

「大飯発電所3,4号機 新規制基準適合性確認結果について(報告)」(平成25年4月)に係る追加報告について

平成25年5月  
関西電力株式会社

平成 25 年 3 月 19 日に開催された第 33 回原子力規制委員会において、発電用原子炉の新規制施行に向けた基本的な方針について議論され、平成 25 年 7 月の新規制導入時点における稼動中プラントについては、新規制が導入される前に新規制基準をどの程度満たしているかを把握するための確認作業を行うとの方向性が示された。これを受けて、平成 25 年 3 月 25 日、当社は原子力規制庁より、現在運転中であり平成 25 年 9 月まで運転を継続する予定の大飯発電所 3,4 号機に関して、新規制基準を踏まえた実態を報告するよう要請された。上記の要請に基づき、大飯発電所 3,4 号機の新規制基準への適合性について確認し、その結果を取りまとめ、平成 25 年 4 月 18 日に報告した。

本報告書は、平成 25 年 4 月 18 日の報告に係る追加報告内容についてまとめたものである。

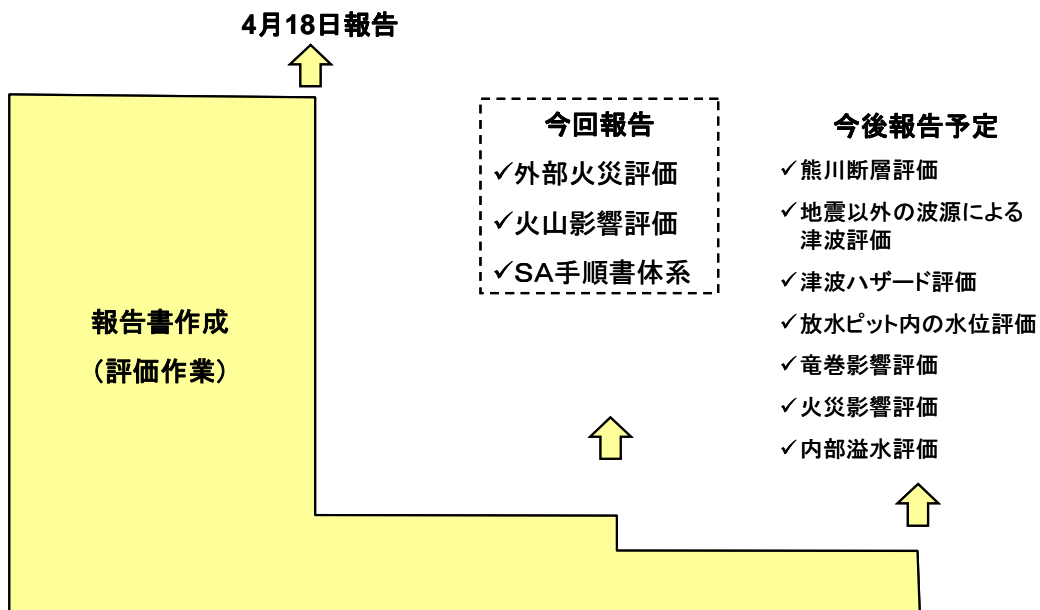


図 今回の報告範囲について

## 目 次

1 . 大飯発電所 3,4 号機における原子力発電所の外部火災影響 評価について	3
2 . 大飯発電所 3,4 号機における原子力発電所の火山影響評価 について	34
3 . 重大事故対策における手順書の整備、訓練の実施に関する 追加報告について	60

1 . 大飯発電所 3,4 号機における原子力発電所の外部火災影響評価について

# 大飯発電所3,4号機における 原子力発電所の外部火災影響評価について

## 1. はじめに

外部火災とは、原子力発電所（以下「発電所」という。）敷地外で発生する火災であり、地震以外の自然現象として森林火災、また、外部人為事象（偶発事象）として近隣の産業施設（工場・コンビナート等）の火災・爆発、航空機墜落による火災がその代表的なものである。

「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を定める規則（仮称）」第6条において要求される外部火災防護に関連して、発電所敷地外で発生する火災が原子炉施設（本評価における「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について評価するためのものである「外部火災影響評価（以下「本評価」という。）ガイド(案)」に基づき、外部火災影響評価を実施する。

## 2. 外部火災による影響

### 2.1 外部火災負荷とその特性

外部火災による原子炉施設への影響については、以下を考慮する。

- (1) 火災の規模（輻射エネルギー、火災の強度・面積・形状、伝播速度）
- (2) 二次的影響の有無（煙、ガス、爆発による飛来物等）

### 2.2 施設への影響形態

森林火災については、発電所に到達する火災の原子炉施設に対する火災、輻射熱の影響及び発生ばい煙の原子炉施設の換気設備への影響について検討する。また、航空機墜落に対する影響は大量の燃料放出・発火にともなう火災、輻射熱の影響及び発生ばい煙の影響

について検討する。

近隣の産業施設等の火災・爆発については、発電所の敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、影響を考慮する必要はない。なお、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災については、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。

### 3. 外部火災の影響評価

#### 3.1 考慮すべき発電所敷地外の火災

考慮すべき発電所敷地外の火災として以下を検討する。ただし、航空機墜落による火災について、発電所敷地内に航空機墜落が想定される場合には、その発火点は敷地内とする。

##### (1) 森林火災

発電所敷地外の10km以内を発火点とした森林火災が発電所に迫った場合でも、原子炉施設が、その影響を受けないよ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であることを評価する。

##### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

発電所敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、火災・爆発による火災の影響については考慮する必要はない。

なお、発電所敷地内に存在する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。

##### (3) 航空機墜落による火災

航空機の墜落に伴う火災により、原子炉施設が、その影響を受けないよ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であることを確認する。

### 3.2 発電所敷地外での火災影響の検討

#### 3.2.1 火災の規模

火災の規模として、輻射熱、火炎の強度・面積・形状、伝播速度を検討する。

##### (1) 森林火災

可燃物の量（植生）、気象条件、風向き、発火点等の初期条件を、工学的判断に基づいて原子炉施設への影響を保守的に評価するよう設定する。

##### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

発電所敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、火災・爆発による火災の影響については考慮する必要はない。

なお、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様に火災の規模を設定する。

##### (3) 航空機墜落による火災

発電所の敷地内であって航空機墜落の可能性を無視できない範囲の最も厳しい場所に航空機搭載の燃料の全部が発火した場合の火災を、工学的判断に基づいて原子炉施設への影響を保守的に評価するよう設定する。

#### 3.2.2 二次的影響の検討

##### (1) 森林火災

火災の二次的影響として以下を検討する。

・ ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等

##### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

発電所敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、火災・爆発による火災の影響については考慮する必要はない。

なお、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様に二次的影響を考慮する。

##### (3) 航空機墜落による火災

火災の二次的影響として以下を検討する。

- ・ ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等

### 3.3 火災の影響評価

火災の影響評価では以下を評価する。

- ・ 火災の規模に対する原子炉施設の十分な防火機能
- ・ 想定される二次的影響に対する防護対策

#### (1) 森林火災

評価パラメータとして以下を評価する。

- ・ 火線強度（想定火災の火災強度に対する原子炉施設の防火帯幅評価）

発電所敷地外の10km以内を発火点とする。

- ・ 輻射強度（想定火災の輻射熱に対する原子炉施設の熱影響評価）
- ・ 防火帯幅（延焼防止に必要な防火帯の幅）、危険距離（延焼防止に必要な距離）
- ・ 延焼速度及び発火点から発電所までの到達時間
- ・ ばい煙等への対策

#### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

発電所敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、火災・爆発による火災の影響については考慮する必要はない。

なお、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様の評価パラメータとして評価する。

#### (3) 航空機墜落による火災

評価パラメータとして以下を評価する。

- ・ 輻射強度（想定火災の輻射熱に対する原子炉施設の熱影響評価）
- ・ ばい煙等への対策



### 3.4 火災の影響評価結果

#### (1) 森林火災

以下のとおり森林火災影響評価を行い、原子炉施設の安全性を損なうことがないことを確認した。

- ・原子炉施設の外壁が想定森林火災の熱影響に対して許容温度以下であること。(添付資料1-1)
- ・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こと。(添付資料1-1)
- ・防火帯幅が想定森林火災に対して、評価上必要とされる防火帯幅以上であること。(添付資料1-1)
- ・発電所に設置される防火帯の外縁(火災側)から原子炉施設との離隔距離が、想定される森林火災に対して、評価上必要とされる危険距離以上であること。(添付資料1-1)
- ・中央制御室の換気システムへのばい煙の影響がダンプの設置等により考慮されていること。(添付資料1-2)
- ・有毒ガスの発生が想定される場合、居住空間へ影響を及ぼさないように対策が考慮されていること。(添付資料1-2)

#### (2) 近隣の産業施設の火災・爆発

発電所敷地外の10km以内に石油コンビナート施設はないため、火災・爆発による火災の影響については考慮する必要はない。

なお、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様の影響評価を行い、原子炉施設の安全性を損なうことがないことを確認した。(添付資料2-1)

#### (3) 航空機墜落による火災

以下のとおり航空機墜落による火災影響評価を行い、原子炉施設の安全性を損なうことがないことを確認した。

- ・原子炉施設の外壁が想定火災の熱影響に対して許容温度以下であること。(添付資料3-1)

- ・ 中央制御室の換気系統へのばい煙の影響がダンパの設置等により考慮されていること。（添付資料 1 - 2）
- ・ 有毒ガスの発生が想定される場合、居住空間へ影響を及ぼさないように対策が考慮されていること。（添付資料 1 - 2）

以上

大飯発電所3,4号機における  
森林火災の原子力発電所への影響評価について

1 . はじめに

原子力発電所（以下「発電所」という。）における安全上重要な設備は、多重性、多様性を確保するとともに、適切な裕度をもって設計され、適切に維持管理されるなど損傷防止上の配慮がなされている。

本評価は、発電所敷地外で発生する火災に対して安全性向上の観点から、森林火災が発電所へ迫った場合でも原子炉施設（本評価における「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。）に影響を及ぼさないことを評価したものである。

なお、本評価では、放水などによる消火活動の影響については評価の対象外とする。

2 . 建屋外壁の耐熱性能、火災の到達時間及び防火帯幅の評価

2 . 1 森林火災の想定

森林火災の想定は以下のとおりである。評価条件を表1 - 1に示す。

- ( 1 ) 森林火災における各樹種の可燃物量は、自治体から入手した森林簿データ等による現地植生から求めた。
- ( 2 ) 気象条件は過去10年間に調査し、森林火災の発生件数の多い4月の最小湿度、最高温度、および最大風速の組合せとした。
- ( 3 ) 風向は、風上に発火点を設定できる最大風速風向を設定した。
- ( 4 ) 発電所からの直線距離10kmの間にある赤礁崎オートキャンプ場付近（1.3km）および大島付近（2.5km）を設定した。

( 5 ) 発火源は人為的行為を考え、レジャー施設のオートキャンプ場付近（発火点 1 ）および集落、宿泊施設のある付近（発火点 2 ）に想定発火点を設定した。発火地点を図 1 - 1 に示す。

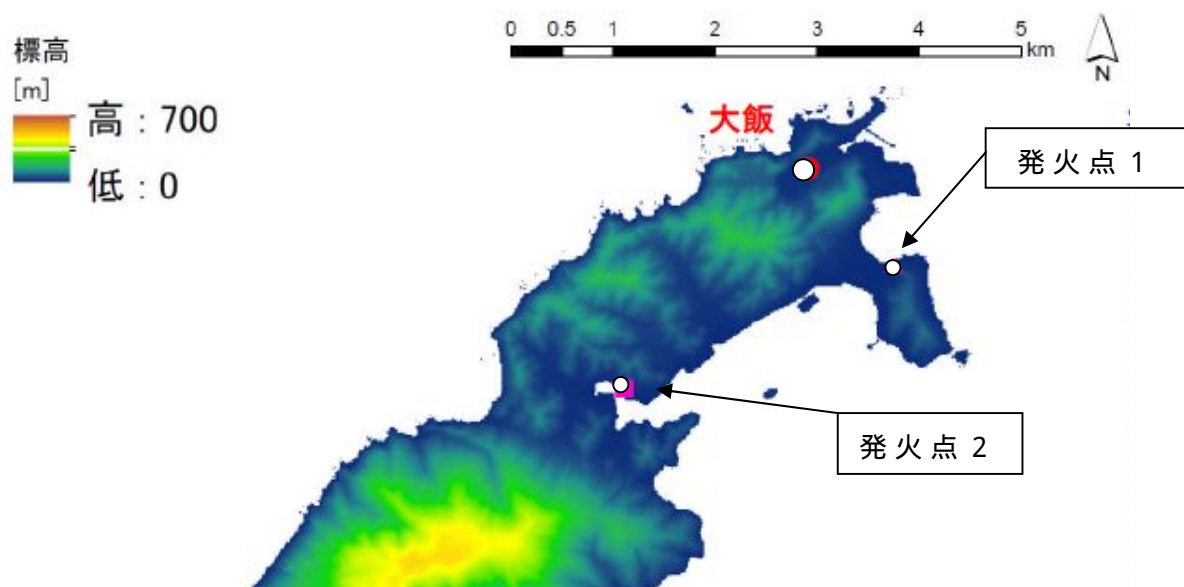


図 1 - 1 想定発火地点

表 1 - 1 評価条件想定ケース

	4月最小 湿度 [%]	4月最高 温度 [ ]	風向（最大 風速風向）	4月最大 風速 [m/s]	発火点
ケース 1	11	30.9	南東	19.7	地点 1
ケース 2	11	30.9	南東	19.7	地点 2

なお、4月の最多風向は北北西であるが、発電所の北には若狭湾があり、風上である北側に発火点を設定することは困難である。

## 2 . 2 森林火災による影響の有無の評価

### 2 . 2 . 1 評価手法の概要

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

評価指標	評価の観点
延焼速度 [km/h]	・ 火災発生後、どの程度の時間で発電所に到達するのか
火線強度 [kW/m]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電所に到達し得る火災の規模はどの程度か</li> <li>・ 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</li> </ul>
火炎長 [m]	
単位面積当たり熱量 [kJ/m <sup>2</sup> ]	
火炎輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	
火炎到達幅 [m]	

上記の評価指標は、現地の土地利用（森林、農地、居住地等の分布）、地形（標高、傾斜角度等）、気象条件（風向・風速、気温、湿度等）に大きく依存することから、これらを可能な限り考慮した評価を行う。本評価においては、FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードを利用している。FARSITE は、米国農務省USDA Forest Service で開発され、世界的に広く利用されている。本モデルは、火災の4つの挙動タイプを考慮するとともに、地理空間情報を入力データとして使用することにより、現地の状況に即した評価を行うことが可能である。

## 2.2.2 評価対象範囲

評価対象範囲は発電所近傍の発火想定地点を10km以内とし、植生、地形等評価上必要な評価対象範囲は南北13km、東西13kmとする。図1-2に本評価対象範囲を示す。

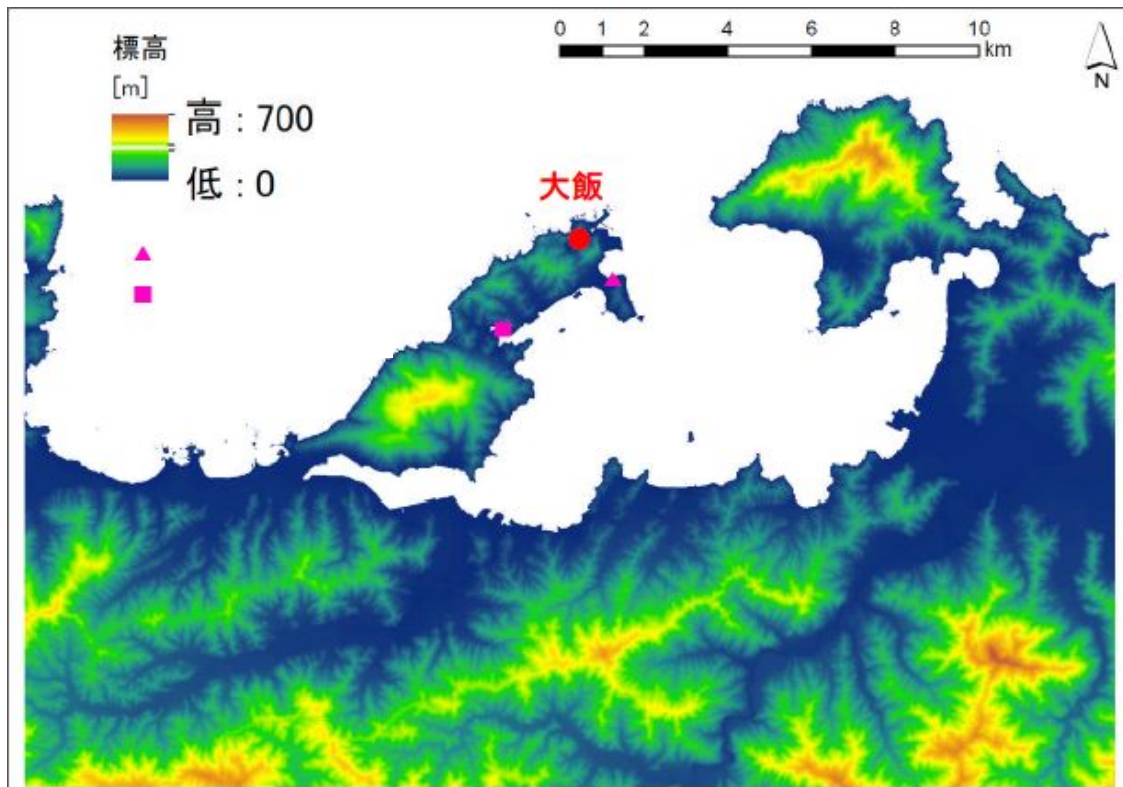


図 1 - 2 評価対象範囲

### 2 . 2 . 3 必要データ

評価に必要なデータは以下のとおりであり、以下のデータを入力し、本評価を行った。

データの種類	整備要領
土地利用データ	<p>現地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。</p> <p>(国土数値情報 土地利用細分メッシュ)</p>
植生データ	<p>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。</p>

地形データ	<p>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。</p> <p>(基盤地図情報 数値標高モデル 10mメッシュ)</p>
気象データ	<p>現地にて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。</p>

#### 2.2.4 延焼速度及び火線強度の算出結果

ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大モデルを用いて延焼速度や火線強度を算出した。

延焼速度および火線強度の算出結果を表1-2に示す。

#### 2.2.5 火炎の到達時間の算出結果

延焼速度より、発火点から発電所までの到達時間を算出した。また、火炎の到達時間を基に発電所の自衛消防隊が対応可能であるか否かを評価する。

延焼速度および到達時間の算出結果を表1-2に示す。

#### 2.2.6 防火帯幅の算出

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%の値を発電所に必要な防火帯幅とした。最小防火帯幅の算出結果を表1-2に示す。

Alexander の文献では、火線強度と防火帯幅との関係は相似則が成り立つとして、火線強度に対する防火帯幅の相関図を示している(図1-3)。以下、それを活用し防火帯幅を求める。

図1-3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1-3A）と存在する場合（図1-3B）である。図1-3Aの場合で、火線強度534.8kW/mの森林火災が約6m幅の防火帯を突破する確率は1%であり（図1-3A内点線）、図1-3Bの場合で、同じく火線強度534.8kW/mの森林火災が約16m幅の防火帯を突破する確率は1%である（図1-3B内点線）。

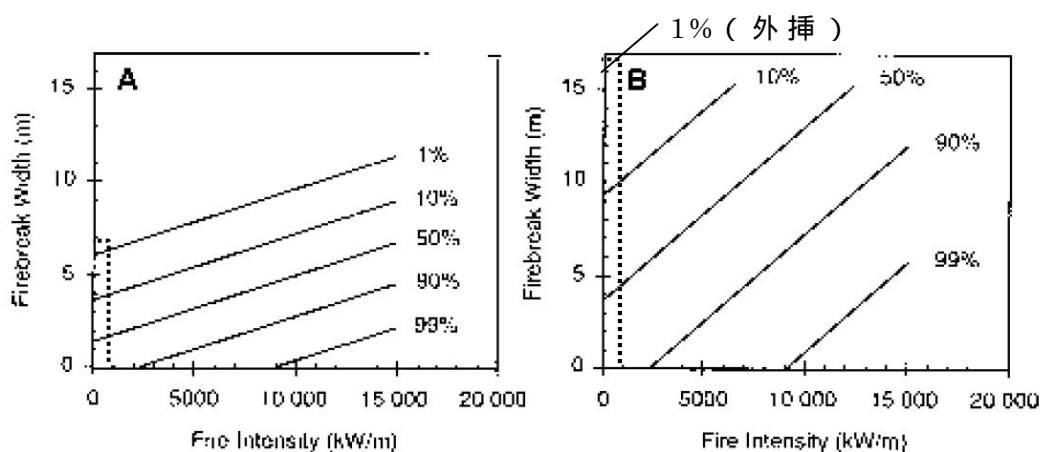


図1-3 火線強度に対する防火帯の相関図

防火帯幅の評価には風上の樹木の有無によって異なる表を用いる。火災の防火帯突破確率1%となる最小防火帯幅を下記に示す。

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(火災の防火帯突破確率1%)

火線強度 (kW/m)	500	1000	3000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	6.2	6.4	7.1	7.8	9.5	11.3	13.1	14.8



風上に樹木が有る場合の火線強度と最小防火帯幅の関係(火炎の防火帯突破確率1%)

火線強度 (kW/m)	500	1000	3000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	18.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

表 1 - 2 建屋外壁の耐熱性能、火炎の到達時間及び防火帯幅評価に伴う評価項目

評価項目	評価結果	
	ケース 1	ケース 2
延焼速度 [m/s]	0.058 [m/s]	0.037 [m/s]
火線強度 [kW/m]	534.8 [kW/m]	223.9 [kW/m]
火炎の到達時間 [h]	約 9 時間	約 52 時間
防火帯幅 [m]	約 16 [m]	約 15 [m]

## 2 . 3 評価結果

森林火災影響評価においては、火線強度が大きく、評価上厳しいケース 1 の結果に基づき、以下に示す建屋外壁の耐火性能、到達時間及び防火帯幅の要求基準を満足していることを確認した。

### 2 . 3 . 1 建屋の外壁の耐火性能評価

#### ( a ) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200 とする。

#### ( b ) 耐火性能の評価結果

原子炉建屋外壁の受熱面にて、保守的に一律 20m の距離にある樹木が燃焼すると仮定して評価を実施する。原子炉建屋外壁表面の温度は約 93 となり、森林火災の熱影響に対して許容限界温度以下であることを確認した。(図 1 - 4 )

また、原子炉建屋外壁の裏面では、温度上昇しないことを確認した。

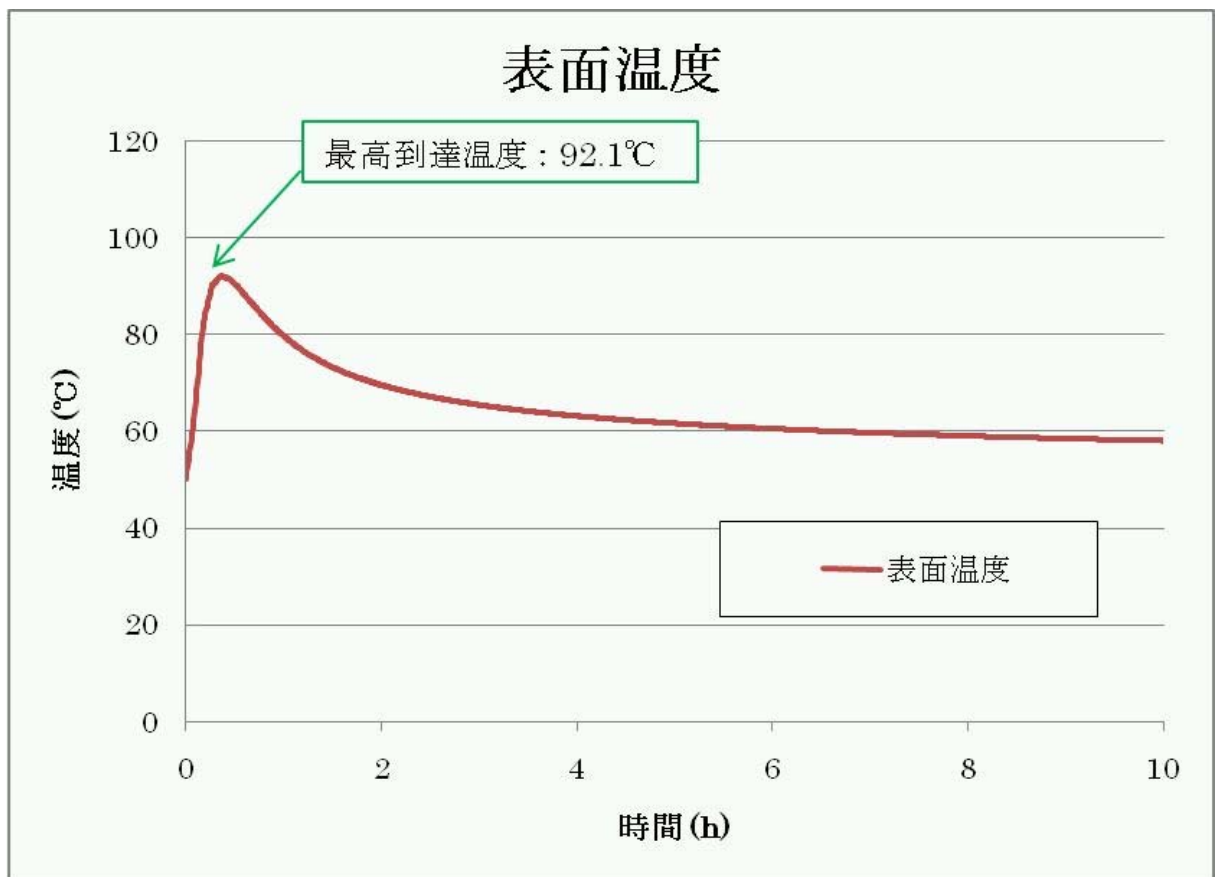


図 1 - 4 原子炉建屋外壁における温度上昇

### 2 . 3 . 2 火災の到達時間の評価結果

発電所の自衛消防隊は、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。想定される森林火災の火災の到達時間は、最短でも約9時間を要することから、発電所の自衛消防隊による対応は十分可能である。

### 2.3.3 防火帯幅の評価結果

表1-2の評価結果から、評価上必要とされる防火帯幅は約16mに対し、原子炉建屋と森林との距離が16m以上確保されていることを確認した。

## 3. 危険距離の評価

### 3.1 森林火災の想定

前述の2.1 森林火災の想定のうち、火線強度が大きく、評価上厳しいケース1の結果と同じとする。

### 3.2 森林火災による影響の有無の評価

#### 3.2.1 評価手法の概要

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

評価指標	内容
輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
火炎到達幅 [m]	発電所に到達する火炎の横幅（2.2 森林火災で算出された値）
形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径 [m]	森林火災の火炎高さより算出する値
危険距離 [m]	延焼防止に必要な距離

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

森林火災の火炎形態については、土地の利用状況（森林、農地、居住地等の分布）、地形（標高、傾斜角度等）、気象条件（風向・

風速、気温、湿度等)に大きく依存することから、これらをすべて反映した火災モデル仮定することは難しい。したがって、森林火災の火炎は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。なお、原子炉施設への火炎到達幅の分だけ円筒火災モデルが横一列に並ぶものとする。

### 3.2.2 評価対象範囲

評価対象範囲は発電所に迫る森林火災とした。

### 3.2.3 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。なお、必要なデータについては、2.1森林火災の評価結果のうち、火線強度が大きく、評価上厳しいケース1の結果より得られたものである。

評価指標	2.1森林火災の評価結果
	ケース1
火炎輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ]	2.2森林火災で算出された火炎輻射強度の値(399[kW/m <sup>2</sup> ])
火炎長[m]	2.2森林火災で算出された火炎長の値(1.39[m])
火炎到達幅[m]	2.2森林火災で算出された到達火炎の横幅(2,230[m])
危険輻射強度[W/m <sup>2</sup> ]	原子炉施設の外壁の輻射熱に対する耐熱性を輻射強度で示したものの(19.19[kW/m <sup>2</sup> ])

### 3.2.4 燃焼半径の算出結果

次の式から燃焼半径を算出する。火炎長は前述の2.2森林火災の影響評価で算出された値(1.39[m])を用いた。算出結果を表1-3に示す。

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

R: 燃焼半径 [m]、H: 火炎長 [m]

### 3. 2. 5 円筒火炎モデル数の算出結果

次の式から円筒火炎モデル数を算出する。火炎到達幅は前述の 2. 2 森林火炎の影響評価で算出された値 (2,230[m]) を用いた。算出結果を表 1 - 3 に示す。

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

F: 円筒火炎モデル数 [-]、W: 火炎到達幅 [m]、R: 燃焼半径 [m]

### 3. 2. 6 形態係数の算出

次の式から各円筒火炎モデルの形態係数を算出した。算出結果を表 1 - 3 に示す。

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

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

i: 各円筒火炎モデルの形態係数、L<sub>i</sub>: 離隔距離 [m]、H: 火炎長 [m]、R: 燃焼半径 [m]

したがって、各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、原子炉施設に及ぼす影響について考慮すべき形態係数 t となる。

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

t: 各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値

なお、i+(i+1)+(i+2)⋯+(i+x)の火炎モデル数の合計はF 個とな

る。

### 3.2.7 危険距離の算出

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

火災輻射強度の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、火災輻射強度に形態係数を掛けた値になる。次の式から形態係数を求める。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E: 輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、Rf: 火災輻射強度 [W/m<sup>2</sup>]、 $\phi$ : 形態係数  
> t となるように危険距離を算出する。算出結果を表 1 - 3 に示す。

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

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

t: 各火災モデルの形態係数を合計した値、Lt: 危険距離 [m]、  
H: 火災長 [m]、R: 燃焼半径 [m]

### 3.3 森林火災の影響評価結果

想定される森林火災に対して、評価上必要とされる危険距離（7.3[m]）に対し、発電所に設置される防火帯の外縁（火災側）から原子炉施設のための離隔距離が約 7.3[m]以上あることを確認した。

表 1 - 3 . 危険距離の評価に伴う評価項目

評価項目	評価結果
	ケース 1
燃焼半径 [m]	0.47 [m]
円筒火炎モデル数 [-]	2406.5
形態係数 [-]	0.112
危険距離 [m]	7.3 [m]

以上

## ばい煙および有毒ガスの影響評価について

外部火災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、発電所の近傍に滞留することはない。そのため、高濃度のばい煙および有毒ガスが、換気空調系の外気取入口から建屋内に侵入する可能性は小さいと考えられる。

なお、ばい煙および有毒ガスが建屋内に侵入することを想定した場合であっても、中央制御室換気空調設備には外気取入口に煙感知器を設けており、警報発信後、現場の状況を確認し、外気取入ダンパを閉止する運用としており、中央制御室の居住性に影響を及ぼさないことを確認している。

以上



大飯発電所 3,4 号機の敷地内における  
タンク火災による影響評価について

はじめに

本評価は、大飯発電所 3,4 号機の発電所敷地内における危険物タンクの火災が、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およぼさないことについて、原子力発電所の外部火災評価ガイド（案）に基づき、附属書 C 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について（案）を準用し、評価を実施するものである。

1. 危険物タンクの火災による熱影響の評価

(1) 危険物タンクの火災の想定

危険物タンクの火災の想定は以下のとおりとした。

A. 想定条件

- A.-1 評価対象とする危険物タンクは、発電所敷地内の屋外に設置されているタンクのうち、燃料の保有量が多く、直接原子炉周辺建屋を臨むことができる補助ボイラー燃料タンクの火災を想定した。
- A.-2 評価対象とするタンクの燃料は満載した状態を想定することとした。
- A.-3 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、A.-1 で想定したタンク位置から原子炉周辺建屋までの直線距離を取ることにした。
- A.-4 危険物タンクの破損等による防油堤内の全面火災を想定した。

A.-5 気象条件は無風状態とした。

A.-6 火災は円筒火災モデルとし、火災の高さは燃焼半径の3倍とした。

## B. 輻射強度の算定

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1.5[m]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。

## (2) 危険物タンクの火災による影響の有無の評価

### a. 必要データ

評価に用いるデータは以下のとおり。

燃料量 [ m <sup>3</sup> ]	: 500
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> ]	: 383.45
離隔距離 [ m ]	: 90 [ m ]

( 原子炉周辺建屋までの距離 )

### b. 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、燃焼半径は対象としたタンクの防油堤の面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出した。

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

S : 防油堤の投影面積 ( 火災円筒の底面積 ) = 383.45 [ m<sup>2</sup> ]

$$R = ( 383.45 / \quad )^{1/2} = 11.05 [ m ]$$

### c. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

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

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

：形態係数、L：離隔距離、H：火炎高さ、R：燃焼半径

ここで、R = 11.05、L = 90 として形態係数を求めると、  
=  $2.89 \times 10^{-2}$   $2.90 \times 10^{-2}$

### d. 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。

$$E = R f \times$$

E：輻射強度

R f：輻射発散度

：形態係数

$$E = 23 \times 10^3 \times 2.90 \times 10^{-2} = 667 \text{ [ W/m}^2 \text{ ]}$$

### e. 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。

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

V：燃料量 [ m<sup>3</sup> ] = 500 [ m<sup>3</sup> ]

v：燃焼速度 [ m/s ] = M / =  $3.50 \times 10^{-5}$

M：質量低下速度 [ kg/m<sup>2</sup>·s ] = 0.035

：燃料密度 [ kg/m<sup>3</sup> ] = 1000

$$t = 500 / ( 383.45 \times 3.50 \times 10^{-5} ) = 37,256 [ s ] = 10.4 [ h ]$$

#### f. 建屋外壁の耐火性能評価

##### (a) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200 とする。

##### (b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で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約 125 となり、許容温度を下回る結果となった。(図 1 参照)

#### g. 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、発電所敷地内の危険物タンクにおいて火災が発生した場合を想定したとしても、原子炉施設外壁の温度が、許容温度を超えないため、安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に熱影響をおよぼすことはないと評価できる。

## 2. 総合評価

大飯発電所 3,4 号機における発電所敷地内における危険物タンクの火災を想定した場合において、そ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およぼすことはないと評価する。

以 上

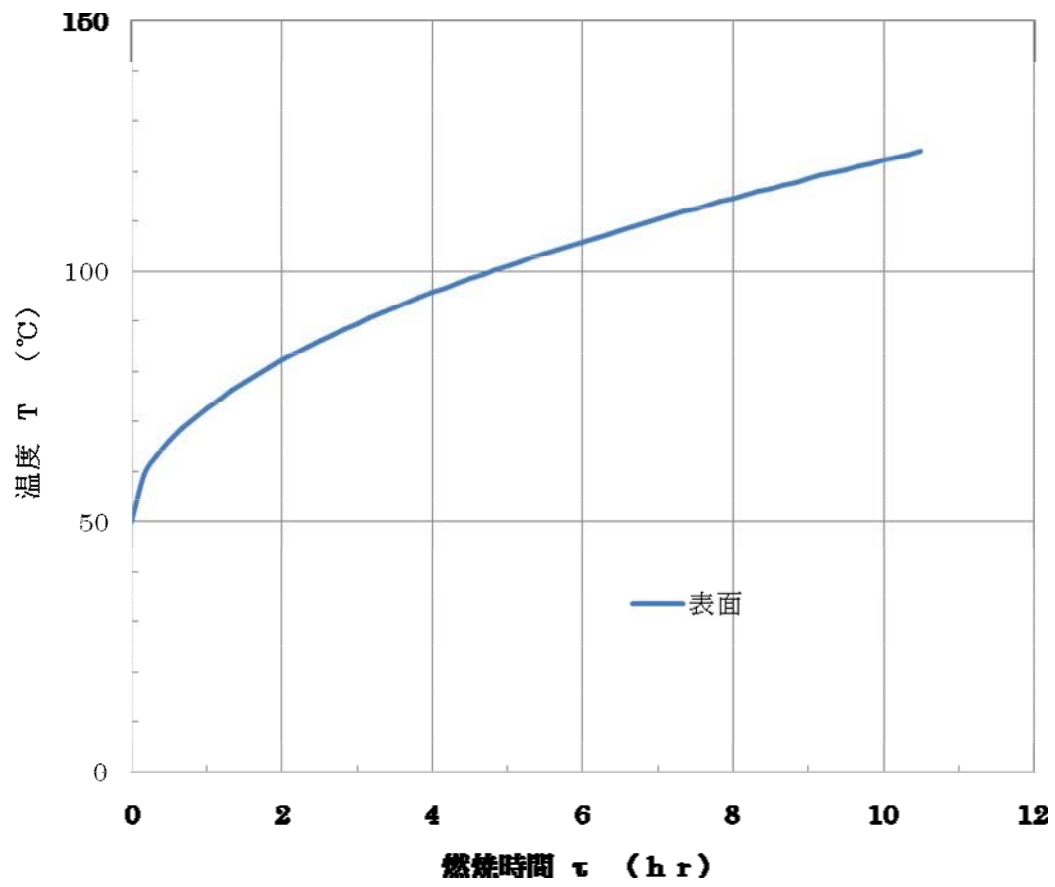


図 1 建屋外壁における温度上昇の評価結果

大飯発電所 3,4 号機における発電所敷地内への  
航空機落下による火災の影響評価について

はじめに

本評価は、大飯発電所 3,4 号機における発電所敷地への航空機の落下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およぼさないことについて、原子力発電所の外部火災評価ガイド(案)に基づき、評価を実施するものである。

1. 航空機落下による火災の熱影響の評価

(1) 航空機落下による火災の想定

航空機落下による火災の想定は以下のとおりとした。

A. 想定条件

A.-1 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ため、大飯発電所における航空機落下確率評価の対象航空機のうち燃料積載量の大きい計器飛行による民間航空機、及び有視界飛行による大型固定翼機と大型回転翼機の機種を対象とした。

A.-2 航空機は燃料を満載した状態を想定するため、対象とする航空機のうち燃料積載量の最も大きい機種として、B747-400 型機の燃料積載量である  $216.84 [m^3]$  を想定した。

A.-3 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ため、大飯発電所 3,4

号機それぞれについて、A.-1で対象とした航空機の落下確率が $10^{-7}$  [回/炉・年]以上になる範囲を算出し、原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点として、原子炉施設からの離隔距離が最も近くなる120 [m]の地点を選定した。

A.-4 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。

A.-5 気象条件は無風状態とした。

A.-6 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。

#### B. 輻射強度の算定

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1.5 [m]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。

### (2) 航空機落下による火災の熱影響の有無の評価

#### a. 必要データ

評価に用いるデータは以下のとおり。

燃料量 [m <sup>3</sup> ]	: 216.84
輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ]	: $50 \times 10^3$
燃焼速度 [m/s]	: $6.07 \times 10^{-5}$
燃料タンク面積 [m <sup>2</sup> ]	: 700
航空機墜落地点 [ - ]	: 原子炉施設から 120 [m] 離れた地点

#### b. 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> ]

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

### c. 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出した。

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

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

: 形態係数、 L : 離隔距離、 H : 火炎高さ、 R : 燃焼半径

ここで、 R = 14.93、 L = 120 として形態係数 を求めると、

$$= 2.96 \times 10^{-2} \quad 3.00 \times 10^{-2}$$

### d. 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。

$$E = R f \times$$

E : 輻射強度

R f : 輻射発散度

: 形態係数

$$E = 50 \times 10^3 \times 3.00 \times 10^{-2} = 1.50 \times 10^3 [ W/m^2 ]$$

### e. 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。

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



$$V : \text{燃料量} [ \text{m}^3 ] = 216.84 [ \text{m}^3 ]$$

$$v : \text{燃焼速度} [ \text{m/s} ] = M / \quad = 6.07 \times 10^{-5} [ \text{m/s} ]$$

$$M : \text{質量低下速度} [ \text{kg/m}^2 \cdot \text{s} ] = 0.051$$

$$\quad : \text{燃料密度} [ \text{kg/m}^3 ] = 840$$

$$t = 216.84 / ( 700 \times 6.07 \times 10^{-5} ) = 5104 [ \text{s} ] = 1.42 [ \text{h} ]$$

#### f. 建屋外壁の耐火性能評価

##### (a) 許容温度

本火災影響評価で用いる許容温度については、一般的にコンクリートの強度にほとんど影響がないとされている 200 とする。

##### (b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で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約 115 となり、許容温度を下回る結果となった。(図 1 参照)

#### g. 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、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、許容温度を超えないため、安全機能を有する構築物、系統および機器を内包する原子炉施設に熱影響をおよぼすことはないと評価できる。

## 2. 評価結果

大飯発電所 3,4 号機における発電所敷地への航空機の落下で発生する火災を想定した場合において、そ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およぼすことはないと評価する。

以上

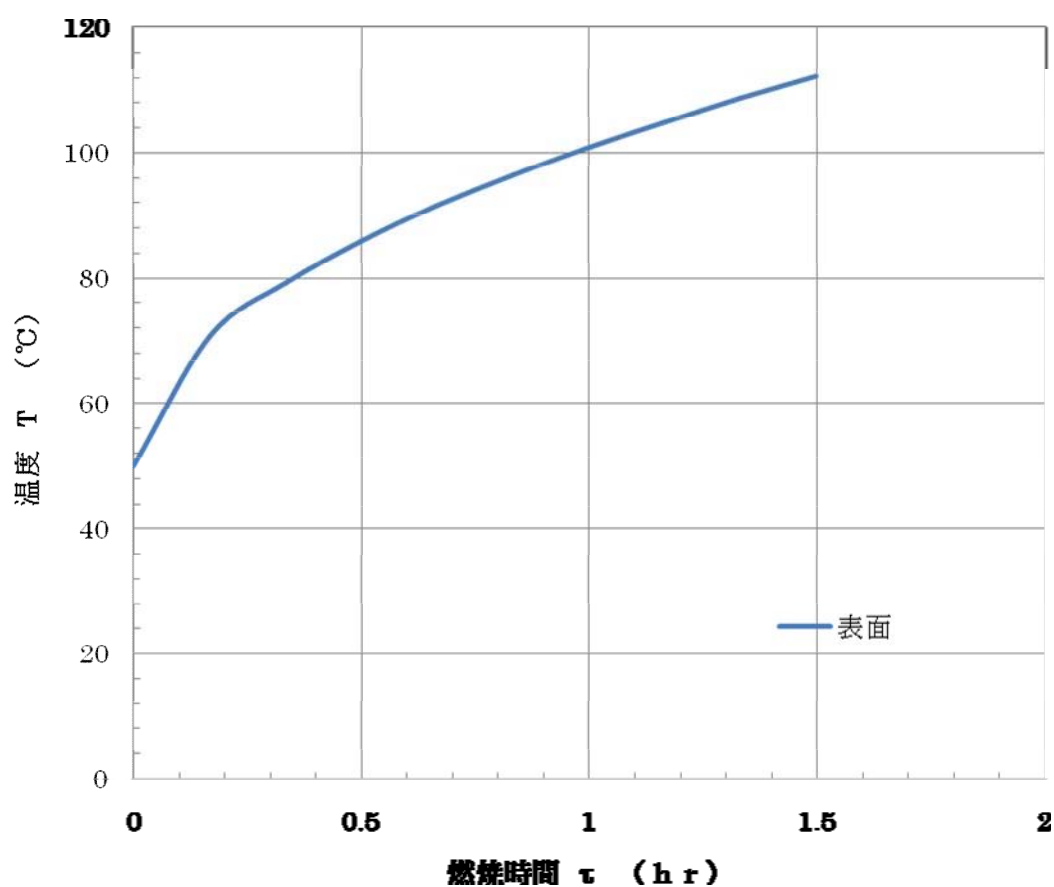


図 1 建屋外壁における温度上昇の評価結果

## 2 .大飯発電所 3 ,4 号機における原子力発電所の火山影響評価について

大飯発電所3,4号機における  
原子力発電所の火山影響評価について

1. はじめに

原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価について報告する。

2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ

火山影響評価は、立地評価と影響評価を行う。

立地評価では、大飯原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に及ぼす可能性の評価を行う。火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応については、過去に火砕物密度流等の火山事象が発電所に到達する場合には、モニタリングおよび火山活動の兆候把握が必要と整理する。

影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。

3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

大飯発電所から半径 160km 範囲内に対して、文献調査等で第四紀に活動した可能性のある火山を抽出する。

第四紀に活動した火山について、主に文献調査等を行い、発電所影響の可能性がある火山に対して、火山の活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握する。

将来の火山活動の可能性については、地域特性を踏まえるとともに、火山の噴火タイプなどを調査し、過去に 1 度だけの噴火が

確認されている単成火山、過去に大規模噴火（火山体積が  $10\text{km}^3$  以上）が確認されない火山、および最後の活動からの期間が、活動期間中の最大休止期間（活動期間を想定）よりも長い火山については、個別評価の対象外とする。スクリーニングの結果、抽出された火山について、個別評価をおこない、大飯発電所に影響を及ぼす可能性のある火山か否かを評価する。

なお、大飯発電所から  $160\text{km}$  範囲内に影響を及ぼす火山が抽出されない場合には、地理的領域外からの広域火山灰を対象に文献調査等を実施し、降下火砕物の影響を評価する。

### 3.1 文献調査

地理的領域の火山とその現象等の抽出には、西来ほか（2012）、日本火山学会のデータベース等を参考に第四紀火山を抽出する。

また、地理的領域の各火山に関わる知見は、本文献調査の対象とする。

### 3.2 地形・地質調査及び火山学的調査

#### (1) 地形調査

地形調査では、既存の地形図等を参考に第四紀火山の抽出を行う。

#### (2) 地質調査

地形調査では、文献調査及び敷地周辺の地質調査などに基づき、噴出物（堆積物）分布等の評価に必要な情報を収集する。

#### (3) 火山学的調査

地質調査において、火山灰、火砕流、溶岩流等の火山噴出物（堆積物）が認められた場合には、火山学的な調査を行う。

### 3.3 将来の火山活動可能性

#### ( 1 ) 完新世に活動をおこなった火山

半径160km範囲に完新世に活動を行った火山は、敷地から約120kmに位置する白山である。

#### ( 2 ) 完新世に活動を行っていない火山

完新世に活動を行っていない第四紀火山は、大飯発電所の地理的領域に26火山確認される。各火山の火山形式、活動年代、活動期間中の最大休止期間、過去の最大噴出量を添付資料1に示す。

1回だけの噴火で形成された単成火山は、榎原、郡家、轟、大屋、目坂、上佐野、赤兎山、戸室山、銚子ヶ峰および湯ヶ峰である。また、活動期間と最新噴火時期との関係から、三朝、大茅山、佐坊、玄武洞、宝山、取立山、願教寺山 - 三ノ峰、毘沙門岳、両白丸山、大日ヶ岳及び烏帽子 - 鷲ヶ岳については、最後の活動からの期間が、活動期間中の最大休止期間（活動期間を想定）よりも長い、あるいは、単一の最大噴火として10km<sup>3</sup>未満の火山体体積である。これらに対して、照来は、過去に噴出量10km<sup>3</sup>以上の大規模噴火が発生した火山である。また、扇ノ山、美方火山群および神鍋山（以上、単成火山群）、並びに経ヶ岳は、最後の活動終了からの期間が、活動期間よりも短い火山である。

#### 4 . 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

完新世に活動を行った火山、および完新世に活動を行っていない第四紀火山のうち、将来の活動可能性が否定できない火山として、白山、扇ノ山、美方火山群、照来、経ヶ岳および神鍋山が抽出される。各火山の活動状況については、添付資料1の通りである。

##### 4 . 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価

###### ( 1 ) 設計対応不可能な火山事象

白山、扇ノ山、美方火山群、照来、経ヶ岳および神鍋山を対象として、設計不可能な火山事象として火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊、新しい火道の開通、地殻変動の事象に対して、火山と発電所との距離や活動履歴等の調査結果に基づき評価を行う。

( a ) 評価対象となる火山事象の抽出

各火山と発電所との位置関係より、将来の活動可能性が否定できない火山の評価対象となる火山事象として火砕物密度流が抽出される。このほか、評価対象となる火山事象として、新しい火道の開通および地殻変動が抽出される。

( b ) 運用期間中の火山活動性

白山については、火砕物密度流の発生可能性は否定できないと判断する。扇ノ山、美方火山群および神鍋山については、溶岩流の噴出を主体としており、仮に噴火が発生したとしても、広域に分布する火砕物密度流が発生する可能性は十分に小さいと判断する。

( c ) 施設に影響を及ぼす可能性【個別検討に基づく評価】

白山については、文献調査等より、火砕物密度流による堆積物が白山火山近傍に分布することが確認されているが、敷地周辺でこれらの火砕流堆積物等は確認されておらず、確認されている最大到達距離は、発電所との距離よりも十分に小さい。

したがって、白山において既往最大規模の火砕物密度流が発生したとしても、発電所への影響の可能性は十分に低いと評価する。なお、新しい火道の開通および地殻変動については、発電所は、第四紀の火山の火口分布範囲及びその近傍に位置しないことから、影響の可能性は十分に低いと評価する。

## 5 . 火山活動のモニタリング

添付資料 1 に示す通り、大飯発電所には、過去に火砕流等の火

山事象が到達していないことからモニタリングは不要と判断する。

## 6 . 原子力発電所への火山事象の影響評価

原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によって原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された火山について、それが噴火した場合、原子力発電所の安全性に影響を与える火山事象を表 1 に従い抽出した結果、降下火砕物(火山灰)、火砕物密度流および火山ガスが抽出される。

抽出された火山事象のうち、火砕物密度流については、4 . 1 において、大飯発電所に到達する可能性が十分小さいことを評価している。また、火山ガスについては、原子力発電所の運用期間中に活動可能性のある火山は、白山、扇ノ山、美方火山群、照来、経ヶ岳および神鍋山であり、発電所敷地からの距離は約 90km 以上離れていること、敷地の地形は若狭湾に面しており火山ガスが滞留する地形ではないことおよび地理的領域内の火山噴出物が認められないことから、影響は十分に小さいと考えられる。

以上より、降下火砕物(火山灰)についての影響評価を行う。

### 6 . 1 降下火砕物(火山灰)

#### ( 1 ) 降下火砕物(火山灰)による原子力発電所への影響評価

降下火砕物の影響評価では、文献調査により火山灰の堆積物量並びに火山灰の粒径及び密度を設定している。なお、降雨等の同時期に想定される気象条件及び火山灰等特性に及ぼす影響についても考慮している。

火山灰による原子炉施設又はその付属設備への影響を評価し、原子炉施設の安全性を損なわないことを確認している。また、求められている安全機能が担保されることを確認している。

#### ( 2 ) 確認結果



(a) 直接的影響の確認結果

降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されることを確認した。(添付資料 2 - 1)

降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しないことを確認した。(添付資料 2 - 2)

外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機機関の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持することを確認した。(添付資料 2 - 2)

(b) 間接的影響の確認結果

原子力発電所外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れることを以下のとおり確認した。

・原子炉施設としての電気系統の安全設計に係る基本的要求事項(大飯発電所3,4号機新規規制基準適合性確認結果について(3.1.3.7.1))

大飯発電所3,4号機の各号機の非常用所内交流電源設備は、各号機2台のディーゼル発電機とそれぞれに165kℓの燃料貯蔵タンク(耐震Sクラス)を有している。7日間以上の外部電源喪失に対して、原子炉の停止、停止後の冷却に係る機能を担うため、非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクの連続運転に必要な容量以上の燃料を貯蔵する設備を有し、必要とされる電力の供給が継続できる構成となっている。

必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における火山灰の除去等の対応が取れるよう、アクセス性が良く、

構造上火山灰を除去できることを確認した。

以上

表 1 原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係<sup>注1</sup>

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波、静振、火口湖の崩壊	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震及びその関連事象	継続的激動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性の水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサームカルストの変異、水圧の急変	注 4

(参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAG4625)

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受けるとする。

注 2：降下火砕物に関しては、噴出源にかかわらず、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる同等の厚さの火山灰等が降下するものとする。

注 3：新火口の開口については、原子力発電所の原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

## 火山事象の抽出

### 資料構成

1. 敷地周辺の地形	.....	1
2. 敷地周辺の地質	.....	2
3. 地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山	.....	3
4. 原子力発電所に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出	.....	4
5. 運用期間中における火山活動に関する個別評価	.....	5
6. 運用期間中における火山活動に関する個別評価	.....	6
7. 運用期間中における火山活動に関する個別評価(白山)	.....	7
8. 火山事象の影響評価	.....	8

# 1. 敷地周辺の地形

1

敷地は大島半島の先端部に位置している。敷地の対岸には内外海半島があり、大島半島と内外海半島に囲まれて小浜湾が広がる。大浦半島、大島半島、内外海半島には標高500m級の山地が分布しており、主な山としては、大浦半島の青葉山(標高693m)、内外海半島の久須夜ヶ岳(標高619m)がある。



図1 敷地を中心とする半径30km範囲の地形図

# 2. 敷地周辺の地質

2

敷地周辺、近傍の地質調査の結果、少なくとも半径30km内には、降下火山灰を除く第四紀火山の噴出物は確認されていない。

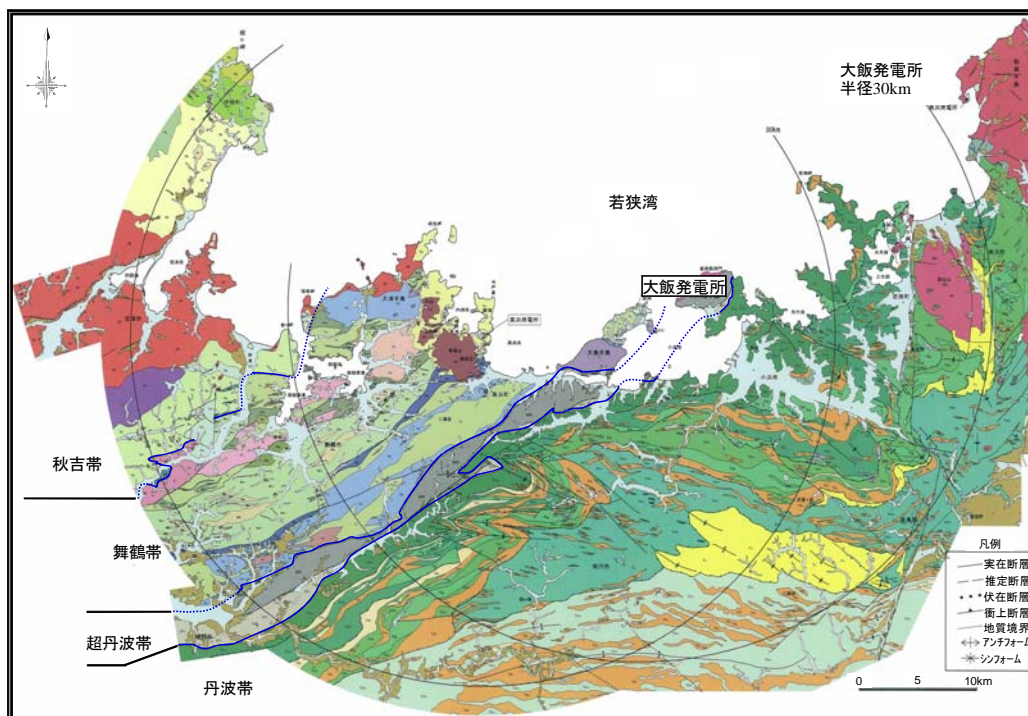


図2 敷地を中心とする半径30km範囲の地質図

### 3. 地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山

3

西来ほか(2012), 日本火山学会のデータベース等を参考に半径160kmの範囲に位置する第四紀火山を抽出する。

表1 半径160kmの範囲の第四紀火山

番号	名称	敷地からの距離(km)	活動年代(千年前)
1	三朝(仮称) (みささ)	150	鮮新世後期? ~ 2200
2	横原(仮称) (よこはら)	140	約 800
3	郡家(仮称) (こおげ)	129	約 2150
4	大穿山(仮称) (おおがややま)	116	約 2850
5	藤ノ山 (ふのやま)	111	約 1200 ~ 約 400
6	佐坊 (さぼう)	108	約 1700
7	美万火山群 (みまふ)	105	約 1700 ~ 約 220
8	鷲 (てらぎ)	106	約 3100 ~ 約 2200
9	龍 (とどろき)	99	約 2800 ~ 約 2400
10	神鍋山 (かんなべ)	89	約 700 ~ 約 10か20
11	大屋 (おおや)	89	約 2500 ~ 約 2400
12	目坂 (めさか)	85	約 130
13	玄武洞 (げんぶどう)	79	約 1700 ~ 約 1600
14	上佐野 (かみさの)	79	約 230
15	宝山(別名: 田倉山) (たからやま)	67	約 400か300
16	取立山 (とりたてやま)	107	約 1000 ~ 約 800
17	鎌石 (きよしがたけ)	104	約 1400 ~ 約 700
18	赤鬼山 (あかうさまやま)	108	約 800
19	藤教寺山・三ノ峰 (ふじのやま)	114	約 3100 ~ 約 2500
20	戸宝山 (とむるやま)	148	約 400 ~ 約 300
21	鏡子ヶ岳 (かみこしがたけ)	116	約 1500
22	白山 (はくさん)	122	約 400 ~ 現在
23	毘沙門岳 (びしゃもんだけ)	112	約 400 ~ 約 250
24	龍白丸山 (りょうはくまるやま)	118	約 400 ~ 約 300
25	大日ヶ岳 (たいにちがたけ)	119	約 1100 ~ 約 900
26	馬籠子・鷲ヶ岳 (うまろし・たしがたけ)	127	約 1600 ~ 約 1100
27	湯ヶ峰 (ゆがみね)	150	約 100

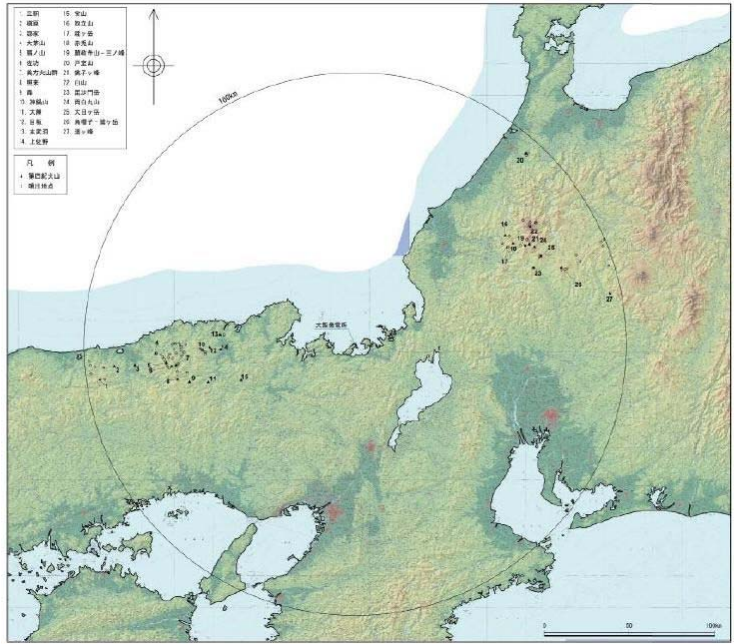


図3 半径160kmの範囲の第四紀火山位置図

### 4. 原子力発電所に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出

4

敷地位置周辺は、敷地北東側と敷地西方側にのみ第四紀火山が分布し、敷地を中心とした半径約60km範囲には第四紀火山は分布せず、火山岩の分布は狭い範囲に限られる。

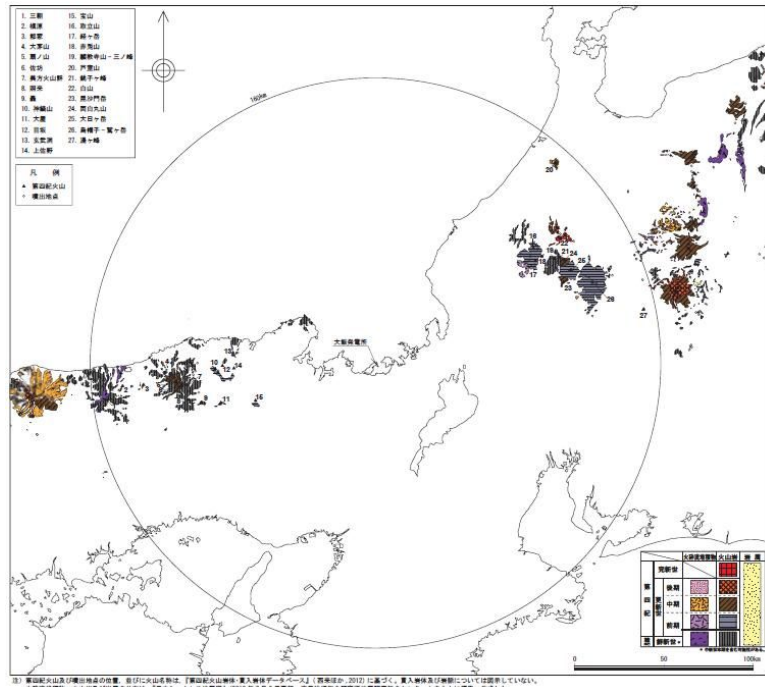
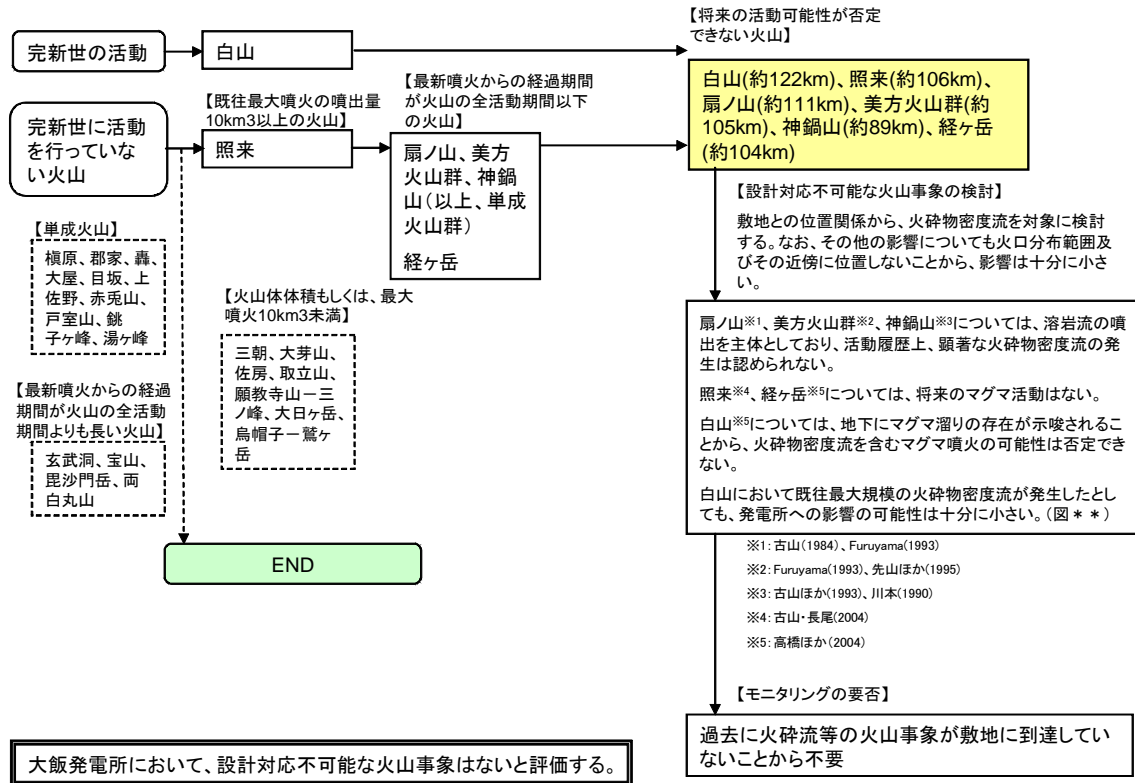


図4 半径160kmの範囲の火山地質図

## 5. 運用期間中における火山活動に関する個別評価

5



## 6. 運用期間中における火山活動に関する個別評価

6

### 【単成火山】

火山の形式については、西来ほか(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース、地質調査総合センター速報, no.60

### 【最新噴火からの経過期間が火山の全活動期間よりも長い火山】

最後の活動終了からの期間が、その火山の最大活動休止期間と見なせるかを評価

	活動年代 (千年前)	活動期間 (千年)	最新活動時期 (千年前)
玄武洞	約1,700~約1,600	約100	約1,600
宝山	約400か300	—	約400か300
毘沙門岳	約400~約250	約150	約250
両白丸山	約400~約300	約100	約250

西来ほか(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース、地質調査総合センター速報, no.60に基づく

### 【火山体積もしくは、最大噴火10km3未満】

	火山体積、最大噴火 (km <sup>3</sup> )
三朝	<10km <sup>3</sup> <sup>1)</sup>
大茅山	<10km <sup>3</sup> <sup>2)</sup>
佐房	<10km <sup>3</sup> <sup>3)</sup>
取立山	<10km <sup>3</sup> <sup>4)</sup>
願教寺山-三ノ峰	<10km <sup>3</sup> <sup>5)</sup>
大日ヶ岳	<10km <sup>3</sup> <sup>6)</sup>
烏帽子-鷲ヶ岳	<10km <sup>3</sup> <sup>7)</sup>

1) 藤田(1973)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により火山噴出物の総体積を算出。

2) 地形・地質状況により、火山噴出物の総体積を算出。

3) 古山・長尾(2004)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により体積を算出。

4) 棚瀬ほか(2007)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により体積を算出。

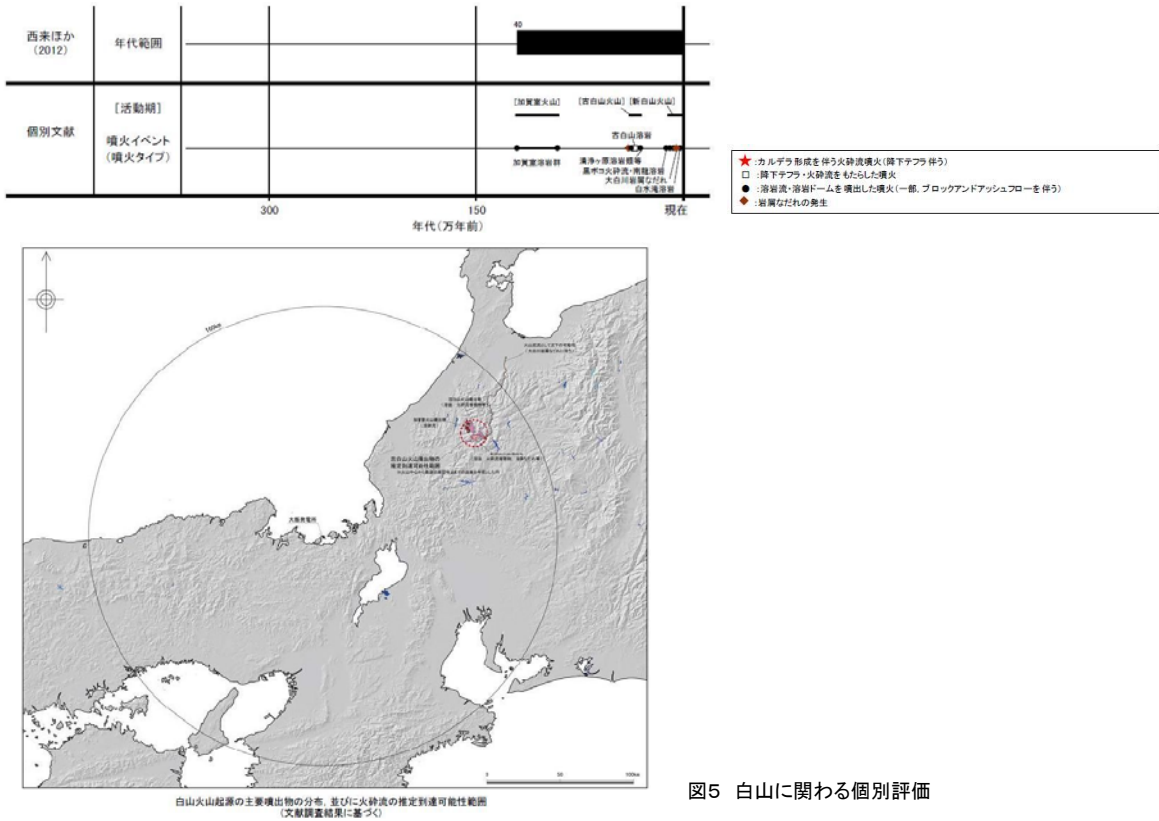
5) 棚瀬ほか(2007)、速水ほか(1986)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により体積を算出。

6) 坂田ほか(1992)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により体積を算出。

7) 河田ほか(1988)による構成火山岩層、層序等に基づき、地形・地質状況により体積を算出。

## 7. 運用期間中における火山活動に関する個別評価(白山)

7



## 8. 火山事象の影響評価

8

### 【設計対応可能な火山事象】

#### 地理的領域内の火山事象

降下火山灰、火山性土石流、噴石、火山ガス等

文献調査、および地質調査等の結果から、地理的領域内の第四紀火山を起源とする堆積物等は認められないことから、これらの火山による降下火山灰・火山性土石流・噴石等の影響可能性は十分に小さいものと考えられる。なお、敷地の地形は、若狭湾に面しており、火山ガスが滞留するような地形ではないと考えられる。したがって、地理的領域内の火山噴出物が認められないことから、火山ガスの影響も十分に小さいと考えられる。

#### 地理的領域外の火山事象

降下火山灰

敷地近傍に分布する主な広域火山灰は、鬼界葛原テフラ(約9.5万年前)、大山倉吉テフラ(約5.9万年前～約5.8万年前)、始良Tnテフラ(約2.9万年前～約2.6万年前)、鬼界アカホヤテフラ(約7,300年前)である。これらは、段丘堆積物中等に認められるが、火山灰層を成して厚く分布する箇所は認められない。

「完新世に関する津波堆積物調査の結果について」(平成24年12月 関西電力)において、火山灰分析を実施している。その結果、確認された主なテフラは、鬼界アカホヤテフラ、饗陵隠岐(約1.7万年前)、始良Tnテフラなどが認められるが、火山灰層を成して厚く分布する箇所は認められない。

及川(2003)は飛騨山脈での火成活動を3つのステージに分けた。stage I (2.5～1.5Ma)は伸張しない中間的な地殻応力場で生じた火山活動で、北～中部地域におけるカルデラ形成を伴う大規模火砕流の噴出と南部地域における玄武岩単成火山群の形成で特徴づけられる。この内、噴出量が詳細に推定されているものとして、Ht-Kd39、Ebs-Fukudaがある。噴出年代と噴出量については、前者は1.76Ma、300-400 km<sup>3</sup>、後者は1.75Ma、250-350 km<sup>3</sup>と推定されている。stage II (1.5～0.8Ma)は火山活動が低調な時代である。stage III(0.8～0Ma)は東西圧縮の地殻応力場での立山～御岳火山といった成層火山の形成で特徴づけられる時代である。この時代は、10 km<sup>3</sup>程度かそれ以下の規模の活動が卓越し、stage I の活動に比べて噴出量が一桁以上小さい。侵食の激しいこの山地で噴出中心付近に火山地形を残しているものは、stage I に活動した火山に限られる。このことも給源カルデラ火山が既に失われていることを示唆する。

以上のことから、鮮新世～中期更新世以前に活動した大規模噴火が再活動し、大飯地点に影響を与える可能性は限りなく低いものと考えられる。

図6、7に基づき、最大層厚を約20cmとする。

大飯発電所において、降下火山灰を考慮した設計を実施することとする。



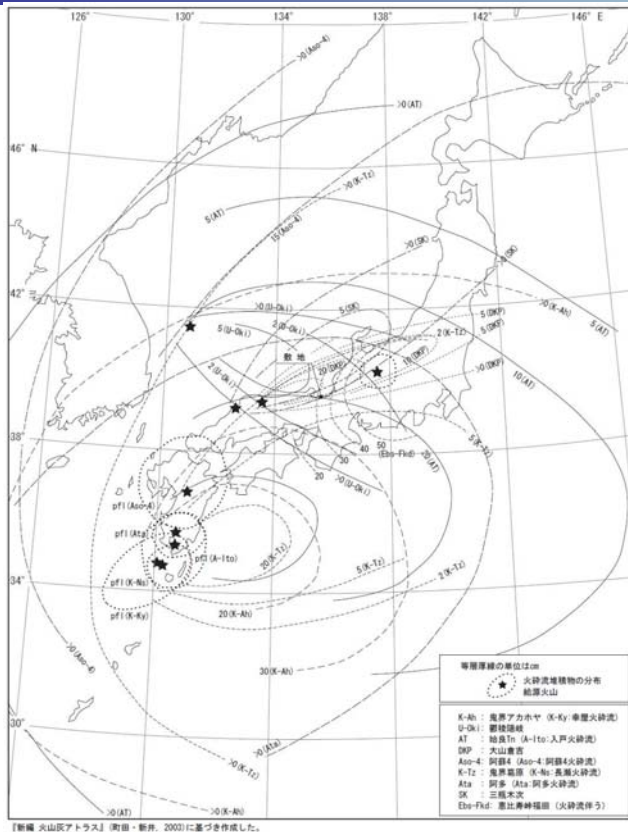


図6 敷地及び敷地近傍で確認された主要広域火砕物の分布 (『新編火山灰アトラス』(2003)に追記)

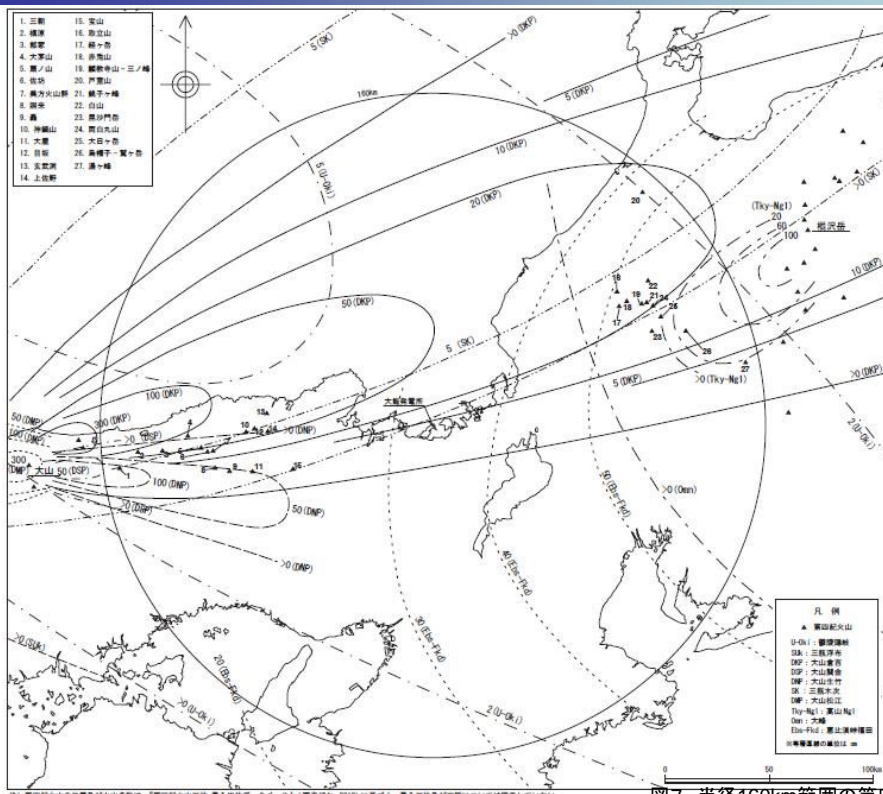


図7 半径160km範囲の第四紀火山起源の主要降下火砕物の分布 (『新編火山灰アトラス』(2003)を基に追記)

## 降下火砕物（火山灰）堆積荷重に対する影響評価について

### 1 . 対象設備

火山灰が発電所に到達したとしても、安全に停止し、高温停止状態から低温停止状態へ移行し、かつ、低温停止状態を維持し、使用済燃料貯蔵設備については冷却機能を維持することを目的として、その目的の達成のために使用しなければならない設備を評価対象設備とする。（添付 2 - 1 - 1）

ただし、安全重要度が下位の設備であっても、その停止により、上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす場合は、下位の安全重要度の設備も評価対象とする。

火山灰の堆積荷重に対する影響評価が必要な設備は以下のとおりである。

- ・ 原子炉格納容器
- ・ 原子炉周辺建屋

### 2 . 想定する火山灰

想定する火山灰としては、過去の大飯発電所周辺における火山灰堆積物の調査結果および文献調査結果等から、最大想定火山灰厚さは 20cm、主な火山灰の粒径は約 0.2mm ~ 1mm 程度、密度は約 1.5 とする。

### 3 . 影響評価結果

想定する火山灰の堆積荷重は、積雪荷重（ $3000\text{N/m}^2$ ）相当であり、原子炉格納容器および原子炉周辺建屋の機能に影響を及ぼすことはない。

以上

## 降下火砕物（火山灰）に対する影響評価対象設備について

### 1 . 対象設備

火山灰が発電所に到達したとしても、安全に停止し、高温停止状態から冷温停止状態へ移行し、かつ、冷温停止状態を維持し、使用済燃料貯蔵設備については冷却機能を維持することを目的として、その目的の達成のために使用しなければならない設備については以下のとおり。

種類	対象設備	影響項目	評価対象
建屋	原子炉格納容器、原子炉周辺建屋	火山灰堆積による損傷	評価対象
タンク (ピット)	燃料取替用水ピット	火山灰堆積による損傷	屋内設置のため 評価不要
	復水ピット		
	非常用ディーゼル発電機重油タンク		
ポンプ	非常用ディーゼル発電機重油移送ポンプ	火山灰侵入による動作不良	屋内設置のため 評価不要
	海水ポンプ		評価対象
屋外機器	主蒸気逃がし弁	火山灰侵入による動作不良	評価対象
非常用電源	ディーゼル機関	火山灰侵入による動作不良	評価対象
換気空調	給気フィルタ(中央制御室、ディーゼル発電機室、安全補機開閉器室等)	火山灰による閉塞	評価対象
排気筒	排気筒	火山灰による閉塞	評価対象
取水口	取水口	火山灰による閉塞	評価対象
海水系機器	海水ストレーナ	火山灰による閉塞	評価対象

以上

## 降下火砕物（火山灰）による閉塞、侵入等の影響評価について

### 1 . 対象設備

火山灰が発電所に到達したとしても、安全に停止し、高温停止状態から冷温停止状態へ移行し、かつ、冷温停止状態を維持し、使用済燃料貯蔵設備については冷却機能を維持することを目的として、その目的の達成のために使用しなければならない設備を評価対象設備とする。（添付 2 - 1 - 1）

ただし、安全重要度が下位の設備であっても、その停止により、上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす場合は、下位の安全重要度の設備も評価対象とする。

火山灰による閉塞、浸入等の影響評価が必要な設備は以下のとおりである。

- ・ 海水ポンプ
- ・ 主蒸気逃がし弁
- ・ 非常用ディーゼル機関
- ・ 換気空調設備（中央制御室空調系、安全補機開閉器室空調系、ディーゼル発電機室換気系、補助給水ポンプ室換気系、制御用空気圧縮機室換気系、主蒸気配管室換気系、格納容器給気系、補助建屋給気系および放射線管理室給気系）
- ・ 排気筒
- ・ 取水口
- ・ 海水ストレーナ

### 2 . 想定する火山灰

想定する火山灰としては、過去の大飯発電所周辺における火山

灰堆積物の調査結果および文献調査結果等から、最大想定火山灰厚さは20cm、主な火山灰の粒径は約0.2mm～1mm程度、密度は約1.5とする。

### 3. 影響評価結果

#### (1) 海水ポンプ

海水ポンプの軸受部には、異物逃がし溝(約3.7mm以上)を設けており、想定される火山灰の侵入による軸固着には至らない。

また、海水ポンプモータは、電動機本体を全閉構造とし、空冷式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り、火山灰の侵入による影響はない。(添付2-2-1)

#### (2) 主蒸気逃がし弁

主蒸気逃がし弁の大気開放部分には、消音器(サイレンサー)が設置されていること及び弁下流の配管形状から、降下火山灰が直接配管内に侵入し難い構造である。(添付2-2-2)

なお、仮に火山灰が直接配管内に侵入し、配管を閉塞させた場合でも、火山灰の荷重よりも主蒸気逃がし弁の吹出力が十分大きいことから、主蒸気逃がし弁の機能に影響を及ぼすことはない。

#### (3) 非常用ディーゼル機関

非常用ディーゼル機関の吸入空気の流れは、降下火山灰が侵入し難い構造である。(添付2-2-3)

なお、仮に機関吸気に火山灰等の固形物が混入した場合でも、シリンダライナーとピストンリングの間隙が数十 $\mu\text{m}$ 程度であり、想定する火山灰の粒径では、機関内で異常磨耗を促進させることはなく、非常用ディーゼル機関の機能に影響を及

ばすものではない。

( 4 ) 換気空調設備

中央制御室空調系、安全補機開閉器室空調系、ディーゼル発電機室換気系、補助給水ポンプ室換気系、制御用空気圧縮機室換気系、主蒸気配管室換気系、格納容器給気系、補助建屋給気系および放射線管理室給気系の外気取入口の空気の流れは、降下火山灰が侵入し難い構造である。(添付2 - 2 - 4)

( 5 ) 排気筒

排気筒への降下火山灰を想定しても、排気速度(約20m/s)は火山灰の降下速度を大きく上回っており、降下火山灰により閉塞することはなく、排気筒の機能に影響を及ぼすものではない。

なお、仮に火山灰が直接排気筒内に侵入した場合でも、排気筒を閉塞する構造ではなく、排気筒の機能に影響を及ぼすことはない。(添付2 - 2 - 5)

( 6 ) 取水口

取水口への降下火山灰を想定しても、想定する火山灰の粒径は十分小さく、除塵装置が閉塞することはなく、取水口の機能に影響を及ぼすことはない。

( 7 ) 海水ストレーナ

想定する火山灰の粒径は、海水ストレーナのエレメントのメッシュサイズ(直径8mm)より小さく、海水ストレーナが閉塞することはなく、海水ストレーナの機能に影響を及ぼすことはない。

以上

## 海水ポンプモータ空冷式空気冷却器について

### 1. 海水ポンプモータ空冷式空気冷却器

海水ポンプモータ空冷式空気冷却器の構造は、以下のとおり全閉外扇形の冷却方式となっており、火山灰の影響を受けない。

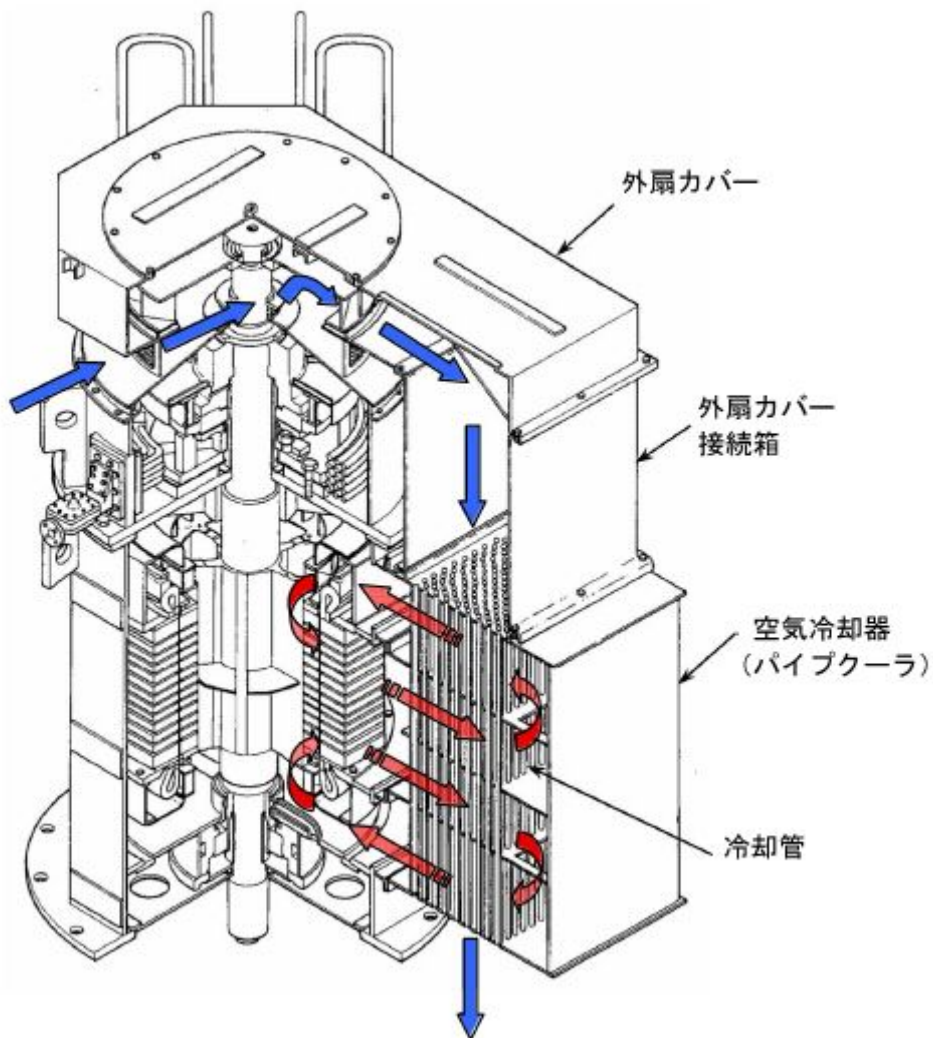


図 海水ポンプモータの冷却方式

以上



主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造について

1. 主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造

主蒸気逃がし弁の出口配管形状および消音器の構造は以下に示すとおりであり、主蒸気逃がし弁の出口配管は水平部から立上っており、屋外配管から火山灰が侵入しても、主蒸気逃がし弁に到達し難い構造となっている。また、消音器は、ディフューザーおよび多孔板などから構成されており、降下火山灰が直接配管内に侵入し難い構造となっている。

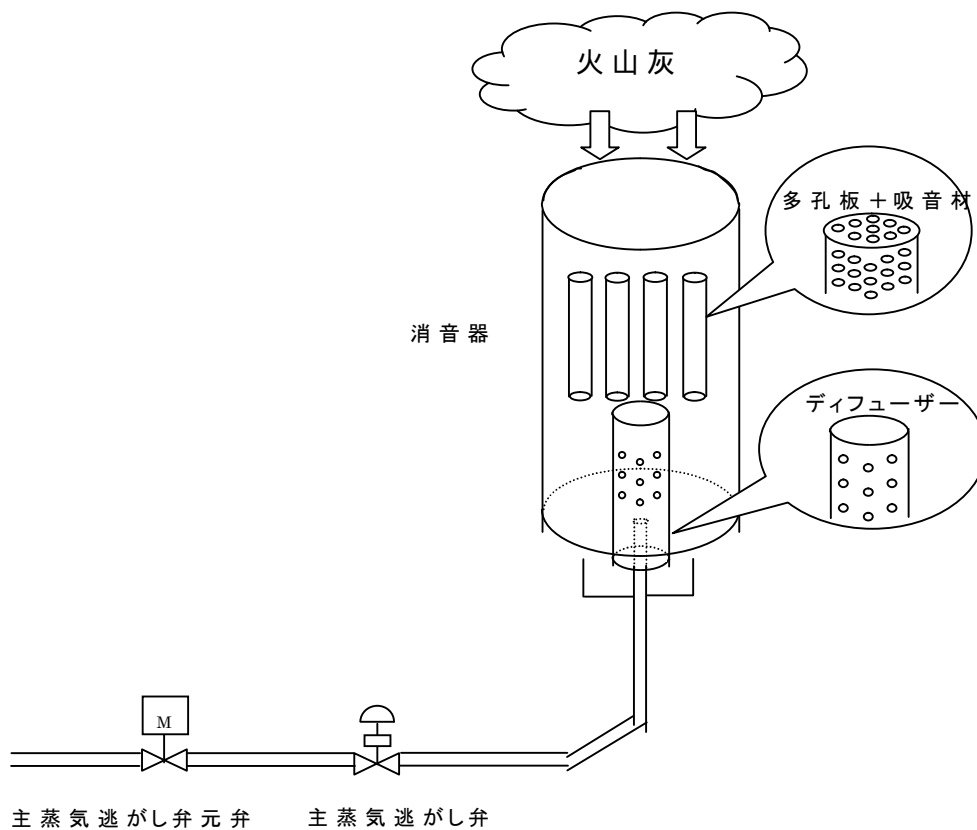


図 主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造

以上

非常用ディーゼル機関の吸入空気の流れについて

1. 非常用ディーゼル機関の吸入空気の流れ

非常用ディーゼル機関の吸入空気の流れは、以下のとおりであり、降下火山灰が侵入し難い構造となっている。

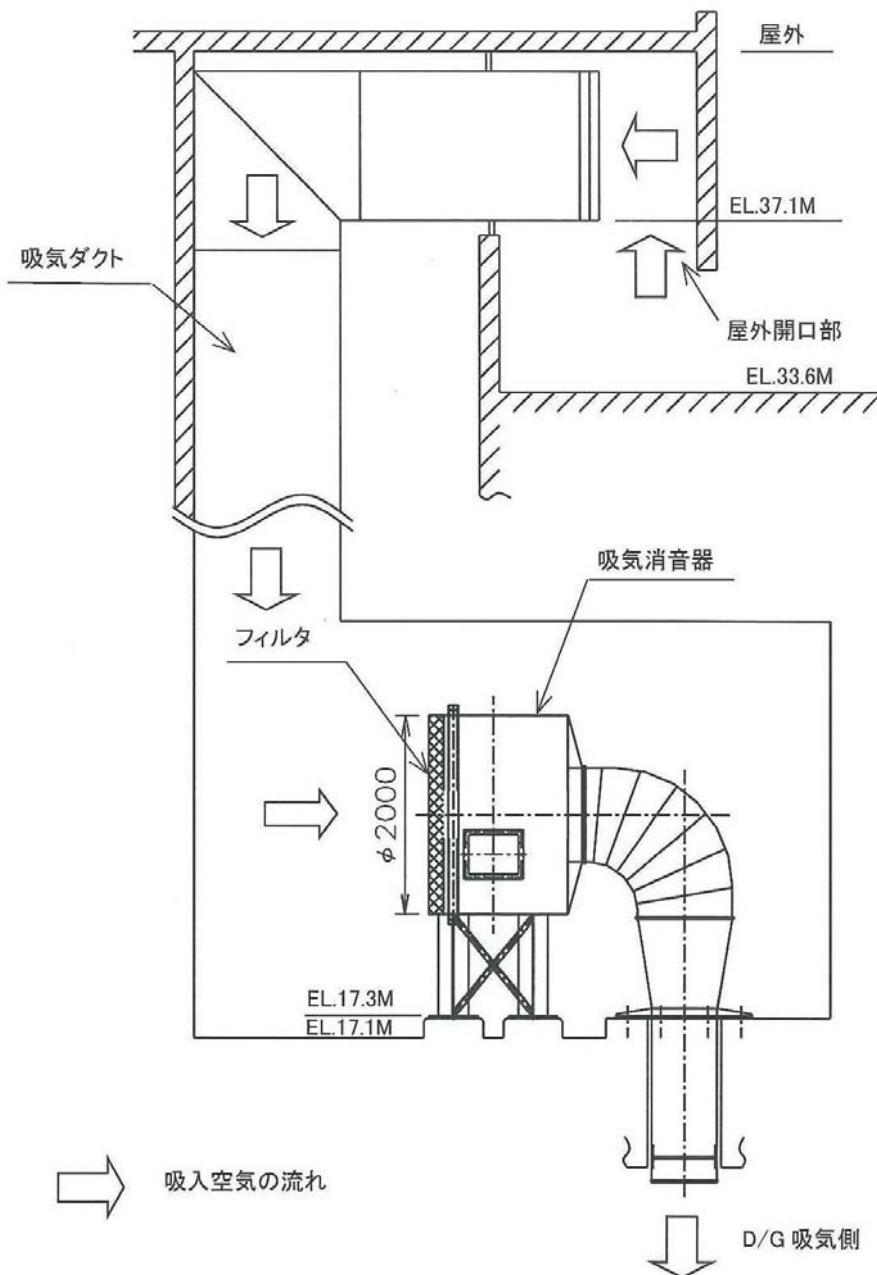


図 非常用ディーゼル機関の吸入空気の流れ

以上

## 換気空調系外気取入口の構造について

## 1. 換気空調系外気取入口の構造

中央制御室空調系、安全補機開閉器室空調系、ディーゼル発電機室換気系、補助給水ポンプ室換気系、制御用空気圧縮機室換気系、主蒸気配管室換気系、格納容器給気系、補助建屋給気系および放射線管理室給気系の外気取入口の空気の流れは、降下火山灰が侵入し難い構造である。中央制御室外気取入口の空気の流れの例を以下に示す。

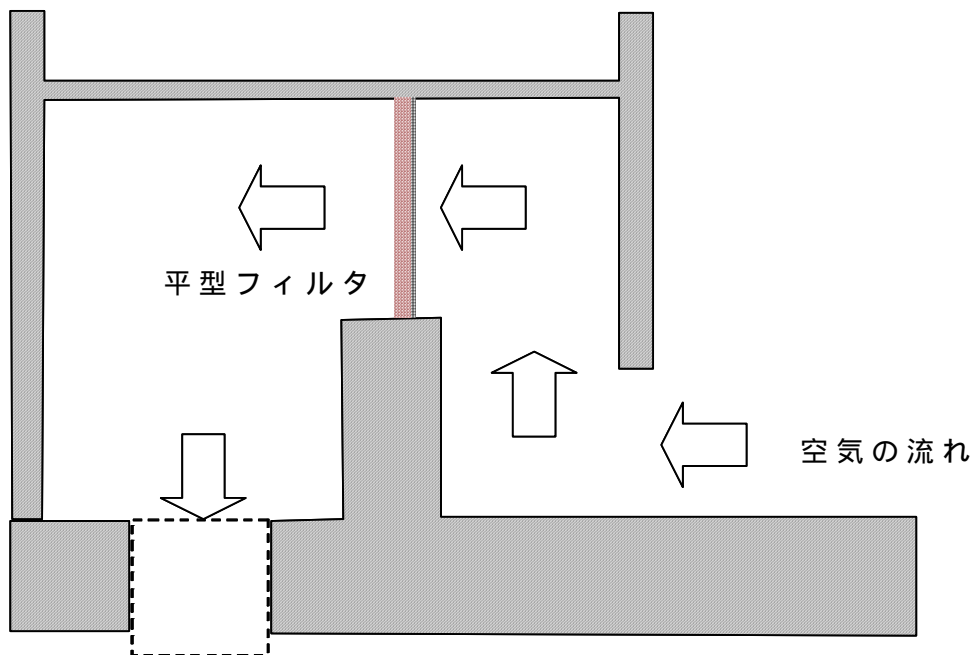


図 中央制御室外気取入口の空気の流れ

以上

排気筒の構造について

1. 排気筒の構造

排気筒ドレンが設けられた曲がり部には、段差（約 35cm）があり、仮に火山灰が侵入し、堆積しても閉塞する構造ではない。

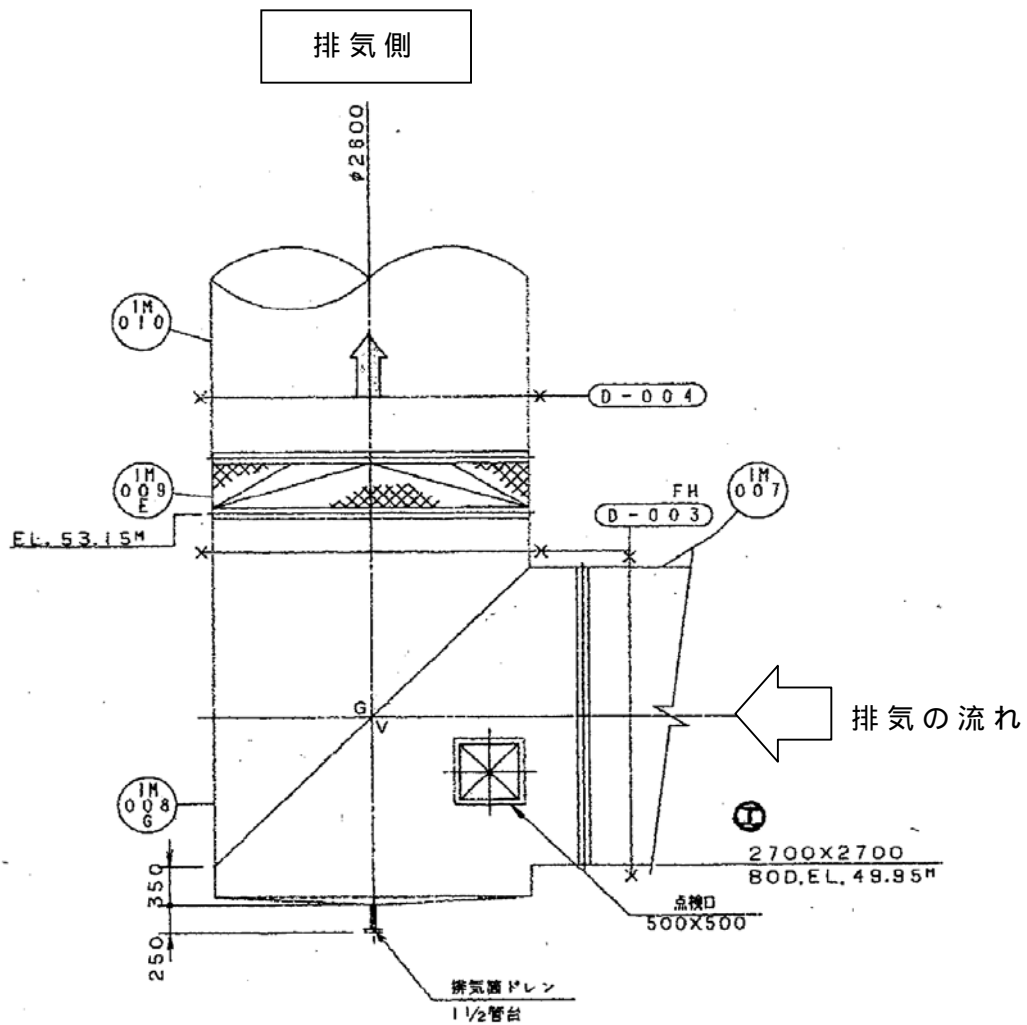


図 排気筒曲がり部の構造

以上

### 3 . 重大事故対策における手順書の整備、訓練の実施に関する追加報告について

## 重大事故対策における手順書の整備、訓練の実施に関する 追加報告について

### 1. はじめに

当社は、東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、緊急安全対策設備等を設置し、手順書の整備、訓練を行ってきた。今般、新規制基準案の提示があったことから、大飯3,4号機では、重大事故対策の整備を鋭意実施しているところであり、平成25年6月末に整備を完了する予定である。平成25年4月18日に提出した大飯3,4号機新規制基準適合性確認結果においては、手順書の整備、訓練の実施の基本方針が、新規制基準に適合していることを確認している。重大事故時にこれらの対策を有効に機能させるために、必要な手順書を整備し、訓練を行う。

### 2. 基本的考え方

重大事故対策に関する手順書については、新規制基準案に示された各要求事項に示された設備対応をはじめとする対策内容を、従前より整備していた設計基準を超える事故に対応する手順書への追加・充実あるいは再編することで、より広範囲の事故に対し有効に機能するものとした。(6月末完了予定)

また、整備した手順書は、重大事故対策の有効性評価に係る事故シーケンスに基づく解析や、事故時の対応体制をはじめとする要員の配置など、成立性の面からも評価を行うことで、それが確実に機能することを確認している。

### 3. 手順書の整備

#### (1) 重大事故対策に係る手順書の体系と有効性の確認

重大事故発生時においては、事故の進展に応じ運転員とそれ以外の支援要員がそれぞれの役割に応じ対応するとともに、事故収束のために柔軟に連携していくことが必要である。

重大事故対策については、平成4年以降自主的に整備・運用しており、その手順書として、事故時に運転員が使用する「事故時操作所則」と、支援要員が炉心損傷後のプラント状態に応じてシビアアクシデント・マネジメント策について総合的に判断するために使用する「事故時影響緩和操作評価マニュアル」を整備してきた。また、福島第一原子力発電所の事故以降、緊急安全対策として整備した電源確保や蒸気発生器の給水確保等の手順は、「電源機能等喪失時における原子炉施設の保全のための活動に係る対応所達」に定めている。

今回、整備・充実した手順書の体系は、事故の進展に応じて「炉心損傷の防止」と「格納容器損傷の防止」に分類している。役割に応じた要員別では、運転員用の手順書として「事故時操作所則（第2部）」と「事故時操作所則（第3部）」が整備されている。それ以外の支援要員の手順書としては、東京電力福島第一発電所事故を踏まえた緊急安全対策として「電源機能等喪失時における原子炉施設の保全のための活動に係る対応所達」を整備していたが、新規制基準案の要求事項等を踏まえて新たに再編し、炉心損傷の防止から格納容器損傷の防止まで広く対応する「重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達」として新たに制定した。（6月末完了予定）また、プラント状態や事故状況に応じた対応方法を適正に判断し炉心損傷後の重大事象に柔軟に対応するため「事故時影響緩和操作評価マニュアル」を整備している。

手順書の体系ならびに手順の整備状況について、添付資料1ならびに添付資料2に示す。

今回整備した手順については、新規制基準案で示された個々の要求事項を満たしてしていることはもちろん、炉心損傷防止、格納容器破損防止、停止中の原子炉における燃料損傷防止の観点から選定した各事故シーケンスに対して、手順を含んだ挙動解析を

実施し、手順の有効性を確認している。

また、重大事故に対応するために整備された手順を確実にかつ機能的に活用するため、初動対応や要員の確保ならびに機動性などを勘案し、運転員は事故直後の初動対応ならびに主に恒設設備を使用した対応を、それ以外の支援要員は可搬式対応設備を主体とした柔軟かつ多様性のある対応を行なうことを基本的な役割としているが、それを手順書として整備し、それぞれの役割や手順書間のつながりを明確にすることで全体が一体化して機能するよう体系化している。

## (2)重大事故対策に係る具体的な手順

既存の重大事故対策についても改めて有効性評価を実施し、その結果を踏まえ、操作における優先順位の変更や手順の改善等の充実を実施している。また、新たに配備する設備については、その能力を有効に活用するため、効果が期待できる手順の整備も検討した。(6月末完了予定)

具体的な手順の整備イメージとして、炉心損傷シーケンスである全交流電源喪失を例にあげる。全交流電源喪失時の手順書については、従前より整備されていたが、1次冷却材ポンプシールからの漏えいが大きくなった場合にも対応できるよう恒設および可搬式代替低圧注水ポンプの運転を事故時操作所則内の手順書である「全交流電源喪失」に追加した。さらに、全交流電源喪失を起因とした炉心損傷を想定して、炉心損傷後に実施する操作の準備を事前に実施することを手順書に追記した。可搬式代替低圧注水ポンプの具体的な操作方法については、「重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達」に整備している。(6月末完了予定)

重大事故時の対応手順の例を添付資料3に示す。

## 4 . 訓練の実施



設備、手順を用いた重大事故対策は、プラント状況に応じて選択・実施されることから、重大事故対策の実施に関連する要員には、重大事故時のプラント挙動に関する知識の向上を目的とした教育が必要である。このため、必要な知識付与の教育・訓練体系の充実を実施した。具体例としては、知識付与を目的とした研修について、要員の役割に応じた研修の充実を図ることとしている。

重大事故対策に係る原子力要員の教育・訓練の体系について添付資料4に示す。

なお、重大事故の発生および拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準に則り、個々の手順の整備を今後とも継続するとともに、必要な教育および訓練を実施していく。

以上

#### 添付資料

- 1 重大事故の発生および拡大に必要な措置に係る手順書の体系
- 2 重大事故の発生および拡大に必要な措置に係る手順の整備状況
- 3 全交流電源喪失 + R C P シール L O C A に対する対応手順の概要（一例）
- 4 重大事故対策に係る原子力要員教育・訓練体系

## 重大事故の発生および拡大の防止に必要な措置に係る手順書の体系

	対象者	手順書
炉心損傷防止	運転員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故時操作所則(第2部)</li> <li>〔設計基準事故を超える事故が発生した場合に、炉心損傷を防止するための操作手順〕</li> </ul>
	運転員以外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達</li> <li>〔重大事故等発生時および大規模損壊発生時における原子炉施設の保全のための活動について定めた各種手順(事故時操作所則を除く)〕</li> </ul>
格納容器損傷防止	運転員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故時操作所則(第3部)</li> <li>〔炉心損傷後に、炉心損傷の影響を緩和するための手順〕</li> </ul>
	運転員以外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故時影響緩和操作評価マニュアル</li> <li>〔炉心損傷後のシビアアクシデント・マネジメント策を、プラント状態に応じて総合的に判断するための、情報の整理と判断方法を記載したガイドラインと、シビアアクシデント・マネジメント策を実施する上で必要な、技術的な情報／根拠をまとめたもので構成された手順〕</li> <li>・重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達</li> <li>〔重大事故等発生時および大規模損壊場合における原子炉施設の保全のための活動について定めた各種手順(事故時操作所則を除く。〕</li> </ul>

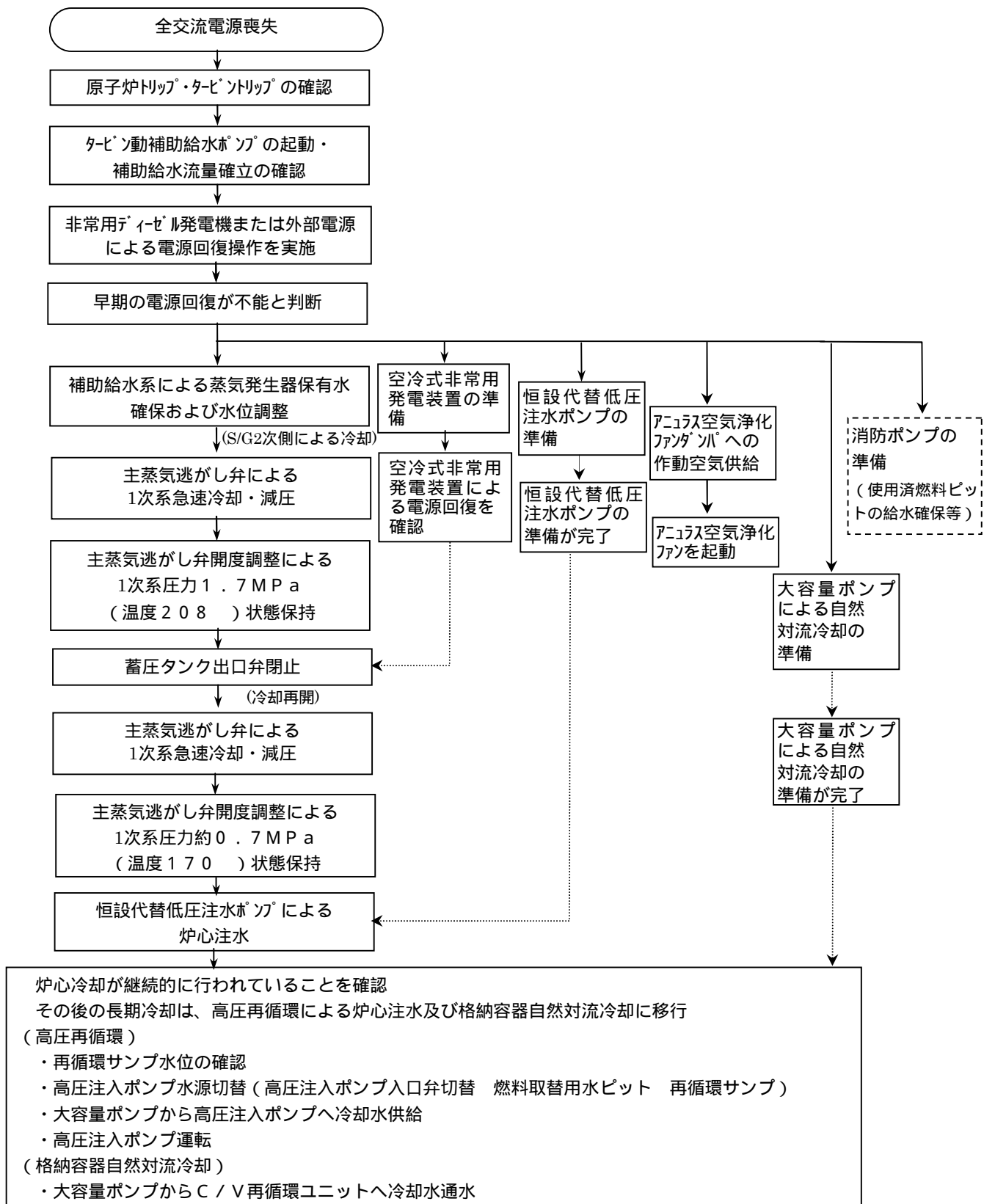
## 重大事故の発生および拡大の防止に必要な措置に係る手順の整備状況

規制基準案の項目	反映する主な手順	主な手順整備箇所
原子炉緊急停止失敗時に原子炉を未臨界にするための手順	手動により原子炉トリップさせる手順	【事故時操作所則（第2部）】 未臨界の維持
	手動操作により補助給水ポンプ起動ならびにタービントリップさせる手順。	
	ほう酸水を注入する手順	
冷却材バウンダリ高圧時に原子炉を冷却するための手順	可搬式バッテリーによる給電で、タービン動補助給水ポンプを起動する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	すべての電源が喪失した状態からタービン動補助給水ポンプを現地で起動する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	空冷式非常用電源により電動補助給水ポンプを起動する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	空冷式非常用電源により原子炉水位 / 蒸気発生器水位計等に給電する手順	
	主蒸気逃がし弁およびタービン動補助給水ポンプ流量調整弁の手動操作により蒸気発生器水位を制御する手順	
冷却材バウンダリを減圧するための手順	主蒸気逃がし弁を手動操作により減圧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	加圧器逃がし弁を可搬式代替設備（電源ならびに駆動用空気供給）にて操作し、減圧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失 【事故時操作所則（第3部）】 1次系の減圧
	蒸気発生器伝熱管破損時、当該蒸気発生器を隔離する手順。また隔離できない場合には、加圧器逃がし弁などにより1次冷却材圧力バウンダリを減圧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 S G T R時破損 S / G減圧継続
	インターフェイスシステムLOCA 時、損傷箇所を隔離する手順。また隔離できない場合には、主蒸気逃がし弁及び加圧器逃がし弁などにより1次冷却材圧力バウンダリを減圧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 インターフェイスLOCA
冷却材バウンダリ低圧時に原子炉を冷却するための手順	可搬式代替低圧注水ポンプにより、余熱除去系配管を通して原子炉に注水する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	恒設代替低圧注水ポンプにより、余熱除去系配管を通して原子炉に注水する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失 炉心冷却の維持
	空冷式非常用発電装置および大容量ポンプにより、原子炉補機冷却水系統の復旧ならびに余熱除去系統を復旧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 海水ポンプ全機能喪失時におけるディーゼル駆動式大容量ポンプを使用したモード5(低温停止)への移行操作 【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順	空冷式非常用発電装置および大容量ポンプにより、原子炉補機冷却水系統を復旧する手順	【事故時操作所則（第2部）】 海水ポンプ全機能喪失時におけるディーゼル駆動式大容量ポンプを使用したモード5(低温停止)への移行操作 【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	大容量ポンプにより、格納容器再循環ユニットへ海水を通水し格納容器内の自然対流により冷却ならびに減圧する手順。また原子炉補機冷却水サージタンクの窒素ポンプにより加圧する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失 【事故時操作所則（第3部）】 C / V再循環ユニットによる冷却 【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	タービン動補助給水ポンプおよび主蒸気逃がし弁の手動操作等により2次系からの除熱を継続的に実施する手順。また消防ポンプ等により淡水または海水を復水ピットに補給する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失 【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】

規制基準案の項目	反映する主な手順	主な手順整備箇所
原子炉格納容器内雰囲気冷却するための手順	可搬式代替低圧注水ポンプにより、格納容器スプレイ系配管を通して格納容器内にスプレイする手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	恒設代替低圧注水ポンプにより、格納容器スプレイ系配管を通して格納容器内にスプレイする手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【事故時操作所則（第3部）】 C/Vスプレイ作動
原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順	大容量ポンプにより、格納容器再循環ユニットへ海水を通し格納容器内の自然対流により冷却ならびに減圧する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【事故時操作所則（第3部）】 C/V再循環ユニットによる冷却  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順	恒設代替低圧注水ポンプにより、格納容器スプレイ系配管を通して格納容器内にスプレイする手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【事故時操作所則（第3部）】 C/Vスプレイ作動
	可搬式代替低圧注水ポンプにより、格納容器スプレイ系配管を通して格納容器内にスプレイする手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
水素爆発による格納容器の損傷を防止するための手順	事故時に格納容器内ガスの水素濃度を測定する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順	アニュラス空気浄化設備の電源を空冷式非常用発電装置から給電することにより運転し、水素を排出する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	アニュラス内の水素濃度計の電源を空冷式非常用発電装置から給電し監視する手順。	
使用済燃料貯蔵槽を冷却するための手順	可搬式の消防ポンプ、ホースを用いて注水する手順。	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	可搬式代替低圧注水ポンプによりスプレイヘッドに送水しスプレイする手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	プールの損傷部分を塞ぎプール水の漏えいの抑制を期待できる資機材のリスト化	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	換気空調等の停止等、放射性物質を補助建屋内に閉じ込め放出を低減する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	使用済燃料ビットの水位、温度、上部の空間線量率計測装置等について、空冷式非常用発電装置から給電する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
工場または事業所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順	放水砲による放原子炉建屋への放水手順。	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	海洋への放射性物質の拡散を抑制するシルトフェンスによる海洋への放射性物質の拡散を抑制する手順。	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】

規制基準案の項目	反映する主な手順	主な手順整備箇所
重大事故等の収束に必要な水源及び水の供給手順	炉心冷却のための蒸気発生器2次側への給水 ・海水を蒸気発生器2次側へ給水する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	炉心への直接注水ならびに格納容器スプレイに必要な用水を給水する手順 ・燃料取替用水ピットから給水する手順 ・淡水タンクから給水する手順 ・チャンネルの保有水を活用する手順 ・1次系純水タンクから給水する手順 ・海水を給水する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失 格納容器健全性の維持 炉心冷却の維持  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	使用済燃料ピットに必要な用水を給水する手順 ・燃料取替用水ピットから給水する手順 ・1次系純水タンクから給水する手順 ・淡水タンクから給水する手順 ・海水を給水する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	代替再循環設備として格納容器スプレイ系統及び高圧注入系統を用いて再循環する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 L O C A時再循環不能  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
電源設備	可搬式代替電源から高温停止移行・維持及び使用済燃料貯蔵ピットの冷却に必要な負荷に給電する手順。	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	空冷式非常用発電装置により全交流電源喪失時に必要となる負荷に給電する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	所内恒設直流電源設備により負荷切り離し操作を行わずに8時間、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、電気を供給する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	既設の予備変圧器を経由し、3, 4号機の安全系高圧母線を接続する手順。さらに、電気ケーブルを1, 2号機と3, 4号機の安全系高圧母線を可搬電気ケーブルにより接続する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
計装設備	炉心損傷防止及び格納容器破損防止のためプラント状態を把握・推定する手順 ・原子炉圧力容器内温度、圧力、水位の推定 ・原子炉圧力容器および格納容器への注水量の推定 ・一部または主要な計測機器が故障した場合、他の計測機器による推定。	【事故時操作所則（第2部）】 第2部全項目に亘る  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	全交流電源喪失状態において空冷式非常用発電装置および可搬式代替電源から特に重要な計測器に給電する手順。	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失  【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
原子炉)制御室	想定される最も過酷な事故時において、運転員が制御室にとどまるための手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
	全交流電源喪失及び最終ヒートシンク喪失時において、アンユラス空気浄化設備を早期に起動するための手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	制御室用の電源（空調、照明他）を空冷式非常用発電機および電源車から給電する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
監視測定設備	シビアアクシデント時における環境放射能等のモニタリングする手順	大飯発電所 シビアアクシデント（過酷事故）時における環境モニタリングに係る細則（仮称）
緊急時対策所	代替指揮所の換気空調設備、照明、通信連絡設備を空冷式非常用発電機から受電する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	代替指揮所に流入する放射性物質の量を低減する手順	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】
通信連絡設備	発電所対策本部（代替指揮所）に設置している通信連絡設備の電源を空冷式非常用発電装置から給電する手順	【事故時操作所則（第2部）】 全交流電源喪失
	原子炉圧力容器の状態を把握するの重要なパラメータを、通信連絡設備により関係箇所と情報共有する手順。	【重大事故等発生時および大規模損壊時における発電用原子炉施設の保全のための活動に関する所達】

全交流電源喪失 + R C P シール L O C A に対する対応手順の概要 (一例)



## 重大事故対策に係る原子力要員教育・訓練体系

## 1. 運転員

教育名	対象者	内容	時間、頻度
異常時対応教育 (指揮、判断基準)	当直課長 当直主任	異常時操作の対応	1時間以上/年
異常時対応教育 (中央制御室内、現場 機器対応)	当直員 および 運転に携わる 発電室員	異常時操作の対応	1時間以上/年
アクシデントマネジ メント教育	発電室員	緊急事態応急対策等、原子力防 災対策活動に関すること (アクシデントマネジメント 対応を含む)	0.5時間以上/年
シビアアクシデント 教育	発電室員	シビアアクシデントとアクシ デントマネジメントの概要	1時間以上 1回/3年
シミュレータ訓練	当直員	運転操作の際の連携訓練	3年間で15時間以上
シミュレータ訓練	原子炉制御員	異常時・警報発生時対応訓練	3年間で9時間以上
シミュレータ訓練	当直課長 当直主任	異常時・警報発生時対応・判断 指揮命令訓練	3年間で9時間以上

2. 運転員以外

教育名	対象者	内容	時間、頻度
原子力発電基礎研修	入社2年目の技術系社員 (運転員含)	シビアアクシデント・PSA、アクシデントマネジメントの概要	3時間以上 (1回)
シビアアクシデントマネジメント研修	発電所の原子力防災組織の本部長、本部附、班長および副班長 (技術系社員)	福島第一発電所事故の緊急時対応、シビアアクシデントとアクシデントマネジメントの概要	1時間以上 1回/3年
シビアアクシデント専門技術研修	発電所の原子力防災組織の本部長、本部附、班長および副班長 (技術系社員)	典型的な炉心損傷シナリオ、アクシデントマネジメントの技術的知識	1時間以上 1回/3年
シビアアクシデント対応演習	発電所の原子力防災組織の副班長、構成要員で指名されている者 (技術系社員)	対策本部を模擬した端末に表示するプラント状態を確認し、シビアアクシデント進展に沿った防災対応を学ぶ。グループ演習。	1.5時間以上 1回/3年
原子炉安全解析(MAAP)研修	発電所の安全管理、原子力防災支援要員の内、若干名	シビアアクシデント事象概要、MAAPコードの概要、基本モデル入力データ作成、解析結果検討および評価	7時間以上 (1回)