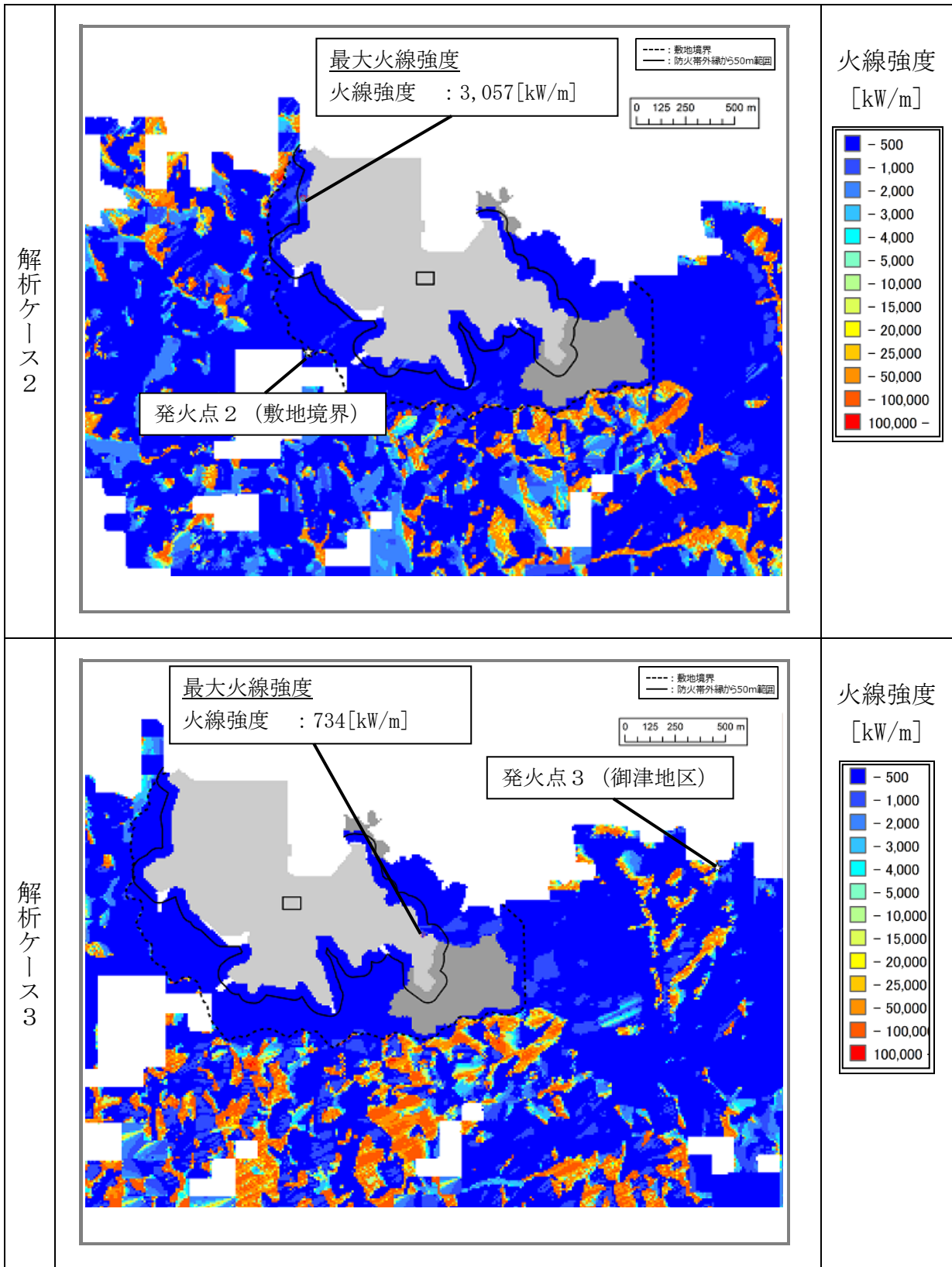
想定される森林火災による防火帯周辺50m範囲での最大火線強度は、火線強度が大きいケース1で4,154kW/mである。

第2.1.3.2-1表 最大火線強度

項目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
最大火線強度 [kW/m]	4,154	3,057	734	811	931

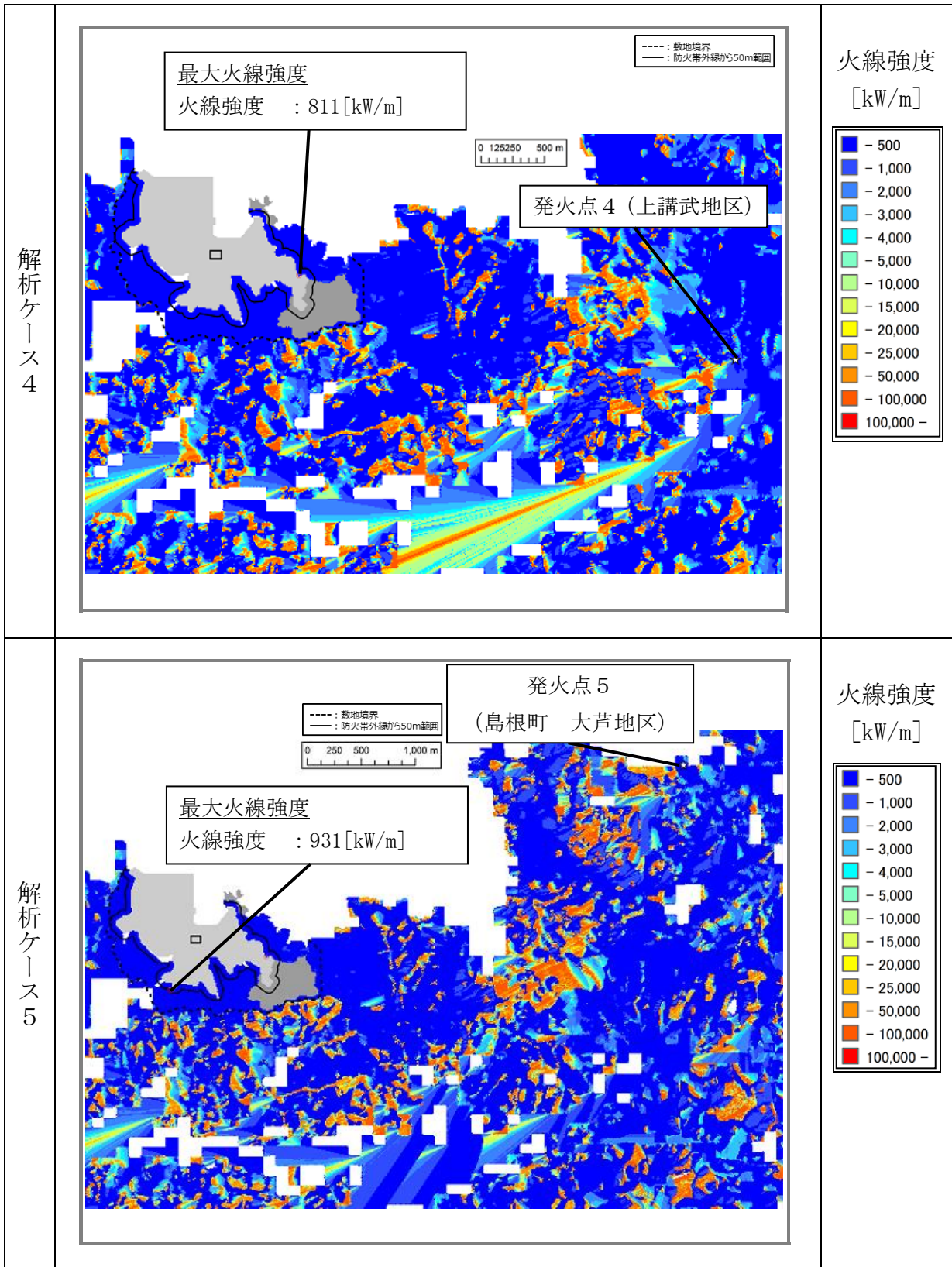


第2.1.3.2-1図 火線強度分布 (ケース1)



第 2. 1. 3. 2-2 図 火災到達時間分布 (ケース 2, 3)

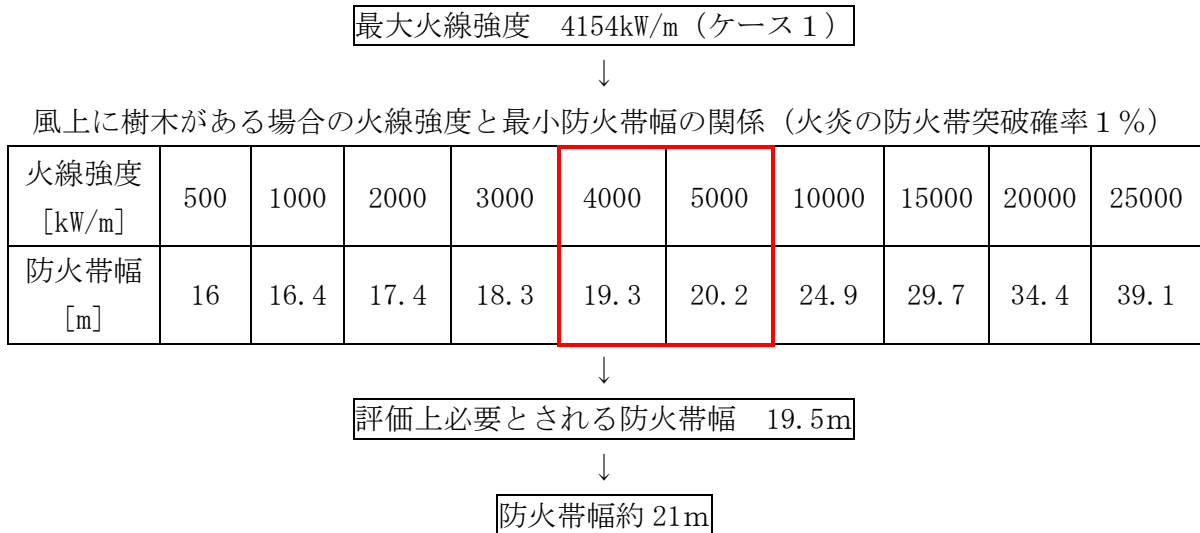




第 2. 1. 3. 2-3 図 火災到達時間分布 (ケース4, 5)

(2) 防火帯幅

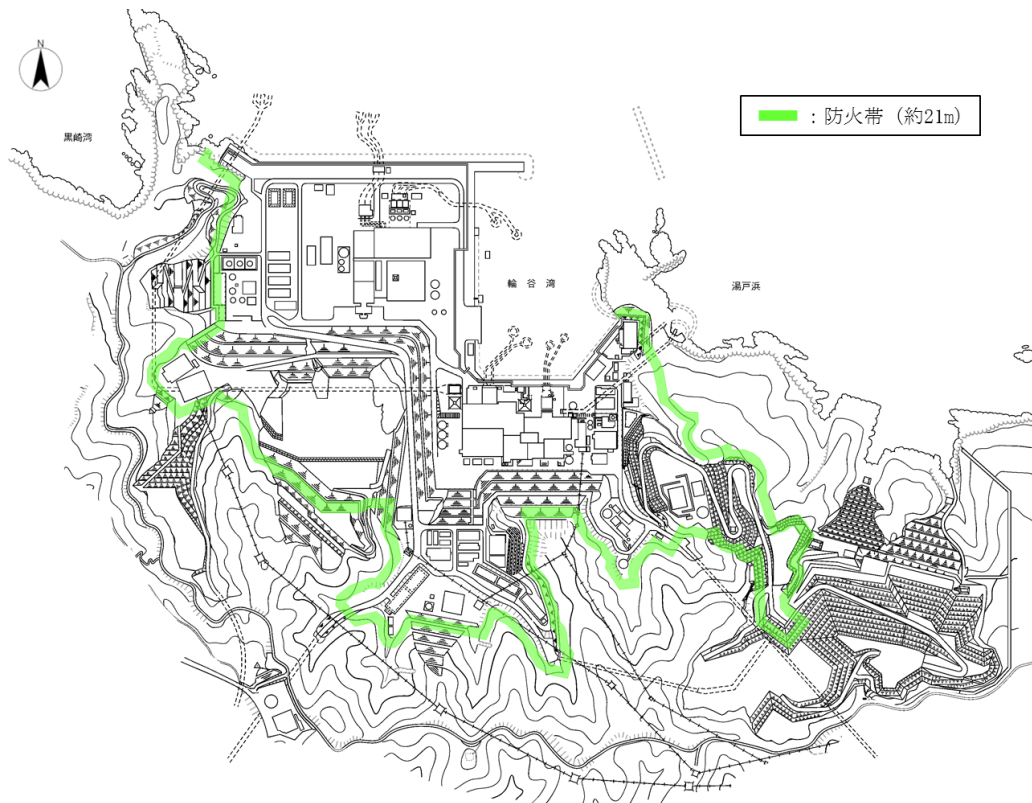
評価ガイドに基づき、防火帯周辺の最大火線強度（4,154kW/m）から「Alexander and Fogarty の手法（風上に樹木がある場合）」を用いて、必要な防火帯幅を算出した結果、森林部と防護対象施設間に必要な防火帯幅は19.5mとなった。これに対して、森林火災の延焼を防止するために、森林伐採を実施し、約21mの防火帯幅を確保し、延焼による防護対象施設への影響がないことを確認した。



第 2.1.3.2-4 図 防火帯幅の設定

(3) 防火帯設定の考え方

- ・森林火災評価結果に基づき、森林火災による防護対象施設への延焼防止対策として、防火帯（幅約21m）を設定する。
- ・防火帯は、防護対象施設及び重大事故等対処設備を原則防護するように設定する。（第2.1.3.2-5図）
- ・防火帯は、島根原子力発電所設備及び駐車場の配置状況を考慮し、干渉しないように設定する。
- ・防火帯の設定に当たっては、草木を伐採する等、可燃物を排除する。その後、除草剤の散布やモルタル吹付け等を行い、草木の育成を抑制し、可燃物がない状態を維持する。



第 2.1.3.2-5 図 防火帯位置

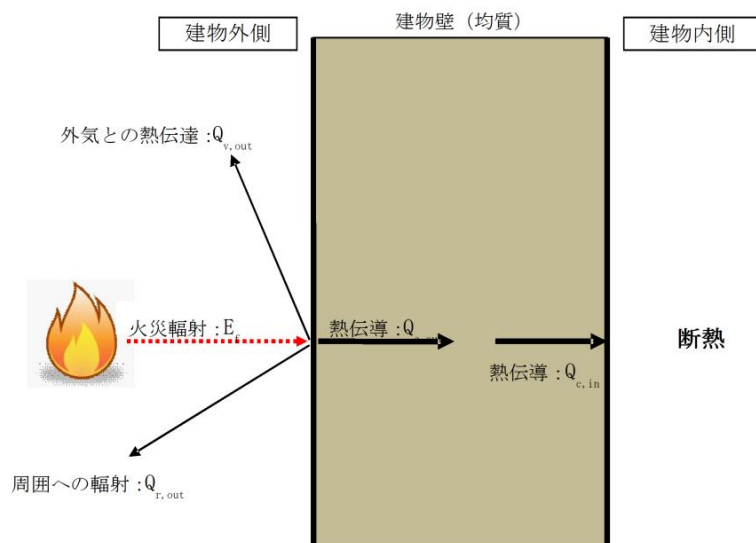
### 2.1.3.3 発電用原子炉施設の熱影響評価

#### (1) 発電用原子炉施設外壁

森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) の出力から得られた火炎長や到達時間等より、発電用原子炉施設外壁のコンクリート表面温度を評価する。熱影響評価の結果、原子炉建物外壁のコンクリート表面温度は、最大でも約 63℃であり、許容温度 200℃ (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) 以下であることを確認した。

第 2.1.3.3-1 表 発電用原子炉施設外壁のコンクリート表面温度

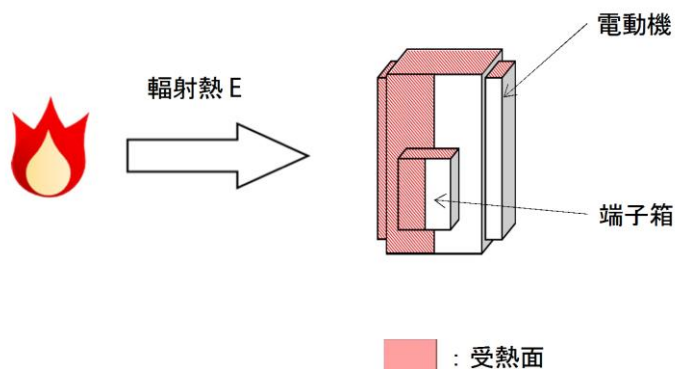
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
温度 [℃]	63	57	60	58	58
許容温度 [℃]	200				



第 2.1.3.3-1 図 発電用原子炉施設外壁の熱影響評価 (概念図)

(2) 海水ポンプ

森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) の出力から得られた火炎長や到達時間等より、コンクリートの熱影響評価の結果最も温度上昇の大きいケース 1 について、海水ポンプの冷却空気温度を評価する。熱影響評価の結果、海水ポンプの冷却空気温度は、最大でも約 31℃であり、許容温度 55℃ (海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度) 以下であることを確認した。



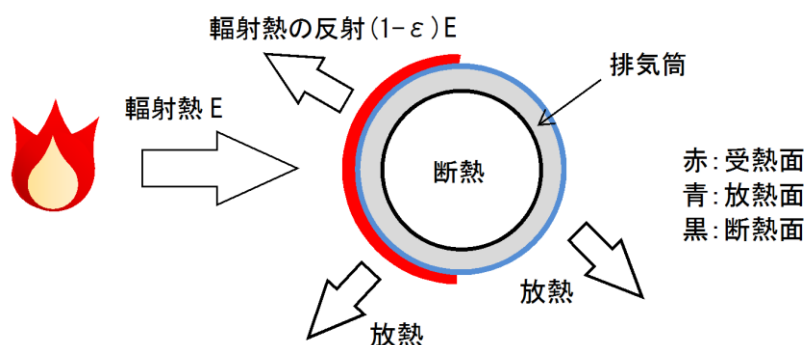
第 2.1.3.3-2 図 海水ポンプの熱影響評価 (概念図)

(3) 排気筒

森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) の出力から得られた火炎長や到達時間等より、コンクリートの熱影響評価の結果最も温度上昇の大きいケース 1 について、排気筒の温度を評価する。熱影響評価の結果、排気筒の温度は、最大でも約 92℃であり、許容温度 325℃ (「建築火災のメカニズムと火災安全設計, 日本建築センター」鋼材の制限温度) 以下であることを確認した。

なお、排気筒は、筒身と支持構造物で構成されており、材料の物性値が同一

(軟鋼) であることから、防火帯外縁との距離が近い支持構造物の熱影響評価を実施することで筒身の熱影響評価は包絡される。



第 2.1.3.3-3 図 排気筒の熱影響評価 (概念図)

#### 2.1.3.4 危険距離の評価

##### (1) 発電用原子炉施設外壁

想定される森林火災に対して、建物外壁のコンクリート表面温度が許容温度  $200^{\circ}\text{C}$  を超えない危険距離を算出して評価する。

危険距離評価の結果、発電用原子炉施設外壁における危険距離が一番厳しいケース 1 の場合でも約 22m であり、防火帯外縁から原子炉施設外壁までの離隔距離 (約 147m) が危険距離以上であることを確認した。

第 2.1.3.4-1 表 危険距離の評価結果

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
危険距離 [m]	22	16	5	5	6
離隔距離 [m]	147				

##### (2) 海水ポンプ

想定される森林火災に対して、海水ポンプの冷却空気温度が許容温度  $55^{\circ}\text{C}$  を超えない危険距離を算出して評価する。

危険距離評価の結果、海水ポンプにおける危険距離が一番厳しいケース 1 の場合でも約 70m であり、防火帯外縁から海水ポンプまでの離隔距離 (約 277m) が危険距離以上であることを確認した。

##### (3) 排気筒

想定される森林火災に対して、排気筒の温度が許容温度  $325^{\circ}\text{C}$  を超えない危険距離を算出して評価する。

危険距離評価の結果、排気筒における危険距離が一番厳しいケース 1 の場合でも約 41m であり、防火帯外縁から排気筒までの離隔距離 (約 259m) が危険距離以上であることを確認した。

## 2.2 近隣の産業施設の火災・爆発（添付資料－ 3， 4， 5， 6）

### 2.2.1 評価内容

発電所敷地外 10km 内に設置されている石油コンビナート，危険物施設，燃料輸送車両及び漂流船舶の火災やガス爆発が島根原子力発電所に隣接する地域で起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価する。

また，発電所敷地内における危険物タンクの火災が，発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価する。

### 2.2.2 評価結果

#### 2.2.2.1 石油コンビナート等の影響評価

石油コンビナート等災害防止法で規制される島根県内の特別防災区域は存在しない。また，島根原子力発電所から最寄の特別防災区域である「福山・笠岡地区」，「水島臨海地区」まではそれぞれ約 120km であり，いずれも島根原子力発電所から 10km 以遠である（第 2.2.2.1-1 図）。

以上より，評価対象範囲内に石油コンビナート等は存在せず，発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。



第 2.2.2.1-1 図 周囲の石油コンビナート等特別防災区域の位置と島根原子力発電所までの距離

#### 2.2.2.2 敷地外危険物施設等の影響評価

##### (1) 敷地外危険物施設の影響評価

発電所敷地外の半径 10km の消防法及び高压ガス保安法に基づき設置している施設を抽出し，最短距離の危険物施設（危険物貯蔵施設，高压ガス貯蔵施設，ガスパイプライン）に最大貯蔵量が有ったと仮定し，影響評価を実施する。

なお，島根原子力発電所から 10km 圏内に高压ガス貯蔵施設，ガスパイプラインは存在しないことから，島根原子力発電所への影響はないことを確認した。また，LNG 基地及び石油備蓄基地は存在しないことを確認した。



第2.2.2.2-1図 発電所近隣の危険物施設

a. 火災の影響評価

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を行い、離隔距離が危険距離以上であることを確認した。

第2.2.2.2-1表 10km圏内における最大の危険物貯蔵施設の貯蔵量

事業所名	種類	貯蔵量[k1]	離隔距離
	ガソリン		約1.5km
	軽油		
	灯油		
	合計		
重油タンク (No. 1, 2, 3)	重油	2700	約600m

第2.2.2.2-2表 重油タンクにおける危険距離の算出結果

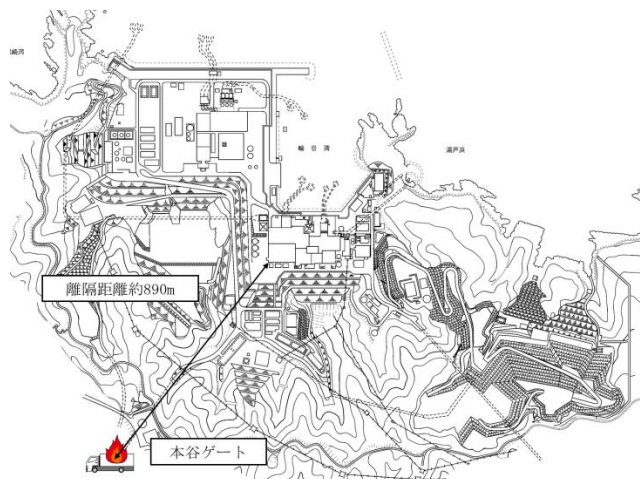
事業所名	種類	貯蔵量[k1]	危険距離	離隔距離
重油タンク (No. 1, 2, 3)	重油	2700	建物：63m 海水ポンプ：56m 排気筒：38m	約600m

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。

(2) 燃料輸送車両の影響評価

非常用ディーゼル発電機の燃料を運搬するタンクローリ（30k1<sup>※</sup>）が火災を起こした場合及びLPガスボンベを運搬する車両が爆発を起こした場合を想定する。火災・爆発の発生場所は、車両が接近可能な発電所出入口ゲートを想定する。

※：消防法令（危険物の規制に関する政令第15条第1項三号）に定められた公道を通行可能な上限量



第2.2.2.2-2図 燃料輸送車両の離隔距離

a. 火災の影響評価

燃料輸送車両において評価を行ったところ、評価上必要とされる危険距離に対し、発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの離隔距離が危険距離以上である。

第2.2.2.2-3表 燃料輸送車両における危険距離の評価結果

種類	貯蔵量	危険距離	離隔距離
軽油	30k1	建物：10m 海水ポンプ：9m 排気筒：6m	約890m

b. ガス爆発の影響評価

燃料輸送車両において評価を行ったところ、評価上必要とされる危険限界距離に対し、発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの離隔距離が危険限界距離以上あることを確認する。

第2.2.2.2-4表 燃料輸送車両における危険限界距離の評価結果

種類	貯蔵量	危険限界距離	離隔距離
LPガス	500kg	約44m	約890m



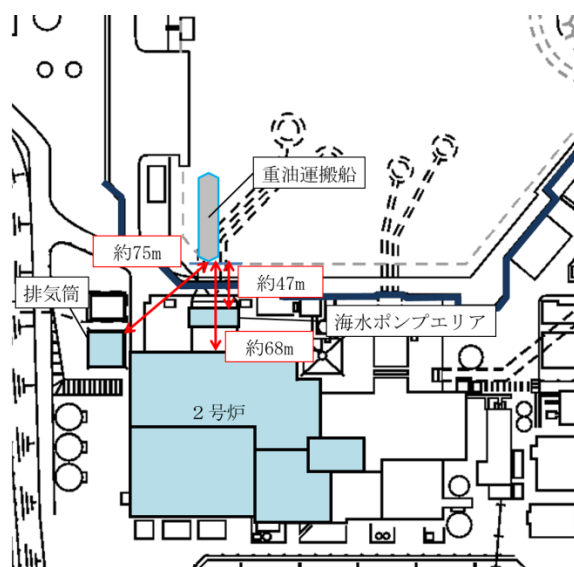
c. 二次的影響（飛来物）の影響評価

燃料輸送車両からの飛来物を想定した上での評価を実施したところ、離隔距離（約 890m）が最大飛散距離（約 713m）を上回る結果となった。したがって、発電所出入口ゲートで燃料輸送車両が事故等により爆発し、なおかつその飛来物が発電用原子炉施設に衝突することはなく、影響はない。

(3) 漂流船舶の影響評価

漂流船舶は、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、港湾内へ入港する船舶のうち積載量が最大の重油運搬船（積載量1,246kl）を想定する。

発電所港湾内において港湾内へ入港する最大規模の船舶が火災・爆発をした場合を想定し影響評価を実施する。火災・爆発の発生場所は、発電所港湾内において、発電用原子炉施設に最も近い場所とする。



第2.2.2.2-3図 漂流船舶の離隔距離

a. 火災の影響評価

港湾内へ入港する最大規模の漂流船舶において評価を行ったところ、評価上必要とされる危険距離に対し、港湾から発電用原子炉施設までの離隔距離が危険距離以上であることを確認した。

第2.2.2.2-5表 漂流船舶における危険距離の評価結果

種類	積載量	危険距離	離隔距離
重油	1,246kl	建物 : 35m 海水ポンプ : 28m 排気筒 : 17m	建物 : 約68m 海水ポンプ : 約47m 排気筒 : 約75m

b. ガス爆発の影響評価

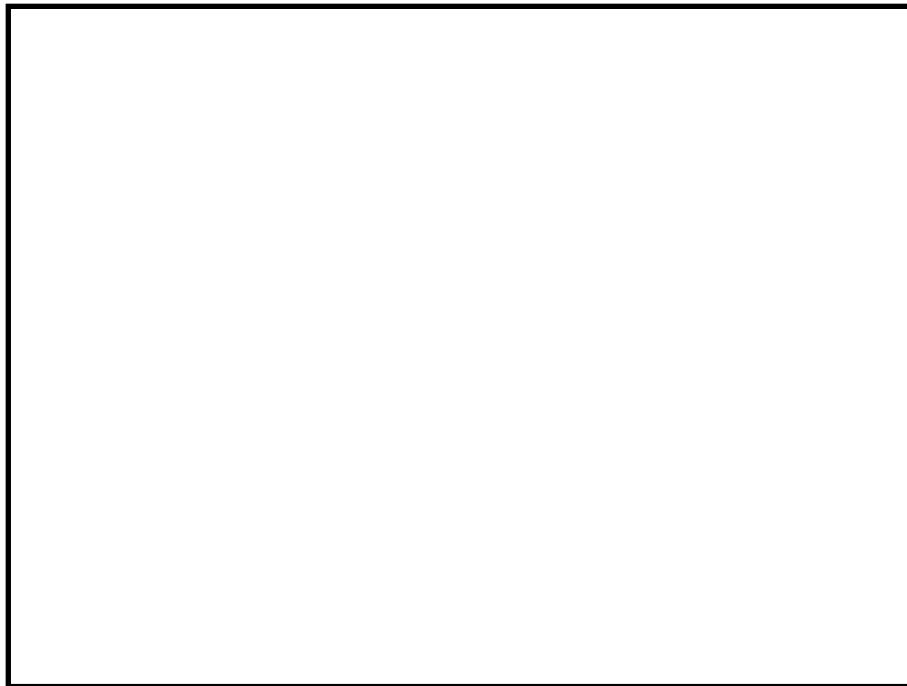
港湾内へ入港する最大規模の漂流船舶である重油運搬船については、重油が爆発する危険性はないことから、影響がないことを確認している。

2.2.2.3 敷地内危険物タンク等の影響評価

(1) 重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクの火災影響評価

発電所敷地内に位置している屋外の危険物タンクの火災を想定し、建物外壁の熱影響評価等を実施する。

熱影響評価を実施する危険物施設は、重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクとする。なお、敷地内の危険物施設のうち、直接輻射熱を受けない建物内に設置している設備及び地下貯蔵タンク等については評価対象外とする。



第 2.2.2.3-1 図 危険物タンク等配置図

a. 建物外壁の熱影響評価

(a) 重油タンクの評価結果

重油タンクについて、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でタービン建物外壁が昇温されるものとして、コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果、建物外壁の表面の温度は約 52℃ となり、許容温度 200℃（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）を下回ることを確認した。

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。

第 2.2.2.3-1 表 タービン建物外壁の温度評価結果

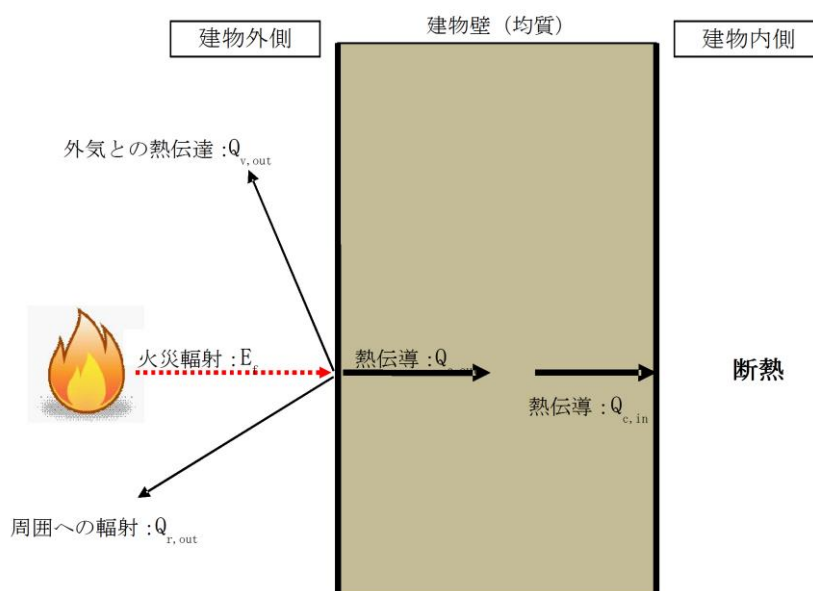
想定火災	燃料量	建物までの距離	評価結果 (建物外表面温度)
重油タンク (No. 1, 2, 3)	2700kl	約 568~606m	52°C

(b) ガスタービン発電機用軽油タンクの評価結果

ガスタービン発電機用軽油タンクについて、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉建物外壁が昇温されるものとして、コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果、建物外壁の表面の温度は約 53°C となり、許容温度 200°C (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) を下回ることを確認した。

第 2.2.2.3-2 表 原子炉建物外壁の温度評価結果

想定火災	燃料量	建物までの距離	評価結果 (建物外表面温度)
ガスタービン発電機用 軽油タンク	560kl	約 329m	53°C



第 2.2.2.3-2 図 原子炉建物温度評価体系図

b. 屋外の評価対象施設への熱影響評価

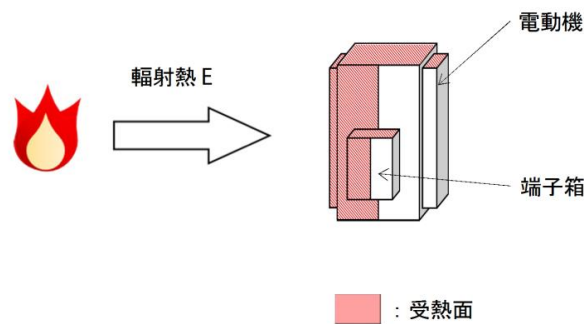
(a) 海水ポンプ

(a-1) 重油タンク (No. 1, 2, 3)

海水ポンプについて温度上昇を評価した結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 23℃となり、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。

(a-2) ガスタービン発電機用軽油タンク

海水ポンプについて温度上昇を評価した結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 23℃となり、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2. 2. 2. 3-3 図 海水ポンプ温度評価体系図

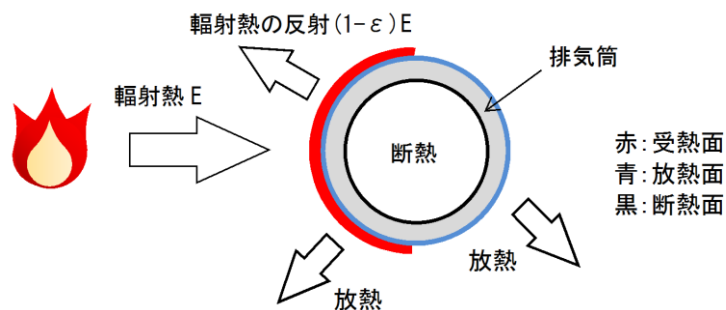
(b) 排気筒

(b-1) 重油タンク (No. 1, 2, 3)

排気筒について温度上昇を評価した結果、排気筒の温度は約 52℃となり、排気筒鋼材の許容温度 325℃を下回ることを確認した。

(b-2) ガスタービン発電機用軽油タンク

排気筒について温度上昇を評価した結果、排気筒の温度は約 52℃となり、排気筒鋼材の許容温度 325℃を下回ることを確認した。

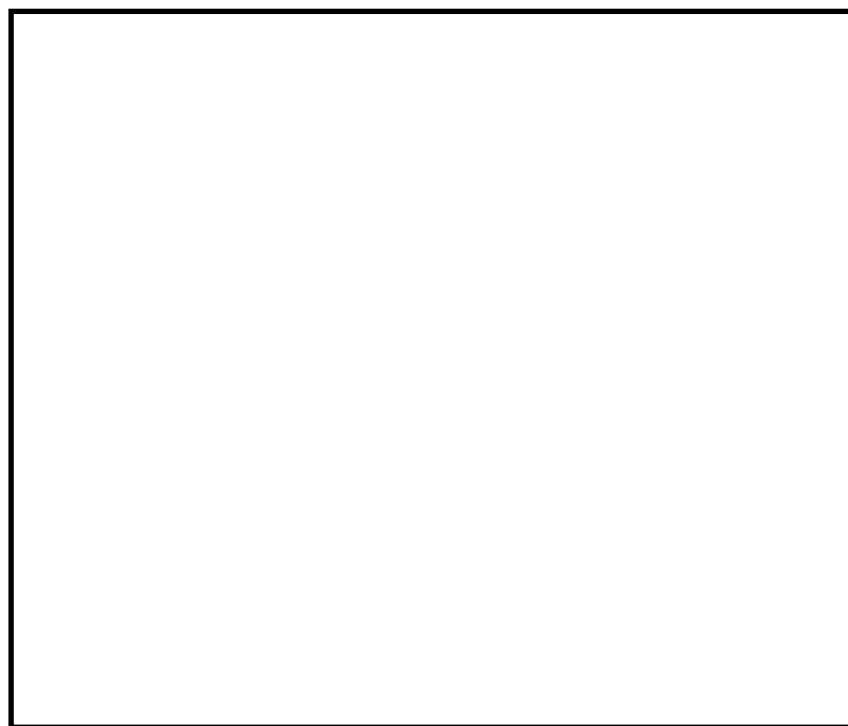


第 2. 2. 2. 3-4 図 排気筒温度評価体系図

(2) 変圧器の火災影響評価

発電所敷地内の変圧器の火災を想定し，建物外壁の熱影響評価を実施する。  
熱影響評価を実施する変圧器は，主変圧器とする。

なお，評価では防火設備の消火機能等には期待しない。



第 2.2.2.3-5 図 変圧器の位置

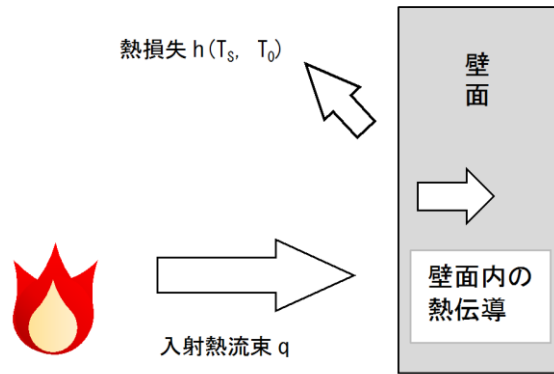
a. 建物外壁の熱影響評価

主変圧器について，火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間，一定の輻射強度でタービン建物外壁が昇温されるものとして，コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果，建物外壁の表面の温度は約 187℃となり，許容温度 200℃（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）を下回ることを確認した。

第 2.2.2.3-3 表 タービン建物外壁の温度評価結果

想定火災	燃料量	建物までの距離	評価結果 (建物外壁表面温度)
主変圧器	77 kl	8m	187℃

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。

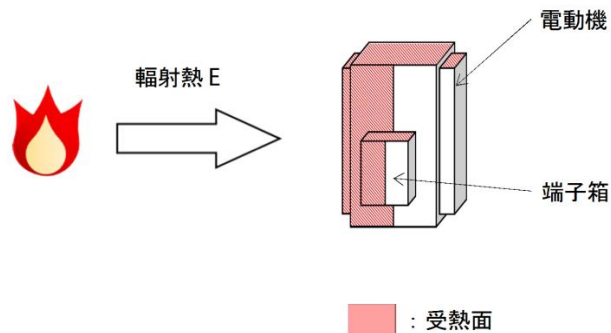


第 2.2.2.3-6 図 タービン建物温度評価体系図

b. 屋外の評価対象施設への熱影響評価

(a) 海水ポンプ

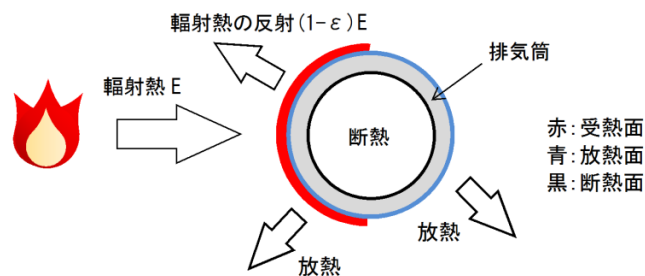
海水ポンプについて温度上昇を評価した結果，海水ポンプの冷却空気温度は約 30℃となり，海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2.2.2.3-7 図 海水ポンプ温度評価体系図

(b) 排気筒

排気筒について温度上昇を評価した結果，排気筒の温度は約 52℃となり，排気筒鋼材の許容温度 325℃を下回ることを確認した。

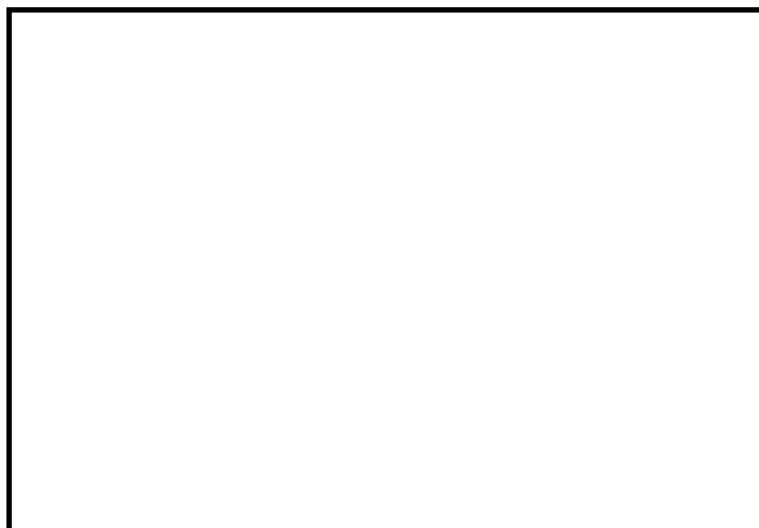


第 2.2.2.3-8 図 排気筒温度評価体系図

(3) 水素ガストレーラの火災影響評価

2号炉へ水素を供給する水素ガストレーラは、2号炉の運転中以外であれば、発電所敷地内に配備されることはないが、発電所敷地内の水素ガストレーラの火災を想定し、発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価する。

水素ガストレーラの火災では、水素ガストレーラ保管庫の壁等により、2号炉の発電用原子炉施設は輻射熱を受けないことから爆発による影響評価のみとする。



第2.2.2.3-9 図 水素ガストレーラの離隔距離

ガス爆発による影響を評価した結果、評価上必要とされる危険限界距離に対し、2号炉水素ガストレーラから発電用原子炉施設までの離隔距離が危険限界距離以上あることを確認した。

第2.2.2.3-4表 2号炉水素ガストレーラにおける危険限界距離の評価結果

種類	貯蔵量	離隔距離	危険限界距離
水素	12,086m <sup>3</sup>	約90m	83m

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。

## 2.3 航空機墜落による火災（添付資料－7）

### 2.3.1 評価内容

発電所敷地への航空機の墜落で発生する火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が島根原子力発電所の敷地内で起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを確認する。

### 2.3.2 評価結果

#### 2.3.2.1 評価方法

航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、民間航空機と軍用機（自衛隊機又は米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機墜落による火災影響の評価においては、以下のカテゴリ毎に火災影響を評価する。

- ・大型民間航空機（離着陸時）
- ・大型民間航空機
- ・小型民間航空機
- ・空中給油機等
- ・その他の機種

航空機の落下確率が $10^{-7}$  [回/炉・年]に相当する面積より、航空機落下確率評価で標的面積として考慮している発電用原子炉施設からの離隔距離（落下地点）を求め、そこで発生する火災による発電用原子炉施設の表面温度を評価し、許容温度を超えないことを確認する。

#### 2.3.2.2 離隔距離の算出

防護対象となる発電用原子炉施設（原子炉建物及び制御室建物等）を考慮し、落下確率 $10^{-7}$  (回/炉・年)に相当する面積より、カテゴリ毎の離隔距離を算出する。



第2.3.2.2-1表 航空機カテゴリ別の離隔距離

カテゴリ	対象航空機	離隔距離[m]	輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	136	$5.0 \times 10^4$	—※1
大型民間航空機	B747-400	107	$5.0 \times 10^4$	1,836.3
小型民間航空機	Do228-200	129	$5.0 \times 10^4$	—※2
空中給油機等	KC-767	284	$5.8 \times 10^4$	181.1
その他の機種	F-15	37	$5.8 \times 10^4$	1,167.4

※1：大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ、離隔距離が離れていることから大型民間航空機の評価に包絡される。

※2：小型民間航空機は大型民間航空機と比べ燃料タンク面積が小さいことから大型民間航空機の評価に包絡される。



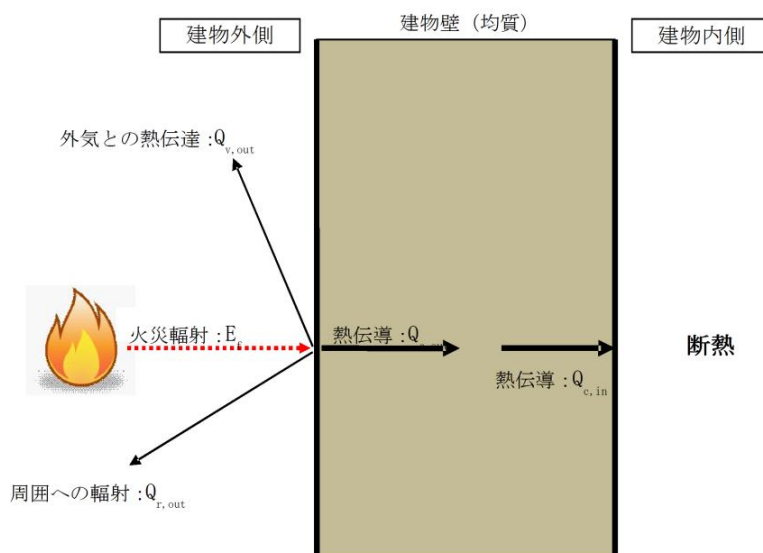
第2.3.2.2-1図 各航空機の落下位置

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。

### 2.3.2.3 火災影響評価結果

#### (1) 建物外壁面温度評価

航空機落下により，島根原子力発電所の敷地内で火災が発生した場合を想定したとしても，発電用原子炉施設外壁の温度が許容温度 200℃（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）を超えないことを確認した。



第 2.3.2.3-1 図 建物温度評価体系図

第 2.3.2.3-1 表 航空機墜落による火災時の原子炉建物外壁温度評価結果

カテゴリ	燃料タンク 投影面積 [m <sup>2</sup> ]	輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	燃焼継続 時間 [h]	評価温度 [°C]	許容温 度 [°C]
大型民間航空機 (離着陸時)	700	—※1	—※1	—※1	200
大型民間航空機	700	1,836.3	1.86	92	200
小型民間航空機	32	—※2	—※2	—※2	200
空中給油機等	405.2	181.1	1.49	54	200
その他の機種	44.6	1,167.4	1.39	75	200

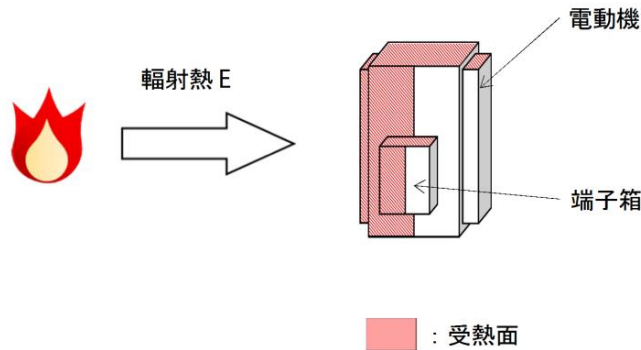
※1：大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ，離隔距離が離れていることから大型民間航空機の評価に包絡される。

※2：小型民間航空機は大型民間航空機と比べ燃料タンク面積が小さいことから大型民間航空機の評価に包絡される。

(2) 屋外の評価対象施設への熱影響評価

(a) 海水ポンプ

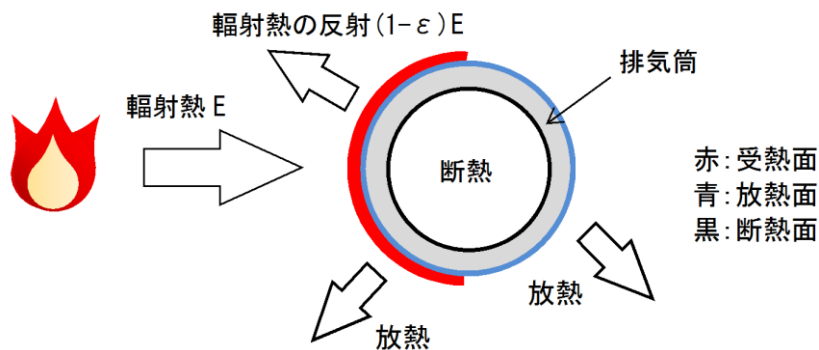
海水ポンプについて温度上昇を評価した結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 33℃となり、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2.3.2.3-2 図 海水ポンプ温度評価体系図

(b) 排気筒

排気筒について温度上昇を評価した結果、排気筒の温度は約 99℃となり、排気筒鋼材の許容温度 325℃を下回ることを確認した。



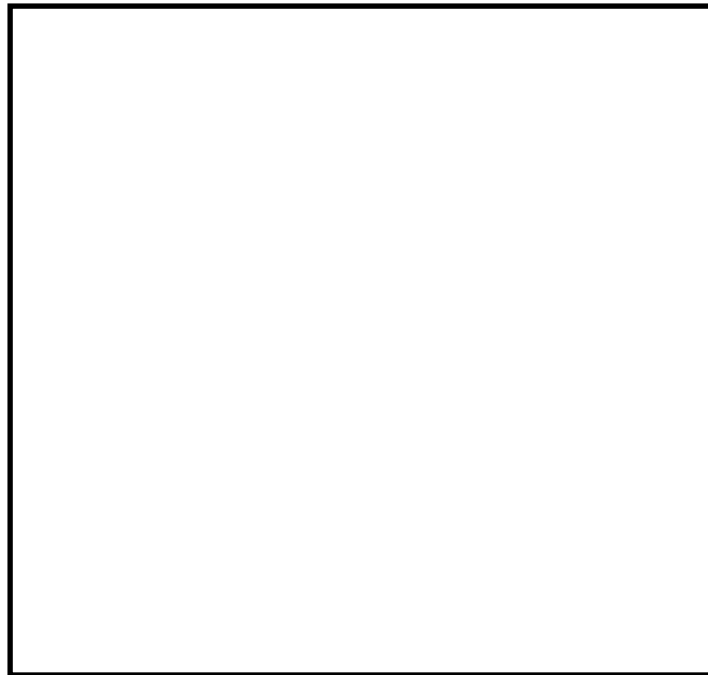
第 2.3.2.3-3 図 排気筒温度評価体系図

(3) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳について

a. 重畳する危険物タンクの選定

航空機落下確率が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる航空機落下位置を踏まえると、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、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を考慮し熱影響評価を実施する。

なお、航空機落下位置は、航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう落下確率が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる位置とし、また、想定する航空機は、燃料積載量・燃料タンク投影面積が大きい B747-400 とする。



第2.3.2.3-4図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置

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。

#### b. 熱影響評価結果

原子炉建物の熱影響評価を実施する。航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳が発生した場合を想定したとしても、発電用原子炉施設外壁の温度が許容温度 200℃（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）を超えないことを確認した。

第 2.3.2.3-2 表 原子炉建物外壁の熱影響評価結果

評価対象	外面温度 [°C]	許容温度 [°C]
航空機 (B747-400) + ガスタービン発電機用軽油タンク	110	200

#### 2.4 二次的影響の評価（添付資料－8）

##### 2.4.1 評価内容

森林火災，近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機墜落による火災において発生するばい煙等に対して，影響が想定される機器，施設について評価を実施する。

##### 2.4.2 評価結果

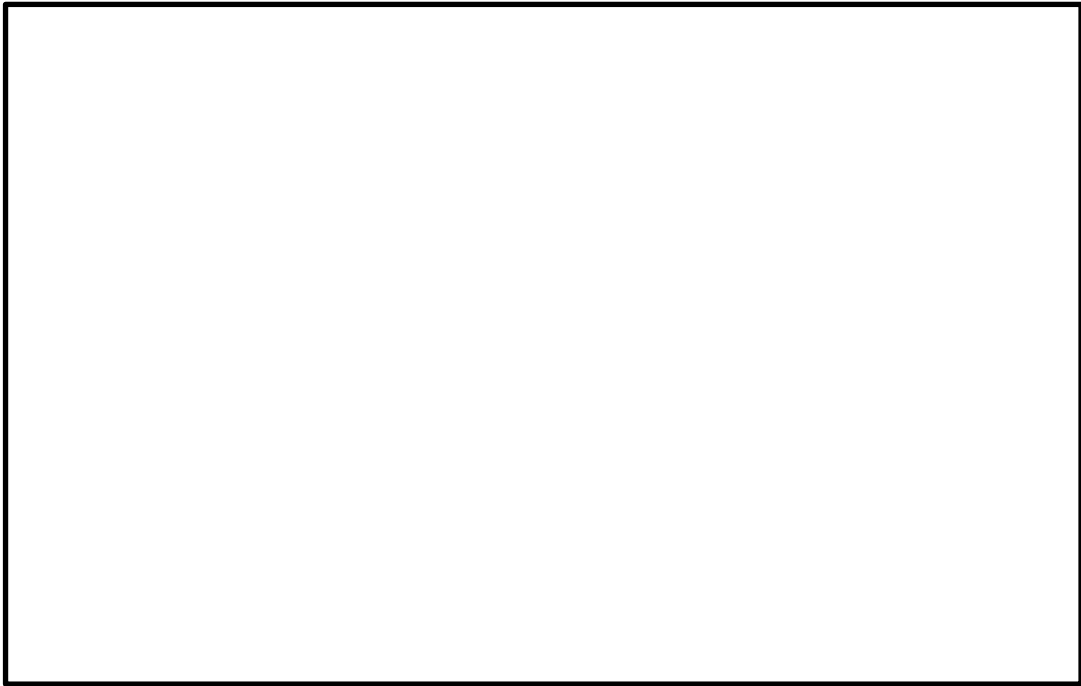
ばい煙等による評価対象施設に対する影響及び居住性に影響を及ぼさないことを以下のとおり確認する。

第 2.4.2-1 表 評価対象施設に対する影響評価結果

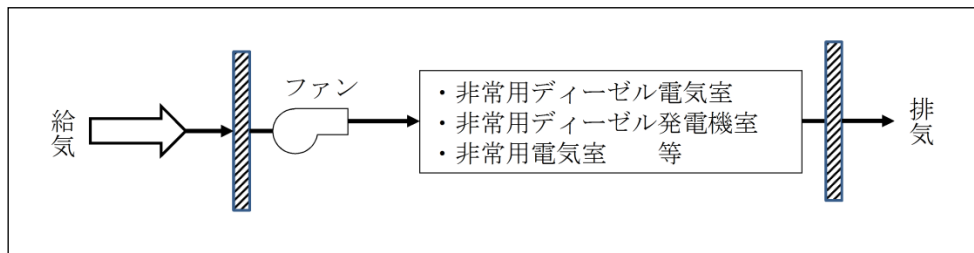
分類		対象設備	評価結果
機器への影響	外気を直接設備内に取り込む機器	非常用ディーゼル発電機※1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ばい煙を機関内に吸い込むおそれがあるが、シリンダまでの通気経路の間隔よりばい煙の粒径が小さいため、通気経路が閉塞することなく、運転に影響はない。(第 2.4.2-1 図)</li> <li>・通常運転においても燃料油(軽油)の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。</li> </ul>
	外気を取り込む空調系統	空調換気系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取り入れ運転を行っている空調換気系は、外気取入口には袋型フィルタや平型フィルタ(粒径 2 μm に対し、袋型フィルタは 80%以上、平型フィルタは 76%以上の補集効率)を設置しているため、一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止又は空調換気系停止や循環運転により、建物内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。(第 2.4.2-2(a), (b) 図)</li> </ul>
	屋外設置機器	海水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電動機本体は、電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇形構造の冷却方式であり、機能への影響はない。(第 2.4.2-3 図)</li> </ul>
	屋外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機※1 排気口	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には、侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響はない。(第 2.4.2-4 図)</li> </ul>
居住性への影響	中央制御室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取入ダンパを閉止し閉回路循環運転により、酸素濃度及び炭酸ガス濃度を考慮しても長時間室内へのばい煙侵入を阻止することが可能である。(第 2.4.2-5 図)</li> <li>・外気取入口での有毒ガス濃度が判定基準(IDLH※2)以下であることから、中央制御室の居住性に影響はない。</li> </ul>	

※1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む

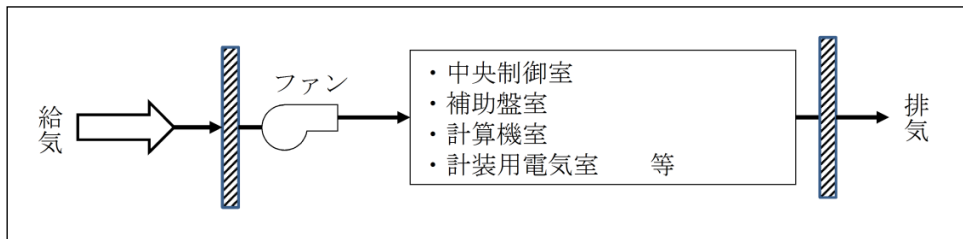
※2：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値



第2.4.2-1図 非常用ディーゼル機関

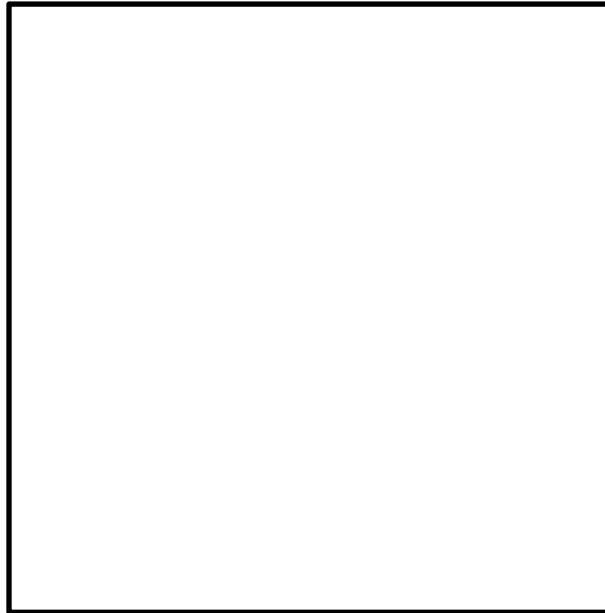


第2.4.2-2(a)図 原子炉建物附属棟空調換気系

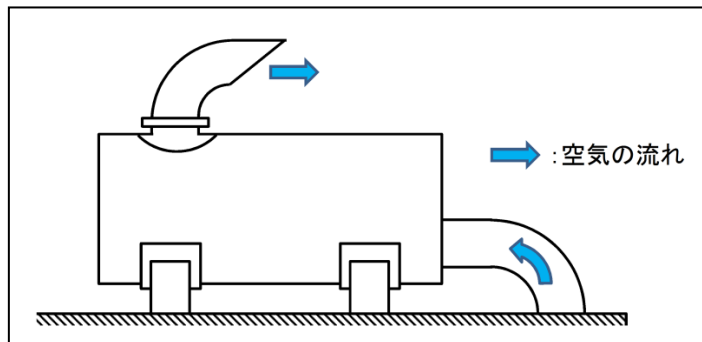


第2.4.2-2(b)図 中央制御室換気系

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。



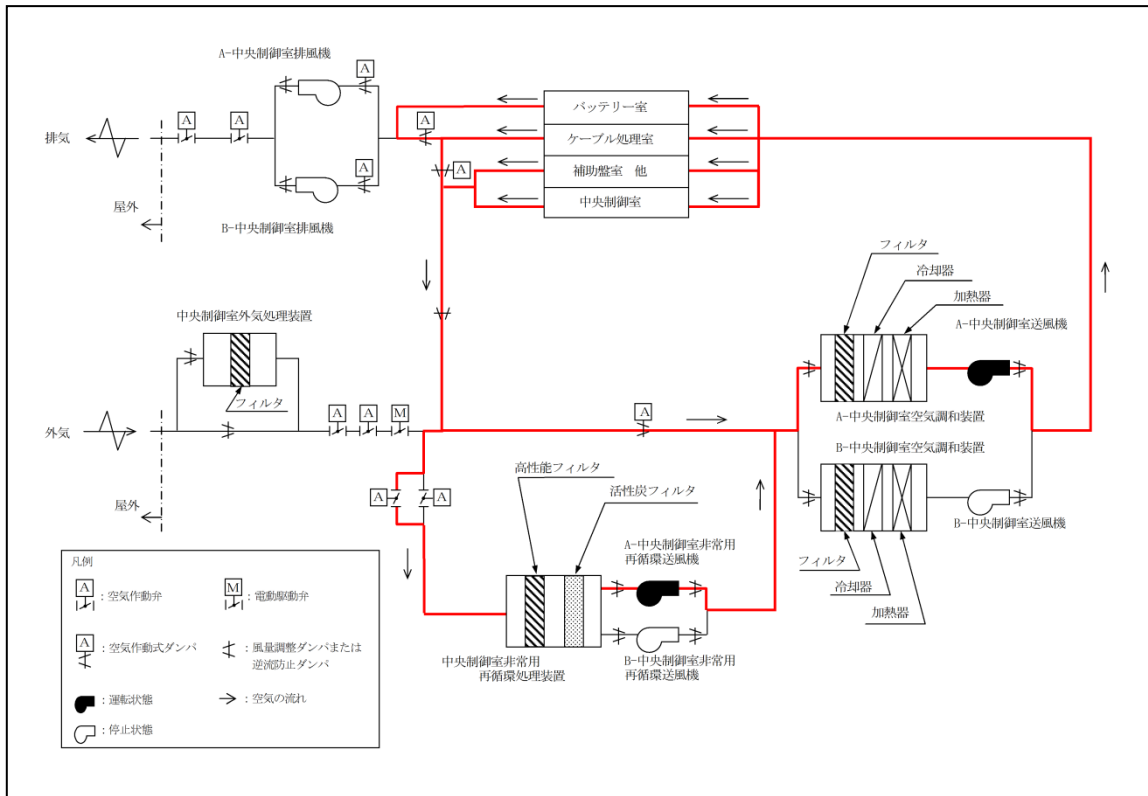
第2.4.2-3図 原子炉補機海水ポンプ電動機の冷却方式図



第2.4.2-4図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図

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。





第2.4.2-5図 再循環運転モード（中央制御室）

第2.4.2-2表 外気遮断時の中央制御室の酸素・二酸化炭素濃度

時間	5 時間	10 時間	18 時間	許容濃度
二酸化炭素濃度	0.04%	0.05%	0.07%	1.0%以下
酸素濃度	20.94%	20.92%	20.89%	19%以上

外部火災影響評価対象の考え方について

## 1. 外部火災影響評価対象の考え方

原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条及び「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条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）又は人為事象（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならないとされている。

このため、「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。）」に基づき、外部火災影響評価を行い、外部火災により、発電用原子炉施設へ影響を与えないこと及び二次的影響に対する適切な防護対策が施されていることを評価する。

外部火災の影響を受けた場合、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な設計上の要求事項を喪失し、安全性の確保が困難となるおそれがあることから、防護対象は「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」において安全機能を有する安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。今回、防護対象とした構築物、系統及び機器については、外部火災発生時には、原則防火帯の内側で防護し、対象施設周辺の消火活動等により影響を及ぼさないよう防護する。

### (1) 外部事象防護対象施設

外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに、燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器）に加え、それらを内包する建物とする。

その上で、消火活動等の防護手段を期待しない条件のもと、火元からの離隔で防護するため、想定される外部火災に対して熱影響評価、ばい煙等による影響評価を実施する。（第4-2表）

### (2) その他の安全施設

その他の安全施設は、原則防火帯により防護し、建物内の設備は建物による防護、屋外設備は代替手段等で安全機能に影響がないことを確認する。屋外に設置してあり代替手段がない設備（排気筒）については、個別に熱影響評価を実施する。（第4-3表）

なお、防火帯による防護ができない設備は、送電線、通信線及びモニタリングポストとなるが、これらが機能喪失した場合であっても、防火帯の内側で防護する非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(以下「非常用ディーゼル発電機」という。)、無線通信設備及び可搬式モニタリングポストにより安全機能は維持される。

### (3) 重大事故等対処設備

設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準対象施設であり、重大事故等対処施設ではないが、設計基準を超える事象が発生した場合に使用する重大事故等対処施設が、その前段の設計基準事象の自然現象によって機能喪失することは回避するべきであることから、原則防火帯の内側に配置し外部火災の熱影響を回避する。(第 4-4 表)

防火帯による防護ができない設備として、モニタリングポストがあるが、これらが機能喪失した場合であっても、防火帯の内側で防護する可搬式モニタリングポストにより安全機能は維持される。

なお、外部火災に対する重大事故等対処設備の設計方針は、設置許可基準規則第 43 条(重大事故等対処設備)にて考慮する。

## 2. 影響評価内容

### (1) 熱影響評価について

外部事象防護対象施設のうち、外部火災の影響を受ける評価対象施設については、評価ガイドに基づき、建物の外側(コンクリート、鋼、扉、貫通部で形成される障壁)の熱影響に対する耐性評価を実施する。選定フロー(第 3-1 図)に基づき抽出する施設のうち、屋内設置の外部事象防護対象施設については、内包する建物により防護するとし、評価対象施設として抽出された建物側面のコンクリート壁の温度評価を実施し、建物内の外部事象防護対象施設に影響を及ぼさないことを確認する。また、屋外の評価対象施設については、各機器について熱影響評価を実施する。(第 3-1 表)

### (2) 二次的影響評価

外部火災の二次的影響評価を受ける評価対象施設については、ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響評価として、非常用ディーゼル発電機等について影響評価を実施する。

選定フロー図(第 3-2 図)に基づき、ばい煙等による影響評価の評価対象施設を抽出し、評価を実施する。

- a. 屋外設備で外気を内部に取り込む設備
  - ・対象なし\*
- b. 屋外設備で開口部のある設備
  - ・非常用ディーゼル発電機排気口

c. 屋内設備で外気を直接取り込む設備

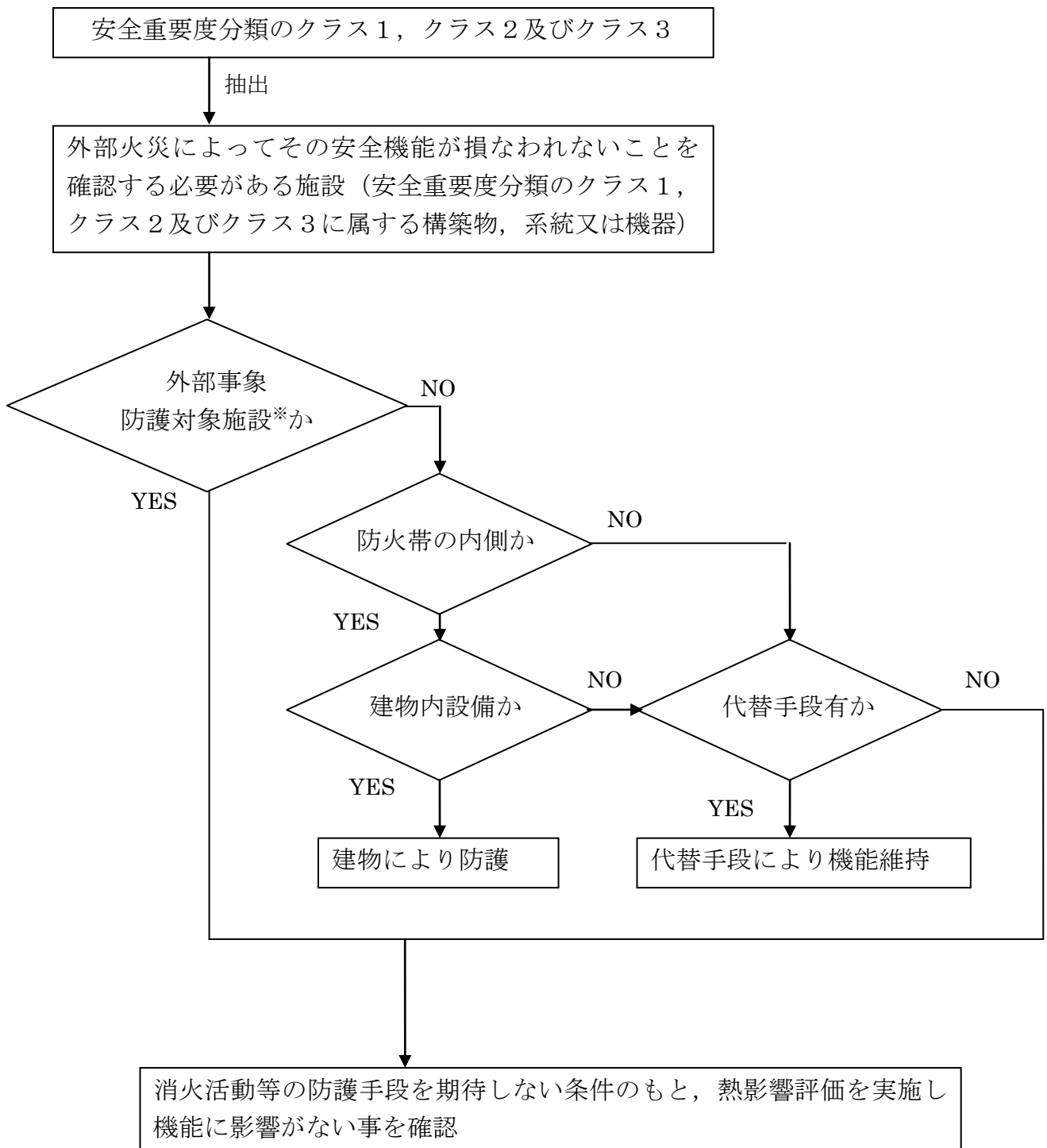
- ・非常用ディーゼル発電機
- ・空調換気系（原子炉建物付属棟空調換気系，中央制御室換気系）

また，外部火災発生時のばい煙等による居住性評価の観点から，中央制御室の影響評価を実施し，煙や埃に対して脆弱な設備として安全保護系について影響評価を実施する。

※：原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプは，屋外に設置しているが，電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇形構造の冷却方式であり，外気を直接電動機内部に取り込まない構造であることから評価対象外。

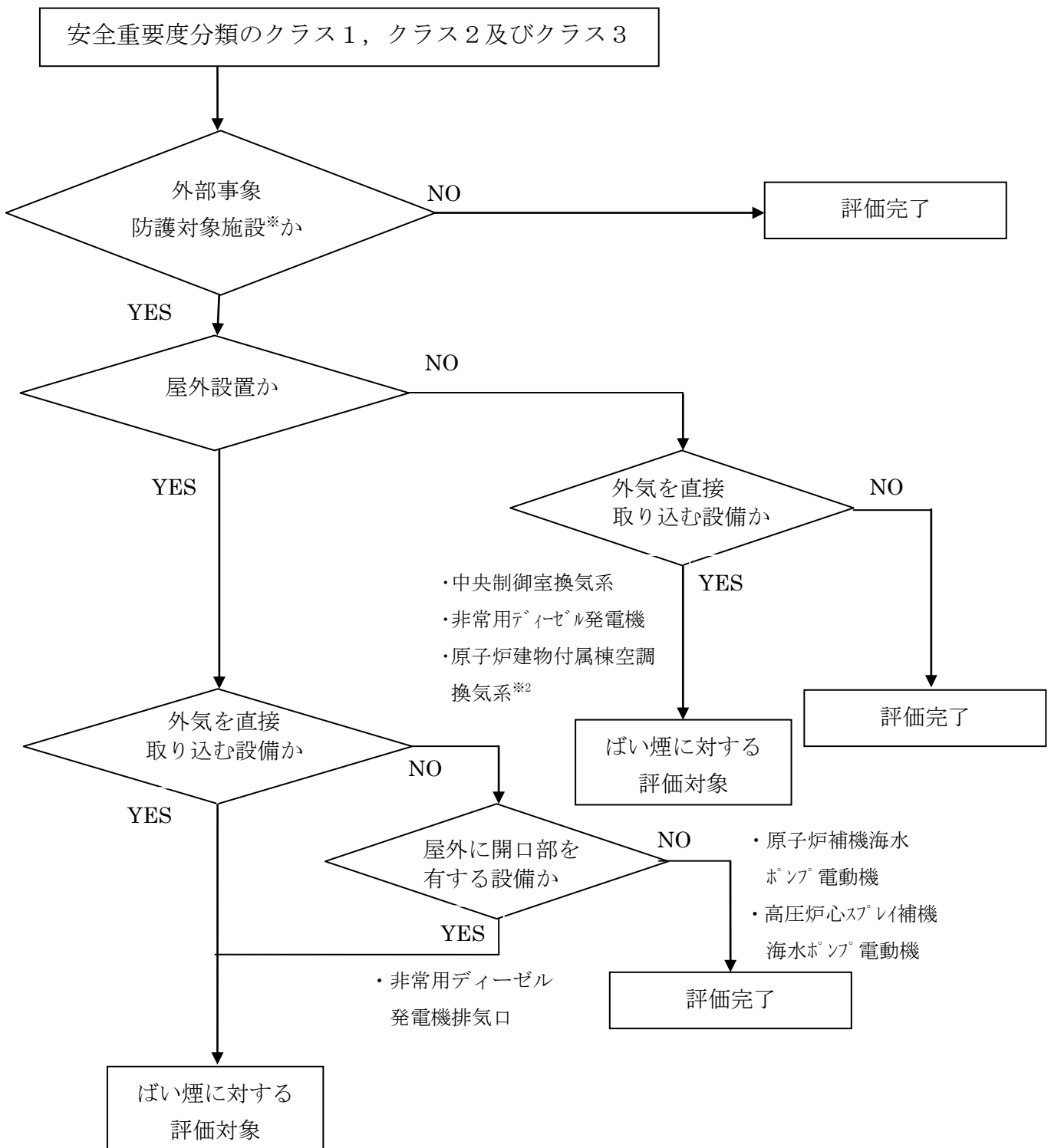
3. 重大事故等対処設備に対する考慮

第3-4図の外部火災に対する重大事故等対処設備の評価フローに基づき，外部火災に対し，必要な安全機能を維持できることを確認した。



※：外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器又はそれを内包する建物

第3-1図 熱影響評価を実施する施設の選定フロー図



※1：外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器又はそれを内包する建物

※2：原子炉建物付属棟空調換気系はクラス1，2設備の間接関連系のため，評価対象とする。

第3-2図 ばい煙等に対する防護対象施設選定フロー図

第3-1表 防護対象及び防護方法

防護対象		防護方法	評価対象施設等 <sup>※1, 2</sup>
外部事象防護対象施設	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器を内包する建物	防火帯の内側に設置 消火活動による防護手段を期待しない条件のもと，火元からの離隔距離で防護 (熱影響評価を実施)	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物
	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器に属する屋外施設		海水ポンプ <sup>※3</sup>
その他の安全施設		防火帯の内側に原則設置 屋内設備は建物による防護 屋外設備は，代替手段等で安全機能に影響がないことを確認	排気筒 <sup>※4</sup> 固体廃棄物貯蔵所 開閉所 モニタリングポスト 他
重大事故等対処設備			大型送水ポンプ車 格納容器フィルタベント 他

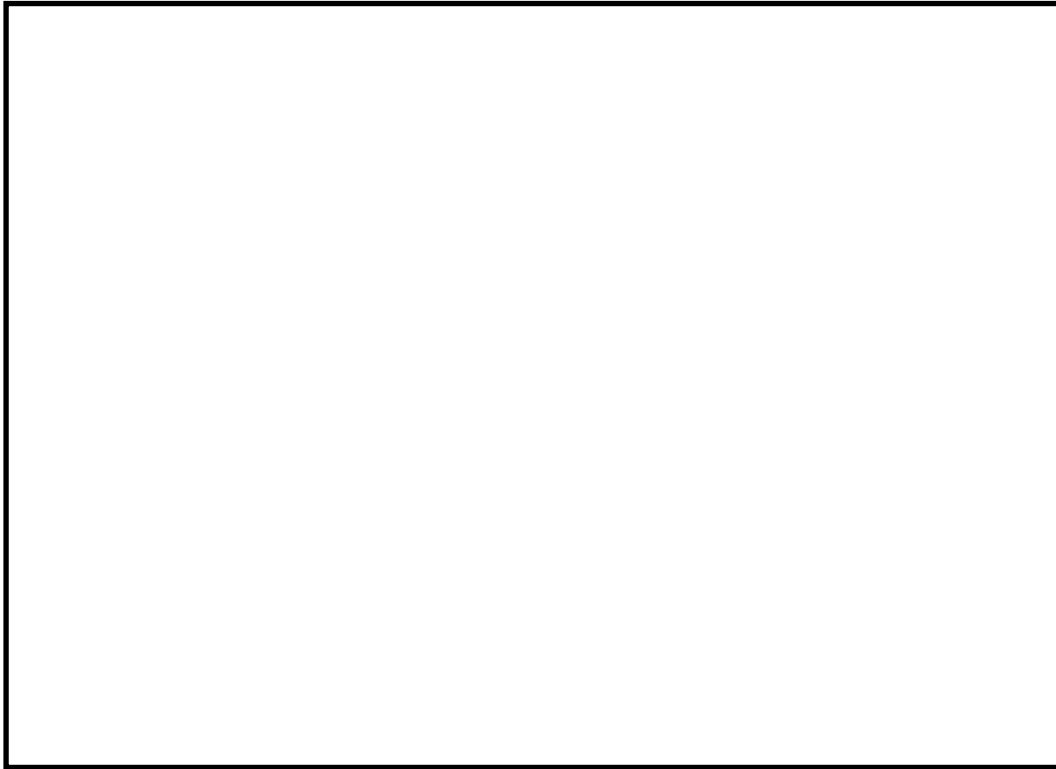
※1：破線内は評価対象施設である。

※2：非常用ディーゼル燃料貯蔵タンク，高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク及び燃料移送ポンプは地下設置であり，輻射熱が直接届かないことから熱影響を受けない。

※3：海水ポンプには，原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプがあるが，代表して原子炉補機海水ポンプの熱影響評価を実施する。

※4：排気筒は，防火帯の内側にあるが，屋外設置で代替手段がないことから，個別に熱影響評価を実施する。

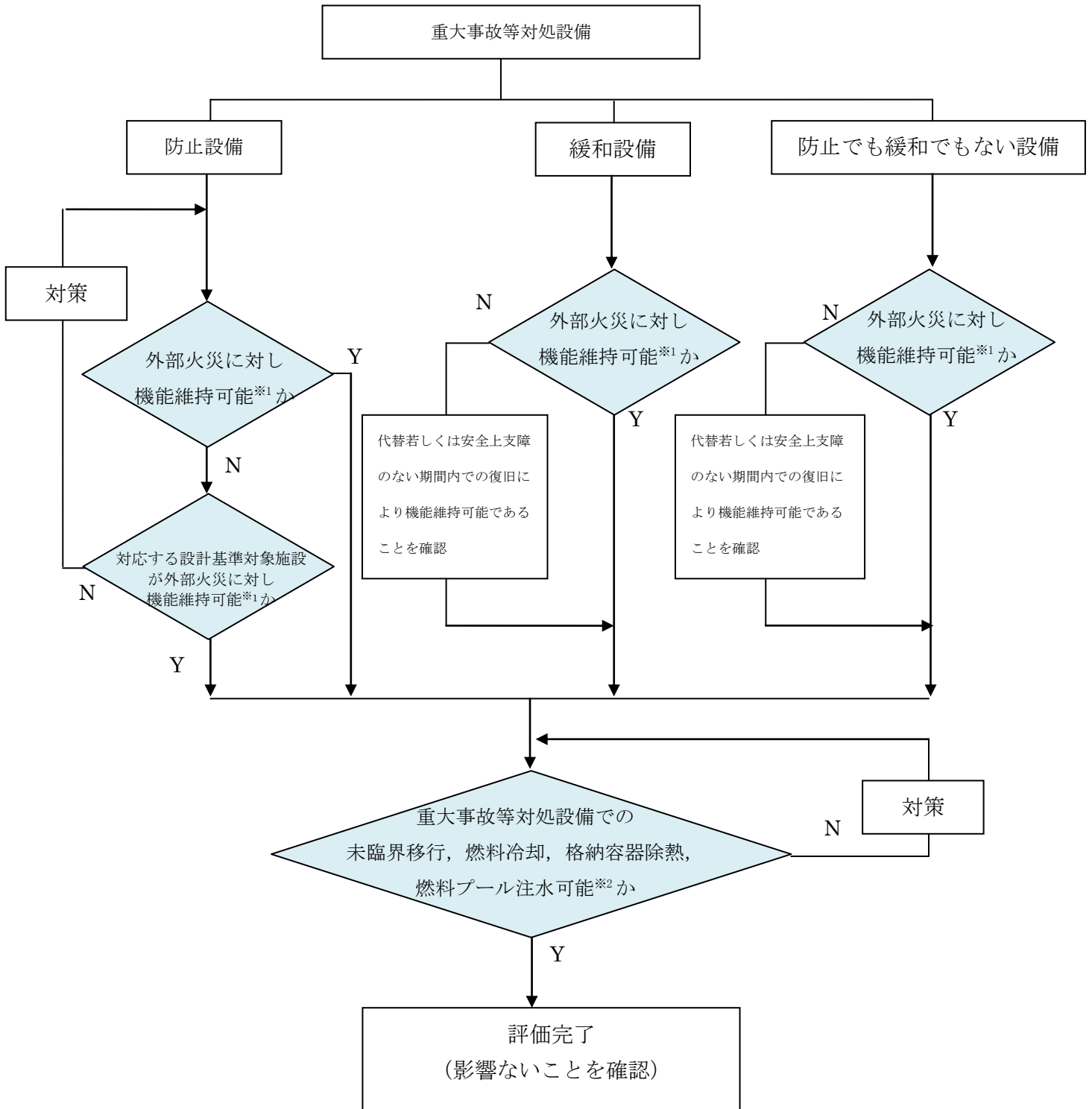




第 3-3 図 発電所構内全体

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 1-7



※1：ばい煙を取り込まない，若しくは取り込んでも機能維持可能なことを確認している。

※2：外部火災により重大事故等対処設備と設計基準対象施設が同時に損なわれることはないが，安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認。

第3-4図 外部火災に対する重大事故等対処施設への評価フロー

#### 4. 設備を防護する建物の離隔距離

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備を内包する各建物について、防火帯外縁からの離隔距離を下表に示す。

この離隔距離は想定される森林火災において、評価上必要とされる危険距離以上あることから、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に対して、森林火災が熱影響を及ぼすことはないと評価できる。（添付資料—2 3. 危険距離及び温度評価 参照）

なお、防火帯に近く森林火災時の外壁面の温度上昇が大きい固体廃棄物貯蔵所D棟（壁厚：0.5m）については内気の温度評価を実施する。

第4-1表 各建物の防火帯外縁からの離隔距離

設備を防護する建物	離隔距離※
原子炉建物	約147m
タービン建物	約186m
制御室建物	約166m
廃棄物処理建物	約129m
海水ポンプエリア	約277m
排気筒	約259m
固体廃棄物貯蔵所A棟	約71m
固体廃棄物貯蔵所B棟	約33m
固体廃棄物貯蔵所C棟	約68m
固体廃棄物貯蔵所D棟	約24m
サイトバンカ建物	約23m
緊急時対策所	約90m
ガスタービン発電機建物	約41m

※：防火帯外縁から建物までの最短距離

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (1 / 8)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉			設置場所 ※1	影響評価		
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器					
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷、 又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系 (計装等の小口径配管・機器は除く。)	原子炉圧力容器	R/B	熱影響評価		
				原子炉再循環系ポンプ				
				配管・弁				
				隔離弁				
				制御棒駆動機構ハウジング				
						中性子束計装管ハウジング		
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	制御棒カップリング	R/B	熱影響評価		
				制御棒駆動機構カップリング				
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物 (炉心シュラウド、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、燃料支持金具、制御棒案内管)、燃料集合体 (ただし、燃料を除く。)	炉心シュラウド	R/B	熱影響評価		
シュラウドサポート								
上部格子板								
炉心支持板								
燃料支持金具								
制御棒案内管								
制御棒駆動機構ハウジング								
		燃料集合体 (上部タイププレート、下部タイププレート、スパーサ、チャンネルボックス)						
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系 (制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能))	制御棒	R/B	熱影響評価		
				制御棒案内管				
				制御棒駆動機構				
				水圧制御ユニット (スクラムパイロット弁、スクラム弁、アキュムレータ、室素容器、配管・弁)				
	2) 未臨界維持機能	原子炉停止系 (制御棒による系、ほう酸水注入系)	制御棒	R/B	熱影響評価			
			制御棒カップリング					
			制御棒駆動機構カップリング					
			制御棒駆動機構ハウジング					
			制御棒駆動機構					
			ほう酸水注入系 (ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管・弁、注入配管・弁)					
3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)	逃がし安全弁 (安全弁開機能)	R/B	熱影響評価				

※ 1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, R w/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (2 / 8)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉			設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統 (残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード), 原子炉隔離時冷却系, 高圧炉心スプレイ系, 逃がし安全弁 (手動逃がし機能), 自動減圧系 (手動逃がし機能))	残留熱除去系 (ポンプ, 熱交換器, 原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管・弁, 熱交換器バイパス配管・弁)	R/B	熱影響評価
				残留熱除去系 (サブプレッションプール水冷却モード)		
				原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, サブプレッションプール, タービン, サブプレッションプールから注水先までの配管・弁, ポンプミニマムフローライン配管・弁, サブプレッションプールストレナ)	R/B	熱影響評価
				タービンへの蒸気供給配管・弁	R/B	熱影響評価
				潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管		
				高圧炉心スプレイ系 (ポンプ, サブプレッションプール, サブプレッションプールからスプレイ先までの配管・弁, スプレイスパージャ, ポンプミニマムフローライン配管・弁, サブプレッションプールストレナ)	R/B	熱影響評価
				逃がし安全弁 (手動逃がし機能)	R/B	熱影響評価
				原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管		
逃がし安全弁アキュムレータ, 逃がし安全弁アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁						
自動減圧系弁 (手動逃がし機能)						
原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管						
逃がし安全弁	R/B	熱影響評価				
自動減圧系アキュムレータ, 自動減圧系アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁						

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, R w/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (3 / 8)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系 (低圧炉心スプレ イ系, 低圧注水系, 高圧炉心スプレ イ系, 自動減圧系)	残留熱除去系 (低圧注水モード) (ポンプ, サプレッションプール, サプレッションプールから注水先 までの配管・弁 (熱交換器バイパス ライン含む), ポンプミニマムフロー ライン配管・弁, サプレッショ ンプールストレーナ)	R/B	熱影響 評価
				高圧炉心スプレ イ系 (ポンプ, サプレッションプール, サプレッションプールからスプレ イ先までの配管・弁, スプレ イパー ジャ, ポンプミニマムフロー ライン 配管・弁, サプレッショ ン プ ール ス ト レ ー ナ)	R/B	熱影響 評価
				低圧炉心スプレ イ系 (ポンプ, サプレッションプール, サプレッションプールからスプレ イ先までの配管・弁, スプレ イパー ジャ, ポンプミニマムフロー ライン 配管・弁, サプレッショ ン プ ール ス ト レ ー ナ)	R/B	熱影響 評価
				自動減圧系 (逃がし安全弁)	R/B	熱影響 評価
				原子炉圧力容器から逃がし安全弁 までの主蒸気配管		
				自動減圧系アキュムレータ, 自動減 圧系アキュムレータから逃がし安全 弁までの配管・弁		
				ジェットポンプ (事故時の炉心再冠水維持機能)		

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, R w/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (4 / 8)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価		
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器					
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器, 原子炉格納容器隔離弁, 原子炉格納容器スプレイ冷却系, 原子炉建屋	原子炉格納容器 (格納容器本体, 貫通部 (ペネトレーション), 所員用エアロック, 機器搬入ハッチ)		R/B	熱影響評価	
				原子炉格納容器	ベント管			
					スプレイ管			
					真空破壊弁			
					逃がし安全弁排気管のクエンチャ			
				原子炉建物 (原子炉建物原子炉棟)		—	熱影響評価	
				原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管		R/B	熱影響評価	
				原子炉建物常用空調換気系隔離弁				
				主蒸気隔離弁アキュムレータ, 主蒸気隔離弁アキュムレータから主蒸気隔離弁までの配管・弁				
				主蒸気流量制限器				
残留熱除去系 (格納容器冷却モード) (ポンプ, 熱交換器, サプレッションプール, サプレッションプールからスプレイ先 (ドライウエル及びサプレッションプール気相部) までの配管・弁, スプレイヘッド (ドライウエル及びサプレッションプール), ポンプミニマムフローライン配管・弁, サプレッションプールストレーナ)								

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, R w/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (5 / 8)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価	
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
MS-1	2) 安全上必要なその他の構築物, 系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	原子炉保護系	R/B T/B	熱影響評価	
				工学的安全施設作動系	Rw/B C/B		
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系, 制御室及びその遮へい・非常用換気空調系, 非常用補機冷却水系, 直流電源系 (いずれも, MS-1 関連のもの)	非常用所内電源系, 制御室及びその遮へい・非常用換気空調系, 非常用補機冷却水系, 直流電源系 (いずれも, MS-1 関連のもの)	非常用所内電源系 (ディーゼル機関, 発電機, ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び回路)	R/B, 屋外	熱影響評価
					燃料移送系 (ディーゼル燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで)		
					始動用空気系 (始動用空気だめ (自動供給) からディーゼル機関まで)		
					冷却水系		
					吸気系	R/B (外気取入口は屋外)	熱影響評価 ばい煙による評価
					非常用ディーゼル室送風機		
					高圧炉心スプレイ電源系 (ディーゼル機関, 発電機, ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び回路)	R/B, 屋外	熱影響評価
					燃料移送系 (ディーゼル燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで)		
					始動用空気系 (始動用空気だめ (自動供給) からディーゼル機関まで)		
					冷却水系		
					吸気系	R/B (外気取入口は屋外)	熱影響評価 ばい煙による評価
					高圧炉心スプレイ系ディーゼル室送風機		
中央制御室及び中央制御室遮へい	C/B	熱影響評価					
中央制御室換気系「放射線防護機能及び有毒ガス防護機能」(プースタ・ファン, 非常用チャコール・フィルタ・ユニット, 空調ユニット, 再循環用ファン, 排気ファン, ダクト及びダンパ)	C/B, Rw/B (外気取入口は屋外)	熱影響評価 ばい煙による評価					

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物



第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (6 / 8)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-1	2) 安全上 必要なその 他の構築物, 系統及び 機器	2)安全上特に 重要な関連機能	非常用所内電源系, 制御室及びその遮へい・非常用換気空調系, 非常用補機冷却水系, 直流電源系 (いずれも, MS-1 関連のもの)	原子炉補機冷却系 (ポンプ, 熱交換器, 非常用負荷冷却ライン配管・弁 (MS-1 関連), サージタンク)	R/B Rw/B	熱影響 評価
				高圧炉心スプレイ補機冷却系 (ポンプ, 熱交換器, 非常用負荷冷却ライン配管・弁 (MS-1 関連), サージタンク)	R/B	熱影響 評価
				原子炉補機海水系 (ポンプ, 配管・弁 (MS-1 関連), ストレーナ (異物除去機能を司る部分))	R/B T/B 屋外	熱影響 評価
				高圧炉心スプレイ補機海水系 (ポンプ, 配管・弁 (MS-1 関連), ストレーナ (異物除去機能を司る部分))	R/B T/B 屋外	熱影響 評価
				取水路 (屋外トレンチ含む)	屋外	熱影響 評価
				直流電源系 (蓄電池, 蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))	R/B C/B Rw/B	熱影響 評価
				計測制御電源系 (蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))		
PS-2	1) その損傷 又は故障によ り発生する事 象によって, 炉 心の著しい損 傷又は燃料の 大量の破損を 直ちに引き起 こすおそれな い, 敷地外へ 過度の放射性 物質の放出の おそれのある 構築物, 系統 及び機器	1) 原子炉冷却材 を内蔵する機 能 (ただし, 原 子炉冷却材圧 力バウンダリ から除外され ている計装等 の小口径のも の及びバウン ダリに直接接 続されていない ものは除く。)	主蒸気系, 原子炉冷却材浄化系 (いずれも, 格納容器隔離弁の外側ののみ)	R/B T/B	熱影響 評価	
			原子炉浄化系 (原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分)	R/B		
			原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン (原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで)			

※ 1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 (7 / 8)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
PS-2	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって, その故障により, 炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物, 系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁 (吹き止まり機能に関連する部分)	逃がし安全弁 (吹き止まり機能に関連する部分)	R/B	熱影響評価
MS-2	1) PS-2 の構築物, 系統及び機器の損傷又は故障により, 敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物, 系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系 (ポンプ, サプレッションプール, サプレッションプールから燃料プールまでの配管・弁, ポンプミニマムフローライン配管・弁, サプレッションプールストレーナ)	R/B	熱影響評価
		2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁, 排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)	燃料プール冷却系の燃料プール入口逆止弁	R/B	熱影響評価
				原子炉建物 (原子炉建物原子炉棟)	—	熱影響評価

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-2 表 外部事象防護対象施設 ( 8 / 8 )

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-2	2) 異常事態への対応上特に重要な構築物, 系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	中性子束, 原子炉スクラム用電磁接触器の状態又は制御棒位置	R/B C/B Rw/B	熱影響評価
				原子炉水位 (広帯域, 燃料域), 原子炉圧力		
				原子炉格納容器圧力, 格納容器エリア放射線量率, サプレッションプール水温		
				「低温停止への移行」 原子炉圧力, 原子炉水位 (広帯域) 「ドライウェルスプレイ」 原子炉水位 (広帯域, 燃料域), 格納容器圧力 「サプレッションプール冷却」 原子炉水位 (広帯域, 燃料域), サプレッションプール水温 「可燃性ガス濃度制御系起動」 原子炉格納容器水素濃度, 原子炉格納容器酸素濃度		
		2) 異常状態の緩和機能	BWR は対象外	—	—	—
		3) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの)	中央制御室外原子炉停止系	R/B	熱影響評価

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-3 表 その他の安全施設 (1 / 7)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価	
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	非常用ガス処理系, 非常用再循環ガス処理系, 可燃性ガス濃度制御系	非常用ガス処理系 (排気ファン, フィルタ装置, 原子炉建物原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管・弁, 乾燥装置 (乾燥機能部分))	R/B T/B 屋外	防火帯による防護建物による防護	
				排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)	屋外		防火帯による防護
				可燃性ガス濃度制御系 (再結合装置, 格納容器から再結合装置までの配管・弁, 再結合装置から格納容器までの配管・弁)	R/B	防火帯による防護建物による防護	
				残留熱除去系 (再結合装置への冷却水供給を司る部分)			
				遮へい設備 (原子炉遮へい壁, 一次遮へい壁, 二次遮へい壁)			
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって, 炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが, 敷地外へ過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物, 系統及び機器	2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの大きいもの), 使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む。)	排ガス処理系 (活性炭式希ガスホールドアップ装置)	Rw/B	防火帯による防護建物による防護	
				燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む)	R/B		防火帯による防護建物による防護
				新燃料貯蔵庫「臨界を防止する機能」 (新燃料貯蔵ラック)			
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料取替機	R/B	防火帯による防護建物による防護	
				原子炉ウェル			
				原子炉建物天井クレーン			

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-3 表 その他の安全施設 (2 / 7)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-2	1) PS-2 の構築物, 系統及び機器の損傷又は故障により, 敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物, 系統及び機器	2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁, 排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)	排ガス処理系隔離弁	T/B	防火帯による防護 建物による防護
				排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外の部分)	屋外	防火帯による防護
				非常用ガス処理系 (排気ファン, フィルタ装置, 原子炉建物原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管・弁, 乾燥装置 (乾燥機能部分))	R/B T/B 屋外	防火帯による防護 建物による防護
				排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)	屋外	防火帯による防護
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって, PS-1 及び PS-2 以外の構築物, 系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1 及び PS-2 以外のもの)	計装配管, 試料採取管	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される小口径配管・弁	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				計装配管・弁		
				試料採取系配管・弁		
				ドレン配管・弁		
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	原子炉再循環系ポンプ	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				配管・弁		
				ライザ管 (炉内)		
				ジェットポンプ		
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブプレッションプール水排水系, 復水貯蔵タンク, 放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの小さいもの)	復水貯蔵タンク	屋外	防火帯による防護
				サブプレッションプール水排水系 (トラス水受入タンク, 補助復水貯蔵タンク)	屋外	防火帯による防護
液体廃棄物処理系 (タンク)	屋外			防火帯による防護		
固体廃棄物処理系 (タンク, 固体廃棄物貯蔵所 (ドラム缶))	屋内 屋外			防火帯による防護 建物による防護		

※ 1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-3 表 その他の安全施設 ( 3 / 7 )

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって, PS-1 及び PS-2 以外の構築物, 系統及び機器	4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	タービン, 発電機及びその励磁装置, 復水系 (復水器を含む。), 給水系, 循環水系, 送電線, 変圧器, 開閉所	発電機及びその励磁装置	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				軸密封装置		
				発電機水素ガス冷却装置		
				固定子冷却装置		
				励磁電源系		
				蒸気タービン (主タービン, 主要弁, 配管)		
				主蒸気系 (主蒸気/駆動源)		
				タービン制御系		
				タービングランド蒸気系		
				タービン潤滑油系 (配管・弁等)		
				抽気系 (配管・弁等)		
				タービンヒータベント系 (配管・弁)		
				タービンヒータドレン系 (配管・弁等)		
				補助蒸気系		
				復水系 (復水器, 復水ポンプ, 配管・弁)		
				抽出空気系 (配管・弁)		
				給水系 (電源駆動給水ポンプ, タービン駆動給水ポンプ, 給水加熱器, 配管・弁)		
	取水設備 (屋外トレンチ含む)	屋外	防火帯による防護			
	常用所内電源系 (発電機又は外部電源から所内負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外))	屋内	防火帯による防護 建物による防護			
	直流電源系 (蓄電池, 蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外)), 充電器					
	計装制御電源系 (電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外))					
	送電線	屋外	防火帯による防護			
	変圧器 (所内変圧器, 起動変圧器, 予備変圧器, 電路)					
	変圧器			油劣化防止装置 冷却装置		
	開閉所 (母線, 遮断器, 断路器, 電路)					

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-3 表 その他の安全施設 (4 / 7)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって, PS-1 及び PS-2 以外の構築物, 系統及び機器	5) プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	原子炉制御系 (制御棒価値ミニマイザを含む。), 原子炉核計装, 原子炉プラントプロセス計装	原子炉制御系 (制御棒価値ミニマイザを含む)	屋内	防火帯による防護建物による防護
				原子炉核計装の一部		
				原子炉プラントプロセス計装の一部		
		6) プラント運転補助機能	所内ボイラ, 計装用圧縮空気系	補助ボイラ設備 (補助ボイラ, 給水タンク, 給水ポンプ, 配管・弁)	屋内 屋外	防火帯による防護建物による防護
				油系統 (重油サービスタンク, 重油ポンプ, 配管・弁)	屋外	防火帯による防護
				所内蒸気系 (配管・弁)	屋内 屋外	防火帯による防護建物による防護
				計装用圧縮空気設備 (空気圧縮機, 配管・弁, 中間冷却器, 後部冷却器, 気水分離器, 空気貯槽)	屋内	防火帯による防護建物による防護
				原子炉補機冷却水系 (MS-1 関連以外) (配管・弁)	屋内	防火帯による防護建物による防護
				タービン補機冷却水系 (ポンプ, 熱交換器, 配管・弁, サージタンク)	屋内	防火帯による防護建物による防護
				タービン補機冷却海水系 (ポンプ, 配管・弁, ストレーナ)	屋外	防火帯による防護
復水輸送系 (ポンプ, 配管・弁)	屋内	防火帯による防護建物による防護				
復水貯蔵タンク	屋外	防火帯による防護				

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 1-21

第 4-3 表 その他の安全施設 (5 / 7)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価	
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
PS-3	2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物, 系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管	燃料被覆管, 上/下部端栓, タイロッド		屋内	防火帯による防護建物による防護
		2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系, 復水浄化系	原子炉浄化系 (再生熱交換器, 非再生熱交換器, ポンプ, ろ過脱塩装置, 配管・弁)			
				復水浄化系 (復水ろ過装置, 復水脱塩装置, 配管・弁)			
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても, MS-1, MS-2 とあいまって, 事象を緩和する構築物, 系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁 (逃がし弁機能), タービンバイパス弁	逃がし安全弁 (逃がし弁機能)		屋内	防火帯による防護建物による防護
				原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管			
				逃がし安全弁アキュムレータ, 逃がし安全弁アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁			
				タービンバイパス弁			
				原子炉圧力容器からタービンバイパス弁までの主蒸気配管			
				タービンバイパス弁アキュムレータ, タービンバイパス弁アキュムレータからタービンバイパス弁までの配管・弁			
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系 (再循環ポンプトリップ機能), 制御棒引抜監視装置	原子炉再循環系 (再循環ポンプトリップ機能)		屋内	防火帯による防護建物による防護
制御棒引抜監視装置							

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物



第 4-3 表 その他の安全施設 (6 / 7)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器			
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても, MS-1, MS-2 とあいまって, 事象を緩和する構築物, 系統及び機器	3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系	制御棒駆動水圧系 (ポンプ, 復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管・弁, ポンプサクシオンフィルタ, ポンプミニマムフローライン配管・弁)	屋内 屋外 (ダクト)	防火帯による防護 建物による防護
				復水貯蔵タンク	屋外	防火帯による防護
				原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, タービン, サプレッションプール, サプレッションプールから注水先までの配管・弁, ポンプミニマムフローライン配管・弁)	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				タービンへの蒸気供給配管・弁		
潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管	屋内	防火帯による防護 建物による防護				

※1 R/B : 原子炉建物, C/B : 制御室建物, T/B : タービン建物, Rw/B : 廃棄物処理建物

第 4-3 表 その他の安全施設 (7 / 7)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉		設置場所 ※1	影響評価		
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
MS-3	2) 異常状態への対応上必要な構築物, 系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射線監視設備, 事故時監視計器の一部, 消火系, 安全避難通路, 非常用照明	緊急時対策所 (緊急時対策所, 情報収集設備, 通信連絡設備, 資料及び器材, 遮へい設備)	屋内 屋外	防火帯による防護 建物による防護	
				試料採取系 (異常時に必要な以下の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析, 格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析)	屋内	防火帯による防護 建物による防護	
				通信連絡設備 (1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備)	屋内 屋外	防火帯による防護 建物による防護	
				排気筒モニタ	屋内 屋外	防火帯による防護 建物による防護	
				放射能監視設備 (排気筒モニタ以外)	屋外	防火帯による防護	
				事故時監視計器の一部	屋内	防火帯による防護 建物による防護	
				消火系	水消火設備 (補助消火水槽, サイトバンカ消火タンク, 44m 盤消火タンク, 44m 盤北側消火タンク, 50m 盤消火タンク, ポンプ, 配管・弁等)	屋内 屋外	防火帯による防護 建物による防護
					泡消火設備		
					固定式ガス消火設備	屋外	防火帯による防護
				火災検出装置 (受信機含む)	屋内	防火帯による防護 建物による防護	
防火扉, 防火ダンパ, 耐火壁, 隔壁 (消火設備の機能を維持・担保するために必要なもの)							
安全避難通路							
安全避難用扉							
非常用照明							

※1 R/B: 原子炉建物, C/B: 制御室建物, T/B: タービン建物, R w/B: 廃棄物処理建物

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (1 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 37 条 重大事故等の拡大防止等	—	—	—	—	—
第 38 条 重大事故等対処施設の地盤	—	—	—	—	—
第 39 条 地震による損傷の防止	—	—	—	—	—
第 40 条 津波による損傷の防止	—	—	—	—	—
第 41 条 火災による損傷の防止	—	—	—	—	—
第 42 条 特定重大事故等対処設備	特定重大事故等対処施設		→申請対象外		—
第 43 条 重大事故等対処設備	アクセスルート確保	ホイールローダ	防止でも緩和でもない設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
第 44 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入	ATWS 緩和設備 (代替制御棒挿入機能)	防止設備	C/B R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		制御棒	防止設備	R/B	
		制御棒駆動機構			
		制御棒駆動水圧系 水圧制御ユニット 制御棒駆動水圧系 配管・弁 [流路]			
	代替原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	ATWS 緩和設備 (代替原子炉再循環ポンプトリップ機能)	防止設備	C/B R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	ほう酸水注入	ほう酸水注入ポンプ	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		ほう酸水貯蔵タンク			
ほう酸水注入系 配管・弁 [流路]					
	差圧検出・ほう酸水注入系 配管 (原子炉圧力容器内部) [流路]				
	原子炉圧力容器 [注入先]	→その他の設備に記載		—	
出力急上昇の防止	自動減圧起動阻止 スイッチ	→46 条に記載		—	
	代替自動減圧起動阻止 スイッチ				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (2 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 45 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリ 高圧時に発電用原子 炉を冷却するための設備	高圧原子炉代替注水 系による原子炉の冷 却	高圧原子炉代替注水 ポンプ	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		高圧原子炉代替注水系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]			
		主蒸気系 配管 [流路]			
		原子炉隔離時冷却系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]			
		高圧原子炉代替注水系 (注水系) 配管・弁 [流路]			
		残留熱除去系 配管・弁・ ストレーナ [流路]			
		原子炉隔離時冷却系 (注水系) 配管・弁 [流路]			
		原子炉浄化系 配管 [流路]			
		給水系 配管・弁・ スパージャ [流路]			
		サブプレッション・チェンバ [水源]			→56 条に記載
	原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載	—		
	原子炉隔離時冷却系 による原子炉の冷却	原子炉隔離時冷却ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉隔離時冷却系 (蒸気系) 配管・弁 [流路]			
		主蒸気系 配管 [流路]			
		原子炉隔離時冷却系 (注水系) 配管・弁・ ストレーナ [流路]			
		原子炉浄化系 配管 [流路]			
給水系 配管・弁・ スパージャ [流路]					
サブプレッション・チェンバ [水源]		→56 条に記載 (うち, 防止設備)			
原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)	—			

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (3 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 45 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	高圧炉心スプレイ系による原子炉の冷却	高圧炉心スプレイポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		高圧炉心スプレイ系配管・弁・ストレーナ・スパーージャ[流路]			
		サブプレッション・チェンバ[水源]	→56 条に記載 (うち, 防止設備)	—	
		原子炉圧力容器[注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)	—	
	ほう酸水注入系による進展抑制	ほう酸水注入系	→44 条に記載 (うち, 防止設備)	—	—
第 46 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	逃がし安全弁	逃がし安全弁 [操作対象弁]	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキュムレータ			
		主蒸気系 配管・クエンチャ[流路]			
	原子炉減圧の自動化	代替自動減圧ロジック (代替自動減圧機能)	防止設備	C/B R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		自動減圧起動阻止 スイッチ	防止設備	C/B	
		代替自動減圧起動阻止 スイッチ			
	可搬型直流電源による減圧	可搬型直流電源設備	→57 条に記載 (うち, 防止設備)		—
		SRV 用電源切替盤	防止設備	RRw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池による減圧	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池 (補助盤室)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	逃がし安全弁窒素ガス供給設備による作動窒素ガス確保	逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		逃がし安全弁窒素ガス供給系 配管・弁[流路]			
逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキュムレータ[流路]					
インターフェイスシステム LOCA 隔離弁	残留熱除去系注水弁 (MV222-5A)	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	防止設備	屋外	防火帯による防護	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (4 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 47 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリ低圧時に発電用原子 炉を冷却するための設備	低圧原子炉代替注水 系 (常設) による 原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水 ポンプ	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポ ンプ格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポ ンプ格納槽 R/B	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]	→56 条に記載		—
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載		—
	低圧原子炉代替注水 系 (可搬型) による 原子炉の冷却	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]			
		ホース・接続口 [流路]	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		—
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載		—
	低圧炉心スプレイ系	低圧炉心スプレイポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		低圧炉心スプレイ系 配管・弁・ストレーナ・ スパージャ [流路]			
		サブプレッション・チェンバ [水源]	→56 条に記載 (うち, 防止設備)		—
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		—
	低圧注水	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]			
		サブプレッション・チェンバ [水源]	→56 条に記載 (うち, 防止設備)		—
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		—

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (5 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 47 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリ低圧時に発電用原子 炉を冷却するための設備	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却 モード)	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		残留熱除去系熱交換器			
		残留熱除去系 配管・弁・ジェットポンプ [流路]			
		原子炉再循環系配管[流路]			
		原子炉圧力容器[注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		—
	原子炉補機冷却系 (区分 I, II)	原子炉補機冷却水ポンプ	→48 条に記載 (うち, 防止設備)		—
		原子炉補機海水ポンプ			
		原子炉補機冷却系熱交換器			
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]			
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ [流路]			
	非常用取水設備	取水口	→その他設備に記載		—
		取水管			
		取水槽			
低圧原子炉代替注水 系 (常設) による残存 溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系 (常設)	低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉の冷却に記載 (うち, 緩和設備)		—	
低圧原子炉代替注水 系 (可搬型) による 残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系 (可搬型)	低圧原子炉代替注水系 (可搬型) による原子炉の冷却に記載 (うち, 緩和設備)		—	

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (6 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 48 条 最終ヒートシンクへ熱を 輸送するための設備	原子炉補機代替冷却 系による除熱	移動式代替熱交換設備	防止設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		大型送水ポンプ車			
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路]	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉補機冷却系 配管・弁 [流路]	防止設備	R/B	
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]			
		残留熱除去系熱交換器 [流路]			
		ホース・接続口 [流路]	防止設備	屋外	防火帯による防護
		取水口	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		-
	取水管				
	取水槽				
	格納容器フィルタベ ント系による原子炉 格納容器内の減圧及 び徐熱	第 1 ベントフィルタ スクラバ容器	→50 条に記載 (うち, 防止設備)		-
		第 1 ベントフィルタ 銀ゼオライト容器			
		圧力開放板			
		遠隔手動弁操作機構			
		格納容器フィルタベント系 配管・弁 [流路]			
		窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]			
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]	→52 条に記載		-
		可搬式窒素供給装置			
		ホース・接続口 [流路]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		-
		原子炉格納容器 (サブプレッション・チェン バ, 真空破壊装置を含む) [排出元]			
	原子炉停止時冷却	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	→47 条に記載 (うち, 防止設備)		-
	サブプレッション・プ ール冷却	残留熱除去系 (サブプレッション・プ ール冷却モード)	→49 条に記載 (うち, 防止設備)		-

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。



第 4-4 表 重大事故等対処設備 (7 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 48 条 最終ヒートシンクへ熱を 輸送するための設備	原子炉補機冷却系 (区分 I, II, III)	原子炉補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉補機冷却系 熱交換器			
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]			
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	
		原子炉補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	防火帯による防護
		高圧炉心スプレイ補機 冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		高圧炉心スプレイ補機 冷却系熱交換器			
		高圧炉心スプレイ補機 冷却系サージタンク [流路]			
		高圧炉心スプレイ補機 冷却系 配管・弁・ 海水ストレーナ [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	
		高圧炉心スプレイ補機 海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	防火帯による防護
	非常用取水設備	取水口	→その他設備に記載		—
		取水管			
		取水槽			

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (8 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 49 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	格納容器代替スプレイ系 (常設) による原子炉格納容器内の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	地下構造のため火災の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		低圧原子炉代替注水系配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	地下構造のため火災の輻射熱を受けない 防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		格納容器スプレイ・ヘッダ [流路]			
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]	→56 条に記載		—
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他設備に記載		—
	格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器内の冷却	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		可搬型ストレーナ			
		残留熱除去系配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		格納容器代替スプレイ系配管・弁 [流路]			
		格納容器スプレイ・ヘッダ [流路]			
		ホース・接続口 [流路]	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		—
	原子炉格納容器 [注水先]	→その他設備に記載		—	
	サブプレッション・プール水の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系熱交換器			
		残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]			
		サブプレッション・チェンバ [水源]	→56 条に記載		—
		原子炉格納容器 [注水先]	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		—

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (9 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 49 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	原子炉補機冷却系 (区分 I, II)	原子炉補機冷却水ポンプ	→48 条に記載 (うち, 防止設備)		—
		原子炉補機冷却系 配管・弁・海水ストレーナ [流路]			
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]			
		原子炉補機冷却系 熱交換器			
	非常用取水設備	原子炉補機海水ポンプ	→その他設備に記載		—
		取水口			
		取水管 取水槽			

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (10 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護				
第 50 条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備	格納容器フィルタベ ント系による原子炉 格納容器内の減圧及 び除熱	第 1 ベントフィルタ スクラバ容器	フィルタベ ント格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護 建物による防護※1				
		第 1 ベントフィルタ 銀ゼオライト容器						
		圧力開放板	屋外	防火帯による防護				
		格納容器フィルタベント系 配管・弁 [流路]						
		窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1				
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]						
		遠隔手動弁操作機構						
		可搬式窒素供給装置	→52 条に記載		—			
		ホース・接続口 [流路]	→52 条に記載		—			
		原子炉格納容器 (サブプレッション・チェン バ, 真空破壊装置を含む) [排出元]	→その他設備に記載		—			
	残留熱代替除去系に よる原子炉格納容器 内の減圧及び除熱	残留熱代替除去ポンプ	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1			
		残留熱除去系熱交換器						
		移動式代替熱交換設備	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護			
		大型送水ポンプ車						
		原子炉補機冷却系 配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1			
		原子炉補機冷却系 サージタンク [流路]						
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]						
		残留熱代替除去系 配管・弁 [流路]						
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]						
		格納容器スプレイ・ヘッダ [流路]						
		ホース・接続口 [流路]				緩和設備	屋外	防火帯による防護
		サブプレッション・チェンバ [水源]				→56 条に記載 (うち, 緩和設備)		—
		取水口	→その他設備に記載 (うち, 緩和設備)					
取水管								
取水槽								
原子炉圧力容器 [注水先]								
原子炉格納容器 [注水先]								

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 ( 1 1 / 3 0 )

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護		
第 51 条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	ペDESTAL代替注水系 (常設) によるペDESTAL内注水	低圧原子炉代替注水ポンプ	緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	地下構造のため火災の輻射熱を受けない 防火帯による防護	
		低圧原子炉代替注水系配管・弁 [流路]	緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	地下構造のため火災の輻射熱を受けない 防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		コリウムシールド	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]				
		格納容器スプレイ・ヘッダ [流路]				
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]		→56 条に記載 (うち, 緩和設備)		—
	原子炉格納容器 [注水先]		→その他設備に記載 (うち, 緩和設備)		—	
	格納容器代替スプレイ系 (可搬型) によるペDESTAL内注水	大量送水車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)		
		コリウムシールド	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		残留熱除去系配管・弁 [流路]				
		格納容器代替スプレイ系配管・弁 [流路]				
		格納容器スプレイ・ヘッダ [流路]				
		ホース・接続口 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護	
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]		→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]				
	原子炉格納容器 [注水先]		→その他設備に記載 (うち, 緩和設備)		—	
	ペDESTAL代替注水系 (可搬型) によるペDESTAL内注水	大量送水車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護	
		コリウムシールド	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		ペDESTAL代替注水系配管・弁 [流路]				
		ホース・接続口 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護	
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]		→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]				
		原子炉格納容器 [注水先]		→その他設備に記載 (うち, 緩和設備)		—
	常設溶融炉心の落下遅延及び防止	高圧原子炉代替注水系		→45 条に記載 (うち, 緩和設備)	—	
		ほう酸水注入系		→44 条に記載 (うち, 緩和設備)	—	
		低圧原子炉代替注水系 (常設)		→47 条に記載 (うち, 緩和設備)	—	
		低圧原子炉代替注水系 (可搬型)				

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (12/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 52 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	原子炉格納容器内 不活性化による 原子炉格納容器 水素爆発防止	(窒素ガス制御系)	(設計基準対象施設)	R/B 屋外	防火帯による防護 建物による防護※1
	窒素ガス代替注入系 による原子炉格納 容器内の不活性化	可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		窒素ガス代替注入系 配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		ホース・接続口 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護
		原子炉格納容器 [注水先]	→その他設備に記載 (うち、緩和設備)		—
	格納容器フィルタ ベント系による 原子炉格納容器内 の水素ガス及び 酸素ガスの排出	第 1 ベントフィルタ スクラバ容器	→50 条に記載 (うち、緩和設備)		—
		第 1 ベントフィルタ 銀ゼオライト容器			
		圧力開放板			
		第 1 ベントフィルタ 出口水素濃度	→58 条に記載 (うち、緩和設備)		—
		第 1 ベントフィルタ出口 放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)			
		可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		遠隔手動弁操作機構			
		格納容器フィルタベント系 配管・弁 [流路]	→50 条に記載 (うち、緩和設備)		—
		窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]			
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]			
	原子炉格納容器 (サブプレッション・チェン バ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→その他設備に記載 (うち、緩和設備)		—	
	ホース・接続口 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護	
	水素濃度及び酸素 濃度の監視	格納容器水素濃度 (S A)			
		格納容器水素濃度	緩和設備		R/B 防火帯による防護 建物による防護※1
		格納容器酸素濃度 (S A)			
		格納容器酸素濃度			

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (13 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 53 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制	静的触媒式水素処理装置	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		静的触媒式水素処理装置 入口温度			
		静的触媒式水素処理装置 出口温度			
		原子炉棟 [流路]			
	原子炉建物内の水素濃度	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
第 54 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールスプレイ系（可搬型）による常設スプレイヘッドを使用した燃料プール注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 （屋外）	防火帯による防護
		可搬型ストレーナ			
		常設スプレイヘッド	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		燃料プールスプレイ系 配管・弁 [流路]			
		ホース・接続口 [流路]	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		輪谷貯水槽（西 1） [水源]	→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽（西 2） [水源]	→56 条に記載		—
	燃料プール（サイフォン 防止機能含む） [注水先]	→その他設備に記載		—	
	燃料プールスプレイ系（可搬型）による可搬型スプレイノズルを使用した燃料プール注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 （屋外）	防火帯による防護
		ホース [流路]			
		可搬型ストレーナ	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		可搬型スプレイノズル			
		輪谷貯水槽（西 1） [水源]	→56 条に記載		—
		輪谷貯水槽（西 2） [水源]	→56 条に記載		—
	燃料プール（サイフォン 防止機能含む） [注水先]	→その他設備に記載		—	
	大気への放射性物質の拡散抑制	大型送水ポンプ車	→55 条に記載		—
		ホース [流路]			
放水砲					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (14/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 54 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールの監視	燃料プール水位 (SA)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
		燃料プール水位・温度 (SA)			
		燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (SA)			
		燃料プール監視カメラ (SA) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)			
	重大事故時における燃料プールの除熱	燃料プール冷却ポンプ	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		燃料プール冷却系熱交換器			
		原子炉補機代替冷却系配管・弁 [流路]			
		原子炉補機冷却系配管・弁 [流路]			
		原子炉補機冷却系サージタンク [流路]			
		燃料プール冷却系配管・弁 [流路]			
		燃料プール冷却系スキマサージタンク [流路]	防止設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		燃料プール冷却系ディフューザ [流路]			
		移動式代替熱交換設備	防止設備	屋外	防火帯による防護
		大型送水ポンプ車	→その他設備に記載 (うち, 防止設備)		-
		ホース・接続口 [流路]			
		燃料プール [注水先]			
取水口					
取水管					
取水槽					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。



第 4-4 表 重大事故等対処設備 (15 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 55 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	大気への放射性物質の拡散抑制	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		ホース[流路]			
		放水砲			
	海洋への放射性物質の拡散抑制	放射性物質吸着材	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		シルトフェンス			
		小型船舶			
	航空機燃料火災への泡消火	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		ホース[流路]			
		放水砲			
泡消火薬剤容器					
第 56 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	重大事故等収束のための水源	低圧原子炉代替注水槽	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	地下構造のため火災の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		サプレッション・チェンバ	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		輪谷貯水槽 (西 1)	—	屋外	防火帯による防護
		輪谷貯水槽 (西 2)	(代替淡水源)		
		ほう酸水貯蔵タンク	→44 条に記載		—
	水の供給	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		ホース[流路]			
		可搬型ストレータ			
		大型送水ポンプ車			
		取水口			
取水管	→その他設備に記載		—		
取水槽					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 ( 1 6 / 3 0 )

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護
第 57 条 電源設備	ガスタービン発電機	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン発電機建物	防火帯による防護 建物による防護※1
	ガスタービン発電機用 サービスタンク			
	ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ			
	ガスタービン発電機用 燃料移送系 配管・弁〔燃料流路〕			
	ガスタービン発電機用 軽油タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
	ガスタービン発電機～ 非常用高圧母線 C 系及び D 系電路〔電路〕	防止設備 ・緩和設備	屋外  R/B	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護 建物による防護※1
	ガスタービン発電機～ SA ロードセンタ電路 〔電路〕			
	ガスタービン発電機～ SA ロードセンタ～SA1 コントロールセンタ電路 〔電路〕			
	ガスタービン発電機～ SA ロードセンタ～SA2 コントロールセンタ電路 〔電路〕			
	ガスタービン発電機～ 高圧発電機車接続プラグ 収納箱電路〔電路〕			
高圧発電機車接続プラグ 収納箱～原子炉補機代替 冷却系電路〔電路〕		低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽		
		ガスタービン 発電機 建物		

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (17 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護			
第 57 条 電源設備	可搬型代替交流電源 設備による給電	高圧発電機車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護		
		タンクローリ					
	ホース [燃料流路]	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機 建物	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	ガスタービン発電機用 軽油タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護			
	ガスタービン発電機用 軽油タンク出口ノズル・弁 [燃料流路]						
	高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物西側)～ 非常用高圧母線	防止設備 ・緩和設備	屋外  R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 [電路]						
	高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側)						
	高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 [電路]						
	高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～SA1 コントロールセンタ 及び SA2 コントロールセン タ電路 [電路]						
	高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～SA1 コントロールセンタ 及び SA2 コントロールセン タ電路 [電路]						
	B-115V 系蓄電池				防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	B1-115V 系蓄電池 (SA)						
	230V 系蓄電池 (RCIC)				防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	B-115V 系充電器	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	B1-115V 系充電器 (SA)						
	230V 系充電器 (RCIC)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	B-115V 系蓄電池及び充 電器～直流母線電路 [電路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	B1-115V 系蓄電池 (S A) 及び充電器～直流母線 電路 [電路]						
230V 系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線 電路 [電路]	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (18 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 57 条 電源設備	常設代替直流電源 設備による給電	SA 用 115V 系蓄電池	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		SA 用 115V 系充電器			
		SA 用 115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 [電路]			
	可搬型直流電源設備 による給電	高压発電機車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		タンクローリ			
		ホース [燃料流路]	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機 建物	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		B1-115V 系充電器 (SA)	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		SA 用 115V 系充電器			
		230V 系充電器 (常用)			
		ガスタービン発電機用 軽油タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		ガスタービン発電機用 軽油タンクドレン弁 [燃料流路]			
		高压発電機車～高压発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物西側) [電路]	防止設備 ・緩和設備	屋外  R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		高压発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～直流母線電路 [電路]			
		高压発電機車～高压発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側) [電路]			
高压発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～直流母線電路 [電路]					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (19 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 57 条 電源設備	代替所内電気設備 による給電	緊急用メタクラ	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン発電機 建物	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		メタクラ切替盤	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		SAロードセンタ	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		SA1コントロール センタ			
		SA2コントロール センタ			
		充電器電源切替盤	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		重大事故操作盤	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		SA電源切替盤			
		非常用高圧母線 C 系			
		非常用高圧母線 D 系			
	高圧発電機車接続プラグ 収納箱	非常用交流電源設備	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	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				
	ディーゼル燃料 ディタンク		防止設備 (設計基準拡張)	屋外 (地下)	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない
	ディーゼル燃料 貯蔵タンク		防止設備 (設計基準拡張)	屋外	防火帯による防護
	ディーゼル燃料移送 ポンプ				
	非常用ディーゼル発電機 燃料移送系 配管・弁 [燃料流路]				
	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃料 移送系 配管・弁 [燃料流路]				
	非常用ディーゼル発電機 ～非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 [電路]		防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機～非常用 高圧母線 HPCS 系電路 [電路]				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (20/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護			
第 57 条 電源設備	A-115V 系蓄電池	防止設備 (設計基準拡張)	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	A-115V 系充電器						
	B-115V 系蓄電池	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	B-115V 系充電器						
	B1-115V 系蓄電池 (SA)						
	B1-115V 系充電器 (SA)						
	高压炉心スプレイ系蓄電池	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	高压炉心スプレイ系充電器						
	230V 系蓄電池 (RCIC)	防止設備 (設計基準拡張)	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	230V 系充電器 (RCIC)						
	A-原子炉中性子計装用蓄電池						
	A-原子炉中性子計装用充電器						
	B-原子炉中性子計装用蓄電池						
	B-原子炉中性子計装用充電器						
	A-115V 系蓄電池及び充電器～直流盤電路 [電路]				防止設備 (設計基準拡張)	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	B-115V 系蓄電池及び充電器～直流盤電路 [電路]				防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	B1-115V 系蓄電池 (SA) 及び充電器～直流盤電路 [電路]						
	230V 系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備 (設計基準拡張)	R/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>			
	高压炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～高压炉心スプレイ系直流盤電路 [電路]						
	A-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線 [電路]						
B-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線 [電路]							

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 ( 2 1 / 3 0 )

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 57 条 電源設備	燃料補給設備	ガスタービン発電機用 軽油タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		ガスタービン発電機用 軽油タンクドレン弁 [流路]			
		タンクローリ	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		ホース[燃料流路]	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機 建物	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
第 58 条 計測設備	原子炉圧力容器内の 温度	原子炉圧力容器温度 (SA)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	原子炉圧力容器内の 圧力	原子炉圧力	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉圧力 (SA)	・緩和設備		
	原子炉圧力容器内の 水位	原子炉水位 (広帯域)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉水位 (燃料域)			
		原子炉水位 (SA)			
	原子炉圧力容器への 注水量	高圧原子炉代替注水流量	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		代替注水流量 (常設)	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポン プ格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		代替注水流量 (可搬型)	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		原子炉隔離時冷却ポンプ 出口流量	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		高圧炉心スプレイポンプ 出口流量			
		残留熱除去ポンプ 出口流量			
		低圧炉心スプレイポンプ 出口流量			
	残留熱代替除去系 原子炉注水流量	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
	原子炉格納容器への 注水量	代替注水流量 (常設)	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポン プ格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		代替注水流量 (可搬型)	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
原子炉格納容器内の 温度	ドライウエル温度 (SA)	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
	ベDESTAL温度 (SA)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
	ベDESTAL水温度 (SA)				
	サブプレッション・チェンバ 温度 (SA)	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
	サブプレッション・プール水 温度 (SA)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (22/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護
第 58 条 計測設備	原子炉格納容器内の 圧力	ドライウエル圧力 (SA)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		サブプレッション・チェンバ 圧力 (SA)		
	原子炉格納容器内の 水位	ドライウエル水位	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		サブプレッション・プール 水位 (SA)		
		ペDESTAL水位	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	原子炉格納容器内の 水素濃度	格納容器水素濃度	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		格納容器水素濃度 (SA)		
	原子炉格納容器内の 放射線量率	格納容器雰囲気放射線 モニタ (ドライウエル)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		格納容器雰囲気放射線 モニタ (サブプレッション・チェンバ)		
	未臨界の維持又は 監視	中性子源領域計装	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		平均出力領域計装		
	最終ヒートシンクの 確保 (残留熱代替除去系)	サブプレッション・プール水 温度 (SA)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱除去系 熱交換器出口温度	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱代替除去系 原子炉注水流量	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量		
最終ヒートシンクの 確保 (格納容器フィルタ ベント系)	スクラバ容器水位	R/B	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護	
	スクラバ容器圧力			
	スクラバ容器温度			
	第 1 ベントフィルタ出口 放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)			
最終ヒートシンクの 確保 (残留熱除去系)	第 1 ベントフィルタ出口 水素濃度	R/B	可搬型設備 保管場所 (屋外) 防火帯による防護	
	残留熱除去系熱交換器 入口温度	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
残留熱除去系熱交換器 出口温度				
残留熱除去ポンプ 出口流量				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。



第 4-4 表 重大事故等対処設備 (23 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 58 条 計測設備	格納容器バイパスの 監視 (原子炉圧力容器内 の状態)	原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉水位 (S A)			
		原子炉圧力			
		原子炉圧力 (S A)			
	格納容器バイパスの 監視 (原子炉格納容器内 の状態)	ドライウエル温度 (S A)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		ドライウエル圧力 (S A)			
	格納容器バイパスの 監視 (原子炉建屋内の 状態)	残留熱除去ポンプ 出口圧力	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		炉心スプレイポンプ 出口圧力			
	水源の確認	低圧原子炉代替注水槽 水位	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポ ンプ格納槽	地下構造のため火 災の輻射熱を受け ない 防火帯による防護
		サブプレッション・プール 水位 (S A)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	原子炉建物内の水素 濃度	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	原子炉格納容器内の 酸素濃度	格納容器酸素濃度	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		格納容器酸素濃度 (S A)			
	燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A)	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
燃料プール水位・温度 (S A)					
燃料プールエリア放射線 モニタ (高レンジ・低レンジ) (S A)					
燃料プール監視カメラ (S A) (燃料プール監視カメラ 用冷却設備を含む。)					
発電所内の通信連絡	安全パラメータ表示 システム (S P D S)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
温度, 圧力, 水位, 注水量の計測・監視	可搬型計測器	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (24/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護
第 58 条 計測設備	ADS用N2ガス減圧弁 二次側圧力	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	N2ガスポンベ圧力			
	原子炉補機冷却ポンプ 圧力	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	RCW熱交換出口温度			
	RCWサージタンク水位			
	C-メタクラ母線電圧	防止設備 ・緩和設備	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	D-メタクラ母線電圧			
	HPCS-メタクラ母線 電圧			
	C-ロードセンタ母線 電圧			
	D-ロードセンタ母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機 建物	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	緊急用メタクラ電圧			
	SAロードセンタ母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
	B1-115V系蓄電池 (SA)電圧			
	A-115V系直流盤母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	B-115V系直流盤母線 電圧			
230V系直流盤(常用) 母線電圧				
SA用115V系充電器盤 蓄電池電圧				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (25 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護
第 59 条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	中央制御室	(重大事故等 対処施設)	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	中央制御室待避室			
	中央制御室遮蔽	防止設備 ・緩和設備	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	中央制御室待避室遮蔽	緩和設備	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	再循環用ファン	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	チャコール・フィルタ・ ブースタ・ファン			
	非常用チャコール・ フィルタ・ユニット			
	中央制御室換気系ダンパ [流路]			
	中央制御室換気系ダクト [流路]	防止設備 ・緩和設備	C/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	中央制御室待避室正圧化 装置 (空気ポンプ)	緩和設備	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	中央制御室待避室正圧化 装置 (配管・弁) [流路]			
	無線通信設備 (固定型)	→62 条に記載		—
	衛星電話設備 (固定型)	→62 条に記載		—
	プラントパラメータ監視 装置 (中央制御室待避室)	(防止でも緩和 でもない設備)	C/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	差圧計	(防止でも緩和 でもない設備)	C/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	酸素濃度計			
	二酸化炭素濃度計			
	無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	→62 条に記載		—
衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	→62 条に記載		—	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (26 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 59 条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	照明の確保	LEDライト (三脚タイプ)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	格納容器から漏えいする空気中の放射性物質の濃度低減	非常用ガス処理系 排気ファン	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		前置ガス処理装置 [流路]			
		後置ガス処理装置 [流路]			
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B T/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		排気管 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護
		原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載		—
原子炉建物燃料取替階 ブローアウトパネル閉止装置	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>		

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 ( 2 7 / 3 0 )

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 60 条 監視測定設備	放射線量の代替測定	可搬式モニタリング・ ポスト	(防止でも緩和 でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	放射性物質の濃度 の代替測定	可搬式ダスト・よう素 サンブラ	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		N a I シンチレーション・ サーベイ・メータ			
		GM汚染サーベイ・メータ			
	気象観測項目の代替 測定	可搬式気象観測装置	(防止でも緩和 でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
	放射線量の測定	可搬式モニタリング・ ポスト	(防止でも緩和 でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		電離箱サーベイ・メータ	(防止でも緩和 でもない設備)		
		小型船舶	(防止でも緩和 でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
	放射性物質濃度 (空気 中, 水中, 土壌) 及び 海上モニタリング	可搬式ダスト・よう素 サンブラ	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		N a I シンチレーション・ サーベイ・メータ			
		GM汚染サーベイ・メータ			
α・β線サーベイ・メータ					
小型船舶		(防止でも緩和 でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護	
モニタリング・ポスト の代替交流電源から の給電	常設代替交流電源設備	→57 条に記載		—	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (28 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 61 条 緊急時対策所	居住性の確保	緊急時対策所	(重大事故等 対処施設)	緊急時 対策所 (屋外)	防火帯による防護
		緊急時対策所遮蔽	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	防火帯による防護
		緊急時対策所空気浄化フ ィルタユニット	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	防火帯による防護
		緊急時対策所空気浄化 送風機	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	防火帯による防護
		緊急時対策所正圧化装置 (空気ポンプ)			
		緊急時対策所空気浄化 装置用可搬型ダクト [流路]			
		緊急時対策所正圧化装置 可搬型配管・弁[流路]	緩和設備	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		緊急時対策所空気浄化 装置 (配管・弁) [流路] 緊急時対策所正圧化装置 (配管・弁) [流路]			
		酸素濃度計	(防止でも緩和 でもない設備)	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		二酸化炭素濃度計			
		差圧計			
		可搬式エリア放射線 モニタ	緩和設備	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		可搬式モニタリング・ ポスト	→60 条に記載		—
		必要な情報の把握	安全パラメータ表示 システム (SPDS)	→62 条に記載	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (29 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 61 条 緊急時対策所	通信連絡 (緊急時対策所)	→62 条に記載		-	
					無線通信設備 (固定型)
					無線通信設備 (携帯型)
					衛星電話設備 (固定型)
					衛星電話設備 (携帯型)
					統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備
					無線通信装置 [伝送路]
					無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]
					衛星通信装置 [伝送路]
					衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]
	有線 (建物内) (有線式通信設備, 無線通信設備 (固定型), 衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]				
	有線 (建物内) (統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備, データ伝送設備に係るもの) [伝送路]				
	電源の確保	緊急時対策所用発電機	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		可搬ケーブル			
		緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		緊急時対策所 低圧母線盤			
		緊急時対策所用 燃料地下タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外 (地下)	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない
タンクローリ					
ホース		防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
ガスタービン発電機 建物					

※1 : 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-4 表 重大事故等対処設備 (30 / 30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 62 条 通信連絡を行うために必要な設備	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		無線通信設備 (固定型)	防止設備 ・緩和設備	C/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		無線通信設備 (携帯型)			
		衛星電話設備 (固定型)			
		衛星電話設備 (携帯型)	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		安全パラメータ表示 システム (SPDS)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所 屋外	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]			
		無線通信装置 [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		有線 (建物内) (有線式通信設備, 無線 通信設備 (固定型), 衛星 電話設備 (固定型) に係る もの) [伝送路]			
	有線 (建物内) (安全パラメータ表示シ ステム (SPDS) に係る もの) [伝送路]	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>	
	発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		衛星電話設備 (携帯型)	緩和設備	緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		統合原子力防災ネット ワークに接続する通信連絡 設備	(防止でも緩和 でもない設備)		
		データ伝送設備	(防止でも緩和 でもない設備)	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所 屋外	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		衛星通信装置 [伝送路]	(防止でも緩和 でもない設備)	Rw/B 緊急時 対策所	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		有線 (建物内) (衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]	緩和設備		
		有線 (建物内) (統合原子力防災ネット ワークに接続する通信 連絡設備, データ伝送設備 に係るもの) [伝送路]	(防止でも緩和 でもない設備)		
その他設備	重大事故時に対処す るための流路又は 注水先, 注入先, 排出元等	原子炉圧力容器	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 <sup>※1</sup>
		原子炉格納容器			
		燃料プール			
	非常用取水設備	原子炉棟	緩和設備	屋外	防火帯による防護
		取水口	防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護
		取水管			
取水槽					

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。



森林火災による影響評価について

## 1. はじめに

本評価は、発電所敷地外で発生する火災に対して安全性向上の観点から、森林火災が島根原子力発電所へ迫った場合でも発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。2章にて火災の到達時間及び防火帯幅の評価、3章にて危険距離及び温度評価を実施する。

## 2. 火災の到達時間及び防火帯幅の評価

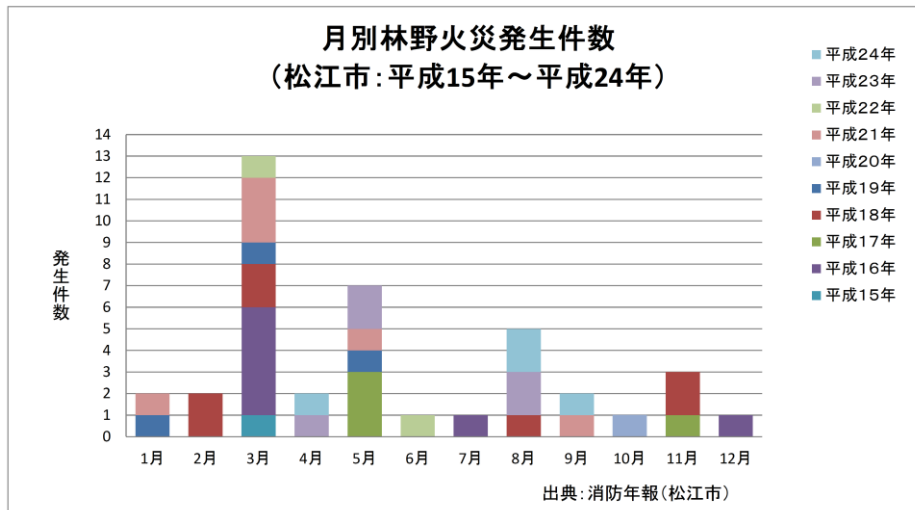
### 2.1 森林火災の想定

森林火災の想定は以下のとおりである。

- ・植生データは、森林の現状を把握するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを島根県より入手し、その情報を元に植生調査を実施する。その結果から、保守的な可燃物パラメータを設定し、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。
- ・気象条件は過去10年間（2003年～2012年）を調査し、森林火災の発生件数の多い3～8月の最小湿度、最高気温、及び最大風速の組み合わせとする（第2.1-1図）。
- ・風向は最大風速観測時の風向及び卓越風向とし、島根原子力発電所の風上に発火点を設定する。気象条件を第2.1-1表に示す。
- ・島根原子力発電所からの直線距離10kmの間で設定する。
- ・発火源は最初に人為的行為を考え、道路沿いを発火点とする。発火点位置を第2.1-3図に示す。
- ・放水等による消火活動は期待しない。

第2.1-1表 気象条件

	風向 [16方位]	3～8月 最大風速[m/s]	3～8月 最大気温[°C]	3～8月 最小湿度[%]
ケース1	南西	22.1	37.5	12
ケース2	南西	22.1	37.5	12
ケース3	東北東	22.1	37.5	12
ケース4	東北東	22.1	37.5	12
ケース5	東北東	22.1	37.5	12

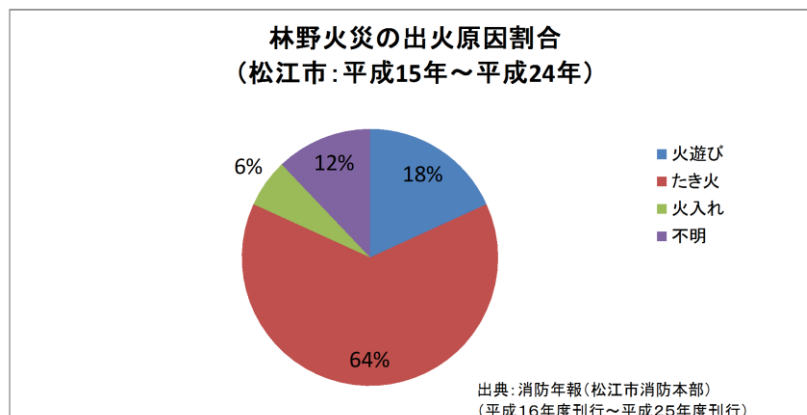


第 2. 1-1 図 森林火災の多い月の調査

(1) 発火点の設定方針

- ・島根原子力発電所からの直線距離 10km の間に設定する。
- ・陸側方向（島根原子力発電所の北側が海）の発電所風上を選定する。
- ・風向は、最大風速記録時の風向と卓越風向の風である南西及び東北東を選定する。
- ・人為的行為及び過去に発電所のある松江市鹿島町内で発生した森林火災発生地点並びに、発電所までの経路の状況（河川の有無等）も加味し、火災の発生頻度が高いと想定される集落部又は道路沿いのうち、森林部との境界を具体的な発火点として選定する。

なお、平成 15 年～24 年度の島根県の林野火災の主な発生原因は、第 2. 1-2 図に示すとおり、件数の多い順でたき火、火入れ、火遊びとなっている。いずれの発生原因も、民家、田畑周辺あるいは道路沿いで発生する人為的行為となっている。



第 2. 1-2 図 島根県松江市の森林火災の出火原因割合 (H15～H24)

## (2) 立地条件を考慮した発火点の設定

### (ケース 1)

発電所に対し、最大風速記録時の風上方向約 2 km 付近に河川（佐陀川）があり、これより遠方については、河川によって森林部・田畑が分断されていることから、森林火災は延焼しない。

河川以降で発電所に向かう間にある集落は恵曇地区、深田地区がある。風下方向の地形が上り勾配となっている場合に火災が延焼し易いこと、遠方からの火災は広範囲に延焼することを考慮して、発電所の周囲にある標高差約 150m の山林の麓にあり、発電所に対して、より南西方向にある恵曇地区を発火点に選定する。

### (ケース 2)

発電所に近接する地点での森林火災延焼による影響を評価する地点として、敷地境界と近い県道 37 号線沿いを発火点に選定する。

### (ケース 3, 4)

発電所に対し、卓越風向の風上にある集落として、御津地区、島根町（大芦地区）、上講武地区がある。

このうち、御津地区、上講武地区では過去に森林火災の発生があったことから、ケース 3 で御津地区、ケース 4 で上講武地区を発火点に選定する。

### (ケース 5)

卓越風向の遠方からの火災は広範囲に延焼することを考慮して、島根町（大芦地区）を発火点に選定する。

## (3) 森林火災評価における発火点の妥当性

発電所周辺から発電所へ向かう地形は、敷地境界までは約 150m の山林に向けて緩やかな上り勾配となっており、これを越えるとどの方向からもほぼ同様な下り勾配となっている。

このことから、地形を考慮した発火点としても、解析ケース 1～5 の発火点により代表評価可能である。

## (4) 発火時刻の設定

日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が増大することから、これらを考慮して火線強度が最大となる発火時刻を設定する。



第 2. 1-3 図 想定発火点位置

## 2.2 森林火災による影響の有無の評価

### (1) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する森林火災の影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標と観点を以下に示す。

第 2.2-1 表 評価指標と観点

評価指標	評価の観点
延焼速度 [km/h]	・ 火災発生後、どの程度の時間で島根原子力発電所に到達するの か  ・ 島根原子力発電所に到達し得る火災の規模はどの程度か ・ 必要となる消火活動の能力や防火帯の規模はどの程度か
火線強度 [kW/m]	
反応強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	
火炎長 [m]	
火炎輻射発散度 [kW/m <sup>2</sup> ]	
火炎輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	
火炎到達幅 [m]	

### (2) 評価対象範囲

評価対象範囲は発電所近傍の発火想定地点を 10km 以内とし、評価対象範囲は北側が海岸という発電所周辺の地形を考慮し、島根原子力発電所から東側、西側及び南側に 12km、北側は海岸線までとする。

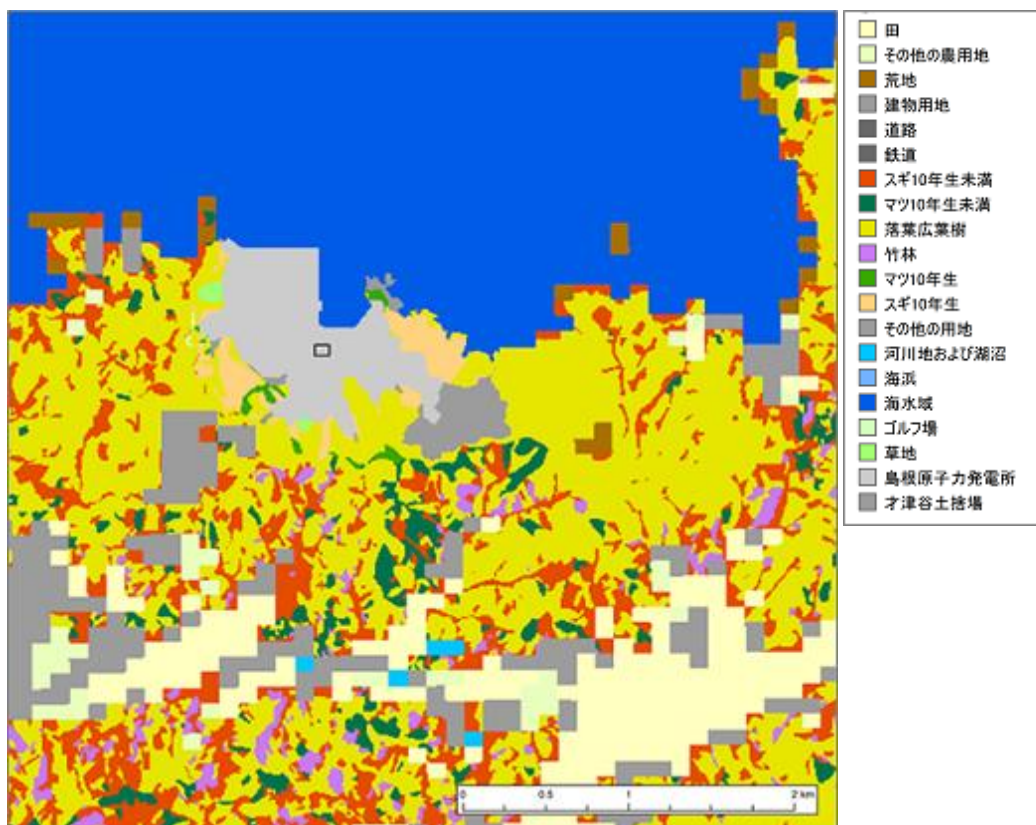
(3) 必要データ

a. 入力条件

評価に必要なデータを以下のとおり設定し、本評価を行った。

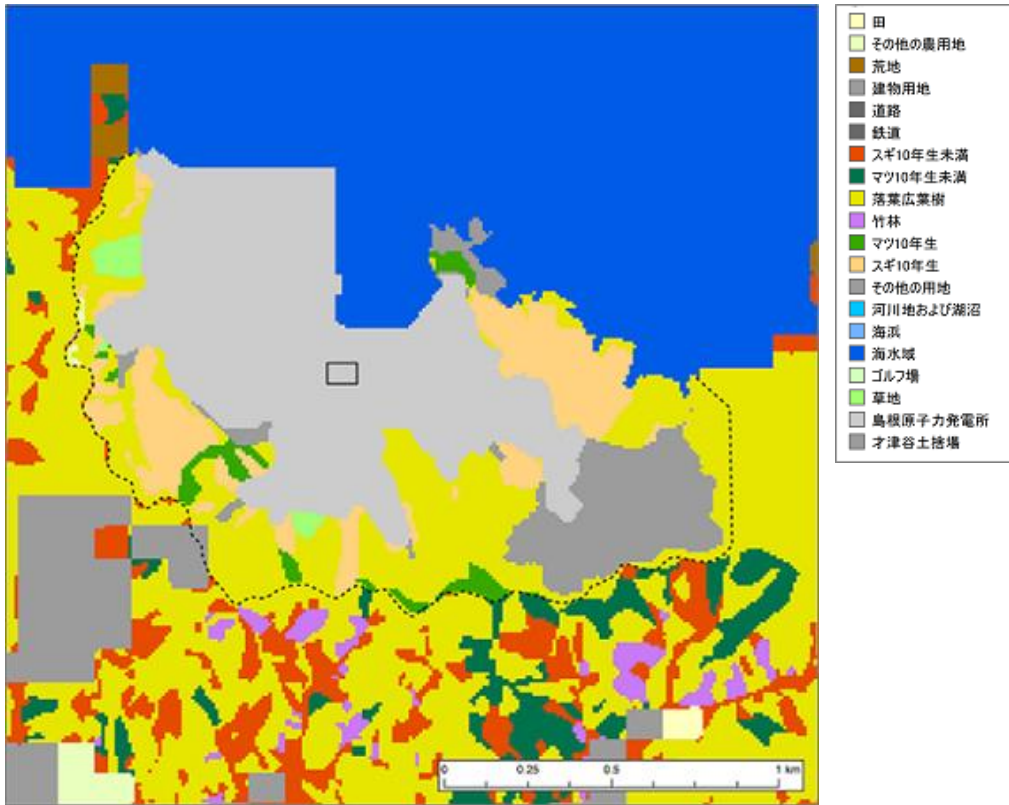
第 2.2-2 表 入力条件



データ種類	内容
土地利用データ	現地状況をできるだけ模擬するため、公開情報のなかでも高い空間解像度である100mメッシュの土地利用データを用いる。 (国土数値情報 土地利用細分メッシュH21年度)
植生データ	現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や育成状況に関する情報を有する森林簿の空間データを島根県より入手する。森林簿の情報をういて土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化する。 また、敷地内においては、現地調査により森林縁の植生の状態を確認し入力データに反映した。(第2.2-1図, 第2.2-2図) (森林簿 平成25年5月交付申請により, 島根県より入手)
地形データ	現地の状況をできるだけ模擬するため、公開情報の中でも高い空間解像度である10mメッシュの標高データを用いる。傾斜度, 傾斜方向については標高データから計算する。 (基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュH20年度)
気象データ	現地にて起こり得る最悪の条件とするため、森林火災発生件数が多い3月～8月の過去10年(2003～2012年)の最大風速, 最高気温, 最小湿度の条件を採用する。(第2.1-1表)



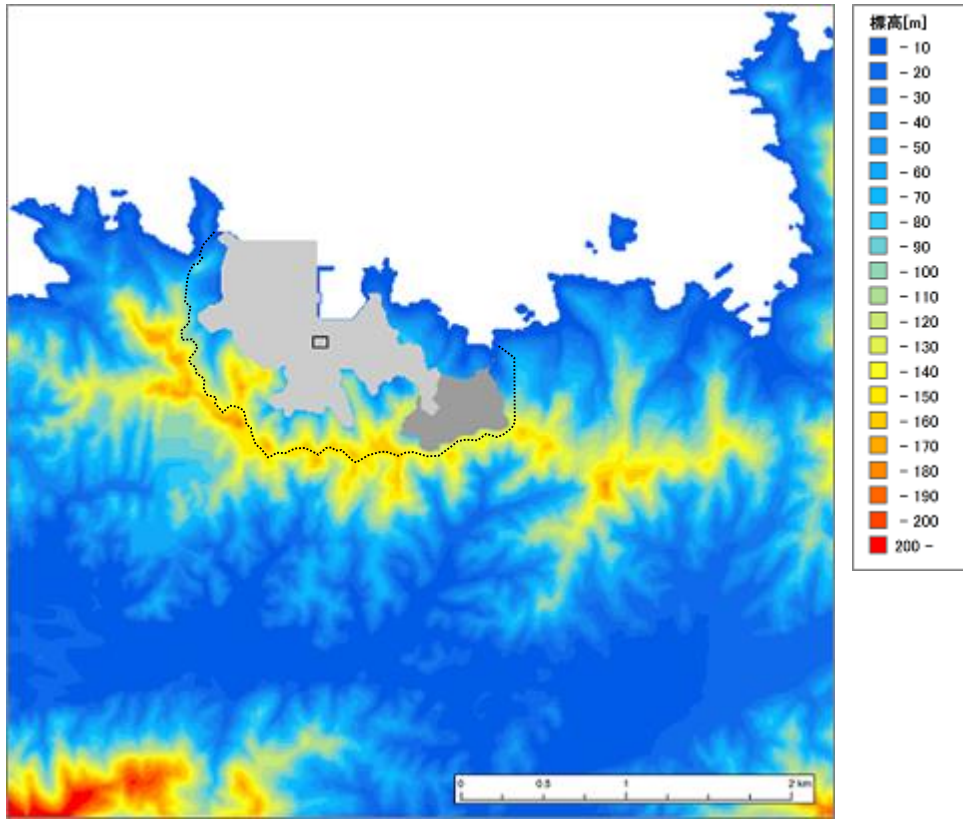
第2.2-1図 土地利用・植生データ（広域）





植生サンプル		
<p>落葉広葉樹</p> <p>雑木林（落葉樹，広葉樹）の植生は落葉広葉樹とする。</p> 	<p>田，その他農用地，発電所敷地外の草地</p> <p>稲等農作物の栽培状況により高さが異なることを考慮し，植生をTall grass：高い草とする。</p> 	<p>荒地</p> <p>概ね岩地となっているが当社敷地外であるため，植生はBrush：茂みとする。</p> 

第2.2-2図 土地利用・植生データ（発電所周辺）

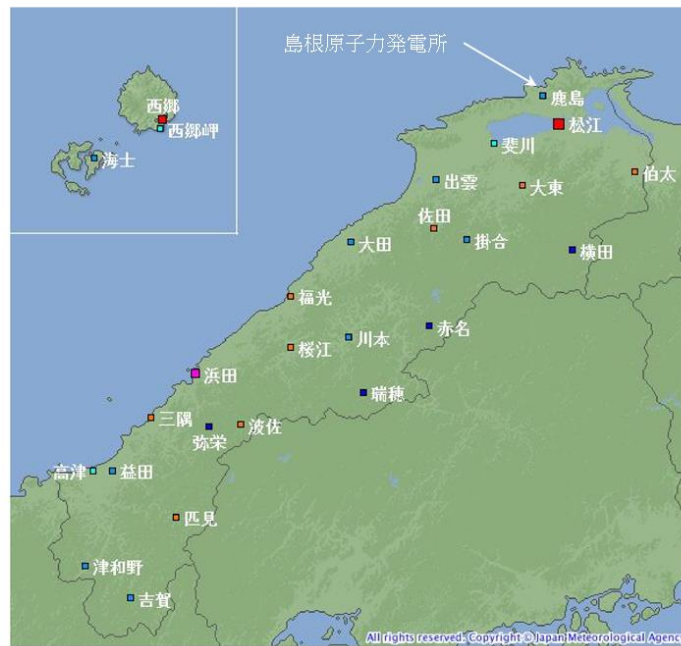


第2.2-3図 標高データ

b. 気象条件の設定

気象データは気象庁が公開している気象統計情報を用い、森林火災発生件数の多い3月～8月の過去10年間の気象データを調査し、卓越風向、最大風速、最高気温、最小湿度の条件を選定した(第2.2-3表)。この調査結果に基づきFARSITEの入力値は第2.2-4表のとおり設定した。風向、風速及び気温は島根原子力発電所付近の鹿島町の地域気象観測システム(アメダス)(以下「鹿島地域気象観測所」という。)と松江地方気象台があることから、鹿島地域気象観測所及び松江地方気象台の気象統計情報(気象庁)の値とした。

なお、データの値は、鹿島地域気象観測所及び松江地方気象台のデータから、評価上厳しい値とし、湿度については鹿島地域気象観測所のデータがないことから、松江気象台のデータの値を用いた。島根県における気象統計情報の観測所位置を第2.2-4図に示す。



シンボル	観測所の種類	観測要素
■	気象台	気温・降水量・風向風速・日照時間・積雪深・湿度・気圧
■	測候所・特別地域気象観測所	気温・降水量・風向風速・日照時間・湿度・気圧
■	測候所・特別地域気象観測所	気温・降水量・風向風速・日照時間・積雪深・湿度・気圧
■	地域気象観測所(アメダス)	降水量
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速・日照時間
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速・日照時間・積雪深

(出典)

気象庁HP: [http://www.jma.go.jp/jp/amedas\\_h/map51.html](http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/map51.html)

第2.2-4図 島根県内の気象観測所位置

第 2.2-3 表 2003 年～2012 年の 3 月～8 月の気象データ

年	月	鹿島				松江地方気象台		
		最高気温 [°C]	最大風速		卓越 風向	最高 気温 [°C]	最小 湿度 [%]	最大風速 [m/s]
			風速 [m/s]	風向 [16方位]				
2003	3月	20.1	9	西南西	北北東	20.2	12	11.3
	4月	26.2	14	南西	東北東	26.9	14	17.7
	5月	30.1	8	北北東	東南東	30.8	30	13.8
	6月	29.1	14	南西	東	29.9	24	17.0
	7月	29.7	9	南西	北	31.7	53	13.3
8月	33.6	9	西北西	北東	36.2	39	15.0	
2004	3月	22.8	12	西南西	北東	24.5	15	14.4
	4月	28.0	13	南西	東北東	28.6	21	16.4
	5月	29.0	10	南西	南西	28.8	21	14.4
	6月	35.1	10	南西	北	33.6	25	13.5
	7月	34.1	9	南西	南西	35.8	44	13.6
8月	34.8	13	西南西	東	35.9	37	19.3	
2005	3月	20.4	11	西南西	南西	20.8	29	14.4
	4月	29.3	13	南西	南西	29.5	20	14.4
	5月	26.4	9	西南西	東北東	28.1	15	12.7
	6月	33.8	11	南西	南西	34.0	38	15.1
	7月	32.8	9	南西	西	34.1	50	14.7
8月	34.1	6	南西	南西	35.2	42	10.7	
2006	3月	18.3	9	西	西	19.1	22	13.9
	4月	25.9	11	南西	南西	26.7	21	15.5
	5月	30.6	10	南西	西	31.1	26	12.6
	6月	30.4	10	東南東	南西	30.4	35	12.3
	7月	33.3	11	南西	南西	33.5	53	13.0
8月	34.4	7	東南東	北	35.8	36	9.5	
2007	3月	22.0	14	南西	西	23.3	20	19.1
	4月	25.3	10	南西	北	26.7	15	13.7
	5月	27.5	11	南西	南西	29.4	20	15.4
	6月	31.4	9	南西	北北東	31.7	38	12.2
	7月	31.0	8	北東	南西	32.2	38	13.3
8月	35.8	10	南西	東	37.2	37	12.9	
2008	3月	19.9	10	西南西	北北東	20.7	23	12.5
	4月	24.9	11.7	西南西	東北東	25.0	14	14.8
	5月	29.8	8.0	東	東北東	31.0	19	11.7
	6月	31.4	9.5	南西	北東	31.2	27	14.5
	7月	33.9	10.2	西	東北東	36.3	47	11.9
8月	34.5	9.2	南西	北東	36.3	36	13.4	
2009	3月	24.3	10.8	西南西	東北東	25.3	29	14.4
	4月	24.9	11.8	西	東北東	26.0	14	16.5
	5月	28.3	10.3	南西	北東	28.8	14	15.6
	6月	31.4	9.8	西	東北東	32.3	32	12.2
	7月	32.6	9.3	西南西	南西	33.4	48	14.1
8月	32.7	9.1	南西	北東	34.1	41	10.2	
2010	3月	24.7	13.9	西南西	北東	26.4	22	18.0
	4月	22.3	11.8	南西	東北東	23.5	17	14.7
	5月	28.2	10.9	西南西	東北東	28.1	23	13.8
	6月	31.2	9.8	西南西	東北東	31.5	23	9.8
	7月	33.8	11.1	南西	南西	34.0	47	11.3
8月	37.5	9.7	南西	東	37.4	41	12.1	
2011	3月	18.3	11.6	西	西	19.3	26	13.8
	4月	24.8	9.9	西	東北東	26.3	23	14.1
	5月	28.8	11.3	南西	東北東	29.5	31	16.7
	6月	32.8	10.3	南西	東	32.4	33	11.7
	7月	34.5	10.7	北東	東	35.6	46	16.4
8月	35.2	9.6	南西	東	35.0	45	13.1	
2012	3月	21.4	12.6	西	西	21.4	22	16.2
	4月	25.3	20.2	南西	南西	27.8	17	22.1
	5月	27.5	12.1	南西	東	28.4	26	13.0
	6月	29.0	9.7	西南西	東	30.2	31	13.6
	7月	34.4	11.6	南西	東	35.9	45	13.3
8月	36.4	9.2	南西	東	36.3	38	11.9	

着色箇所が、卓越風向，最大風速，最高気温，最小湿度

c. FARSITE 入出力データ

FARSITE については、保守的な評価となるよう以下の観点から入力値及び入力条件を設定する。

第 2.2-4 表 FARSITE 入力データ

大区分	小区分	入力値	入力値の根拠
気象 データ	風速 [km/h]	80	火災の延焼・規模の拡大を図るため、森林火災件数が多い月（3月～8月）の過去10年での最大風速を換算して入力
	風向 [deg]	225 (南西) 68 (東北東)	森林火災が多く発生している月（3月～8月）の過去10年での最多風向及び最大風速を観測した風向を角度換算して入力 解析ケース1, 2 : 南西 解析ケース3, 4, 5 : 東北東
	気温 [°C]	38	樹木の燃焼性を高めるため、森林火災発生件数が多い月（3月～8月）の過去10年での最高気温を入力
	湿度 [%]	12	樹木の燃焼性を高めるため、森林火災発生件数が多い月（3月～8月）の過去10年での最小湿度を入力
植生 データ	場所	—	島根県から入手した森林簿の記載事項、現地植生調査で特定した樹種により再現 植生不明の森林（小規模な道路含む）は樹種を燃えやすすぎを入力
	樹種	10 区分	島根県から入手した森林簿の記載事項及び現地調査で特定した樹種を入力 1. Short grass, 3. Tall grass, 4. Chaparral, 5. Brush, 14. スギ（林齢10年生未満）、15. スギ（林齢10年生）、19. マツ（林齢10年生未満）、20. マツ（林齢10年生）、24. 落葉広葉樹、99. 非植生※ 田、その他農用地、ゴルフ場、発電所敷地外の草地は、稲等の農作物の栽培状況により高さが異なることを考慮し Tall grass（高い草）を入力

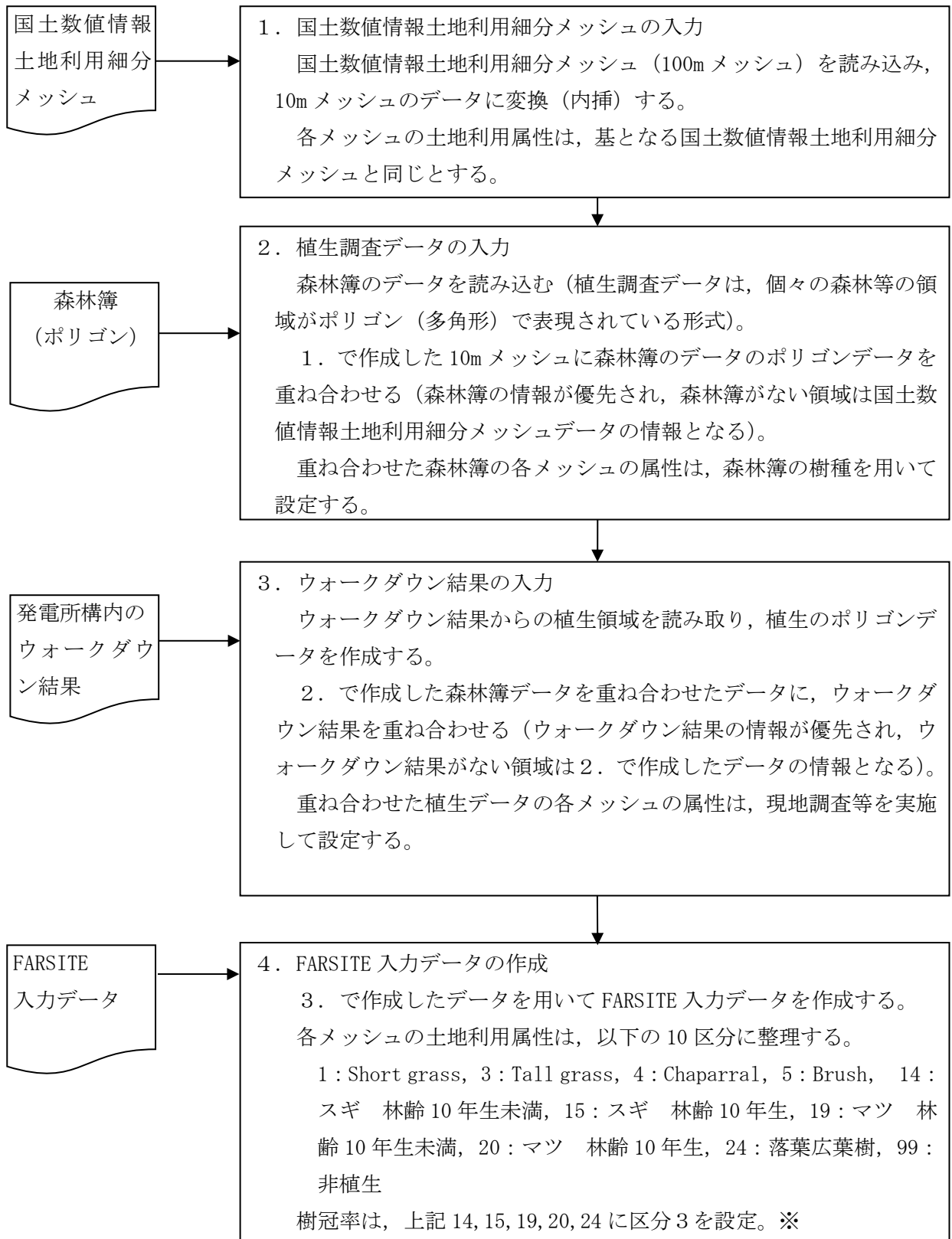
項目	小区分	入力値	入力値の根拠
植生 データ	林齢	2区分	林齢により燃えやすさの異なる針葉樹（スギ、マツ）は、10年生未満、10年生、20年生、30年生、40年生以上の5区分のうち、敷地内では現地調査で20年以上であることを確認のうえ、より燃えやすい10年生を入力 敷地外では、火災の延焼、規模の拡大を図ること、当社が管理できないことを考慮し最も燃えやすい10年生未満を入力
	樹冠率	区分3	日射や風速への影響を考慮し、針葉樹、落葉広葉樹について、保守的な樹冠率：区分3（一般的な森林）を入力
土地利用 データ	建物、 道路、 河川等	—	発電所周辺の建物用地，交通用地，湖沼，河川等を再現 （国土交通省データ）
地形 データ	標高， 地形	—	発電所周辺の土地の標高，地形（傾斜角度，傾斜方向）を再現 （国土地理院データ）
時刻 データ	発火時刻	—	日照による草地及び樹木の乾燥に伴い，延焼速度・火線強度が増大することから，これを考慮して夏至の昼頃（10:00～14:00 付近）に林縁に到達する発火時刻を設定

※ 1～99の数字は，FARSITEの植生番号に対応。

No1～13，99は，FARSITE内蔵値（FARSITEが保有する可燃物データ）。

No14～24が，福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価  
（独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）平成24年6月）。

第2.2-5表 FARSITE入力条件の整理（植生）



※ 1～99の数字は、FARSITEの植生番号に対応。

No1～13, 99は、FARSITE内蔵値（FARSITEが保有する可燃物データ）

No14～24は、福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価（独立行政法人原子力安全機構（JNES）平成24年6月）

第 2.2-6 表 各種土地利用情報と FARSITE 入力データとの関係 (1/3)

植生 (国土数値情報土地利用細分 メッシュ)	FARSITE 入力データ		備 考
	区分*1	種類	
田	3	tall grass	FARSITE 内蔵値 森林火災発生件数が多い 3~8 月 の田の可燃物量は少ないと考え られるが, 保守的に「Tall grass」 として入力した。 JNES-RC-Report*2 と同等な設定
ゴルフ場	3	tall grass	FARSITE 内蔵値 ゴルフ場は管理されており可燃 物量は少ないと考えられるが, 保守的に「Tall grass」として 入力した。 JNES-RC-Report*2 と同等な設定
その他の農用地	3	tall grass	FARSITE 内蔵値 その他農用地は可燃物量が少な いと考えられるが, 「Tall grass」 として入力した。 JNES-RC-Report*2 と同等な設定
森林	-	各樹種	森林簿データから各樹種を入力
荒地	5	Brush	FARSITE 内蔵値 草の繁殖を考慮し保守的に 「Brush」として入力した。 JNES-RC-Report*2 と同等な設定
建物用地	99	非植生	FARSITE 内蔵値 樹木等がないと考えられるた め, 「非植生 (延焼しない)」と して入力した。 JNES-RC-Report*2 と同等な設定
道路			
鉄道			
その他の用地			
河川地及び湖沼			
海浜			
海水域			

\* 1 : 可燃物データの出典 : No. 1~13, 99 FARSITE 内蔵値 (FARSITE が保有する可燃物データ)  
No. 14~24 JNES-RC-Report\*2 の FARSITE 植生データ

\* 2 : 福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価 独立行政法人原子力安全基盤機構  
(JNES) 平成 24 年 6 月



第 2.2-6 表 各種土地利用情報と FARSITE 入力データとの関係 (2/3)

植生 (森林簿及び構内植生調査結果)	FARSITE 入力データ		備 考
	区分*1	種類	
アカマツ, クロマツ, カラマツ 林齢 10 年生未満	19	<発電所敷地外> マツ 林齢 10 年生未満	JNES-RC-Report*2 の FARSITE 植生デー タを使用 <発電所敷地外> 当社が調査・管理が できないことを考 慮し, 保守的に全て 林齢 10 年生未満と して入力した。 <発電所敷地内> 保守的にすべて林 齢 10 年生として入 力した。
アカマツ, クロマツ, カラマツ 林齢 10 年生	19	<発電所敷地外> マツ 林齢 10 年生未満	
アカマツ, クロマツ, カラマツ 林齢 20 年生	19	<発電所敷地外> マツ 林齢 10 年生未満	
アカマツ, クロマツ, カラマツ 林齢 30 年生	19	<発電所敷地外> マツ 林齢 10 年生未満	
アカマツ, クロマツ, カラマツ 林齢 40 年生以上 (～数百年)	19	<発電所敷地外> マツ 林齢 10 年生未満	
	20	<発電所敷地内> マツ 林齢 10 年生	
スギ, ヒノキ, ヒバ, モミ, その他針葉樹 林齢 10 年生未満	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	
スギ, ヒノキ, ヒバ, モミ, その他針葉樹 林齢 10 年生	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	
スギ, ヒノキ, ヒバ, モミ, その他針葉樹 林齢 20 年生	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	
	15	<発電所敷地内> スギ 林齢 10 年生	
スギ, ヒノキ, ヒバ, モミ, その他針葉樹 林齢 30 年生	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	
	15	<発電所敷地内> スギ 林齢 10 年生	
スギ, ヒノキ, ヒバ, モミ, その他針葉樹 林齢 40 年生以上 (～数百年)	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	
	15	<発電所敷地内> スギ 林齢 10 年生	

\* 1 : 可燃物データの出典 : No. 1～13, 99 FARSITE 内蔵値 (FARSITE が保有する可燃物データ)

No. 14～24 JNES-RC-Report\*2 の FARSITE 植生データ

\* 2 : 福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価 独立行政法人原子力安全基盤機構  
(JNES) 平成 24 年 6 月

第 2.2-6 表 各種土地利用情報と FARSITE 入力データとの関係 (3/3)

植生 (森林簿及び構内植生調査結果)	FARSITE 入力データ		備 考
	区分* <sup>1</sup>	種類	
広葉樹(クヌギ, ケヤキ, サクラ, ナラ等)	24	落葉広葉樹	JNES-RC-Report* <sup>2</sup> の FARSITE 植生データを使用
竹林(ハチク, マダケ, モウソウ等)	4	Chaparral	FARSITE 内蔵値 FARSITE 内蔵値の中で最も可燃物量, 可燃物深さが大きく火線強度が高くなり保守的な値である「Chaparral」として入力した。
樹種不明の森林	14	<発電所敷地外> スギ 林齢 10 年生未満	JNES-RC-Report* <sup>2</sup> の FARSITE 植生データを使用 <発電所敷地外> 当社が調査・管理ができないことから保守的に全てスギ林齢 10 年生未満として入力した。
	24	<発電所敷地内> 落葉広葉樹	<発電所敷地内> 発電所敷地内は落葉広葉樹であることを確認した。
草地	3	tall grass	FARSITE 内蔵値 <発電所敷地外> 当社が調査・管理ができないことから保守的に「Tall grass」として入力した。
	1	Short grass	<発電所敷地内> 発電所構内は管理が可能のため, 植生に合わせ「Short grass」, 「Tall grass」として入力した。

\* 1 : 可燃物データの出典 : No. 1~13, 99 FARSITE 内蔵値 (FARSITE が保有する可燃物データ)  
No. 14~24 JNES-RC-Report\*<sup>2</sup>の FARSITE 植生データ

\* 2 : 福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価 独立行政法人原子力安全基盤機構  
(JNES) 平成 24 年 6 月

FARSITEからの出力データ及びその出力データを用いて算出したデータを以下に示す。

第2.2-7表 算出結果

大項目	小項目	出力値の内容
FARSITE 出力	火炎長 [m]	火炎の高さ [円筒火炎モデルの形態係数の算出]
	延焼速度 [m/s]	火炎の延焼する速さ
	単位面積当たり 熱量[kJ/m <sup>3</sup> ]	単位面積当たりの放出熱量
	火線強度 [kW/m]	火炎最前線での単位幅当たりの発熱速度であり、火災放射発散度の根拠となる火災規模 [防火帯幅の算出]
	反応強度 [kW/m <sup>3</sup> ]	単位面積当たりの熱放出速度であり、火炎放射強度の根拠となる火災規模
	到着時刻 [h]	出火から火炎の前線が当該地点に到達するまでの時間 [火炎継続時間の算出]
上記出力 値より算 出したデ ータ	火炎放射発散度 [kW/m <sup>2</sup> ]	火炎からの放射発散度 [円筒火炎表面の単位面積当たりの発熱速度に火炎の放射割合を乗じて算出]
	火炎放射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	火炎からの放射強度 [反応強度に火炎の放射熱割合を乗じて算出]
	燃焼継続時間 [h]	温度評価に使用するFARSITE上メッシュにおける火災継続時間 [円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出]
	火炎到達幅 [m]	発電所敷地周辺の火線最前線の長さ [円筒火炎モデル数の算出]
	燃焼半径 [m]	燃焼半径を火炎長に基づき算出 [円筒火炎モデルの形態係数の算出]

d. 植生調査の詳細について

植生調査は、発電所構内及び防火帯周辺についてウォークダウンをし、樹種、林齢、低木及び下草の有無を確認した。

(a) 調査内容

発電所構内の森林全域の植生及び防火帯予定地に沿って森林側の植生を調査し記録した。(第 2. 2-5 図)

(b) 調査者の力量及び調査期間

①構内植林の管理を行っている森林管理業務の委託責任者等 2 名（一級造園施工管理技士 1 名を含む）を含む計 10 名により調査を実施した。

調査期間：平成 26 年 2 月 25 日（火） ～ 28 日（金）

②構内植林の管理を行っている森林管理業務の委託責任者等 3 名（一級造園施工管理技士 1 名を含む）を含む計 6 名により調査を実施した。

調査期間：平成 28 年 4 月 4 日（月）

③構内植林の管理を行っている森林管理業務の委託責任者等 3 名（一級造園施工管理技士 1 名を含む）を含む計 5 名により調査を実施した。

調査期間：平成 30 年 1 月 22 日（月）

(c) 調査結果

現地調査は、発電所構内及び防火帯周辺で実施した。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（1 / 4）

ポイント No.	植生調査前 (森林簿ベース)		植生調査結果		FARSITE 入力値		下草
	樹種	林齢	樹種	林齢 <sup>※1</sup>	樹種	林齢	
1	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
			マツ	40 年生以上	マツ	10 年生	約 183cm
			発電所用地	—	発電所用地	—	—
	森林	—	海岸	—	— <sup>※2</sup>	—	—
2	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
3	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
4	スギ	10 年生	発電所用地	—	発電所用地	—	—
5	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
6	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
7	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
8	スギ	10 年生	発電所用地	—	発電所用地	—	—
9	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
10	森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
11	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
12	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
13	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
14	(敷地内) 広葉樹	—	(敷地内) 広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
			(敷地内) 発電所用地	—	発電所用地	—	—
	(敷地外) その他森林	—	(敷地外) その他森林	—	スギ	10 年生 未満	約 183cm
	(敷地外) スギ	40 年生 以上	(敷地外) スギ	—	スギ	10 年生 未満	約 183cm
	(敷地外) マツ	40 年生 以上	(敷地外) マツ	—	マツ	10 年生 未満	約 183cm
15	広葉樹	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

※2：海岸線形状を評価モデルに反映。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（2 / 4）

ポイント No.	植生調査前 (森林簿ベース)		植生調査結果		FARSITE 入力値		下草
	樹種	林齢	樹種	林齢 <sup>※1</sup>	樹種	林齢	
16	広葉樹	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
	その他森林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
17	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
18	その他森林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
19	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	マツ	40 年生以上	マツ	40 年生以上	(敷地内) マツ	10 年生	約 183cm
(敷地外) マツ					10 年生 未満	約 183cm	
20	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
21	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
22	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
23	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
24	スギ	10 年生	発電所用地	—	発電所用地	—	—
25	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	竹林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
			広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	—
スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm	
26	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
27	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	40 年生以上	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
28	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
29	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
30	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
31	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（3 / 4）

ポイント No.	植生調査前 (森林簿ベース)		植生調査結果		FARSITE 入力値		下草
	樹種	林齢	樹種	林齢 <sup>※1</sup>	樹種	林齢	
32	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
33	森林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
34	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
35	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
36	マツ	40 年生以上	マツ	40 年生以上	マツ	10 年生	約 183cm
37	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
38	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
39	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	森林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
40	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	マツ	40 年生以上	マツ	40 年生以上	マツ	10 年生	約 183cm
41	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	マツ	40 年生以上	マツ	40 年生以上	マツ	10 年生	約 183cm
42	荒地	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
43	広葉樹	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
44	広葉樹	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
	スギ	10 年生	発電所用地	—	発電所用地	—	—
45	広葉樹	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
	スギ	40 年生以上	発電所用地	—	発電所用地	—	—
46	スギ	10 年生	発電所用地	—	発電所用地	—	—
47	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
48	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm

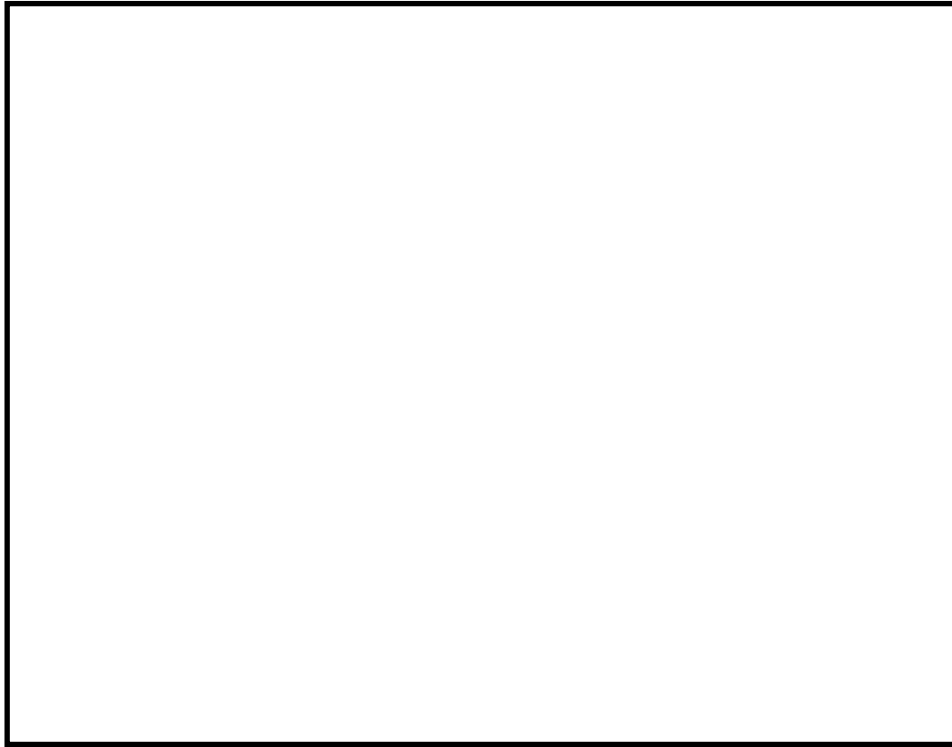
※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（4 / 4）

ポイント No.	植生調査前 (森林簿ベース)		植生調査結果		FARSITE 入力値		下草
	樹種	林齢	樹種	林齢 <sup>※1</sup>	樹種	林齢	
49	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	40 年生以上	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
50	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	40 年生以上	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	マツ	40 年生以上	マツ	40 年生以上	マツ	10 年生	約 183cm
	竹林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
51	竹林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
52	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	スギ	40 年生以上	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
53	その他森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
			発電所用地	—	発電所用地	—	—
	竹林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
54	スギ	40 年生以上	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	(敷地外) その他森林	—	(敷地外) その他森林	—	スギ	10 年生未満	約 183cm
55	その他森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	発電所用地	—	発電所用地 (一部植生)	—	Short grass	—	—
56	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
57	その他森林	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
58	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
	その他森林	—	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
59	(敷地外) その他森林	—	(敷地外) その他森林	—	スギ	10 年生未満	約 183cm
	(敷地外) マツ	10 年生	(敷地外) マツ	—	マツ	10 年生未満	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
60	(敷地外) 荒地	—	岩地	—	茂み	—	—

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。





第 2.2-5 図 植生調査エリア及び構内植生図

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 2-24

植生サンプル		
落葉広葉樹		雑木林（落葉樹，広葉樹）の植生は落葉広葉樹とする。
マツ		敷地内のマツは発電所建設以前より自生しているものが多く樹齢は40年生以上と推測されるが，保守的に植生を10年生のマツとして入力する。
スギ		敷地内のスギは発電所敷地造成時の緑化対策として造林したものが多く樹齢は少なくとも20年生以上であり，下草刈り等の手入れもされているが，保守的に植生を10年生のスギとする。
草地		発電所の法面用地は森林部からの延焼は考えにくいですが，保守的に植生を草地とする。

第2.2-6図 発電所構内の植生（1／2）

植生サンプル		
竹林		敷地内の竹林は伐採管理がされており支配的に存在する箇所はない。発電所敷地外では広範囲に群生している。
発電所用地		アスファルト舗装，砂利敷きがされていることから非植生とする。

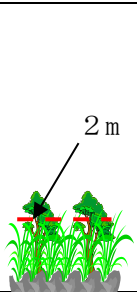

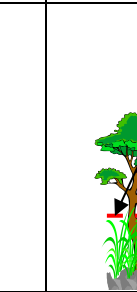

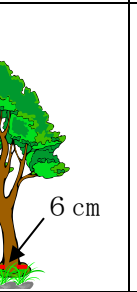
第2.2-6図 発電所構内の植生（2／2）

e. FARSITE の入力条件（林齢の設定）

東京電力福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価（独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）平成 24 年 6 月）では、スギ（スギ、ヒノキ）及びマツ（アカマツ、クロマツ）を 10 年生未満から 40 年生以上の 5 つに分類した追加植生データを作成している。10 年生未満、10～20 年生及び 20～30 年生のスギ・マツについては、FARSITE のデフォルト植生の中で最大の可燃物深さである 2 m 程度の下草・低木が有る状況としている。林床可燃物量（下草・低木の量）は 10 年生未満及び 10～20 年生のマツについては、FARSITE の低層植生の中で最も可燃物量が多い状況としている。また、生きた木質の fuel 量は林齢が大きくなるにつれて大きい値を使用している。

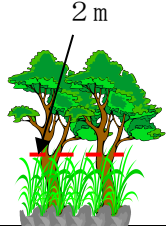


第 2.2-9 表 林齢の設定

《マツ》

10 年生未満 敷地外の林齢	10～20 年生 敷地内の林齢	20～30 年生	30～40 年生	40 年生以上
				
林床可燃物の深さ				
多		中		少
生きた木質の fuel 量				
少		→ 中		→ 多

島根原子力発電所敷地内の植生調査を行い、少なくとも 20 年生以上であることを確認しているが、本評価では、保守的にすべて林齢 10 年生として評価を行う。

第 2. 2-10 表 マツの林齢の設定

島根原子力発電所 敷地内の植生	FARSITE のインプットデータ	
20～30 年生	10 年生 敷地内の林齢	10 年生未満 敷地外の林齢
		
林床可燃物深さ：0～2m (実生松含む) 林床可燃物量：少～多 生きた木質 fuel 量：多	林床可燃物深さ：2m (実生松含む) 林床可燃物量：多 生きた木質の fuel 量：少	

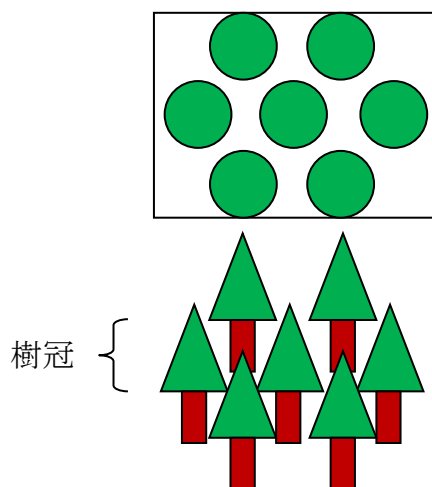
#### f. 樹冠率の設定

樹冠率は、上空から森林を見た場合の平面上の樹冠が占める割合をいう。

FARSITE では、実際の森林状況による自然現象を可能な限り反映するため、樹冠率の割合が高くなると、風速の低減、地面草地への日照が低減（水分蒸発量が減ることで燃えにくくなる）する。

具体的にはFARSITEにおいて樹冠率を4つに区分し、4つのいずれかを設定するようになっている。今回の評価では、植生調査データにより森林と定義できる区分3、4から選択することとし、保守的に区分3を設定する。

樹冠率：平面上の樹冠割合



FARSITEでの区分	樹冠率 (%)	備考
1	～ 20%	
2	21 ～ 50%	非森林を含む領域
3	51 ～ 80%	一般的な森林
4	81 ～ 100%	原生林を含む森林

	FARSITEでの区分3	FARSITEでの区分4
風速低減効果	風速が弱まりにくい	風速が弱まる
日射低減効果	地面下草が燃えやすい	地面下草が燃えにくい

第 2.2-7 図 樹冠率の設定

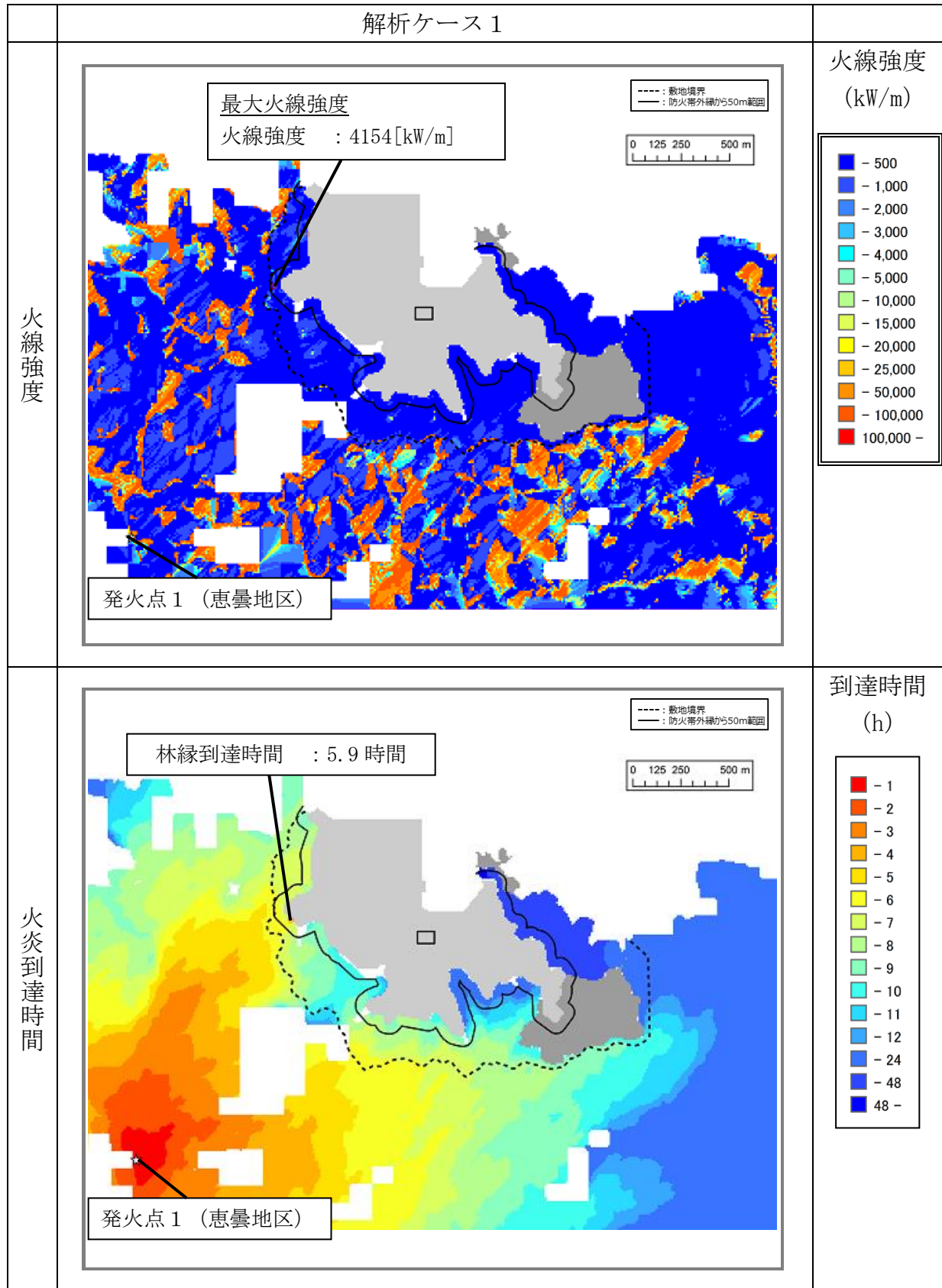
g. FARSITE への入力値まとめ

第 2.2-11 表 FARSITE への入力値

大区分	小区分	入力値	入力値の根拠
気象 データ	気温	38℃	気温が高い方が可燃物の水分量が少なく燃えやすくなることから、森林火災が多く発生している 3 月～8 月における過去 10 年間での最高気温を設定 (ガイド通り) 解析期間中最高気温が継続するように設定
	湿度	12%	湿度が低い方が可燃物の水分量が少なく燃えやすくなることから、森林火災が多い 3 月～8 月における過去 10 年間の最小湿度を設定 (ガイド通り) 解析期間中最小湿度が継続するよう設定
	風速	22.1m/s	風が強い方が延焼速度・火線強度が大きくなることから、森林火災の多い 3 月～8 月における過去 10 年間の最大風速を設定 (ガイド通り) 解析期間中最大風速が継続するように設定
	雲量	0%	日射が多い方が可燃物の水分量が少なくなるため、日射量が多くなるように雲量 0% に設定
	降水量	0 mm	降水が無い方が可燃物量の水分量が少なくなるため、降水量は 0 mm に設定
地形 データ	高低差	数値標高 モデル	現地状況を模擬するため、基盤地図情報 数値標高モデルの 10m メッシュデータを使用
	緯度	35 度	日射量が多い方が可燃物量の水分量が少なく燃えやすくなることから、日射量が多くなるように、島根原子力発電所の緯度 (35 度 32 分) より赤道側に設定
植生 データ	樹木高さ	15m	データを正確に調査することは困難であることから、デフォルト値を一律に適用
	枝下高さ	4 m	
	かさ密度	0.2 kg/m <sup>3</sup>	
	樹冠率	区分 3	森林と定義されている区分 3, 4 のうち、風速が弱まりにくく、日射の影響を受けやすくなる区分 3 を設定
	fuel 初期 水分量	コンディ ション シミュ レーション 機能	水分量は気温・湿度・日射などにより変化する。発火時刻より 30 日前から現地の状況をシミュレートして初期水分量が平衡に達した状態から発火させる。

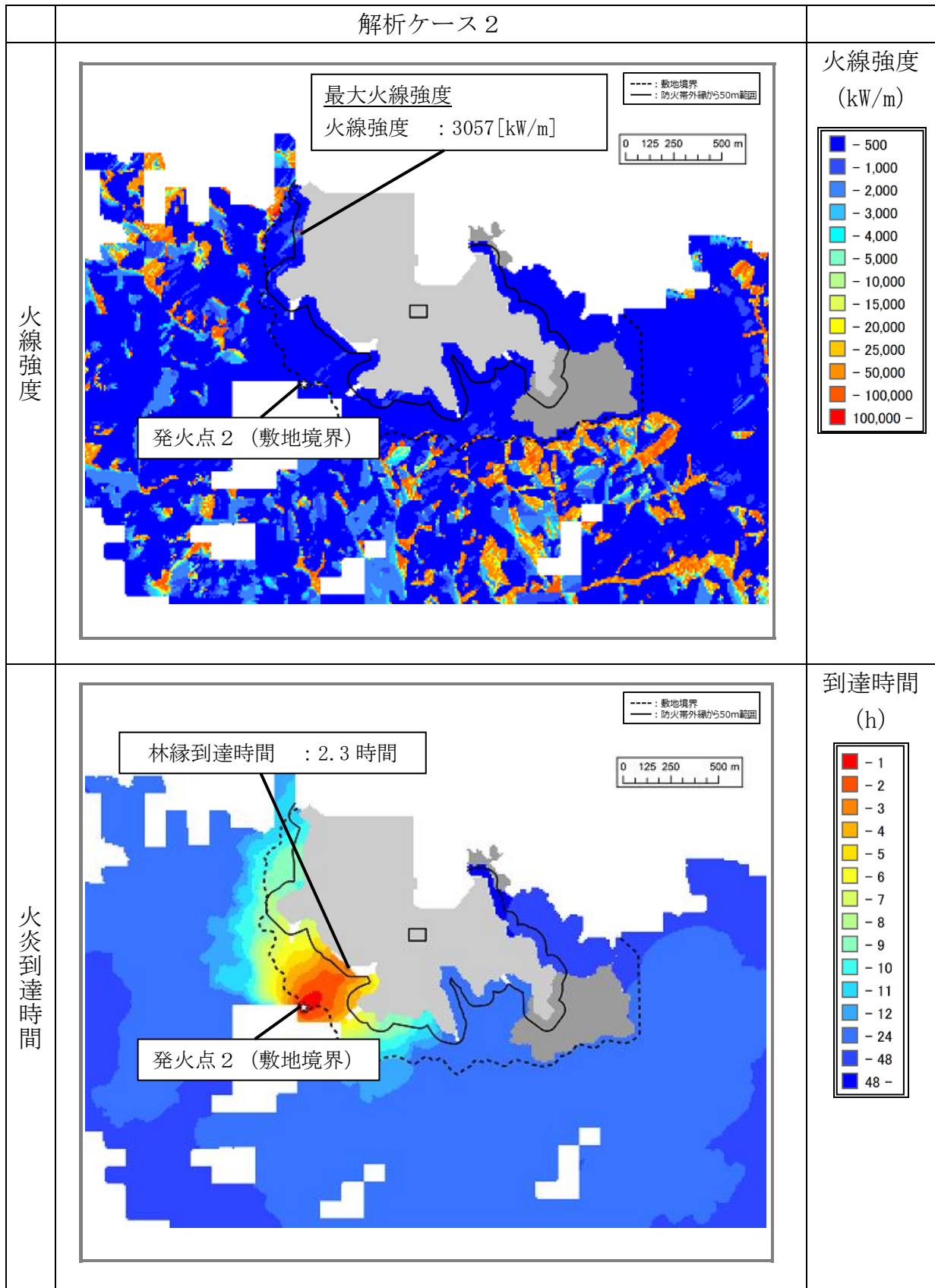
(4) FARSITE の解析結果

各ケースの FARSITE による解析結果図を以下に示す。

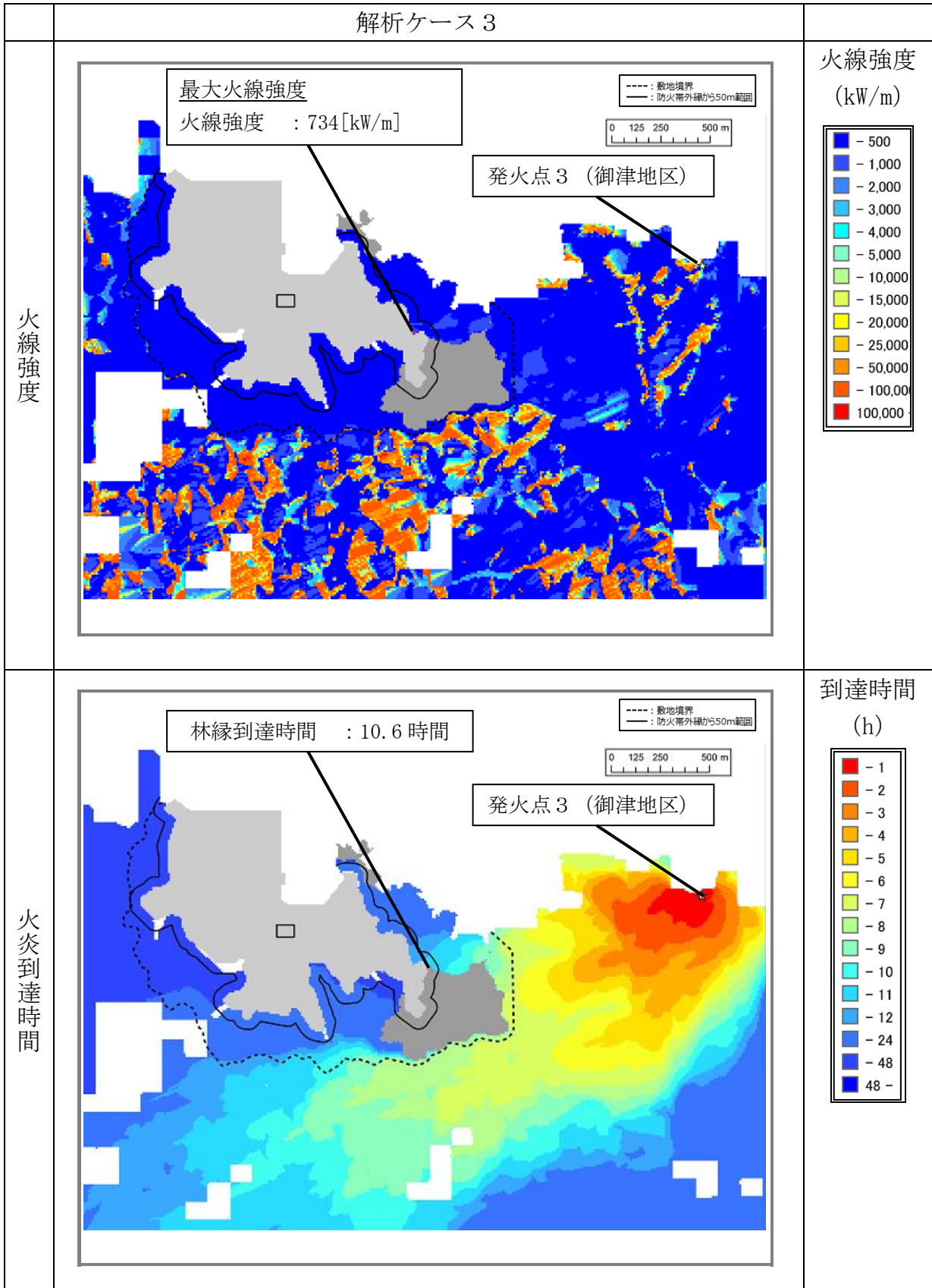


第 2.2-8 図 ケース 1 解析結果

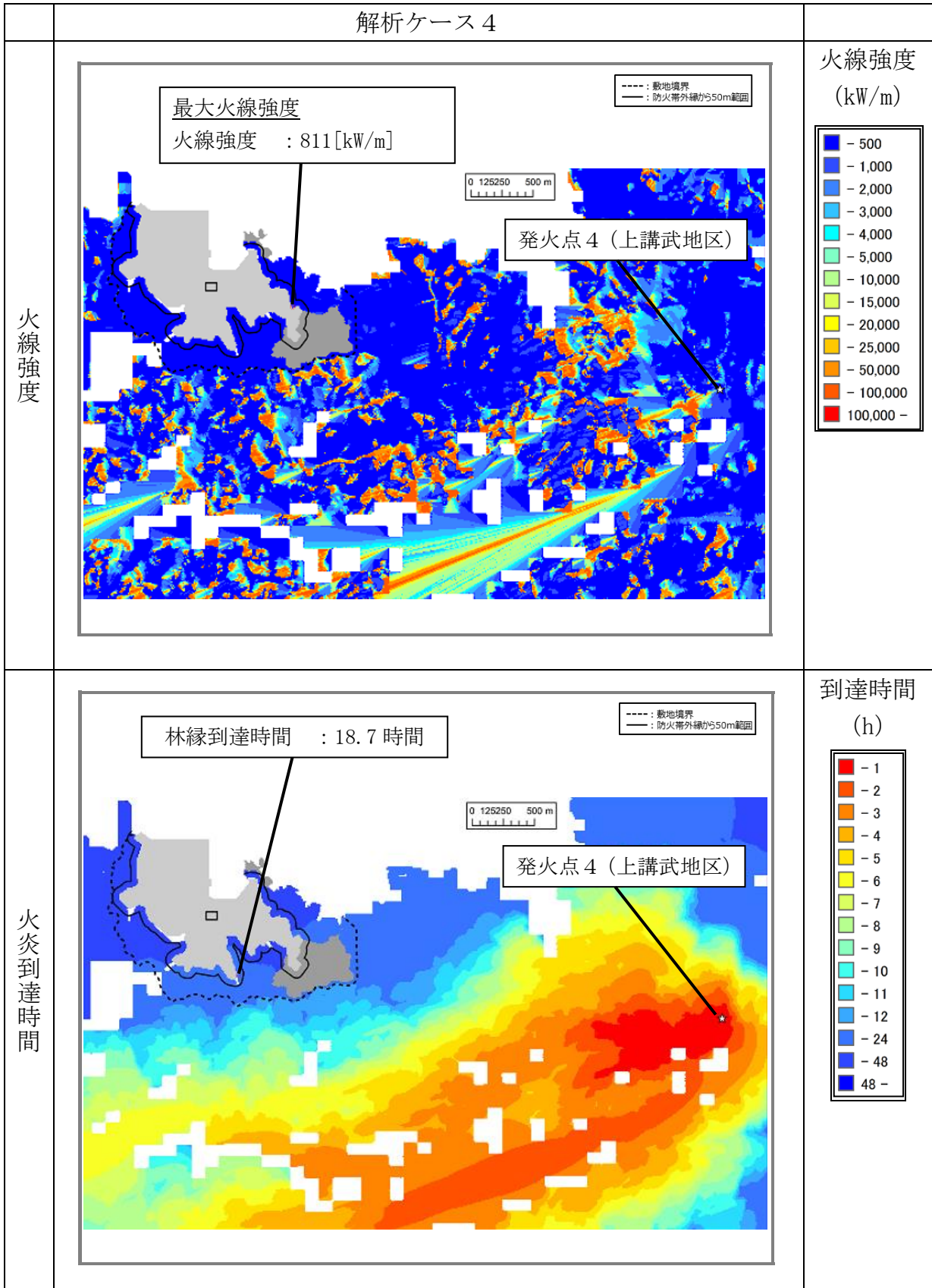




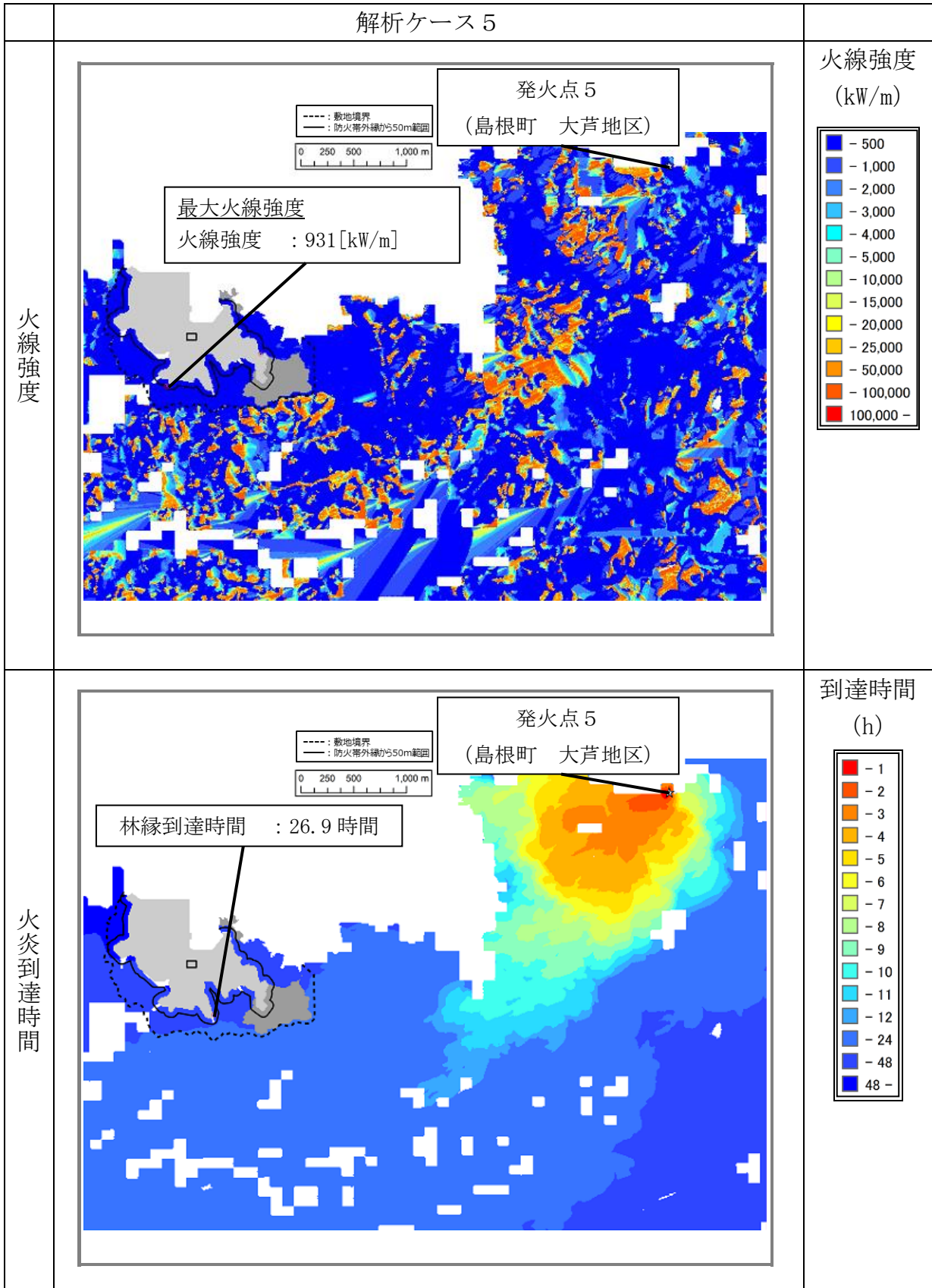
第 2.2-9 図 ケース 2 解析結果



第 2.2-10 図 ケース 3 解析結果



第 2.2-11 図 ケース 4 解析結果



第 2.2-12 図 ケース 5 解析結果

(5) 延焼速度及び火線強度の算出結果

ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大モデルを用いて延焼速度や火線強度を算出した。防火帯外縁より 50m の範囲における延焼速度及び火線強度の算出結果を第 2.2-12 表に示す。

(6) 火炎の到達時間の算出結果

延焼速度より、発火点から島根原子力発電所までの到達時間を算出した。また、火炎の到達時間をもとに島根原子力発電所の自衛消防隊が対応可能であるか否かを評価する。延焼速度及び到達時間の算出結果を第 2.2-12 表に示す。

第 2.2-12 表 火炎の到達時間及び防火帯幅評価に伴う評価項目

評価項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
延焼速度[m/s]	0.36	2.15	0.07	0.08	0.08
最大火線強度[kW/m]	4,154	3,057	734	811	931
火炎到達時間[h]	5.9	2.3	10.6	18.7	26.9

(7) 防火帯幅の算出

火線強度より、島根原子力発電所に必要な最小防火帯幅を算出した。ここでは、「Alexander and Fogarty の手法（風上に樹木が有る場合）」（第 2.2-13 図 右図）を用い、火炎の防火帯突破確率 1% の値を島根原子力発電所に最低限必要な防火帯幅とした。防火帯外縁より 50m の範囲における最大火線強度は第 2.2-12 表のとおりとなり、最も火線強度が高かったケース 1 の結果から防火帯幅を決定する。最小防火帯幅の算出結果を第 2.2-14 図に示す。

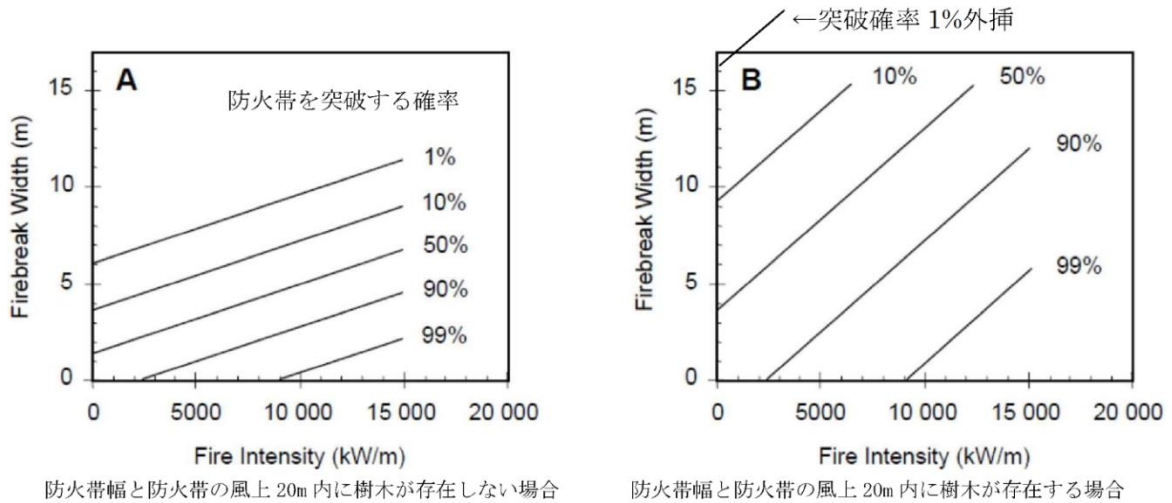
なお、評価では、気温は最高気温で一定、湿度は最小湿度で一定としており、時刻変化による火線強度の増減に寄与するのは日射量となる。

そこで、FARSITE 解析における最大火線強度と日照時間の影響を以下のとおり確認した。日照の影響は、地形の傾斜方向と太陽の角度が関係しており、火線強度が高くなるのは、10 時～14 時の間と考えられる。

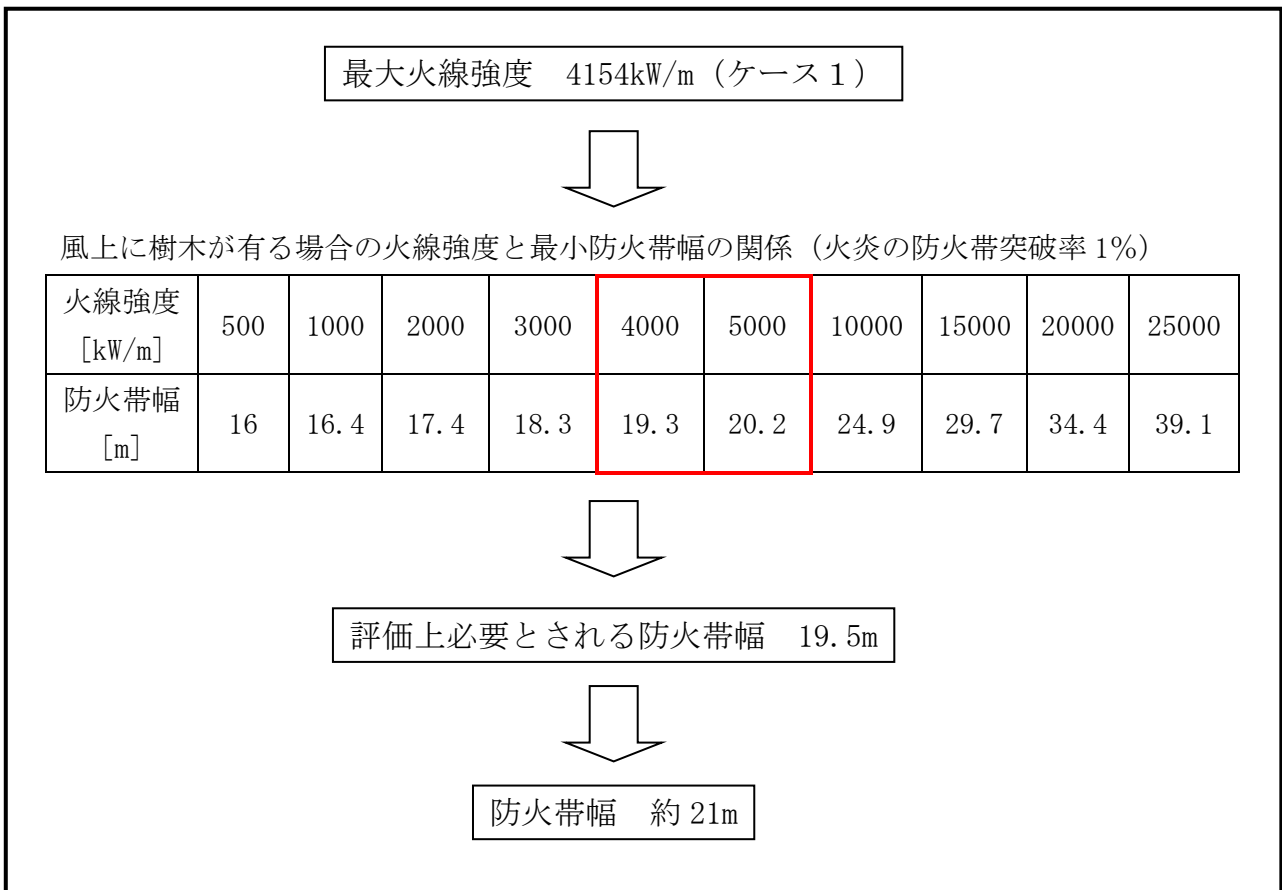
第 2.2-13 表に示すとおり、最大火線強度が最も高かったケース 1 について比較した結果、最大となった火線強度は 4,154kW/m であることから、この結果を基に防火帯幅を設定する。

第 2.2-13 表 最大火線強度の日照時間影響の考察（ケース 1）

発火日時	4:30	7:00	8:30
到達日時	10:40	12:47	15:01
最大火線強度[kW/m]	3,323	4,154	2,178



第 2.2-13 図 火線強度に対する防火帯の相関図 (ガイドより引用)



第 2.2-14 図 防火帯幅の設定

(8) 危険物施設の火災が森林等に延焼した場合の島根原子力発電所への影響について

ケース1発火点は、島根原子力発電所への熱影響を大きくするため、島根原子力発電所から遠方（火炎前線が広がり、発電所構内を同時期に取り囲むような火災となる）、並びに、島根原子力発電所の風上（南西方向：最大風速観測時の風向）に設定している。

危険物施設の火災を想定した場合、島根原子力発電所への熱影響が最大となっているケース1の発火地点以遠の風上（南西方向）に危険物施設はなく、島根原子力発電所への熱影響が大きくなるような火災にはならないと考えられる。

## 2.3 森林火災時の対応の評価結果

森林火災影響評価においては、以下に示す到達時間及び防火帯幅の条件を満足していること、森林火災時の可搬式モニタリングポストの対応が可能であることを確認した。

### 2.3.1 火災の到達時間の評価結果

#### 2.3.1.1 到達時間

FARSITEの解析により、森林火災を想定した場合、火災が防火帯に到達する時間は、発電所敷地境界付近からの出火（ケース2）を想定しても2.3時間程度である。

防火帯により森林火災が発電用原子炉施設への影響を及ぼすことはないが、森林火災の状況に応じて防火帯付近へ予防散水を行う。また、外部からの情報により森林火災を認識し、発電所敷地境界へ到達するまでに時間的な余裕がある場合には、発電所構内への延焼を抑制するために敷地境界近傍への予防散水を行う。

#### 2.3.1.2 予防散水に関わる評価

敷地境界域から防火帯までの火炎到達時間が2.3時間程度であるのに対して、防火帯付近への予防散水は、敷地境界域での火災発見から約60分（想定所要時間：約50分）で開始可能である。

#### <火災の発見>

発電所敷地境界域については、24時間常駐している警備員による定期的なパトロールと、敷地境界監視用カメラによる監視を行う。また、構内監視カメラにより、運転員が24時間常駐している中央制御室から監視を行う。

これらのことから、同境界域での火災や火災原因となり得る異常を発見することが可能である。

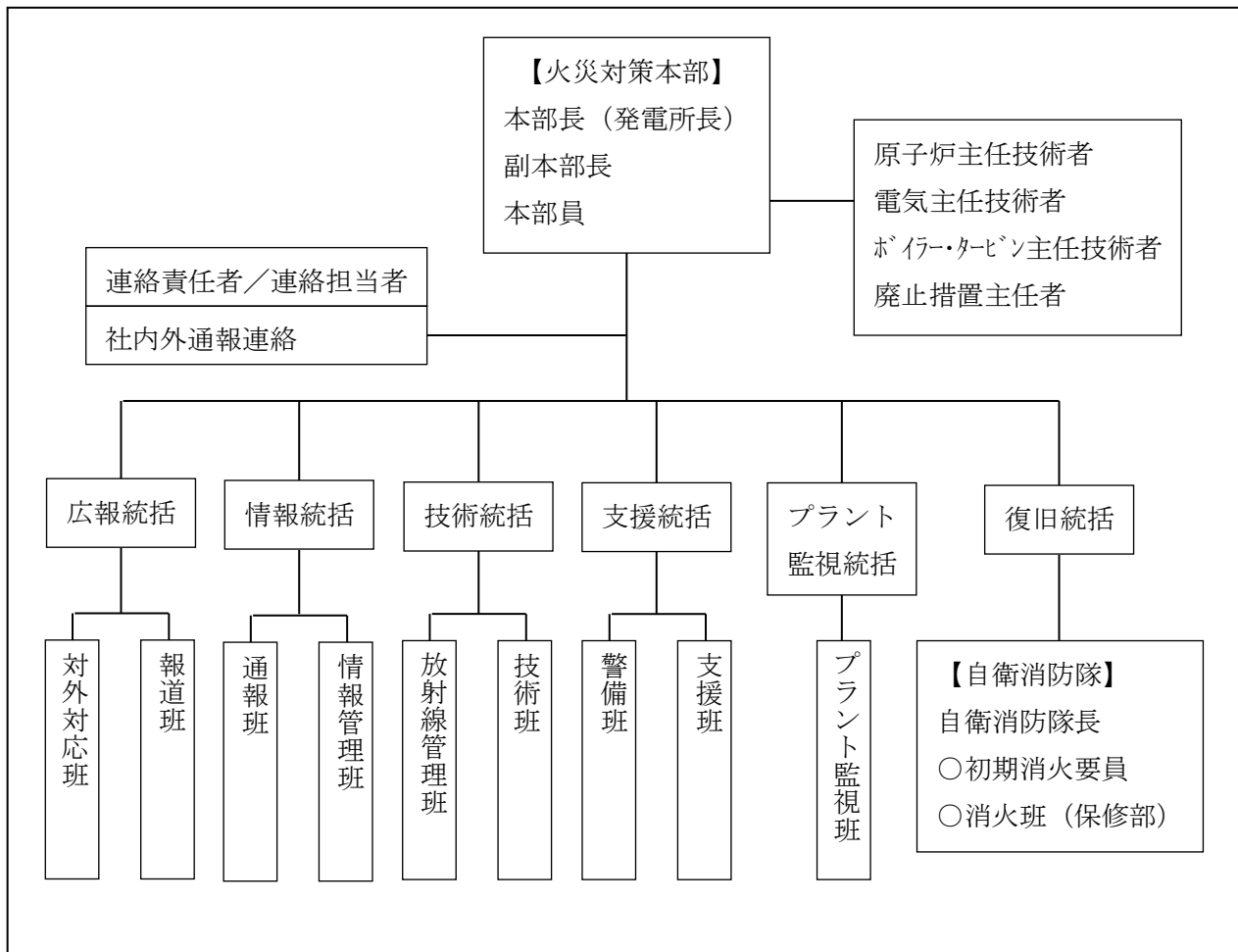
<予防散水>

島根原子力発電所の自衛消防隊は、発電所敷地内に 24 時間常駐していることから、敷地内に待機している消防車による予防散水が可能である。

(1) 予防散水の実施体制

島根原子力発電所においては、発電所構内の火災に対し、消防活動を行うために自衛消防隊を組織している。自衛消防隊の組織体制を第 2.3.1.2-1 図及び第 2.3.1.2-1 表に示す。

予防散水は、この自衛消防隊により対応する。



第 2.3.1.2-1 図 自衛消防隊体制



第 2.3.1.2-1 表 自衛消防隊編成

構成	所属等	役割
自衛消防隊長 (1)	<b>【平日昼間】</b> ①  保修部課長 (保修管理) ②  保修部課長 (保修技術) ③  保修部課長 (建築) <b>【夜間・休日昼間】</b> 自衛消防隊専属の宿直者	①  自衛消防隊の責任者 ②  消火活動全体の指揮 ③  当直長への消火活動の情報提供・プラント情報の共有 ④  公設消防窓口 (プラント状況・消火活動の情報提供)
初期消火要員 (11)	当直長 (1)	①  公設消防への通報 ②  自衛消防隊長, 消防チームへの連絡 ③  運転員への初期消火指示 ④  プラントの情報提供, 消火活動の情報共有 (当直長は, 現場での消火活動のメンバーに属さない)
	運転員 (2)	①  火災現場での消火活動 ②  火災現場での消火戦略検討 ③  火災現場 (屋内) への公設消防誘導・説明 ④  放射線量測定
	連絡責任者 (1)	関係者への連絡
	誘導員 (1)	火災発生現場 (構内全域) への公設消防誘導
	消防チーム (6)	屋内・屋外での消火活動
消火班 (8)	班長 (1) 班員 (7)	<b>【参集状況に応じ, 班長が役割分担を指名】</b> ①  消火活動 (消火器・屋外消火栓等の使用) ②  緊急時対策本部への情報連絡 ③  火災発生現場での情報収集・記録

( ) 内は最小人数

## (2) 予防散水計画

防火帯により森林火災が発電用原子炉施設へ影響を及ぼすことはないが、森林火災の状況に応じて防火帯付近へ予防散水を行う。また、外部からの情報により森林火災を認識し、発電所敷地境界へ到達するまでに時間的な余裕がある場合には、発電所構内への延焼を抑制するために敷地境界近傍への予防散水を行う。

万一、防火帯の内側に飛び火した場合は、自衛消防隊の活動を予防散水から防火帯内火災の初期消火活動に切り替え、消火栓及び消防車を使用し、継続して自衛消防隊長の指揮のもと初期消火活動・延焼防止活動を行う。なお、予防散水については、火災防護計画に定める。

### a. 予防散水に期待する効果

防火帯は、防火帯突破確率1%となる防火帯幅19.5mに対し、約21mの防火帯を設定している。

予防散水は、防火帯付近を濡らすことで火の粉の発生や飛び移りの抑制を図り、防火帯の機能をより強化するために実施する。

### b. 防火帯付近への予防散水計画

- ・活動用水は、防火帯内側の構内屋外消火栓等※を使用する。
- ・使用資機材は消防車2台。対応要員数は6名。
- ・防火帯付近散水エリアと水源位置を第2.3.1.2-2図に示す。また、各散水エリアに使用する水源を第2.3.1.2-2表に示す。

※：構内屋外消火栓の確保を優先とするが、状況に応じて防火水槽、海水等を活動用水として使用する。

第 2.3.1.2-2 表 防火帯付近散水エリアと使用水源

散水 エリア	使用水源 (上段：主，下段：補助)	ホース展開距離 (水平距離)	高低差 (水源～散水箇所)
①	3号機消火用水タンク	～365m	6m (9～15)
	宇中貯水槽	～395m	6m (9～15)
②	3号機開閉所屋外消火栓	～500m	24m (46～70)
	固体廃棄物貯蔵所D棟 屋外消火栓	～500m	24m (46～70)
③	44m 盤屋外消火栓	～133m	7m (54～61)
	44m 盤消火タンク	～118m	11m (50～61)
④	固体廃棄物貯蔵所B棟 屋外消火栓	～340m	25m (50～75)
	輪谷貯水槽（東側）	～407m	26m (49～75)
⑤	2号ろ過水タンク	～183m	24m (31～45)
	技術訓練センター 屋外消火栓	～240m	23m (22～45)
⑥	免震重要棟廻り屋外消火栓	～739m	38m (88～50)
	50m 盤消火タンク	～665m	38m (88～50)
⑦	免震重要棟廻り屋外消火栓	～730m	-10m (50～40)
	免震重要棟東側防火水槽	～680m	-10m (50～40)
⑧	サイトバンカ南側 屋外消火栓	～380m	31m (9～40)
	サイトバンカ消火タンク	～319m	31m (9～40)



第 2.3.1.2-2 図 防火帯付近散水エリアと水源位置

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 2-43

c. 対応手順と所要時間

対応手順と所要時間を第 2.3.1.2-3 表に示す。また、「f. 予防散水の検証結果(a) 森林火災を想定した予防散水訓練実績（防火帯付近）」において、検証した所要時間（実績）を下段に示す。

第 2.3.1.2-3 表 防火帯付近への予防散水手順と所要時間

手順	内容	所要時間							
		0	10	20	30	40	50	60	70
火災発生	森林火災発生	森林火災発生 ▽							
火災発見 ～散水指示	火災発見者からの連絡を受け消防チームへ出動要請	火災発見 想定 ▽ □ (5)							
	消防隊長は、風向き等から火災進行方向を考慮し、散水場所を消防チームへ指示	想定 □ (15)							
出動準備	出動準備～現場到着	想定 □ (15)							
		実績※ ■ (10)							
放水準備	水利確保，ホース敷設	想定 □ (15)							
		実績※ ■ (13)							
放水開始	放水開始	放水開始 ▽ □ (所要時間 約 50 分)							

※：散水エリア⑥における散水実績

d. 発電所敷地境界への予防散水計画

発電所敷地境界に設置されているモニタリングポスト6箇所を代表ポイントとし、発電所敷地境界への予防散水計画を定めた。発電所敷地境界への予防散水計画を第2.3.1.2-4表に示す。

なお、活動用水は防火水槽、山林消火栓等とし、代表ポイントまでホースを展開する。ホース展開距離、水源から散水ポイントまでの高低差を考慮し、中継用の消防車を配置する。

第2.3.1.2-4表 敷地境界への予防散水計画

火災到達ポイント	No. 1 モニタリング ポスト	No. 2 モニタリング ポスト	No. 3 モニタリング ポスト	No. 4 モニタリング ポスト	No. 5 モニタリング ポスト	No. 6 モニタリング ポスト
水源位置	No. 7 防火水槽	No. 6 防火水槽	山林消火栓東	山林消火栓西	No. 1 防火水槽	3号機消火用 水タンク
ホース展開距離 (水平距離)	305m	25m	35m	133m	185m	566m
高低差 (水源～散水箇所)	-20m (75～55)	-4m (131～127)	-4m (151～147)	-10m (146～136)	-16m (124～108m)	61m (9～70)
消防車台数	2台	2台	2台	2台	2台	2台
対応人数 (含む指揮者)	6名	6名	6名	6名	6名	6名
予想準備時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間



第2.3.1.2-3図 敷地境界散水エリアと水源位置

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。

e. 予防散水時のアクセスルート

原則、発電所構内の道路は初期消火活動を行う消防車等の移動ルートとなることから防火帯へは含めず、道路と防火帯が近接する箇所は道路の際を起点として防火帯を設定する。

ただし、敷地外からのアクセス道路に交わる箇所は森林火災時に複数同時に使用不可とならないと考えることから、防火帯として機能させる。

また、可搬型重大事故等対処設備の保管場所及び当該場所へのアクセスルートについては、対応時の影響緩和のため、森林縁から防火帯（約21m）に加え約11m 離隔する。

当該箇所にて、最大火線強度が最も高い評価となった森林火災（ケース1）における輻射強度を算出したところ、森林火災時の輻射強度は $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 以下となるため、車両等の通行に影響を及ぼすことはないことを確認している。

※：石油コンビナートの防災アセスメント指針では、人が長時間さらされても苦痛を感じない放射熱（輻射）強度を $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ としている。

f. 予防散水の検証結果

(a) 森林火災を想定した予防散水（防火帯付近）

実施日：令和元年6月23日

想定火災地点：散水エリア⑥

訓練内容：ホース展開、消防車連結、散水を行う

評価：

- ・消防車2台連結による散水を実施し、散水可能であった。
- ・出動から散水開始までの所要時間は約60分であった。
- ・防火帯散水エリアのうち、水源から散水箇所の高低差及びホース展開距離を考慮して、予防散水の実施条件が厳しいエリア⑥で散水が可能であることから、全ての防火帯散水エリアに対し、所定の時間内で散水が可能であると評価する。



写真1 消火栓接続



写真2 ホース展開状況



写真3 散水エリア⑥における散水状況

第2.3.1.2-4 図 予防散水の状況（防火帯付近）



(b) 森林火災を想定した予防散水（敷地境界）

実施日：令和元年6月20日

想定火災到達点：モニタリングポスト No. 6

訓練内容：ホース展開、消防車連結、散水を行う

評価：

- ・消防車2台連結により実施し、散水可能であった。
- ・準備開始から散水開始までの所要時間は約1時間であった。  
※：所要時間は、消火栓やホースの接続位置、操作手順及び送水圧力等を確認しながらの時間
- ・水源から散水箇所の高低差及びホース展開距離を考慮して、予防散水の実施条件が厳しいポイントで散水可能であることから、発電所敷地境界全域に対して散水が可能であると評価する。



写真4 ホース展開状況



写真5 ホース展開状況  
(散水エリア付近)



写真6 モニタリングポストNo. 6への散水状況

第2.3.1.2-5図 予防散水の状況（敷地境界）

(c) 自衛消防隊の力量維持のための訓練

自衛消防隊は、消火対応の力量を維持するために、訓練を計画的に実施する。自衛消防隊に係る訓練を第 2.3.1.2-5 表に示す。

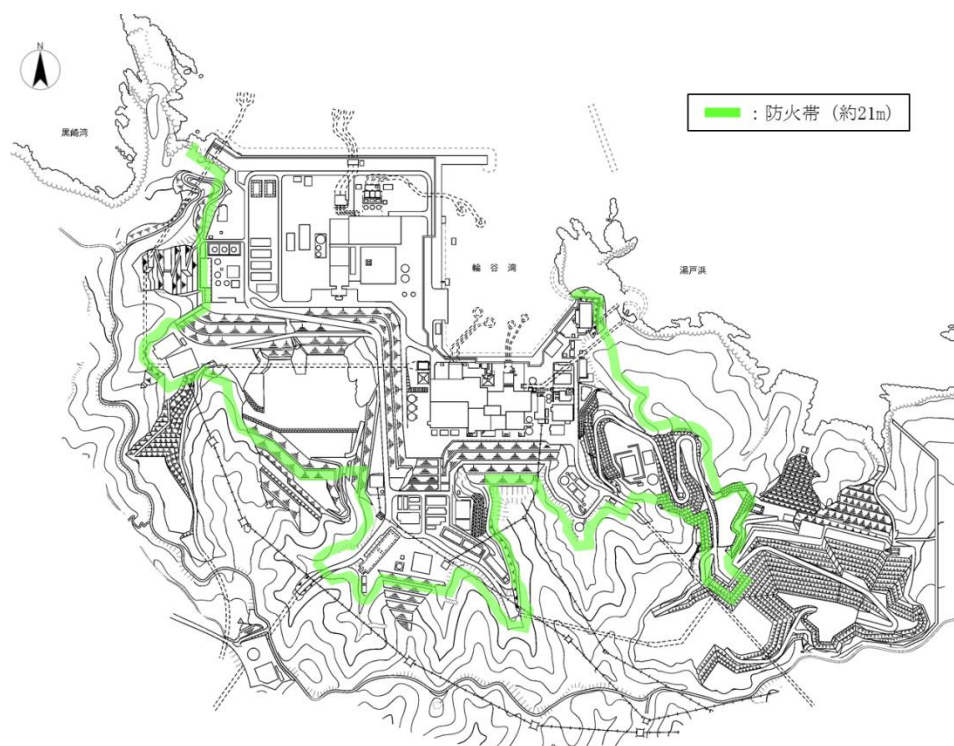
第 2.3.1.2-5 表 自衛消防隊に係る訓練

教育・訓練名称	内容	対象者	実施頻度
総合消防訓練	・公設消防と自衛消防隊との連携を考慮した総合的な火災対応訓練（本部組織設置訓練を含む）	発電所員	1回／年
自衛消防隊 連携訓練	・自衛消防隊の連携向上を目的として、火災確認から鎮圧までを一連で実施する訓練	自衛消防隊	2回／年
火災初期対応 教育訓練	・火災対応手順に関する知識 ・消火活動に関する知識・技能	消火班 (発電部)	1回／年
消火班（保修部） 火災対応教育	・消火班の位置付け及び役割 ・火災発生時の対応手順 ・消防設備及び資機材（消火器、消火栓、防火服、現場指揮所設営資機材等）の配置及び使用方法	消火班 (保修部)	2回／年
消火班（保修部） 消防訓練	・消防装備（防火服、空気呼吸器）の装着訓練 ・消防設備及び資機材（消火器、消火栓、可搬式消防ポンプ、消防用ホース、トランシーバー等）の取扱訓練	消火班 (保修部)	1回／月
消防チーム 火災対応教育	・消火班の位置付け及び役割 ・火災発生時の対応手順 ・消防設備及び資機材（消火器、消火栓、防火服等）の配置及び使用方法	消防チーム	1回／班・年
消防チーム 現場レイアウト教育	・火災現場へのアクセス方法、消火設備の配置、設備（電気設備、危険物内包設備等）の配置について、現場で教育を行う	消防チーム	1回／班・年
消防チーム 消防訓練	・消防装備（防火服、空気呼吸器）の装着訓練 ・消防設備及び資機材（消火器、消火栓、可搬式消防ポンプ、消防用ホース、トランシーバー等）の取扱訓練	消防チーム	1回／班・月
実火訓練	・実火に対する消火訓練（社外訓練）	自衛消防隊	1回／年

### 2.3.2 防火帯幅の評価結果

第2.2-12表の評価結果から、評価上必要とされる防火帯幅19.5mに対し、約21m幅の防火帯を設置する。(第2.3.2-1図)

- a. 森林火災の延焼を防止するために、防火帯を設置する。
- b. 防火帯は、安全施設及び重大事故等対処設備を原則防護するように設定する(防火帯の外側となる設備は、送電線、通信線及び放射線監視設備)。
- c. 防火帯は、発電所設備及び駐車場の配置状況を考慮し、干渉しないように設定する。
- d. 防火帯の設定にあたっては、草木を伐採する等、可燃物を排除する。その後、除草剤の散布やモルタル吹付け等を行い、草木の育成を抑制し、可燃物がない状態を維持する。また、防火帯の管理(定期的な点検等)の方法を火災防護計画に定める。(別紙2-1)



第2.3.2-1図 防火帯設置位置

### 2.3.3 外部火災時のモニタリングポストの対応について

外部火災が発生した場合においても、発電用原子炉を安全に停止するための設備に影響がないように防火帯を設置し、安全上重要な設備はその内側に配置し、外部火災による影響がないことを確認している。

モニタリングポストについては、島根原子力発電所の周辺監視区域付近における空間線量率の監視を行うために発電所敷地境界付近（防火帯の外側）に6箇所設置している。

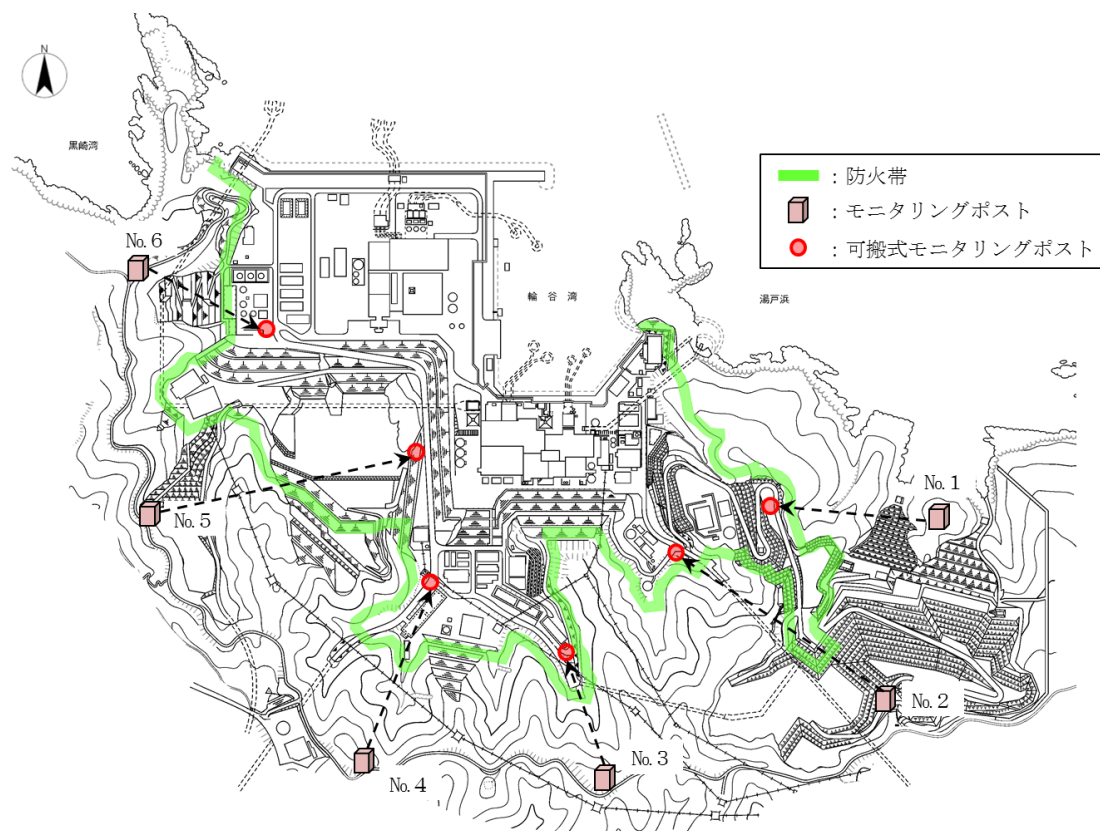
測定器は屋外に設置されており、外部火災による影響を確実に防止できるものとは考えないが、可能な限り影響の軽減を図ることから、外部からの情報により森林火災を認識し、発電所敷地境界へ火災が到達するまでに時間的な余裕がある場合には、敷地境界近傍への予防散水を行う。

なお、森林火災の進展によりモニタリングポストの機能が喪失した場合は、防火帯の内側に保管している可搬式モニタリングポスト（バッテリー駆動可能：6台）により代替測定を実施する。（第2.3.3-1図、第2.3.3-2図）

可搬式モニタリングポストがモニタリングポスト周辺に設置できる場合は、その周辺に設置し、森林火災の延焼によりモニタリングポスト周辺に設置できない場合は、発電所構内の同一方位に設置する。可搬式モニタリングポストを設置場所まで運搬・設置し、監視・測定を開始するまでの所要時間は、1台あたり約30分を想定（6台を設置する場合は、約5時間を想定）。



第2.3.3-1図 可搬式モニタリングポスト



第2.3.3-2図 可搬式モニタリングポスト設置位置

### 3. 危険距離及び温度評価

#### 3.1. 森林火災の想定

前述の2.1. 森林火災の想定と同じ。

#### 3.2. 森林火災による影響の有無の評価

##### (1) 評価手法の概要

本評価は、輻射強度という指標を用いて、発電用原子炉施設に対する森林火災の影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

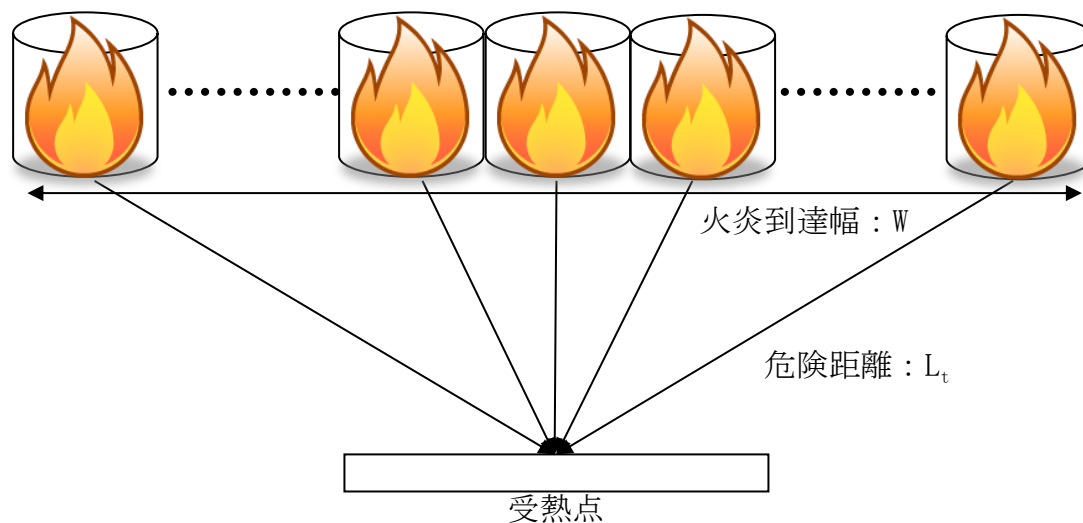
第3.2-1表 評価指標とその内容

評価指標	内容
輻射強度 [ $W/m^2$ ]	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]	島根原子力発電所に到達する火炎の横幅
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]	火炎による輻射熱により許容限界温度になる距離

上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。

森林火災の火炎形態については、土地の利用状況（森林，農地，居住地等の分布），地形（標高，傾斜角度等），気象条件（風向・風速，気温，湿度等）に大きく依存することから，これらをすべて反映した火炎モデルを仮定することは難しい。したがって，森林火災の火炎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。なお，危険距離の評価では，発電用原子炉施設への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。

（第3.2-1図）。



第3.2-1図 円筒火炎モデルの並べ方

(2) 評価対象範囲

評価対象範囲は島根原子力発電所に迫る森林火災とした。

(3) 評価に必要なデータ

評価に必要なデータを以下に示す。

第3.2-2表 森林火災影響評価に必要なデータ

項目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
火炎輻射発散度 [kW/m <sup>2</sup> ]	118	99.5	46.9	49.3	52.4
火炎輻射強度[kW/m <sup>2</sup> ]	364	288	346	279	345
火線強度[kW/m]	4,154	3,057	734	811	931
反応強度[kW/m <sup>2</sup> ]	980	776	917	739	930
火炎長[m]	3.6	3.2	1.7	1.7	1.8
火炎到達幅[m]	4,870				
燃焼継続時間[min] <sup>※1</sup>	23	21	82	81	77
危険輻射強度[kW/m <sup>2</sup> ]	20.265	20.537	17.635	17.652	17.725

※1：防火帯周辺の森林（奥行き50m）が燃える平均時間

(4) 燃焼半径の算出

次の式から燃焼半径を算出する。算出結果を第3.2-4表に示す。

$$R = \frac{H}{3}$$

R：燃焼半径[m]，H：火炎長[m]

(5) 円筒火炎モデル数の算出

次の式から円筒火炎モデル数を算出する。算出結果を第3.2-4表に示す。

$$F = \frac{W}{2R}$$

F：円筒火炎モデル数[-]，W：火炎到達幅[m]，R：燃焼半径[m]

(6) 火炎輻射発散度の算出

火災で発生する発熱量から輻射熱に寄与する割合（輻射熱割合）を考慮し、その輻射熱は円筒火炎の側面及び上面から放射されると仮定し、円筒火炎の火炎輻射発散度  $R_f$  [kW/m<sup>2</sup>] を求める。発熱量が保存されるため、以下の式で表現できる。

(円筒火炎 1 個の側面積+上部面積[m<sup>2</sup>]) × 円筒火炎個数 × 火炎輻射発散度[kW/m<sup>2</sup>]  
 = 火線強度[kW/m] × 火炎到達幅[m] × 輻射熱割合[-]

$$(2\pi RH + \pi R^2) \times F \times Rf = I_B \times W \times \chi$$

また、上記(4)(5)の式より、以下の式が求まる。火線強度は 2.2. 森林火災による影響の有無の評価で算出された値を用いた。算出結果を第 3.2-4 表に示す。

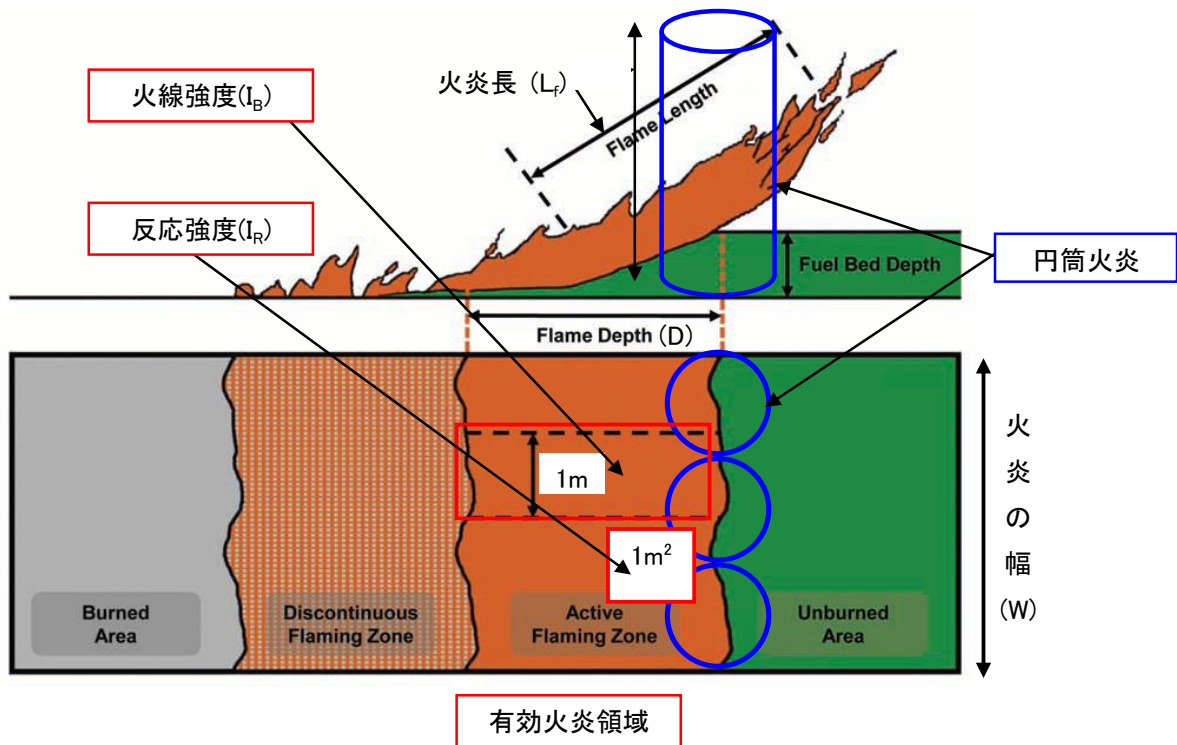
$$Rf = \frac{6\chi I_B}{7\pi H}$$

Rf: 火炎輻射発散度[kW/m<sup>2</sup>], I<sub>B</sub>: 火線強度[kW/m], H: 火炎長[m]

<火炎輻射発散度の算出方法>

火線強度(I<sub>B</sub>) [kW/m]は、第 3.2-2 図に示すような火炎構造(幅:W [m], 奥行き:D[m], 火炎長:L<sub>f</sub>[m])において「火炎最前線での単位幅あたりの発熱速度」と定義でき、反応強度:I<sub>R</sub>[kW/m<sup>2</sup>]とは次の関係にある。

$$I_B = I_R \times D \quad \dots \dots \dots \text{式①}$$



(出典: Andrews, P.L., et. al. (2011): How to Generate and Interpret Fire Characteristics Charts for Surface and Crown Fire Behavior. USDA Forest Service General Technical Report RMRS-GTR-253.)

第 3.2-2 図 火線強度及び円筒火炎モデルの考え方



火炎輻射発散度を計算するための円筒火炎モデルでは、第 3.2-2 図の有効火炎領域を、火炎の幅：W[m]に沿って円筒火炎（半径：R[m]，高さ：H[m]）を F 個一列に並べて模擬する。ここで、有効火炎領域の発熱量のうち輻射熱割合  $\chi$  [-] を考慮し、円筒火炎の側面及び上面からの輻射熱として放射されるとして、発熱量が保存されるように火炎輻射発散度を求める。円筒火炎での火炎輻射発散度を  $R_f$  [kW/m<sup>2</sup>] とすると有効火炎領域の発熱量は保存されることから、以下の式で表現できる。

$$\begin{aligned} & \text{総発熱量(側面, 上面からの輻射[kW])} \\ & = \text{火線強度[kW/m]} \times \text{火炎到達幅[m]} \times \text{輻射熱割合[-]より} \\ & (2\pi RH + \pi R^2) \times F \times R_f = I_B \times W \times \chi (= I_R \times D \times W \times \chi) \quad \dots\dots\dots \text{式②} \end{aligned}$$

また、評価ガイドより、円筒火炎モデルは

$$R = H/3 \quad \dots\dots\dots \text{式③}$$

$$F = W/2R \quad \dots\dots\dots \text{式④}$$

と定義されているので、③、④式を②式に代入することにより、次の式が得られる。

$$R_f = \frac{6\chi I_B}{7\pi H} \quad \dots\dots\dots \text{式⑤}$$

発電所敷地近傍には、針葉樹、落葉広葉樹がある。そのため、輻射熱割合は、針葉樹：0.377 及び落葉広葉樹：0.371（米国防火技術者協会（SFPE）が発行しているハンドブック（THE SFPE HANDBOOK of Fire Protection Engineering FOURTH EDITION）より算出）を発火点周辺の植生に合わせ、以下のとおり採用した。

発火点 1, 2, 5 : 0.371（落葉広葉樹）

発火点 3, 4 : 0.377（針葉樹）

なお、反応強度は炎から輻射として放出される熱エネルギー（火炎輻射強度）と火炎・煙として対流放熱される熱エネルギー（火炎対流発散度）の和により求められることから、針葉樹の輻射熱割合（0.377）は、針葉樹代表種の火炎輻射強度：4.9[kJ/g]と反応強度：13.0[kJ/g]の比（反応強度に対する火炎輻射強度の割合）から算出した。同様に、落葉広葉樹の輻射熱割合（0.371）は、落葉広葉樹代表種の火炎輻射強度：4.6[kJ/g]と反応強度：12.4[kJ/g]の比（反応強度に対する火炎輻射強度の割合）から算出した。

#### 針葉樹代表種

$$\begin{aligned} & \text{火炎輻射強度 } 4.9[\text{kJ/g}] + \text{火炎対流発散度 } 8.1[\text{kJ/g}] = \text{反応強度 } 13.0[\text{kJ/g}] \\ & \text{輻射熱割合(針葉樹)} = \text{火炎輻射強度 } 4.9[\text{kJ/g}] / \text{反応強度 } 13.0[\text{kJ/g}] \\ & = 0.377 \end{aligned}$$

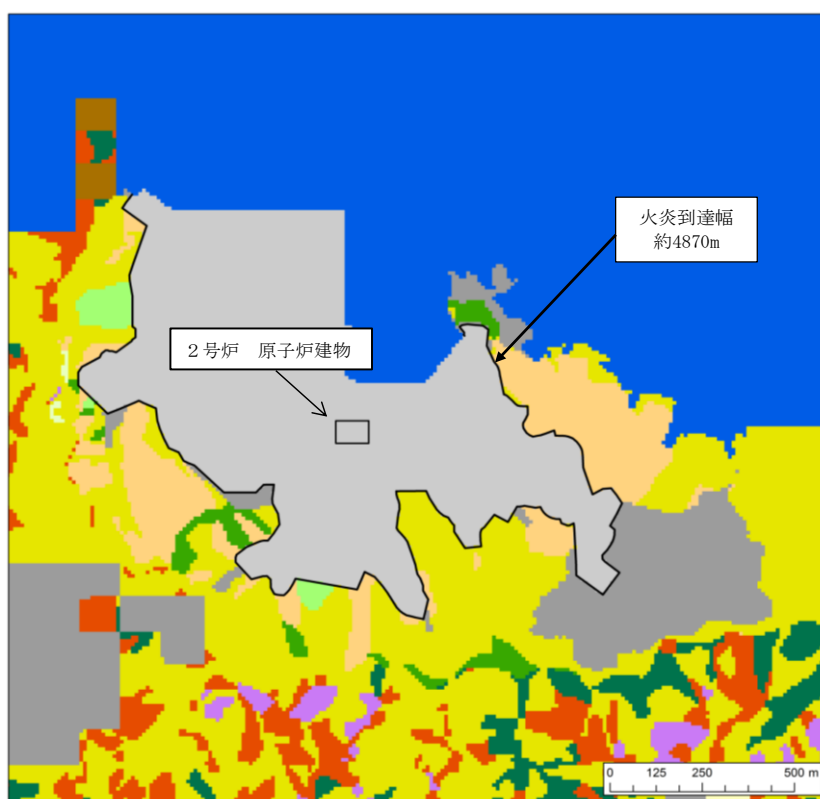
落葉広葉樹代表種

$$\begin{aligned} & \text{火炎輻射強度} 4.6 [\text{kJ/g}] + \text{火炎対流発散度} 7.8 [\text{kJ/g}] = \text{反応強度} 12.4 [\text{kJ/g}] \\ & \text{輻射熱割合 (落葉広葉樹)} = \text{火炎輻射強度} 4.6 [\text{kJ/g}] / \text{反応強度} 12.4 [\text{kJ/g}] \\ & = 0.371 \end{aligned}$$

また、火炎輻射強度については、輻射熱割合が火炎輻射強度と反応強度の比であることから、これに反応強度を乗じることにより算出する。

(7) 火炎到達幅の算出

火炎到達幅を第 3.2-3 図の黒線で示す。FARSITE 評価で延焼した敷地内の林縁（防火帯森林側）の長さを火炎到達幅とする。



第 3.2-3 図 火炎到達幅

(8) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、林縁から 50m の範囲の森林が燃える時間とし、FARSITE 計算結果から次の計算式により算出する。

$$\text{燃焼継続時間[h]} = \text{林縁奥行} \div \text{延焼速度}$$

林縁奥行：50[m]

延焼速度：林縁から50m以内の延焼速度の平均値

(9) 危険輻射強度の算出

火災の燃焼継続時間の間、一定の輻射熱が外壁面に入熱した場合を仮定し、外壁面での対流熱伝達と輻射放熱を考慮し、以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、コンクリートの表面温度が許容限界温度 200°C に達する輻射強度を危険輻射強度として求める。

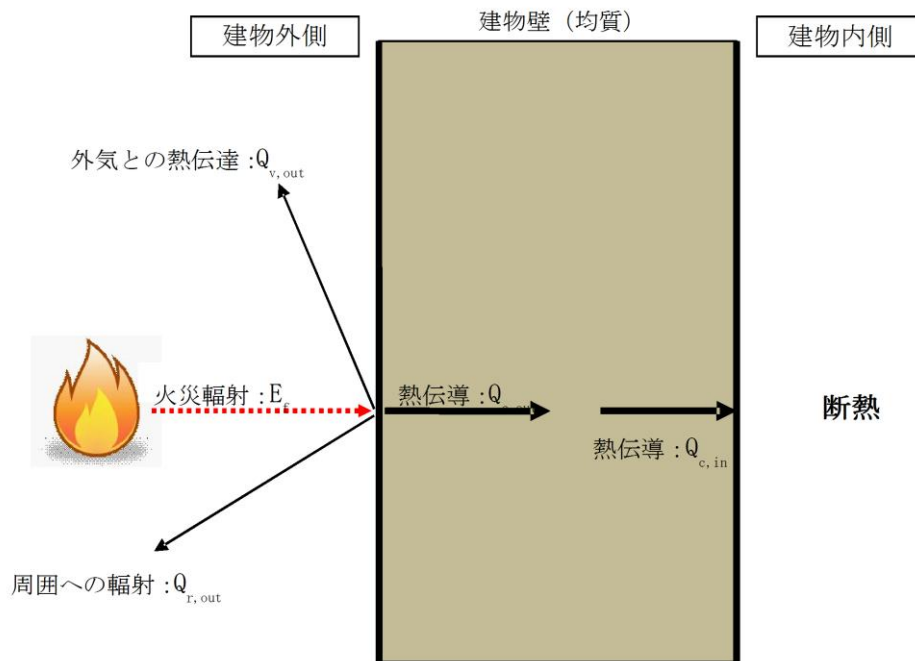
(第 3.2-4 図、第 3.2-5(a) (b) (c) (d) (e) 図)

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

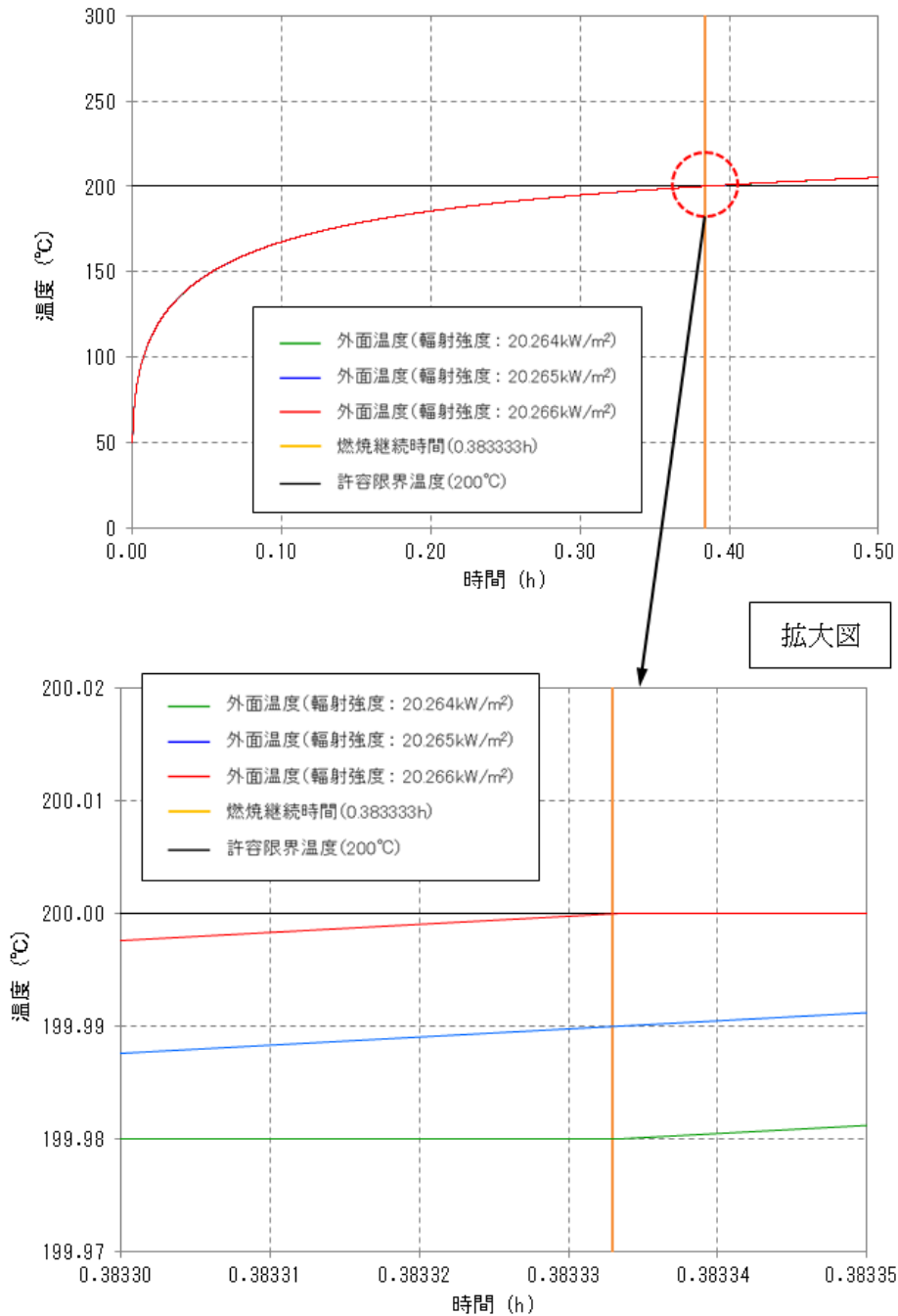
T:温度, t :時刻, x :建物壁内における外面からの距離,  $\kappa$  :熱拡散率  
以下に使用したパラメータを示す。

第3.2-3表 輻射強度算出の入力パラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度	50 °C	日射の影響を考慮し設定
内気温度	-	保守的に内気への熱伝達がない条件としているため、本数値は評価結果に影響しない。
外面熱伝達率	80.53 W/m <sup>2</sup> K	ユルゲスの式より (風速22.1m/s)
内面熱伝達率	0W/m <sup>2</sup> K (断熱)	保守的にコンクリートから内気に熱伝達がない断熱条件とした。
熱拡散率： $\kappa$ ( $\kappa=k/(\rho \cdot c)$ )	$8.42 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	コンクリート 比熱 $c = 879.1 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 密度 $\rho = 2,200 \text{ kg}/\text{m}^3$ 熱伝導率 $k = 1.628 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
壁面の厚さ	0.5 m	各建物のうち最も薄い厚さ



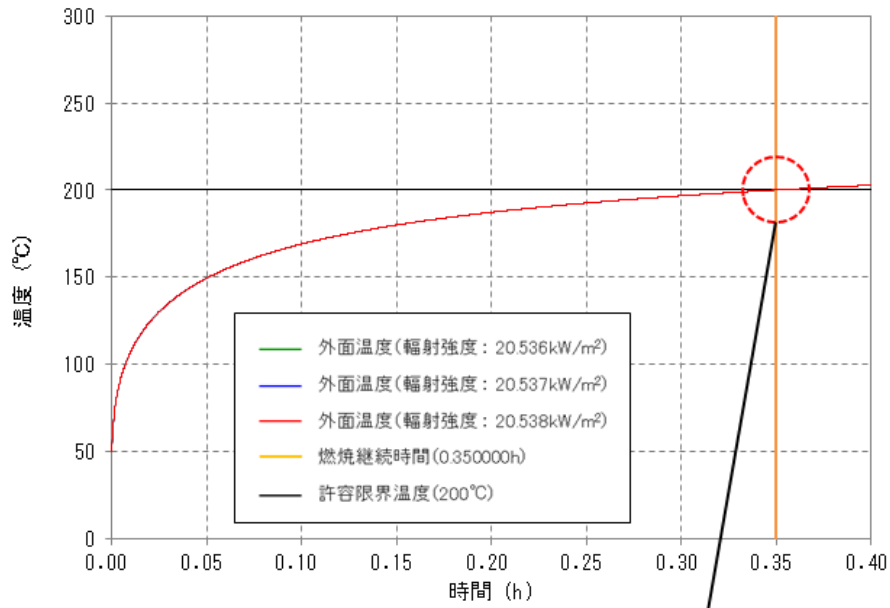
第 3. 2-4 図 建物温度評価体系図



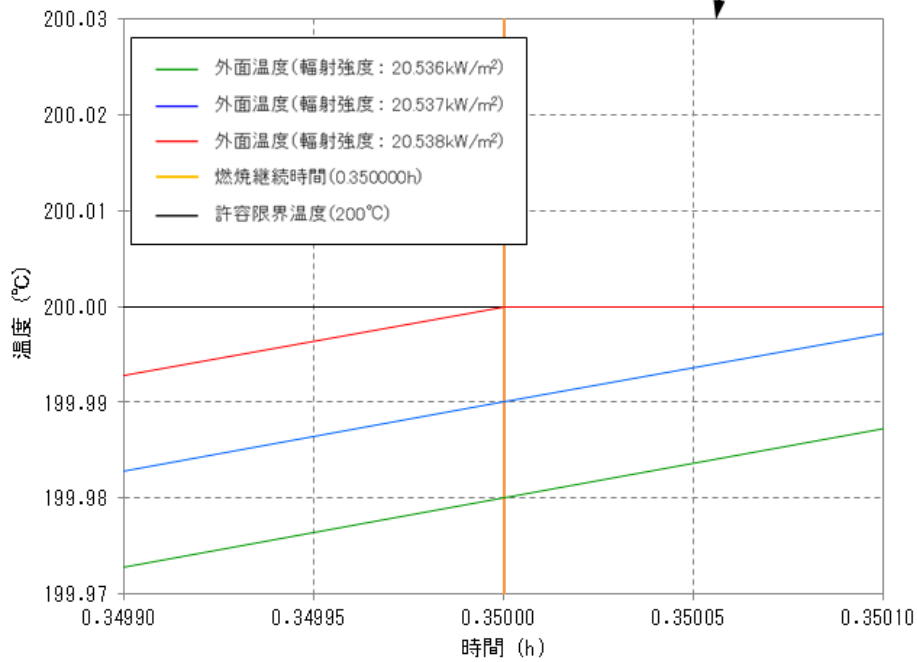
燃焼継続時間(0.383333h)で外面最高温度が200°C未満になる輻射強度(=危険輻射強度)

No.	輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	時間		外面温度 [°C]
		[min]	[h]	
1	20.264	23	0.383333	199.98
2	20.265	23	0.383333	199.99
3	20.266	23	0.383333	200.00

第 3.2-5(a) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 1)



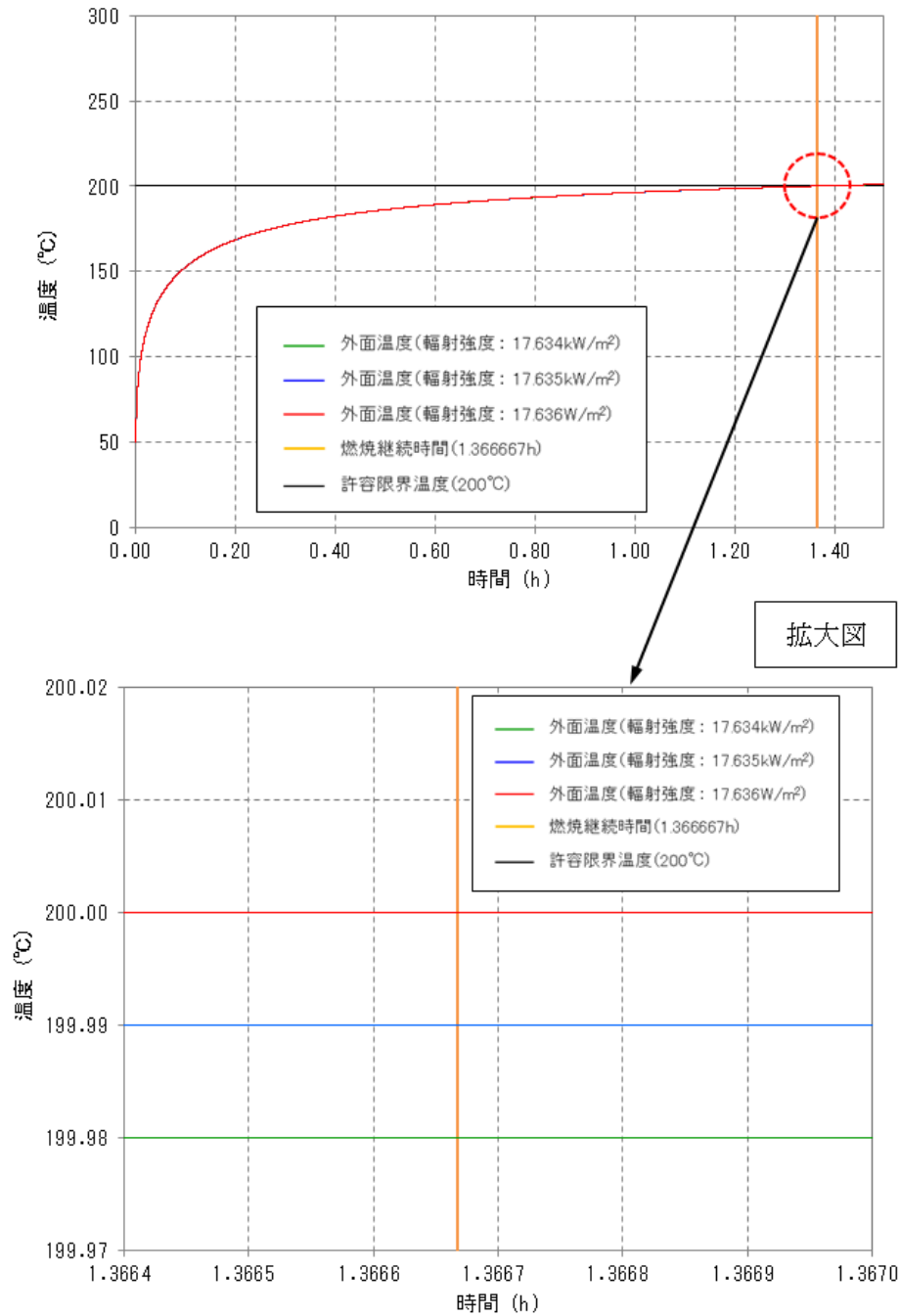
拡大図



燃焼継続時間(0.350000h)で外面最高温度が200°C未滿になる輻射強度(=危険輻射強度)

No.	輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	時間		外面温度 [°C]
		[min]	[h]	
1	20.536	21	0.350000	199.98
2	20.537	21	0.350000	199.99
3	20.538	21	0.350000	200.00

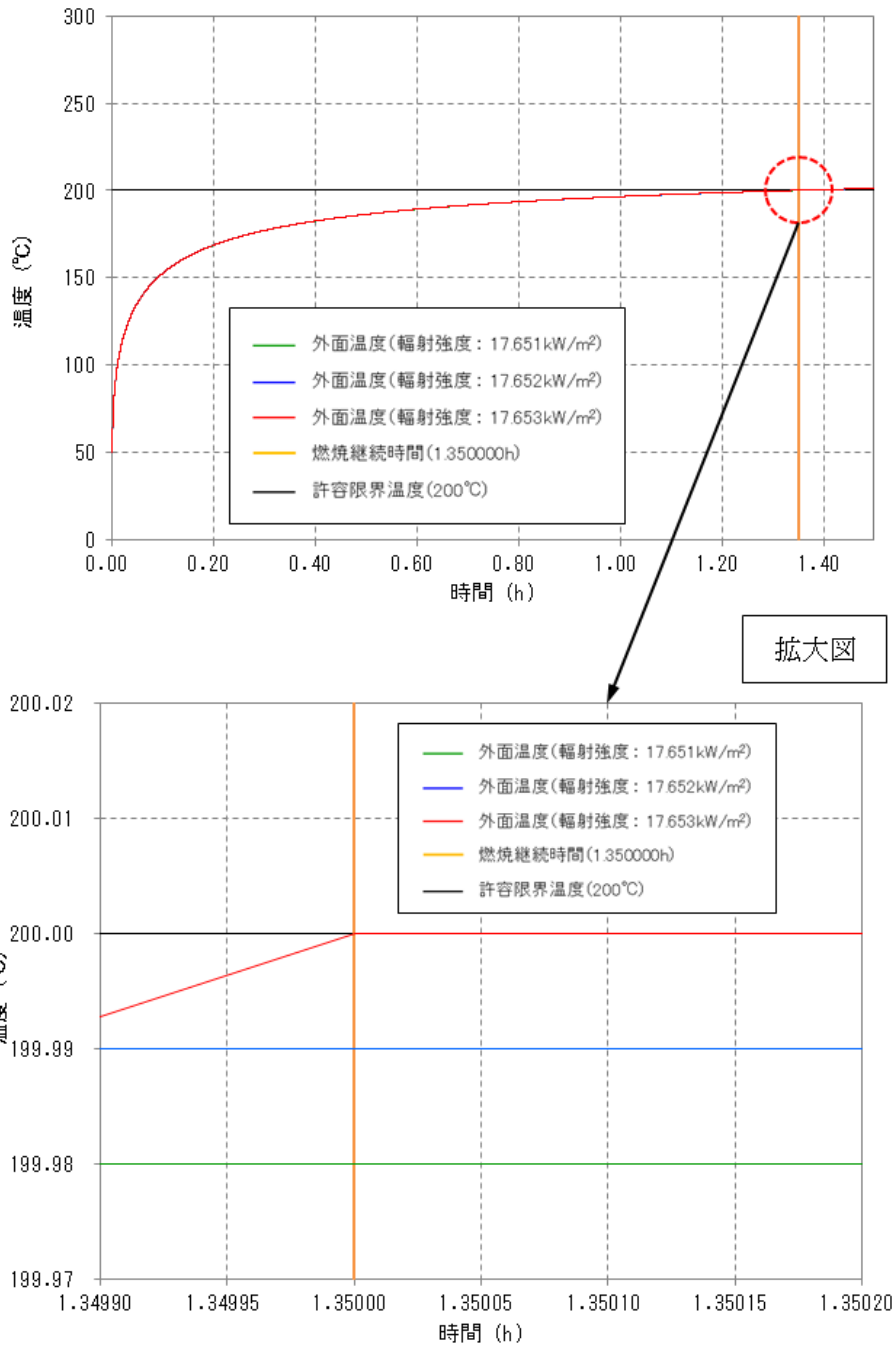
第 3.2-5 (b) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 2)



燃烧継続時間(1.366667h)で外面最高温度が200°C未滿になる輻射強度(=危険輻射強度)

No.	輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	時間		外面温度 [°C]
		[min]	[h]	
1	17.634	82	1.366667	199.98
2	17.635	82	1.366667	199.99
3	17.636	82	1.366667	200.00

第 3.2-5(c) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 3)

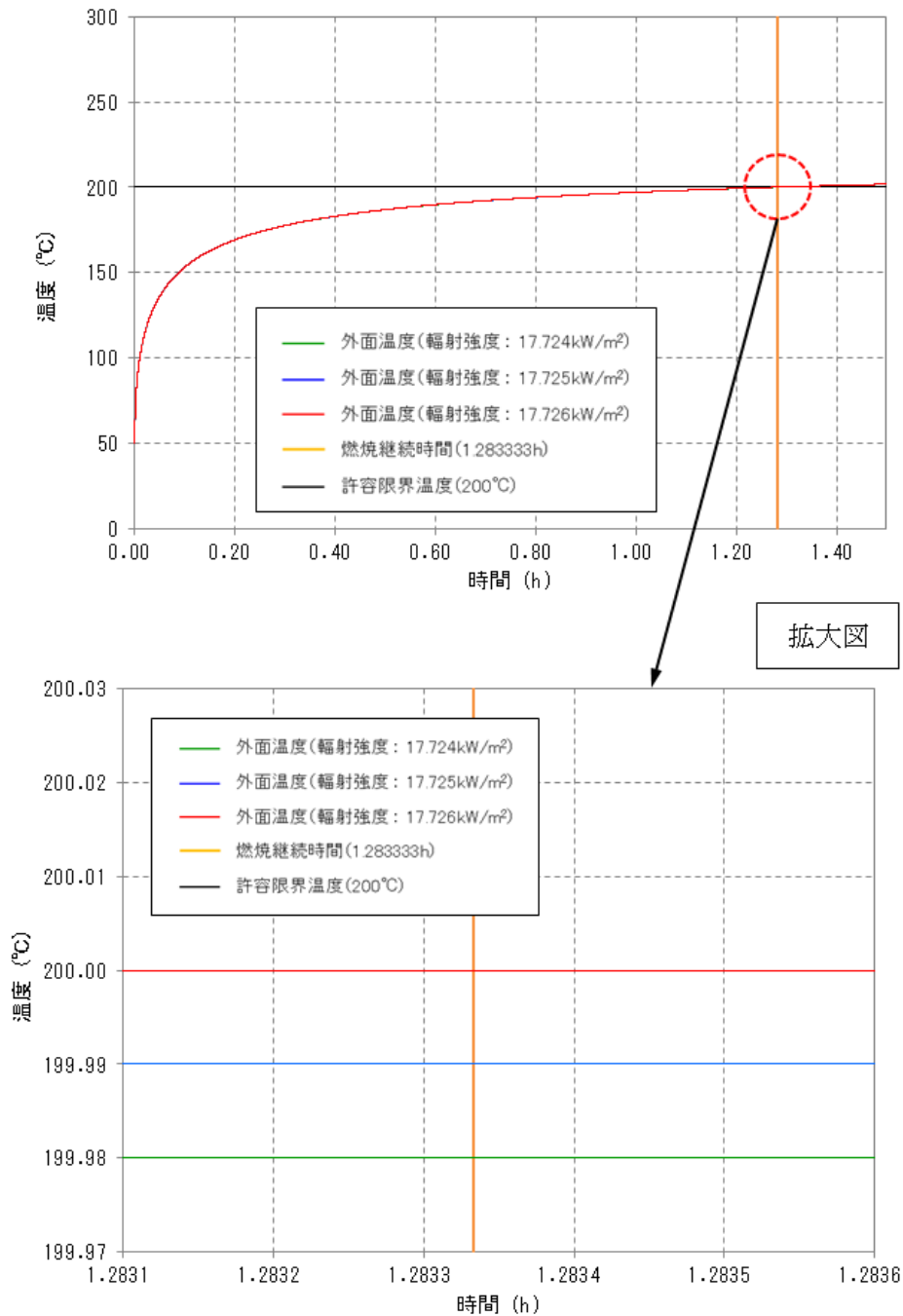


燃烧継続時間(0.1333h)で外面最高温度が200°C未滿になる輻射強度(=危険輻射強度)

No.	輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	時間		外面温度 [°C]
		[min]	[h]	
1	17.651	81	1.350000	199.98
2	17.652	81	1.350000	199.99
3	17.653	81	1.350000	200.00

第 3.2-5 (d) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 4)





燃烧継続時間(0.1333h)で外面最高温度が200°C未滿になる輻射強度(=危険輻射強度)

No.	輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	時間		外面温度 [°C]
		[min]	[h]	
1	17.724	77	1.283333	199.98
2	17.725	77	1.283333	199.99
3	17.726	77	1.283333	200.00

第 3.2-5(e) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 5)

(10) 形態係数の算出

次の式から各円筒火炎モデルの形態係数を算出した。算出結果を第 3.2-4 表に示す。

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

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

$\phi_i$  : 各円筒火炎モデルの形態係数,  $L_i$  : 離隔距離[m],  $H$  : 火炎長[m],  
 $R$  : 燃焼半径[m]

したがって、各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、発電用原子炉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。

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

$\phi_t$  : 各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値

なお、1, 2, 3, ..., F の円筒火炎モデル数の合計は F 個となる。

(11) 危険距離の算出

輻射熱に対する発電用原子炉施設の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離を確保するものとする。

火炎輻射発散度の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、火炎輻射発散度に形態係数をかけた値になる。次の式から形態係数  $\phi$  を求める。

$$E = R_f \cdot \phi$$

$E$  : 輻射強度 [kW/m<sup>2</sup>],  $R_f$  : 火炎輻射発散度 [W/ m<sup>2</sup>],  $\phi$  : 形態係数 [-]

$\phi > \phi_t$  となる最大の距離として危険距離を算出する。算出結果を第3.2-4 表に示す。

(12) 危険距離の評価結果

想定される森林火災において、評価上必要とされる危険距離 (22m) に対し、島根原子力発電所に設置される防火帯の外縁 (火炎側) から発電用原子炉施設の間の離隔距離 (約 140m) が危険距離以上あることを確認した。

第3.2-4表 危険距離の評価に伴う評価項目

評価項目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
燃焼半径[m]	1.193	1.037	0.537	0.563	0.600
火炎円筒モデル数 [-]	2,041	2,349	4,538	4,323	4,059
火炎輻射発散度 [kW/m <sup>2</sup> ]	118	99.5	46.9	49.3	52.4
形態係数[-]	0.172	0.205	0.371	0.357	0.333
燃焼継続時間[min]	23	21	82	81	77
危険輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	20.265	20.537	17.635	17.652	17.725
危険距離[m]	22	16	5	5	6

### 3.3. 建物外壁の温度評価

本評価で用いる許容限界温度は、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200℃とする。

火災の進展により原子炉建物外壁面が受ける輻射熱は、FARSITE による森林火災解析結果から、1メッシュ (10m×10m) ごとに火炎長、単位面積当たりの発熱量及び火炎到達時間が出力されるので、メッシュごとに円筒火炎モデルを並べ(円筒火炎の直径が 1m であれば、1メッシュに 10 個の円筒火炎を考慮)、各メッシュに火炎が到達してから燃え尽きるまでの間輻射に寄与するものとして受熱点の輻射強度を積算する。受熱点への輻射強度計算方法の概念を第 3.3-2 図に示す。

外壁面の温度は、外壁面での対流熱伝達と輻射放熱を考慮し以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて評価を実施する (第 3.3-3 図)。原子炉建物外壁表面の温度は約 63℃となり、森林火災の熱影響に対して許容温度以下であることを確認した (第 3.3-2 表, 第 3.3-4(a) (b) (c) (d) (e) 図)。

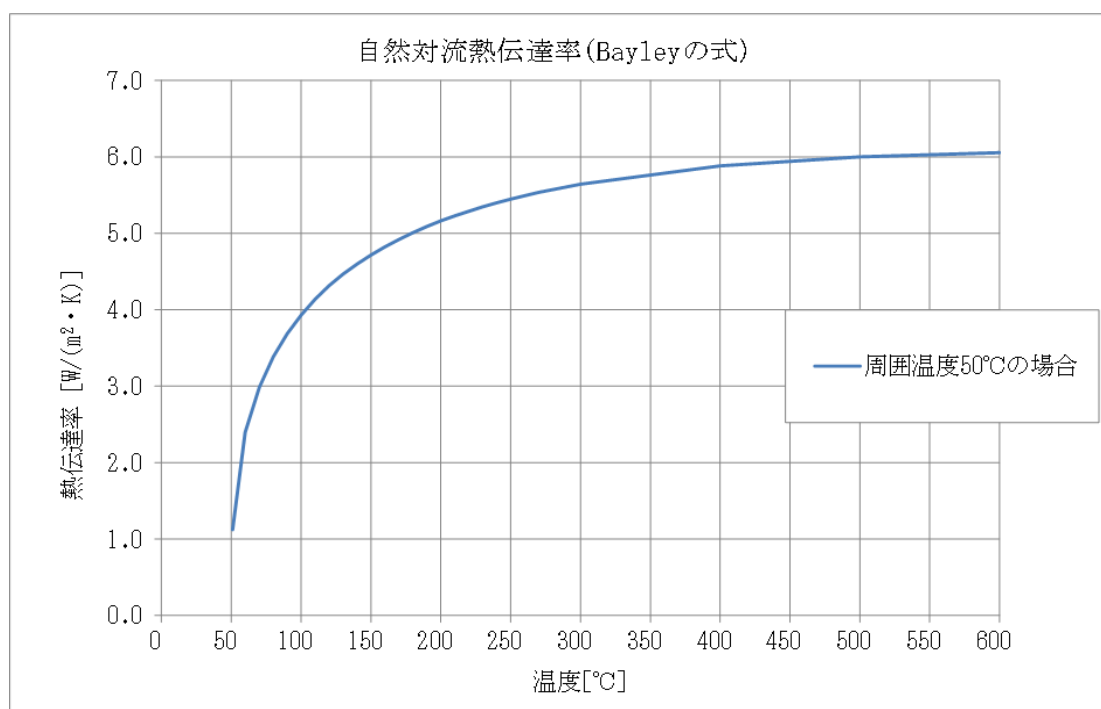
$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T : 温度, t : 時刻, x : 建物壁内における外面からの距離,  $\kappa$  : 熱拡散率

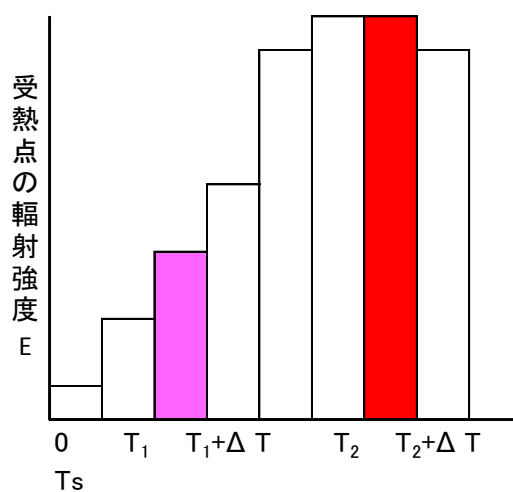
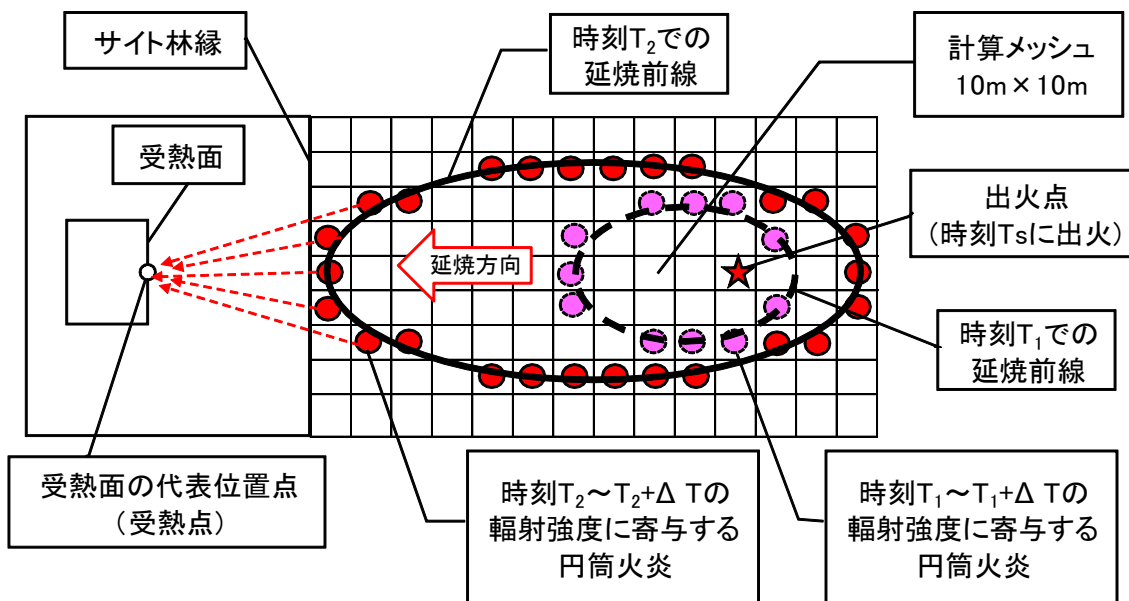
以下に使用したパラメータを示す。

第 3.3-1 表 建物外壁温度算出時の入力パラメータ

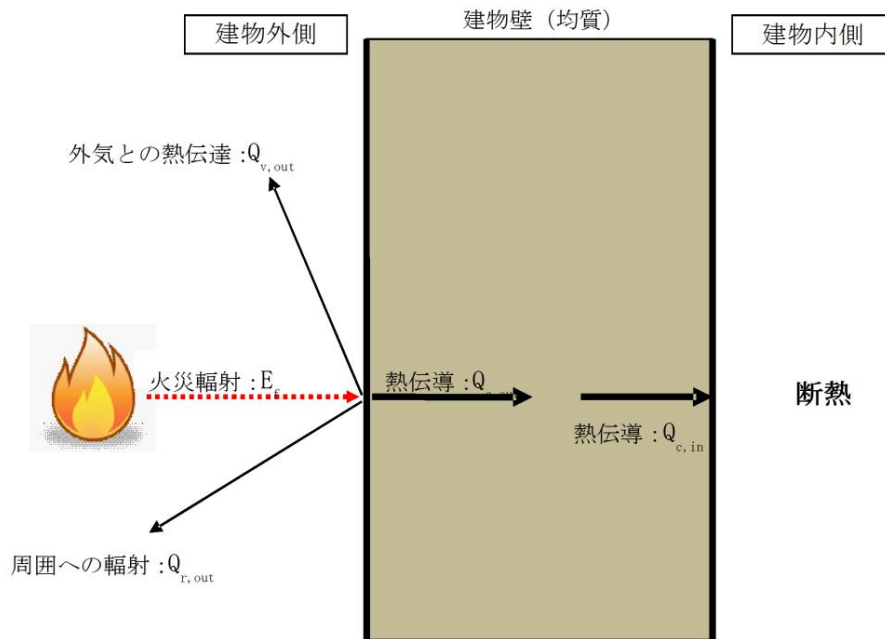
項目	パラメータ	備考
外気温度	50 °C	日射の影響を考慮し設定
内気温度	-	保守的に内気への熱伝達がない条件としているため、本数値は評価結果に影響しない。
外面熱伝達率	第 3.3-1 図参照	周囲温度 50°C の場合の自然対流熱伝達率 (Bayley の式)
内面熱伝達率	0 W/m <sup>2</sup> K (断熱)	保守的にコンクリートから内気に熱伝達がない断熱条件とした。
熱拡散率： $\kappa$ ( $\kappa = k / (\rho \cdot c)$ )	$8.42 \times 10^{-7}$ m <sup>2</sup> /s	コンクリート 比熱 $c = 879.1 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ 密度 $\rho = 2,200 \text{ kg} / \text{m}^3$ 熱伝導率 $k = 1.628 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$
壁面の厚さ	2.3 m	原子炉建物南面外壁の厚さ



第 3.3-1 図 熱伝達率 (自然対流熱伝達率 Bayley の式 (50°C))



第 3.3-2 図 受熱点の輻射強度の計算モデル概念図

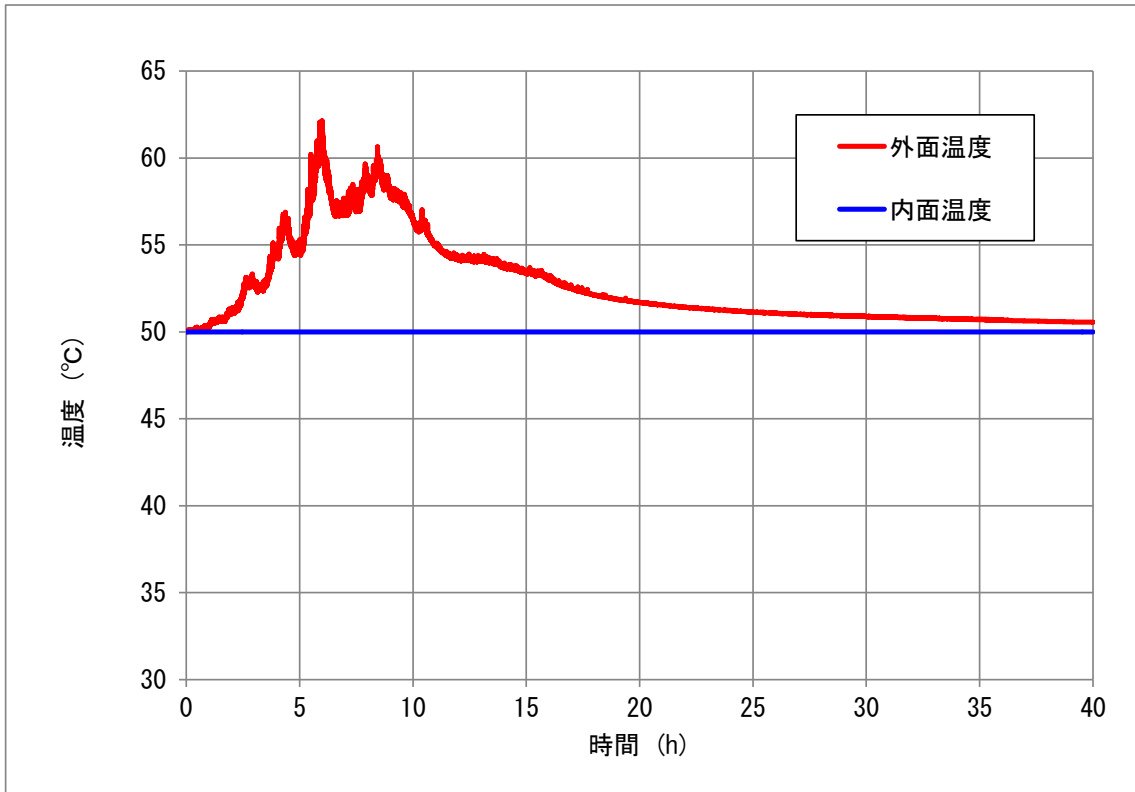


第 3.3-3 図 外壁面温度評価概念図

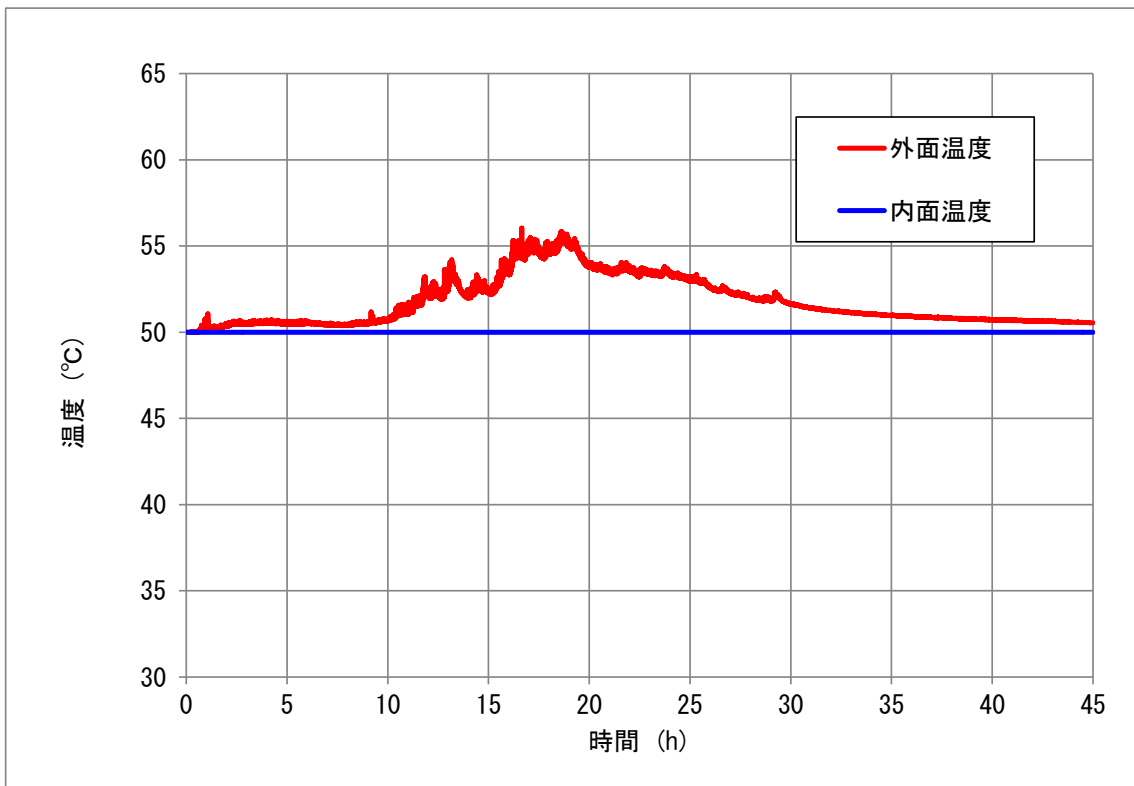
第 3.3-2 表 輻射強度と壁面温度の評価項目

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
対象	島根 2 号炉 原子炉建物南側壁面				
最大輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	2,143	1,550	374	218	238
最大外壁面温度 [°C]	63	57	60	58	58
最大内壁面温度 [°C]	50	50	50	50	50

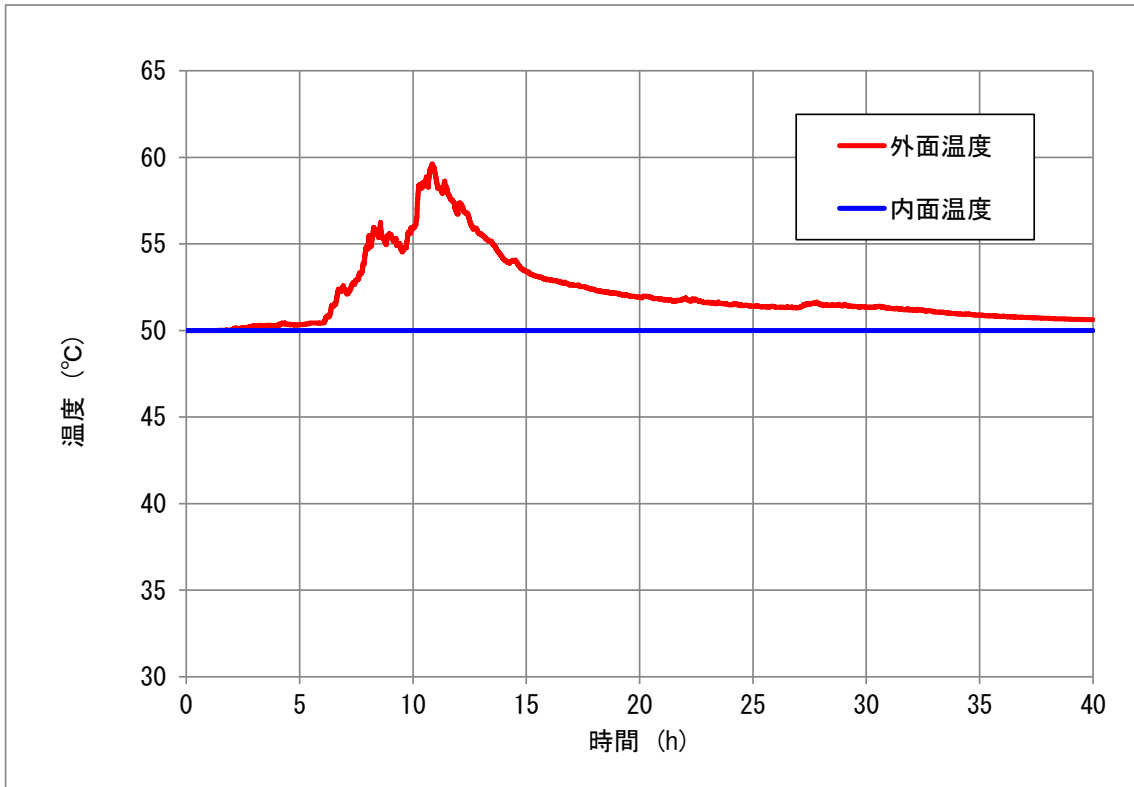
※外壁面の初期温度は 50°C、内壁面の初期温度は 50°C とする。



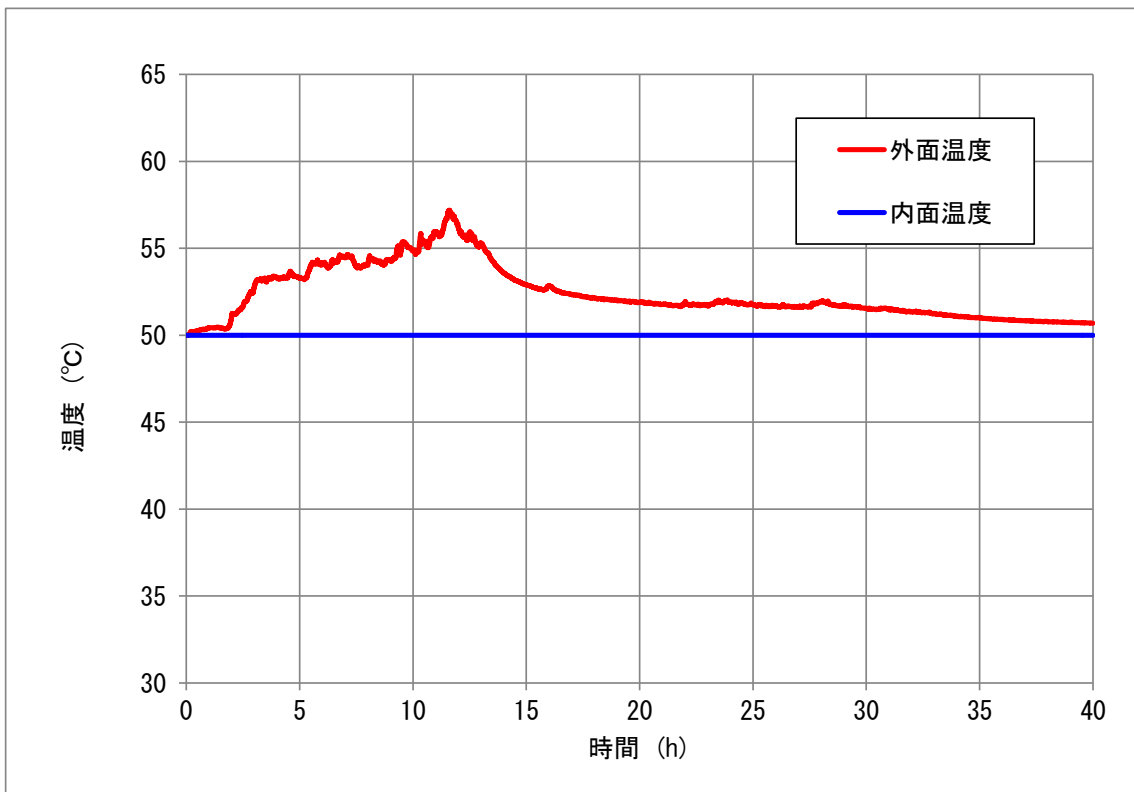
第 3.3-4(a) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇（ケース1）



第 3.3-4(b) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇（ケース2）

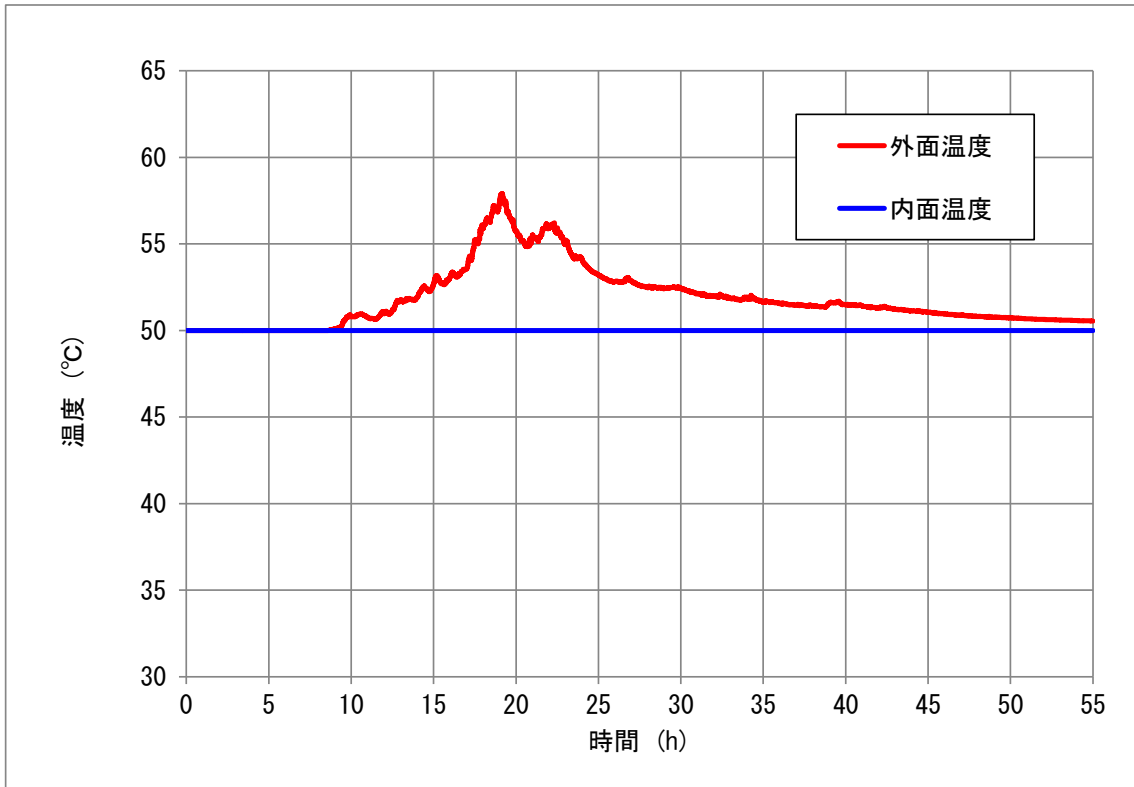


第 3.3-4(c) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇 (ケース 3)



第 3.3-4(d) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇 (ケース 4)





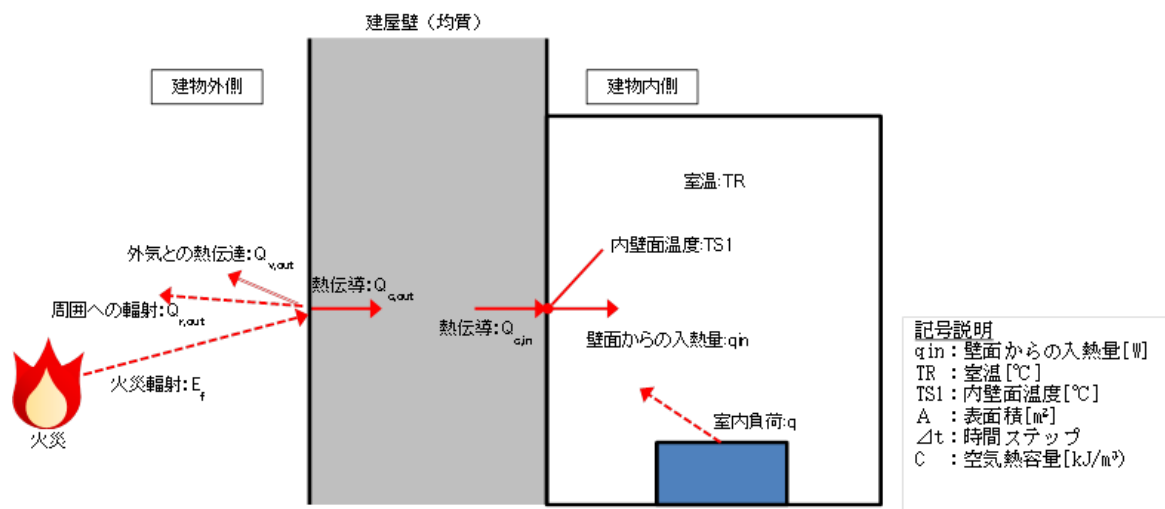
第 3.3-4(e) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇 (ケース5)

### 3.4. 内気温度評価

森林火災において燃焼が継続している間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設が昇温されるものとして、内壁の温度上昇を求め建物内部に設置している機器等への影響について評価した。

なお、対象は防火帯に近接している固体廃棄物貯蔵所D棟とし、森林火災における最も厳しいケース1の条件で評価する。固体廃棄物貯蔵所D棟について温度評価を行う。

以下に概念図を示す。



第3.4-1図 内気温度評価概念図

評価に必要なパラメータを以下に示す。

第3.4-1表 内気温度評価算出時の入力パラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50	日射の影響を考慮し設定
内気温度[°C]	50	初期温度は外気温度と同じ50°Cに設定
外壁面熱伝達率 [W/m <sup>2</sup> K]	第3.3-1 図参照	周囲温度50°Cの場合の自然対流熱伝達率 (Bayleyの式)
内壁面熱伝達率 [W/m <sup>2</sup> K]	2	伝熱工学資料第5版に基づく自然対流熱伝達率を算出
壁の熱伝導率[W/mK]	1.628	コンクリートの熱伝導率
熱拡散率[m <sup>2</sup> /s]	8.42×10 <sup>-7</sup>	コンクリート 比熱 c =879.1J/(kg・K) 密度 ρ =2,200kg/m <sup>3</sup> 熱伝導率 k =1.628W/(m・K)
壁厚[m]	0.5	固体廃棄物貯蔵所D棟外壁の厚さ

以下の式に示す次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T:温度, t:時刻, x:建物壁内における外壁面からの距離, κ:熱拡散率

内壁面からの入熱量は以下の式より算出される。

$$q_{in} = \alpha_1 \times (TR^j - TS1^j)$$

q<sub>in</sub>:壁面からの入熱量[W], α<sub>1</sub>:内面熱伝達率, TR:室温[°C],  
TS1:内壁面温度[°C]

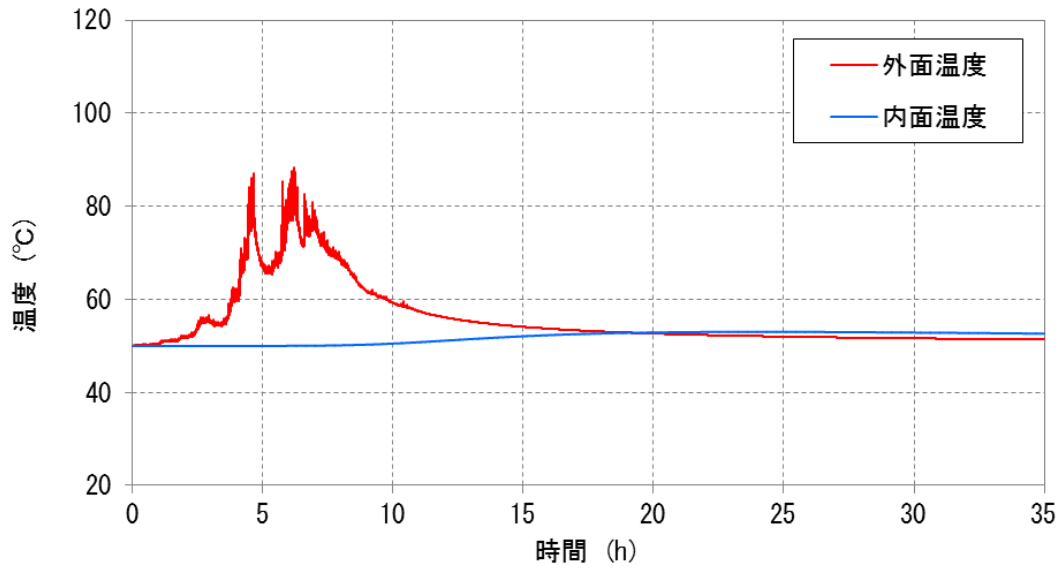
上記の式より、内気温度は、以下の式より求めることができる。

$$TR^{j+1} = TR^j + (q^j - \sum(q_{in} \times A)) \times \Delta t / C$$

TR:室温[°C], q<sub>in</sub>:壁面からの入熱量[W], A:内壁面の表面積[m<sup>2</sup>], Δt:時間ステップ, C:空気の熱容量[kJ/m<sup>3</sup>], q:室内熱負荷[W]

(1) 固体廃棄物貯蔵所D棟

森林火災における固体廃棄物貯蔵所D棟の評価結果を以下に示す。



第 3.4-2 図 外壁及び内壁面温度（固体廃棄物貯蔵所D棟）

第 3.4-2 表 森林火災影響評価結果（固体廃棄物貯蔵所D棟）

固体廃棄物貯蔵所D棟評価	
項目	森林火災（ケース1）
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	15,678 <sup>*1</sup>
燃焼継続時間[min] <sup>*2</sup>	23 (1380[s])
外壁面温度[°C]	89
内壁面温度[°C]	54
内気温度[°C]	53
許容温度[°C]	100 <sup>*3</sup>

※1:外壁面の初期温度は50°C，内壁面の初期温度は50°Cとする。

※2:防火帯周辺森林（奥行き50m）が燃える平均時間

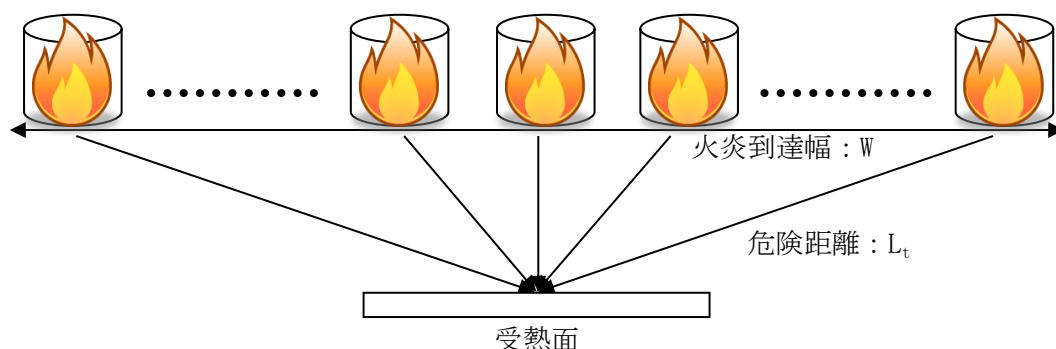
※3:固体廃棄物貯蔵所D棟内部に保管する低レベル放射性固体廃棄物用ドラム缶で使用しているパッキンの耐熱温度限度（100°C）

評価の結果，内気温度は 53°C（最大値）まで上昇するが，室内に保管する低レベル放射性固体廃棄物用ドラム缶で使用しているパッキンの耐熱温度限度 100°Cを下回ることを確認した。

### 3.5. 屋外施設の影響評価

#### (1) 評価手法の概要

森林火災の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。また、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。(第3.5-1図)



第3.5-1図 円筒火炎モデルの並べ方

#### (2) 必要データ

評価に必要なデータは以下のとおり。

火炎輻射強度が最も大きい森林火災(ケース1)のデータを用いて評価する。

第3.5-1表 屋外施設影響評価時の入力データ

項目	海水ポンプ <sup>※1</sup>	排気筒 <sup>※1</sup>
火炎輻射発散度[kW/m <sup>2</sup> ]	118	
火炎輻射強度[kW/m <sup>2</sup> ]	364	
火炎長[m]	3.58	
火炎到達幅[m]	4,870	
燃焼継続時間[min]	23	
離隔距離[m]	270	250
初期温度[°C]	40 <sup>※3</sup>	50 <sup>※2</sup>
許容(限界)温度[°C]	55 <sup>※4</sup>	325 <sup>※5</sup>
受熱面輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	1,451	1,576

※1: 温度評価体系は、「別紙2-4」を参照。

※2: 鹿島地区の最高気温(気象庁)に日射の影響を考慮

※3: 冷却空気の初期温度のため鹿島地区の最高気温(気象庁)に保守性を持たせた値

※4: 下部軸受の機能を維持するため電気規格調査会標準規格 JEC-2137-2000「誘導機」で定める耐熱性の良好なグリースを使用する場合の温度限度 95°Cから冷却空気の初期温度 40°Cを差し引いた 55°Cを冷却空気の許容温度とする。

※5: 鋼材の制限温度(建築火災のメカニズムと火災安全設計, 日本建築センター)

### (3) 温度評価

#### a. 海水ポンプの温度評価

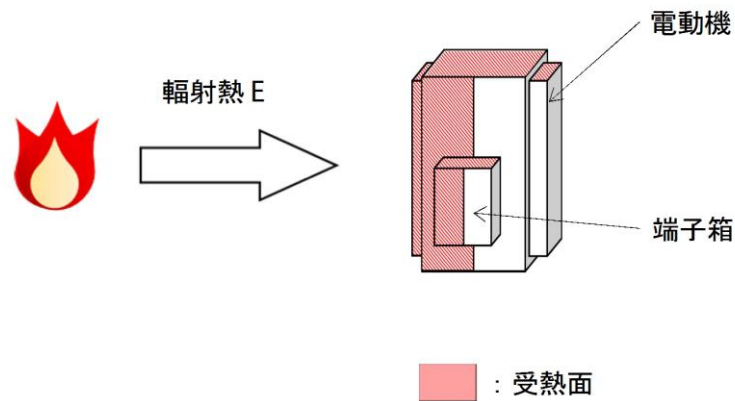
一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より、冷却空気の温度上昇を求め、海水ポンプの冷却空気温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

評価体系を第 3.5-2 図に、評価結果を第 3.5-2 表に示す。

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

T : 評価温度[°C],  $T_0$  : 通常運転時の上昇温度[°C], E : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],  
 $A_T$  : 受熱面積[m<sup>2</sup>], G : 重量流量[kg/s],  $C_p$  : 空気比熱[1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1 : 伝熱工学資料



第3.5-2図 海水ポンプの熱影響評価（概念図）

#### b. 排気筒の温度評価

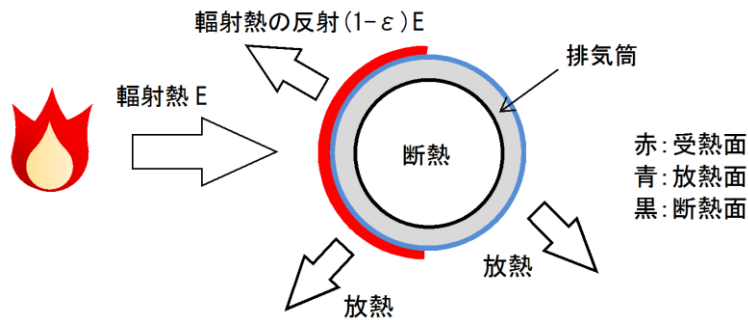
一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、排気筒の温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

評価体系を第 3.5-3 図に、評価結果を第 3.5-2 表に示す。

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

$T_0$  : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率[0.9]<sup>※1</sup>,  
h : 排気筒表面熱伝達率[17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

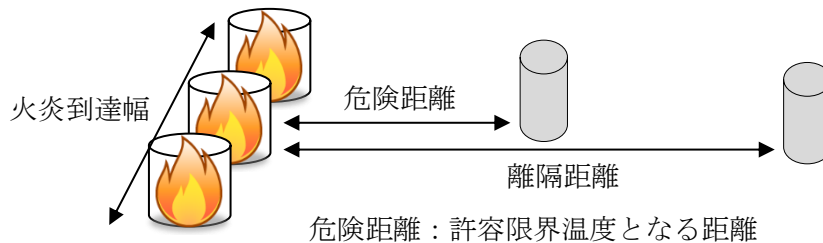
※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧



第 3.5-3 図 排気筒の熱影響評価（概念図）

(4) 危険距離評価

評価対象設備の許容限界温度となる離隔距離を危険距離とし、危険距離を算出する。危険距離の考え方について第 3.5-4 図に示す。



第 3.5-4 図 危険距離の考え方

a. 危険輻射強度の算出

(a) 海水ポンプの危険輻射強度の算出

一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より、許容温度となる輻射強度を危険輻射強度とする。算出結果を第 3.5-2 表に示す。

$$E_{max} = (T - T_0) \times \frac{G \times C_p}{A_T}$$

T : 許容温度 [°C], T<sub>0</sub> : 通常運転時の上昇温度 [°C], A<sub>T</sub> : 受熱面積 [m<sup>2</sup>],  
G : 重量流量 [kg/s], C<sub>p</sub> : 空気比熱 [1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1 : 伝熱工学資料

(b) 排気筒の危険輻射強度の算出

一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、許容限界温度となる輻射強度を危険輻射強度とする。算出結果を第 3.5-2 表に示す。

$$E_{max} = \frac{2h(T - T_0)}{\varepsilon}$$

$T_0$ : 初期温度 [50°C],  $T$ : 許容限界温度 [°C],  $\varepsilon$ : 排気筒表面の放射率 [0.9]<sup>※1</sup>,  
 $h$ : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1: 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

b. 形態係数の算出

次の式から各円筒火炎モデルの形態係数を算出する。算出結果を第 3.5-2 表に示す。

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

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

$\phi_i$ : 各円筒火炎モデルの形態係数,  $L_i$ : 離隔距離 [m],  $H$ : 火炎長 [m],  
 $R$ : 燃焼半径 [m]

したがって、各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、発電用原子炉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。

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

$\phi_t$ : 各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値

なお、1, 2, 3, ..., F の円筒火炎モデル数の合計は F 個となる。

c. 危険距離の算出

輻射熱に対する発電用原子炉施設の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離を確保するものとする。火炎輻射発散度の炎から任意の位置にある点 (受熱点) の輻射強度は、火炎輻射発散度に形態係数をかけた値になる。次の式から形態係数  $\phi$  を求める。

$$E = R_f \cdot \phi$$

$E$ : 輻射強度 [kW/m<sup>2</sup>],  $R_f$ : 火炎輻射発散度 [kW/m<sup>2</sup>],  $\phi$ : 形態係数



$\phi > \phi_t$  となるように危険距離を算出する。評価結果を第3.5-2表に示す。

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

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

$\phi_t$ :各火炎モデルの形態係数を合計した値,  $L_t$ :危険距離[m],  
H:火炎長[m], R:燃焼半径[m]

第3.5-2表 温度評価及び危険距離評価結果

	海水ポンプ	排気筒
最高温度[°C]	31	92
危険輻射強度[kW/m <sup>2</sup> ]	5.95	10.39
形態係数[-]	$5.06 \times 10^{-2}$	$8.83 \times 10^{-2}$
危険距離[m]	70	41
離隔距離[m]	270	250

### 3.6 まとめ

以上より、森林火災が発生した場合を想定したとしても、許容限界温度を超えないこと及び危険距離以上の離隔距離が確保されていることから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

## 防火帯の管理方針について

## 1. はじめに

森林火災評価結果に基づき、森林火災による外部火災防護施設への延焼防止対策として、発電所内道路及び地形状況等を考慮し、約21m幅の防火帯を設定する。

防火帯内に他の法令要求等により可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限の機器等とし、防火帯の延焼防止効果を損なわない設計とする必要があるため、防火帯の管理方針について以下に示す。

## 2. 防火帯の管理方針

防火帯の設定に当たっては、草木を伐採する等、可燃物を排除し、除草剤の散布やモルタル吹付け等を行う。また、防火帯は表示板等で明確に区分するとともに、構内道路の一部を防火帯として使用している箇所については、駐車禁止の措置等により、常時可燃物のない状態を維持する。

防火帯内には延焼防止効果に影響を与えるような可燃物を含む機器は、原則設置しない方針であるが、防火帯の位置設定においては発電所敷地内道路配置及び地形形状等を考慮して設定したことから、防火帯内の一部には他の法令要求等による少量の可燃物を含む機器等が存在する。このため、防火帯内に設置された機器等の延焼防止効果への影響の有無を評価し、必要な対策を講ずる設計とする。

第1表に防火帯内に設置される機器等の管理方法について示す。

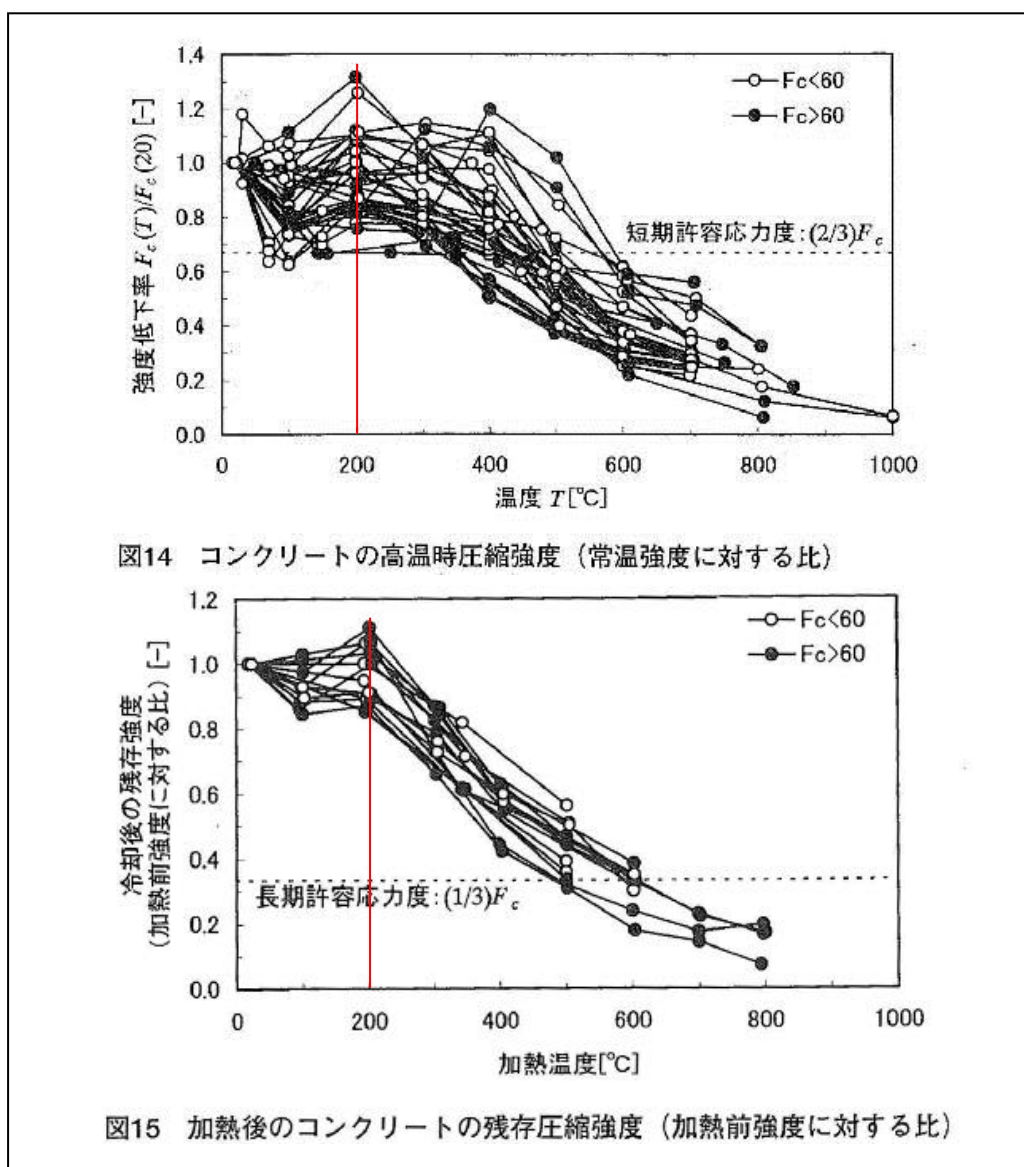
第1表 防火帯内に設置される機器等の評価及び管理方法

分類		機器例	評価及び管理方法
不燃性の機器		<ul style="list-style-type: none"> <li>・送電線</li> <li>・フェンス</li> <li>・配管（鋼製）</li> </ul>	火災により延焼しないため、防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、機器に対して対策は不要。
可燃物を含む機器	局所的な設置機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視カメラ</li> <li>・照明</li> </ul>	局所的な火災となるため、防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、機器に対して対策は不要。
	防火帯を横断して設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーブル</li> </ul>	防火帯の延焼防止効果に影響を及ぼすことが想定されるため、以下の対策を実施。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・不燃性の電線管，トレイ内に敷設</li> <li>・埋設化，不燃材で養生</li> </ul>

コンクリートの許容限界温度200°Cの設定根拠について

「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）」では、コンクリートの圧縮強度は、200°C程度までは常温と殆ど変わらないかむしろ上昇するが、その後は徐々に低下して、500°Cで常温強度の2/3になるとしている。また、火災後（冷却後）の残存強度を確保する場合には450°Cが限界としている\*1。

よって本評価では、保守的に圧縮強度に変化がないとされる200°Cを許容限界温度とし、評価を実施する。



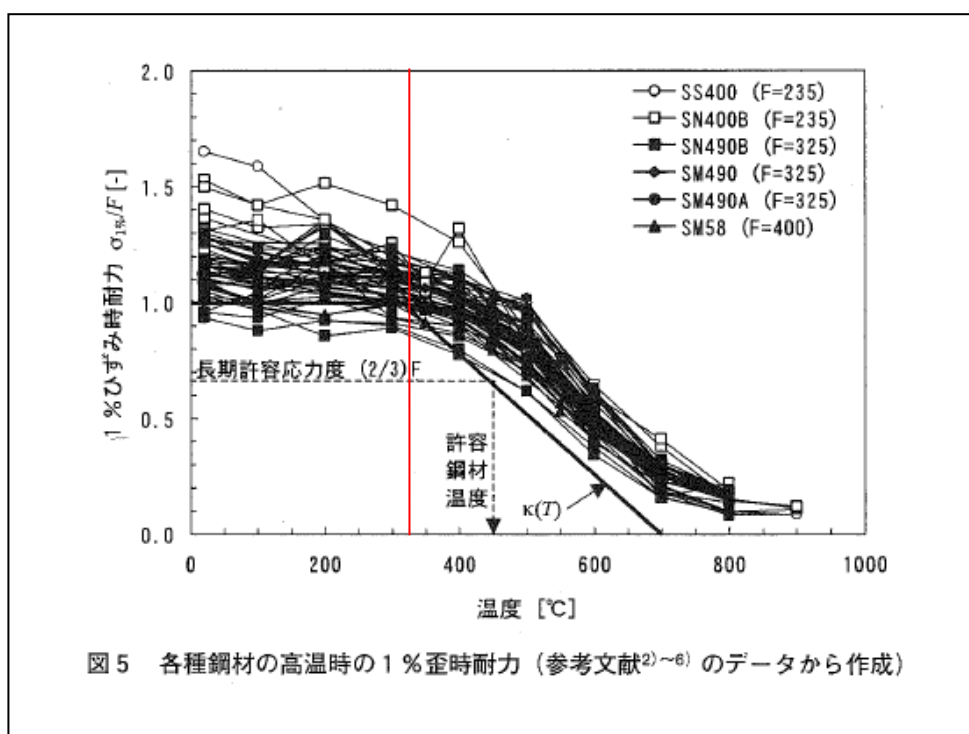
第1図 コンクリートの強度と温度の関係\*1（一部加筆）

\*1：建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター

## 排気筒の許容限界温度325°Cの設定根拠について

一般的に、鋼材は温度上昇に伴い強度が低下するが、その高温強度に対する公的規格は存在していない。一方、発電用原子力設備規格 設計・建設規格（一般社団法人 日本機械学会）では、鋼材の制限温度を350°Cとしていること、また、文献<sup>※1</sup>では、鋼材の温度上昇に伴う強度低下率  $\kappa(T)$  が示されており、一般的な鋼材において温度が325°C以下であれば、その強度が常温時と変わらない ( $\kappa(T)=1$ )<sup>※2</sup>としている。（第1図）

よって本評価では、保守的に鋼材の強度が常温時と変わらないとされる325°Cを許容限界温度とし、評価を実施する。



第1図 鋼材の温度上昇に伴う強度低下率<sup>※1</sup>（一部加筆）

※1：建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター

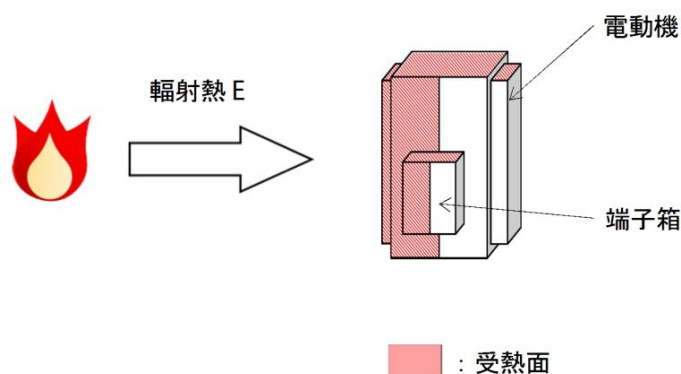
※2：各温度における鋼材の1%ひずみ時耐力の測定値を常温の基準強度（F）で割ったものが強度低下率  $\kappa(T)$  であり、鋼材の強度が常温時と変わらない場合は、 $\kappa(T)=1$  となる。

## 各施設等の温度評価体系

## 1. 海水ポンプの温度評価体系

- ・火災時の輻射熱が海水ポンプに入射し、冷却空気の温度上昇に寄与すると想定する。
- ・電動機内部の空気冷却対象は固定子巻線及び上部、下部軸受であり、そのうち許容温度が低い下部軸受を対象とする。
- ・海水ポンプ電動機の冷却空気が一定の輻射強度によって昇温されるものとして、比熱と熱容量の関係式より温度 T は以下の式となる。

$$T = T_0 + \frac{E \times A_T}{G \times C_p} \quad [^{\circ}\text{C}]$$



第 1 図 海水ポンプの温度評価体系図

第 1 表 評価に使用するパラメータ

パラメータ	数値	備考
$T_0$ : 通常運転時の上昇温度 [ $^{\circ}\text{C}$ ]	下部軸受: 22	設計値
$A_T$ : 受熱面積 [ $\text{m}^2$ ]	10.93	構造図
$G$ : 重量流量 [ $\text{kg}/\text{s}$ ]	1.96	設計値
$C_p$ : 空気比熱 [ $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]	1007	伝熱工学資料

2. 排気筒の温度評価体系

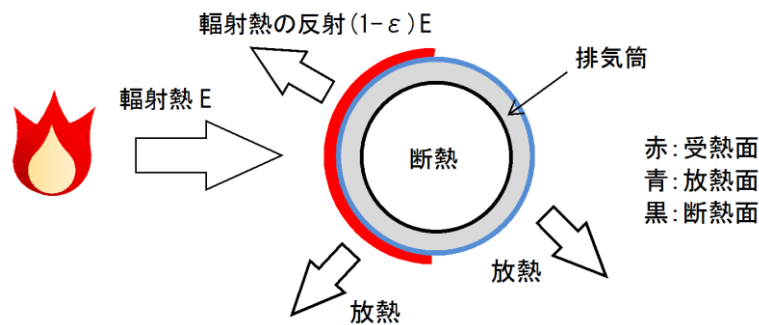
- ・火災時の輻射熱が排気筒に入射し、排気筒の温度上昇に寄与すると想定する。
- ・排気筒外表面からの放熱を考慮し以下の式を解く。

$$\rho CV \frac{dT}{dt} = \varepsilon E \frac{S}{2} - h(T - T_0)S$$

$t \rightarrow \infty$  の場合で最大温度となり、その温度は以下の式となる。

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

$\rho$  : 排気筒部材密度 [kg/m<sup>3</sup>],  $C$ : 排気筒部材比熱 [J/kg/K],  $S$  : 排気筒単位長さあたりの外周面積 [m<sup>2</sup>],  $V$  : 排気筒単位長さあたりの体積 [m<sup>3</sup>],  $T$  : 最高温度 [°C],  $T_0$  : 初期温度 [°C],  $E$  : 輻射強度 [W/ m<sup>2</sup>],  $h$  : 熱伝達係数 [W/ m<sup>2</sup>/K] (出典: 空気調和・衛生工学便覧),  $\varepsilon$  : 反射率 [-] (出典: 伝熱工学資料)

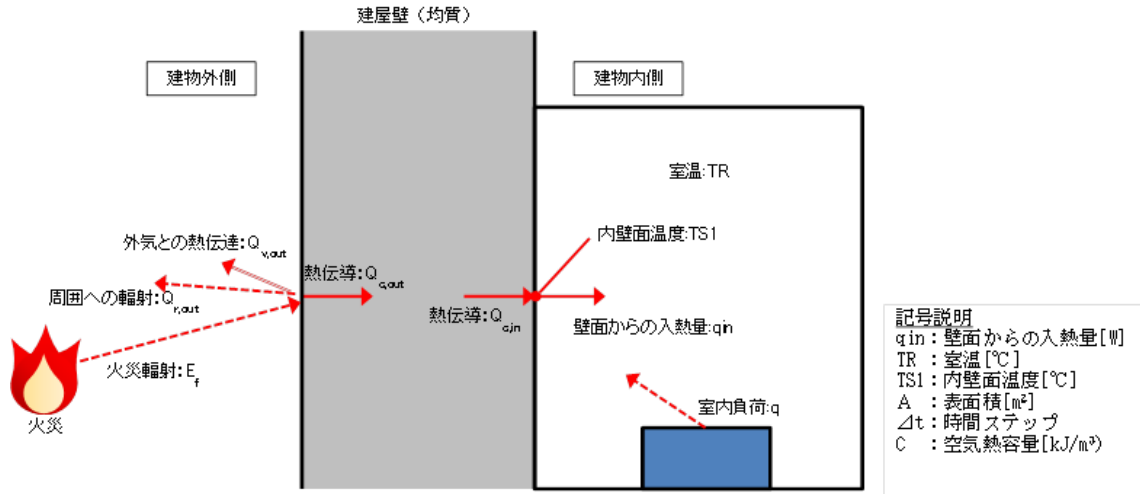


第2図 排気筒の受熱面が受ける輻射の割合

### 3. 建物内気温度の温度評価体系

- ・火災時の一定の輻射熱が建物外壁面に入射し、一定時間維持されたと想定する。

以下に概念図を示す。



第3図 伝熱の概念図

- ・以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T:温度, t:時刻, x:建物壁内における外壁面からの距離,  $\kappa$ :熱拡散率

- ・内壁面からの入熱量は以下の式より算出される。

$$q_{in} = \alpha_1 \times (TR^j - TS1^j)$$

$q_{in}$ : 壁面からの入熱量[W],  $\alpha_1$ : 内壁面熱伝達率, TR: 室温[°C],  
TS1: 内壁面温度[°C]

- ・上記の式より、内気温度は、次式で求める。

$$TR^{j+1} = TR^j + (q^j - \sum(q_{in} \times A)) \times \Delta t / C$$

TR: 室温[°C],  $q_{in}$ : 壁面からの入熱量[W], A: 内壁面の表面積[m<sup>2</sup>],  $\Delta t$ : 時間ステップ, C: 空気の熱容量[kJ/m<sup>3</sup>], q: 室内熱負荷[W]

4. 一定の輻射熱を受ける壁面（コンクリート）の温度評価体系

十分に厚い固体の表面が放射熱で加熱される場合の温度分布は、以下の一次元の熱伝導方程式により表すことができる。

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

これを表面（ $x = 0$ ）における境界条件

$$\varepsilon q = h\{T(0, t) - T_0\} - k \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0}$$

の下で入射熱流束が時間的に一定であれば、次式が得られる。

$$T_s(t) = T_0 + \frac{\varepsilon q}{h} \left\{ 1 - \exp\left(\frac{h^2 t}{k\rho c}\right) \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{h^2 t}{k\rho c}}\right) \right\}$$

ただし、 $\operatorname{erfc}(z)$  は余誤差関数であり、 $T_s(t) = T(0, t)$  とおいた。

また、 $\varepsilon q / h (T_s - T_0) < 10$  の範囲では、以下のとおり近似できる。

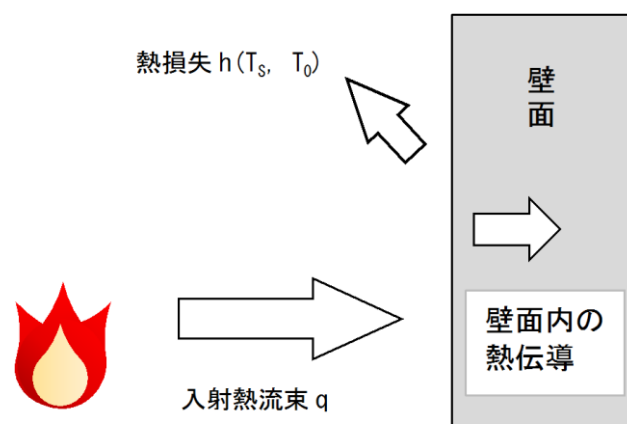
$$\frac{\varepsilon q}{h(T_s - T_0)} = \frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h} \frac{1}{\sqrt{t}} + 1$$

$$T = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1\right)} \frac{h}{\varepsilon q}$$

<記号>

$c$  : 比熱 [kJ/kgK],  $T_0$  : 初期温度 [K],  $\operatorname{erfc}(z)$  : 余誤差関数,  $T_s$  表面温度 [K],  
 $h$  : 熱伝達率 [kW/m<sup>2</sup>K],  $\varepsilon$  : 表面の放射率,  $k$  : 熱伝導率 [kW/mK],  $\rho$  : 密度 [kg/m<sup>3</sup>],  
 $q$  : 入射熱流束 [kW/m<sup>2</sup>],  $t$  : 燃焼継続時間 [s]

出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター



第4図 建物温度評価体系図



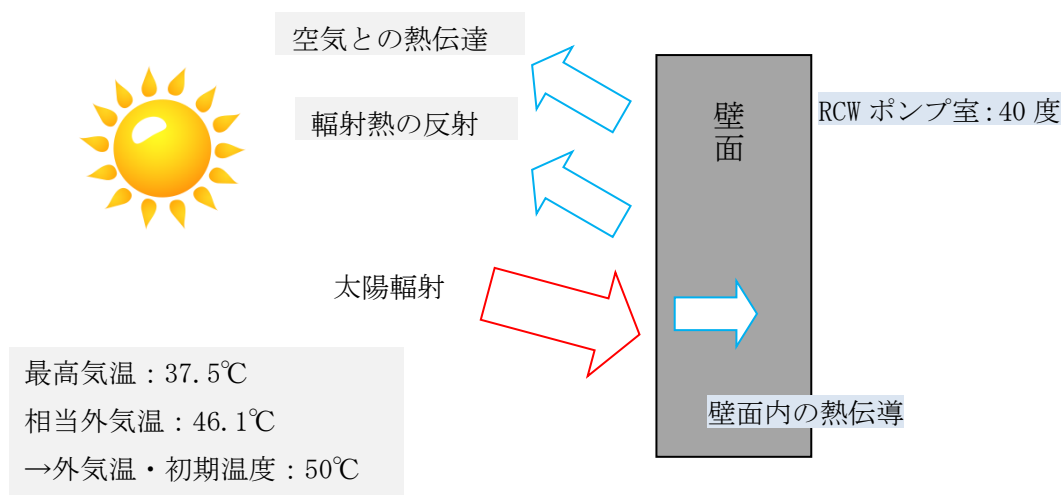
## 初期温度の考え方

## 1. 外壁（コンクリート）面の初期温度

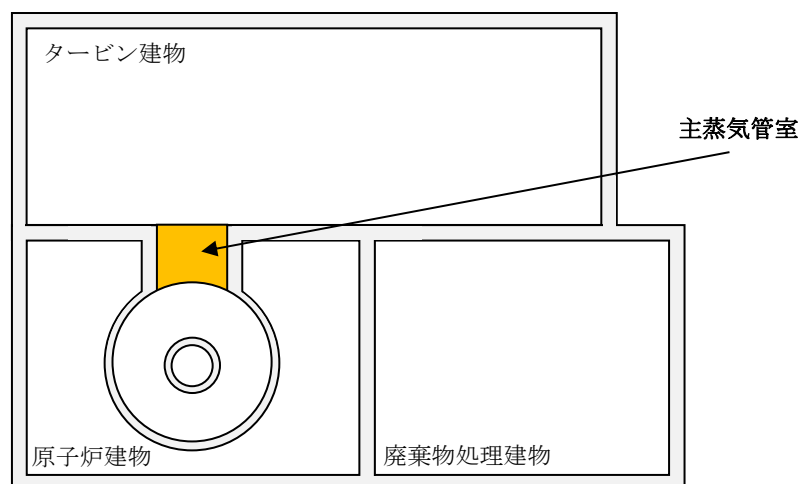
空気調和・衛生工学便覧を基に、日射の影響を考慮した相当外気温を求め、その値を切り上げた値を外気温及び評価対象施設の初期温度として設定した。なお、受熱面は各壁面の方向（東西南北）とした。

鹿島地区の最高気温 37.5℃に対して、外壁面の相当外気温の最大値は 46.1℃となる。46.1℃を切り上げ、50℃を外気温及び初期温度として設定する。

なお、原子炉建物内で最も室温が高いのは、主蒸気管室（設計温度：60℃）であり、外壁面の初期温度 50℃より高いものの、その外壁は原子炉建物とタービン建物の間に位置しており、外部火災による輻射の影響を受けない。



第 1 図 原子炉建物外壁面温度評価体系図

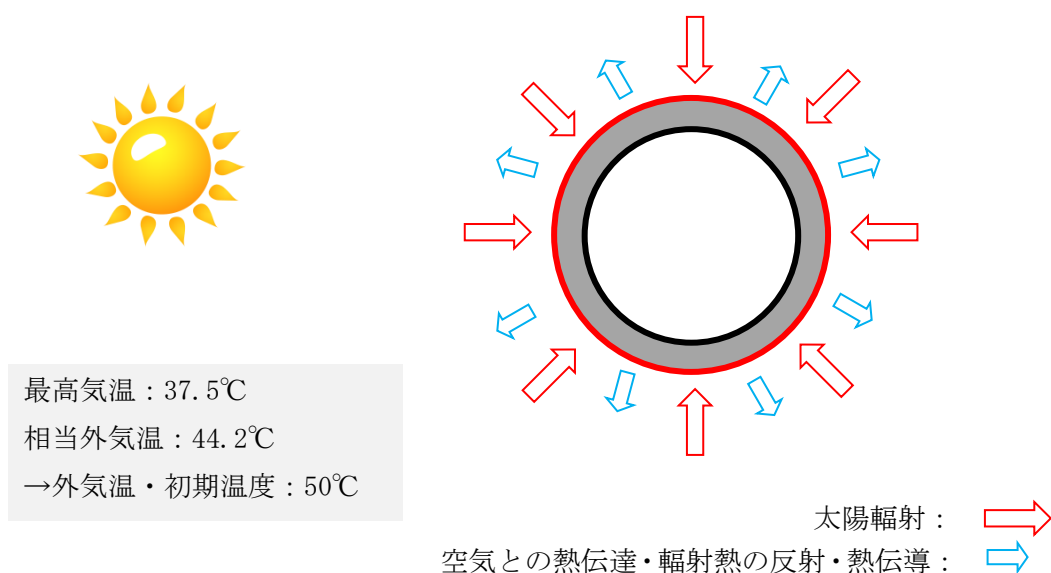


第2図 主蒸気管室の位置 (イメージ)

2. 排気筒の初期温度

空気調和・衛生工学便覧を基に、日射影響を考慮した相当外気温を求め、その値を切り上げた値を外気温及び評価対象の初期温度として設定した。なお、受熱面は排気筒の側面とした。

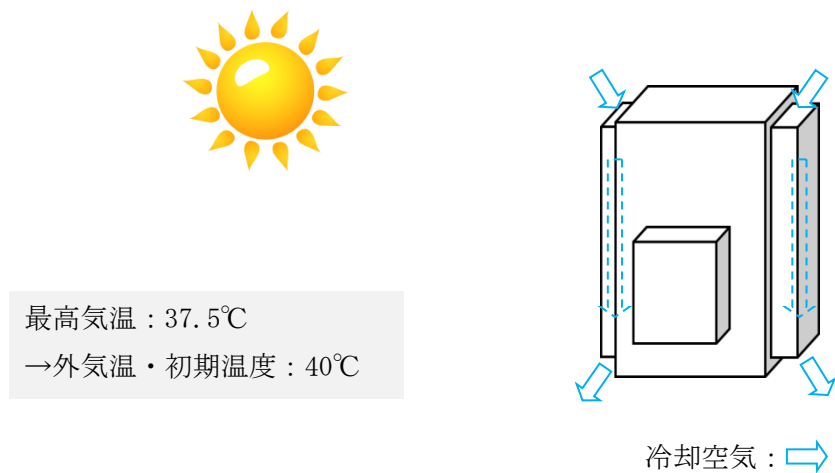
鹿島地区の最高気温 37.5℃に対して、排気筒外表面の相当外気温の最大値は 44.2℃となる。44.2℃を切り上げ、50℃を初期温度として設定する。



第3図 排気筒温度評価体系図

3. 海水ポンプの冷却空気初期温度

鹿島地区の最高気温 37.5℃を切り上げた 40℃を冷却空気の初期温度とした。



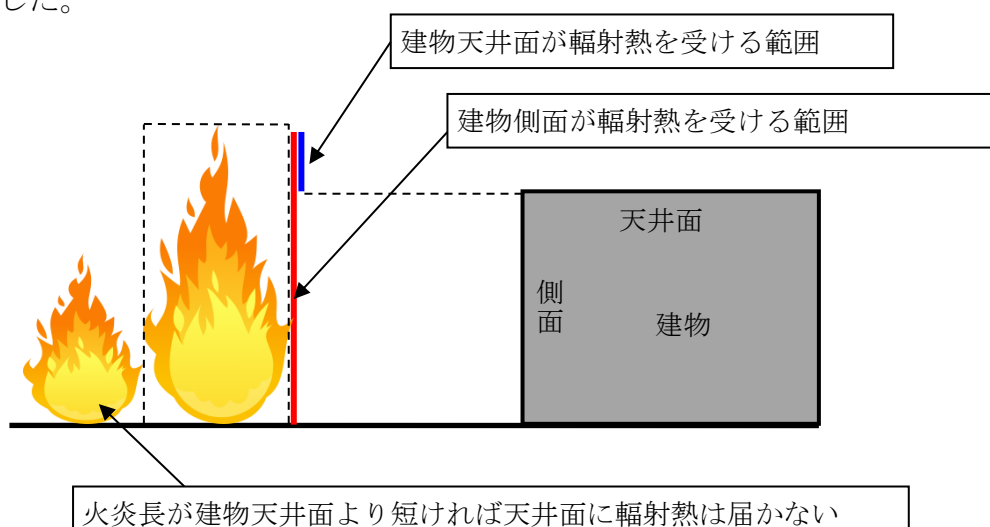
第 4 図 海水ポンプ温度評価体系図

## 建物天井面への熱影響評価

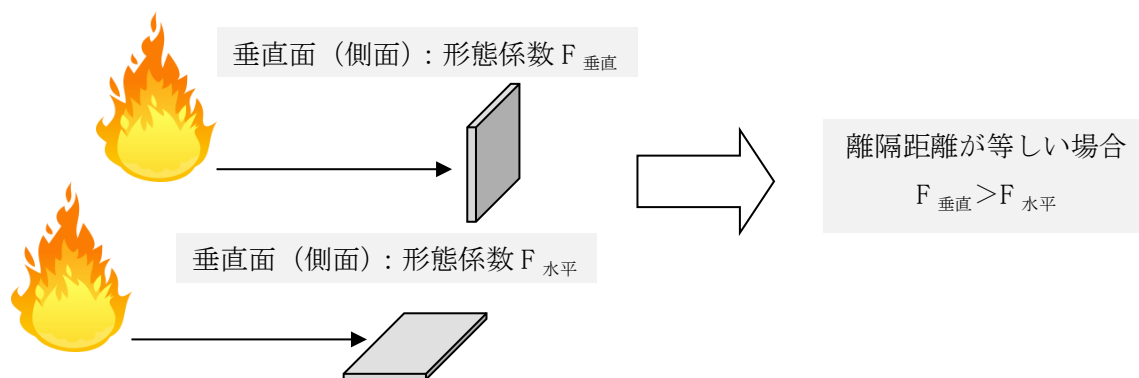
建物側面への熱影響評価を実施したが、天井面についての熱影響を検討する。

- ・火炎長が建物天井面より短い場合は天井面に輻射熱は届かないことから熱影響はない。(第1図)
- ・火炎長が建物天井面より長くなる場合は輻射熱が天井面に届くが、その輻射熱は側面の輻射熱より小さい。(第1図)
- ・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、天井面の熱影響は側面に比べて小さい。(第2図)
- ・コンクリートの厚さは側面より天井面の方が薄いことから、天井面の方が建物内側の熱伝達による放熱の効果が大きくなるため熱影響は小さい。

以上より、側面の熱影響評価を実施することで天井面の熱影響は包絡されることを確認した。



第1図 天井面への輻射熱の影響



第2図 垂直面と水平面の形態係数の大きさ

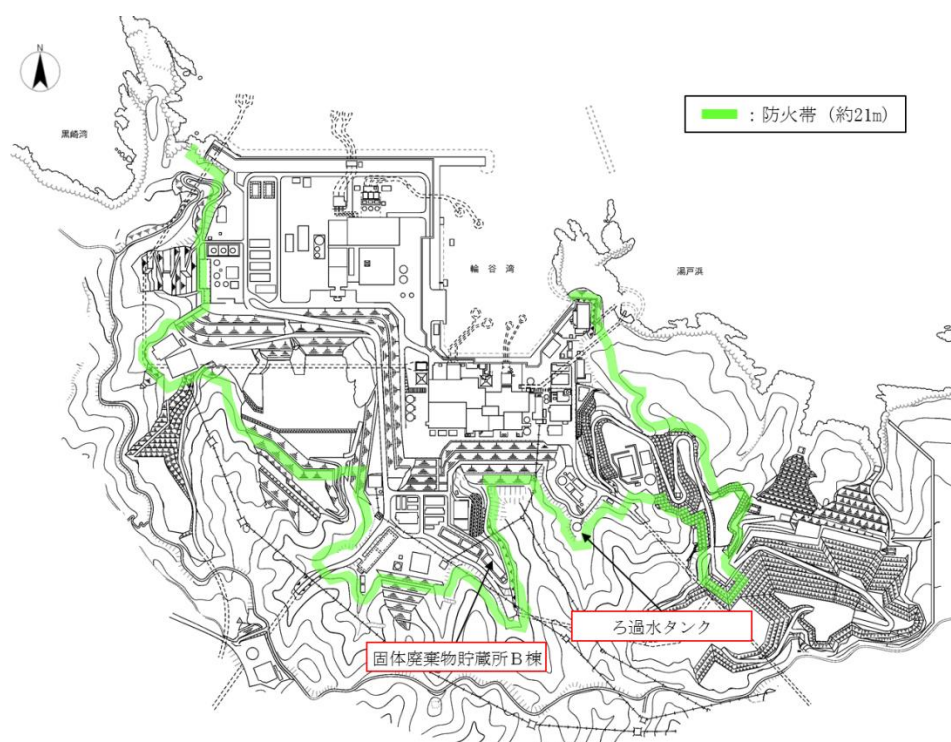
## 防火帯が入り組んでいる箇所の影響評価について

## 1. 概要

防護対象設備については、モニタリングポストを除き防火帯内側に設置しているため火災影響はないが、防火帯が入り組んでいる箇所の防護対象設備に対する影響評価を行う。

## 2. 評価対象施設

- (1) 固体廃棄物貯蔵所B棟
- (2) ろ過水タンク



第1図 評価対象施設位置

## 3. 影響評価

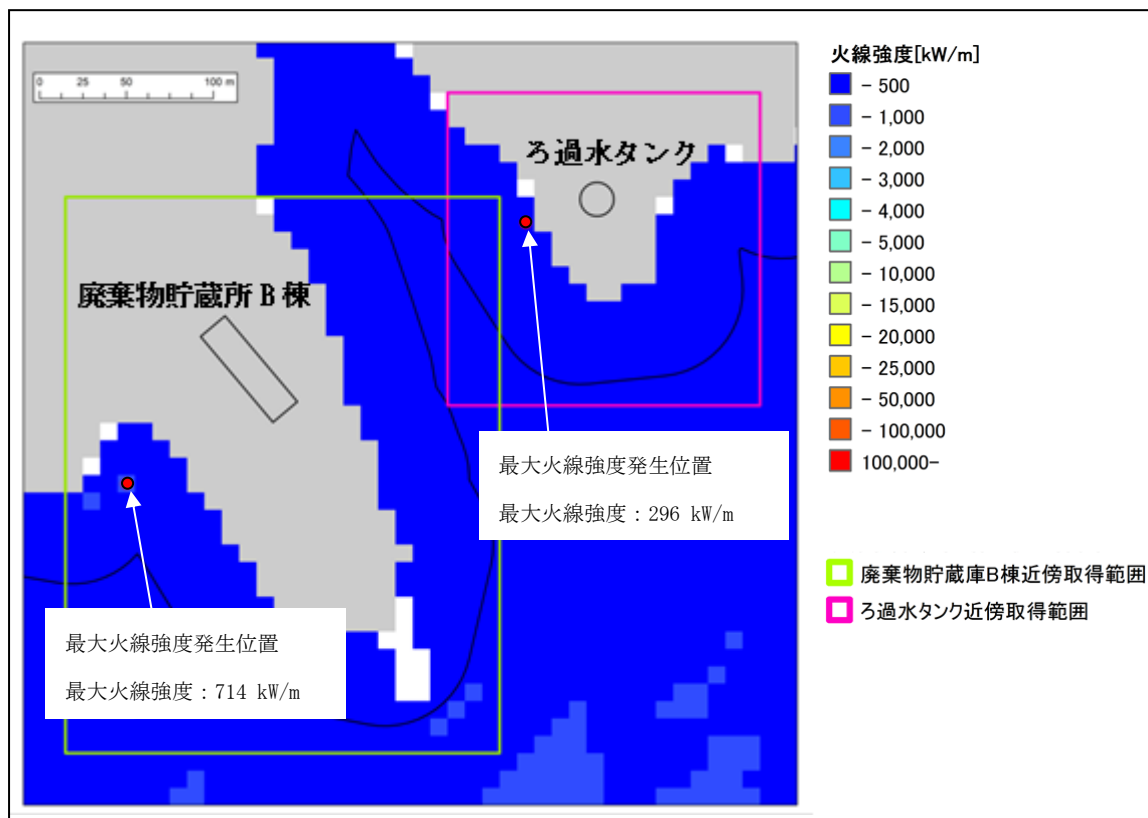
## (1) 火線強度による評価

評価対象施設周辺の最大火線強度は、林縁で最大火線強度となる条件で評価した結果、固体廃棄物貯蔵所B棟で715kW/m、ろ過水タンクで296kW/mとなることを確認した。発電所での最大火線強度(4,154kW/m)に対し、十分な余裕を確保していることを確認した。

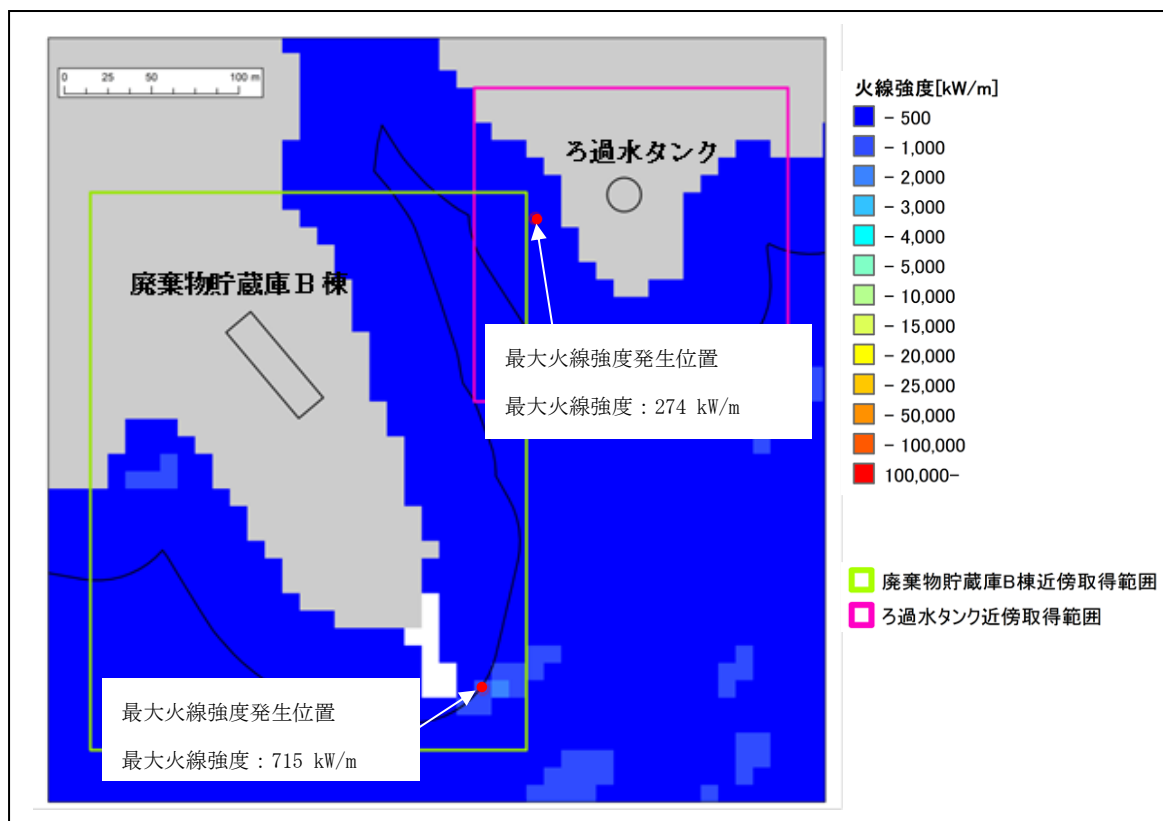
なお、固体廃棄物貯蔵所B棟及びろ過水タンクは、下り勾配の位置にあり、火災が延焼し難いことから火線強度が大きくなり難い。

第1表 近傍の火線強度の最大値

ケース	対象施設	近傍の火線強度最大値 (kW/m)	可燃物
1	①ろ過水タンク	296	落葉広葉樹
	②固体廃棄物貯蔵所 B 棟	714	スギ 10 年生
2	①ろ過水タンク	274	落葉広葉樹
	②固体廃棄物貯蔵所 B 棟	715	落葉広葉樹



第2図 ろ過水タンク及び固体廃棄物貯蔵所（B棟）周辺のFARSITEの結果  
(ケース1の場合)



第3図 ろ過水タンク及び固体廃棄物貯蔵所（B棟）周辺のFARSITEの結果  
（ケース2の場合）

## (2) 熱影響評価

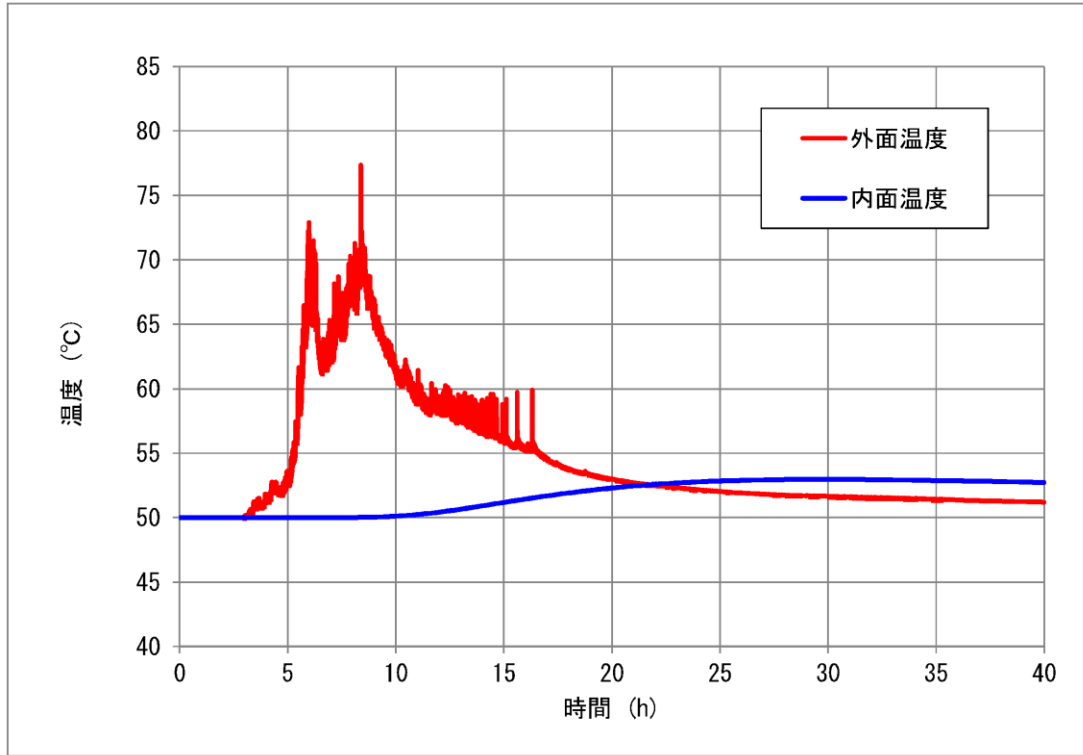
### a. 固体廃棄物貯蔵所B棟

固体廃棄物貯蔵所B棟については、熱影響評価の結果、外面温度が最大約78℃と200℃（コンクリートの許容温度）を下回っていることを確認した。

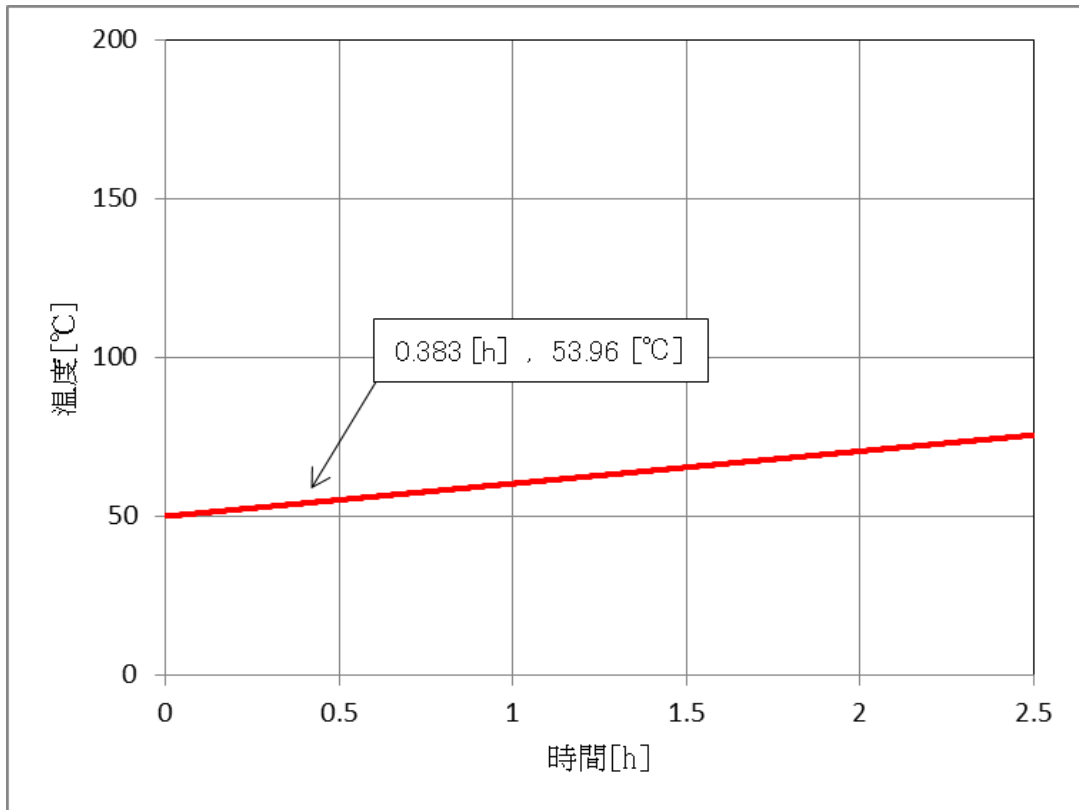
また、内面温度については、最大約53℃となり、固体廃棄物貯蔵所の内部に保管する低レベル放射性固体廃棄物用ドラム缶で使用しているパッキンの耐熱温度限度（100℃）を下回ることを確認した（第4図）

### b. ろ過水タンク

ろ過水タンクについては、熱影響評価の結果、外面の温度が約54℃と325℃（鋼材の許容温度）を下回っていることを確認した。（第5図）



第4図 固体廃棄物貯蔵所B棟南壁面温度の時間変化  
(ケース1の場合)



第5図 ろ過水タンク壁面温度の時間変化  
(ケース1の場合)

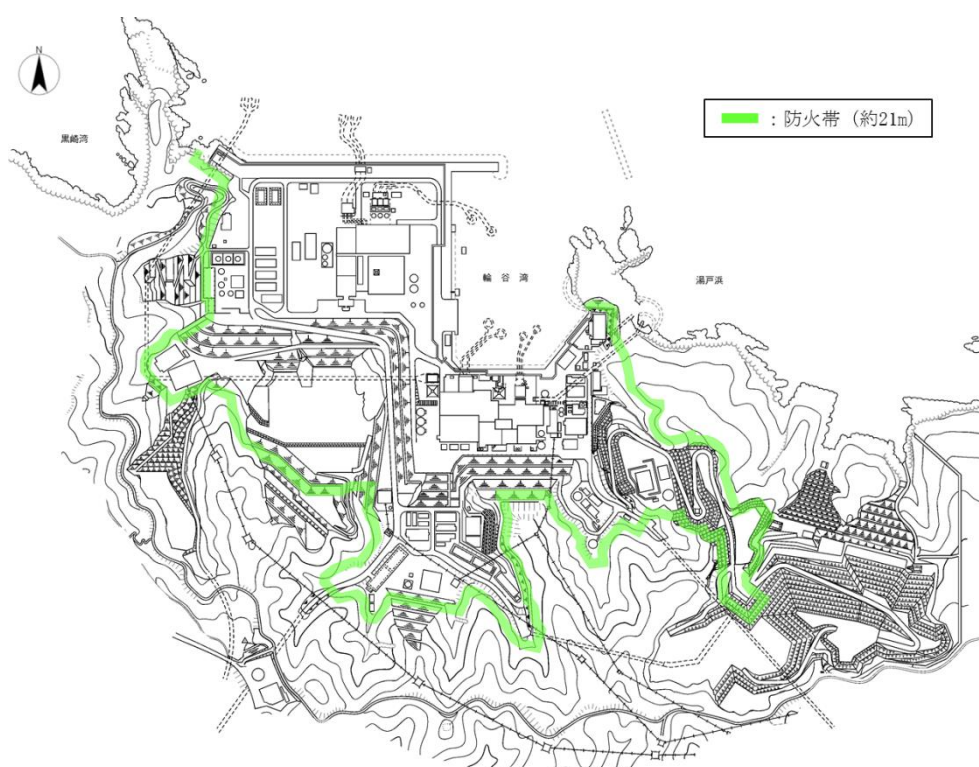


## 斜面に設定している防火帯の地盤安定性の観点からの考え方について

### 1. 防火帯の概要

防火帯は、第1図に示すとおり発電所設備の配置状況等を考慮し、干渉しないように設定している。

設定に当たっては、草木を伐採する等、可燃物を排除し、その後、除草剤を散布した上で、モルタル吹付け等を行い、草木の育成を抑制し、可燃物がない状態を維持する。



第1図 防火帯位置図

### 2. 地震時の斜面崩壊による防火帯への影響評価

#### (1) 評価方針について

地震が起因となり、発電所敷地外にて森林火災が発生することは否定できないことから、安全上の配慮として、仮に地震と森林火災が重畳した場合を想定し、地震時の斜面崩壊による防火帯への影響評価を行う。

#### (2) 森林火災が防火帯を突破する可能性について

森林火災（単独事象）の影響評価では、下記に示す保守的な前提条件としている。

- ① 気象条件（湿度，気温，風速）は，過去 10 年間における森林火災発生件数の多い 3～8 月のうち，最も厳しい条件の組み合わせとしている。
- ② 植生は，現地調査等で特定した樹種ごとに，より厳しい評価となるような林齢及び下草を設定している。
- ③ 日照時間の影響を考慮し，防火帯近傍における火線強度が最大となるように森林火災の発火時刻を設定している。

自然現象の重畳を検討する場合，主事象（地震）に対して，副事象（森林火災）の規模を小さくすることは一般的に用いられている手法である。

森林火災については，定量的な規模を示すことは困難であるが，同様に，主事象である地震と重畳する森林火災の規模が単独事象の森林火災より小さくなると考えられ，防火帯内に多くの可燃物（草木等）が流入しなければ，防火帯の延焼防止機能が直ちに喪失することはない。

(3) 地震と森林火災重畳時の重大事故等への対応について

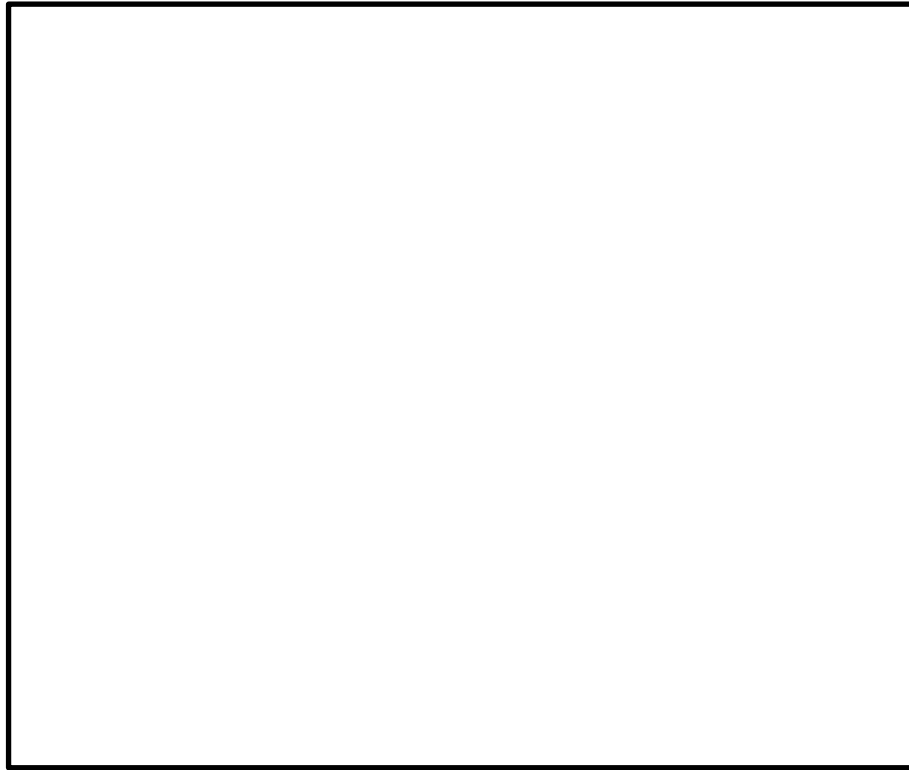
第 2 図に防火帯とアクセスルートを示す。

アクセスルート周辺の防火帯については，アクセスルートの周辺斜面の安定性評価と同様の考え方<sup>\*</sup>に基づき安定性評価を行っており，アクセスルートへの影響がないことを確認している。

アクセスルート周辺以外の斜面は，安定性評価を実施していないため，斜面崩壊に伴い防火帯に可燃物が流入し，延焼防止機能に影響がある場合は，機能の低下を想定する。

防火帯の機能が低下した場合，防火帯の内側への森林火災の延焼が想定されるものの，発電所敷地内には道路（概ね幅員 7m）や非植生のエリアがあることから，更なる延焼の可能性は低いと考えられる。

※：「技術的能力 添付資料 1.0.2 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」参照



第2図 防火帯とアクセスルート

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。

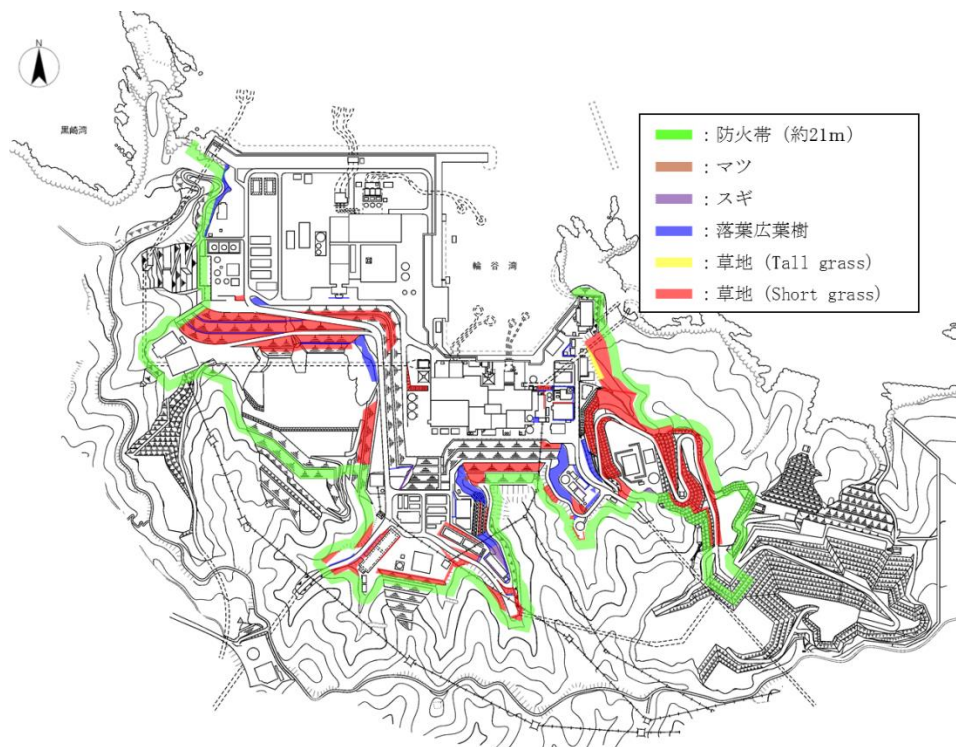
6 条-別添 4 (外火) -1-添付 2-98

## 防火帯内植生による火災について

第1図に防火帯内の植生（平成31年2月現在）を示す。

発電用原子炉施設，可搬型重大事故等対処設備の保管エリア及びアクセスルート近傍の防火帯内側については，樹木等伐採することとしており，防火帯内の植生による発電用原子炉施設及び重大事故等対処設備に対しての影響はない。

なお，重大事故等対処設備の発火を想定した場合，炎感知器や熱感知器にて火災の早期検知が可能であること，近傍の樹木等を伐採していること及び島根原子力発電所の防火帯内には道路や非植生のエリアが多くあることから，更なる延焼の可能性は低い。



第1図 発電所防火帯内植生図

## 被ばく評価で使用している気象条件との違い

被ばく評価で使用している気象条件との違いについて以下に示す。

なお、被ばく評価は、島根原子力発電所からの放射性物質の拡散状況を把握するために発電所構内の気象観測所のデータを用いている。一方、森林火災は発電所構外からの火災の進展を評価するために、発電所周辺の気象を代表するように発電所構外の気象観測所のデータを用いている。

第1表 被ばく評価で使用している気象条件との違い

項目	森林火災	被ばく評価
評価項目	森林火災の延焼	放射性物質の大気拡散
データ取得場所	鹿島観測所，松江気象台	発電所構内気象観測装置
データ取得期間	過去10年（2003～2012）	2009年1月～12月の1年間
風速	3～8月の最大風速 風速が大きいほど延焼しやすく保守的	大気安定度の算出に使用 風速が小さい方が高濃度で拡散しやすくなる
風向	3～8月の卓越風向（16方位）	16方位の風向出現回数を考慮して評価
気温	3～8月の最高気温 気温が高い方が可燃物の水分量が少なくなり保守的	評価には使用しない
湿度	3～8月の最低湿度 湿度が低い方が可燃物の水分量が少なくなり保守的	評価には使用しない
日射量	最大日射量（雲なし）とする 日射が多い方が可燃物の水分量が少なくなり保守的	大気安定度の算出に使用 日射量が大きい方が拡散しやすくなる
降雨量	降水量なしとする 降水がない方が可燃物の水分量が少なくなるため保守的	評価には使用しない

石油コンビナート等の火災・爆発について

## 1. はじめに

本評価は、発電所敷地外で発生する石油コンビナート等の火災やガス爆発に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災やガス爆発が島根原子力発電所に隣接する地域で起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

## 2. 石油コンビナート等の火災・爆発影響評価

発電用原子炉施設の周りには周辺監視区域があり、敷地境界との間には少なくとも約560mの隔離距離が確保されている。仮に火災・爆発が発生した場合に影響が大きいと考えられるものとして、爆発物や化学物質を大量に扱う石油コンビナート等について評価を実施する。

### (1) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地外の半径 10km 圏内に存在する石油コンビナート等とする。なお、石油コンビナート等とは、石油コンビナート等災害防止法で規制される特別防災区域内の特定事業所及びコンビナート等保安規則で規制される特定製造事業所とする。

### (2) 評価結果

石油コンビナート等災害防止法で規制される島根県内の特別防災区域は存在しない。また、島根原子力発電所から最寄の特別防災区域である「福山・笠岡地区」、「水島臨海地区」まではそれぞれ約 120km であり、いずれも島根原子力発電所から 10km 以遠である（第 2-1 図）。

以上より、評価対象範囲内に石油コンビナート等は存在せず、発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。



第 2-1 図 周囲の石油コンビナート等特別防災区域の位置と島根原子力発電所までの距離

### 3. 石油コンビナート等以外の火災・爆発影響評価

島根原子力発電所から10km圏内に位置する危険物施設（危険物貯蔵施設，高圧ガス貯蔵施設，ガスパイプライン）を抽出し，島根原子力発電所から最も近い施設及び島根原子力発電所から10km圏内の施設における最大数量をそれぞれ抽出する。なお，危険物貯蔵施設及び高圧ガス貯蔵施設については松江市消防本部に確認した。（平成30年6月に開示請求を実施）

確認した結果，島根原子力発電所から10km圏内には，高圧ガス貯蔵施設及びガスパイプラインは確認されていない。

また，LNG基地及び石油備蓄基地は存在しないことを確認している。

島根原子力発電所から10km圏内の危険物施設を第3-1図及び第3-1表に示す。



第3-1図 島根原子力発電所から10km圏内に位置する危険物施設

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。



第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(1/8)

--

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 3-3

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。

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(2/8)

--

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 3-4

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(3/8)

--

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。

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(4/8)

--

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 3-6

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。

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(5/8)

--

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 3-7

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。

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(6/8)

--

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 3-8

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(7/8)

--

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。

第 3-1 表 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設【危険物施設】  
(8/8)

--

※1：島根原子力発電所から最短の危険物貯蔵施設まで距離である。

※2：島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する最大貯蔵量の危険物貯蔵施設である。

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。



### 3.1 危険物施設

島根原子力発電所から10km圏内（敷地内を除く）における危険物貯蔵施設の最大貯蔵量は、であり、島根原子力発電所敷地内にある重油タンク（No. 1, 2, 3）の貯蔵量2,700k1よりも少ない。

また、発電所に最も近い石油類貯蔵施設との離隔距離は約1.5kmであり、仮に最短距離の危険物貯蔵施設に最大貯蔵量  が有ったと仮定した場合でも、燃料保有量が敷地内危険物の最大貯蔵量に比べ少ないことから、危険距離は重油タンク（No. 1, 2, 3）による火災の評価結果に包絡される。（第3.1-1図）

よって、発電所敷地外の危険物貯蔵施設において火災が発生した場合においても島根原子力発電所への影響はないことを確認した。

第3.1-1表 10km圏内における最大の危険物貯蔵施設の貯蔵量

種類	貯蔵量[k1]
ガソリン	<input type="text"/>
軽油	
灯油	
合計	



第3.1-1図 最短距離の危険物貯蔵施設

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。

6条-別添4（外火）-1-添付3-11

(1) 評価条件

島根原子力発電所から 10km 圏内（敷地内を除く）における危険物貯蔵施設において貯蔵量が最大な油種は重油であることから、発電所敷地内に設置している、より貯蔵量の大きい重油タンク（No. 1, 2, 3）により評価を実施する。

第 3.1-2 表 重油の評価条件

燃料の種類	重油
燃料量[kl]	900
防油堤面積[m <sup>2</sup> ]	491.7
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ] <sup>※1</sup>	23×10 <sup>3</sup>
質量低下速度[kg/m <sup>2</sup> ・s] <sup>※2</sup>	0.035
燃料密度[kg/m <sup>3</sup> ] <sup>※2</sup>	1,000
燃焼速度[m/s] <sup>※3</sup>	3.5×10 <sup>-5</sup>

※1：評価ガイド附属書Bより

※2：NUREG-1805より

※3：燃焼速度＝質量低下速度÷燃料密度

(2) 燃焼半径の算出

燃焼面積は、防油堤面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径 R[m] の防油堤面積を円筒の底面と仮定し算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

S：防油堤面積（火炎の円筒の底面積）=491.7[m<sup>2</sup>]

$$R = (491.7 / \pi)^{0.5} = 12.51[\text{m}]$$

(3) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

t：燃焼継続時間[s]，V：燃料量[m<sup>3</sup>]，R：燃焼半径[m]，v：燃焼速度[m/s]，

M：質量低下速度[kg/(m<sup>2</sup>・s)]，ρ：密度[kg/m<sup>3</sup>]，

$$t = 52297[\text{s}]$$

$$= 14.53[\text{h}]$$

(4) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面温度が 200℃となる危険輻射強度を求める。

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

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

$T_0$ ：初期温度[50℃]， $E$ ：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $\varepsilon$ ：コンクリートの表面の放射率[0.94]<sup>※1</sup>， $h$ ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>， $k$ ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>， $c$ ：コンクリート比熱[879J/kgK]<sup>※2</sup>， $t$ ：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

$$E=4,761[\text{W/m}^2]$$

b. 海水ポンプの危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度が 55℃となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$ ：通常運転時の上昇温度[22℃]， $E$ ：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $A_T$ ：受熱面積[10.93m<sup>2</sup>]， $G$ ：重量流量[1.96kg/s]， $C_p$ ：空気比熱[1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1：伝熱工学資料

$$E=5,948[\text{W/m}^2]$$

c. 排気筒の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より排気筒の表面温度が 325°C となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$  : 初期温度 [50°C],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率 [0.9]<sup>※1</sup>,  
 $h$  : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

$$E=10,388[\text{W/m}^2]$$

(5) 形態係数の算出

火災から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。危険輻射強度となる形態係数を算出する。

$$E_{\max} = R_f \times \phi$$

$E_{\max}$  : 危険輻射強度,  $R_f$  : 輻射発散度,  $\phi$  : 形態係数

第3.1-3表 形態係数の算出結果

	建物	海水ポンプ	排気筒
危険輻射強度 [W/ m <sup>2</sup> ]	4,761	5,948	10,388
輻射発散度 [W/ m <sup>2</sup> ]	23 × 10 <sup>3</sup>		
形態係数	6.90 × 10 <sup>-2</sup>	8.60 × 10 <sup>-2</sup>	1.50 × 10 <sup>-1</sup>

(6) 危険距離の算出

火災から任意の位置にある点（受熱点）の形態係数は以下の式から求まる。次の式から危険距離を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数,  $L$  : 離隔距離 [m],  $H$  : 火炎の高さ [m],  $R$  : 燃焼半径 [m]

第3.1-4表 危険距離の算出結果

	建物	海水ポンプ	排気筒
形態係数	$6.90 \times 10^{-2}$	$8.60 \times 10^{-2}$	$1.50 \times 10^{-1}$
燃焼半径[m]	12.51		
危険距離[m]	63	56	38

(7) 火炎による熱影響の有無の評価

重油タンク（No. 1， 2， 3）における危険距離は最大でも約 78m であり，離隔距離が危険距離を上回っていることを確認した。よって，発電所敷地外の危険物貯蔵施設において火災が発生した場合においても島根原子力発電所への影響はない。

燃料輸送車両の火災・爆発について

## 1. はじめに

本評価は、発電所敷地外で発生する燃料輸送車両の火災やガス爆発に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災やガス爆発が島根原子力発電所に隣接する地域で起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

## 2. 燃料輸送車両の火災影響評価

### (1) 燃料輸送車両の火災の想定条件

- ・非常用ディーゼル発電機の燃料を運搬するタンクローリが火災・爆発を起こした場合を想定する。
- ・燃料積載量は消防法令（危険物の規制に関する政令第15条第1項三号）に定められている移動タンク貯蔵所（タンクローリ）の上限量（30k1）とする。
- ・燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は軽油とする。
- ・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。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・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。

### (2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する燃料輸送車両の火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-1表 評価指標及びその内容

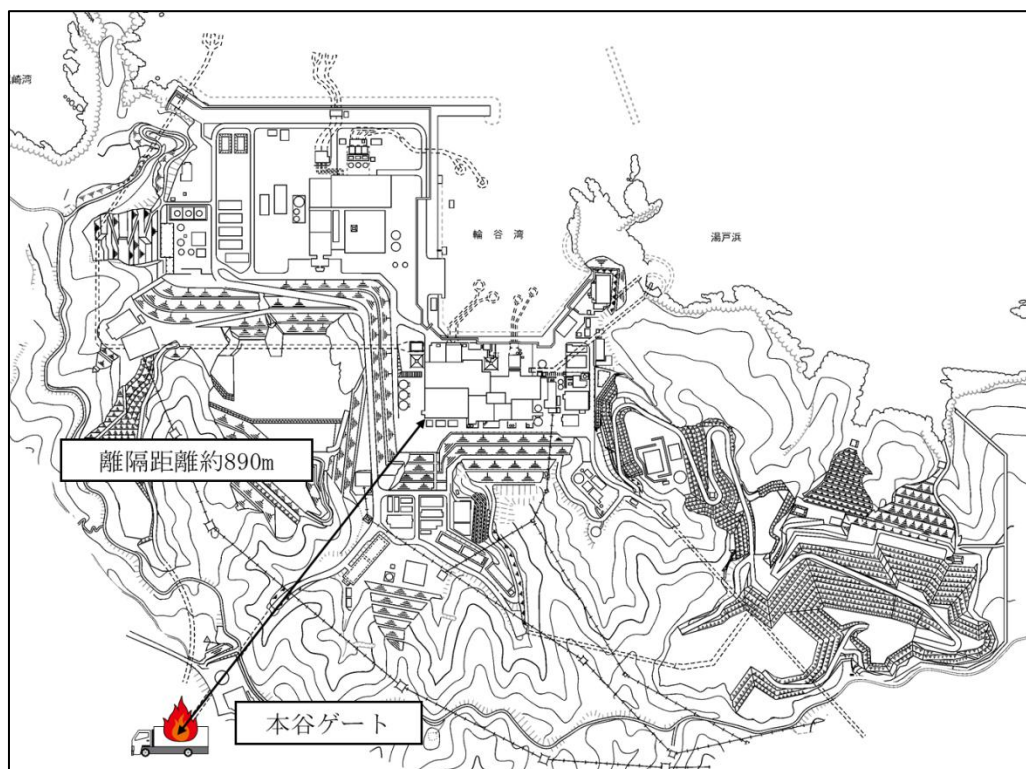
評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	燃料輸送車両の投影面積より求めた燃焼半径
危険距離[m]	火災による輻射熱により許容限界温度になる距離

上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

輻射熱に対する設備の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその設備の危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所出入口ゲートで出火するタンクローリ（30k1）とする（第2-1図）。



第2-1図 燃料輸送車両の離隔距離

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第2-2表 軽油の評価条件

燃料の種類	軽油
燃料量[m <sup>3</sup> ]	30
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	42×10 <sup>3</sup>
質量低下速度[kg/m <sup>2</sup> ・s] <sup>2)</sup>	0.044
燃料タンク投影面積[m <sup>2</sup> ]	10.17×2.45

1) 評価ガイド付属書Bより

2) NUREG-1805

3) 車両長10.17[m]

車両幅2.45[m]



(5) 燃焼半径の算出

燃料輸送車両の火災においては様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎を生ずるものとする。ここでの燃焼面積は、燃料輸送車両の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径  $R$ [m]は燃料輸送車両の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S: \text{燃料輸送車両の投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 24.91 [\text{m}^2]$$

$$R = (24.91 / \pi)^{0.5} = 2.82 [\text{m}]$$

(6) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

$t$ : 燃焼継続時間[s],  $V$ : 燃料量[m<sup>3</sup>],  $R$ : 燃焼半径[m],  $v$ : 燃焼速度[m/s],

$M$ : 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s],  $\rho$ : 密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで、 $\rho = 918$ [kg/m<sup>3</sup>],  $M = 0.044$ [kg/m<sup>2</sup>・s]として、燃焼継続時間を求めると、

$$v = 0.044 / 918 = 4.79 \times 10^{-5}$$

$$t = 30 / (24.91 \times 4.79 \times 10^{-5}) = 25148 [\text{s}] = 6.99 [\text{h}]$$

(7) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面温度が 200℃となる危険輻射強度を求める。

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

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

T：外表面温度[200℃]， $T_0$ ：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $\varepsilon$ ：コンクリート表面の放射率[0.94]<sup>※1</sup>，h：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>，k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>，c：コンクリート比熱[879J/kgK]<sup>※2</sup>，t：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

$$E=5,224[\text{W/m}^2]$$

b. 海水ポンプの危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度が 55℃となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$ ：通常運転時の上昇温度[22℃]，E：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $A_T$ ：受熱面積[10.93m<sup>2</sup>]，G：重量流量[1.96kg/s]， $C_p$ ：空気比熱[1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1：伝熱工学資料

$$E=5,948[\text{W/m}^2]$$

c. 排気筒の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の温度が 325°C となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$  : 初期温度 [50°C],  $E$  : 輻射強度 [ $\text{W}/\text{m}^2$ ],  $\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率 [0.9]  
 ※1,  $h$  : 排気筒表面熱伝達率 [ $17\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]※2

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

$$E=10,388[\text{W}/\text{m}^2]$$

(8) 形態係数の算出

火災からの任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。危険輻射強度となる形態係数を算出する。

$$E_{\text{max}} = R_f \times \phi$$

$E_{\text{max}}$  : 危険輻射強度,  $R_f$  : 輻射発散度,  $\phi$  : 形態係数

第2-3表 形態係数の算出結果

	原子炉建物	海水ポンプ	排気筒
危険輻射強度 [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	5,224	5,948	10,388
輻射発散度 [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	$42 \times 10^3$		
形態係数	$1.23 \times 10^{-1}$	$1.41 \times 10^{-1}$	$2.47 \times 10^{-1}$

(9) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数,  $L$  : 危険距離 [m],  $H$  : 火炎高さ [m],  $R$  : 燃焼半径 [m]

第2-4表 危険距離の算出結果

	原子炉建物	海水ポンプ	排気筒
形態係数	$1.23 \times 10^{-1}$	$1.41 \times 10^{-1}$	$2.47 \times 10^{-1}$
燃焼半径[m]	2.82		
危険距離[m]	10	9	6

(10) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、燃料輸送車両において火災が発生した場合を想定したとしても、離隔距離（約 890m）が危険距離（最大 10m）以上であることから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

### 3. 燃料輸送車両の爆発影響評価

#### (1) 燃料輸送車両の爆発の想定条件

- ・ 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火災・爆発を起こした場合を想定する。
- ・ 燃料輸送車両は運用上の最大値（0.5 トン）を積載した状態とする。
- ・ 輸送燃料はL P ガス（プロパン）とする。
- ・ 発電所出入口ゲートでの高圧ガス漏えい，引火による燃料輸送車両の爆発を想定する。
- ・ 気象条件は無風状態とする。

#### (2) 評価手法の概要

本評価は，島根原子力発電所に対する燃料輸送車両のガス爆発による影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第 3-1 表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
危険限界距離[m]	ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa 以下になる距離

#### (3) 評価対象範囲

評価対象範囲は，発電所出入口ゲートで出火する燃料輸送車両とする。

#### (4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第3-2表 高圧ガス爆発の評価条件

データ種類	内容
石油のK値	コンビナート等保安規則第5条別表第二に掲げる数値 K=888000（プロパンの常用の温度10以上40未満のK値328に1,000を乗じた値）
貯蔵設備又は処理設備のW値	コンビナート等保安規則第5条貯蔵設備又は処理設備の区分に応じて次に掲げる数値 貯蔵設備：液化ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位：トン）の数値の平方根の数値（貯蔵能力が1トン未満のものにあつては、貯蔵能力（単位：トン）の数値）、圧縮ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位：立方メートル）を当該ガスの常用の温度及び圧力におけるガスの質量（単位：トン）に換算して得られた数値の平方根の数値（換算して得られた数値が1未満のものにあつては、当該換算して得られた数値） 処理設備：処理設備内にあるガスの質量（単位：トン）の数値 W=0.5
離隔距離[m]	発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの距離 約890m

(5) W値の算出

貯蔵能力が1トン未満のものは、貯蔵能力（単位：トン）の数値とすることから、W値を算出する。

$$\text{積載量（貯蔵能力）} = 0.5[\text{トン}]$$

$$W = 0.5$$

(6) 危険限界距離の算出

次の式から危険限界距離を算出する。ここで算出した危険限界距離が燃料輸送車両と発電用原子炉施設の間に必要な離隔距離となる。

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

X：危険限界距離[m]，λ：換算距離14.4[m・kg<sup>-1/3</sup>]，K：石油類の定数，

W：設備定数，K=888,000，W=0.5として，危険限界距離を求める。

$$X = \text{約} 44 [\text{m}]$$

(7) 爆発による影響評価結果

以上の結果から、燃料輸送車両において爆発が発生した場合を想定したとしても、離隔距離（約890m）が危険限界距離（約44m）以上であることから、発電用原子炉施設に爆風圧による影響はないと評価する。

#### 4. 燃料輸送車両の飛来物の影響評価

「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）※に基づき、飛来物の最大飛散距離の評価を行ったところ、最大飛散距離に対し、島根原子力発電所までの離隔距離が評価上必要となる距離以上であった。

このため、飛来物は発電用原子炉施設に衝突することはない。

※：石油コンビナート等特別防災区域を有する都道府県が防災計画を作成するにあたって、災害の想定をできるだけ客観的かつ現実的に行うための評価手法を示した指針

第4-1表 飛来物の評価条件

評価条件	
貯蔵ガス	LPガス
貯蔵量	0.5トン
爆発形態	高圧ガスの漏えい後、引火によりガス爆発が発生し、飛来物が発生

##### (1) 飛来物の最大飛散距離の算出方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき、容器の破損による破片の飛散範囲を以下の式にて算出する。

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

L：破片の最大飛散範囲[m]，M：破裂時の貯蔵物質質量[kg]

$$L=90 \times 500^{0.333} = 712.85$$

となり、飛来物の最大飛散距離Lは約713mとなる。

##### (2) 飛来物影響評価結果

燃料輸送車両からの飛来物を想定した上での評価を実施したところ、離隔距離（約890m）が最大飛散距離（約713m）を上回る結果となった。したがって、発電所の敷地境界（発電所出入口ゲート）で燃料輸送車両が事故等により爆発し、なおかつその飛来物が発電用原子炉施設に衝突することはない、影響はない。

漂流船舶の火災・爆発について



## 1. はじめに

本評価は、発電所敷地外で発生する漂流船舶の火災やガス爆発に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災やガス爆発が島根原子力発電所に隣接する地域で起こったとしても外部事象防護対象施設を内包する発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

## 2. 漂流船舶の火災・爆発の影響評価について

本評価は漂流船舶の火災に対する防護の有効性を確認することが目的であるため、敷地周辺において現実的に想定される船舶のうち、火災影響が厳しくなる保守的な船舶の規模として、入港可能な最大の船舶が敷地へ到達することを仮定した評価を実施する。

### (1) 想定条件

- ・漂流船舶は、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、港湾内へ入港する船舶を想定する。
- ・漂流船舶は、入港する船舶の中で燃料保管量が最大の重油運搬船（保管容量：1,246kl）を想定する。
- ・漂流船舶は、燃料を満載した状態を想定する。
- ・港湾内での漂流船舶の全面火災を想定する。
- ・気象条件は、無風状態とする。
- ・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。

### (2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する漂流船舶の火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-1表 評価指標及びその内容

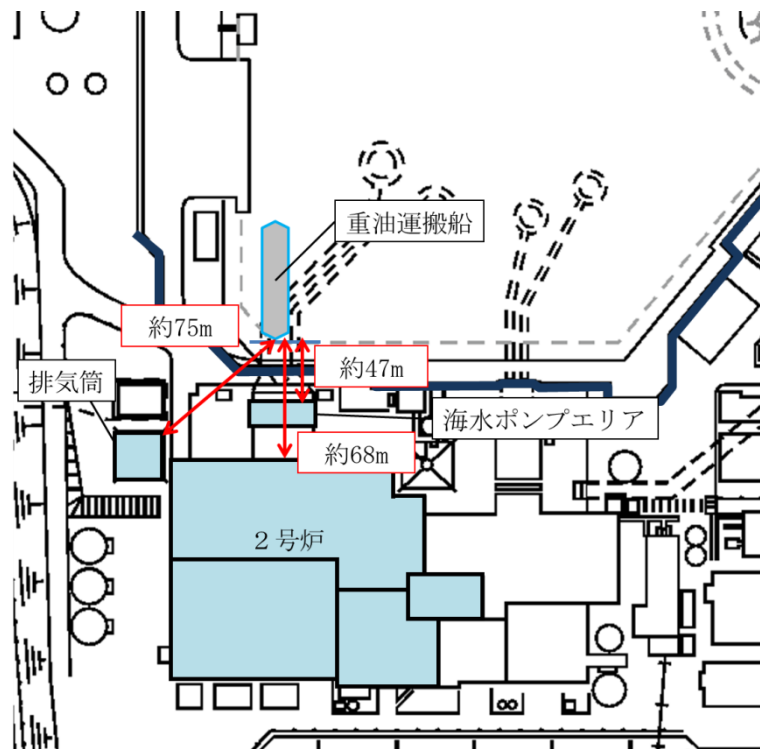
評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱面）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	船舶の投影面積より求めた燃焼半径
危険距離[m]	火災による輻射熱により許容限界温度になる距離

上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

輻射熱に対する設備の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその設備の危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。

### (3) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所港湾内で出火する漂流船舶とする。なお、評価に用いる離隔距離は、喫水深さ等を考慮せず保守的に港湾内で発電用原子炉施設に対し最も接近する位置（護岸の境）から出火した場合を想定する。（第2-1図）



第2-1図 対象施設と重油運搬船の位置関係

- (4) 必要データ  
評価に必要なデータを以下に示す。

第 2-2 表 重油の評価条件

燃料の種類	重油
燃料量[k1]※3	1,246
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]※1	23×10 <sup>3</sup>
質量低下速度[kg/m <sup>2</sup> ・s]※2	0.035
漂流船舶投影面積[m <sup>2</sup> ]※3	678

※1：評価ガイド付属書 B より

※2：NUREG-1805 より

※3：入港する船舶の中で容積が最大の船舶の値

- (5) 燃焼半径の算出

漂流船舶の火災においては様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎を生ずるものとする。ここでの燃焼面積は、漂流船舶の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径 R[m]は漂流船舶の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S: \text{漂流船舶の投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 678 [\text{m}^2]$$

$$R = (678 / \pi)^{0.5} = 14.69 [\text{m}]$$

- (6) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

t：燃焼継続時間[s]，V：燃料量[m<sup>3</sup>]，R：燃焼半径[m]，v：燃焼速度[m/s]，  
M：質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s]，ρ：密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで、ρ = 1000[kg/m<sup>3</sup>]，M = 0.035[kg/m<sup>2</sup>・s]として、燃焼継続時間を求めると、

$$v = 0.035 / 1000 = 3.5 \times 10^{-5}$$

$$t = 1246 / (678 \times 3.5 \times 10^{-5}) = 52477 [\text{s}] = 14.58 [\text{h}]$$

(7) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面温度が 200℃となる危険輻射強度を求める。

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

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

T：外表面温度[200℃]， $T_0$ ：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $\varepsilon$ ：コンクリートの表面放射率[0.94]<sup>※1</sup>，h：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>，k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>，c：コンクリート比熱[879J/kgK]<sup>※2</sup>，t：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

$$E=4,759[\text{W/m}^2]$$

b. 海水ポンプの危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度が 55℃となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$ ：通常運転時の上昇温度[22℃]，E：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $A_T$ ：受熱面積[10.93m<sup>2</sup>]，G：重量流量[1.96kg/s]， $C_p$ ：空気比熱[1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1：伝熱工学資料

$$E=5,948[\text{W/m}^2]$$

c. 排気筒の危険輻射強度

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の温度が 325℃となる危険輻射強度を求める。

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

$T_0$  : 初期温度 [50℃],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率 [0.9]<sup>※1</sup>,  
 $h$  : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

$$E=10,388[\text{W/m}^2]$$

(8) 形態係数の算出

火災からの任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。危険輻射強度となる形態係数を算出する。

$$E_{\max} = R_f \times \phi$$

$E_{\max}$  : 危険輻射強度,  $R_f$  : 輻射発散度,  $\phi$  : 形態係数

第2-3表 形態係数の算出の結果

	タービン建物	海水ポンプ	排気筒
危険輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	4,759	5,948	10,388
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	23 × 10 <sup>3</sup>		
形態係数	2.06 × 10 <sup>-1</sup>	2.58 × 10 <sup>-1</sup>	4.51 × 10 <sup>-1</sup>

(9) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数,  $L$  : 離隔距離 [m],  $H$  : 火炎高さ [m],  $R$  : 燃焼半径 [m]

第2-4表 危険距離の算出結果

	タービン建物	海水ポンプ	排気筒
形態係数	2.06 × 10 <sup>-1</sup>	2.58 × 10 <sup>-1</sup>	4.51 × 10 <sup>-1</sup>
燃焼半径 [m]	14.69		
危険距離 [m]	35	28	17
離隔距離 [m]	68	47	75

#### (10) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、漂流船舶において火災が発生した場合を想定したとしても、各発電用原子炉施設の離隔距離が危険距離以上であることから、外部事象防護対象施設を内包する発電用原子炉施設に熱影響をおよぼすことはないと評価できる。

なお、隠岐諸島と島根半島（七類港等）を結ぶ定期船（フェリー等）については、発電所付近を航行しておらず、漂流等の影響はないと考えるが、仮に漂流し、発電所周辺に到達した場合であっても、燃料積載量（フェリー：約 180k1）から、重油運搬船の評価結果に包絡される。（第 2-2 図）



第 2-2 図 島根原子力発電所周辺の主要航路

### 3. 漂流船舶の爆発想定

港湾内へ入港する最大規模の漂流船舶である重油運搬船については、重油が爆発する危険性はないことから、影響が無いことを確認している。

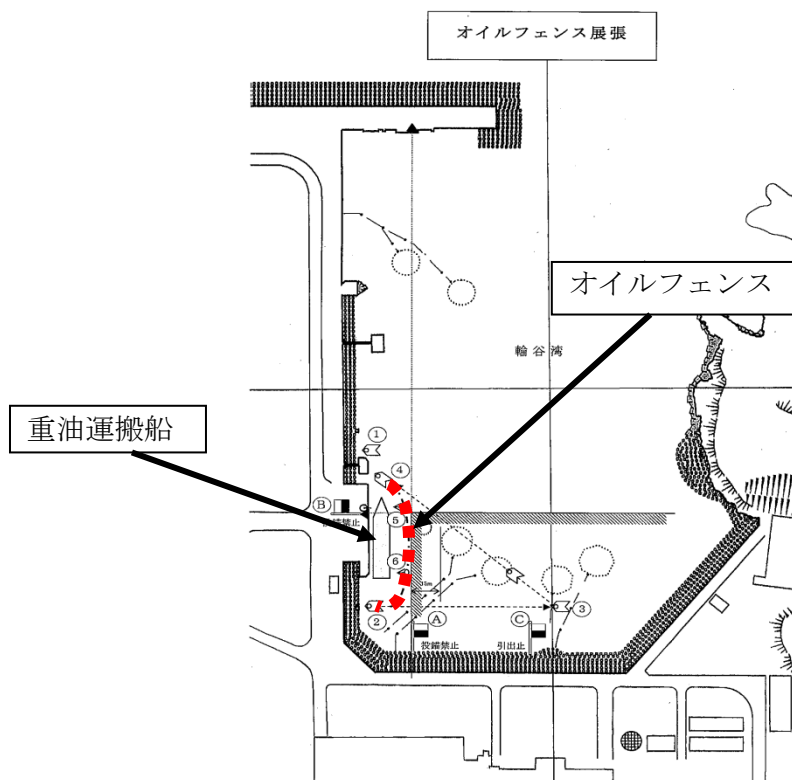
なお、爆発の危険性がある液化石油ガス輸送船舶が発電所に入港した実績が無いことを確認している。

オイルフェンスの設置について

重油運搬船の受け入れ時等に、輪谷湾（海上）に油が流出した場合には、公設消防に連絡するとともに、オイルフェンス設置による拡散防止等の油流出災害の拡大防止措置を講じている。

また、深層取水していることから発電用原子炉施設（海水ポンプ）への影響はない。

なお、重油運搬船の受け入れ時には、作業開始前にオイルフェンスを設置する運用を行っているため、重油流出時において緊急でオイルフェンスを設置する必要はない。



第1図 オイルフェンス設置範囲



敷地内における危険物タンクの火災について

## 1. はじめに

本評価は、発電所敷地内の危険物タンクの火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

## 2. 構内危険物タンクの火災影響評価

### (1) 構内危険物タンクの火災の想定

- ・ 構内危険物タンクは発電用原子炉施設周辺に設置されており、発電用原子炉施設までの距離が近く貯蔵量の多いガスタービン発電機用軽油タンク及び貯蔵量の多い重油タンクとする。なお、隣接して設置している危険物タンクについては、同時に火災が発生することを想定する。
- ・ 構内危険物タンクは危険物を満載した状態を想定する。
- ・ 構内危険物タンクの損傷等による防油堤内での全面火災を想定する。
- ・ 泡消火設備の消火機能には期待しない。
- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ 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。

### (2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する構内危険物タンクの火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
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]	防油堤規模より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	危険物タンクから発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁，天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

輻射熱に対する設備の温度上昇を評価し、温度上昇がその設備の熱許容限界値以下になるように発電用原子炉施設は離隔距離を確保するものとする。

### (3) 評価対象範囲

評価ガイドに基づき、発電所敷地内に存在する石油類やヒドラジン等の危険物タンク火災の影響評価を実施する。消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設(第2-2表)より、評価対象とする危険物タンク等を抽出する(第2-1図のフロー図)。発電所敷地内の発火源となる施設のうち、建物内に設置している設備及び地下貯蔵タンクは外部への火災が発生する可能性が低いことから除外し、危険物を貯蔵し屋外に設置しているタンク等を想定発火源とする。発電所敷地内における危険物施設等の位置を第2-2図に示す。

#### 【抜粋】外部火災影響評価ガイド

#### 4. 1 考慮すべき発電所敷地外の火災

##### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

近隣の産業施設で発生した火災・爆発により、原子炉施設が、その影響を受けないような適切な防護措置が施されており、その二次的な影響も含めて、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。なお、発電所敷地外の10km以内を発火点とし、森林等に延焼することによって発電所に迫る場合は(1)の森林火災として評価する。(ただし、発電所敷地内に存在する石油類やヒドラジンなどの危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様に原子炉施設への熱影響評価等を行う。)

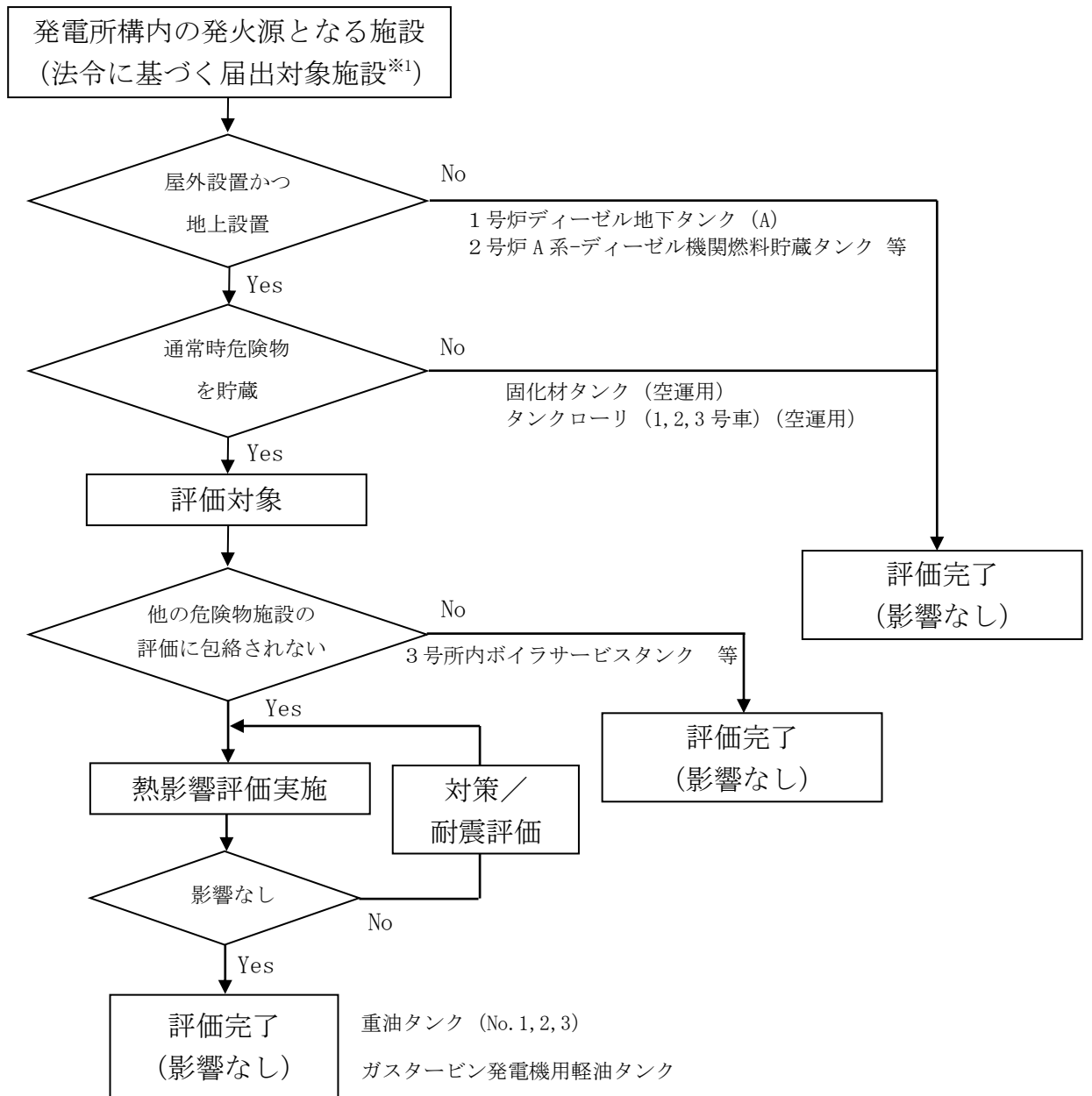
固化材タンクの火災による熱影響を考慮し、固化材を可燃性の「不飽和ポリエステル樹脂」から「セメント」に変更することから、2号炉運転中において使用する予定はなく、「空」の状態で運用するため、評価対象から除外する。

同様にタンクローリについても、通常時「空」の状態で運用しており、発火の可能性はないことから評価対象から除外する。

また、島根3号炉原子炉設置変更許可(平成17年4月26日付け平成15・12・18原第3号)を踏まえて設置した「3号炉非常用ディーゼル発電設備軽油タンク」については、平成27年11月13日付けで「危険物貯蔵所 廃止届出書」を所轄消防に提出し、危険物貯蔵所としての使用を廃止し、軽油を貯蔵しない運用としていることから評価対象から除外する。

以上より、評価対象は、ガスタービン発電機用軽油タンク、重油タンク、補助ボイラ等となる。

ここで、補助ボイラ等は、評価対象としたガスタービン発電機用軽油タンク及び重油タンクと比べ貯蔵量が少なく、当該評価に包絡されるため熱影響評価は実施しない。



※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

第2-1図 敷地内危険物施設のうち評価対象抽出フロー

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（1 / 5）

（2019年7月時点）

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
1	ディーゼル地下タンク (A)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	46kl	× 地下
1	ディーゼル地下タンク (B)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	46kl	× 地下
1	ディーゼル発電機 潤滑油サンプタンク (A, B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	2kl×2	× 屋内
1	ディーゼル発電機 燃料小出槽 (A, B)	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	490l×2	× 屋内
1	再循環ポンプMGセッ ト流体継手室 (A, B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	10.92kl	× 屋内
1	タービン主油タンク (A, B) 油清浄機	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	55.7kl	× 屋内
1	タービン油計量タンク						×※
2	No.2 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kl	○
2	No.3 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kl	○
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	4	第2石油類	軽油	170kl	× 地下
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	4	第2石油類	軽油	170kl	× 地下
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	4	第2石油類	軽油	170kl	× 地下
2	3号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第3石油類	重油	65kl	×※
2	3号所内ボイラ						×※
2	4号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第3石油類	重油	46kl	×※
2	4号所内ボイラ						×※
2	タービン設備	一般取扱所	4	第4石油類	タービン 油	71kl	× 屋内
2	原子炉再循環ポンプ MGセット	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	15.6kl	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

6条-別添4（外火）-1-添付6-4

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（2／5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
2	A系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kl	× 屋内
2	B系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kl	× 屋内
2	HPCS系非常用ディーゼル	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	9kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.56kl	× 屋内
2	固化材タンク	一般取扱所	4	第2石油類	不飽和ポ リエステ ル樹脂	21.6kl	× 空運用
2	促進材タンク		4	第2石油類	ナフテン 酸コバル ト	87.11	× 屋内
2	開始材タンク		5	第二種自己 反応性物質	ケトン系 過酸化物	267.5kg	× 屋内
2	2号一ガスタービン 発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	52.68kl	×※
	2号ガスタービン 発電機用サービスタンク						
3	No.1重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kl	○
3	補助ボイラ（サービスタ ンクを含む）	一般取扱所	4	第3石油類	重油	109kl	×※
3	第3危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	潤滑油他	6.4kl	× 屋内
			4	第2石油類		1.2kl	× 屋内
			4	第3石油類		1.4kl	× 屋内
			4	第4石油類		40kl	× 屋内
3	A-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（3 / 5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
3	B-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内
3	C-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kl	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kl	× 屋内
3	再循環ポンプ MG セット (A,B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	16kl	× 屋内
3	タービン設備	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	100kl	× 屋内
共通	第1危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	非水溶性液体	1,300l	× 屋内
					水溶性液体	600l	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	600l	× 屋内
			4	第2石油類	非水溶性液体	19,000l	× 屋内
					水溶性液体	200l	× 屋内
			4	第3石油類	非水溶性液体	3,000l	× 屋内
					水溶性液体	400l	× 屋内
			4	第4石油類	第4石油類	36,000l	× 屋内
共通	第2危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	非水溶性液体 (洗浄液)	3,000l	× 屋内
					水溶性液体 (現像液)	800l	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	200l	× 屋内
			4	第2石油類	非水溶性液体 (洗い油)	1,000l	× 屋内
					水溶性液体	200l	× 屋内
			4	第3石油類	非水溶性液体 (浸透液)	1000l	× 屋内
					水溶性液体	400l	× 屋内
			4	第4石油類	第4石油類	24,000l	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（4／5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
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	4	第2石油類	軽油	560k1	○
共通	タンクローリ（1号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000l	× 空運用
共通	タンクローリ（2号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000l	× 空運用
共通	タンクローリ（3号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000l	× 空運用
共通	免震重要棟ガスタービン 発電装置 2基 燃料小出槽(490L) 2基	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	12,048l	× 屋内
共通	A-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	45,000l	× 地下
共通	B-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	45,000l	× 地下
共通	予備-ガスタービン 発電機 予備-ガスタービン 発電機用サービスタンク	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	52.68k1	×※
2 (新設)	B1-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100k1	× 地下
2 (新設)	B2-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100k1	× 地下
2 (新設)	B3-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100k1	× 地下
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク（A）	屋外タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	560k1	× 廃止
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク（B）	屋外タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	560k1	× 廃止

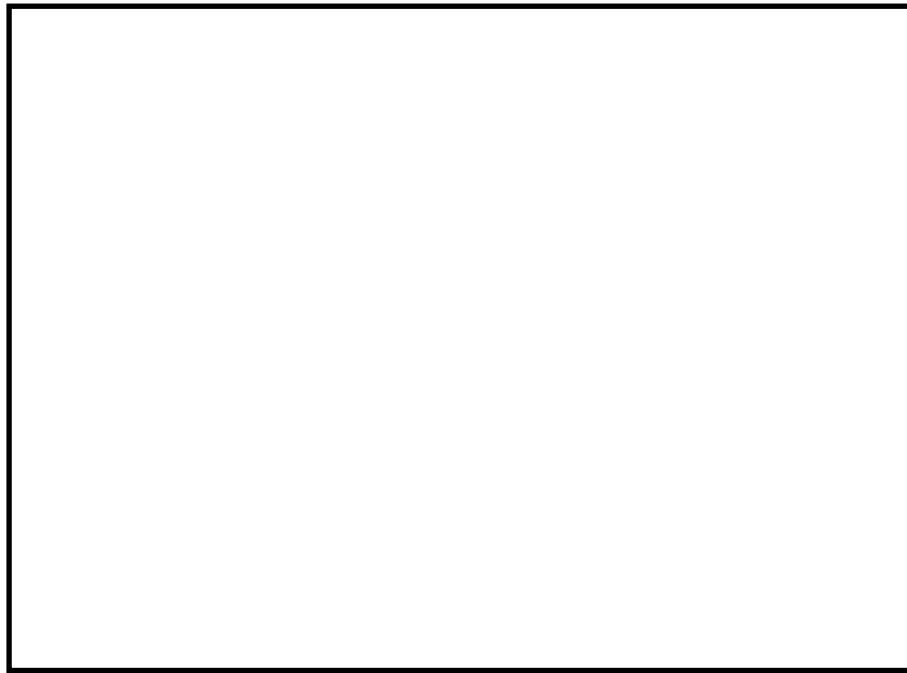
※：代表タンクの評価に包絡される。



第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（5 / 5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	第1石油類	4401	× 屋内
			4	アルコール類	エチル アルコール	21	× 屋内
			4	第2石油類	第2石油類	47001	× 屋内
			4	第3石油類	エンジン オイル	2001	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	4001	× 屋内
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	第1石油類	32801	× 屋内
			4	第2石油類	第2石油類	35001	× 屋内
共通	8m 盤一般停電用発電機	発電設備	4	第2石油類	軽油	4901	×※
共通	44m 盤事務所 一般停電用発電機	発電設備	4	第2石油類	軽油	4901	×※

※：代表タンクの評価に包絡される。



第 2-2 図 危険物タンクの位置（発電所全体）

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第 2-3 表 危険物タンク火災影響評価に必要なデータ

データ種類	内容
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	燃焼する可燃物によって決まる定数 （重油） $23 \times 10^3$ [W/m <sup>2</sup> ] （軽油） $42 \times 10^3$ [W/m <sup>2</sup> ]
防油堤面積 [m <sup>2</sup> ]	防油堤面積 （重油タンク）491.7m <sup>2</sup> （ガスタービン発電機用軽油タンク）302.7m <sup>2</sup>
離隔距離 [m]	（重油タンク） 建物：568～606 [m] 海水ポンプ：587～626 [m] 排気筒：526～564 [m] （ガスタービン発電機用軽油タンク） 建物：329 [m] 海水ポンプ：472 [m] 排気筒：434 [m]

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。

(5) 燃焼半径の算出

防油堤には貯槽その他の不燃障害物が存在し、火災面積はその面積分だけ小さくなるが、防油堤全面火災のような大規模な火災の場合は、多少の障害物も無視できる。したがって、本評価では、防油堤面積と等しい円筒火炎を生ずるものと想定し、次の式から燃焼半径 R[m] を算出する。

(重油タンク)

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S: \text{防油堤面積 (円筒火炎の底面積)} = 491.7 [\text{m}^2]$$

$$R = (491.7 / \pi)^{0.5} = 12.51 [\text{m}]$$

(ガスタービン発電機用軽油タンク)

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S: \text{防油堤面積 (円筒火炎の底面積)} = 302.7 [\text{m}^2]$$

$$R = (302.7 / \pi)^{0.5} = 9.82 [\text{m}]$$

(6) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数, L : 離隔距離, H : 火炎高さ, R : 燃焼半径

第 2-4-1 表 重油タンク No. 1, 2, 3 の形態係数算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	12.51		
離隔距離[m]	568~606	587~626	526~564
形態係数 [-]	No. 1	$9.40 \times 10^{-4}$	$8.80 \times 10^{-4}$
	No. 2	$8.77 \times 10^{-4}$	$8.23 \times 10^{-4}$
	No. 3	$8.25 \times 10^{-4}$	$7.73 \times 10^{-4}$

第2-4-2表 ガスタービン発電機用軽油タンクの形態係数算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	9.82		
離隔距離[m]	329	472	434
形態係数[-]	$1.73 \times 10^{-3}$	$8.38 \times 10^{-4}$	$9.92 \times 10^{-4}$

(7) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E=Rf \times \phi$$

E:輻射強度, Rf:輻射発散度,  $\phi$ :形態係数

第2-5-1表 重油タンクNo. 1, 2, 3の輻射強度算出結果

評価対象		建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]		23×10 <sup>3</sup>		
形態係数 [-]	No. 1	9.40×10 <sup>-4</sup>	8.80×10 <sup>-4</sup>	1.10×10 <sup>-3</sup>
	No. 2	8.77×10 <sup>-4</sup>	8.23×10 <sup>-4</sup>	1.02×10 <sup>-3</sup>
	No. 3	8.25×10 <sup>-4</sup>	7.73×10 <sup>-4</sup>	9.54×10 <sup>-4</sup>
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	No. 1	21.7	20.3	25.3
	No. 2	20.2	19.0	23.5
	No. 3	19.0	17.8	22.0

第2-5-2表 ガスタービン発電機用軽油タンクの輻射強度算出結果

評価対象		建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]		42×10 <sup>3</sup>		
形態係数[-]		1.73×10 <sup>-3</sup>	8.38×10 <sup>-4</sup>	9.92×10 <sup>-4</sup>
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]		72.8	35.2	41.7

(8) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

t:燃焼継続時間[s], V:燃料量[m<sup>3</sup>], R:燃焼半径[m], v:燃焼速度[m/s],  
M:質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s],  $\rho$ :密度[kg/m<sup>3</sup>]

(重油タンクNo. 1, 2, 3)

ここで, V=900[m<sup>3</sup>],  $\rho$  =1000[kg/m<sup>3</sup>], M=0.035[kg/m<sup>2</sup>・s]として, 燃焼継続時間を求めると,

$$v=0.035/1000=3.50 \times 10^{-5}[\text{m/s}]$$

$$t=900 / (491.7 \times 3.50 \times 10^{-5}) = 14.53[\text{h}]$$

(ガスタービン発電機用軽油タンク)

ここで、 $V=560[\text{m}^3]$ 、 $\rho=918[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、 $M=0.044[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}]$ として、燃焼継続時間を求めると、

$$v=0.044/918=4.79 \times 10^{-5}$$

$$t=560 / (302.7 \times 4.79 \times 10^{-5}) = 10.73[\text{h}]$$

(出典) 質量低下速度、密度：NUREG-1805

(9) 評価結果

a. 建物外壁の温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる  $200^\circ\text{C}$  とする。

(b) 耐火性能の評価結果

ア. 重油タンク (No. 1, 2, 3)

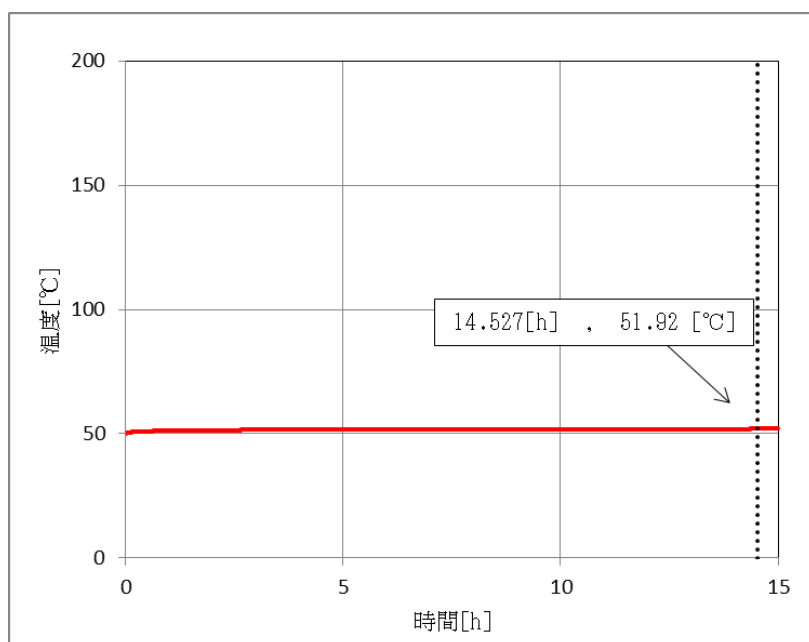
火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、発電用原子炉施設外壁の表面温度は約  $52^\circ\text{C}$  となり、許容温度を下回ることを確認した。(第 2-3 図)

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

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

$T_0$ ：初期温度 [ $50^\circ\text{C}$ ]， $E$ ：輻射強度 [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]， $\varepsilon$ ：コンクリートの表面の放射率 [ $0.94$ ]<sup>※1</sup>， $h$ ：コンクリート表面熱伝達率 [ $23.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]<sup>※2</sup>， $k$ ：コンクリート熱伝導率 [ $1.6\text{W}/\text{mK}$ ]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度 [ $2,200\text{kg}/\text{m}^3$ ]<sup>※2</sup>， $c$ ：コンクリート比熱 [ $879\text{J}/\text{kgK}$ ]<sup>※2</sup>， $t$ ：燃焼継続時間 [s]

※1:伝熱工学資料，※2:原子炉建物 構造計算書



第2-3図 タービン建物外壁面の温度推移

イ. ガスタービン発電機用軽油タンクの評価結果

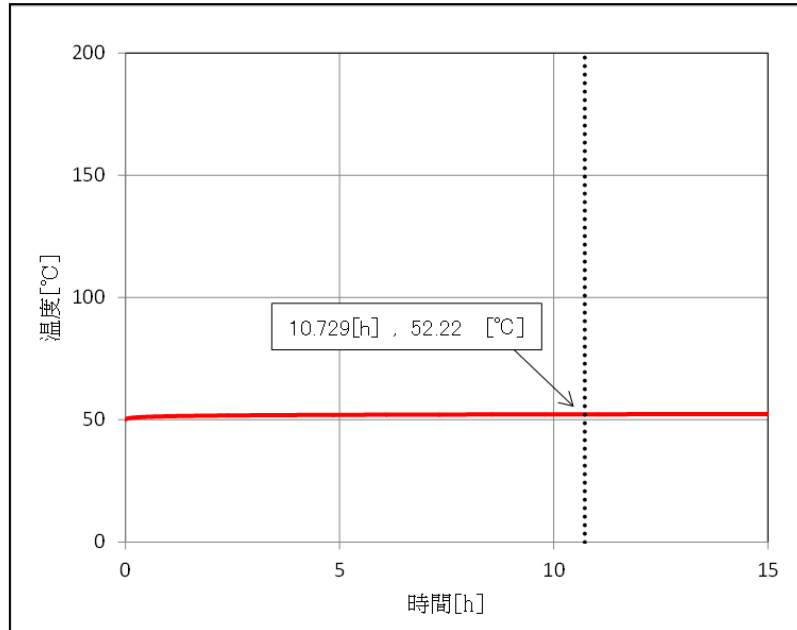
火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、発電用原子炉施設外壁の表面温度は約 53°C となり、許容温度を下回ることを確認した。(第 2-4 図)

$$T = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1\right) \frac{h}{\epsilon E}}$$

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

$T_0$ ：初期温度[50°C]， $E$ ：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $\epsilon$ ：コンクリートの表面の放射率[0.94]<sup>※1</sup>， $h$ ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>， $k$ ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>， $c$ ：コンクリート比熱[879J/kgK]<sup>※2</sup>， $t$ ：燃焼継続時間[s]

※1:伝熱工学資料，※2:原子炉建物 構造計算書



第2-4図 原子炉建物外壁面の温度推移

b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度55°Cとする。

(b) 耐火性能の評価結果

ア. 重油タンク (No. 1, 2, 3)

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約23°Cとなり、許容温度を下回ることを確認した。

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

$T_0$  : 通常運転時の上昇温度 [22°C],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],

$A_T$  : 受熱面積 [10.93m<sup>2</sup>],  $G$  : 重量流量 [1.96kg/s],

$C_p$  : 空気比熱 [1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1: 伝熱工学資料

#### イ. ガスタービン発電機用軽油タンク

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約23℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

$T_0$ : 通常運転時の上昇温度[22℃],  $E$ : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],

$A_T$ : 受熱面積[10.93m<sup>2</sup>],  $G$ : 重量流量[1.96kg/s],

$C_p$ : 空気比熱[1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1: 伝熱工学資料

#### c. 排気筒の温度評価

##### (a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、排気筒鋼材の許容温度325℃とする。

##### (b) 耐火性能の評価結果

###### ア. 重油タンク (No. 1, 2, 3)

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

$T_0$ : 初期温度[50℃],  $E$ : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$ : 排気筒表面の放射率[0.9]<sup>※1</sup>,

$h$ : 排気筒表面熱伝達率[17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1: 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

#### イ. ガスタービン発電機用軽油タンク

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。



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

$T_0$  : 初期温度[50℃],  $E$  : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],

$\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率[0.9]<sup>※1</sup>,  $h$  : 排気筒表面熱伝達率[17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

#### (10) 火災による熱影響の有無の評価

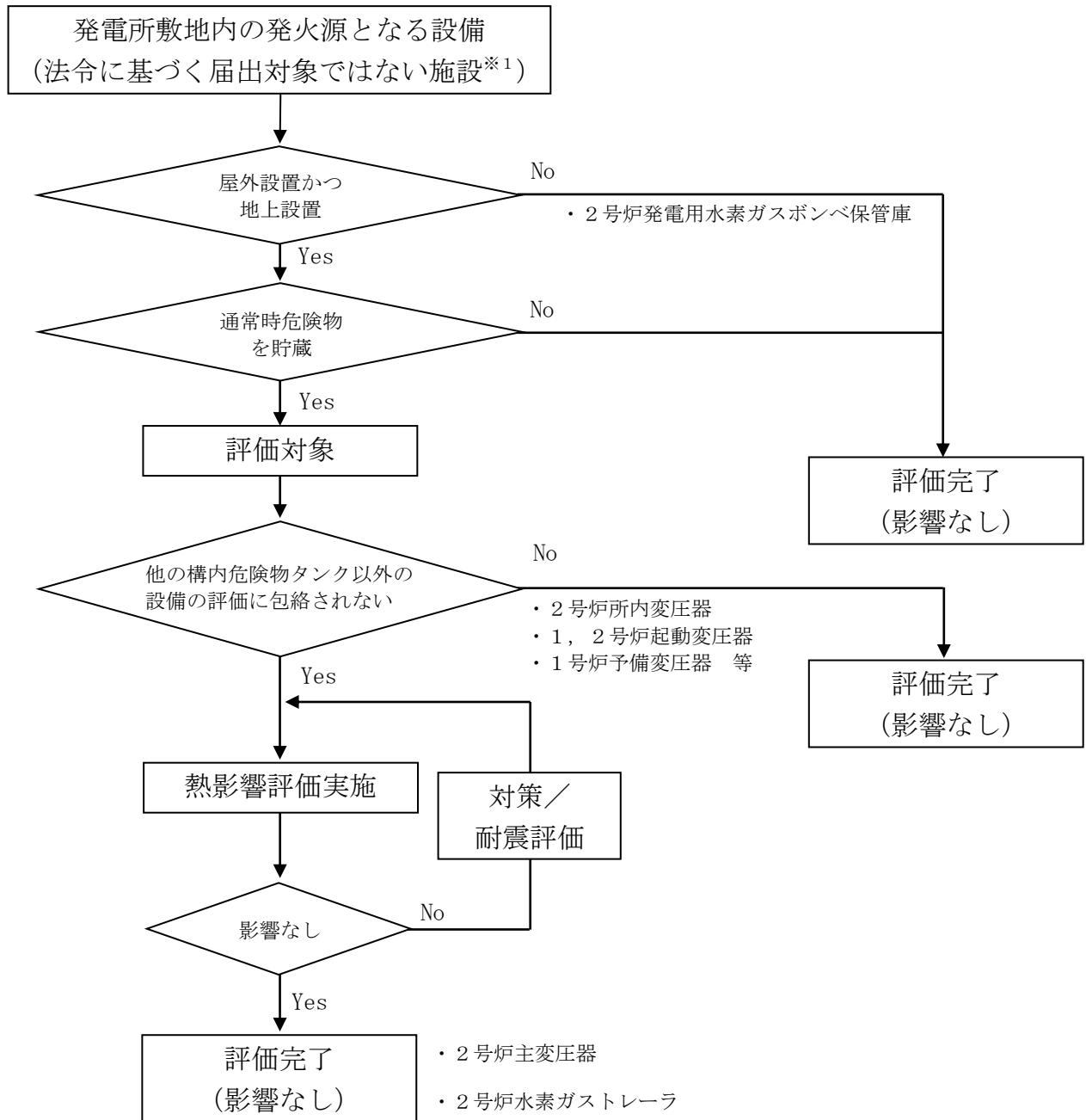
以上の結果から、重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクにおいて火災が発生した場合を想定したとしても、許容限界温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

### 3. 構内危険物タンク以外の設備の火災影響評価

#### (1) 評価対象範囲

消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象設備ではない施設について、火災影響評価を実施する、評価対象とする設備を危険物タンクと同様に第3-1図のフローに基づき抽出する(第3-1表)。危険物を貯蔵し屋外に設置している設備を想定発火源(主変圧器、水素ガストレーラ)とする。

なお、薬品を取り扱う設備は輻射熱を受けない屋内設置であること、外部への火災が発生する可能性が低いことから、評価対象から除外する。



※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変圧器等

第3-1図 構内危険物タンク以外の設備のうち評価対象抽出フロー

第3-1表 その他の危険物

(2019年7月時点)

号炉	設備名	危険物の種類	数量	評価 要否
1	起動変圧器	絶縁油	46kl	× (※1)
1	予備変圧器	絶縁油	10kl	× (※1)
1	44m 盤高圧ガス貯蔵所	水素	1155m <sup>3</sup>	× (屋内)
2	主変圧器	絶縁油	77kl	○
2	所内変圧器 (A, B)	絶縁油	20kl	× (※1)
2	起動変圧器	絶縁油	24kl	× (※1)
2	水素ガストレーラ	水素	12086m <sup>3</sup>	○
2	発電用水素ガスボンベ保管庫	水素	140m <sup>3</sup>	× (屋内)
3	主変圧器	絶縁油	141kl	× (※1)
3	所内変圧器	絶縁油	21kl	× (※1)
3	補助変圧器	絶縁油	37kl	× (※1)
3	発電機用水素ガスボンベ保管庫	水素	1477.5m <sup>3</sup>	× (屋内)

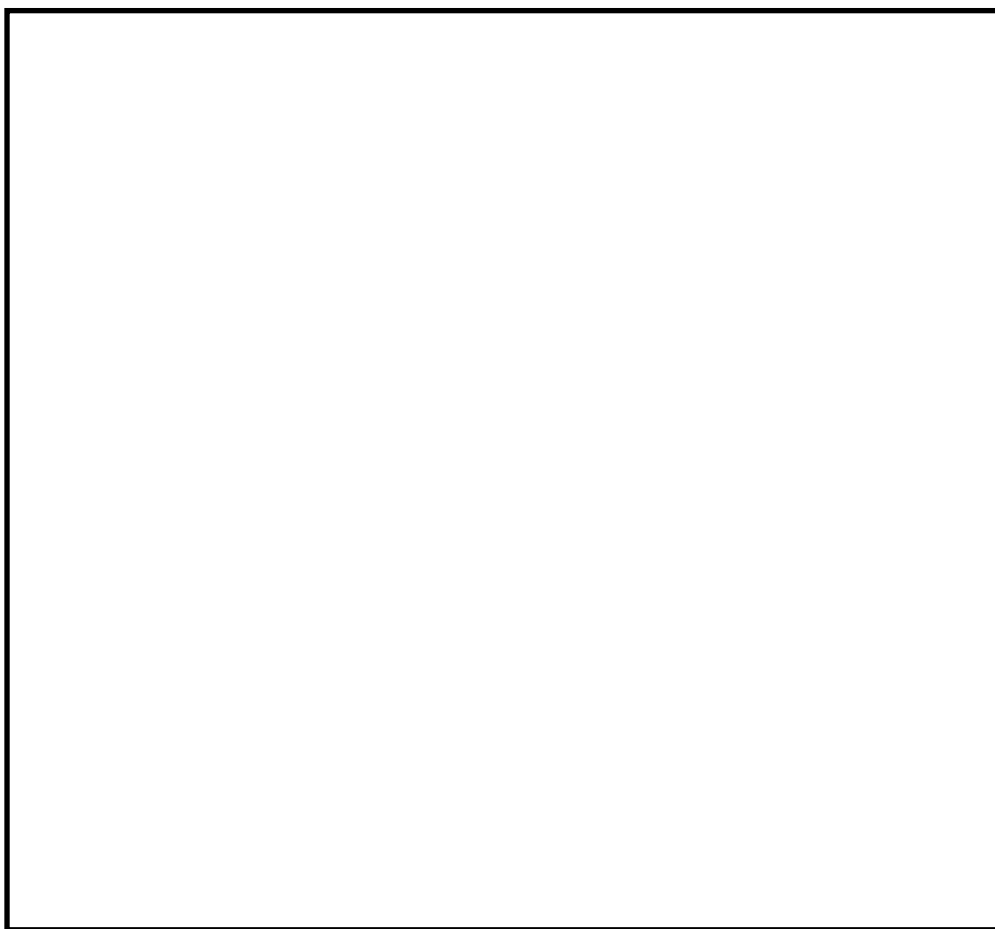
※1 : 2号の主変圧器火災による熱影響評価に包含される。

### 3.1 変圧器の火災影響評価について

発電所敷地内の変圧器の火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

#### 3.1.1 評価対象変圧器

評価対象は、2号炉周辺の屋外に設置してある変圧器を対象とする。各変圧器の設置場所を第3.1.1-1図、保有油量を第3.1.1-1表に示す。



第3.1.1-1図 変圧器の位置

第3.1.1-1表 変圧器保有油量

設備名	品名	保有油量
2号炉主変圧器	絶縁油	77kl
2号炉所内変圧器 (A, B)	絶縁油	20kl
2号炉起動変圧器	絶縁油	24kl

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。

### 3.1.2 発電用原子炉施設（外壁面）及び屋外施設の影響評価

#### (1) 変圧器の火災の想定

- ・発電用原子炉施設周辺に設置されており，発電用原子炉施設までの距離が近く，内包している絶縁油の多い主変圧器を対象とする。なお，主変圧器の周辺に所内変圧器等も設置しているが，防火壁を設置していることから，隣接変圧器への延焼は考慮しない。
- ・変圧器の損傷等による変圧器の全面火災を想定する。
- ・変圧器消火設備の消火機能等には期待しない。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・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。

#### (2) 評価手法の概要

本評価は，島根原子力発電所に対する変圧器の火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第3.1.2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]*	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
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]	変圧器規模より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	変圧器から発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁，海水ポンプ，排気筒が想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

上記の評価指標は，受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。

※：油の液面火災では，火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが，本評価では保守的な判断を行うために，火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

#### (3) 評価対象範囲

2号炉周辺の屋外には，主変圧器，所内変圧器，起動変圧器が存在するが，貯蔵量の多い主変圧器を評価対象とする。

(4) 必要データ

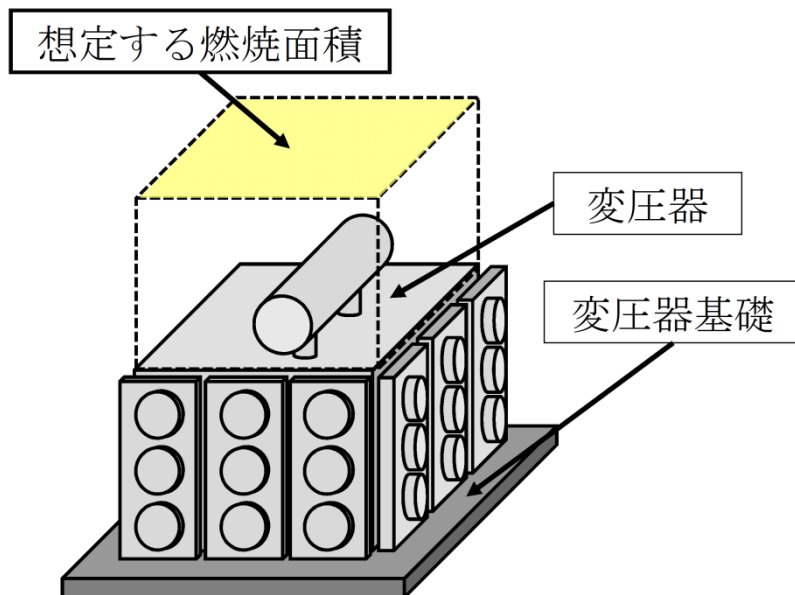
評価に必要なデータを以下に示す。

第3.1.2-2表 主変圧器火災影響評価に必要なデータ

データ種類	内容
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	燃焼する可燃物によって決まる係数 23×10 <sup>3</sup> [W/m <sup>2</sup> ] (重油) ※ <sup>1</sup>
主変圧器の投影面積[m <sup>2</sup> ] <sup>※2</sup>	4.2×8.5=35.7[m <sup>2</sup> ]
離隔距離[m]	主変圧器の中心からタービン建物までの離隔距離 8[m] 主変圧器の中心から海水ポンプまでの離隔距離 18[m] 主変圧器の中心から排気筒までの離隔距離 88[m]

※<sup>1</sup>：変圧器用の絶縁油はその元素成分に関する規格がないため、絶縁油の輻射発散度は物性の近い重油の値を使用する。

※<sup>2</sup>：第3.1.2-1図に変圧器の投影面積を示す。



第3.1.2-1図 主変圧器の投影面積

(5) 燃焼半径の算出

変圧器周りの防油堤には玉砂利が敷き詰められていること、及び漏えいした油は、装置下の防油堤内に滴下することから防油堤の全面火災が生じることは考えにくい。よって、変圧器本体の全面火災により円筒火炎を生じることとし、燃焼面積は変圧器の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径は変圧器の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S : \text{投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 35.7 [\text{m}^2]$$

$$R = (35.7 / \pi)^{0.5} = 3.37 [\text{m}]$$

(6) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数, L : 離隔距離, H : 火炎高さ, R : 燃焼半径

第3.1.2-3表 形態係数の算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	3.37		
離隔距離[m]	8	18	88
形態係数[-]	$1.85 \times 10^{-1}$	$6.01 \times 10^{-2}$	$2.82 \times 10^{-3}$

(7) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = R_f \times \phi$$

E : 輻射強度, R<sub>f</sub> : 輻射発散度,  $\phi$  : 形態係数

第3.1.2-4表 輻射強度の算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	$23 \times 10^3$		
形態係数[-]	$1.85 \times 10^{-1}$	$6.01 \times 10^{-2}$	$2.82 \times 10^{-3}$
火炎面積の 直径[m]	6.74		
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	$4.26 \times 10^3$	$1.39 \times 10^3$	$6.49 \times 10^1$

6条-別添4(外火)-1-添付6-22

(8) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

t : 燃焼継続時間[s], V : 燃料量[m<sup>3</sup>], R : 燃焼半径[m], v : 燃焼速度[m/s],  
M : 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s], ρ : 密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで, V=77[m<sup>3</sup>], M=0.035[kg/m<sup>2</sup>・s], ρ=1000[kg/m<sup>3</sup>]として, 燃焼継続時間を求めると,

$$v = 0.035/1000 = 3.50 \times 10^{-5}$$

$$t = 77 / (35.7 \times 3.50 \times 10^{-5}) = 17.12[\text{h}]$$

(出典) 質量低下速度, 密度 : NUREG-1805

(9) 評価結果

a. 建物外壁の温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容温度) については, 一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる 200°Cとする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間, 一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして, 下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より, コンクリートの表面の温度上昇を求め, コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果, 発電用原子炉施設外壁の表面温度は約 187°Cとなり, 許容温度を下回ることを確認した。

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

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

T<sub>0</sub> : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>], ε : コンクリートの表面の放射率[0.94]<sup>※1</sup>, h : コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>, k : コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>, ρ : コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>, c : コンクリート比熱[879J/kgK], t : 燃焼継続時間[s]

※1: 伝熱工学資料, ※2: 原子炉建物 構造計算書



b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 30℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

$T_0$  : 通常運転時の上昇温度 [22℃],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],

$A_T$  : 受熱面積 [10.93m<sup>2</sup>],  $G$  : 重量流量 [1.96kg/s],

$C_p$  : 空気比熱 [1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1: 伝熱工学資料

c. 排気筒の温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、排気筒鋼材の許容温度 325℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約 52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

$T_0$  : 初期温度 [50℃],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],

$\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率 [0.9]<sup>※1</sup>,  $h$  : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

(10) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、変圧器において火災が発生した場合を想定したとしても、許容限界温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

### 3.2 2号水素ガストレーラの火災影響評価について

2号炉へ水素を供給する水素ガストレーラの火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである（2号炉の運転中以外であれば、水素ガストレーラが発電所敷地内に配備されることはない）。

なお、水素ガストレーラの火災では、水素ガストレーラ保管庫の壁等により、2号炉の発電用原子炉施設は輻射熱を受けないことから爆発による影響評価のみとする。



第3.2-1図 水素ガストレーラと発電用原子炉施設の配置図

#### (1) 想定条件

- ・水素ガストレーラ設置場所にて水素ガストレーラが停車中に爆発を起こした場合を想定する。
- ・水素ガストレーラは水素ガスを満載した状態（最大積載量12,086m<sup>3</sup>）を想定する。
- ・燃料は水素とする。
- ・水素ガストレーラ設置場所での水素ガス漏えい、引火による水素ガストレーラの爆発を想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。

#### (2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する水素ガストレーラのガス爆発による影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

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。

6条-別添4（外火）-1-添付6-26

第3.2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
危険限界距離[m]	ガス爆発の爆風圧が10kPa以下になる距離

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は発電所構内で出火する水素ガストレーラとする。

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第3.2-2表 水素爆発の評価条件

データ種類	内容
水素のK値	コンビナート等保安規則第5条別表第二に掲げる値 K=2860000
貯蔵設備又は処理設備のW値	コンビナート等保安規則第5条貯蔵設備又は処理設備の区分に応じて次に掲げる数値 貯蔵設備：液化ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位トン）の数値の平方根の数値（貯蔵能力が一トン未満のものにあつては、貯蔵能力（単位 トン）の数値）、圧縮ガスの貯蔵設備のあつては貯蔵能力（単位 立方メートル）を当該ガスの常用の温度及び圧力におけるガスの質量（単位 トン）に換算して得られた数値の平方根の数値（換算して得られた数値が一未満のものにあつては、当該換算して得られた数値） 処理設備：処理設備内にあるガスの質量（単位 トン）の数値 W=1.042
離隔距離[m]	水素ガストレーラから発電用原子炉施設までの距離 約90[m]

(5) W値の算出

水素ガストレーラの最大積載量を貯蔵能力とし、W値を算出する。

積載量（貯蔵能力）＝1.085t

W＝1.042

(6) 危険限界距離の算出

次の式から危険限界距離を算出する。ここで算出した危険限界距離が水素ガストレーラと発電用原子炉施設の間に必要な離隔距離となる。

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

X：危険限界距離[m]，λ：換算距離 14.4[m・kg<sup>-1/3</sup>]，K：水素の定数，

W：設備定数，K＝2860000，W＝1.042 として，危険限界距離を求める。

X＝約 83[m]

(7) 爆発による影響評価結果

以上の結果から、水素ガストレーラにおいて爆発が発生した場合を想定したとしても、離隔距離（約 90m）が危険限界距離（約 83m）以上であることから、外部事象防護対象施設を内包する発電用原子炉施設に爆風圧による影響はないと判断する。

4. 構内危険物タンク等における延焼の危険性について

4.1 ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンクの火災

ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンク近傍で危険物を保管している設備はなく，現場作業に伴い「屋外の危険物保管」や「火気の使用」をする場合は，社内文書に基づき危険物や火気を管理した状態で取り扱っている。また，防火の観点から定期的なパトロール等にて現場の状況を確認している。

以上により，ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンクの火災を想定したとしても周囲の可燃物への引火の可能性は低いと評価する。

4.2 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の火災

4.2.1 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の延焼

可搬型重大事故等対処設備保管場所等（以下「保管場所等」という。）において，車両（可搬型重大事故等対処設備）の火災が起こったとしても周囲の車両に影響を及ぼさないことを評価するものである。

なお，保管場所及びアクセスルートの一部は防火帯に近接しているが，事故対応時の影響緩和のため，防火帯（約21m）に加え空地を設けることにより，当該箇所における森林火災時の放射熱強度は火線強度が最大となったケース1において最大でも1.6kW/m<sup>2</sup>以下となり，車両が延焼するような輻射強度ではない

ことを確認している。

※：石油コンビナート等防災アセスメント指針では、人が長時間さらされても苦痛を感じない放射熱強度を $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ としている。

(1) 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の火災の想定条件

- ・ 周囲への熱影響を考慮し、燃料積載量の大きい大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）の火災を想定する。
- ・ 燃焼する大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）からの輻射熱を受けやすくするため、タンクローリの走行用燃料タンクが向かい合う状態を想定する。
- ・ タンクローリの走行用燃料タンクの受熱面は、裏面を除く全ての面とし、表面以外の面は発熱源に最も近い表面と同等の輻射熱を受けるものとする。
- ・ 発熱側となる大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）は燃料を満載し、受熱側となるタンクローリ（車両用燃料タンク）は燃料量を $1/2$ とする（受熱側の熱容量を小さくすることにより、燃料の温度が上昇しやすい状態とする。）
- ・ 車両に積載している燃料は軽油とする。
- ・ タンクローリと異なり大容量の燃料タンクではないことから、大型送水ポンプ車のエンジン用燃料タンクの全面火災を想定する。
- ・ 大型送水ポンプ車は、2基（同容量）のエンジン用燃料タンクが近接した状態で配置されていることから、タンクの同時火災を想定する。
- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ 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。

(2) 評価対象範囲

評価対象範囲は、可搬型重大事故等対処設備の車両とする。発熱側は燃料積載量の最も大きい大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）、受熱側は熱容量の最も小さいタンクローリ（車両用燃料タンク）とすることにより、他の車両は本評価に包絡される。

(3) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第4.2.1-1表 大型送水ポンプ車及びタンクローリ火災影響評価に必要なデータ

データの種類	内容
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	燃焼する可燃物によって決まる定数 42×10 <sup>3</sup> [W/m <sup>2</sup> ] (軽油) <sup>1)</sup>
燃料タンクの投影面積[m <sup>2</sup> ]	大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) 2基分 0.54[m]×1.48[m]×2=1.6[m <sup>2</sup> ]
離隔距離[m]	大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) とタンクローリ (車両用燃料タンク) の最短距離 3[m]

1) 評価ガイド付属書Bより

(4) 燃焼半径の算出

大型送水ポンプ車の火災においては様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火災を生ずるものとする。ここでの燃焼面積は、エンジン用燃料タンク (2基) の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径 R[m]はエンジン用燃料タンク (2基) の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

$$S: \text{エンジン用燃料タンクの投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 1.6 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$R = (1.6 / \pi)^{0.5} = 0.71 \text{ [m]}$$

(5) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より,} \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料量[m<sup>3</sup>], R: 燃焼半径[m], v: 燃焼速度[m/s],  
M: 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s], ρ: 密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで、V=0.99[m<sup>3</sup>], ρ=918[kg/m<sup>3</sup>], M=0.044[kg/m<sup>2</sup>・s]として燃焼時間を求めると、

$$v = 0.044 / 918 = 4.79 \times 10^{-5} \text{ [m/s]}$$

$$t = 0.99 / (1.6 \times 4.79 \times 10^{-5}) = 3.60 \text{ [h]}$$

(6) 危険輻射強度の算出

大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) の火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でタンクローリ (車両用燃料タンク) が昇温されるものとして、下記の式より、燃料である軽油の温度 T が 225℃となる危険輻射強度を求める。

$$E_{max} = \frac{ThS_2 - hS_2T_{air} \left(1 - e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}\right) - hS_2T_0e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}}{\varepsilon S_1 \left(1 - e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}\right)}$$

$T_0$  : 初期温度[50°C],  $T$  : 許容限界温度[°C],  $T_{air}$  : 外気温度[°C],  $E$  : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 車両用燃料タンク表面の放射率[0.96]<sup>※1</sup>,  $h$  : 車両用燃料タンク表面熱伝達率[17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>,  $S_1$  : 車両用燃料タンク受熱面積[m<sup>2</sup>],  $S_2$  : 車両用燃料タンク放熱面積[m<sup>2</sup>],  $C$  : 車両用燃料タンク及び軽油の熱容量[8.39×10<sup>4</sup>J/K],  $t$  : 燃焼継続時間[s]

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

$$E=6,288 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

(7) 形態係数の算出

火炎からの任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。危険輻射強度となる形態係数を算出する。

$$E_{max} = R_f \times \phi$$

$E_{max}$  : 危険輻射強度,  $R_f$  : 輻射発散度,  $\phi$  : 形態係数

第 4.2.1-2 表 形態係数の算出結果

	タンクローリ (車両用燃料タンク)
危険輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	6.29×10 <sup>3</sup>
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	42×10 <sup>3</sup>
形態係数[-]	1.45×10 <sup>-1</sup>

(8) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

$\phi$  : 形態係数,  $L$  : 離隔距離[m],  $H$  : 火炎の高さ[m],  $R$  : 燃焼半径[m]

第 4.2.1-3 表 危険距離の算出結果

	タンクローリ (車両用燃料タンク)
形態係数[-]	1.45×10 <sup>-1</sup>
燃焼半径[m]	0.71
危険距離[m]	2.2



(9) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）において火災が発生した場合を想定したとしても、離隔距離（3m）が危険距離（2.2m）以上であることから、周囲の車両（可搬型重大事故等対処設備）に影響を及ぼすことはないと評価できる。

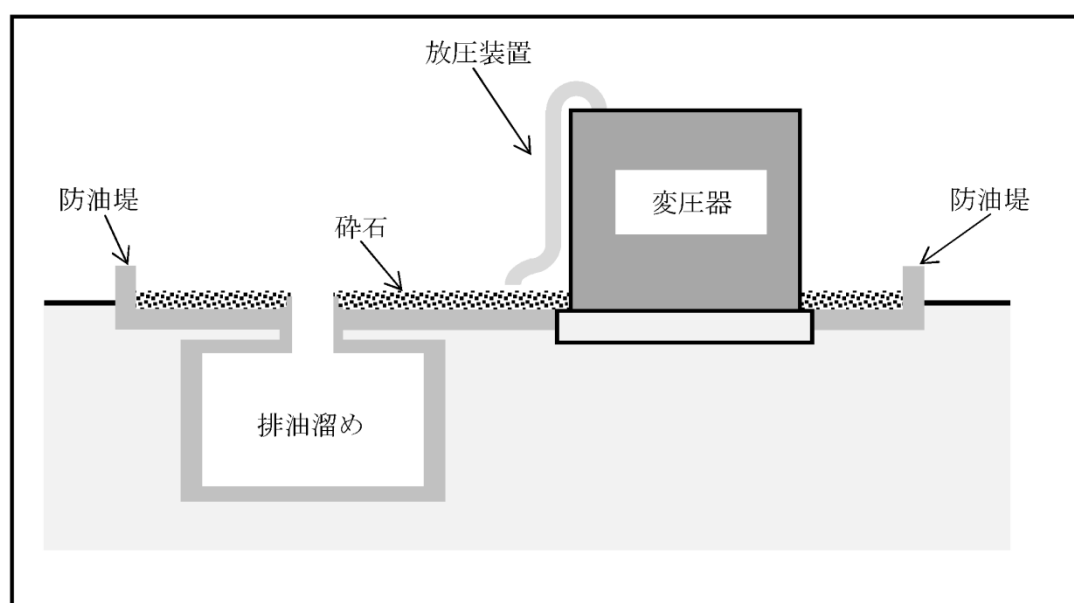
5. 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価

発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（原子炉建物大物搬入口扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する必要があるが、離隔距離、輻射強度等の関係から航空機墜落に伴う火災影響評価結果に包絡される。

## 変圧器の防火対策について

### 1. 変圧器の防火対策

- ・変圧器には、電気回路の異常を検知すると、瞬時に電源を自動的に切る保護機能が備わっている。
- ・金属筐体に覆われており、火災が発生する可能性は低い。
- ・万一油が漏れいした場合においても、地下の排油溜めに溜まる構造となっている。(第1図)



第1図 変圧器地下構造（防油堤及び排油溜め）

### 2. 変圧器火災の事故拡大防止対策

中越沖地震において、柏崎刈羽原子力発電所3号炉の所内変圧器での火花は、地盤の沈下による相対変位が主な原因であった。

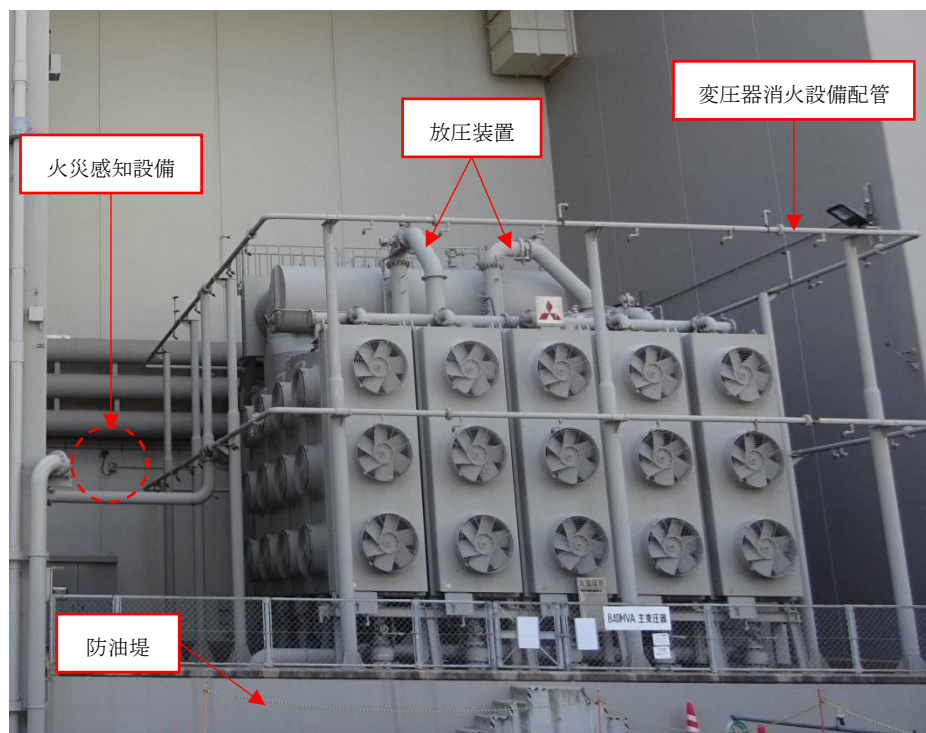
島根原子力発電所の2号炉主変圧器、2号炉所内変圧器、2号炉起動変圧器、3号炉補助変圧器、3号炉主変圧器及び3号炉所内変圧器は、基礎が岩盤又は地盤改良土に設置されていることから、地盤の沈下による相対変位は想定されないため、火災が発生する可能性は少ない

1号炉起動変圧器及び予備変圧器は、絶縁母線フレキシブル導体部の絶縁処理による火災の発生防止対策を実施している。

### 3. 変圧器火災の感知・消火設備

変圧器火災に備え、変圧器専用の火災感知設備及び消火設備（噴霧消火設備）を設置している。

なお、消火設備は、相対変位による損傷を防止するため、屋外消火配管をトレンチ化又は地上化している。変圧器の外観及び消火設備配管を第2図に示す。



第2図 変圧器外観

島根原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について

1. はじめに

本評価は、発電所敷地内への航空機墜落による火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

2. 航空機墜落による火災の影響評価

航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、民間航空機と軍用機（自衛隊機又は米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機墜落による火災影響の評価においては、第2-1表のとおり以下のカテゴリ毎に火災影響を評価する。（別紙7-1参照）

- ・ 計器飛行の飛行場での離着陸時における大型航空機の落下事故（以下「大型民間航空機（離着陸時）」という。）
- ・ 計器飛行のうち航空路を巡航中の落下事故及び有視界飛行の大型民間航空機の落下事故（以下「大型民間航空機」という。）
- ・ 有視界飛行の小型民間航空機の落下事故（以下「小型民間航空機」という。）
- ・ 自衛隊機又は米軍機の落下事故（別紙7-2参照）
  - a. 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（以下「空中給油機等」という。）
  - b. その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び小型回転翼機（以下「その他の機種」という。）

第2-1表 航空機の分類

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 <sup>注1</sup>	大型民間航空機 (離着陸時)
	航空路を巡航中 <sup>注2</sup>	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
自衛隊機 又は米軍機	訓練空域外を飛行中 <sup>注3</sup>	空中給油機等
		その他の機種
基地-訓練空域間往復時		— <sup>注4</sup>

注1：滑走路方向から±60°の範囲に発電所が位置する空港があり、各空港の最大離着陸距離が、発電所から各空港までの距離より大きい場合、評価対象とする。（別紙7-3）

注2：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、評価対象とする。（別紙7-4）

注3：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。（別紙7-5）

注4：発電所は基地-訓練空域間の往復想定範囲内に入らないため、評価対象外とする。（別紙7-5）

(1) 航空機墜落による火災の想定

- ・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。
- ・航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- ・航空機の落下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発電用原子炉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。
- ・航空機の落下によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・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。

第2-2表 燃料積載量が最大の機種

分類	航空機	選定理由
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
大型民間航空機	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
小型民間航空機	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
空中給油機等	KC-767 (空中給油機)	空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
その他の機種	F-15	その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定

(2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する航空機墜落による火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-3表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
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]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が10 <sup>-7</sup> [回/炉・年]以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

上記の評価指標は、受熱面が輻射体の底部と同一平面上にあると仮定して評価する。油の液面火災では、火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが、本評価では保守的な判断を行うために、火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

輻射熱に対する建物の危険輻射強度を調査し、輻射強度がその建物の危険輻射強度以下になるように発電用原子炉施設は危険距離（離隔距離）を確保するものとする。

### (3) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]以上になる範囲のうち、発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、島根原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を、「大型民間航空機（離着陸時）」、「大型民間航空機」、「小型民間航空機」、「空中給油機等」、「その他の機種」に分類し、それぞれの機種の落下確率の合計が10<sup>-7</sup> [回/炉・年]となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を以下のとおり算出する。

### (4) 標的面積の算出

#### a. 大型民間航空機（離着陸時）の標的面積の算出

飛行場での離着陸時における落下事故

$$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \phi_{d,a}(r, \theta)$$

$P_{d,a}$  : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

$N_{d,a}$  : 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

$A$  : 発電用原子炉施設の標的面積

(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km<sup>2</sup>)

$\phi_{d,a}(r, \theta)$  : 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (/km<sup>2</sup>)

$f d, a = D d, a / E d, a$  : 対象航空機の国内での離着陸時事故率  
(回/離着陸回)

$D d, a$  : 国内での離着陸時事故件数 (回)

$E d, a$  : 国内での離着陸回数 (離着陸回)

第2-4表 計器飛行方式民間航空機の落下確率 (飛行場での離着陸時)

パラメータ	号 炉	
	2 号炉	
飛行場	出雲空港	米子空港
発電所からの距離	約17km	約22km
滑走路方向に対する角度	約26°	約42°
最大離着陸距離 <sup>注1</sup>	約28km (約15 NM)	約43km (約23 NM)
$N d, a$ <sup>注2</sup>	13, 026	6, 080
$A$ <sup>注3</sup>	0. 02459	
$\phi d, a (r, \theta)$	$7. 02 \times 10^{-4}$	$2. 63 \times 10^{-4}$
$f d, a$ <sup>注4</sup>	$2/36, 378, 238 = 5. 50 \times 10^{-8}$	
$P d, a$	$1. 46 \times 10^{-8}$	

注1 : A I P J A P A N のアプローチチャートにより求めた。(別紙7-3)

注2 : 「暦年・年度別空港管理状況調書」(平成31年3月29日修正版 国土交通省)にある平成29年飛行場別着陸回数を離陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とする。

注3 : 離着陸時の標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の投影面積の合計値0.02459km<sup>2</sup>とする。(別紙7-6)

注4 : 「航空機落下事故に関するデータ(平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の計器飛行方式民間航空機の離着陸時事故件数を用いて算出する。

離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ(平成10~29年)」(令和元年12月原子力規制庁)の値。(別紙7-7)

以上より、

大型民間航空機(離着陸時)の落下確率  $P d, a$  が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A_1$  を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_1 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 1.46 \times 10^{-8} / 0.02459 \\ = 0.169 \text{ [km}^2\text{]}$$



b. 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出

(a) 大型民間航空機

①航空路を巡航中の落下事故

$$P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W$$

$P_c$  : 対象施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)

$N_c$  : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)

$A$  : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

$W$  : 航空路幅 (km)

$f_c = G_c / H_c$  : 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率  
(回 / (飛行回・km))

$G_c$  : 巡航中事故件数 (回)

$H_c$  : 延べ飛行距離 (飛行回・km)

第2-5表 計器飛行方式大型民間航空機の落下確率 (航空路を巡航中)

号 炉 パラメータ	2号炉	
対象航空路 <sup>注1</sup>	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
$N_c$ <sup>注2</sup>	365 (H30年データ)	186, 880 (H30年データ)
$A$ <sup>注3</sup>	0.01917	
$W$ <sup>注4</sup>	14	18.52
$f_c$ <sup>注5</sup>	$0.5 / 11,327,599,138 = 4.42 \times 10^{-11}$	
$P_c$	$8.56 \times 10^{-9}$	

注1 : A I P J A P A Nにより確認 (別紙7-4)。

注2 : 国土交通省航空局への問い合わせ結果 (ピークデイの値) (別紙7-8) を365倍した値。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 $0.01917\text{km}^2$ とする。  
(別紙7-6)

注4 : 航空路については, 「航空路の指定に関する告示」を参照。なお, RNAV航路については, 「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いる。(1NM=1.852kmとして換算)

注5 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁) の計器飛行方式民間航空機の巡航中事故件数を用いて算出する。巡航中事故件数は, 平成10年~平成29年の間で0件のため, 保守的に0.5件とする。

延べ飛行距離は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁) の値。(別紙7-7)

②有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$$

$P_v$  : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_v$  : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

$S_v$  : 全国土面積 ( $\text{km}^2$ )

$A$  : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

$\alpha$  : 対象航空機の種類による係数

第2-6表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	2号炉	
	大型 固定翼機	大型 回転翼機
$f_v$ <sup>注1</sup>	0.5/20=0.025	2/20=0.1
$S_v$ <sup>注2</sup>	372,969	
$A$ <sup>注3</sup>	0.01917	
$\alpha$ <sup>注4</sup>	1	
$P_v$	$6.43 \times 10^{-9}$	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の  
有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。大型固定翼機は、平成  
10年から平成29年の間で0件のため、保守的に0.5件とする。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)  
の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値  $0.01917 \text{ km}^2$ と  
する。(別紙7-6)

注4 : 「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」の値を用いる。

以上より、

大型民間航空機の落下確率  $P_c + P_v$  が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面  
積  $A_2$  を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_2 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / (8.56 \times 10^{-9} + 6.43 \times 10^{-9}) / 0.01917$$

$$= 0.127 [\text{km}^2]$$

(b) 小型民間航空機

有視界飛行方式民間航空機の墜落事故

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot \alpha$$

$P_V$  : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

$f_V$  : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

$S_V$  : 全国土面積 (km<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 対象航空機の種類による係数

第2-7表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	2号炉	
	小型 固定翼機	小型 回転翼機
$f_V$ <sup>注1</sup>	29/20=1.45	18/20=0.90
$S_V$ <sup>注2</sup>	372,969	
$A$ <sup>注3</sup>	0.01917	
$\alpha$ <sup>注4</sup>	0.1	
$P_V$	$1.21 \times 10^{-8}$	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁) の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁) による。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km<sup>2</sup> とする。(別紙7-6)

注4 : 「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」の値を用いる。

以上より,

小型民間航空機の落下確率  $P_V$  が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A_3$  を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_3 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 1.21 \times 10^{-8} / 0.01917 \\ &= 0.158 \text{ [km}^2\text{]} \end{aligned}$$

c. 自衛隊機及び米軍機の標的面積の算出

訓練空域外を飛行中の墜落事故

①空中給油機等

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率  $P_{so}$  を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

$P_{so}$  : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_{so}$  : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

$S_o$  : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 ( $\text{km}^2$ )

$A$  : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

第2-8表 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (空中給油機等)

パラメータ	号 炉	2号炉	
航空機種類		空中給油機等	
$f_{so}$ <sup>注1</sup>		自衛隊機 : 0.5/20=0.025	米軍機 : 1/20=0.05
$S_o$ <sup>注2</sup>		自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472
$A$ <sup>注3</sup>		0.01917	
$P_{so}$		$4.20 \times 10^{-9}$	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。自衛隊機は、平成10年から平成29年の間で0件であるが、保守的に0.5件とする。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値0.01917 $\text{km}^2$ とする。(別紙7-6)

以上より、

空中給油機等の落下確率  $P_{so}$  が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A_4$  を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_4 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 4.20 \times 10^{-9} / 0.01917 \\ &= 0.456 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

②その他の機種

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率  $P_{so}$  を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

$P_{so}$  : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_{so}$  : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

$S_o$  : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 ( $\text{km}^2$ )

$A$  : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

第2-9表 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (その他の機種)

パラメータ	号 炉	2号炉	
航空機種類	その他の機種		
$f_{so}$ <sup>注1</sup>	自衛隊機 : 9/20=0.45	米軍機 : 3/20=0.15	
$S_o$ <sup>注2</sup>	自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472	
$A$ <sup>注3</sup>	0.01917		
$P_{so}$	$3.70 \times 10^{-8}$		

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成10~29年)」(令和元年12月 原子力規制庁)の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値0.01917 $\text{km}^2$ とする。(別紙7-6)

以上より,

その他の機種の落下確率  $P_{so}$  が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積  $A_5$  を計算すると以下のとおりとなる。

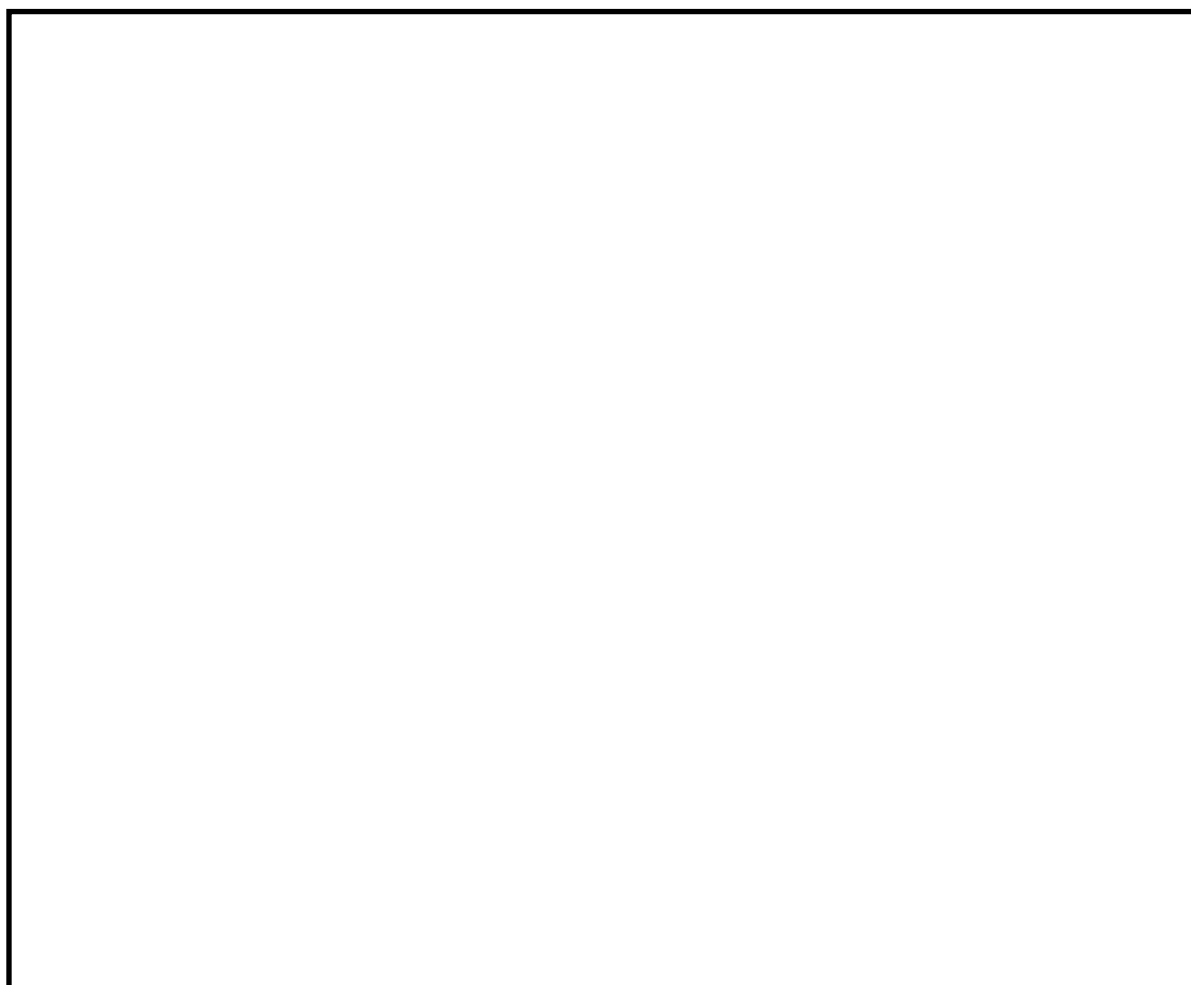
$$\begin{aligned} A_5 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 3.70 \times 10^{-8} / 0.01917 \\ &= 0.051 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

(5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出

(4)で求めたそれぞれの面積が、評価対象となる発電用原子炉施設（原子炉建物及び制御室建物等）外壁面から等距離の離隔をとった場合の標的面積と等しくなる距離を離隔距離L[m]とし、離隔距離Lを算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第2-1図に示す。

第2-10表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果

項目	大型 民間航空機 (離着陸時)	大型 民間航空機	小型 民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
				空中給油機等	その他の機種
対象航空機	B747-400	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15
離隔距離 L [m]	136	107	129	284	37

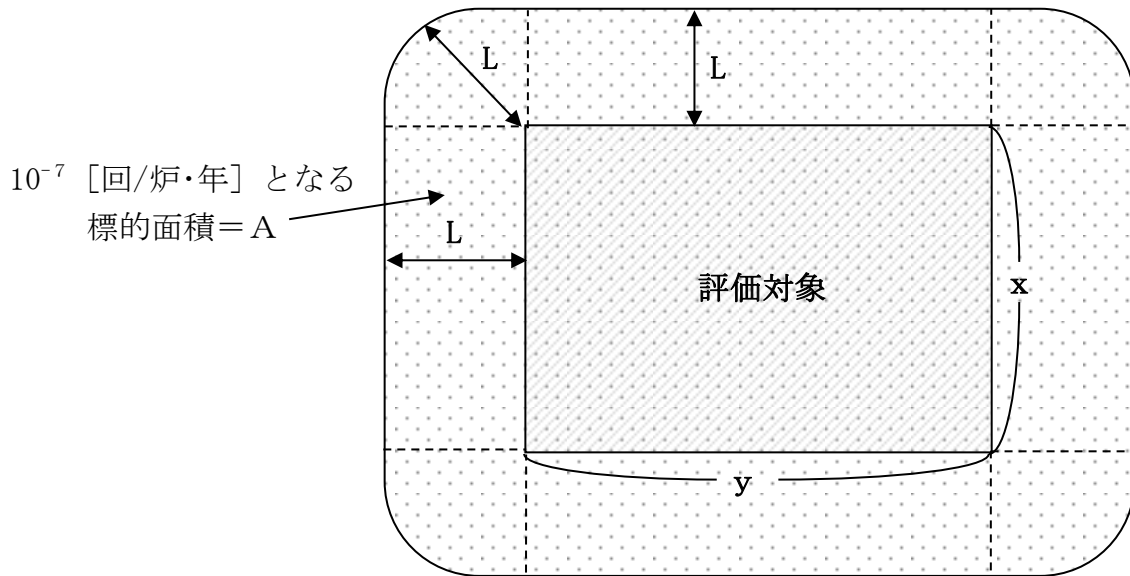


第2-1図 各航空機の落下位置

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。

6条-別添4(外火)-1-添付7-10

$10^{-7}$  [回/炉・年] となる標的面積の考え方は、以下のとおり。



第2-2図 標的面積の考え方

$$A = x y + \pi L^2 / 4 \times 4 + 2 (L x + L y)$$

$$\pi L^2 + 2 L (x + y) + x y - A = 0$$

2次方程式の解の公式より、以下の式となる。

$$L = \left( - (x + y) + \sqrt{ (x + y)^2 - \pi (x y - A) } \right) / \pi$$

(6) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。なお、温度評価については、原子炉建物外壁面、排気筒、海水ポンプの温度評価を実施する。また、第 2-11 表に示すとおり、小型民間航空機は大型民間航空機と比べ燃料タンク面積が小さいこと、大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ離隔距離が遠いことから大型民間航空機の評価に包絡される。

第2-11表 航空機火災影響評価に必要なデータ

項目	大型民間 航空機 (離着陸時)	大型 民間 航空機	小型民間 航空機	自衛隊機又は米軍機	
				空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400		Do228-200	KC-767	F-15
燃料の種類	JET A-1		JET A-1	JP-4	JP-4
燃料量[m <sup>3</sup> ]	216.84		2.386	145.04	14.87
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	5.0×10 <sup>4</sup>		5.0×10 <sup>4</sup>	5.8×10 <sup>4</sup>	5.8×10 <sup>4</sup>
燃焼速度[m/s]	4.64×10 <sup>-5</sup>		4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
燃料タンク面積[m <sup>2</sup> ]	700		32	405.2	44.6
発電用原子炉施設 からの距離[m]	136	107	129	284	37

(7) 燃焼半径の算出

航空機墜落による火災は、その状況によって、様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象とした航空機燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出する。

$$R = (S / \pi)^{0.5}$$

R:燃焼半径[m], S:燃料タンク投影面積[m<sup>2</sup>] (火炎円筒の底面積)

第2-12表 燃焼半径の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料タンク面積[m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6
燃焼半径[m]	14.93	11.36	3.77



(8) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

Φ:形態係数, L: 離隔距離[m], H:火炎高さ[m], R:燃焼半径[m]

第 2-13 表 形態係数の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
燃焼半径[m]	14.93	11.36	3.77
離隔距離[m]	107	284	37
形態係数	$3.67 \times 10^{-2}$	$3.12 \times 10^{-3}$	$2.01 \times 10^{-2}$

(9) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E:輻射強度, Rf:輻射発散度, Φ:形態係数

第2-14表 輻射強度の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	$5.0 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$	$5.8 \times 10^4$
形態係数	$3.67 \times 10^{-2}$	$3.12 \times 10^{-3}$	$2.01 \times 10^{-2}$
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	1,836.3	181.1	1,167.4

(10) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}, \quad v = \frac{M}{\rho} \quad \text{より}, \quad t = \frac{V \times \rho}{\pi R^2 \times M}$$

v:燃焼速度[m/s], M:質量低下速度[kg/(m<sup>2</sup>・s)], ρ:燃料密度[kg/m<sup>3</sup>],  
t:燃焼継続時間[s], V:燃料量[m<sup>3</sup>], R:燃焼半径[m]

第 2-15 表 燃焼継続時間の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
燃料量[m <sup>3</sup> ]	216.84	145.04	14.87
燃焼面積[m <sup>2</sup> ]	700	405.2	44.6
燃焼速度[m/s]	4.64×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>
質量低下速度 [kg/(m <sup>2</sup> ・s)]	0.039	0.051	0.051
燃料密度[kg/m <sup>3</sup> ]	840	760	760
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39

※出典については、参考資料 7-1 参照

(11) 評価結果

a. 建物外壁の耐火性能評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる 200℃※とする。

※: 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) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。

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

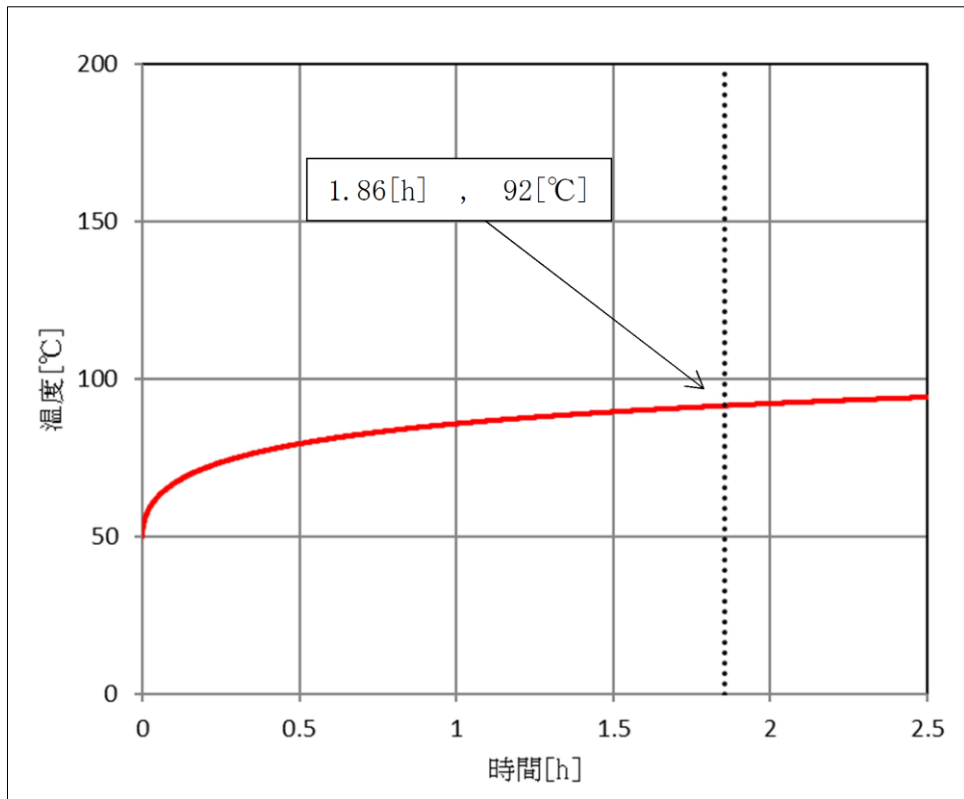
出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人 日本建築センター

$T_0$ ：初期温度[50℃]， $E$ ：輻射強度[W/m<sup>2</sup>]， $\varepsilon$ ：コンクリートの表面の放射率[0.94]<sup>※1</sup>， $h$ ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>， $k$ ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]<sup>※2</sup>， $\rho$ ：コンクリート密度[2,200kg/m<sup>3</sup>]<sup>※2</sup>， $c$ ：コンクリート比熱[879J/kgK]<sup>※2</sup>， $t$ ：燃焼継続時間[s]

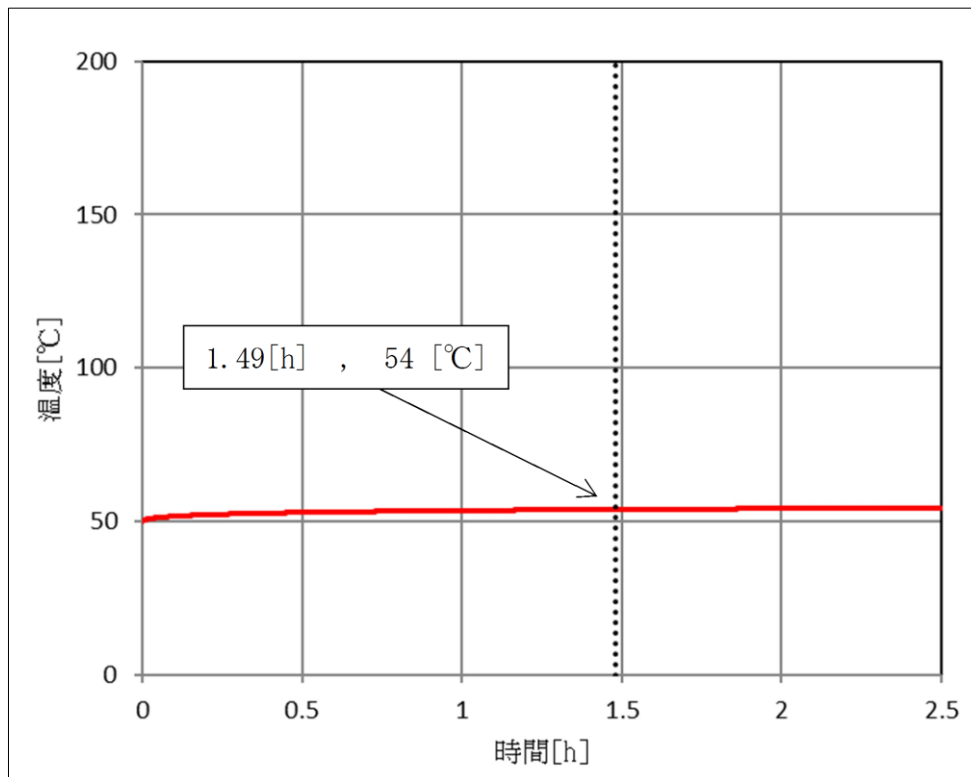
※1:伝熱工学資料，※2:原子炉建物構造計算書

第2-16表 外壁面の温度評価結果

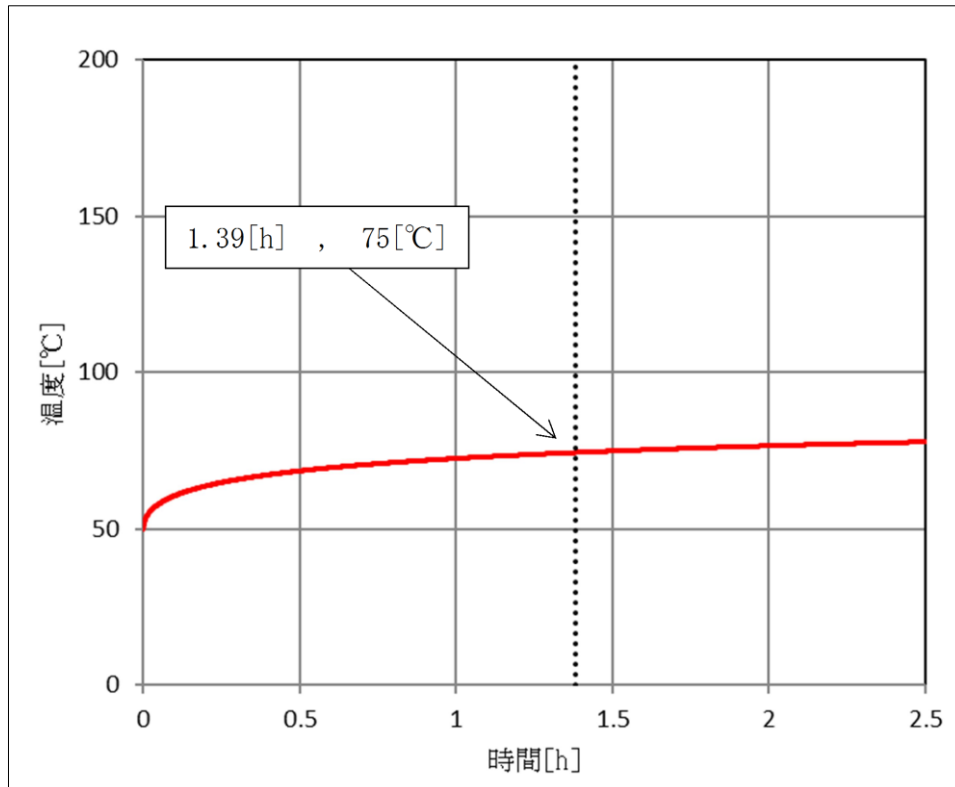
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	1,836.3	181.1	1,167.4
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39
表面温度[℃]	92	54	75



第2-3図 外壁面温度推移 (大型民間航空機)



第2-4図 外壁面温度推移 (空中給油機等)



第2-5図 外壁面温度推移（その他の機種）

b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）は、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であることを確認する。

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

$T_0$  : 通常運転時の上昇温度 [22℃],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],

$A_T$  : 受熱面積 [10.93m<sup>2</sup>],  $G$  : 重量流量 [1.96kg/s],

$C_p$  : 空気比熱 [1007J/(kg・K)]<sup>※1</sup>

※1 : 伝熱工学資料

第 2-17 表 海水ポンプの温度評価結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	1,836.3	181.1	1,167.4
評価温度 [℃]	33	24	29

c. 排気筒の温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）は、鋼材の許容限界温度 325℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、排気筒の温度が許容温度以下であることを確認する。

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

$T_0$  : 初期温度 [50℃],  $E$  : 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 排気筒表面の放射率 [0.9]<sup>※1</sup>,

$h$  : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

第2-18表 排気筒の温度評価結果

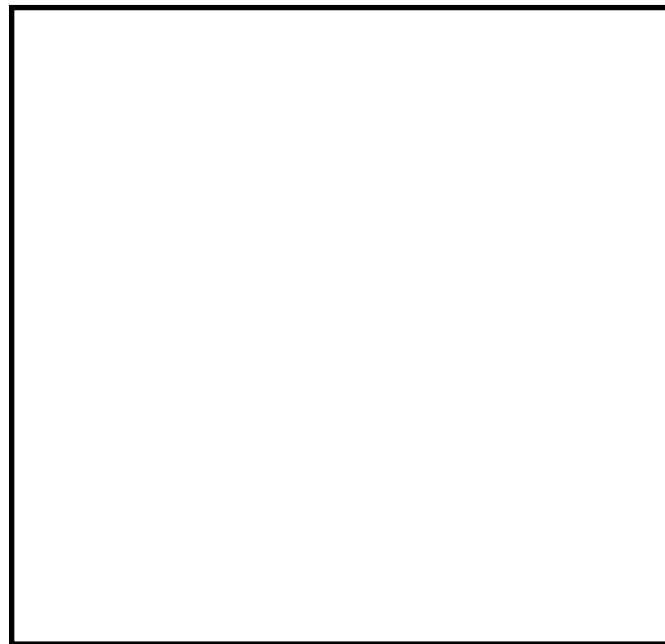
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	1, 836. 3	181. 1	1, 167. 4
表面温度 [°C]	99	55	81

(12) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳

a. 重畳する危険物タンクの選定

航空機墜落による火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。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施設位置を第 2-6 図に示す。航空機落下位置を踏まえると、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、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を考慮し熱影響評価を実施する。

なお、航空機落下位置は、航空機墜落による火災の影響が最も厳しくなるよう落下確率が  $10^{-7}$  [回/炉・年] となる位置とし、また、想定する航空機は、燃料積載量・燃料タンク投影面積が大きい B747-400 とする。



第2-6図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置

b. 原子炉建物に対する影響評価

(a) 原子炉建物の外壁面温度評価

評価に必要なデータは以下のとおり。

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。

第2-19表 ガスタービン発電機用軽油タンク火災影響評価に必要なデータ

項目	大型民間航空機	敷地内危険物施設
	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
燃料の種類	JET A-1	軽油
燃料量[m <sup>3</sup> ]	216.84	560
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	50×10 <sup>3</sup>	42×10 <sup>3</sup>
燃焼速度[m/s]	4.64×10 <sup>-5</sup>	4.79×10 <sup>-5</sup>
燃料面積[m <sup>2</sup> ]	700	302.7
原子炉建物からの距離[m]	107	329
燃焼継続時間[h]	1.86	10.73

次の式から形態係数を算出した。

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

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

Φ:形態係数, L: 離隔距離[m], H:火炎高さ[m], R:燃焼半径[m]

第 2-20 表 形態係数の算出結果

項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
離隔距離[m]	107	329
燃焼半径[m]	14.93	9.82
形態係数	3.67×10 <sup>-2</sup>	1.73×10 <sup>-3</sup>

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E:輻射強度, Rf:輻射発散度, Φ:形態係数



第2-21表 輻射強度の算出結果

項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
輻射発散度[W/m <sup>2</sup> ]	50×10 <sup>3</sup>	42×10 <sup>3</sup>
形態係数	3.67×10 <sup>-2</sup>	1.73×10 <sup>-3</sup>
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	1,836.3	72.8

ここで重量を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時にガスタービン発電機用軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が落下後時間をおいてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、各ケースについて評価を実施する。

ケース1：航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に発生する場合

ケース2：航空機の燃料が半分となった時点でガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合

ケース3：航空機火災が終了直後にガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合

航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に延焼する場合の輻射強度Eは、以下のとおり。

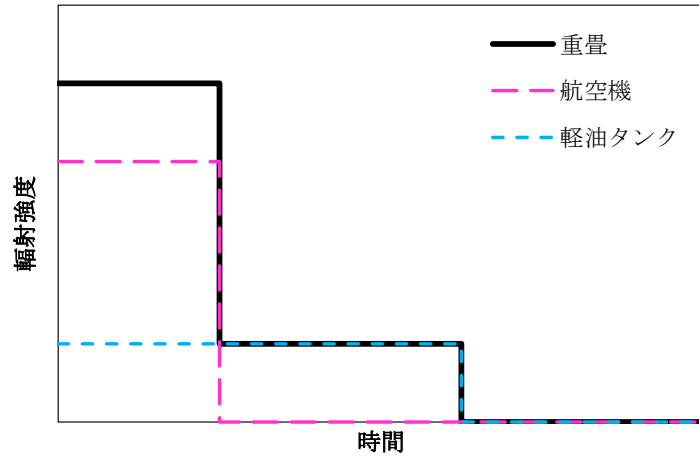
$$E = 1,836.3 + 72.8$$

$$= 1,909.1 [\text{W/m}^2]$$

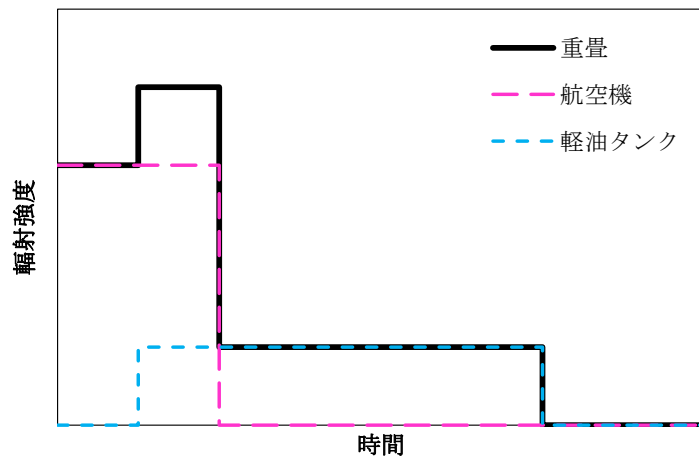
航空機が落下後時間をおいてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合の最大の燃焼継続時間tは、以下のとおり。

$$t = 1.86 + 10.73$$

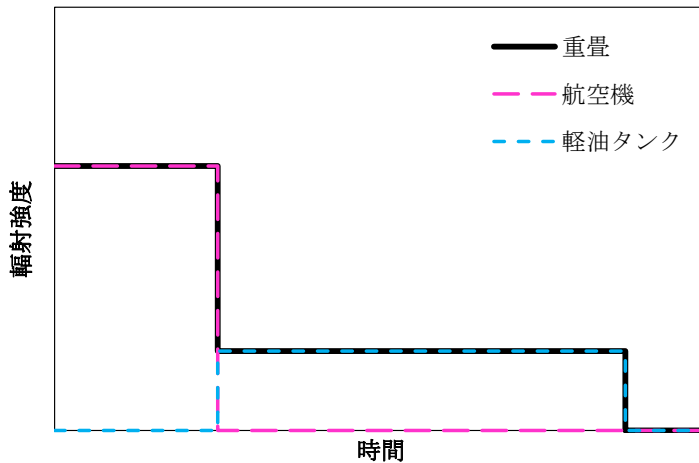
$$= 12.59 [\text{時間}]$$



(ケース 1)



(ケース 2)



(ケース 3)

第2-7図 重畳を考慮した場合の輻射強度及び燃焼継続時間の関係

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T:温度, t:時刻, x:建物壁内における外壁面からの距離,  $\kappa$ :熱拡散率

第2-22表 原子炉建物外壁の温度評価結果

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	1,909.1(最大)	1,909.1(最大)	1,836.3(最大)
燃焼継続時間[h]	10.73	11.66	12.59
表面温度[°C]	110	109	108

評価の結果、表面温度は最大110°Cとなり、許容限界温度を下回ることから、熱影響はない。

(13) 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価

発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する。

a. 評価対象範囲

評価対象は、発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器のうち、外部火災の熱影響を受ける以下の機器とする。

- ・扉
- ・ルーバ（空調換気系の給・排気口）
- ・配管貫通部
- ・ブローアウトパネル

なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も影響を受ける位置（開口面積が大きく、火災源に近く、機器本体だけでなく建物内部へ熱影響が及ぶ可能性のある位置にあるもの）を評価対象とする。

b. 扉の火災影響評価

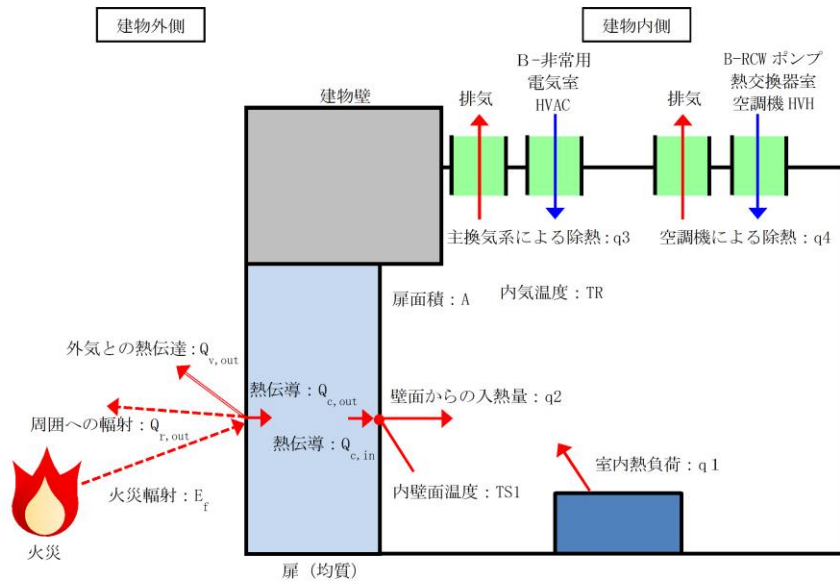
(a) 評価対象

扉のうち、原子炉建物外壁面の設置状況を踏まえて、扉内側の機器の設置状況を考慮し、最も熱影響を受ける位置(開口面積が大きく、火災源に近く、機器本体だけでなく建物内部へ熱影響が及ぶ可能性のある位置)にある原子炉補機冷却水ポンプ及び熱交換器が設置されている部屋の外扉を評価対象とする。

(b) 想定条件

- ・扉の構造材(均質体)は、保守的に、扉外面の最も熱影響を受けやすい金属とする。
- ・火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとする。

以下に概念図を示す。



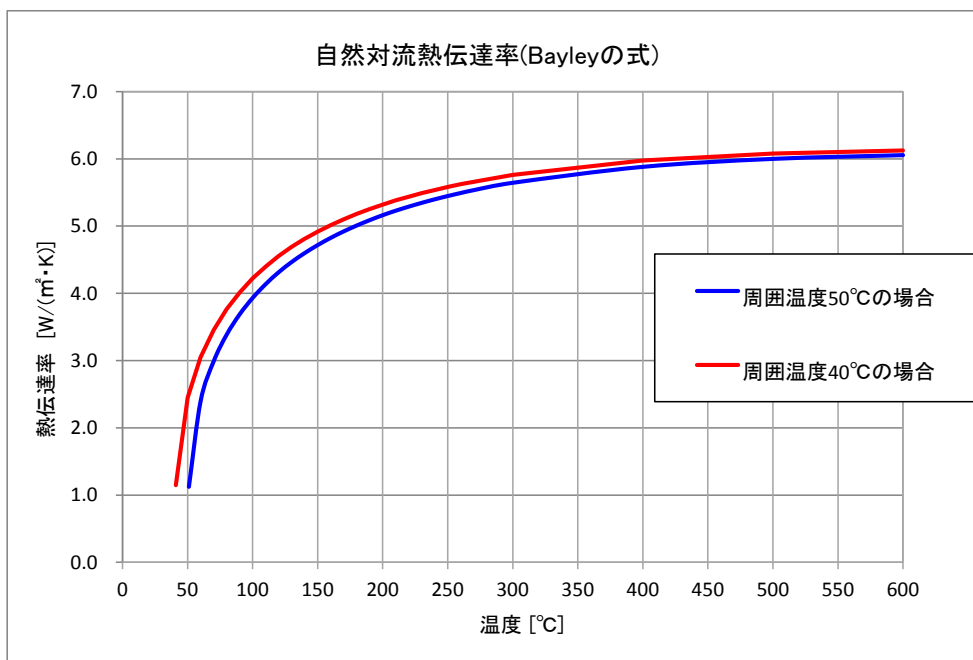
第2-8図 評価方法(概念図)

(c) 必要データ

評価に必要なパラメータを示す。

第2-23表 航空機火災影響評価に必要なパラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50	日射の影響を考慮し設定
内気温度[°C]	40	設計室温
壁面熱伝達率[W/m <sup>2</sup> K]	第 2-9 図参照	周囲温度 40°C 及び 50°C の場合の自然対流熱伝達率 (Bayley の式)
扉の熱伝導率[W/mK]	45.1	鋼材の熱伝導率
扉厚[m]		—
外面放射率[—]	0.9	伝熱工学資料第 5 版
内面放射率[—]	0	輻射放熱はゼロとする
熱拡散率[m <sup>2</sup> /s]	$1.2494 \times 10^{-5}$	鋼材の熱拡散率
シュテファン・ボルツマン定数[W/(m <sup>2</sup> ・K <sup>4</sup> )]	$5.67 \times 10^{-8}$	伝熱工学資料第 5 版



第2-9図 熱伝達率 (自然対流熱伝達率Bayleyの式 (40°C及び50°C))

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。

(d) 評価結果

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外壁及び内壁面温度を求める。

$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

T:温度, t:時刻, x:建物壁内における外壁面からの距離,  $\kappa$ :熱拡散率

外壁及び内壁面温度上昇に伴う熱負荷は次式で計算される。

$$q_2 = \alpha_1 \times A \times (TS_1 - TR)$$

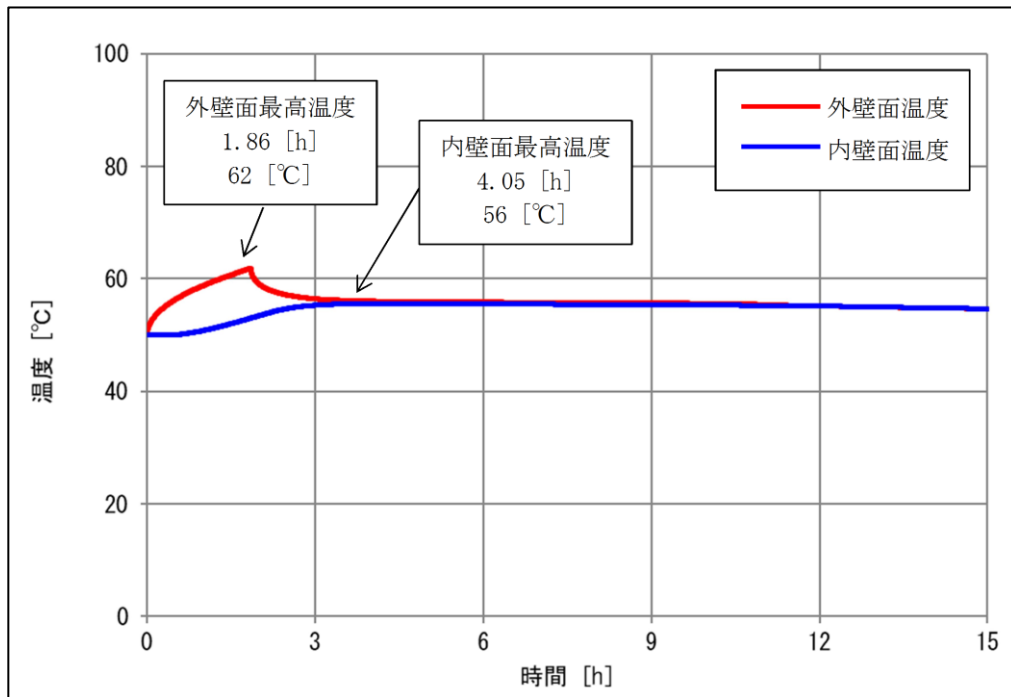
$q_2$ :壁面からの入熱量[W],  $\alpha_1$ :内壁面熱伝達率[W/m<sup>2</sup>K], A:扉面積[m<sup>2</sup>],  
TS1:内壁面温度[°C], TR:内気温度[°C]

内気温度は、火災による内壁面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び空調換気系による除熱を考慮し、次式で求める。

$$q_1 + q_2 = q_3 + q_4$$

$q_1$ :室内熱負荷[W],  $q_2$ :壁面からの入熱量[W],  
 $q_3$ :主換気系による除熱[W],  $q_4$ :空調機による除熱[W]

以下に評価結果を示す。



第2-10図 外壁及び内壁面温度

第2-24表 建物内気温度の評価結果

項目	危険物タンクと航空機の重畳
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	1,909.1 (最大)
燃焼継続時間[h]	10.73
外壁面温度[°C]	62
内壁面温度[°C]	56
内気温度[°C]	40
許容温度[°C]	45

c. ルーバの火災影響評価について

(a) 評価対象

ルーバのうち、火災源から最も近く、輻射強度が最も大きくなる原子炉建物外壁のルーバを対象とする。

(b) 想定条件

火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとする。

(c) 判断の考え方

ルーバの許容温度は、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°Cとする。

(d) 評価結果

一定の輻射強度でルーバが昇温されるものとして、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式によりルーバ表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。

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

$T_0$  : 初期温度[50°C],  $E$  : 輻射強度[1,909.1W/m<sup>2</sup>],  $\varepsilon$  : 吸収率[0.9]<sup>※1</sup>,  
 $h$  : 熱伝達率[17W/m<sup>2</sup>K]<sup>※2</sup>

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

評価結果を第 2-25 表に示す。

対象のルーバ表面の最大温度を求め、許容温度以下であることを確認したことから、ルーバの強度への影響はない。

また、ルーバの変形の有無にかかわらず、安全上支障のない期間に点検を行いルーバの使用に問題があると判断される場合には、交換等の措置が可能

である。なお、ルーバ内側には熱影響を受ける機器等がなく、航空機火災時は、熱気流を考慮し、状況に応じて空調の停止措置等を講じることから、建物内への影響はない。

第2-25表 ルーバの評価温度

想定火災源	評価温度[°C]	許容温度[°C]
危険物タンクと航空機の重畳	101	325

d. 配管貫通部の火災影響評価について

配管貫通部は、モルタル等による穴仕舞を行っており、建物外壁の火災影響評価に包絡される。

e. ブローアウトパネルの火災影響評価について

ブローアウトパネルは、原子炉建物北側に2箇所設置されているが離隔距離が原子炉建物外壁面の扉より遠いことから、扉の火災影響評価に包絡される。

f. まとめ

評価の結果、内気温度は40°Cとなり、室内の許容温度を下回ることから、熱影響はないと評価する。

(14) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、航空機墜落による火災が発生した場合を想定したとしても、外壁面の温度が許容限界温度を超えないこと及び内気温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないとはないと評価する。



第1表 評価対象航空機の種類

(「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」より抜粋，加筆)

		民間航空機		自衛隊機， 在日米軍機
		計器飛行方式	有視界飛行方式	
固定翼 (ジェット旅客機等)	大型機	定期便：評価対象 (例) 大型旅客機 (B747, B777 等)	定期便：該当なし	評価対象 自衛隊機 (F-4EJ 改, F-15 等) 在日米軍機 (F-16, F/A-18 等)
		不定期便：評価対象外 (注1)	不定期便：評価対象 (例) 海上保安庁のパトロール機 (ビーチクラフト 90 型等) 民間の社有機等 (三菱式 MU-300 型等)	
	小型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (T-1 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 本土-離島間コミュータ (DHC-6, BN-2 等) 軽飛行機 (セスナ 172 等)	
回転翼 (ヘリコプター)	大型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (MH-53 等) 在日米軍機 (CH-53 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 資材輸送等 (ベル 214B, AS332 等)	
	小型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (OH-6 等) 在日米軍機 (UH-1 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 離島間コミュータ (SA365 等) 資材輸送，緊急医療，報道用等 (アエロパシアル AS350, 川崎 BK117)	

(注1) 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機の不定期便は，定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから，評価対象外とする。

(注2) 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については，定期航空運送事業者の登録機数の割合から，運航頻度が大型機の定期便の数%であると判断できることから，評価対象外とする。

(注3) 小型固定翼機及び回転翼機の不定期便については，リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが，原則，有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから，本基準では全て有視界飛行方式として評価する。

<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">□</span> : 大型民間航空機 (離着陸時)	<span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">□</span> : 自衛隊又は米軍機 (空中給油機等)
<span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">□</span> : 大型民間航空機	<span style="border: 1px solid orange; padding: 2px;">□</span> : 自衛隊又は米軍機 (その他の機種)
<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">□</span> : 小型民間航空機	

## 自衛隊機又は米軍機の用途による分類について

自衛隊機又は米軍機の落下事故には、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故」と「基地－訓練空域間往復時の落下事故」が含まれるが、島根原子力発電所は基地と訓練空域間の往復範囲内にないため、「基地－訓練空域間往復時の落下事故」は考慮していない。

以下に自衛隊機又は米軍機の落下事故による火災影響を評価する機種のカテゴリについて整理する。分類にあたっては、代表として自衛隊機の主要な機種のデータを用いることとした。

## (1) 訓練空域外を飛行中の落下事故

主要航空機（大型固定翼機）の用途等を以下に示す。

所属	機種	用途	寸法(m)		燃料量(m <sup>3</sup> )
			全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-2	連絡偵察	14	18	約 2
海上自衛隊	P-3C	哨戒	36	30	約 35
航空自衛隊	F-15J/DJ	戦闘	19	13	約 15
	F-4EJ	戦闘	19	12	約 12
	F-2A/B	戦闘	16	11	約 11
	RF-4E/EJ	偵察	19	12	約 13
	C-1	輸送	29	31	約 21
	C-130H	輸送	30	40	約 37
	KC-767	空中給油・輸送	49	48	約 145
	KC-130H	空中給油機能付加	30	40	約 37
	E-2C	早期警戒	18	25	約 7
E-767	早期警戒管制	49	48	約 91	

用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。

用途を飛行形態で整理すると、「空中給油」及び「早期警戒」については、高高度の巡航を行うものと考えられる。また、「哨戒」及び「輸送」については、目的地での低高度での飛行が考えられるものの、移動は高高度の巡航を行うものと考えられる。ここで目的地としては、「哨戒」が海上、「輸送」が基地あるいは空港であることから、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。

したがって、自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、訓練空域外を飛行中の落下事故で考慮するカテゴリを、以下のとおり整理した。なお、大型輸送ヘリコプターCH-47の燃料積載量は約4m<sup>3</sup>であることから、回転翼機は大型固定翼機の評価に包含される。

カテゴリ	用途	該当する航空機	寸法		燃料量(m <sup>3</sup> )
			全長	全幅	
空中給油機等	「空中給油」、「早期警戒」、「哨戒」、「輸送」を用途とする大型固定翼機	P-3C	36	30	約 35
		C-1	29	31	約 21
		C-130H	30	40	約 37
		KC-767	49	48	約 145
		KC-130H	30	40	約 37
		E-2C	18	25	約 7
		E-767	49	48	約 91
その他の機種	「戦闘」、「連絡偵察」、「偵察」等を用途とする大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	LR-2	14	18	約 2
		F-15J/DJ	19	13	約 15
		F-4EJ	19	12	約 12
		F-2A/B	16	11	約 11
		RF-4E/EJ	19	12	約 13

## (2) 想定する航空機について

(1) による分類により、ガイドに基づき積載燃料量の最大の機種として、空中給油機等としてはKC-767、その他の機種としてはF-15を想定する航空機として選定している。

燃料量については、燃焼継続時間を算出する際に必要であり、燃料量が多い方が保守的な評価となる。

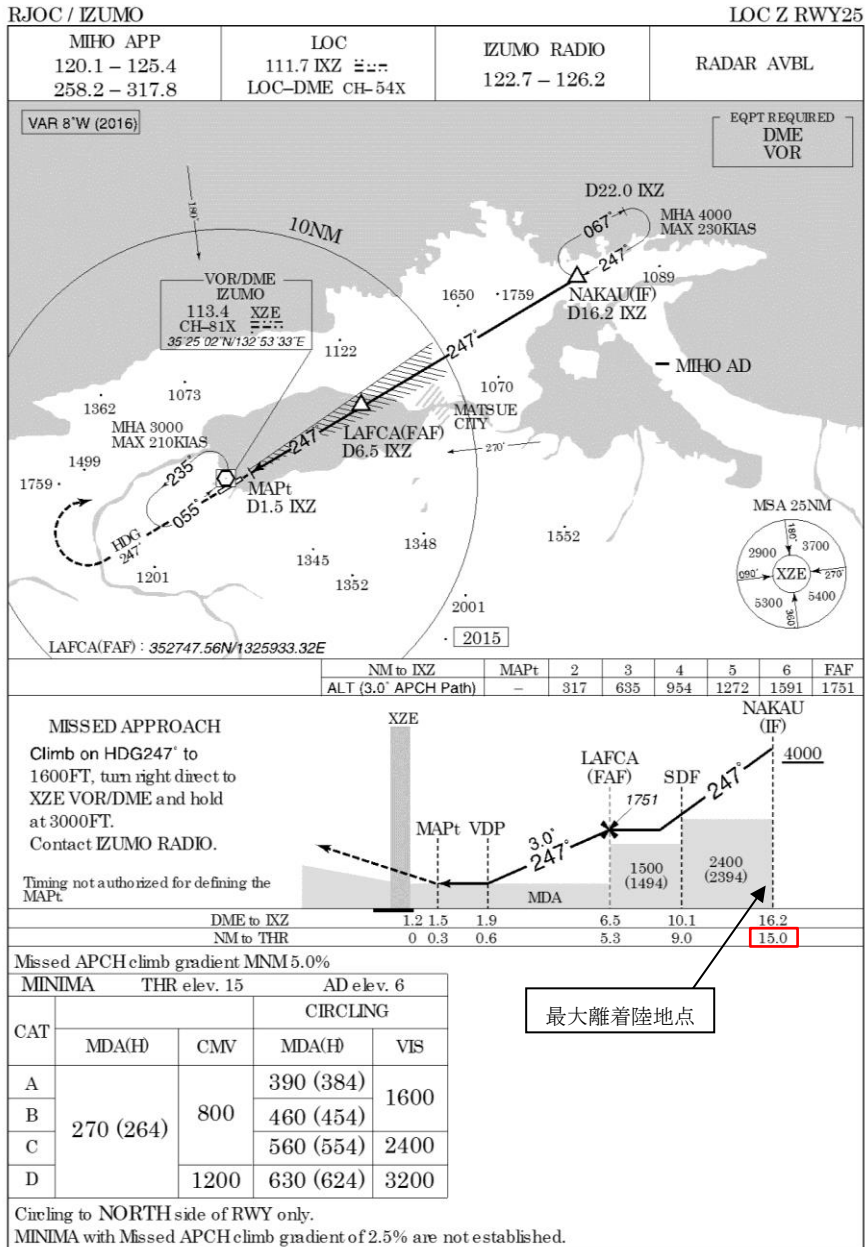
## 島根原子力発電所付近の空港と発電所との距離について

発電所名	空港名	発電所との 距離 <sup>注1</sup>	空港と空港 の最大離着 陸地点まで の距離 <sup>注2</sup>	判定	備考
島根 原子力発電所	出雲空港	約 17km	約 28km (約 15NM)	対象	第 1 図
	米子空港	約 22km	約 43km (約 23NM)	対象	第 2 図

注 1 : 施設と空港の経度, 緯度より計測した。

注 2 : 航空路誌 (A I P) を参照した。

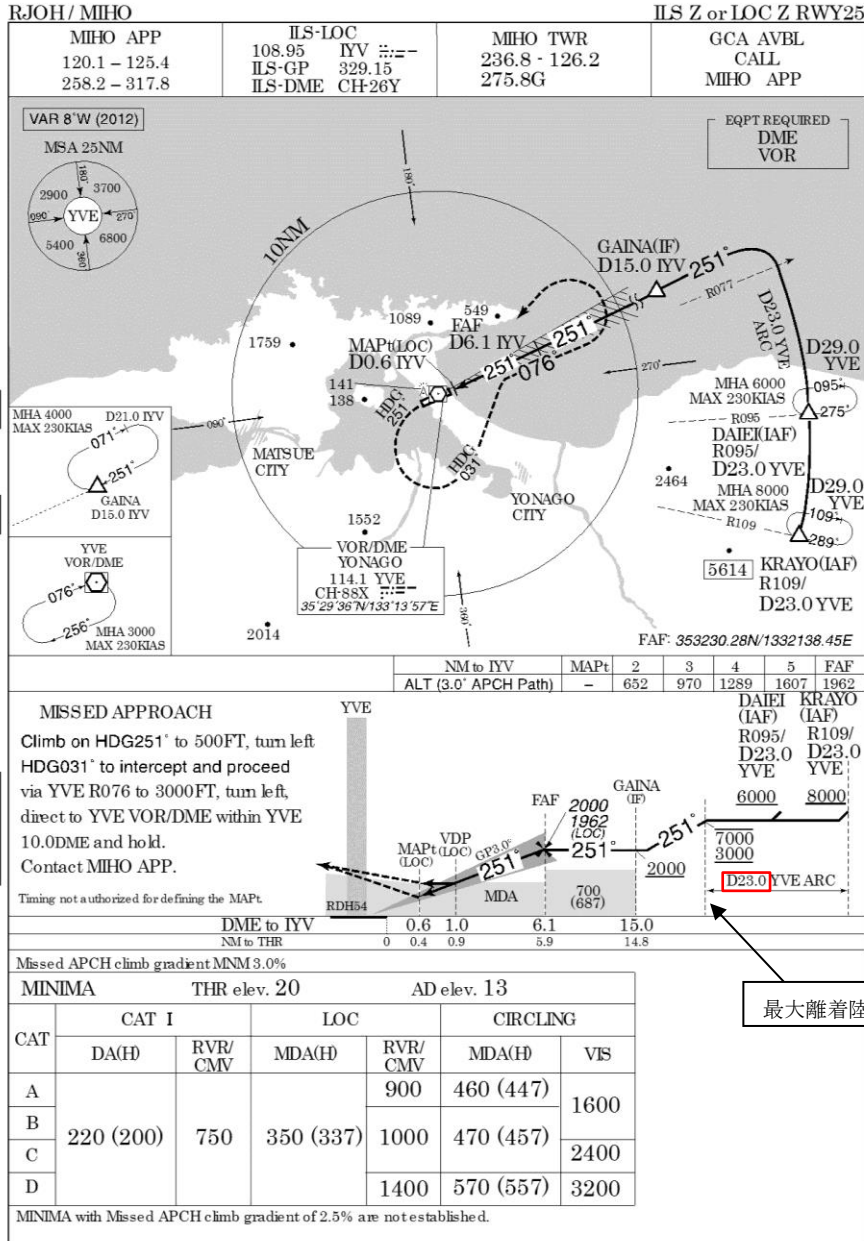
INSTRUMENT APPROACH CHART



第1図 出雲空港の最大離着陸地点

A I P より抜粋

INSTRUMENT APPROACH CHART



第2図 米子空港の最大離着陸地点

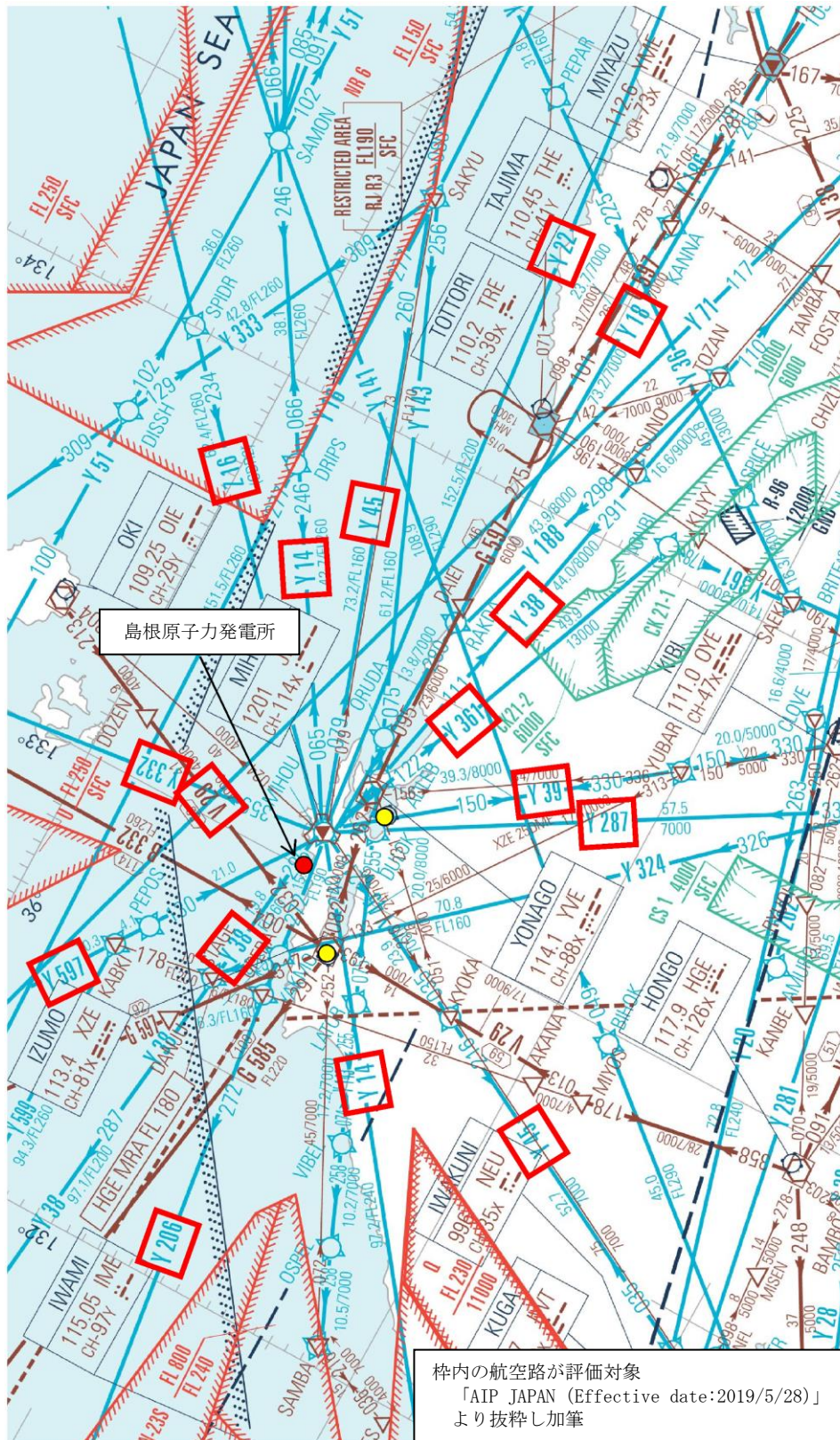
AIPより抜粋

## 島根原子力発電所上空の評価対象航空路等

号炉	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 <sup>注1</sup>	片側の航空路幅 <sup>注2</sup>	判定	備考
2号炉	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	第1図
	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y45(MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	第1図

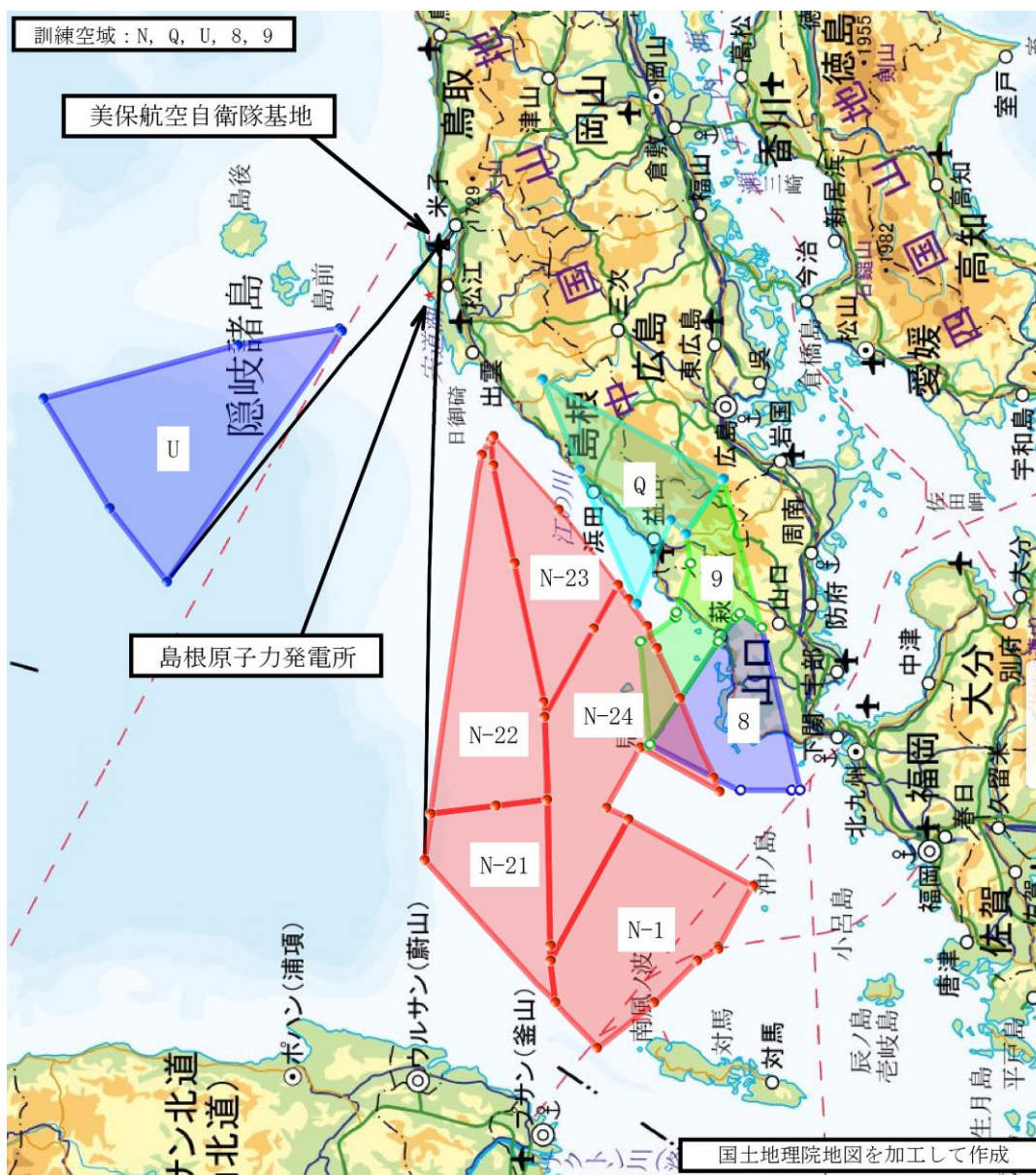
注1：施設と空港の経度、緯度より計測した。

注2：航空路については、「航空路の指定に関する告示」を参照。なお、RNAV 航路については、「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。(1NM=1.852kmとして換算)



第1図 島根原子力発電所周辺の航空図





島根原子力発電所，美保航空自衛隊基地と訓練空域との位置関係  
 (「AIP JAPAN (Effective date:2019/6/18)」における訓練空域の座標に基づき作成)

## 航空機落下確率評価に係る標的面積（島根原子力発電所）

2号炉	面積 (km <sup>2</sup> )		炉心, 使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止(炉心冷却も含む。)に必要な設備	備考
	水平面積	投影面積		
原子炉建物	0.006258	0.022304 ※1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉心</li> <li>・燃料プール</li> <li>・主要な安全系機器</li> </ul>	※1: 3つの建物を包含する1つの建物として投影面積を算出
タービン建物	0.007799		<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉補機海水系(配管, 電路)</li> <li>・高圧炉心スプレイ補機海水系(配管, 電路)</li> <li>・A, HPCS-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ(配管, 電路)</li> </ul>	
廃棄物処理建物	0.003015		<ul style="list-style-type: none"> <li>・補助盤室</li> <li>・バッテリー室</li> <li>・計装用電気室</li> <li>・中央制御室空調換気設備</li> </ul>	
制御室建物 (共用)※2	0.000756	0.000945	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中央制御室</li> </ul>	※2: 1号炉, 2号炉合計
取水槽	0.001337	0.001337 ※3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉補機海水系(ポンプ, 配管, ストレーナ)</li> <li>・高圧炉心スプレイ補機海水系(ポンプ, 配管, ストレーナ)</li> </ul>	※3: 地上に対象施設が無いため投影面積は水平面積と同じ
合計 (標的面積)	0.01917	0.02459		

## 離着陸回数及び延べ飛行距離

## 1. 離着陸回数

離着陸回数のデータは、表 1 のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成 10～29 年）」（令和元年 12 月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の離着陸回数の値とする。

第 1 表 離着陸回数

	国内線（回）	国際線（回）	合計（回）
平成10年	1,174,436	249,524	1,423,960
平成11年	1,189,856	252,902	1,442,758
平成12年	1,321,910	260,816	1,582,726
平成13年	1,343,192	261,576	1,604,768
平成14年	1,367,468	279,976	1,647,444
平成15年	1,399,700	275,410	1,675,110
平成16年	1,397,124	313,204	1,710,328
平成17年	1,418,292	333,094	1,751,386
平成18年	1,481,264	341,074	1,822,338
平成19年	1,483,448	355,416	1,838,864
平成20年	1,467,684	358,134	1,825,818
平成21年	1,432,724	336,198	1,768,922
平成22年	1,432,748	348,972	1,781,720
平成23年	1,431,040	354,322	1,785,362
平成24年	1,539,914	388,538	1,928,452
平成25年	1,643,536	395,086	2,038,622
平成26年	1,686,160	428,202	2,114,362
平成27年	1,689,272	477,100	2,166,372
平成28年	1,679,378	533,560	2,212,938
平成29年	1,691,244	564,744	2,255,988
合計	29,270,390	7,107,848	36,378,238

## 2. 延べ飛行距離

延べ飛行距離のデータは、表2のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年）」（令和元年12月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機，計器飛行方式）の延べ飛行距離の値とする。

第2表 延べ飛行距離

	国内線 (km)	国際線 (km)	合計 (km)
平成10年	449,714,715	2,800,000	452,514,715
平成11年	459,941,610	3,000,000	462,941,610
平成12年	480,695,802	3,000,000	483,695,802
平成13年	489,782,465	3,000,000	492,782,465
平成14年	498,480,635	3,500,000	501,980,635
平成15年	519,275,755	3,500,000	522,775,755
平成16年	517,051,659	3,900,000	520,951,659
平成17年	527,104,292	3,700,000	530,804,292
平成18年	555,392,832	3,700,000	559,092,832
平成19年	559,616,583	3,800,000	563,416,583
平成20年	554,535,973	3,800,000	558,335,973
平成21年	544,494,742	3,600,000	548,094,742
平成22年	548,444,056	3,600,000	552,044,056
平成23年	554,156,367	3,400,000	557,556,367
平成24年	607,933,799	3,600,000	611,533,799
平成25年	656,587,038	3,700,000	660,287,038
平成26年	678,832,124	3,800,000	682,632,124
平成27年	681,945,100	3,900,000	685,845,100
平成28年	682,890,250	4,200,000	687,090,250
平成29年	689,723,341	4,400,000	694,123,341
合計	11,256,599,138	71,000,000	11,327,599,138

## 評価対象となる航空路の飛行回数

(飛行回)

東京航空交通管制部 ピークデイ <sup>注1</sup>	平成 30 年上半期 交通量	平成 30 年下半期 交通量	評価に用いる 数値 <sup>注2</sup>
航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	1	1	上半期合計：1 便 下半期合計：1 便 1×365 日＝ 365 便/年間
RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	2	4	上半期合計：469 便 下半期合計：512 便 512×365 日＝ 186,880 便/年間
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	77	88	
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	76	75	
RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	43	52	
RNAV 経路 Y45(MIHO(JET)-KYOKA)	35	45	
RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	7	7	
RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	20	16	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	10	13	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	23	29	
RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	75	73	
RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	3	3	
RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	0	0	
RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	32	41	
RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	66	66	
RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	0	0	

注1：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が半年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。

注2：航空路及び RNAV 経路それぞれについて、上半期の合計値と下半期の合計値を比較し、大きいものを評価に用いた。

## 航空機の落下による火災の影響評価に用いたデータについて

## 1. 航空機の仕様について

第1-1表 航空機の仕様

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料の種類	JET A-1	JP-4	JP-4
燃料量 (m <sup>3</sup> )	216.84 <sup>注1</sup>	145.04 <sup>注3</sup>	14.87 <sup>注5</sup>
燃料タンク面積 (m <sup>2</sup> )	700 <sup>注2</sup>	405.2 <sup>注4</sup>	44.6 <sup>注6</sup>

注1：ボーイング社ホームページ“ Technical Characteristics Boeing 747-400”  
に記載の値

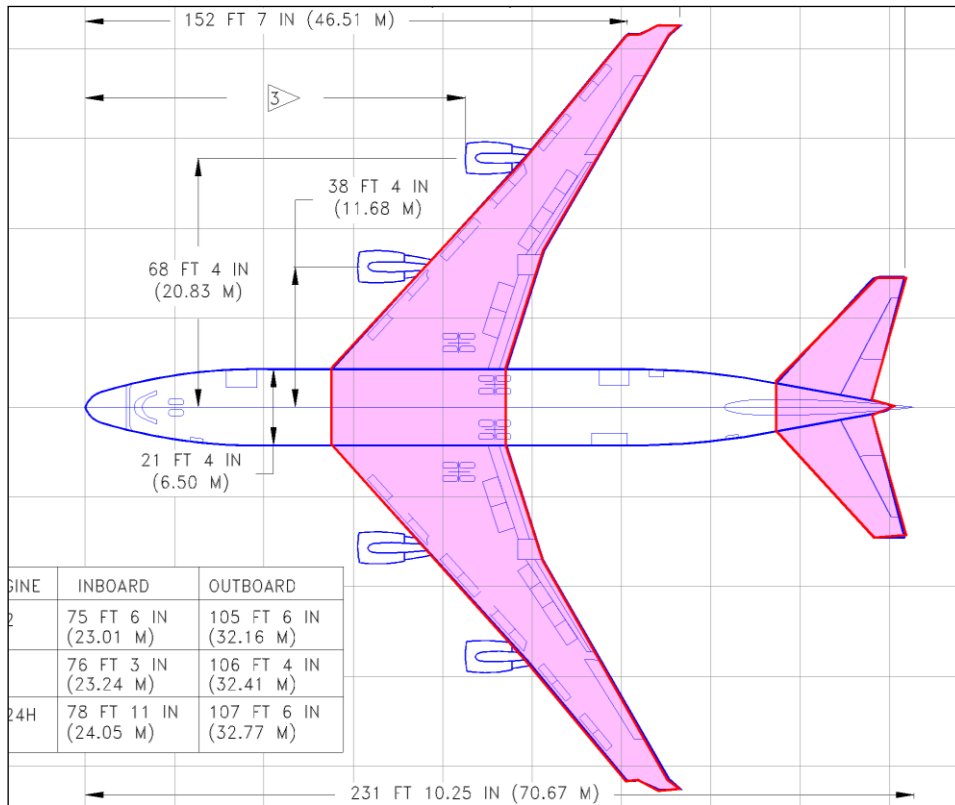
注2：ボーイング社ホームページ資料「747 Airplane Characteristics for  
Airport Planning (Document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面  
より、主翼、主翼と交差する胴体部及び尾翼面積が燃料タンク面積と同  
等と想定し、これらの面積を算出した値

注3：世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の値及び燃料密度から算出した値

注4：ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for  
Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」に記載してい  
る同型機の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これ  
らの面積を算出した値

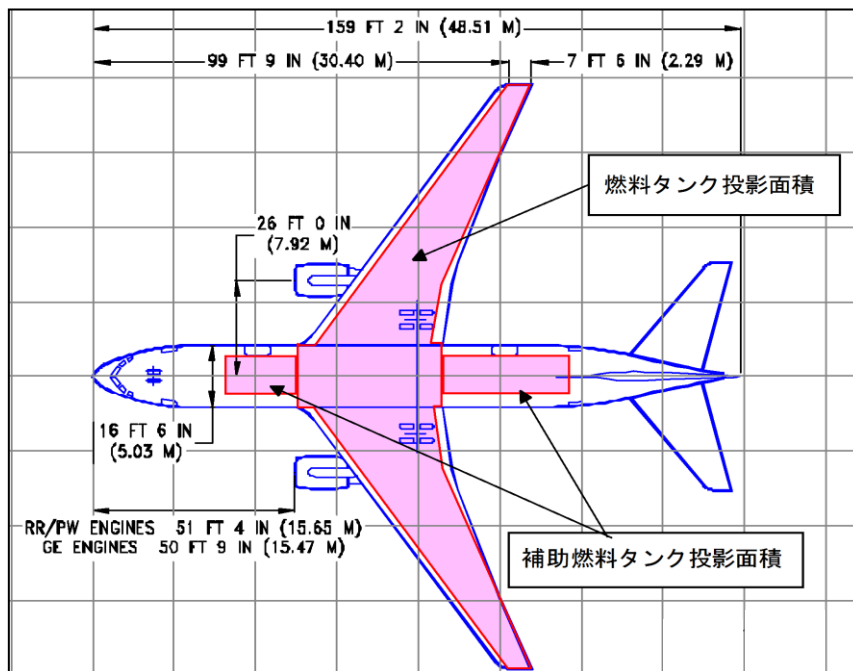
注5：航空ジャーナル2月号増刊 F-15 イーグル (航空ジャーナル社昭和55年  
2月5日発行) (予備タンクを含む)

注6：航空ジャーナル1978 別冊 F-15 イーグル (昭和53年3月5日発行) に  
記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの  
面積を算出した値



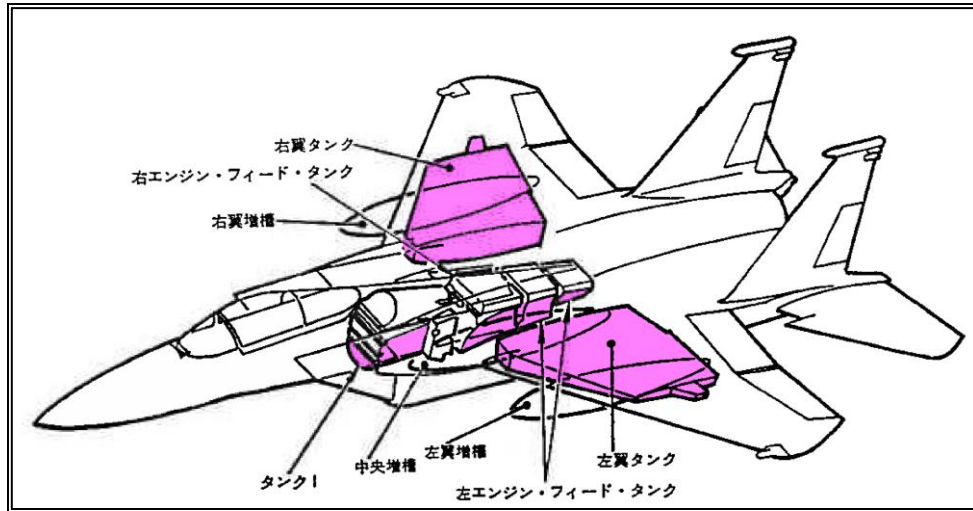
第 1-1(a)図 燃料タンク投影面積 (B747-400)

(出典 : 747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(b)図 燃料タンク投影面積 (KC-767)

(出典 : 767 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(c) 図 燃料タンク投影面積 (F-15)  
 (出典：航空ジャーナル 1978 別冊 F-15 イーグル (昭和 53 年 3 月 5 日発行))



## 2. 燃料の物性値について

民間航空機の対象航空機としてボーイング 747-400 型機を選定しているが、当該機が使用する燃料の種類は、JET A-1 燃料である。

火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、放射発散度及び質量低下速度について、JET A-1 燃料に関する明確な知見がないため、JIS - K - 2209 - 1991 に「ジェット燃料には合成炭化水素が含まれるが、この合成炭化水素は原油、オイルサンドあるいはシェールサンドから精製されたもので、物性値は極めて灯油に近い」と記載があることから、NUREG-1805 における灯油の値を使用している。

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
放射発散度 (W/m <sup>2</sup> )	5.0 × 10 <sup>4</sup> <sup>注7</sup>	5.8 × 10 <sup>4</sup> <sup>注10</sup>	5.8 × 10 <sup>4</sup> <sup>注10</sup>
燃焼速度 (m/s)	4.64 × 10 <sup>-5</sup>	6.71 × 10 <sup>-5</sup>	6.71 × 10 <sup>-5</sup>
質量低下速度 (kg/(m <sup>2</sup> ・s))	0.039 <sup>注8</sup>	0.051 <sup>注11</sup>	0.051 <sup>注11</sup>
燃料密度 (kg/m <sup>3</sup> )	840 <sup>注9</sup>	760 <sup>注11</sup>	760 <sup>注11</sup>

注 7 : 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等 火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおける灯油の値

注 8 : NUREG-1805 に記載の灯油の値

注 9 : JIS - K - 2209 - 1991 記載の 1 号の値

注 10 : 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録Bにおけるガソリン・ナフサの値

注 11 : NUREG-1805 に記載の JP-4 の値

### 3. 航空機燃料 JP-4 と JP-5 の物性値

軍用で主に使用される航空機燃料として、JP-4 のジェット機燃料は、陸上、航空及び海上の各自衛隊の一部では現在使用されていること、JP-4 は JP-5 に比べ輻射発散度の値が大きいことから、影響評価は JP-4 の値で評価する。JP-4, 5 の物性値を以下に示す。

燃料の種類	JP-4	JP-5
輻射発散度 (W/m <sup>2</sup> )	$5.8 \times 10^4$	$5.0 \times 10^4$
燃焼速度 (m/s)	$6.71 \times 10^{-5}$	$6.66 \times 10^{-5}$
質量低下速度 (kg/(m <sup>2</sup> ・s))	0.051	0.054
燃料密度 (kg/m <sup>3</sup> )	760	810

ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

## 1. はじめに

外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、空調換気系の外気取入口から建物内に侵入する可能性は小さいと考える。万一、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建物内に侵入することを想定し、以下のとおり評価を行った。

## 2. 評価対象

ばい煙の影響が想定される施設として、設備内にばい煙を含んだ外気を取り込む可能性のある機器、煙や埃に対して脆弱な設備、建物外部に開口部を有する設備について影響評価を実施する。また、建物内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気が吸い込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。評価対象は以下のとおり。

第2-1表 評価対象

分類	影響評価設備
空調換気系で給気されるエリアの設置機器	安全保護系 非常用ディーゼル発電機*
建物外部に開口部を有する設備	非常用ディーゼル発電機*排気口
居住性への影響	中央制御室 緊急時対策所

※:高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む(以下「非常用ディーゼル発電機」という。)

なお、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプは、屋外に設置しているが、電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇形構造の冷却方式であり、外気を直接電動機内部に取り込まない構造であることから影響はない。(第2-1図)



第2-1図 原子炉補機海水ポンプ電動機の冷却方式図

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。

### 3. 評価結果

#### 3.1 空調換気系で給気されるエリアの設置機器

外気を取り入れている空調系統として、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系がある。

これらの空調換気系の外気取入経路には、袋型フィルタや平型フィルタ（袋型フィルタは捕集効率が80%以上、平型フィルタは捕集効率が76%以上）を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はフィルタにより侵入を阻止できる。

上記系統のうち、外気取入用ダンパを設置し再循環運転が可能である中央制御室換気系については、ばい煙の侵入が想定される場合には、外気取入用ダンパを閉止し、再循環運転を行うことにより、ばい煙の侵入を阻止できる。

それ以外の空調換気系については、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

#### <非常用ディーゼル発電機>

非常用ディーゼル発電機は、空調換気系で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

フィルタ（粒径1  $\mu\text{m}$ に対して80%以上を捕獲する性能）の入口と出口間の差圧を検知できる差圧感知計を監視し、差圧が上昇しフィルタが目詰まりした場合はフィルタの交換が可能である。

なお、非常用ディーゼル機関は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内にばい煙が流入し、機関燃焼を阻止することが考えられるが、ディーゼル機関への外気取入経路にはフィルタを設置していることから、一定以上の粒径のばい煙粒子が捕獲され、フィルタにより捕集されなかったばい煙粒子が機関内へ送気される。フィルタでは、粒径が数  $\mu\text{m}$ 程度の粒子が捕集され、それ以下のばい煙が機関内に送気されるが、シリンダまでの通気流路（過給機、空気冷却器等）の隙間より小さいことから閉塞に至ることはない。また、通常運転においても燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。

#### <安全保護系>

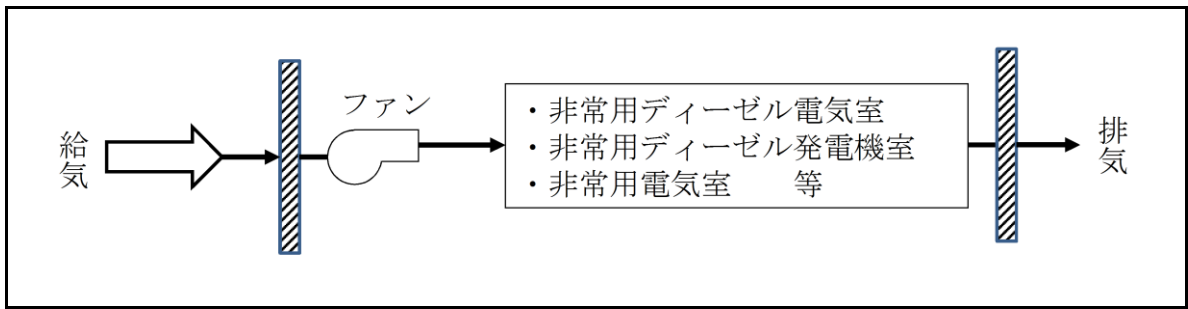
安全保護系は、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系で給気されるエリアに設置されており、外気取入口には平型フィルタ（粒径2  $\mu\text{m}$ に対して76%以上を捕獲する性能）や袋型フィルタ（粒径2  $\mu\text{m}$ に対して80%以上を捕獲する性能）を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止することが可能である。平型フィルタや袋型フィルタで捕集しきれなかったばい煙が侵入した場合においても、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、フィルタにより捕集しきれなかったばい煙が中央制御室内に侵入する可能性がある場合及び中央制御室内に

においてばい煙が侵入したことを煙や異臭で確認した場合等は、当直長の指示により、再循環運転モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない。

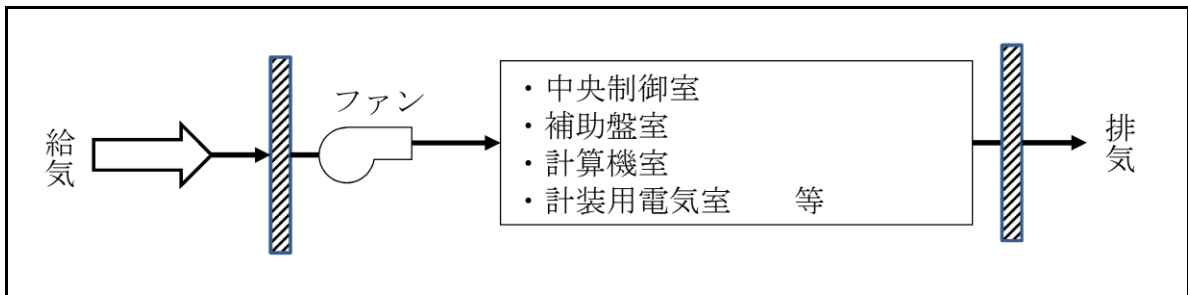
なお、中央制御室に侵入する可能性があるばい煙の粒径は、おおむね $2\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定されるが、計測制御系の盤等において、数 $\mu\text{m}$ 程度の線間距離となるのは、集積回路(IC等)の内部であり、これらの部品はモールド(樹脂)で保護されているため、ばい煙が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所については、端子間の距離は数 $\text{mm}$ であることから、ばい煙が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。したがって、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても、ばい煙の付着等により短絡等を発生させる可能性はない。

### 3.2 建物外部に開口部を有する設備

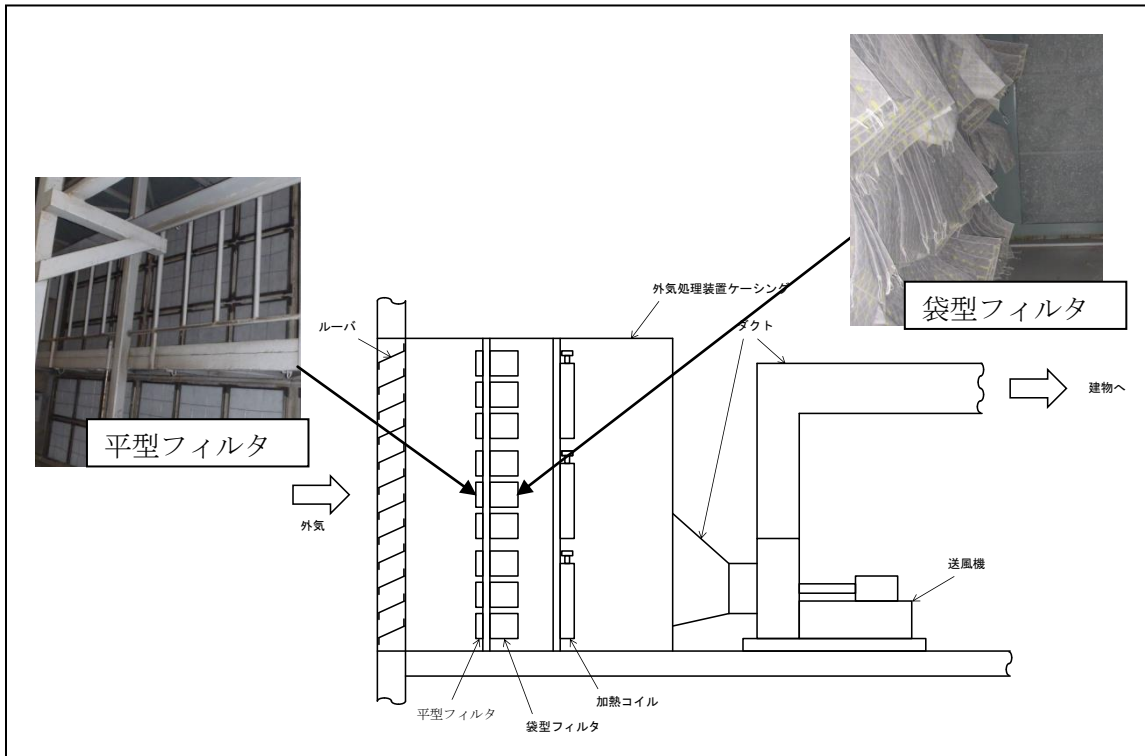
建物外部に開口部を有する設備として、非常用ディーゼル発電機の排気口があるが、仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には、侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。(第3.2-6図)なお、排気筒も同様にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。



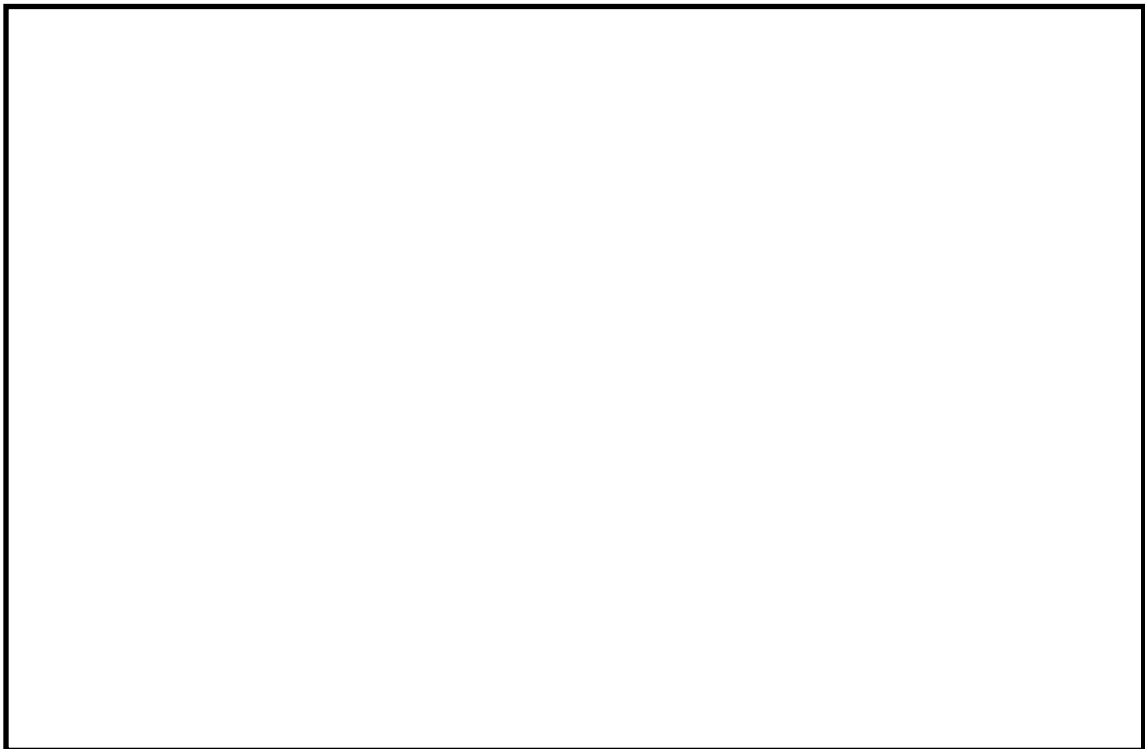
第3.2-1(a)図 原子炉建物附属棟空調換気系



第3.2-1(b)図 中央制御室換気系



第3.2-2図 中央制御室換気系外気取入状況

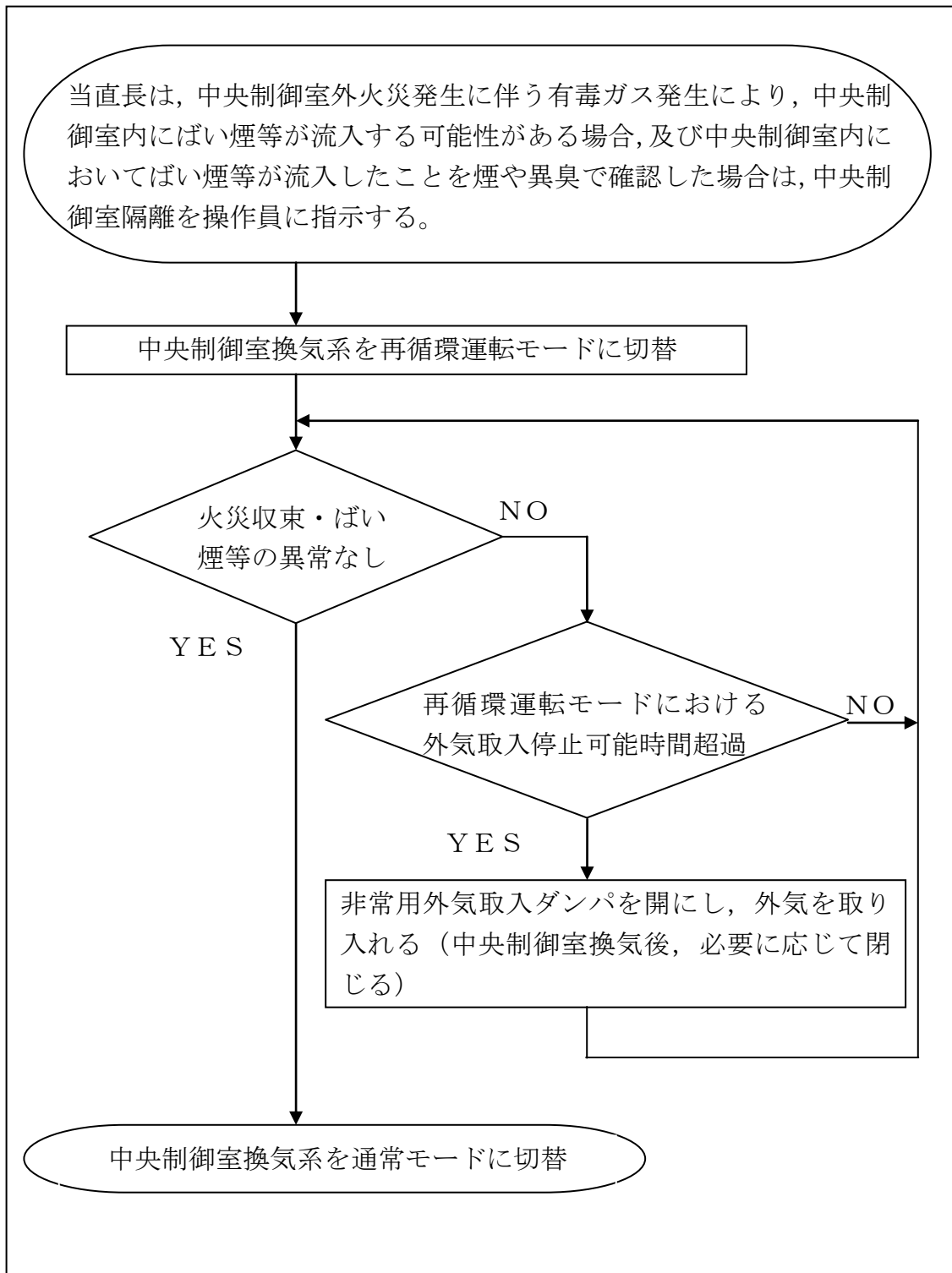


第3.2-3図 非常用ディーゼル機関の吸気系統構造図

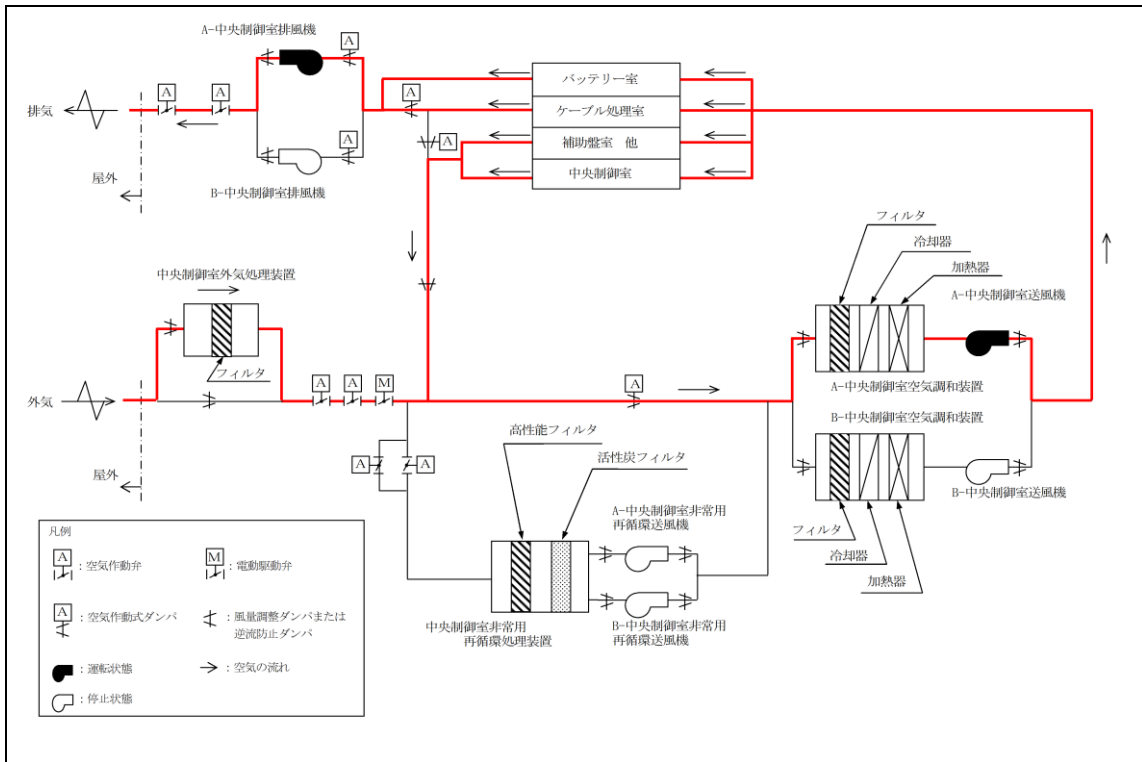
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

6条-別添4(外火)-1-添付8-5

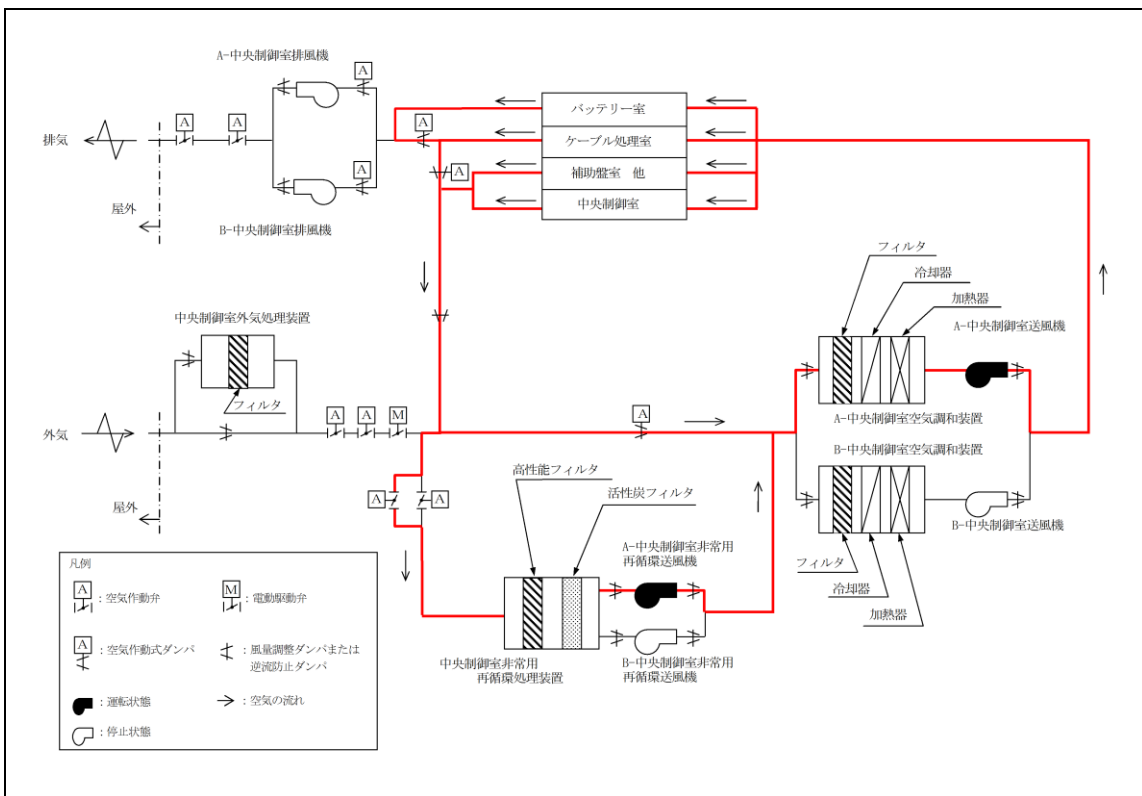




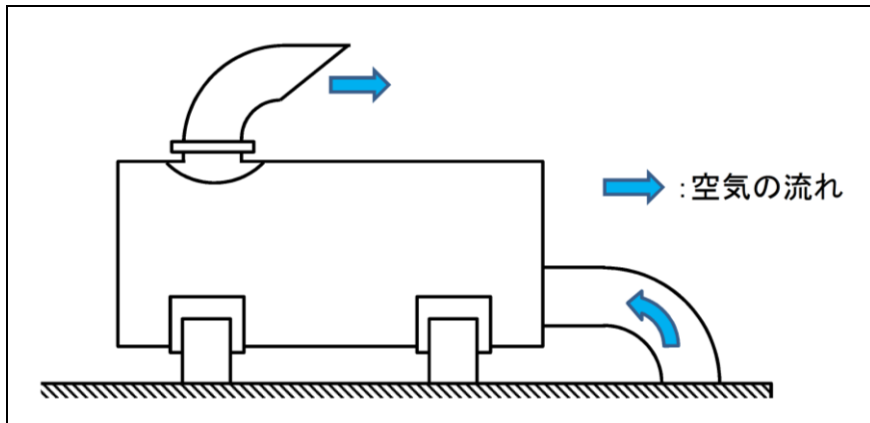
第 3.2-4 図 中央制御室外火災発生に伴う中央制御室隔離手順概要フロー



第 3.2-5(a) 図 通常モードの状態（中央制御室）



第 3.2-5(b) 図 再循環運転モード（中央制御室）



第 3.2-6 図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図

### 3.3 居住性への影響

中央制御室換気系は、外気を遮断し、再循環させる再循環運転モードに切り替えることができる。外気との遮断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、外気取入モードに切り替え、外気を取り入れることができる。また、外気からの空気取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。

外気取入遮断時の中央制御室に滞在する運転員の操作環境の悪化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行い、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。

また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備（主変圧器）からの火災、及び航空機墜落による火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガス（CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>）の最大濃度を判断基準（IDLH<sup>※</sup>）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の居住性に影響が無いことを確認する。

※：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

#### 3.3.1 中央制御室内の二酸化炭素、酸素濃度の評価

外部火災時の島根2号炉中央制御室の居住性の評価として、外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行う。なお、中央制御室内には、燃焼による二酸化炭素の排出や酸素を消費する機器はなく、非常用ディーゼル発電機の火災時に消火設備よりハロン1301が放出されることから、中央制御室内に二酸化炭素が取り込まれることはないため、在室人員の呼吸のみを想定し評価を行う。

##### (1) 二酸化炭素濃度評価

以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。

###### a. 評価条件

- ・在室人員 10人<sup>※1</sup>
- ・中央制御室バウンダリ内体積 17,000[m<sup>3</sup>]
- ・外気流入はないものとして評価する。
- ・初期炭酸ガス濃度 0.03[%]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・許容炭酸ガス濃度 1.0[%]  
(鉱山保安法施行規則)
- ・呼吸により排出する二酸化炭素濃度 0.030[m<sup>3</sup>/h/人]  
(空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量)

- ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し18時間<sup>\*2</sup>とする。
  - ※1：当直長（1人）、当直副長（1人）、2号炉の運転員（5人）、1号炉の運転員（2人）の計9人に余裕を持って10人とする。
  - ※2：外部火災影響評価にて中央制御室近傍で長時間の影響をもたらす、変圧器火災を考慮し、火災の継続時間を18時間として評価を実施する。

b. 評価結果

- ・外気遮断期間 t [hour]での二酸化炭素濃度 C [%]

$$C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$$

M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030 [m<sup>3</sup>/h/人]

N：在室人数 10 [人]

V：中央制御室バウンダリ体積 17,000 [m<sup>3</sup>]

C<sub>0</sub>：初期炭酸ガス濃度 0.03 [%]

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、18時間外気取入れを遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。

第3.3.1-1表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	5時間	10時間	18時間
二酸化炭素濃度 [%]	0.04	0.05	0.07

(2) 酸素濃度評価

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・在室人員 10人
- ・中央制御室バウンダリ内体積 17,000 [m<sup>3</sup>]
- ・外気流入はないものとして評価する。
- ・初期酸素濃度 20.95 [%]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・酸素消費量 1.092 [l/min]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・許容酸素濃度 19 [%]  
(鉱山保安法施行規則)
- ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し18時間とする。

b. 評価結果

- ・中央制御室の初期酸素量  $3562.5[m^3]=17000[m^3] \times 20.95[\%]$
- ・18時間後の酸素濃度  $20.89[\%]$   
 $= (3562.5[m^3] - 1.092[1/\text{min}/\text{人}] \times 10^{-3}[m^3/1] \times 10[\text{人}] \times 60[\text{min}/\text{h}] \times 18[\text{h}]) / 17000[m^3] \times 100$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、18時間外気取入を遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。

第 3.3.1-2 表 酸素濃度の時間変化

時間	5 時間	10 時間	18 時間
酸素濃度 [%]	20.94	20.92	20.89

3.3.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価

(1) 評価の概要

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い施設からの火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガスの最大濃度を判断基準と比較することで、有毒ガスに対する中央制御室居住性の影響評価を実施する。

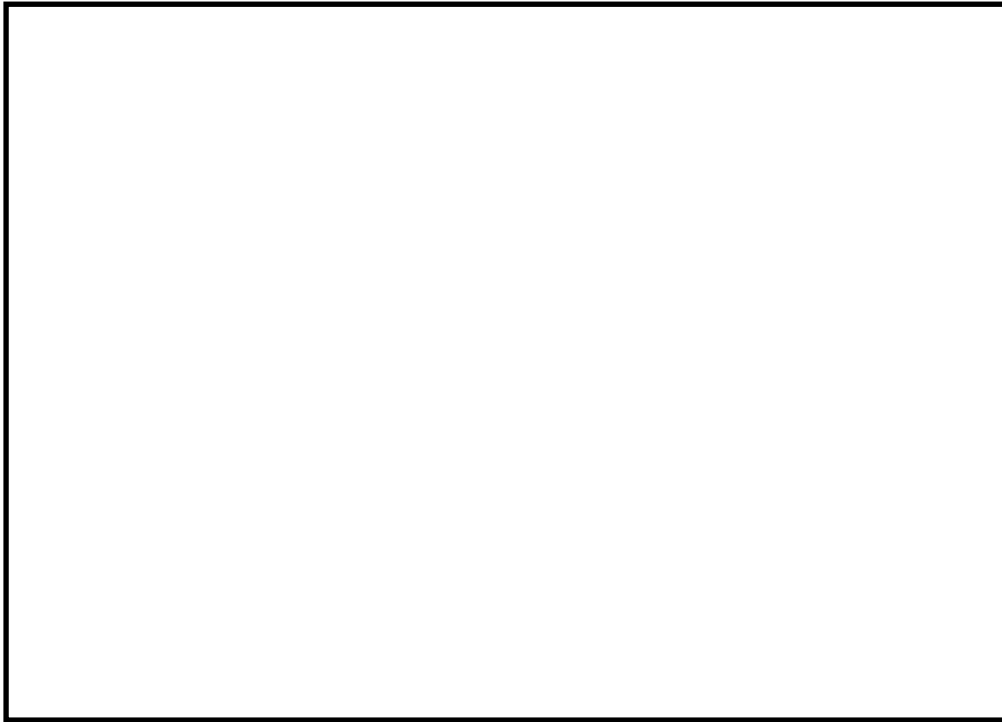
本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同様に、米国国立労働安全衛生研究所が定める IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) を採用する。この IDLH は、30 分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

(2) 評価対象物質及び固定設備

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として、航空機及び変圧器を評価対象とし、第 3.3.2-1 表に評価対象施設、評価対象設備から外気取入口までの距離及び火災燃焼面積を示す。また、火災によって発生する物質のうち、IDLH 対象物質である一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、二硫化硫黄 (SO<sub>2</sub>) 及び二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) を評価対象物質とする。変圧器、航空機落下位置及び外気取入口の位置関係を第 3.3.2-1 図に示す。

第 3.3.2-1 表 評価対象設備と外気取入口までの距離及び火災面積

火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 ∠h [m]	火災面積 A [m <sup>2</sup> ]
主変圧器	81	20.4	35.7
民間航空機	143	14.7	700
軍用機	73	14.7	44.6



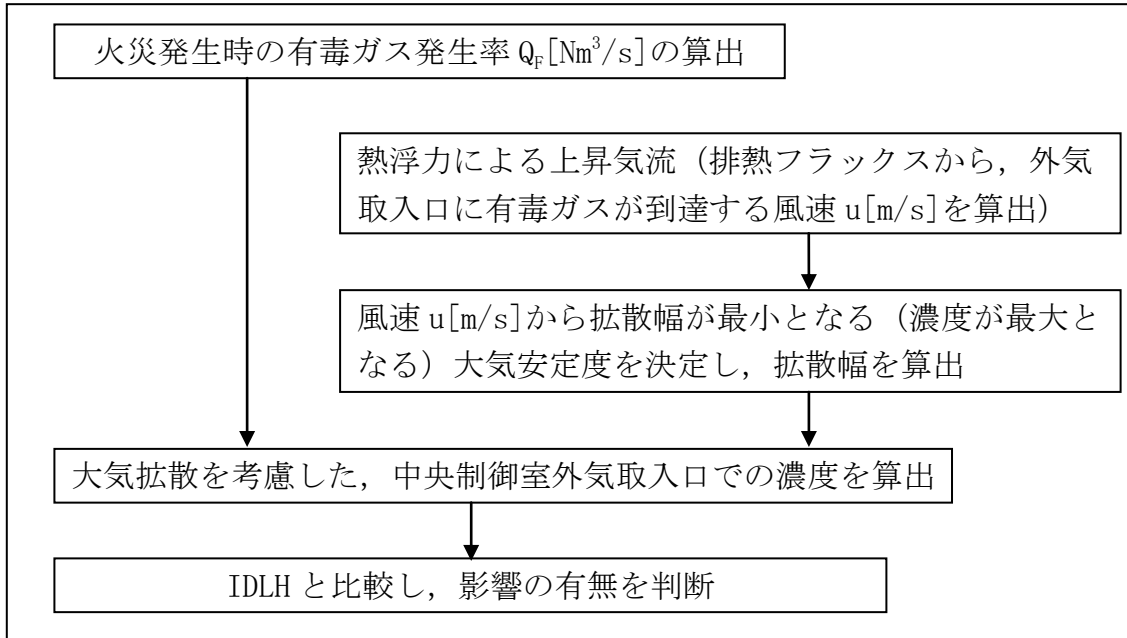
第 3.3.2-1 図 航空機墜落，変圧器及び外気取入口の位置関係

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。

6 条-別添 4 (外火) -1-添付 8-12

(3) 評価方法

火災時の有毒ガスの発生率，外気取入口に有毒ガスが到達する風速及び大気拡散を考慮し，中央制御室外気取入口における有毒ガスの最大濃度を評価し，判断基準である IDLH と比較する。第 3.3.2-2 図に有毒ガス影響評価フローを示す。



第 3.3.2-2 図 有毒ガス影響評価フロー

a. 火災時の有毒ガスの発生率

火災時に発生する有毒ガス発生率は，燃料の元素組成に基づき，燃料 1 kg あたりの各有毒ガスの発生率に燃料消費速度を乗じて算出する。評価対象ガスの発生率  $Q_F$  [Nm<sup>3</sup>/s] は，次式を用いて計算する。計算結果を第 3.3.2-4 表にまとめる。

$$Q_F = Q_F' \times M$$

ここで，

$Q_F'$  : 燃料 1 kg 当たりのガス発生率 [Nm<sup>3</sup>/kg]

$M$  : 燃料消費速度 [kg/s]

ただし， $M = \rho \times A \times V$

$V$  : 液面降下速度 [m/s]

$A$  : 火災面積 [m<sup>2</sup>]

$\rho$  : 燃料密度 [kg/m<sup>3</sup>]



第 3.3.2-2 表 有毒ガス発生率

火災発生場所	$Q_F'$			
	CO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
主変圧器	$2.4 \times 10^{-2} \text{ ※}^2$	$1.5 \times 10^0 \text{ ※}^2$	$1.1 \times 10^{-3} \text{ ※}^2$	$4.9 \times 10^{-4} \text{ ※}^1$
航空機	$2.4 \times 10^{-2} \text{ ※}^2$	$1.7 \times 10^0 \text{ ※}^3$	$2.1 \times 10^{-3} \text{ ※}^4$	$1.3 \times 10^{-3} \text{ ※}^4$

※ 1 : Smoke Plume Trajectory from In Situ Burning of Crude Oil in Alaska より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算

※ 2 : John L. Ross, Ronald J. Ferek, and Peter V. Hobbs, 「Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean」 J. Air & Waste Manage. Assoc. 46:251-259 より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算

※ 3 : 環境省, 「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」に基づき算出

※ 4 : 公害研究対策センター, 「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」に基づき算出

第 3.3.2-3 表 燃料消費速度算出時の入力値

火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m <sup>3</sup> ]
主変圧器	$3.5 \times 10^{-5}$	1000 ※ <sup>1</sup>
民間航空機	$4.64 \times 10^{-5}$	840 ※ <sup>2</sup>
軍用機	$6.71 \times 10^{-5}$	760 ※ <sup>1</sup>

※ 1 : NUREG-1805 より

※ 2 : JIS - K - 2209 - 1991 より

燃料 1 kg 当たりのガスの発生率は, 各文献に掲載されている単位重量当たりのガス発生率を単位換算することにより求めている。ただし, 単位重量当たりのガス発生率は幅をもった値ではないため, 保守性の観点からガス発生率が最大となるよう選定している。

第 3.3.2-4 表 評価対象ガスの発生率の計算結果

火災発生場所	評価対象ガスの発生率 $Q_F$ [Nm <sup>3</sup> /s]			
	CO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
主変圧器	$3.0 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^0$	$1.4 \times 10^{-3}$	$6.2 \times 10^{-4}$
民間航空機	$6.6 \times 10^{-1}$	$4.6 \times 10^1$	$5.8 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$
軍用機	$5.5 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^0$	$4.8 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-3}$

b. 外気取入口に有毒ガスが到達する風速

火災によって発生する有毒ガスは燃焼によって高温となり熱浮力によって上昇する。したがって、以下の Briggs 式（排煙上昇過程式）を用いて、有毒ガス発生源と外気取入口との距離と高度差から、外気取入口に有毒ガスが到達する風速  $u$  [m/s] を求める。風速と熱浮力の関係を第 3.3.2-3 図に示し、風速の計算結果を第 3.3.2-6 表にまとめる。

(Briggs の排煙上昇過程式)

$$\Delta h = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot u^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$$

$$u = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta h^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$$

- $\Delta h$  : 排煙上昇高度 (m) = 火災発生源と外気取入口の高度差
- $F$  : 排熱フラックス (m<sup>4</sup>/s<sup>3</sup>) = 0.037 ·  $Q_H$
- $Q_H$  : 排出熱量 (kcal/s)
- $u$  : 風速 (m/s)
- $x$  : 風下距離 (m)

ただし、 $Q_H = q / (\rho / 1000) \times M$

$q$  : 発熱量 [kcal/l]\*

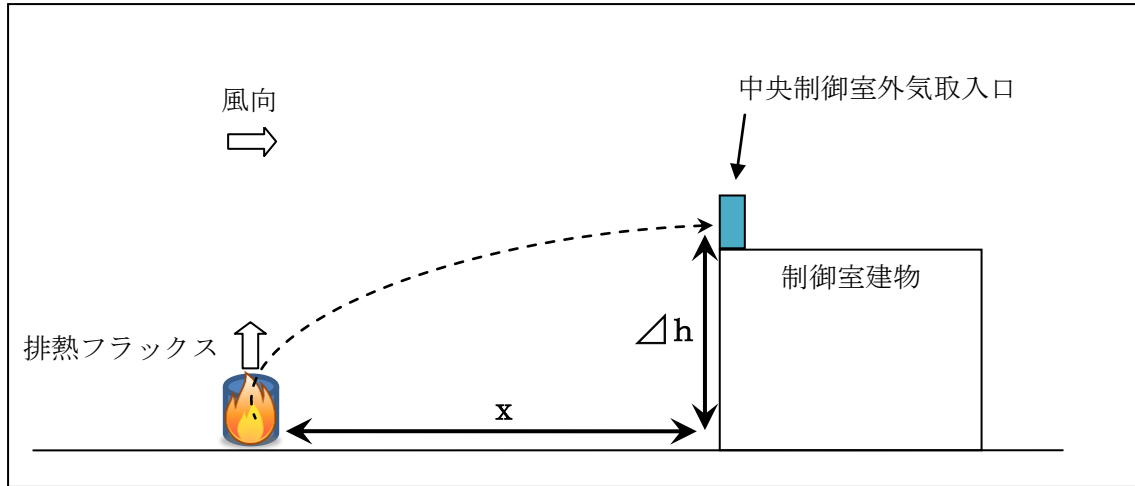
$M$  : 燃料消費速度 [kg/s]

$\rho$  : 燃料密度 [kg/m<sup>3</sup>]

※ : 2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について  
(経済産業省資源エネルギー庁 平成 19 年 5 月)

第 3.3.2-5 表 燃料の発熱量

火災発生場所	q 発熱量[kcal/l]
主変圧器	9338kcal/l (39.1MJ/l)
航空機	8765kcal/l (36.7MJ/l)



第 3.3.2-3 図 風速と熱浮力の関係 (イメージ)

なお, Briggs の排煙上昇過程式の適用条件<sup>※</sup>は以下のとおり。

$$x \leq x^*$$

$$x^* = 2.16F^{2/5} \cdot \Delta h^{3/5}$$

$x$  : 風下距離[m]

$x^*$  : 浮力の効果が薄れて大気乱流による拡散効果が支配的になり始める距離[m]

$F$  : 排熱フラックス[m<sup>4</sup>/s<sup>3</sup>]

$\Delta h$  : 排煙上昇高度[m] ( $\Delta h < 305\text{m}$ )

火災源ごとに  $x^*$ を求め, 上記条件を満たしていることを確認しており, Briggs の排煙上昇過程式を用いて排煙高さが外気取入口高さと同じになる風速を求めることは妥当である。

※ : G. A. Briggs, “Plume Rise”, U. S. Atomic Energy Commission, 1969

第 3.3.2-6 表 風速の計算結果

火災発生場所	風速 u[m/s]
主変圧器	11.1
民間航空機	65.3
軍用機	18.9

c. 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散

外気取入口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮しガウスプルームモデルの拡散式を用いて評価する。

火災地点から放出された有毒ガスは、中央制御室の外気取入口の方向に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとし、先に求めた評価対象ガスの発生率及び外気取入口に有毒ガスが到達する風速と、以下に示すガウスプルームモデルの拡散式を用いて、外気取入口の空気中に含まれる有毒ガスの濃度を計算する。なお、外気取入口での空気中の濃度は、下記数式の放出点の高さ H と評価点の高さ Z において H=Z=0, Y=0 として中心軸上最大濃度を計算する。計算結果を第 3.3.2-9 表にまとめる。

(有風時プルーム式)

$$\chi(X, Y, Z) = \frac{Q_F}{2\pi u \sigma_Y \sigma_Z} \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_Y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] \right\}$$

$\chi(X, Y, Z)$  : 有毒物質の濃度

$u$  : 外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速 (m/s)

$\sigma_Y$  : 建物及び地形の起伏のない平地での

y 方向 (水平方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

$\sigma_Z$  : 建物及び地形の起伏のない平地での

z 方向 (鉛直方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

$Q_F$  : 火災によって発生する有毒ガスの発生率 (Nm<sup>3</sup>/s)

$H$  : 放出源の有効高さ (m) (=△h)

$$\sigma_Y = 0.6775 \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x, \quad \sigma_Z = \sigma_1 \cdot x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2}$$

ただし、x の単位は km とし、

x が 0.2km 以遠の場合、 $\theta_{0.1}$ ,  $\sigma_1$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  は以下のとおり。

第 3.3.2-7 表 大気安定度と入力値（離隔距離が 0.2km 以遠）

大気安定度	$\theta_{0.1}$	$\sigma_1$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
A	50	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	40	122.0	1.4132	0.49523	0.12772
C	30	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	20	31.7	0.7626	-0.095108	0.0
E	15	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	10	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

$x$  が 0.2km 未満の場合、 $\theta_{0.1}$ 、 $\sigma_1$ 、 $a_1$  は以下のとおり。ただし、 $a_2$ 、 $a_3$  は 0 とする。

第 3.3.2-8 表 大気安定度と入力値（離隔距離が 0.2km 未満）

大気安定度	$\theta_{0.1}$	$\sigma_1$	$a_1$
A	50	165	1.07
B	40	83.7	0.894
C	30	58	0.891
D	20	33	0.854
E	15	24.4	0.854
F	10	15.5	0.822

大気安定度は、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針に記載のとおり、風速の範囲と日射や夜間の放熱の大小によって A-F に区分されるものであり、大気安定度 A が最も拡散しやすく F が最も拡散しにくい。本評価では、外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速  $u$  [m/s] の中で、拡散幅が最小となる（濃度が最大となる）より拡散しにくい大気安定度を選択する。風速と大気安定度の関係は以下のとおりであり、本評価では第 3.3.2-10 表に示すとおり風速は 6 [m/s] 以上であることから大気安定度は C 又は D となり、より拡散しにくい大気安定度 D で評価を行う。

第 3.3.2-9 表 拡散幅の計算結果

火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 $\sigma_y$ [m]	鉛直方向の拡散幅 $\sigma_z$ [m]
主変圧器	D	6.7	3.9
民間航空機	D	11.4	6.3
軍用機	D	6.1	3.6

第 3.3.2-10 表 風速, 日射量及び放射収支量による大気安定度

風速 u (m/s)	日射量 T (kW/m <sup>2</sup> )				放射収支量 Q (kW/m <sup>2</sup> )		
	T ≥ 0.60	0.60 > T ≥ 0.30	0.30 > T ≥ 0.15	0.15 > T	Q ≥ -0.020	-0.020 > Q ≥ -0.040	-0.040 > Q
u < 2	A	A-B	B	D	D	—	—
2 ≤ u < 3	A-B	B	C	D	D	E	F
3 ≤ u < 4	B	B-C	C	D	D	D	E
4 ≤ u < 6	C	C-D	D	D	D	D	D
6 ≤ u	C	D	D	D	D	D	D

d. 評価結果

中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度を第 3.3.2-11 表にまとめる。第 3.3.2-11 表より, 中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度は, IDLH 以下であることを確認した。

また, 火災 (有毒ガス) の発生は, 火災感知器 (主変圧器), 振動や衝撃音 (航空機落下), 敷地境界監視用カメラ (森林火災) 等により覚知できることに加え, 中央制御室外の火災発生に伴い, 煙や異臭を確認した場合の当直長判断による中央制御室隔離手順を運転手順書に定めている。火災の覚知・当直長判断・運転操作に時間を要するものではなく, 15 分程度<sup>※</sup>で中央制御室換気系を再循環運転モードに切り替えることが可能である。

以上より, 外部火災により有毒ガスが発生した場合において, 中央制御室の居住性が損なわれることはない と評価する。

※: 切り替えに要する一連の時間を実測したところ 15 分程度であった。

火災感知器発報→現場確認→火災発生 (ばい煙等の流入) を確認→再循環運転モードへの切り替え操作

第 3.3.2-11 表 中央制御室外気取入口における有毒ガス濃度

火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH:1,200)	CO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)	SO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:100)	NO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:20)
主変圧器	34	2,002	1.6	0.7
民間航空機	46	3,159	4.0	2.4
軍用機	44	2,987	3.8	2.2

### 3.3.3 緊急時対策所に対する有毒ガス影響評価

森林火災及び近隣の産業施設の火災に伴い発生する有毒ガスに対しては、緊急時対策所に対して、ばい煙等や異臭によって侵入を確認した場合、一時的に外気からの空気の取り入れを停止し外気からの隔離ができる設計とし、有毒ガスの影響を受けないようにするとともに、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計により隔離中の居住性が維持されていることを確認できるようにする。

また、外気遮断後のインリークを最小限にするため、不必要な空調設備の停止を行うこととする。それでもなお、インリークにより有毒ガスが流入した場合は、必要に応じて一時的に外気を取り入れて換気することとする。

### 3.3.4 緊急時対策所内の二酸化炭素，酸素濃度の評価

外部火災時の緊急時対策所の居住性の評価として、外気取入遮断時の緊急時対策所内に滞在する緊急時対策要員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行った。

#### (1) 二酸化炭素濃度評価

以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。

##### a. 評価条件

- ・ 在室人員 40 人<sup>※1</sup>
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 2,150[m<sup>3</sup>]
- ・ 外気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期炭酸ガス濃度 0.03[%]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 許容炭酸ガス濃度 1.0[%]  
(鉱山保安法施行規則)
- ・ 呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030[m<sup>3</sup>/h/人]  
(空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量)
- ・ 評価期間は、火災の燃料継続時間を考慮し 2 時間<sup>※2</sup>とする
  - ※1：初動体制時に緊急時対策所にて活動する要員 38 人に余裕を持って 40 人とする。
  - ※2：外部火災影響評価にて緊急時対策所近傍で長時間の影響をもたらす、航空機火災を考慮し、火災の継続時間を 2 時間として評価を実施する。

##### b. 評価結果

- ・ 外気遮断期間 t[hour]での二酸化炭素濃度 C[%]  
$$C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$$

M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030[m<sup>3</sup>/h/人]  
N：在室人数 40[人]  
V：緊急時対策所バウンダリ体積 2,150[m<sup>3</sup>]  
C<sub>0</sub>：初期炭酸ガス濃度 0.03[%]

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、2 時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。

第 3.3.4-1 表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	1 時間	2 時間	4 時間
二酸化炭素濃度[%]	0.09	0.15	0.26



(2) 酸素濃度評価

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・ 在室人員 40 人
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 2,150[m<sup>3</sup>]
- ・ 外気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期酸素濃度 20.95[%]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 酸素消費量 1.092[l/min]  
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 許容酸素濃度 19[%]  
(鉱山保安法施行規則)
- ・ 評価期間は、火災の燃焼継続時間を考慮し2時間とする。

b. 評価結果

- ・ 緊急時対策所の初期酸素量 450.4[m<sup>3</sup>]=2150[m<sup>3</sup>] $\times$ 20.95[%]
- ・ 2時間後の酸素濃度 20.72[%]  
$$=(450.4[\text{m}^3]-1.092[\text{l/min/人}] \times 10^{-3}[\text{m}^3/\text{l}] \times 40[\text{人}] \times 60[\text{min/h}] \times 2[\text{h}])/2150[\text{m}^3] \times 100$$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、2時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。

第3.3.4-2表 酸素濃度の時間変化

時間	1時間	2時間	4時間
酸素濃度[%]	20.82	20.70	20.46

## 熱気流による影響評価について

危険物タンク火災や航空機墜落による火災が発生した場合、熱気流による発電用原子炉施設への影響が懸念されるため、その影響について評価するものである。

## 1. 熱気流の発生源

発電用原子炉施設から離れた位置における火災では、熱気流は上昇・拡散することから発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。このため、発電用原子炉施設近傍で発生する航空機墜落による火災を熱気流の発生源として想定する。

## 2. 評価対象

非常用ディーゼル発電機は、外部電源喪失が発生した場合において安全機能を有する設備に電源を供給する設備であり、外気を内部に取り込む設備でもあることから評価対象とする。なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は原子炉建物の屋上（非常用ディーゼル発電機給気口）と2階（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口）に設置されている。

## 3. 評価結果

発電用原子炉施設近傍での火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機の給気口から熱気流が直接取り込まれる可能性は否定できないが、熱気流の影響範囲は気象条件（風向、風速等）に大きく依存する。

このため、これらの不確かさはあるものの、火災発生時は非常用ディーゼル発電機の給気温度を監視しつつ、熱気流の取り込みが懸念される場合は、当該設備を起動しない（起動している場合は停止する）ことにより熱気流の影響を回避する。

なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は、原子炉建物の屋上（非常用ディーゼル発電機給気口）と2階（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口）に設置されていること、及び位置的分散が図られていることから、同時に全ての設備が直接熱気流の影響を受けることは想定しづらく、影響を受けない方角に位置する非常用ディーゼル発電機は運転が可能である。また、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機の運転再開も可能となる。

以上より、熱気流の影響は限定的であり、発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはないと評価する。

島根原子力発電所2号炉

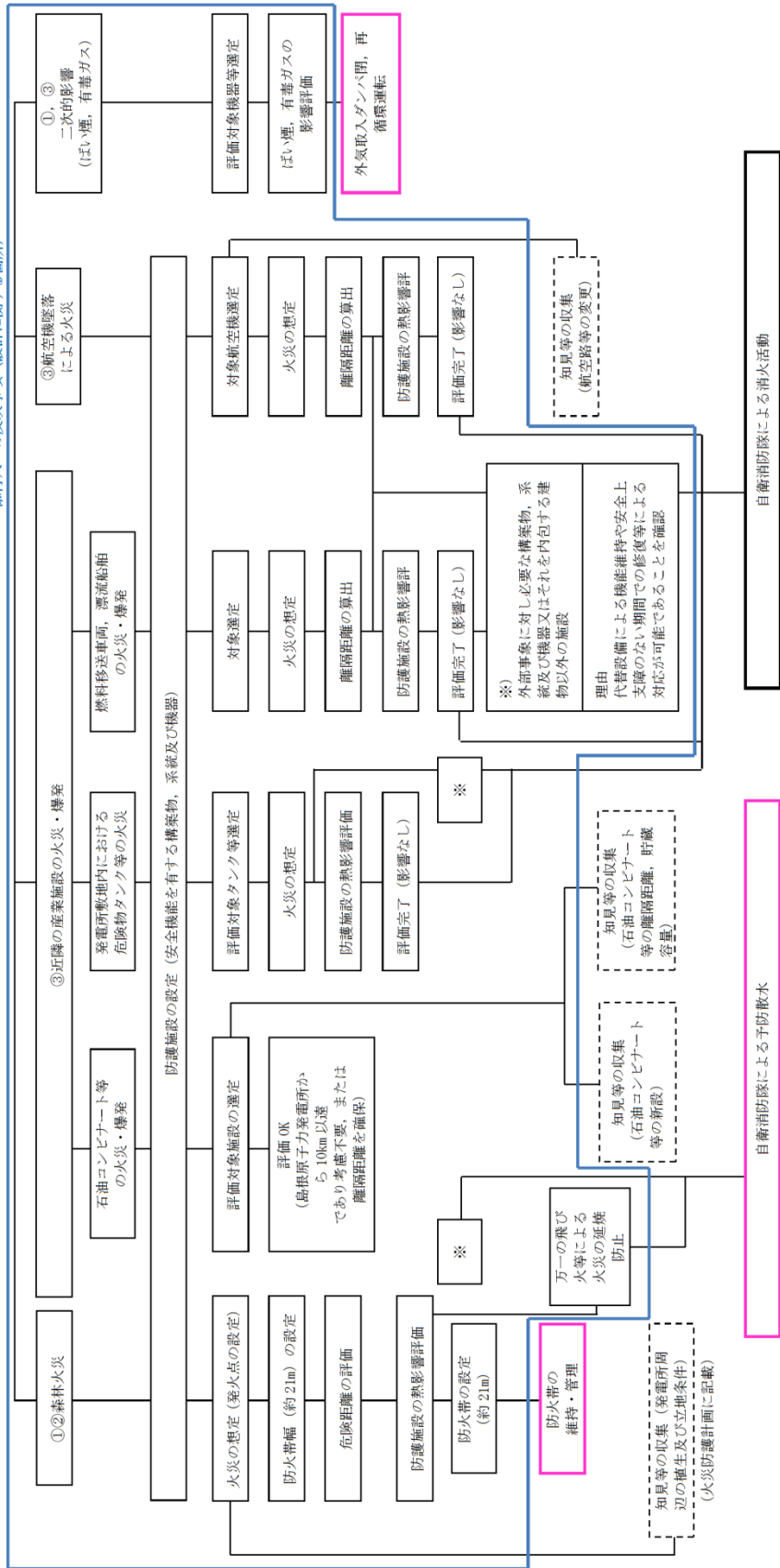
運用，手順能力説明資料

外部からの衝撃による損傷の防止  
(外部火災)

(第6条 外部火災)

- ① 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項においても同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。
- ② 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。
- ③ 安全施設は、工場等内又はその周辺において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。）に対して安全機能を損なわないものでなければならぬ。

添付八への反映事項（設計に関する箇所）



設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順	・防火帯のパトロール, 可燃物の排除
		体制	・担当グループによる防火帯の維持・管理
		保守・点検	・防火帯の維持・管理
	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	教育・訓練	・火災防護に関する教育 (防火帯の目的, 点検, 維持)
		運用・手順	・外部火災影響評価ガイドに伴い, 外部火災影響評価を行う。
		体制	・担当グループによる外部火災影響評価
	知見の収集 (石油コンビナート等の新設, 離隔距離, 貯蔵容量)	保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
		運用・手順	・外部火災影響評価ガイドに伴い, 外部火災影響評価を行う。
	知見の収集 (航空路等の変更)	体制	・担当グループによる外部火災影響評価
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	自衛消防隊による 予防散水	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>・警備員等は、火災発生を確認した場合は自衛消防隊長へ連絡する。</li> <li>・自衛消防隊長は、風向き等から火災進行方向を評価し、散水場所を自衛消防隊に指示する。</li> <li>・自衛消防隊は屋外消火栓等から水源をとり、ホースを展開し、消防車により予防散水を行う。</li> </ul>
		体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自衛消防隊※</li> </ul>
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防車の点検</li> <li>・消火設備（消火栓等）の点検</li> <li>・消防用資機材（防火服、空気呼吸器等）の点検</li> <li>・故障時の捕修</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消火対応の力量を維持するための教育、訓練</li> <li>・初期消火班による消火訓練、資機材取扱訓練</li> <li>・海上災害防止センター消火訓練 等</li> </ul>
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取入ダンパ閉、再循環運転の手順</li> </ul>
		体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転員による運転操作</li> </ul>
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空調換気系の点検</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>・操作手順の教育（運転員による外部火災発生時の外気取入ダンパ閉、再循環運転）</li> <li>・補修に関する教育・訓練（空調換気系）</li> </ul>

※：自衛消防隊の編成については、添付資料—2「第2.3.1.2-1表」に記載

## 島根原子力発電所2号炉

### 森林火災評価に係る 植生確認プロセスについて

## 1. 基準要求

### 【第6条】

設置許可基準規則第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて，安全施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また，外部火災影響評価について詳細に規定している「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。）において，発電所敷地外で発生する火災が発電用原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。

当該基準要求を満足するに当たっては，評価ガイドの「付属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において，FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており，想定火災の火線強度に対する発電用原子炉施設の防火帯幅を評価する。

## 2. 現場確認項目及び内容

上記基準要求を満足するためには，FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち，植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため，樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報を用いて，土地利用データにおける森林領域を，樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており，以下のとおり，国土数値情報土地利用細分メッシュ及び森林簿データ，現場調査による確認を実施している。

### 2. 1 植生データの整備

#### (1) 植生データの入手及び整備

植生データについては，国土交通省の国土数値情報である島根原子力発電所周辺の土地利用細分メッシュ（H21 年度）を用いて土地利用データを作成し，土地利用データの森林領域を細分化するため島根県から入手した森林簿のデータを使用して，森林領域等の植生データを細分化・整備した。

#### (2) 現場調査

FARSITE の入力にあたり，森林の樹種やその分布状況の詳細な現状把握が必要であるため，発電所構内及び防火帯周辺の植生については，現場調査（写真撮影）を実施した。

現場調査に当たっては，発電所構内の森林管理の単位となっている 60 エリアに分け，1 級造園施工管理士の国家資格を有する者がウォークダウンをすることにより，植生を調査し，樹種，林齢，低木及び下草の有無を確認した。ウォークダウンの際に写真を撮影し，それをもとに植生を確認するとともに，調査位置についても記録した。



(3) 植生データの作成

(1), (2) を踏まえ補正し, FARSITE にて利用できるように地理的な位置情報を扱う地理情報システム (GIS) に植生情報を入力してデータを作成した。

(4) 植生データの妥当性の確認

発電所構内のウォークダウンに当社社員も同行し, 植生の妥当性を確認した。

3. 記録の取扱い

現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録として保管する。

4. 今後の対応

発電所周辺の植生の変更がある場合は, その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。