

泊発電所 3 号炉審査資料	
資料番号	DB063F r. 3. 0
提出年月日	令和3年10月1日

## 泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則等への適合状況について  
(設計基準対象施設等)

令和 3 年 1 0 月  
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 目 次

第4条	地震による損傷の防止（後日提出）	
第5条	津波による損傷の防止（後日提出）	
第6条	自然現象 外部からの衝撃による損傷の防止（自然現象）	
第6条	竜巻 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	
第6条	外部火災 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）	
第6条	火山 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）	
第7条	不法な侵入等の防止	
第8条	火災による損傷の防止	
第9条	溢水による損傷の防止	
第10条	誤操作の防止	
第11条	安全避難通路等	
第12条	安全施設	
第14条	全交流動力電源喪失対策設備	
第16条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	
第17条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	
第24条	安全保護回路	
第26条	原子炉制御室等	（第59条 原子炉制御室等）
第31条	監視設備	（第60条 監視測定設備）
第33条	保安電源設備	
第34条	緊急時対策所	（第61条 緊急時対策所）
第35条	通信連絡設備	（第62条 通信連絡を行うために必要な設備）

注：（ ）内は重大事故等対処施設の該当条文

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 要求事項の整理

1.2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）

(1) 位置、構造及び設備

(2) 安全設計方針

(3) 適合性説明

1.3 気象等

1.4 設備等

2. 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

(別添 1)

設置許可基準規則等への適合状況説明資料（外部火災）

3. 技術的能力説明資料

(別添 2)

外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

4. 現場確認プロセス

(別添 3)

泊発電所 3 号炉における森林火災評価に係る植生確認プロセスについて

## <概 要>

- 1 . において、設計基準対象施設の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する泊発電所3号炉における適合性を示す。
- 2 . において、設計基準対象施設について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。
- 3 . において、追加要求事項に適合するための技術的能力（手順等）を抽出し、必要となる運用対策等を整理する。
- 4 . において、設計にあたって実施する各評価に必要な入力条件等の設定を行うため、設備等の設置状況を現場にて確認した内容について整理する。



## 1. 基本方針

### 1.1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について、設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条において、追加要求事項を明確化する（表 1）。

表1 設置許可基準規則第6条及び技術基準規則第7条 要求事項

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)	技術基準規則 第7条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	備考
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ない。	設計基準対象施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
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と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ない。		追加要求事項
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ない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項



## 1.2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）

### （ 1 ） 位置、構造及び設備

#### （ 3 ） その他の主要な構造

(i) 本原子炉施設は、（ 1 ）耐震構造、（ 2 ）耐津波構造に加え、以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。

##### a . 設計基準対象施設

###### （ a ） 外部からの衝撃による損傷の防止

安全施設は、発電所敷地で想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮の自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なうことのない設計とする。

なお、発電所敷地で想定される自然現象のうち、洪水については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

また、自然現象の組合せにおいては、風（台風）、積雪及び火山の影響による荷重の組合せを設計上考慮する。

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に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それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせる。

また、安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害により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うことのない設計とする。

なお、発電所敷地又はその周辺において想定される人為事象のうち、飛来物（航空機落下等）については、確率的要因により設計上考慮する必要はない。また、ダムの崩壊については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

ここで、想定される自然現象及び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、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

(a-3) 安全施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(1.1:6 外-別 1-4) (1.2:6 外-別 1-4)】



想定される森林火災については、延焼防止を目的として発電所周辺の植生を確認し、作成した植生データ等より求めた最大火線強度から設定した防火帯（20m）を敷地内に設けた設計とする。ただし、ササ草原かつ斜面に面し火線強度があがりやすい敷地北部の防火帯の一部は約55mにわたって46m、風上に針葉樹を擁し火線強度があがりやすい敷地東部の防火帯の一部は約400mにわたって25mの防火帯幅を確保すること等により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.2:6外-別1-6)(2.1.3:6外-別1-6,7)】

また、森林火災による熱影響については、火炎輻射強度（1,200kW/m<sup>2</sup>）の影響を考慮した場合においても離隔距離を確保することで安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.3.3:6外-別1-7)(2.1.3.4:6外-別1-7)】

想定される近隣の産業施設の火災及び爆発については、離隔距離を確保することで安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.2.1:6外-別1-7)】

また、想定される発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災及び航空機墜落による火災については、離隔距離の確保及び障壁（鋼板及び保温材より構成）の設置等により安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.2.2.2:6外-別1-9)(2.3:6外-別1-10～13)】

外部火災による原子炉補機冷却海水ポンプへの影響については、原子炉補機冷却海水ポンプ周辺の温度を許容温度以下とすること、また二次的影響のばい煙及び有毒ガスに対して、換気空調設備等に適切な防護対策を講じることによって安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4:6外-別1-13,14)】

## (2) 安全設計方針

### 1. 安全設計

#### 1.8.10 外部火災防護に関する基本方針

##### 1.8.10.1 設計方針

安全施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても原子炉施設の安全機能を確保するために必要な機能（以下「安全機能」

という。)を損なわないよう、防火帯の設置、建屋による防護、障壁による防護、離隔距離の確保及び代替設備の確保等によって、安全機能を損なうことのない設計とする。

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。

外部火災で想定する火災を第1.8.10.1表に示す。

【説明資料(1.1:6外-別1-4)(1.2:6外-別1-4)】

第1.8.10.1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 以内に発火点を設定した発電所に迫る火災
近隣の産業施設の火災・爆発	発電所敷地外 10km 以内に存在する石油コンビナート等の火災・爆発
	発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災
航空機墜落による火災	発電所敷地内への航空機墜落時の火災

また、想定される火災及び爆発の二次的影響(ばい煙等)に対して、安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(1.1:6外-別1-4)(1.2:6外-別1-4)(2.4.2:6外-別1-13,14)】

#### (1) 外部火災防護施設

安全施設が外部火災の影響を受けた場合において、原子炉の安全性を確保するため、「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に該当する構築物、系統及び機器を外部火災防護施設とする。外部火災防護施設を第1.8.10.2表に示す。

【説明資料(1.3:6外-別1-5)】

クラス1、クラス2に属する構築物等及びクラス1、クラス2に属する構築物等を内包する建屋(クラス1、クラス2に属する構築物等となる建



屋を除く。)を評価対象(以下、「評価対象の外部火災防護施設」という)とする。

評価対象の外部火災防護施設については、必要とされる防火帯を森林との間に設けること等により、外部火災による建屋外壁(天井スラブを含む。)及び原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を許容温度以下とすることで安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.3:6外-別1-6,7)】

また、クラス3の安全機能を有する安全施設については、屋内に設置されている施設は、建屋により防護することとし、屋外施設については、防火帯の内側に設置すること、消火活動又は代替設備の確保により防護することとし、安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.3:6外-別1-6,7)(3.1:6外-別1-15)(3.2:6外-別1-15)】

なお、防火帯の外側にあるクラス3施設としては、モニタリングポストがあり、火災発生時は、代替設備を確保し安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(1.3:6外-別1-5,6)(3.2:6外-別1-15)】

#### 第1.8.10.2表 外部火災防護施設

##### 1. 火災に対する直接的な影響を受ける施設

防護対象	外部火災防護施設
安全機能の重要度分類クラス1、クラス2に属する構築物等及びクラス1、クラス2に属する構築物等を内包する建屋(クラス1、クラス2に属する構築物等となる建屋を除く。)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋(原子炉格納施設、燃料取扱棟、周辺補機棟含む)</li> <li>・原子炉補助建屋</li> <li>・ディーゼル発電機建屋</li> <li>・循環水ポンプ建屋</li> </ul> ※消火活動による防護手段を期待しない条件のもと、防火帯の設置、火元からの離隔距離の確保、建屋及び障壁で防護
安全機能の重要度分類クラス3に属する施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービン建屋</li> <li>・開閉所</li> <li>・固体廃棄物貯蔵庫</li> <li>・モニタリングポスト他</li> </ul> ※屋内に設置されている施設につ

	<p>いては、建屋により防護することとし、屋外施設については、防火帯の内側に設置すること及び消火活動等により防護</p>
--	--

## 2. 火災に対する二次的影響（ばい煙等）を受ける施設

防護対象	外部火災防護施設
<p>安全機能の重要度分類クラス1、クラス2に属する構築物等及びクラス1、クラス2に属する構築物等を内包する建屋（クラス1、クラス2に属する構築物等となる建屋を除く。）</p>	<p>原子炉補機冷却海水ポンプ 主蒸気逃がし弁、排気筒等 換気空調設備 ディーゼル発電機 安全保護系計装盤 制御用空気圧縮機</p>

【説明資料(2.4.2:6外-別1-13,14)】

### (2) 森林火災

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（平成25年6月19日 原規技発第13061912号 原子力規制委員会決定）に基づき、過去10年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離で10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション解析コード（以下「FARSITE」という。）を用いて影響評価を実施し、必要な防火帯を設置することにより、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1:6外-別1-6,7)】

#### a. 森林火災の想定

- (a) 森林火災における各樹種の可燃物量は、北海道から入手した森林簿データ等による現地の植生を用いる。
- (b) 気象条件は発電所で観測した過去10年間の気象を調査し、森林火災の発生件数を考慮して、最小湿度、最高気温及び最大風速の組合せとする。
- (c) 風向は最大風速における風向と最多風向の出現回数を調査し、卓越風向を設定する。
- (d) 発火点については、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、防火帯幅及び熱影響評価に際してFARSITEより出力される高い値を用いて実施するために森林火災について、北海道における森林火災の最多発生原因である「たばこ・マッチ」と「ごみ焼き」を



考慮し、2地点を設定する。

- i. 風向は卓越方向（東）とし、森林火災について、人為的行為を考慮し、集落端と森林の境界部（発電所から約 2.5km の距離）を「発火点 1」として設定する。
- ii. 風向は人為事象が考えられる（北西）とし、森林火災について、人為的行為を考慮し、道路脇畑を（発電所から約 1km の距離）を「発火点 2」として設定する。

- (e) 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。

【説明資料(2.1.2:6外-別1-6)】

b. 評価対象範囲

発電所近傍の発火想定地点を10km以内とし、植生、地形等の評価対象範囲は発火点の距離に余裕をみて南北13km、東西13kmの範囲を対象に評価を行う。

【説明資料(2.1.2:6外-別1-6)】

c. 必要データ（FARSITE入力条件）

(a) 地形データ

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。

(b) 土地利用データ

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。

(c) 植生データ

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地方自治体（北海道）より入手する。森林簿の情報をを用いて、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。

発電所構内及び周辺の植生データについては、現地を踏査した植生データを用いる。

(d) 気象データ

現地にて起こり得る最も厳しい条件を検討するため、過去10年間のデータのうち、北海道で発生した森林火災の実績より、発生頻度が高い4月から6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。

【説明資料(2.1.2:6外-別1-6)】

d. 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炎の拡大モデルを用いて延焼速度 (3.11m/s (発火点2)) や火線強度 (114,908kW/m (発火点2)) を算出する。

e. 火炎到達時間による消火活動

延焼速度より、発火点から防火帯までの火炎到達時間<sup>注1</sup> (約50分 (発火点2)) を算出し、森林火災が防火帯に到達するまでの間に発電所に常駐している消火要員による河川水等を用いた消火活動が可能であり、万が一の飛び火等による火炎の延焼を防止することで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

なお、防火帯の外側にあるクラス3施設としては、モニタリングポストがあり、火災発生時は、代替設備を確保し安全機能を損なうことのない設計とする。

注1：火炎が防火帯に到達する時間

【説明資料(2.1.3.1:6外-別1-6,7)】

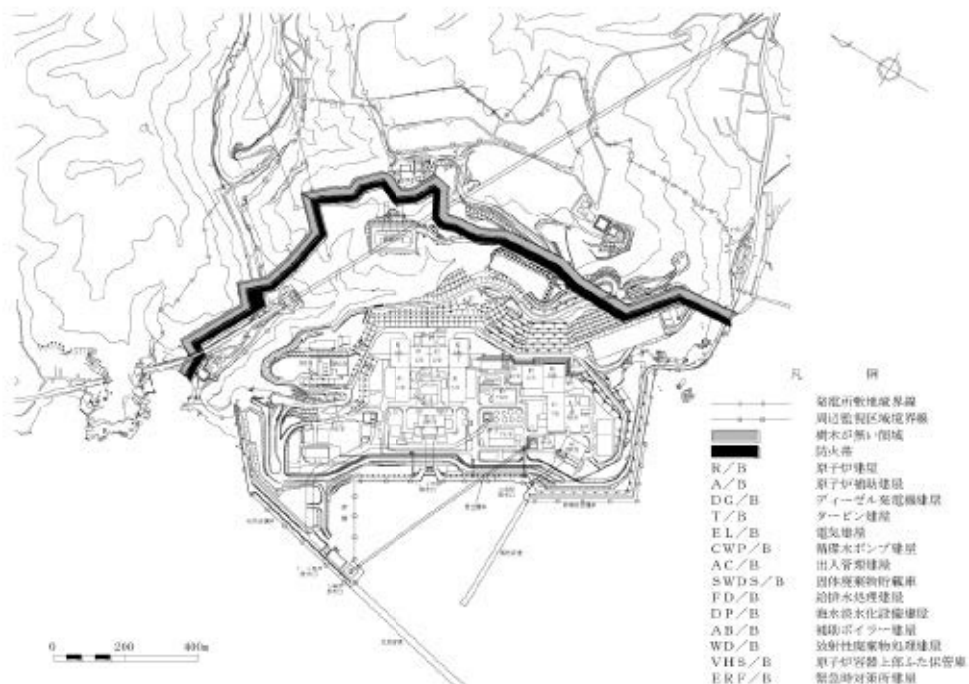
f. 防火帯幅の設定

F A R S I T E から出力される火線強度<sup>注1</sup>を用い防火帯幅を確保することにより安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。防火帯幅の算出に当たっては、風上に樹木が無い場合の火線強度と最小防火帯幅の関係を用いる。防火帯幅は火線強度が最大となる114,908kW/m箇所において46mとなる。

樹木が無い領域及び設置する防火帯を第1.8.10.1図に示す。

注1：火線強度は発火点1と発火点2のうち大きな強度を用いて評価する。

【説明資料(2.1.3.2:6外-別1-7)】





### 第 1.8.10.1 図 防火帯設置図

【説明資料(3.1:6 外-別 1-15)】

#### g. 評価対象の外部火災防護施設の熱影響

##### (a) 建屋への熱影響

F A R S I T E から出力される反応強度から求めた火炎輻射強度 ( $977\text{kW/m}^2$  (発火点 2))<sup>注1注2</sup>を安全側に数字を切り上げた  $1200\text{kW/m}^2$  に基づき防火帯から最も近い位置 (200m) にある外部火災防護施設 (原子炉建屋) の建屋 (垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所) の表面温度を求め、コンクリート許容温度  $200^\circ\text{C}$ <sup>注3</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

注 1 : F A R S I T E の保守的な入力データから F A R S I T E で評価した火炎輻射強度

注 2 : 火炎輻射強度は反応強度と比例することから反応強度が高い発火点 2 の火炎輻射強度を用いて評価する。

注 3 : 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

【説明資料(2.1.3.3:6 外-別 1-7)】

##### (b) 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響

F A R S I T E から出力される反応強度から求めた火炎輻射強度 ( $977\text{kW/m}^2$  (発火点 2)) を安全側に余裕を考慮した  $1,200\text{kW/m}^2$  に基づき原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を求め、許容温度  $80.9^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

注 1 : モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な冷却空気の入取温度

【説明資料(2.1.3.3:6 外-別 1-7)】

#### h. 評価対象の外部火災防護施設の危険距離の確保

##### (a) 建屋の危険距離の確保

F A R S I T E から出力される反応強度から求めた火炎輻射強度 ( $977\text{kW/m}^2$  (発火点 2)) に対し、安全側に余裕を考慮した  $1,200\text{kW/m}^2$  に基づき危険距離<sup>注1</sup>を求め、防火帯の外縁 (火災側) から評価対象の外部火災防護施設の離隔距離を危険距離以上確保することで、評価対



象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

注1：発電所周囲に設置される防火帯の外縁（火炎側）から外部火災防護施設の間に必要な離隔距離

【説明資料(2.1.3.4:6外-別1-7)】

(b) 原子炉補機冷却海水ポンプの危険距離の確保

F A R S I T Eから出力される反応強度から求めた火炎輻射強度(977kW/m<sup>2</sup> (発火点2))を安全側に余裕を考慮した1,200kW/m<sup>2</sup>に基づき危険距離を求め、発電所周囲に設置する防火帯の外縁（火炎側）からの離隔距離を危険距離以上確保することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.3.3:6外-別1-7)】

(3) 近隣の産業施設の火災・爆発

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、発電所敷地外10km以内の産業施設に対して、必要な離隔距離を確保することで、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

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事を確認している。なお、発電所の最も近くに存在する石油コンビナート施設として、「石油コンビナート等災害防止法」第2条第2号の規定に基づく「石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令」(昭和51年政令第192号)で指定される石狩市の施設が、発電所の北東約70kmの位置、室蘭市の施設が発電所の南東約90kmの位置に存在する。

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以外の産業施設を調査した結果、発電所周辺において高圧ガス施設等の産業施設があるが、その危険物貯蔵量から想定すると、石油コンビナート等に相当する施設はない。

【説明資料(2.2.2.1:6外-別1-7,8)】

a. 火災の影響

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の外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護により、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

- (a) 火災の想定
  - i. 危険物貯蔵施設の貯蔵量は、危険物を満載した状態とする。
  - ii. 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。
  - iii. 気象条件は無風状態とする。
  - iv. 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。
  
- (b) 評価対象範囲  
評価対象は、発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設とする。
  
- (c) 評価対象施設への熱影響
  - i. 建屋への熱影響  
建屋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屋までの離隔距離を必要とされる危険距離（74m）以上確保することにより、外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。
  
  - ii. 原子炉補機冷却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原子炉補機冷却海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（109m）以上確保することにより、原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。
  
- b. ガス爆発の影響評価
  - (a) 高圧ガス製造所のガス爆発想定（高圧ガス漏えいによる爆発）
    - i. 気象条件は無風状態とする。
    - ii. 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。
  - (b) 評価対象範囲  
評価対象範囲は、泊発電所敷地外 10km 圏内の高圧ガス貯蔵所を対象とする。
  - (c) 高圧ガス貯蔵施設の影響  
想定される高圧ガス貯蔵施設のガス爆発による爆風圧の影響に対し、高圧ガス貯蔵施設から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<sup>註1</sup>（87m）以上確保することにより、評価対象



の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

また、想定される高圧ガス貯蔵施設のガス爆発による飛来物の影響については、高圧ガス貯蔵施設から原子炉施設までの離隔距離を、容器の破裂による破片の飛散範囲の妥当性が確認された方法<sup>(10)</sup>により算出される最大飛散範囲(1,217m)以上確保することにより、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

注1：ガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下になる距離

【説明資料(2.2.2.1:6外-別1-7,8)】

#### (4) 燃料輸送車両の影響

##### a. 火災の影響

発電所敷地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の外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護により、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

##### (a) 火災の想定

- i. 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地内で火災を起こすものとする。
- ii. 燃料積載量は発電所構内に配備されている移動発電機車タンクローリー(18kl)とする。
- iii. 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- iv. 輸送燃料は軽油とする。
- v. 発電所敷地内配備箇所での燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- vi. 気象条件は無風状態とする。
- vii. 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。

##### (b) 評価対象範囲

評価対象は、最大規模の燃料輸送車両とする。

##### (c) 評価対象施設への熱影響

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屋までの離隔距離を必要とされる危険距離(18m)以上確保することにより、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

##### b. ガス爆発の影響

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

ける評価対象の外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保により、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

(a) 爆発の想定

- i. 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で爆発を起こすものとする。
- ii. 燃料積載量は発電所敷地外 10km 以内における高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量(15t)とする。
- iii. 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- iv. 輸送燃料は液化石油ガス（プロパン）とする。
- v. 発電所敷地周辺道路での高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。
- vi. 気象条件は無風状態とする。

(b) 評価対象範囲

評価対象は、最大規模の液化石油ガス輸送車両とする。

(c) 評価対象施設への影響

想定される燃料輸送車両のガス爆発による爆風圧の影響に対して、発電所敷地周辺道路から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（87m）以上確保することにより、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

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、発電所敷地周辺道路から原子炉施設までの離隔距離を、容器の破裂による破片の飛散範囲の妥当性が確認された方法<sup>(10)</sup>により算出される最大飛散距離（1217m）以上確保することにより、評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

(5) 発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の熱影響

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等を対象に影響評価を実施し、建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度等を許容温度以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

対象の危険物貯蔵施設等を第1.8.10.3表第1.8.10.2図及び第1.8.10.3図に示す。



a. 火災の想定

- i. 危険物貯蔵施設等の貯蔵量は、管理上定められた上限値とする。
- ii. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう危険物貯蔵施設等の位置から評価対象の外部火災防護施設までの直線距離とする。
- iii. 危険物貯蔵施設等の破損等による防油堤内または設備本体内での全面火災を想定する。
- iv. 気象条件は無風状態とする。
- v. 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- vi. 変圧器の防火設備の消火機能等には期待しない。

b. 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地内の屋外に設置する引火等のおそれのある危険物貯蔵施設等のうち、離隔距離や危険物貯蔵量から発電用原子炉施設への熱影響が大きくなると想定される補助ボイラー燃料タンク、3号主・所一体型変圧器を対象とする。

【説明資料(2.2.2.2:6外-別1-9)】

第1.8.10.3表 発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等の設置状況

施設名	燃料	容量 (数量)	影響先	離隔 距離
補助ボイラー 燃料タンク	重油	410kL (1基)	ディーゼル発電機 建屋	約43m
			原子炉建屋	約57m
			循環水ポンプ建屋	(正面*)約107m (側面*)約120m
3号主・所一体 型変圧器	絶縁油	107.8kL	ディーゼル発電機 建屋	約81m
			原子炉建屋	約64m
			循環水ポンプ建屋	約81m

※補助ボイラー燃料タンクから循環水ポンプ建屋をみた時の正面、側面





### 第 1.8.10.3 図 屋外変圧器配置図

【説明資料(2.2.2.2:6 外-別 1-9)】

#### c. 評価対象の外部火災防護施設への熱影響

##### ・補助ボイラー燃料タンク

補助ボイラー燃料タンクを対象に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 ( $3,405\text{W}/\text{m}^2$ ) に対し、タンクとディーゼル発電機建屋との間に防護手段として設ける耐火性(断熱性)を有した鋼板及び保温材又はコンクリート板から構成される障壁により輻射熱を防護したうえで、ディーゼル発電機建屋外壁が昇温されるものとして、建屋表面温度を算出し、コンクリート許容温度 $200^\circ\text{C}^{\text{註1}}$ 以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

また、障壁を設置しない原子炉建屋については、火災が発生した時間から燃料が燃えつきるまでの間、一定の輻射強度 ( $2,208\text{W}/\text{m}^2$ ) で原子炉建屋が昇温されるものとして、建屋表面温度を算出し、コンクリート許容温度 $200^\circ\text{C}^{\text{註1}}$ 以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

##### ・3号主・所一体型変圧器

3号主・所一体型変圧器を対象に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 ( $414\text{W}/\text{m}^2$ ) に対し、原子炉建屋が昇温されるものとして、建屋表面温度を算出し、コンクリート許容温度  $200^\circ\text{C}^{\text{註1}}$  以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

#### d. 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響

##### ・補助ボイラー燃料タンク

補助ボイラー燃料タンクを対象に循環水ポンプ建屋が、一定の輻射強度<sup>註2</sup> (正面： $736\text{W}/\text{m}^2$ 、側面： $598\text{W}/\text{m}^2$ ) で昇温されるものとして、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度 $80.9^\circ\text{C}^{\text{註3}}$ 以下とすることで、原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

##### ・3号主・所一体型変圧器

3号主・所一体型変圧器を対象に循環水ポンプ建屋が、一定の輻射強



度 (276W/m<sup>2</sup>) で昇温されるものとして、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度80.9℃<sup>註3</sup>以下とすることで、原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

注1：火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度

注2：補助ボイラー燃料タンクから循環水ポンプ建屋を見た時の正面と側面の輻射強度

注3：モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な冷却空気の取込温度

【説明資料(2.2.2.2:6外-別1-9)】

#### (6) 航空機墜落による火災

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、航空機墜落による火災について落下カテゴリごとに選定した航空機を対象に影響評価を実施し、建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度等を許容温度以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.3.1:6外-別1-10)】

##### a. 対象航空機の選定方法

航空機落下確率評価については、評価条件の違いからカテゴリに分けて落下確率を求めている。評価に考慮している航空機落下事故については、訓練中の事故等、民間航空機と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、自衛隊機又は米軍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。選定した落下事故のカテゴリと対象航空機を第1.8.10.4表に示す。

評価対象航空機については、落下事故のカテゴリごとの評価対象航空機のうち、評価条件が最も厳しくなる燃料積載量が最大の機種を選定する。

【説明資料(2.3.2.1:6外-別1-10, 11)】

##### b. 航空機墜落による火災の想定

(a) 航空機は、発電所における航空機墜落評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。

(b) 航空機は燃料を満載した状態を想定する。

(c) 航空機の墜落は発電所敷地内であって墜落確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲のうち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。

(d) 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。

(e) 気象条件は無風状態とする。

(f) 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

【説明資料(2.3.2.1:6外-別1-10,11)】

c. 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地内であって原子炉施設を中心にして落下確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲のうち原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とする。

カテゴリごとの対象航空機の離隔距離を第1.8.10.4表に示す。

【説明資料(2.3.2.2:6外-別1-11,12)】

d. 評価対象の外部火災防護施設への熱影響

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、一定の輻射強度で外部火災防護施設の建屋が昇温されるものとして、建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度を算出し、コンクリート許容温度 $200^{\circ}\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

カテゴリごとの対象航空機の輻射強度を第1.8.10.4表に示す。

【説明資料(2.3.2.3:6外-別1-12)】

第1.8.10.4表 落下事故のカテゴリと対象航空機

落下事故のカテゴリ		対象航空機	離隔距離 注2	輻射強度
有視界飛行方式民間航空機	大型固定翼機 (固定翼機, 回転翼機)	B747-400	140m	1,150W/m <sup>2</sup>
	小型固定翼機 <sup>注1</sup> (固定翼機, 回転翼機)	Do228-200	76m	—
訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機	航空自衛隊千歳基地に 配備されている航空機	F-15	39m	1,102W/m <sup>2</sup>



注1 自衛隊機又は米軍機のうち、「航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機」に包絡される。

注2 離隔距離の設定にあたり、落下実績がないものは、保守的に0.5回とみなす。

【説明資料(2.3.2.2:6外-別1-13)】

e. 原子炉補機冷却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、一定の輻射強度で昇温されるものとして原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度 $80.9^{\circ}\text{C}^{\text{注2}}$ 以下とすることで原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

f. 航空機墜落に起因する敷地内危険物タンク火災の熱影響

(a) 評価対象の外部火災防護施設への熱影響

航空機墜落による火災のうち評価結果が厳しい民間航空機B747-400及び補助ボイラー燃料タンクについて同時に火災が発生した場合を対象に、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で評価対象の外部火災防護施設の建屋外壁が昇温されるものとして、建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度を算出し、コンクリート許容温度 $200^{\circ}\text{C}^{\text{注1}}$ 以下とすることで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

(b) 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響

航空機墜落による火災のうち評価結果が厳しい民間航空機B747-400及び補助ボイラー燃料タンクについて同時に火災が発生した場合を対象に、一定の輻射強度で昇温されるものとして原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度 $80.9^{\circ}\text{C}^{\text{注2}}$ 以下とすることで原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

注1：火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度

注2：モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な冷却空気の入込温度



(7) 発電所港湾内に入港する船舶火災の熱影響

追而

(漂流物船舶の火災影響評価について、基準津波審査結果を受けて反映のため)

(8) 二次的影響 (ばい煙等)

ばい煙等による評価対象の外部火災防護施設への影響については、第1.8.10.5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の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4:6外-別1-13)】

第1.8.10.5表 ばい煙等による影響評価

	分類	影響評価設備
機器への影響	外気を取り込む空調系	換気空調系統
	外気を設備内に取り込む機器	ディーゼル発電機
		原子炉補機冷却海水ポンプ 主蒸気逃がし弁、排気筒等
	室内の空気を取り込む機器	安全保護系計装盤 制御用空気圧縮機

【説明資料(2.4:6外-別1-14)】

a. 換気空調系統

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室、中央制御室、原子炉補助建屋、格納容器、試料採取室、制御用空気圧縮機室、ディーゼル発電機室、電動補助給水ポンプ室、タービン動補助給水ポンプ室、主蒸気配管室の空調系統がある。

これらの外気取入口には平型フィルタ（主として粒径が5 $\mu$ mより大きい粒子を除去）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については、平型フィルタにより侵入を防止することで評価対象の外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室及び安全補機開閉器室の空調系統については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより安全機能を損なうことのない設計とする。

また、中央制御室換気空調系統及び緊急時対策所換気空調系統については、外気取入遮断時の室内に滞在する人員の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、安全機能を損なうことのない設計とする。

b. ディーゼル発電機



ディーゼル発電機機関吸気系統の吸気消音器に付属するフィルタ（粒径 $120\mu\text{m}$ 以上において約90%捕獲）で比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲され、粒径数 $\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度のばい煙が過給機、空気冷却器に侵入するものの、機器の隙間は、ばい煙粒子に比べて十分大きく閉塞に至ることを防止することでディーゼル発電機の安全機能を損なうことのない設計とする。

c. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプモータは電動機本体を全閉構造とし、空気冷却器を電動機の側面に設置して外気を直接電動機内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であるため、ばい煙が電動機内部に侵入することはない。

また、空気冷却器冷却管の内径は約 $24\text{mm}$ であり、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に小さく、閉塞を防止することにより原子炉補機冷却海水ポンプの安全機能を損なうことのない設計とする。

d. 主蒸気逃がし弁、排気筒等

主蒸気逃がし弁は、建屋外部に排気管を有する設備であるが、ばい煙が排気管内に侵入した場合でも、主蒸気逃がし弁の吹出力が十分大きいいため、微小なばい煙粒子は吹き出されることにより主蒸気逃がし弁の安全機能を損なうことのない設計とする。

また、排気筒及び主蒸気安全弁については、主蒸気逃がし弁と同様に、建屋外部の配管にばい煙が侵入した場合でも、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることにより排気筒及び主蒸気安全弁の安全機能を損なうことのない設計とする。

e. 安全保護系計装盤

安全保護系計装盤が設置されている部屋は、安全補機開閉器室空調装置にて空調管理されており、本空調系統の外気取入口には平型フィルタ（主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去）が設置されているが、これに加えて下流側にさらに細かな粒子を捕獲可能な粗フィルタ（主として粒径が $5\mu\text{m}$ より小さい粒子を除去）が設置されている。このため、他の空調系統に比べてばい煙に対して高い防護性能を有しており、室内に侵入したばい煙の粒径は極めて細かな粒子である。

この粗フィルタの設置により、極めて細かな粒子のばい煙が侵入した場合において、ばい煙の付着による短絡等を発生させる可能性は小さいこと



により安全保護系計装盤の安全機能を損なうことのない設計とする。

#### f. 制御用空気圧縮機

制御用空気圧縮機が設置されている部屋は、制御用空気圧縮機室換気系統にて空調管理されており、本空調系統の外気取入口には平型フィルタ（主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去）が設置されていることから一定以上の粒径のばい煙については阻止可能である。

従って、ばい煙が侵入した場合にも、ばい煙の付着により機器内の損傷を発生させる可能性は小さいことにより制御用空気圧縮機の安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4.2:6外-別1-13,14)】

#### (9) 有毒ガスの影響

有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響については、中央制御室空調装置及び緊急時対策所換気設備における外気取入遮断時の室内に滞在する人員の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。

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室、中央制御室、原子炉補助建屋、格納容器、試料採取室、制御用空気圧縮機室、ディーゼル発電機室、電動補助給水ポンプ室、タービン動補助給水ポンプ室、主蒸気配管室の空調系統がある。

外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室及び安全補機開閉器室の換気空調設備については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより安全機能を損なうことのない設計とする。

上記以外の換気空調設備については、外気取入ダンパを閉止すること等により安全機能を損なうことのない設計とする。

発電所に近い鉄道路線には、JR函館本線（函館～旭川）があり、発電所の最寄りの駅は小沢駅である。

主要な道路としては、国道5号（札幌～函館）、国道229号（小樽～江差）及び国道276号（江差～苫小牧）があり、国道229号は国道276号及び道道269号により国道5号に連絡している。

敷地の最寄りの港湾には、地方港湾として南方向約5kmに岩内港がある。

なお、発電所への大型重量物の運搬は発電所前面に設けた荷揚施設によ



り、海送搬入するが、周辺にはフェリー航路はない。

これらの幹線道路、鉄道路線及び船舶は離隔距離を確保すること等で事故等による火災に伴う発電所への有毒ガスの影響がない設計とする。

【説明資料(2.4.2:6外-別1-13)】

#### 1.8.10.2 体制

火災発生時の原子炉施設の保全のための活動を行うため、消火要員が常駐する。消火要員の配置を、第1.8.10.6表に示す。

【説明資料(3.2:6外-別1-15)】

#### 1.8.10.3 手順等

外部火災における手順については、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。

- (1) 防火帯の維持・管理においては、手順等を整備し、的確に実施する。
- (2) 初期消火活動においては、手順等を整備し、火災発生現場の確認、中央制御室への連絡、消火栓等を用いた初期消火活動を実施する。
- (3) 外部火災によるばい煙発生時には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、又は、閉回路循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止する。
- (4) 外部火災による有毒ガス発生時には、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、又は、閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止する。
- (5) 障壁の防護機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (6) 外部火災による中央制御室へのばい煙侵入阻止に係る教育を実施する。
- (7) 森林火災から評価対象の外部火災防護施設を防護するための防火帯の設定に係る火災防護に関する教育を実施する。
- (8) 近隣の産業施設の火災・爆発から評価対象の外部火災防護施設を防護するために、離隔距離を確保することについて火災防護に関する教育を実施する。
- (9) 外部火災発生時の初期消火活動について火災防護に関する教育を実施する。また、消火要員による消防訓練、総合的な訓練及び運転操作等の訓練を実施する。
- (10) モニタリングポストが外部火災の影響を受けた場合は、代替設備を防火帯の内側に設置する運用とし、手順を定め、訓練を実施する。

- (11) 外部火災評価の前提となる危険物タンクの貯蔵量の管理上限を定めるとともに、当該貯蔵量を上回らないよう管理する。

第 1.8.10.6 表 消火要員の配置

役 割	要員数
連絡者	1名
通報者	1名
現場指揮者	1名
消火担当	5名
消防車操作担当	2名
案内誘導担当	1名



### ( 3 ) 適合性説明

#### 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

- 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ない。
- 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と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ない
- 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ない。

#### 適合のための設計方針

##### 第1項について

安全施設は、発電所敷地で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うことのない設計とする。

ここで、発電所敷地で想定される自然現象に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。また、発電所敷地で想定される自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件を考慮する。

自然現象を網羅的に抽出するために国内外の基準等や文献<sup>(16)~(28)</sup>に基づき事象を収集し、海外の選定基準<sup>(18)</sup>も考慮の上、敷地又はその周辺の自然環境を基に、発電所敷地で想定される自然現象を選定する。

発電所敷地で想定される自然現象は、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災又は高潮である。また、これらの自然現象による影響は、関連して発生する可能性がある自然現象及び敷地周辺地域で得られる過去の記録等を考慮し決定する。

以下にこれら自然現象に対する設計方針を示す。

##### (11) 森林火災

森林火災については、過去10年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離で10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション（FARSITE）を用いて影響評価を実施し、評価上必要とされる防火帯幅約14mに



対し約20mの防火帯幅を確保すること等により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。ただし、ササ草原かつ斜面に面し火線強度があがりやすい敷地北部の防火帯の一部は約55mにわたって評価上必要とされる防火帯幅約45.3mに対し46m、風上に針葉樹を擁し火線強度があがりやすい敷地東部の防火帯の一部は約400mにわたって評価上必要とされる防火帯幅18mに対し25mの防火帯幅を確保すること等により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.1.2:6 外-別 1-6) (2.1.3:6 外-別 1-6, 7)】

また、ばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を取り込む空調系統、外気を設備内に取り込む機器及び室内の空気を取り込む機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することで安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4.2:6 外-別 1-13, 14)】

### 第3項について

安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される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うことのない設計とする。

ここで、発電所敷地又はその周辺において想定される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に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

想定される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を網羅的に抽出するために国内外の基準等や文献<sup>(16)～(28)</sup>に基づき事象を収集し、海外の選定基準<sup>(18)</sup>も考慮の上、敷地及び敷地周辺の状況を基に、設計上考慮すべき事象を選定する。

発電所敷地又はその周辺で想定される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は、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害である。

#### (3) 爆 発

発電所敷地外10km以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及



ぼすような石油コンビナート施設はないため、爆発による安全施設への影響については考慮する必要はない。

また、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以外の産業施設を調査した結果、発電所周辺において高圧ガス施設等の産業施設があるが、その危険物貯蔵量から想定すると、石油コンビナート等に相当する施設はない。10km以内に存在する産業施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両の爆発の影響については、必要となる離隔距離を確保することで、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.2.2.1:6 外-別 1-7, 8)】

#### (4) 近隣工場等の火災

##### a. 石油コンビナート施設等の火災

発電所敷地外10km以内の範囲において、火災により評価対象の外部火災防護施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はないため、石油コンビナート施設の火災による安全施設への影響については考慮する必要はない。

また、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以外の産業施設を調査した結果、発電所周辺において高圧ガス施設等の産業施設があるが、その危険物貯蔵量から想定すると、石油コンビナート等に相当する施設はない。

また、その他の発電所敷地外 10km 以内に存在する産業施設の火災が発生した場合の影響については、必要となる離隔距離等を確保することで、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.2.2.1:6 外-別 1-7, 8)】

##### b. 発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等（補助ボイラー燃料タンク、3号主・所一体型変圧器）の火災発生時の輻射熱による評価対象の外部火災防護施設の建屋表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.2.2.2:6 外-別 1-9, 10)】

##### c. 航空機墜落による火災

発電所敷地内への航空機墜落に伴う火災発生時の輻射熱による外部火災防護施設の建屋表面温度等が許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.3.2.3:6 外-別 1-12, 13)】

d. 発電所港湾内に入港する船舶の火災

発電所港湾内に入港する船舶の火災発生時の輻射熱による評価対象の外部火災防護施設の建屋表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.3.2.3:6外-別1-13)】

e. 二次的影響(ばい煙等)

発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を取り入れる空調系統、外気を設備内に取り込む機器及び室内の空気を取り込む機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を行うことで、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4.2:6外-別1-13,14)】

(5) 有毒ガス

発電所の敷地及び敷地周辺の状況をもとに、想定される外部人為事象のうち外部火災により発生する有毒ガスの影響については、適切な防護対策を講じることで安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

外部火災による有毒ガス発生時には、居住空間へ影響を及ぼさないように外気取入ダンパを閉止する。又は、閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止することで安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

幹線道路、鉄道路線、船舶航路及び石油コンビナートの施設による有毒ガスの影響については、発電所から離隔距離を確保することで、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

【説明資料(2.4:6外-別1-13,14)】

1.13 参考文献

(14) 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」

原田和典 財団法人 日本建築センター 平成19年

1.3 気象等

2.2.4 その他の資料による一般気象

(1) 森林火災



森林火災の検討に関する泊発電所の気象観測点の気象データ（気温、風速、卓越風向、湿度）（2003～2012年）及び泊発電所の位置する北海道の森林火災発生状況（1993～2012年）について、第2.2.20表に示す。

第2.2.20表 気象データ（気温、風速、卓越風向、湿度）（2003～2012年）  
及び北海道の森林火災発生状況（1993～2012年）

月	泊発電所						北海道 H5-24 月別 火災発生 頻度*1
	気温 (℃)	風速 (m/s)		卓越風向		湿度 (%)	
	最高 気温	最大 風速	最大風速 記録時の 風向	最大風 速風向	最多風向	最小 湿度	
1月	8.4	32.2	西南西	西北西	西北西	31	1
2月	11.5	26.5	東南東	西北西	西北西	22	1
3月	14.5	30.4	西	西北西	東	19	12
4月	22.6	29.7	西	東	東	13	227
5月	24.7	29.2	東	東	東	14	231
6月	30.0	24.4	東南東	東	東	18	57
7月	30.5	18.7	西	東	東	33	40
8月	32.3	28.1	西北西	東	東	31	11
9月	32.1	34.5	西南西	東	東	25	12
10月	23.6	25.4	西南西	西	東	26	14
11月	21.3	30.9	西南西	西北西	西北西	29	13
12月	13.8	39.6	西南西	西北西	西北西	25	3

\*1：林野火災被害統計書（平成24年度版）北海道水産林務部

## 6. 社会環境

### 6.3 産業活動

発電所の近くには、石油コンビナートはない。また平成 25 年現在で、発電所敷地外 10km 圏内に危険物施設及び高圧ガス施設が存在するが、離隔があるため、原子炉施設に影響を与えることはない。

### 6.4 交通運輸

発電所に近い鉄道路線には、北海道旅客鉄道株式会社函館本線（函館～旭川）があり、発電所の最寄りの駅は小沢駅である。

主要な道路としては、国道 5 号（札幌～函館）、国道 229 号（小樽～江差）及び国道 276 号（江差～苫小牧）があり、国道 229 号は国道 276 号及び道道 269 号により国道 5 号に連絡している。

敷地の最寄りの港湾には、地方港湾として南方向約 5 km に岩内港がある。

なお、発電所への大型重量物の運搬は発電所前面に設けた荷揚施設により、海送搬入するが、周辺にはフェリー航路はない。

以上により、船舶の衝突によって、原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはない。

航空関係としては、発電所付近に飛行場はなく、発電所上空に航空路も通っていない。最寄りの飛行場としては東北東方向約 70km に札幌空港、東南東方向約 100km に新千歳空港及び航空自衛隊の千歳飛行場がある。

また、発電所上空域に自衛隊の訓練空域があるが、航空機は原則として原子力関係施設上空を飛行することを規制されている。

発電所周辺の鉄道、主要道路を第 6.4.1 図に示す。また、発電所周辺の主要航路を第 6.4.2 図に、航空路等を第 6.4.3 図に示す。発電所周辺の石油コンビナート施設の位置を第 6.4.4 図に示す。







第 6.4.3 図 発電所周辺の航空路等図



第 6.4.4 図 石油コンビナート等特別防災区域の位置



## 10. 生物

### 10.2 植 生

泊発電所3号炉増設に伴う環境影響調査において、植生に関する調査を実施している。その結果は以下のとおりである。

発電所周辺地域は、ほとんどが落葉広葉樹を主体とするミズナラープナクラス域に属しており、雷電山山腹、ニセコ山彙尾根等は亜寒帯・亜高山帯に、雷電山、ニセコアンヌプリ及びイワオヌプリ山頂部は寒帯・高山帯に属している。

自然植生として、ミズナラープナクラス域では下部針広混交林、エゾイタヤシナノキ群落、ヤナギ低木群落、自然草原、風衝草原が、亜寒帯・亜高山帯ではアカエゾマツ群集、エゾマツ-ダケカンバ群落、ササ-ダケカンバ群落、ササ自然草原が、寒帯・高山帯ではコケモモ-ハイマツ群集、高山ハイデ及び風衝草原がみられる。また、海岸部の砂丘地、断崖部に砂丘植生、海岸断崖植生がみられる。

代償植生として、ミズナラープナクラス域ではササ草原、ススキ草原、伐跡群落がみられる。また、植林地・耕作地植生として常緑針葉樹植林、トドマツ植林、アカエゾマツ植林、落葉針葉樹植林、落葉広葉樹植林、落葉果樹園、畑地、耕作放棄地雑草群落、牧草地、ゴルフ場、水田がみられる。

### 1.4 設備等

該当なし

泊発電所 3 号炉  
設置許可基準規則等への適合状況説明資料  
(外部火災)



## 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 基本事項
  - 1.2 想定する外部火災
  - 1.3 防護対象設備
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
3. 安全機能を維持するための運用対策
  - 3.1 防火帯の確保
  - 3.2 消火活動に係る体制

## 添付書類

1. 外部火災防護対象の選定について
2. MS-3, PS-3 設備の外部火災からの防護について
3. 森林火災評価について
  - (1) 森林火災評価に必要なデータ
  - (2) 発火点の設定
  - (3) 解析の結果
  - (4) 防火帯幅の設定
  - (5) 火災の到達時間
  - (6) 危険距離の評価
4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について
5. FARSITE 入力条件の適切性について
6. 泊発電所における初期消火活動について
7. 近隣の産業施設について
8. 発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の抽出について
9. 建屋外壁温度評価におけるPC板および防水押さえコンクリートについて
10. 敷地内における危険物貯蔵施設等の火災による影響評価結果について
11. ばい煙および有毒ガスの影響評価について
12. 中央制御室バウンダリ体積等について
13. 泊発電所3号機に対する航空機落下確率評価の結果について
14. 航空機落下における火災影響評価に用いる燃料タンクの投影面積について
15. 航空機落下による火災影響評価時の燃料物性値について
16. 航空機落下確率のカテゴリ別の火災影響評価について
17. 航空機落下とタンク火災による影響評価結果について
18. データ更新について



<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設備を整理する。
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。
3. において、外部火災における原子炉施設の安全機能を維持するための運用・対策を整理する。

## 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」に基づき、外部火災影響評価を行い、外部火災により、安全施設へ影響を与えないこと及び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（航空機墜落）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。



火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目	評価項目
森林火災	発電所敷地外 10km以内に発 火点を設定した 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 づく防護対象設備 の熱影響評価	・火災到達時間 評価 ・防火帯幅評価 ・熱影響評価 ・危険距離評価	二次的影 響 (ばい 煙、有毒 ガス) 評 価
近隣の産 業施設の 火災・爆発	発電所敷地外 10km以内の石 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 について発電所と の距離等を考慮し 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 危険物貯蔵設備 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	敷地への航空機 墜落時の火災	・墜落を想定する航 空機に相当する火 災を想定した防護 対象設備の熱影響 評価	・熱影響評価	

### 1.3 防護対象設備

安全施設に対して、外部火災の影響を受けた場合、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とする。

安全機能を有する設備としては、「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」（以下「重要度分類審査指針」という。）において、安全機能を有する設備とされるクラス1、2、3に該当する構築物、系統及び機器が該当する。また、ガイドにおいても発電所敷地外で発生する火災が原子炉施設（ガイドにおける「原子炉施設」は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包するものに限る。）へ影響を与えないこと等を評価することとされていることから、今回設定した防護対象と同様である



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、クラス1、クラス2に属する構築物等は、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使用済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、系統及び機器を有する安全重要度分類のクラス1、クラス2に属する構築物、系統及び機器。）に加え、クラス1、クラス2に属する構築物等を内包する建屋（クラス1、クラス2に属する構築物等となる建屋を除く。）とする。重大事故等対処設備については、上記設備を防護することにより、外部火災による重大事故の発生に至ることはないが、炉心損傷防止等の原子炉の安全性にかかる対策に大きな影響を与えるおそれがあることから、外部火災による影響が及ぶおそれがある場合には、保管位置から影響の及ばない位置に移動または防火帯幅の確保、外部火災に対する消火活動の実施により外部火災の熱影響を回避する。

## 2. 火災の影響評価

### 2.1 森林火災

#### 2.1.1 評価内容

発電所敷地外で発生する森林火災が、発電所へ迫った場合でも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している。

- (1) 火災の到達時間の評価
- (2) 防火帯幅の評価
- (3) 原子炉施設の熱影響
- (4) 危険距離の評価

#### 2.1.2 評価要領

森林火災の解析にあたっては、「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している。

- (1) 森林の現状を把握するため、職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入手し、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。
- (2) 気象条件は、過去10年間を調査し、森林火災の発生件数が比較的多い月（4～6月）を考慮して、森林火災の延焼を拡大させる観点から、FARSITEの条件として適切と判断される最低湿度、最高気温及び最大風速を設定する。
- (3) 風向においても他の気象条件と同様、過去10年間を調査し、森林火災の発生件数が比較的多い月（4～6月）を考慮して、卓越風向を選定すべく、最大風速における風向および最多風向の出現回数を調査し、出現回数が多いものを設定する。



- (4) 発火点は人為的事象を考え、道路脇の畑及び集落と森林の境界部を想定する。
- a. 発火点1：発電所の東約2.5kmの道路脇の畑
  - b. 発火点2：発電所の北西約1kmの集落と森林の境界部
- (5) 発電所を含む南北13km、東西13kmの範囲を評価対象範囲として設定する。

## 2.1.3 評価結果

### 2.1.3.1 火災の到達時間の評価

想定される森林火災による防火帯境界までの到達時間は、評価上最も厳しいケースで約50分程度である。これに対して、発電所の消火要員は24時間常駐しており、早期に消火体制を確立することができることから、防火帯の外縁（火炎側）での消火活動について、発電所の消火要員による対応は十分可能である。

また、消火要員による消火活動は、外部電源喪失時においても、ディーゼル駆動消火ポンプが運転可能であることから、屋外消火栓及び消防自動車を用いて消火活動が可能である。

### 2.1.3.2 防火帯幅の評価

火線強度より、発電所に必要な最小防火帯幅を算出した結果、延焼を防止するために必要な防火帯幅は約20～46mとなった。これを確保し、延焼による防護対象設備への影響がないことを確認した。

### 2.1.3.3 原子炉施設の熱影響評価

受熱側の輻射強度を用いて、森林部と最も近接している3号炉原子炉建屋外壁における熱影響評価を実施した結果、外壁の表面温度は約61℃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）に対して十分に下回っていることを確認した。

また、原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響評価を実施した結果、冷却空気の取込温度は約45℃であり、許容温度80.9℃（モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な冷却空気の取込温度）に対して下回っていることを確認した。

### 2.1.3.4 危険距離の評価

想定される森林火災に対して、原子炉建屋外壁の表面温度が許容温度200℃を超えない距離（危険距離）を算出した結果、約34mであり、評価上必要とされる危険距離以上の離隔距離（防火帯外縁（火炎側）からの最短距離：約210m）が確保されていることを確認した。

また、原子炉補機冷却海水ポンプの冷却空気の取込温度が許容温度80.9℃を超えない距離（危険距離）を算出した結果、約75mであり、評価上必要とされる危険距離以上の離隔距離（防火帯外縁（火炎側）からの最短距離：約380m）が確保されていることを確認した。

## 2.2 近隣の産業施設の火災・爆発

## 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及び危険物貯蔵施設の火災やガス爆発が発電所に隣接する地域で起こったとしても原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価している。

また、泊発電所の発電所敷地内における危険物施設等の火災が、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包する原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価している。

## 2.2.1 評価結果

### 2.2.2.1 石油コンビナートの影響評価

石油コンビナート等特別防災区域として指定されている石油コンビナート等施設として、石狩市の区域があるが十分な離隔距離が確保されており、発電所への影響を考慮する必要はない。しかしながら、石油コンビナート以外の施設として、発電所最寄りの給油所からの影響評価を実施した。



図1 石油コンビナート等特別防災区域の位置

### (1) 火災の影響評価

発電所最寄りの給油所における火災時の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、原子炉施設までの離隔距離が危険距離以上あることを確認した。

給油所				
種類	貯蔵数量[kl]	影響先	危険距離[m]	離隔距離[m]
灯油	145	原子炉建屋	74	約 1,500
ガソリン	29	循環水ポンプ建屋	109	約 1,600

### (2) ガス爆発の影響評価



発電所10km圏内の高圧ガス貯蔵施設の影響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、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。

高圧ガス貯蔵施設

種類	貯蔵数量 [kg]	危険限界距離[m]	離隔距離[m]
プロパン	15×10 <sup>3</sup>	87	約5,700

(3) 二次的影響（飛来物）評価

高圧ガス貯蔵施設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5700m）が最大飛散距離（約1217m）を上回る結果となった。したがって、高圧ガス貯蔵施設が事故等により爆発し、なおかつその飛来物が原子炉施設に衝突することはなく、影響はないことを確認した。

2.2.2.2 燃料輸送車両の影響評価

敷地内に配備されるタンクローリー（18kl）が火災を起こした場合及び発電所敷地外の想定される走行ルートである国道276号線において評価対象施設に最も近い場所で液化石油ガス輸送車両（積載量:15t）が火災・爆発を起こした場合を想定する。

(1) 火災影響評価

燃料搭載量は発電所敷地内の容量18klタンクローリーに軽油が満載されているものとする。

熱影響評価の結果、評価上必要とされる危険距離は約18mであり、これ以上の離隔距離を確保していることから、原子炉施設への影響はない。

(2) ガス爆発影響評価

発電所敷地外10km以内における高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量(15t)のプロパンを積載した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（約87m）に対し、発電所敷地周辺道路から原子炉施設までの離隔距離（約4300m）が危険限界距離以上であることを確認した。

(3) 二次的影響（飛来物）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4300m）が最大飛散距離（約1217m）を上回る結果となった。したがって、発電所周辺道路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原子炉施設に衝突することはなく、影響はないことを確認した。

2.2.2.3 敷地内危険物貯蔵施設等の影響評価

(1) 敷地内危険物施設の火災影響評価

発電所敷地内に位置している屋外危険物貯蔵施設の火災を想定し、原子炉施設建屋外壁等の熱影響評価を実施した。なお、評価に際しては、燃料

の保有量が多く、直接原子炉施設を臨むことができる補助ボイラ燃料タンクの火災を想定し、評価を実施した。

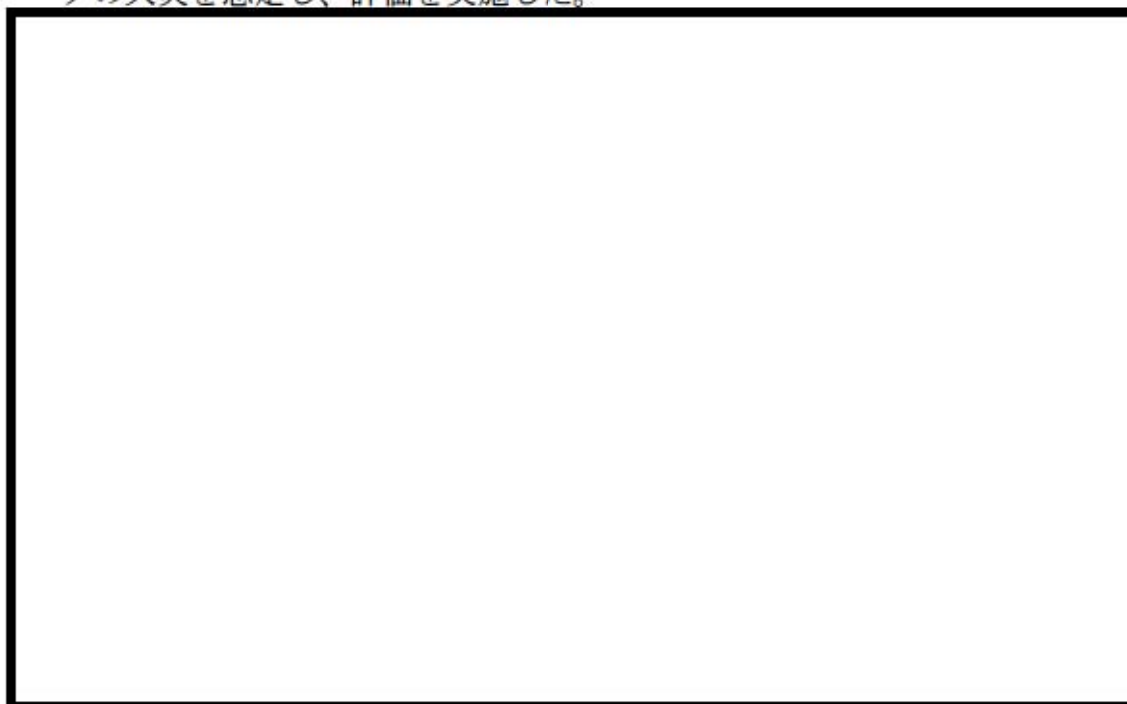


図2 敷地内危険物タンクと防護対象設備位置図

施設名	燃料	容量 (数量)	影響先	離隔 距離
補助ボイラ 燃料タンク	重油	410kℓ (1基)	ディーゼル発電機建屋	約 43m
			原子炉建屋	約 57m
			循環水ポンプ建屋	(正面*)約 107m (側面*)約 120m

\* 補助ボイラ燃料タンクから循環水ポンプ建屋をみた時の正面、側面

a. 原子炉施設建屋外壁の熱影響評価

補助ボイラ燃料タンクについて、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施設建屋外壁が昇温されるものとして、コンクリート表面の温度上昇を評価した結果、原子炉建屋外壁の表面温度は約159℃となり、ディーゼル発電機建屋外壁の表面温度は約94℃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）を下回る結果となった。ディーゼル発電機建屋外壁の表面温度の評価にあたっては外壁に設置した断熱材の効果を加味した。

b. 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響評価

循環水ポンプ建屋の建屋内空気温度を評価し、原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響を評価した結果、最高到達温度が約53℃であり許容温度80.9℃以下であり、熱影響はないことを確認した。



## (2) 変圧器の火災影響評価

発電所敷地内に位置している屋外変圧器の火災を想定し、原子炉施設建屋外壁等の熱影響評価を実施した。なお、評価に際しては、燃料の保有量が多く、距離が近い3号主・所一体型変圧器の火災を想定し、評価を実施した。



図3 敷地内屋外変圧器と防護対象設備位置図

施設名	燃料	容量 (数量)	影響先	離隔 距離
3号主・所 一体型変圧器	絶縁油	107.8kℓ	ディーゼル発電機建屋	約81m
			原子炉建屋	約64m
			循環水ポンプ建屋	約81m

### a. 原子炉施設建屋外壁の熱影響評価

3号主・所一体型変圧器について、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉建屋外壁等が昇温されるものとして、コンクリート表面の温度上昇を評価した結果、原子炉建屋外壁の表面温度は約76℃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）を下回る結果となった。

b. 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響評価

循環水ポンプ建屋の建屋内空気温度を評価し、原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響を評価した結果、最高到達温度が約 45.8℃であり許容温度 80.9℃以下であり、熱影響はないことを確認した。

2.3 航空機墜落による火災

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、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設に影響を及ぼさないことを確認している。

2.3.2 評価結果

2.3.2.1 評価方法

航空機落下確率評価については、評価条件の違いからカテゴリに分け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、訓練中の事故等、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、また、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、以下のカテゴリ毎に航空機落下による火災影響を評価する。

落下事故のカテゴリ	
計器飛行方式 民間航空機	発電所上空に航空路が存在しないため考慮せず
有視界飛行方式 民間航空機	大型航空機の落下事故
	小型航空機の落下事故
自衛隊機又は米軍機	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 <sup>注1</sup>
	基地－訓練空域を往復時の落下事故 <sup>注2</sup>

注1：自衛隊及び米軍機のうち航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機を対象とした。

注2：発電所は、訓練空域内にあるため、評価対象外とした。

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原子炉施設からの離隔距離（墜落地点）を求め、そこで発生する火災による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

防護対象として原子炉補助建屋等を考慮し、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した。

カテゴリ		対象航空機	燃料量 (m <sup>3</sup> ) 注1	輻射発散度 (W/m <sup>2</sup> )	燃焼速度 (m/s)	航空機墜落地点 (m)
有視界飛行の民間航空機	大型航空機	B747-400	216.84	50×10 <sup>3</sup>	4.64×10 <sup>-5</sup>	140
	小型航空機	評価結果は自衛隊機の評価に包含される。注2				76
訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	F-15	14.87	58×10 <sup>3</sup>	6.71×10 <sup>-5</sup>	39

注 1：軍用機関係の図書等の記載値から算定した推定値。

注 2：落下確率評価において考慮している航空機は、小型固定翼機及び小型回転翼機である。評価条件は、原子炉施設から距離が 76m、燃料積載量が小型固定翼機の 3m<sup>3</sup>程度であることから、自衛隊機又は米軍機において原子炉施設からの距離が 39m 燃料積載量が 15m<sup>3</sup>程度で評価していることを踏まえると、本評価は自衛隊機の落下による火災影響評価に包絡される。



図 3 航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機の離隔距離(39m)のイメージ

### 2.3.2.3 火災影響評価結果

#### (1) 原子炉施設建屋外壁の熱影響評価

航空機落下により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、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。

カテゴリ		対象航空機	燃料タンク投影面積 (m <sup>2</sup> ) 注 1	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)
有視界飛行方式民間航空機	大型航空機	B-747-400	700	1,150	1.85	103	200
	小型航空機	D0228-200	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機に包含される。				200
訓練空域内で飛行中及び訓練空域外を飛行中自衛隊機又は米軍機	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	F-15	44.6	1,102	1.38	94	200

注 1：軍用機関係の図書等の記載値から算定した推定値。

#### (2) 原子炉補機冷却海水ポンプへの熱影響評価

航空機落下により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、循環水ポンプ建屋の建屋内空気温度を評価し、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度が許容温度 80.9℃を超えないことを確認した。

対象航空機	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
B-747-400	51.3	80.9
F-15	58.3	80.9

#### (3) 航空機墜落に起因する敷地内危険物タンク火災の熱影響

航空機墜落による火災のうち評価結果が厳しい民間航空機 B747-400 及び補助ボイラー燃料タンクについて同時に火災が発生した場合を想定しても、原子炉施設外壁（天井スラブ含む）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。

また、循環水ポンプ建屋の建屋内空気温度を評価し、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度が許容温度 80.9℃を超えないことを確認した。



想定火災源	評価対象	評価温度 (°C)	許容温度 (°C)
B-747-400 及び 補助ボイラー 燃料タンク	ディーゼル発電機 建屋	171	200
	原子炉建屋	173	200
	循環水ポンプ建屋	67.6	80.9

## 2.4 発電所構内に入港する船舶の火災

追而  
(漂流物船舶の火災影響評価について、基準津波審査結果を受けて反映のため)

## 2.5 二次的影響の評価

### 2.5.1 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している。

### 2.5.2 評価結果

ばい煙等による安全上重要な設備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した。

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	ディーゼル発電機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該設備の運転時において、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。</li> <li>取り込まれたばい煙はシリンダ、ピストンの硬度より柔らかいと考えられることから、機関内の磨耗は発生せず、機能への影響はない。</li> </ul>
	外気を取り込む空調系統	換気空調設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>外気取り入れ運転を行っている換気空調設備は、外気取入口に設置された平型フィルタにより、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系停止や循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。</li> <li>室内の空気を機器内に取り込む安全保護系計装盤を設置している空調設備には、平型フィルタに加えて粗フィルタが設置され、更に細かい粒子を捕集することが可能であり、ばい煙に対して高い防護性能を有している。</li> </ul>
		原子炉補機冷却海水ポンプモータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>電動機本体はばい煙が侵入しない密閉構造であるとともに、電動機の空気冷却器冷却管径はばい煙の粒径より大きいため、冷却管は閉塞しないことから、機能への影響はない。</li> </ul>
	屋外設置機器	主蒸気逃がし弁等	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋外部に開口部を有する主蒸気逃がし弁等は、動作時の吹出力が十分大きいため、ばい煙侵入による機能への影響はない。</li> </ul>
居住性への影響		中央制御室等	<ul style="list-style-type: none"> <li>外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転等により、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。</li> <li>外気取入口での有毒ガス濃度が判定基準（IDLH 値*）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>

\* : 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



### 3. 安全機能を維持するための運用対策

#### 3.1 防火帯の確保

森林火災評価結果に基づき、森林火災による防護対象への延焼防止対策として、樹木がない領域 20m の内側に防火帯（20m～46m）を設定する。防火帯の設定に当たっては、発電所内建物、駐車場についても配置を考慮し、これらと干渉しないように防火帯を設定する。

また防火帯の管理として、燃焼物及び消火活動に支障となる物品が存在しないことを確認するとともに、必要に応じて樹木がない領域の伐採を行う。



#### 3.2 消火活動に係る体制

森林火災等が防護対象に延焼してきた場合を想定し、延焼してきた周辺の施設を防護するため、屋外消火栓及び消防自動車を用いた消火活動を行うこととしている。

これらの消火活動については、発電所に 24 時間常駐している消火要員で対応する。

以上

泊発電所 3号機  
外部火災影響評価について  
補足説明資料



## 目 次

1. 外部火災防護対象の選定について
2. MS-3, PS-3 設備の外部火災からの防護について
3. 森林火災評価について
  - (1) 森林火災評価に必要なデータ
  - (2) 発火点の設定
  - (3) 解析の結果
  - (4) 防火帯幅の設定
  - (5) 火災の到達時間
  - (6) 危険距離の評価
4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について
5. FARSITE 入力条件の適切性について
6. 泊発電所における初期消火活動について
7. 近隣の産業施設について
8. 発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の抽出について
9. 建屋外壁温度評価におけるPC板および防水押さえコンクリートについて
10. 敷地内における危険物貯蔵施設等の火災による影響評価結果について
11. ばい煙および有毒ガスの影響評価について
12. 中央制御室バウンダリ体積等について
13. 泊発電所3号機に対する航空機落下確率評価の結果について
14. 航空機落下における火災影響評価に用いる燃料タンクの投影面積について
15. 航空機落下による火災影響評価時の燃料物性値について
16. 航空機落下確率のカテゴリ別の火災影響評価について
17. 航空機落下とタンク火災による影響評価結果について
18. データの更新について

## 1. 外部火災防護対象の選定について

### 1. はじめに

「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」という。）の第六条においては、

- ①安全施設が、想定される自然現象においても安全機能を損なわないこと
- ②重要安全施設に、想定される自然現象により作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を考慮すること。

③安全施設が、安全性を損なわせる恐れのある人為事象においても安全機能を損なわないこと

を求めている。

ここでは、自然現象や人為事象による外部火災の防護対象を選定した。

### 2. 外部火災の防護対象設備

安全施設は、設置許可基準第二条において「設計基準対象施設のうち、安全機能を有するもの」とされており、設計基準対象施設は、「発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの」とされている。

また、設置許可基準の解釈において「重要安全施設」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」（以下、「重要度分類指針」という。）の自然現象に対する設計上の考慮に示されるものとされている。同指針はこれをクラス1及びクラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器としている。

また、重要度分類指針では重要度の分類を以下としている。

分類	定義
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、(a)炉心に著しい損傷、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
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加圧を防止し、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 2)安全上必須なその他の構築物、系統及び機器
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、敷地外への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
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)異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器



分類	定義
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 2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転時に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器
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 2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器

定義より、安全施設は PS-1, 2, 3 及び MS-1, 2, 3 の設備となり、これらが外部火災に対する防護対象である。また重要安全施設は安全施設のうち一部である。以下では安全施設の具体的な機器を重要度分類の付表を基に泊 3 号機への展開を図った。

分類	機能	構築物、系統又は機器
PS-1	原子炉冷却材バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器
	過剰反応度の印加防止機能	制御棒駆動装置圧力ハウジング
	炉心形状の維持機能	炉心支持構造物、燃料集合体
MS-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
	未臨界維持機能	原子炉停止系 制御棒、化学体積制御設備（ほう酸注入機能） 非常用炉心冷却設備（ほう酸注入機能）
	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	加圧器安全弁（開機能）
	原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統 余熱除去設備、補助給水設備、蒸気発生器 主蒸気設備（主蒸気隔離弁まで）、主蒸気安全弁 主蒸気逃し弁（手動逃がし機能） 主給水設備（主給水隔離弁から蒸気発生器まで）
	炉心冷却機能	非常用炉心冷却設備 低圧注入系、高圧注入系、蓄圧注入系
	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、アニュラス、原子炉格納容器隔離弁 原子炉格納容器バウンダリ配管系、外部遮へい、原子炉格納容器スプレイ設備、アニュラス空気浄化設備 排気筒
	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
	安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、ディーゼル発電機、 中央制御室（遮へい、空調設備を含む） 原子炉補機冷却水設備、原子炉補機冷却海水水設備



分類	機能	構築物、系統又は機器
MS-1	安全上特に重要な関連機能	直流電源設備、計測制御用電源設備 制御用圧縮空気設備
PS-2	原子炉冷却材を内蔵する機能	化学体積制御設備の抽出ライン 化学体積制御設備の浄化ライン
	原子炉圧力バウンダリに直接 接続されていないものであつ て、放射性物質を貯蔵する機能	気体廃棄物処理設備 使用済燃料ピット 新燃料貯蔵庫
	燃料を安全に取り扱う機能	燃料設備 燃料取替クレーン 燃料移送装置 使用済み燃料ピットクレーン
	安全弁及び逃がし弁の吹き止 まり機能	加圧器安全弁（吹き止まり機能） 加圧器逃がし弁（吹き止まり機能）
MS-2	燃料プール水の補給機能	燃料取替用水ピットからの使用済燃料ピット水補給 ライン
	放射性物質放出の防止機能	気体廃棄物処理設備の隔離弁
	事故時プラント設備の把握機 能	原子炉計装の一部 プロセス計装の一部
	異常状態の緩和機能	加圧器逃がし弁（手動開閉機能） 加圧器後備ヒータ 加圧器逃がし弁本弁（閉機能）
	制御室外からの安全停止機能	中央制御室外原子炉停止装置
PS-3	原子炉冷却材保持機能（PS-1, PS-2 以外のもの）	計装配管および弁 試料採取設備の配管および弁
	原子炉冷却材の循環機能	1次冷却材ポンプ 化学体積制御設備の封水注入ライン
	放射性物質の貯蔵機能	加圧器逃しタンク 液体廃棄物処理設備（貯蔵機能を有する範囲） 固体廃棄物処理設備（貯蔵機能を有する範囲） 新燃料貯蔵庫
	電源供給機能（非常用を除く。）	発電機および励磁機設備（発電機負荷開閉器を含む。） 蒸気タービン設備 主蒸気設備（主蒸気隔離弁以後） 給水設備（主給水隔離弁以前） 復水設備（復水器及び循環水ラインを含む。） 所内電源系統（MS-1 以外） 送電設備



PS-3	プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く）	原子炉制御系の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部
	プラント運転補助機能	補助蒸気設備 制御用圧縮機設備（MS-1 以外） 原子炉補機冷却水設備（MS-1 以外） 軸受冷却水設備 給水処理設備
	核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管及び端栓
	原子炉冷却材の浄化機能	化学体積制御設備の浄化ライン（浄化機能）
MS-3	原子炉圧力の上昇の緩和機能	加圧器逃がし弁（自動操作）
	出力上昇の抑制機能	タービンランバックインターロック 制御棒引抜阻止インターロック
	原子炉冷却材の補給機能	化学体積制御設備の充てんライン及びほう酸補給ライン 給水処理設備の1次系補給水ライン
	タービントリップ機能	タービン保安装置 主蒸気止め弁（閉機能）
	緊急時対策上重要なもの及び以上状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所 蒸気発生器ブローダウンライン（サンプリング機能を有する範囲） 試料採取設備（事故時に必要な1次冷却材放射性物質濃度及び原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度のサンプリング分析機能を有する範囲） 通信連絡設備 放射線監視設備の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部 消火設備 安全避難通路 非常用照明

### 3. 評価対象設備

構築物、系統及び機器については防火帯の内側に設置すること及び消火活動実施すること等により、外部火災から防護を実施する。

上記の防護はすべての安全施設に対し実施するが、評価は運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要な設備のうち

PS-1, 2 および MS-1, 2 の設備に対し実施する。

なお、同じく外部事象である竜巻影響評価では「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」において、耐震 S クラスの設計を要求される設備（系統・機器）及び建屋・構築物等を竜巻防護施設とし、竜巻防護施設と竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を設計対象施設としている。したがって、これらの設計対象施設以外の設備についての風加重に対する設計は、建築基準法に定める設計基準に従う等して、竜巻から防護している。

[参考]

IAEA “External Events Excluding earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants”では EE-C1(中央制御室、原子炉格納容器、非常用電源等)、EE-C2(EE-C1 に影響を与える設備)、EE-C3(燃料取扱棟等)にクラス分けし、それぞれのクラスに対し異なる対応を求めている。また、米国の Regulatory Guide 1.189“Fire Protection For Nuclear Power Plants”では近隣施設の項で安全上重要な設備（安全停止設備、放射性物質処理・貯蔵設備、新燃料及び使用済み燃料）に周辺施設が影響を及ぼす恐れがあるため、火災防護系は周辺施設の潜在的な火災及び爆発から適切に防護する必要があるとしている。

#### 4. 評価対象設備が設置される建屋

次頁の図に前項の評価対象設備が設置される建屋を示す。以下の建屋が外部火災に対する評価対象となる設備が設置される建屋である。

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・循環水ポンプ建屋



## 5. 二次的影響を考慮する設備

以下のとおり評価事象毎の二次的影響を評価する設備を選定した。

評価事象	二次的影響	対象
森林火災	ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等	○
近隣の産業施設の火災・爆発 (サイト内のタンク火災)	爆風等によるプラントの安全上重要な外部機器の破損。(ただし、サイト内で考えられるタンク等による火災の燃料物は重油であり爆発は考慮する必要はない。)	○
	ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等	○
航空機墜落による火災	ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等	○

外部火災の二次的影響としてばい煙、有毒ガス等が考えられる。以下では安全施設のうち、ばい煙、有毒ガス等の評価対象となる設備を抽出した。

### ① 換気空調設備で給気されるエリアの設置機器

非常用発電機、制御用空気圧縮機、電気盤、ポンプ、ファン、モータ等について、フィルタの目詰まり、開閉器の接点へのばい煙の付着による接触不良、電子部品へのばい煙の付着による短絡等について評価する。

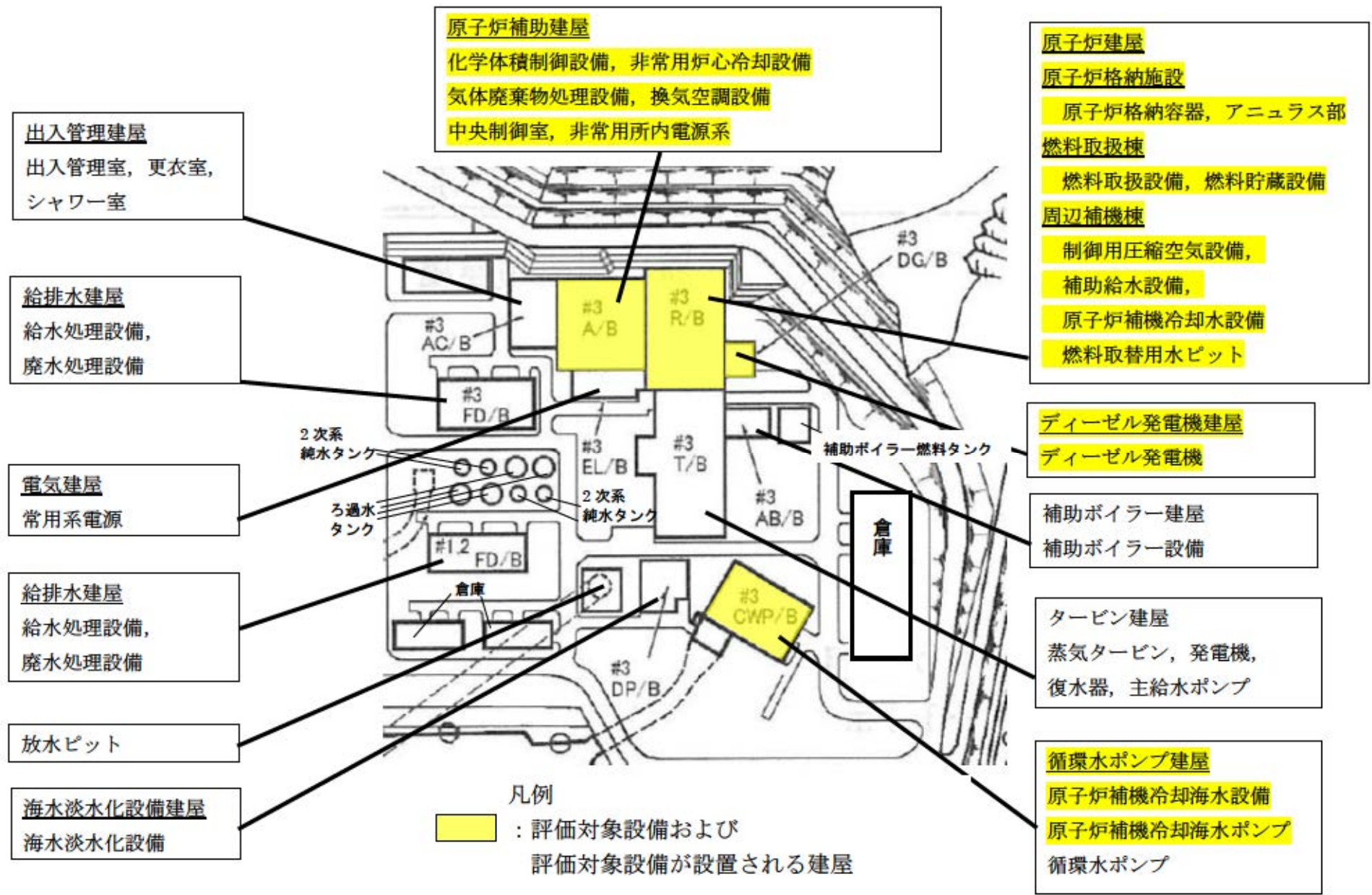
### ② 外気に直接接触れる機器

原子炉冷却海水ポンプモータ、主蒸気逃し弁等について、冷却ライン、逃がしラインの閉塞等について評価する。

### ③ 居住性への影響

中央制御室、運転員の居住性の観点から評価する。なお、緊急時対策所についてはMS-3設備であるが、外部火災時に使用することが考えられるため、居住性を評価する。

以上



**原子炉補助建屋**  
 化学体積制御設備, 非常用炉心冷却設備  
 気体廃棄物処理設備, 換気空調設備  
 中央制御室, 非常用所内電源系

**原子炉建屋**  
**原子炉格納施設**  
 原子炉格納容器, アニュラス部  
**燃料取扱棟**  
 燃料取扱設備, 燃料貯蔵設備  
**周辺補機棟**  
 制御用圧縮空気設備,  
 補助給水設備,  
 原子炉補機冷却水設備  
 燃料取替用水ピット

**ディーゼル発電機建屋**  
 ディーゼル発電機

補助ボイラー建屋  
 補助ボイラー設備

タービン建屋  
 蒸気タービン, 発電機,  
 復水器, 主給水ポンプ

**循環水ポンプ建屋**  
 原子炉補機冷却海水設備  
 原子炉補機冷却海水ポンプ  
 循環水ポンプ

**出入管理建屋**  
 出入管理室, 更衣室,  
 シャワー室

**給排水建屋**  
 給水処理設備,  
 廃水処理設備

**電気建屋**  
 常用系電源

**給排水建屋**  
 給水処理設備,  
 廃水処理設備

放水ピット

**海水淡水化設備建屋**  
 海水淡水化設備

凡例  
 : 評価対象設備および  
 評価対象設備が設置される建屋

図 評価対象設備が設置される建屋



## 2. MS-3, PS-3 設備の外部火災からの防護について

### 1. 概要

設置許可基準の第六条においては、安全施設が、想定される自然現象においても安全機能を損なわないことを求めている。安全施設には PS-3, MS-3 も含まれることから、これらの設備に対する防護を検討した。

### 2. 火災源に対する対応

泊発電所 3 号機は原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（以下「ガイド」という。）を踏まえ、それぞれ以下の火災を想定している。ガイドへの適合性を確保するためタンク火災の消火を考慮していないが、実際は消火活動を実施する。これを考慮すると MS-3, PS-3 に対しても以下のとおりの防護が実施されている。また個別機器に対する防護を表 1, 2 に示す。

火災想定	MS-3、PS-3 に対する防護*
森林火災	<ul style="list-style-type: none"><li>・防火帯の中に設置する。</li><li>・設備を建屋内に設置し、輻射の影響を軽減する。</li><li>・初期消火要員による消火活動を実施する。</li></ul>
タンク火災  補助ボイラー燃料タンク	<ul style="list-style-type: none"><li>・タンク内に発火源はなく、火災の発生の可能性を低く抑えている。</li><li>・発火した場合は、初期消火要員による消火活動を実施する。消火活動は油火災も想定しており、化学消防車が配備されている。</li><li>・設備を建屋内に設置し、輻射の影響を軽減する。</li><li>・泡消火設備が設置されており、早期の消火活動が期待できる。</li></ul>
航空機火災	<ul style="list-style-type: none"><li>・初期消火要員による消火活動を実施する。</li><li>・放水砲により泡消火剤を散布する。</li><li>・設備を建屋内に設置し、輻射の影響を軽減する。</li></ul>

\*いずれかの防護策もしくは防護策の組合せで防護する。

### 3. ばい煙に対する防護

MS-3 設備である緊急時対策所に対しては、居住性についての評価を行う。

表1 外部火災からのPS-3設備の防護

分類	機能	構築物、系統又は機器	外部火災に対する防護方法
PS-3	原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2 以外のもの)	計装配管および弁 試料採取設備の配管および弁	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	原子炉冷却材の循環機能	1次冷却材ポンプ 化学体積制御設備の封水注入ライン	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	放射性物質の貯蔵機能	加圧器逃しタンク 液体廃棄物処理設備 (貯蔵機能を有する範囲) 固体廃棄物処理設備 (貯蔵機能を有する範囲) 新燃料貯蔵庫	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	電源供給機能 (非常用を除く。)	発電機および励磁機設備 (発電機負荷開閉器を含む。) 蒸気タービン設備 主蒸気設備 (主蒸気隔離弁以後) 給水設備 (主給水隔離弁以前) 復水設備 (復水器及び循環水ラインを含む。) 所内電源系統 (MS-1 以外) 送電設備	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施  送電設備について屋外にある設備について消火活動により防護する。
	プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く)	原子炉制御系の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	プラント運転補助機能	補助蒸気設備 制御用圧縮機設備 (MS-1 以外) 原子炉補機冷却水設備 (MS-1 以外) 軸受冷却水設備 給水処理設備	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管及び端栓	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	原子炉冷却材の浄化機能	化学体積制御設備の浄化ライン (浄化機能)	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施



表 2 外部火災からの MS-3 設備の防護

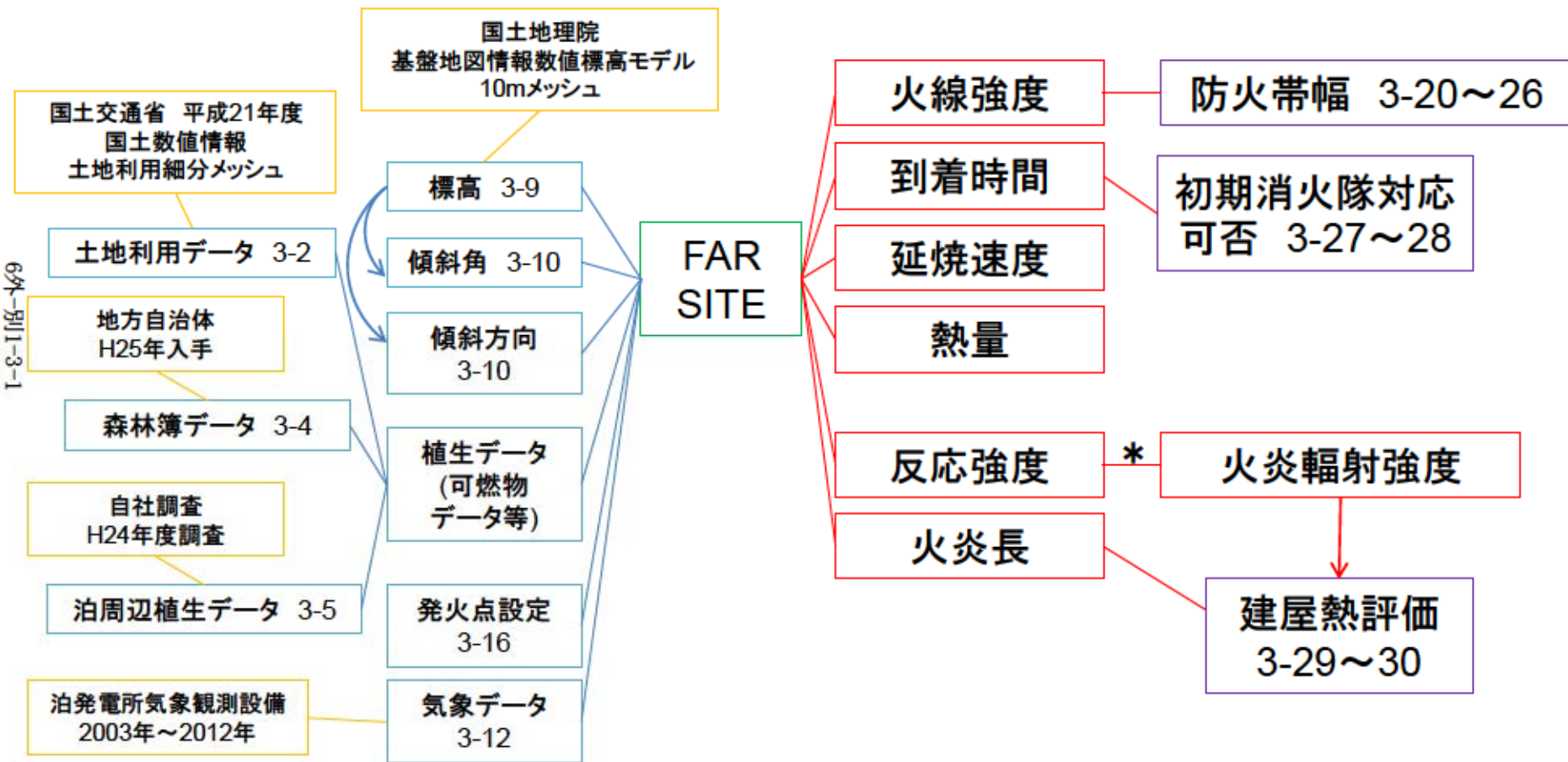
分類	機能	構築物、系統又は機器	火災に対する防護
MS-3	原子炉圧力の上昇の緩和機能	加圧器逃がし弁（自動操作）	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	出力上昇の抑制機能	タービンランバックインターロック 制御棒引抜阻止インターロック	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	原子炉冷却材の補給機能	化学体積制御設備の充てんライン及びほう酸補給ライン 給水処理設備の1次系補給水ライン	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	タービントリップ機能	タービン保安装置 主蒸気止め弁（閉機能）	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施
	緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所 蒸気発生器ブローダウンライン（サンプリング機能を有する範囲） 試料採取設備（事故時に必要な1次冷却材放射性物質濃度及び原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度のサンプリング分析機能を有する範囲） 通信連絡設備 放射線監視設備の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部 消火設備 安全避難通路 非常用照明	防火帯の内側の建屋内に設置および消火活動実施  緊急時対策所については、上記に加えてばい煙に対して居住性が阻害されないことを確認する。  放射線監視設備の一部であるモニタリングポストは建屋外に設置されており、一部については防火帯外であるため、あらかじめ森林火災時にあらかじめモニタリングポスト周辺に放水することにより防護する。  通信連絡設備及び消火設備については一部屋外に設置されており、消火活動により防護する。

### 3. 森林火災評価について

#### (1) 森林火災評価に必要なデータ

##### 入力データ (掲載頁)

##### 出力データ (3-17~19)

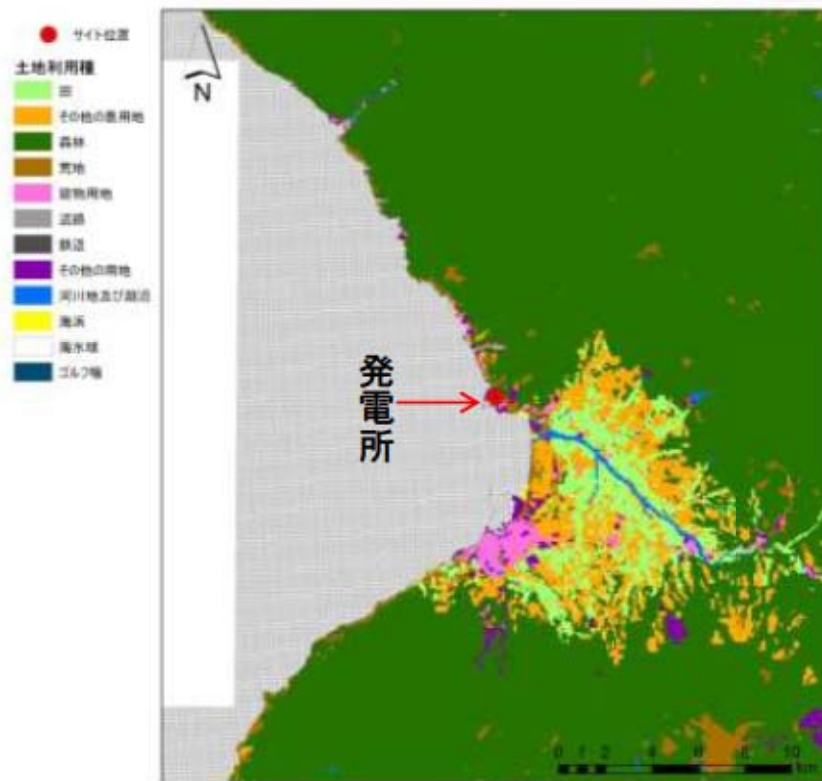


\* : 反応強度から火炎輻射強度への変換は0.377を乗じることによって実施する。これは、反応強度の内、輻射の割合を示す値である。乗数は0.377(針葉樹)、0.371(広葉樹)、0.35(草地)から大きい値を選択している。

(出典:「SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」) SFPE:society of fire protection engineers



## A. 土地利用データ



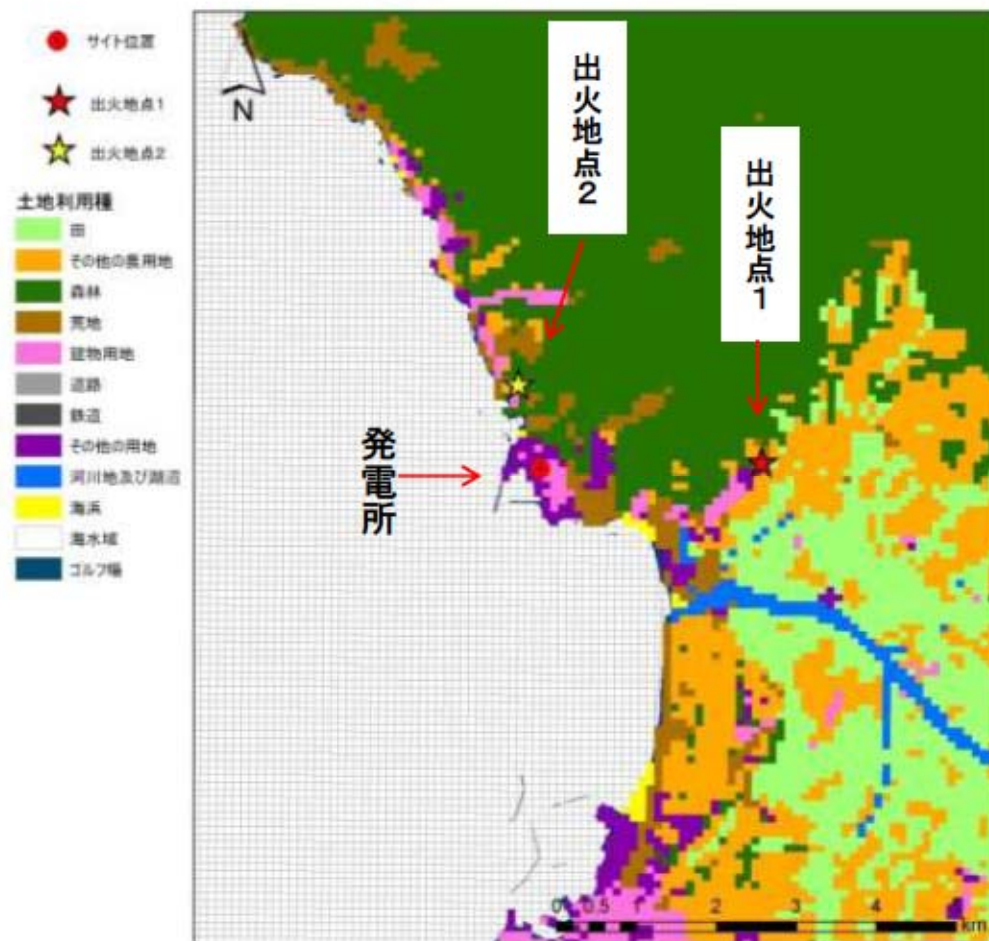
土地利用データ(評価地域全体)

## 外部火災影響評価ガイド

現況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)

土地利用データは、国土交通省より100mメッシュで提供されている「国土数値情報 土地利用細分メッシュ 平成21年度」を用いた。

## A. 土地利用データ



土地利用データ(サイト周辺)



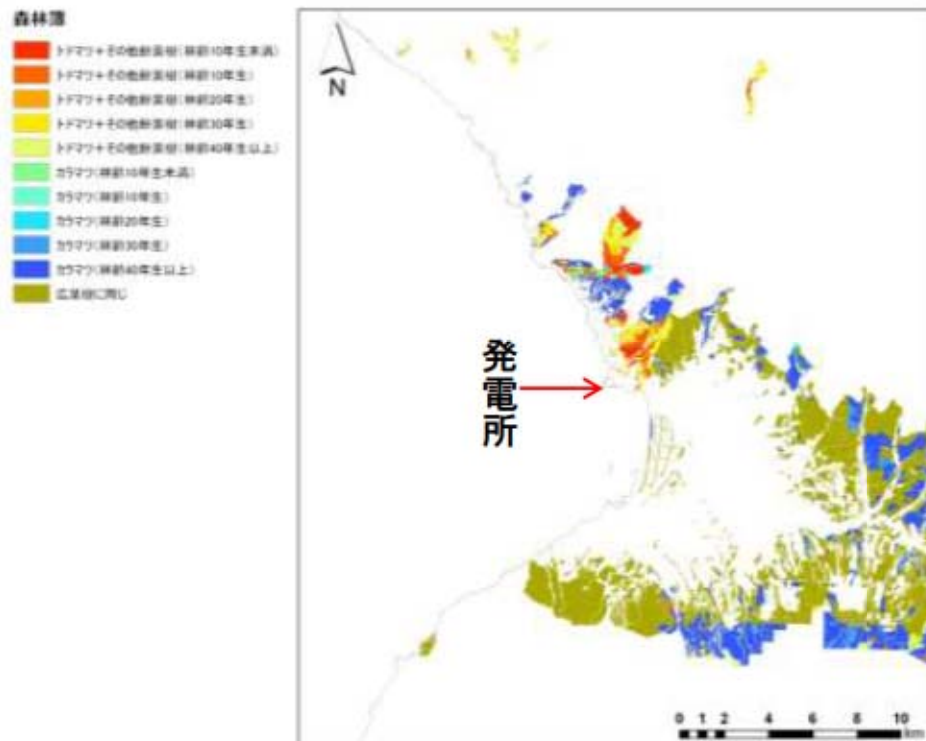
## B. 植生データ

### 外部火災影響評価ガイド

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。

地方自治体より森林簿データを入手した。

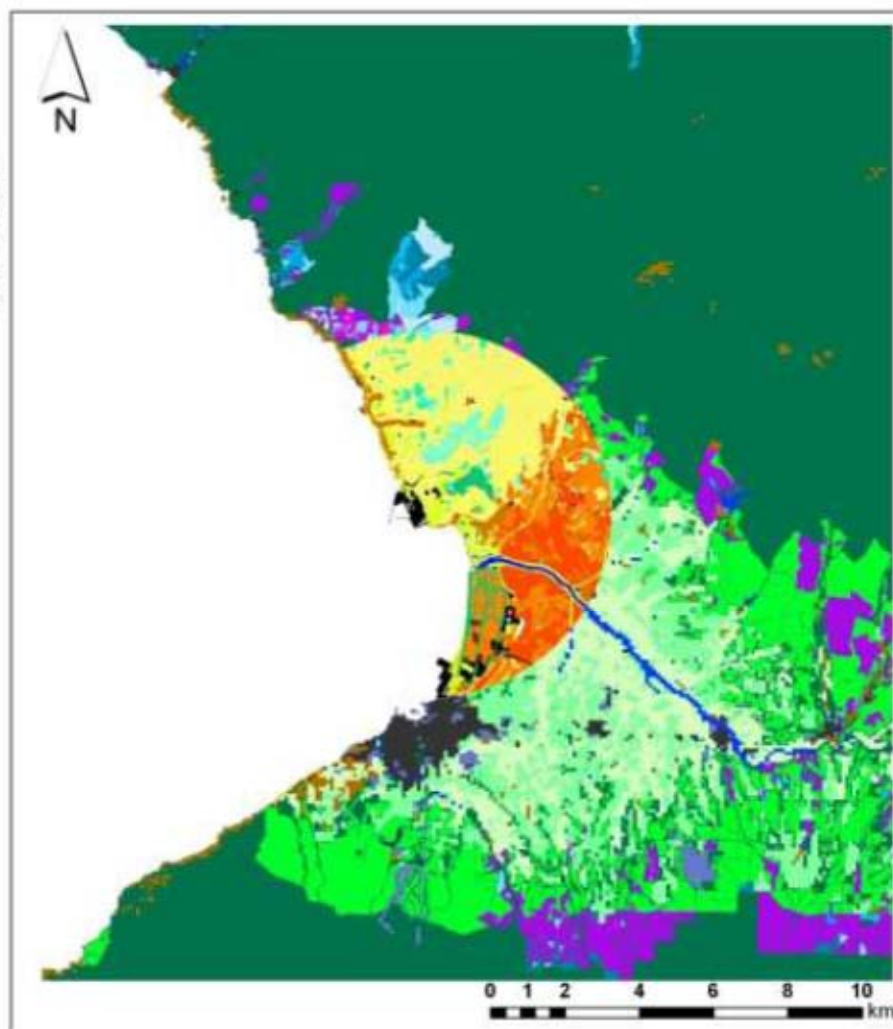
6外-別1-3-4



森林簿データ(評価地域全体)







土地利用データの上に、森林簿データを重ね合わせたが、泊発電所近辺でも森林簿データが存在しない部分もある。また、土地利用データは、メッシュは粗く精緻の評価はできないため、発電所周辺については平成24年度に調査した植生データを重ね合わせた。

土地利用データ、植生データを重ね合わせ作成した植生データ

## FARSITEのFuel Modelの設定(1)

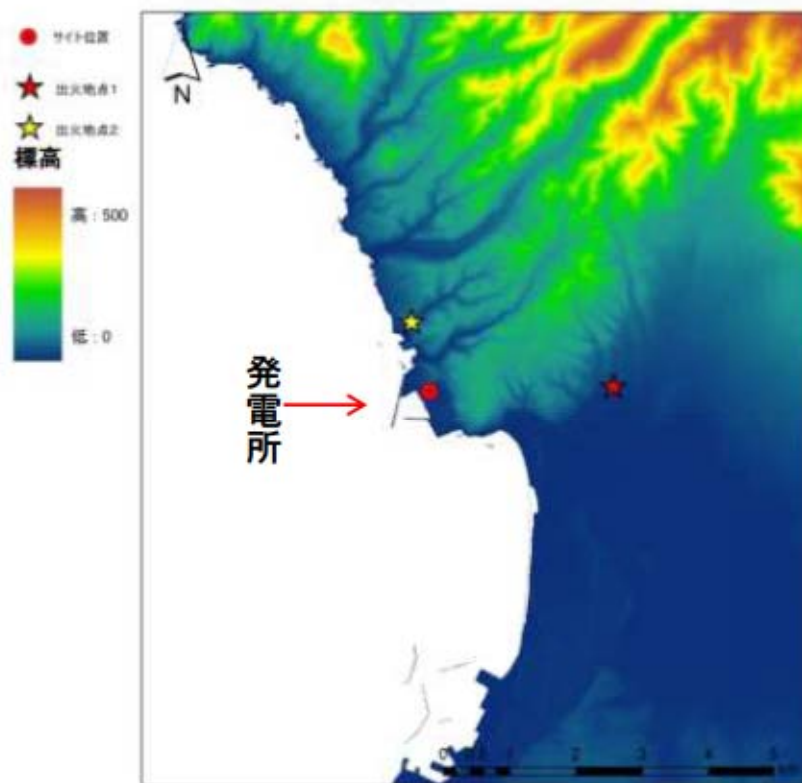
土地利用データ	イメージ	設定の考え方
ハルニレ群生 ヤナギ低木群生 ハンノキ-ヤチダモ群生 カシワ群落 シラカンバ-ミズナラ群落	 <p data-bbox="780 505 1124 582">ハルニレ群生</p>	広葉樹 広葉樹としてグルーピングし、 落葉広葉樹のパラメータを使用した。
ササ草原	 <p data-bbox="780 808 1124 885">ササ草原</p>	Chaparral 低木の茂み(6feet)を選択 火力、延焼速度 ともに高い FARSITEのデフォルトのパラメータを使用した。
ススキ草原 砂丘植生、ヨシクラス 畑地、牧草地、水田	 <p data-bbox="780 1126 1124 1203">ススキ草原</p>	Tall grass 2.5feetの高い草として FARSITEのデフォルトのパラメータを使用した。



## FARSITEのFuel Modelの設定(2)

土地利用データ	イメージ	設定の考え方
クロマツ植林 トドマツ植林 落葉針葉樹植林	 <p style="text-align: center;">クロマツ植林</p>	トドマツ(林齢10年生未満) 林齢情報がないことから最も延焼しやすい林齢10年生未満のパラメータを適用した。
緑の多い住宅地		Brush 茂み(2feet)を選択 火力、延焼速度 とともに中位 FARSITEのデフォルトのパラメータを使用した。
工場地帯 造成地 開放水域 自然裸地	 <p style="text-align: center;">自然裸地</p>	非植生域 延焼のおそれのない非植生域として分類した。

## C. 地形データ



標高データ

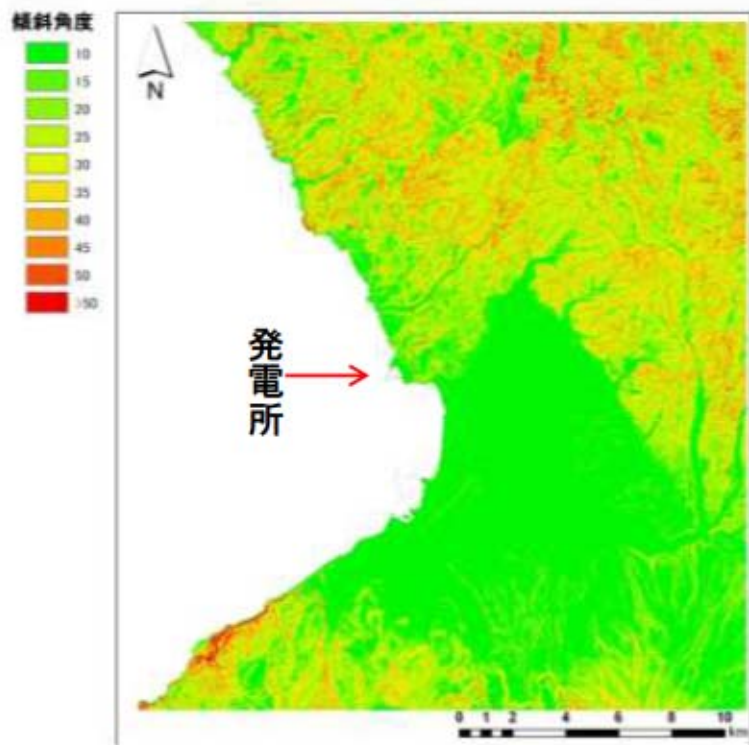
現地の状況をできるだけ模擬するため、公開情報の中でも高い空間解像度である10mメッシュの標高データを用いる。傾斜度、傾斜方向については標高データから計算する。  
(基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ)

地形データとして国土地理院より10mメッシュで提供されている「基盤地図情報 数値標高モデル10mメッシュ」を入手した。

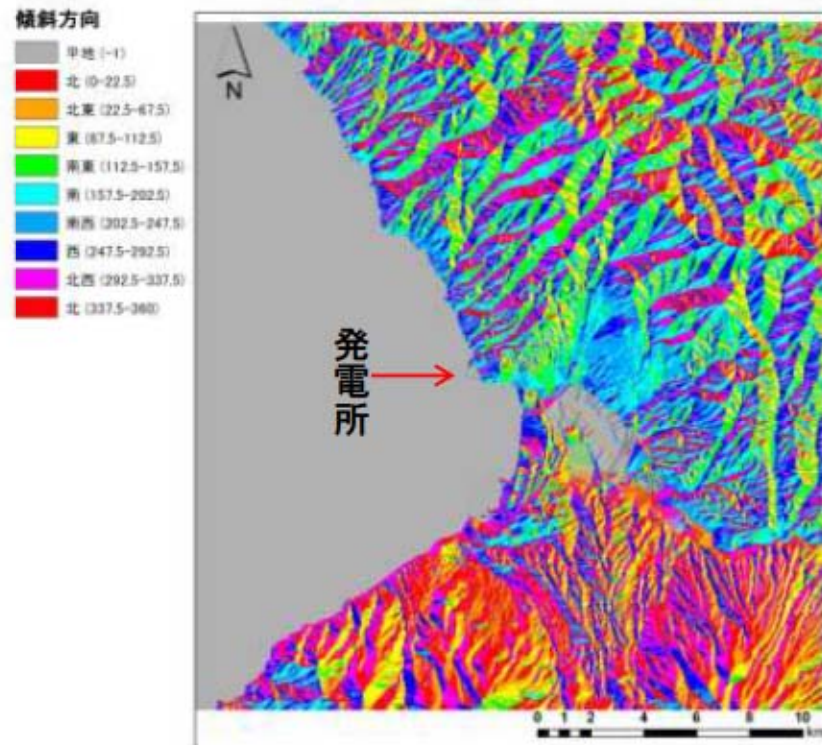


## C. 地形データ

6外-別1-3-10



傾斜度



傾斜方向

傾斜度および傾斜方向については、標高データから計算した。

## D. 気象データ

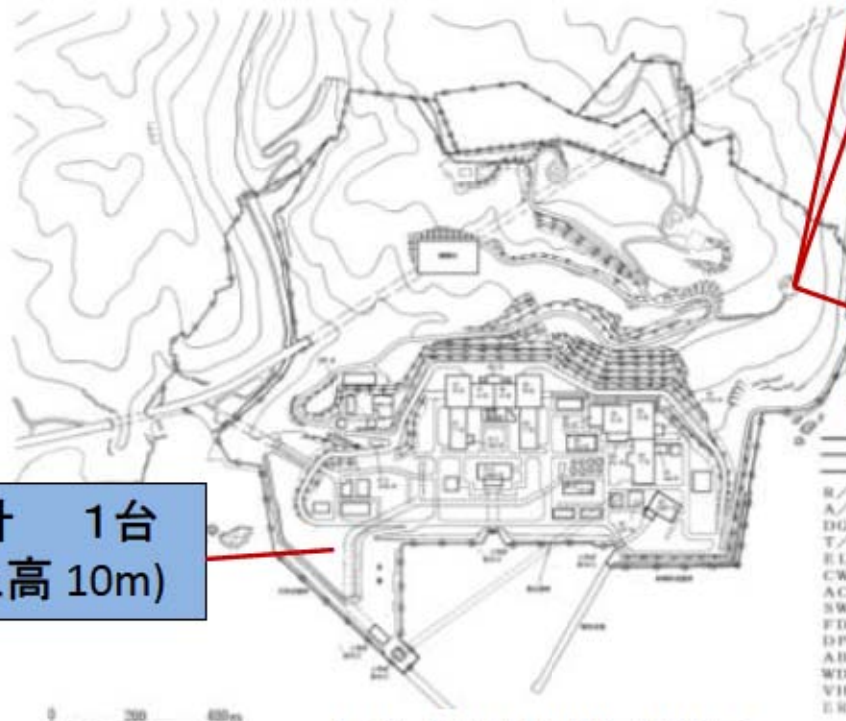
### 外部火災影響評価ガイド

現地で起こり得る最悪の条件を検討するため、発生件数の多い月の過去10年間の最大風速、最高気温、最小湿度の条件を採用する。

A点 風向風速計 1台  
(標高124m,地上高 50m)

C点 風向風速計 1台  
(標高84m,地上高 10m)

D点 温度計 1台  
湿度計 1台  
(標高75.8m,地上高1.8m)



気象観測設備配置図

- |        |              |
|--------|--------------|
| —      | 河            |
| ——     | 電圧調整地帯界線     |
| ——     | 同社監視区域界線     |
| ——     | 当社所有地境界線     |
| R/B    | 原子炉建屋        |
| A/B    | 原子炉補助建屋      |
| DG/B   | ディーゼル発電機建屋   |
| T/B    | タービン建屋       |
| E.L/B  | 電気建屋         |
| CWP/B  | 蒸気水ポンプ建屋     |
| AC/B   | 出入管理建屋       |
| SWDS/B | 同体廃棄物貯蔵庫     |
| FD/B   | 放射水処理建屋      |
| DP/B   | 海水淡水化設備建屋    |
| AB/B   | 補助ボイラー建屋     |
| WD/B   | 放射性廃棄物処理建屋   |
| VHS/B  | 原子炉容器上部ふた保管庫 |
| ESD/B  | 緊急時対策用建屋     |

Z点 風向風速計 1台  
(標高20m, 地上高 10m)



## D. 気象データ

月	気温(°C)	湿度(%)	北海道 H5-24月別火災発生頻度*1
	最高気温	最小湿度	
1月	8.4	31	1
2月	11.5	22	1
3月	14.5	19	12
4月	22.6	13	227
5月	24.7	14	231
6月	30.0	18	57
7月	30.5	33	40
8月	32.3	31	11
9月	32.1	25	12
10月	23.6	26	14
11月	21.3	29	13
12月	13.8	25	3

最高気温、最低湿度及び北海道H5-24月別火災発生頻度  
 \*1：林野火災被害統計書（平成24年度版） 北海道水産林務部  
 \*1：火災発生月が不明の件数3件あり  
 気温、湿度は6秒周期収集の最高、最小値

森林火災の発生件数の多い月(4,5,6月)の気象データを過去10年間(2003年～2012年)整理し、森林火災評価の条件として以下を得た。

- ・気温 30.0°C
- ・湿度13%
- ・風速29.7m/s

これは、泊発電所同じく後志地方の海沿いにあり約35km離れた寿都特別地域気象観測所における同期間の値

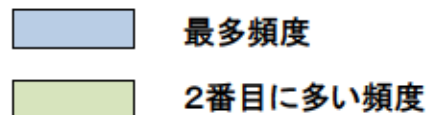
- ・気温29.2°C
- ・湿度10%
- ・風速19.2m/s

と比べても遜色ない。



## D. 気象データ

2003年～2012年 気象データ(4月)

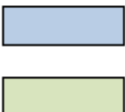

 最多頻度  
 2番目に多い頻度

風向	A点			C点			Z点		
	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)
北	88	3	8.4	93	1	4.7	220	3	7.2
北北東	109	3	7.9	84	3	3.6	178	3	6.8
北東	169	5	8	266	0	4.5	264	3	6.1
東北東	401	4	17.2	830	12	14.2	522	3	8
東	1,840	87	25.2	1,544	79	20.9	679	3	11.5
東南東	624	16	23.3	527	23	23.1	1,100	73	14.5
南東	270	3	21.8	271	9	22	522	12	19.3
南南東	135	4	14.3	94	2	12.1	310	11	17
南	118	2	9.9	95	1	8.1	162	3	9.7
南南西	55	3	11.1	70	0	8.4	78	2	9.3
南西	113	1	23.7	67	0	11	94	2	15.8
西南西	390	30	29.6	341	19	24	272	18	18.1
西	984	56	29.7	1,144	78	24.7	647	44	18.7
西北西	1,041	56	23.6	1,091	66	18.5	734	32	17
北西	715	21	19.4	549	5	13.5	870	57	21.2
北北西	116	2	10.7	131	0	7.1	534	30	12.6



## D. 気象データ

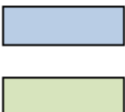
2003年～2012年 気象データ(5月)


 最多頻度  
 2番目に多い頻度

風向	A点			C点			Z点		
	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)
北	89	2	9.3	105	2	4.6	342	4	7.1
北北東	131	3	8.3	100	1	4.4	212	6	8.1
北東	193	6	10	237	3	5.2	323	2	6.7
東北東	338	7	20.5	714	14	16	460	0	9.6
東	2,061	102	29.2	1,792	85	22.9	540	5	10.5
東南東	704	22	23.4	584	31	21	1,292	74	14.5
南東	283	3	18	314	10	17.5	475	19	14
南南東	149	2	13.8	100	3	12	317	11	11.9
南	111	0	10.9	86	1	11	164	1	14.9
南南西	51	0	11.5	54	0	8.9	51	0	7.4
南西	88	3	24.2	85	1	18.2	94	3	18.9
西南西	275	17	25.1	272	10	20.2	230	11	16.3
西	728	43	24.8	868	60	18.1	443	26	14
西北西	1,037	54	20.2	1,102	70	15.8	594	27	17.1
北西	974	42	13.8	849	18	10.2	920	66	17.5
北北西	174	0	10.4	172	0	6.8	973	53	10.8

## D. 気象データ

2003年～2012年 気象データ(6月)


 最多頻度  
 2番目に多い頻度

風向	A点			C点			Z点		
	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)	風向 (時間単位) の 出現回数	最大風速 (日単位) の 出現回数	風速の 10年間 最大値 (m/s)
北	59	0	6.8	87	0	4.1	378	2	6.8
北北東	65	3	8.7	69	0	4.4	175	1	6.0
北東	114	3	7.4	197	0	4.1	280	1	7.5
東北東	326	6	12.0	604	11	9.8	501	3	6.0
東	2,111	109	19.5	1,805	106	18.4	474	5	9.4
東南東	607	15	24.4	494	25	21.5	1,073	64	12.3
南東	201	3	17.1	208	4	10.0	358	12	13.8
南南東	103	2	9.6	60	0	7.7	221	8	9.5
南	62	1	10.4	56	0	5.5	138	2	8.2
南南西	32	0	7.3	47	0	5.2	57	0	4.7
南西	77	0	7.7	68	1	4.4	101	2	5.8
西南西	179	8	21.2	207	3	10.4	174	5	10.5
西	596	23	21.6	739	44	15.0	351	15	12.1
西北西	1,166	64	15.0	1,220	70	14.5	604	29	10.2
北西	1,230	60	12.9	1,076	32	8.4	1,140	76	11.9
北北西	258	3	8.2	261	1	5.6	1,141	77	14.4



## (2)発火点の設定

### 外部火災影響評価ガイド

- ・風向は卓越風向とし、発電所の風上に発火点を設定する。ただし、発火点と発電所の位置関係から風向きを卓越方向に設定することが困難な場合は、風向データ等から適切に設定できるものとする。
- ・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。さらに、必要に応じて想定発火点を考え評価する。

#### ケース2

- ・風速 29.7m/s  
FARSITE入力上限  
100km/h
- ・気温 30.0°C
- ・湿度 13%
- ・風向 北西  
(Z点において2番目に多い風向)

#### 発火点

- 発電所から1km  
集落端と森林の境界部  
(道路脇)

#### ケース1

- 気象データ
- ・風速 29.7m/s  
FARSITE入力上限  
100km/h
- ・気温 30.0°C
- ・湿度 13%
- ・風向 東  
(A点C点卓越風向)

#### 発火点

- 発電所から2.5km  
道路脇畑



ガイドに従い、卓越風向の道路沿いに発火点を設定している(ケース1)。また、風向の影響の感度を確認する観点から発電所北西側にも発火点を設定した(ケース2)。いずれのケースも山林の傾斜を登る森林火災は、火災規模が大きくなることから、発火点は登り斜面になることを考慮した。また、森林火災が発達してから発電所の到達することを考慮した。これより近い点での評価は対応時間の点では厳しくなることが考えられるが、十分発達しないで防火帯に到達することも考えられるので評価の対象とはしなかった。

### (3)解析の結果

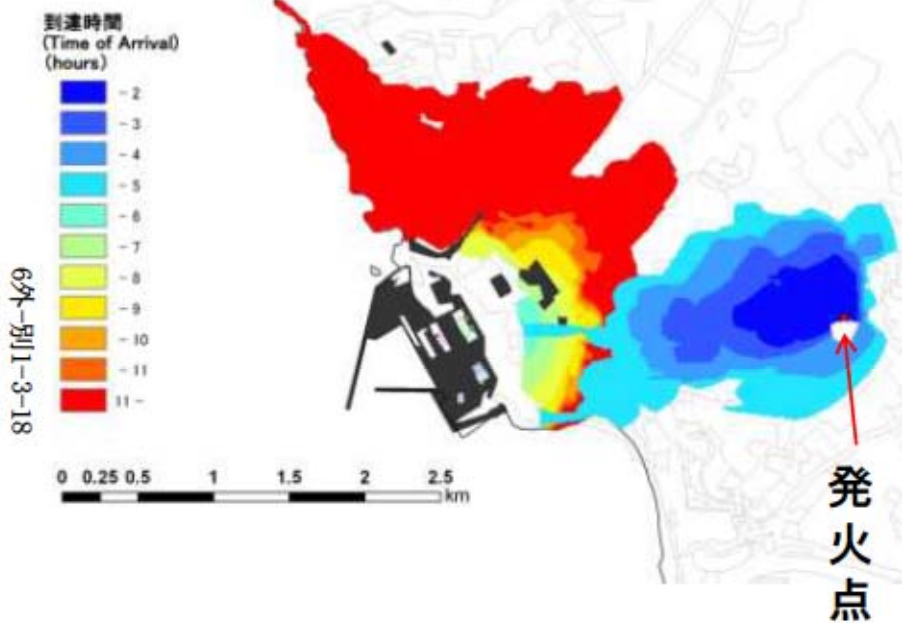
#### 外部火災影響評価ガイド

評価指標	評価の観点	ケース1	ケース2
延焼速度	・火災発生後、どの程度の時間で発電所に到達するか。	2.88[m/s]	3.11[m/s]
火線強度	・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。	33,687[kW/m]	114,908[kW/m]
火炎長		9.37[m]	16.48[m]
火炎輻射強度		843[kW/m <sup>2</sup> ]	977[kW/m <sup>2</sup> ]
火炎到達幅		3,540[m]	3,440[m]



### (3)解析の結果

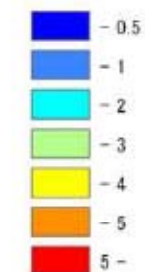
#### 到達時間



ケース1 (4時間41分)\*

#### 発火点

到達時間  
(Time of Arrival)  
(hours)

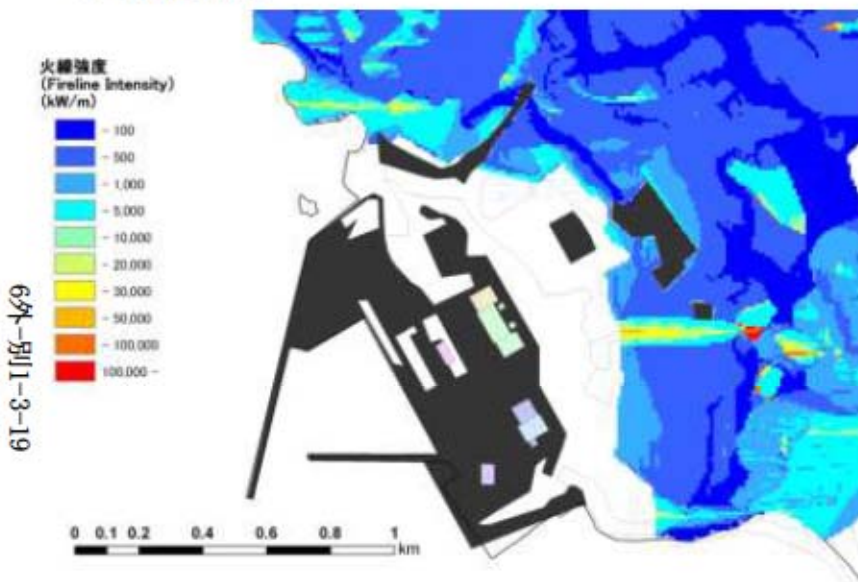


ケース2 (52分)\*

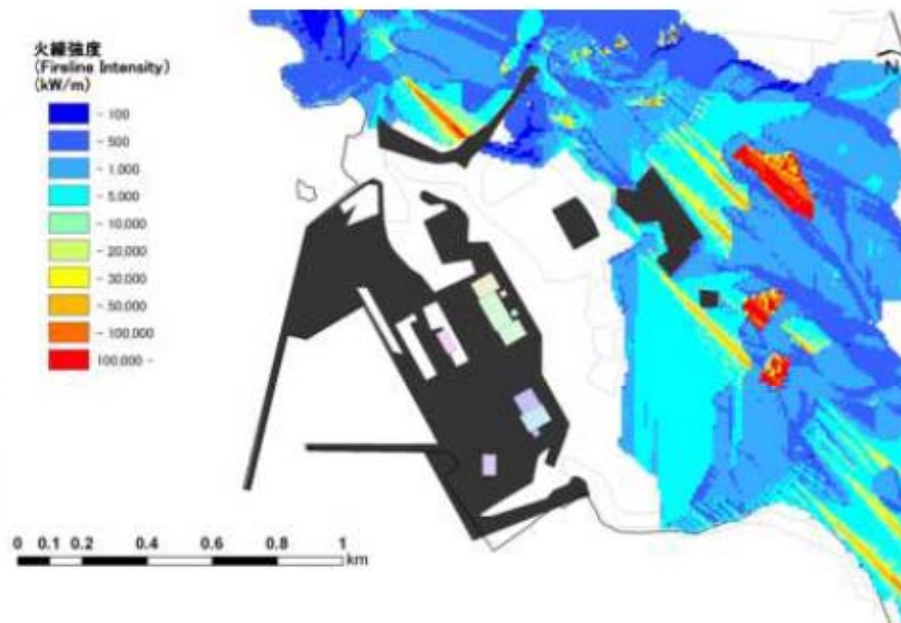
\* 防火帯への最短到達時間

### (3)解析の結果

#### 火線強度



ケース1 (33,687[kW/m]) \*



ケース2 (114,908[kW/m]) \*

\* 防火帯端での最大火線強度



#### (4)防火帯幅の設定

### 外部火災影響評価ガイド

火線強度より、発電所に必要な最小防火帯幅を算出する。ここではAlexander and Fogartyの手法を用い、火炎の防火帯突破確率1%の値を発電所に最低限必要な防火帯幅とする。

図1は、森林火災が、火線強度の関数として防火帯を破る可能性に関する図である。防火帯幅と防火帯の風上20m内に樹木が存在しない場合(図1A)と存在する場合(図1B)を示している。

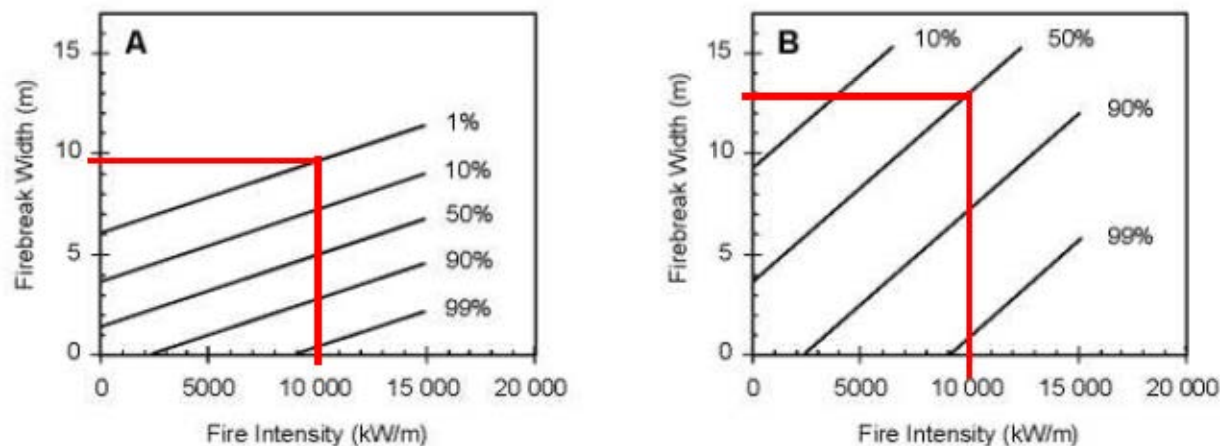
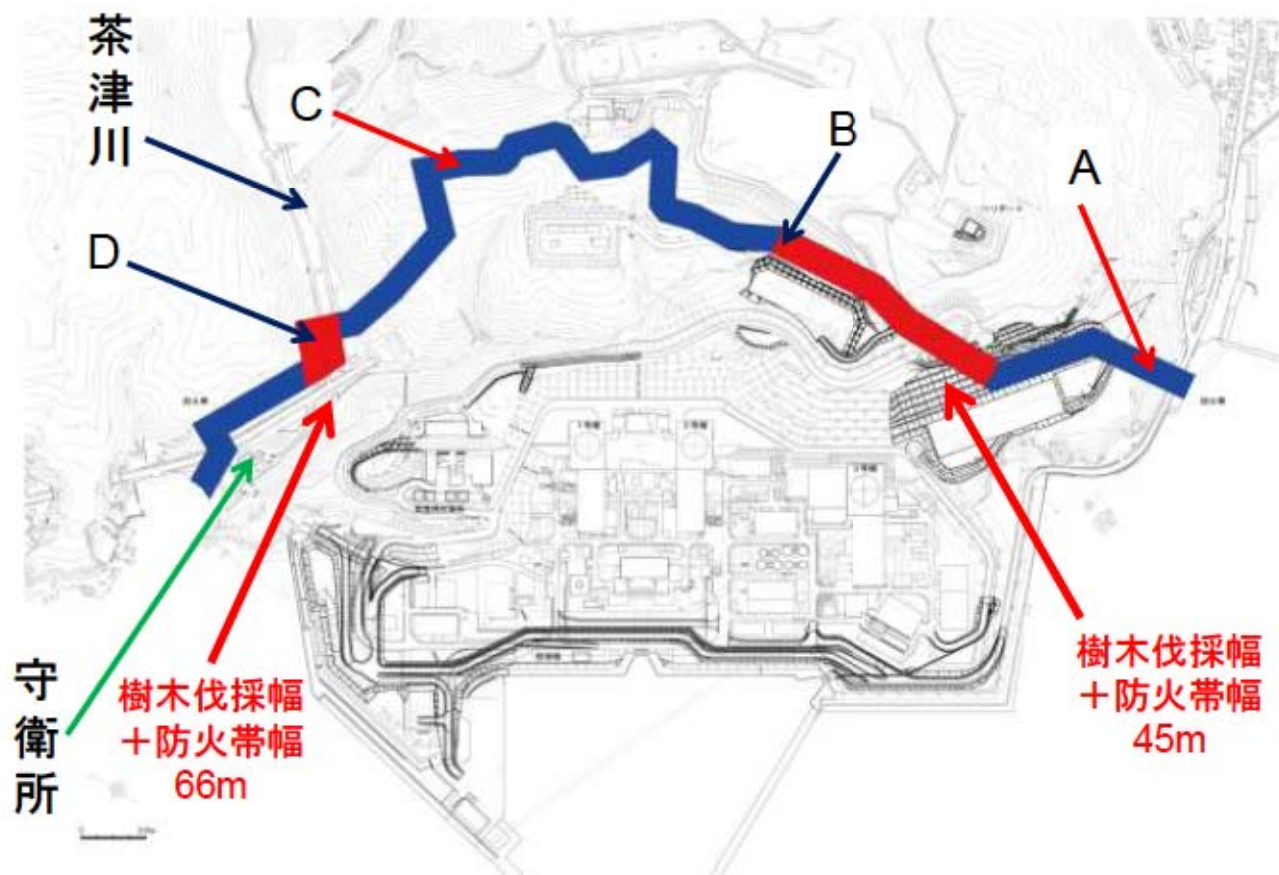


図1 火線強度に対する防火帯の相関図

#### (4)防火帯幅の設定

地点	火線強度(kW/m)		防火帯幅(m)	
	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
地点A	20,738	960	14	7
地点B	33,687	720	18	7
地点C	1,229	1,540	7	7
地点D	783	114,908	7	46



注記した箇所以外の防火帯幅は20m

図示した幅のうち外側20mの樹木を伐採する。  
内側20~46mを防火帯として設定する。

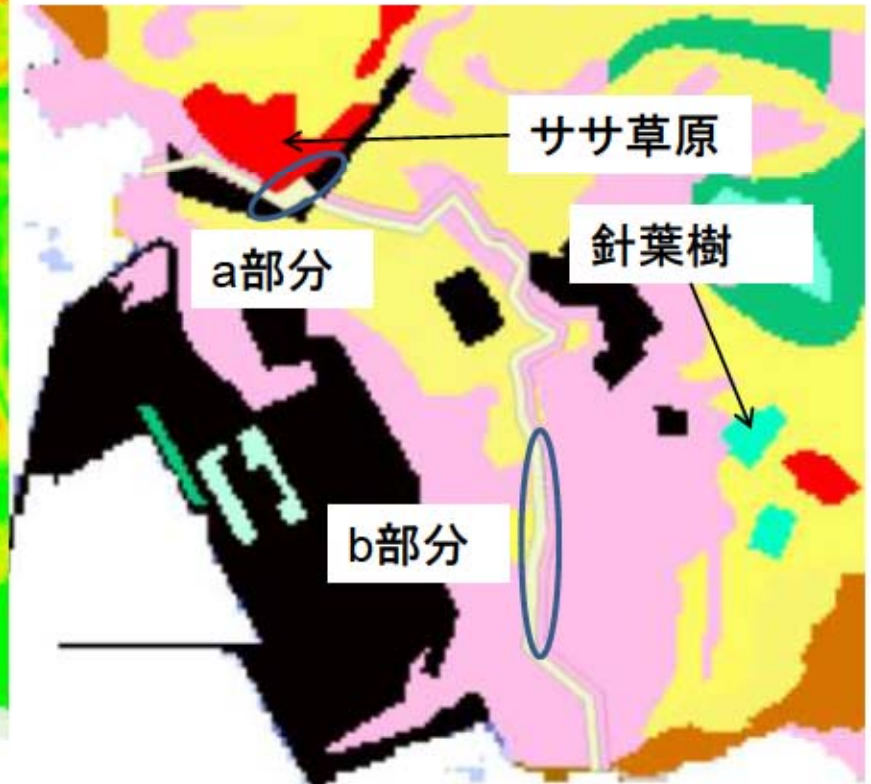
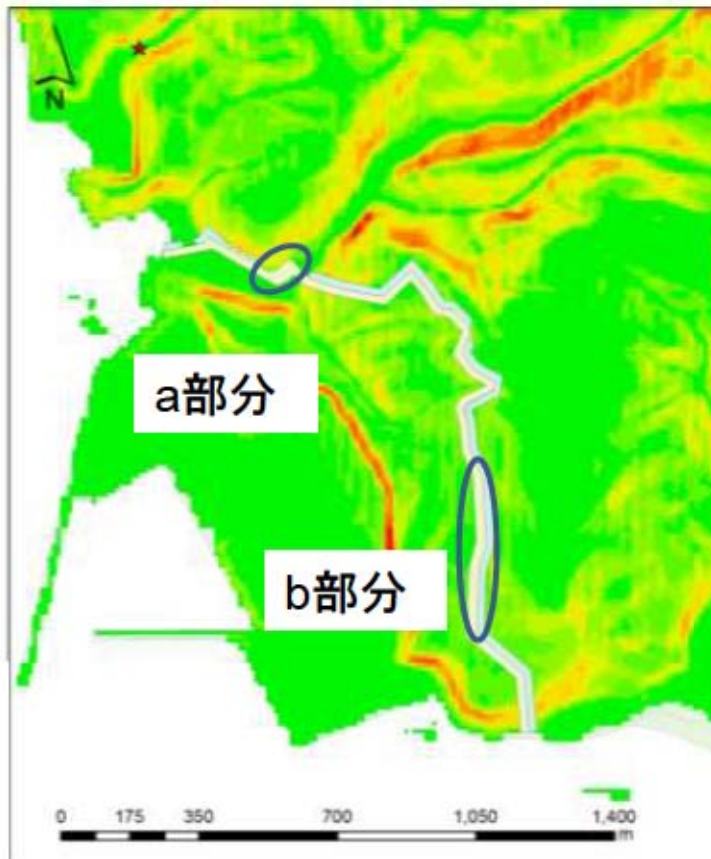
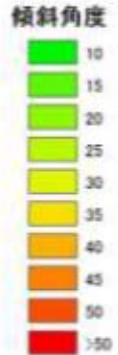


# 防火帯の設定について

- ・防火帯は20m確保することを基本とする。
- ・ササ草原かつ斜面に面し火線強度があがりやすいa部分については、約55mにわたって、評価上必要とされる防火帯幅45.3mに対し、46mの防火帯を確保する。(補足1参照)
- ・風上に針葉樹等を擁し火線強度が上がしやすいb部分については、約400mにわたって、評価上必要とされる防火帯幅18mに対し、余裕をもたせ25mの防火帯を確保する。(補足2、3参照)

傾斜

植生



# ササ草原に面した部分について

## 補足1

- ・防火帯の設定にあたっては、火線強度、風向を考慮し適切に設定する。
- ・火線強度が大きくなった部分は、尾根や道路により分断されているため、分断されている場所ごとに対して必要な防火帯幅を設定する。

火線強度  $\sim 5,000\text{kW/m}$

植生(笹)を踏まえchaparralを設定、斜面であり火線強度が大きい  
火線強度  $> 100,000\text{kW/m}$

風向

樹木の無い領域

防火帯(20m)

風向

道路

尾根

ケース1

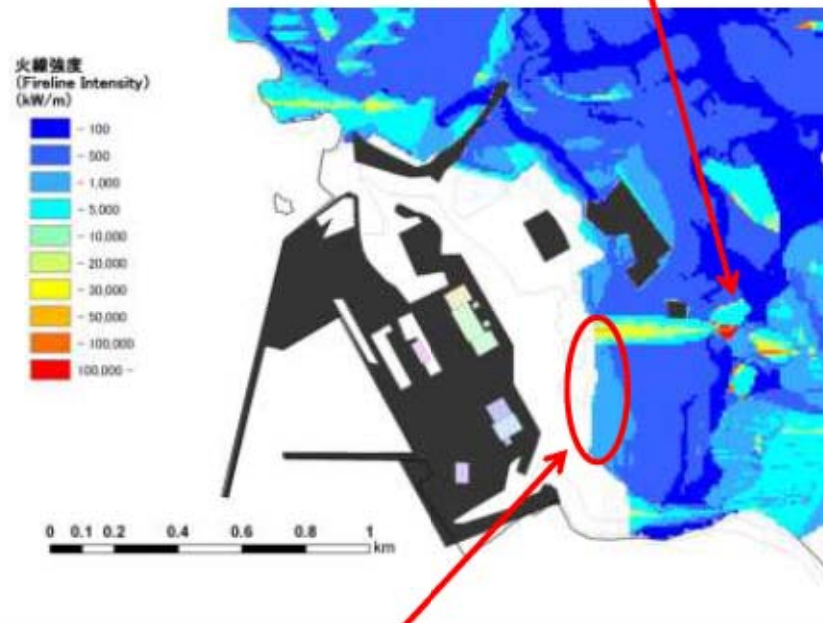
ケース2



# 針葉樹の下流部分について

# 補足2

植生が針葉樹である箇所

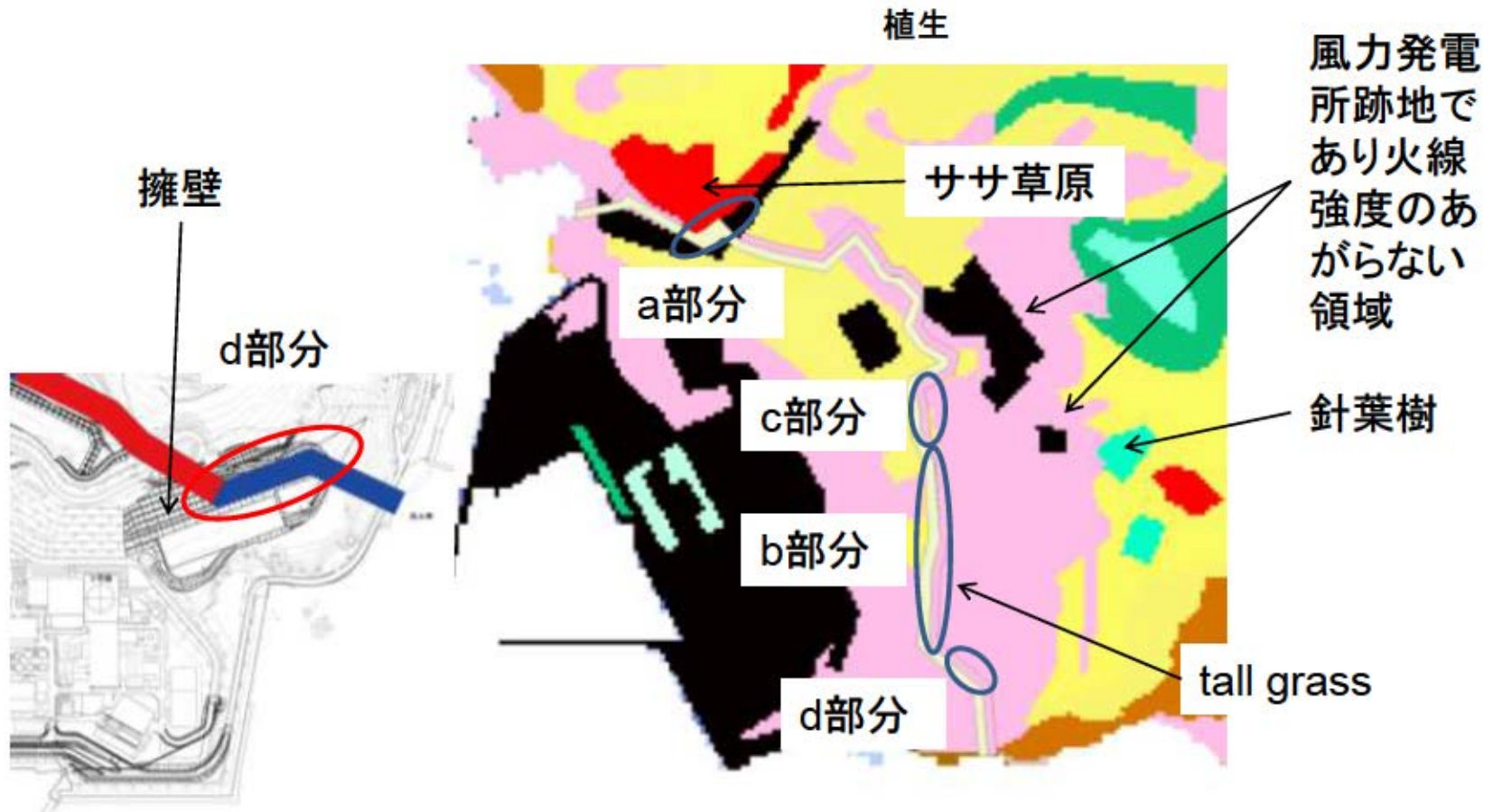


針葉樹の風下である部分は最大で18mの防火帯が必要となっている。  
評価に十分な保守性が含まれているため、この部分についても20mの防火帯を確保すればよいが、保守的にこの部分については、25mの防火帯を確保する。

# 針葉樹の下流部分の両端の考慮について

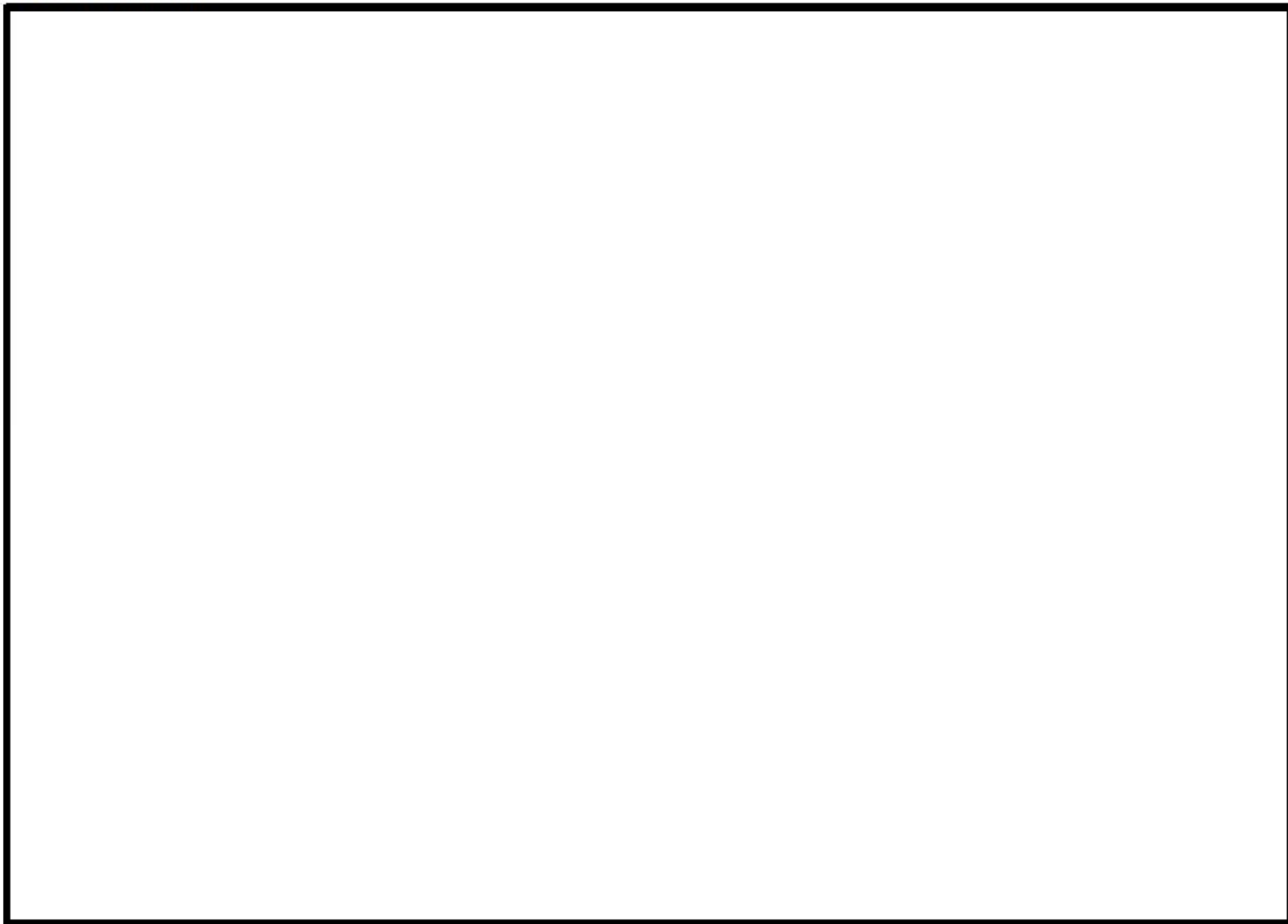
## 補足3

- ・風上に針葉樹等を擁し火線強度が上がりやすいb部分については、約400mにわたって、評価上必要とされる防火帯幅18mに対し、余裕をもたせ25mの防火帯を確保する。
- ・c部分は、風力発電所跡地であり火線強度のあがらない領域を風上に擁しているため、防火帯幅を積み増さない。
- ・d部分は、擁壁の部分にtall grassの植生を仮定する保守的な仮定をおいて解析を実施しているため、防火帯幅を積み増さない。





# 防火帯詳細図



## (5)火災の到達時間

### 外部火災影響評価ガイド

想定される森林火災に対して、火災の到達時間を考慮して発電所の自衛消防隊による対応が可能である。

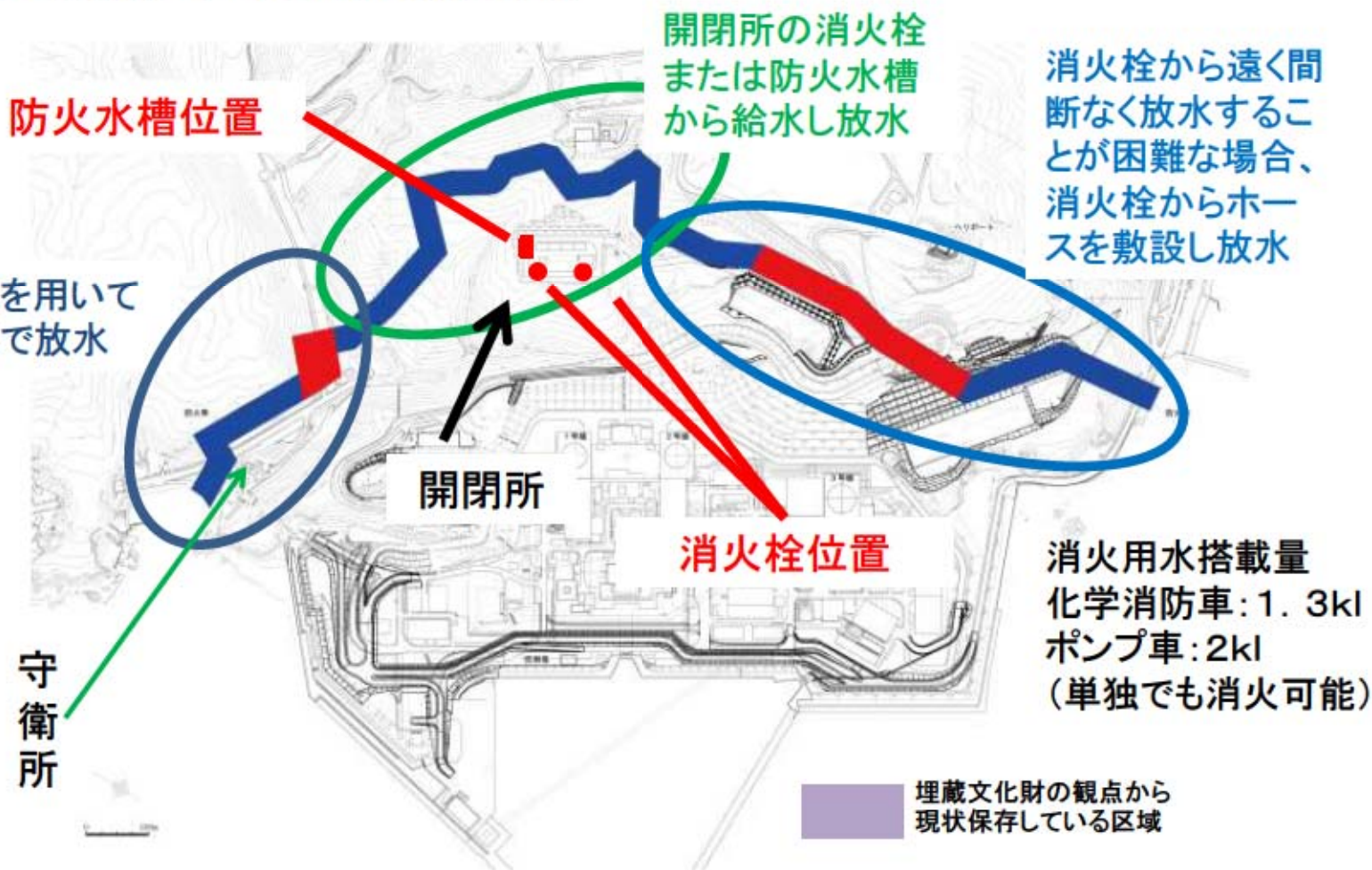
森林火災に対する初期消火活動

No.	活動内容	▼対応の起点						備考
		-0.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
1	自治体(泊村、共和町)から森林火災発生を受信	■						市町村防災計画による
2	風力発電所跡地の高所より状況確認(発電所からの距離、火勢、風向(発電所方面か)し運営課長に報告	■						
3	発電所から3km程度まで接近、または発電所に到達することが予想される場合所内トラブル体制を発動		■					
4	初期消火要員を召集し、対応方法を確認する		■					
5	初期消火要員出動 延焼推定現場に移動		■					移動時間12~15分
6	2台の消防車を配置し、ホース接続及びホース敷設		■					
7	延焼推定現場の森林に対し、消防車より放水開始なるべく広範囲に放水し、むら無く樹木が濡らす。			■				放水時間3~4分
8	消防車の水を使い切った後は、消防車よりホースのみ切り離す			■	■	■	■	
9	消防車で開閉所に移動し、消火栓または防火水槽から給水			■	■	■	■	移動~給水終了時間8~12分
10	水を満タン後に散水現場へ移動し放水			■	■	■	■	移動~放水再開時間7~11分
11	以降2台の消防車で放水と給水を繰り返す			■				

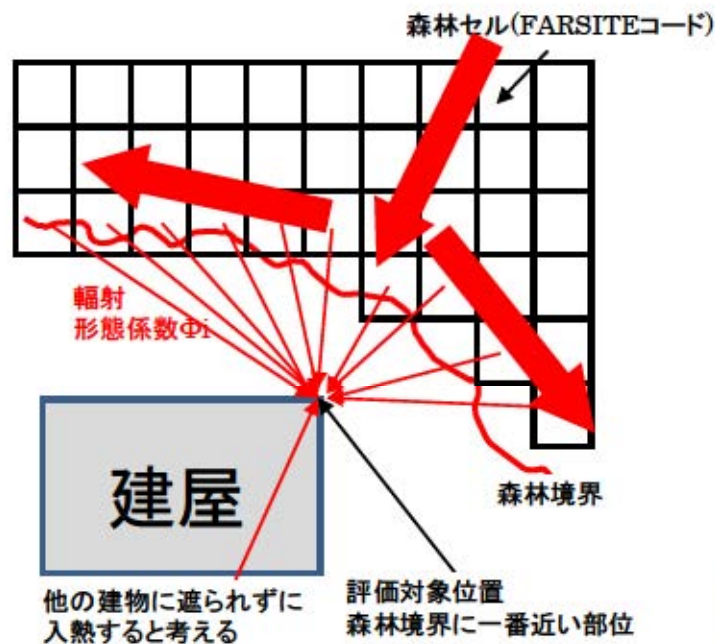


## 初期消火隊による延焼の防止

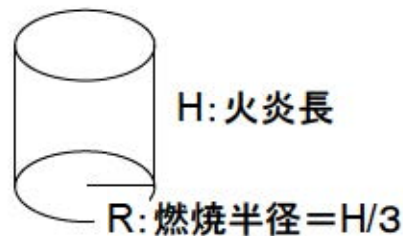
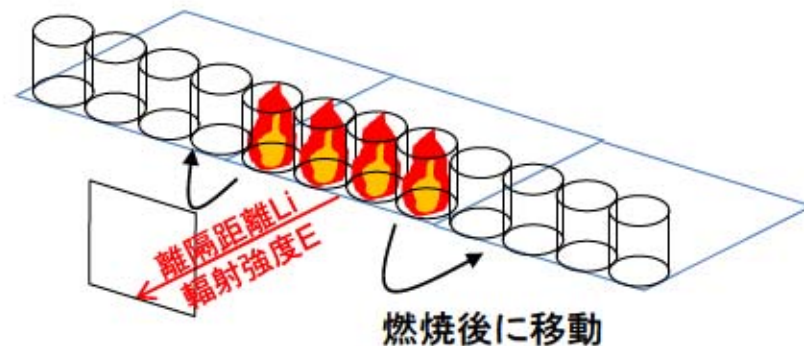
- ・初期消火隊が防火帯に火災が到達する前に対応可能であることを確認している。
- ・消防車からの放水により防火帯外側の樹木をぬらすことにより延焼の防止が可能である。
- ・茶津川付近については、消防車により、河川水を放水することにより防火帯が破られることを防ぐ。
- ・その他の区域については、開閉所の消火栓または防火水槽から消防車へ給水し放水することで防火帯が破られることを防ぐことができる。
- ・保安規定の下部要領で、これらの対応を規定する。



## (6)危険距離の評価



輻射授受のイメージ



$E = Rf \cdot \Phi$   
 $E$ : 輻射強度、 $Rf$ : 火炎輻射発散度、 $\Phi$ : 形態係数は外部火災影響評価ガイドに基づき算出する。

円筒火炎モデル

与えられた輻射強度を境界条件とし、下記の非定常伝導方程式を解き建屋外壁温度を解く。

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

T: コンクリート温度  
 x: コンクリート深さ  
 a: 温度伝導度



## (6)危険距離の評価

### 外部火災影響評価ガイド

データの種類	整備要領
火炎輻射発散度	森林火災で算出された火炎輻射強度の値を火炎輻射発散度の値に変換したもの[kW/m <sup>2</sup> ]
火炎長	森林火災で算出された火炎長の値[m]
火炎到達幅	森林火災で算出された到達火炎の横幅[m]
危険輻射強度	原子炉施設の外壁、天井スラブの輻射熱に対する耐熱性を輻射強度で示したもの[kW/m <sup>2</sup> ] (評価は火炎輻射発散度を1200[kW/m <sup>2</sup> ]とした)

ケース1/ケース2	備考
Rf= 843 /977	
H= 1.63 /3.620	火炎輻射強度最大時の値
W= 3,540 /3,440	
10.03 /39.88	原子炉建屋
3.18 /4.86	循環水ポンプ建屋

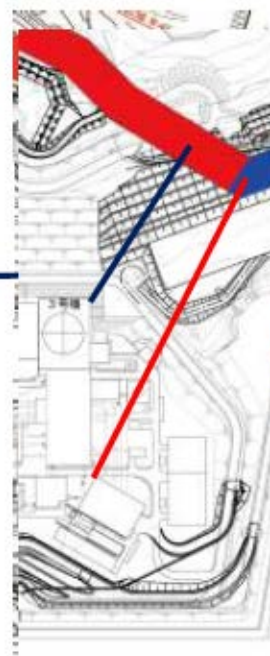
## 危険距離および温度の再評価

火炎輻射発散度 $977\text{KW}/\text{m}^2$ に余裕を見た $1,200\text{kW}/\text{m}^2$ で原子炉建屋および循環水ポンプ建屋の室内の温度を評価した。

	原子炉建屋		循環水ポンプ建屋	
	危険距離	温度評価	危険距離	温度評価
ケース1	34.0m	61.2°C	62.0m	43.3°C
ケース2	24.7m	59.9°C	75.2m	45.3°C
許容温度	—	200°C	—	80.9°C

原子炉建屋  
から防火帯  
まで約207 m

循環水ポンプ建屋  
から防火帯まで  
約377 m



評価は、防火帯外縁で火炎輻射強度が最大となった点での各パラメータを用い、防火帯からの離隔距離は原子炉建屋が200m、循環水ポンプ建屋が300mとして行う。



## (7)火災の覚知

発電所敷地及び敷地境界付近における森林火災については、以下の方法で早期覚知が可能である。

### a. 発電所構内にいる者による覚知

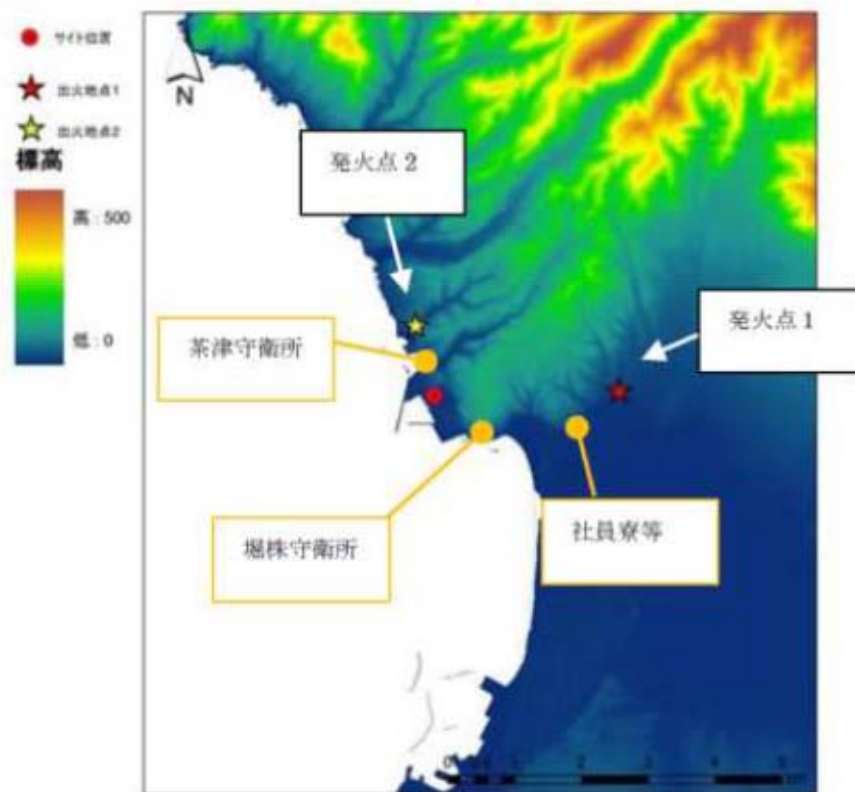
- (a) 24時間常駐している警備員による覚知
- (b) 24時間常駐している運転員によるパトロールによる覚知
- (c) 通常勤務の構内の社員及び協力会社従業員による覚知
  - ・発見者は、発電課長へ連絡し、その後、運営課長(夜間、休日は当番者)へ連絡する。
  - ・運営課長(夜間、休日は当番者)は、消防機関へ119番通報する。

### b. 外部からの情報

- (a) 守衛所内に設置している地元自治体の防災行政無線傍受による覚知
- (b) 消防機関からの連絡による覚知
  - 発電所に迫る可能性があるとして消防機関が判断した火災は消防機関から連絡が入る。

### c. 発火点の火災覚知

- (a) 発火点1付近は、正門守衛所に24時間常駐している警備員が覚知を行う。また、発火点1付近には民家および当社の社員寮も近傍に立地していることから外部からの情報が入りやすい。
- (b) 発火点2付近は、正門守衛所に24時間常駐している警備員が覚知を行う。



#### 4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について

##### 1. 外壁コンクリート温度評価

タンク火災で評価対象とする各建屋の外壁コンクリートは壁が厚くヒートシンクとして作用するため、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で受熱および蓄熱がなされる条件によりコンクリート壁の表面温度を計算し、コンクリート表面の温度を熱影響評価した。

この評価では、初期温度が一様な半無限のコンクリートに、ステップ状に表面熱流束が一定値で与えられる場合を想定した。

評価にあたっては、以下の条件を使用した。

初期温度： $T_0 = 50$  [°C] (コンクリートが一様の温度とした。)

コンクリート 熱伝導率： $\lambda_c = 1.74$  [W/mK]

出典：日本建築学会 原子炉建屋構造設計指針・同解説  
(1.5[kcal/mh°C])

コンクリート 比熱： $C_{pc} = 0.963$  [kJ/kgK]

出典：日本建築学会 原子炉建屋構造設計指針・同解説  
(0.23[kcal/kg°C])

コンクリート 密度： $\rho_c = 2400$  [kg/m<sup>3</sup>]

出典：日本建築学会 鉄筋コンクリート構造 計算規準・同解説  
(2400[kg/m<sup>3</sup>])

なお、200°Cを超えるような高温においては、熱伝導率は低下すると考えられる。この場合、熱が伝わりにくくなるためPC板の温度は高めになるが、コンクリート温度は低下する。(次頁図参照) ここでは保守的に、熱伝導率の低下を考慮しないとした。

また、森林火災における外壁コンクリート温度評価は、輻射強度の時間変化を考慮した同様の熱伝導率等を用い評価した。

コンクリートの許容温度を200°Cとした。(添付-1)

外気温や日照の影響を考慮して、1日における建屋外壁表面の最高温度を求めた結果、約44°Cとなることから、コンクリートの初期温度50°Cとしている。



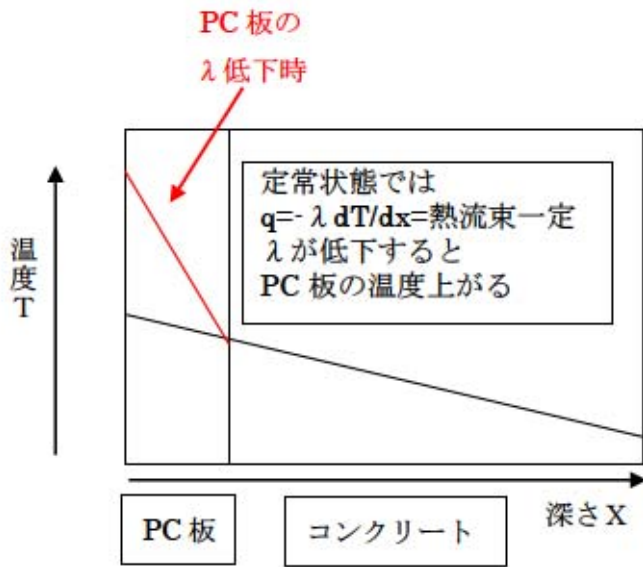


図 定常状態における温度分布

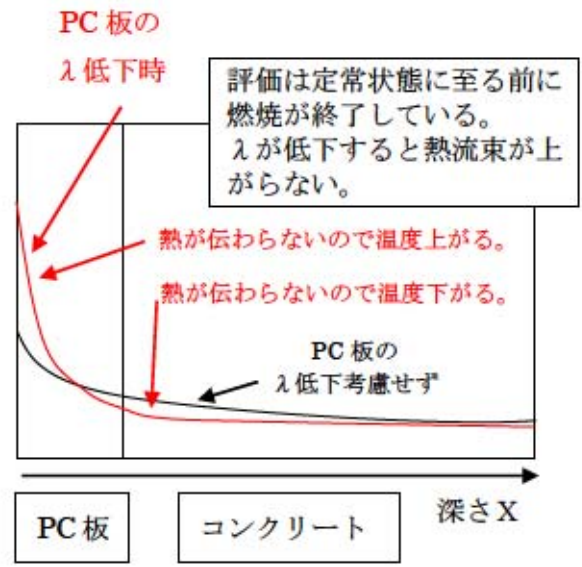


図 非定常状態における温度分布

## 2. 循環水ポンプ建屋内の室温評価

建屋内には、各種機器（循環ポンプ、海水ポンプ他）が収納されており、通常運転時にはこれらの機器からの発熱は、建屋の換気により外部へ放出される設計である。熱収支を解くにあたっては、この建屋内部に収められている機器の発熱量をインプットとして、換気量を熱収支と連成させて解く。また、外部火災からの輻射熱も併せてインプットとして与え、外部火災時の熱収支を解き建屋内部の室温を、以下に記す入力値を用いて評価する。

### 【インプット】

外気温： $T_{in} = 30$  (°C)

建屋内のポンプモータの放熱量： $Q_{in} = 794,000$  (W)

外部火災からの輻射熱受熱面積： $A_F = 4,916$  (m<sup>2</sup>)

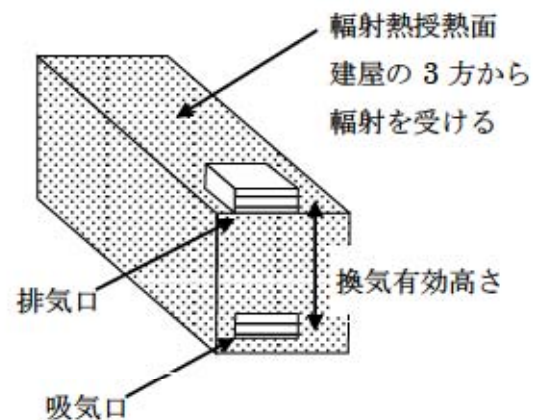
給気口面積： $A_{in} = 61.73 \times$  開口率50% (m<sup>2</sup>)

排気口面積： $A_{out} = 64.68 \times$  開口率50% (m<sup>2</sup>)

給気口圧損係数： $\zeta_{in} = 1.5$

排気口圧損係数： $\zeta_{out} = 1.5$

換気有効高さ： $H = 18.7$  (m)



また、森林火災における同様の評価にあたっては、入熱は時間変化を考慮した。初期温度は30°Cとしている。初期温度および外気温で採用した30°Cは2003年から2012年の発電所気温の99.97%を包含する値であり設定は妥当である。



## コンクリート許容温度200℃の根拠について

敷地内におけるタンク火災による建屋の外壁および屋根スラブの影響評価におけるコンクリートの許容温度について、「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、高温時のコンクリートの圧縮強度は200℃程度までは常温と殆ど変わらないため、コンクリートの許容温度を200℃とした。

「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」

## 11-4 鉄筋コンクリート構造の火災耐力

## (1) 素材の高温強度

高温時のコンクリートの圧縮強度低下率を図14に示す。圧縮強度は、200℃程度までは常温と殆ど変わらないかむしろ上昇する。しかし、その後は徐々に低下して、500℃で常温強度の2/3に、800℃では殆ど零となる。2/3はコンクリートの短期許容応力度に相当するので、500℃が素材としての限界温度と考えられる。

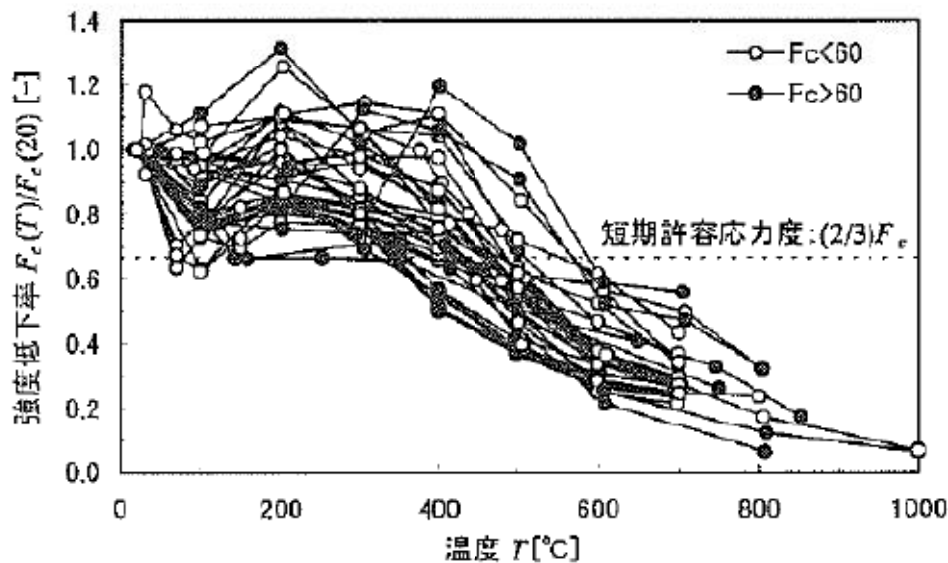


図14 コンクリートの高温時圧縮強度（常温強度に対する比）

## 5. FARSITE 入力条件の適切性について

### 1. 気象条件の適切性について

森林火災の評価に用いた気象データについては以下のとおりである。FARSITE の入力条件については、2003 年から 2012 年の 10 年間の気象データのうち、森林火災の発生件数の多い 4 月から 6 月までの厳しい条件を選定した。

#### (1) 風向

10 分間の 6 秒(Z 点については 5 秒) 周期収集風向の最多風向を 10 分値としている。1 時間値は、毎正時前 10 分間の最多風向を正時の風向として統計整理している。ケース 1 の評価には 1 時間値の最多風向である東風を採用した。

#### (2) 風速

6 秒(Z 点については 5 秒) 周期収集風速の 10 分平均値を 10 分値としている。正時前 10 分間の平均値を正時の 1 時間値としている。

評価には、1 時間値の最大風速を採用した。瞬時値は 1 時間値より大きくなるが、火災の継続時間が 8 時間以上あることから 1 時間値を採用するのは保守的である。また、FARSITE において風速に入力できる最大値は 100km/h(27.8m/s)であり、これ以上については 100 km/h を入力している。

最大風速 29.7m/s は 2010 年 4 月 14 日に出現している。したがって、FARSITE には 100km/h を入力している。最大風速 29.7m/s は 100km/h を上回っているが、火災の継続時間中 100km/h を入力することに保守性があるほか、ほかの項目にも大きな保守性があることから解析全体としての保守性は保たれている。

#### (3) 気温

気温の最大値を採用した。最大値は 6 秒周期収集の最大値である。また最高気温 30.0℃は 2012 年 6 月 30 日に出現している。

なお、6 秒周期収集の 10 分平均値を 10 分値としている。正時前 10 分間の平均値を正時の 1 時間値としている。

#### (4) 湿度

湿度の最小値を採用した。最小値は 6 秒周期収集の最小値である。また、最小湿度 13%は 2003 年 4 月 22 日に出現している。

なお、6 秒周期収集の 10 分平均値を 10 分値としている。正時前 10 分間の平均値を正時の 1 時間値としている。



これらは、同時に出現しておらず、また気温および湿度に関しては瞬時値を使用していること、最大風速については FARSITE の入力上限である 100km/h(27.8m/s)を入力している。

加えて、ケース 2 で最大火線強度を示している点は風向に対して直角をなす谷にあり、地形に係らず標高の高い地点での 10 年間の最大風速を一様に適用している点にも保守性がある。

参考に選定した最高気温等が出現した前後のデータを添付 1 に示す。添付 1 はいずれも 1 時間値であるため、瞬時値を採用した気温および湿度については、採用した値は添付 1 からは読み取れない。

## 2. 解析の開始時間について

添付 2 の解析開始時間についてのとおり、火線強度が最大となるよう、解析の開始時間に係わる感度解析を実施し、開始時間を適切に設定している。

## 3. 植生の適切性について

発電所周辺の植生に応じて適切に FARSITE 入力条件を設定している。

(添付 3 「植生データの設定」)

### (1) 森林簿データを使用した設定

針葉樹については林齢で 10 年毎にグルーピングし、森林簿データを使用し可燃物量を設定している。落葉広葉樹は一般に高齢であることより、高齢を模擬した可燃物量を模擬した可燃物量が多いデータを設定している。

### (2) 泊発電所周辺の植生データ

泊発電所周辺の植生データは林齢情報が得られないため、針葉樹については火線強度がもっとも大きくなる「トドマツ+その他針葉樹(林齢 10 年生未満)」を適用する。落葉広葉樹については森林簿データと同じデータを適用する。その他の植生については FARSITE のデフォルトパラメータの中から適切な可燃物パラメータを選択している。

### (3) 土地利用データを使用した設定

泊発電所周辺の植生データは林齢情報が得られないため、森林については火線強度がもっとも大きくなる「トドマツ+その他針葉樹(林齢 10 年生未満)」を適用する。また、田、その他の農用地は Tall Grass、荒地は Brush とした。

## 最高気温等が出現した前後のデータ

2012年6月30日 気温 30.0℃記録日 気象データ (1時間値)

時刻	Z点風速[m/s]	A点風速[m/s]	気温[℃]	湿度[%]
1時	7.6	7.6	16.4	74
2時	1.9	1.9	15.7	76
3時	2.0	2.0	15.0	82
4時	5.6	5.6	14.1	80
5時	5.9	5.9	13.8	83
6時	4.7	4.7	15.3	77
7時	4.0	4.0	17.7	68
8時	4.3	4.3	20.9	59
9時	0.9	0.9	19.7	67
10時	2.5	2.5	24.5	55
11時	2.7	2.7	26.7	49
12時	4.0	4.0	28.6	36
13時	2.1	2.1	27.4	43
14時	2.5	2.5	28.9	36
15時	3.8	3.8	27.7	38
16時	2.2	2.2	25.2	49
17時	4.7	4.7	25.7	45
18時	2.3	2.3	24.6	45
19時	8.3	8.3	23.8	49
20時	11.0	11.0	22.3	56
21時	9.4	9.4	21.5	55
22時	9.6	9.6	21.0	54
23時	11.9	11.9	20.9	52
24時	9.4	9.4	20.4	54



2003年4月22日 湿度13%記録日 気象データ (1時間値)

時刻	Z点風速[m/s]	A点風速[m/s]	気温[℃]	湿度[%]
1時	1.7	1.3	2.0	81
2時	0.9	2.2	1.4	82
3時	1.1	2.6	1.8	79
4時	2.5	3.0	2.3	78
5時	2.6	2.4	2.5	77
6時	2.3	2.9	1.9	82
7時	1.4	1.5	4.7	77
8時	1.6	1.4	6.6	73
9時	1.9	1.0	7.8	66
10時	1.9	2.5	8.9	45
11時	3.4	5.4	10.1	欠測
12時	3.7	4.7	10.2	21
13時	3.8	4.4	10.8	欠測
14時	5.8	5.8	11.0	31
15時	8.4	7.3	10.7	55
16時	6.0	6.1	10.4	62
17時	4.0	5.7	9.5	63
18時	4.7	9.2	9.1	65
19時	6.8	11.4	8.8	60
20時	6.2	11.4	8.8	59
21時	6.1	9.5	8.9	62
22時	4.9	8.0	8.7	58
23時	4.3	6.7	7.8	62
24時	3.4	5.8	8.1	50

2010年4月14日 風速 29.7 m 記録日 気象データ (1時間値)

時刻	Z点風速[m/s]	A点風速[m/s]	気温[℃]	湿度[%]
1時	15.8	23.7	2.9	47
2時	18.1	29.6	2.5	57
3時	17.6	26.9	2.1	57
4時	16.5	26.3	0.9	72
5時	17.3	25.8	1.1	72
6時	16.4	25.4	1.9	65
7時	16.6	26.1	1.5	77
8時	17.2	27.6	2.0	76
9時	17.4	27.2	3.1	67
10時	18.2	29.7	3.1	64
11時	17.7	29.6	3.2	59
12時	18.0	29.2	3.3	63
13時	18.7	29.5	3.5	58
14時	18.3	25.9	3.2	59
15時	17.4	24.4	3.2	59
16時	16.2	26.5	3.0	56
17時	16.1	22.8	2.8	54
18時	15.7	21.0	2.9	49
19時	15.0	19.4	3.0	50
20時	15.1	18.1	2.8	50
21時	14.2	16.8	2.7	49
22時	14.5	17.0	2.5	49
23時	14.1	16.5	2.3	48
24時	14.4	16.2	2.2	50



## 解析開始時間について

FARSITE の解析においては、日照により可燃物の水分量変化を計算していることより、日照が解析の結果に影響を与えることが知られている。ケース1、ケース2において最大火線強度および最大火炎輻射強度を示した地点において、解析開始時間の妥当性を確認するために以下の感度解析を実施した。

## (1) 最大火線強度に関する考察

日照の影響は正午前後に影響が大きくなると考えられる。しかしながら、ケース2で最大火線強度を示した地点では南東方向に大きく傾斜していることから日照の影響が最大となる時刻が早まることが推定される。

このことを確認するため、まず解析時間を要しない広葉樹で解析を実施する。地形への影響を排除するため、それぞれケース1、2の予備解析で火線強度最大となった点の傾斜をもった広葉樹の平面を準備し、それぞれの風向を考慮し解析を実施する。

気象条件：泊発電所の森林火災と同条件

風速 100km/h

気温 30.0℃

湿度 13%

それぞれケース1、2の予備解析で火線強度最大となった点およびその際の風向を考慮し、2ケース実施する。

表1 感度解析その1

	風向	傾斜方向	傾斜角度
ケース1	90° (東)	222° (南西)	15°
ケース2	315° (北西)	139° (南東)	24°

結果は図1、2に示す。いずれの場合も12時前後が厳しい結果となったが、ケース2の方が若干、火線強度がピークを示す時間が早くなっていることが確認できた。以上を踏まえ感度解析その1と同様に地形の効果を無視し、傾斜方向と風向は考慮し、火線強度最大となった点での可燃物である tall grass 及び chaparral の平面を準備し、以下の解析を実施した。

表2 感度解析その2

	風向、傾斜方向角度	可燃物	開始時間
ケース1	表1のとおり	tall grass	10時、12時、14時
ケース2	表1のとおり	chaparral	8時、10時、12時

結果を図3、図4に示す。ケース1については、10時開始と12時開始が同程度であることから、現在火線強度最大値が11時41分に出現していることは妥当と考える。

また、ケース2については8時開始と10時開始と同程度の結果であることより、泊発電所の地形および植生で次表のとおり3ケース開始時間を変更した解析を実施した。

表3 感度解析その3

開始時間（着火時間）	防火帯到達時間	火線強度最大値
7時00分	8時02分	96,712[kW/m]
8時00分	8時52分	114,908[kW/m]
9時00分	10時24分	85,929[kW/m]

その結果現在の開始時間8時00分の保守性が確認できた。

#### （2）最大火炎輻射強度に関する考察

前述の火線強度の場合と同様に、地形の影響により日照の影響が最大となる時刻が早まることを確認するため、まず解析時間を要しない広葉樹で解析を実施した。具体的には、地形への影響を排除するため、火線強度の場合と同様にケース2の予備解析で火線強度最大となった点の傾斜をもった広葉樹の平面を準備し、それぞれの風向を考慮し解析を実施した。解析条件を以下に示す。

気象条件：泊発電所の森林火災と同条件

風速 100km/h

気温 30.0℃

湿度 13%

表4 感度解析その4

	風向	傾斜方向	傾斜角度
ケース2	315°（北西）	139°（南東）	24°

結果を図5に示す。その結果、12時前後が厳しい結果となったが、若干、火炎輻射強度がピークを示す時間が早くなっていることが確認できた。

次に、感度解析その2と同様に地形の効果を無視し、傾斜方向と風向は考慮し、火炎輻射強度最大となった点での可燃物である *chaparral* の平面を準備し、火炎輻射強度に関する以下の解析を実施した。



表5 感度解析その5

	風向、傾斜方向角度	可燃物	開始時間
ケース2	表1のとおり	chaparral	8時、10時、12時

解析結果を図6に示す。解析結果において8時開始と10時開始と同程度の結果であったことより、泊発電所の地形および植生で次表のとおり3ケース開始時間を変更した解析を実施した。

表6 感度解析その6

開始時間（着火時間）	防火帯到達時間	火炎輻射強度最大値
7時00分	8時02分	833[kW/m <sup>2</sup> ]
8時00分	9時14分	977 [kW/m <sup>2</sup> ]
9時00分	10時26分	1,001 [kW/m <sup>2</sup> ]

その結果、開始時間8時00分および9時00分の解析結果は、感度解析その5の最大値とほぼ同等の値（1,001kW/m<sup>2</sup>）を示すことが分かった。

今回の熱評価では、開始時間8時00分の結果である977kW/m<sup>2</sup>に余裕をみた1,200kW/m<sup>2</sup>の値を使用して評価を行っている。そのため本熱評価は、十分に保守的な評価であることが確認できた。

以上

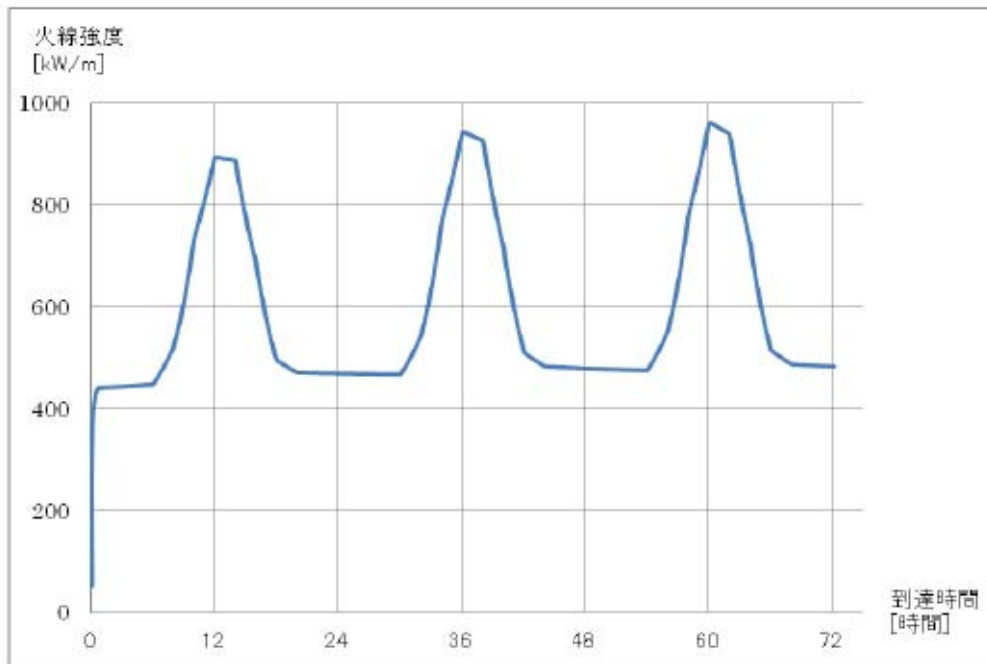


図1 到達時刻の影響 (ケース1 広葉樹)

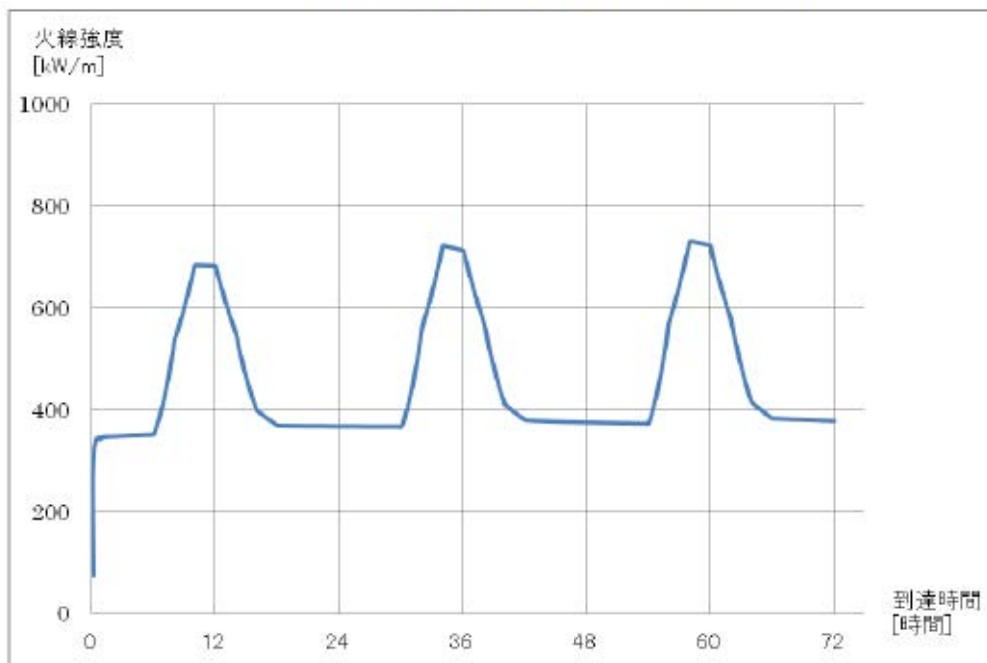


図2 到達時刻の影響 (ケース2 広葉樹)



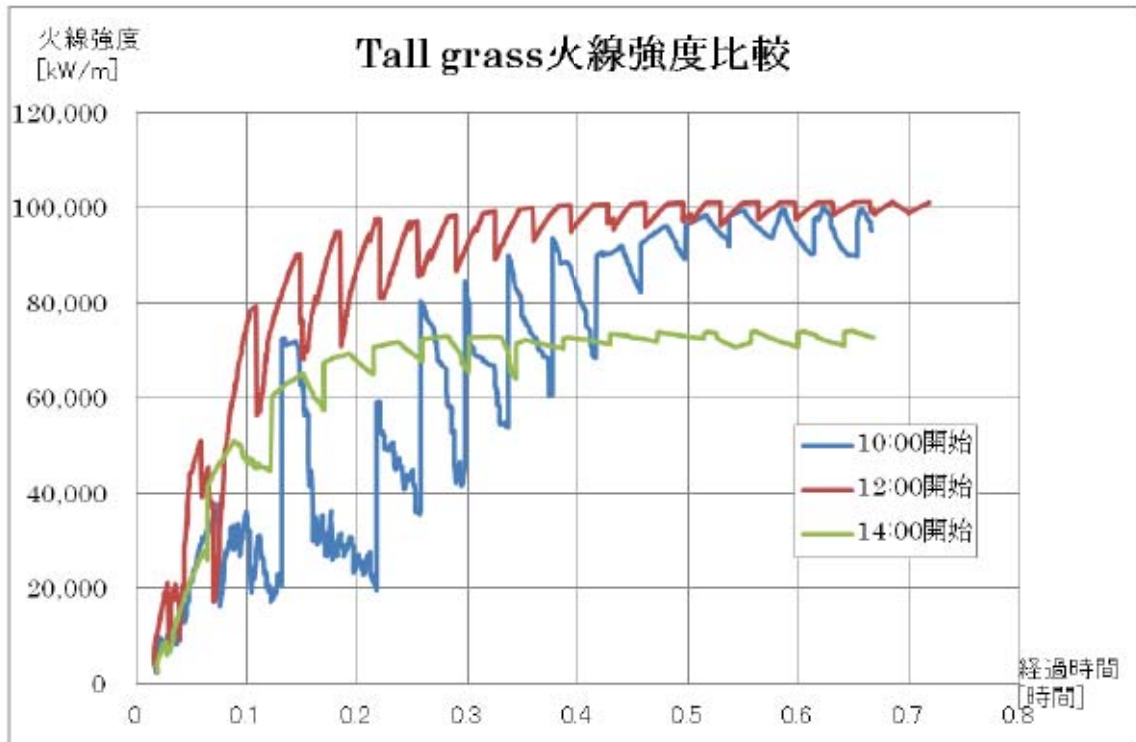


図3 火線強度に関する到達時刻の影響 (ケース1 tall grass)

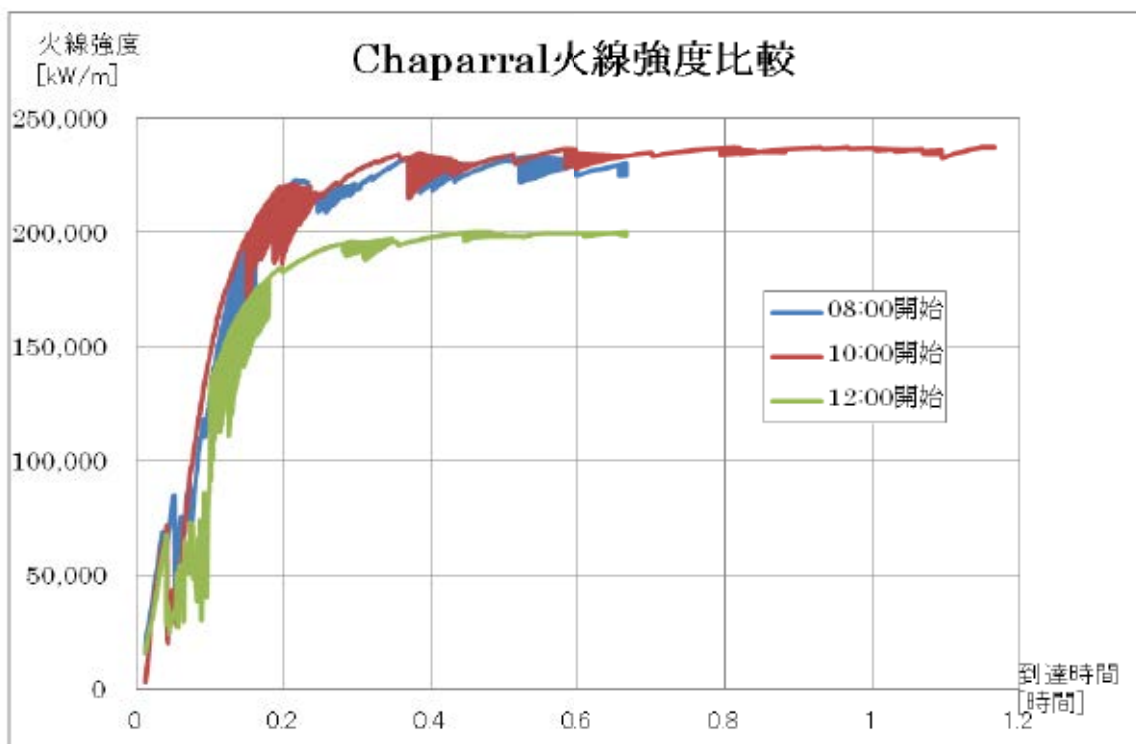


図4 火線強度に関する到達時刻の影響 (ケース2 chaparral)

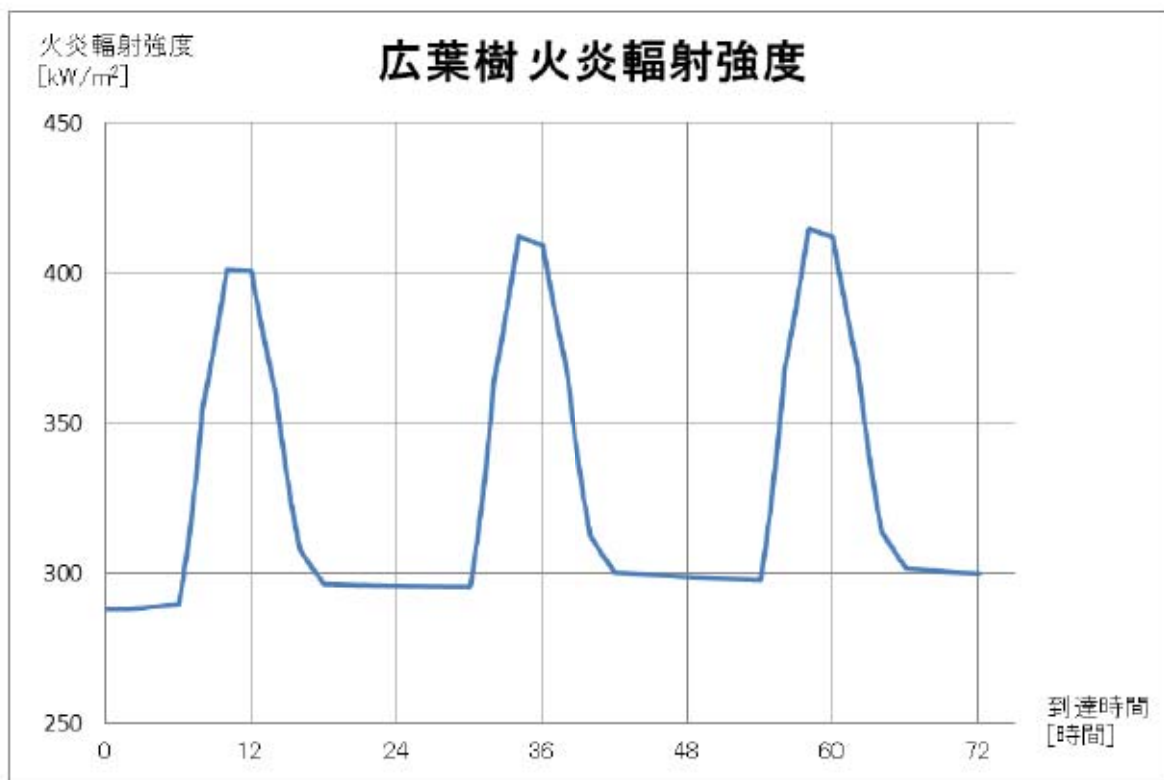


図5 火炎輻射強度に関する到達時刻の影響 (ケース2 落葉広葉樹)

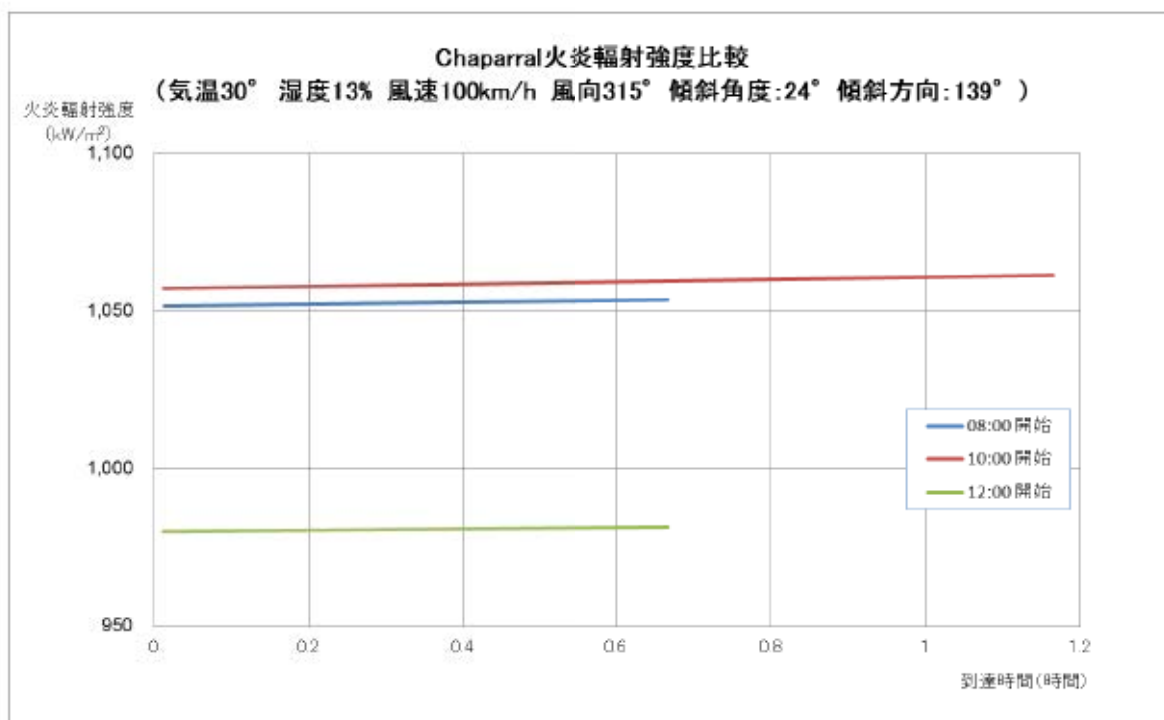


図6 火炎輻射強度に関する到達時刻の影響 (ケース2 chaparral)



# 植生データの設定について

## 1. 森林簿データの設定について

FARSITEにおける可燃物パラメータを「樹種」と「林齢」より、下記右側の11区分の植生タイプに分類し設定した。大きな面積を占めるカラマツ、トドマツについては、林齢区分に基づき、可燃物パラメータを設定した。それ以外の針葉樹については、カラマツに比べて火線強度が大きくなり易く保守的と言えるトドマツの可燃物パラメータを適用した。広葉樹については、落葉広葉樹として可燃物パラメータを設定した。植生区分と可燃物パラメータとの対応及び設定の考え方を以下に示す。

【針葉樹の樹種】	【広葉樹の樹種】
アカマツ	ポプラ
クロマツ	ドロヤナギ
ヨーロッパアカマツ	ギンドロ
ストロブマツ	マカバ
<b>カラマツ</b>	シラカンバ
グイマツ	ハンノキ
グイマツ雑種	ヤマハンノキ
<b>トドマツ</b>	コバノヤマハンノキ
アカエゾマツ	ケヤマハンノキ
ヨーロッパトウヒ	アサダ
その他人工林針葉樹	カシワ
天然林針葉樹	ミズナラ
	ニセアカシヤ
	イタヤカエデ
	ヤチダモ
	人工林広葉樹
	天然林広葉樹

×

【林齢情報】

FARSITEにおける可燃物パラメータ	設定の考え方
カラマツ(林齢10年生未満)	北海道のカラマツ林、トドマツ林は林床に1~2m程度のササが繁茂していることを考慮し、下草の可燃物量は林齢によらず一定とすると共に、大きな火線強度が想定される保守的な可燃物量の設定とした。但し、樹木の量に該当する「生きた木質量」のパラメータは、林齢と共に大きくなるよう設定した。生きた木質量は、水分量が多く燃えにくい効果を示す。従って、林齢が低い方が火線強度等が大きくなる。
カラマツ(林齢10年生)	
カラマツ(林齢20年生)	
カラマツ(林齢30年生)	
カラマツ(林齢40年生以上)	
トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生未満)	
トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生)	
トドマツ+その他針葉樹(林齢20年生)	
トドマツ+その他針葉樹(林齢30年生)	
トドマツ+その他針葉樹(林齢40年生以上)	
落葉広葉樹	広葉樹は一般に高齢で下草の状況は林齢によってほとんど変わらないことを考慮し、林齢に依存しない可燃物パラメータとなっている。また、林床のササの繁茂は考慮せず、高木に加え草や灌木が存在する状況を想定している。

## 2. 泊発電所周辺の植生データについて

泊発電所周辺の植生区分と可燃物パラメータ設定の考え方を以下に示す。

植生区分	可燃物パラメータ	設定の考え方
ハルニレ群生	落葉広葉樹(前頁の独自パラメータ)	各植生区分は全て落葉広葉樹であることから、前頁にて定めた落葉広葉樹の可燃物パラメータを適用した。
ヤナギ低木群落		
ハンノキ-ヤチダモ群生		
カシワ群落		
シラカンバ-ミズナラ群落		
ハリエンジュ群落		
落葉広葉樹林		
ササ草原	FARSITEデフォルトパラメータ「Chaparral」	背丈が1~2m程度であり、密集度が高いことから、FARSITEデフォルトパラメータの中から、Chaparral (6feet:1.83m)を使用した。このパラメータは、FARSITEデフォルトパラメータの中で最も可燃物量、可燃物厚さが大きく火線強度等が高くなり易い点で保守的と言える。
ススキ草原	FARSITEデフォルトパラメータ「Tall Grass」	可燃物は草であることから、FARSITEデフォルトパラメータにおける草原(Grass)のパラメータの中で、可燃物量、可燃物厚さが大きい点で保守的であるTall Grass (2.5feet:0.76m)を使用した。
伐跡群落		
種々草原		
ヨシクラス・ウキクサクラス・ヒルムシロクラス		
砂丘植生		
海岸断崖植生		



植生区分	可燃物パラメータ	設定の考え方
クロマツ植林	トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生未満)(前頁の独自パラメータ)	針葉樹の植林地であることから、前頁で設定した森林の可燃物パラメータの中で最も火線強度等が高くなる、保守的と考えられる「トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生未満)」を設定した。
トドマツ植林		
落葉針葉樹植林		
畑地	FARSITEデフォルトパラメータ「Tall Grass」	可燃物は草であることから、FARSITEデフォルトパラメータにおける草原(Grass)のパラメータの中で、可燃物量、可燃物厚さが大きい点で保守的であるTall Grass (2.5feet:0.76m)を使用した。
耕作放棄地		
雑草群落		
牧草地		
水田		
緑の多い住宅地	FARSITEデフォルトパラメータ「Brush」	植生が連続しておらず、コンクリート等の領域も多く含まれ、延焼しにくいと考えられるが、保守的な観点から、FARSITEデフォルトパラメータの「Brush (2feet:0.61m)」を使用し、計算上延焼することとした。
工場地帯	—	非植生地域に区分した。
造成地		
開放水域		
自然裸地		

### 3. 土地利用データの設定について

データ出典：国土交通省「国土数値情報 土地利用細分メッシュ 平成21年度」  
 土地利用データ区分と可燃物パラメータとの対応及び設定の考え方を以下に示す。

土地利用区分	可燃物パラメータ	設定の考え方
田	FARSITEデフォルトパラメータ「Tall Grass」	田・農用地においては、農産物に加え草が主な可燃物となる。そこで、FARSITEデフォルトパラメータにおける草原(Grass)のパラメータの中で、可燃物量、可燃物厚さが大きい点で保守的であるTall Grass (2.5feet:0.76m)を使用した。
その他の農用地		
森林	「トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生未満)」	本領域はデータ上、樹種や林齢が不明であることから、前頁で設定した森林の可燃物パラメータの中で最も火線強度等が高くなる、保守的と考えられる「トドマツ+その他針葉樹(林齢10年生未満)」を設定した。
荒地	FARSITEデフォルトパラメータ「Brush」	荒地は、崖や岩、湿地など、特定の植生がなく、延焼しにくい領域であるが、保守的な観点から、灌木等を可燃物として想定しているFARSITEデフォルトパラメータの「Brush (2feet:0.61m)」を使用し、計算上延焼することとした。なお、発電所周辺には本土土地利用区分は存在しない。
建物用地	-	非植生地域に区分した。
幹線交通用地1	-	
幹線交通用地2	-	
その他の用地	-	
河川地及び湖沼	-	
海浜	-	
海水域	-	
ゴルフ場	-	



## 6. 泊発電所における初期消火活動について

### 1. 消火要員の配置について

消火要員の配置は、以下のとおり就業時間帯及び夜間・休日の要員配置にそれぞれ以下のとおり11名以上を常駐させる体制である。

図1に消火要員のイメージを示す。初動後、原子力防災（準備）体制が発令した場合は、発電所対策本部の事務局として消火活動を実施する。

#### a. 就業時間帯の要員配置（11名）

役割	担当者
連絡者	発電課長（当直）
通報者	運営課長
現場指揮者	机上社員（技術系副長5名で指名順位による）
消火担当	委託消火要員 5名（筒先担当2名、消火補助1名、泡消火薬剤運搬対応1名、伝令・消火補助1名）
消防車操作担当	委託警備員2名
案内誘導担当	委託警備員1名

#### b. 夜間・休日の要員配置（11名）

役割	担当者
連絡者	発電課長（当直）
通報者	当番者
現場指揮者	当直員
消火担当	委託消火要員 5名（筒先担当2名、消火補助1名、泡消火薬剤運搬対応1名、伝令・消火補助1名）
消防車操作担当	委託警備員2名
案内誘導担当	委託警備員1名

### 2. 化学消防自動車および泡消火薬剤の配備

初期消火活動を行うため次表に示す化学消防自動車および泡消火薬剤（合成界面活性剤 耐寒用3%型）を配備している。

また、水槽付消防ポンプ自動車についても配備している。

化学消防自動車および泡消火薬剤の必要配備数量

設備	数量
化学消防自動車	1台
泡消火薬剤 (化学消防自動車保有分を含む)	1,500 リットル以上

水槽付消防ポンプ自動車の配備数量

設備	数量
水槽付消防ポンプ自動車	1台
水槽容量	2,000 リットル以上

3. 訓練および評価

初期消火活動のための体制について、総合的な訓練および実際の初期消火活動を年1回以上実施することとしている。

また、森林火災を想定した消火訓練を実施した。(図2, 図3)

4. モニタリングポスト及びモニタリングステーションに対する放水について

モニタリングポスト及びモニタリングステーションに対する放水については火災到達前に放水する手順を定めている。これによりモニタリングポスト及びモニタリングステーションの機能を可能な限り防護するが、モニタリングポスト及びモニタリングステーションが外部火災により機能喪失した場合においても、可搬型のモニタリングポストを設置することで監視を実施することが可能である。可搬型のモニタリングポストは常設のモニタリングポスト及びモニタリングステーション設置位置をカバーするように設置する。

(図4)

モニタリングポスト及びモニタリングステーションに対して代替する可搬型のモニタリングポスト設置位置を図5のとおり定めている。

可搬型モニタリングポスト設置位置は防火帯の範囲内で、代替するモニタリングポスト及びモニタリングステーションと同じ方位となるように定めている。



## 5. 火災発生時の連絡系統について

以下に、夜間・休日の場合の連絡系統および出動について示す。

発電課長（当直）から指示された当直員は火災発生エリアの出入監視室移動し、消火担当とともに火災発生現場へ出動する。

消火担当は発電課長（当直）から警備本部経由で連絡を受け、火災発生エリアの出入監視室に向かい、現場指揮者の指示に従い火災発生現場へ出動する。

消防車操作担当は発電課長（当直）から警備本部経由で連絡を受け、消防自動車を火災発生エリアの出入監視室に向かい、現場指揮者の指示に従い火災発生現場へ出動する。

案内誘導担当は、発電課長（当直）から警備本部経由で連絡を受け、守衛所に向かい公設消防を火災発生現場へ誘導する。

平日昼間については、通報者が初期消火要員に連絡する。他の出動経路等は夜間・休日の場合と同じである。

## 6. 消火栓から距離がある領域における放水について

森林火災発生時においても、適切な防火帯幅(20～46m)の設定により発電所周辺に延焼することを防止している。

加えて防火帯外側に放水することにより延焼の可能性をさらに低減している。

このうち緑枠の部分については、給水箇所である開閉所から遠く消防車の往復で中断なく放水することが困難と考えられたことから、可搬型中型送水ポンプ車で防火水槽から送水し、消防車（ポンプ車）を経由、化学消防車に連続的に給水することで中断なく放水することとした。

この際、送水するホースの圧力損失は約 24m<sup>3</sup>/h の送水で約 0.6MPa と評価されており、可搬型中型送水ポンプ車で十分送水可能である。

### 可搬型中型送水ポンプ車

容量 約 180m<sup>3</sup>/h

吐出圧力 約 1.3MPa[gage]

また、図6 A地点までのホース敷設(約900m)に要する時間は35分程度であり、初期消火要員出動から放水まで50分程度である。一方で火災到達までの時間は早いケースでも4時間程度要しており火災到達までに十分対応可能である。

体制については、今後訓練により検証していく。

以上

図1 消火要員の役割 (夜間休日の場合)

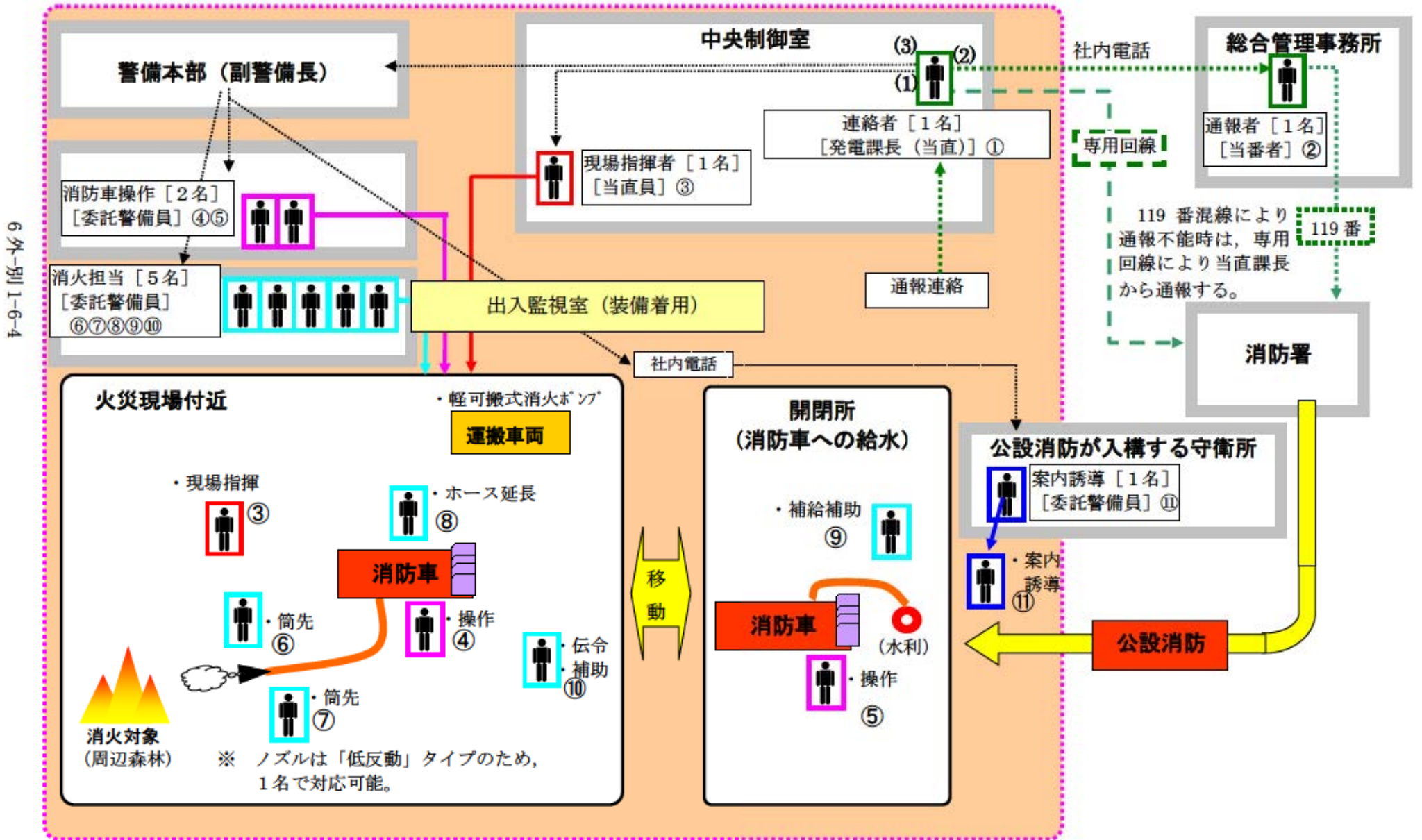




図2 森林火災を考慮した消火訓練



森林火災を想定した消火訓練を平成 25 年 9 月 4 日に実施した。消火地点①～④までの消火活動状況を図 3 に示す。また、対応余裕が少ないと想定されている。④地点の消火開始までに要する時間を計測した結果、次頁表のとおり約 21 分で消火を開始することができた。また、④付近には発電所への入構のための守衛所があり、24 時間警備員が滞在しているため、この付近に火災が近接した場合、直ちに中央制御室に連絡することが可能である。

表 地点④ 消火開始までの要する時間

項目	所要時間（累計）
総合管理事務所 5 階に集合[対応開始]	—
総合管理事務所 5 階→1・2 号機出入監視室→防火服等着用→消防車乗車	7 分( 7 分)
消防車乗車～消火地点④移動	9 分(16 分)
消防車配置・河川水取水準備	4 分(20 分)
放水開始	1 分(21 分)



図3 消火活動状況

消火地点①（間欠放水）



消火地点②（間欠放水）



延焼推定場所③（間欠放水）



消火地点④（連続放水）



河川水の取水を模擬



図4 モニタリングポスト及びモニタリングステーションに対する放水



- 防火帯外に設置される  
モニタリングステーション
- 防火帯外に設置される  
モニタリングポスト
- 防火帯内に設置される  
モニタリングポスト



図5 可搬型モニタリングポスト設置位置図

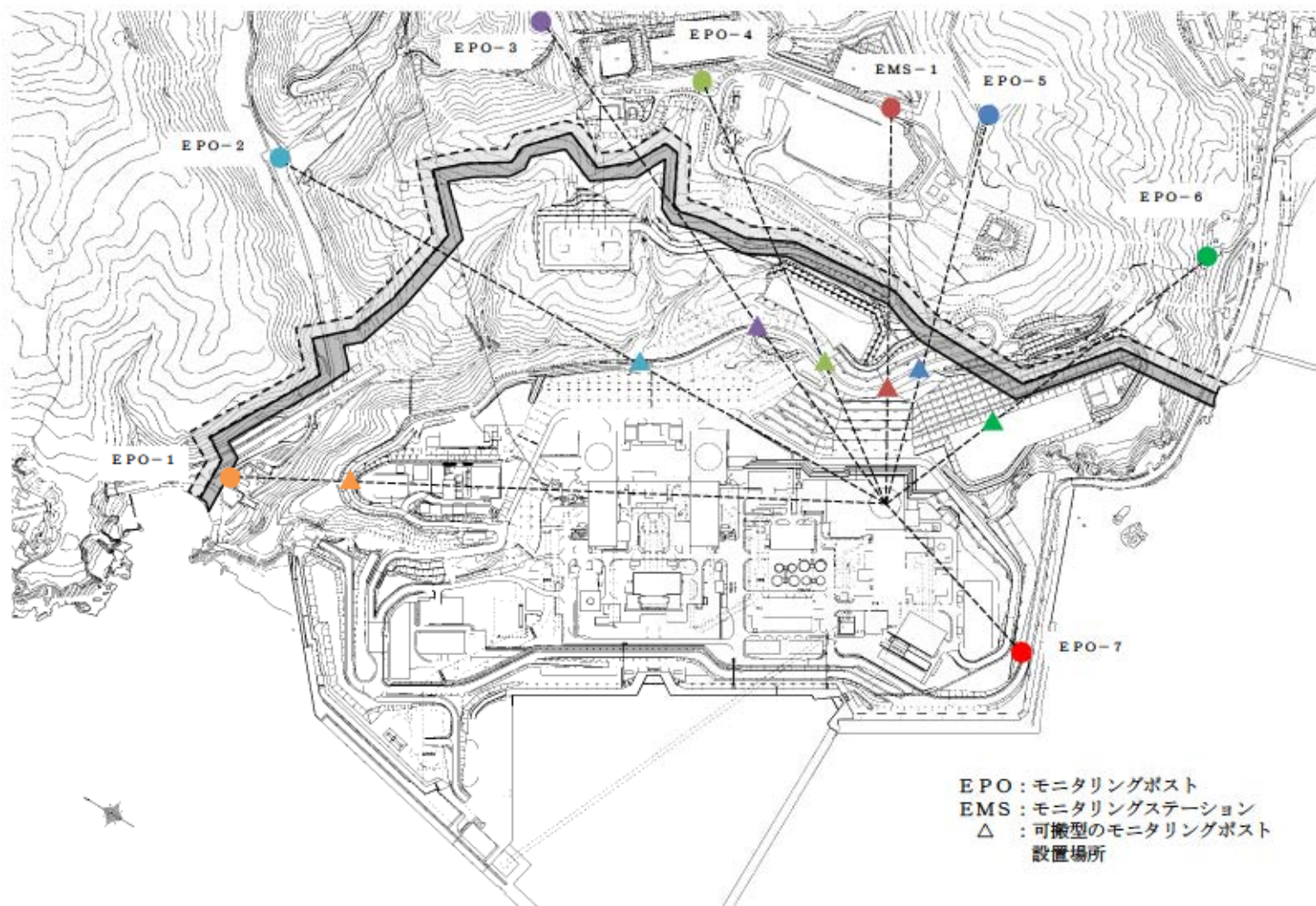




図6 防火帯位置図





## 2. 危険物施設

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）を抽出した。抽出の結果、危険物貯蔵施設は第四類危険物貯蔵施設のみが多数存在することから、火災影響評価を行う第四類危険物貯蔵施設の絞り込みを以下の方法で行った。

(1) 発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナートはないことから、半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設の最大貯蔵容量は石油コンビナート相当の 10 万 kL<sup>\*1</sup>とした。ここで、第四類危険物のうち、最も輻射発散度が高い n-ヘキサン<sup>\*2</sup>が 10 万 kL 貯蔵された危険物貯蔵施設を想定し、その危険距離を算出した結果 1279m<sup>\*2</sup>となった。

※1 「石油コンビナート等災害防止法施行令」(昭和 51 年 5 月 31 日政令 129 号)の第 2 条で規定する基準総貯蔵量

※2 算出方法は別紙 1 参照

(2)(1)項の結果から、発電所から 1.5km 以遠には発電所に影響を及ぼす危険物貯蔵施設は存在しないと判断し、発電所から 1.5km 以内に存在する第四類危険物貯蔵施設に対して火災影響評価を行う。

### a. 火災影響評価

発電所敷地外 1.5km 以内の危険物貯蔵施設の最大貯蔵量は 145kL(灯油)、29kL(ガソリン)であるが、以下のとおり危険距離は約 74m と約 109m と評価しており、原子炉施設との離隔距離は約 1500m 以上確保していることから、原子炉施設への影響はない。

#### (a) 対象設備

発電所敷地外 1.5km 以内の危険物貯蔵施設を対象とする。

#### (b) 評価条件

燃料[m<sup>3</sup>] : 145(灯油)、29(ガソリン)

燃焼半径[m] : 17.84 (対象施設は地下タンク貯蔵所であり、防油堤を持たない構造であるため、燃焼面積はガソリンスタンドの敷地面積 1000m<sup>2</sup>とした)

輻射発散量[W/m<sup>2</sup>]<sup>\*1</sup> : 50×10<sup>3</sup>(灯油)、58×10<sup>3</sup>(ガソリン)

質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>/s]<sup>\*2</sup> : 0.039(灯油)、0.055(ガソリン)

燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]<sup>\*2</sup> : 820(灯油)、740(ガソリン)

※1 評価ガイド付属書 B 記載値

※2 THE SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 4th Edition 記載値

(c) 評価結果

評価の結果、評価対象建屋までの危険距離が離隔距離以下であることを確認した。

原子炉建屋 74m (離隔距離：約 1500m)

また、原子炉補機冷却海水ポンプまでの危険距離が離隔距離以下であることを確認した。

循環水ポンプ建屋 109m (離隔距離：約 1600m)

※：原子炉補機冷却海水ポンプは循環水ポンプ建屋内に収納されており、外部火災による輻射熱が原子炉補機冷却海水ポンプに直接作用することはない。ただし、循環水ポンプ建屋の上部外壁は鋼板であることから、外部火災の輻射熱が伝熱により建屋内雰囲気へ移動し、建屋内雰囲気の温度が上昇する。

原子炉補機冷却海水ポンプの評価としては、モーター下部軸受部を限界温度以下とするために必要な吸い込み外気温度 80.9℃を海水ポンプの許容限界温度とし、循環水ポンプ建屋内の許容温度とする。

b. 爆発影響評価

発電所敷地外 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量は 15t であるが、以下のとおり危険限界距離は約 87m と評価しており、原子炉施設との離隔距離は約 5700m を確保していることから、原子炉施設への影響はない。

(a) 評価手法の概要

本評価は、発電所に対する高圧ガス貯蔵施設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。

表 1 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

(b) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

表 2 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 5 条別表第二に掲げる数値 K=888000 (プロパンの最大値)
貯蔵設備又は 処理設備の W 値	コンビナート等保安規定第 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



	<p>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にあつては貯蔵能力（単位：立法メートル）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）</p> <p>処理設備：処理設備内にあるガスの質量（単位：トン）の数値  <math>W=\sqrt{15}</math></p>
離隔距離[m]	<p>高圧ガス貯蔵施設から原子炉施設までの距離  約 5700m</p>

(c) 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]、 $\lambda$ ：換算距離 14.4[m・kg<sup>-1/3</sup>]、

K：石油類の定数 888000(プロパン) [-]、W：設備定数  $\sqrt{15}$ [-]

(d) 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 5700m）が危険限界距離（約 87m）以上であることから、原子炉施設に爆風圧による影響はないと評価する。

c. 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）※1 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発電所までの離隔距離が飛来物到達距離以上あり、原子炉施設への影響がないことを確認した。

※1 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、災害の想定を出来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



表 3 飛来物の評価条件

評価条件	
貯蔵ガス	液化石油ガス（プロパン）
貯蔵量	15t
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

(a) 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した。

$$L=465M^{0.10}$$

L：破片の最大飛散範囲[m]、M：破裂時の貯蔵物質量[kg]

$$L=465 \times (15000)^{0.10} = 1216.36$$

となり、飛来物の最大飛散距離 L は約 1217m となる。

よって、発電所との離隔距離が約 5700m あることから、飛来物による発電所への影響はない。

4. その他

(1) 燃料輸送車両

a. 火災影響評価

発電所敷地内に容量 18k l のタンクローリーがあるが、以下のとおり危険距離 18m と評価しており、これ以上の離隔距離を確保していることから、原子炉施設への影響はない。

(a) 対象設備

泊発電所構内に配備される移動発電機車タンクローリーを対象とする。

(b) 評価条件

燃料[m<sup>3</sup>] : 18(軽油)

燃焼半径[m] : 2.95 (タンクローリー全長×全幅 27.41[m<sup>2</sup>]と同面積となる円とした)

輻射発散量[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

燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]<sup>\*2</sup> : 918

※ 1 評価ガイド付属書 B 記載値

※ 2 NUREG-1805 記載値

### (c) 評価結果

評価の結果、建屋表面温度が許容値となる危険距離は以下のとおりとなった。

原子炉建屋 18m (建屋表面温度 188.24℃<200℃となる距離)

### b. 爆発影響評価

#### (a) 燃料輸送車両の爆発の想定条件

- ・燃料積載量は発電所敷地外 10km 以内における高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量 (15t) とする。
- ・燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は液化石油ガス (プロパン) とする。
- ・発電所敷地外の想定される輸送ルートである国道 276 号線上において原子炉施設に最も近い場所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。

#### (b) 評価手法の概要

本評価は、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。

表 1 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

#### (c) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地外の想定される輸送ルートである国道 276 号線上において原子炉施設に最も近い場所にて、爆発を起こす燃料輸送車両とする。

#### (d) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

表 2 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 5 条別表第二に掲げる数値 K=888000 (プロパンの最大値)
貯蔵設備又は 処理設備の W 値	コンビナート等保安規定第 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にあつては貯蔵能力（単位：立法メートル）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 $W=\sqrt{15}$
離隔距離[m]	発電所敷地周辺道路から原子炉施設までの距離 約 4300m

(e) 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]、 $\lambda$ ：換算距離 14.4[m・kg<sup>-1/3</sup>]

K：石油類の定数 888000(プロパン) [-]、W：設備定数  $\sqrt{15}$ [-]

(f) 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 4300m）が危険限界距離（約 87m）以上であることから、原子炉施設に爆風圧による影響はないと評価する。

c. 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）※1 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発電所までの離隔距離が飛来物到達距離以上あり、原子炉施設への影響がないことを確認した。

※1 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、災害の想定を出来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

表 3 飛来物の評価条件

評価条件	
貯蔵ガス	液化石油ガス（プロパン）
貯蔵量	15t



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
------	--------------------------------

(a) 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した。

$$L=465M^{0.10}$$

L：破片の最大飛散範囲[m]、M：破裂時の貯蔵物質量[kg]

$$L=465 \times (15000)^{0.10} = 1216.36$$

となり、飛来物の最大飛散距離 L は約 1217m となる。

よって、発電所との離隔距離が約 4300m あることから、飛来物による発電所への影響はない。

(2) 漂流船舶

追而

(漂流物船舶の火災影響評価について、基準津波審査結果を受けて反映のため)

追而

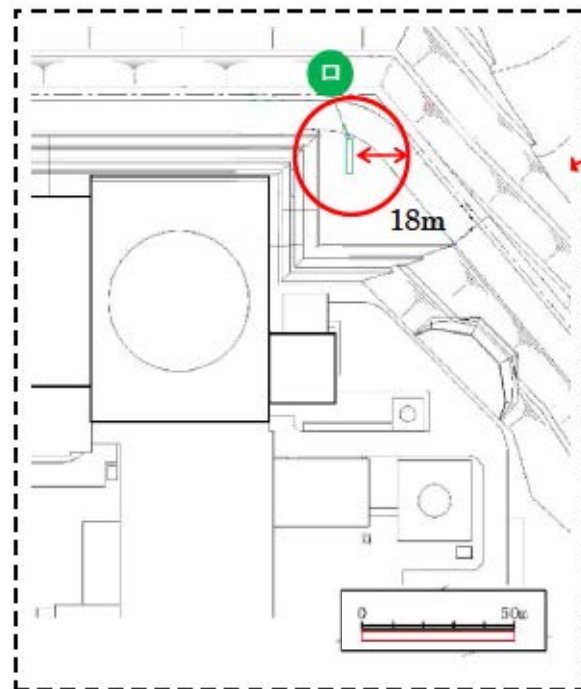
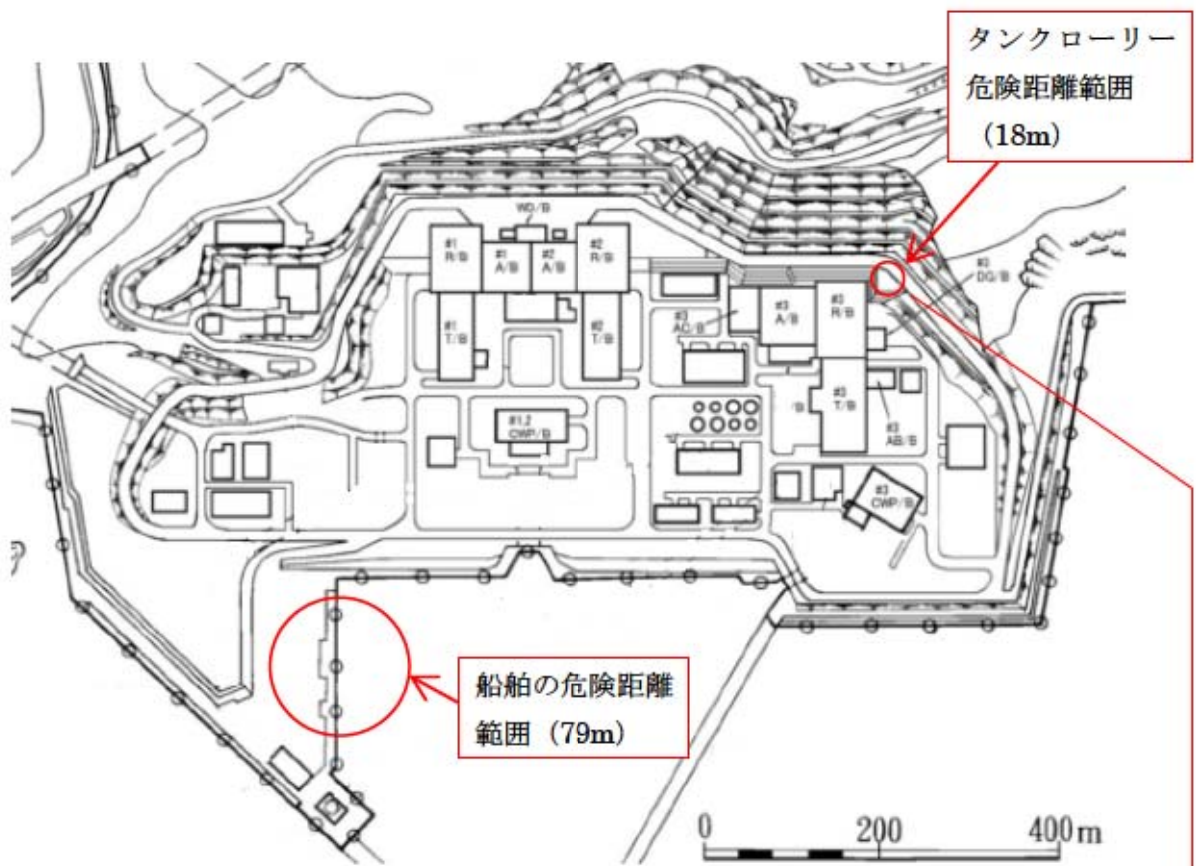
(漂流物船舶の火災影響評価について、基準津波審査結果を受けて反映のため)

### (3)化学工場

その他の近隣産業施設として化学工場の影響が考えられるが、地元自治体に確認したところ、日本標準産業分類（総務省）のうち「化学工業」あるいは「石油製品製造業」に該当する事業者が泊発電所敷地外 10km 圏内に 1 件（従業員 5 人）存在することが確認された。

この事業者について調査した結果、製品を製造しているものではないことから、原子炉施設へ影響を与えることはない。

以上





## 近隣の産業施設の調査範囲について

泊発電所敷地外の産業施設は、図 1 に示す 10km 圏内を調査した。

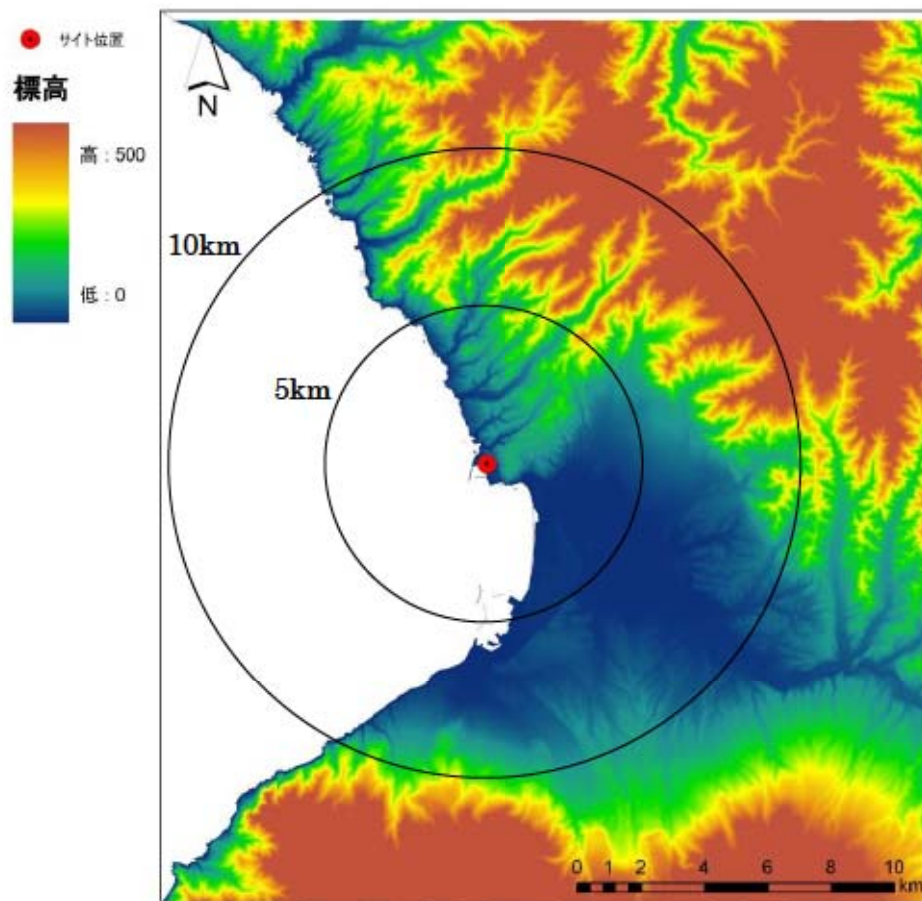


図 1 泊発電所敷地外の調査範囲

## 石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令抜粋

石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令  
(昭和五十一年七月九日政令第百九十二号)

内閣は、石油コンビナート等災害防止法（昭和五十年法律第八十四号）第二条第二号の規定に基づき、この政令を制定する。

- 1 石油コンビナート等災害防止法第二条第二号 に規定する政令で指定する区域は、別表各号に掲げる地区ごとの区域とする。

[中略]

## 別表

## 一 釧路地区

北海道釧路市西港一丁目の区域のうち主務大臣の定める区域

## 二 苫小牧地区

イ 北海道勇払郡厚真町字共和の区域のうち主務大臣の定める区域

ロ 北海道苫小牧市の区域のうち次の区域

(1) 字静川及び字弁天の区域のうち主務大臣の定める区域

(2) 晴海町及び真砂町の区域 字沼ノ端及び字勇払の区域のうち主務大臣の定める区域

## 二の二 石狩地区

北海道石狩市新港中央四丁目の区域のうち主務大臣の定める区域

## 三 室蘭地区

北海道室蘭市陣屋町一丁目、陣屋町三丁目、幌萌町、本輪西町一丁目、港北町一丁目、仲町、御崎町一丁目、茶津町及び入江町の区域のうち主務大臣の定める区域

## 四 北斗地区

北海道北斗市、七重浜一丁目、七重浜六丁目及び七重浜七丁目の区域のうち主務大臣の定める区域

## 四の二 知内地区

北海道上磯郡知内町字元町の区域のうち主務大臣の定める区域

[以下、略]

## 仮想危険物貯蔵施設の危険距離の算出について

## 1. 評価条件

## (1) 想定条件

- a. 評価対象とする危険物貯蔵施設は熱影響が最大となる仮想危険物貯蔵施設（**n**-ヘキサンを 10 万 kL 貯蔵）とした。
- b. 評価対象とする危険物貯蔵施設の燃料は満載した状態を想定した。
- c. 防油堤内の全面火災を想定した。
- d. 防油堤面積は、保守的に消防法で定める最大の 80,000m<sup>2</sup>とした。
- e. 気象条件は無風状態とした。
- f. 火災は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とした。

## (2) 危険物貯蔵施設及び燃料に係るデータ

危険物貯蔵施設及び燃料に係るデータを表 1 に示す。

表 1 危険物貯蔵施設及び燃料に係るデータ

想定火災源	燃料の種類	燃料量 V [m <sup>3</sup> ]	放射発散度 Rf [kW/m <sup>2</sup> ] <sup>*1</sup>	質量低下速度 M [kg/m <sup>2</sup> /s] <sup>*2</sup>	燃料密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>*2</sup>	防油堤面積 S [m <sup>2</sup> ]
仮想危険物貯蔵施設	<b>n</b> -ヘキサン	100000	85	0.074	650	80000

※1 評価ガイド付属書 B 記載値

※2 NUREG-1805 記載値

## 2. 評価結果

## (1) 燃焼半径の算出

円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は防油堤面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。算出結果を表 2 に示す。

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

R : 燃焼半径(m), S : 防油堤面積 (m<sup>2</sup>)

表 2 危険物貯蔵施設の燃焼半径

想定火災源	防油堤面積 S [m <sup>2</sup> ]	燃焼半径 R [m]
仮想危険物貯蔵施設	80000	160



(2) 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。算出結果を表 3 に示す。

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

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/ρ(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>)

表 3 危険物貯蔵施設の燃焼継続時間

想定火災源	燃料量 V [m <sup>3</sup> ]	燃焼半径 R [m]	質量低下速度 M [kg/m <sup>2</sup> /s]	燃料密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	燃焼継続時間 t [s]
仮想危険物 貯蔵施設	100000	160	0.074	650	10980

(3) 危険距離の算出

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施設外壁が昇温されるものとして、式 1 の一次元非定常熱伝導方程式の一般解の式より、コンクリート表面の温度が 200℃となる危険輻射強度を求める。

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

(出典：伝熱工学、東京大学出版会)

T : 許容温度(200[℃])、T<sub>0</sub> : 初期温度(50[℃])、E : 輻射強度(W/m<sup>2</sup>)  
α : コンクリート温度拡散率(=λ/ρC<sub>p</sub>) (7.53×10<sup>-7</sup>[m<sup>2</sup>/s])  
ρ : コンクリート密度(2,400[kg/m<sup>3</sup>])、C<sub>p</sub> : コンクリート比熱(963[J/kg/K])  
λ : コンクリート熱伝導率(1.74[W/m/K])、t : 燃焼継続時間(10,980[s])  
x : コンクリート壁表面深さ(0[m])

式 1 で求めた危険輻射強度 E となる形態係数 Φ を式 2 より算出する。

$$E = R_f \times \Phi \quad (\text{式 2})$$

E : 輻射強度(W/m<sup>2</sup>)、R<sub>f</sub> : 輻射発散度(W/m<sup>2</sup>)、Φ : 形態係数

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を式 3 より算出する。算出結果を表 4 に示す。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 } 3)$$

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

H : 火炎長、R : 燃焼半径、L : 危険距離(m)

表 4 仮想危険物貯蔵施設火災の評価結果

想定火災源	危険距離 [m]
仮想危険物貯蔵施設	1279

## 8. 発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の抽出について

### 1. 敷地内危険物施設の抽出について

#### (1) 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などの危険物タンク火災の影響評価を実施する。消防法又は岩内・寿都地方消防組合火災予防条例に基づく届出対象施設（表8-1）より、評価対象とする危険物施設を抽出する（図8-1のフロー図）。発電所敷地内の発火源となる施設のうち、建屋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、屋外設置で原子炉施設までの距離が近く貯蔵量が多い3号機補助ボイラー燃料タンクを想定発火源とした。表8-1に発電所敷地内の発火源となる危険物施設等の一覧と抽出フローによる抽出結果を示す。発電所敷地内における危険物施設等の位置を図8-2に示す。

3号機補助ボイラー燃料タンクの外形図、仕様について、それぞれ添付1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う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。)

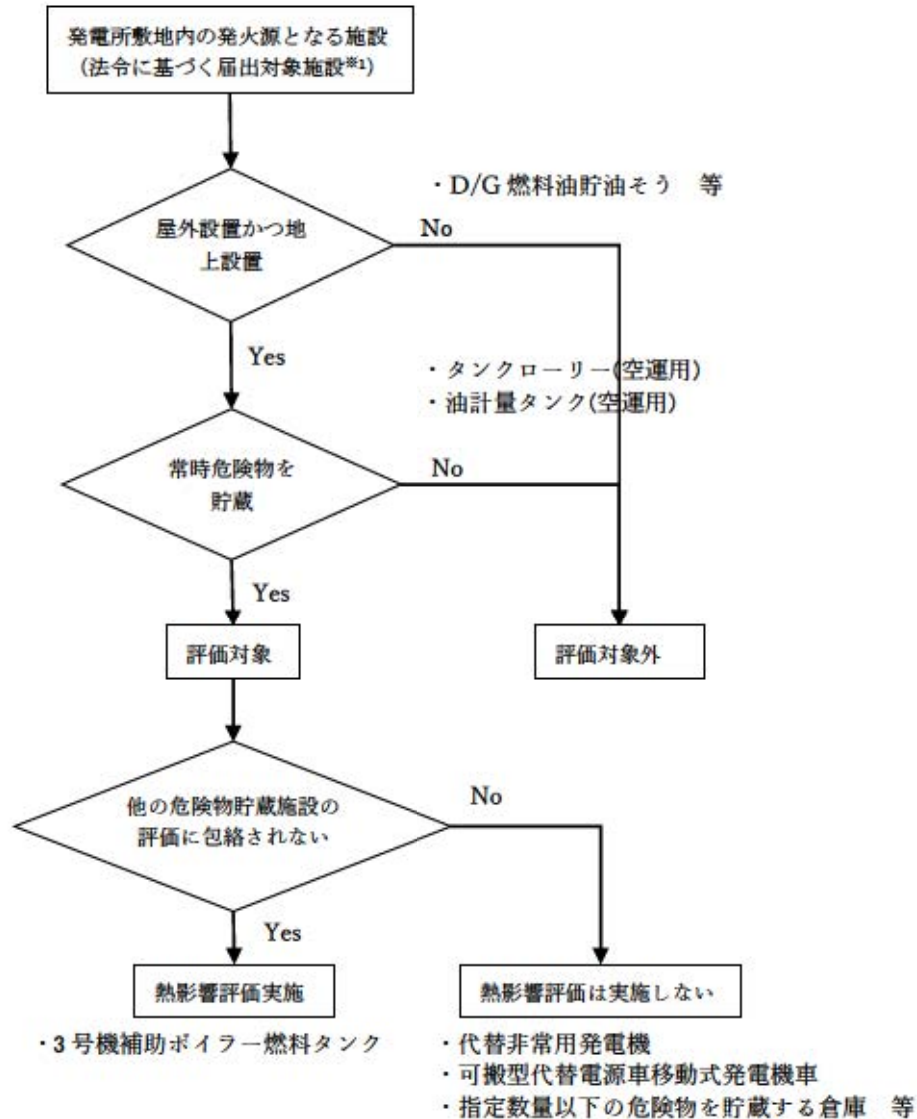
発電所敷地内には、危険物施設の他にタンクローリーを配備している。タンクローリーは常時「空」の状態で開催しているため、常時「空」の状態であるタンクローリーは発火の可能性はないことから評価対象から除外する。同様に、発電所構内には3号油計量タンクがあるが、航空機落下とタンク火災の重畳による評価を踏まえ、運用を停止することとしたため評価対象から除外する。(添付2参照)

以上より、評価対象は、各号機の補助ボイラー燃料タンク、指定数量以下の危険物を貯蔵する倉庫（油倉庫、3号油倉庫、第2危険物倉庫）、代替非常用発電機及び可搬型代替電源車移動式発電機車（一般取扱所）となる。

ここで、指定数量以下の危険物を貯蔵する倉庫（油倉庫、3号油倉庫、第2危険物倉庫）は、評価対象とした3号機補助ボイラー燃料タンクと原子炉施設の距離に比べ離れた位置に配置しており、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。



代替非常用発電機及び可搬型代替電源車移動式発電機車（一般取扱所）は3号機補助ボイラー燃料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。また、1,2号機補助ボイラー燃料タンクは、3号機補助ボイラー燃料タンクより距離が離れており、当該評価に包絡されるため熱影響評価は実施しない。



※1：消防法又は岩内・寿都地方消防組合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

図8-1 敷地内危険物施設のうち評価対象抽出フロー

表 8 - 1 危険物製造所等許可施設一覧 (1 / 2)

号機	施設名	製造所の別	危険物		数量	詳細評価要否	
			類	品名			
1号機	ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	461.6 kL	× (地下式※4)
2号機	ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	461.6 kL	× (地下式※4)
3号機	ディーゼル発電機 燃料油貯油そう(A側)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	295.88 kL	× (地下式※4)
3号機	ディーゼル発電機 燃料油貯油そう(B側)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	295.8 kL	× (地下式※4)
1,2号機	補助ボイラー燃料タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	A重油	600 kL	× (※3)
3号機	補助ボイラー燃料タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	A重油	720 kL	○ (※1)
1号機	油計量タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第4石油類	潤滑油	110 kL	× (※3)
3号機	油計量タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第4石油類	潤滑油	110 kL	× (※2)
1号機	ディーゼル発電設備 燃料油・潤滑油装置	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	58.9 kL 14.6 kL	× (屋内設置)
2号機	ディーゼル発電設備 燃料油・潤滑油装置	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	58.9 kL 14.6 kL	× (屋内設置)
3号機	ディーゼル発電設備 燃料油・潤滑油装置	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	75.3 kL 12 kL	× (屋内設置)
1号機	タービン潤滑油装置	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	73 kL	× (屋内設置)
2号機	タービン潤滑油装置	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	73 kL	× (屋内設置)
3号機	タービン潤滑油装置	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	110 kL	× (屋内設置)
1,2号機	補助ボイラ燃料油装置	一般取扱所	4	第4石油類	A重油	96 kL	× (屋内設置)
3号機	補助ボイラ燃料油装置	一般取扱所	4	第4石油類	A重油	114.6 kL	× (屋内設置)
1,2号機	油倉庫	屋内貯蔵所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	4 kL 24 kL	× (屋内設置※5)
3号機	3号油倉庫	屋内貯蔵所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	4 kL 25.02 kL	× (屋内設置※5)
共用	第2危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類 第2石油類 第3石油類	シンナー 塗料 塗料	0.6 kL 1.0 kL 2.0 kL	× (屋内設置※5)
1号機	代替非常用発電機 (1A)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)
1号機	代替非常用発電機 (1B)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)
2号機	代替非常用発電機 (2A)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)
2号機	代替非常用発電機 (2B)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)
3号機	代替非常用発電機 (3A)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)
3号機	代替非常用発電機 (3B)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	7.392 kL 0.144 kL	× (※3)



表 8-1 危険物製造所等許可施設一覧 (2/2)

号機	施設名	製造所の別	危険物			数量	詳細評価要否
			類	品名			
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (1号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (2号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (3号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (4号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (5号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (6号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (7号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	可搬型代替電源車移動式発電機車 (8号車)	一般取扱所	4	第2石油類 第4石油類	軽油 潤滑油	8.88 kL 0.1 kL	× (※3)
共用	タンクローリー	移動式タンク貯蔵所	4	第2石油類	軽油	4.8 kL	× (※2)
共用	タンクローリー	移動式タンク貯蔵所	4	第2石油類	軽油	4.8 kL	× (※2)
共用	タンクローリー	移動式タンク貯蔵所	4	第2石油類	軽油	4.8 kL	× (※2)
共用	タンクローリー	移動式タンク貯蔵所	4	第2石油類	軽油	4.8 kL	× (※2)
共用	タンクローリー	移動式タンク貯蔵所	4	第2石油類	軽油	5 kL	× (※2)

※1：運用管理により貯蔵量を制限しているため、410 kLにて熱影響評価を実施する。

※2：空運用とするため、熱影響評価は実施しない。

※3：3号機補助ボイラー燃料タンク火災による熱影響評価に包絡される。

※4：ディーゼル発電機設備燃料油貯油槽について

「ディーゼル発電機設備燃料油貯油槽」は、消防法に基づきコンクリート構造物に収納された地下埋設タンクであり、構造物とタンクの間には乾燥砂をつめて、不燃物に囲われた状態で埋設し設置している。また、燃料補給時にはアース線の取り付けを行っているが、消火器の設置も義務付けられているため、万が一火災が発生しても、即座に消火活動が可能となっている。

さらに CO2 消火設備も設置しており、熱感知器が 100℃を検知すると消火設備が自動で動作し、DG 室 1 室、サービスタンク室 1 室、燃料油貯油槽 1 室が同時に火災発生した場合でも対処可能な CO2 量を確保している。

このため、地表面で火災が発生するような火災になる可能性は極めて低いと考えられる。添付 3 に消防法に基づく法令（一部抜粋）を示す。

《3号機ディーゼル発電機設備燃料油貯油槽の消火設備について》

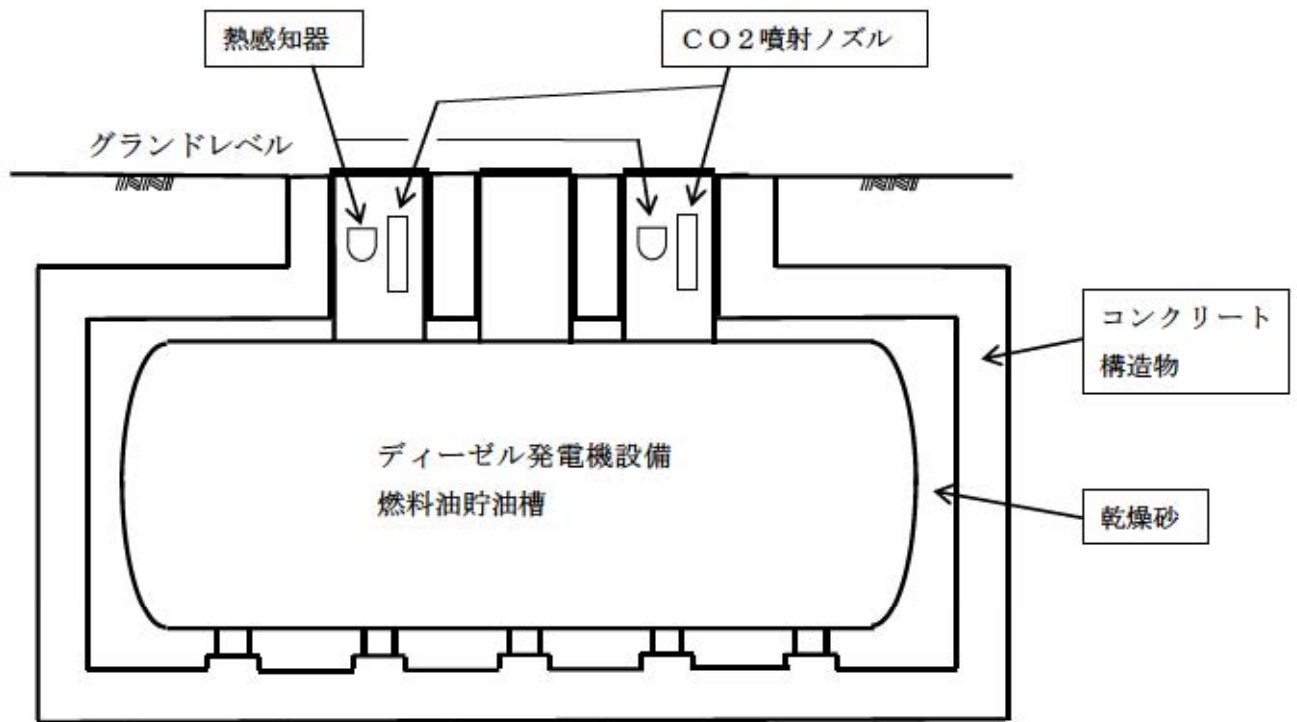
危険物として軽油を貯蔵し、「危険物の規則に関する政令第13条第1項第1条」



より、その他の製造所等に該当する地下タンク貯蔵所としている。

「危険物の規則に関する規則第35条第1項1号」より、第5種の消火設備を2個設けている。

また、「原子力施設の火災防護指針（JEAG4607-1999）」より、二酸化炭素消火設備を自主設置している。



※5：その他油倉庫等について

上記のうち「油倉庫」、「3号油倉庫」および「第2危険物倉庫」は、消防法に基づき、建物構造は耐火構造とし、屋根は不燃材料で造られており、火災が発生したとしても、即座に建物の外へ火炎が及ぶ可能性は低いと考えられる。

なお、3号油倉庫の火災影響評価（建物がない状態での評価）を行ったところ、原子炉施設より近い場所にある3号機補助ボイラ燃料タンク表面で約2℃程度の温度上昇であったことから、原子炉施設に熱影響を与えることはない。また、その他の油倉庫は、さらに離隔距離が確保されていること、および危険物の最大数量も少ないことから、同様に原子炉施設に熱影響を与えることはない。

添付4に消防法に基づく法令（一部抜粋）を示す。

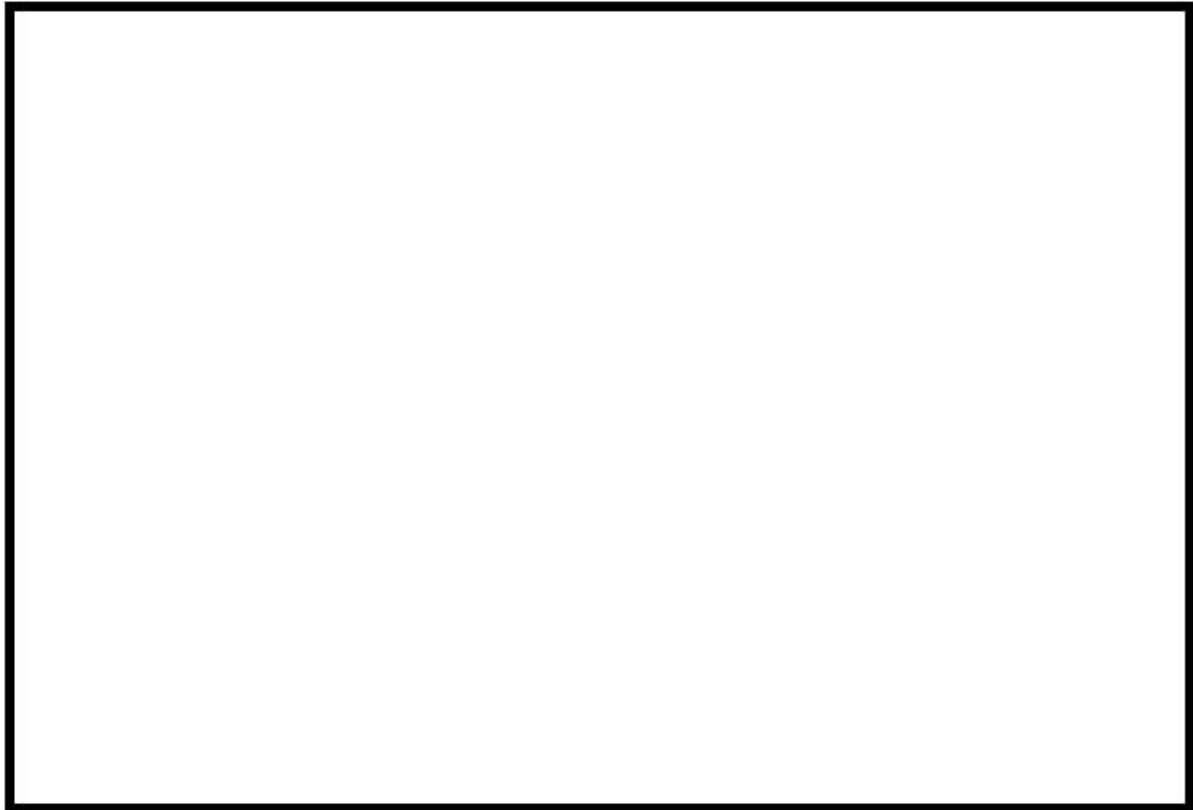


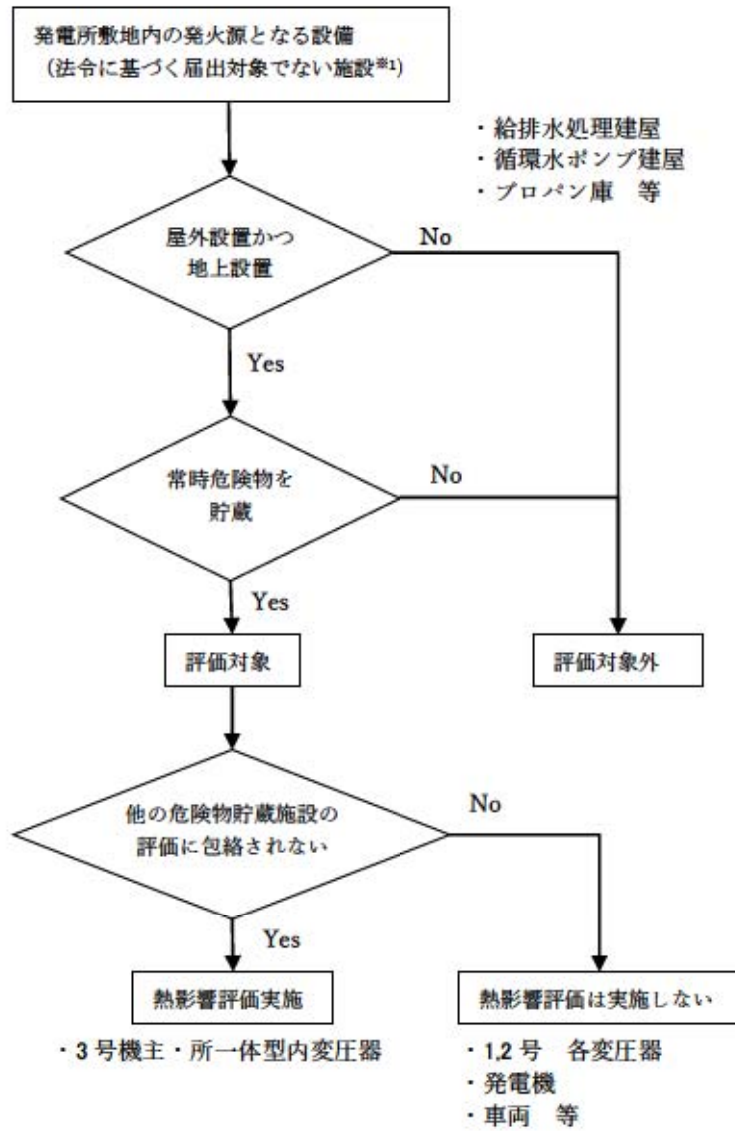
図 8 - 2 敷地内における危険物施設の位置 (発電所全体)

## 2. 敷地内危険物施設以外の設備の抽出について

### (1) 評価対象範囲

消防法又は岩内・寿都地方消防組合火災予防条例に基づく届出対象施設ではない設備について、火災影響評価を実施する。評価対象とする設備を危険物施設と同様に図 8 - 3 のフローに基づき抽出する (表 8 - 2)。危険物を貯蔵し屋外設置で原子炉施設までの距離が近く貯蔵量が多い 3 号機主・所一体型変圧器を想定発火源とした。表 8 - 2 に発電所敷地内の発火源となる危険物施設以外の設備の一覧と抽出フローによる抽出結果を示す。

なお、薬品を取り扱う設備は輻射熱を受けない屋内設備であること、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。発電所敷地内における屋外変圧器の位置を図 8 - 4 に示す。



※1：消防法又は岩内・寿都地方消防組合火災予防条例に基づく届出対象施設ではない等

図8-3 敷地内危険物施設以外の設備のうち評価対象抽出フロー



表 8-2 その他の危険物 (1/2)

号機	施設名	危険物の種類	数量	詳細評価要否
1,2号機	給排水処理建屋	第2石油類 軽油	490 L	× (屋内設置)
3号機	給排水処理建屋	第2石油類 軽油	490 L	× (屋内設置)
1,2号機	循環水ポンプ建屋	第3石油類 潤滑油	1,600 L	× (屋内設置)
3号機	循環水ポンプ建屋	第4石油類 潤滑油	1,310 L	× (屋内設置)
1号機	原子炉建屋	第3石油類 潤滑油	1,500 L	× (屋内設置)
2号機	原子炉建屋	第3石油類 潤滑油	1,500 L	× (屋内設置)
3号機	原子炉建屋	第4石油類 潤滑油	1,500 L	× (屋内設置)
1号機	主変圧器	1種4号 鉱油	86 kL	× (※1)
1号機	起動変圧器	1種4号 鉱油	30.3 kL	× (※1)
1号機	所内変圧器	1種4号 鉱油	22.0 kL	× (※1)
2号機	主変圧器	1種4号 鉱油	77.0 kL	× (※1)
2号機	起動変圧器	1種4号 鉱油	30.3 kL	× (※1)
2号機	所内変圧器	1種4号 鉱油	22.0 kL	× (※1)
1,2号機	予備変圧器	1種4号 鉱油	15.9 kL	× (※1)
3号機	主・所一体型変圧器	1種4号 鉱油	107.8 kL	○
3号機	予備変圧器	1種4号 鉱油	31.8 kL	× (※1)
共用	指揮所用発電機	第2石油類 軽油	490 L	× (※1)
共用	待機所用発電機	第2石油類 軽油	490 L	× (※1)
共用	指揮所用発電機 (予備)	第2石油類 軽油	490 L	× (※1)
共用	待機所用発電機 (予備)	第2石油類 軽油	490 L	× (※1)
共用	上屋指揮所用発電機	第2石油類 軽油	400 L	× (※1)
共用	上屋待機所用発電機	第2石油類 軽油	400 L	× (※1)
共用	上屋指揮所用発電機 (予備)	第2石油類 軽油	400 L	× (※1)
共用	上屋待機所用発電機 (予備)	第2石油類 軽油	400 L	× (※1)
共用	高圧送水ポンプ車(HS900)	第2石油類 軽油	990 L	× (※1)
共用	高圧送水ポンプ車(HS900)	第2石油類 軽油	990 L	× (※1)
共用	高圧送水ポンプ車(HS1200)	第2石油類 軽油	990 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 1	第2石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 2	第2石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 3	第2石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 4	第2石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 5	第2石油類 軽油	250 L	× (※1)

表 8-2 その他の危険物 (2/2)

号機	施設名	危険物の種類	数量	詳細評価要否
共用	可搬型直流電源用発電機 6	第 2 石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 7	第 2 石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	可搬型直流電源用発電機 8	第 2 石油類 軽油	250 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-1) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-2) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-3) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-4) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-5) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-6) )非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EPO-7) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(EMS-1) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
共用	モニタリング設備(気象観測所) 非常用発電機	第 2 石油類 軽油	50 L	× (※1)
1 号機	発電機ガスボンベ貯蔵庫	水素ガス (ボンベ)	945 m <sup>3</sup>	× (屋内設置)
2 号機	発電機ガスボンベ貯蔵庫	水素ガス (ボンベ)	945 m <sup>3</sup>	× (屋内設置)
3 号機	発電機ガスボンベ貯蔵庫	水素ガス (ボンベ)	1120 m <sup>3</sup>	× (屋内設置)
1,2 号機	1 次系水素ボンベ室	水素ガス (ボンベ)	420 m <sup>3</sup>	× (屋内設置)
3 号機	1 次系水素ボンベ室	水素ガス (ボンベ)	280 m <sup>3</sup>	× (屋内設置)
共用	放射性廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	プロパンガス	2000 kg	× (屋内設置)
1,2 号機	補助ボイラ建屋	プロパンガス	180 kg	× (屋内設置)
3 号機	補助ボイラ建屋	プロパンガス	120 kg	× (屋内設置)

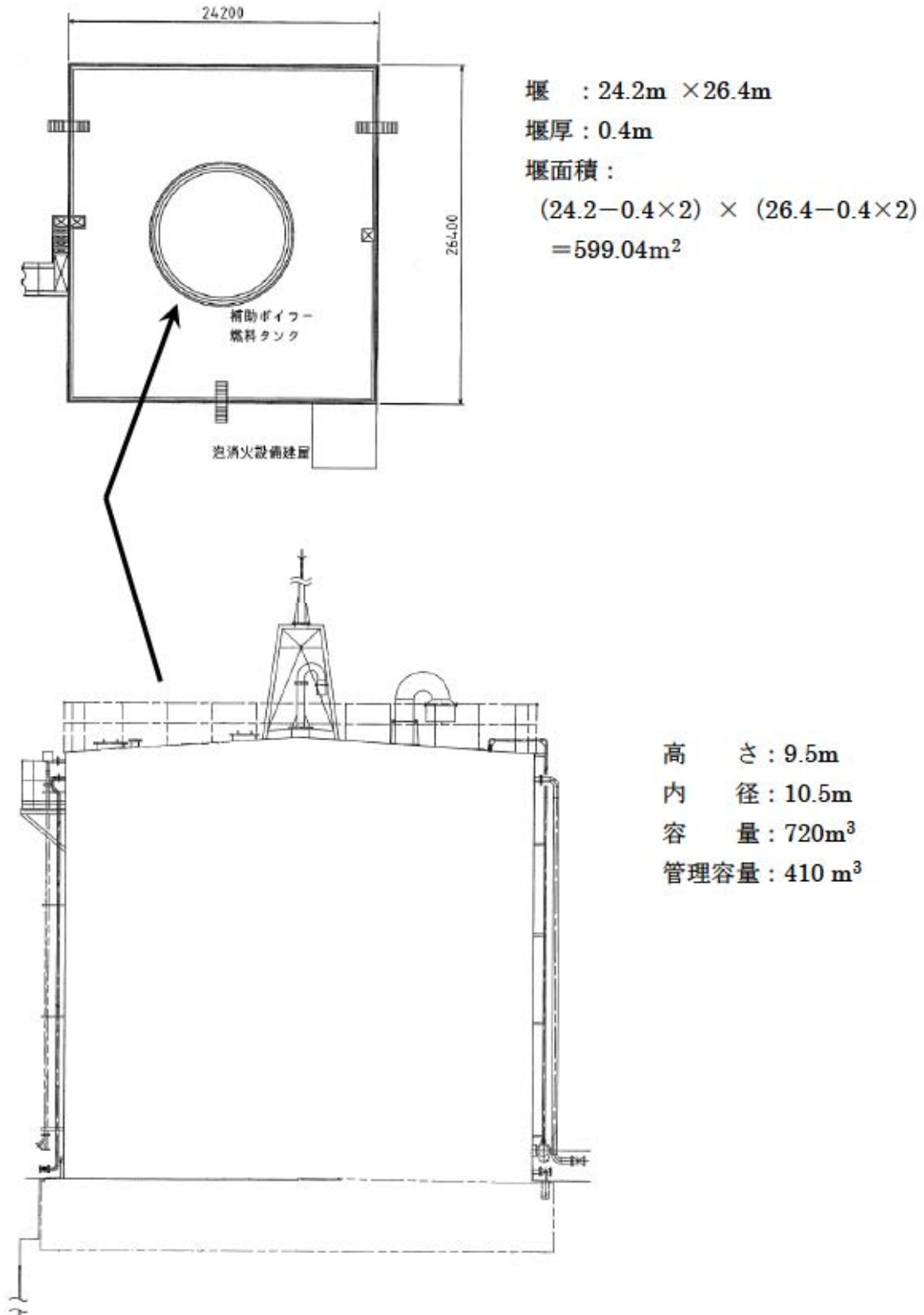
※1 : 3号主・所一体型変圧器の評価に包絡される。



図 8 - 4 敷地内における屋外変圧器の位置 (発電所全体)



補助ボイラー燃料タンク外形図（防油堤含む）および仕様について



《補助ボイラー燃料タンクの管理容量について》

ストレステストにて、以下の報告をしている。

泊発電所構内 T.P.10m エリアには、A重油を貯蔵している3号補助ボイラー燃料タンクがあるが、このタンクは危険物貯蔵施設（屋外タンク貯蔵所）であり、周囲に火気が存在していないことから重油（引火点 60℃以上）による火災が発生する可能性は低い。

また、防油堤は補助ボイラー燃料タンクの容量に比べ十分な容量を有しているが地震および津波の発生による万一の重油の漏えいを想定し、平時より重油火災に対して有効な泡消火機材および泡消火剤を準備していること、ならびに火災負荷低減のため、プラント運転中の使用頻度が少ない1, 2号機用と3号機用補助ボイラー燃料タンクの総貯蔵量を1/2程度とした。

3号機補助ボイラー燃料タンクは、冬季期間中、燃料油補給までに必要な燃料使用量について、これまでの運用状況を踏まえ 192.96kℓ（蒸気量：10t/h、冬季間）とし、補助ボイラー燃料タンク油面低警報レベルである 214.96kℓ（タンク底面より 2.5m：ポンプ NPSH2.4m に余裕を見込んだ値）を考慮して、補助ボイラー燃料タンク容量の約 57%にあたる 410 kℓで運用している。

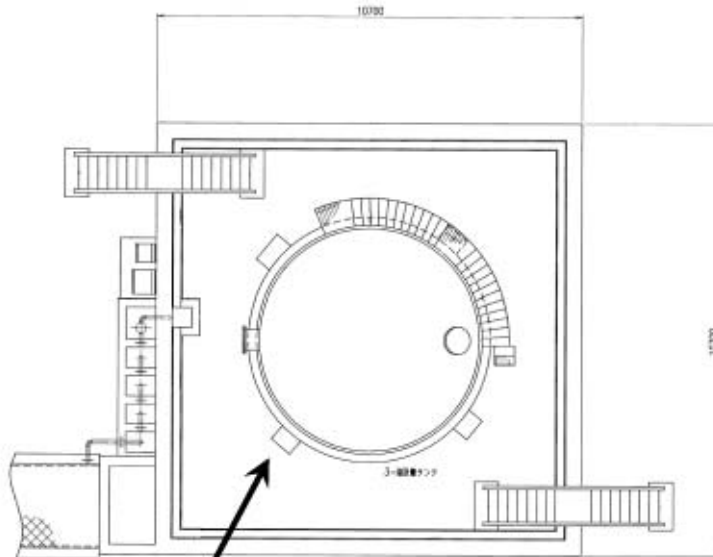
補助ボイラー燃料タンクの最大容量は 720kℓであるが、タンク火災の熱影響評価は、410 kℓを使用して評価を行うことから、評価で用いた 410kℓを確実に下回るよう原子炉施設保安規定で管理する。

なお、運用値については、計器誤差(約±0.2 kℓ)を考慮して検討する。

燃料給油時には、必ずアースを取る手順となっており、給油時の火災防止に万全を期している。

添付 2

油計量タンク外形図（防油堤含む） および仕様について

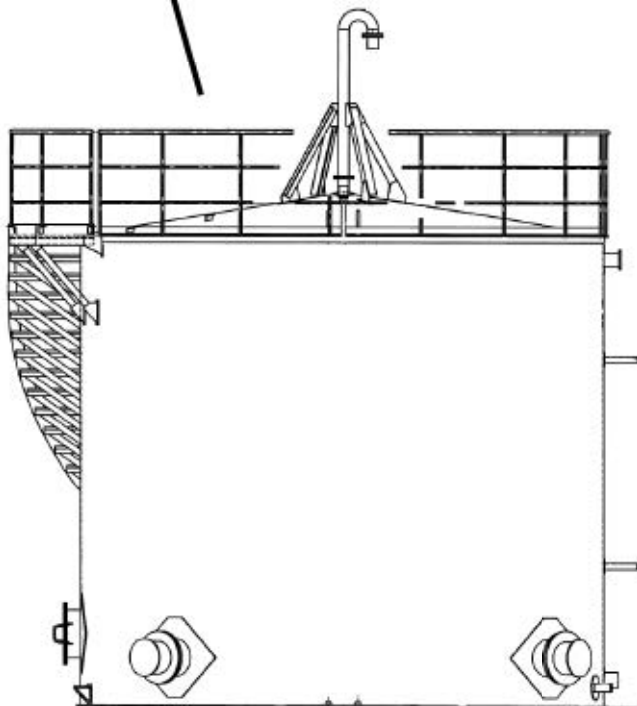


堰 : 10.7m × 10.7m

堰厚 : 0.4m

堰面積 :

$$(10.7 - 0.4 \times 2) \times (10.7 - 0.4 \times 2) \\ = 98.01\text{m}^2$$



高 さ : 5.0m

内 径 : 5.5m

容 量 : 110m<sup>3</sup>



《油計量タンクの管理について》

油計量タンクは、タービン本体の点検を実施するため、定期検査毎にタービン潤滑油を移送するために設置したものである。

ここで、油計量タンクの使用期間は、定期検査中に限られ、通常運転中は空の状態になっているが、航空機落下との重畳火災による影響評価を踏まえ、今後は定期検査中も含めて使用せず、タンクローリーにより油を受け入れ敷地外に搬出するなど、当該タンクを外部火災の発生源から排除できる運用とする。

このため、油計量タンクは評価対象から除外する。

また、油計量タンクが空の状態となるように原子炉施設保安規定で管理する。

消防法に基づく法令（抜粋）〔ディーゼル発電機燃料油貯油槽関連〕

【危険物の規則に関する政令】

（地下タンク貯蔵所の基準）

第十三条 地下タンク貯蔵所（次項及び第三項に定めるものを除く。）の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次のとおりとする。

- 一 危険物を貯蔵し、又は取り扱う地下タンク（以下この条、第十七条及び第二十六条において「地下貯蔵タンク」という。）は、地盤面下に設けられたタンク室に設置すること。
- 二 地下貯蔵タンクとタンク室の内側との間は、〇・一メートル以上の間隔を保つものとし、かつ、当該タンクの周囲に乾燥砂をつめること。

〔以下、略〕

【危険物の規則に関する規則】

（その他の製造所等の消火設備）

第三十五条 令第二十条第一項第三号の規定により、第三十三条第一項及び前条第一項に掲げるもの以外の製造所等の消火設備の設置の基準は、次のとおりとする。

- 一 地下タンク貯蔵所にあつては、第五種の消火設備を二個以上設けること。

〔以下、略〕

## 消防法に基づく法令（抜粋）〔油倉庫等関連〕

## 【危険物の規制に関する政令】

## （屋内貯蔵所の基準）

第十条 屋内貯蔵所（次項及び第三項に定めるものを除く。）の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次のとおりとする。

- 一 屋内貯蔵所の位置は、前条第一項第一号に掲げる製造所の位置の例によるものであること。
- 二 危険物を貯蔵し、又は取り扱う建築物（以下この条において「貯蔵倉庫」という。）の周囲に、次の表に掲げる区分に応じそれぞれ同表に定める幅の空地を保有すること。ただし、二以上の屋内貯蔵所を隣接して設置するときは、総務省令で定めるところにより、その空地の幅を減ずることができる。

〔中略〕

三の二 貯蔵倉庫は、独立した専用の建築物とすること。

六 貯蔵倉庫は、壁、柱及び床を耐火構造とし、かつ、はりを不燃材料で造るとともに、延焼のおそれのある外壁を出入口以外の開口部を有しない壁とすること。ただし、指定数量の十倍以下の危険物の貯蔵倉庫又は第二類若しくは第四類の危険物（引火性固体及び引火点が七十度未満の第四類の危険物を除く。）のみの貯蔵倉庫にあつては、延焼のおそれのない外壁、柱及び床を不燃材料で造ることができる。

七 貯蔵倉庫は、屋根を不燃材料で造るとともに、金属板その他の軽量な不燃材料でふき、かつ、天井を設けないこと。ただし、第二類の危険物（粉状のもの及び引火性固体を除く。）のみの貯蔵倉庫にあつては屋根を耐火構造とすることができ、第五類の危険物のみの貯蔵倉庫にあつては当該貯蔵倉庫内の温度を適温に保つため、難燃性の材料又は不燃材料で造つた天井を設けることができる。

〔以下、略〕



## 9. 建屋外壁温度評価におけるPC板および防水押さえコンクリートについて

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で建屋外壁が昇温されるものとして、建屋の構造体となる躯体コンクリートの温度上昇を求め、その躯体コンクリートの温度が許容温度以下であるかの評価を実施している。

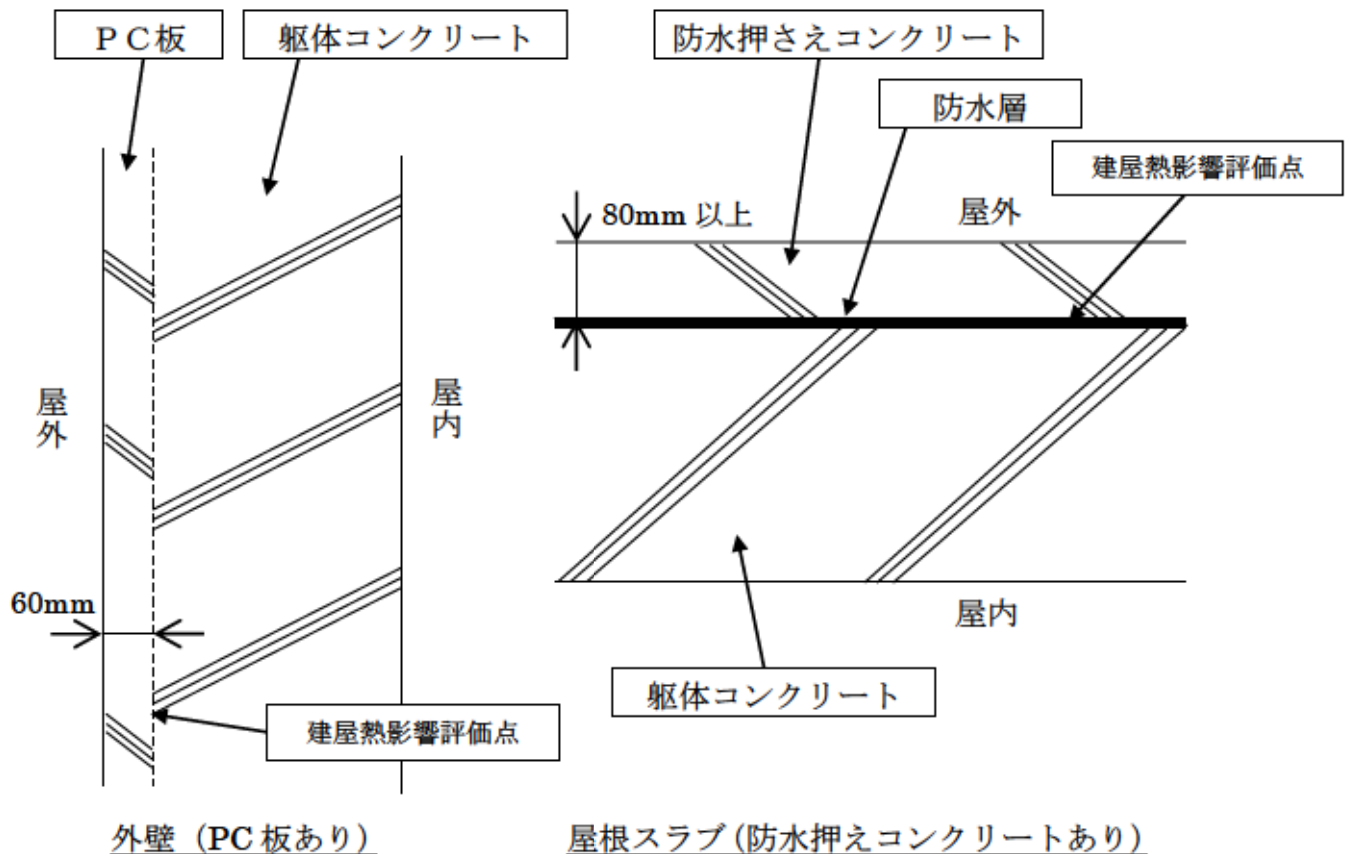
なお、原子炉建屋外壁は、厚さ 60mm のPC板（プレキャスト・コンクリート板）を外壁コンクリート打設時の型枠および外装材としており、建屋構造体としての強度を期待していないことを考慮して、その内側の躯体コンクリート外表面の温度で評価する。

また、原子炉建屋およびディーゼル発電機建屋の屋根スラブは、厚さ 80mm の防水押さえコンクリートを設置しており、建屋構造体としての強度を期待していないことを考慮して、その内側の躯体コンクリート外表面の温度で評価する。

各建屋の外壁と屋根スラブの構成を以下に示す。

	外壁	屋根スラブ
原子炉建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり
ディーゼル発電機建屋	PC板なし	防水押さえコンクリートあり
原子炉補助建屋	PC板あり	防水押さえコンクリートあり
循環水ポンプ建屋 <sup>注</sup>	PC板なし	——

注：地表面から約 2.8m までの鉄筋コンクリート造の壁



### (1) PC板および防水押さえコンクリートの熱的性質について

コンクリートは、水、セメント、細骨材（砂）、粗骨材（砂利）、その他混和材料を練混ぜ、これらが一体的に硬化した複合材料であり、コンクリートの種類は、使用骨材の違いにより、普通コンクリート、軽量コンクリート、重量コンクリートに区分される。

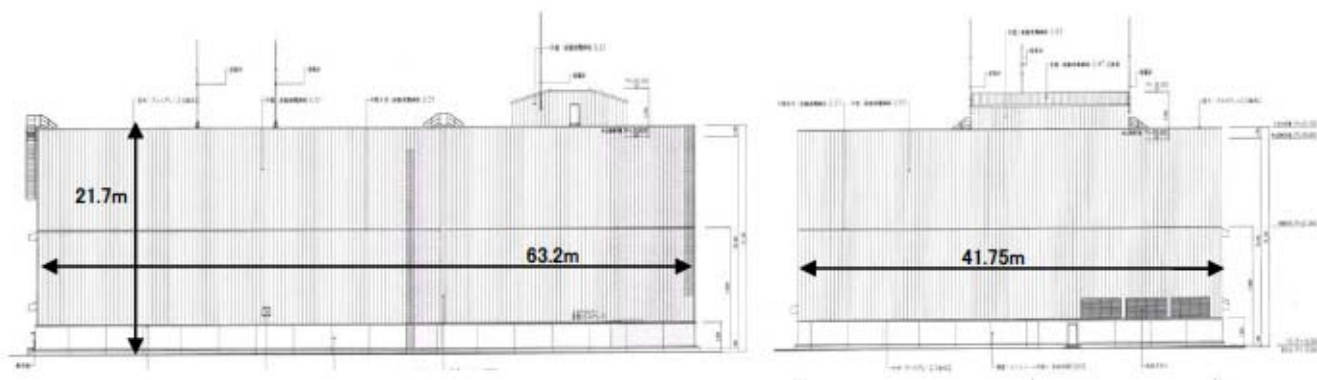
今回、建屋外壁温度評価に用いた主要建屋の躯体、PC板、防水押さえコンクリート、保温材設置の模擬試験体に用いたコンクリートは、いずれも普通コンクリートであり、日本工業規格（JIS）の「普通コンクリート」に準拠して製造されたものである。

JISでは、コンクリート材料の品質（骨材の寸法・密度、セメントの密度・圧縮強さ等）について規定しており、JISに準拠して製造された普通コンクリートの熱的性質は同等と考えられることから、主要建屋の躯体、PC板、防水押さえコンクリート、保温材設置の模擬試験体に用いたコンクリートについて、同様の熱的性質の物性値を適用できるものとする。

なお、この熱的性質の物性値については、JISに記載が無いことから、適切と考えられる日本建築学会規準から引用した。（「4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について」参照）

### (2) 循環水ポンプ建屋および原子炉補機冷却海水ポンプの影響評価について

3号機循環水ポンプ建屋は、鉄骨造であり、地表面から約2.8mが鉄筋コンクリート造の壁、上部の壁が鋼板で構成している。



上部の壁については、外部火災の輻射熱が鋼板に照射されるため、ヒートシンクを考慮する壁厚のあるコンクリート壁とは異なり照射を受ける面と反対側の面より放熱されるため、コンクリート壁よりも高温となることはなく、建屋のコンクリート壁が許容温度以下ならば、鋼板が損傷を受けることはない。このため、下部の壁（コンクリート）の温度が許容温度以下であることを確認することで健全性を確認する。

また、原子炉補機冷却海水ポンプは循環水ポンプ建屋内に収納されており、外部火災による輻射熱が原子炉補機冷却海水ポンプに直接作用することはないが、循環水ポンプ建屋の上部外壁は鋼板であることから、外部火災の輻射熱が伝熱により建屋内雰囲気へ移動し、建屋内雰囲気の温度が上昇する。

原子炉補機冷却海水ポンプの評価としては、モーター下部軸受部を限界温度以下とす

るために必要な吸い込み外気温度 80.9℃を原子炉補機冷却海水ポンプの許容温度とし、循環水ポンプ建屋内の許容温度として評価する。



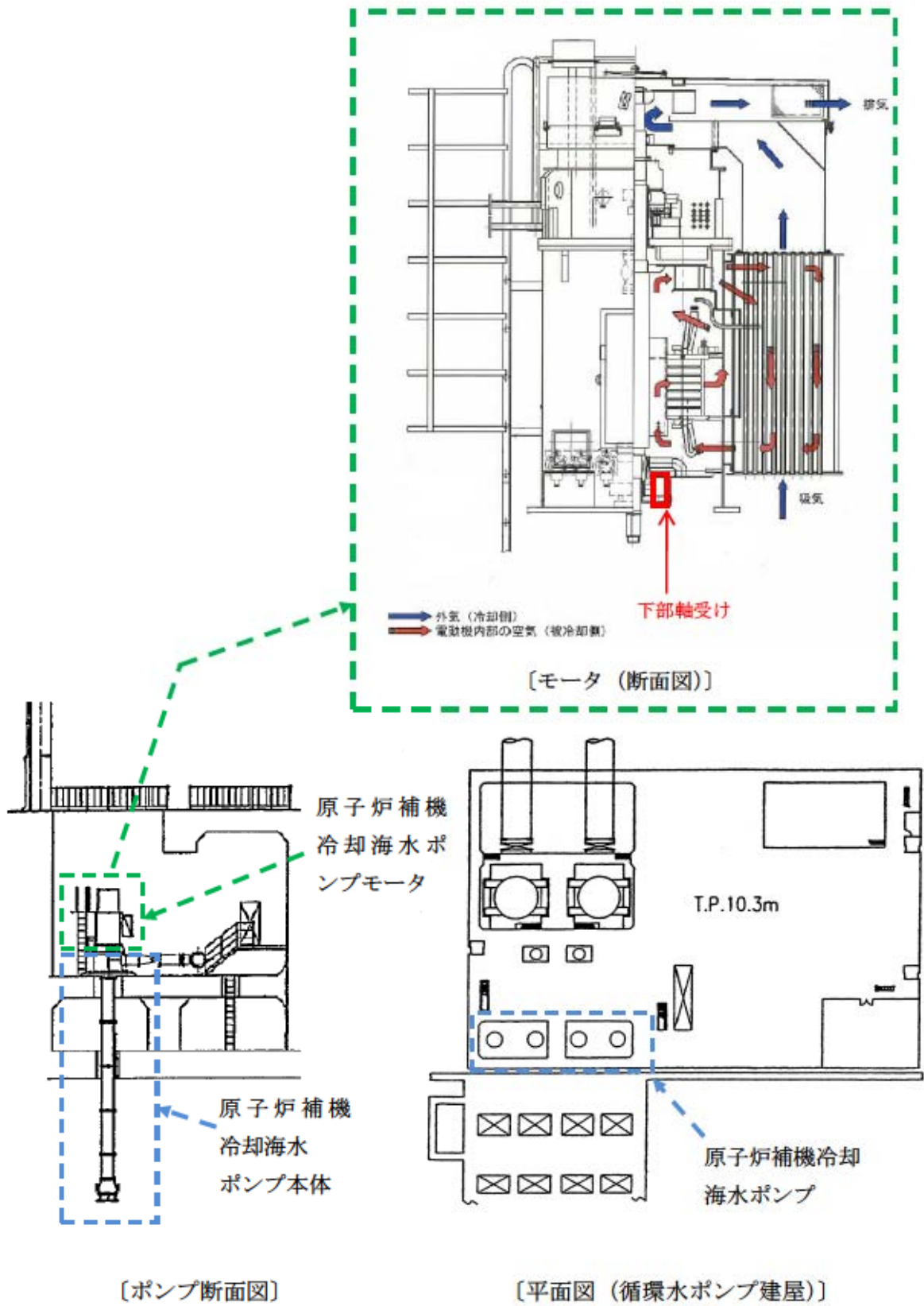


図9-1 原子炉補機冷却海水ポンプモータ冷却方式

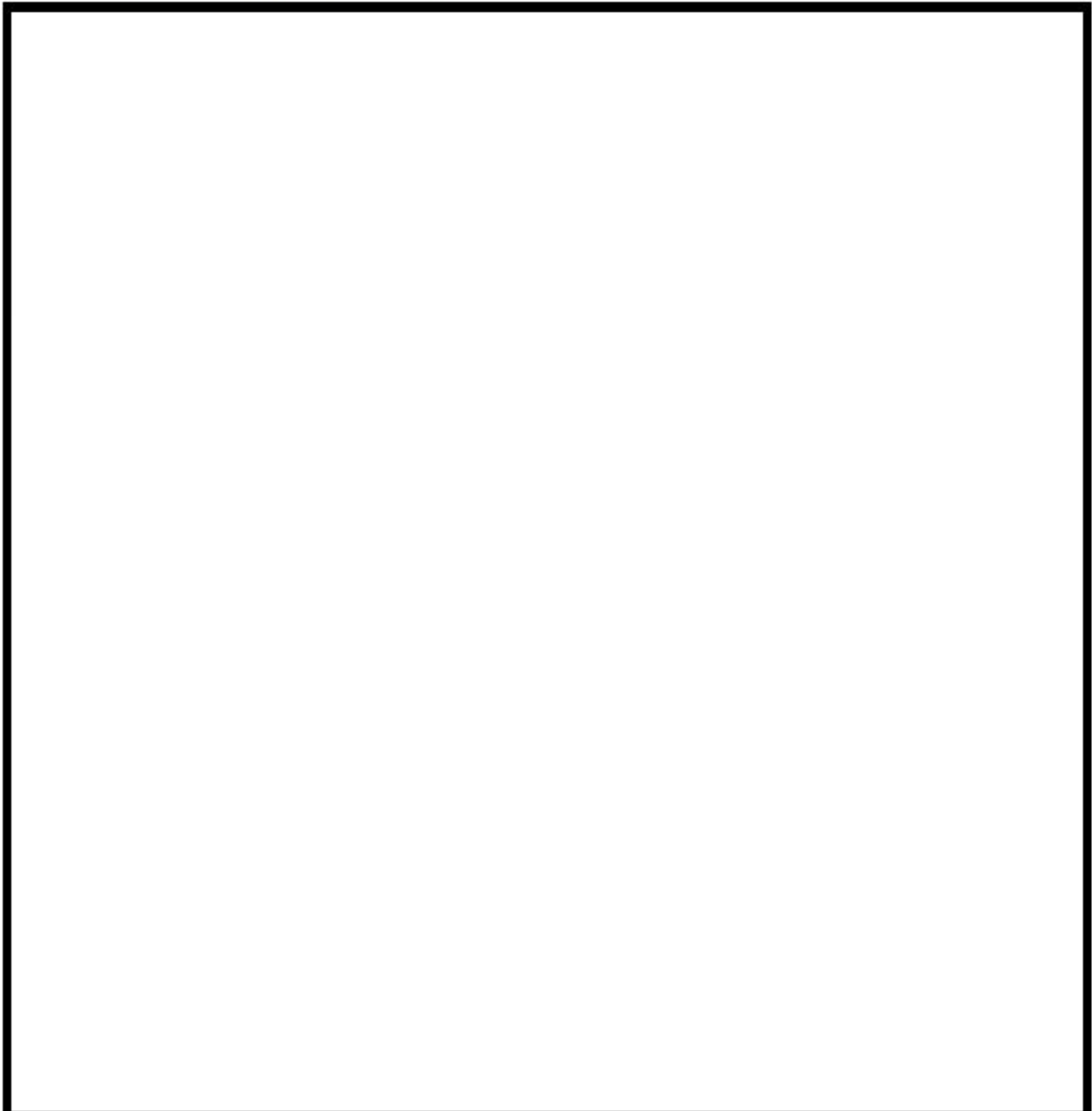
## 10. 敷地内における危険物貯蔵施設等の火災による影響評価結果について

### 1. 補助ボイラー燃料タンクの火災による建屋外壁および屋根スラブの影響評価結果について

補助ボイラー燃料タンクの火災による各建屋の外壁および屋根スラブの影響評価を行った。

この結果、原子炉建屋は、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。また、ディーゼル発電機建屋は外壁一部に断熱材を設置することで、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。

また、原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋は原子炉建屋より離隔距離が長くなるため、200℃を下回ることを確認した。



(1) 影響評価に用いる補助ボイラー燃料タンクの必要データ

燃料量 [m<sup>3</sup>] : 410 (火災拡大防止を念頭に置いた管理値)

輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 23×10<sup>3</sup> (重油)

燃焼速度 [m/s] : 3.50×10<sup>-5</sup>

防油堤面積[m<sup>2</sup>] : 599.04

離隔距離 [m] : 57 [m] (原子炉建屋までの距離)、

43 [m] (ディーゼル発電機建屋までの距離)

(2) 対象建屋の影響評価について

対象建屋の影響評価について、以下の方法にて算出している。

《インプットデータ》

・ 離隔距離 L(m)

・ 燃料の種類

・ 燃料量 V(m<sup>3</sup>)

・ 燃料の物性値、特性値；

密度 ρ (kg/m<sup>3</sup>)                      【SFPE ハンドブック、MSDS】

火炎輻射発散度 Rf (w/m<sup>2</sup>)                      【規制庁ガイド】

燃焼質量低下速度 M (kg/m<sup>2</sup>・s)                      【SFPE ハンドブック】

・ 火炎の特性；

火炎面積 S(m<sup>2</sup>) (タンクの防油堤面積)

火炎半径 R(m) (= S / π)<sup>0.5</sup>

火炎高さ H(m) (=3R)

燃焼速度 v (m/s) (=M / ρ)

燃焼継続時間 t (s) (=V / (S・v))

《受熱面輻射強度の算出》

・ 形態係数 φ；ガイドの円筒火炎モデルの式で計算

燃焼継続時間内で一定

・ 受熱面輻射強度 E(w/m<sup>2</sup>)； E = φ・Rf

燃焼継続時間内で一定



### (3) 原子炉建屋の影響評価結果

補助ボイラー燃料タンク火災による影響評価を行った結果、外壁（躯体コンクリート）にて約 159℃、屋根（躯体コンクリート）にて約 141℃となり、許容温度 200℃を下回ることを確認した。

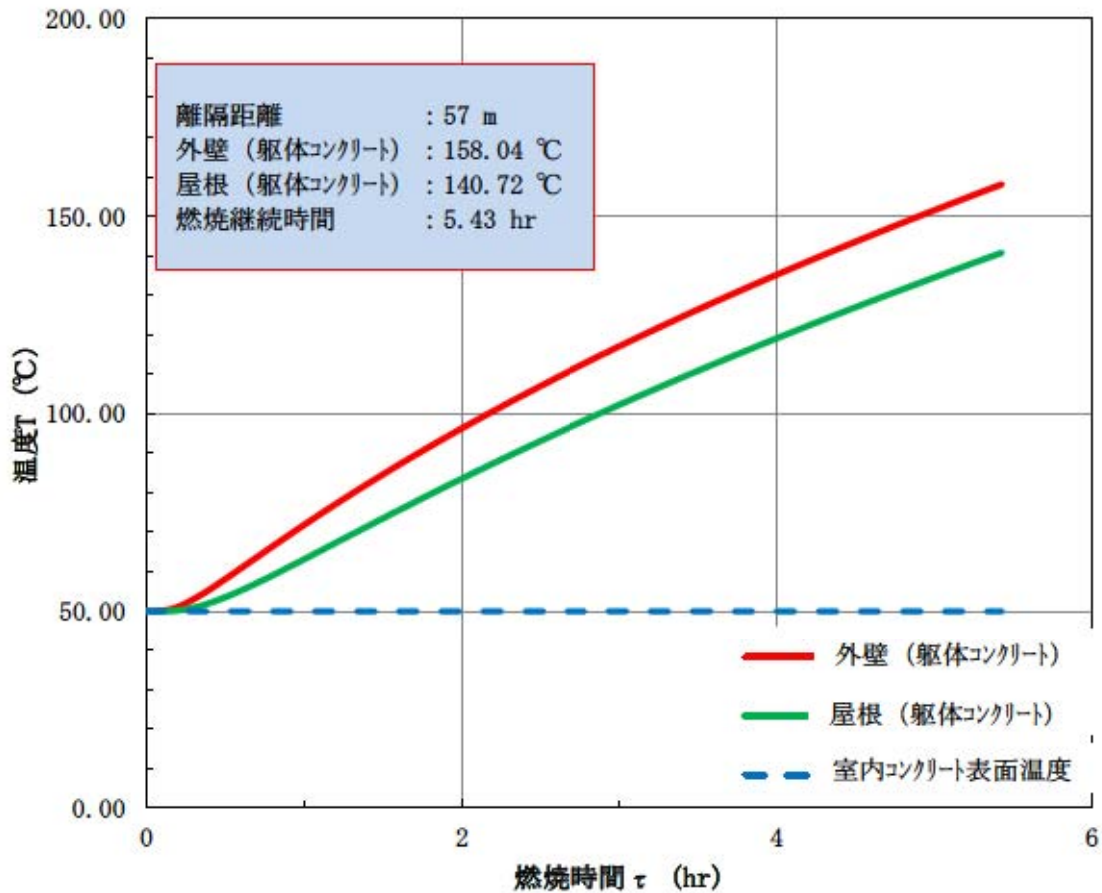


図 10-1 原子炉建屋における影響評価結果（補助ボイラー燃料タンク）

#### (4) ディーゼル発電機建屋の影響評価結果

ディーゼル発電機建屋外壁に断熱材を設置した状態で補助ボイラー燃料タンク火災における影響評価を行い、建屋躯体コンクリート表面が約 94℃（周囲温度 50℃）となり、許容温度 200℃を下回ることを確認した。

算出方法を添付-1 に示す。

また、屋根スラブは、建屋躯体コンクリート表面が約 192℃となり、許容温度 200℃を下回ることを確認した。

なお、補足説明資料「4. 建屋外壁コンクリートの熱評価について」の文献において「圧縮強度は、200℃程度までは常温と殆ど変わらないかむしろ上昇する」との記載があること、および火災影響評価が保守的な評価であることから、許容温度を超えないことで健全性は確保される。

##### a.断熱材設置による模擬試験について

コンクリート板に断熱材を設置した状態を模擬し、加温試験を行った。

外気温度 30～35℃の状況において、約 410℃で加温したところ、断熱材内側のコンクリート板表面温度が 50℃以下となることを確認した。

コンクリート板厚が実機との相違はあるものの、許容温度 200℃を下回ると考えられる。

試験状況などを添付-2 に示す。

(5) 原子炉補助建屋の影響評価結果

原子炉補助建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 112m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

(6) 循環水ポンプ建屋の影響評価結果

循環水ポンプ建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 100m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

(7) 原子炉補機冷却海水ポンプの影響評価について

原子炉補機冷却海水ポンプを設置している循環水ポンプ建屋の評価の結果、建屋内空気の最高到達温度が約 53℃となり、許容温度 80.9℃以下であることを確認した。

(8) 防護措置について

建屋外壁および屋根スラブの防護措置は、200℃を超える範囲について実施するものとし、防護措置実施範囲および断熱材設置イメージを添付-3に示す。

(9) 耐震性に与える影響について

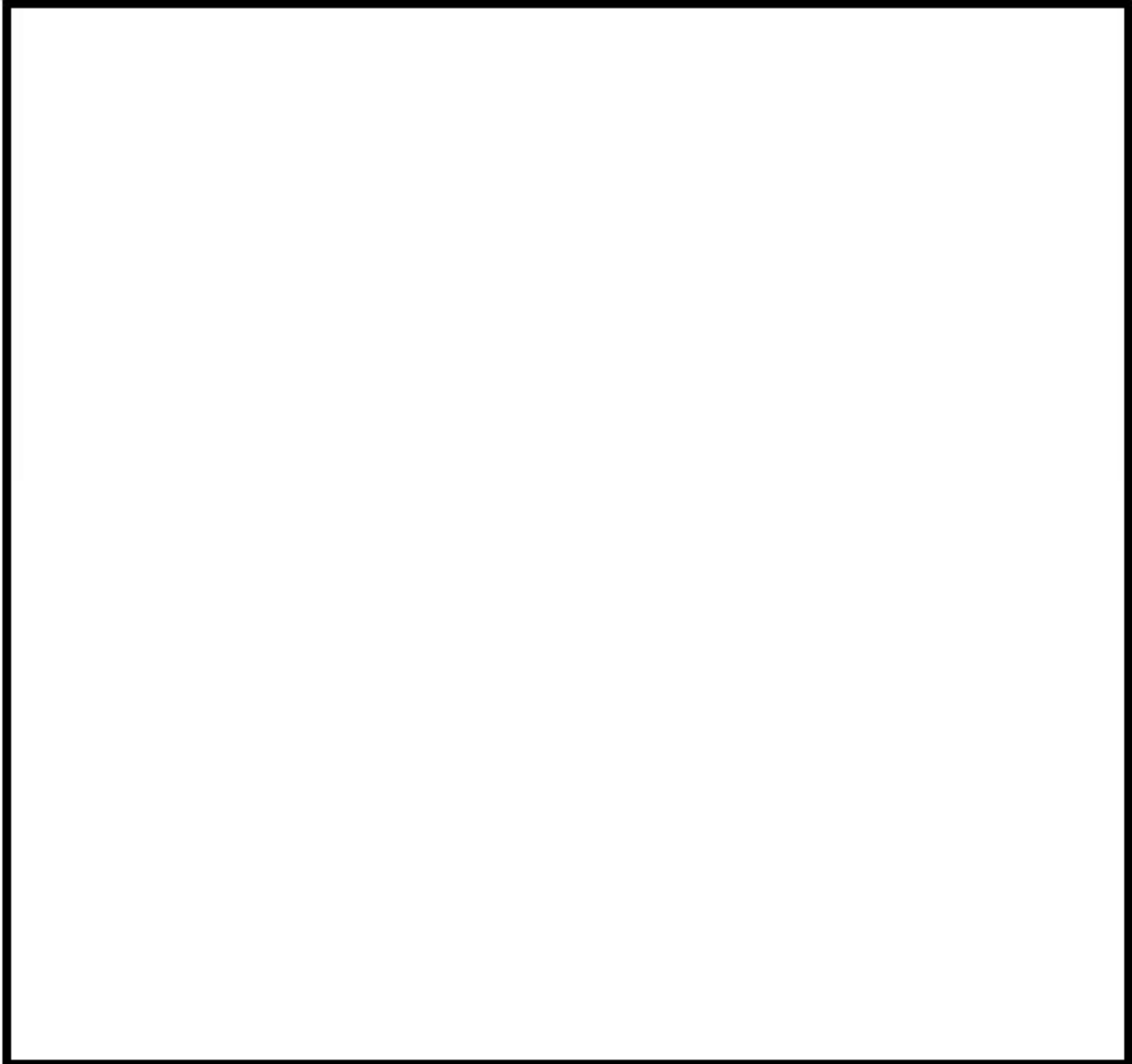
ディーゼル発電機建屋の上部構造物の重量に対して、設置する断熱材およびコンクリート板の重量は約 0.2%程度であることから、防護措置に伴う重量増加を考慮しても建屋の耐震性に殆ど影響はない。



2. 3号主・所一体型変圧器の火災による建屋外壁および屋根スラブの影響評価結果について

3号主・所一体型変圧器の火災による各建屋の外壁および屋根スラブの影響評価を行った。

この結果、原子炉建屋は、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。また、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋は原子炉建屋より離隔距離が長くなるため、200℃を下回ることを確認した。



(1) 影響評価に用いる 3 号主・所一体型変圧器の必要データ

燃料量 [m<sup>3</sup>] : 107.8

輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 23×10<sup>3</sup> (重油) ※<sup>1</sup>

燃焼速度 [m/s] : 3.50×10<sup>-5</sup>

投影面積[m<sup>2</sup>] : 118.39※<sup>2</sup>

離隔距離 [m] : 64 [m] (原子炉建屋までの距離)

※<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> : 変圧器周りの防油堤には砂利が敷き詰められていること、及び漏えいした油を回収する防災地下タンクを設置していることから防油堤の全面火災が生じることが考えにくい。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。

(2) 対象建屋の影響評価について

対象建屋の影響評価について、以下の方法にて算出している。

《インプットデータ》

- ・ 離隔距離 L(m)
- ・ 燃料の種類
- ・ 燃料量 V(m<sup>3</sup>)
- ・ 燃料の物性値、特性値 ;
  - 密度 ρ (kg/m<sup>3</sup>) 【SFPE ハンドブック】
  - 火炎輻射発散度 R<sub>f</sub> (w/m<sup>2</sup>) 【規制庁ガイド】
  - 燃焼質量低下速度 M (kg/m<sup>2</sup>・s) 【SFPE ハンドブック】
- ・ 火炎の特性 ;
  - 火炎面積 S(m<sup>2</sup>) (変圧器の投影面積)
  - 火炎半径 R(m) (= S / π)<sup>0.5</sup>
  - 火炎高さ H(m) (= 3R)
  - 燃焼速度 v (m/s) (= M / ρ)
  - 燃焼継続時間 t (s) (= V / (S ・ v))

《受熱面輻射強度の算出》

- ・ 形態係数 φ ; ガイドの円筒火炎モデルの式で計算  
燃焼継続時間内で一定
- ・ 受熱面輻射強度 E(w/m<sup>2</sup>) ; E = φ ・ R<sub>f</sub>  
燃焼継続時間内で一定

### (3) 原子炉建屋の影響評価結果

3号主・所一体型変圧器火災による影響評価を行った結果、外壁表面にて約88℃、外壁（躯体コンクリート）にて約76℃、屋根（躯体コンクリート）にて約72℃となり、許容温度200℃を下回ることを確認した。

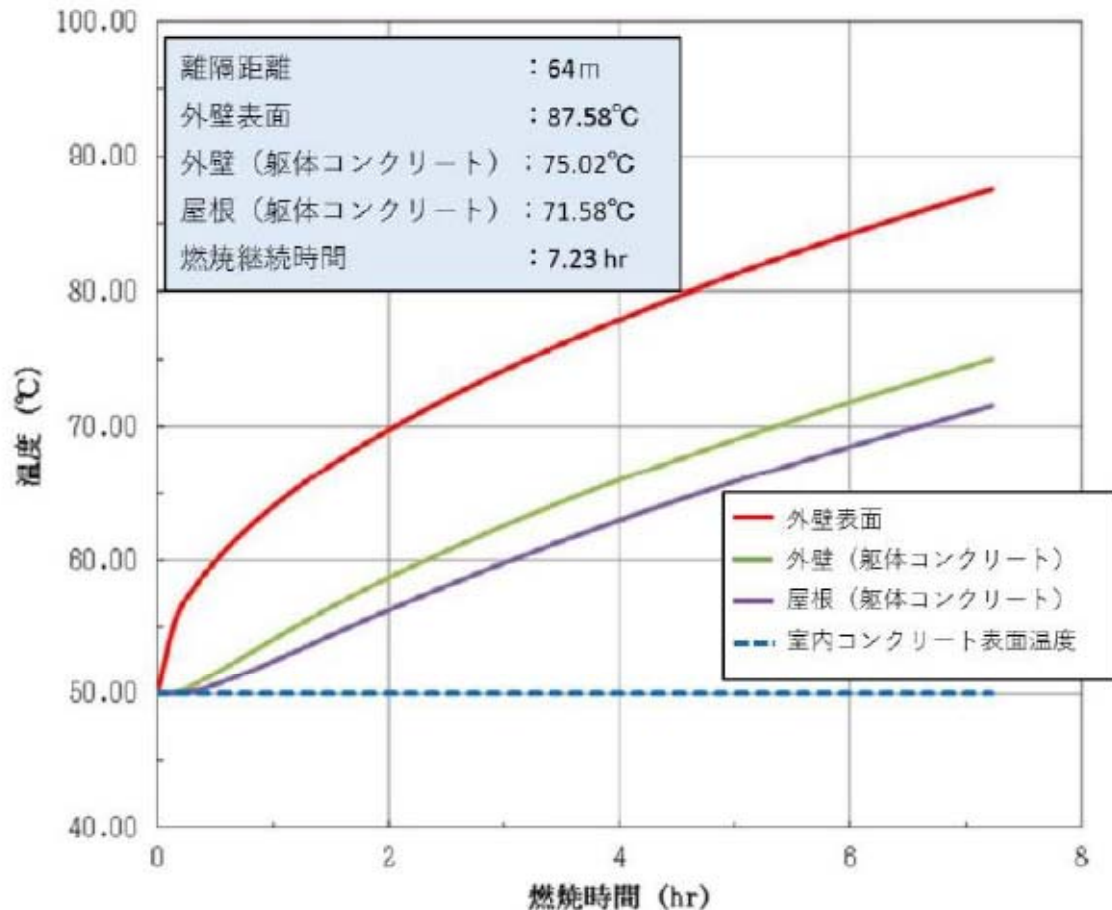


図 10-2 原子炉建屋における影響評価結果（3号主・所一体型変圧器）

### (4) 原子炉補助建屋およびディーゼル発電機建屋の影響評価結果

原子炉補助建屋およびディーゼル発電機建屋は、3号主・所一体型変圧器から約75mおよび約90m離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

### (5) 循環水ポンプ建屋の影響評価結果

循環水ポンプ建屋は、3号主・所一体型変圧器から約81m離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。



(6) 原子炉補機冷却海水ポンプの影響評価について

原子炉補機冷却海水ポンプを設置している循環水ポンプ建屋の評価の結果、建屋内空気の最高到達温度が約 46℃となり、許容温度 80.9℃以下であることを確認した。

以上

## 断熱材設置における影響評価について

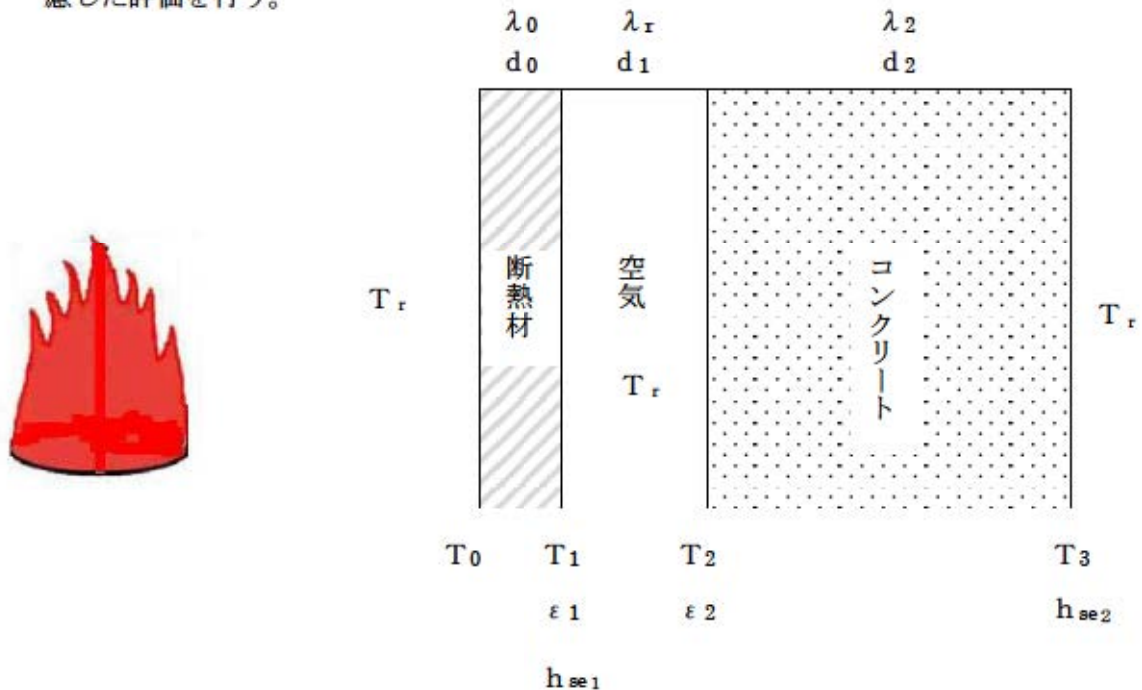
## 1. 評価項目

断熱材の設置により、躯体コンクリート表面が 200℃以下になることを確認する。

## 2. 評価条件

- ・断熱材外側の温度は、最大の評価値 339℃（航空機落下+補助ボイラ燃料タンク火災、ディーゼル発電機建屋外壁）とする。
- ・空気温度は 50℃とする。（ $T_r$ ）\*1
- ・冷却の観点から厳しい無風とする。
- ・モデル図に示すように多層断熱と考える。

なお、固体による多層断熱とは異なり、空気層を含んだ断熱となるため、これらを考慮した評価を行う。



1 空気温度 50℃は以下の理由から設定している。

- ・外気温は 50℃を上回ると考えられない。また、空気は火災源からの輻射の影響をほとんど受けない。
- ・断熱材表面からの伝熱で温められた断熱材とコンクリート間の空気は、密度が低下して対流により上昇し、熱量を外気に放出するとともに、下部より外気を取り込むことより、空気温度の上昇は制限される。また評価上コンクリート外表面から空気の伝熱は考慮していない。

なお、空気温度を上昇させて評価した場合、コンクリート温度評価値がかさ上げされるが、温度評価値は判断基準に対して十分余裕を有している。

### 3. 評価

#### (1) $T_0 - T_1$ (空気層を含む) 間

断熱材から空気層への放熱量 $Q_1$ は、次式により表される。

$$Q_1 = \frac{1}{R} (T_0 - T_r)$$

$Q_1$ : 断熱材からの放熱量、 $R$ : 熱抵抗、

$T_0$ : 断熱材外側温度 (339°C)、 $T_r$ : 周囲気温 (50°C)

$$R = \frac{d_0}{\lambda_0} + \frac{1}{h_{se1}}$$

$d_0$ : 断熱材厚さ (0.01m)、 $\lambda_0$ : 断熱材の熱伝導率 (メーカー計算式で算出)、

$h_{se1}$ : 断熱材裏面 (カラー鉄板) の表面熱伝達率 (12 [W/m<sup>2</sup>K])

また、断熱材内側温度 $T_1$ は次式により表される。

$$T_1 = \frac{Q_1}{h_{se1}} + T_r$$

#### (2) $T_1 - T_3$ (室内空間を含む) 間

コンクリート壁の温度上昇は輻射による伝熱量によるものとする、空気層 ( $T_1 - T_2$  間) の輻射伝熱量 $Q_{12}$ は次式で表される。

$$Q_{12} = \frac{\delta (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

$\delta$ : ステファン・ボルツマン定数、 $T_2$ : コンクリート外側表面温度、

$\varepsilon_1$ : カラー鉄板の放射率 (0.5)、 $\varepsilon_2$ : コンクリートの放射率 (0.94)

また、輻射による相当熱伝導率を $\lambda_r$ とすると $Q_{12}$ は次式でも表される。

$$Q_{12} = \frac{\lambda_r (T_1 - T_2)}{d_1}$$

$\lambda_r$ : 空気層の輻射相当熱伝導率、 $d_1$ : 空気層の厚さ (0.075 [m])

両者の伝熱量は等しいため、 $\lambda_r$ は次式で表される。

$$\lambda_r = \frac{d_1 \times \delta \times (T_1^4 - T_2^4)}{\left( \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right) \times (T_1 - T_2)}$$



また、コンクリート壁から放熱量 $Q_2$ は、空気層とコンクリート壁の多層断熱構造と考えると

$$Q_2 = \frac{(T_1 - T_r)}{R_T}$$

$$R_T = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + 1/h_{se2}$$

$R_T$ : 全体の熱抵抗 (空気層、コンクリート壁、コンクリート壁と室内空間の間の熱抵抗)

$d_2$ : ディーゼル発電機建屋壁厚さ (600mm、400mm)

$h_{se2}$ : コンクリート壁 (室内側) の表面熱伝達率 (12 [W/m<sup>2</sup>K])

$T_3$ の温度は次式で表される。

$$T_3 = \frac{Q_2}{h_{se2}} + T_r$$

また、 $T_2$ は断熱材と空気層の多層断熱構造と考えると

$$T_2 = \frac{R_T - R_1}{R_T} (T_1 - T_r) + T_r$$

$R_1$ : 空気層の熱抵抗 (=  $d_1/\lambda_r$ )

### (3) 評価結果

ディーゼル発電機建屋の躯体コンクリート表面温度  $T_2$  は約 94℃となる。

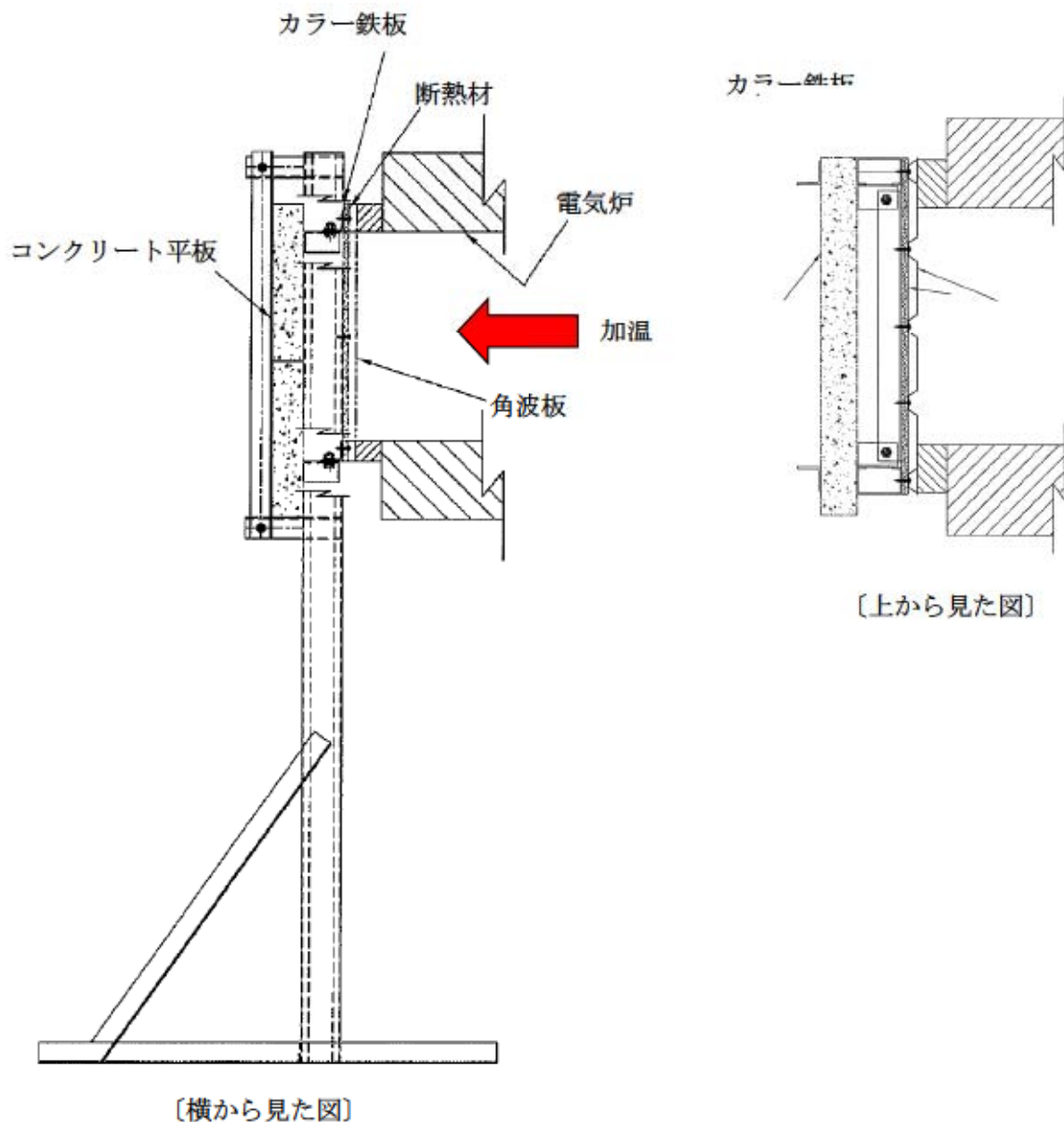
なお、添付-2「断熱材設置の模擬試験について」において、コンクリート表面温度が 50℃以下となった結果に比較すると高い評価値となっているが、これは上記の評価方法が空気層の対流によるコンクリート外表面からの除熱を考慮していないことによると考えられる。

以 上

## 断熱材設置の模擬試験について

試験は以下のように実施した。

- ・ 実際の設置状況を模擬した角波板および断熱材を電気炉に設置
- ・ 断熱材（約 10mm 厚）から約 75mm の空間をあけて模擬壁（コンクリート平板、約 60mm 厚）を設置
- ・ 角波板表面が 386℃（試験実施時点でタンク火災による影響評価で最も高い温度）以上となるように加温し、模擬壁表面などの温度を計測する。



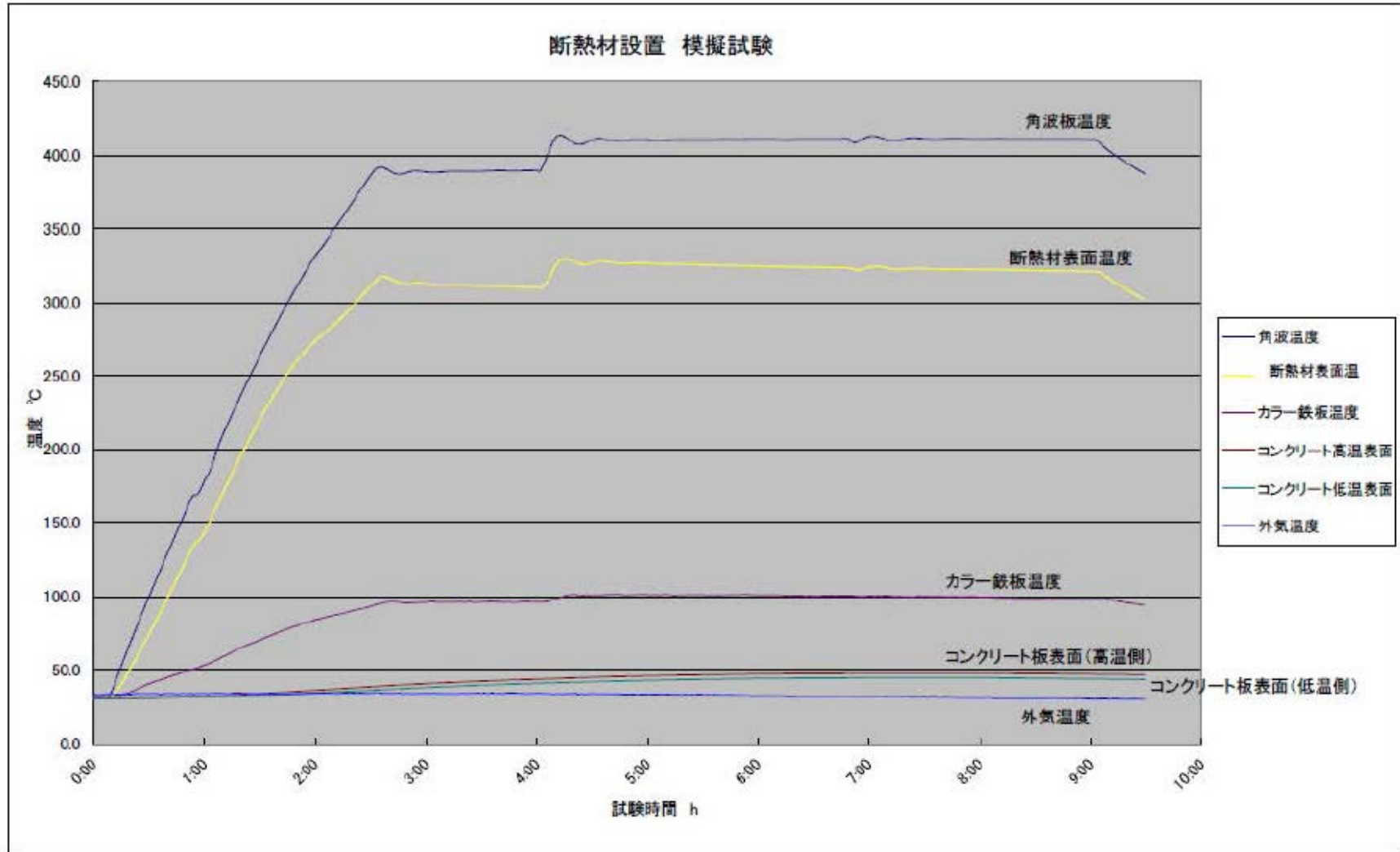
試験結果は以下のとおり（別添グラフ参照）。

- ・昇温開始後 2 時間 40 分頃に角波板表面が約 386℃になったものの、念のため、さらに昇温し、4 時間 20 分頃に約 410℃となり、9 時間頃まで維持した。
- ・この間、コンクリート板表面は 50℃を下回る状況であった（外気温度は 30～35℃）。

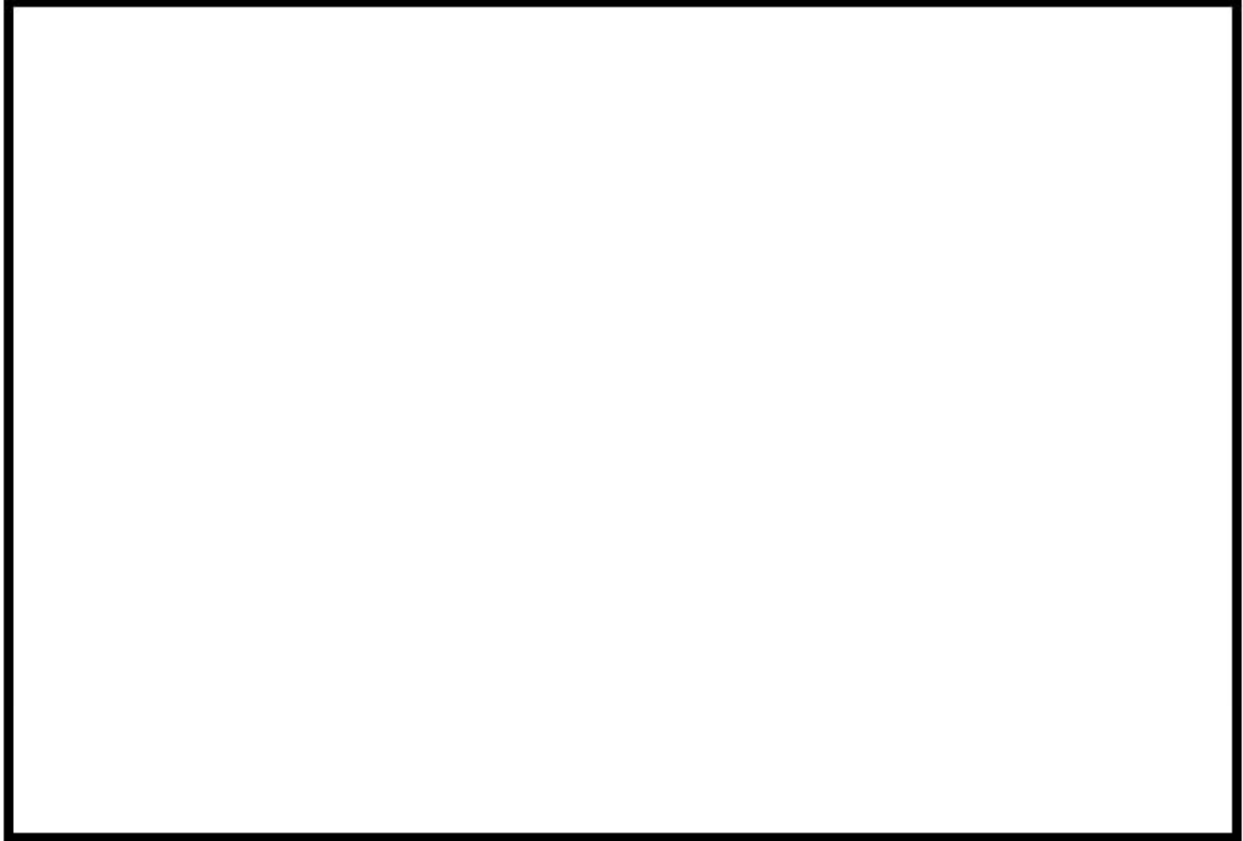
試験結果から、コンクリート板表面が 50℃以下となることが確認され、コンクリート板厚が実機と相違があるものの、断熱材の設置により許容温度を下回ると考えられる。

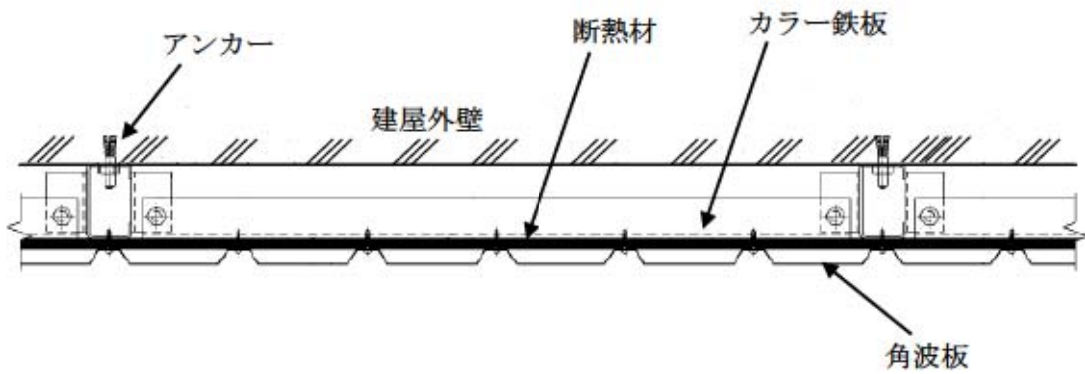


別添 断熱材設置 模擬試験 (グラフ)

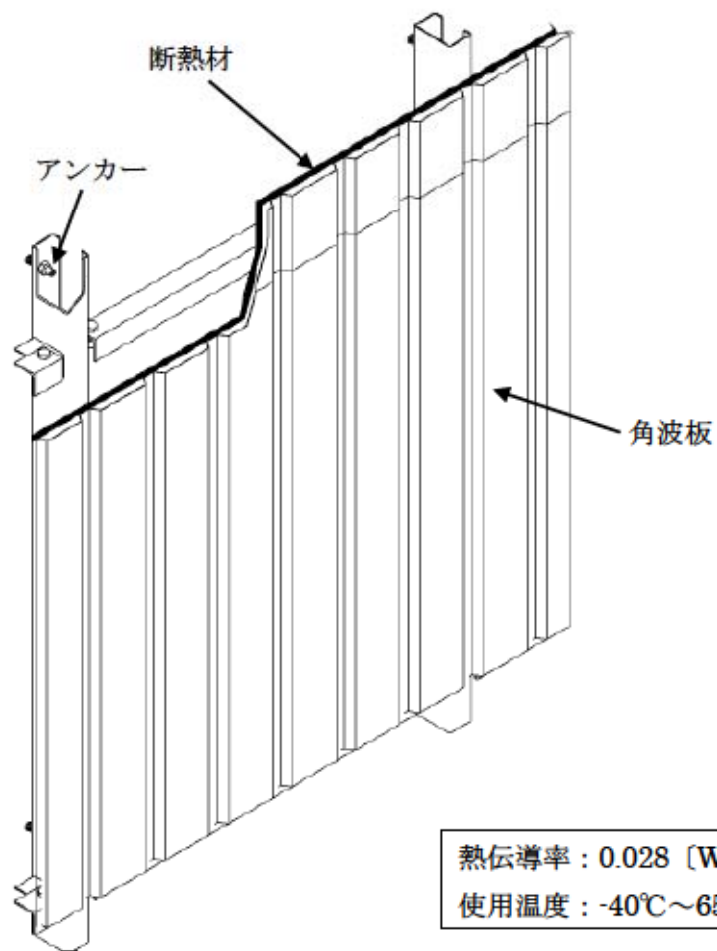


ディーゼル発電機建屋の防護措置実施範囲および断熱材設置イメージ





断熱材設置イメージ図 (断面図)



断熱材設置イメージ図 (鳥瞰図)



## 1 1. ばい煙および有毒ガスの影響評価について

### 1. 目的

外部火災（森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発および航空機墜落）により発生するばい煙およ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ることを考慮すると、ばい煙および有毒ガスが防護対象設備の周辺に滞留する可能性は小さいと考えられるが、ばい煙および有毒ガスが設備および居住性に与える影響について、評価を実施する。

### 2. 評価対象設備

#### (1) 評価対象設備

評価対象設備は、「外部火災防護対象の選定について」において、評価対象としている設備とするが、ばい煙などの影響評価としては、系統ごとの評価ではなく、これらを構成する機器ごとに評価を行う。

なお、換気空調設備で給気されるエリアに設置しているが、当該機器内へ大量に空気を取り込む構成となっている機器（ディーゼル発電機および制御用空気圧縮機）は、個別に評価を行う。

分類		評価対象機器
機器への影響	換気空調設備で給気されるエリアの設置機器	ディーゼル発電機※
		電気盤、計装盤
		制御用空気圧縮設備
		ポンプ、ファン、モータ、弁、計器
	外気に直接接触れる機器	原子炉補機冷却海水ポンプ
		主蒸気逃がし弁（消音器）など
モニタリングポスト		
居住性への影響		中央制御室、緊急時対策所

※ディーゼル発電機は換気空調設備により給気されるエリアに設置しているが、機関燃焼に必要な空気は、外気から吸気している。

#### (2) 想定される影響

ばい煙および有毒ガスにより、機器および居住性へ影響を与えると想定される事項は、以下のとおり。

- ・換気空調設備などのフィルタへのばい煙の付着による目詰まり
- ・電気盤などに設置している開閉器などの接点へのばい煙の付着による接触不良（動作不良）
- ・計装盤などに設置している電子部品へのばい煙の付着による短絡
- ・中央制御室などへのばい煙および有毒ガスの侵入による居住性の悪化

### 3. 評価結果

#### (1) 換気空調設備で給気されるエリアの設置機器

空調設備外気取入口には、平型フィルタを設置しているため、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止可能である。

このため、既存設備のフィルタにより一定のばい煙侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止、または空調ファンを停止して、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。

(添付資料-1)

#### a. ディーゼル発電機機関

ディーゼル発電機設備は、換気空調設備で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止して、ばい煙の侵入を阻止することが可能である。

なお、ディーゼル発電機は吸気系統から外気を取り入れているため、機関内に大量のばい煙が流入し、機関燃焼を阻害することが考えられるが、ディーゼル発電機機関吸気系統の吸気消音器に付属するフィルタで比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲され、粒径数 $\mu\text{m}$ ~ $10\mu\text{m}$ 程度のばい煙の大半は、機関シリンダ内へ送気されるが、シリンダまでの通気経路（過給機、空気冷却器等）の間隙より小さいことから閉塞に至ることはない。

また、シリンダ内に侵入したばい煙は、シリンダ/ピストンの硬度より軟らかいと考えられることから、シリンダ/ピストンの摩擦が発生することはなく、運転を阻害するには至らない。なお、通常運転においてもシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しているが、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められていない。

したがって、ばい煙がディーゼル発電機機関の機能に影響を及ぼすことはない。

(添付資料-2)

#### b. 電気盤、計装盤

電気盤（非常用所内電源設備、直流電源設備、計測制御用電源設備）および計装盤（安全保護系設備）が設置された部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、外気取入口には平型フィルタおよび下流には粗フィルタが設置されていることから、他の空調系に比べて、ばい煙に対してより高い防護性能を有している。

また、既存設備のフィルタにより一定のばい煙侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止して、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。

(添付資料-3)

#### c. 制御用空気圧縮設備

制御用空気圧縮機は室内の空気を吸入して、圧縮空気を供給しているが、制御用空気圧縮機室空調系の外気取入口には、平型フィルタが設置されていること、および制御用空気圧縮機には吸入フィルタ消音器が設置されており、制御用空気圧縮機は、ばい煙に対して必要な防護性能を有している。



(添付資料－４)

d. ポンプ、ファン、モータ、弁、計器

評価対象設備のこれらの機器は、換気空調設備で給気されるエリアに設置されている。また、ばい煙などが侵入しない構造となっており、機器の周辺にばい煙が侵入しても、影響は非常に小さいと考えられる。

(2) 外気に直接接触れる機器

a. 原子炉補機冷却海水ポンプモータ

原子炉補機冷却海水ポンプモータは、循環水ポンプ建屋に設置されているが自然換気による外気の流入があることから、ばい煙の影響を受けることが想定されるが、ばい煙が内部に侵入しない構造となっている。また、外気が通気される空気冷却器冷却管内径は、ばい煙粒子より十分大きいことから、閉塞することはない。

したがって、ばい煙が原子炉補機冷却海水ポンプモータの機能に影響を及ぼすことはない。

(添付資料－５)

b. 主蒸気逃がし弁等

建屋外部に開口部を有する主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁、排気筒および排気ガラリ（ディーゼル発電機建屋）については、仮にばい煙が内部に侵入した場合でも、動作時の吹出力が十分大きいいため、その機能に影響を及ぼすことはない。

(添付資料－６)

c. モニタリングポスト

モニタリングポストは屋外に設置されており、検出器と信号処理部（建物内に設置）から構成されている。

検出器はばい煙などが侵入しない構造になっている。また、信号処理部を設置している建物は、換気を行わず閉ざされた構造となっており、ばい煙などが侵入しづらいことから、周辺にばい煙が落下したとしても、影響は非常に小さいと考えられる。



### (3) 居住性への影響

#### a. 中央制御室および緊急時対策所

中央制御室について、運転操作環境の維持の観点から、外部火災に伴う燃焼ガスからの防護について評価した。

中央制御室換気空調設備は、外気からしゃ断する閉回路循環運転とすることができるとともに、外気とのしゃ断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、通常モードに切り替え、外気を取り入れることができる。

酸素濃度および二酸化炭素の濃度について、評価を実施した結果、30時間外気取入をしゃ断したままでも、中央制御室内の運転員の作業環境に影響を与えない。

また、緊急時対策所も同様の評価を実施した。その結果中央制御室同様、12時間外気取入をしゃ断したままでも、緊急時制御室内の要員の作業環境に影響を与えない。

(添付資料-7)



#### b. 中央制御室に対する有毒ガス影響評価

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（補助ボイラ燃料タンク、変圧器）からの火災および航空機落下による

火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒物質（CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>）の最大濃度を判定基準（IDLH 値<sup>※1</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ないことを確認する。

※1：30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界値であり、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。

（添付資料－8）

## 換気空調設備のばい煙影響評価について

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室（安全補機開閉器室、安全系計装盤室、安全系蓄電池室、制御棒駆動装置電源室他）、中央制御室、原子炉補助建屋、格納容器、試料採取室、制御用空気圧縮機室、ディーゼル発電機室、電動補助給水ポンプ室、タービン動補助給水ポンプ室、主蒸気配管室の空調系統がある。

これらの外気取入口には平型フィルタ（ $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の粒子に対して平均捕集効率85%）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については、平型フィルタにより侵入を阻止可能である。

上記の系統のうち、外気取入用ダンパが設置されており閉循環運転が可能である中央制御室、安全補機開閉器室の空調系については、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、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、閉循環運転を行うことにより、ばい煙の侵入を阻止可能である。

上記以外の外気隔離用ダンパが設置されていない空調系統については、空調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止可能である。

なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計の監視強化を行い、指示値が上昇した場合、平型フィルタは、取替部品を有していることから、数時間程度で交換可能である。

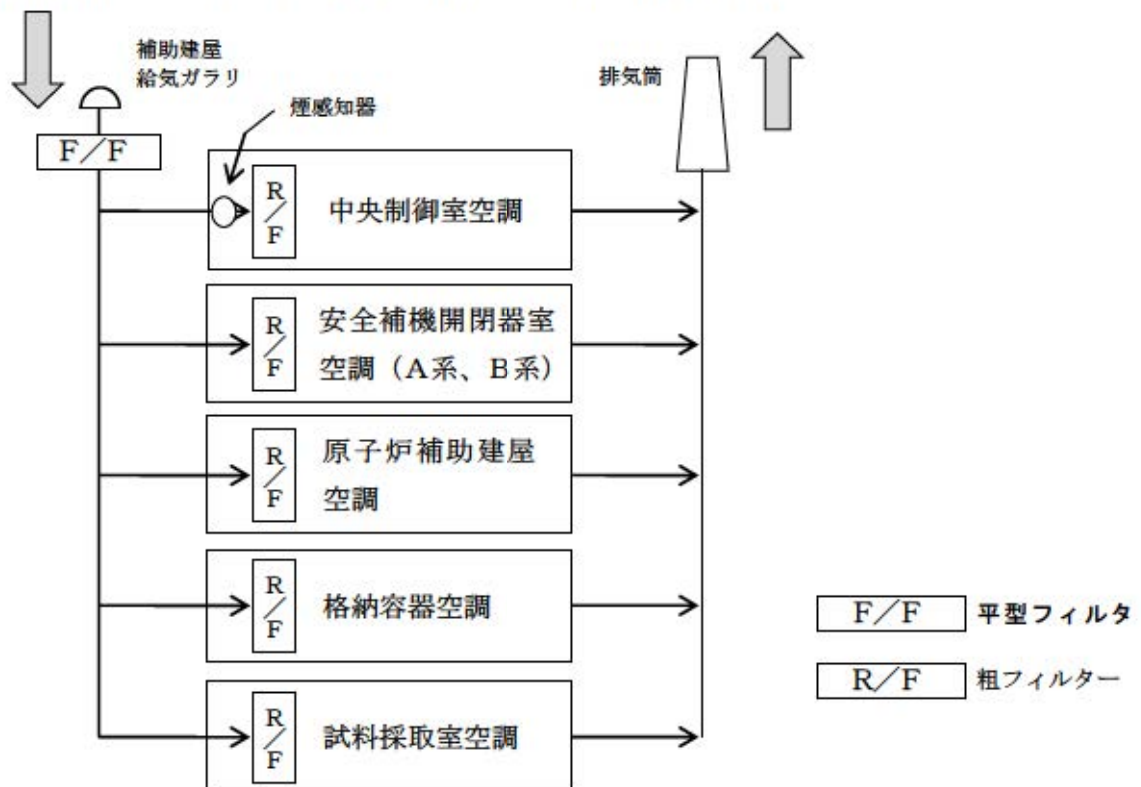


図 1 1 - 1 原子炉補助建屋換気空調設備全体概略図



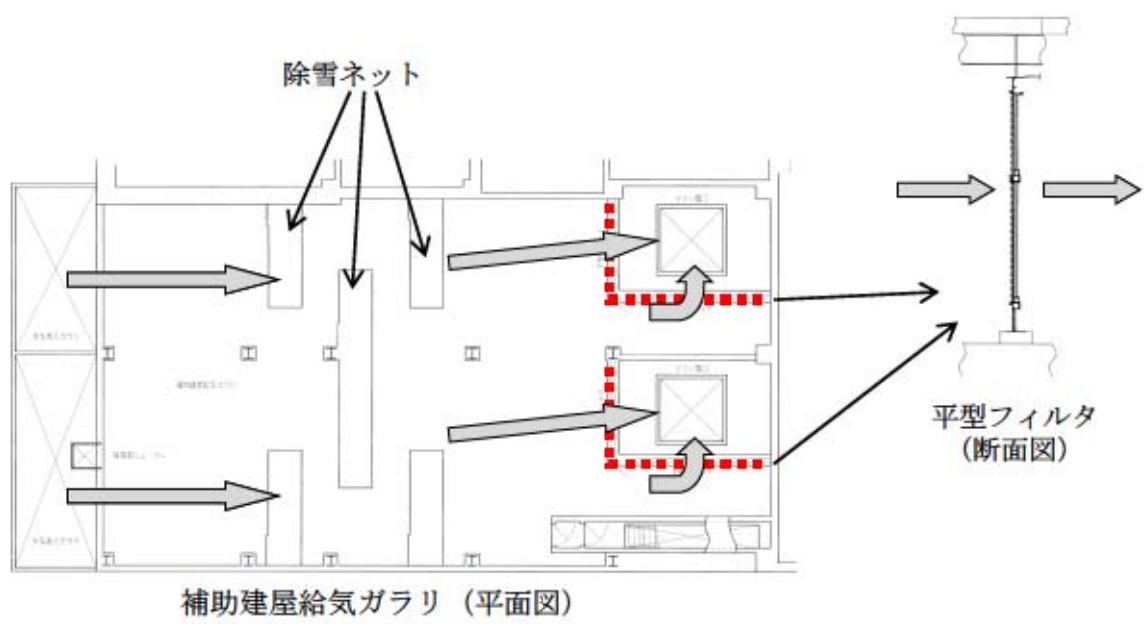


図 1 1 - 2 安全補機開閉器室など外気取入口（補助建屋給気ガラリ）の空気の流れ

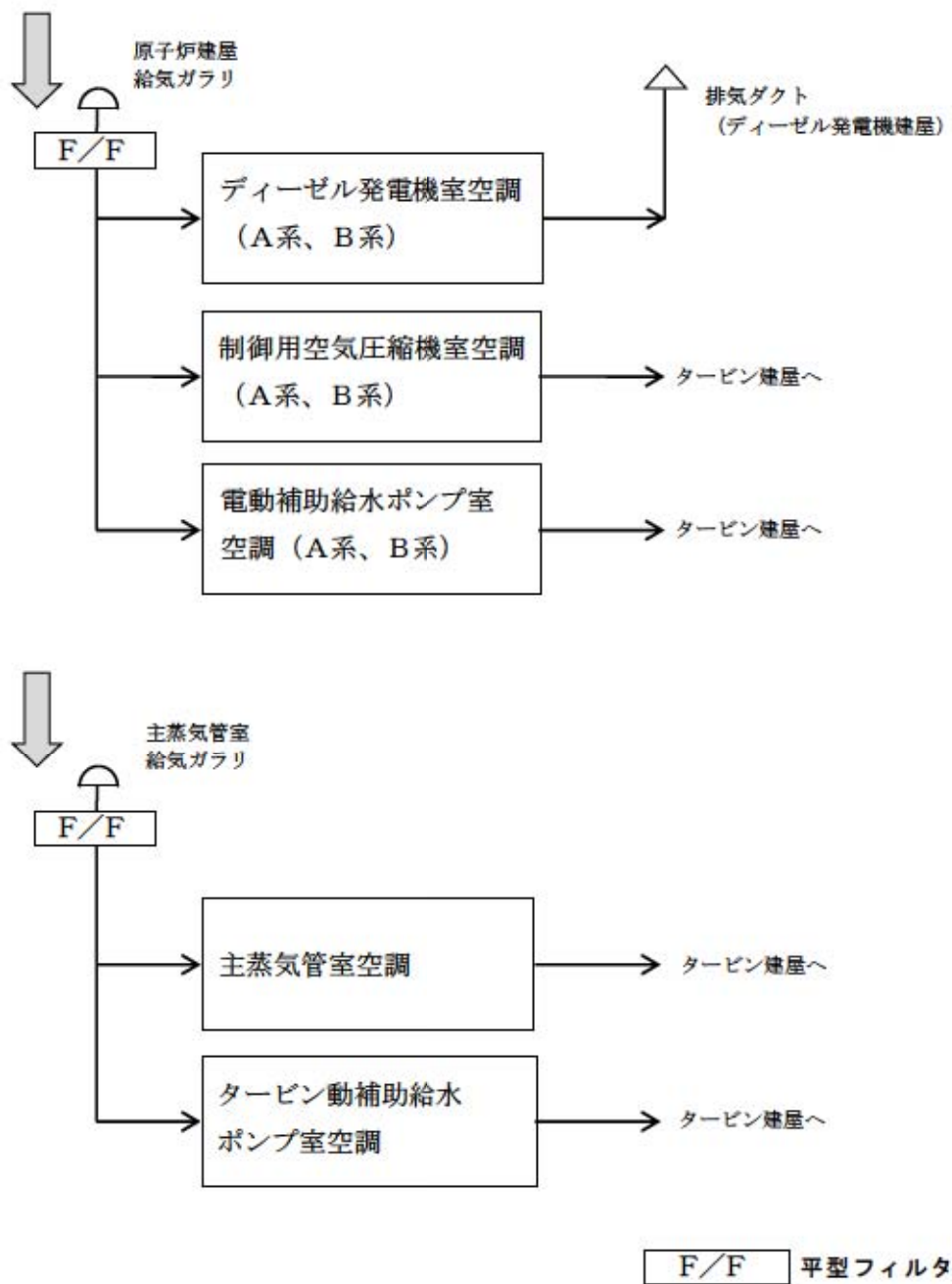


図 1 1 - 3 原子炉建屋換気空調設備全体概略図

## ディーゼル発電機へのばい煙影響評価について

ディーゼル発電機設備は、換気空調設備で給気されるエリアに設置していることから、空調ファンを停止して、ばい煙の侵入を阻止することが可能である。

なお、ディーゼル発電機は吸気系統から外気を取り入れているが、この吸気系統には、吸気消音器が設置されており、吸気消音器に付属するフィルタ（粒径  $120\mu\text{m}$  以上において約 90% 捕獲）で比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲されるが、一般的なばい煙粒子<sup>※1</sup>（粒径数  $\mu\text{m}$  ～  $10\mu\text{m}$  程度）については、過給機、空気冷却器に進入するものの、いずれも機器の間隙はばい煙粒子に比べて十分大きいことから、ばい煙により閉塞に至る可能性はない。

また、吸入されたばい煙の大半は、機関シリンダ内へ送気される。送気されたばい煙について、粒径がシリンダ/ピストン間隙（数  $\mu\text{m}$  ～ 十数  $\mu\text{m}$ ）と同程度のものは、当該間隙内に侵入しシリンダ/ピストンの摩擦発生が懸念されるが、ばい煙粒子の硬度はシリンダ/ピストンの硬度より軟らかいと考えられることから、当該間隙内に侵入したばい煙粒子により摩擦が発生することはないと判断される。なお、通常運転においてもシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しており、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められない。

なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、機器の運転状況の監視強化を行い、吸気消音器に付属するフィルタの清掃が必要になった場合、数時間程度で対応可能である。

以上のことから、ディーゼル発電機機関にばい煙が侵入した場合においても、運転を阻害するに至らない。

※1：「火災と消火の理論と応用」（日本火災学会 監修）において「煙の粒径について、光学顕微鏡を用いた測定によれば、発炎燃焼による煙の粒径は、 $1\mu\text{m}$  前後の球形のものと、数  $\mu\text{m}$  以上の不定形のもの混在し、燻焼による煙は球形状で粒径は  $0.5\sim 1.5\mu\text{m}$  であった。また、フラウンホーファー回折法を用いた粒径分布の測定では、綿布の燻焼濃煙の場合、 $1.6\sim 1.9\mu\text{m}$  近傍にピークを有するものであった。」



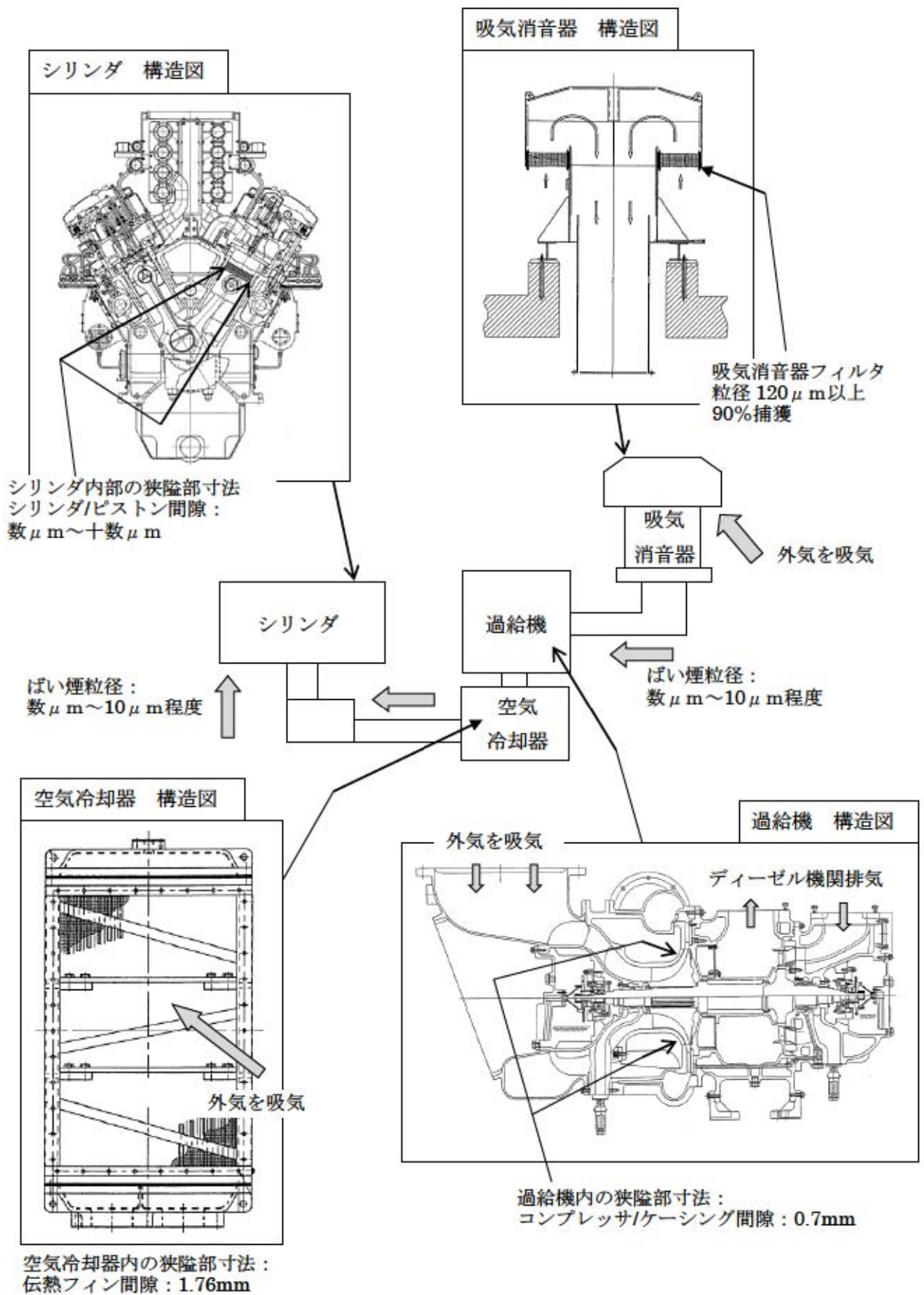


図 1 1 - 4 3号機ディーゼル機関吸気系統構造図

## 電気盤および計装盤について

電気盤（非常用所内電源設備、直流電源設備、計測制御用電源設備）および計装盤（安全保護系設備）が設置されている部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には平型フィルタ※<sup>1</sup>が設置されているが、これに加えて下流にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタ※<sup>2</sup>が設置されているため、他の空調系に比べてばい煙に対して高い防護性能を有している。また、必要な場合は、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことによりばい煙の侵入を阻止可能である。

万が一、ばい煙が室内に侵入した場合、粒径はほぼ $5\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定され、安全保護系盤等において、数 $\mu\text{m}$ 程度の線間距離となるのは、集積回路（ICなど）の内部であり、これら部品はモールド（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は、端子間の距離は数 $\text{mm}$ 程度あることから、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。

また、電源盤内などに設置している開閉器は、接点に微量のばい煙が付着しても、接触不良が生じることはないと考えられる。

したがって、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合にも、ばい煙の付着等により短絡等を発生させる可能性は小さいと考えられる。

なお、粗フィルタについても取替部品を有していることから、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計監視強化を行い、指示値が上昇した場合、数時間程度で交換可能である。

※1：主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去

※2：主として粒径が $5\mu\text{m}$ より小さい粒子を除去





## 制御用空気圧縮機設備について

制御用空気圧縮機が設置された部屋は、制御用空気圧縮機室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には、平型フィルタ<sup>※1</sup>が設置されている。また、制御用空気圧縮機室給気ファンの停止により、ばい煙の侵入を阻止可能である

なお、万が一、室内にばい煙が侵入した場合、制御用空気圧縮機には吸入フィルタ消音器<sup>※1</sup>が設置されているため、制御用空気圧縮機内に侵入するばい煙の粒径はほぼ $5\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定される。

制御用空気圧縮機のシリンダライナ内面とピストンリングは直接、接触摺動している状態であり、機器内に吸入されたばい煙が、シリンダライナ内面とピストンリングの間に入った場合には摩擦発生が懸念される。シリンダライナは内面を硬質クロムメッキ処理、ピストンリングは材質がカーボンであり、ばい煙粒子はこれらより軟らかいと考えることから、摩擦が発生し、機器内の損傷を発生させる可能性は小さい。

また、定期的なシリンダの分解点検においても異常は認められていない。

なお、中央制御室外気取入煙感知警報が発信するなど、ばい煙の侵入が想定される場合、機器の運転状況の監視強化を行い、吸入フィルタ消音器のフィルタの清掃が必要になった場合、数時間程度で対応可能である。

※1：主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去

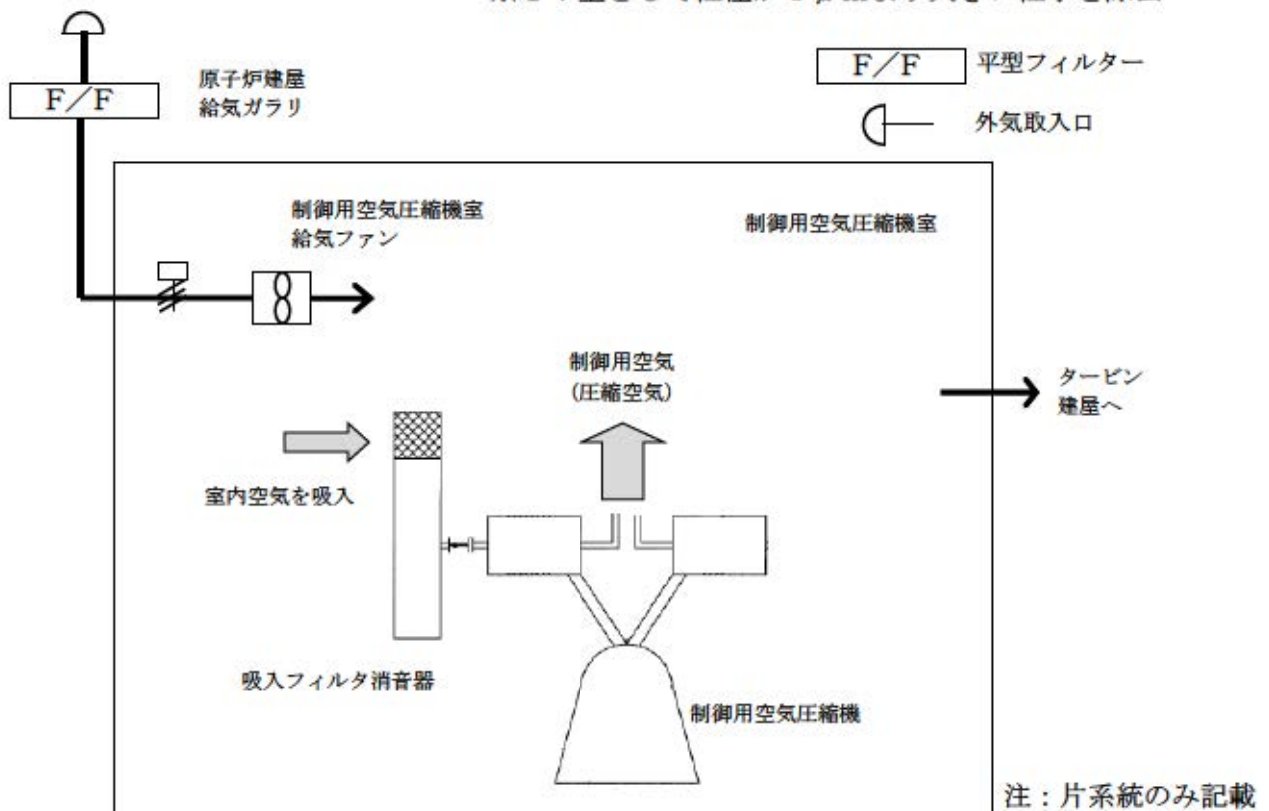


図 1 1 - 6 制御用空気圧縮機室空調系統図

原子炉補機冷却海水ポンプモータへのばい煙影響評価について

原子炉補機冷却海水ポンプモータは循環水ポンプ建屋に設置されており、自然換気による外気の流入があることから、ばい煙の影響を受けることが考えられるが、電動機本体を全閉構造とし、空気冷却器を電動機の側面に設置して外気を直接電動機内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であるため、ばい煙が電動機内部に侵入することはない。

また、空気冷却器冷却管の内径は約 24 mm であるが、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に小さいことから、閉塞することはない。

以上のことから、ばい煙が原子炉補機冷却海水ポンプモータの機能に影響を及ぼすことはないと考えられる。

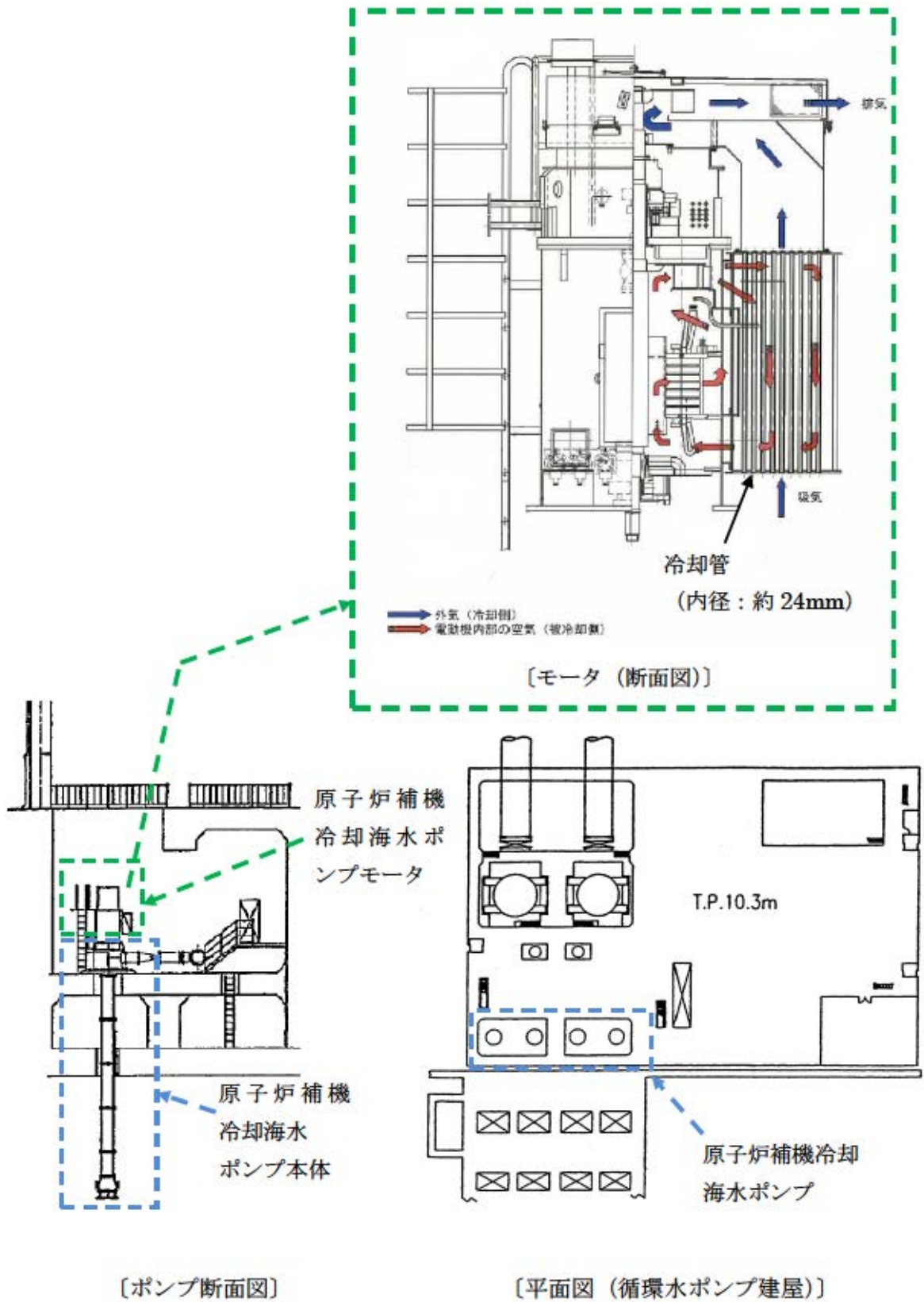


図 1 1 - 7 原子炉補機冷却海水ポンプモータ冷却方式



## 主蒸気逃がし弁等へのばい煙影響評価について

建屋外部に開口部を有する設備として、主蒸気逃がし弁があるが、弁から大気開放部までの下流配管構成は以下のとおりである。

仮にばい煙が直接配管内に侵入した場合でも、主蒸気逃がし弁の吹出力が十分大きいため、微小なばい煙粒子は吹き飛ばされることから、主蒸気逃がし弁の機能に影響を及ぼすことはないと考えられる。

また、同様に建屋外部に開口部を有する主蒸気安全弁、排気筒および排気ガラリ（ディーゼル発電機建屋）についても主蒸気逃がし弁と同様に、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と考えられる。

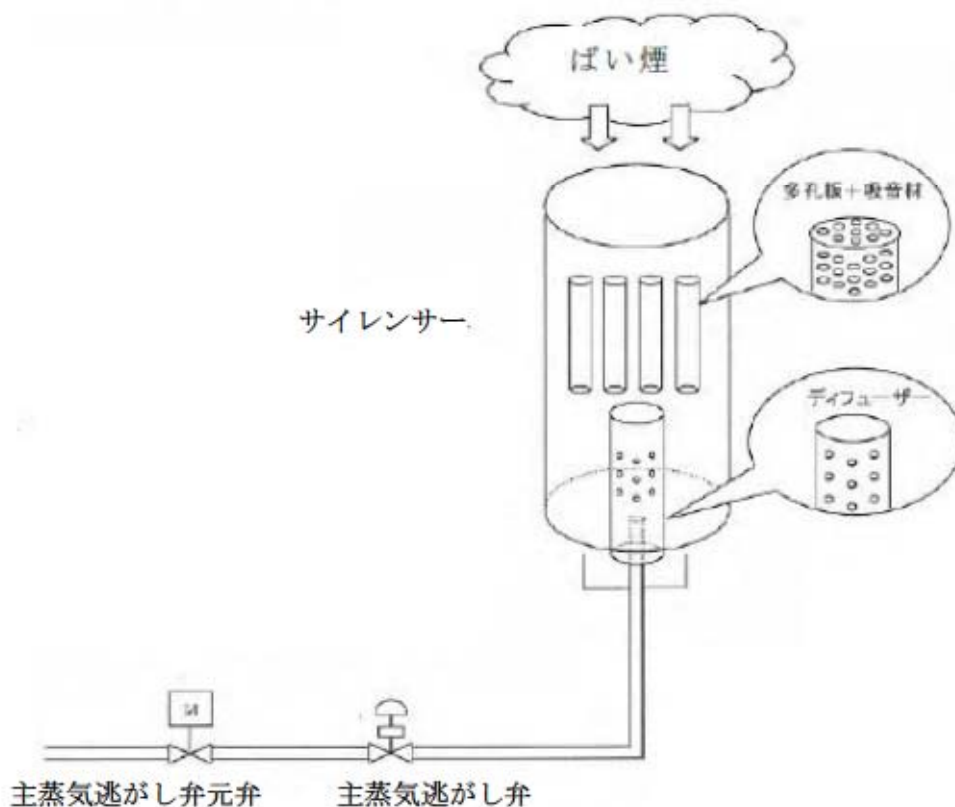


図 1 1 - 8 主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造

中央制御室および緊急時対策所の外部火災による  
燃焼ガスからの防護について

## 1. 概要

「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下、「技術基準規則の解釈」という。）第38条第5項に規定する「原子炉制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切な防護措置」として、中央制御室換気空調設備は、外気からしゃ断する閉回路循環運転とすることができる。

外気とのしゃ断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、通常モードに切り換え、外気を取り入れることができる。また、外気を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。

以下では外部火災時の3号機中央制御室及び緊急時対策所の評価を行う。評価の期間は、森林火災（～11時間）およびタンク火災（～6時間）の燃焼継続を考慮し11時間とした。

また、緊急時対策所については、空気供給装置（空気ポンプ）で約12時間加圧することが可能である。緊急時対策所を空気供給装置で12時間ポンプ加圧をした場合においても、二酸化炭素濃度は1.00%であり、鉱山保安法施行規則の許容二酸化炭素濃度(1%以下)を上回らないことを確認している。また、酸素濃度は19.99%であり、鉱山保安法施行規則の許容酸素濃度(19%以上)を下回らない。（緊急時対策所補足説明資料 添付資料6 換気設備等について 34別1-38）したがって、緊急時対策所の要員の居住性が問題になることはない。

## 2. 中央制御室の評価

外気取入しゃ断時の中央制御室内に滞在する運転員の操作環境の劣化防止のため、酸素濃度および二酸化炭素濃度について評価を行った。

### a. 酸素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、酸素濃度について評価した。

#### (a) 評価条件

- ・ 在室人数：10人
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積：3,500m<sup>3</sup>
- ・ 空気流入率：0回/h（閉回路運転）
- ・ 初期酸素濃度：20.95%
- ・ 1人当たりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量を適用して24ℓ/minとする。
- ・ 1人当たりの酸素消費量は、呼気の酸素濃度：16.40%として、65.52ℓ/hとする。
- ・ 許容酸素濃度：19%以上（鉱山保安法施行規則から）



(b) 評価結果

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、11 時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	2 時間	4 時間	6 時間	8 時間	10 時間	11 時間
酸素濃度	20.91%	20.88%	20.84%	20.80%	20.76%	20.74%

b. 二酸化炭素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、二酸化炭素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・在室人数：10 人
- ・中央制御室バウンダリ内体積：3,500m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：0 回/h（閉回路運転）
- ・1 人当たりの二酸化炭素吐出量は、事故時の運転操作を想定し、中等作業時の吐出量を適用して 0.046 m<sup>3</sup>/h とする。
- ・許容二酸化炭素濃度：1%以下（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

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、11 時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	2 時間	4 時間	6 時間	8 時間	10 時間	11 時間
二酸化炭素濃度	0.06%	0.08%	0.11%	0.14%	0.16%	0.17%

3. 緊急時対策所の評価

外部火災発生時緊急時対策所内に滞在する運転員の操作環境の劣化防止のため、酸素濃度および二酸化炭素濃度について評価を行った。

a. 酸素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、酸素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・在室人数：44 人（指揮所と待機所は各々同一寸法、形状であるため、想定収容人数、指揮所 39 人、待機所 44 人のうち想定収容人数の多い待機所で代表させ



評価する。)

- ・緊急時対策所バウンダリ内体積：522m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：緊急時対策所指揮所及び待機所で用意した 314 本の空気ポンペを 11 時間で使うとした。(空気ポンペ使用可能量 5.05m<sup>3</sup>/本)
- ・初期酸素濃度：20.95%
- ・1人当たりの呼吸量は、事故時の対応操作を保守的に考え、歩行時の呼吸量を適用して 240/min とする。
- ・1人当たりの酸素消費量は、呼気の酸素濃度：16.40%として、65.520/h とする。
- ・許容酸素濃度：19%以上(鉱山保安法施行規則から)

(b) 評価結果

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、緊急時対策所に滞在する要員の対応環境に影響を与えない。

時間	2 時間	4 時間	6 時間	8 時間	10 時間	11 時間
酸素濃度	20.10%	19.61%	19.33%	19.16%	19.08%	19.05%

b. 二酸化炭素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、二酸化炭素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・在室人数：44 人
- ・緊急時対策所バウンダリ内体積：522m<sup>3</sup>
- ・空気流入率：緊急時対策所指揮所及び待機所で用意した 314 本の空気ポンペを 11 時間で使うとした。(空気ポンペ使用可能量 5.05m<sup>3</sup>/本)
- ・初期二酸化炭素濃度：0.03%
- ・1人当たりの二酸化炭素吐出量は、軽作業時の吐出量を適用して 0.03 m<sup>3</sup>/h とする。
- ・許容二酸化炭素濃度：1%以下(鉱山保安法施行規則から)

(b) 評価結果

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、緊急時対策所に滞在する要員の対応環境に影響を与えない。

時間	2 時間	4 時間	6 時間	8 時間	10 時間	11 時間
二酸化 炭素濃度	0.41%	0.64%	0.77%	0.85%	0.89%	0.90%

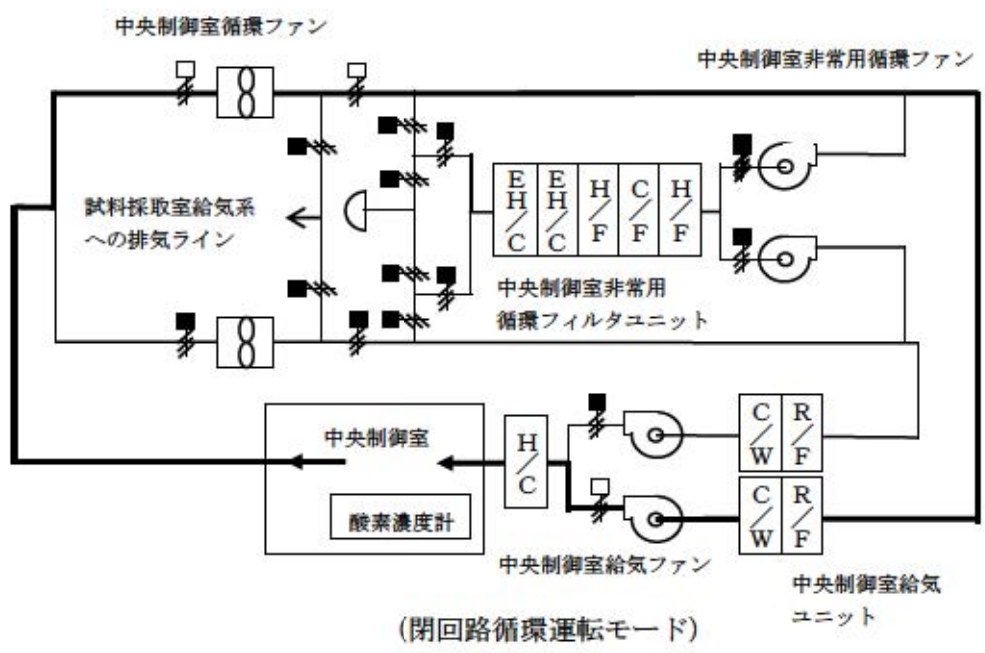
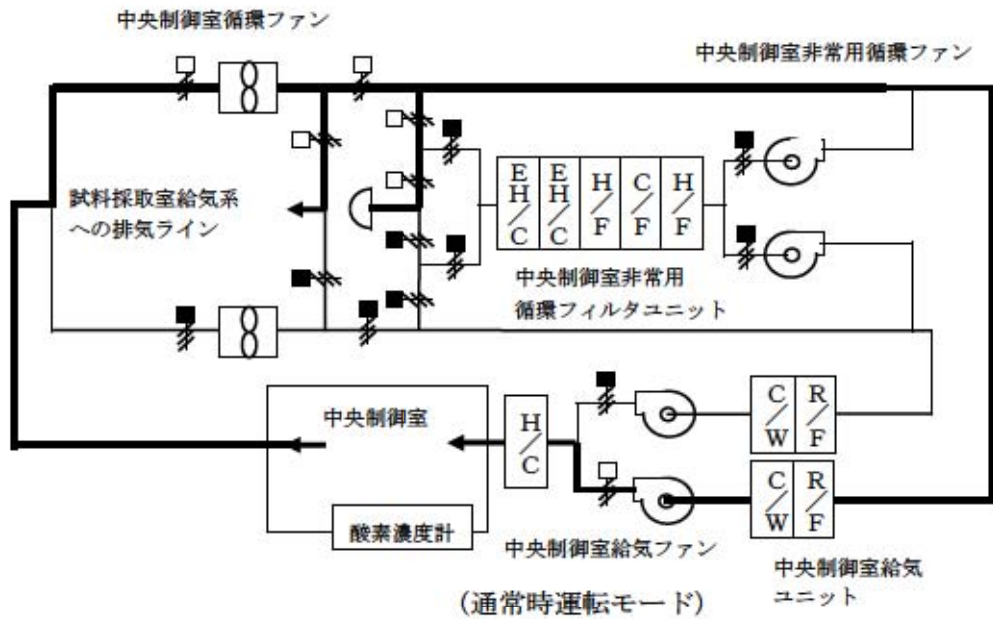
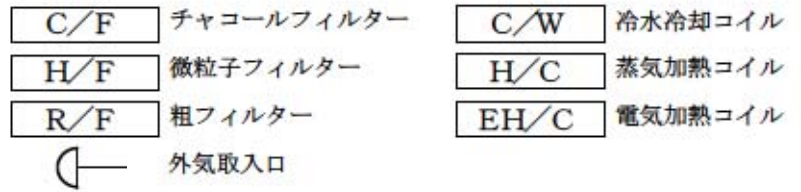


図 1 1 - 9 中央制御室換気空調設備系統図



## 中央制御室に対する有毒ガス影響評価

## 1. 概要

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設および中央制御室外気取入口までの距離が近い設備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。

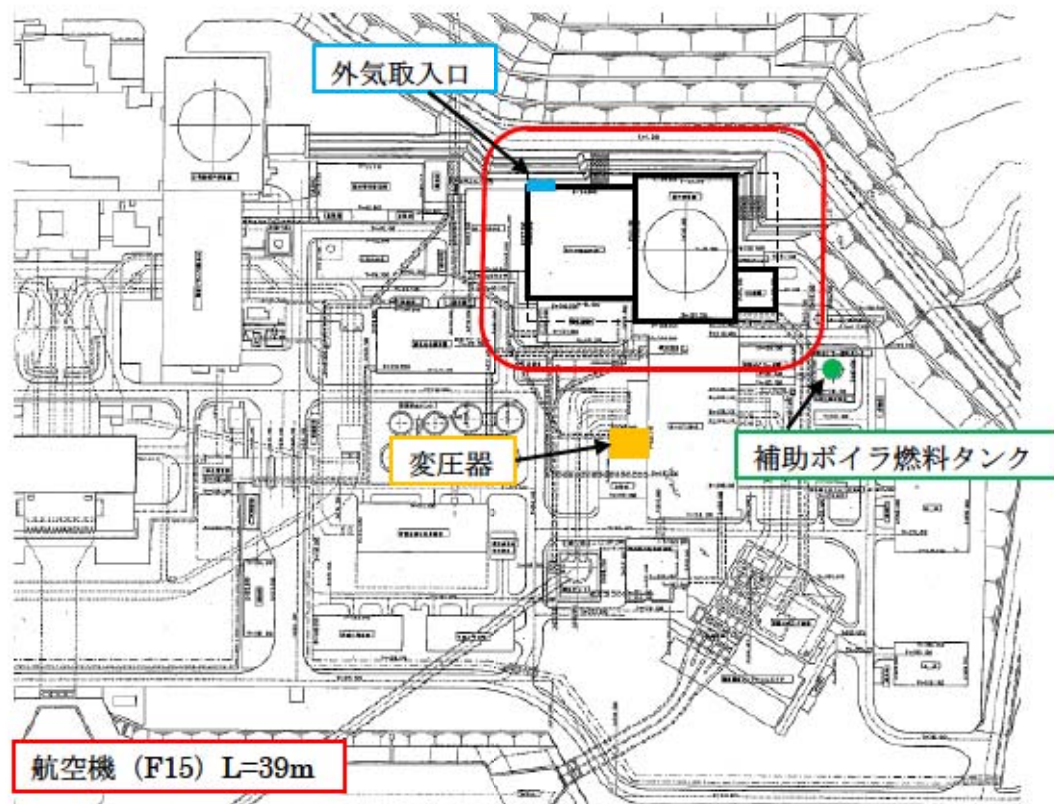
本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同様に、米国国立労働安全衛生研究所が定めるIDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) 値を採用する。このIDLH値は、30分暴露によって生命および健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限界値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

## 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および中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として補助ボイラ燃料タンクおよび変圧器と航空機 (F-15) を評価対象とし、第11-1表に評価対象施設および評価対象設備から外気取入口までの距離を示す。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>)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) を評価対象物質とする。補助ボイラ燃料タンク、変圧器、航空機墜落位置および外気取入口の位置関係を第11-10図に示す。

第11-1表 評価対象施設と外気取入口までの距離

火災発生場所	離隔距離 [m]	油保有量 [m <sup>3</sup> ]
補助ボイラ燃料タンク	176	410
変圧器	140	107.8
航空機 (F-15)	39	14.87



第 1 1 - 1 0 図 補助ボイラ燃料タンク、航空機墜落、変圧器および外気取入口の位置関係

### 3. 評価方法

火災源から放出された有毒ガスは補助建屋給気口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て、Briggsの排煙上昇過程式により求めた評価対象ガスの風速と有風時ブルーム式を用いて、補助建屋給気口の空気中に含まれる有毒ガス濃度を評価する。評価手法の概要を第 1 1 - 1 1 図に示す。

(有風時ブルーム式)

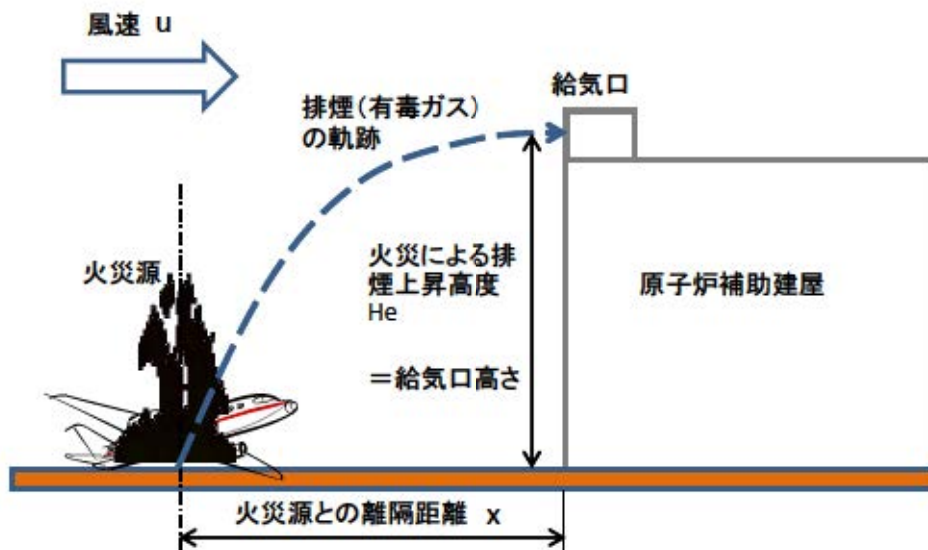
$$C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left(\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right) \quad (1)$$

(Briggsの排煙上昇過程式)

$$H_e = 1.6F^{1/3} \cdot x^{2/3} \cdot u^{-1} \quad (2)$$

- $C_{xyz}$  : 濃度 (ppm)  
 $Q$  : 有毒ガス発生量 (Nm<sup>3</sup>/s)  
 $H_o$  : 有効発生高さ (m)  
 $\sigma_y, \sigma_z$  : 拡散パラメータ (m)  
 $u$  : 風速 (m/s)  
 $F$  : 排熱フラックス (m<sup>4</sup>/s<sup>3</sup>) =  $\frac{gQ_H}{\pi C_p \rho T} = 0.037 Q_H$   
 $Q_H$  : 排気熱量 (kcal/s) =  $\dot{m} A \Delta H_{c,eff}$   
 $\Delta H_{c,eff}$  : 燃焼時発熱量 (kcal/kg)  
 $A$  : 燃焼面積 (m<sup>2</sup>)  
 $\dot{m}$  : 質量低下速度 (kg/m<sup>2</sup>/s)  
 $x$  : 発生源と給気口との離隔距離 (m)  
 $z$  : 発生源と給気口との鉛直方向距離 (m)  
 $y$  : 排気プルーム軸からの距離 (m)  
 $g$  : 重力加速度  
 $C_p$  : 定圧比熱 (kcal/K/kg)  
 $\rho$  : 環境大気の平均密度 (g/m<sup>3</sup>)  
 $T$  : 環境大気の平均絶対温度 (K)

(出展：窒素酸化物総量規制マニュアル，公害研究対策センター)



第11-11図 給気口における有毒ガス濃度評価手法の概要



火災によって発生する有毒ガスの補助建屋給気口位置での濃度を求め、判断基準であるIDLH値と比較評価を実施する。

評価手順は以下のとおり。

- ① それぞれの火災源から発生する有毒ガス発生量 $Q$ を算出する。
- ② 式(2)を用いて、火災源の排煙上昇高度 $H_e$ が給気口中央の地表面からの高さと同しくなる風速 $u$ を求める。
- ③ 式(1)を用いて、給気口における有毒ガス濃度を求める。なお、 $z$ =高低差、 $y=0$ とする。

なお、Briggsの排煙上昇過程式の適用条件<sup>※1</sup>は以下のとおりであり、火災源毎に下記条件を満たしていることを確認した。このため、Briggsの排煙上昇過程式を用いて、排煙高さが給気口高さと同じになる風速を求めることは可能である。

※1：G.A.Briggs, “Plume Rise”, U.S.Atomic Energy Commission, 1969

$$x \leq x^*$$

$$x^* = 2.16F^{2/5} \cdot h_s^{3/5}$$

$X$  : 離隔距離 (m)

$X^*$  : 浮力の効果が薄れて大気気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 ( $m^4/s^3$ )

$h_s$  : 排煙上昇量 (m) ( $h_s < 305m$ )

#### a. 評価データ

##### (a) 評価対象となる給気口及び火災源との距離

評価対象となる給気口と火災源の水平離隔距離及び鉛直方向距離を第11-2表に示す。また、航空機火災については、保守的な評価となる「訓練空域内(自衛隊機)」(F-15)の墜落位置を採用した。

第11-2表 給気口と火災源との距離

評価対象	補助建屋給気口	
	水平距離 [m]	高さ [m]
補助ボイラ燃料タンク	176	13.1
変圧器	140	13.1
航空機 (F-15)	39	13.1

(b) 火災発生時の有毒ガス発生量

第11-3表に燃料の燃焼特性を示す。

燃料の1kgあたりの有毒ガス発生量は、各文献に掲載されている単位重量あたりのガス発生量より単位換算することにより求められる。

第11-3表 燃焼特性に関するデータ

油種		重油	JP-4
有毒ガス発生量* (kg/kg)	CO <sub>2</sub>	3.3050	3.0530
	CO	0.0300	0.0300
	SO <sub>2</sub>	0.0920	0.0006
	NO <sub>2</sub>	0.0069	0.0043

※有毒ガスの発生量は以下の文献より算出した。

CO<sub>2</sub> : 環境省、温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

CO : Ross J.L., Ferek R.J. and Hobbs P.V., "Particle and Gas Emissions From an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean", J.Air & Water Manage. Assoc., 46, pp.251-259 (1996)

SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> : U.S. EPA AP-42, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume I: Stationary Point and Area Sources" Aviation Emissions and Air Quality Handbook Version 3 Update 1, Federal Aviation Administration Office of Environment and Energy

(c) 評価対象及び火災源に関するデータ

第11-4表に火災源に対するデータ、第11-5表に有毒ガス発生量に関するデータを示す。

第11-4表 火災源に関するデータ

想定火災源	油種	燃焼面積 (m <sup>2</sup> )	質量低下 速度 (kg/m <sup>2</sup> /s)	発熱量 (kcal/kg)	燃料消費 速度 (kg/s)	排出熱量 (kcal/s)	排熱 フラックス (m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup> )
補助ボイラ 燃料タンク	重油	559.04	0.035	9,400	20.96	197,000	7,289
変圧器	重油 <sup>※2</sup>	118.39	0.035	9,400	4.14	38,900	1,439
航空機 (F-15)	JP-4	44.6	0.051	10,300	2.27	23,300	862

※2 : 変圧器に使用している絶縁油について、詳細な情報がないため、物性値の近い重油とした。



第11-5表 有毒ガス発生量に関するデータ

想定火災源	有毒ガス発生量 (Nm <sup>3</sup> /s)			
	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
補助ボイラ燃料タンク	35.269	0.504	0.6750	0.0705
変圧器	6.966	0.100	0.1334	0.0140
航空機 (F-15)	3.529	0.055	0.0005	0.0048

(d) 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、Briggs式（排煙上昇過程式）を用いて、有毒発生源と外気取入口との距離と高低差から、外気取入口に有毒ガスが到達する風速  $u$ [m/s]を求める。

Briggs式で求めた外気取入口に有毒ガスが到達する風速は、一部において著しく高い風速結果となっていることから、濃度算出への影響を確認することを目的として、風速を変動させた場合の感度解析を実施し、最大濃度となる風速を確認する。最大濃度となる風速の確認結果を第11-6表に示す。なお、評価結果の詳細を別紙に示す。

第11-6表 算出結果

評価対象		給気口に直撃する風速[m/s]	最大濃度となる風速[m/s]
補助建屋給気口	補助ボイラ燃料タンク	74.3	58.5
	航空機 (F-15)	13.3	13.0
	変圧器	37.1	31.0

(e) 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散

給気口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮し有風時ブルーム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、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量および外気取入口に有毒ガスが到達する風速と、有風時ブルーム式を用いて、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、有風時ブルーム式の放出点の高さ  $H$  と評価点の高さ  $Z$  において、 $H=Z=0$ 、 $Y=0$  として中心軸最大濃度を計算する。計算結果を第11-7表に示す。なお、拡散したパラメータは風による拡散しか考慮されていないため、想定する火災の熱気による鉛直方向への浮力拡散を考慮



することとし、第11-10表に示すガウスブルームモデルにおける大気拡散パラメータより  $\Delta He^2/10$  を加えた値を採用した。

第11-7表 拡散パラメータの算出結果

評価対象	排煙上昇高さ He[m]	風速 u[m/s]	拡散パラメータ	
			$\sigma_y$ [m]	$\sigma_z$ [m]
補助ボイラ燃料タンク	13.113	74.3	13.496	8.558
航空機 (F-15)	13.167	13.3	3.328	4.688
変圧器	13.128	37.1	10.911	7.459

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-G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Gが最も拡散しにくい。本評価では給気口に有毒ガスが到達するとした場合の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11-7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11-8表 大気安定度分類表

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 $\geq$ 0.60	0.60>T $\geq$ 0.30	0.30>T $\geq$ 0.15	0.15>T	Q $\geq$ -0.020	-0.020>Q $\geq$ -0.040	-0.040>Q
U < 2	A	A-B	B	D	D	G	G
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

第11-9表 拡散パラメータ Passquill-Gifford図の近似関係※

$$\sigma_y(x) = \gamma_y \cdot x^{\alpha_y}$$

安定度	$\alpha_y$	$\gamma_y$	風下距離x(m)
A	0.901	0.426	0~1,000
	0.851	0.602	1,000~
B	0.914	0.282	0~1,000
	0.865	0.396	1,000~
C	0.924	0.1772	0~1,000
	0.885	0.232	1,000~
D	0.929	0.1107	0~1,000
	0.889	0.1467	1,000~
E	0.921	0.0864	0~1,000
	0.897	0.1019	1,000~
F	0.929	0.0554	0~1,000
	0.889	0.0733	1,000~
G	0.921	0.0380	0~1,000
	0.896	0.0452	1,000~

$$\sigma_z(x) = \gamma_z \cdot x^{\alpha_z}$$

安定度	$\alpha_z$	$\gamma_z$	風下距離x(m)
A	1.122	0.0800	0~300
	1.514	0.00855	300~500
	2.109	0.000212	500~
B	0.964	0.1272	0~500
	1.094	0.0570	500~
C	0.918	0.1068	0~
D	0.826	0.1046	0~1,000
	0.632	0.400	1,000~10,000
	0.555	0.811	10,000~
E	0.788	0.0928	0~1,000
	0.565	0.433	1,000~10,000
	0.415	1.732	10,000~
F	0.784	0.0621	0~1,000
	0.526	0.370	1,000~10,000
	0.323	2.41	10,000~
G	0.794	0.0373	0~1,000
	0.637	0.1105	1,000~2,000
	0.431	0.529	2,000~10,000
	0.222	3.62	10,000~

※ 窒素酸化物総量規制マニュアル

第11-10表 拡散パラメータ  $\sigma_z$ ※

TABLE 2. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS FOR INTERIM CHANGES IN THE WORKBOOK VALUES OF THE DISPERSION PARAMETERS  $\sigma_y$  AND  $\sigma_z$

<p>For crosswind spread <math>\sigma_y</math>, irrespective of the terrain roughness, release height and sampling duration up to up to about 1 hour, use the formula*</p> $\sigma_y/x = \sigma_0 f(x), \sigma_0 \text{ in radians}$ <p>with <math>\sigma_0</math>† the best available estimate of the standard deviation of the wind direction fluctuation for the sampling time of interest and for the height at which <math>\bar{u}</math> is specified, and with values of <math>f(x)</math> as follows:</p> <table border="1"> <tr> <td>x(km)</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.4</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>&gt;10</td> </tr> <tr> <td>f(x)</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> <td>0.65</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.4</td> <td>0.33</td> <td><math>0.33(10/x)^{1/2}</math></td> </tr> </table> <p>For <math>x \geq 20</math> km add to the square of the <math>\sigma_y^2</math> as obtained above the quantity <math>0.03\Delta\theta^2 x^2</math> and take the square root to give the total <math>\sigma_y</math>, with <math>\Delta\theta</math> the total change of mean wind direction over the depth of the plume.</p>		x(km)	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	>10	f(x)	0.8	0.7	0.65	0.6	0.5	0.4	0.33	$0.33(10/x)^{1/2}$
x(km)	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	>10											
f(x)	0.8	0.7	0.65	0.6	0.5	0.4	0.33	$0.33(10/x)^{1/2}$											
<p>For vertical spread <math>\sigma_z</math>, for any sampling time for a surface release, and say &gt;10 min for an elevated release (see Section 2), use the existing Workbook curves with adjustment or constraint as follows:</p> <p>(a) For terrain with <math>z_0</math> different from 3 cm apply factors based on F. B. Smith's nomogram (Ref. 5 or Ref. 6, p 377)</p> <p>(b) To allow for 'urban heating' adopt a stability category one-half category more unstable than that prescribed in the normal way in the Workbook</p> <p>(c) For evaluating the concentration at the surface from a surface release, consider estimates of the effective mixed depth <math>h'</math> at the mid-time of sampling, recognizing especially its growth from very small values on stable nights, and then adopt either <math>\sigma_z</math> as given by the curves, or <math>0.8h'</math>, whichever is the smaller, for substitution in Eq (4).</p> <p>(d) For buoyant plumes, increase the <math>\sigma_z^2</math> obtained from the curves by adding <math>\Delta h^2/10</math> where <math>\Delta h</math> is the estimated plume rise.</p>																			

\*. † see Notes on Table 2'

※ F. Pasquill, ATMOSPHERIC DISPERSION PARAMETERS IN GAUSSIAN PLUME MODELING, EPA-600/4-76-03b, 1976

(f) 評価結果

各火災で発生する補助建屋給気口での最大となる有毒ガス濃度を第11-11表に示す。

第11-11表 評価結果

評価対象	CO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)	CO濃度 [ppm] (IDLH:1,200)	SO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:100)	NO <sub>2</sub> 濃度 [ppm] (IDLH:13)
補助ボイラ燃料タンク	661	9.44	12.64	1.32
航空機 (F-15)	2,707	42.19	0.39	3.69
変圧器	368	5.29	7.05	0.74

評価結果から、全ての評価に対しIDLH値以下であることを確認した。

中央制御室に有毒ガスが流入してくる可能性がある場合には、中央制御室の外気取入を遮断し、再循環させる閉回路循環運転を行うことが可能であり、火災を確認・判断してから10分程度で中央制御室の外気取入を停止し、閉回路循環運転へ切替えることが可能である。

また、火災（有毒ガス）の発生は、火災感知器（補助ボイラ燃料タンク、変圧



器等)、振動や衝撃音(航空機墜落)により覚知できることに加え、中央制御室内で煙や異臭を確認した場合等の緊急時には、切替操作スイッチを使用し、必要な機器を同時に動作させる一括切替も可能であり、これらの覚知・判断に時間を要するものではなく、迅速に対応す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。

## 有毒ガス影響評価における設定風速における濃度への影響について

## 1. 概要

中央制御室に対する有毒ガス評価では、Briggsの排煙上昇過程式から給気口に有毒ガスが直撃する風速を算出するが、一部において著しく高い風速結果となっていることから、濃度算出への影響を確認することを目的として、風速を変動させた場合の感度解析を実施し、最大濃度となる風速を確認する。

## 2. 風速変動による感度解析

有風時ブルーム式より以下のとおり有毒ガス濃度を算出した。

## (1) 評価条件

- ・排煙上昇高度は風速により変わるため、風速に連動して排煙上昇高度を変更
- ・大気安定度は風速によって変動するため、安定度に変更となった場合には拡散パラメータを変更

## (2) 評価方法

- ・有風時ブルーム式の主軸項と指数関数項の風速による関係を算出する。
- ・0.1[m/s]刻みで風速を変動させ、濃度が最大となる風速を確認する。

$$C_{xyz} = \underbrace{\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u}}_{\text{主軸項}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \underbrace{\left(\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right)}_{\text{指数関数項}}$$

## (3) 評価結果

有風時ブルーム式の主軸項は、風速の上昇に伴い減少し、大気安定度が同じであれば風速に半比例し減少する。

指数関数項については給気口を直撃する風速付近で最大(大きさが1)となるが、ガウス分布としているため、最大となる付近では風速による変動幅は小さい。

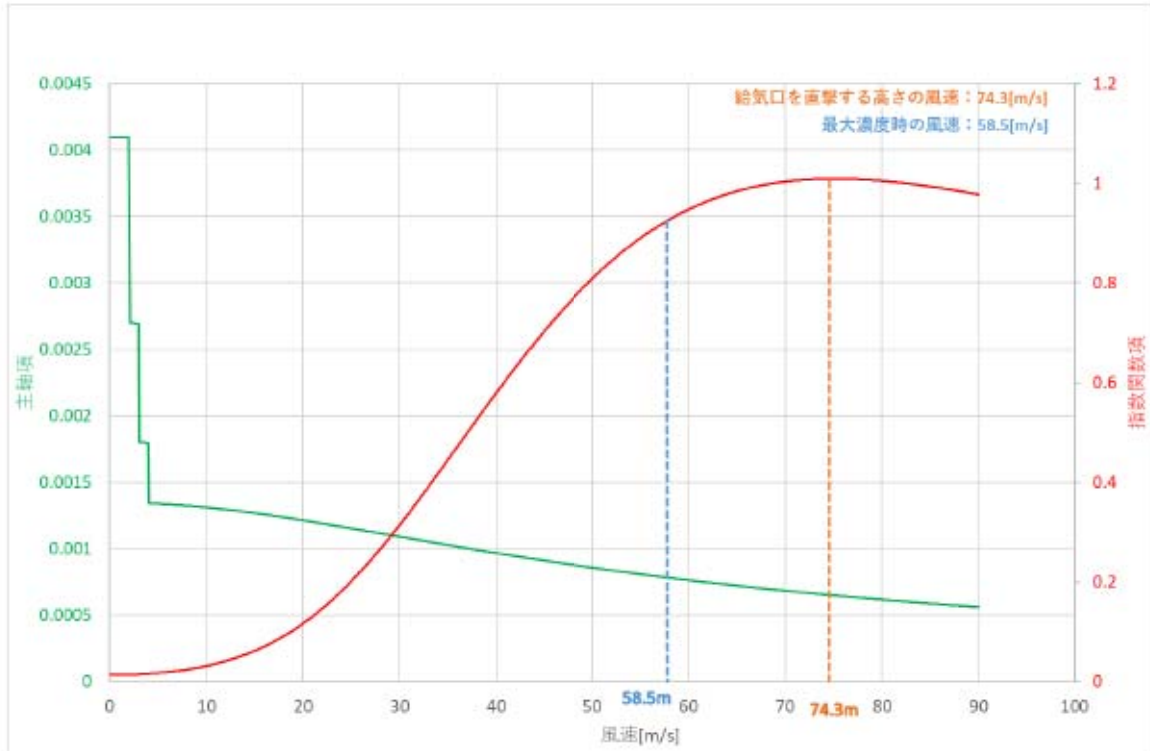
有毒ガス濃度算出時は主軸項と指数関数項の積で求めることから、給気口を直撃する風速付近では、指数関数項の影響よりも主軸項の影響が大きくなるため、直撃時の風速よりも遅い風速で最大となるものがあることを確認した。

評価結果を第1表、第1図から第6図に示す。

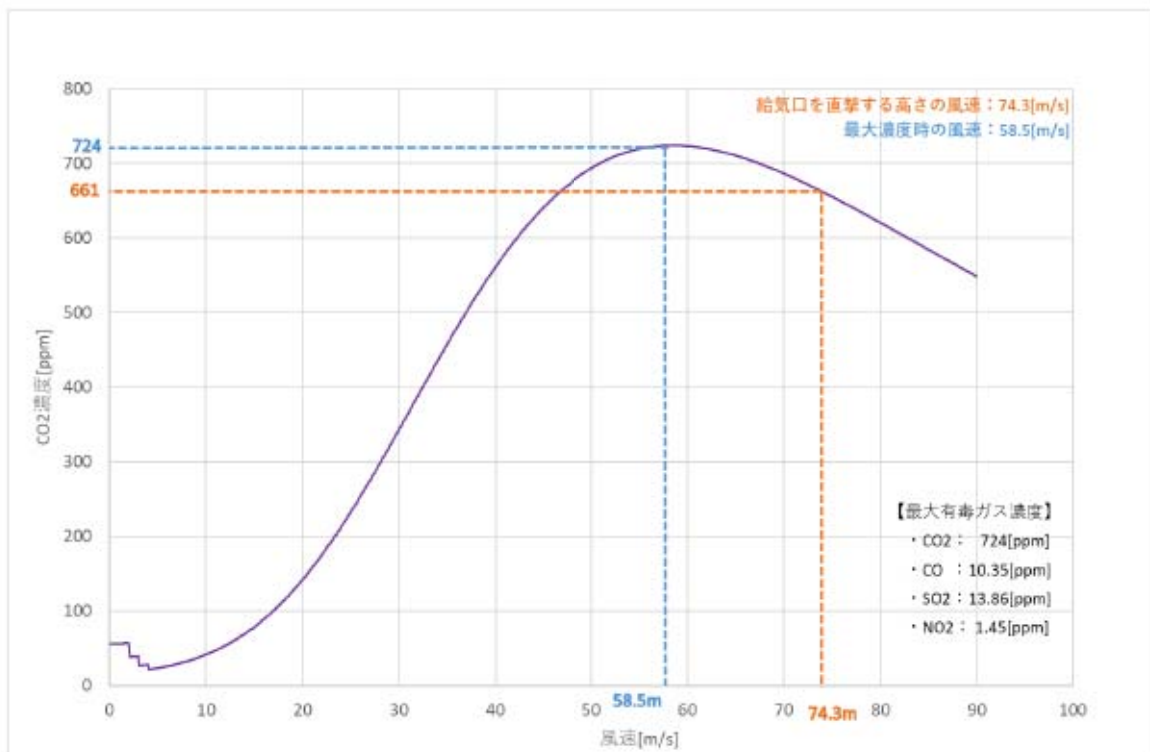
第1表 風速変動による評価結果

評価対象	風速[m/s] (上段：給気口直撃時) (下段：最大濃度時)	有毒ガス濃度[ppm]			
		CO <sub>2</sub> 濃度 [IDLH:40,000]	CO濃度 [IDLH:1,200]	SO <sub>2</sub> 濃度 [IDLH:100]	NO <sub>2</sub> 濃度 [IDLH:13]
補助ボイラ 燃料タンク	74.3	661	9.44	12.64	1.32
	58.5	724	10.35	13.86	1.45
航空機 (F-15)	13.3	2,707	42.19	0.39	3.69
	13.0	2,710	42.24	0.39	3.69
変圧器	37.1	368	5.29	7.05	0.74
	31.0	391	5.62	7.50	0.79

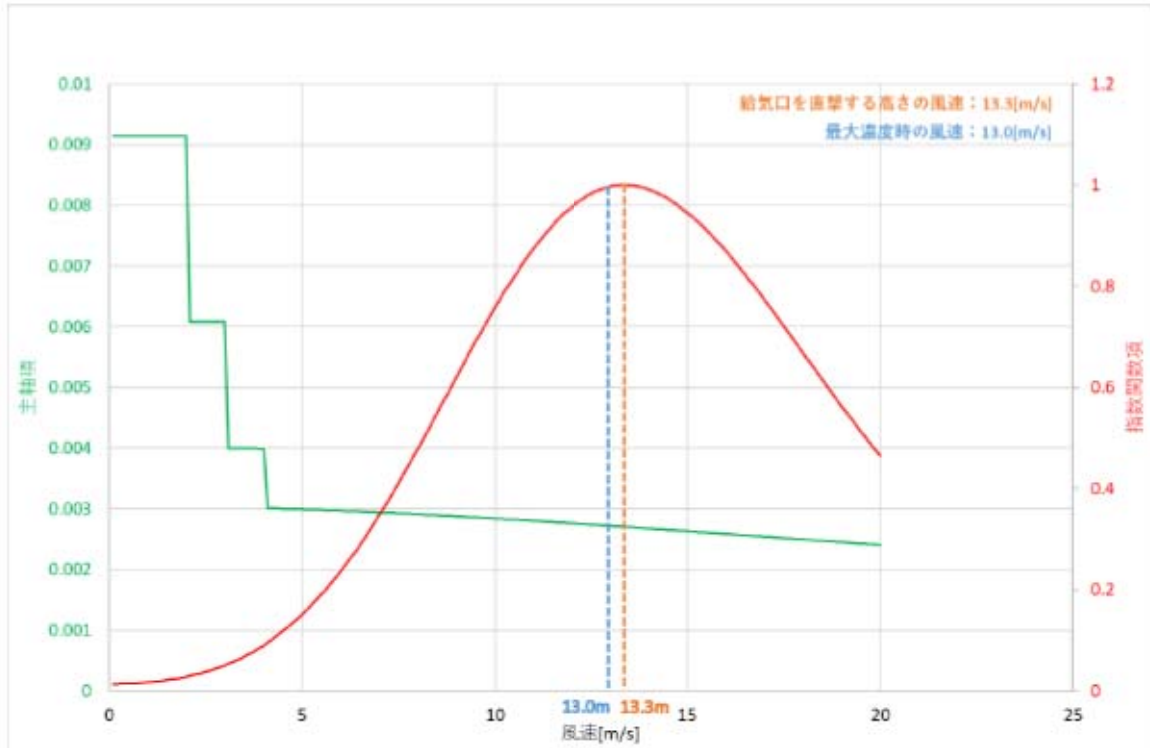




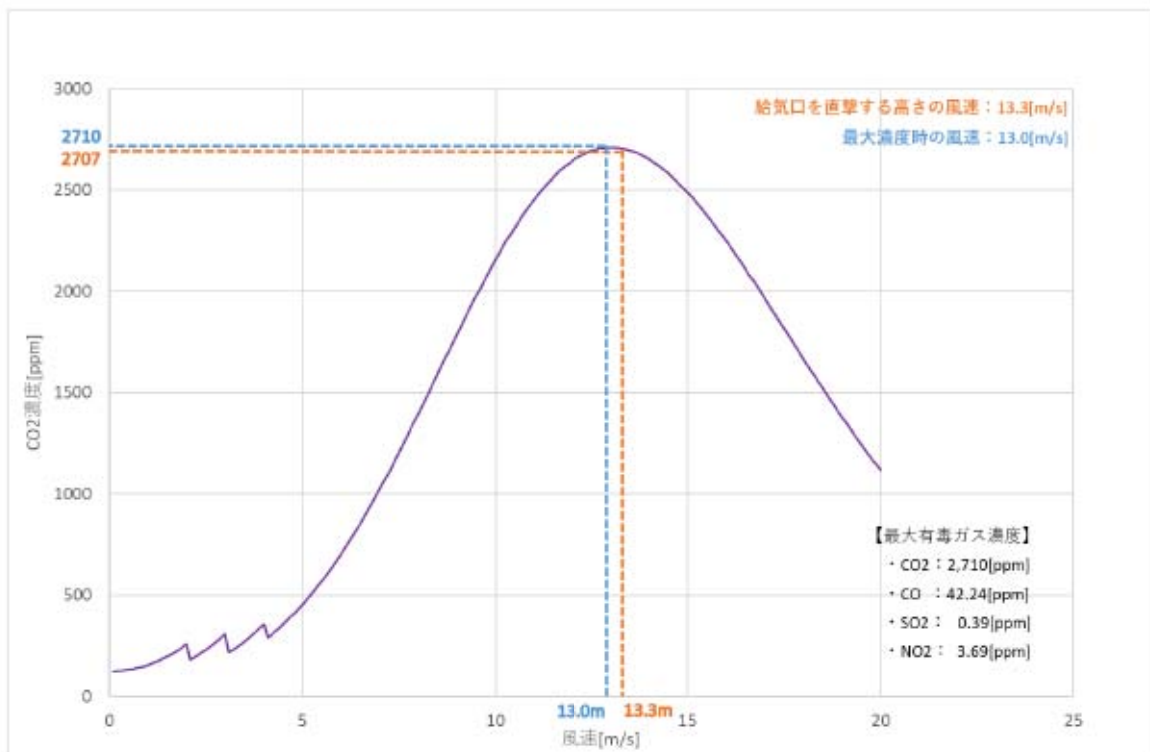
第1図 主軸と指数関数項の風速の関係（補助ボイラ燃料タンク）



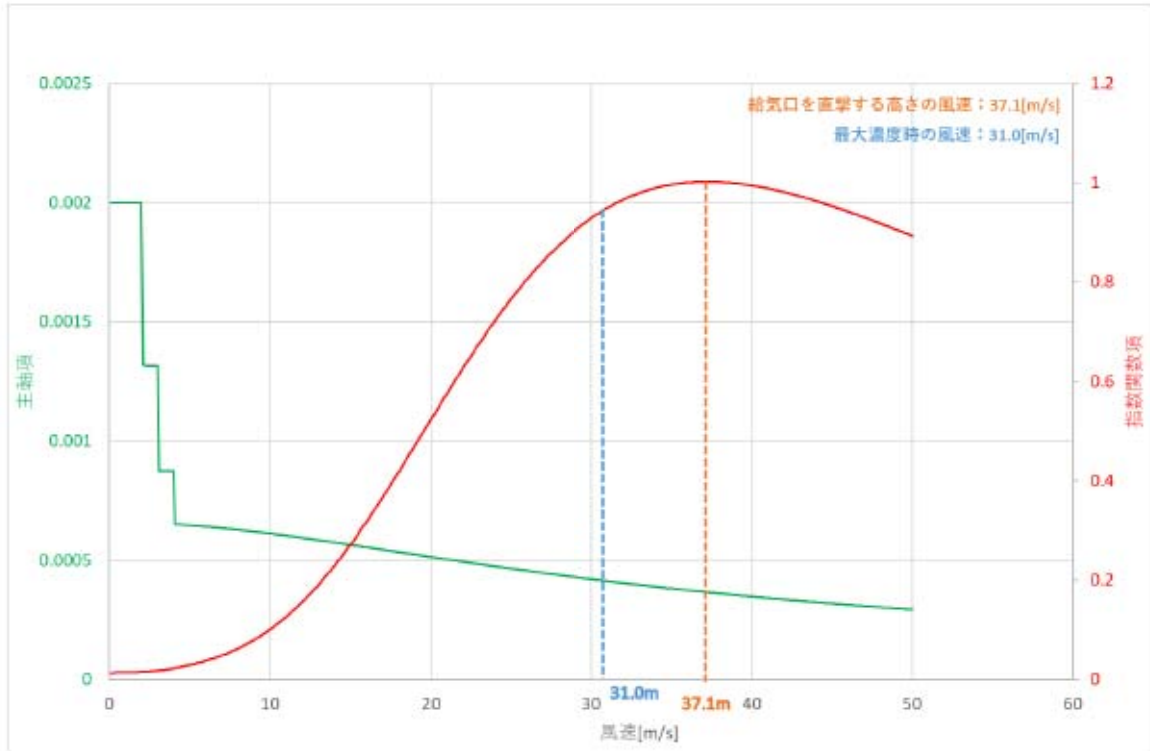
第2図 有毒ガス濃度確認結果（補助ボイラ燃料タンク）



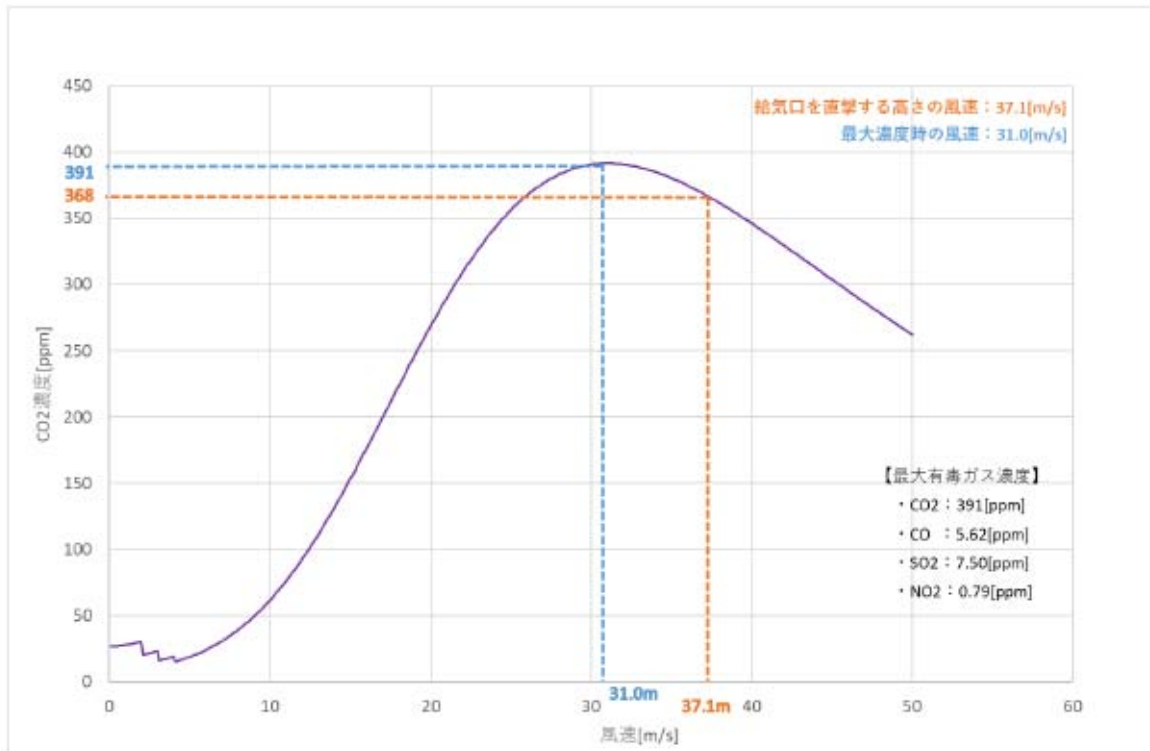
第3図 主軸と指数関数項の風速の関係（航空機（F-15））



第4図 有毒ガス濃度確認結果（航空機（F-15））



第5図 主軸と指数関数項の風速の関係 (変圧器)



第6図 有毒ガス濃度確認結果 (変圧器)



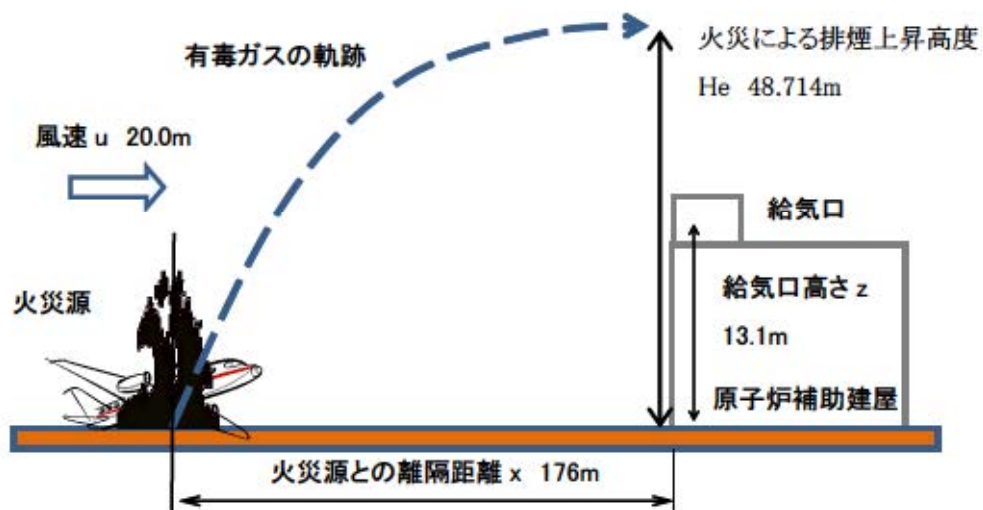
### 3. まとめ

#### (1) 風速による影響

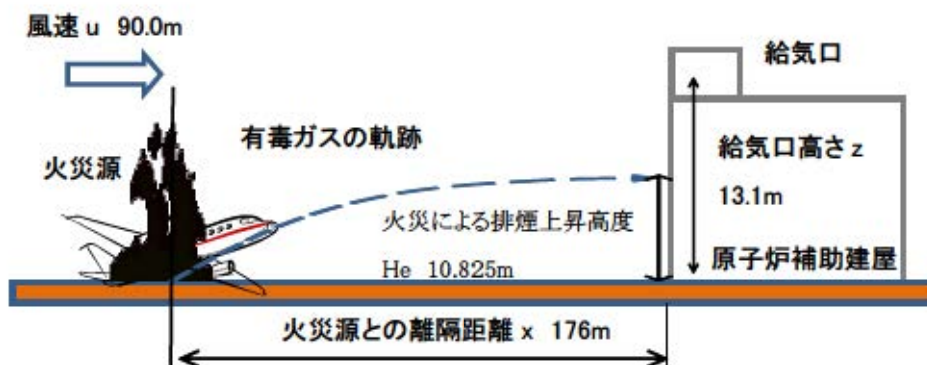
拡散評価はガウス分布に従い、主軸となるところで最大濃度となる。最大風速となる風速よりも風速が低い場合は、主軸位置が給気口よりも上空となるため濃度が低くなり、最大風速となる風速よりも風速が高い場合は主軸位置が給気口よりも下に存在することになるため濃度は低くなる。

第2表 風速変動による評価結果（補助ボイラ燃料タンク）

風速 $u$ [m/s]	排煙上昇高度 $H_e$ [m]	有毒ガス濃度 ( $CO_2$ )[ppm]
20.0	48.714	142
74.3	13.113	661
90.0	10.825	548



第7図 風速変動による評価概念図（風速が低い場合）



第8図 風速変動による評価概念図（風速が高い場合）

(2) 有風時ブルーム式に対する考察

有風時ブルーム式について、赤枠箇所は指数関数となっており、排煙上昇高度  $H_e$  と給気口との鉛直離隔距離  $z$  が一致する給気口に直撃する風速付近において最大となり、緑枠箇所 (主軸) との積を求めることにより有毒ガス濃度が最大となる。

$$C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left( \exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right)$$

(3) 風速が高い条件に対する適応性について

有風時ブルーム式は石油コンビナート施設からの拡散評価や大気汚染の予測シミュレーションに用いられる一般的な評価手法である。

泊3号炉では、一部の火災源では高い風速条件を設定しているが、評価式には高風速条件への制限はなく、給気口において最大濃度を算出するための風速  $u$  を設定することで、保守性をもたせた評価としている。

また、Briggs排煙上昇過程式より給気口に直撃する風速が、著しく高い風速となる場合には、拡散状況が変化することから、感度解析を実施することにより最大濃度を確認する必要がある。

## 12. 中央制御室バウンダリ体積等について

### (1) バウンダリ体積について

中央制御室バウンダリ体積については、下記のうち中央制御室等の 3,530[m<sup>3</sup>]を切り捨て、3,500[m<sup>3</sup>]を使用した。

なお、被ばく評価においては、相対的に空調設備の能力が低下するため、中央制御室バウンダリ体積を大きめに見積もった方が保守的になるが、酸素濃度の評価については、体積を小さめに見積もった方が保守的な評価となる。

### 中央制御室制御室空調エリア体積

名称	体積[m <sup>3</sup> ]	備考
フロアケーブルダクト	173	中央制御室
フリーアクセスフロア	37	通路, 運転員控室, 定検班作業室
中央制御室, 通路, 定検班作業室, 運転員控室	3,530	
ダクト及びファン体積	91	
合計	3,831	

### (2) 在室する運転員等について

運転員 6 名に 4 名の余裕をみて 10 名で評価した。

### (3) 評価に使用した酸素消費量について

酸素消費量の評価については、空気調和・衛生工学便覧の以下の作業分類から中くらいの中央値 1.25[l/min]を用いた。

### 作業強度分類

分類	肺換気量[l/min]	酸素消費量[l/min]	心拍数[回/min]
非常に軽い	10	0.5	80
軽い	10~20	0.5~1.0	80~100
中くらい	20~35	1.0~1.5	100~120
重い	35~50	1.5~2.0	120~140
非常に重い	50~65	2.0~2.5	140~160
過度に重い	65~85	2.5~3.0	160~180
疲はいの	85 以上	3.0 以上	180 以上



(4) 原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規定

二酸化炭素の濃度評価にあたって参照した「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規定」を次頁以降に示す。

[原子力発電所中央制御室運転員事故時ばくに関する規定 JEAC 4622-2009]

中央制御室エンベロープ外に中央制御室換気空調設備を設置している場合は、中央制御室エンベロープ及び中央制御室換気空調設備と、中央制御室換気空調設備以外の空調設備により空調されている部屋又は屋外との境界部分がバウンダリとなる。

なお、他系統ダクト（排煙ダクト、ケーブルダクト配管系を含む。）が中央制御室バウンダリを貫通している場合、そのダクトそのものが中央制御室バウンダリとなる。

以上

### 13. 泊発電所3号機に対する航空機落下確率評価の結果について

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25原院第1号）に基づき評価を行った結果、約 $4.5 \times 10^{-8}$ 回/炉・年となり、 $10^{-7}$ （回/炉・年）を下回ることを確認した。

評価対象事故、評価に用いた数値および評価結果について、以下に示す。

#### 1. 評価対象事故

号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故		① 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	② 基地－訓練空域間を往復時の落下事故
3号炉	× <sup>注1</sup>	× <sup>注2</sup>	○	○ <sup>注3</sup> 自衛隊機については訓練空域内で訓練中、米軍機については訓練空域外を飛行中の落下事故	× <sup>注3</sup>

○：対象、×：対象外

注1：最大離着陸距離は発電所から空港までの距離より小さい。（添付資料－1）

注2：発電所上空に航空路は存在しない。（添付資料－2）

注3：発電所周辺上空は自衛隊機の訓練空域である。また、発電所は米軍機の基地－訓練空域間の往復の想定範囲内にない。（添付資料－2）

## 2. 評価に用いた数値

### (1) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$$

$P_v$  : 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 (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

パラメータ	号炉 3号炉
$f_v$ <sup>注1</sup>	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 35/20=1.75 大型回転翼機 2/20=0.10 小型回転翼機 30/20=1.50
$S_v$ <sup>注1</sup>	37.2万
$A$ <sup>注2</sup>	0.0116
$\alpha$ <sup>注3</sup>	大型固定翼機、大型回転翼機 : 1 小型固定翼機、小型回転翼機 : 0.1
$P_v$	$1.40 \times 10^{-8}$

注1 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。なお、大型固定翼機については平成3年～平成22年の間に事故は発生していないため、保守的に0.5件として評価した。

注2 : 原子炉建屋、循環水ポンプ建屋及び原子炉補助建屋の一部(他号炉に係わる部分を除く)等の合計値(添付資料-3)

注3 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について(内規)」による。

### (2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故(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)

$$P_{si} = \left(\frac{f_{si}}{S_i}\right) \cdot A$$

$P_{si}$  : 訓練空域内での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_{si}$  : 単位年当たりの訓練空域内落下事故率 (回/年)

$S_i$  : 全国の陸上の訓練空域の面積 (km<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)

$$P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_o}\right) \cdot A$$

$P_{so}$  : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_{so}$  : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)

$S_o$  : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)

号炉	
パラメータ	3号炉
$f_{si}$ 又は $f_{so}$ 注1	自衛隊機 ( $f_{si}$ ) 3/20=0.15 米軍機 ( $f_{so}$ ) 5/20=0.25
$S_i$ 又は $S_o$ 注1	自衛隊機 ( $S_i$ ) 7.72万 米軍機 ( $S_o$ ) 37.2万
$A$	0.0116
$P_{si}$ 及び $P_{so}$	$2.25 \times 10^{-8} (P_{si}) + 7.79 \times 10^{-9} (P_{so})$ $= 3.03 \times 10^{-8}$

注1 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。

### 3. 落下確率値の合計値

#### 泊発電所

号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の 落下事故		2) 有視界飛行 方式民間航 空機の落下 事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合 計
	①飛行場での離 着陸時におけ る落下事故	②航空路を巡航 中の落下事故		①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	②基地－訓練空 域間往復時の 落下事故	
3号炉	—	—	$1.40 \times 10^{-8}$	$3.03 \times 10^{-8}$	—	約 $4.5 \times 10^{-8}$

以上

## 発電所付近の空港と発電所との距離について

発電所名称	空港名	発電所と空港の距離 <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
泊発電所	札幌空港	約 70km	約 27km (14.4nm)	対象外	添付資料－ 1 (1)
	新千歳空港	約 100km	約 33km (17.7nm)	対象外	添付資料－ 1 (2)

注 1：発電所と空港の緯度、経度より計測した。

注 2：航空路誌(AIP)を参照した。



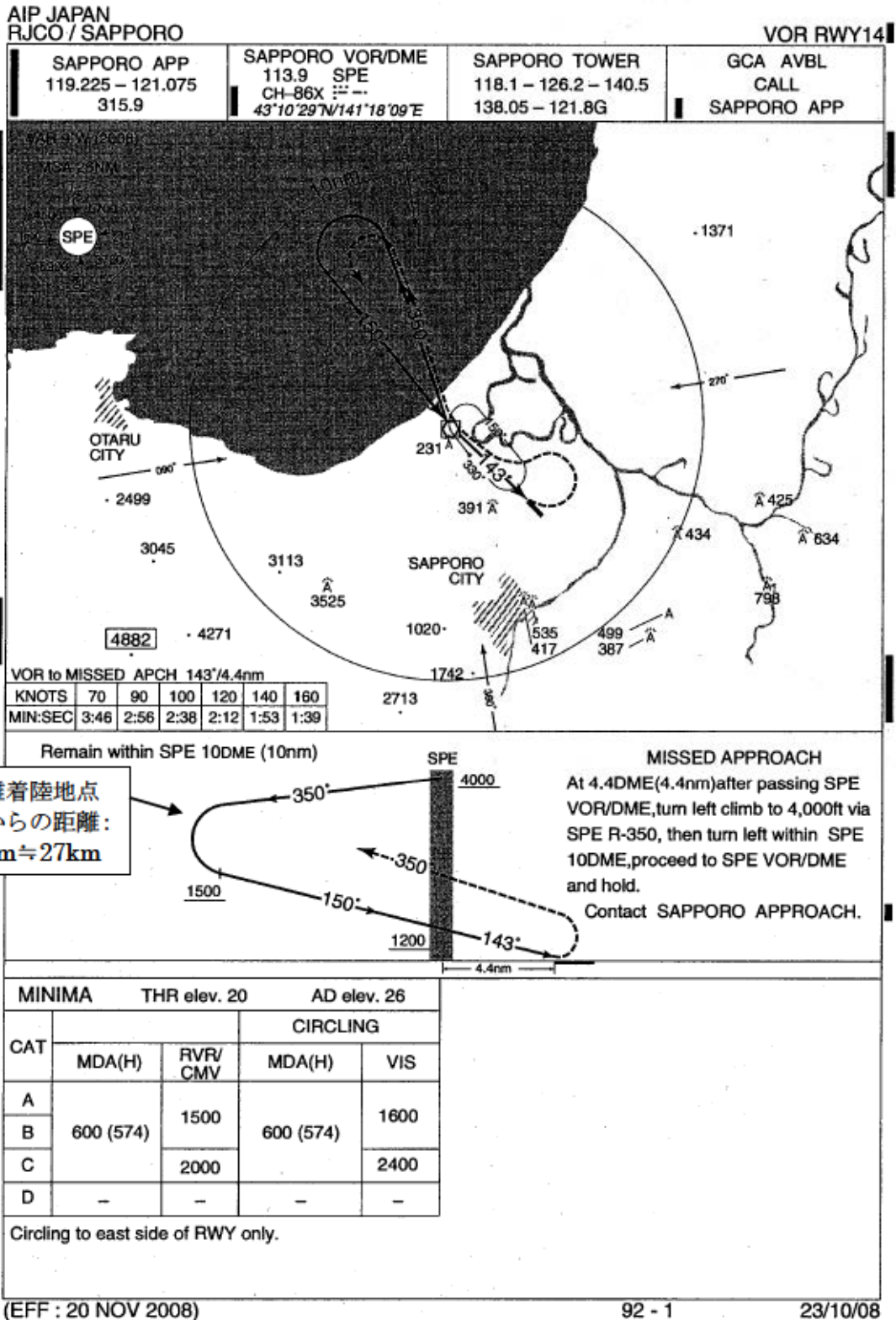


図-1 札幌空港の最大離着陸地点

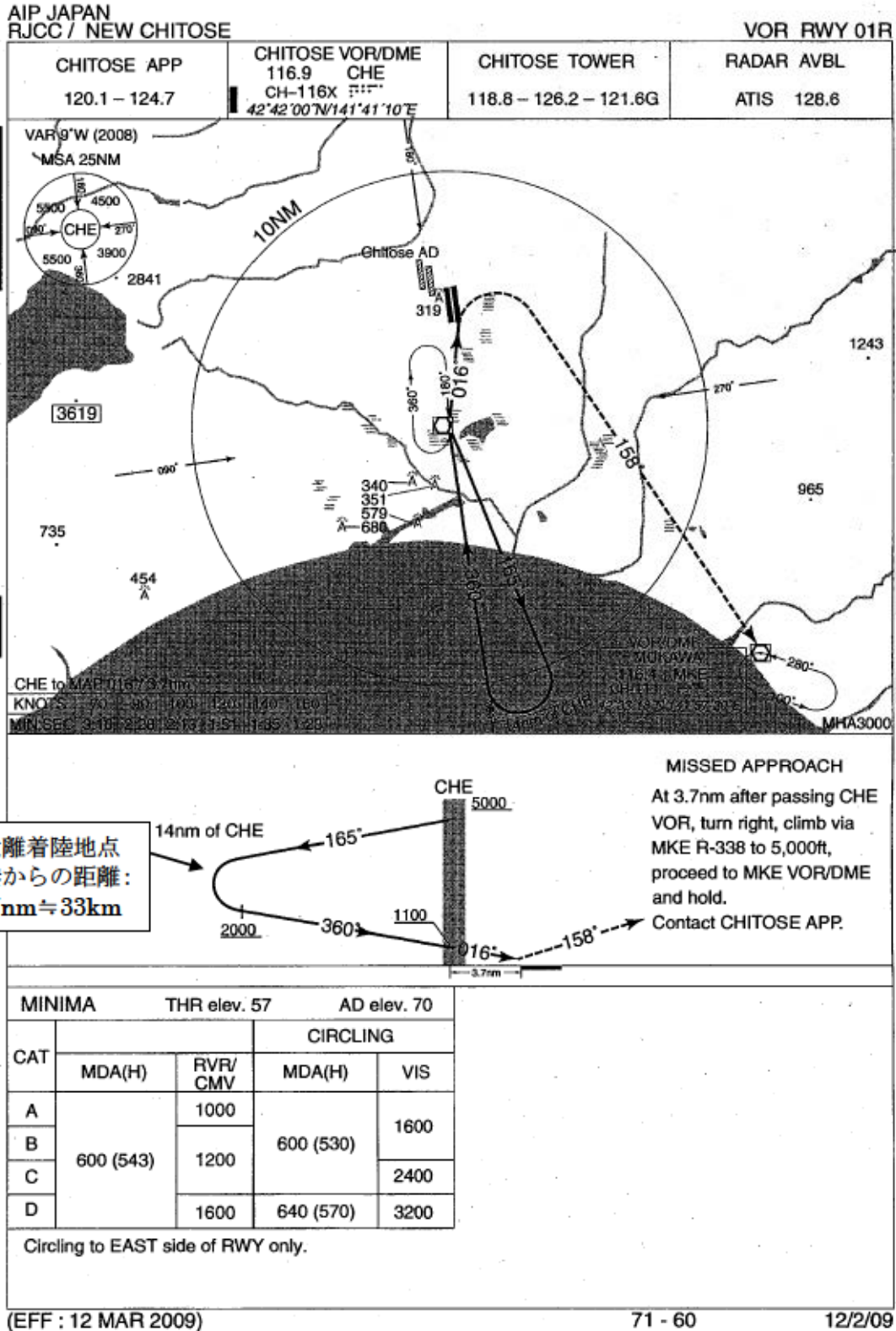


図-2 新千歳空港の最大離着陸地点







航空機落下確率評価に係わる標的面積

単位：k m<sup>2</sup>

発電所	号炉	原子炉建屋 <sup>注1</sup>	原子炉補助 建屋 <sup>注2</sup>	燃料取替用水 タンク建屋	ディーゼル 発電機	中央制御室	循環水ポンプ 建屋 <sup>注5</sup>	合計	標的面積 <sup>注6</sup>
泊発電所	3号炉	0.004582	0.003720	— <sup>注3</sup>	0.000420	— <sup>注4</sup>	0.002795	0.011517	0.0116

注1：炉心、安全系の機器及び使用済燃料ピットを含む

注2：安全系の機器を含む

注3：燃料取替用水ピットは原子炉建屋内に設置

注4：中央制御室は原子炉補助建屋内に設置

注5：海水ポンプを含む

注6：落下確率の算定にあたっては、合計を切り上げて0.0116(3号炉)を使用する

#### 1 4 . 航空機落下による火災影響評価に用いる燃料タンクの投影面積について

航空機落下による火災影響を評価するにあたり、燃焼面積は燃料タンクの投影面積と等しいとしている。評価対象航空機として選定している B747-400 の燃料タンクの寸法については公開されていないため、ボーイング社が公開している B747-400 の機体平面図<sup>※1</sup>の寸法から、以下のとおり推定している。

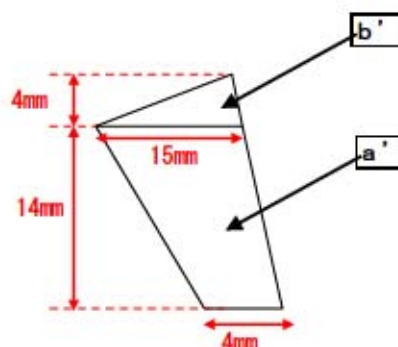
燃料タンクの投影面積から、700m<sup>2</sup>とした。

《尾翼部》

$$a' : (4+15) \times 14 \div 2 = 133 \text{ mm}^2$$

$$b' : 15 \times 4 \div 2 = 30 \text{ mm}^2$$

$$\text{尾翼面積} : (a' + b') \times 2 = 326 \text{ mm}^2$$



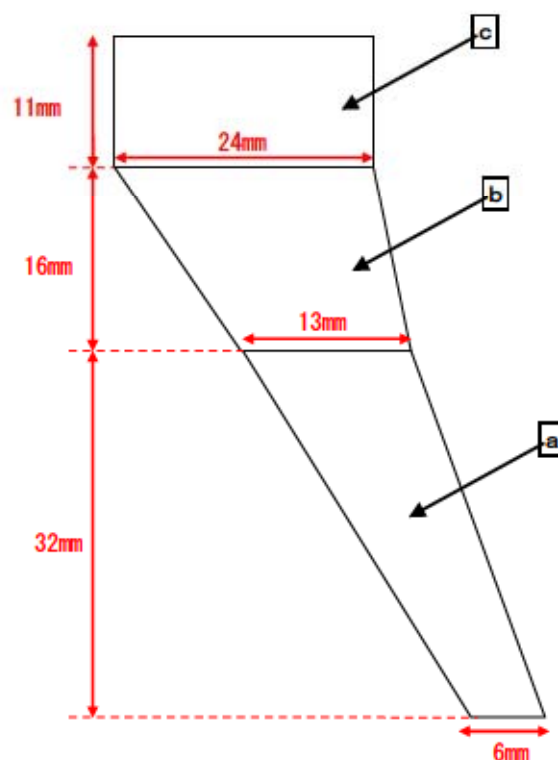
《主翼部》

$$a : (6+13) \times 32 \div 2 = 304 \text{ mm}^2$$

$$b : (13+24) \times 16 \div 2 = 296 \text{ mm}^2$$

$$c : 11 \times 24 = 264 \text{ mm}^2$$

$$\text{主翼面積} : (a + b) \times 2 + c = 1464 \text{ mm}^2$$



合計 : 1790 mm<sup>2</sup>

図面より

$$16 \text{ mm} = 10 \text{ m}$$

$$256 \text{ mm}^2 = 100 \text{ m}^2$$

対象面積 : 699.21 m<sup>2</sup>

評価面積は、700 m<sup>2</sup>とする。

※1 : ボーイング社ホームページ資料「747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning」





## 15. 航空機落下による火災影響評価時の燃料物性値について

### 1. 火災影響評価時に使用する燃料

航空機墜落による火災影響を評価するにあたり、対象航空機としてボーイング 747-400 型機を選定しており、当該機が使用する燃料の種類は、Jet A-1 燃料である。

### 2. 火災影響評価時に必要な燃料物性値

火災影響評価時に必要な燃料物性値は、燃焼する燃料によって決まる定数である放射発散度 ( $R_f$ 、単位： $W/m^2$ )、質量低下速度 ( $M$ 、単位： $kg/m^2 \cdot s$ ) および密度 ( $\rho$ 、単位： $kg/m^3$ ) の3項目である。

#### (1) 放射発散度 ( $R_f$ 、単位： $W/m^2$ )

Jet A-1 燃料に関する放射発散度については、明確な知見がないため、以下のとおり附属書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」に記載されている灯油の値 ( $50 \times 10^3 W/m^2$ ) を用いた。

- ・ASTM D1655-12a 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、物性値は灯油に極めて近い」との記載があること。

なお、石油元売り株式会社へ聞き取り調査を行い、石油連盟の規格における項目として放射発散度がないこと、商品の特徴としては JET 燃料が灯油に分類されていることを確認した。

#### (2) 質量低下速度 ( $M$ 、単位： $kg/m^2 \cdot s$ )

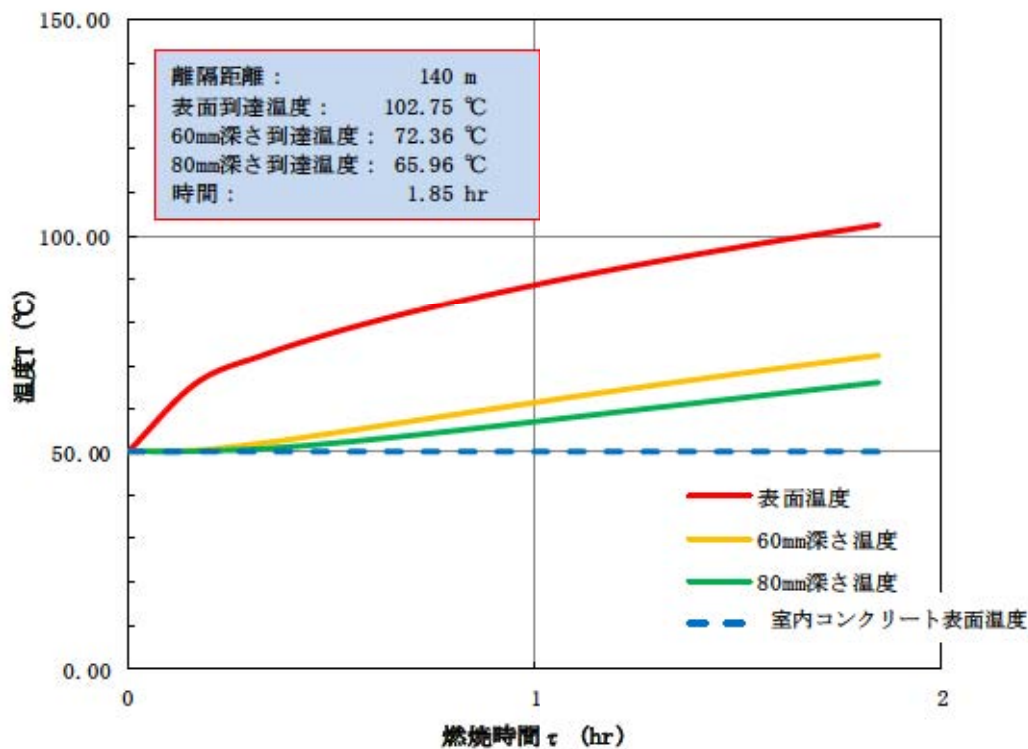
Jet A-1 燃料に関する質量低下速度については、明確な知見がないため、(1) と同様に、NUREG-1805 に記載されている灯油の値 ( $0.039 kg/m^2/s$ ) を用いた。

#### (3) 密度 ( $\rho$ 、単位： $kg/m^3$ )

Jet A-1 燃料に関する密度については、ASTM D1655-12a に  $15^\circ C$  の値として  $775 \sim 840 kg/m^3$  と記載されているため、燃焼継続時間がより長くなる  $840 kg/m^3$  を用いた。

表 評価に用いた主要パラメーター一覧

項目	単位	説明値	設定根拠
輻射発散度 (Rf)	W/m <sup>2</sup>	5.0×10 <sup>3</sup>	火災ガイド附録 B おける灯油
質量低下速度 (M)	kg/m <sup>2</sup> /s	0.039	NUREG-1805 における灯油
密度 (ρ)	kg/m <sup>3</sup>	840	ASTM D1655-12a における Jet A-1
燃焼速度 (v)	m/s	4.64×10 <sup>-5</sup>	v=M/ρ
燃料量 (V)	m <sup>3</sup>	216.84	B747-400 最大積載量
燃焼半径 (R)	m	14.93	R=(S/π) <sup>1/2</sup> S (底面積) =700m <sup>2</sup>
燃焼継続時間 (t)	s	6677	t=V/(π R <sup>2</sup> ×v)
燃焼継続時間 (t)	h	1.85	



注1: 「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁

注2: 「60mm深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁

注3: 「80mm深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ  
ディーゼル発電機建屋屋根スラブ

図 建屋外壁における温度上昇の評価結果

以上



## 16. 航空機落下確率のカテゴリ別の火災影響評価について

### (1) 泊発電所3号機における航空機落下による火災影響評価の方針

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、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設に影響を及ぼさないことを確認する。

「原子力発電所の敷地内への航空機落下墜落による火災の影響評価について」における航空機墜落による火災の想定条件として、以下のとおり記載されている。

- ・航空機は、当該発電所における航空機墜落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。(燃料は満載した状態を想定)
- ・航空機の墜落発電所敷地内であって墜落確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲のうち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。

航空機落下確率評価については、評価条件の違いからカテゴリに分け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、訓練中の事故等、民間航空機と自衛隊機では、その発生状況が必ずしも同一ではない。

泊発電所上空は、自衛隊の訓練空域が設定されているが、米軍の訓練空域は設定されていないため、自衛隊機の訓練空域内の確率を用いて評価した。

訓練空域内に関して、発電所は近くに航空自衛隊千歳基地があり、千歳基地に配備されている自衛隊機を考慮する。

なお、米軍機に関しては、参考として評価を実施した。

民間航空機においては、大型航空機と小型航空機では事故発生件数が大きく異なる。したがって、表-1に示すカテゴリ毎に航空機落下による火災影響を評価する。

表-1 航空機落下による火災影響評価におけるカテゴリ

落下事故のカテゴリ	
1) 有視界飛行方式民間航空機	①大型航空機 (固定翼機、回転翼機)
	②小型航空機 (固定翼機、回転翼機)
2) 自衛隊機	③訓練空域内   航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機

判断基準となる許容温度としては、建屋コンクリート壁を対象とする場合、一般的コンクリートの強度にほとんど影響のないとされている $200^{\circ}\text{C}$ とする。原子炉補機冷却海水ポンプを対象とする場合、モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な冷却空気を取込温度である $80.9^{\circ}\text{C}$ とする。



(2) カテゴリ別の航空機落下による火災の影響評価

a. 有視界飛行方式民間航空機

本カテゴリには、有視界飛行方式で飛行する民間航空機として、不定期便の大型固定翼機、軽飛行機などの小型固定翼機ならびに大型および小型の回転翼機を対象としており、大型航空機（固定翼機、回転翼機）と小型航空機（固定翼機、回転翼機）に分類してそれぞれの評価を実施する。評価の詳細を別紙1、主要な条件および評価結果を表-2に示す。

表-2 主要評価条件および評価結果

カテゴリ		離隔距離 (m)	対象 航空機	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )	評価対象	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
有視界 飛行方式 民間航空機	大型航空機	140	B747-400	216.84	建屋外壁	103	200
					原子炉 補機冷却 海水ポンプ	51.3	80.9
	小型航空機	76	Do228-200	2.52 ※1	※1	※1	※1

※1：日本航空機全集 2013 より抜粋。

※2：自衛隊機 (F-15) より、離隔距離が長く、燃料積載量が少ないため、F-15 に包絡される。

b. 自衛隊機

訓練空域内に関して、発電所は近くに航空自衛隊千歳基地があり、表-3に千歳基地に配備されている自衛隊機を示す。発電所上空の自衛隊訓練空域は、千歳基地所属の自衛隊機と考えられ、対象機種は千歳基地所属の最大燃料容量の F-15 とする。

本カテゴリにおける評価の詳細を別紙2、主要な条件および評価結果を表-4に示す。

表-3 千歳基地に配備されている自衛隊機

所属	機種	用途	燃料積載量
航空自衛隊	F-15DJ, J	要撃戦闘機	14,869 (ℓ)
	T-4	中等練習機	2,271 (ℓ)
	U-125A	救難捜索機	5,674 (ℓ)
	UH-60J	救難ヘリコプター	2,722 (ℓ)

表-4 主要評価条件および評価結果

カテゴリ		離隔距離 (m)	対象 航空機	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )	評価対象	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
訓練空域内 (自衛隊機)	航空自衛隊 千歳基地に 配備されて いる航空機	39	F-15	14.87	建屋外壁	94	200
					原子炉 補機冷却 海水ポンプ	58.3	80.9

(3) まとめ

航空機落下により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、原子炉施設外壁の温度および原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度が許容温度を超えないことから、原子炉施設に熱影響を及ぼすことはない。

なお、本カテゴリを考慮した泊発電所3号炉における航空機落下確率の評価結果を添付資料2に示す。

## 有視界飛行方式民間航空機の落下による火災の影響評価

泊発電所3号機における発電所敷地内への民間航空機落下による火災の影響評価では、評価に使用した落下件数が、大型航空機（固定翼機、回転翼機）2件に対して、小型航空機（固定翼機、回転翼機）が65件となり、大部分は小型航空機が占めている。

有視界飛行方式における小型航空機の事故原因としては、運輸安全委員会の統計資料によると、人的要因または人的要因に関連する複合要因（気象条件など）が8割を占めて、死亡者も10年間（平成13年10月～平成24年10月）で大型航空機0名に対して、小型航空機は34名に達している。

大型航空機と小型航空機のそれぞれの落下確率によって、想定する落下箇所が決まる。建屋への影響評価は、対象航空機の燃料積載量に大きく左右されるため、火災影響評価は分割して行う。

大型航空機（固定翼機、回転翼機）と小型航空機（固定翼機、回転翼機）は、過去の事故の発生状況から分類することが可能で、以下の燃料積載量の最も大きい機種を対象とした。

	対象機種	燃料積載量
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	B747-400	216.84 (m <sup>3</sup> )
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	Do228-200	2.52 (m <sup>3</sup> )

## (1) 落下地点の想定

## a. 標的面積

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25原院第1号）に基づき、落下確率 $10^{-7}$ （回/炉・年）に相当する標的面積を算出した。

## (a) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$$

$P_v$  : 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（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



パラメータ	3号炉
$f_v$ 注1	大型固定翼機 0.5/20=0.025 小型固定翼機 35/20=1.75 大型回転翼機 2/20=0.1 小型回転翼機 30/20=1.50
$S_v$ 注1	37.2万
$A$ 注2	0.0116
$\alpha$ 注3	大型固定翼機、大型回転翼機：1 小型固定翼機、小型回転翼機：0.1

注1：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。なお、大型固定翼機については平成3年～平成22年の間に事故は発生していないため、保守的に0.5件として評価した。

注2：原子炉建屋、循環水ポンプ建屋及び原子炉補助建屋の一部（他号炉に係わる部分を除く）等の合計値

注3：「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について(内規)」による。

有視界飛行方式民間航空機の落下事故が、 $10^{-7}$ [回/炉・年]を越えないことから、

$$P_v = 10^{-7}$$

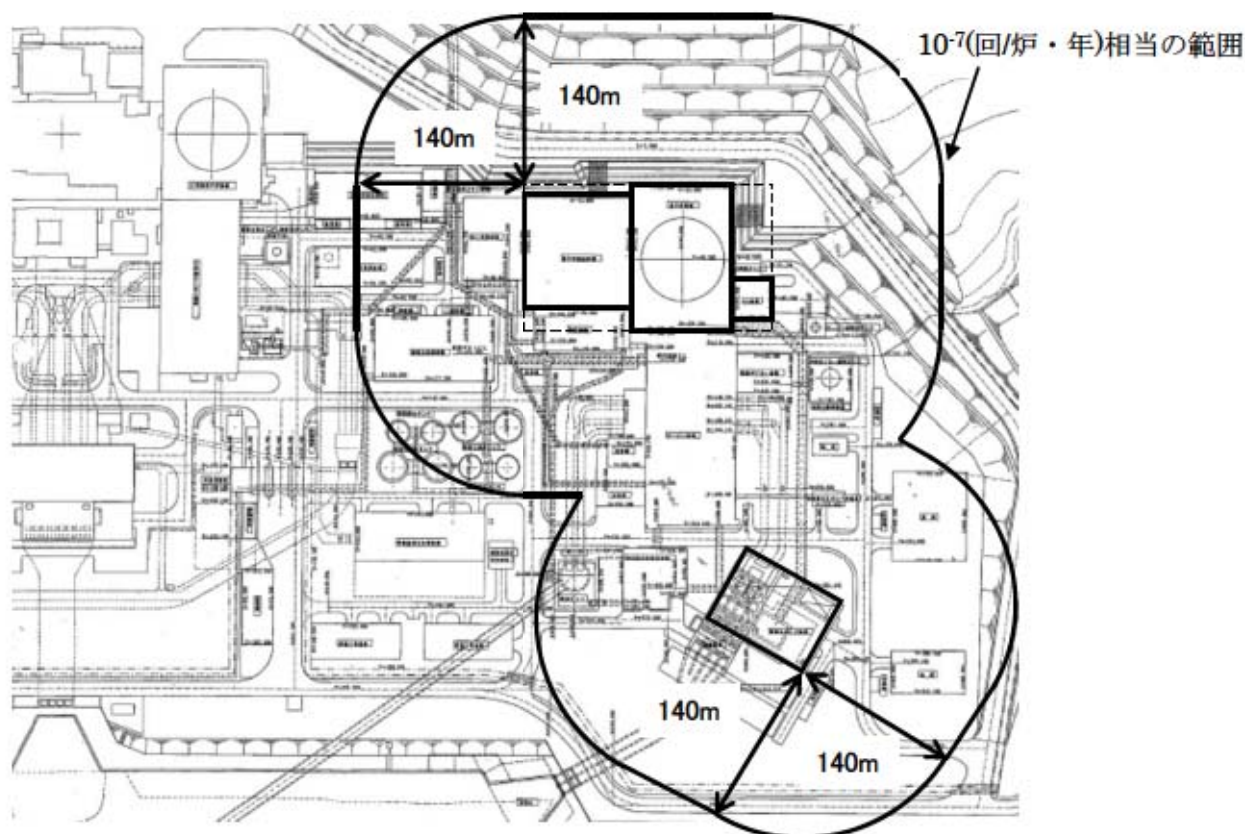
となる標的面積（A）を求めると、以下となる。

	標的面積
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	0.29 (km <sup>2</sup> )
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	0.11 (km <sup>2</sup> )

#### b. 離隔距離

泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積より、以下の離隔距離を算出した。

	離隔距離
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	140 (m)
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	76 (m)



別図-1 隔離距離 140m の算出イメージ

(2) 火災影響評価

a. 想定条件

○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい有視界飛行による民間航空機（固定翼機および回転翼機）として、以下を対象機種とした。

	対象機種	燃料積載量
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	B747-400	216.84 (m <sup>3</sup> )
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	Do228-200	2.52 (m <sup>3</sup> )

○原子炉施設からの離隔距離は、以下とした。

	離隔距離
大型航空機（固定翼機、回転翼機）	140 (m)
小型航空機（固定翼機、回転翼機）	76 (m)

○ただし、小型航空機は自衛隊機（F-15）より、燃料積載量が少なく、離隔距離が長いため、F-15の評価に包絡される。



- 航空機の墜落によって燃料に着火し、火災が起こることを想定した。
- 気象条件は無風状態とした。
- 火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とした。
- 輻射強度の算定としては、油火災において任意の位置にある輻射強度（熱）を計算により求めるため、半径が1.5m以上の場合で火災の高さ（輻射体）を半径の3倍にした円筒火災モデルを採用した。

b. 必要データ

評価に用いるデータ（B747-400）は以下のとおりとした。

燃料量 [m <sup>3</sup> ]	: 216.84
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	: 50×10 <sup>3</sup>
燃焼速度 [m/s]	: 4.64×10 <sup>-5</sup>
航空機墜落地点 [-]	: 原子炉施設から140 [m] 離れた地点

なお、小型航空機は最大離陸重量 5,699kgであり、「航空機落下事故に関するデータの整備」付2-3に定める大型機の定義「最大離陸重量が5,700kgを超えるもの」にあたらぬ航空機のうち、燃料積載量最大のものとした。その燃料積載量は 4,223lb (1,916kg) でありF-15の評価に包絡される。

c. 燃焼半径の算出

円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は航空機の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した。

$$R = (S / \pi)^{1/2}$$

S : 燃料タンクの投影面積（火炎円筒の底面積）= 700 [m<sup>2</sup>]

$$R = (700 / \pi)^{1/2} = 14.93 \text{ [m]}$$

d. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

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

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

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

ここで、R=14.93、L=140 として形態係数 $\phi$ を求めると、 $\phi = 2.30 \times 10^{-2}$ となる。



e. 輻射強度の評価

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掛けた値となる。

$$E = R f \times \phi$$

E : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>]、R f : 輻射発散度[W/m<sup>2</sup>]、 $\phi$  : 形態係数

ここで、 $Rf = 50 \times 10^3$ 、 $\phi = 2.3 \times 10^{-2}$ とし、輻射強度Eを求めると、 $1.15 \times 10^3$ [W/m<sup>2</sup>]

f. 燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

$$t = V / (\pi R^2 \times v)$$

t : 燃焼継続時間[s]、V : 燃料量[m<sup>3</sup>]

v : 燃焼速度[m/s] = M /  $\rho$ 、M : 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s]

$\rho$  : 燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで、 $V = 216.84$ 、 $v = 4.64 \times 10^{-5}$ 、 $R = 14.93$ とし、燃焼継続時間 t を求めると、 $216.84 / (\pi \times 14.93^2 \times 4.64 \times 10^{-5}) = 6673$ [s] = 1.85[h]

g. 建屋外壁の熱影響評価

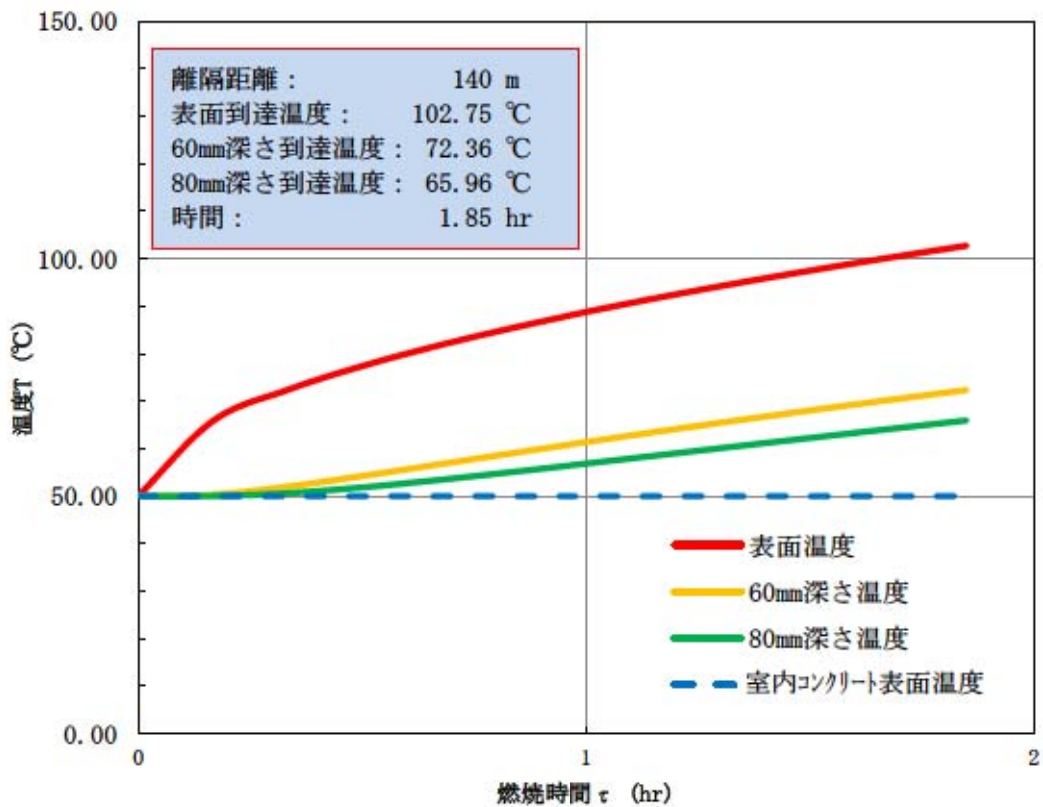
有視界飛行方式民間航空機を対象に、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとしてコンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

その結果、原子炉施設外壁の表面の温度は最大で約103℃となり、許容温度を下回る（図1参照）。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。

h. 原子炉補機冷却海水ポンプの熱影響評価

有視界飛行方式民間航空機を対象に、一定の輻射強度で昇温されるものとして原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を求め、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

その結果、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度は最大で約51.3℃となり、許容温度を下回る。



注1 : 「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁 (断熱材なしの評価)

注2 : 「60mm深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁

注3 : 「80mm深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ  
ディーゼル発電機建屋屋根スラブ

図1 建屋外壁における温度上昇の評価結果

## 自衛隊機の落下による火災の影響評価

## (1) 落下地点の想定

## a. 標的面積

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」(平成21・06・25原院第1号)に基づき、落下確率 $10^{-7}$ (回/炉・年)に相当する標的面積を算出した。

## (a) 訓練空域内を飛行中の落下事故

$$P_{si} = (f_{si}/S_i) \cdot A$$

$P_{si}$  : 訓練空域内での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

$f_{si}$  : 単位年当たりの訓練空域内落下事故率 (回/年)

$S_i$  : 全国の陸上の訓練空域の面積 ( $\text{km}^2$ )

A : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

パラメータ	3号炉
$f_{si}$ 注1	自衛隊機( $f_{si}$ ) 3/20=0.15
$S_i$ 注1	自衛隊機( $S_i$ ) 7.72万

注1:「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人原子力安全基盤機構)による。

自衛隊の訓練空域内での訓練中または米軍機の訓練空域外を飛行中の落下事故がこれらの式より、 $P_{si}=10^{-7}$ [回/炉・年]となるAを求めると、以下となる。

## 《訓練空域内(自衛隊機)》

	標的面積
航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	0.051 ( $\text{km}^2$ )

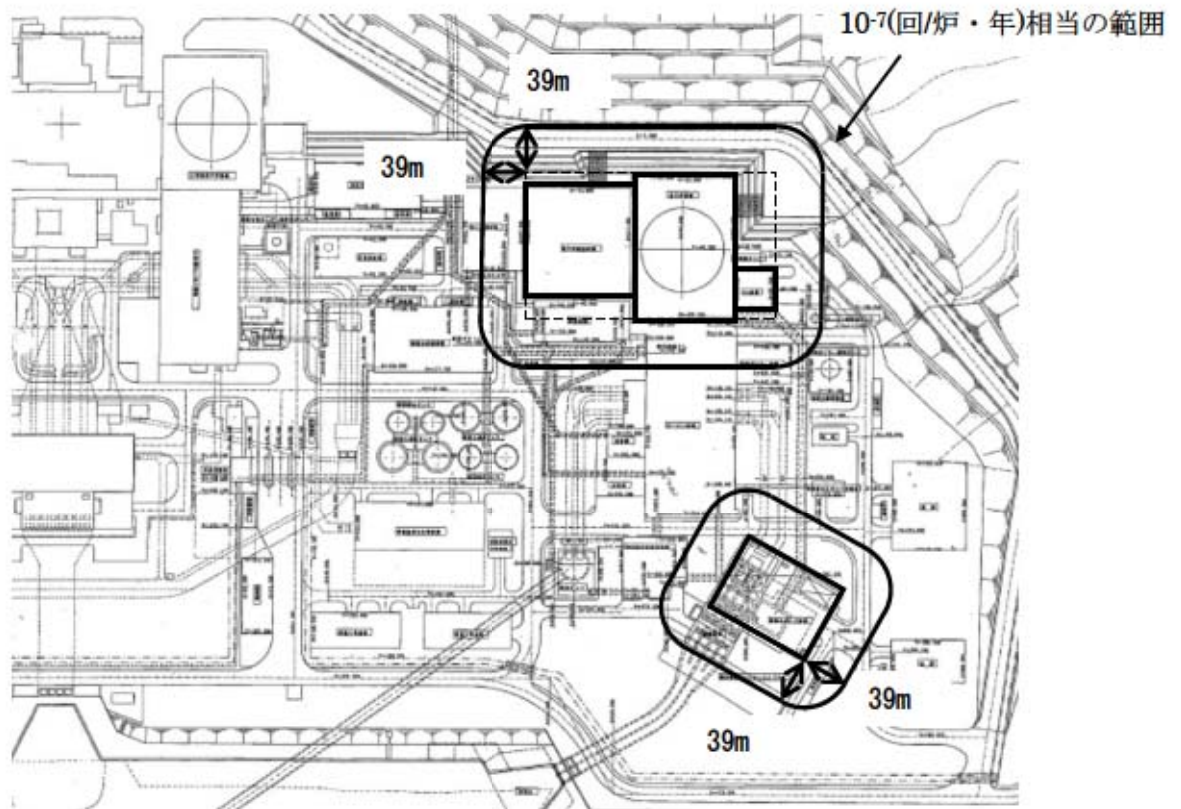
## b. 離隔距離

泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積に基づき、これらの施設の周囲に離隔距離を算出した。



《訓練空域内（自衛隊機）》

	隔離距離
航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	39 (m)



別図－1 隔離距離 39m の算出イメージ

(2) 火災影響評価

a. 想定条件

○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい以下を対象機種とした。

《訓練空域内（自衛隊機）》

	対象機種	燃料積載量
航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )

○原子炉施設からの離隔距離は、以下とした。

《訓練空域内（自衛隊機）》

	離隔距離
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	39 (m)

○その他については、別紙2の有視界飛行民間航空機の落下による火災の影響評価と同じ条件とした。

b. 必要データ

評価に用いるデータ（F-15）は以下のとおりとした。

燃料量 [m<sup>3</sup>] : 14.87

輻射発散度 [W/m<sup>2</sup>] : 58×10<sup>3</sup>

燃焼速度 [m/s] : 6.71×10<sup>-5</sup>

航空機墜落地点 [-] : 原子炉施設から39 [m]離れた地点

c. 燃焼半径の算出

円筒火災モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は航空機の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した。

$$R = (S / \pi)^{1/2}$$

S : 燃料タンクの投影面積（火炎円筒の底面積）= 44.6 [m<sup>2</sup>]

$$R = (44.6 / \pi)^{1/2} = 3.77 \text{ [m]}$$

d. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

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

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]

ここで、R=3.77、L=39 として形態係数 $\phi$ を求めると、 $\phi = 1.90 \times 10^{-2}$ となる。

e. 輻射強度の評価

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掛けた値となる。

$$E = R f \times \phi$$

E : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>]、R f : 輻射発散度[W/m<sup>2</sup>]、 $\phi$  : 形態係数

ここで、 $Rf=58 \times 10^3$ 、 $\phi = 1.9 \times 10^{-2}$ とし、輻射強度Eを求めると、 $1.10 \times 10^3$ [W/m<sup>2</sup>]

#### f. 燃焼継続時間の算出

燃焼時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

$$t = V / (\pi R^2 \times v)$$

t : 燃焼継続時間[s]、V : 燃料量[m<sup>3</sup>]

v : 燃焼速度[m/s] = M /  $\rho$ 、M : 質量低下速度[kg/m<sup>2</sup>・s]

$\rho$  : 燃料密度[kg/m<sup>3</sup>]

ここで、 $V=14.87$ 、 $v=6.71 \times 10^{-5}$ 、 $R=3.77$ とし、燃焼継続時間 t を求めると、  
 $14.87 / (\pi \times 3.77^2 \times 6.71 \times 10^{-5}) = 4963$ [s] = 1.38[h]

#### g. 建屋外壁の熱影響評価

自衛隊機を対象に、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施設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。

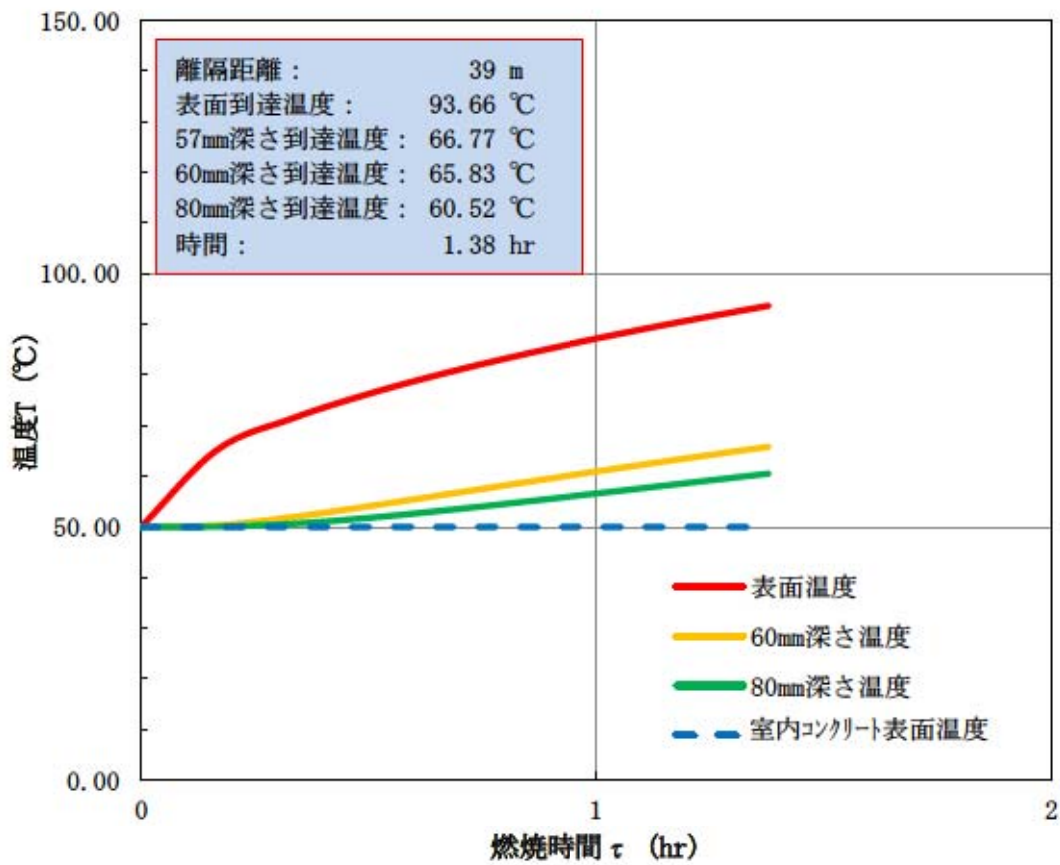
その結果、原子炉施設外壁の表面の温度は最大で約94℃となり、許容温度を下回る(図1参照)。なお、燃焼継続時間以降は、熱源がなくなることから初期温度まで徐々に低下する。

#### h. 原子炉補機冷却海水ポンプの熱影響評価

自衛隊機を対象に、一定の輻射強度で昇温されるものとして原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度を求め、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

その結果、原子炉補機冷却海水ポンプの外気吸い込み温度は最大で約58.3℃となり、許容温度を下回る。





注1 : 「表面温度」は、ディーゼル発電機建屋外壁（断熱材なしの評価）

注2 : 「60mm深さ温度」は、原子炉建屋外壁、原子炉補助建屋外壁

注3 : 「80mm深さ温度」は、原子炉建屋屋根スラブ、原子炉補助建屋屋根スラブ  
ディーゼル発電機建屋屋根スラブ

図1 建屋外壁における温度上昇の評価結果

(参考)

## 米軍機の落下による火災の影響評価

米軍の訓練空域は全国に一部存在するが、泊発電所は訓練空域とはなっていないため、航空機落下評価として、米軍は訓練空域外として評価する。

米軍機の機種分類としては、機密な部分が多いため、自衛隊機の代表的な機種のデータを用いることとした。

米軍機の対象機種を選定するにあたって、自衛隊の主要航空機（大型固定翼機）の用途を抽出した結果、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等があった。（平成25年度防衛白書より）

主要航空機の用途のうち、「哨戒」、「輸送」、「空中給油」および「早期警戒」を用途とする大型固定翼機については、高高度の巡航を行うものと考えられ、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。

米軍機の分類としては、上記の「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」と「戦闘」、「連絡偵察」および「偵察」を用途とする「その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機」に大きく分ける。

火災影響評価において、米軍機は、以下の燃料積載量の最も大きい機種を採用しているものとして評価した。

### 《訓練空域外（米軍機）》

	対象機種	燃料積載量 (m <sup>3</sup> )
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	145.03
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	F-15	14.87

### (1) 落下地点の想定

#### a. 標的面積

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25原院第1号）に基づき、落下確率 $10^{-7}$ （回/炉・年）に相当する標的面積を算出した。

#### (a) 訓練空域外を飛行中の落下事故

$$P_{so} = (f_{so}/S_o) \cdot A$$

$P_{so}$  : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回/年）

$f_{so}$  : 単位年当たりの訓練空域内落下事故率（回/年）

$S_0$  : 全国の陸上の訓練空域の面積 ( $\text{km}^2$ )

$A$  : 原子炉施設の標的面積 ( $\text{km}^2$ )

パラメータ	3号炉
$f_{50}$ 注1	米軍機( $f_{50}$ ) $1/20=0.05$ (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) 米軍機( $f_{50}$ ) $4/20=0.20$ (その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機)
$S_0$ 注1	米軍機( $S_0$ ) 37.2万

注1 : 「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人原子力安全基盤機構)による。

米軍機の訓練空域外を飛行中の落下事故がこれらの式より、 $P_{50}=10^{-7}$ [回/炉・年]となる $A$ を求めると、以下となる。

《訓練空域外 (米軍機)》

	標的面積
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	0.74 ( $\text{km}^2$ )
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	0.18 ( $\text{km}^2$ )

b. 離隔距離

泊発電所3号機において、火災評価上の評価対象となる原子炉施設は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および循環水ポンプ建屋である。求めた標的面積に基づき、これらの施設の周囲に離隔距離を算出した。

《訓練空域外 (米軍機)》

	離隔距離
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	263 (m)
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)

(2) 火災影響評価

a. 想定条件

○対象とする航空機は、燃料搭載量が最大の機種とするため、燃料積載量の大きい以下を対象機種とした。



《訓練空域外（米軍機）》

	対象機種	燃料積載量
空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767	145.03 (m <sup>3</sup> )
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	F-15	14.87 (m <sup>3</sup> )

○原子炉施設からの離隔距離は、以下とした。

《訓練空域外（米軍機）》

	離隔距離
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	263 (m)
その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機	109 (m)

○その他については、別紙2の有視界飛行民間航空機の落下による火災の影響評価と同じ条件とした。

b. 評価結果

米軍機の火災影響評価に関しては、「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」は、想定する機種の燃料積載量が民間大型航空機の燃料積載量より少なく、離隔距離が長いため、民間大型航空機に包絡される。「その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機」は、想定する機種が自衛隊機の想定する機種と同等で、離隔距離が自衛隊機より長いため、自衛隊機に包絡される。

## 評価に用いた設定値について

## (1) 評価対象の許容温度

- ・建屋コンクリート：200 (°C) <sup>1)</sup>
- ・原子炉補機冷却海水ポンプ：80.9 (°C)

## (2) 航空機の仕様

項目	民間航空機	自衛隊機	米軍機 (参考)
想定した機種	B747-400	F-15	KC-767
燃料の種類	Jet A-1+灯油	JP-4	JP-4
燃料の最大積載量 (m <sup>3</sup> )	216.84 <sup>2)</sup>	14.87 <sup>4)</sup>	145.03 <sup>6)</sup>
燃料タンクの投影面積 (m <sup>2</sup> )	700 <sup>3)</sup>	44.6 <sup>5)</sup>	405.2 <sup>7)</sup>

## (3) 燃料物性値

項目	民間航空機	自衛隊機
輻射発散度 (Rf)	50×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>8)</sup>	58×10 <sup>3</sup> (W/m <sup>2</sup> ) <sup>11)</sup>
質量低下速度 (M)	0.039 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>9)</sup>	0.051 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>12)</sup>
密度 (ρ)	840 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>10)</sup>	760 (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>12)</sup>
燃焼速度 (v=M/ρ)	4.64×10 <sup>-5</sup> (m/s)	6.71×10 <sup>-5</sup> (m/s)

## (注釈)

- 1) 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財団法人 日本建築センター
- 2) ボーイング社ホームページ “Technical Characteristics Boeing 747-400” に記載の値
- 3) ボーイング社ホームページ資料「747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning」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
- 4) 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)
- 5) 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) 及び文献7) 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。
- 6) 世界の航空機年鑑2012-2013に記載の値及び燃料密度から算出した値。
- 7) 航空ジャーナル世界の軍用機1986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
- 8) 「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」の附属Bにおける灯油の値
- 9) NUREG-1805における灯油の値
- 10) ASTM D1655-12aにおけるJet A-1の値

- 11) 「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
- 12) 「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering FOURTH EDITION」のJP-4の値



(添付資料2)

火災影響評価でのカテゴリ等を踏まえた泊発電所3号炉における航空機落下確率評価結果

(回/炉・年)

号炉	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故			
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故			①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		②基地-訓練空域間往復時の落下事故	
			訓練空域内	訓練空域外				
3号炉	-	-	大型航空機 (固定翼機、 回転翼機)	小型航空機 (固定翼機、 回転翼機)	航空自衛隊千歳基地に配備されている航空機	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		その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機
			3.90×10 <sup>-9</sup>		1.01×10 <sup>-8</sup>	2.25×10 <sup>-8</sup>	1.55×10 <sup>-9</sup>	6.24×10 <sup>-9</sup>
			1.40×10 <sup>-8</sup>		3.03×10 <sup>-8</sup>			

※：「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)より算出。

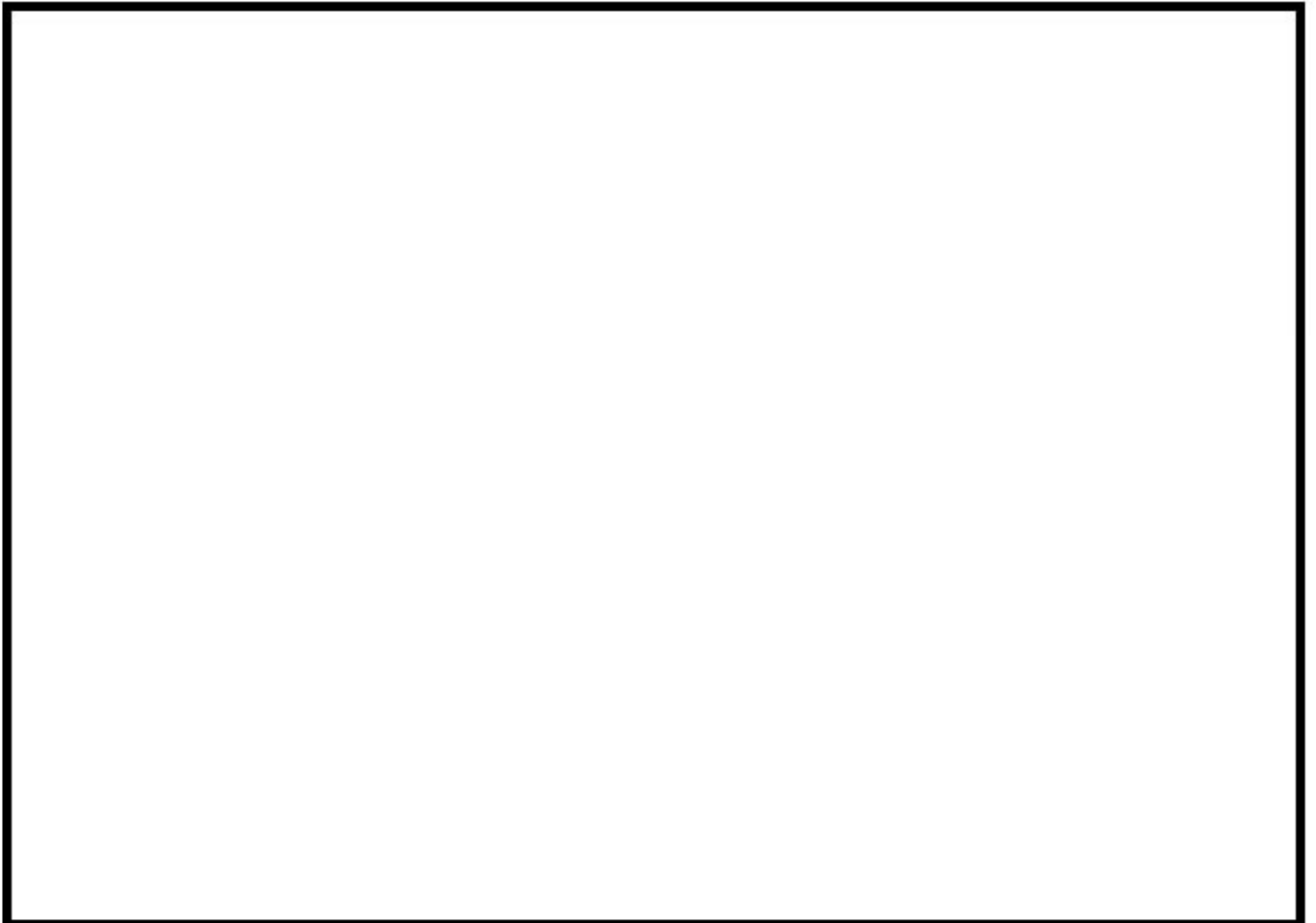
## 17. 航空機落下とタンク火災による影響評価結果について

### 1. 建屋外壁および屋根スラブの影響評価結果について

航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災による各建屋の外壁および屋根スラブの影響評価を行った。

この結果、原子炉建屋は、外壁および屋根スラブについて許容温度 200℃を下回ることを確認した。また、ディーゼル発電機建屋は外壁および屋根スラブの一部に、断熱材あるいはコンクリート板を設置することで、ディーゼル発電機建屋躯体コンクリートは許容温度 200℃を下回ることを確認した。

原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋は原子炉建屋より離隔距離が長くなるため、200℃を下回ることを確認した。



## 2. 原子炉建屋の影響評価結果

航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災の重畳による影響評価を行った結果、外壁（躯体コンクリート）にて約 173℃、屋根（躯体コンクリート）にて約 155℃となり、許容温度 200℃を下回ることを確認した。

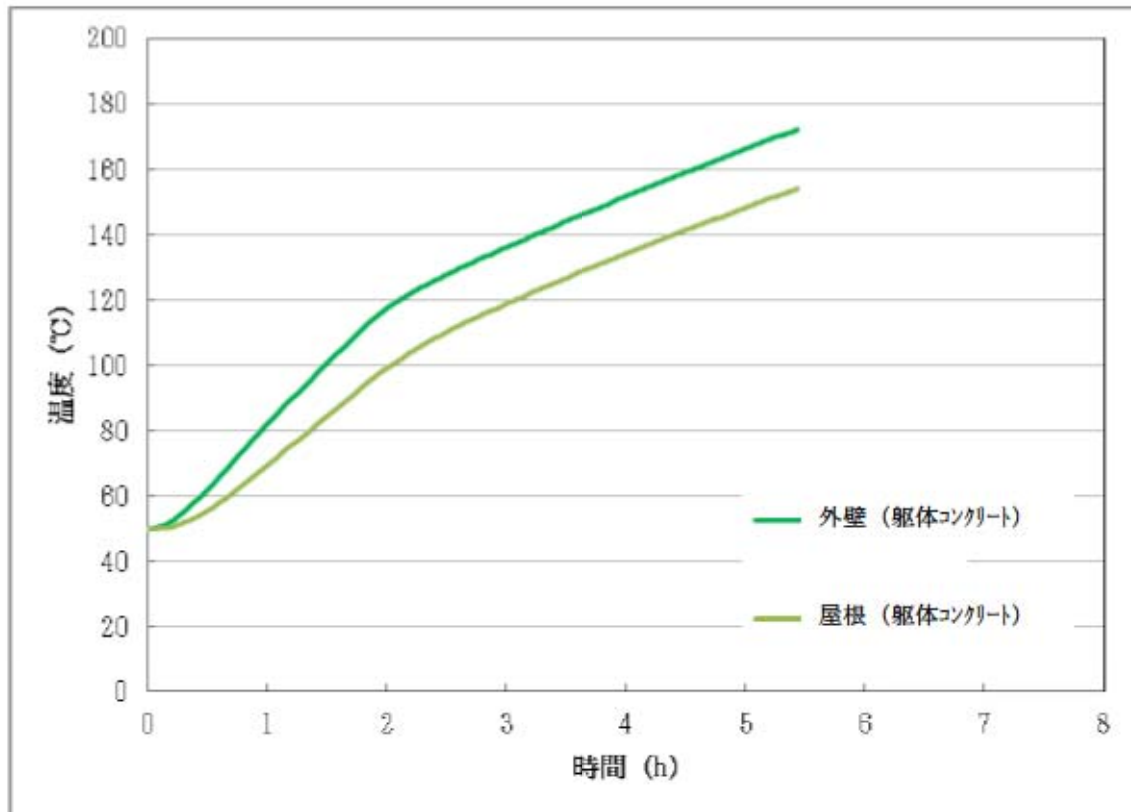


図 1 7 - 1 原子炉建屋における影響評価結果（航空機と補助ボイラー燃料タンク）



### 3. ディーゼル発電機建屋の影響評価結果

ディーゼル発電機建屋外壁に断熱材を設置した状態で航空機落下と補助ボイラー燃料タンク火災における影響評価を行い、建屋躯体コンクリート表面が約 94℃（周囲温度 50℃）となり、許容温度 200℃を下回ることを確認した。

屋根スラブは、既存の防水押さえコンクリート厚さが 80mm であり、30mm のコンクリート板を防水押さえコンクリート上に設置した状態で影響評価した結果、建屋躯体コンクリート表面温度が約 171℃となり、200℃以下になることを確認した。

### 4. 原子炉補助建屋の影響評価結果

原子炉補助建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 112m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

### 5. 循環水ポンプ建屋の影響評価結果

循環水ポンプ建屋は、補助ボイラー燃料タンクから約 100m 離れており、200℃を下回ることを確認した原子炉建屋より、さらに離隔距離が確保されていることから、許容温度を下回ることとなり、建屋の健全性は確保される。

### 6. 海水ポンプの影響評価について

原子炉補機冷却海水ポンプを設置している循環水ポンプ建屋の評価の結果、建屋内空気の最高到達温度が約 68℃となり、許容温度 80.9℃以下であることを確認した。

### 7. 防護措置について

建屋外壁および屋根スラブの防護措置は、200℃を超える範囲について実施するものとし、防護措置実施範囲および断熱材設置イメージを添付 1 に示す。

ディーゼル発電機建屋の防護措置実施範囲および断熱材設置イメージ



## 8. 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

原子炉施設の外壁に設置されている機器（防護扉等）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。

### (1) 評価対象範囲

評価対象は、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。

- ・ 3B-ディーゼル発電機室外扉及び 3B-ディーゼル発電機室
- ・ フード（換気空調系の給気口）
- ・ 配管貫通部

なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も熱影響を受ける位置にあるもの（発熱源に近く、機器本体だけでなく建屋内部へ熱影響が及ぶ可能性のあるもの）を評価することによって、その他の機器は本評価に包絡される。

発熱源は、火災時の輻射強度が大きい補助ボイラー燃料タンク、航空機とするが、建屋内への熱影響が確認された場合は内気温度についても評価する。

### (2) 3B-ディーゼル発電機室外扉及び 3B-ディーゼル発電機室の熱影響評価について

#### a. 外扉の温度評価

##### (a) 評価対象

補助ボイラー燃料タンクに最も近くに位置しており、輻射強度が最も大きくなる 3B-ディーゼル発電機室の外扉を評価対象とする。

なお、他に 3A-ディーゼル発電機室の外扉があるが、補助ボイラ燃料タンクからの離隔距離は 3B-ディーゼル発電機室より離れているため、熱影響評価は 3B-ディーゼル発電機室の熱影響評価に包絡される。

ディーゼル発電機室外扉と火災源との位置関係を 17-2 図に示す。





17-2図 想定する補助ボイラ燃料タンクと航空機墜落による火災の  
火災源と3B-ディーゼル発電機外扉の位置図

(b) 想定条件

- イ. 火災源は、補助ボイラ燃料タンクと航空機墜落の重畳火災とした。
- ロ. 外扉は、保守的に、扉外面の最も熱影響を受けやすい金属を外扉の構造材（均質体）とした。
- ハ. 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した。

想定する火災の条件を表17-1に示す。

表17-1 想定する重畳火災の条件

評価対象	火災源	離隔距離 <sup>※</sup> [m]	輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	火炎継続時間 [s]
3B-ディーゼル発電機室 外扉	補助ボイラ燃料タンク	43	3,298.80	19,556
	航空機墜落	140	1,100.52	6,677

※ ディーゼル発電機建屋までの離隔距離を採用した。

以下に概念図を示す。

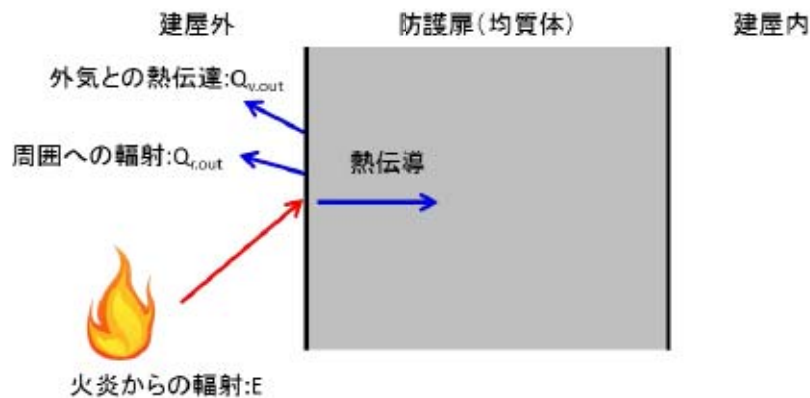


図 1 7 - 3 伝熱の概念図

(c) 必要データ

評価の初期条件として必要なパラメータ及びパラメータの出典と保守性の考え方について表 1 7 - 2 に示す。

表 1 7 - 2 建屋外扉及び隣接室の熱影響評価における初期条件の設定 (1 / 2)

項目	パラメータ	保守性	出典と保守性の考え方
外気温度 $T_{\infty}$ [°C]	50	○	日射の影響を考慮し、初期温度としている
3B-DG 室外扉の厚さ L [m]	0.3353	—	設計寸法
3B-DG 室外扉熱吸収率 $\varepsilon$ [—]	1.0	○	熱吸収はないものとしている
3B-DG 室外扉比熱 $C_p$ [J/(kg/K)]	473	—	伝熱工学資料より軟鋼の物性値を引用
3B-DG 室外扉密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	7860	—	
3B-DG 室外扉熱伝導率 $\lambda$ [W/m/K]	51.6	—	
3B-DG 室外扉熱拡散率 $\alpha$ [m <sup>2</sup> /s]	$1.388 \times 10^{-5}$	—	
内表面熱伝達率 $h_1$ [W/(m <sup>2</sup> /K)]	8.29	—	空気調和・衛生工学便覧より引用
空気比熱 $C_{p1}$ [J/(kg/K)]	1007	—	伝熱工学資料より大気圧における値を引用
空気密度 $\rho_1$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1.150	○	伝熱工学資料より引用 3B-DG 室の給気温度については、過去 10 年間の気象データから最大気温である 30°C の値を使用
3B-DG 室体積 $V_1$ [m <sup>3</sup> ]	1858	—	設計値

表 17-2 建屋外扉及び隣接室の熱影響評価における初期条件の設定 (2/2)

項目	パラメータ	保守性	出典と保守性の考え方
3B-DG 室受熱面積 $A_1$ [ $m^2$ ]	7.07	—	3B-DG 室外扉表面積を設計寸法より算出
3B-DG 室吹出温度 $T_{a1}$ [ $^{\circ}C$ ]	30	○	過去 10 年間の気象データから最大気温である $30^{\circ}C$ の値を使用
3B-DG 室換気風量 $m_1$ [ $kg/s$ ]	27.255	—	設計値
3B-DG 室室内負荷 $Q_1$ [ $W$ ]	518500	—	設計値

(d) 外気への放熱条件

外扉から外気への放熱として、周囲への輻射及び外気への熱伝達を考慮する。

周囲への輻射は、外面放射率を 1.0 とする。

外気への熱伝達は、扉から外気への熱伝達率の温度変化を考慮して、熱伝達率を Bayley の式より算出する。(図 17-4)。

Bayley の式は以下のように表せる。

Bayley の式

$$Nu = \frac{hL}{\lambda} = 0.10Ra^{\frac{1}{3}}$$

$$Ra = \frac{g\beta(T_W - T_{\infty})L^3}{\nu\alpha}$$

より、自然対流熱伝達率  $h$  は次式から求められる。

$$h = 0.10\lambda \left( \frac{g\beta(T_W - T_{\infty})}{\nu\alpha} \right)^{\frac{1}{3}}$$

と表せる。ここで、

$h$ : 熱伝達率 [ $W/m^2/K$ ]

$T_W$ : 扉の表面温度 [ $^{\circ}C$ ]

$T_{\infty}$ : 扉から離れた位置での外気温度 ( $50^{\circ}C$ )

$Nu$ : ヌセルト数 [-]

$L$ : 扉の高さ ( $2.525[m]$ )

$\lambda$ : 外気の熱伝導率\* [ $W/m/K$ ] (境界平均温度  $(T_W + T_{\infty})/2$  における値)

$Ra$ : レイリー数 [-]

$g$ : 重力加速度 ( $9.80665[m/s^2]$ )



$\beta$ :体膨張率[1/K] (境界平均温度( $T_w + T_\infty$ )/2の逆数)

$\nu$ :動粘性率\*[m<sup>2</sup>/s]

$\alpha$ :熱拡散率[m<sup>2</sup>/s](=  $\lambda/\rho c_p$ )

$C_p$ :空気比熱\*[J/kg/K]

$\rho$ :空気密度\*[kg/cm<sup>3</sup>]

※:伝熱工学資料記載値から算出

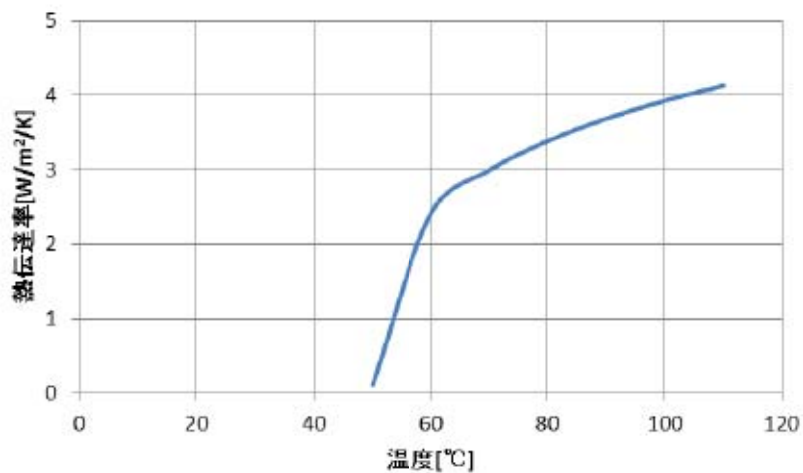


図 17-4 自然対流熱伝達 (Baylay の式)

(e) 外扉の内外面温度評価

以下の式に示す一次元非定常熱伝導方程式を用いて、外扉外面及び内面温度を求める。

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

ここで、

$T$ : 3B-DG 室外扉温度[°C]

$t$ : 時刻[s]

$x$ : 外扉における外面からの距離[m]

$\alpha$ : 3B-DG 室外扉熱拡散率[m<sup>2</sup>/s](=  $\lambda/\rho c_p$ )

$\lambda$ : 3B-DG 室外扉熱伝導率[W/m/K]

$\rho$ : 3B-DG 室外扉密度(7860[kg/m<sup>3</sup>])

$C_p$ : 3B-DG 室外扉比熱(473[J/(kg/K)])

評価結果を表 17-3 に示す。

表 17-3 外扉温度評価結果

外扉外側 [°C]	外扉内側 [°C]
約 113	約 106

(f) 熱影響の有無の評価

評価の結果、補助ボイラ燃料タンクと航空機墜落の重畳火災による外扉の最高温度は、扉外面約 113°C、扉内面約 106°Cとなった。

b. 3B-DG 室の温度評価

建屋内に設置されている燃料油サービスタンクからの燃料供給により、ディーゼル発電機を運転している状態とし、運転状態の設計室内温度から、室内に設置している機器等への影響について評価する。

(a) 評価条件

- イ. 火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、扉内面温度約 106°C 一定としたときの放熱量を評価対象室への入熱とした。
- ロ. 3B-DG 室に隣接している部屋のうち、放熱面積と室内負荷が最も大きいのは 3A-DG 室であるが、室内容積、換気風量、室内負荷が 3B-DG と同等であることから、3B-DG 室を対象とすることで、3A-DG 室等の隣接室内機器への評価は包絡される。
- ハ. ディーゼル発電機は、運転しているものとした。
- ニ. 換気空調設備については、ディーゼル発電機室換気装置による除熱とした。

(b) 建屋内の温度評価

内気温度は、火災による外扉内面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び周囲壁と空調による除熱を考慮し、次式で求める。

$$\frac{dT_R}{dt} = \frac{Q_1 + Q_D - Q_V}{\rho_1 C_{p1} V_1} \quad (\text{式 1})$$

$T_R$  : 3B-DG 室室温[°C]

$Q_1$  : 3B-DG 室熱負荷(518500[W])

$Q_D$  : 火災による 3B-DG 室外扉温度上昇に伴う熱負荷[W]

$Q_V$  : 3B-DG 室における空調による除熱[W]

$\rho_1$  : 3B-DG 室空気密度(1.150[kg/m<sup>3</sup>])

$C_{p1}$  : 3B-DG 室空気定圧比熱(1007[J/kg/K])

$V_1$  : 3B-DG 室体積(1858[m<sup>3</sup>])

式 1 記載の外部火災による 3B-DG 室外扉の温度上昇に伴う熱負荷 $Q_D$ は、

3B-DG 室外扉から 3B-DG 室への熱伝達を考慮して、次式のように表せる。

$$Q_D = A_1 h_1 (T_{max} - T_R) \quad (\text{式 2})$$

$h_1$  : 3B-DG 室外扉内表面熱伝達率[W/m<sup>2</sup>/K]

$A_1$  : 3B-DG 室外扉表面積(7.07[m<sup>2</sup>])

$T_{max}$  : 3B-DG 室外扉内側最高温度(106[°C])

式 1 記載の空調による除熱  $Q_v$  は、次式のように表せる。

$$Q_v = m_1 c_{p1} (T_R - T_{a1}) \quad (\text{式 3})$$

$m_1$  : 3B-DG 室換気風量(27.255[kg/s])

$c_{p1}$  : 3B-DG 室の定圧比熱(1007[J/kg/K])

$T_{a1}$  : 3B-DG 室吹出温度(30[°C])

以上より、式 2 から式 3 までを式 1 に代入し、3B-DG 室の室温を下式より算出する。

$$T_R = \left( T_1 - \frac{\beta}{\alpha} \right) \exp(-\alpha t) + \frac{\beta}{\alpha} \quad (\text{式 4})$$

$T_1$  : 3B-DG 室内気初期温度[°C]

$t$  : 火災継続時間[s]

$$\alpha = \frac{A_1 h_1 + m_1 c_{p1}}{\rho_1 c_{p1} V_1} \quad (\text{式 5})$$

$$\beta = \frac{Q_1 + A_1 h_1 T_{max} + m_1 c_{p1} T_{a1}}{\rho_1 c_{p1} V_1} \quad (\text{式 6})$$

$$T_1 = \frac{Q_1}{m_1 c_{p1}} + T_{a1} \quad (\text{式 7})$$

である。

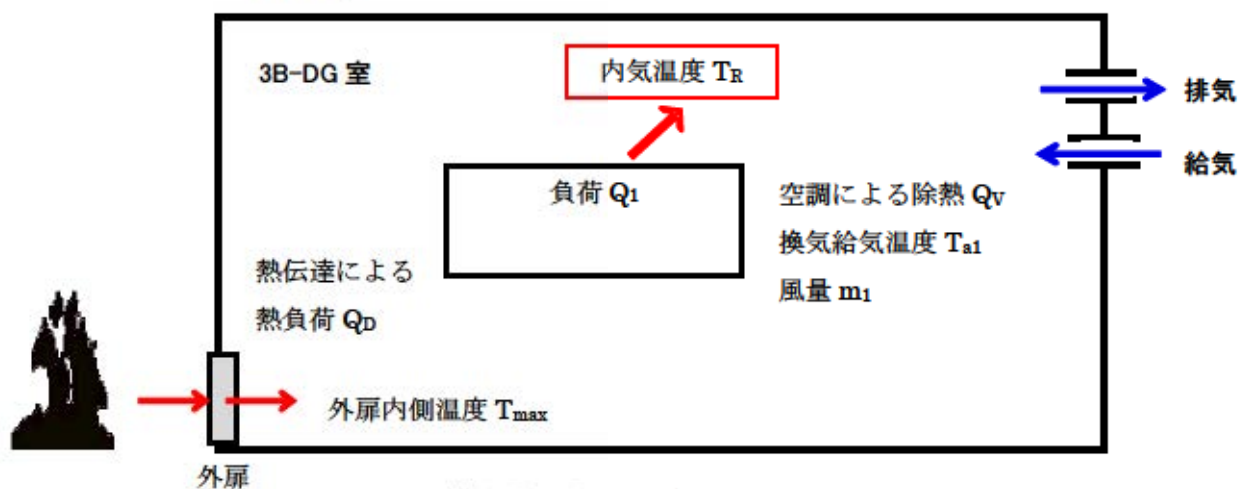


図 1 7 - 5 評価概念図



以下に評価結果を示す。

表 17-4 3B-DG 室の熱影響評価結果

	3B-DG 室 (評価対象室)
内気温度 [°C]	49.1
許容温度 [°C] ※1	50.0
初期温度 [°C]	48.9

※1：DG 室の設計最高使用温度

(c) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、補助ボイラー燃料タンク及び航空機墜落の重畳火災による外扉の加熱を考慮したとしても、建屋内の 3B-ディーゼル発電機室の内気温度が許容温度を超えないことから原子炉施設の建屋内への熱影響はない。

なお、内気温度については、(a)評価条件に加え、各部の温度に設計値を用いる等、保守的な評価を行っていることから、実際の温度上昇は更に低く抑えられると評価する。

(3) フードの火災影響評価について

a. 評価対象

補助ボイラー燃料タンクに最も近くに位置しており、輻射強度が最も大きくなるフードとしては DG 蓄熱室給気口フードがあるが、ディーゼル発電機建屋の熱影響対策として断熱材を設置していることから、ディーゼル発電機建屋近くに設置されている R/B 給気口フードを対象とする。

b. 想定条件

- (a) フードへの熱影響が最大となる補助ボイラー燃料タンク及び航空機墜落の重畳火災を火災源とする。
- (b) 火災が発生してから燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でフードが昇温されるものとする。
- (c) 保守的な評価とするため、フードの放熱を考慮しないものとする。

以下に、フードへの受熱面を示す。

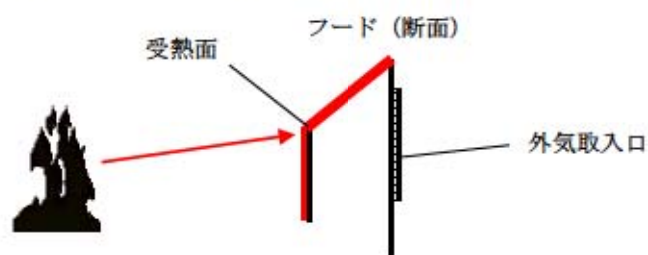


図 1 7 - 6 フードの受熱面

c. 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

表 1 7 - 5 フードへの火災影響評価に必要なデータ

	補助ボイラー燃料タンク	航空機
離隔距離[m]	56	140
燃焼半径[m]	13.809	14.928
形態係数[-]	$9.79229 \times 10^{-2}$	$2.20103 \times 10^{-2}$
輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	2252.23	1100.52
燃焼継続時間[h]	5.43	1.85

d. フード温度と膨張量

補助ボイラー燃料タンク及び航空機墜落の重畳火災による輻射強度を求めた結果、フードが受ける輻射強度は 3.35kW/m<sup>2</sup> となり、この輻射強度にて一定でフードが昇温されるものとして、下記の式より対象フードの温度及び膨張量を算出する。

なお、フードの材質は、SS400 (JIS : G3101) である。

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

$\varepsilon$  : 吸収率 (1.0[-])

$E$  : 輻射強度[W/m<sup>2</sup>]

$h$  : フードの熱伝達率 (17[W/m<sup>2</sup>/K]) ※1

$T_0$  : 初期温度 (50[°C])

※1 : 空気調和・衛生工学便覧

$$l = L\alpha(T - T_0)$$

l : フード膨張量[mm]

$\alpha$  : 熱膨張率 ( $12.8 \times 10^{-6}[1/K]$ )

$T_0$  : 初期温度 (50[°C])

L : フード長さ (21235[mm])

以下に評価結果を示す。

表 17-6 フードの熱影響評価結果

フード温度[°C]	247
フード膨張量[mm]	55.2

e. 火災による熱影響の有無の評価

フードの温度は 247°C となり、フードの熱膨張量はフード長さ 21235mm に対して、55.2mm となったことから、フードの形状が大きく変形することはない。

また、フード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、フード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、フード内側には熱影響を受ける機器等がなく、補助ボイラー燃料タンク及び航空機墜落の重畳火災時は、給気温度を監視しつつ、状況に応じて換気空調系の停止措置を講じることから、建屋内への熱影響はない。

(4) 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、建屋外壁の火災影響評価に包絡される。

以上



## 18. データの更新について

環境省の植生調査について確認した。泊発電所周辺では5万分の1現存植生図が作成されている。

以下環境省 自然環境局 web page より抜粋

### 植生調査(植生自然度調査)

#### ・調査の内容と方法

第1回調査から第5回調査まで、調査は環境省から都道府県に委託して実施された。また、第6回調査以降は民間請負により実施している。

第1回調査では、空中写真及び現地調査により縮尺5万分の1の現存植生図(原図)を作成し、この原図をとりまとめて、縮尺20万分の1の現存植生図を各都道府県単位で作成した。

第2回及び第3回調査では、全国の植生の現況をより詳細に把握して、地域レベルの計画に対応できる5万分の1現存植生図の作成を目指して調査が進められ、第2回基礎調査および第3回基礎調査でそれぞれ全国の約2分の1の地域が調査された。5万分の1現存植生図は昭和62年度までに1,293面が作成された。

第4回及び第5回調査では、経年変化の把握を効率的に行うため、人工衛星画像を活用して植生図を修正する方法が新たに導入された。この方法は、新・旧2時点の衛星画像データ(ランドサットMSS、TM等)を比較して植生改変地を抽出し、必要に応じて現地調査を実施して植生情報を修正するというものである。この方法により、5万分の1現存植生改変図を作成した。また、1/250万現存植生図並びに1/250万植生自然度図を作成した。

第6回調査からは、生物多様性評価や環境アセス等の社会的ニーズに応えるため、より情報量が多い縮尺1/2.5万での植生図の作成を開始した。また、「統一凡例」を定めることにより複雑な凡例の整理を行い、植生図利用者の利便性向上を図った。植生図の作成に際しては、空中写真及び衛星画像等を基に群落境界線を抽出し、現地調査情報を反映させることで一定の精度を確保している。

第7回調査では、引き続き縮尺1/2.5万現存植生図の作成を進め、早期の全国整備を目指している。

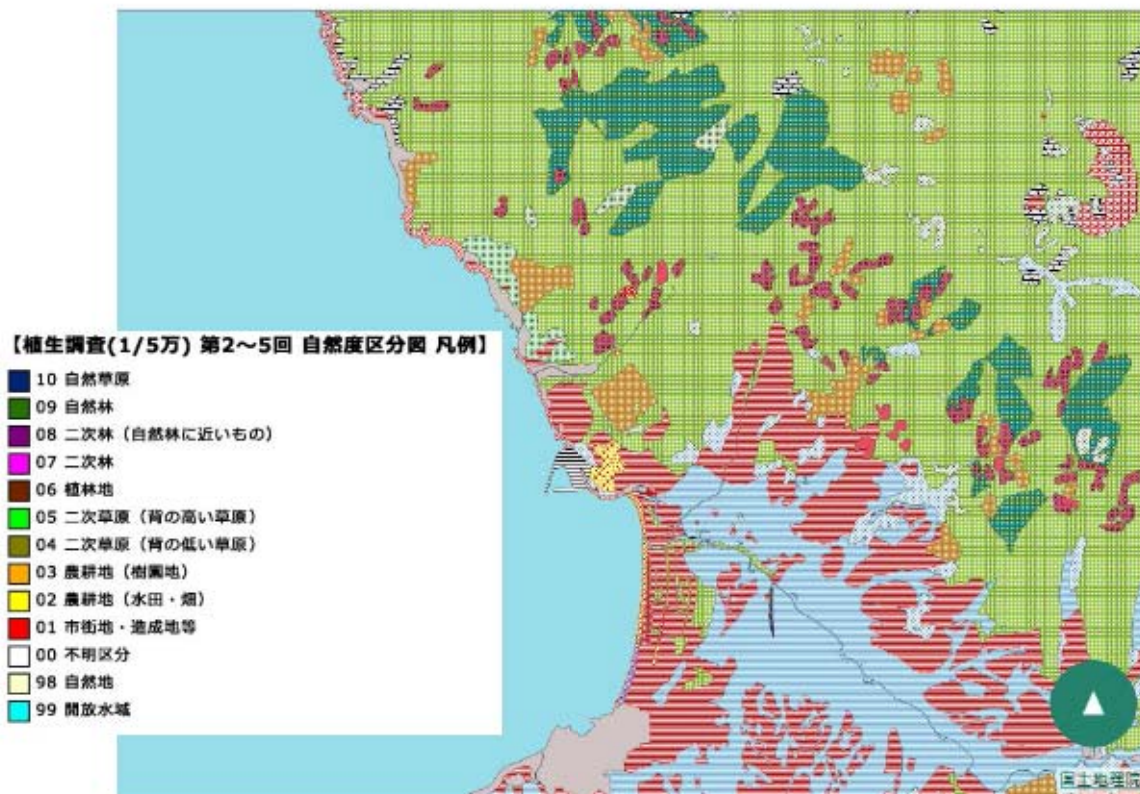


図 植生調査 (1 / 5 万)

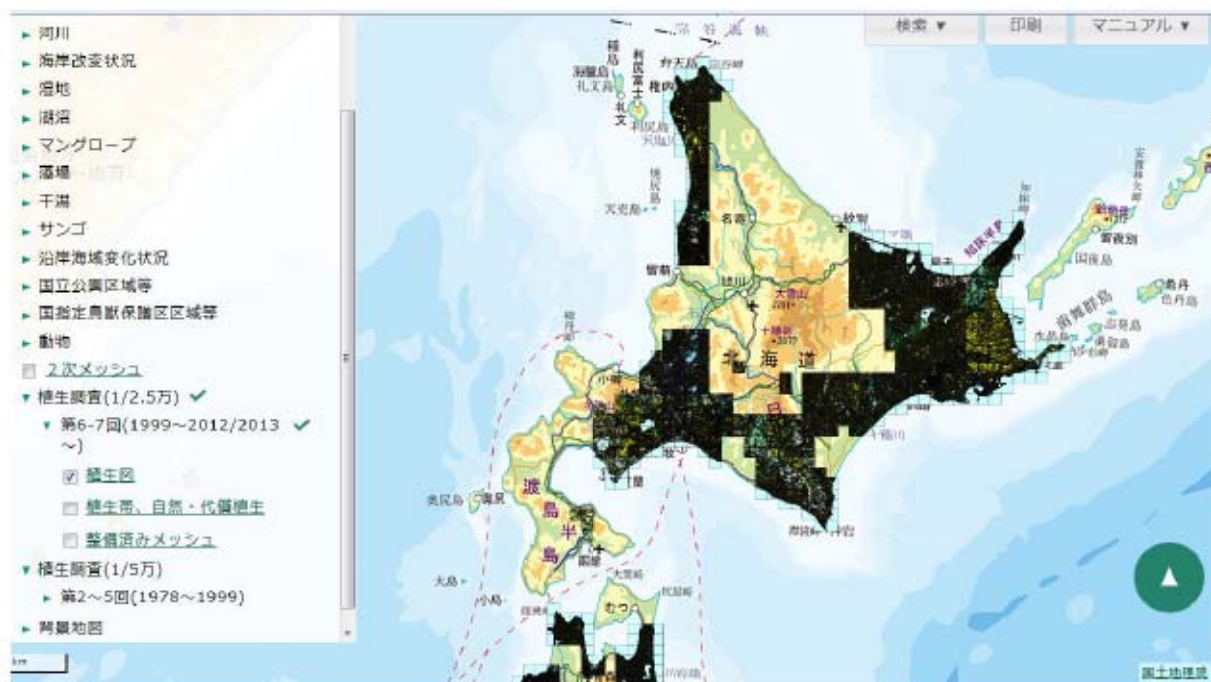


図 植生調査 (1 / 2. 5 万)



泊の森林火災においては、より新しいデータを用いて解析を実施しており、データの更新の必要はないと考える。

そのほかデータの更新の要否を以下のとおり確認した。

#### 1. 森林火災

以下のとおりデータを更新しても湿度が緩和されるのみであり、再解析の必要はない。

森林火災評価入力データの更新

項目	2013年評価	最新データ	備考
国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ	2009年	2016	2016年10月1日にデータ更新があったが、発電所周辺で大規模な土地改変がないことを確認済み
北海道における 森林火災多い月	4月から6月 (1993～2012年)	4月から6月 (2011～2020年)	下表参照
気象データ			
気温	30.0℃ 2012年6月30日 (2003～2012年)	29.4℃ 2014年6月5日 (2010～2019年)	
湿度	13% 2003年4月22日 (2003～2012年)	17% 2014年6月5日 (2010～2019年)	
風速	29.7m/s FARSITE入力上限	←	

月別出火件数 (2011～2020年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
件数	0	3	6	101	71	18	11	7	6	2	2	2

「令和2年 林野火災被害統計書」北海道水産林務部より



## 2. 航空機火災

航空機火災の評価にあたっては、2009年の評価時は「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構）に基づき落下確率を算定し、航空機落下の離隔距離を求めた。最新の落下事故データは「航空機落下事故に関するデータ」（令和3年2月 原子力規制委員会）に取りまとめられている。

航空機火災の評価に使用データについて以下のとおり確認した

航空機の落下実績

	2013年評価 1991～2010年の実績	最新データ 1999～2018年の実績	備考
大型固定翼機	0	0	航空路を巡航中
小型固定翼機	35	24	有視界飛行
大型回転翼機	2	2	有視界飛行
小型回転翼機	30	18	有視界飛行
自衛隊機	3	1	訓練空域で訓練中

上記のとおり航空機の落下実績は低下しており、航空機火災の再評価をせずとも現評価の保守性は維持されている。

なお、森林火災評価にあたっては、同時に生じていない気象条件を組み合わせる、航空機落下確率評価については航空路誌で原子力発電所位置を示し上空をとばさないよう周知していることを考慮しない等の保守的な条件で評価しており、データの悪化によっても直ちに現評価の保守性が失われる訳ではない。

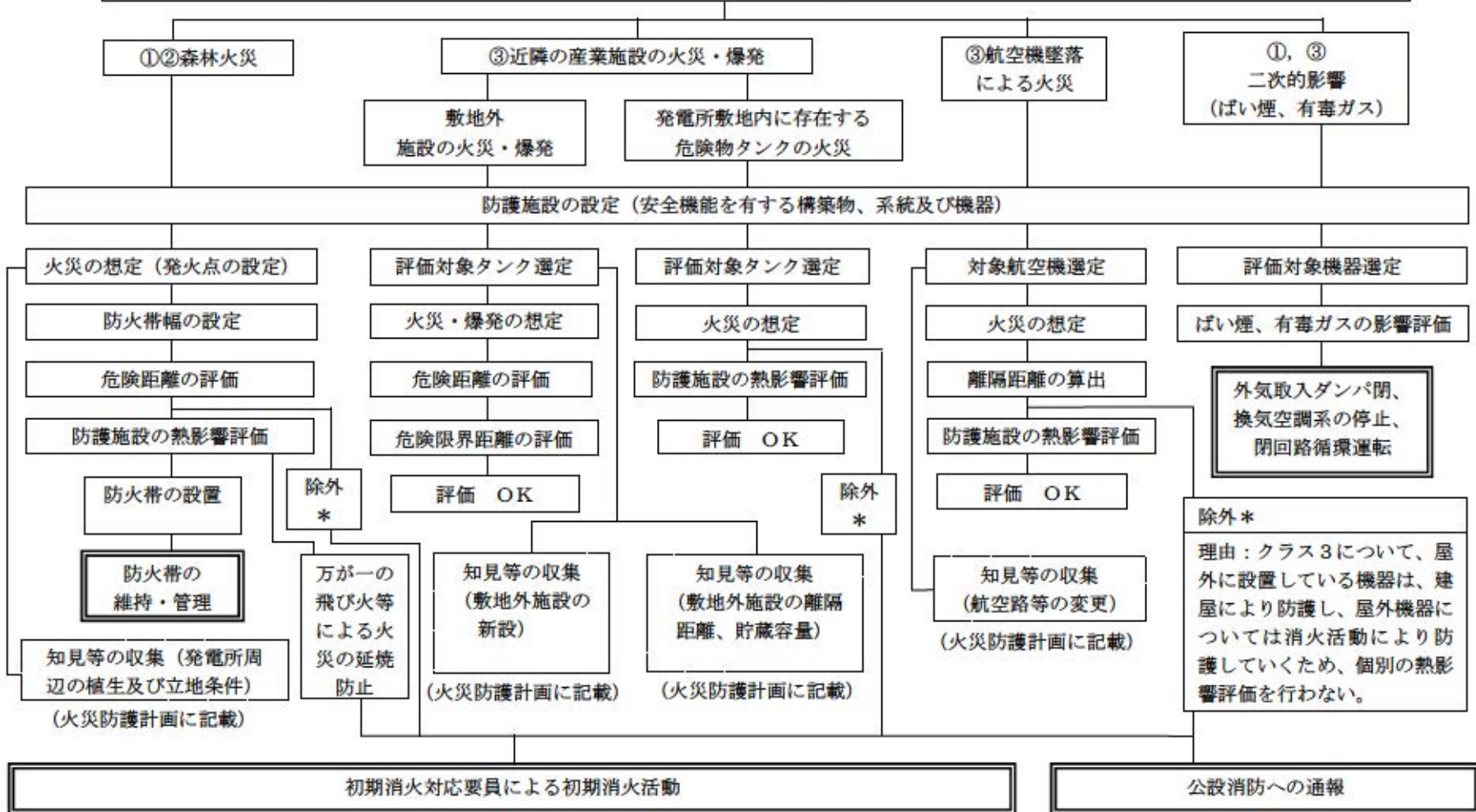
以上

## 泊発電所 3 号炉

### 技術的能力説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)

## 6条 外部からの衝撃による損傷の防止（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ない。
- 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と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ない。
- 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ない。





## 設計基準に係る運用対策等

\*：初期消火対応要員の体制については、添付書類八「1.9.2 体制」に記載

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	・火災防護計画（防火帯上への駐車禁止等の措置、防火帯のパトロール、防火帯を覆うモルタルの保修）
		体制	・（運営課及び土木建築課による防火帯の維持・管理）
		保守・点検	・防火帯の点検・維持
		教育・訓練	・火災防護に関する教育（防火帯の維持・管理の教育を含む。）
	知見の収集 （発電所周辺の植生及び 立地条件）	運用・手順	・火災防護計画（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	・（安全管理課による植生の確認および防災・安全対策室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（外部火災影響評価を含む）
	知見の収集 （敷地外施設の離隔距離、 貯蔵容量）	運用・手順	・火災防護計画（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	・（運営課による敷地外施設の離隔距離および貯蔵容量の確認並びに防災・安全対策室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（外部火災影響評価を含む）
	知見の収集 （航空路等の変更）	運用・手順	・火災防護計画（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	・（防災・安全対策室による航空路等の確認および外部火災影響評価）
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育（外部火災影響評価を含む）
	初期消火対応要員による 初期消火活動を実施。	運用・手順	・火災発生現場の確認。中央制御室への連絡 ・消火器、消火栓を用いた消火活動および化学消防自動車、水槽付消防ポンプ自動車を用いた消火活動。
		体制	・初期消火要員

## 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）	初期消火対応要員による初期消火活動を実施。	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学消防自動車、水槽付消防ポンプ自動車の点検</li> <li>・消火設備（消火器、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>・故障時の補修</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災防護に関する教育（初期消火活動を含む）</li> <li>・初期消火対応要員による総合的な初期消火訓練</li> <li>・消防訓練</li> </ul>
	公設消防への通報	運用・手順	・火災防護計画（運営課長又は当番者による公設消防への通報）
		体制	・初期消火要員
		保守・点検	・通報設備の点検
		教育・訓練	・火災防護に関する教育（公設消防への通報。）
	外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路循環運転	運用・手順	・外気取入ダンパ閉、換気空調系の停止、閉回路循環運転の手順
		体制	・（発電室による運転操作）
		保守・点検	・換気空調設備の点検
		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、換気空調系の停止、閉回路循環運転）</li> <li>・補修に関する教育・訓練（換気空調設備）</li> </ul>

### 1.10.2 体制

火災発生時の原子炉施設の保全のための活動を行うため、消火要員が常駐する。

### 1.10.3 手順等

外部火災における手順については、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。

- (1) 防火帯の維持・管理においては、手順等を予め整備し、的確に実施する。
- (2) 初期消火活動においては、手順等を予め整備し、火災発生現場の確認、中央制御室への連絡、消火栓等を用いた初期消火活動を実施する。
- (3) 外部火災によるばい煙発生時には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、または、閉回路循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止する。
- (4) 外部火災による有毒ガス発生時には、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、または、閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止する。
- (5) 障壁の防護機能を維持するため、保守計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (6) 外部火災による中央制御室へのばい煙侵入阻止に係る教育を定期的実施する。
- (7) 森林火災から外部火災防護施設を防護するための防火帯の設定に係る火災防護に関する教育を定期的実施する。
- (8) 近隣の産業施設の火災・爆発から外部火災防護施設を防護するために、離隔距離を確保することについて火災防護に関する教育を定期的実施する。
- (9) 外部火災発生時の初期消火活動について火災防護に関する教育を定期的実施する。また、消火要員による消防訓練、総合的な訓練及び運転操作等の訓練を定期的実施する。
- (10) モニタリングポストが外部火災の影響を受けた場合は、代替設備を防火帯の内側に設置する運用とし、手順を定め、訓練を定期的実施する。
- (11) 外部火災評価の前提となる危険物タンクの貯蔵量の管理上限を定めるとともに、当該貯蔵量を上回らないよう管理する。



## 泊発電所 3 号炉

森林火災評価における  
植生確認プロセスについて

## 1. はじめに

本資料は、泊発電所3号炉における森林火災評価における植生確認プロセスについての概要をまとめたものである。

森林火災評価に係る要求事項は以下の通りである。

### (要求事項)

設置許可基準第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、想定火災の火災強度に対する原子炉施設の防火帯幅を評価する。

## 2. 森林火災評価のプロセス

1. 項に示した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部化する。」と評価ガイドに記載されている。泊発電所の評価にあたっては、以下のとおり、地方自治体から入手した森林簿データおよび現場調査結果を用いて植生データを作成している。

### (1) 森林簿データ等の入手

森林簿については、泊発電所の立地自治体である北海道に申請し、データを入手した。また環境影響評価時の予測結果の検証のため泊発電所の半径5km圏内を対象に平成25年度に実施した植生調査結果を準備した。この植生調査結果作成にあたっては、航空写真の判読のほか現場調査も実施している。

### (2) 植生データの作成

- 1) 森林簿データを国土数値情報土地利用細分メッシュを100mメッシュから10mメッシュに変換したデータにオーバーレイする。
- 2) 1)で作成したデータに平成25年度に実施した植生調査結果のデータをオーバー

レイする。

3. 記録の取り扱い

森林簿データ、平成 25 年度に実施した植生調査結果及び 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。

以上