

別添 3-1

島根原子力発電所 2 号炉

火山影響評価について

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

<目次>

1. 基本方針
 - 1.1 概要
 - 1.2 火山影響評価の流れ
 - 1.3 火山活動のモニタリングの流れ
2. 立地評価
 - 2.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出
 - 2.2 運用期間における火山活動に関する個別評価
3. 火山活動のモニタリング
 - 3.1 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング
4. 影響評価
 - 4.1 火山事象の影響評価
 - 4.2 火山事象（降下火砕物）に対する設計の基本方針
 - 4.3 安全施設のうち評価対象施設の抽出
 - 4.4 降下火砕物による影響の選定
 - 4.5 設計荷重の設定
 - 4.6 降下火砕物に対する設計
 - 4.7 降下火砕物の除去等の対策
5. まとめ

補足資料

- 1：「原子力発電所の火山影響評価ガイド」との整合性について
- 2：降下火砕物の特徴及び影響モードと、影響モードから選定された影響因子に対し影響を受ける評価対象施設等の組合せについて
- 3：降下火砕物による摩耗について
- 4：塗装による降下火砕物の化学的影響（腐食）について
- 5：降下火砕物による送電鉄塔への影響について
- 6：降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の給気フィルタへの影響について
- 7：アイスランド火山を用いる基本的考え方とセントヘレンズ火山による影響評価について
- 8：降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル機関空気冷却器への影響について
- 9：降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル発電機の潤滑油への影響について
- 10：降下火砕物のその他設備への影響評価について
- 11：降下火砕物の金属腐食研究について

- 12：計測制御系統施設（安全保護系盤），計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）への影響について
- 13：降下火砕物の除灰に要する時間について
- 14：降下火砕物降灰時のフィルタ取替等の手順について
- 15：観測された諸噴火の最盛期における噴出率と継続時間について
- 16：重大事故等対処設備への考慮について
- 17：燃料貯蔵タンクから燃料移送ラインについて
- 18：水質汚染に対する補給水等への影響について
- 19：主荷重と組み合わせる場合の積雪荷重の考え方について
- 20：原子炉建物の屋根トラス部材の健全性評価について
- 21：タービン建物の屋根トラス部材の健全性評価について
- 22：排気筒モニタ室の健全性評価について
- 23：気中降下火砕物対策に係る検討について

1. 基本方針

1.1 概要

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（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第五号）」第六条において、外部からの衝撃による損傷防止として、「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。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。」としており、「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の解釈」第 6 条において、敷地の自然環境をもとに想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。

火山の影響により発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計であることを評価するため、火山影響評価を行い、発電用原子炉施設へ影響を与えないことを評価する。

1.2 火山影響評価の流れ

火山影響評価は、1.2(1)および(2)に示す立地評価と影響評価の 2 段階で行う。

また、火山影響評価のほか、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する目的として、1.3 のとおり評価を行う。

火山影響評価の基本フローを第 1.1 図に示す。

(1) 立地評価

立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う。具体的には、原子力発電所の地理的領域において第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出し（第 1.1 図①）、その中から、完新世に活動があった火山（第 1.1 図②）及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山（第 1.1 図③）は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として個別評価対象とする。

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した火山について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を行い、設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した場合は、原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象の抽出とその影響評価を行う。

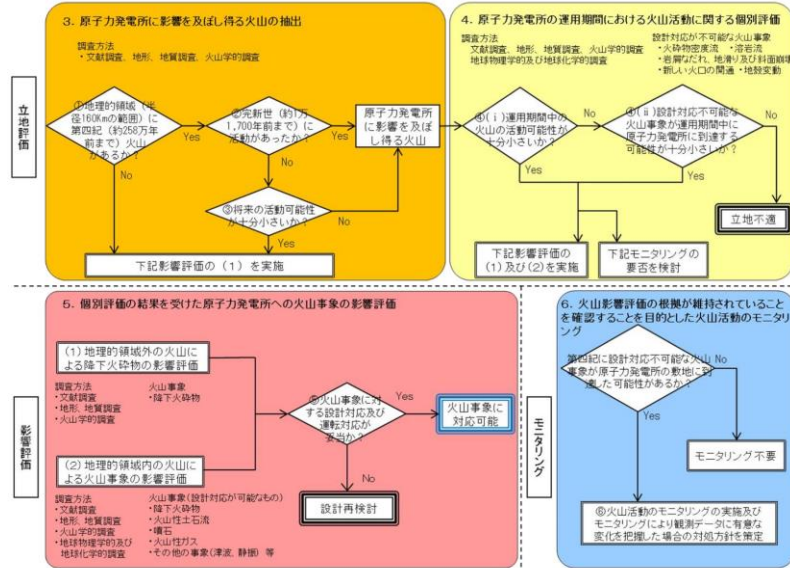
(2) 影響評価

立地評価として実施した個別評価において立地が不適とならない場合は、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う（第 1.1 図⑤）。

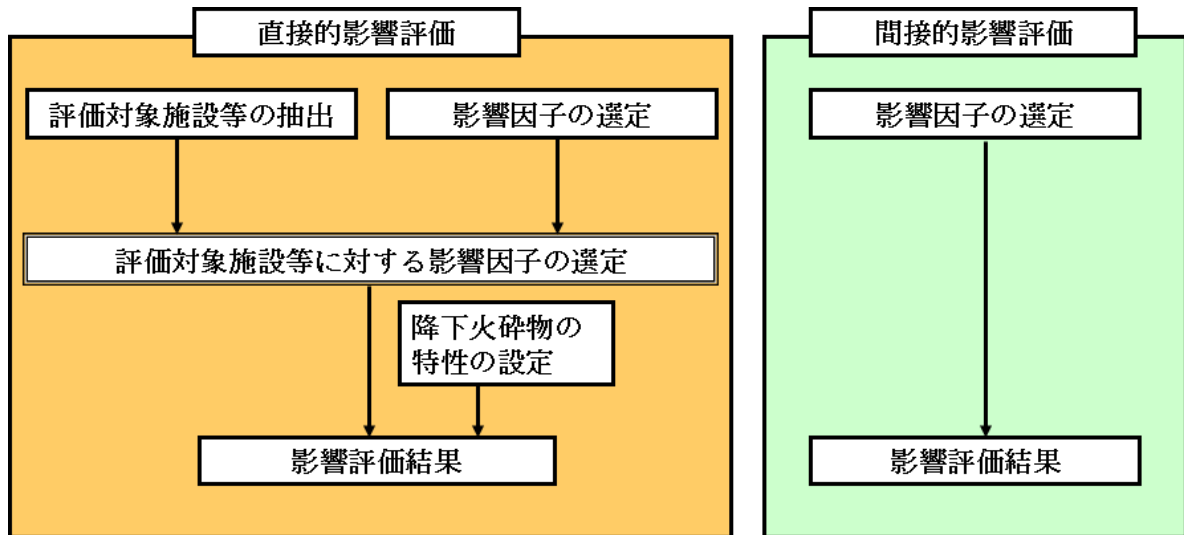
ただし、火山事象のうち降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下する

ものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。

影響評価の詳細フローは第 1.2 図に示す。



第 1.1 図 火山影響評価の基本フロー
「原子力発電所の火山影響評価ガイド」から抜粋



第 1.2 図 影響評価のフロー

1.3 火山活動のモニタリングの流れ

立地評価において実施した個別評価により原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分に小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山

に対しては、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定する（第 1.1 図⑥）。

2. 立地評価

2.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域内に分布する第四紀火山（24 火山）について、完新世における活動の有無等を確認し、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山（以下、「検討対象火山」という。）を抽出した。

その結果、^{さんべさん}三瓶山、^{だいこんじま}大根島、^{もりたやま}シゲグリ、^{めんがめやま}森田山、^{ほうじょうはちまん}女亀山、^{かわもと}北条八幡、^{かのもと}川本、^{まきはら}榎原、^{こおげ}郡家、^{さぼう}佐坊、^{おおや}大屋・轟、^{とどろき}上佐野・目坂、^{かみさの}和久羅山、^{めさか}大山、^{わくらやま}倉吉、^{だいせん}隠岐島後、^{みかたかざんぐん}美方火山群及び^{かんなべかざんぐん}神鍋火山群の18火山を検討対象火山として評価した。

なお、降下火砕物（火山灰）（以下、「降下火砕物」という。）については、地理的領域外の火山も確認し、^{うつりょうとう}鬱陵島（韓国領）等について、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

2.2 運用期間における火山活動に関する個別評価

検討対象火山として評価した18火山を対象として、文献調査に基づき、運用期間における火山活動に関する設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）の個別評価を行った。

火砕物密度流については、地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火砕流堆積物は確認されていない。文献調査の結果、確認されている最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火山噴出物は確認されていない。また、文献調査の結果、確認されている溶岩・火砕物堆積物の最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

新しい火口の開口については、文献調査の結果、敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、敷地近傍では熱水活動及び深部低周波地震が認められないことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

地殻変動については、文献調査の結果、新しい火口の開口による敷地への影響はないことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

以上の検討結果より，原子力発電所の運用期間に設計対応不可能な火山事象が，発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

3. 火山活動のモニタリング

3.1 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング

第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達しておらず，モニタリング対象とする火山はない。

4. 影響評価

4.1 火山事象の影響評価

検討対象火山について，島根原子力発電所2号炉の運用期間中の噴火規模を考慮し，それが噴火した場合，原子力発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果，降下火砕物のみが島根原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象であるという結果となった。

発電所運用期間中に，このような規模の降下火砕物が敷地周辺に生じる蓋然性を確認するため，文献，地質調査，降下火砕物シミュレーション及び敷地周辺の層厚を踏まえた検討を実施した。評価対象火山は，発電所敷地からの位置関係，過去の噴火規模を考慮して，大山及び三瓶山を対象火山として詳細評価を実施した。想定する降下火砕物堆積量は，敷地周辺の層厚等を考慮し，降下火砕物堆積量を56cmと設定する。

そのほか得られた降下火砕物の特性を第1.1表に示す。なお，鉛直荷重については，湿潤状態の降下火砕物に建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深（100cm）に係数0.35を考慮した値を踏まえ設定する。

第1.1表 降下火砕物特性の設定結果

項目	設定	備考
層厚	56cm	鉛直荷重に対する健全性評価に使用
密度	湿潤密度：1.5g/cm ³ 乾燥密度：0.7g/cm ³	
荷重 ^{※1}	8,938N/m ²	
粒径	4.0mm以下	水循環系の閉塞並びに換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響評価に使用

※1：飽和状態の降下火砕物に積雪条件を踏まえた鉛直荷重

飽和状態の降下火砕物の荷重 + 積雪荷重

$$= (56\text{cm} \times 1500\text{kg/m}^3 \times 9.80665\text{m/s}^2) + (35\text{cm}^{*\text{2}} \times 20\text{N}/(\text{m}^2 \cdot \text{cm})^{*\text{3}})$$

$$= 8,938\text{N/m}^2 \text{ (小数点切り上げ)}$$

※2：建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深（100cm）に係数0.35を考慮した値

※3：松江市建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重（積雪量1 cm 当たり 20N/m²）

4.2 火山事象（降下火砕物）に対する設計の基本方針

検討対象火山について、島根原子力発電所2号炉の運用期間中の噴火規模を考慮し、それが噴火した場合、原子力発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、降下火砕物のみが島根原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象であるという結果となった。

降下火砕物の影響により安全機能を損なわないよう、降下火砕物の影響を設計に考慮すべき施設（以下「評価対象施設」という。）を抽出し、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。以下に火山事象に対する防護の基本方針を示す。

- (1) 降下火砕物による直接的な影響（荷重、閉塞、摩耗、腐食等）に対して、安全機能を損なわない設計とする。
- (2) 発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が可能な設計とする。
- (3) 降下火砕物による間接的な影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源の喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限に対し、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却、並びに燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

4.3 安全施設のうち評価対象施設の抽出

「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（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第五号）」第六条において、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。」とされている。

設置許可基準規則第六条における安全施設とは、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1、クラス2及びクラス3に該当する構築物、系統及び機器（以下「安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器」という。）を指していることから、降下火砕物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。

また、以下の点を踏まえ、降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また、停止

状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能，又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器，並びに，燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能，又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器として安全重要度分類のクラス1，クラス2 及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物，系統及び機器)に加え，それらを内包する建物とする。

- ・ 降下火砕物襲来時の設備損傷状況を踏まえ，必要に応じプラント停止の措置をとること
- ・ プラント停止後は，その状態を維持することが重要であること

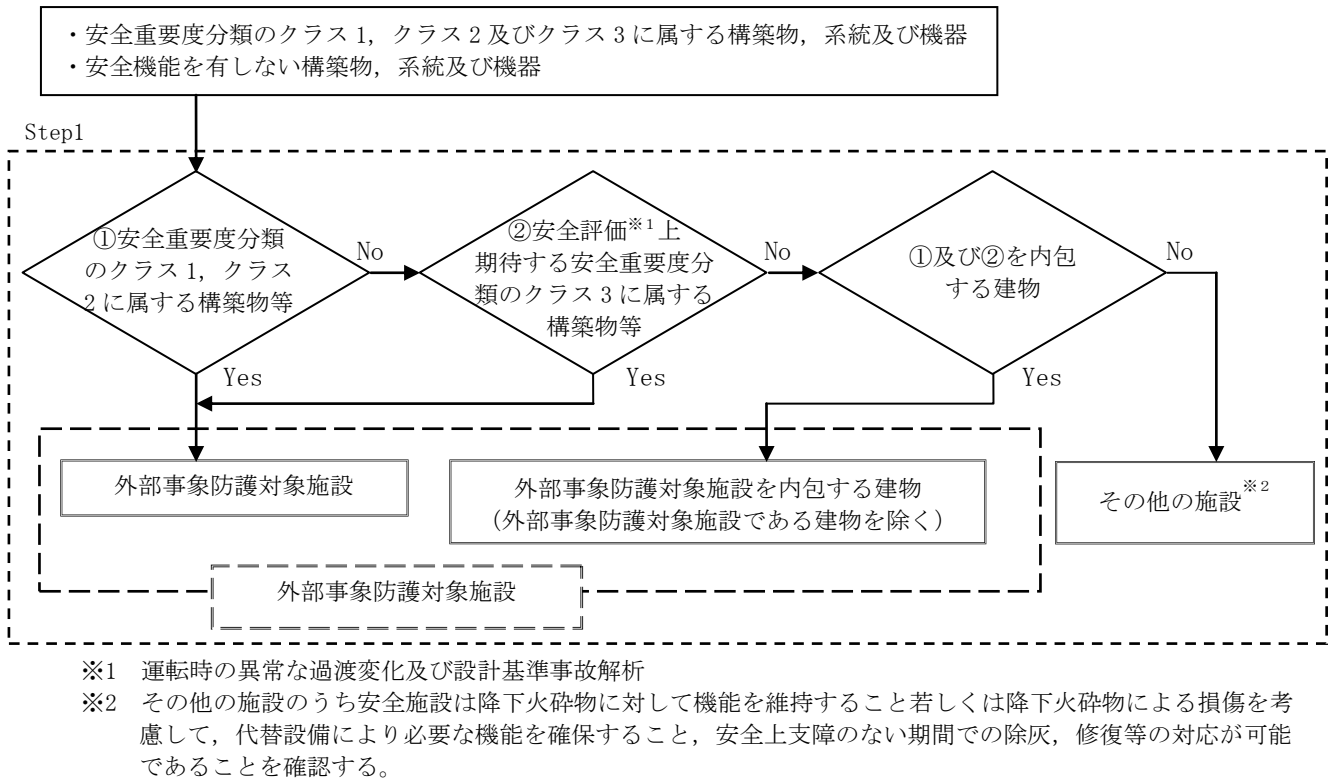
その上で，外部事象防護対象施設のうち，屋内設備は内包する建物により防護する設計とし，評価対象施設を，屋外設備，建物及び屋外との接続がある設備（屋外に開口している設備，海水の流路となる設備又は外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備）に分類し，抽出する。また，評価対象施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。

なお，上記以外の安全施設については，降下火砕物に対して機能を維持すること，若しくは，降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での除灰，修復等の対応，又は，それらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

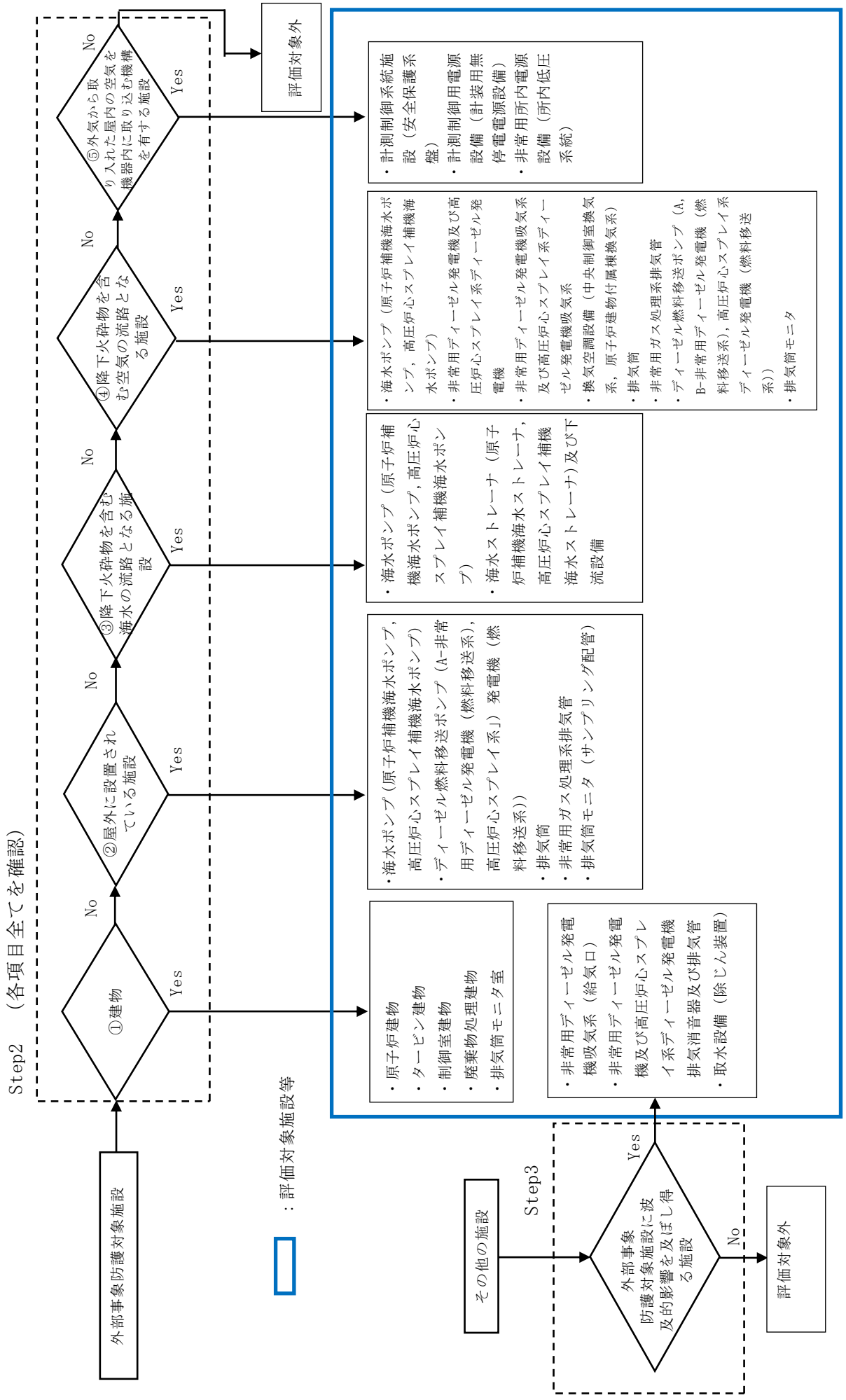
以上を踏まえた，評価フローを第1.3 図に示す。評価フローに基づき抽出した評価対象施設等を第1.2 表及び第1.3 表に示すとともに，評価対象施設等の設置場所を第1.4 図に示す。

また，設置許可基準規則第四十三条の要求を踏まえ，設計基準事象によって，設計基準事故対処設備の安全機能と重大事故等対処設備の機能が同時に損なわれることがないことを確認するとともに，重大事故等対処設備の機能が喪失した場合においても，外殻となる建物による防護に期待できる代替手段等により必要な機能を維持できることを確認する。（補足資料－16）

なお，降下火砕物に対する重大事故等対処設備の設計方針は，設置許可基準規則第四十三条（重大事故等対処設備）にて考慮する。



第 1.3-1 図 外部事象防護対象施設評価フロー



第 1.3-2 図 評価対象施設等の抽出フロー

第 1.2 表 評価対象施設等

	設備区分	評価対象施設等
外部事象防護対象施設	建物	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物 ・タービン建物 ・制御室建物 ・廃棄物処理建物 ・排気筒モニタ室
	屋外に設置されている施設	<ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ） ・ディーゼル燃料移送ポンプ（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）， 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）） ・排気筒 ・非常用ガス処理系排気管 ・排気筒モニタ
	降下火砕物を含む海水の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ） ・海水ストレーナ（原子炉補機海水ストレーナ， 高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ）及び下流設備
	降下火砕物を含む空気の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ） ・非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 ・非常用ディーゼル発電機吸気系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気系 ・換気空調設備（中央制御室換気系， 原子炉建物付属棟換気系） ・排気筒 ・非常用ガス処理系排気管 ・ディーゼル燃料移送ポンプ（A， B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）， 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）） ・排気筒モニタ
	外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	<ul style="list-style-type: none"> ・計測制御系統施設（安全保護系盤） ・計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備） ・非常用所内電源設備（所内低圧系統）
外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設		<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機吸気系（給気口） ・非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器及び排気管 ・取水設備（除じん装置）

第 1.3 表 評価対象施設等の抽出

(1/12)

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

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

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

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

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所 ^{※1}	降下火砕物の影響を受ける設備（屋外の施設、屋外に開口している施設、海水の流路となる施設、屋内の空気を機器内に取り込む施設）
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系(低圧炉心スプレィ系, 低圧注水系, 高圧炉心スプレィ系, 自動減圧系)	残留熱除去系（低圧注水モード）（ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから注水先までの配管・弁（熱交換器バイパスライン含む）、ポンプミニマムフローライン配管・弁、サブプレッション・プールストレナ）	R/B	—
				高圧炉心スプレィ系（ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレィ先までの配管・弁、スプレィスパージャ、ポンプミニマムフローライン配管・弁、サブプレッション・プールストレナ）	R/B	—
				低圧炉心スプレィ系（ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレィ先までの配管・弁、スプレィスパージャ、ポンプミニマムフローライン配管・弁、サブプレッション・プールストレナ）	R/B	—
				自動減圧系（逃がし安全弁）	R/B	—
				原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管	R/B	—
				自動減圧系アキュムレータ、自動減圧系アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁	R/B	—
				ジェットポンプ（事故時の炉心再冠水維持機能）	R/B	—
				原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレィ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	原子炉格納容器（格納容器本体、貫通部（ベネトレーション）、所員用エアロック、機器搬入ハッチ）	R/B
		6) 放射線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	ベント管	R/B	—
				スプレィ管	R/B	—
				真空破壊弁	R/B	—
				逃がし安全弁排気管のクエンチャ	R/B	—
			原子炉建物（原子炉建物原子炉棟（原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルを含む。））		屋外	○
			原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管		R/B	—
原子炉棟換気系隔離弁		R/B	—			

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

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所 ^{※1}	降下火砕物の影響を受ける設備（屋外の施設、屋外に開口している施設、海水の流路となる施設、屋内の空気を機器内に取り込む施設）
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	主蒸気隔離弁アキュムレータ、主蒸気隔離弁アキュムレータから主蒸気隔離弁までの配管・弁	R/B	—
				主蒸気流量制限器	R/B	—
				残留熱除去系（格納容器冷却モード）（ポンプ、熱交換器、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレイ先（ドライウェル及びサブプレッション・プール気層部）までの配管・弁、格納容器スプレイ・ヘッダ（ドライウェル及びサブプレッション・プール）、ポンプミニマムフローライン配管・弁、サブプレッション・プールストレナ）	R/B	—
				非常用ガス処理系（排気ファン、フィルタ装置、原子炉建物原子炉棟吸込口からタービン建物壁面までの配管・弁、乾燥装置（乾燥機能部分））	R/B, T/B	—
				非常用ガス処理系（タービン建物壁面から排気筒頂部までの配管）	屋外	○
				排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能）	屋外	○
				可燃性ガス濃度制御系（再結合装置、格納容器から再結合装置までの配管・弁、再結合装置から格納容器までの配管・弁）	R/B	—
				残留熱除去系（再結合装置への冷却水供給を司る部分）	R/B	—
				遮蔽設備（原子炉遮蔽、一次遮蔽、二次遮蔽）	R/B	—
				2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
工学的安全施設作動系	R/B, T/B, Rw/B, C/B	○				
2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系（いずれも、MS-1関連のもの）	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系（いずれも、MS-1関連のもの）	非常用所内電源系（ディーゼル機関、発電機、ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）		R/B	—
			始動用空気系（始動用空気だめ（自動供給）からディーゼル機関まで）		R/B	—
			冷却水系		R/B	—
			燃料移送系（非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで）		R/B, T/B	—
			燃料移送系（非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ）		屋外	○

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

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所*1	降下火砕物の影響を受ける設備（屋外の施設、屋外に開口している施設、海水の流路となる施設、屋内の空気を機器内に取り込む施設）
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
MS-1	2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系（いずれも、MS-1 関連のもの）	非常用ディーゼル室送風機	R/B	○
				吸気系	R/B	○
				高圧炉心スプレイ電源系（ディーゼル機関、発電機、ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）	R/B	—
				始動用空気系（始動用空気だめ（自動供給）からディーゼル機関まで）	R/B	—
				冷却水系	R/B	—
				燃料移送系（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで）	R/B, T/B	—
				燃料移送系（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ）	屋外	○
				高圧炉心スプレイ系ディーゼル室送風機	R/B	○
				吸気系	R/B	○
				中央制御室及び中央制御室遮蔽	C/B	—
				中央制御室換気系「放射線防護機能及び有毒ガス防護機能」（ブースタ・ファン、非常用チャコール・フィルタ・ユニット、空調ユニット、再循環用ファン、排気ファン、ダクト及びダンパ）	C/B, Rw/B	○
				原子炉補機冷却系（ポンプ、熱交換器、非常用負荷冷却ライン配管・弁（MS-1 関連）、サージタンク）	R/B, Rw/B	—
				高圧炉心スプレイ補機冷却系（ポンプ、熱交換器、非常用負荷冷却ライン配管・弁（MS-1 関連）、サージタンク）	R/B	—
				原子炉補機海水系（ポンプ、配管・弁（MS-1 関連）、ストレーナ（異物除去機能を司る部分））	屋外	○
				原子炉補機海水系（配管・弁（MS-1 関連））	R/B, T/B	—
				高圧炉心スプレイ補機海水系（ポンプ、配管・弁（MS-1 関連）、ストレーナ（異物除去機能を司る部分））	屋外	○
				高圧炉心スプレイ補機海水系（配管・弁（MS-1 関連））	R/B, T/B	—
取水路（屋外トレンチ含む）	屋外	—				
直流電源系（蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路（MS-1 関連））	R/B, C/B, Rw/B	—				
計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路（MS-1 関連））	R/B, C/B, Rw/B	○				

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

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所 ^{※1}	降下火砕物の影響を受ける設備（屋外の施設、屋外に開口している施設、海水の流路となる施設、屋内の空気を機器内に取り込む施設）
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
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	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	主蒸気系、原子炉冷却材浄化系（いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ）	主蒸気系（格納容器隔離弁の外側）	R/B、T/B	—
				原子炉浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）	R/B	—
				原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）	R/B	—
		2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	排ガス処理系（活性炭式希ガスホルドアップ装置）	Rw/B	—
				燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）	R/B	—
				新燃料貯蔵庫「臨界を防止する機能」（新燃料貯蔵ラック）	R/B	—
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料取替機	R/B	—
				原子炉ウエル	R/B	—
				原子炉建物天井クレーン	R/B	—
		2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	R/B
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系（ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから燃料プールまでの配管・弁、ポンプミニマムフローライン配管・弁、サブプレッション・プールのトレーナ）	R/B	—

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

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所 ^{*1}	降下火砕物の影響を受ける設備（屋外の施設、屋外に開口している施設、海水の流路となる施設、屋内の空気を機器内に取り込む施設）
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を小さくするようにする構築物、系統及び機器	2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外）	排ガス処理系隔離弁	T/B	—
				排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外の部分）	屋外	○
				燃料プール冷却系の燃料プール入口逆止弁	R/B	—
			燃料集合体落下時放射能放出を低減する系	原子炉建物（原子炉建物原子炉棟（原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルを含む。））	屋外	○
				非常用ガス処理系（排気ファン、フィルタ装置、原子炉建物原子炉棟吸込口からタービン建物壁面までの配管・弁、乾燥装置（乾燥機能部分））	R/B, T/B	—
				非常用ガス処理系（タービン建物壁面から排気筒頂部までの配管）	屋外	○
				排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能）	屋外	○
	2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	中性子束、原子炉スクラム用電磁接触器の状態又は制御棒位置	R/B, C/B, Rw/B	—
				原子炉水位（広帯域、燃料域）、原子炉圧力	R/B, C/B, Rw/B	—
				原子炉格納容器圧力、格納容器エリア放射線量率、サブプレッション・プール水温	R/B, C/B, Rw/B	—
「低温停止への移行」 原子炉圧力、原子炉水位（広帯域） 「ドライウェルスプレイ」 原子炉水位（広帯域、燃料域）、格納容器圧力 「サブプレッション・プール冷却」 原子炉水位（広帯域、燃料域）、サブプレッション・プール水温 「可燃性ガス濃度制御系起動」 原子炉格納容器水素濃度、原子炉格納容器酸素濃度				R/B, C/B, Rw/B	—	
2) 異常状態の緩和機能				BWRは対象外	—	—
3) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	中央制御室外原子炉停止系	R/B	—		

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

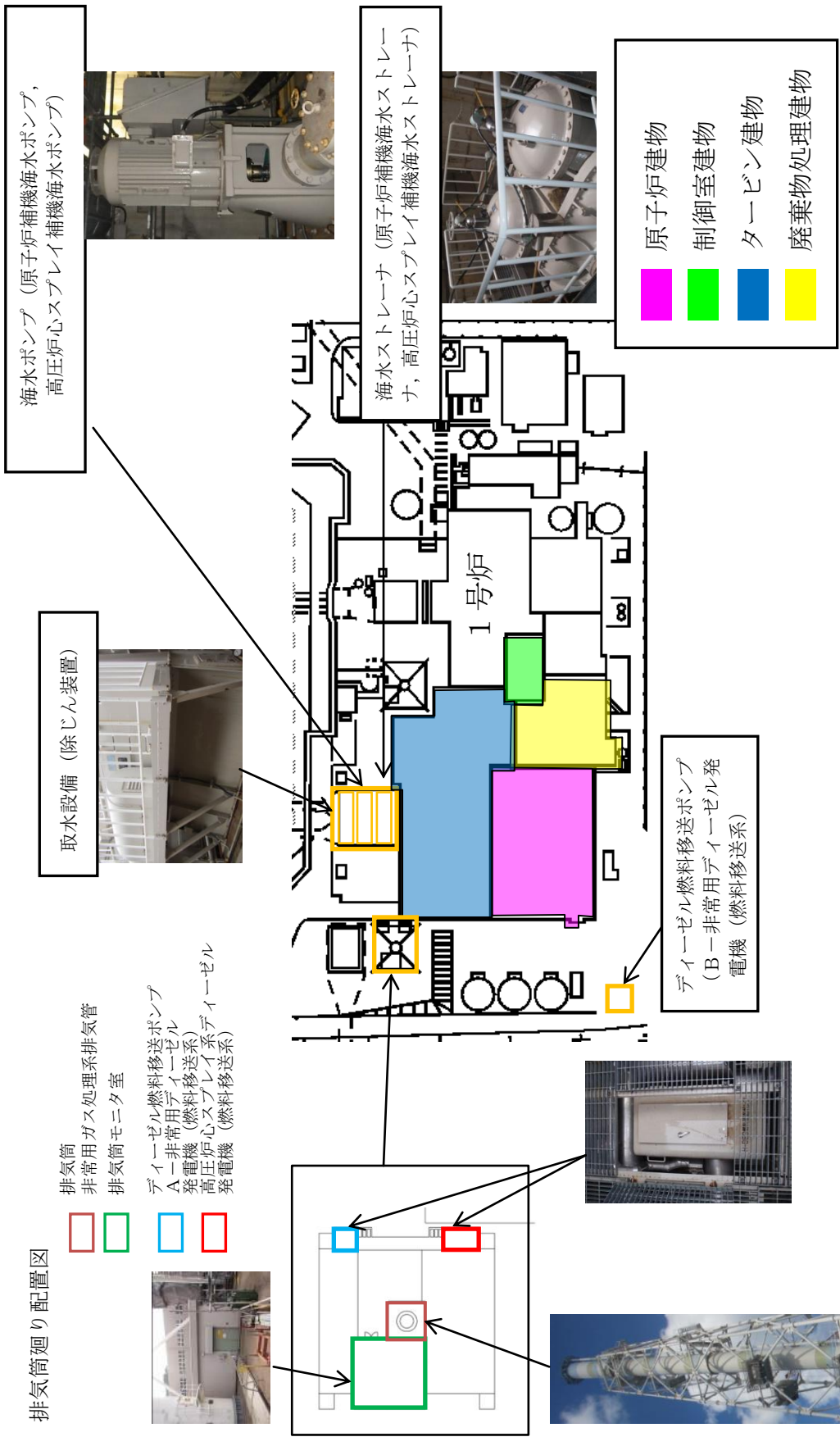
重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉			設置場所	降下火砕物に対して機能維持する。若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応可能	その停止等により上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器						
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2以外のもの)	計装配管, 試験採取管	原子炉冷却材圧力バウダリから除外される小口径配管・弁	計装配管・弁	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-	
					試験採取系配管・弁				
					ドレン配管・弁				
					ベント配管・弁				
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	原子炉再循環系ポンプ			屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-
				配管・弁					
				ライザ管 (炉内) ジェットポンプ					
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブレーション・プール水排水系, 復水貯蔵タンク, 放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの小さいもの)	復水貯蔵タンク			屋外	○ (適切な除灰対応により、機能維持可能)	-
				液体廃棄物処理系 (タンク) 固体廃棄物処理系 (タンク, 固体廃棄物貯蔵所 (ドラム缶))			屋外	○ (適切な除灰対応により、機能維持可能)	-
		4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	タービン, 発電機及びその励磁装置, 復水系 (復水器を含む。), 給水系, 循環水系, 送電線, 変圧器, 開閉所	発電機及びその励磁装置			屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-
				軸密封装置					
				発電機水素ガス冷却装置					
				固定子冷却装置					
励磁電源系									
蒸気タービン (主タービン, 主要弁, 配管)									
主蒸気系 (主蒸気/駆動源)									
タービン制御系									
タービングランド蒸気系									
タービン潤滑油系 (配管・弁等)									
抽気系 (配管・弁等)									
タービンヒータベント系 (配管・弁)									
タービンヒータドレン系 (配管・弁等)									
補助蒸気系									

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所	降下火砕物に対して機能維持する。若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応可能	その停止等により上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器						
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1 及び PS-2 以外の構築物、系統及び機器	4) 電源供給機能(非常用を除く。)	タービン、発電機及びその励磁装置、復水系(復水器を含む。)、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所	復水系(復水器、復水ポンプ、配管・弁)	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-		
				抽出空気系(配管・弁)					
				給水系(電源駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管・弁)					
				循環水系(循環水ポンプ、配管・弁)					
						取水設備(屋外トレンチ含む)	屋外	○ (補修を実施)	-
						常用所内電源系(発電機又は外部電源から所内負荷までの配電設備及び電路(MS-1 関連以外))	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-
						直流電源系(蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1 関連以外))、充電器			
						計装制御電源系(電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路(MS-1 関連以外))			
						送電線	屋外	○ (代替設備(非常用ディーゼル発電機)により機能維持可能)	-
						変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路)			
						変圧器 油劣化防止装置 冷却装置			
						開閉所(母線、遮断器、断路器、電路)			
		5) プラント計測・制御機能(安全保護機能を除く。)	原子炉制御系(制御棒価値ミニマイザを含む。)	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	-			
			原子炉核計装の一部						
			原子炉プラントプロセス計装の一部						
		6) プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	屋外	○ (補修を実施)	-			
			所内ボイラ設備(所内ボイラ、給水タンク、給水ポンプ、配管・弁) 油系統(重油サービスタンク、重油ポンプ、配管・弁)						

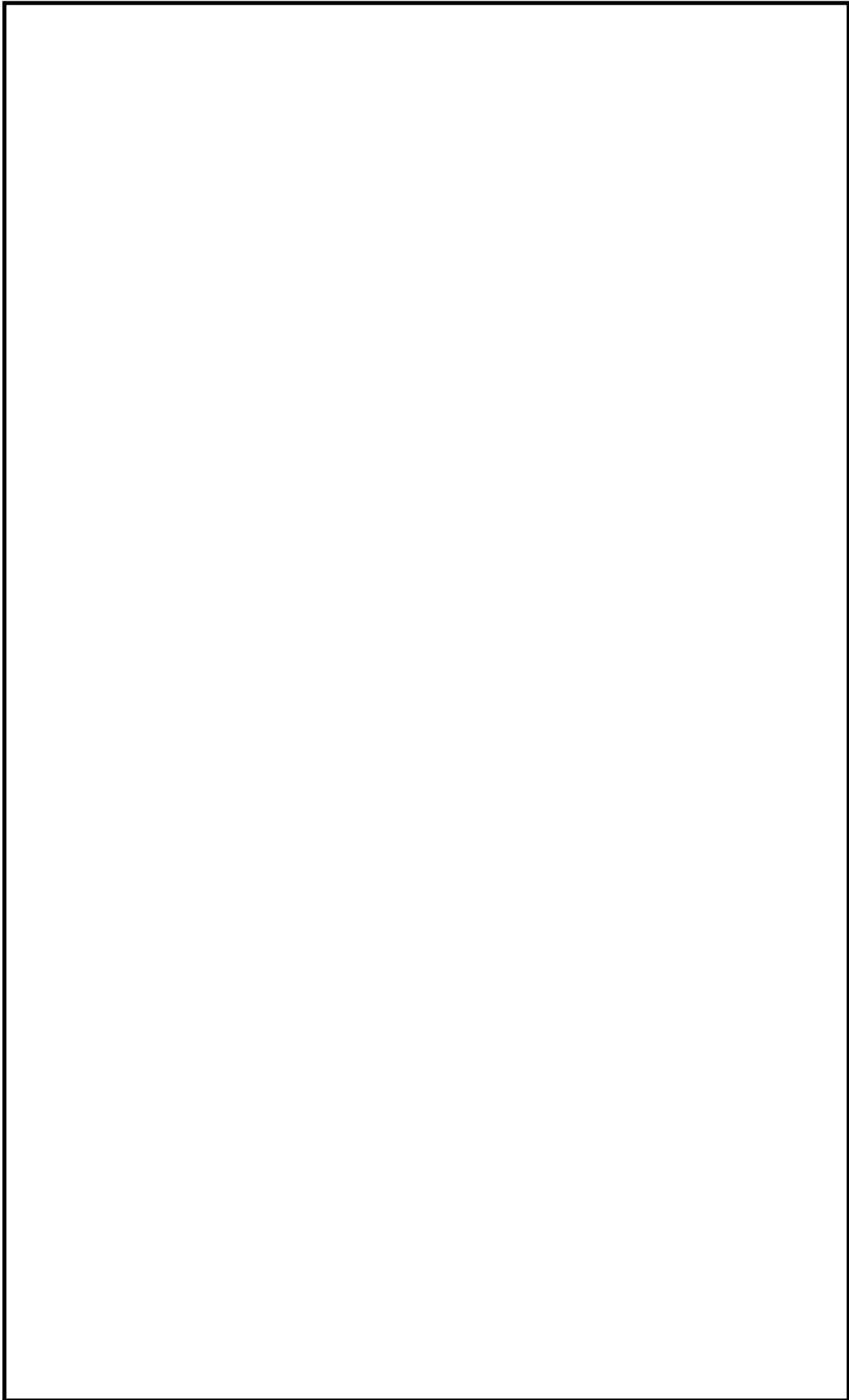
重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所	降下火砕物に対して機能維持する、若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応可能	その停止等により上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器				
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1 及び PS-2 以外の構築物、系統及び機器	6) プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	所内蒸気系（配管・弁）	屋内	○ (補修を実施)	—
				計装用空気系（空気圧縮機、配管・弁、中間冷却器、後部冷却器、気水分離器、空気貯槽）	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				原子炉補機冷却水系（MS-1 関連以外）（配管・弁）	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				タービン補機冷却水系（ポンプ、熱交換器、配管・弁、サージタンク）			
				タービン補機冷却海水系（ポンプ、配管・弁、ストレナ）	屋外	○ (補修を実施)	—
				復水輸送系（ポンプ、配管・弁）	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				復水貯蔵タンク	屋外	○ (適切な除灰対応により、機能維持可能)	—
2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能 2) 原子炉冷却材の浄化機能	燃料被覆管	燃料被覆管、上/下部端栓、タイロッド	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
		原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	原子炉浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、ポンプ、ろ過脱塩装置、配管・弁） 復水浄化系（復水ろ過装置、復水脱塩装置、配管・弁）	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2 とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁	逃がし安全弁（逃がし弁機能）	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
			（逃がし弁機能）、タービンバイパス弁	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管			
				逃がし安全弁アキュムレータ、逃がし安全弁アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁			
				タービン・バイパス弁			
				原子炉圧力容器からタービン・バイパス弁までの主蒸気配管			
				タービン・バイパス弁アキュムレータ、タービン・バイパス弁アキュムレータからタービン・バイパス弁までの配管・弁			

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所	降下火砕物に対して機能維持する。若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応可能	その停止等により上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器					
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2 とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能）、制御棒引抜監視装置	原子炉再循環系（再循環ポンプトリップ機能） 制御棒引抜監視装置	屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
			3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系、原子炉隔離時冷却系				制御棒駆動水圧系（ポンプ、復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管・弁、ポンプサクシオンフィルタ、ポンプミニマムフローライン配管・弁）
				復水貯蔵タンク		屋外	○ (適切な除灰対応により、機能維持可能)	—
				原子炉隔離時冷却系（ポンプ、タービン、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから注水先までの配管・弁、ポンプミニマムフローライン配管・弁）		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				タービンへの蒸気供給配管・弁		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		設置場所	降下火砕物に対して機能維持する、若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応可能	その停止等により上位の安全重要度の設備の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器						
MS-3	2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所、試料採取系、通信連絡設備、放射線監視設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明	緊急時対策所（緊急時対策所、情報収集設備、通信連絡設備、資料及び器材、遮蔽設備）		屋外	○ (設計荷重等に対して影響ないことを確認)	—	
				試料採取系（異常時に必要な以下の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析、格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析）		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
				通信連絡設備（1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備）		屋内 屋外	○ (代替設備（衛星系等）により機能維持可能)	—	
				排気筒モニタ		屋外	○ (設計荷重等に対して影響ないことを確認)	—	
				放射能監視設備（排気筒モニタ以外）		屋外	○ (代替設備（可搬型モニタリング設備）により機能維持可能)	—	
				事故時監視計器の一部		屋内 屋外	○ (補修を実施)	—	
				消火系	水消火設備（補助消火水槽、サイトバンカ建物消火タンク、44m 盤消火タンク、45m 盤消火タンク、50m 盤消火タンク、ポンプ、配管・弁等）		屋内 屋外	○ (代替設備（消防車等）により機能維持可能)	—
					泡消火設備				
					固定式ガス消火設備		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—
				防火扉、防火ダンパ、耐火壁、隔壁（消火設備の機能を維持・担保するために必要なもの）		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
				火災検出装置（受信機含む）		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
				安全避難通路		屋内	○ (屋内設備のため、影響なし)	—	
				安全避難用扉					
非常用照明									



第 1.4-1 図 評価対象施設等の主な設置場所



第1.4-2 図 評価対象施設等（外気取入口及び給気口）の主な設置場所

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

4.4 降下火砕物による影響の選定

降下火砕物の特徴及び評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して、降下火砕物が直接及ぼす影響（以下「直接的影響」という。）とそれ以外の影響（以下「間接的影響」という。）として選定する。

4.4.1 降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果より、降下火砕物は以下の特徴を有する。

- (1) 火山ガラス片，鉱物結晶片から成る。ただし，火山ガラス片は砂よりもろく硬度は低く，主要な鉱物結晶片の硬度は砂同等またはそれ以下である。
- (2) 硫酸等を含む腐食性のガス（以下「腐食性ガス」という。）が付着している。ただし，金属腐食研究の結果より，直ちに金属腐食を生じさせることはない。
- (3) 水に濡れると導電性を生じる。
- (4) 湿った降下火砕物は乾燥すると固結する。
- (5) 降下火砕物粒子の融点は約1,000℃であり，一般的な砂に比べ低い。

（補足資料－2）

4.4.2 直接的影響

降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重，閉塞，摩耗，腐食，大気汚染，水質汚染及び絶縁低下を抽出し，評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して直接的な影響因子を以下のとおり選定する。なお，島根原子力発電所2号炉で想定される降下火砕物の条件を考慮し，第1.4表に示す項目について評価を実施する。

(1) 直接的影響の要因の選定と評価手法

a. 荷重

「荷重」について考慮すべき影響因子は，屋外設備及び建物の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」，並びに屋外設備及び建物に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。粒子の衝突による影響については，「別添2-1 竜巻影響評価について」に包絡される。

なお，建物の評価は，建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し，降下火砕物及び積雪の除去を適切に行うことから，短期許容応力度を許容限界とする。

また，建物を除く評価対象施設等においては，許容応力を「日本産業規格」，「日本機械学会の基準・指針類」及び「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）」に準拠する。

b. 閉塞

「閉塞」について考慮すべき影響因子は，降下火砕物を含む海水が流路の狭隘部等を閉塞させる「水循環系の閉塞」，並びに降下火砕物を含む空気が機器

の狭隘部や換気系の流路を閉塞させる「換気系、電気系及び計装制御系の機械的影響（閉塞）」である。

c. 摩耗

「摩耗」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路に接触することにより配管等を摩耗させる「水循環系の内部における摩耗」、並びに降下火砕物を含む空気が動的機器の摺動部に侵入し摩耗させる「換気系、電気系及び計装制御系の機械的影響（摩耗）」である。

d. 腐食

「腐食」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物に付着した腐食性ガスにより建物及び屋外施設の外面を腐食させる「構造物への化学的影響（腐食）」、換気系、電気系及び計装制御系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させる「換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」、並びに海水に溶出した腐食性成分により海水管等を腐食させる「水循環系の化学的影響（腐食）」である。

e. 大気汚染

「大気汚染」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が運転員の常駐する中央制御室内に侵入することによる居住性の劣化、並びに降下火砕物の除去、屋外施設の点検等、屋外における作業環境を劣化させる「発電所周辺の大気汚染」である。

f. 水質汚染

「水質汚染」については、給水等に使用する渓流水に降下火砕物が混入することによる汚染が考えられるが、島根原子力発電所では給水処理設備により水処理した給水を使用しており、また水質管理を行っていることから、プラントの安全機能に影響しない。

(補足資料-18)

g. 絶縁低下

「絶縁低下」について考慮すべき影響因子は、湿った降下火砕物が電気系及び計装制御系絶縁部に導電性を生じさせることによる盤の「絶縁低下」である。

第 1.4 表 直接的影響因子の選定結果

影響を与える可能性のある因子	選定結果	詳細検討すべきもの
構造物への静的負荷	屋外の構築物において降下火砕物堆積荷重による影響を評価する。なお、荷重条件は水を含んだ場合の負荷が大きくなるため、降雨条件及び積雪の重量を考慮する。	○
構築物への化学的影響 (腐食)	屋外設備は、外装塗装等によって影響がないことを評価する。	○
粒子の衝突	発電所に到達する降下火砕物は微小な粒子であり、「竜巻影響評価について」で設定している設計飛来物に包絡することを確認していることから、詳細検討は不要。	-
水循環系の閉塞	海水中に漂う降下火砕物の狭隘部等における閉塞の影響を評価する。また、必要に応じて、海水を供給している下流の設備への影響についても考慮する。	○
水循環系の内部における摩耗	海水中に漂う降下火砕物による設備内部における摩耗の影響を評価する。また、必要に応じて、海水を供給している下流の設備への影響についても考慮する。	○
水循環系の化学的影響 (腐食)	耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食による影響がないことを評価する。	○
換気系、電気系及び計装制御御系に 対する機械的影響 (閉塞, 摩耗)	屋外設備等において影響を考慮すべき要因である。なお、必要に応じて、換気空調設備の給気を供給している範囲への影響についても考慮する。	○
換気系、電気系及び計装制御御系に 対する化学的影響 (腐食)	屋外設備等において影響を考慮すべき要因である。なお、必要に応じて、換気空調設備の給気を供給している範囲への影響についても考慮する。	○
発電所周辺の大気汚染	運転員が常時滞在する中央制御室における居住性を評価する。	○
水質汚染	水質汚染によって、給水等に使用する溪流水が汚染する可能性があるが、給水処理設備により水処理した給水を使用しており、また水質管理を行っていることから、プラントの安全機能に影響しない。	-
絶縁低下	送電網より引き込み開閉所や変圧器周りに碍子洗浄装置などがあり、降下火砕物が確認された場合、洗浄することが可能である。また、絶縁低下により外部電源が喪失に至った場合でも非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイスディーゼル発電機により電源の供給を実施する。なお、屋内の施設であっても、屋内の空気を取り込む機構を有する非常用電源盤及び制御盤については、影響がないことを評価する。	○

4.4.3 間接的影響

降下火砕物によって島根原子力発電所に間接的な影響を及ぼす因子は、湿った降下火砕物が送電線の碍子、開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷に伴う「外部電源喪失」、並びに降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」である。

4.4.4 各評価対象施設等に対する影響因子の選定

評価すべき直接的影響の要因については、その内容によりすべての評価対象施設等に対して評価する必要がない項目もあることから、各評価対象施設等と評価すべき直接的影響の要因について整理し、評価対象施設の特性を踏まえて必要な評価項目を第 1.5 表のとおり選定した。

4.5 設計荷重の設定

設計荷重は、以下のとおり設定する。

(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重

評価対象施設等に作用する荷重として，自重等の常時作用する荷重，内圧等の運転時荷重を適切に組み合わせる。

(2) 設計基準事故時荷重

外部事象防護対象施設は，降下火砕物によって安全機能を損なわない設計とするため，設計基準事故とは独立事象である。

また，評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じる屋外設備としては，海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ，高圧炉心スプレー補機海水ポンプ）及びディーゼル燃料移送ポンプ（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系），高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機（燃料移送系））が考えられるが，設計基準事故時においても，通常運転時の系統内圧力及び温度と変わらないため，設計基準事故により考慮すべき荷重はなく，設計基準事故時荷重と降下火砕物との組み合わせは考慮しない。

(3) その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組み合わせ

降下火砕物と組み合わせを考慮すべき火山以外の自然現象は，荷重の影響において風（台風）及び積雪であり，降下火砕物の荷重と適切に組み合わせる。

（補足資料－19）

4.6 降下火砕物に対する設計

4.6.1 直接的影響に対する設計

直接的影響については，評価対象施設等の構造や設置状況等（形状，機能，外気吸入や海水通水の有無等）を考慮し，想定される各影響因子に対して，影響を受ける各評価対象施設等が安全機能を損なわない以下の設計とする。

（個別評価－1～個別評価－10）

(1) 建物

原子炉建物，制御室建物，タービン建物，廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室は，「構造物への静的負荷」について，当該施設の許容荷重が，降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより，構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。

なお，建物の評価は，建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し，降下火砕物の除去を適切に行うことから，降下火砕物の荷重を短期に生じる荷重とし，建築基準法による短期許容応力度を許容限界とする。

「腐食」については，金属腐食研究の結果より，降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが，外装の塗装等によって，短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお，降灰後の長期的

な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(2) 海水ポンプ

a. 原子炉補機海水ポンプ

「構造物への静的負荷」について、当該施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。

「閉塞（水循環系）」については、降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設ける設計とするとともに、ポンプ軸受部が閉塞しない設計とする。

「摩耗」については、主要な降下火砕物は砂と同等または砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さく、また、日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩耗により安全機能を損なわない設計とする。

「閉塞（機械的影響）」については、原子炉補機海水ポンプ（電動機）本体は外気と遮断された全閉構造の冷却方式に取替を行うことにより、降下火砕物が侵入しにくく、閉塞しない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

b. 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ

「構造物への静的負荷」について、当該施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。

「閉塞（水循環系）」については、降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設ける設計とするとともに、ポンプ軸受部が閉塞しない設計とする。

「閉塞（機械的影響）」については、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ（電動機）本体は外気と遮断された全閉構造であり、空気冷却器の冷却管内径及び冷却流路は降下火砕物粒径以上の幅を設ける構造とすることにより、閉塞しない設計とする。

「摩耗」については、主要な降下火砕物は砂と同等または砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さく、また、日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩耗により安全機能を損なわない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とす

る。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(3) 非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（吸気系、排気消音器及び排気管含む）

「構造物への静的負荷」については、当該施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。若しくは、降下火砕物が堆積しにくい又は直接堆積しない構造とすることで、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。

「閉塞（機械的影響）」については、構造上の対応として、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の給気フィルタの上流側の外気取入口には、フード又はルーバが取り付けられており、下方から吸い込む構造であること、給気消音器にフィルタ（粒径約1～5 μ mに対して80%以上を捕獲する性能）を設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、また、降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替え又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

なお、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

「摩耗」については、主要な降下火砕物は砂と同等または砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さく、かつ構造上の対応として、給気フィルタの上流側の外気取入口には、フード又はルーバが取り付けられており、下方から吸い込む構造であること、また、給気消音器にフィルタを設置することで、降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とし、仮に当該設備の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐摩耗性のある材料を使用することで、摩耗により安全機能を損なわない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、金属材料を用いることや塗装の実施によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(4) ディーゼル燃料移送ポンプ

「閉塞（機械的影響）」及び「摩耗」については、ディーゼル燃料移送ポンプは、降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的

な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(5) 換気空調設備（中央制御室換気系及び原子炉建物附属棟換気系）

「閉塞（機械的影響）」及び「摩耗」については、外気取入口にルーバが取り付けられており、下方から吸い込む構造であること、また空気の流路にそれぞれフィルタを設置することで、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。さらに降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替え又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、金属材料を用いることによって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

「大気汚染」については、中央制御室換気系の給気隔離弁の閉止及び系統隔離運転モードを可能とすることにより、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止すること、さらに外気取入遮断時において室内の居住性を確保できる設計とする。

(6) 排気筒及び非常用ガス処理系排気管

「閉塞（機械的影響）」については、排気筒は、排気筒の排気速度から排気流路が閉塞しない設計とし、非常用ガス処理系排気管は、開口部の配管の形状を降下火砕物が侵入しにくい構造に設計することにより閉塞しない設計とする。また、排気筒及び非常用ガス処理系排気管は、仮に降下火砕物が侵入した場合でも、内部の点検、並びに状況に応じて除去等の対応が可能な設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(7) 海水ストレーナ（原子炉補機海水ストレーナ、高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ）及び下流設備

「閉塞（水循環系）」については、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設ける。また、差圧の確認が可能な設計とする。

「摩耗」については、主要な降下火砕物は砂と同等または砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さく、また、日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩耗により安全機能を損なわない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(8) 取水設備（除じん装置）

「閉塞（水循環系）」については、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設ける設計とする。

「摩耗」については、主要な降下火砕物は砂と同等または砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さく、また、日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩耗により安全機能を損なわない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(9) 計測制御系統施設（安全保護系盤）、計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）

当該機器の設置場所は原子炉棟換気系、原子炉建物付属棟換気系、中央制御室換気系により、空調管理されており、外気取入口の空気流路には、それぞれフィルタを設置していることから、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。

また、中央制御室換気系については、給気隔離弁を閉止し系統隔離運転モードを行うことにより侵入を阻止することも可能である。

バグフィルタの設置により降下火砕物の侵入に対する高い防護性能を有すること、また給気隔離弁の閉止による侵入防止が可能な設計とすることにより、降下火砕物の付着に伴う絶縁低下及び化学的影響（腐食）による影響を防止し、計測制御系統施設（安全保護系盤）、計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）、非常用所内電源設備（所内低圧系統）の安全機能を損なわない設計とする。

(10) 排気筒モニタ

「閉塞（機械的影響）」については、排気筒モニタのサンプリング配管の計測口は、排気筒内部に設置するとともに下方から吸い込む構造とすることにより、閉塞しない設計とする。

「腐食」については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないが、金属材料の使用等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

4.6.2 間接的影響に対する設計方針

島根原子力発電所2号炉の非常用所内交流電源設備は、非常用ディーゼル発電機（2台）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（1台）とそれぞれに必要な燃料ディタンク（2基；16m³/基，1基；9m³/基）〔耐震Sクラス〕を有している。さらに、燃料貯蔵タンク（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）（2基；170kL/基），高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）（1基；170 kL/基））及び（B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）（3基；100 kL/基））〔耐震Sクラス〕を有している。

これらにより、7日間の外部電源喪失に対して、また、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）を考慮した場合においても、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却、並びに燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が継続できる設計とする。

（補足資料-17）

第 1.5 表 降下火砕物が影響を与える評価対象施設等と影響因子の組合せ

影響因子 評価対象施設等	構造物への 静的負荷	構造物への 化学的影響 (腐食)	水循環系の 閉塞, 摩耗	水循環系の 化学的影響 (腐食)	換気系, 電気系及び計 装制御系に対する機 械的影響(閉塞, 摩耗)	換気系, 電気系及び計 装制御系に対する化 学的影響(腐食)	発電所周辺の 大気汚染	絶縁低下
原子炉建物, 制御室建物, タ ービン建物, 廃棄物処理建 物, 排気筒モニタ室	●	●	— (③)	— (③)	— (③)	— (③)	— (③)	— (③)
海水ポンプ(原子炉補機海水 ポンプ, 高圧炉心スプレイ補 機海水ポンプ)	●	●	● ポンプ	● ポンプ	● モータ	● モータ	— (③)	— (③)
非常用ディーゼル発電機及 び高圧炉心スプレイ系デイ ーゼル発電機(機関, 吸気系, 排気消音器及び排気管)	●	●	— (③)	— (③)	●	●	— (③)	— (③)
ディーゼル燃料移送ポンプ	— (①)	●	— (③)	— (③)	●	●	— (③)	— (③)
換気空調設備	— (①)	— (②)	— (③)	— (③)	●	●	●	— (③)
排気筒及び非常用ガス処理 系排気管	— (①)	●	— (③)	— (③)	●	— (③)	— (③)	— (③)
海水ストレーナ(原子炉補機 海水ストレーナ, 高圧炉心ス プレイ補機海水ストレーナ)	— (①)	— (①)	● (下流設備 を含む)	● (下流設備 を含む)	— (③)	— (③)	— (③)	— (③)
取水設備(除じん装置)	— (③)	— (②)	●	●	— (③)	— (③)	— (③)	— (③)
計測制御系統施設(安全保護系器), 計測制御用電源設備(計装用無停電 電源設備)及び非常用所内電源設備 (所内低圧系統)	— (①)(屋内)	— (①)	— (③)	— (③)	— (③)	●	— (③)	●
排気筒モニタ	— (①)	●	— (③)	— (③)	●	— (③)	— (③)	— (③)

●: 詳細な評価が必要な設備

—: 評価対象外 () 内数値は理由

【評価除外理由】

①: 静的荷重等の影響を受けにくい構造(屋内設備の場合含む)

②: 腐食があっても, 機能に有意な影響を受けにくい

③: 影響因子と直接関連しない

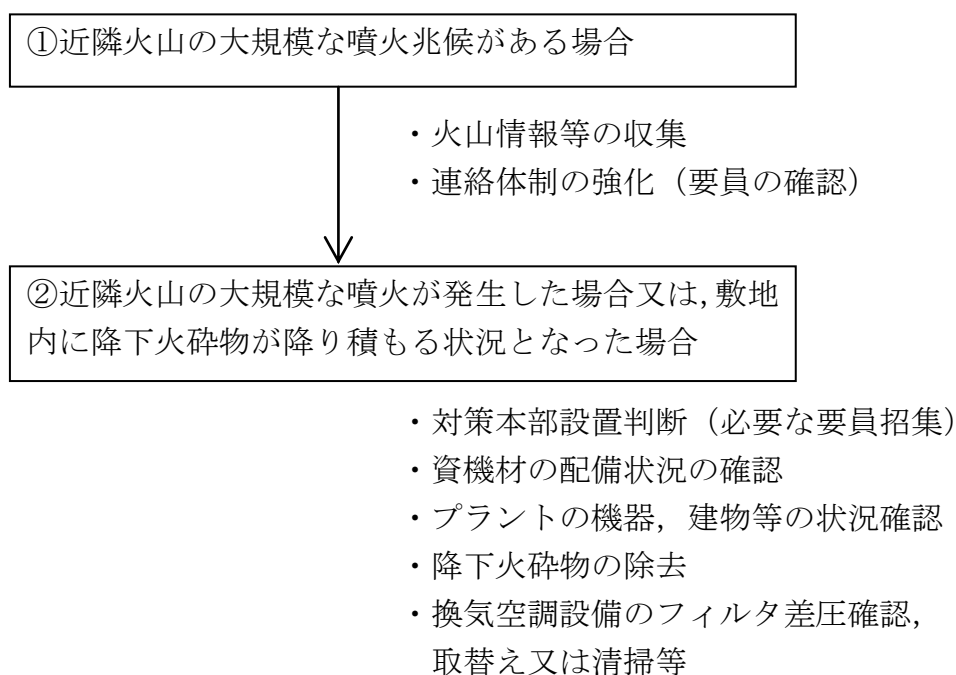
第 1.6 表 降下火砕物による直接的影響の評価結果

評価対象施設等	評価結果	個別評価
原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物、排気筒モニタ室	<ul style="list-style-type: none"> 考慮する堆積荷重は「8,938N/m²」であり、建物の許容堆積荷重はそれ以上の設計とするため、安全性への影響はない。 外壁の塗装がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	1
海水ポンプ（原子炉補機海水系、高圧炉心スプレイ補機海水系）	<ul style="list-style-type: none"> 考慮する堆積荷重は「8,938N/m²」であり、発生する応力より、海水ポンプの許容応力はそれ以上の設計とするため、安全性への影響はない。 塗装がなされていることから、外面及び水循環系ともに降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 ポンプの狭隘部は降下火砕物の粒径より大きく、降下火砕物による閉塞には至らない。軸受部には異物迷がし溝を設けており、降下火砕物による閉塞には至らない。また、降下火砕物は、破砕し易く摩擦による影響は小さい。 海水ポンプ電動機は外気を直接電動機内部に取り込まない冷却方式であり、電動機の冷却回路は降下火砕物の粒径より大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。 	2
非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（機関、吸気系、排気消音器及び排気管）	<ul style="list-style-type: none"> 考慮する堆積荷重は「8,938N/m²」であり、発生する応力より、給気口の許容応力はそれ以上の設計とするため、安全性への影響はない。 給気口、排気管は、降下火砕物が侵入しにくい構造であり、また、給気フィルタにより降下火砕物が捕集されること及び侵入した場合でも降下火砕物は硬度が低く、破砕しやすいことから、機能に影響を及ぼすことはない。また、フィルタは、必要に応じて取替及び清掃することにより除灰ができる。 給気口、排気消音器及び排気管は外装塗装を実施しており、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	3
ディーゼル燃料移送ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 燃料移送ポンプ及び電動機は、その構造上から、降下火砕物が内部に侵入することはない。 燃料移送ポンプは竜巻防護対策設備又は燃料貯蔵タンク格納槽に設置することで降下火砕物に直接接触する可能性は低く、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	4
換気空調設備	<ul style="list-style-type: none"> 換気空調設備の外気取入口にはルーバ及びフィルタが設置されていることから、給気を供給する設備に対して、降下火砕物が機能に影響を及ぼすことは無い。また、フィルタは必要に応じて取替及び清掃することにより除灰できる。 中央制御室換気系については、給気隔離弁を閉止し、系統隔離運転モードとすることにより、中央制御室の居住性が維持できることを確認する。 	5
排気筒及び非常用ガス処理系排気管	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒については、排気筒の排気速度が降下火砕物の降下速度を上回っており、非常用ガス処理系排気管については、侵入しにくい構造となっており、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 塗装がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	6
海水ストレーナ（原子炉補機海水ストレーナ、高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ）	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物の粒径は、ストレーナのメッシュサイズより小さく、閉塞することはない。また、ストレーナは差圧管理されており、一定の差圧になると切替えて、清掃を行うことから、閉塞することはない。なお、ストレーナのメッシュを通過した降下火砕物の粒径は十分小さく、下流の機器（熱交換器）に対して閉塞等の影響を与えない。また、降下火砕物は、破砕し易く摩擦による影響を及ぼすことはない。 ストレーナ及び下流の機器内面に防汚塗装等が施されており、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	7
取水設備（除じん装置）	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物の粒径は十分小さく、取水設備（除じん装置）が閉塞することはない。 取水設備（除じん装置）は塗装等の対応を実施しており、降下火砕物による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 	8
計測制御系統施設（安全保護系統）計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）	<ul style="list-style-type: none"> 当該の盤が設置されている部屋は、原子炉棟換気系、原子炉建物付属棟換気系、中央制御室換気系にて空調管理されており、外気取入口には各種フィルタを設置していることから、降下火砕物に対する高い防護性能を有している。また、侵入する降下火砕物は微細なものに限られ、またその可能性は低く、その付着等により化学的腐食や短絡等が発生させる可能性はないことから、計測制御系統施設（安全保護系統）、計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）の安全機能が損なわれることはない。 	9
排気筒モニタ	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒モニタのサンプリング配管の計測口は、下方から吸い込む構造であること、また排気筒内部に設置することにより、降下火砕物が侵入しないことから、機器の機能に影響を及ぼすことはない。 排気筒モニタのサンプリング配管は、耐食性のあるステンレス製であることから、降下火砕物による短期での腐食により、機器の機能に影響を及ぼすことはない。 	10

4.7 降下火砕物の除去等の対策

4.7.1 降下火砕物に対応するための運用管理

降下火砕物に備え、手順を整備し、第 1.5 図のフローのとおり段階的に対応することとしている。その体制については、地震、津波、火山噴火等の自然災害に対し、保安規定に基づく保安管理体制として整備し、その中で体制の移行基準、活動内容についても明確にする。なお、多くの火山では、噴火前に、震源の浅い火山性地震の頻度が急増し、火山性微動の活動が始まるため、事前に対策準備が可能である。



第 1.5 図 降下火砕物に対応するための運用管理フロー

①通常時の対応

火山の噴火事象発生に備え、担当箇所は降下火砕物の除去等に使用する資機材等（ショベル、ゴーグル及び防護マスク等）については、定期的に配備状況を確認する。

②近隣火山の大規模な噴火兆候がある場合

発電所において災害の発生のおそれがあると判断される場合は、原子力防災管理者の指示のもと、担当箇所は、火山情報（火山の位置、規模、風向、降灰予測等）を把握し、連絡体制を強化する。

③近隣火山の大規模な噴火が発生した場合又は、敷地内に降下火砕物が降り積もる状況となった場合

担当箇所は、近隣火山において大規模な噴火が確認された場合、又は、発電所敷地内で降灰が確認された場合に、関係箇所と協議の上、対策本部の設置判断をする。

換気空調設備の取替用フィルタの配備状況を確認するとともに、アクセスルート・屋外廻りの機器・屋外タンク・建物等の降下火砕物の除去のため、発電所内に保管しているホイールローダ・ショベル・マスク等の資機材の配備状況の確認を行う。

プラントの機器、建物等の現在の状態（屋外への開口部が開放されていないか）を確認する。

敷地内に降下火砕物が到達した場合には、降灰状況を把握する。

プラント及び屋外廻りの監視を強化し、アクセスルート・屋外廻りの機器・屋外タンク・建物等の降下火砕物の除去を行うとともに、換気空調設備のフィルタ差圧を確認し、状況に応じてフィルタの取替え又は清掃を行う。

降下火砕物により安全機能を有する設備が損傷等により機能が確保できなくなった場合、必要に応じプラントを停止する。

4.7.2 手順

火山に対する防護については、降下火砕物に対する影響評価を行い、安全施設が安全機能を損なわないよう手順を定める。

降灰が確認された場合には、建物や屋外の設備等に長期間降下火砕物の荷重をかけ続けられないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、評価対象施設等に堆積した降下火砕物の除灰を適切に実施する手順を定める。

降灰が確認された場合には、状況に応じて給気隔離弁の閉止、換気空調設備の停止又は系統隔離運転モードにより、建物内への降下火砕物の侵入を防止する手順を定める。

降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口のフィルタについて、フィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて取替え又は清掃を実施する手順を定める。

5. まとめ

降下火砕物による直接的影響及び間接的影響のすべての項目について評価した結果、降下火砕物による直接的及び間接的影響はなく、発電用原子炉施設の安全機能を損なうことはない。

降下火砕物の飛来のおそれがある場合は、火山噴火対策を行うための体制を構築し、プラント及び屋外廻りの監視の強化、降下火砕物の除去等を実施する。

建物に係る影響評価

降下火砕物による原子炉建物等への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重（降雨の影響含む）による影響について、MS-1（放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能）及び MS-2（放射性物質放出の防止機能）の機能を有する原子炉建物，MS-1（安全上特に重要な機能）の機能を有する制御室建物及び廃棄物処理建物，建物自身がクラス 1, 2 施設に該当しないタービン建物及び排気筒モニタ室を対象として健全性に影響がないことを評価する。各建物に求められる機能設計上の性能目標を確保するため，堆積荷重が直接作用する屋根スラブに加え，これを支持する大梁・小梁及び屋根トラス部においては主トラス及び二次部材について，構造健全性を確認する。

なお，堆積荷重は，積雪との重畳を考慮する。風荷重については，屋根スラブ等の部材では堆積荷重に対して逆向きの荷重となることから考慮しないこととするが，風による水平力を建物フレームの構成部材として負担する原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部の主トラスについては風荷重の重畳を考慮する。

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の構造物への付着や堆積による化学的腐食により構造物への影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 堆積量：56cm
- b. 密度：1.5g/cm³（湿潤状態）

(2) 積雪条件

- a. 積雪量：35.0cm
（建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深（100cm）に係数 0.35 を考慮した値）
- b. 単位荷重：積雪量 1 cm あたり 20N/m²
（松江市建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重）

(3) 固定荷重

各建物の評価対象部材の自重による荷重

(4) 積載荷重

「建築構造設計規準の資料（国土交通省 平成 30 年版）」における「屋上（通常人が使用しない場合）」の床版計算用積載荷重を参考として，除灰時の人員荷重として 981N/m^2 とする。

3. 評価結果

(1) 構造物への静的負荷

評価は，設計時の構造計算結果に基づく評価を行うことを基本とするが，原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部については，補強工事を実施済みであり，設計時と各部材の寸法等の条件が異なるため，補強内容を反映した条件に基づき設計時と同様の方法を用いた評価を行う。

また，排気筒モニタ室については，降下火砕物の堆積時の構造強度を確保するため補強工事を行う計画とし，補強計画を反映した条件に基づき，応力解析を行い発生応力が許容値を超えないことを確認する。

なお，評価に用いる許容限界については，材料の短期許容応力度に基づき設定することとし，屋根スラブ（排気筒モニタ室を除く）に関しては，構造強度の確認に合わせて気密性能，遮蔽性能に対する機能維持の確認を行う。

a. 設計時の構造計算結果に基づく評価

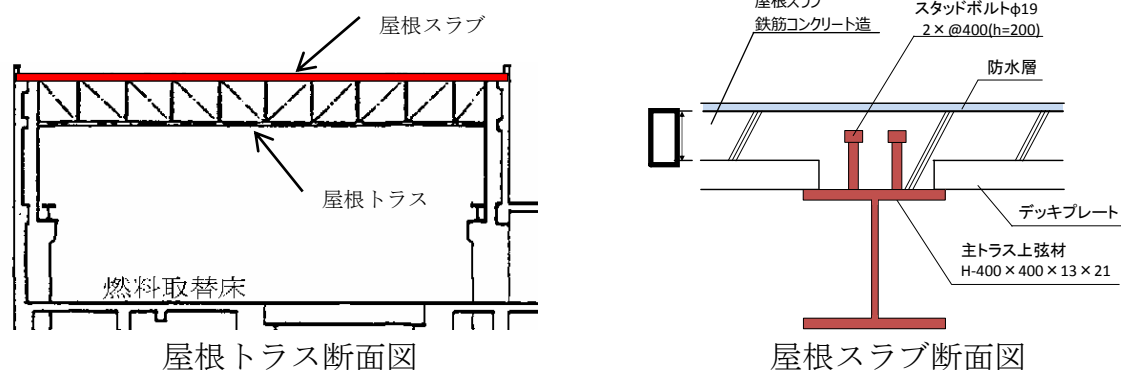
設計堆積荷重は，以下のとおり。

飽和状態の降下火砕物の荷重 ($56\text{cm} \times 1,500\text{kg/m}^3 \times 9.80665\text{m/s}^2$) + 積雪荷重 ($35\text{cm} \times 20\text{N/m}^2 \cdot \text{cm}$) = $8,938\text{N/m}^2$

第 1-1 表に，構造強度の確認として，各部位のうち建物ごとに裕度が最も小さい部位（補強工事を実施した原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部並びに補強工事を行う計画とする排気筒モニタ室については後述する。）の評価結果を示す。また，機能維持の確認を行う原子炉建物屋根トラス上部の屋根スラブの評価結果も合わせて示す。

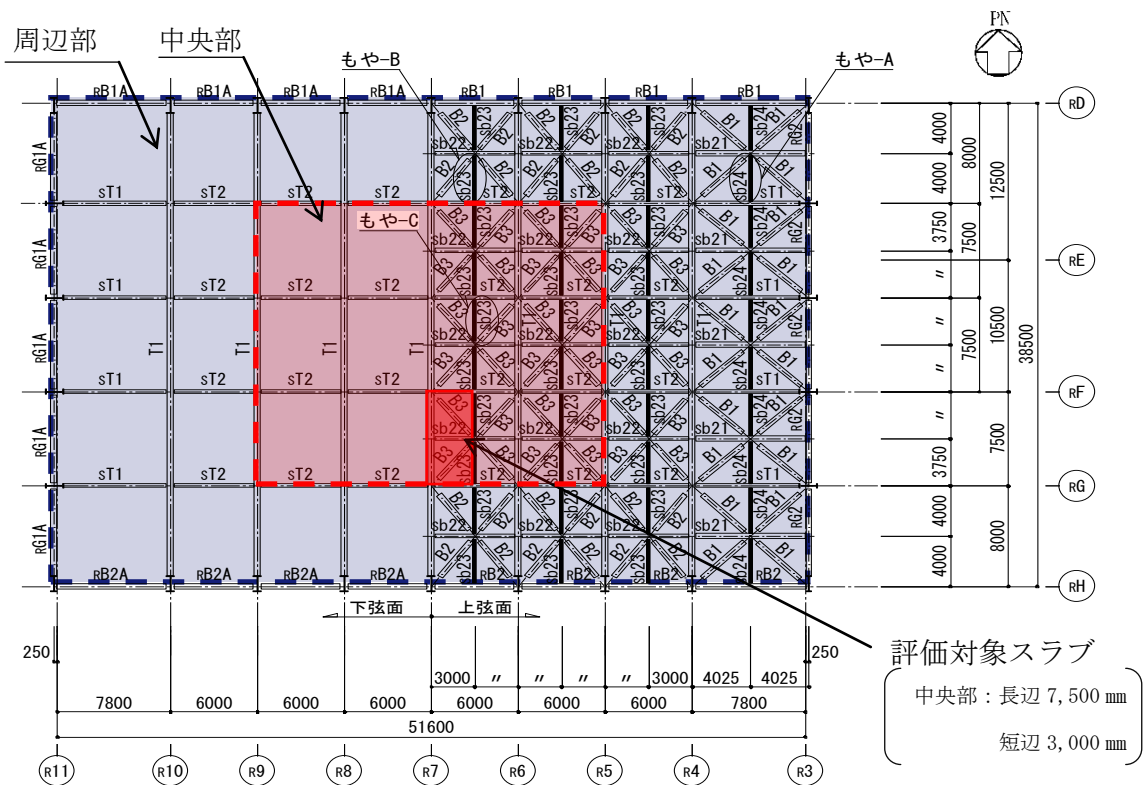
評価部位とした屋根スラブの概要を第 1-1 図，評価位置を第 1-2 図に示す。

評価の結果，全ての建物において，許容堆積荷重は降下火砕物堆積荷重を上回っていることから，対象建物の健全性への影響はない。



第 1-1 図 原子炉建物屋根スラブの概要

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 1-2 図 原子炉建物屋根スラブ評価位置図

第 1-1 表 設計対象建物の堆積荷重概略評価結果

設計対象建物	評価部位	許容 堆積荷重 ^{※1, 3} (N/m ²)	設計 堆積荷重 ^{※2} (N/m ²)	評価 結果
原子炉建物	屋根スラブ (屋根トラス上部)	17,200 ^{※4}	8,938	○
	小梁	13,100		○
制御室建物	屋根スラブ	23,700		○
タービン建物	大梁	15,000		○
廃棄物処理建物	大梁	11,900		○

※1：積載荷重として考慮する除灰時の人員荷重 981N/m²を差し引いて設定した値。

※2：降下火砕物堆積量 (56 cm) に積雪量 (35 cm) を加えて設定した荷重。

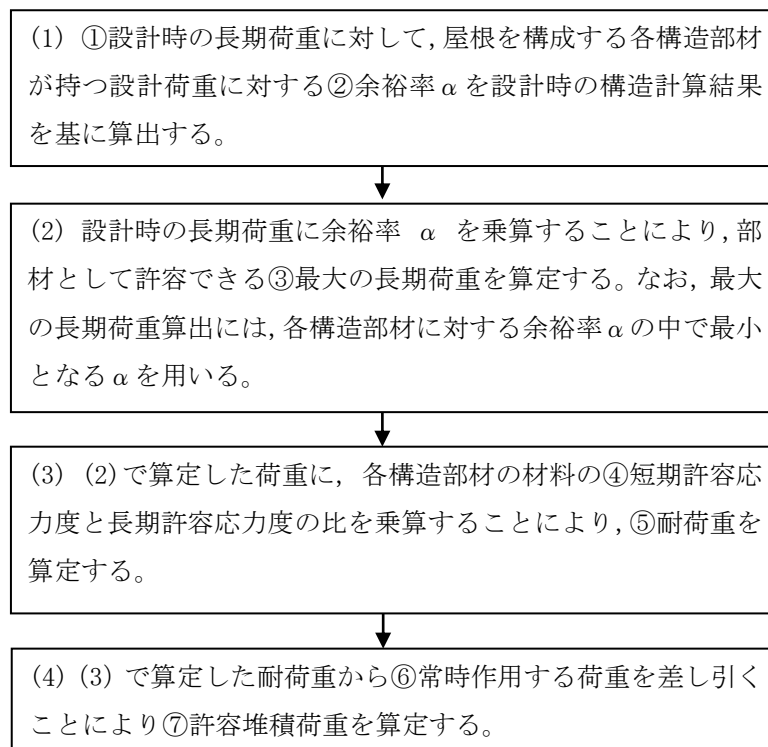
※3：許容堆積荷重は、以下の方法で算出した。耐荷重算定の詳細フローを第 1-3 図に示す。

- ① 建物の屋根部を構成する構造部材の断面性能を元に、各構造部材で発生する応力が短期許容応力度となるような屋根部の鉛直荷重 (以下、耐荷重という) を計算する。
- ② 屋根部に作用する荷重としては堆積物による荷重以外に、常時作用する荷重 (固定荷重、積載荷重等) があるため、①で計算した耐荷重から常時作用する荷重の差し引いた値を許容堆積荷重として設定する (有効数字 3 桁で切り下げ)。

※4：許容堆積荷重の算定の詳細について、構造強度の確認に合わせ機能維持の確認を行う原子炉建物屋根トラス上部の屋根スラブ (厚さ： 配筋：長辺・短辺共 D13@200 (上端・下端) (SD345) , 長辺 7,500 mm×短辺 3,000mm) を代表として以下に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

- ①設計時の長期荷重：7,700N/m²（長期検討用の積載荷重 588N/m²を含む）
- ②余裕率 α ：2.07（min（曲げ（2.07：必要鉄筋量に対する設計鉄筋量の比），せん断（6.59：コンクリートの発生応力に対する許容応力の比）））
- ③許容できる最大の長期荷重（①×②）：15,939N/m²
- ④短期許容応力度と長期許容応力度の比：1.59
- ⑤耐荷重（③×④）：25,343N/m²
- ⑥常時作用する荷重（①+積載荷重 393N/m²（①に含まれる長期検討用の積載荷重 588N/m²と積載荷重として考慮する除灰時の人員荷重 981N/m²の差分））：8,093 N/m²
- ⑦許容堆積荷重（⑤-⑥）：17,200 N/m²



第 1-3 図 耐荷重算定フロー

b. 補強内容を反映した条件に基づく評価

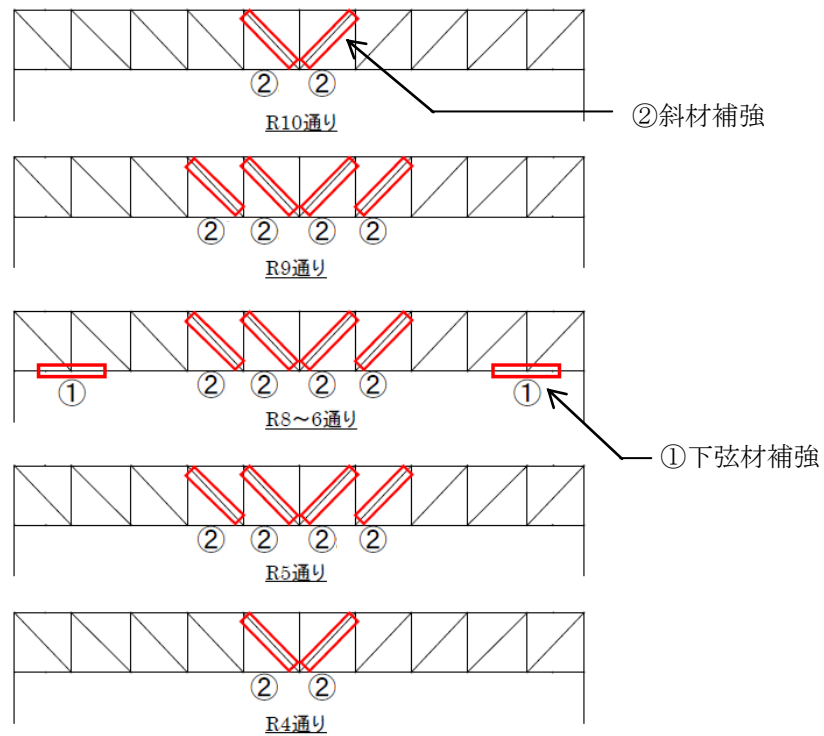
原子炉建物，タービン建物の屋根トラス部は，補強工事を実施済であるため，補強内容を反映した条件に基づき設計時と同様に二次元フレームモデルを用いた応力解析を行い，発生応力度が許容値を超えないことを確認する。

原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部の補強は，主トラスやサブトラスの余裕の少ない部材に対して補強材の追加等による強度向上を行っている。補強の内容について，原子炉建物屋根トラスを代表として，補強箇所を第 1-4 図に，補強部材の詳細を第 1-2 表に示す。

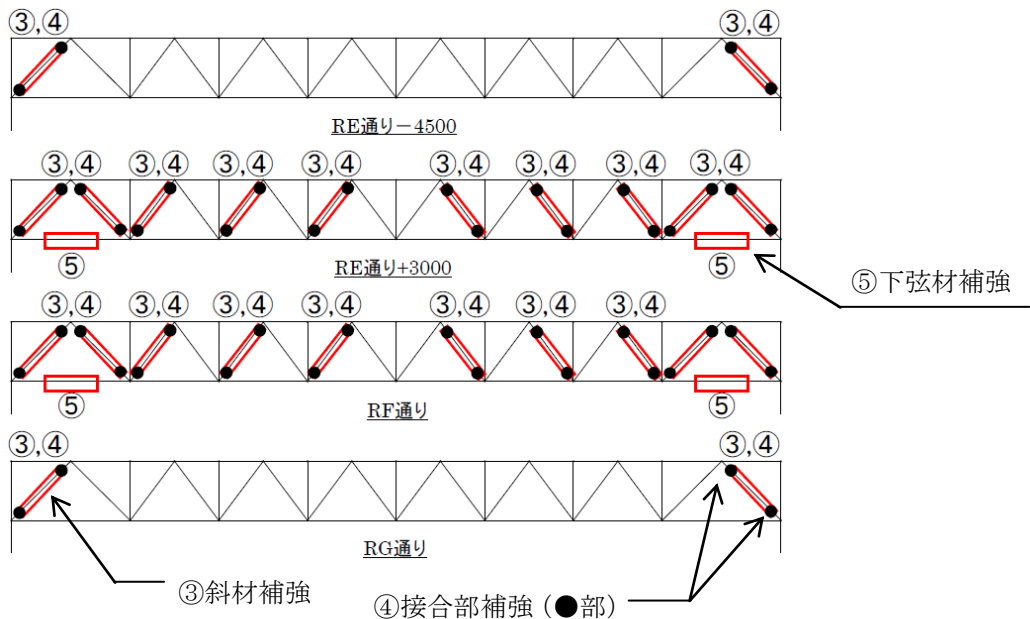
第 1-3 表，第 1-4 表に，建物ごとの主トラス部材の断面検討結果の内，最大応力度比となった部材を有する代表フレーム（R10 通り，T7 通り）の評価結果^{※5}を示す。

また、表 1-5 表、表 1-6 表に、建物ごとのトラス二次部材の断面検討結果の内、最大応力度比となった部材の評価結果を示す。評価の結果、全ての建物において、降下火砕物の堆積時において、発生応力度が許容値を超えないことを確認した。

※5：フレーム解析において、積雪荷重・降下火砕物の堆積荷重に加え、風荷重（水平方向）を考慮した評価結果。




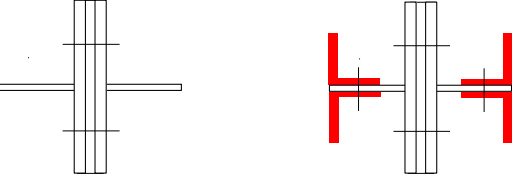
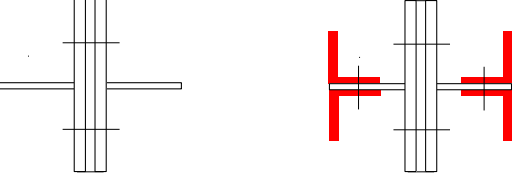
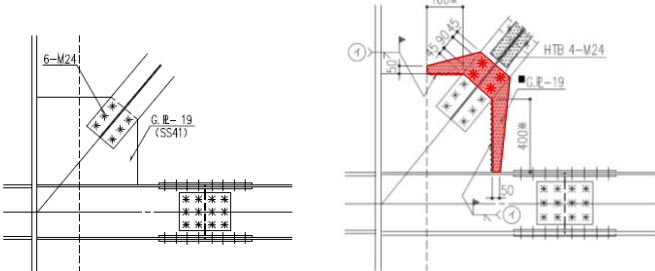
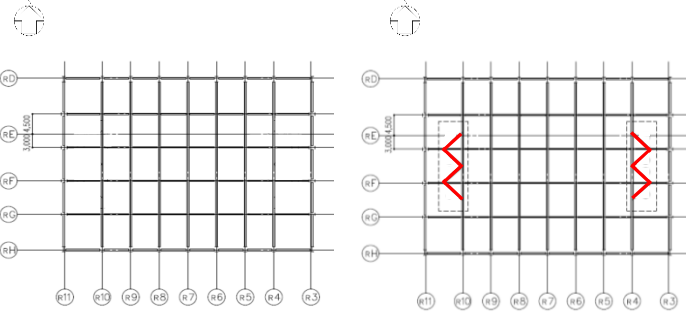
主トラス断面図



サブトラス断面図

第 1-4 図 原子炉建物屋根トラスの補強箇所

第 1-2 表 補強部材の詳細

No	箇所及び補強方法	
①	主トラス下弦材 補強材追加	 <p data-bbox="1117 488 1276 560">補強材 PL-16 補強後</p>
②	主トラス斜材 補強材追加	 <p data-bbox="1066 768 1340 840">補強材 4Ls-90×90×10 補強後</p>
③	サブトラス斜材 補強材追加	 <p data-bbox="1082 1048 1340 1120">補強材 4Ls-65×65×6 補強後</p>
④	サブトラス斜材 接合部補強	 <p data-bbox="1066 1417 1372 1489">接合部補強 (PL-19, ボルト) 補強後</p>
⑤	サブトラス下弦材 補強材追加	 <p data-bbox="1098 1843 1372 1915">補強材 2Cs-150x75x9x12.5 補強後</p>

第 1-3 表 原子炉建物の主トラス部材 評価結果

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度 比	位置
上弦材 H-400×400×13×21	(圧縮)	125.7	290	0.48	TU05
	(曲げ)	13.4	316		TU06
下弦材 BH-400×400×19×35	(圧縮)	76.1	205	0.61	TL00
	(曲げ)	74.9	318		
斜材 2CT _s -175×350×12×19	(引張)	150.8	235	0.65	L01
束材 2CT _s -175×350×12×19	(圧縮)	95.1	176	0.55	V09

第 1-4 表 タービン建物の主トラス部材 評価結果

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度 比	位置
上弦材 H-428×407×20×35	(圧縮)	127.7	223	0.73	TU76
	(曲げ)	35.8	231		TU77
下弦材 BH-428×407×32×40 +2BC _s -386×100×19×19*	(圧縮)	130.3	210	0.80	TL712
	(曲げ)	41.5	233		
斜材 2BCT _s -175×350×22×22 +2PL _s -16×250*	(引張)	208.4	235	0.89	LD712
束材 2CT _s -150×300×10×15	(圧縮)	134.0	154	0.88	LV77

※：補強工事で追加した部材。

第 1-5 表 原子炉建物のトラス二次部材 評価結果

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度 比	位置
母屋 (sb23) H-244×175×7×11	(曲げ)	122.6	181	0.68	R6～R7 RD～RE
サブビーム (sb21) H-400×400×13×21	(曲げ)	173.6	220	0.79	R3～R4 RD～RE
繋ぎ梁 (ST1) 2CT _s -125×250×9×14 +4L _s -65×65×6*	(圧縮)	45.2	73	0.62	R3～R4 RG

※：補強工事で追加した部材。

第 1-6 表 タービン建物のトラス二次部材 評価結果

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度 比	位置
母屋 (sb2④) H-400×200×8×13	(曲げ)	169.7	193	0.88	T10～T11 TB～TC
サブビーム (sb1①) BH-428×300×12×19	(曲げ)	201.1	232	0.87	T6～T7 TA～TB
繋ぎ梁 (ST1) 2CT _s -100×204×12×12	(圧縮)	64.8	86	0.76	T6～T7 TB

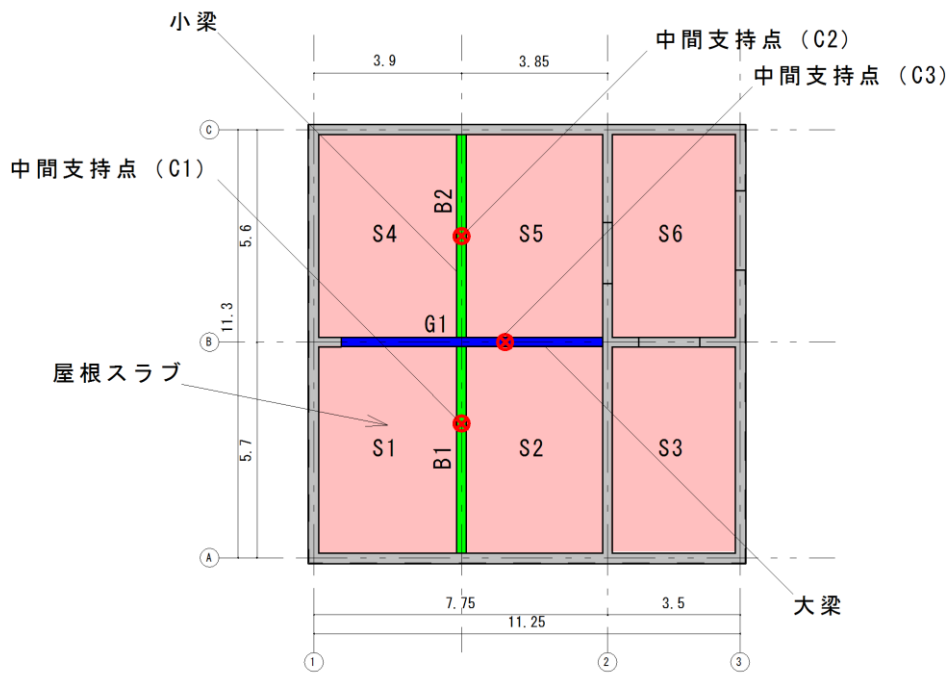
評価の詳細は、補足資料－ 2 0 「原子炉建物の屋根トラス部材の健全性評価について」及び補足資料－ 2 1 「タービン建物の屋根トラス部材の健全性評価について」に示す。

c. 補強計画を反映した条件に基づく評価

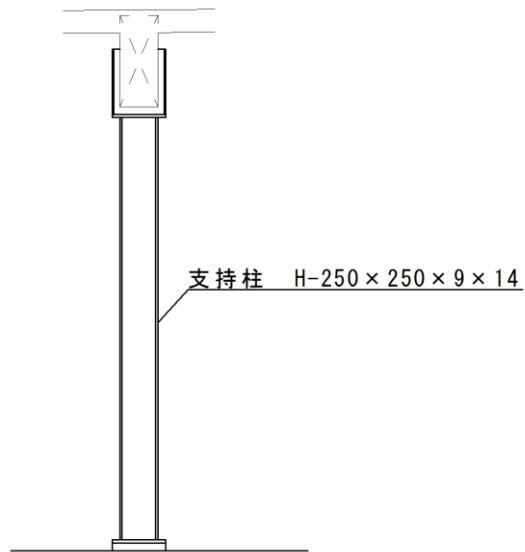
排気筒モニタ室は、降下火砕物の堆積時の構造強度を確保するため補強工事を行う計画とし、補強計画を反映した条件に基づき屋根スラブ、小梁、大梁及び補強工事で追加する梁の中間支持点（支持柱）について、応力解析を行い発生応力等が許容値を超えないことを確認する。

排気筒モニタ室の補強は、屋根スラブを支持する小梁及び大梁に対し、支持柱による中間支持点を追加することで強度向上する計画とする。補強計画の内容について、評価対象部位及び追加する中間支持点の位置を第 1-5 図に、中間支持点の概要を第 1-6 図に示す。

第 1-7 表～第 1-11 表に補強計画を反映した条件に基づく評価結果のうち最大検定比となった部材の評価結果を示す。評価の結果、降下火砕物の堆積時において、発生応力度等が許容値を超えないことを確認した。



第 1-5 図 評価対象部位及び中間支持点位置



第 1-6 図 中間支持点概要

第 1-7 表 排気筒モニタ室の屋根スラブ (曲げ) 評価結果

部材		必要鉄筋量 (mm ² /m)	設計配筋量 (mm ² /m)	検定比
S1	短辺方向	522	635 (D13@200)	0.83

第 1-8 表 排気筒モニタ室の屋根スラブ（せん断） 評価結果

部材		せん断応力度 (N/mm ²)	許容せん断応力度 (N/mm ²)	検定比
S1	短辺方向	0.37	1.03	0.36

第 1-9 表 排気筒モニタ室の梁（曲げ） 評価結果

部材		必要鉄筋量 (mm ²)	設計配筋量 (mm ²)	検定比
小梁	B1	404	774 (2-D22)	0.53
大梁	G1	436	1548 (4-D22)	0.29

第 1-10 表 排気筒モニタ室の梁（せん断） 評価結果

部材		せん断力 (×10 ³ N)	許容せん断力 (×10 ³ N)	検定比
小梁	B1	117.9	296.4	0.40
大梁	G1	95.0	386.9	0.25

第 1-11 表 排気筒モニタ室の中間支持点（支持柱） 評価結果

部材		圧縮応力度 (N/mm ²)	許容圧縮応力度 (N/mm ²)	検定比
C1		22.8	208.5	0.11

評価の詳細は、補足資料－ 2 2 「排気筒モニタ室の健全性評価について」に示す。

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室については、外壁の塗装を施していることから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

また、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施する。

(補足資料－ 4)

4. 構造物への静的負荷に対する詳細設計段階での評価方針

(1) 評価対象部位

原子炉建物，制御室建物，タービン建物，廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の各部位のうち，降下火砕物の堆積荷重が直接作用する各建物の屋根スラブに加え，大スパン空間を構成し堆積荷重による影響を受けやすい構造であるとともに，補強工事により原設計時から構成部材が変更されている原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部（二次部材を含む）を評価対象とする。

(2) 評価条件

「2. 評価条件」と同じとする。

なお，風荷重については，屋根スラブでは堆積荷重に対して逆向きの荷重となることから考慮しないこととするが，風による水平力を建物フレームの構成部材として負担する原子炉建物及びタービン建物の屋根トラス部の主トラスについては風荷重の重畳を考慮することとし，風荷重の方向は主トラス方向とする。

(3) 評価方針

設置許可段階では設計時の構造計算結果に基づく評価を行うことを基本としたが，詳細設計段階では，全ての評価対象部位に対し評価条件に基づく応力解析を行い各部位に生じる応力が許容値を超えないことを確認する。

許容値は各部位の構造種別に応じ，「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（以下，「RC-N 規準」という。），「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」（以下，「S 規準」という。）等に従うとともに，短期許容応力度に基づくものとして設定する。

なお，原子炉建物の主トラスについては，設置許可段階では原設計時の設計方針を踏まえ二次元フレームモデルを用いた応力解析を行っているが，屋根トラスについては，当該トラス部が支える屋根スラブが原子炉棟を構成し，気密を確保する境界となることから，その重要性を踏まえ，詳細設計段階では，三次元立体モデルを用いた応力解析によりフレーム間の応力伝達を考慮した詳細な評価を行うこととする。

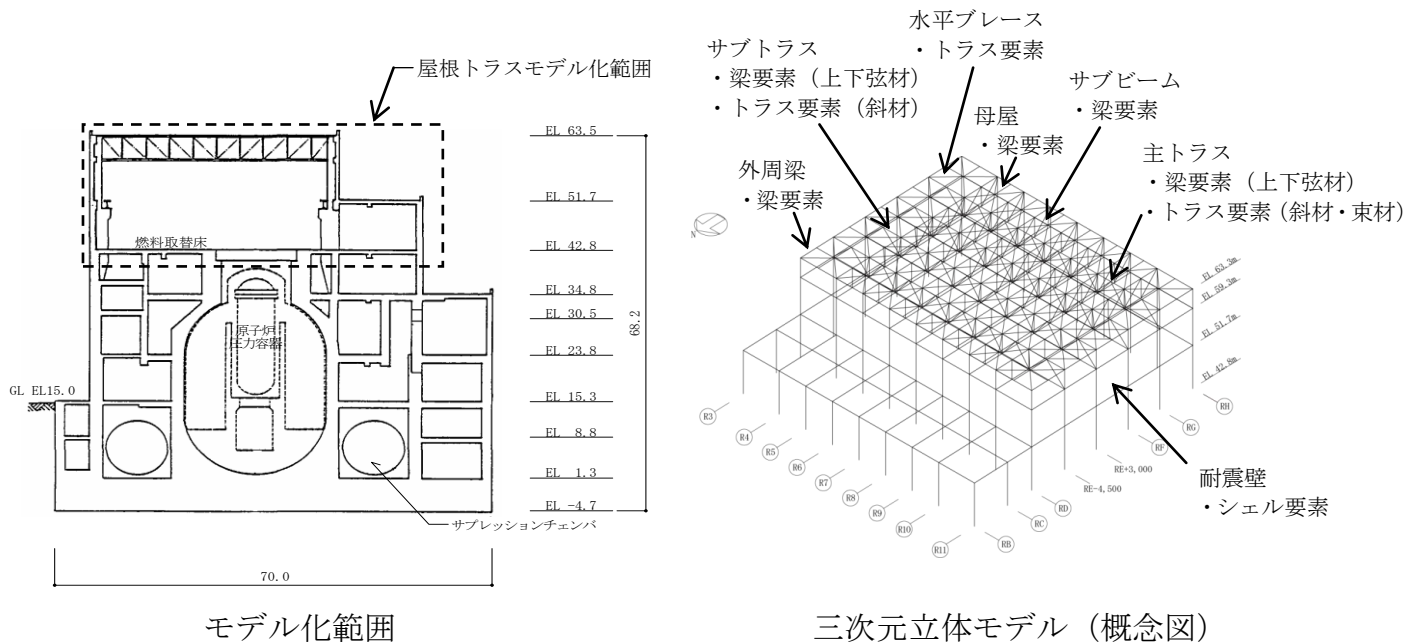
また，原子炉建物の屋根スラブについては，原子炉建物原子炉棟の二次格納施設バウンダリを構成する部位であるため，火山灰堆積荷重と積雪荷重等の荷重を重ね合わせた荷重に対して，換気機能とあいまっての気密性能，遮蔽性能及び構造健全性を確保する方針とする。

(4) 詳細設計段階で用いる原子炉建物主トラスの応力解析モデル概要

詳細設計段階において原子炉建物主トラスの応力解析に用いる三次元立体モデルの概念図を第 1-7 図に示す。

三次元立体モデルの作成方針は以下のとおり。

- ・屋根トラスの補強工事の内容を反映したモデルとする。
- ・燃料取替床より上部の構造を三次元の立体構造でモデル化する。
- ・主トラス弦材は、軸・曲げ・せん断剛性のある梁要素、斜材と束材は軸剛性のみ考慮されたトラス要素とし、部材長さは部材芯位置でモデル化する。また、二次部材については、梁要素又はトラス要素でモデル化する。
- ・屋根スラブの自重等の屋根スラブにかかる荷重は主トラス上弦材に負荷する。その際、屋根スラブの剛性は保守的に考慮しない。
- ・材料の物性値については、鋼材はS規準、コンクリート材料はRC-N規準に基づき設定する。
- ・三次元立体モデルによる応力解析から得られる解析結果に基づき、主トラスの構造評価を行う。また、二次部材については個別に応力解析を行い構造評価を行う。



第 1-7 図 原子炉建物主トラスの応力解析に用いる三次元立体モデル（概念図）

海水ポンプ（電動機含む）に係る影響評価

降下火砕物による海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ，高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ）への影響について以下のとおり評価した。

なお，原子炉補機海水ポンプ電動機については，降下火砕物の影響に対し，全閉外扇形構造の電動機に取替を行うものとし，以下の評価項目を満足する設計とする。

1. 評価項目及び内容

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重（降雨の影響含む）により海水ポンプの健全性に影響がないことを評価する。

評価対象部位は，降下火砕物が堆積した場合に堆積荷重の影響を受けるモータステータフレーム及び電動機のキャップを対象とする。

なお，堆積荷重は，積雪との重畳を考慮する。

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の海水ポンプへの付着や堆積による化学的腐食により海水ポンプの機能への影響がないことを評価する。

(3) 水循環系の閉塞

降下火砕物が混入した海水を海水ポンプにより取水した場合に，流水部，軸受部等が閉塞し，機器の機能に影響がないことを評価する。

(4) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物が混入した海水を海水ポンプにより取水した場合に，摩耗による機器の機能に影響がないことを評価する。

(5) 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物が混入した海水を海水ポンプにて取水した場合に，内部構造物の化学的影響（腐食）により，機器の機能に影響がないことを評価する。

(6) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）

降下火砕物の電動機冷却空気への侵入により，地絡・短絡及び空気冷却器冷却管等への侵入による閉塞等，機器の機能に影響がないことを評価する。

(7) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物の電動機冷却空気への侵入により，化学的影響（腐食）によって，機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 堆積量：56cm
- b. 密度：1.5g/cm³ (湿潤状態)
- c. 粒径：4.0mm 以下

(2) 積雪条件

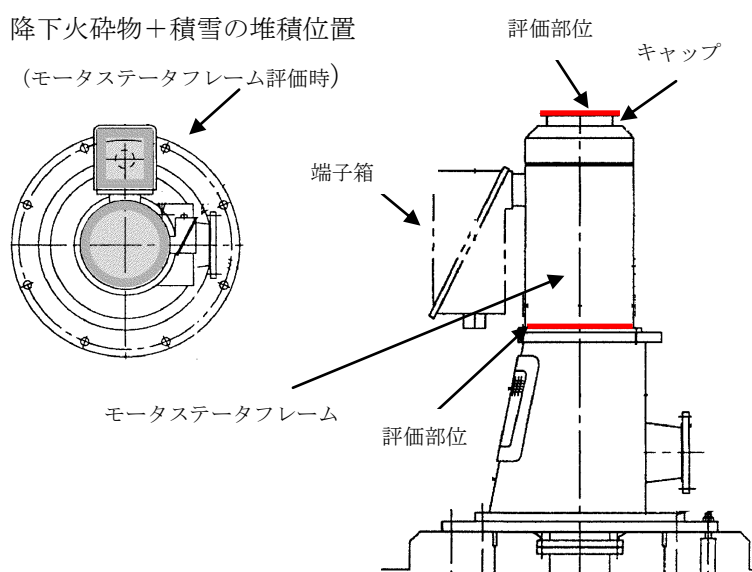
- a. 積雪量：35.0cm
(建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深(100cm)に係数0.35を考慮した値)
 - b. 単位荷重：積雪量1cmあたり20N/m²
(松江市建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重)
- 上記条件より降下火砕物及び積雪の重畳を考慮した評価荷重を「8,938(N/m²)」として評価する。

(3) 評価部位及び評価方法

降下火砕物堆積荷重の影響に係る評価部位は、荷重の影響を受けるモータステータフレーム及び電動機のキャップとする。

モータステータフレームに生じる応力は、第2-1図のとおり、電動機上面の投影面積が最も大きい上部軸受ブラケットと端子箱の全面に降下火砕物が堆積した場合の荷重と運転時の荷重(ポンプスラスト荷重)がかかると想定し、モータステータフレームについて評価を実施する。

電動機のキャップに生じる応力は、キャップ全面に降下火砕物が堆積した場合を想定し、評価を実施する。



第2-1図 海水ポンプ電動機評価部位
(高圧炉心スプレー補機海水ポンプ電動機(例))

3. 評価結果

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物が堆積した場合のモータステータフレーム及びキャップにおける荷重評価を行った結果、第 2-1 表のとおり、降下火砕物により発生する応力に比べ許容応力が上回っているため、海水ポンプの健全性への影響はない。

第 2-1 表 海水ポンプ電動機に対する評価結果

機器名称	評価部位	応力	算出応力 (MPa)	許容応力* (MPa)	結果
高圧炉心スプレイ 補機海水ポンプ	モータステータ フレーム	曲げ応力	4	337	○
		圧縮応力	2	196	○
	キャップ	曲げ応力	187	228	○

※JEAG4601-1987 その他支持構造物の許容応力状態Ⅲ_AS で評価する。

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

海水ポンプ（電動機含む）は、外装塗装を実施していることから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

(3) 水循環系の閉塞

a. 流水部の閉塞

海水ポンプ流水部の狭隘部（隣接するインペラの隙間）は、以下に示すとおりであり、想定する降下火砕物の粒径 4.0mm 以下より大きいため、閉塞には至らない。

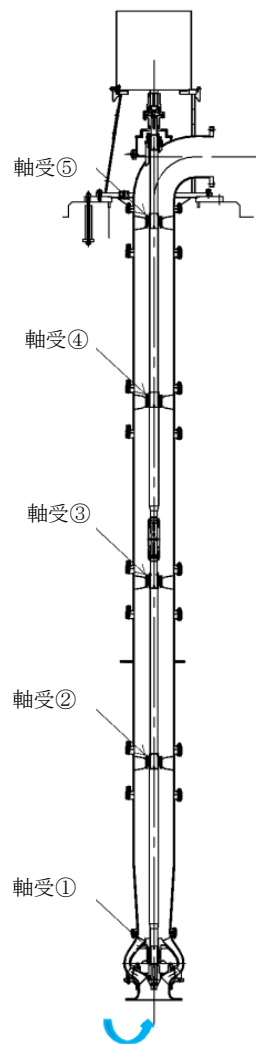
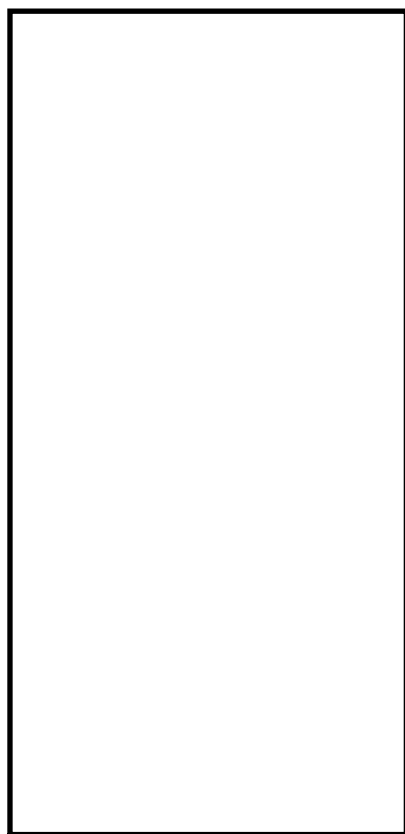
- ・原子炉補機海水ポンプ 約 60mm
- ・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ 約 30mm

b. 軸受部の閉塞

海水ポンプの軸受の隙間は、約 1.38mm～1.58mm で管理している。一部の降下火砕物は軸受の隙間より、軸受内部に入り込む可能性があるが、第 2-2 図及び第 2-3 図のとおり、異物逃がし溝（約 3.5mm～5.5mm）が設けられており、軸受部の閉塞には至らない設計とする。

また、異物逃がし溝より粒径の大きい降下火砕物は軸受隙間に入り込まずにポンプ揚水とともに吐出口へ流されるため閉塞することはない。

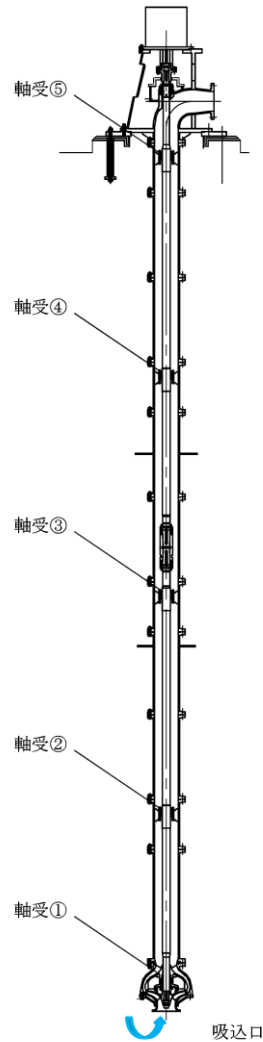
- 原子炉補機海水ポンプ
軸受部（異物逃がし溝）：
軸受①：3.5mm
軸受②，③，⑤：4.5mm
軸受④：5.5mm



第 2-2 図 原子炉補機海水ポンプ軸受構造

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

- ・ 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ
軸受部（異物逃がし溝）：
軸受①～⑤：3.5mm



第 2-3 図 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ軸受構造

(4) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物は砂等に比べて破碎し易く、硬度が小さい。これまで砂等を原因とした摩耗の影響によって、海水系ポンプの機能が喪失した事例はなく、砂より硬度が小さい降下火砕物が設備に影響を与える可能性は小さい。

(補足資料－ 3)

(5) 水循環系の化学的影響（腐食）

海水ポンプの接液部は、耐食性のあるステンレス製、または、ライニングや塗装を実施した炭素鋼であることから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

(補足資料－ 4)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(6) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）

a. 原子炉補機海水ポンプ電動機

原子炉補機海水ポンプ電動機は，全閉外扇形構造の電動機に取替を行うことにより，降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

b. 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ電動機

(a) 電動機冷却空気への侵入による地絡・短絡

高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ電動機は第2-4図に示すとおり電動機本体を全閉構造とし，電動機上端ファン（外扇）によりハウジングを冷却する構造のため外気を直接電動機内部に取り込まない冷却方式であり，降下火砕物が電動機内部に侵入することはない。

(b) 冷却流路への侵入による閉塞

第2-4図に示すとおり電動機上端ファン（外扇）にはキャップが取り付けられており降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。

降下火砕物が侵入したとしても，冷却流路の出口径（約31mm）は想定する降下火砕物の粒径（4.0mm）より大きいため，冷却流路が閉塞することはない。機能に損なうことはない。



第2-4図 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ電動機冷却方式

(7) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

海水ポンプ電動機は外気を直接電動機内部に取り込まない冷却方式であり，電動機内部に降下火砕物が侵入することはない。

また，屋外設備である海水ポンプ電動機については，外装塗装を実施しており，降下火砕物と金属が直接接触することなく，降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

なお、長期的な影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検において、必要に応じて補修作業を実施する。

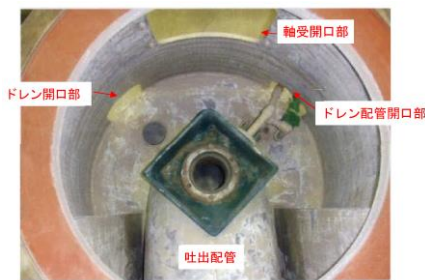
(8) 関連設備

降下火砕物が海水ポンプ基礎部に堆積し、ディスチャージケーシング開口部から降下火砕物が侵入、堆積し、軸封部に到達することにより、海水ポンプの運転を阻害する可能性について評価する。

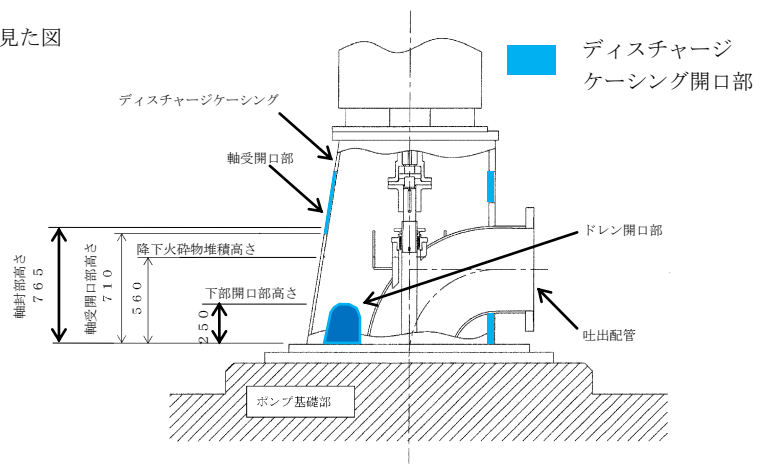
原子炉補機海水ポンプは、第2-5図に示すとおり、ディスチャージケーシングの軸受開口部までの高さが十分有るため、降下火砕物が軸封部に到達することはなく、海水ポンプの運転を阻害することはない。

高圧炉心スプレイ補機海水ポンプは、第2-6図に示すとおり、降下火砕物がディスチャージケーシングの軸受開口部まで達する可能性があるが、当該開口部に開閉可能な閉止蓋を取り付けることから、降下火砕物が軸封部に到達することはない、海水ポンプの運転を阻害することはない。

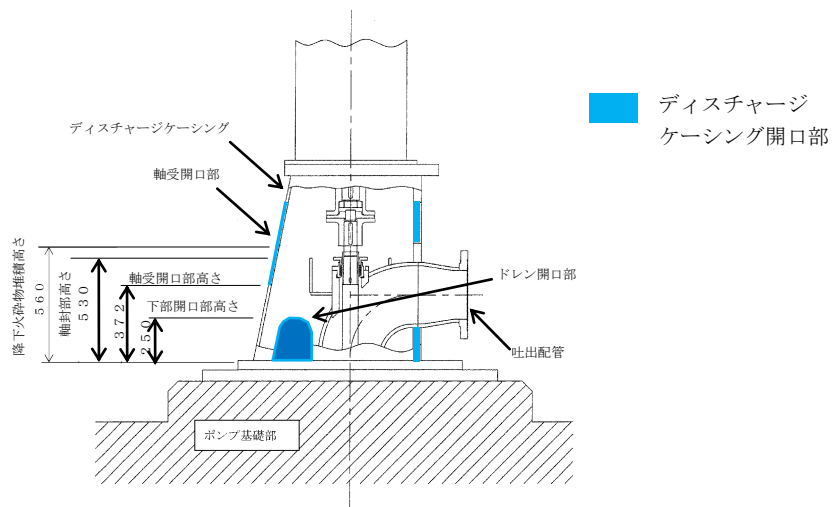
なお、当該開口部は軸受点検用であり、閉止蓋を取り付けても運転に支障は生じない。



ディスチャージケーシングを上から見た図



第2-5図 原子炉補機海水ポンプ 断面図



第 2-6 図 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ 断面図

非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（ディーゼル発電機吸気系、排気消音器及び排気管含む）に係る影響評価

降下火砕物による非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機に係る影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重によりディーゼル発電機給気口の健全性に影響がないことを評価する。なお、堆積荷重は積雪との重畳を考慮する。

また、排気消音器及び排気管は、降下火砕物が堆積しにくい形状をしているため、荷重の影響を受けることはない。

(2) 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞、摩耗）

降下火砕物のディーゼル発電機（機関）への侵入等により、機器の機能に影響がないことを評価する。

(3) 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物の付着及び堆積による化学的影響（腐食）によって、機能に影響がないことを評価する。

(4) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の給気口、排気消音器及び排気管への付着による化学的影響（腐食）により、機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 堆積量：56cm
- b. 密度：1.5g/cm³（湿潤状態）
- c. 粒径：4.0mm 以下

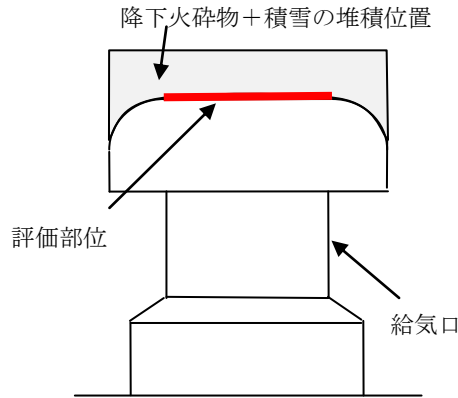
(2) 積雪条件

- a. 積雪量：35.0cm
（建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深（100cm）に係数 0.35 を考慮した値）
- b. 単位荷重：積雪量 1 cm あたり 20N/m²
（松江市建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重）
上記条件より降下火砕物及び積雪の重畳を考慮した評価荷重を「8,938 (N/m²)」として評価する。

(3) 評価部位及び評価方法

降下火砕物堆積荷重の影響に係る評価部位は、荷重の影響を受けやすい給気口天板とする。

評価部位の詳細を第 3-1 図に示す。



第 3-1 図 非常用ディーゼル発電機給気口評価部位

3. 評価結果

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物が堆積した場合の非常用ディーゼル発電機給気口における荷重評価を行った結果、第 3-1 表のとおり、降下火砕物により発生する応力に比べ許容応力が上回っているため、給気口の健全性への影響はない。

第 3-1 表 非常用ディーゼル発電機給気口に対する評価結果

機器名称	評価部位	応力	算出応力 (MPa)	許容応力* (MPa)	結果
給気口	天板	曲げ応力	113	278	○

※JEAG4601-1987 その他支持構造物の許容応力状態Ⅲ_AS で評価する。

(2) 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞、摩耗）

a. ディーゼル発電機（機関）への影響評価

ディーゼル機関の吸入空気は第 3-2 図のとおり、下に向けた外気取入口を介して吸込む流れとなっており、降下火砕物が侵入しにくい構造である。

機関給気系の給気消音器にはフィルタ（粒径 1～5 μm 以上の降下火砕物は 80%以上捕集）が設置されており、降下火砕物の侵入を防止している。



第 3-2 図 ディーゼル機関の給気空気の流れ

粒径が 1～5 μm 程度のものについては，第 3-3 図に示すように過給機，空気冷却器（空気側）に侵入する可能性はあるが，機器の間隙は十分大きく閉塞に至らない。

また，機関シリンダ内に降下火砕物が侵入した場合，シリンダライナとピストンリング間隙（油膜厚さ相当：数 μm ～十数 μm ）と同程度のものは，当該間隙内に侵入し，摩耗の発生が懸念されるが，主要な降下火砕物は砂と比較しても，破碎しやすく^{*1}，硬度が低い^{*2}こと並びにシリンダライナ及びピストンリングはブリネル硬さで 210～225 程度の耐摩耗性を有する鋳鉄材であり，これまでの点検において有意な摩耗は確認されていないことから，降下火砕物による摩耗が設備に影響を与える可能性は小さい。長期的な影響についても，シリンダライナ及びピストンの間隙内に侵入した降下火砕物は，シリンダとピストン双方の往復（摺動）運動が繰り返されるごとに，更に細かい粒子に破碎され，破碎された粒子はシリンダライナとピストンリング間隙に付着している潤滑油により機関外へ除去される。また，潤滑油系には，フィルタが設置されているが，メッシュ寸法が（30 μm ）と取り込んだ降下火砕物によって閉塞することはなく長期的な影響も少ないと考えられる。加えて，潤滑油に降下火砕物が混入した場合の影響については，吸気により侵入する降下火砕物はフィルタを通過する際に大部分が捕集され，その後は排気により機関外へ排出されるため，潤滑油に混入する降下火砕物は微細なものに限られ，なおかつ少量であることから潤滑油への影響は小さいと考えられる。

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

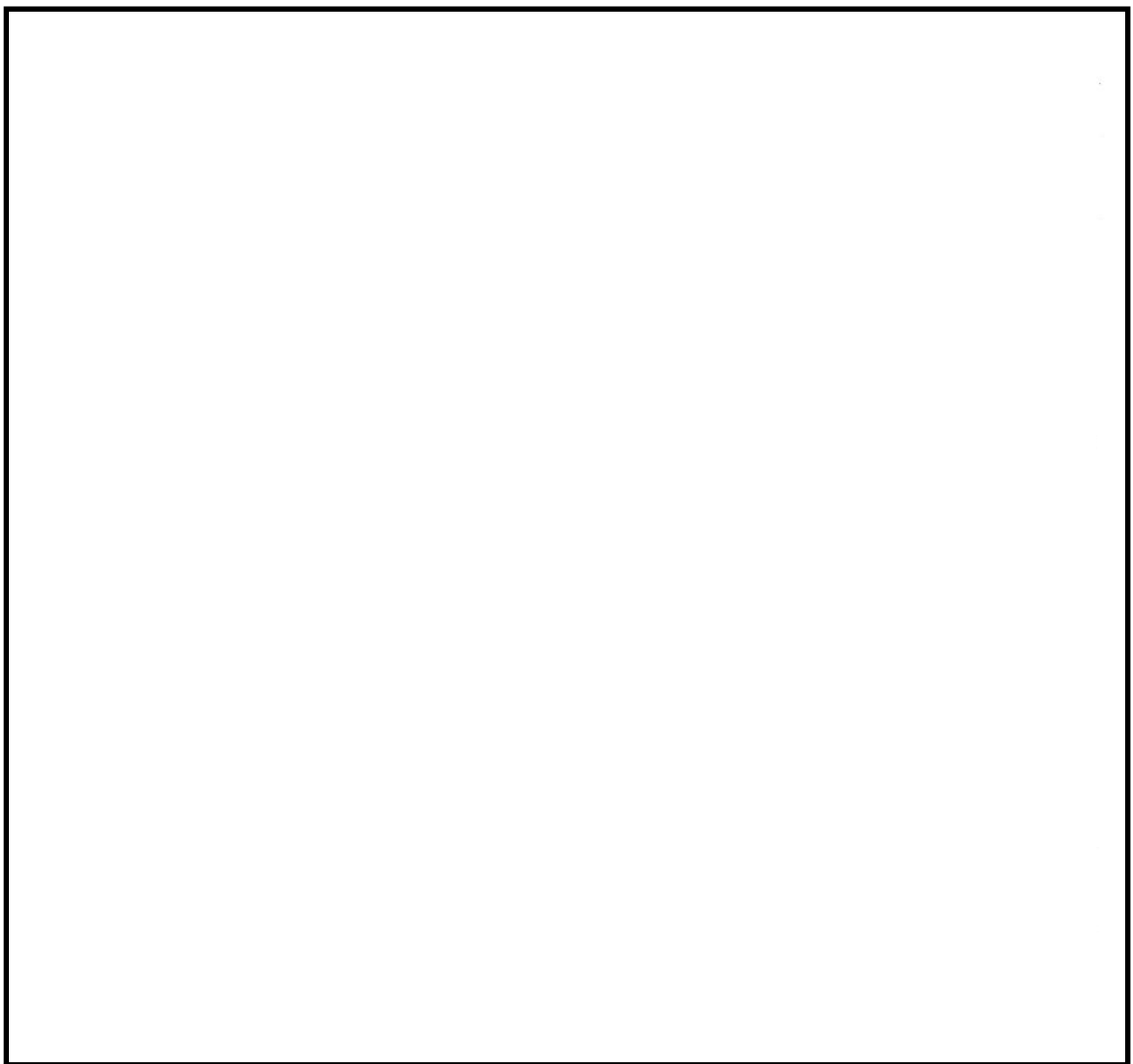
また、シリンダから排出される排気ガスの温度は、約 600℃であることから、融点が約 1,000℃である降下火砕物の溶融による影響はない。

以上のことから、ディーゼル機関に降下火砕物が侵入した場合においても、運転を阻害するに至らない。なお、降下火砕物が確認された場合は、必要に応じて点検等を行う。

(補足資料— 3, 6, 8, 9)

※ 1 : 武若耕司(2004) シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状, コンクリート工学, vol. 42, No. 3, pp. 38-47.

※ 2 : 恒松修二・井上耕三・松田応作(1976) シラスを主原料とする結晶化ガラス, 窯業協会誌 84 [6], pp. 32-40.



第 3-3 図 ディーゼル機関の吸入空気の流れ

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

b. 排気消音器及び排気管への影響評価

排気消音器及び排気管は第3-4図に示すとおり、横方向を向いており降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。また、運転中は排気していること、待機中であっても外気を吸い込む構造ではないため、降下火砕物が侵入することはない。



第3-4図 ディーゼル発電機排気消音器及び排気管

(3) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないことから、金属材料を用いることで降下火砕物による短期での腐食によりディーゼル発電機の機能に影響を与えにくい。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

（補足資料－11）

(4) 構造物への化学的影響（腐食）

ディーゼル発電機給気口，排気消音器及び排気管は，外面塗装を実施しており，降下火砕物による短期での腐食により，機器の機能に影響を及ぼすことはない。

(5) 関連設備

燃料貯蔵タンクは地下埋設化することにより，降下火砕物の影響により健全性を損なわない設計とする。また，ディーゼル燃料移送ポンプについても同様に地下埋設化または燃料移送ポンプエリア竜巻防護対策設備により静的負荷の影響を受けにくい構造とし降下火砕物の影響により健全性を損なわない設計とする。

ベント管は開口部を下向きにする等の降下火砕物が侵入しにくい構造とすることにより降下火砕物の影響を受けない設計とする。

ディーゼル燃料移送ポンプに係る影響評価

降下火砕物によるディーゼル燃料移送ポンプに係る影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物のディーゼル燃料移送ポンプへの付着や堆積による化学的腐食により、機能への影響がないことを評価する。

(2) 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

降下火砕物のディーゼル燃料移送ポンプへの侵入等により、機器の機能に影響がないことを評価する。

(3) 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物のディーゼル燃料移送ポンプ電動機への侵入により、化学的影響（腐食）によって、機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 構造物への化学的影響（腐食）

ディーゼル燃料移送ポンプ（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系））の化学的腐食については、外面塗装が施されており、当該ポンプ周りに燃料移送ポンプエリア竜巻防護対策設備を設置することで、降下火砕物がディーゼル燃料移送ポンプと直接接触する可能性は低いことから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

また、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）についてはディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽に設置することとしており、地上部に設置している外気取入口は下方から吸い込む構造であること、また自然対流による換気であり降下火砕物が侵入しにくくディーゼル燃料移送ポンプと直接接触する可能性は低いことから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

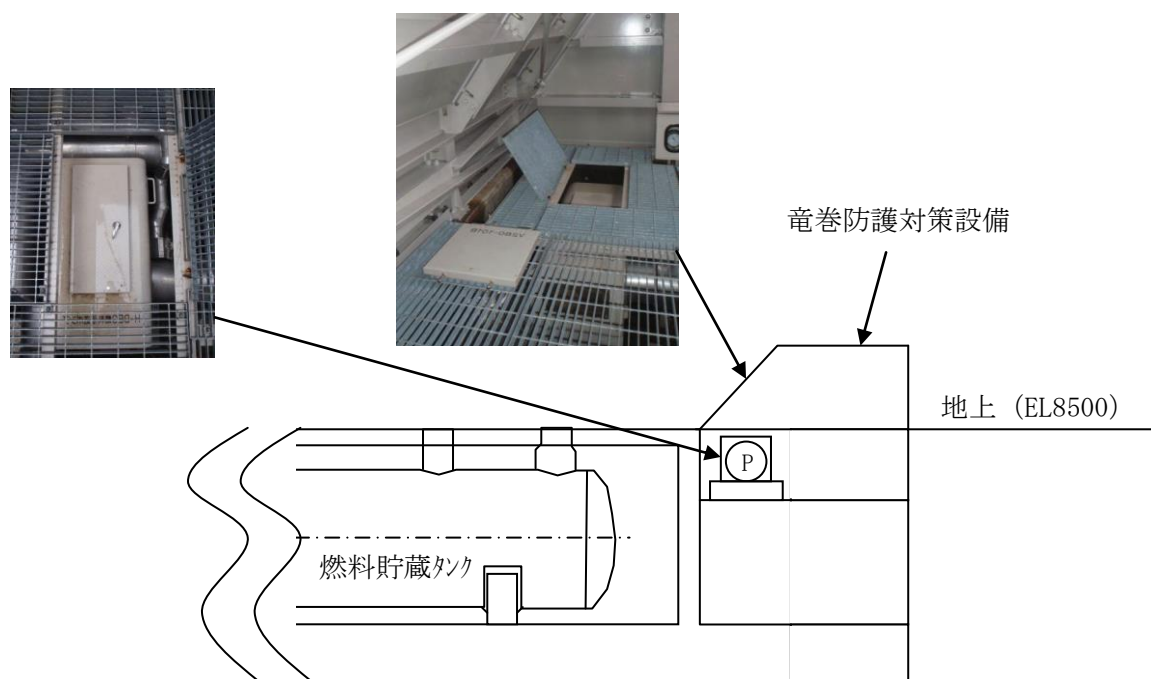
(2) 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

ポンプ本体への異物混入経路としては、軸貫通部があるが、当該部はメカニカルシール等を用いて潤滑剤や内部流体の漏えいのないよう適切に管理され

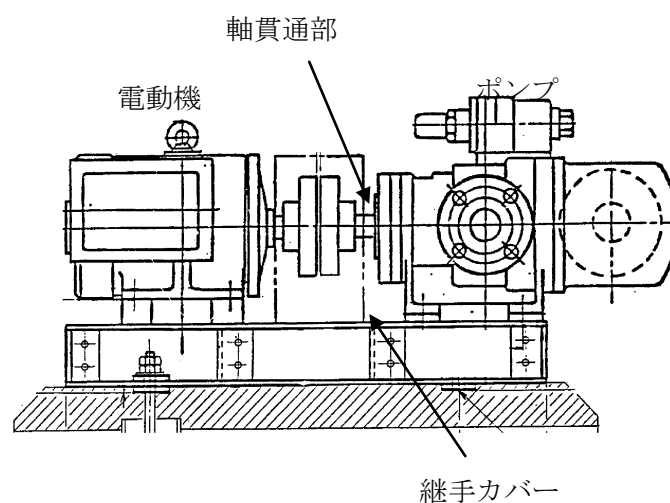
ていることから、降下火砕物がポンプ本体へ侵入することはなく閉塞や摩耗による影響はない。

ディーゼル燃料移送ポンプの概略構造図を第 4-2 図に示す。

動力源となる電動機 (A, B-非常用ディーゼル発電機 (燃料移送系) 及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 (燃料移送系)) については「全閉屋外外扇形」であり、ケーシングの放熱フィン等に堆積した降下火砕物若しくは浮遊中の降下火砕物が冷却ファン側から吸入された場合でも、電動機内部に降下火砕物が侵入することはない。



第 4-1 図 ディーゼル燃料移送ポンプ設置状況 (概略)



第 4-2 図 ディーゼル燃料移送ポンプ概略構造図

(3) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

上記のように，ディーゼル燃料移送ポンプ本体及び電動機内部に降下火砕物が侵入することはないため影響はない。

換気空調設備に係る影響評価

降下火砕物による換気空調設備（中央制御室換気系及び原子炉建物附属棟換気系（非常用電気室用，ディーゼル発電機室用））への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

降下火砕物の換気空調設備（外気取入口）に対する，機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

換気空調設備（外気取入口）に対する，化学的影響（内部腐食）によって，機能に影響がないことを評価する。

(3) 発電所周辺の大気汚染

降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が換気空調設備を経て運転員が常時居住している中央制御室へ侵入することがないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

各評価対象施設の外気取入口には，第 5-1 図に示すとおりルーバが取り付けられており，下方から吸い込む構造となっていることから，降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。

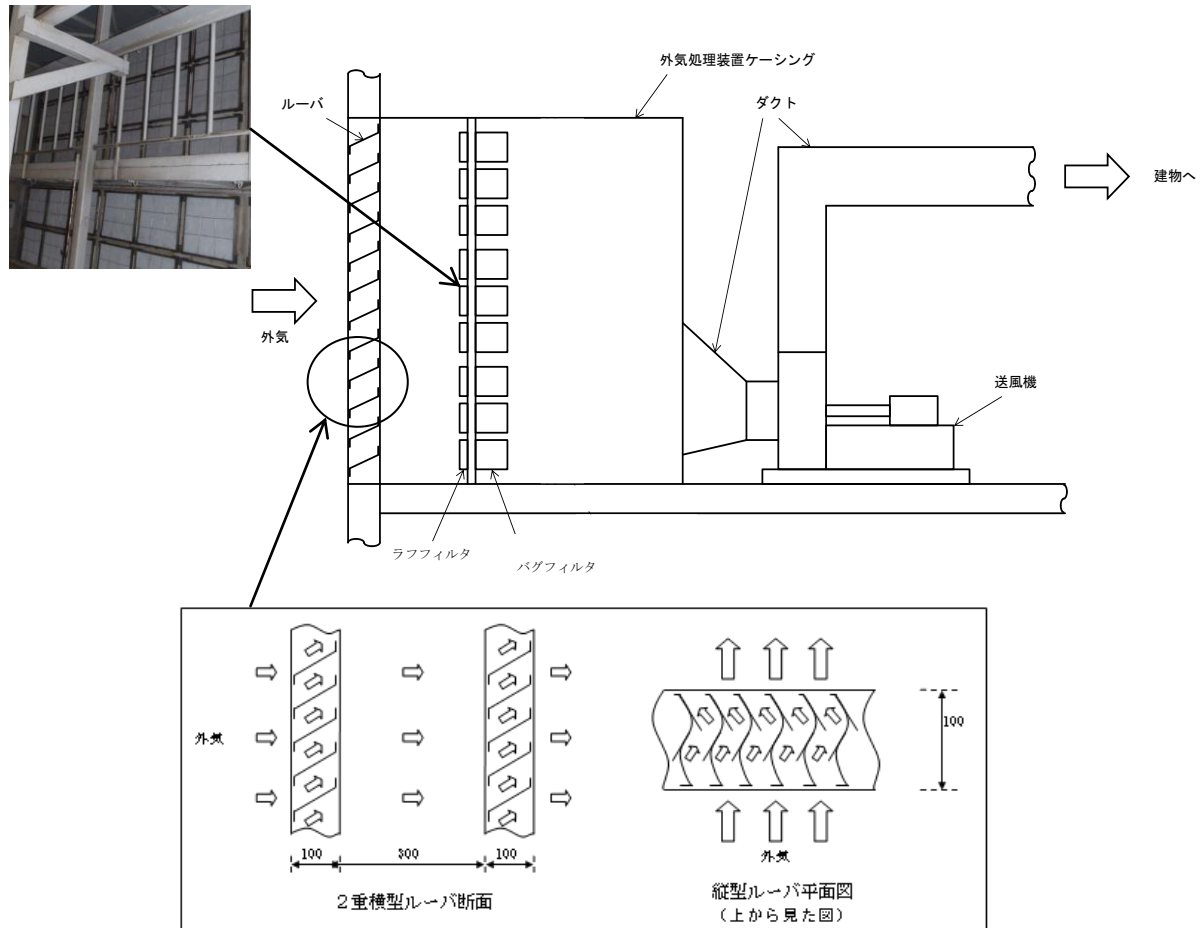
また，非常用電気室の外気取入口にはラフフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 76%以上の捕集効率）とバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率），ディーゼル発電機室の外気取入口にはラフフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 60%以上の捕集効率）及び中央制御室換気系の外気取入口にはバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率）が設置されており，想定する降下火砕物は十分除去されることから，給気を供給する系統及び機器に対して降下火砕物が与える影響は小さい。

なお，フィルタには差圧計が設置されており，必要に応じて取替え又は清掃をすることが可能である。

換気空調設備の外気取入口は，地上面又は直下にある平面部から 56cm 以上

の高さを確保していることから、堆積によって外気取入口が閉塞に至ることはない。

(補足資料-14)



第 5-1 図 外気取入口の空気の流れ概要

(2) 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食は生じないことから、金属材料を用いることで、降下火砕物による短期での腐食により換気空調設備（外気取入口）の機能に影響を与えにくい。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(補足資料-11)

(3) 発電所周辺の大気汚染

運転員が常駐している中央制御室は、中央制御室換気系によって空調管理されており、他の換気空調設備と同様、外気取入口には、ルーバが取り付けられており、下方から吸い込む構造となっていることから、降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。また、外気取入口には、バグフィルタ（JIS Z 8901

試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率) が設置されており, 想定する降下火砕物は十分除去されることから, 降下火砕物が与える影響は少ない。中央制御室換気系の外気取入口の写真を第 5-2 図 に示す。

なお, 大気汚染による人に対する居住性の観点から, 運転員が常駐する中央制御室については, 中央制御室排風機の停止及び給気隔離弁の閉止を行い, 系統隔離運転モードとすることにより, 中央制御室の居住環境を維持できる。

以下に, 給気隔離弁を閉止した状態の酸素濃度及び二酸化炭素濃度について評価した結果を示す。



第 5-2 図 中央制御室換気系の外気取入口

a. 酸素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空気調和設備編」に基づき, 酸素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・ 在室人員 10 名
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積 m³
- ・ 空気流入はないものとする。
- ・ 初期酸素濃度 20.95%
- ・ 1 人あたりの呼吸量は, 事故時の運転操作を想定し, 歩行時の呼吸量を適用して, 240/min とする。
- ・ 1 人あ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)

(b) 評価結果

第 5-1 表 中央制御室系統隔離運転モードにおける酸素濃度の時間変化

時間	12 時間	24 時間	36 時間	505 時間
酸素濃度	20.9%	20.8%	20.8%	19.0%

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

b. 二酸化炭素濃度

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

(a) 評価条件

- ・在室人員 10名
- ・中央制御室バウンダリ内体積 m³
- ・空気流入はないものとする。
- ・初期二酸化炭素濃度 0.03%
- ・1人あ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、0.046m³/hとする。
- ・許容二酸化炭素濃度 1.0%以下（鉱山保安法施行規則）

(b) 評価結果

第5-2表 中央制御室系統隔離運転モードにおける二酸化炭素濃度の時間変化

時間	12時間	24時間	36時間	358時間
二酸化炭素濃度	0.07%	0.10%	0.13%	1.00%

以上の結果から、358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。なお、噴火継続時間に関する最近の観測記録（補足資料-15）と比較し、十分な裕度が確保できている。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

排気筒及び非常用ガス処理系排気管に係る影響評価

降下火砕物による排気筒及び非常用ガス処理系排気管への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）

降下火砕物の排気筒及び非常用ガス処理系排気管への侵入により，その機能に影響がないことを評価する。具体的には，排気筒については，排気速度が降下火砕物の降下速度よりも大きく，降下火砕物が排気筒へ侵入しないことを確認する。また，非常用ガス処理系排気管については，降下火砕物が侵入しにくい構造となっていることを確認する。

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の付着に伴う構造物の腐食により，排気筒及び非常用ガス処理系排気管の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 密度：1.5g/cm³（湿潤状態）
- b. 粒径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）

a. 排気筒

降下火砕物の降下速度と排気筒の排気速度の評価について以下に示す。

(a) 降下火砕物の降下速度

降下火砕物の粒子の沈降速度を単粒子の自由降下*と考慮してモデル化し，以下のとおり導出する。

降下速度Wf (m/s) は，次式で表される。

$$Wf = \sqrt{\frac{4}{3} \times \frac{g}{C_w} \times \frac{\rho_k - \rho_L}{\rho_L} \times d_k}$$

ここで，

重力加速度：g = 9.80665 (m/s²)

抵抗係数：C_w = 0.44

粒子密度：ρ_k = 1500 (kg/m³)

空気密度：ρ_L = 1.1 (kg/m³)

粒子径 : $d_k = 0.004$ (m)

本評価では排気筒の排気速度(吹き出し風速)との比較を行うことから、降下速度が大きいほど保守的となるため、上式より粒子密度と粒子径はいずれも大きい方が降下速度も大きくなる。

そのため、本評価では想定される降下火砕物の特性として設定された、湿潤密度 $1,500\text{kg/m}^3$ (1.5g/cm^3)、粒子径 0.004m (4mm) の降下火砕物条件を用いて降下速度を算出すると以下のとおりとなる。

$$W_f = \sqrt{\frac{4}{3} \times \frac{9.80665}{0.44} \times \frac{1500 - 1.1}{1.1} \times 0.004} = 12.72 \Rightarrow 12.8 \text{ (m/s)}$$

※：単粒子が静止した気体中を自由落下し、粒子の流体抵抗、重力及び浮力の間に釣り合いの状態が生じたときの粒子の速度 【参考文献】「紛体工学便覧(第2版)」日刊工業新聞社

(b) 排気筒の排気速度

排気筒からの排気速度について、以下のとおり導出する。

排気速度 W (m/s) は、次式で表される。

$$W = \frac{F/3600}{\pi \times (D/2)^2}$$

ここで、

排気筒からの合計排気風量※ : $F = 810,000$ (m^3/h)

$$\left(\begin{array}{l} \text{原子炉建物排気量} : 225,000\text{m}^3/\text{h} \\ \text{タービン建物排気量} : 400,000\text{m}^3/\text{h} \\ \text{廃棄物処理建物排気量} : 185,000\text{m}^3/\text{h} \end{array} \right)$$

※：気体廃棄物処理系の排気風量は除く

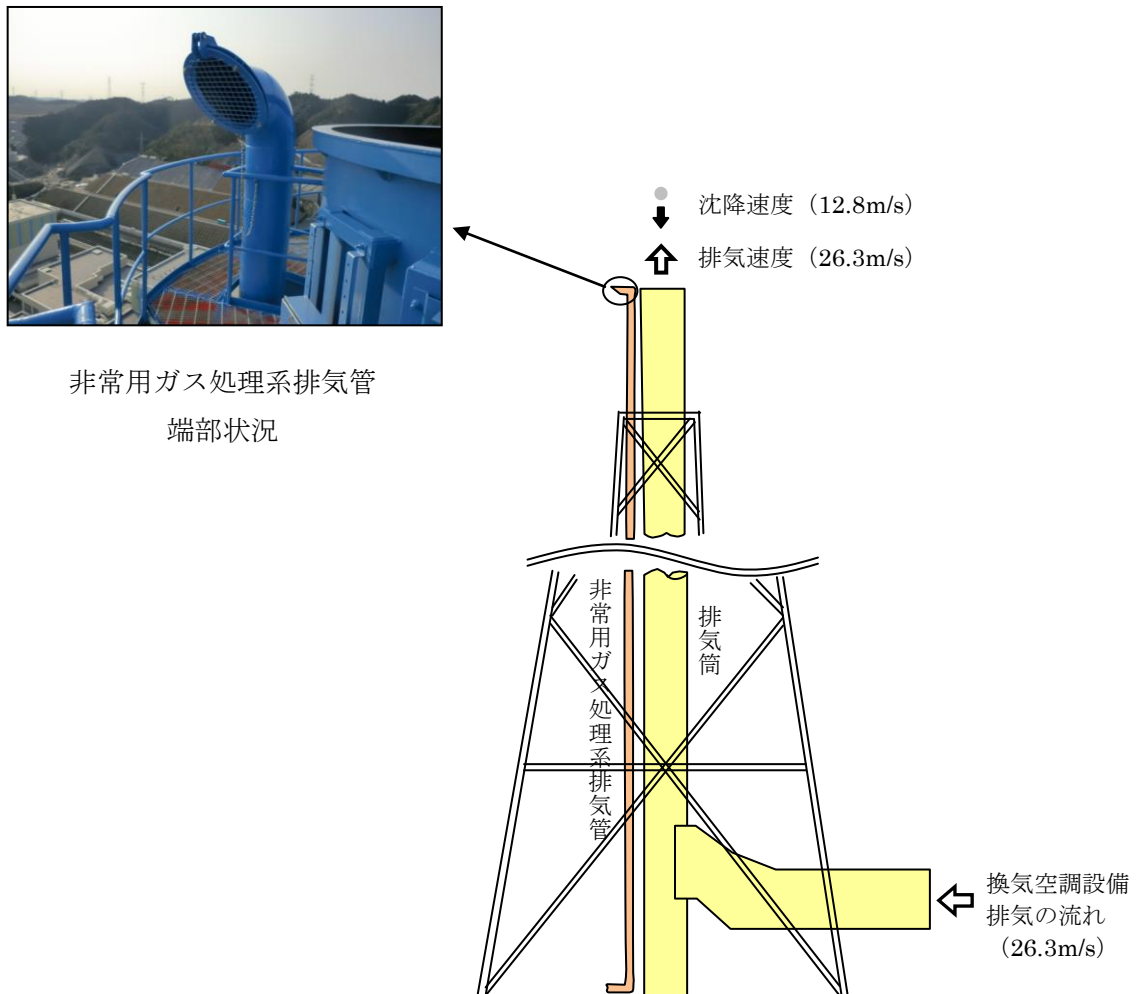
排気筒直径 : $D = 3.3$ (m)

$$W = \frac{810000/3600}{\pi \times (3.3/2)^2} = 26.31 \Rightarrow 26.3 \text{ (m/s)}$$

以上より、排気筒からの排気速度は「 26.3m/s 」であり、降下火砕物の降下速度「 12.8m/s 」より大きく、降下火砕物が侵入することはない。

b. 非常用ガス処理系排気管

非常用ガス処理系排気管については、屋外に開口しているが、第6-1図に示すとおり開口部は水平方向であり、降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。なお、非常用ガス処理系運転中においては、排気管から排気されていることから降下火砕物が侵入することはない。



第 6-1 図 排気筒周辺の概要

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

排気筒及び非常用ガス処理系排気管は、外装塗装を実施していることから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

海水ストレーナ（下流設備含む）に係る影響評価

降下火砕物による海水ストレーナ（原子炉補機海水ストレーナ，高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ（下流設備含む））への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 水循環系の閉塞

降下火砕物によって，海水ストレーナ（下流設備含む）の閉塞により，機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物によって海水ストレーナ（下流設備含む）の摩耗により，機器の機能に影響がないことを評価する。

(3) 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物によって海水ストレーナ（下流設備含む）の内部構造物の化学的影響（腐食）により，機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 水循環系の閉塞

各海水ストレーナのフィルタ穴径を示す。

	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ補機海水系
フィルタ穴径	7 mm	7 mm

想定する降下火砕物の粒径は，最大で4 mm であり，海水ストレーナのフィルタ穴径より小さく，また，取水口からポンプ取水箇所までの距離が数十mあるため，海水ストレーナは閉塞する可能性は低い。また，粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていないことから，海水ストレーナが閉塞することはない。なお，海水ストレーナは2系統設けており，フィルタが閉塞することがないよう差圧管理しており，一定の差圧（原子炉補機海水系：0.13MPa，高圧炉心スプレイ補機海水系：0.05MPa）になると切替えて，清掃を行う。

海水ストレーナのフィルタを通過した降下火砕物の粒子は，下流設備の熱交換器の伝熱管の穴径（原子炉補機冷却系約 20mm，高圧炉心スプレイ補機冷却系約 17mm）に対して，想定する降下火砕物の粒径は十分小さく伝熱管等の閉

塞により、下流設備に影響を及ぼすことはない。

原子炉補機海水ポンプの定格流量（2台運転時）は「約 4,080m³/h」、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの定格流量は1台あたり「約 336m³/h」と大きく、熱交換器内で流れが一様になり、降下火砕物が熱交換器内で堆積し、閉塞する可能性は低い。

(2) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物は砂等に比べて破碎し易く、硬度が小さい。これまで砂等を原因とした摩耗の影響によって、海水系ストレーナ及び下流設備の機能が喪失した事例はなく、砂より硬度が小さい降下火砕物が設備に影響を与える可能性は小さい。

(補足資料－3)

(3) 水循環系の化学的影響（腐食）

海水ストレーナはステンレス製で内面に防汚塗装が施工されていることから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

また、海水ストレーナ下流設備の熱交換器（伝熱管）は耐食性に優れた材料（アルミニウム黄銅管）を用いていること及び連続通水状態であり著しい腐食環境にはならないことから、降下火砕物による短期での腐食により下流設備に影響を及ぼすことはない。

なお、長期的な影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検において、必要に応じて補修作業を実施する。

取水設備（除じん装置）に係る影響評価

降下火砕物による取水設備（除じん装置）への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 水循環系の閉塞

降下火砕物が混入した海水を取水することにより、取水設備が閉塞しないことを評価する。

(2) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物が混入した海水を取水ことに伴う、取水設備の摩耗により、機器の機能に影響がないことを評価する。

(3) 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物が混入した海水を取水することによる構造物内部の腐食により機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

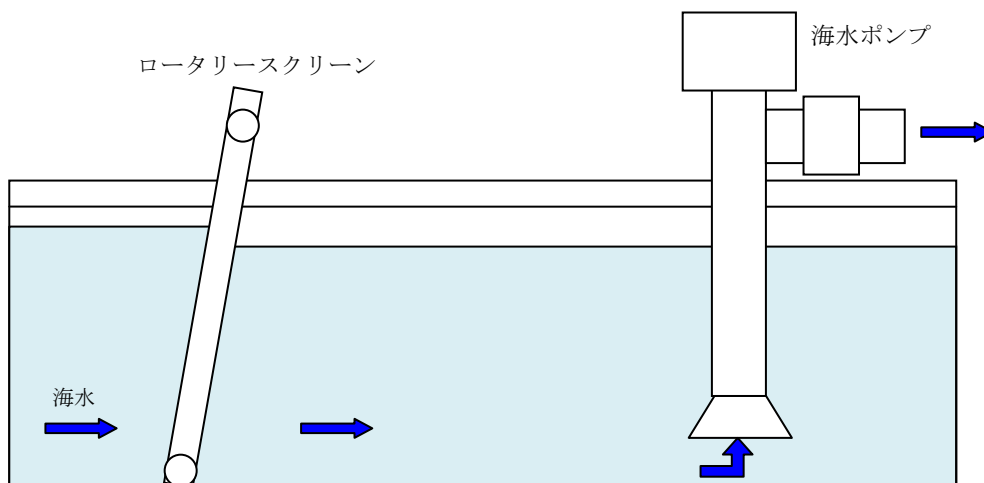
(1) 降下火砕物条件

a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 水循環系の閉塞

取水設備（除じん装置）は第 8-1 図のとおり、ロータリースクリーンを設置しており、海水中の大きな塵芥の除去を実施している。取水設備への降下火砕物を想定しても、想定する降下火砕物の粒径は、第 8-1 表に示す取水設備の目開の間隔（10mm）よりも小さく、また、粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていないことから、取水設備（除じん装置）が閉塞することはない。



第8-1図 取水設備（除じん装置）の構成

第8-1表 取水設備（除じん装置）の目開間隔

名称	ロータリースクリーン
目開間隔	10mm

(2) 水循環系の内部における摩耗

降下火砕物は砂等と比べて破碎し易く、硬度が小さい。これまで砂等を原因とした摩耗の影響によって、取水設備（除じん装置）の機能が喪失した事例はなく、砂より硬度が小さい降下火砕物が設備に影響を与える可能性は小さい。

（補足資料－3）

(3) 水循環系の化学的影響（腐食）

取水設備（除じん装置）は防汚塗装等の対応を実施しており、海水と金属が直接接することはないことから、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。

なお、長期的な影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検において、必要に応じて補修作業を実施する。

（補足資料－4）

計測制御系統施設（安全保護系盤），計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）
及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）に係る影響評価

降下火砕物により，屋内の空気を取込む機構を有する計測制御系統施設（安全保護系盤），計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）（以下，安全保護系盤及び非常用電源盤と称す。）への影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物が盤内に侵入する可能性及び侵入した場合の安全保護系盤及び非常用電源盤の化学的影響（腐食）により，機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 絶縁低下

降下火砕物が盤内に侵入する可能性及び侵入した場合の安全保護系盤及び非常用電源盤の絶縁低下により機器の機能に影響がないことを評価する。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

(1) 換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）

安全保護系盤及び非常用電源盤については，その発熱量に応じて盤内に換気ファンを設置している場合があるため，換気に伴い降下火砕物が盤内に侵入する可能性がある。

安全保護系盤及び非常用電源盤が設置されているエリアは，原子炉棟換気系，原子炉建物付属棟換気系，中央制御室換気系にて空調管理されており，原子炉棟換気系及び原子炉建物付属棟換気系の外気取入口には，ラフフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 76%以上の捕集効率）とバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率），中央制御室換気系の外気取入口にはバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率）が設置されているため，室内に侵入する降下火砕物は微量で，微細な粒子と推定される。

このため，仮に室内に侵入する場合でも降下火砕物は微細なものに限られ，大量に盤内に侵入する可能性は小さいことから，降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない。なお，中央制御室換気系については，

給気隔離弁を閉止し系統隔離運転モードを行うことにより降下火砕物の侵入を阻止することも可能である。

(2) 絶縁低下

安全保護系盤及び非常用電源盤については、その発熱量に応じて盤内に換気ファンを設置している場合があるため、換気に伴い、降下火砕物が盤内に侵入する可能性がある。

安全保護系盤及び非常用電源盤が設置されているエリアは、原子炉棟換気系、原子炉建物付属棟換気系、中央制御室換気系にて空調管理されており、原子炉棟換気系及び原子炉建物付属棟換気系の外気取入口には、ラフフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 76%以上の捕集効率）とバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率）、中央制御室換気系の外気取入口にはバグフィルタ（JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80%以上の捕集効率）を介した換気空気を吸入している。したがって、降下火砕物が大量に盤内に侵入する可能性は低く、その付着により短絡を発生させる可能性はないため、安全保護系盤及び非常用電源盤の安全機能が損なわれることはない。

（補足資料—12）

排気筒モニタに係る影響評価

降下火砕物による排気筒モニタに係る影響について以下のとおり評価した。

1. 評価項目及び内容

(1) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物のサンプリング配管への付着や堆積による化学的腐食により、機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

降下火砕物のサンプリング配管への侵入等により、機器の機能に影響がないことを評価する。

また、排気筒モニタ（屋外サンプリング配管除く）は排気筒モニタ室内に設置されているが、排気筒モニタ室の通気口にフィルタを設置し、降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とするため、排気筒モニタ（屋外サンプリング配管除く）への影響はない。

2. 評価条件

(1) 降下火砕物条件

- a. 粒 径：4.0mm 以下

3. 評価結果

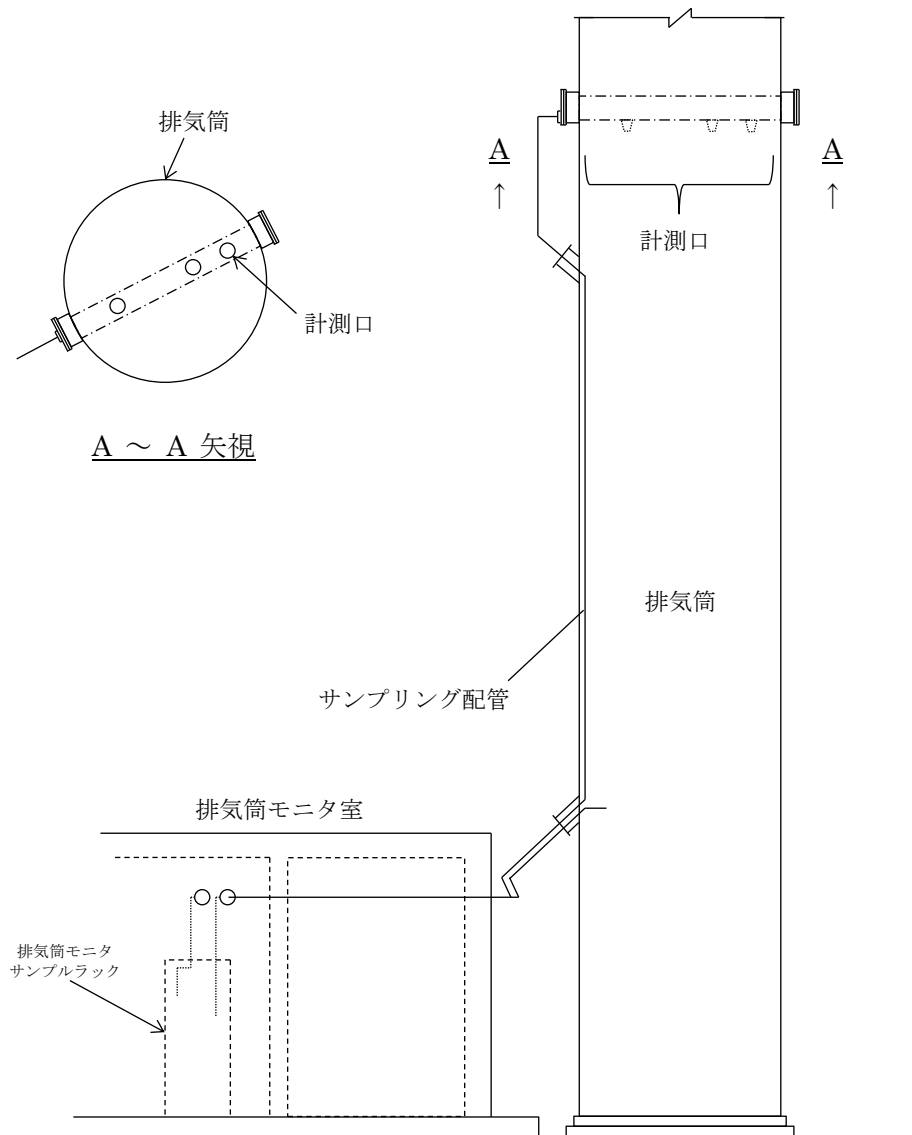
(1) 構造物への化学的影響（腐食）

排気筒モニタのサンプリング配管は、耐食性のあるステンレス製であることから、降下火砕物による短期での腐食により、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

(2) 換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

排気筒モニタのサンプリング配管の計測口は、第10-1図に示すとおり下方から吸い込む構造であること、また排気筒内部に設置することにより、降下火砕物が侵入しない^{*}ことから、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

※ 排気筒の排気速度が降下火砕物の降下速度よりも大きいことから、降下火砕物が排気筒へ侵入しないことを個別評価－6にて確認している。



第10-1図 排気筒モニタ概要図

「原子力発電所の火山影響評価ガイド」との整合性について

「原子力発電所の火山影響評価ガイド」と降下火砕物に対する設備影響の評価の整合性について，下表に示す。

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響の評価
<p>1. 総則</p> <p>本評価ガイドは、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のための方法と確認事項をとりまとめたものである。</p> <p>1. 1 一般</p> <p>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」第6条において、外部からの衝撃による損傷（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（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ず。）としており、「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の解釈」第6条において、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。</p> <p>火山の影響評価としては、2009年に日本電気協会が「原子力発電所火山影響評価技術指針」(JEA4625-2009)を制定し、2012年にIAEAがSafety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21)を策定した。近年、火山学は基本的記述科学から、以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展しつつあり、これらの知見を基に、原子力発電所への火山影響を適切に評価する一例を示すため、本評価ガイドを作成した。</p> <p>本評価ガイドは、新規制基準が求める火山の影響により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方法の一例である。また、本評価ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。</p> <p>1. 2 適用範囲</p> <p>本評価ガイドは、実用発電用原子炉及びその附属施設に適用する。</p> <p>2. 本評価ガイドの概要</p> <p>火山影響評価は、2. 1に示す立地評価と影響評価の2段階で行う。</p> <p>また、火山影響評価のほか、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、2. 2のとおり、火山活動のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする。</p> <p>本評価ガイドの基本フローを図1に示す。</p>	<p>1. 基本方針</p> <p>1.1 概要</p> <p>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（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第五号）」第6条において、外部からの衝撃による損傷防止として「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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ず。」としており、「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の解釈」第6条において、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。</p> <p>火山の影響により発電用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たため、火山影響評価を行い、発電用原子炉施設へ影響を与えないことを評価する。</p> <p>1.2 火山影響評価の流れ</p> <p>ガイドに従い評価</p>

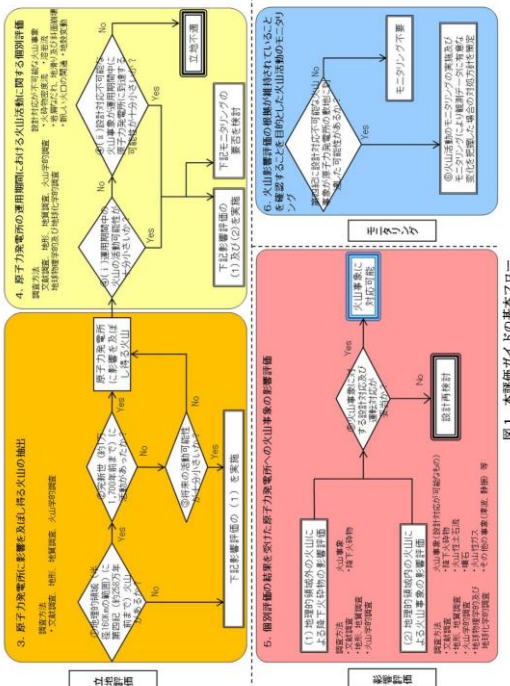


図1 本評価ガイドの基本フロー

2. 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ

(1) 立地評価

まず、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う。すなわち、原子力発電所の地理的領域において第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出し（図1①）、その中から、完新世に活動があった火山（図1②）及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山（図1③）は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として4. の個別評価対象とする(解説-1)。具体的には、3. のとおりとする。

次に、3. で原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した火山について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を行う。すなわち、運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいとは評価できず（図1④(i)）、かつ、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいとも評価できない場合（図1④(ii)）は、原子力発電所の運用期間において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいとはいえず、原子力発電所の立地は不適となる(解説-2、3)。具体的には、4. のとおりとする。

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響の評価
<p>(2) 影響評価</p> <p>4. の個別評価において立地が不適とならない場合は、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う（図1⑤）。</p> <p>ただし、火山事象のうち降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。</p> <p>具体的には、5. のとおりとする。</p> <p>解説-1. 本評価ガイドにおける「地理的領域」とは、火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域をいい、原子力発電所から半径 160km の範囲の領域とする。</p> <p>解説-2. IAEA SSG-21 において、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口及び地殻変動を設計対応が不可能な火山事象としており、本評価ガイドでも、これを適用する。</p> <p>解説-3. 「火山活動に関する個別評価」は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである。</p> <p>2. 2 火山活動のモニタリングの流れ</p> <p>4. の個別評価により原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対しては、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする（図1⑥）。</p> <p>具体的には、6. のとおりとする。</p>	

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響の評価
<p>【立地評価】（項目のみ記載）</p> <p>3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出</p> <p>3. 1 文献調査</p> <p>3. 2 地形・地質調査及び火山学的調査</p> <p>3. 3 将来の火山活動可能性</p> <p>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</p> <p>4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価</p> <p>4. 2 地球物理学的及び地球化学的調査</p> <p>6. 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング</p> <p>6. 1 監視対象火山</p> <p>6. 2 監視項目</p> <p>6. 3 定期的評価</p> <p>6. 4 観測データの有意な変化を把握した場合の対処</p>	<p>2. 立地評価（原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会にてご説明済み）</p> <p>2.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 地理的領域内に分布する第四紀火山（24火山）について、完新世における活動の有無等を確認し、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山（以下、「検討対象火山」という。）を抽出した。 <small>もりたやま めんかめやま ほうじょうはちまん かわもと さんべさん だいこんじま</small> その結果、三瓶山、大根山、シダグリ、森田山、女亀山、北条八幡、川本、まきはら こおげ さぼう おおや とどろき かみさの めさか わくらやま だいせんくらよし おきどうご 榎原、郡家、佐坊、大屋・蘆、上佐野・目坂、和久羅山、大山、倉吉、隠岐島後、 <small>みかたかざんぐん かんべんかざんぐん</small> 美方火山群及び神鍋火山群の18火山を検討対象火山として評価した。 なお、降下火砕物（火山灰）（以下、「降下火砕物」という。）については、地理的領域外の火山も <small>うつりょうとう</small> 確認し、鬱陵島（韓国領）等について、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。</p> <p>2.2 運用期間における火山活動に関する個別評価 検討対象火山として評価した18火山を対象として、文献調査に基づき、運用期間における火山活動に関する設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）の個別評価を行った。 火砕物密度流については、地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火砕流堆積物は確認されていない。文献調査の結果、確認されている最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。 溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火山噴出物は確認されていない。また、文献調査の結果、確認されている溶岩・火砕物堆積物の最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。 新しい火口の開口については、文献調査の結果、敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、敷地近傍では熱水活動及び深部低周波地震が認められないことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。 地殻変動については、文献調査の結果、新しい火口の開口による敷地への影響はないことから、原子力発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。 以上の検討結果より、原子力発電所の運用期間に設計対応不可能な火山事象が、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。</p> <p>3. 火山活動のモニタリング</p> <p>3.1 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング 第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達しておらず、モニタリング対象</p>

原子力発電所の火山影響評価ガイド

5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価

4. 1 において原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の安
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に原
子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を表1に従い抽出し、各火山事象に
対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。

ただし、降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位
面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認され
た降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運
用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さく見積もられるケースがあるので、文献等も参考に
して、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。(解説-17) 抽出された火
山事象に対して、4. の個別評価を踏まえて、原子力発電所への影響評価を行うための、各事
象の特性と規模を設定する。(解説-18)

以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。

表1. 原子力発電所への火山事象の影響評価に用いられる火山事象の抽出と評価項目

火山事象	評価項目	原子力発電所への 位置関係
1. 降下火砕物	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
2. 水蒸気噴出	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
3. 溶岩流	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
4. 溶岩崩落	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
5. 火山灰噴出	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
6. 火山灰噴出(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
7. 火山灰噴出(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
8. 噴出した火山灰の堆積	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
9. 噴出した火山灰の堆積	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
10. 水蒸気噴出	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
11. 水蒸気噴出	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
12. 水蒸気噴出	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2
13. 噴出した水蒸気の堆積	噴出量(噴出高、噴出速度)及び噴出距離	注2

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へ影響を及ぼす可能性があるものとする。
注2: 降下火砕物の堆積量は、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の質量と同等の質量と同等の質量とするものとする。
注3: 火山灰噴出による火山灰の堆積は、原子力発電所への位置関係により、敷地及び敷地周辺で行う。

解説-17. 文献等には日本第四紀学会の「日本第四紀地図」を含む。
解説-18. 原子力発電所との位置関係について
表1に記載の距離は、原子力発電所火山影響評価技術指針 (JGAG625) から引用した、JGAG625 では、調査対象火山
事象と原子力発電所との距離は、おが国における第四紀火山の火山噴出物の居住最大到達距離を参考に設定している。ま
た、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火山噴出物等の居住最大到達距離と噴出物の分布を参考
にしてその位置を想定する。

例えば、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
響を受ける可能性があると考えられる。

降下火砕物 (火山灰) に対する設備影響の評価

とする火山はない。

4. 影響評価

4.1 火山事象の影響評価

検討対象火山について、島根原子力発電所2号炉の運用期間中の噴火規模を考慮し、それが噴火
した場合、原子力発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、降下火砕物のみ
が島根原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象であるという結果となった。

発電所運用期間中に、このような規模の降下火砕物が敷地周辺に生じる蓋然性を確認するため、
文献、地質調査、降下火砕物シミュレーション及び敷地周辺の層厚を踏まえた検討を実施した。評
価対象火山は、発電所敷地からの位置関係、過去の噴火規模を考慮して、大山及び三瓶山を対象火
山として詳細評価を実施した。想定する降下火砕物の堆積量は、敷地周辺の層厚等を考慮し、56cmと
設定する。そのほか得られた降下火砕物の特性を第1.1表に示す。

なお、鉛直荷重については、湿潤状態の降下火砕物に建築基準法の考え方を参考とし設計基準積
雪深 (100cm) に係数 0.35 を考慮した値を踏まえ設定する。

第1.1表 降下火砕物特性の設定結果

項目	設定	備考
層厚	56cm	鉛直荷重に対する健全性評価に使用
密度	湿潤密度: 1.5g/cm ³ 乾燥密度: 0.7g/cm ³	
荷重※1	8,938N/m ²	
粒径	4.0mm以下	水循環系の閉塞並びに換気系、電気系 及び計装制御系に対する機械的影響 評価に使用

※1: 飽和状態の降下火砕物に積雪条件を踏まえた鉛直荷重

飽和状態の降下火砕物の荷重 + 積雪荷重

= (56cm × 1500kg/㎥ × 9.80665m/s²) + (35cm^{積雪} × 20N/ (㎡・cm^{積雪})) = 8,938N/㎡ (小数点切り上げ)

※2: 建築基準法の考え方を参考とし設計基準積雪深 (100cm) に係数 0.35 を考慮した値

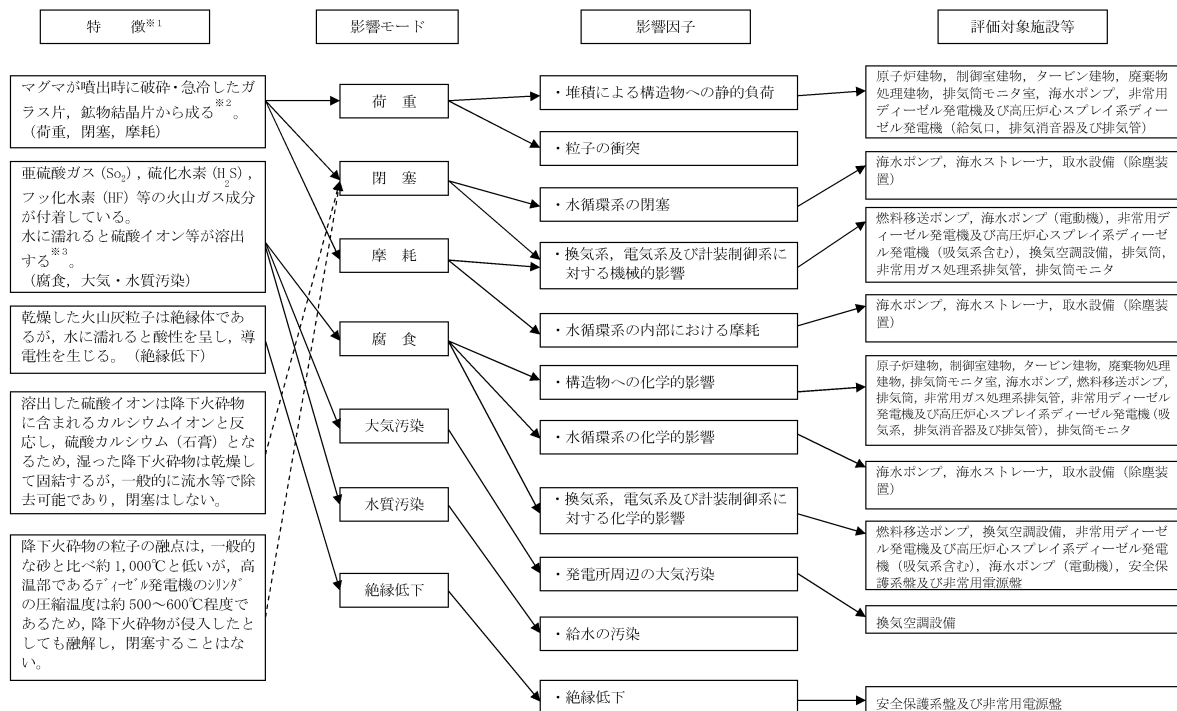
※3: 松江市建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重 (積雪量 1cm 当たり 20N/㎡)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響の評価
<p>5. 1 降下火砕物</p> <p>(1) 降下火砕物の影響</p> <p>(a) 直接的影響</p> <p>降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。</p> <p>降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等の堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性がある。火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分（塩素イオン、フッ素イオン、硫化物イオン等）が含まれている。</p> <p>(b) 間接的影響</p> <p>前述のように、降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼす。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。</p> <p>(2) 降下火砕物による原子力発電所への影響評価</p> <p>降下火砕物の影響評価では、降下火砕物の降灰量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの発電用原子炉施設への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。(解説-19、21)</p>	<p>4.4 降下火砕物による影響の選定</p> <p>4.4.2 直接的影響</p> <p>降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重、閉塞、摩擦、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁低下を抽出し、評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して、直接的な影響因子を以下のとおり選定する。なお、高根原子力発電所2号炉で想定される降下火砕物の条件を考慮し、第1.4表に示す項目について評価を実施する。</p> <p>4.4.3 間接的影響</p> <p>降下火砕物によって発電所に間接的な影響を及ぼす因子は、漏った降下火砕物が送電線の断子、開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷に伴う「外部電源喪失」並びに降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」である。</p> <p>4.3 評価対象施設の抽出（部分抜粋）</p> <p>設置許可基準規則第六条における安全施設とは、「発電用圧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（以下「安全重要度分類のクラス1、クラス2 及びクラス3 に属する構築物、系統及び機器」という。）を指していることから、降下火砕物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。</p> <p>また、以下の点を踏まえ、降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに、燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス1、クラス2 及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器）に加え、それらを内包する建物とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物襲来時の設備損傷状況を踏まえ、必要に応じてプラント停止の措置をとること ・プラント停止後は、その状態を維持することが重要であること <p>その上で、外部事象防護対象施設のうち、屋内設備は内包する建物により防護する設計とし、評価対象施設を、屋外設備、建物及び屋外との接続がある設備（屋外に開口している設備又は外気から取り入れた室内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備）に分類し、抽出する。また、評価対象施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。</p> <p>なお、上記以外の安全施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること、若しくは、降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での除灰、修復等の対応、又は、それらを適切に組み合わせて、その安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>以上を踏まえた、評価フローを第1.3図に示す。評価フローに基づき抽出した評価対象施設等を第1.2表及び第1.3表に示すとともに、評価対象施設等の設置場所を第1.4図に示す。</p>

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響の評価
<p>(3) 確認事項</p> <p>(a) 直接的影響の確認事項</p> <p>① 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。</p> <p>② 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。</p> <p>③ 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。(解説-20)</p> <p>④ 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降下火砕物の除去等の対応が取れること。</p> <p>(b) 間接的影響の確認事項</p> <p>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。</p> <p>解説-19. 原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、次の方法により降灰量を設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。 ✓ 対象となる火山の総噴出量、噴煙柱高度、全口径分布、及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの間数として、原子力発電所における降下火砕物の数値シミュレーションを行うことより求める。数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ、及び類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができるとする。 <p>解説-20. 堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて評価する。また、外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、添付1の「気中降下火砕物濃度の推定手法について」を参照して推定した気中降下火砕物濃度を用いる。堆積速度、堆積期間及び気中降下火砕物濃度は、原子力発電所への間接的な影響の評価にも用いる。</p> <p>解説-21. 火山灰の特性としては粒度分布、化学的特性等がある。</p> <p>(「5. 2 火砕物密度流」以降省略)</p>	<p>降下火砕物に対する設計</p> <p>4.6.1 直接的影響に対する設計</p> <p>直接的影響については、評価対象施設等の構造や設置状況等（形状、機能、外気吸入や海水通水の有無等）を考慮し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける各評価対象施設等が安全機能を損なわない以下の設計とする。</p> <p>4.7 降下火砕物の除去等の対策</p> <p>4.7.1 降下火砕物に対応するための運用管理</p> <p>降下火砕物に備え、手順を整備し、第1.5図のプロールとおり段階的に対応することとしている。その体制については、地震、津波、火山噴火等の自然災害に対し、保安規定に基づく保安管理体制として整備し、その中で体制の移行基準、活動内容についても明確にする。なお、多くの火山では、噴火前に、震源の浅い火山性地震の頻度が急増し、火山性微動の活動が始まるため、事前に対策準備が可能である。</p> <p>4.6.2 間接的影響に対する設計方針</p> <p>島根原子力発電所2号炉の非常用所内交流電源設備は、非常用ディーゼル発電機（2台）及び高圧炉心スプレイスディーゼル発電機（1台）とそれぞれに必要な燃料デイトンク（2基；16m³/基、1基；9m³/基）〔耐震Sクラス〕を有している。更に、燃料貯蔵タンク（A-非常用ディーゼル発電機系（2基；170kl/基）、高圧炉心スプレイスディーゼル発電機系（1基；170 kl/基））及び（B-非常用ディーゼル発電機系（3基；100 kl/基））〔耐震Sクラス〕を有している。</p> <p>これらにより、7日間の外部電源喪失に対して、また、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）を考慮した場合においても、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が継続できる設計とする。</p> <p>以上</p>

降下火砕物の特徴及び影響モードと、影響モードから選定された影響因子に対し影響を受ける評価対象施設等の組合せについて

降下火砕物の特徴から抽出される影響モード、影響モードから選定される影響因子及び影響因子から影響を受ける評価対象施設等の組合せについて「第 1.5 表 降下火砕物が影響を与える評価対象施設等と影響因子の組合せ」にて、評価すべき組合せを検討した結果、第 2-1 図に示す結果となった。なお、選定された影響因子は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に示されたものと同じ項目となった。



第 2-1 図 降下火砕物の特徴と影響因子

※ 1 : (参考文献) (内閣府) 広域的な火山防災対策に係る検討会 (第 3 回) (資料 2)

※ 2 : 粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていない。

※ 3 : 「降下火砕物による金属腐食の研究報告の例」

4 種類の金属材料 (Zn メッキ, Al, SS41, Cu) に対して, 桜島降下火砕物による金属腐食の程度は, 実際の自然条件より厳しい条件においても表面厚さに対して数 μm のオーダーの腐食。

< 試験条件 : 温度, 湿度, 保持時間

【① (40℃, 95%, 4h) ~ ② (20℃, 80%, 2h) × 18 サイクル】 >

(【参考文献】出雲茂人, 末吉秀一ほか, 火山環境における金属材料の腐食, 1990, 防食技術 Vol. 39, pp. 247-257)

⇒ 設計時の腐食代 (数 mm オーダー) を考慮すると, 構造健全性に影響を与えることはないと考えられる。

降水による降下火砕物の固結の影響について

降下火砕物は、湿ったのち乾燥することで固結する特徴をもっており^{※1}、影響モードとして開塞が考えられるが、一般的に流水等で除去可能である。

降下火砕物が固結した場合の評価対象施設等に対する影響モードとしては、水循環系の閉塞並びに換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）が考えられるが、水循環系においては、大量の海水が通水しているため、固結による影響はない。換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）としては、換気空調設備のフィルタの閉塞が考えられるが、換気空調設備の外気取入口にはルーバが設置されており、下方から吸い込む構造となっていることから、平時に比べ雨が降っている場合の降下火砕物の侵入は減少すると考えられる。なお、侵入した降下火砕物は、換気空調設備のフィルタによって除去されるが、湿った降下火砕物がフィルタに付着し固結した場合においても、フィルタの取替えが可能なことから、固結による影響はない。

一方、評価対象施設等に対して間接的な影響を与え得る事象としては、降下火砕物による排水路の閉塞時の降水事象が考えられる。ただし、評価対象施設等に有意な影響を及ぼし得る大雨に対しては、雨水が排水路に流れ込むことで、降下火砕物は除去されるため影響はない。なお、原子炉建物等に対しては、溢水対策として建物貫通部の止水処置等を実施する設計とすることから評価対象施設等への影響はない。

※1：（参考文献）（内閣府）広域的な火山防災対策に係る検討会（第3回）（資料2）

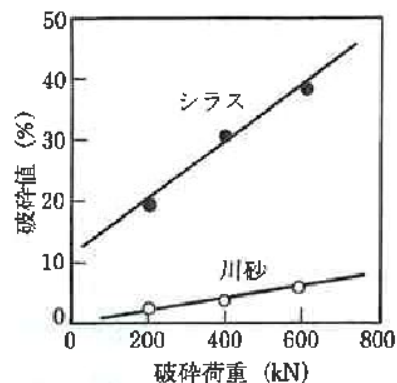
降下火砕物による摩耗について

水循環系において最も摩耗の影響を受けやすい箇所はライニングが施されていない各熱交換器の伝熱管と考えられるが、発電所の運用期間中において海水取水中に含まれる砂等の摩耗によるトラブルは発生していないこと、及び主要な降下火砕物は、砂等と比べて硬度が低くもろいことから、降下火砕物による摩耗が設備に影響を与える可能性は小さいと評価している。

1. 降下火砕物と砂の破碎しやすさの違いについて

降下火砕物と砂の破碎しやすさの違いについては、「武若耕司（2004）：シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状，コンクリート工学，vol. 42，No. 3，P38-47」による調査報告があり，第 3-1 図に示すとおり，「シラス※は川砂などに比べて極めて脆弱な材料である」とされており，シラスと同様，火山ガラスを主成分とする降下火砕物は，砂と比較して破碎しやすいと考えられる。

※：シラスはカルデラから高温のマグマが多量のガスを含んで噴出する際に，火山ガラスを主とする熔融物質の破片及び粒子が熱い雲の状態となって流下し，堆積，熔融してできた発泡状の物質，いわゆる火砕流堆積物の一種。



第 3-1 図 シラスの破碎試験結果

2. 降下火砕物と砂及び設備材料の硬度の比較について

鉱物の硬度は掻傷硬度で表されており，ここではモース硬度による比較を行う。以下のとおり，主要な降下火砕物の硬度は砂より低いため，設備への影響は軽微と考える。

- 降下火砕物の主成分は，火山ガラスであり，「恒松修二・井上耕三・松田 応作（1976）：シラスを主原料とする結晶化ガラス，窯業協会誌 84[6]，P32-40」によると，火山ガラスのモース硬度は 5 と記載されている。

- 砂の主成分は，石英であり，石英のモース硬度は 7 とされている。

また，発電所運用期間中において海水取水中に含まれる砂等による摩耗によるトラブルは経験していないことから，設備材料は砂に対して耐性を有すると考える。

塗装による降下火砕物の化学的影響（腐食）について

降下火砕物による「構造物への化学的影響（腐食）」については、評価対象施設等が塗装されていることで直ちに機能に影響を及ぼすことはないとは評価している。その詳細について以下に示す。

原子力発電所では炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋼の機器、配管、制御盤及びダクト等の外表面に対する塗装基準が定められており、耐放射線性、耐水性、除染性、耐熱性、耐油性等を考慮した塗料に係る基準が規定されている。

屋外設備については、海塩粒子等の腐食性有害物質が付着しやすく、最も厳しい腐食環境にさらされるため、エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系、アクリル系等の塗料が複数層で塗布されており、水に濡れると硫酸イオン等が流出する等の特徴を持つ降下火砕物が堆積したとしても、直ちに金属表面等の腐食が進むことはない。

また、海水ポンプ、海水管等の海水に直接触れる部分については、ウレタン樹脂、ビニル樹脂等の耐食性塗料（樹脂ライニング含む）が施工されている。

よって、降下火砕物が外表面に堆積及び混入した海水を取水したとしても、直ちに金属表面の腐食が進むことはない。

なお、定期的に外観の点検を行い、塗装の状態についても確認を行っている。島根 2 号炉における塗装の例を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 島根原子力発電所 2 号炉における塗装の例

	下塗り	中塗り	上塗り
原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物	エポキシ樹脂	アクリルゴム	アクリルシリコン樹脂 アクリルウレタン樹脂
海水ポンプ (原子炉補機海水ポンプ, 高圧炉心スプレイ補機海水 ポンプ)	ウレタン樹脂	—	ビニル樹脂
取水設備 (除じん装置)	ウレタン樹脂	—	ビニル樹脂

降下火砕物による送電鉄塔への影響について

送電鉄塔に使用されている碍子は、降下火砕物が堆積しにくい構造となっており、静的荷重の影響は受けにくく機能への影響を及ぼすことはない。

火山活動により大量の降下火砕物による影響が想定される場合には、開閉所の洗浄装置等で碍子の洗浄を実施する等、事故の未然防止に努める。

降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の給気フィルタへの影響について

非常用ディーゼル発電機の吸気は、給気消音器のフィルタ（粒径約1～5 μm に対して80%以上を捕獲する性能）を介して吸入しているため、降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル発電機への影響は小さいと考えられる。

なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は、第6-1図のとおり下方から吸気する構造となっており、降下火砕物により容易に閉塞しないものであると考えられるが、万一閉塞した場合の影響について、以下のとおり評価する。

評価にあたっては、ディーゼル発電機の吸入空気は下に向けた給気口を介して給気することにより降下火砕物を吸い込みにくい構造としている点を考慮せず、かつ、火砕物の粒径にかかわらず、大気中濃度のまま全て吸い込まれてフィルタに捕集されることを前提とした計算を行う。



第6-1図 非常用ディーゼル機関の給気空気の流れ

1. 閉塞までに要する時間について

以下の想定における非常用ディーゼル発電機の給気フィルタの閉塞までの時間を試算した。降下火砕物の大気中濃度には、比較的噴火規模が大きく、地表レベルでの観測データがあるアイスランド南部エイヤヒャトラ氷河で発生した火山噴火の際のヘイマランド地区の濃度値（3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を用いるが、米国セントヘレンズ火山噴火の際の濃度値（33,400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を用いた場合についても試算した。（補足資料-7 参照）

また、非常用ディーゼル発電機給気フィルタの灰捕集容量については、降下火砕物によるフィルタへの影響を直接確認した試験結果（試験内容等は4.参照）に基づく保持容量を用いて試算した。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

なお、島根原子力発電所で想定する降下火砕物の給源となる火山については、大山等いずれも発電所から 40km 以遠にある（第四紀火山のうち発電所から最も近い火山は約 53km 離れた大山である）ことから、参照したアイスランド火山の観測データは噴火口からより近距離の観測データである。

(1) アイスランドの火山噴火データを用いた試算

第 6-1 表より、非常用ディーゼル発電機の給気フィルタの閉塞時間を試算した結果、「約 72 時間」となった。

第 6-1 表 給気フィルタ閉塞までの時間

① 非常用ディーゼル発電機給気フィルタの捕集容量 (g) ※1	5,075
② 非常用ディーゼル発電機給気流量 (m ³ /h)	21,672
③ 降下火砕物の大気中濃度 (μg/m ³) ※2	3,241
④ 閉塞までの時間 (h) =①/②/③	72.25

※1：降下火砕物による試験結果に基づく捕集容量

捕集重量 /試験フィルタ面積 ×給気フィルタ面積 = 5,075g

※2：アイスランド南部エイヤヒョトラ氷河で発生（H22 年 4 月）した火山噴火地点から約 40km 離れたヘイマランド地区における大気中の降下火砕物濃度値（24 時間観測ピーク値）を参照した。

(2) セントヘレンズの火山噴火データを用いた試算

第 6-2 表より、非常用ディーゼル発電機の給気フィルタの閉塞時間を試算した結果、「約 7 時間」となった。

第 6-2 表 給気フィルタ閉塞までの時間

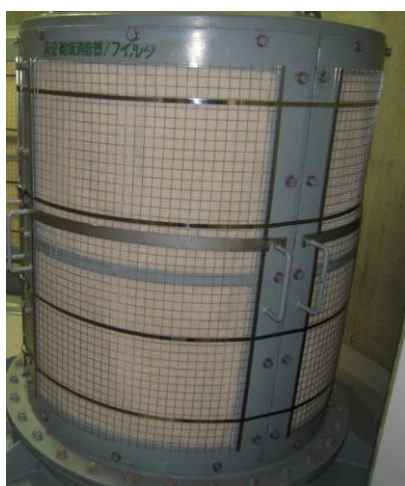
① 非常用ディーゼル発電機給気フィルタの捕集容量 (g)	5,075
② 非常用ディーゼル発電機給気流量 (m ³ /h)	21,672
③ 降下火砕物の大気中濃度 (μg/m ³) ※	33,400
④ 閉塞までの時間 (h) =①/②/③	7.01

※米国セントヘレンズ火山で発生（1980 年 5 月）した火山噴火地点から約 135km 離れた場所における大気中の降下火砕物濃度値（1 日平均値）を参照した。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

2. フィルタ取替, 清掃に必要な時間等について

非常用ディーゼル発電機の給気フィルタは, 1基あたり16枚設置されており, フィルタ取替え又は清掃には複雑な作業が必要なく, 1基あたりに要する時間は, 要員4名で2時間程度を見込んでいる。一方, 給気フィルタが閉塞するまでの時間は, 1. (2)のとおり約7時間程度であることから, フィルタが閉塞するまでに取替え又は清掃することが可能である。非常用ディーゼル発電機のフィルタの写真を第6-2図に示す。



第6-2図 非常用ディーゼル発電機給気フィルタ

3. その他

ディーゼル発電機は, 1ユニットあたり3系統設置されており, フィルタが詰まった場合においても, フィルタの取替え又は清掃を行うことが可能である。

4. 降下火砕物によるフィルタ閉塞試験の概要

降下火砕物を用いて, 想定する濃度等より保守的な条件にて, 2号炉の非常用ディーゼル発電機に使用しているものと同様のフィルタへの影響について, 以下のモックアップ試験により確認した。

(1) フィルタの詰まり試験

①試験条件及び試験方法

a) 降下火砕物

・濃度

想定される降下火砕物の大気中濃度は, 1. の通りアイスランドの火山噴火データ ($3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であるが, 本試験においては保守的に降下火砕物の濃度を約 とした。

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

なお、本試験における降下火砕物の濃度は、米国セントヘレンズの火山噴火データ ($33,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) も包含する。

・粒径

モックアップ装置にて噴霧する降下火砕物の粒径分布は、第 6-3 表のとおり、想定する粒径分布と同様となるような粒径分布の試料を作成した。

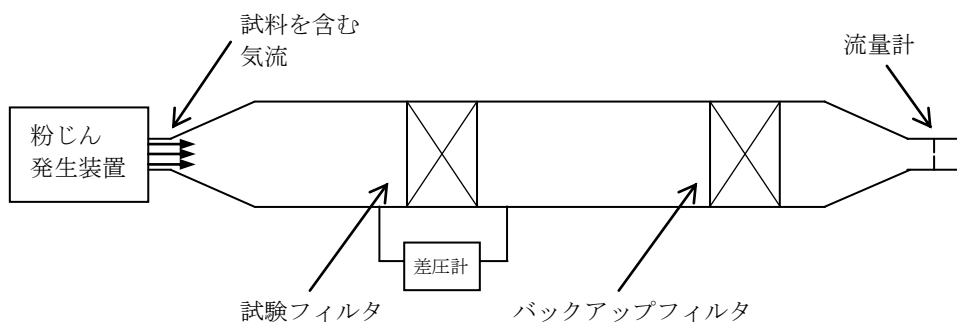
第 6-3 表 モックアップ装置にて噴霧する降下火砕物の粒径

--

b) モックアップ装置

・装置の構成

第 6-3 図に示すとおり、粉塵発生装置により噴霧させた試料を試験体（フィルタ）に吸着させ、フィルタ前後の差圧及び捕集重量を測定した。



第 6-3 図 モックアップ装置の構成

・風量

非常用ディーゼル発電機給気流量から換算した試験フィルタの風量 $2749\text{m}^3/\text{h}$ と同等となるよう、粉塵発生装置から発せられる風量は とした。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

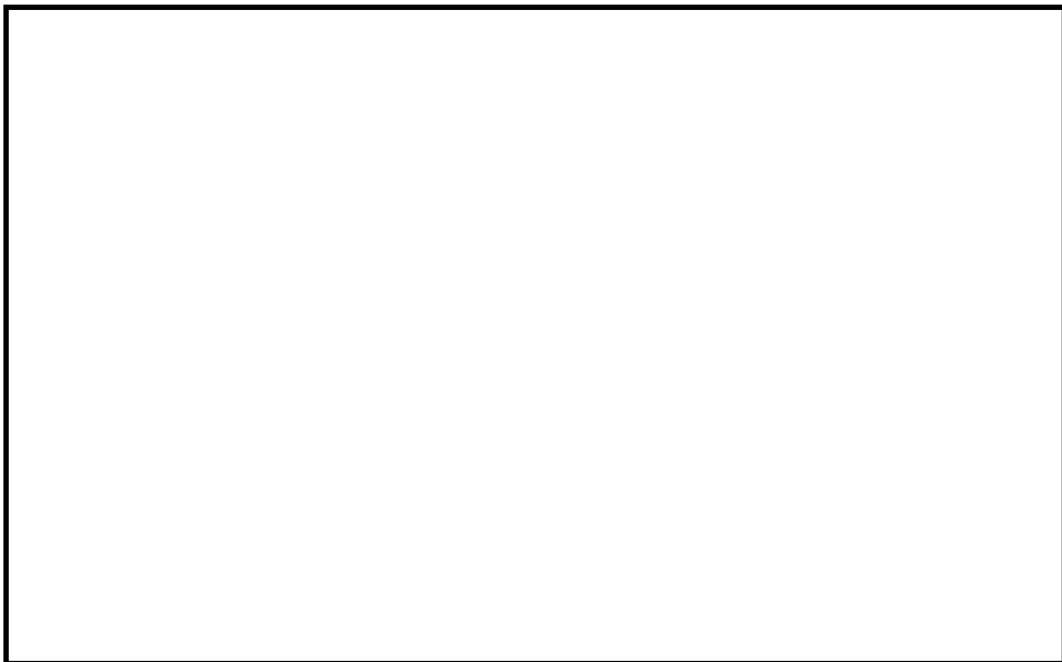
②判定基準

試験フィルタ差圧の判定基準は、フィルタ交換目安である とした。

③試験結果

試験フィルタの差圧と捕集量の関係を図 6-4 に示す。

図 6-4 より、フィルタの差圧は、捕集重量に比例し増加していることが分かり、本試験における最大の捕集重量 においても試験フィルタの差圧は であるため、判定基準 を満足していることを確認した。



第 6-4 図 フィルタの詰まり試験結果

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

アイスランド火山を用いる基本的考え方とセントヘレンズ火山による影響評価について

1. アイスランド火山を用いる基本的考え方

島根原子力発電所2号炉において、フィルタ閉塞の評価対象となる施設は、非常用ディーゼル発電機給気消音器のフィルタ及び換気空調設備のフィルタ（外気取入口）が該当するが、各設備のフィルタについては、給気口が下向き又は下向き羽根のついたルーバを介して外気を取入れるため、降下火砕物が内部に侵入しにくい構造となっている。また、中央制御室換気系については、降灰が確認された場合には、給気隔離弁を閉止する運用としており、フィルタへの降下火砕物の付着を抑制できる設計となっている。

この前提のもと、降下火砕物によるフィルタ閉塞に対する評価に当たっては、参考としてアイスランド南部エイヤヒャトラ氷河で発生（H22年4月）した火山噴火地点から約40km離れたヘイマランド地区において観測された大気中の降下火砕物のピーク値、 $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を用いている。

これは、

- ①比較的規模が大きい噴火であること（VEI4以上）
- ②発電用原子炉施設が設置されている地表レベルで観測された降下火砕物の大気中濃度がデータとして存在すること

という条件に照らして、学会誌等の関係図書を確認したところ、上記のアイスランド南部のエイヤヒャトラ氷河で発生した大規模噴火における噴火口より約40km程度離れた地域での地表における大気中濃度を参照したものである。

島根原子力発電所で想定する降下火砕物の給源となる火山については、大山等いずれも発電所から40km以遠にある（第四紀火山のうち発電所から最も近い火山は約53km離れた大山である）ことから、参照したアイスランド火山の観測データは噴火口からより近距離の観測データである。

2. セントヘレンズ火山による影響評価

噴火口からの観測地点の距離が135kmであるセントヘレンズ火山噴火の観測データ（観測濃度 $33,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）について、当該濃度による影響評価を以下のとおり行った。

各施設のフィルタが閉塞するまでの時間は、非常用ディーゼル発電機給気消音器のフィルタで約7.0時間、換気空調設備のフィルタで約7.3時間となる。フィルタ交換に要する時間は約2時間で交換可能である。換気空調設備のフィ

ルタについても、短時間で取替えることが可能であり、セントヘレンズ火山の濃度を用いて評価を行った場合でも影響が生じることはない。

なお、非常用ディーゼル発電機給気消音器や換気空調設備は、下方から給気することにより降下火砕物を吸い込みにくい構造としているが、上記試算では、こうした点を考慮せず、しかも大気中を降下・浮遊する火砕物の粒子が粒径にかかわらず、大気中濃度のまますべて吸い込まれてフィルタに捕集されることを前提とした計算となっているため、実際には給気フィルタが閉塞するまでの時間はさらに余裕があると考えられること、さらに、換気空調設備のフィルタに関しては、フィルタを通過する降下火砕物は細かな微細粒子ではあるが、降下火砕物が建物内へ侵入することを抑制するため、降灰が確認された時点で必要に応じ空調停止や給気隔離弁閉止の運用により影響防止を図ることとしており、機能に影響を及ぼすことはないと考える。

3. その他の知見に対する見解

上記以外の大気中の降下火砕物濃度に関する知見として、電力中央研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所にて以下のとおり報告がされている。本報告書で報告されている降下火砕物濃度に対して以下のとおり見解を示す。

電力中央研究所が公開した「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発（その2）－気象条件の選定法およびその関東地方での堆積量・気中濃度に対する影響評価－」（H28.4）の研究は、降下火砕物の性状に対して、影響が大きい風速・風向分布の特徴に注視した気象条件の設定法の検討、降下火砕物の性状への噴火・気象条件の影響を把握することを目的として実施したものである。

本論文で使用している「FALL3D」による数値シミュレーション手法については、今後更なる研究・開発を進め、将来的に発電所敷地での大気中の降下火砕物濃度を求める計算手法の確立を目指しているが、シミュレーションで用いられている噴煙柱モデルでは、噴出量が過大との報告がなされ、また、バグの存在が認識されており、現在のところ研究・開発段階と評価する。

上記に加え、本論文で公表した富士宝永噴火の数値シミュレーション結果に記載されている大気中濃度（ 10^{-1} – 100 g/m^3 ）については、実測データとの検証を踏まえた計算結果ではなく、種々の仮定を前提に実施した研究結果であり、現段階では原子力発電所の安全評価において降下火砕物の大気中濃度として用いることはできない。

国立研究開発法人産業技術総合研究所が公開した「吸気フィルタの火山灰目詰試験」（H28.4）の研究は、供試フィルタに降下火砕物を供給してフィルタの性能変化を確認する目的として実施したものである。試験は、日本産業規格 JIS

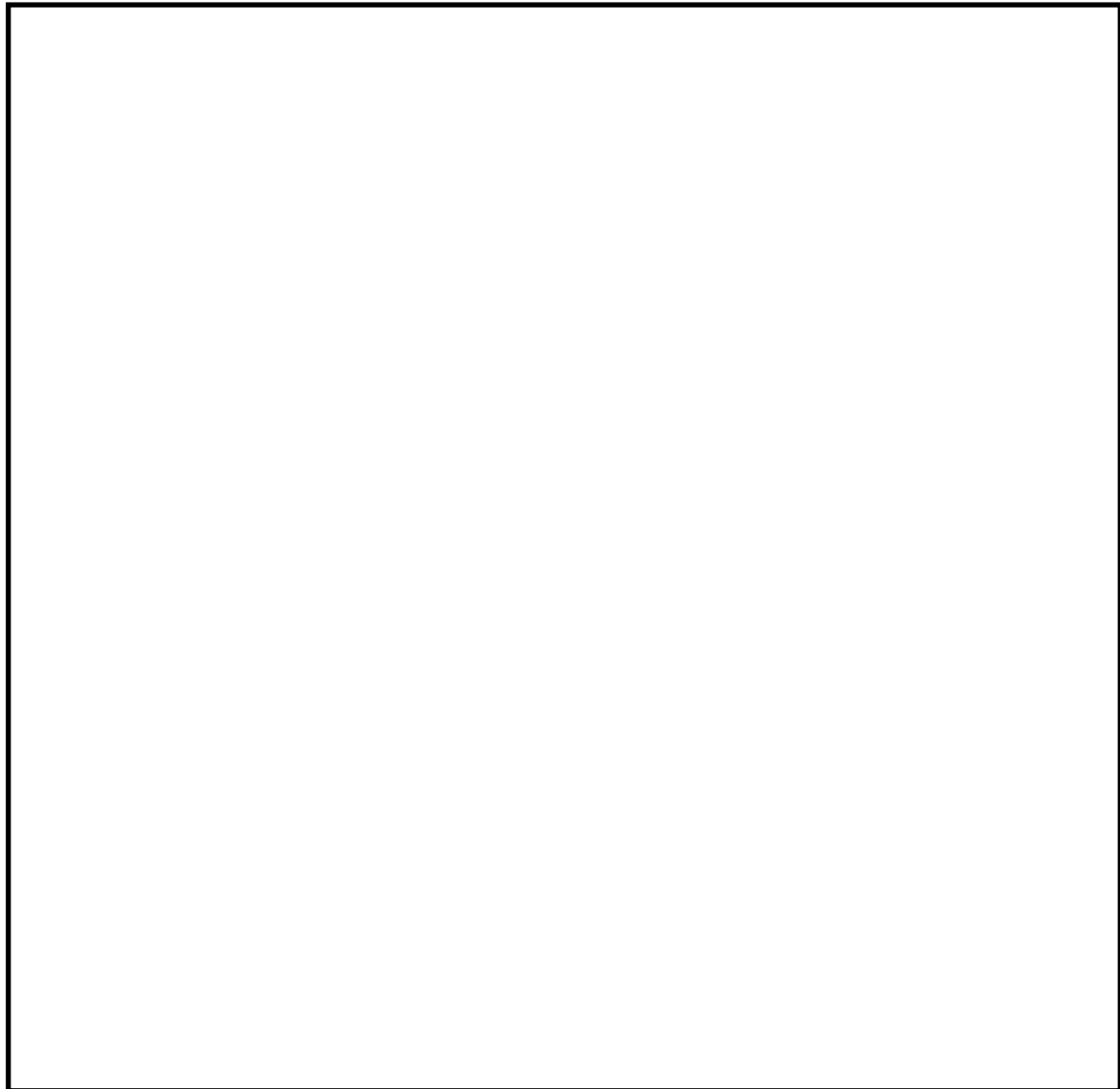
B 9908「換気用エアフィルタユニット・換気用電気集じん器の性能試験方法」に準拠した方法で実施され、試験で供給した降下火砕物濃度は、当該 JIS 規格の試験条件である粉じん濃度の $70\text{mg}/\text{m}^3$ 及びその 10 倍、100 倍の濃度となっているが、試験条件の一例として示されている値であり、原子力発電所の安全評価に用いるものではないと考える。

なお、降下火砕物の影響については、安全機能を損なわない設計であることを確認しているが、発電用原子炉施設へ影響を及ぼす可能性があるような知見に対しては、適切に対応することで更なる安全性向上に向けた取り組みを着実にやっていくこととする。

降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル機関空気冷却器への影響について

非常用ディーゼル機関空気冷却器への降下火砕物による冷却機能への影響について以下に示す。

非常用ディーゼル機関の吸気系統の構造は第 8-1 図に示すとおりであり，給気消音器から給気された大気中の降下火砕物がフィルタや過給機を経て一部空気冷却器に侵入し，空気冷却器を通過する際に，仮に冷却器内が結露していた場合，伝熱管に降下火砕物が付着し冷却機能へ影響を及ぼす可能性があるが，空気冷却器出口温度は，吸入空気の温度（外気温度）より常に高い状態で運転されるため冷却器は結露することはなく，降下火砕物の付着による冷却機能への影響はない。



第 8-1 図 非常用ディーゼル機関吸気系の概略系統構造図

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル発電機の潤滑油への影響について

非常用ディーゼル発電機の吸気系に設置されている給気消音器のフィルタ（粒径1～5 μm以上の降下火砕物を80%以上捕集する性能）により，降下火砕物の侵入を防止している。

フィルタを通過した降下火砕物が潤滑油に混入した場合の対応について以下に示す。

近隣火山の大規模な噴火が発生した場合，または，発電所敷地内で降灰が確認された場合で，かつ，外部電源が喪失し，非常用ディーゼル発電機の運転が必要となった場合には，潤滑油のサンプリング強化を行い，潤滑油の劣化状況を確認する。

潤滑油分析項目

分析項目	理由
動粘度（40℃）	潤滑油の油膜厚さが適正に保持できるかを示す項目であるため選定した。動粘度が高いと油温度の異常な上昇，始動不良などの原因となり，動粘度が低すぎると油膜強度不足による異常摩耗が発生する。
塩基価（過塩素酸法）	塩基価は潤滑油中に混入する酸性物質を中和するために添加されている塩基成分の残存量を示す値であり，潤滑油の劣化状況を把握できることから選定した。
引火点 PM	本項目は潤滑油の粘性に直接影響する項目ではないが，石油製品全般の安全管理面で最も重視される項目の一つであることから選定した。
ペンタン不溶分	潤滑油の不溶分が増加すると粘度の上昇，潤滑油系統の清浄性の悪化，フィルタ目詰まり等を起こすことから選定した。
水分（蒸留法）	水分は発錆の原因となるとともに，潤滑油の酸化を促進させ，油膜切れによる潤滑不良を起こすことから選定した。

降下火砕物のその他設備への影響評価について

1. 評価対象設備

降下火砕物の影響を受ける可能性のある，その他設備のうち降灰時に使用する可能性のある緊急時対策所について評価を実施する。

2. 評価結果

(1) 構造物への静的負荷

緊急時対策所は，層厚 56cm の降下火砕物による静的負荷により機能を喪失することはない。

$$\text{降下火砕物堆積荷重} : 8,938\text{N/m}^2 < \text{許容堆積荷重} : 90,066\text{N/m}^2$$

(2) 発電所周辺の大気汚染（緊急時対策所の居住性）

大気汚染に対する居住性の観点から，外気取入遮断時の緊急時対策所の居住環境について「空気調和・衛生工学便覧 空調設備編」に基づき，酸素濃度及び二酸化炭素濃度について評価した。

a. 酸素濃度

(a) 評価条件

- ・在室人員 92 名（緊急時対策所に収容する最大の対策要員数）
- ・緊急時対策所バウンダリ内体積 m³
- ・空気流入はないものとする。
- ・初期酸素濃度 20.95%
- ・1人あたりの呼吸量は，事故時の運転操作を想定し，歩行時の呼吸量を適用して，240/min とする。
- ・1人あ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）

(b) 評価結果

第 10-1 表 緊急時対策所における酸素濃度の時間変化

時間	0 時間	6 時間	7 時間
酸素濃度	20.95%	19.2%	18.9%

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

b. 二酸化炭素濃度

(a) 評価条件

- ・ 在室人員 92 名（緊急時対策所に収容する最大の対策要員数）
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 m³
- ・ 空気流入はないものとする。
- ・ 初期二酸化炭素濃度 0.03%
- ・ 1人あ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、0.046m³/h とする。
- ・ 許容二酸化炭素濃度 1.0%以下（鉱山保安法施行規則）

(b) 評価結果

第 10-2 表 緊急時対策所における二酸化炭素濃度の時間変化

時間	0 時間	4 時間	5 時間
二酸化炭素濃度	0.03%	0.82%	1.02%

以上の結果から、緊急時対策所において、外気取入を遮断した場合においても、4時間以上の居住性が確保される結果となった。なお、本評価は保守的に外気取入を遮断して評価しているが、間欠的に外気を取入れることで、居住環境はより長時間維持される。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

降下火砕物の金属腐食研究について

桜島降下火砕物による金属腐食研究結果を島根原子力発電所における降下火砕物による金属腐食の影響評価に適用する考え方について以下に示す。

1. 適用の考え方

降下火砕物による金属腐食については、主として火山ガス（SO₂）が付着した降下火砕物の影響によるものである。

降下火砕物による腐食影響において引用した研究文献「火山環境における金属材料の腐食」では、実火山灰である桜島の降下火砕物を用いて、実際の火山環境に近い状態を模擬するため、高濃度の亜硫酸ガス（SO₂）雰囲気を保った状態で金属腐食試験を行なったものであり、降下火砕物の腐食成分濃度を高濃度で模擬した腐食試験結果であることから、島根原子力発電所で考慮する火山についても本研究結果が十分適用可能である。

2. 研究文献「火山環境における金属材料の腐食」の概要

(1) 試験概要

「火山環境における金属材料の腐食（出雲茂人、末吉秀一ほか），防食技術 Vol. 39, P247-253, 1990」によると、降下火砕物を水で洗浄し、可溶性の成分を除去した後、金属試験片に堆積させ、高濃度の SO₂ ガス雰囲気（150～200ppm）で、加熱（温度 40℃、湿度 95%を 4 時間）、冷却（温度 20℃、湿度 80%を 2 時間）を最大 18 回繰り返すことにより、結露、蒸発を繰り返し金属試験片の腐食を観察している。

(2) 試験結果

第 11-1 図に示すとおり、降下火砕物の堆積量が多い場合は、降下火砕物の堆積なし又は堆積量が少ない場合と比較して、金属試験片の腐食が促進されるが、腐食量は表面厚さにして十数～数十 μm 程度との結果が得られ、降下火砕物層では結露しやすいこと、並びに保水効果が大きいことにより腐食が促進されると結論づけられている。

(3) 試験結果からの考察

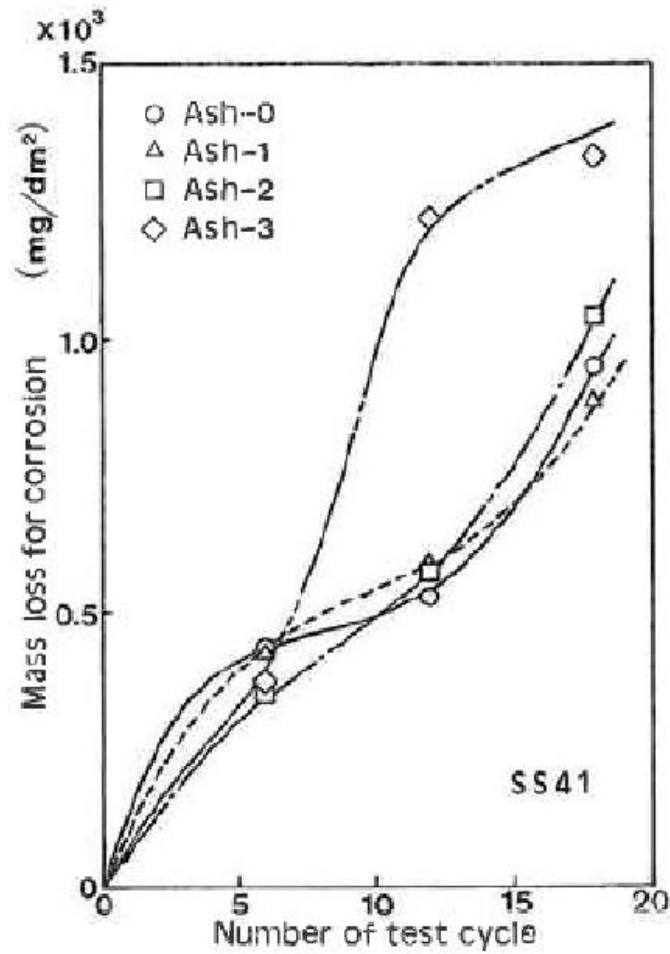
降下火砕物による腐食については、主として火山ガスが付着した降下火砕物の影響によるものであり、本研究においては、金属試験片の表面に降下火砕物を置き、実際の火山環境を模擬して高濃度の SO₂ 雰囲気中で曝露し、腐食実験を行っているものである。

腐食の要因となる火山ガスを高濃度の雰囲気を常に保った状態で行っている試験であり、自然環境に存在する降下火砕物よりも高い腐食条件^{*}で金属腐食量を求めており、島根原子力発電所で考慮する降下火砕物についても十分適用可能

である。

【※参考】

- ・ 三宅島火山の噴火口付近の観測記録：20～30ppm
（「三宅島火山ガスに関する検討会報告書」より）
- ・ 桜島火山上空の噴煙中火山ガスの観測記録：17～68ppm
（「京大防災研究所年報」より）



Ash-0：降下火砕物のない状態

Ash-1：表面が見える程度に積もった状態

Ash-2：表面が見えなくなる程度に積もった状態

Ash-3：約 0.8mm の厚さに積もった状態

第 11-1 図 SS41 の腐食による質量変化

計測制御系統施設（安全保護系盤）、計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）
及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）への影響について

降下火砕物の建物内への侵入については、換気空調設備（外気取入口）からの侵入が考えられるが、ラフフィルタは、JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 76% 以上、バグフィルタは、JIS Z 8901 試験用粉体 11 種に対して 80% 以上の捕獲する性能を有していることから、換気空調設備の系統内へ侵入する降下火砕物の影響は小さいと考えられるものの、ここでは降下火砕物の粒子が一部侵入した場合を想定し、その影響を確認する。

電気系及び計装制御系の盤のうち屋内の空気を取込む機構を有する計測制御系統施設（安全保護系盤）、計測制御用電源設備（計装用無停電電源設備）及び非常用所内電源設備（所内低圧系統）（以下、安全保護系盤及び非常用電源盤と称す。）については、原子炉棟換気系、原子炉建物付属棟換気系、中央制御室換気系にて管理し、外気取入口にラフフィルタやバグフィルタが設置されており、降下火砕物の侵入を防止することができる。

しかしながら、電気系及び計装制御系の盤のうち一部の安全保護系盤及び非常用電源盤については、その発生熱量に応じて盤内に換気ファンを設置している盤があり、強制的に盤内に室内空気を取り込むことから、仮に、降下火砕物が侵入することを考慮し、以下のとおり検討した。

1. 侵入する降下火砕物の粒径

原子炉棟換気系、原子炉建物付属棟換気系、中央制御室換気系の外気取入口には、ラフフィルタやバグフィルタ（主として粒径が $2\ \mu\text{m}$ より大きい粒子を除去）が設置されている。

このため、仮に室内に侵入したとしても、降下火砕物の粒径はおおむね $2\ \mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定される。

2. 安全保護系盤及び非常用電源盤に対する降下火砕物の影響

安全保護系盤及び非常用電源盤については、細かな粒子であっても、降下火砕物が盤内に侵入した場合には、その付着等により短絡等を発生することが懸念されるが、安全保護系盤及び非常用電源盤において数 μm 程度の線間距離となるのは、集積回路（IC 等）の内部であり、これら部品はモールド（樹脂）で保護されているため、降下火砕物が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所については、端子間の距離は数 mm 程度あることから、降下火砕物が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。したがって、万が一、細かな粒子の降下火砕物が盤内に侵入した場合においても、降下火砕物の付着等により短絡等を発生させる可能性はない。

降下火砕物の除灰に要する時間について

降下火砕物の除灰に要する概算時間について、土木工事の人力作業^{*}を参考に試算した結果を以下に示す。

1. 評価条件

項 目		評価諸元
① 堆積面積	原子炉建物	約 6,100m ²
	制御室建物	約 800m ²
	タービン建物	約 9,800m ²
	廃棄物処理建物	約 3,100m ²
	排気筒モニタ室	約 130m ²
	緊急時対策所	約 700m ²
	合 計	約 20,630m ²
② 堆積厚さ		0.56 m
③ 堆積量＝①×②		約 11,560 m ³
④ 1 m ³ あたりの作業人工 [*] (人日)		0.39 人日

※ 国土交通省土木工事積算基準（H22）における人力掘削での人工を採用

2. 評価結果

(1) 作業量

$$0.39 \text{ 人日/m}^3 \times 11,560 \text{ m}^3 = \text{約 } 4,509 \text{ 人日}$$

(2) 作業日数（試算例）

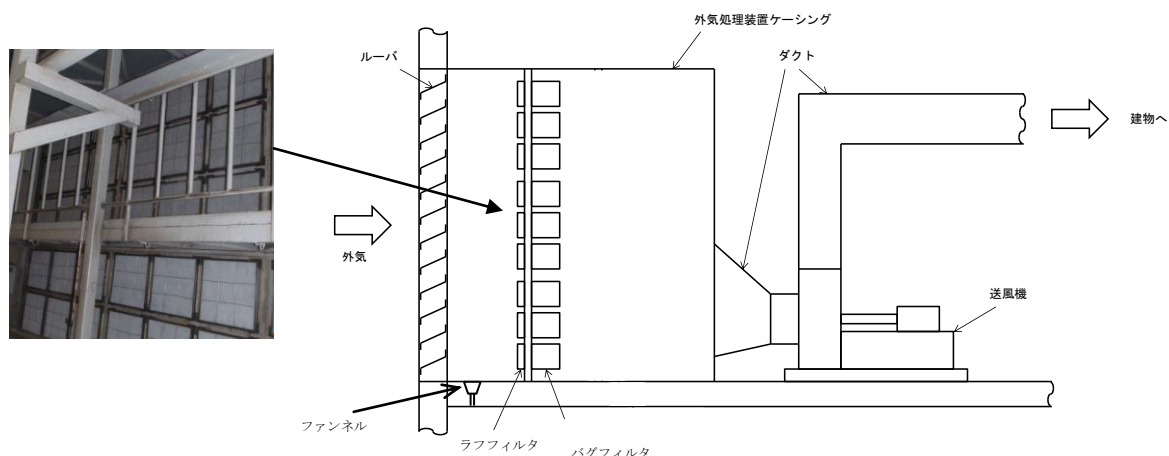
a. 作業人数：210人（6人／組×35組）

b. 所要日数：約22日

降下火砕物降灰時のフィルタ取替等の手順について

換気空調設備の外気取入口のフィルタの取替え又は清掃作業を行う際は、以下の手順を実施することとしている。

- ・フィルタ取替え又は清掃作業はルーバ内にて行うため、降灰の影響を受けにくいと考えられるが、保護具（マスク、めがね）を装備する。
- ・開口部に対して養生を行う。
- ・設備影響を勘案し、必要に応じて対象となる系統の運転を停止し、系統を隔離してから取替え又は清掃作業を行う。
- ・フィルタ取替え又は清掃作業前に、空調機内への取り込み低減のため、周囲の降下火砕物を掃除する。
- ・フィルタ取替え又は清掃後、フィルタ差圧計にて差圧が低下していることを確認する。
- ・作業終了後、降下火砕物の再浮遊の影響を低減させるため、作業エリアの降下火砕物は掃除する。



第 14-1 図 外気取入口の空気の流れ概要



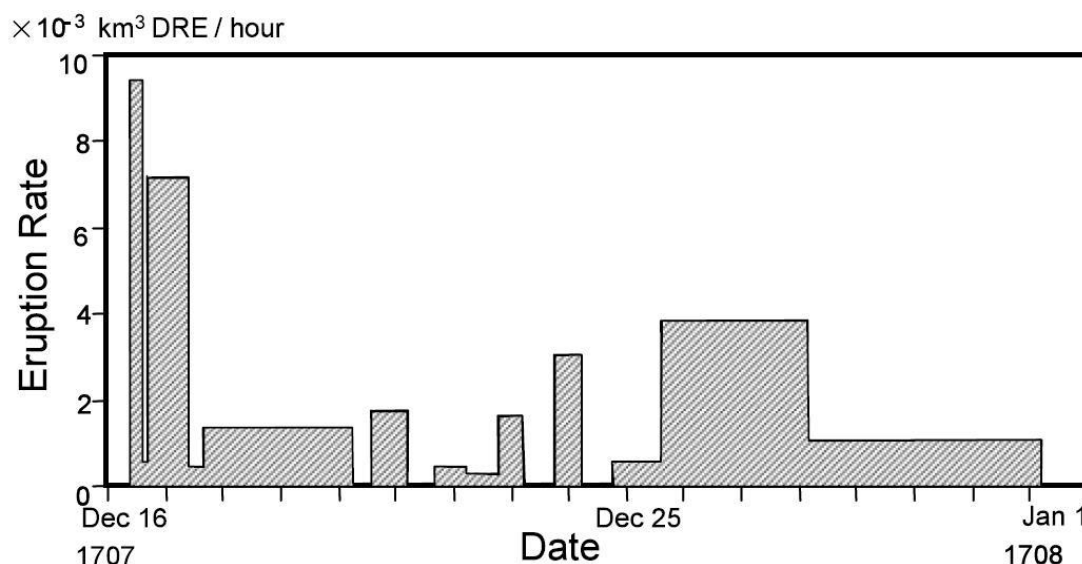
第 14-2 図 ラフフィルタ（前段）



第 14-3 図 バグフィルタ（後段）

観測された諸噴火の最盛期における噴出率と継続時間について

第15-1図に示すとおり、富士山（宝永噴火1707年）の噴出継続時間は、断続的に約16日間継続している。



第15-1図 富士山（宝永噴火1707年）の噴出率の推移（宮地・小山（2007））

火山観測データが存在する最近の観測記録では、第15-1表のとおり噴火の継続時間は殆どが数時間程度であり、長いものでも36時間程度である。

第15-1表 観測された諸噴火の最盛期における噴出率と継続時間

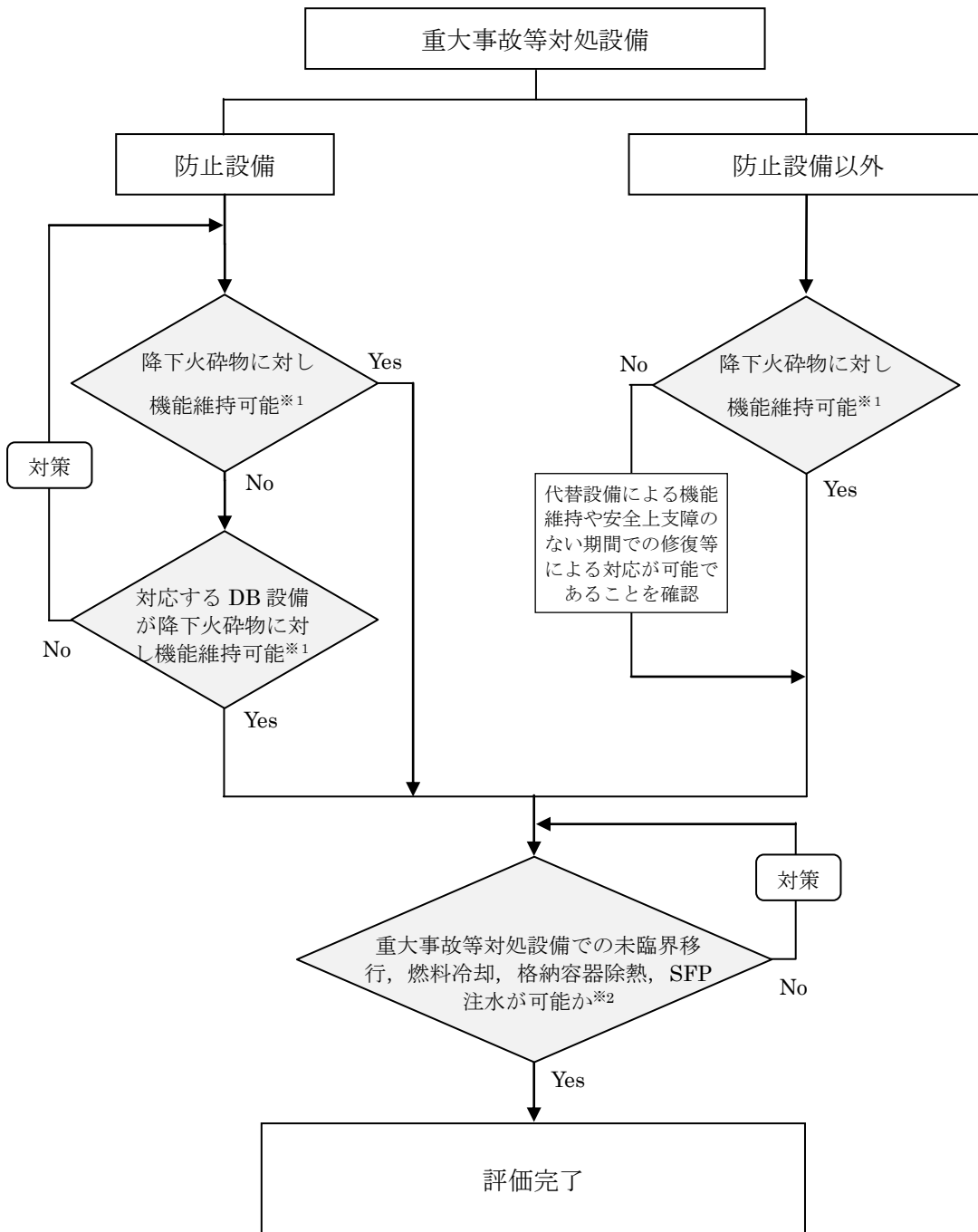
噴火年 (地域名)	噴煙柱高度 (km)	噴出率 (m ³ /s)	継続時間 (h)
Pinatubo 1991 (フィリピン)	35	250,000	9
Bezymianny 1956 (カムチャツカ)	36	230,000	0.5
Santa Maria 1902 (グアテマラ)	34	17,000-38,000	24-36
Hekla 1947 (アイスランド)	24	17,000	0.5
Soufriere 1979 (西インド諸島)	16	6,200	9
Mt. St. Helens 1980 (アメリカ合衆国)	18	12,600	0.23
伊豆大島 1986 (伊豆)	16	1,000	3
Soufriere 1902 (西インド諸島)	14.5-16	11,000-15,000	2.5-3.5
Hekla 1970 (アイスランド)	14	3,333	2
駒ヶ岳 1929 (北海道)	13.9	15,870	7
有珠山 1977-I (#)	12	3,375	2
Fuego 1971 (グアテマラ)	10	640	10
桜島 1914 (九州)	7-8	4,012	36
三宅島 1983A-B (伊豆)	6	570	1.5
Heimaey 1973 (アイスランド)	2-3	50	8.45
Ngauruhoe 1974 (ニュージーランド)	1.5-3.7	10	14

重大事故等対処設備への考慮について

設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準事故対処設備であり，重大事故等対処設備ではないが，第四十三条の要求を踏まえ，設計基準事象によって，設計基準事故対処設備の安全機能と重大事故等対処設備の機能が同時に損なわれることがないことを確認するとともに，重大事故等対処設備の機能が喪失した場合においても，外殻となる建物による防護に期待できるといった観点から，代替手段等により必要な機能を維持できることを確認する。

重大事故等対処設備の機能維持は，以下の方針に従い評価を実施する。評価フローを第16-1図，影響評価結果については第16-1表に示す。

- (1) 重大事故防止設備は，外部事象によって対応する設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれのないこと。
- (2) 重大事故等対処設備であって，重大事故防止設備でない設備は，代替設備又は安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であること。
- (3) 外部事象が発生した場合においても，重大事故等対処設備によりプラント安全性に関する主要な機能（未臨界移行機能，燃料冷却機能，格納容器除熱機能，燃料プール注水機能）が維持できること（各外部事象により設計基準事故対処設備の安全機能と重大事故等対処設備の機能が同時に損なわれることはないが，安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認する）。



※1：屋内設備については、当該設備を内包する建物（原子炉建物、タービン建物、制御室建物、廃棄物処理建物等）の影響評価を実施し、安全機能が維持されることを確認。

※2：降下火砕物により重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備が同時にその機能を損なわれることはないが、安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認。

第 16-1 図 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の評価フロー

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (1/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
					評価	防護方法	
第 37 条 重大事故等の拡大防止等	-	-	-	-	-	-	
第 38 条 重大事故等対処施設の地盤	-	-	-	-	-	-	
第 39 条 地震による損傷の防止	-	-	-	-	-	-	
第 40 条 津波による損傷の防止	-	-	-	-	-	-	
第 41 条 火災による損傷の防止	-	-	-	-	-	-	
第 42 条 特定重大事故等対処設備	特定重大事故等対処設備		→申請対象外	-	-	-	
第 43 条 重大事故等対処設備	アクセスルート確保	ホイールローダ	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)	
第 44 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入	A T W S 緩和設備 (代替制御棒挿入機能)	防止設備	C/B R/B	○	建物内	
		制御棒	防止設備	R/B	○	建物内	
		制御棒駆動機構					
		制御棒駆動水圧系 水圧制御ユニット 制御棒駆動水圧系 配管・弁 [流路]					
	原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	A T W S 緩和設備 (代替原子炉再循環ポンプトリップ機能)	防止設備	C/B R/B	○	建物内	
	ほう酸水注入	ほう酸水注入ポンプ	ほう酸水注入系 配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内
		ほう酸水貯蔵タンク					
		差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉压力容器内部) [流路]					
		原子炉压力容器 [注入先]					
	出力急上昇の防止	自動減圧起動阻止スイッチ	代替自動減圧起動阻止スイッチ	→46 条に記載		-	-

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

-：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (2/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 45 条 原子炉冷却材圧力パウ ンダリ高圧時に発電用 原子炉を冷却するた めの設備	高圧原子炉代替注 水系による原子炉 の冷却	高圧原子炉代替注 水ポンプ 高圧原子炉代替注 水系(蒸気系) 配 管・弁〔流路〕 主蒸気系 配管 〔流路〕 原子炉隔離時冷却 系(蒸気系) 配 管・弁〔流路〕 高圧原子炉代替注 水系(注水系) 配 管・弁〔流路〕 残留熱除去系 配 管・弁・ストレー ナ〔流路〕 原子炉隔離時冷却 系(注水系) 配 管・弁〔流路〕 原子炉浄化系 配 管〔流路〕 給水系 配管・ 弁・スパーージャ 〔流路〕 サブプレッション・ チェンバ〔水源〕 原子炉圧力容器 〔注水先〕	R/B	○	建物内	
	原子炉隔離時冷却 系による原子炉の 冷却	原子炉隔離時冷却 ポンプ 原子炉隔離時冷却 系(蒸気系) 配 管・弁〔流路〕 主蒸気系 配管 〔流路〕 原子炉隔離時冷却 系(注水系) 配 管・弁・ストレー ナ〔流路〕 原子炉浄化系 配 管〔流路〕 給水系 配管・ 弁・スパーージャ〔流 路〕 サブプレッション・ チェンバ〔水源〕 原子炉圧力容器〔注 水先〕				R/B
			→56 条に記載	—	—	
				→56 条に記載 (うち、防止設備)	—	—
				→56 条に記載 (うち、防止設備)	—	—

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (3/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
					評価	防護方法	
第 45 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	高圧炉心スプレイ系による原子炉の冷却	高圧炉心スプレイ・ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	
		高圧炉心スプレイ系 配管・弁・ストレーナ・スパージヤ[流路]					
		サブプレッション・チェンバ[水源]					→56 条に記載 (うち、防止設備)
		原子炉圧力容器 [注水先]					→その他の設備に記載 (うち、防止設備)
	ほう酸水注入系による進展抑制	ほう酸水注入系				→44 条に記載 (うち、防止設備)	
第 46 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	逃がし安全弁	逃がし安全弁	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内	
		逃がし安全弁 逃がし弁機能用アキュムレータ					
		主蒸気系 配管・クエンチャ[流路]					
	原子炉減圧の自動化	代替自動減圧ロジック (代替自動減圧機能)	防止設備	C/B R/B	○	建物内	
		自動減圧起動阻止スイッチ	防止設備	C/B	○	建物内	
		代替自動減圧起動阻止スイッチ					
	可搬型直流電源による減圧	可搬型直流電源設備				→57 条に記載 (うち、防止設備)	
		SRV 用電源切替盤	防止設備	Rw/B	○	建物内	
	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池による減圧	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池 (補助盤室)	防止設備	Rw/B	○	建物内	
	逃がし安全弁窒素ガス供給系	逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	防止設備	R/B	○	建物内	
逃がし安全弁窒素ガス供給系 配管・弁[流路]							
逃がし安全弁 逃がし弁機能用アキュムレータ[流路]							
インターフェイスシステム LOCA 隔離弁	残留熱除去系注水弁 (MV222-5A, 5B, 5C)	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内		
	低圧炉心スプレイ系注水弁 (MV223-2)	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内		
原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル	防止設備	屋外	○	影響なし		

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備）

－：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (4/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響 (※2)	
					評価	防護方法
第 47 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	○	建物内
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]	→56 条に記載		—	—
		原子炉压力容器 [注水先]	→その他の設備に記載		—	—
	低圧原子炉代替注水系 (可搬型) による原子炉の冷却	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし
		ホース・接続口 [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		—	—
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		—	—
		原子炉压力容器 [注水先]	→その他の設備に記載		—	—
	低圧炉心スプレィ系による低圧注水	低圧炉心スプレィ・ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		低圧炉心スプレィ系 配管・弁・ストレーナ・スパージョ [流路]	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		サブレーション・チェンバ [水源]	→56 条に記載 (うち、防止設備)		—	—
		原子炉压力容器 [注水先]	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)		—	—
残留熱除去系 (低圧注水モード) による低圧注水		残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	
	サブレーション・チェンバ [水源]	→56 条に記載 (うち、防止設備)		—	—	
	原子炉压力容器 [注水先]	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)		—	—	

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

—: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (5/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 47 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による原子炉停止時冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		残留熱除去系熱交換器				
		残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ・ジェットポンプ [流路]				
		原子炉再循環系 配管・弁 [流路]				
		原子炉圧力容器 [注水先]	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	
	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	→48 条に記載 (うち、防止設備)	-	-	
		原子炉補機海水ポンプ				
		原子炉補機冷却系熱交換器				
		原子炉補機冷却系サージタンク [流路]				
	非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載	-	-	
取水管						
取水槽						
低圧原子炉代替注水系（常設）による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系（常設）	→低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉の冷却に記載（うち、緩和設備）	-	-		
低圧原子炉代替注水系（可搬型）による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系（可搬型）	→低圧原子炉代替注水系（可搬型）による原子炉の冷却に記載（うち、緩和設備）	-	-		

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

-：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (6/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 48 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	原子炉補機代替冷却系による除熱※ 水源は海を使用	移動式代替熱交換設備	防止設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		移動式代替熱交換設備ストレーナ				
		大型送水ポンプ車				
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁〔流路〕	防止設備	R/B	○	建物内
		原子炉補機冷却系 配管・弁〔流路〕	防止設備	R/B	○	建物内
		原子炉補機冷却系 サージタンク〔流路〕				
		残留熱除去系熱交換器〔流路〕				
		ホース・接続口〔流路〕	防止設備	屋外	○	影響なし
		取水口	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	-
		取水管				
	取水槽					
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	第1ベントフィルタスクラパ容器	→50条に記載 (うち、防止設備)	-	-	
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器				
		圧力開放板				
		遠隔手動弁操作機構				
		第1ベントフィルタ格納槽遮蔽				
		配管遮蔽				
		格納容器フィルタベント系 配管・弁〔流路〕				
		窒素ガス制御系 配管・弁〔流路〕				
		非常用ガス処理系 配管・弁〔流路〕				
		可搬式窒素供給装置				→52条に記載
	ホース・接続口〔流路〕	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-		
	原子炉格納容器(サブプレッショ ン・チェンバ、真空破壊装置を含む) 〔排出元〕					
	原子炉停止時冷却	残留熱除去ポンプ	→47条に記載 (うち、防止設備)	-	-	
残留熱除去系熱交換器						
残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ・ジェットポンプ〔流路〕						
原子炉再循環系 配管・弁〔流路〕						
	原子炉圧力容器〔注水先〕					

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (7/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
					評価	防護方法	
第 48 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	残留熱除去系 (サブプレッション・プール水冷却モード) によるサブプレッション・チェンバ・プール水の冷却	残留熱除去ポンプ	→49 条に記載 (うち, 防止設備)		-	-	
		残留熱除去系熱交換器					
		サブプレッション・チェンバ [水源]					
		残留熱除去系 配管・弁・ストレートナ [流路]					
		原子炉格納容器 [注水先]					
	原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内	
		原子炉補機冷却系熱交換器					
		原子炉補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	設計荷重に対して影響がないことを確認	
		原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレートナ [流路]					
		原子炉補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	設計荷重に対して影響がないことを確認	
	高圧炉心スプレイ補機冷却系 (高圧炉心スプレイ補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内	
		高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器					
		高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	設計荷重に対して影響がないことを確認	
		高圧炉心スプレイ補機冷却系配管・弁・海水ストレートナ [流路]					
		高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	設計荷重に対して影響がないことを確認	
非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載			-	-	
	取水管						
	取水槽						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

-：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (8/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 49 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	格納容器代替スプレイ系 (常設) による原子炉格納容器内の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	○	建物内
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		格納容器スプレイ・ヘッド [流路]				
		低圧原子炉代替注水槽 [水源]	→56 条に記載		-	-
		原子炉格納容器 [注水先]	→その他の設備に記載		-	-
	格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器内の冷却	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		可搬型ストレーナ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱除去系 配管・弁 [流路]				
		格納容器代替スプレイ系 配管・弁 [流路]				
		格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし
		ホース・接続口 [流路]				
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		-	-
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		-	-
		原子炉格納容器 [注水先]	→その他の設備に記載		-	-
		残留熱除去系 (格納容器冷却モード) による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○
	残留熱除去系熱交換器					
	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路]		→56 条に記載		-	-
	サブレクション・チェンバ [水源]		→56 条に記載		-	-
	原子炉格納容器 [注水先]		→その他の設備に記載 (うち、防止設備)		-	-
格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	防止設備 (設計基準拡張)		R/B	○	建物内	

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (9/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)				
					評価	防護方法			
第 49 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	残留熱除去系（サブプレッション・プール水冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内			
		残留熱除去系熱交換器							
		残留熱除去系配管・弁・ストレーナ[流路]							
		サブプレッション・チェンバ[水源]					→56 条に記載	—	—
		原子炉格納容器[注水先]					→その他の設備に記載（うち、防止設備）	—	—
	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	→48 条に記載 (うち、防止設備)	—	—				
		原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレーナ[流路]							
		原子炉補機冷却系サージタンク[流路]							
		原子炉補機冷却系熱交換器							
		原子炉補機海水ポンプ							
非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載	—	—					
	取水管								
	取水槽								

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (10/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響 (※2)	
					評価	防護方法
第 50 条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備	格納容器フィルタ ベント系による原 子炉格納容器内の 減圧及び除熱	第 1 ベントフィル タスクラバ容器	防止設備 ・緩和設備	第 1 ベント フィルタ格 納槽	○	建物内
		第 1 ベントフィル タ銀ゼオライト容 器				
		圧力開放板	防止設備 ・緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除 灰)
		格納容器フィルタ ベント系 配管・ 弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	屋外 第 1 ベント フィルタ格 納槽 R/B	○	影響なし (適切に除 灰)
		窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]				
		遠隔手動弁操作機 構				
		第 1 ベントフィル タ格納槽遮蔽 配管遮蔽	防止設備・ 緩和設備	第 1 ベント フィルタ格 納槽	○	建物内
		可搬式窒素供給装 置	→52 条に記載		—	—
		ホース・接続口 [流路]	→その他の設備に記載		—	—
	原子炉格納容器 (サブプレッショ ン・チェンバ、真 空破壊装置を含 む) [排出元]	→52 条に記載		—	—	
	残留熱代替除去系 による原子炉格納 容器内の減圧及び 除熱	残留熱代替除去ボ ンプ	緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱除去系熱交 換器	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		移動式代替熱交換 設備				
		移動式代替熱交換 設備ストレーナ	緩和設備	R/B	○	建物内
		大型送水ポンプ車				
		原子炉補機代替冷 却系配管・弁 [流 路]	緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉補機冷却系 配管・弁 [流路]				
		原子炉補機冷却系 カージタンク [流 路]	緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱除去系配 管・弁・ストレー ナ [流路]				
残留熱代替除去系 配管・弁 [流路]						
低圧原子炉代替注 水系 配管・弁 [流路]						
格納容器スプレ イ・ヘッダ [流 路]						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (11/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
					評価	防護方法	
第 50 条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備	残留熱代替除去系 による原子炉格納 容器内の減圧及び 除熱	ホース・接続口 [流路]	緩和設備	屋外	○	影響なし	
		サブプレッション・ チェンバ [水源]					
		取水口					
		取水管					
		取水槽					
		原子炉圧力容器[注 水先] 原子炉格納容器 [注水先]					
第 51 条 原子炉格納容器下部の 溶融炉心を冷却するた めの設備	ベDESTAL代替注 水系 (常設) による 原子炉格納容器 下部への注水	低圧原子炉代替注 水ポンプ	緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽	○	建物内	
		低圧原子炉代替注 水系 配管・弁 [流路]	緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽 R/B	○	建物内	
		コリウムシールド					
		残留熱除去系 配 管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	○	建物内	
		格納容器スプレ イ・ヘッド [流 路]					
		低圧原子炉代替注 水槽 [水源]					
	格納容器代替スプレ イ系 (可搬型) による原子炉格納 容器下部への注水	大量送水車		緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
			可搬型ストレーナ				
		コリウムシールド					
		残留熱除去系 配 管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	○	建物内	
		格納容器代替スプレ イ系 配管・弁 [流路]					
		格納容器スプレ イ・ヘッド [流路]					
		ホース・接続口 [流 路]	緩和設備	屋外	○	影響なし	
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]					
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]					
原子炉格納容器 [注 水先]							

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備，防止でも緩和でもない設備)

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (12/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 51 条 原子炉格納容器下部の 溶融炉心を冷却するた めの設備	ベDESTAL代替注 水系(可搬型)に よる原子炉格納容 器下部への注水	大量送水車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		コリウムシールド	緩和設備	R/B	○	建物内
		ベDESTAL代替注 水系 配管・弁〔流 路〕				
		ホース・接続口〔流 路〕	緩和設備	屋外	○	影響なし
		輪谷貯水槽(西 1)〔水源〕	→56 条に記載	-	-	
	輪谷貯水槽(西 2)〔水源〕					
	原子炉格納容器〔注 水先〕	→その他の設備に記載 (うち、緩和設備)	-	-		
	溶融炉心の落下遅 延及び防止	高圧原子炉代替注 水系	→45 条に記載 (うち、緩和設備)	-	-	
		ほう酸水注入系	→44 条に記載 (うち、緩和設備)	-	-	
		低圧原子炉代替注 水系(常設)	→47 条に記載 (うち、緩和設備)	-	-	
低圧原子炉代替注 水系(可搬型)						

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

※2 【評価】○:各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる(防止設備)

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)

-:他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (13/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
					評価	防護方法	
第 52 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止	(窒素ガス制御系)	(設計基準対象施設)	R/B 屋外	○	影響なし	
		窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化	可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし
			窒素ガス代替注入系配管・弁[流路]	緩和設備	R/B	○	建物内
			ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	影響なし
		原子炉格納容器[注入先]	→その他の設備に記載 (うち、緩和設備)		-	-	
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出	第1ベントフィルタスタラバ容器	→50条に記載 (うち、緩和設備)		-	-	
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器			-	-	
		圧力開放板			-	-	
		第1ベントフィルタ出口水素濃度	→58条に記載 (うち、緩和設備)		-	-	
		第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)			-	-	
		可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし	
		遠隔手動弁操作機構	→50条に記載 (うち、緩和設備)		-	-	
	格納容器フィルタベント系配管・弁[流路]	配管遮蔽			-	-	
		格納容器フィルタベント系配管・弁[流路]			-	-	
		窒素ガス制御系配管・弁[流路]			-	-	
		非常用ガス処理系配管・弁[流路]			-	-	
		原子炉格納容器(サブプレッショ ン・チェンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→その他の設備に記載 (うち、緩和設備)		-	-	
ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	影響なし			
水素濃度及び酸素濃度の監視	格納容器水素濃度(SA)			-	-		
	格納容器水素濃度(B系)			-	-		
	格納容器酸素濃度(SA)	緩和設備	R/B	○	建物内		
	格納容器酸素濃度(B系)			-	-		

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

-：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (14/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 53 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制	静的触媒式水素処理装置	緩和設備	R/B	○	建物内
		静的触媒式水素処理装置入口温度				
		静的触媒式水素処理装置出口温度				
	原子炉建物原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載	-	-		
原子炉建物内の水素濃度監視	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	○	建物内	
第 54 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールスプレイ系 (常設スプレイヘッド) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		可搬型ストレーナ				
		常設スプレイヘッド	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		燃料プールスプレイ系 配管・弁 [流路]				
		ホース・接続口 [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		-	-
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		-	-
	燃料プール (サイフォン防止機能を含む) [注水先]	→その他の設備に記載		-	-	
	燃料プールスプレイ系 (可搬型スプレイノズル) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		可搬型ストレーナ				
		ホース・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		可搬型スプレイノズル				
		輪谷貯水槽 (西 1) [水源]	→56 条に記載		-	-
		輪谷貯水槽 (西 2) [水源]	→56 条に記載		-	-
燃料プール (サイフォン防止機能を含む) [注水先]		→その他の設備に記載		-	-	
大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	→55 条に記載	-	-	-	
	ホース [流路] 放水砲					

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (15/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)						
				評価	防護方法					
第 54 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールの監視	燃料プール水位 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内				
		燃料プール水位・温度 (SA)								
		燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (SA)								
		燃料プール監視カメラ (SA) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)								
	燃料プール冷却系による燃料プールの除熱	燃料プール冷却ポンプ	防止設備	R/B	○	建物内				
		燃料プール冷却系熱交換器								
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁〔流路〕								
		原子炉補機冷却系配管・弁〔流路〕								
		原子炉補機冷却系サージタンク〔流路〕								
		燃料プール冷却系配管・弁〔流路〕								
		燃料プール冷却系スキマ・サージ・タンク〔流路〕								
		燃料プール冷却系ディフューザ〔流路〕								
		移動式代替熱交換設備					可搬型設備	○	影響なし (適切に除灰)	
		移動式代替熱交換設備ストレナ					保管場所 (屋外)			
		大型送水ポンプ車					防止設備	屋外	○	影響なし
		ホース・接続口〔流路〕					防止設備	屋外	○	影響なし
燃料プール〔注水先〕	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	-						
取水口										
取水管										
取水槽										

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備，防止でも緩和でもない設備)

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (16/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 55 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		ホース〔流路〕				
		放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
	海洋への放射性物質の拡散抑制	放射性物質吸着材	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		シルトフェンス				
		小型船舶				
	航空機燃料火災への泡消火	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		ホース〔流路〕				
		放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		泡消火薬剤容器				
第 56 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	重大事故等収束のための水源※水源は海を使用	低圧原子炉代替注水槽	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内
		サブプレッション・チェンバ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		輪谷貯水槽(西1)	— (代替水源)	屋外	○	影響なし
		輪谷貯水槽(西2)	—	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		構内監視カメラ(ガスタービン発電機建物屋上)	(防止でも緩和でもない設備)	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
	重大事故等収束のための水源	ほう酸水貯蔵タンク	→44 条に記載		—	—
	水の供給	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		ホース〔流路〕				
		大量送水車				
		ホース〔流路〕	→その他の設備に記載	—	—	
可搬型ストレーナ						
取水口						
取水管	—	—				
取水槽						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (17/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	常設代替交流電源 設備による給電	ガスタービン発電機	ガスタービン 発電機建物	○	建物内	
		ガスタービン発電機用サービスタンク				
		ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ				
		ガスタービン発電機用燃料移送系配管・弁〔燃料流路〕				
		ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		ガスタービン発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路〔電路〕	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	影響なし (適切に除灰)
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ電路〔電路〕				
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA1コントロールセンタ電路〔電路〕				
		ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA2コントロールセンタ電路〔電路〕				
		ガスタービン発電機～高圧発電機車接続プラグ収納箱電路〔電路〕				
高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路〔電路〕						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

－：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (18/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・ 緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		タンクローリ	防止設備・ 緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		ホース【燃料流 路】	防止設備・ 緩和設備	ガスタービン 発電機建物	○	建物内
		ガスタービン発電 機用軽油タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除 灰)
		ガスタービン発電 機用軽油タンクド レン弁【燃料流 路】				
		非常用ディーゼル 発電機燃料貯蔵タ ンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)
		高圧炉心スプレ ィーゼル発電 機燃料貯蔵タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 R/B	○	影響なし (適切に除 灰)
		高圧発電機車～高 圧発電機車接続ブ ラグ収納箱 (原 子炉建物西側) 電路 【電路】				
		高圧発電機車接続 プラグ収納箱 (原 子炉建物西側)～ 非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 【電路】				
		高圧発電機車～高 圧発電機車接続ブ ラグ収納箱 (原 子炉建物南側) 電路 【電路】				
		高圧発電機車接続 プラグ収納箱 (原 子炉建物南側)～ 非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 【電路】				
高圧発電機車～緊 急用メタクラ接続 プラグ盤電路【電 路】						
緊急用メタクラ接 続プラグ盤～非常 用高圧母線 C 系及 び D 系電路【電 路】						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

ー：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (19/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続 プラグ収納箱(原 子炉建物西側)～ S A 1 コントロー ルセンタ及び S A 2 コントロールセ ンタ電路〔電路〕	防止設備・ 緩和設備	屋外 R/B	○	影響なし (適切に除 灰)
		高圧発電機車接続 プラグ収納箱(原 子炉建物南側)～ S A 1 コントロー ルセンタ及び S A 2 コントロールセ ンタ電路〔電路〕				
		緊急用メタクラ接 続プラグ盤～S A 1 コントロールセ ンタ及び S A 2 コ ントロールセンタ 電路〔電路〕				
	所内常設蓄電式直 流電源設備による 給電	B-115V 系蓄電池	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		B 1-115V 系蓄電 池 (S A)				
		S A 用 115V 系蓄電 池	防止設備	Rw/B	○	建物内
		230V 系蓄電池 (R C I C)	防止設備	Rw/B	○	建物内
		B-115V 系充電器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		B 1-115V 系充電 器 (S A)				
		S A 用 115V 系充電 器	防止設備	Rw/B	○	建物内
		230V 系充電器 (R C I C)	防止設備	Rw/B	○	建物内
		B-115V 系蓄電池 及び充電器～直流 母線電路〔電路〕	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		B 1-115V 系蓄電 池 (S A) 及び充 電器～直流母線電 路〔電路〕				
	S A 用 115V 系蓄電 池及び充電器～直 流母線電路〔電路〕	防止設備	Rw/B	○	建物内	
	230V 系蓄電池 (R C I C) 及び充電 器～直流母線電路 〔電路〕	防止設備	Rw/B	○	建物内	
常設代替直流電源 設備による給電	S A 用 115V 系蓄電 池	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	
	S A 用 115V 系充電 器					
	S A 用 115V 系蓄電 池及び充電器～直 流母線電路〔電路〕					

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

ー: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (20/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響 (※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	可搬型直流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		タンクローリ	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		ホース【燃料流路】	防止設備・緩和設備	ガスタービン 発電機建物	○	建物内
		B1-115V系充電器(SA)	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内
		SA用115V系充電器				
		230V系充電器(常用)	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		ガスタービン発電機用軽油タンク				
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁【燃料流路】	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)
		高圧伊心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)電路【電路】				
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～直流母線電路【電路】	防止設備・緩和設備	R/B	○	影響なし (適切に除灰)
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)電路【電路】				
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～直流母線電路【電路】	防止設備・緩和設備	R/B	○	影響なし (適切に除灰)
高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ電路【電路】						
緊急用メタクラ接続プラグ電路～直流母線電路【電路】						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

ー：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (21/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	代替所内電気設備 による給電	緊急用メタクラ	防止設備・ 緩和設備	ガスタービン 発電機建物	○	建物内
		メタクラ切替盤	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		SA2コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽	○	建物内
		SAロードセンタ	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		SA1コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		充電器電源切替盤	防止設備・ 緩和設備			
		重大事故操作盤	防止設備・ 緩和設備			
		高圧発電機車接続 プラグ収納箱	防止設備・ 緩和設備			
		緊急用メタクラ接 続プラグ盤	防止設備・ 緩和設備			
		SA電源切替盤	防止設備・ 緩和設備			
	非常用高圧母線C 系					
	非常用高圧母線D 系					
	非常用交流電源設 備	非常用ディーゼル 発電機	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機				
		非常用ディーゼル 発電機燃料デイト ンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)
		高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機燃料デイトンク				
		非常用ディーゼル 発電機燃料貯蔵タ ンク				
		高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機燃料貯蔵タンク				
		非常用ディーゼル 発電機燃料移送ボ ンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B 屋外	○	影響なし
		非常用ディーゼル 発電機燃料移送系 配管・弁[燃料流 路]				
高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機燃料移送ポンプ						
高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機燃料移送系 配管・弁[燃料流 路]						
非常用ディーゼル 発電機～非常用高 圧母線C系及びD 系電路[電路]	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内		
高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電 機～非常用高圧母 線HPCS系電路 [電路]						

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

－：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (22/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 57 条 電源設備	非常用直流電源設備	A-115V 系蓄電池	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		A-115V 系充電器				
		B-115V 系蓄電池	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		B-115V 系充電器				
		B 1-115V 系蓄電池 (S A)	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		B 1-115V 系充電器 (S A)				
		高圧炉心スプレ イ蓄電池	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		高圧炉心スプレ イ充電器				
		230V 系蓄電池 (R C 1 C)	防止設備	Rw/B	○	建物内
		230V 系充電器 (R C 1 C)				
		A-原子炉中性子 計装用蓄電池	防止設備	Rw/B	○	建物内
		A-原子炉中性子 計装用充電器				
		B-原子炉中性子 計装用蓄電池				
		B-原子炉中性子 計装用充電器				
		A-115V 系蓄電池 及び充電器～直流 母線電路 [電路]	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		B-115V 系蓄電池 及び充電器～直流 母線電路 [電路]				
		B 1-115V 系蓄電 池 (S A) 及び充 電器～直流母線電 路 [電路]				
		230V 系蓄電池 (R C 1 C) 及び充電 器～直流母線電路 [電路]	防止設備	R/B	○	建物内
高圧炉心スプレ イ蓄電池及び充電 器～直流母線電路 [電路]	Rw/B					
A-原子炉中性子 計装用蓄電池及び 充電器～直流母線 電路 [電路]	防止設備	Rw/B	○	建物内		
B-原子炉中性子 計装用蓄電池及び 充電器～直流母線 電路 [電路]						

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

ー: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (23/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 57 条 電源設備	燃料補給設備	ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン管[流路]				
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)
		高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクローリ				
			防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	影響なし(適切に除灰)
			ホース[燃料流路]	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○
第 58 条 計測設備	原子炉压力容器内の温度	原子炉压力容器温度(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉压力容器内の圧力				
	原子炉压力容器内の圧力	原子炉圧力	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉圧力(SA)				
		原子炉圧力(SA)				
	原子炉压力容器内の水位	原子炉水位(広帯域)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉水位(燃料域)				
		原子炉水位(SA)				
	原子炉压力容器への注水量	高圧原子炉代替注水流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内
		低圧原子炉代替注水流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)				
		原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内
		高圧炉心スプレィポンプ出口流量				
		残留熱除去ポンプ出口流量				
		低圧炉心スプレィポンプ出口流量	緩和設備	R/B	○	建物内
残留熱代替除去系原子炉注水流量						
原子炉格納容器への注水量	代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	
	格納容器代替スプレィ流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	
	ベデスタル代替注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内	
	ベデスタル代替注水流量(狭帯域用)					
	残留熱代替除去系格納容器スプレィ流量					

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる(防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (24/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 58 条 計測設備	原子炉格納容器内の温度	ドライウエル温度 (S A)	緩和設備	R/B	○	建物内
		ペデスタル温度 (S A)	緩和設備	R/B	○	建物内
		ペデスタル水温度 (S A)				
		サブレーション・チェンバ温度 (S A)	緩和設備	R/B	○	建物内
	原子炉格納容器内の圧力	サブレーション・プール水温度 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		ドライウエル圧力 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	サブレーション・チェンバ圧力 (S A)					
	原子炉格納容器内の水位	サブレーション・プール水位 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		ドライウエル水位	緩和設備	R/B	○	建物内
		ペデスタル水位				
	原子炉格納容器内の水素濃度	格納容器水素濃度 (B系)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		格納容器水素濃度 (S A)				
	原子炉格納容器内の放射線量率	格納容器雰囲気放射線モニタ (ドライウエル)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		格納容器雰囲気放射線モニタ (サブレーション・チェンバ)				
	未臨界の維持又は監視	中性子源領域計装	防止設備	R/B	○	建物内
		中間領域計装				
		平均出力領域計装				
	最終ヒートシンクの確保 (残留熱代替除去系)	サブレーション・プール水温度 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱除去系熱交換器出口温度	緩和設備	R/B	○	建物内
		残留熱代替除去系原子炉注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内
残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量						
最終ヒートシンクの確保 (格納容器フィルタベント系)	スクラバ容器水位	防止設備・緩和設備	第1ベントフィルタ格納槽	○	建物内	
	スクラバ容器圧力					
	スクラバ容器温度					
	第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)					
	第1ベントフィルタ出口水素濃度	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)	

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (25/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 58 条 計測設備	最終ヒートシンク の確保(残留熱除去系)	残留熱除去系熱交換器入口温度	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		残留熱除去系熱交換器出口温度				
		残留熱除去ポンプ 出口流量				
	格納容器バイパス の監視(原子炉圧力 容器内の状態)	原子炉水位(広帯 域)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉水位(燃料 域)				
		原子炉水位(S A)				
		原子炉圧力				
	格納容器バイパス の監視(原子炉格 納容器内の状態)	ドライウエル温度 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		ドライウエル圧力 (S A)				
	格納容器バイパス の監視(原子炉建 物内の状態)	残留熱除去ポンプ 出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		低圧炉心スプレイ ポンプ出口圧力				
	水源の確認	低圧原子炉代替注 水槽水位	防止設備・ 緩和設備	低圧原子炉 代替注水ボ ンプ格納槽	○	建物内
		サブプレッション・ プール水位(S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
	原子炉建物内の水 素濃度	原子炉建物酸素濃 度	緩和設備	R/B	○	建物内
	原子炉格納容器内 の酸素濃度	格納容器酸素濃度 (B系)	緩和設備	R/B	○	建物内
格納容器酸素濃度 (S A)						
燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	
	燃料プール水位・ 温度(S A)					
	燃料プールエリア 放射線モニタ(高 レンジ・低レン ジ)(S A)					
	燃料プール監視カ メラ(S A)(燃 料プール監視カメ ラ用冷却設備を含 む。)					
発電所内の通信連 絡	安全パラメータ表 示システム(S P D S)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内 (屋外のも のは適切に 除灰)	
温度、圧力、水 位、注水量の計 測・監視	可搬型計測器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内	

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる(防止設備)

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)

ー: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (26/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 58 条 計測設備	その他	ADS用N ₂ ガス減圧弁二次側圧力	防止設備	R/B	○	建物内
		N ₂ ガスボンベ圧力				
		原子炉補機冷却水ポンプ出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内
		RCW熱交換器出口温度				
		RCWサージタンク水位				
		C-メタクラ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		D-メタクラ母線電圧				
		HPCS-メタクラ母線電圧				
		C-ロードセンタ母線電圧				
		D-ロードセンタ母線電圧				
		緊急用メタクラ電圧	防止設備・ 緩和設備	ガスタービン 発電機建物	○	建物内
		SARロードセンタ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	低圧原子炉 代替注水ポンプ格納槽	○	建物内
		B1-115V系蓄電池(SA)電圧	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内
		A-115V系直流盤母線電圧				
B-115V系直流盤母線電圧						
230V系直流盤(常用)母線電圧						
SA用115V系充電器盤蓄電池電圧						

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (27/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)			
				評価	防護方法		
第 59 条 運転員が原子炉制御室 にとどまるための設備	居任性の確保	中央制御室	(重大事故 等対処施 設)	C/B	○	建物内	
		中央制御室待避室					
		中央制御室遮蔽	防止設備・ 緩和設備	C/B	○	建物内	
		中央制御室待避室 遮蔽	緩和設備	C/B	○	建物内	
		再循環用ファン					
		チャコール・フィ ルタ・ブースタ・ ファン	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	
		非常用チャコー ル・フィルタ・ユ ニット					
		中央制御室換気系 弁〔流路〕					
		中央制御室換気系 ダクト〔流路〕	防止設備・ 緩和設備	C/B Rw/B	○	建物内	
		中央制御室待避室 正圧化装置(空気 ポンペ)	緩和設備	Rw/B	○	建物内	
		中央制御室待避室 正圧化装置(配 管・弁)〔流路〕	緩和設備	C/B	○	建物内	
		無線通信設備 (固定型)		→62 条に記載	-	-	
		衛星電話設備 (固定型)					
		フロントパラメ ータ監視装置(中央 制御室待避室)	(防止でも緩 和でもない 設備)	C/B	○	建物内	
		中央制御室差圧計	(防止でも緩 和でもない 設備)	C/B	○	建物内	
		待避室差圧計	(防止でも緩 和でもない 設備)	C/B	○	建物内	
		酸素濃度計	(防止でも緩 和でもない 設備)	C/B	○	建物内	
		二酸化炭素濃度計					
無線通信設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕		→62 条に記載	-	-			
衛星電話設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕							

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

-：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (28/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 59 条 運転員が原子炉制御室 にとどまるための設備	照明の確保	LEDライト (三脚タイプ)	(防止でも 緩和でもない設備)	C/B	○	建物内
	被ばく線量の低減	非常用ガス処理系 排気ファン	緩和設備	R/B	○	建物内
		前置ガス処理装置 [流路]				
		後置ガス処理装置 [流路]	緩和設備	R/B T/B	○	建物内
		非常用ガス処理系 配管・弁[流路]				
		非常用ガス処理系 排気管[流路]	緩和設備	屋外	○	火山灰の侵入による機械的影響(閉塞)等に対し安全機能が損なわれないことを確認
	原子炉建物原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載	—	—	—	
原子炉建物燃料取扱階ブローアウトパネル閉止装置	緩和設備	R/B	○	建物内		

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

※2 【評価】○：各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる（防止設備）

又は，各外部事象による損傷を考慮した場合でも，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能（緩和設備，防止でも緩和でもない設備）

—：他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (29/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 60 条 監視測定設備	放射線量の代替測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
	放射性物質の濃度の代替測定	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		NaIシンチレーション・サーベイ・メータ				
		GM汚染サーベイ・メータ				
	気象観測項目の代替測定	可搬式気象観測装置	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
	放射線量の測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		データ表示装置 (伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		電離箱サーベイ・メータ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		小型船舶	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
	放射性物質の濃度の測定(空气中, 水中, 土壌中)及び海上モニタリング	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		NaIシンチレーション・サーベイ・メータ				
		GM汚染サーベイ・メータ				
		α・β線サーベイ・メータ	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
	モニタリング・ポストの代替交流電源設備	常設代替交流電源設備		→57条に記載	-	-

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる(防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (30/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 61 条 緊急時対策所	居住性の確保	緊急時対策所	(重大事故等対処施設)	緊急時対策所(屋外)	○	影響なし(適切に除灰)
		緊急時対策所遮蔽	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	影響なし(適切に除灰)
		緊急時対策所空気浄化フィルタユニット	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	影響なし(適切に除灰)
		緊急時対策所空気浄化送風機				
		緊急時対策所正圧化装置(空気ポンプ)				
		緊急時対策所空気浄化装置用可搬型ダクト[流路]				
		緊急時対策所正圧化装置可搬型配管・弁[流路]				
		緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]				
		緊急時対策所正圧化装置(配管・弁)[流路]				
		酸素濃度計				
		二酸化炭素濃度計 差圧計	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内
		可搬式エリア放射線モニタ				
		可搬式モニタリング・ポスト	→60 条に記載(ただし、本系統機能においては可搬型重大事故緩和設備)		-	-
		必要な情報の把握	安全パラメータ表示システム (SPDS)	→62 条に記載		-

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

-: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (31/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 61 条 緊急時対策所	通信連絡 (緊急時対策所)	無線通信設備 (固定型)	→62 条に記載	-	-	-
		無線通信設備 (携帯型)				
		衛星電話設備 (固定型)				
		衛星電話設備 (携帯型)				
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備				
		無線通信装置 【伝送路】				
		無線通信設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】				
		衛星通信装置 【伝送路】				
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】				
		有線 (建物内) (無線通信設備 (固定型), 衛星 電話設備 (固定 型) に係るもの) 【伝送路】				
		有線 (建物内) (安全パラメータ 表示システム (S P D S) に係るもの) 【伝送路】				
		有線 (建物内) (統合原子力防災 ネットワークに接 続する通信連絡設 備に係るもの) 【伝送路】				
	電源の確保	緊急時対策所用発 電機 可搬ケーブル	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		緊急時対策所 発 電機接続プラグ盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		緊急時対策所 低圧母線盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内
	緊急時対策所用発 電機～緊急時対策 所 低圧母線盤【電 路】	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内	
	緊急時対策所用燃 料地下タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)	
	タンクローリ	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)	
	ホース	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機建物	○	建物内	

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

—: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (32/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)		
				評価	防護方法	
第 62 条 通信連絡を行うために 必要な設備	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	○	建物内
		無線通信設備 (固定型)	防止設備 ・緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内
		衛星電話設備 (固定型)				
		無線通信設備 (携帯型)	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内
		衛星電話設備 (携帯型)				
		安全パラメータ表示 システム (SPDS)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内
		無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	影響なし (適切に除 灰)
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]				
		無線通信装置 [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所 屋外	○	影響なし (適切に除 灰)
		有線 (建物内) (有 線式通信設備, 無線 通信設備 (固定 型), 衛星電話設備 (固定型) に係るも の) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	R/B Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内
有線 (建物内) (安 全パラメータ表示シ ステム (SPDS) に係るもの) [伝送 路]	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内		

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる (防止設備)

又は, 各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

ー: 他の項目にて整理

第 16-1 表 外部事象に対する重大事故等に対処するための機能を有する設備の影響評価 (33/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所 (※1)	火山の影響(※2)	
					評価	防護方法
第 62 条 通信連絡を行うために 必要な設備	発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内
		衛星電話設備 (携帯型)	緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		データ伝送設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
		衛星電話設備(屋外アンテナ)【伝送路】	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		衛星通信装置【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所 (屋外)	○	影響なし (適切に除灰)
		有線(建物内) (衛星電話設備(固定型)に係るもの)【伝送路】	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内
		有線(建物内) (統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、データ伝送設備に係るもの)【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内
その他の設備	重大事故時に対処するための流路又は注水先、注入先、排出元等	原子炉压力容器	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内
		原子炉格納容器				
		燃料プール				
		原子炉建物原子炉棟	緩和設備			
	非常用取水設備	取水口	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	影響なし
取水管						
取水槽						

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

※2 【評価】○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が各外部事象に対して安全機能を維持できる(防止設備)

又は、各外部事象による損傷を考慮した場合でも、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)

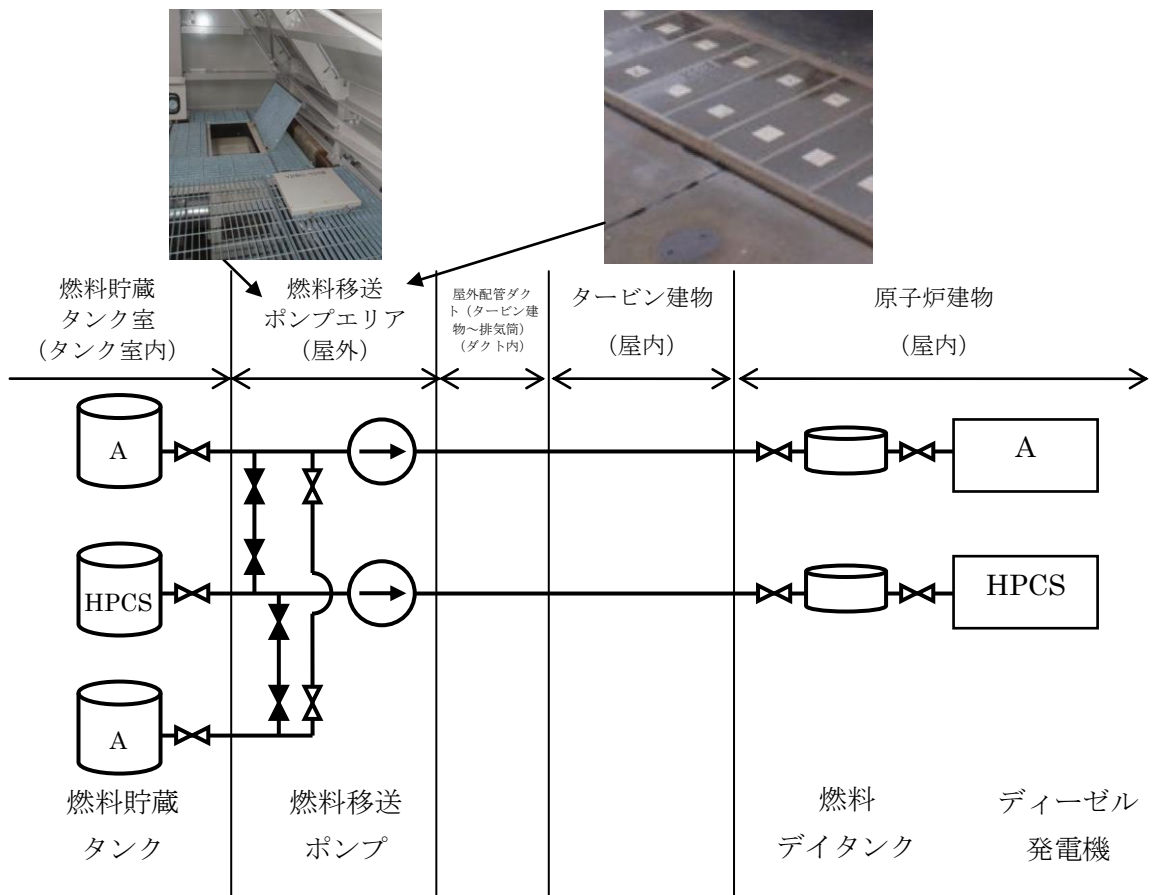
-: 他の項目にて整理

燃料貯蔵タンクから燃料移送ラインについて

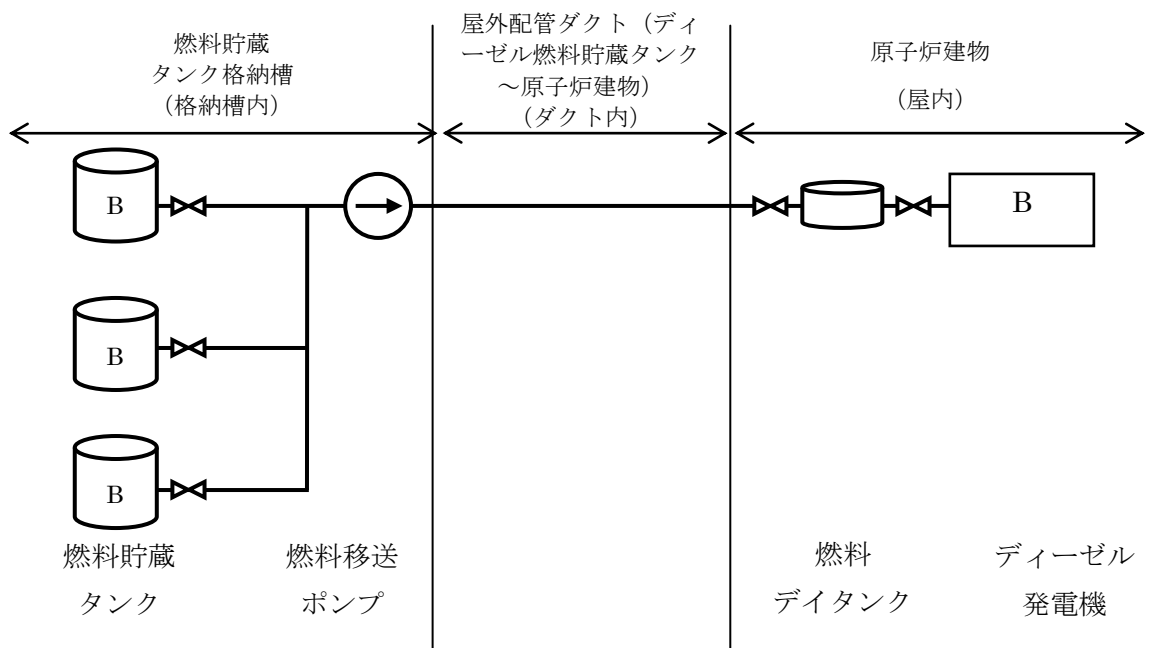
島根原子力発電所2号炉の7日間の外部電源の喪失に対して、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の燃料として、燃料貯蔵タンク及び燃料デイタンクを有しており、燃料移送ポンプにより、燃料貯蔵タンクから燃料デイタンクへ燃料移送する系統構成（第17-1,2図参照）となっている。

燃料貯蔵タンク及び燃料移送ポンプは屋外設備であるが、地下埋設式であること及び燃料移送ポンプエリア竜巻防護対策設備で覆われていることから、降下火砕物の静的荷重等に対してその機能に影響はない。また、燃料移送ポンプエリアのA-非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイディーゼル発電機燃料移送系の配管は、屋外に設置されているが、コンクリート蓋等を有するピット内にあることから、降下火砕物によって機能喪失することはない。B-非常用ディーゼル発電機燃料移送系の配管は、燃料貯蔵タンク格納槽の取り出し口から屋外配管ダクトを介して、原子炉建物に接続されていることから、降下火砕物によって機能喪失することはない。

以上のことから、7日間の外部電源喪失に対して、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機へ燃料供給が可能であり、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却、並びに燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が継続できる。



第 17-1 図 A-非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料供給系統の構成



第 17-2 図 B-非常用ディーゼル発電機 燃料供給系統の構成

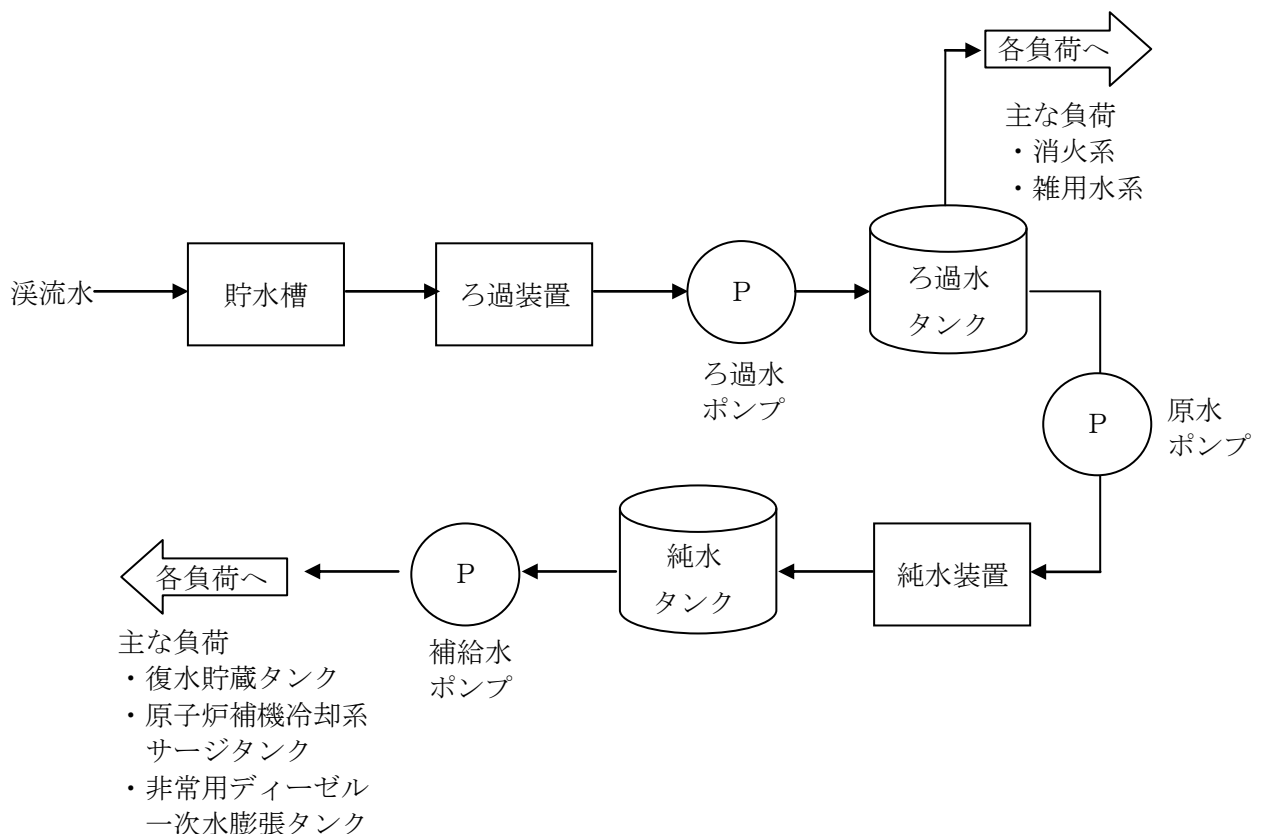
水質汚染に対する補給水等への影響について

1. 水源の概略系統及び供給先

水質汚染については、発電所敷地内の渓流水を貯留する貯水槽に降下火砕物が流入することで、補給水等の汚染が考えられる。

第 18-1 図に示すとおり、貯水槽の原水は、ろ過装置、ろ過水タンク及び純水装置を経由し純水タンクに供給される。ろ過水タンクに貯留された水は消火系及び雑用水系に供給されるが、評価対象設備は含まれていない。

一方、純水タンクに貯留された純水は、純水装置による水処理及び水質管理が行われていること、また、供給する設備には、復水貯蔵タンク及び原子炉補機冷却系サージタンク等への補給等があるが、いずれも、点検時の水張りや系統内でリークが生じた際に補給等が必要になるもので、降下火砕物の降灰時に補給が必要となることはなく、水質汚染はプラントの安全機能に影響を及ぼさない。



第 18-1 図 プラントへ供給される水源の概略系統図

主荷重と組み合わせる場合の積雪荷重の考え方について

1. 荷重の組み合わせの考え方

地震、津波及び火山と積雪は相関性が低い事象の組み合わせであるため、重畳を考慮する際は、Turkstra の経験則を適用する。Turkstra の経験則の考え方は、建築基準法や、土木学会「性能設計における土木構造物に対する作用の指針」、国土交通省「土木・建築にかかる設計の基本」、ANSI(米国国家規格協会)等で採用されている。Turkstra の経験則は、基準期間中の最大値はある荷重（主荷重）の最大値とその他の荷重（従荷重）の任意時刻における値（平均値）との和として荷重の組み合わせを考慮する。

地震、津波及び火山の影響と積雪の重ね合わせにおいて、地震、津波及び火山の影響の荷重条件は積雪の荷重条件より厳しく、発生した際の荷重が比較的大きいことから主荷重となる。したがって、地震、津波及び火山の影響との重ね合わせにおいては、積雪を従荷重として評価を実施する。

2. 従荷重として組み合わせる積雪荷重の設定方法

主荷重である地震、津波及び火山の影響の荷重に対して組み合わせる積雪荷重の平均値について関連する規格・基準等を踏まえて、以下のとおり検討を行った。

(1) 建築基準法の考え方を準用して平均値を求めた場合

建築基準法では、別紙1のとおり多雪区域^{*1}において主荷重である地震・暴風と組み合わせる場合の平均的な積雪量として、短期積雪荷重の0.35倍の積雪量を考慮することとしている。島根原子力発電所周辺は多雪区域ではないが、短期積雪荷重の0.35倍の積雪量を考慮すると、算出される平均的な積雪量は35.0cm（設計基準積雪量100cm×0.35）である。

(2) 観測記録により年最大積雪深の平均値を求めた場合

従荷重として想定する積雪荷重について、平均的な積雪荷重の一般的な設定方法として、最寄りの気象官署における月最深積雪の年最大の平均値を求める方法がある。敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台（松江市）における月最深積雪の年最大の平均値は気象観測データ（観測期間：1941年～2018年）より24.9cmである。

検討の結果、算出される平均的な積雪量は、建築基準法の考え方を準用して平均値を求めた場合（35.0cm）が最も大きな値となる。

以上の検討より、島根原子力発電所における主荷重と組み合わせる場合の積雪荷重の積雪量は、設計基準積雪量100cmに係数0.35を考慮した積雪量(35.0cm)を採用する。

- ※1 垂直積雪量が1mを超える場合又は1年ごとの積雪の継続時間が30日を超える場合で、管轄の特定行政庁が規則で指定した区域（建築基準法より）

建築基準法における自然現象の組み合わせによる荷重の考え方

「建築物荷重指針・同解説(2015)」によると、建築基準法における組み合わせは、基本的には Turkstra の経験則^{*1}と同様の考え方であり、同経験則に従えば、考慮すべきは主たる荷重が最大を取る時点の荷重の組み合わせであり、従たる荷重の値としては、その確率過程的な意味での平均的な値を採用することができるとしている。

組み合わせは、一般には短期においてのみであり、固定荷重と積載荷重に組み合わせる自然現象による荷重は単独の「積雪」、「風」及び「地震」である。

また、それらを組み合わせることはない。建築基準法における荷重の考え方を表 1 に示す。

表 1 建築基準法施行令からの抜粋

力の種類	荷重及び外力について 想定する状態	一般の場合	第 86 条第 2 項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合
長期に生ずる力	常時	G + P	G + P
	積雪時		G + P + 0.7 S
短期に生ずる力	積雪時	G + P + S	G + P + S
	暴風時	G + P + W	G + P + 0.35 S + W
	地震時	G + P + K	G + P + 0.35 S + K

ここで、
 G：第 84 条に規定する固定荷重によって生ずる力
 P：第 85 条に規定する積載荷重によって生ずる力
 S：第 86 条に規定する積雪荷重によって生ずる力
 W：第 87 条に規定する風圧力によって生ずる力
 K：第 88 条に規定する地震力によって生ずる力

島根原子力発電所は該当しないが、建築基準法では、その地方における垂直積雪量が 1m を超える場合又は 1 年ごとの積雪の継続時間が 30 日を超える場合は、管轄の特定行政庁が規定でその地方を多雪区域に指定するとともに、その地方における積雪荷重を規定している。一方、島根原子力発電所が存在する多雪区域指定のない地域においては、暴風時及び地震時の積雪荷重に関する組み合わせを考慮する必要はないとされている。

建築物の構造計算に当たって考慮すべき積雪荷重として、次の 4 つの状態が設定されている。^{*2}

① 短期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、短期積雪荷重と呼ばれており、冬季の最大積雪としておおむね3日程度の継続期間を想定した50年再現期待値として設定される値である。

$$S = d \cdot \rho$$

ここで、

S：短期積雪荷重 (N/m²)

d：垂直積雪量 (cm)

ρ：積雪の単位荷重^{※3} (N/cm/m²)

② 長期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、長期積雪荷重と呼ばれ、おおむね3か月程度の継続期間を想定したものである。この荷重は多雪区域における建築物の構造計算を行うときにのみ用いられる荷重であり、その値は短期積雪荷重の0.7倍である。

③ 冬季の平均的な積雪状態

この状態は、多雪区域において積雪時に強い季節風等の暴風又は地震に襲われたときに想定するものである。この場合の荷重・外力を「主の荷重」と「従の荷重」に区分すると、風圧力又は地震力を「主の荷重」、積雪荷重を「従の荷重」とみなすことができる。「従の荷重」として想定する積雪はその地方における冬季の平均的な積雪で、①項の短期積雪荷重の0.35倍である。

④ 極めて稀に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、構築物が想定すべき最大級の荷重として、①項の短期積雪荷重の1.4倍である。

※1 基準期間中の最大値はある荷重（主荷重）の最大値とその他の荷重（従荷重）の任意時刻における値との和によって近似的に評価できるとするもの

※2 「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」

※3 積雪量1cm当たり20N/m²（建築基準法より）

原子炉建物の屋根トラス部材の健全性評価について

1. 基本方針

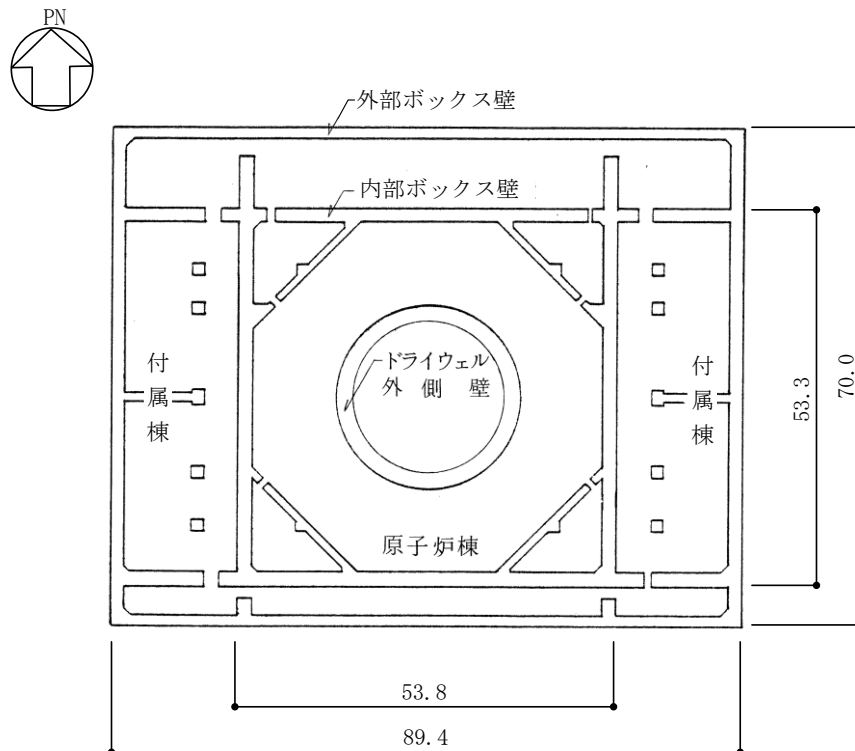
(1) 概要

降下火砕物の堆積荷重に対して原子炉建物の屋根トラス部材が健全性を有することを、応力解析による評価によって確認する。原子炉建物屋根トラス部は、補強工事を実施済であるため、補強内容を反映した条件に基づき設計時と同様に二次元フレームモデルを用いた応力解析を行い、発生応力度が許容値を超えないことを確認する。

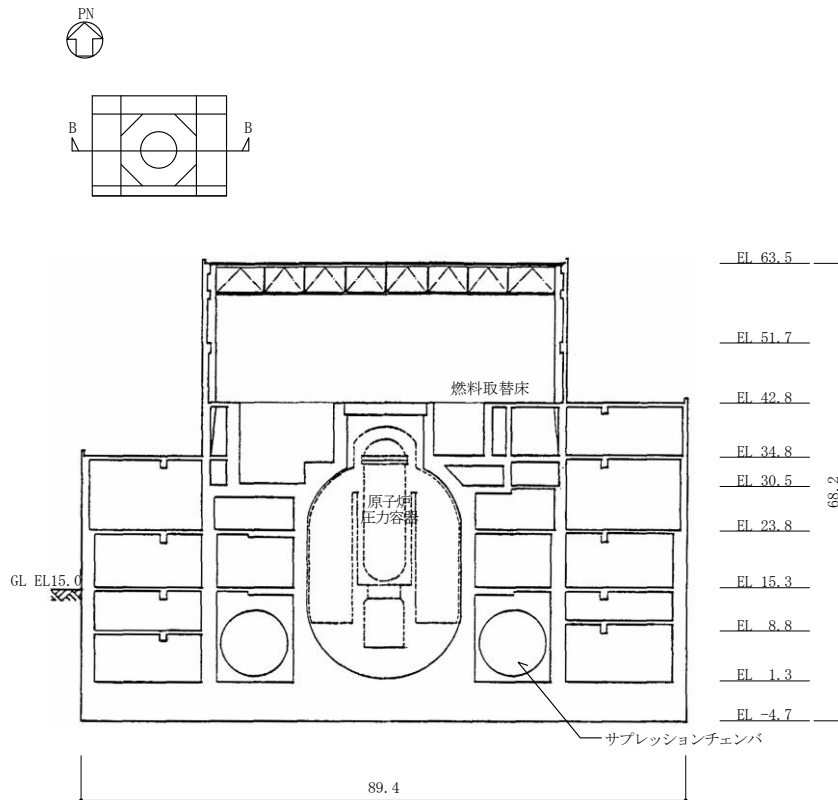
(2) 構造概要

原子炉建物は、中央部に地上 4 階、地下 2 階で平面が 53.8m(東西方向)×53.3m(南北方向)(2 階面)の原子炉建物原子炉棟があり、その周囲に地上 2 階(一部 3 階)、地下 2 階の原子炉建物附属棟を配置した鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造および鉄骨造)の建物である。

原子炉建物の概略平面図を第 1-1 図に、原子炉建物の概略断面図を第 1-2 図に示す。



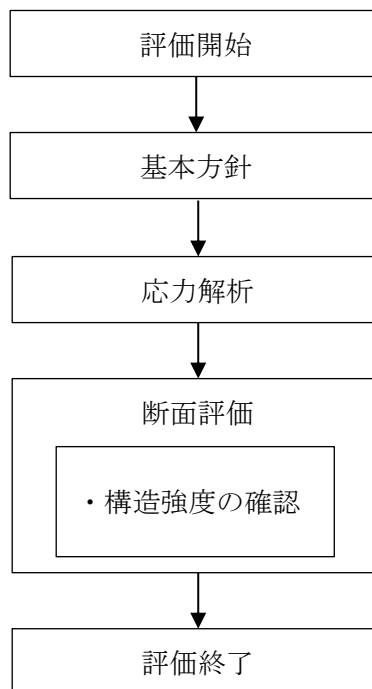
第 1-1 図 原子炉建物 平面図 (EL. 1.3m* 付近) (単位 : m)
 注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T. P.) を基準としたレベルを示す。



第 1-2 図 原子炉建物 B-B 断面図 (単位 : m)

(3) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重に対して、応力解析による断面の評価を行うことで、建物の構造強度の確認を行う。第 1-3 図に建物の評価フローを示す。



第 1-3 図 建物の評価フロー

(4) 適用規格・基準等

本評価において、準拠する規格基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会)

2. 応力解析による評価方法

原子炉建物の応力解析による評価対象部位は、主トラスおよびトラス二次部材とする。

(1) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重と堆積荷重以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「鋼構造設計規準—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会)」(以下「S 規準」という。)を参考に、各々設定した許容限界を超えないことを確認する。

(2) 荷重及び荷重の組合せ

a. 荷重

(a) 固定荷重 (DL)

固定荷重を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 固定荷重 (DL)

部位	固定荷重 (DL)	
主トラス	8,777N/m ²	
トラス二次部材	母屋	6,669N/m ²
	サブビーム	7,944N/m ²
	繋ぎ梁	8,826N/m ²

(b) 積載荷重 (LL)

積載荷重を第 2-2 表に示す。

第 2-2 表 積載荷重 (LL)

積載荷重 (LL)
981N/m ²

(c) 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重 (SNL)
700N/m ²

(d) 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重を第 2-4 表に示す。

第 2-4 表 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重 (VAL)
8,238N/m ²

(e) 風荷重 (WL)

風荷重を第 2-5 表, 第 2-6 表に示す。

第 2-5 表 風荷重 (WL) (風向き : RI 通り → RA 通り)

風荷重 (WL) RI (風上側)	風荷重 (WL) RA (風下側)
71,492N	35,746N

第 2-6 表 風荷重 (WL) (風向き : RI 通り ← RA 通り)

風荷重 (WL) RI (風下側)	風荷重 (WL) RA (風上側)
35,746N	71,492N

(f) 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 2-7 表に示す。

第 2-7 表 荷重の組合せ

部位	荷重の組合せ
主トラス	DL+LL+SNL+VAL+WL
トラス二次部材	DL+LL+SNL+VAL

(3) 許容限界

応力評価解析における原子炉建物の許容限界を第 2-8 表に示す。また, 鋼材の基準強度及び評価基準値を第 2-9 表に示す。

第 2-8 表 応力評価解析における許容限界

要求性能	機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	主トラス トラス二次部材	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度 ^{※1}

※1 「S 規準」の短期許容応力度で評価

以上より, 主トラスおよびトラス二次部材は, 短期許容応力度を用いて評価を行う。

第 2-9 表 鋼材の基準強度及び評価基準値

鋼材種類	板厚 (mm)	基準強度 F (N/mm ²)	評価基準値 (N/mm ²)	
			引張	圧縮及び曲げ
SS400 (SS41)	T ≤ 40	235	235	235
SM490A (SM50A)	T ≤ 40	325	325	325
SN400B	T ≤ 40	235	235	235
SN490B	T ≤ 40	325	325	325

3. 解析モデル及び諸元

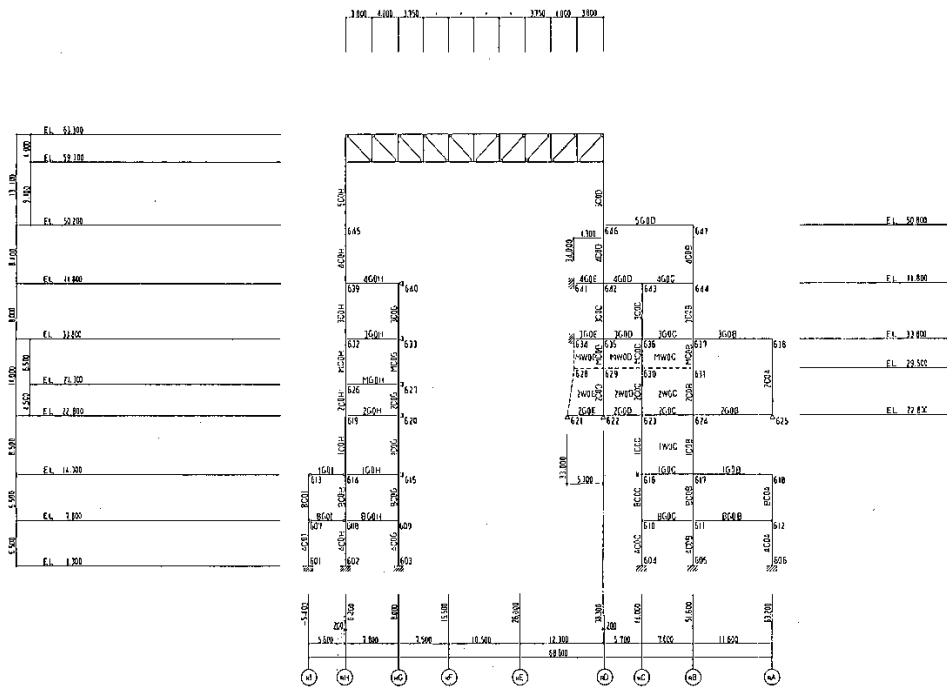
解析モデル及び諸元を以下に示す。

(1) 主トラス モデル化の基本方針

a. 応力解析モデルの概要

- ・解析モデルは、主トラスを含む建物全体の各部材を線材置換した二次元フレームとする。
- ・フレーム構面内にある壁は、その影響を考慮する。
- ・主トラス各部材の端部の接合条件は、上下弦材と柱の端部は剛接合とし、上下弦材と斜材、束材の端部はピン接合とする。
- ・主トラス部材の中で最も応力度比が大きくなる部材を含む構面（R10 フレーム）の評価を示す。

主トラスの検討モデル（R10 フレーム）を第 3-1 図に示す。



第 3-1 図 原子炉建物 主トラス検討モデル（R10 フレーム）

b. 解析コード

SD Ver. 3. 2. 2

c. 検討部材の形状及び寸法

検討部材の形状及び寸法を第 3-1 表に示す。また、部材位置を第 3-2 図に示す。

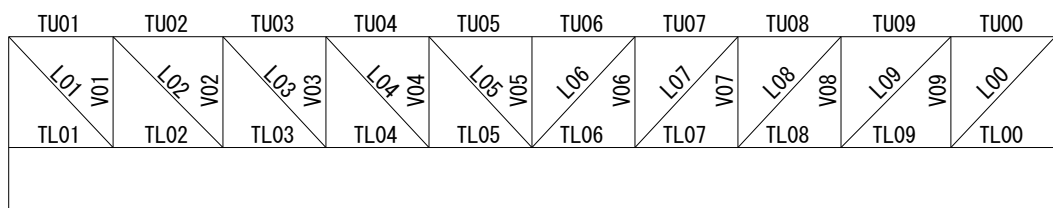
第 3-1 表 検討部材の形状・寸法（主トラス）

部位	部材符号	形状寸法	材質
上弦材	TU00～TU09	H-400×400×13×21	SM490A (SM50A)
下弦材	TL01～TL02 TL09～TL00	BH-400×400×19×35	
	TL03～TL08	H-400×400×13×21	

斜材 ^{※1}	L01～L02 L09～L00	2CT _s -175×350×12×19 (173.9 cm ²)	SS400 (SS41)
	L03～L04 L07～L08	2CT _s -150×300×10×15 (119.8 cm ²)	
	L05～L06	2CT _s -125×250×9×14 (92.18+68= +4L _s -90×90×10 ^{※2} 160.18 cm ²)	
東材 ^{※1}	V01～V02 V08～V09	2CT _s -175×350×12×19 (173.9 cm ²)	SS400 (SS41)
	V03～V04 V06～V07	2CT _s -150×300×10×15 (119.8 cm ²)	
	V05	2CT _s -125×250×9×14 (92.18 cm ²)	

※1：括弧内は，鉄骨の断面積。

※2：補強工事で追加した部材。



第 3-2 図 部材位置図 (主トラス)

d. 使用材料の物性値

使用材料の物性値を第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 使用材料の物性値

項目	物性値
ヤング係数 E	2100tf/cm ²
せん断弾性係数 G	810 tf/cm ²

(2) トラス二次部材 検討の基本方針

a. 応力解析モデルの概要

- ・母屋は，単純支持ばりモデルとし，検討スパンは，部材長さとする。
- ・サブビームは，単純支持ばりモデルとし，検討スパンは，通り芯間距離とする。
- ・繋ぎ梁は，単純支持トラスモデルとし，検討スパンは，通り芯間距離とする。

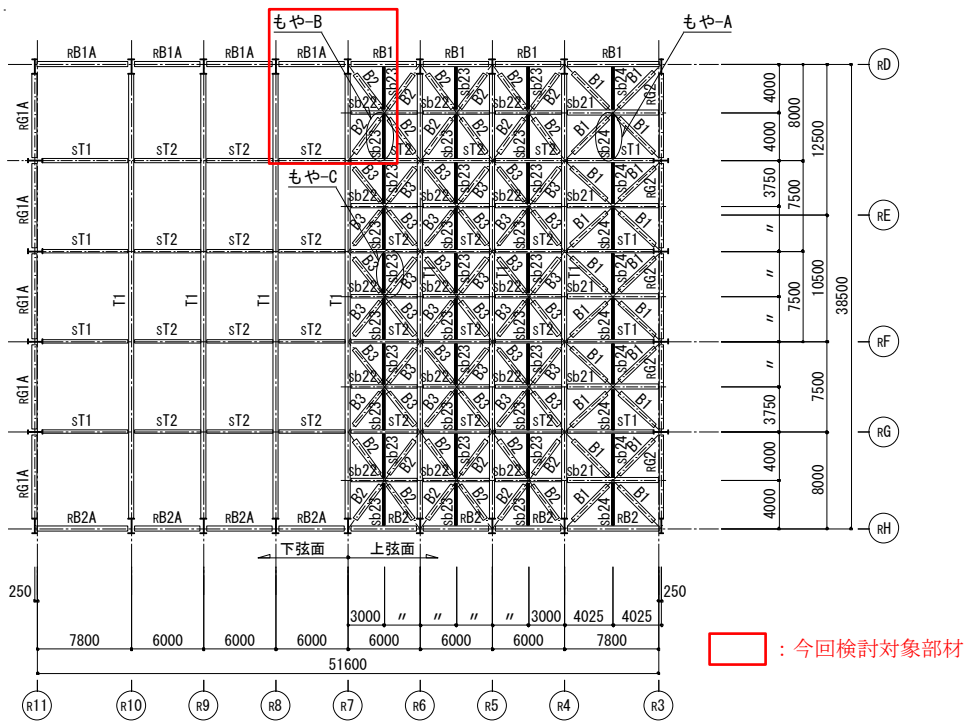
b. 検討部材の形状及び寸法

検討部材の形状及び寸法を第 3-3 表に示す。また，部材位置を第 3-3 図，第 3-4 図，第 3-5 図に示す。

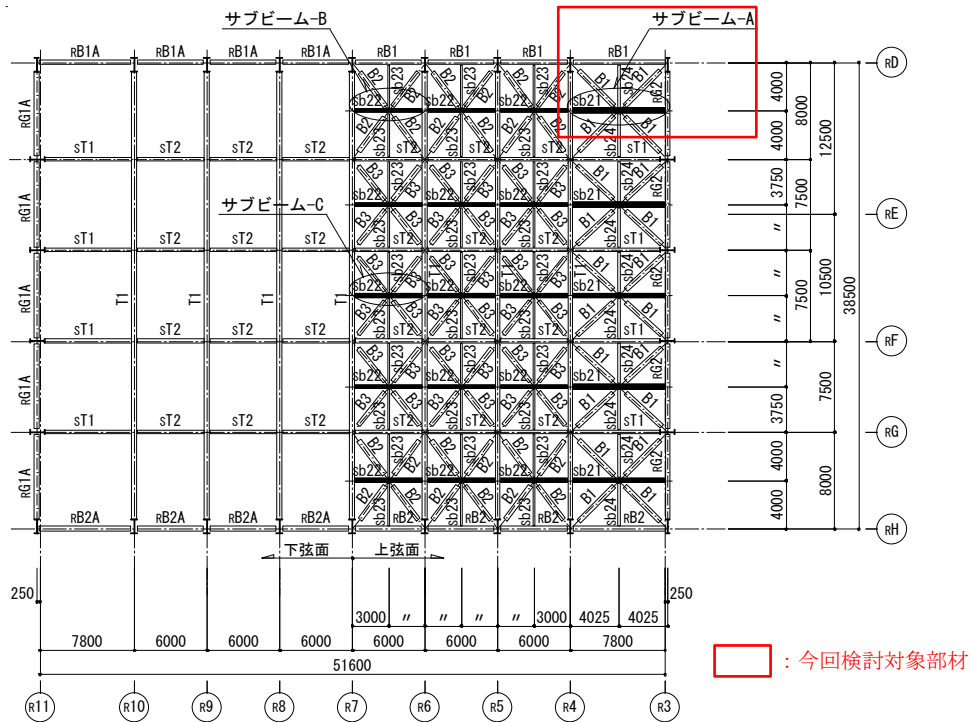
第 3-3 表 検討部材の形状・寸法（トラス二次部材）

部位	部材符号	形状寸法	材質
母屋	sb23	H-244×175×7×11	SS400 (SS41)
サブビーム	sb21	H-400×400×13×21	
繋ぎ梁	ST1（上下弦材）	H-390×300×10×16	
	ST1（斜材）	2CT _s -125×250×9×14 +4L _s -65×65×6*	

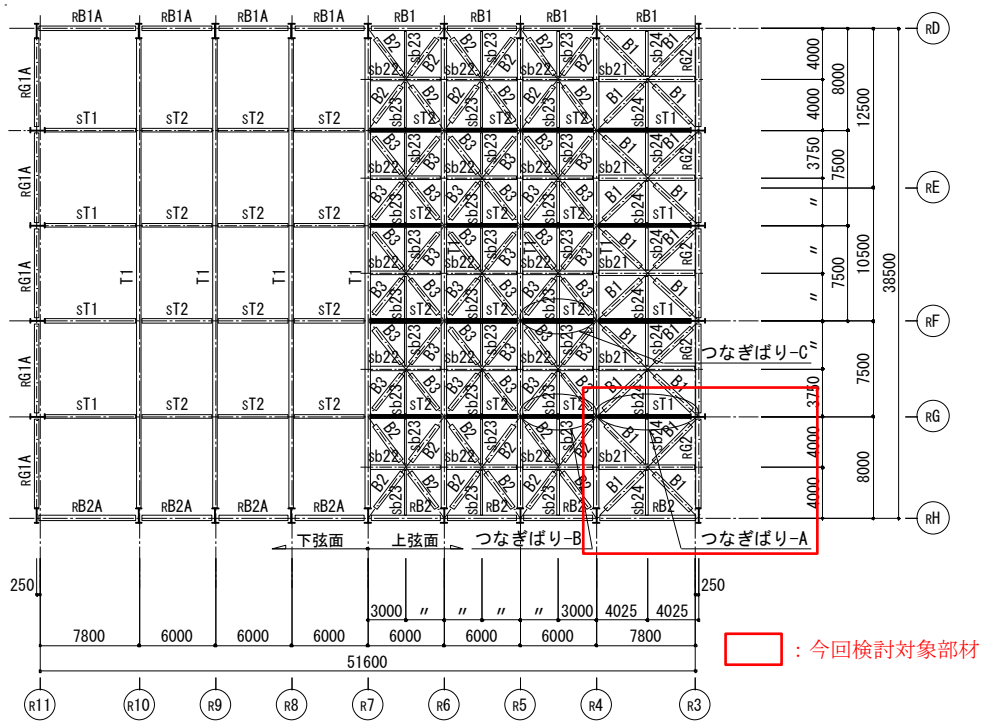
※：補強工事で追加した部材。



第 3-3 図 部材位置図（トラス二次部材：母屋）



第 3-4 図 部材位置図 (トラス二次部材：サブビーム)



第 3-5 図 部材位置図 (トラス二次部材：繋ぎ梁)

(3) 評価方法

a. 評価方法

「S 規準」に基づき、次式をもとに計算した評価対象部位に生じる軸応力及び曲げモーメントによる応力度が許容応力度を超えないことを確認する。

(a) 軸力のみを負担する部材の評価方法

軸力のみを負担するトラス要素（斜材，束材等）に発生する応力度 σ_c 、 σ_t が，以下の式による応力度比は1以下となることを確認する。

$$\max\left(\frac{\sigma_c}{f_c}, \frac{\sigma_t}{f_t}\right) \leq 1$$

f_c 、 f_t は以下の式により求める。

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_c = \frac{\left\{1 - 0.4\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2\right\}F}{\nu} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$f_c = \frac{0.277F}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \quad (\lambda > \Lambda \text{ のとき})$$

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm²) Λ : 限界細長比 $\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}$

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²) E : ヤング係数

λ : 圧縮材の細長比 $\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3}\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2$

(b) 軸力と曲げを負担する部材の評価方法

軸力と曲げを負担する梁要素（上・下弦材等）は，軸力により生じる軸応力度 σ_c 、 σ_t と曲げモーメントにより生じる曲げ応力度 σ_b の組合せに対して，以下の式により応力度比が1以下となることを確認する。

【圧縮と曲げにより生じる応力度の確認】

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$$

【引張りと曲げにより生じる応力度の確認】

$$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{f_t} \leq 1$$

f_c , f_t は軸力を負担する場合と同じ。 f_b は以下の式により求める。

$$f_b = \frac{F}{\nu} \quad (\lambda_b \leq_p \lambda_b)$$

$$f_b = \frac{\left\{ 1 - 0.4 \left(\frac{\lambda_b -_p \lambda_b}{_e \lambda_b -_p \lambda_b} \right) \right\}}{\nu} F \quad (_p \lambda_b < \lambda_b \leq_e \lambda_b)$$

$$f_b = \frac{1}{2.17 \lambda_b^2} F \quad (_e \lambda_b < \lambda_b)$$

ここに,

$$\lambda_b = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad _e \lambda_b = \frac{1}{\sqrt{0.6}}$$

i) 補剛区間内で曲げモーメントが直線的に変化する場合

$$_p \lambda_b = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) \quad C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 \leq 2.3$$

i i) 補剛区間内で曲げモーメントが最大となる場合

$$M_e = C \sqrt{\frac{\pi^4 EI_Y \cdot EI_w}{l_b^4} + \frac{\pi^2 EI_Y \cdot GJ}{l_b^2}}$$

- f_b : 許容曲げ応力度 λ_b : 曲げ部材の細長比
 l_b : 圧縮フランジの支点間距離 $_e \lambda_b$: 弾性限界細長比
 $_p \lambda_b$: 塑性限界細長比 C : 許容曲げ応力度の補正係数
 M_e : 弾性横座屈モーメント Z : 断面係数
 I_Y : 弱軸まわりの断面2次モーメント
 I_w : 曲げねじり定数 G : せん断弾性係数
 J : サンプナンのねじり定数 M_y : 降伏モーメント ($F \cdot Z$)

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda_b}{_e \lambda_b} \right)^2$$

4. 評価結果

主トラスの評価結果を第 4-1 表、トラス二次部材の評価結果を第 4-2 表に示す。
降下火砕物の堆積時において、発生応力度が許容値を超えないことを確認した。

第 4-1 表 主トラス 評価結果 (短期許容応力度)

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度 比	位置
上弦材 H-400×400×13×21	(圧縮)	125.7	290	0.48	TU05 TU06
	(曲げ)	13.4	316		
下弦材 BH-400×400×19×35	(圧縮)	76.1	205	0.61	TL00
	(曲げ)	74.9	318		
斜材 2CT _s -175×350×12×19	(引張)	150.8	235	0.65	L01
束材 2CT _s -175×350×12×19	(圧縮)	95.1	176	0.55	V09

第 4-2 表 トラス二次部材 評価結果 (短期許容応力度)

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度比	位置
母屋 (sb23) H-244×175×7×11	(曲げ)	122.6	181	0.68	R6~R7 RD~RE
サブビーム (sb21) H-400×400×13×21	(曲げ)	173.6	220	0.79	R3~R4 RD~RE
繋ぎ梁 (ST1) 2CT _s -125×250×9×14 +4L _s -65×65×6*	(圧縮)	45.2	73	0.62	R3~R4 RG

※：補強工事で追加した部材。

タービン建物の屋根トラス部材の健全性評価について

1. 基本方針

(1) 概要

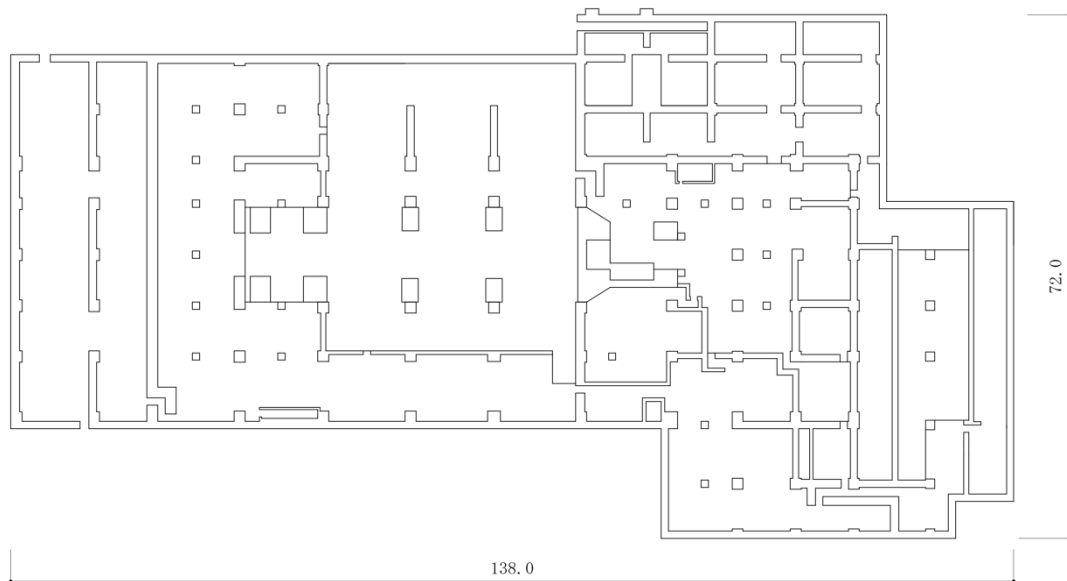
降下火砕物の堆積荷重に対してタービン建物の屋根トラス部材が健全性を有することを，応力解析による評価によって確認する。タービン建物の屋根トラス部は，補強工事を実施済であるため，補強内容を反映した条件に基づき設計時と同様に二次元フレームモデルを用いた応力解析を行い，発生応力度が許容値を超えないことを確認する。

(2) 構造概要

タービン建物は，主体構造が鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上3階（一部4階），地下1階の建物である。

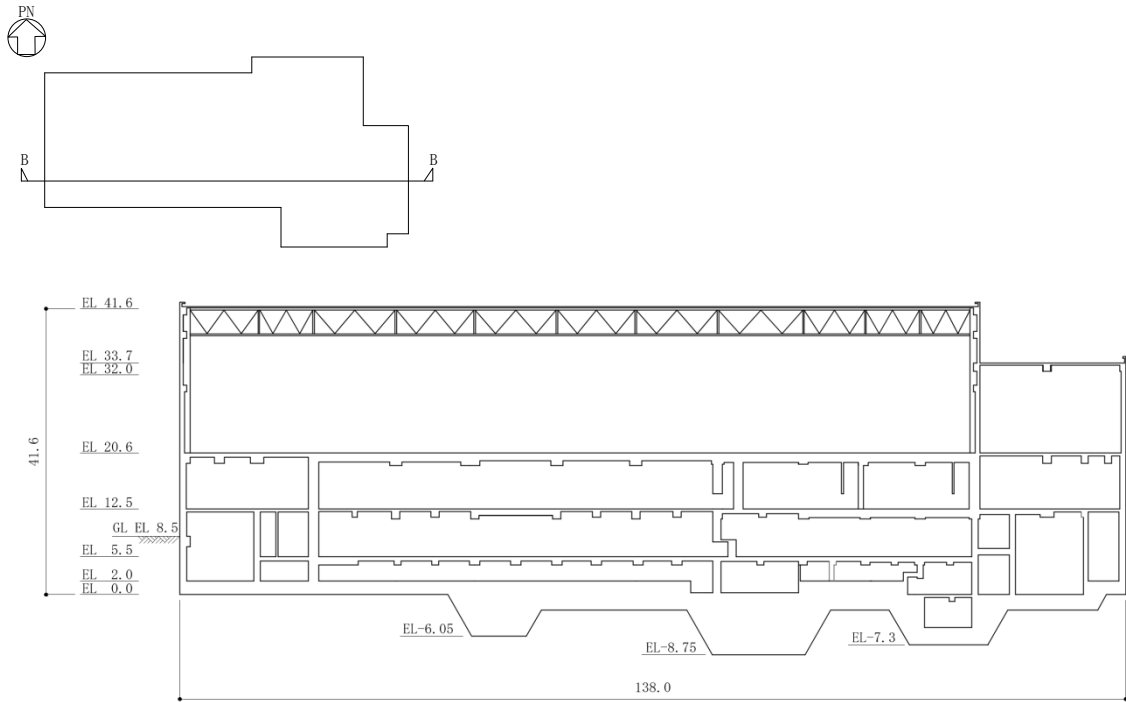
建物の平面は72.0m（一部51.4m）（NS）×138.0m（EW）となっている。

タービン建物の概略平面図を第1-1図に，タービン建物の概略断面図を第1-2図に示す。



第1-1図 タービン建物 平面図（EL. 2.0m*付近）（単位：m）

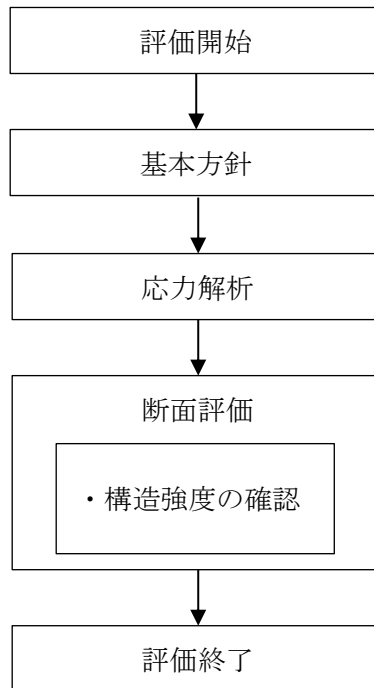
注記*：「EL」は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたレベルを示す。



第 1-2 図 タービン建物 B-B 断面図 (単位 : m)

(3) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重に対して、応力解析による断面の評価を行うことで、建物の構造強度の確認を行う。第 1-3 図に建物の評価フローを示す。



第 1-3 図 建物の評価フロー

(4) 適用規格・基準等

本評価において、準拠する規格基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会)

2. 応力解析による評価方法

タービン建物の応力解析による評価対象部位は、主トラスおよびトラス二次部材とする。

(1) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重と堆積荷重以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「鋼構造設計規準—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会)」(以下「S 規準」という。)を参考に、各々設定した許容限界を超えないことを確認する。

(2) 荷重及び荷重の組合せ

a. 荷重

(a) 固定荷重 (DL)

固定荷重を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 固定荷重 (DL)

部位	固定荷重 (DL)	
主トラス	8,140N/m ²	
トラス二次部材	母屋	5,698N/m ²
	サブビーム	7,169N/m ²
	繋ぎ梁	7,169N/m ²

(b) 積載荷重 (LL)

積載荷重を第 2-2 表に示す。

第 2-2 表 積載荷重 (LL)

積載荷重 (LL)
981N/m ²

(c) 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重 (SNL)
700N/m ²

(d) 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重を第 2-4 表に示す。

第 2-4 表 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重 (VAL)
8,238N/m ²

(e) 風荷重 (WL)

風荷重を第 2-5 表, 第 2-6 表に示す。

第 2-5 表 風荷重 (WL) (風向き : TF 通り→TX 通り)

風荷重 (WL) TF (風上側)	風荷重 (WL) TX (風下側)
95, 825N	47, 913N

第 2-6 表 風荷重 (WL) (風向き : TF 通り←TX 通り)

風荷重 (WL) TF (風下側)	風荷重 (WL) TX (風上側)
47, 913N	95, 825N

(f) 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 2-7 表に示す。

第 2-7 表 荷重の組合せ

部位	荷重の組合せ
主トラス	DL+LL+SNL+VAL+WL
トラス二次部材	DL+LL+SNL+VAL

(3) 許容限界

応力評価解析におけるタービン建物の許容限界を第 2-8 表に示す。また, 鋼材の基準強度及び評価基準値を第 2-9 表に示す。

第 2-8 表 応力評価解析における許容限界

要求性能	機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	上位クラス設備に波及的影響を及ぼさないこと	主トラス トラス二次部材	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度 ^{※1}

※1 「S 規準」の短期許容応力度で評価

以上より, 主トラスおよびトラス二次部材は, 短期許容応力度を用いて評価を行う。

第 2-9 表 鋼材の基準強度及び評価基準値

鋼材種類	板厚 (mm)	基準強度 F (N/mm ²)	評価基準値 (N/mm ²)	
			引張	圧縮及び曲げ
SS400 (SS41)	T ≤ 40	235	235	235
SM490A (SM50A)	T ≤ 40	325	325	325
SN400B	T ≤ 40	235	235	235
SN490B	T ≤ 40	325	325	325

3. 解析モデル及び諸元

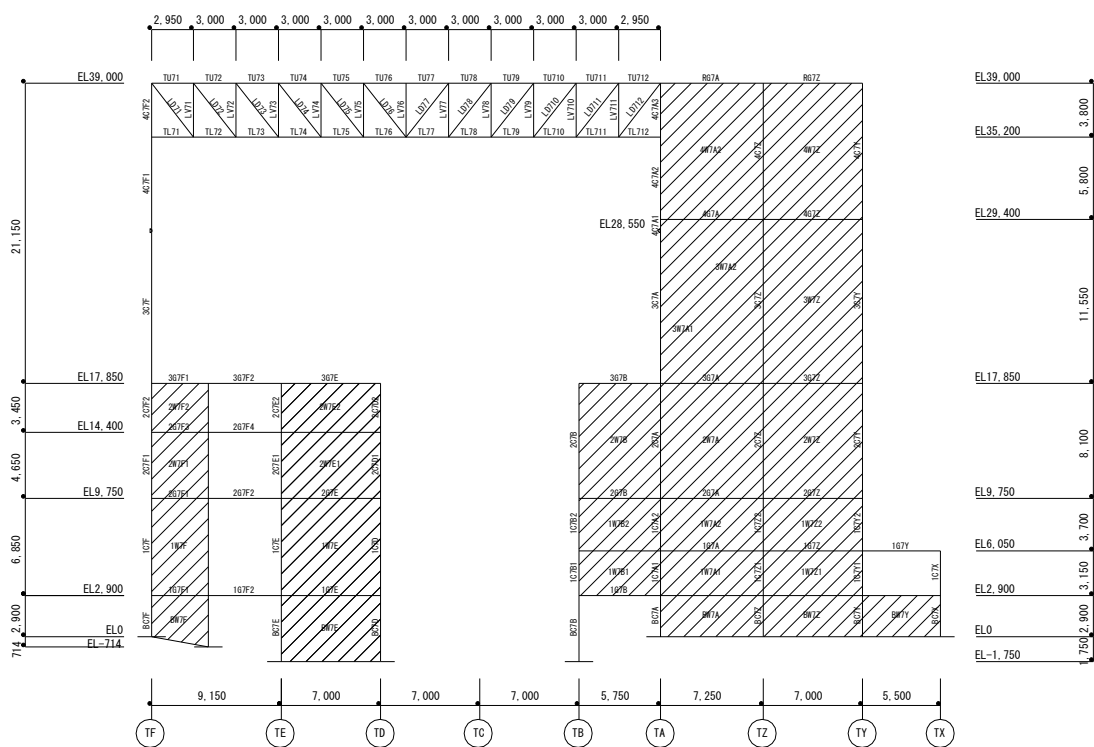
主トラスの解析モデル及び諸元を以下に示す。

(1) 主トラス モデル化の基本方針

a. 応力解析モデルの概要

- ・解析モデルは、主トラスを含む建物全体の各部材を線材置換した二次元フレームとする。
- ・フレーム構面内にある壁は、その影響を考慮する。
- ・主トラス各部材の端部の接合条件は、上下弦材と柱はピン接合とし、上下弦材と斜材、束材もピン接合とする。
- ・主トラス部材の中で最も応力度比が大きくなる部材を含む構面（T7 フレーム）の評価を示す。

主トラスの検討モデル（T7 フレーム）を第 3-1 図に示す。



第 3-1 図 タービン建物 主トラス検討モデル (T7 フレーム)

b. 解析コード

SD Ver. 3. 2. 2

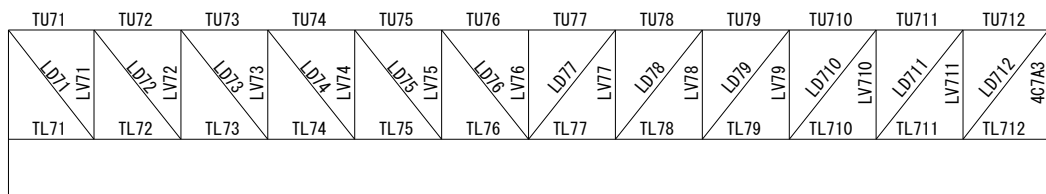
c. 検討部材の形状及び寸法

検討部材の形状及び寸法を第 3-1 表に示す。また、部材位置を第 3-2 図に示す。

第3-1表 検討部材の形状・寸法（主トラス）

部位	部材符号	形状寸法	材質
上弦材	TU71~TU712	H-428×407×20×35	SS400 (SS41)
下弦材	TL71~TL73, TL710	BH-428×407×32×40	
	TL711~TL712	BH-428×407×32×40 +2BC _s -386×100×19×19*	
	TL74~TL79	H-428×407×20×35	
斜材	LD72	2BCT _s -175×350×22×22	
	LD71, LD711	2BCT _s -175×350×22×22 +2PL _s -12×200*	
	LD712	2BCT _s -175×350×22×22 +2PL _s -16×250*	
	LD73~LD74, LD79	2CT _s -175×350×12×19	
	LD710	2CT _s -175×350×12×19 +2PL _s -12×200*	
	LD75~LD78	2CT _s -150×300×10×15	
束材	LV71~LV72, LV712	2BCT _s -175×350×22×22	
	LV711	2BCT _s -175×350×22×22 +2PL _s -12×200*	
	LV73~LV74, LV78	2CT _s -175×350×12×19	
	LV79	2CT _s -175×350×12×19 +2PL _s -12×200*	
	LV75~LV77	2CT _s -150×300×10×15	

※：補強工事で追加した部材（材質：SN400B）。



第3-2図 部材位置図（主トラス）

d. 使用材料の物性値

使用材料の物性値を第3-2表に示す。

第3-2表 使用材料の物性値

項目	物性値
ヤング係数E	2100tf/cm ²
せん断弾性係数G	810 tf/cm ²

(2) トラス二次部材 検討の基本方針

a. 検討方針の概要

- ・母屋は、単純支持ばりモデルとし、検討スパンは、部材長さとする。
- ・サブビームは、単純支持ばりモデルとし、検討スパンは、通り芯間距離とする。
- ・繋ぎ梁は、単純支持トラスモデルとし、検討スパンは、通り芯間距離とする。

b. 検討部材の形状及び寸法

検討部材の形状及び寸法を第 3-3 表に示す。また、部材位置を第 3-3 図、第 3-4 図、第 3-5 図に示す。

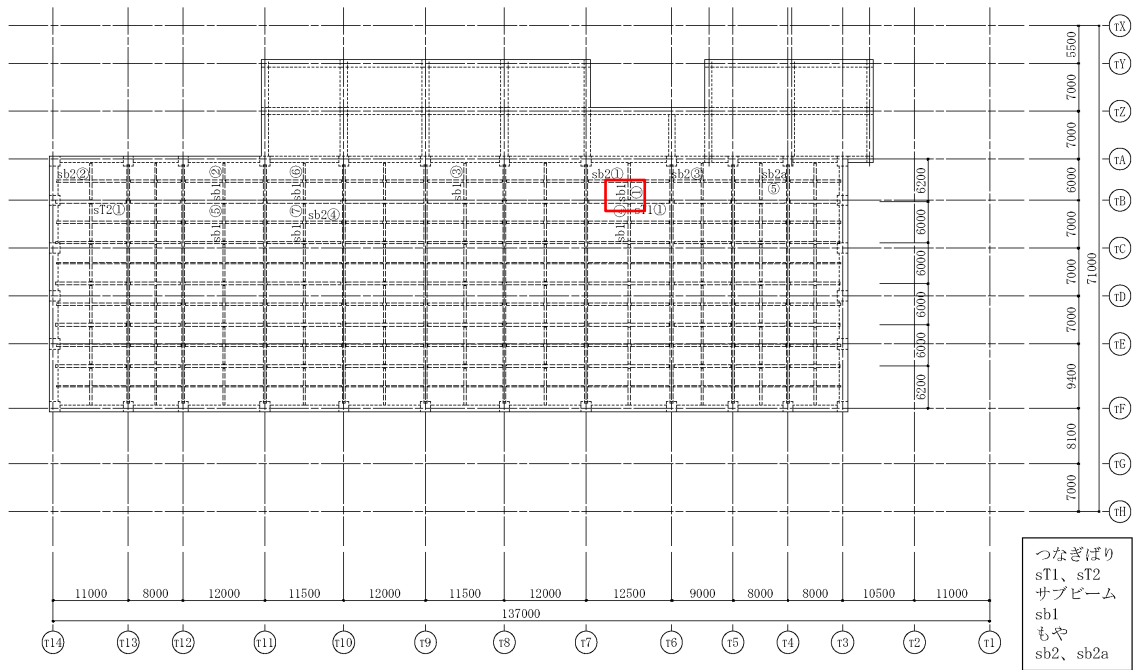
第 3-3 表 検討部材の形状・寸法（トラス二次部材）

部位	部材符号	形状寸法	材質
母屋	sb2④	H-400×200×8×13	SS400 (SS41)
サブビーム	sb1①	BH-428×300×12×19	
繋ぎ梁	ST1（上弦材）	BH-428×300×12×19	
	ST1（下弦材）	H-250×250×9×14	
	ST1（斜材）	2CT _s -100×204×12×12	

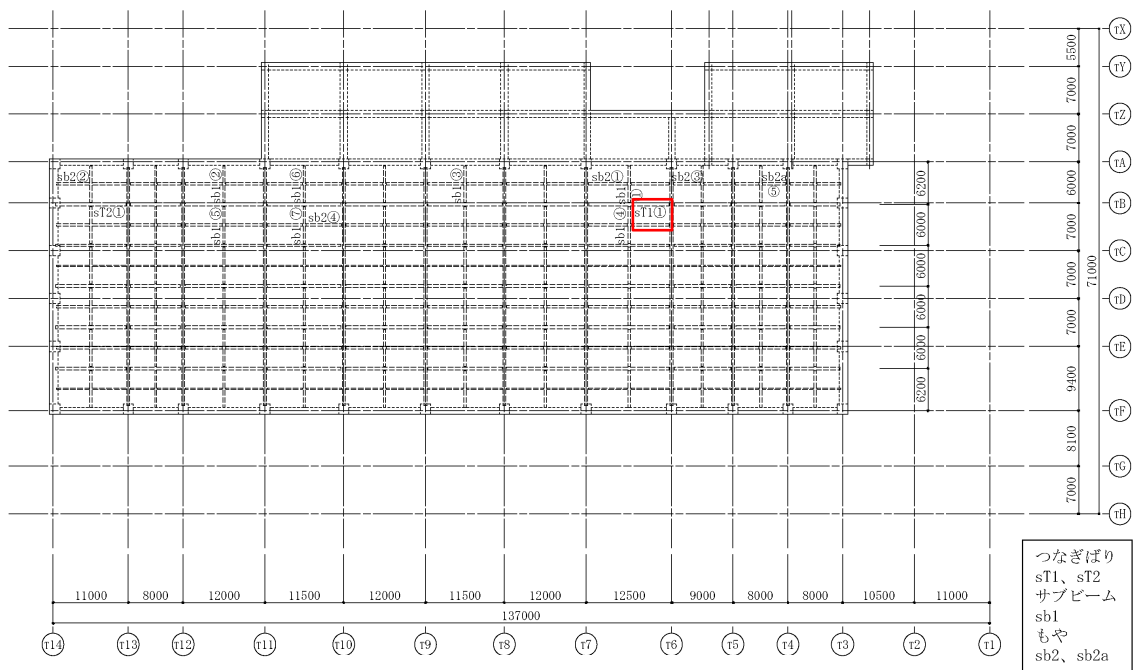


: 今回検討対象部材

第 3-3 図 部材位置図（トラス二次部材：母屋）



第3-4図 部材位置図 (トラス二次部材：サブビーム) sb1(2) : 今回検討対象部材



第3-5図 部材位置図 (トラス二次部材：繋ぎ梁) sb1(2) : 今回検討対象部材

(3) 評価方法

a. 評価方法

「S 規準」に基づき、評価対象部位に生じる軸応力及び曲げモーメントによる応力度が許容応力度を超えないことを確認する。評価式は、補足資料-20「原子炉建物の屋根トラス部材の健全性評価について」に記載と同様。

4. 評価結果

主トラスの評価結果を第 4-1 表、トラス二次部材の評価結果を第 4-2 表に示す。
降下火砕物の堆積時において、発生応力度が許容値を超えないことを確認した。

第 4-1 表 主トラス 評価結果 (短期許容応力度)

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度比	位置
上弦材 H-428×407×20×35	(圧縮)	127.7	223	0.73	TU76
	(曲げ)	35.8	231		TU77
下弦材 BH-428×407×32×40 +2BC _s -386×100×19×19*	(圧縮)	130.3	210	0.80	TL712
	(曲げ)	41.5	233		
斜材 2BCT _s -175×350×22×22 +2PL _s -16×250*	(引張)	208.4	235	0.89	LD712
束材 2CT _s -150×300×10×15	(圧縮)	134.0	154	0.88	LV77

※：補強工事で追加した部材。

第 4-2 表 トラス二次部材 評価結果 (短期許容応力度)

部位	発生 応力	応力度 (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	応力度比	位置
母屋 (sb2④) H-400×200×8×13	(曲げ)	169.7	193	0.88	T10~T11 TB~TC
サブビーム (sb1①) BH-428×300×12×19	(曲げ)	201.1	232	0.87	T6~T7 TA~TB
繋ぎ梁 (ST1) 2CT _s -100×204×12×12	(圧縮)	64.8	86	0.76	T6~T7 TB

排気筒モニタ室の健全性評価について

1. 基本方針

(1) 概要

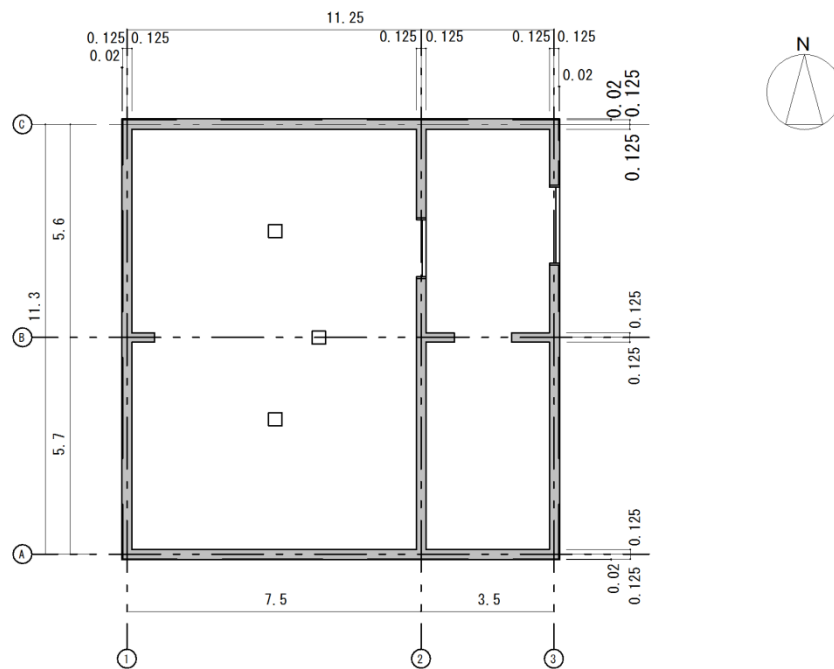
降下火砕物の堆積荷重に対して排気筒モニタ室が健全性を有することを、応力解析による評価によって確認する。排気筒モニタ室は、堆積荷重に対して健全性を確保するため補強工事を計画することから、補強計画を反映した条件に基づき評価対象部位の応力解析を行い、発生応力度等が許容値を超えないことを確認する。

(2) 構造概要

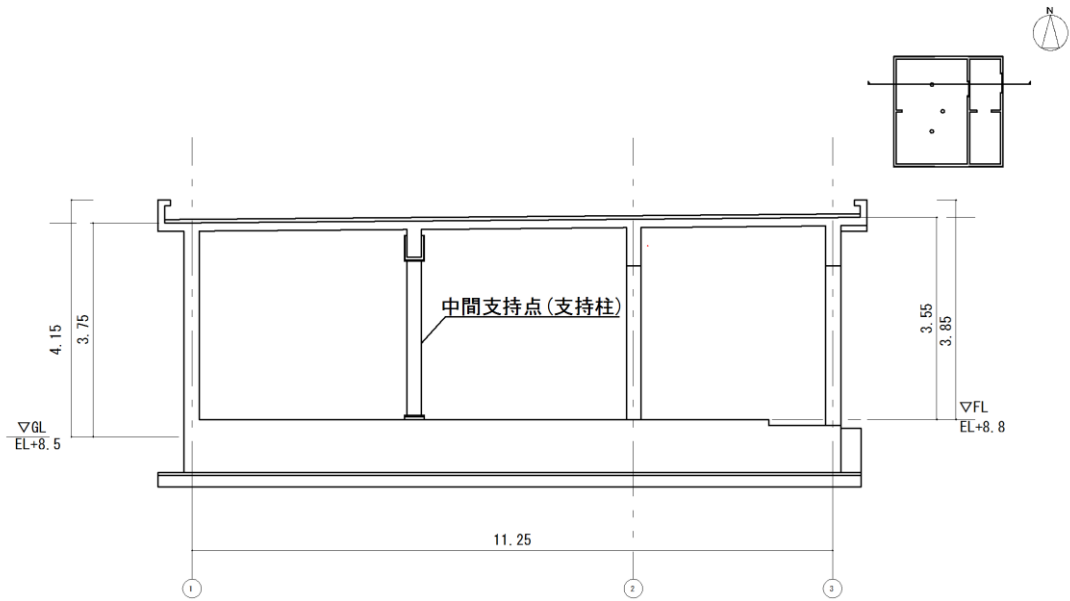
排気筒モニタ室は、高さ約 4.2m の平屋で、平面が約 11.6m（南北方向）×約 11.5m（東西方向）の鉄筋コンクリート造の建物である。

排気筒モニタ室は、降下火砕物の堆積時に健全性を確保するため、梁の中間位置に中間支持点（支持柱）を設置する補強工事をを行う計画とする。

排気筒モニタ室の概略平面図を第 1-1 図に、概略断面図を第 1-2 図に示す。



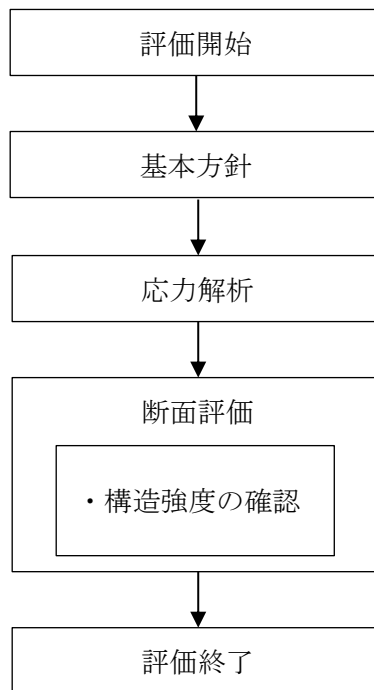
第 1-1 図 排気筒モニタ室 平面図 (単位 : m)



第 1-2 図 排気筒モニタ室 断面図 (単位 : m)

(3) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重に対して、応力解析による断面の評価を行うことで、建物の構造強度の確認を行う。評価は補強計画を反映した条件に基づくものとする。第 1-3 図に建物の評価フローを示す。



第 1-3 図 建物の評価フロー

(4) 適用規格・基準等

本評価において、準拠する規格基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社) 日本建築学会）
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（(社) 日本建築学会）

2. 評価方法

排気筒モニタ室の評価対象部位は、屋根スラブ、梁及び支持柱とする。

(1) 評価方針

降下火砕物の堆積荷重と堆積荷重以外の荷重の組合せの結果、発生する応力等が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社) 日本建築学会）」（以下「RC-N 規準」という。）及び「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（(社) 日本建築学会）」（以下「S 規準」という。）を参考に、各々設定した許容限界を超えないことを確認する。

(2) 荷重及び荷重の組合せ

a. 荷重

(a) 固定荷重 (DL)

固定荷重を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 固定荷重 (DL)

部位		固定荷重 (DL)
屋根スラブ		5400N/m ²
梁	小梁	4050N/m
	大梁	5250N/m
支持柱		704N/m (71.8kgf/m)

(b) 積載荷重 (LL)

積載荷重を第 2-2 表に示す。

第 2-2 表 積載荷重 (LL)

積載荷重 (LL)
981N/m ²

(c) 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重 (SNL)
700N/m ²

(d) 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重を第 2-4 表に示す。

第 2-4 表 降下火砕物の堆積荷重 (VAL)

降下火砕物の堆積荷重 (VAL)
8,238N/m ²

b. 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 2-5 表に示す。

第 2-5 表 荷重の組合せ

部位	荷重の組合せ
屋根スラブ 梁, 支持柱	DL+LL+SNL+VAL

(3) 許容限界

応力評価解析における排気筒モニタ室の許容限界を第 2-6 表に示す。また、各材料の評価基準値を第 2-7 表～第 2-9 表に示す。

第 2-6 表 応力評価解析における許容限界

要求性能	機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	屋根スラブ 梁, 支持柱	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度 ^{※1}

※1 「RC-N 規準」又は「S 規準」の短期許容応力度で評価

以上より、許容限界は短期許容応力度を用いて評価を行う。

第 2-7 表 コンクリートの設計基準強度及び評価基準値

設計基準強度 F _c	評価基準値 (N/mm ²)	
	圧縮	せん断
20.6N/mm ² (210kgf/cm ²)	13.73	1.03

第 2-8 表 鉄筋の材料及び評価基準値

鉄筋種類	評価基準値 (N/mm ²)	
	引張及び圧縮	せん断
SD345 (SD35)	345	345

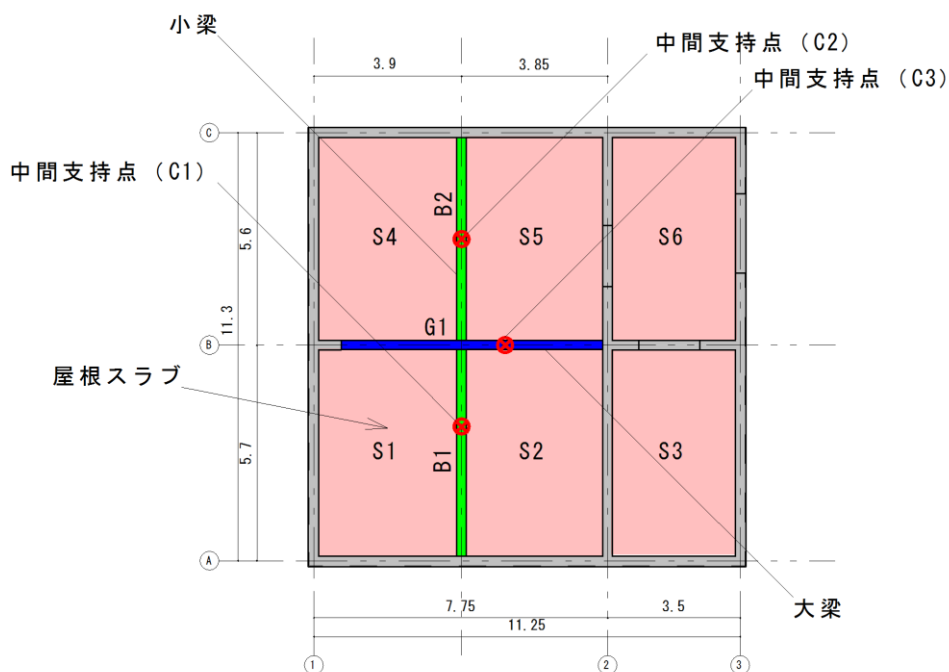
第 2-9 表 鋼材の基準強度及び評価基準値

鋼材種類	板厚 (mm)	基準強度 F (N/mm ²)	評価基準値 (N/mm ²)	
			引張	圧縮及び曲げ
SS400	T ≤ 40	235	235	235

3. 応力解析

評価対象部位を第 3-1 図に、応力解析に用いる材料物性値を第 3-1 表（コンクリート）及び第 3-2 表（鋼材）に示す。

各評価対象部位の応力解析の方針及び部材諸元を以下に示す。



第 3-1 図 評価部材位置図 (単位 : m)

第 3-1 表 コンクリートの物性値

設計基準強度 F_c	ヤング係数 (N/mm^2)
20.6 N/mm^2 (210 kgf/cm^2)	2.15×10^4

第 3-2 表 鋼材の物性値

鋼材種類	ヤング係数 (N/mm^2)
SS400	2.05×10^5

(1) 屋根スラブ

- ・ 四辺支持の長方形スラブとして応力解析を行う。
- ・ 曲げモーメントについては、各屋根スラブの上端、下端が同配筋であることから、部材の中で曲げモーメントが最大となる両端部に対して下式によ

り評価する。

$$M = (1/12) \times W_x \times L_x^2$$

$$W_x = L_y^4 \times W / (L_x^4 + L_y^4)$$

M : 短辺方向両端部曲げモーメント

L_x : 短辺スパン (mm)

L_y : 長辺スパン (mm)

W : 荷重 (N/mm²)

- せん断力については、部材の中でせん断力が最大となる短辺方向に対して下式により評価する。

$$Q = \gamma \times W \times L_x \times 10^3$$

Q : 単位幅 (1 mとする) あたりの短辺方向せん断力 (N/m)

γ : 辺長比に基づく係数 (0.52 とする)

W : 荷重 (N/mm²)

L_x : 短辺スパン (mm)

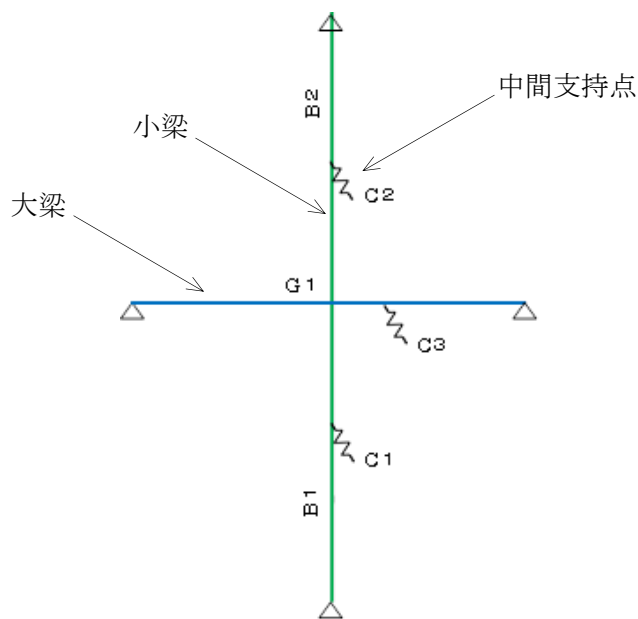
- 検討部材の形状及び寸法を第 3-3 表に示す。

第 3-3 表 検討部材の形状・寸法 (屋根スラブ)

部材	スラブ厚 (mm)	設計配筋 SD345 (SD35)	スパン (mm)	
			短辺	長辺
S1	150	上端・下端共 短辺 : D13@200 長辺 : D13@300	3650	5450
S2			3600	5450
S3			3250	5450
S4			3650	5350
S5			3600	5350
S6			3250	5350

(2) 梁

- 応力解析モデルは小梁及び大梁を線材でモデル化した交差梁モデルとする。
- 中間支持点は支持柱の軸剛性を評価した軸ばねとしてモデル化する。
- 第 3-2 図に解析モデルの概要を示す。
- 屋根スラブから伝達される荷重は荷重負担する支配面積に応じて各梁に負荷する。
- 解析コードは KANSAS Ver. 6.01 を用いる。
- 検討部材の断面寸法及び設計配筋を第 3-4 表に示す。



第 3-2 図 解析モデル概要図 (梁)

第 3-4 表 検討部材の断面寸法及び設計配筋 (梁)

部材		断面寸法 (mm)	設計配筋 : SD345 (SD35)	
		幅×せい	主筋 (上端・下端共)	せん断補強筋
小梁	B1	250×600	2-D22	D13@200
	B2			
大梁	G1	250×800	4-D22	D13@200

(3) 支持柱

- ・梁の応力解析において中間支持点の反力として得られる荷重を，梁から伝達される荷重として考慮する。
- ・検討部材の形状及び寸法を第 3-5 表に示す。

第 3-5 表 検討部材の形状・寸法 (支持柱)

部材	鋼材断面	部材長 (mm)
C1, C2, C3	H-250×250×9×14 (SS400)	2850

4. 断面評価

各評価対象部位の断面評価の方法を以下に示す。

(1) 屋根スラブ

「RC-N 規準」に基づき，次式をもとに計算した曲げモーメント及びせん断力による応力度等が許容限界を超えないことを確認する。

a. 曲げモーメントに対する評価

曲げモーメントに対する単位幅（1m）あたりの必要鉄筋量を次式により算定し、必要鉄筋量が設計配筋量以下であることを確認する。

$$\text{req}A_t = M / (f_t \times j)$$

reqA_t : 必要鉄筋量 (mm²/m)

M : 曲げモーメント (N・mm/m)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²)

j : (7/8) × d (mm)

d : 有効せい (mm)

b. せん断力に対する評価

せん断力により生じるせん断応力度を次式により算定し、許容せん断応力度以下であることを確認する。

$$\tau = Q / (b \times j)$$

τ : せん断応力度 (N/mm²)

Q : 単位幅（1 mとする）あたりのせん断力 (N/m)

b : 単位幅 (1000mm)

j : (7/8) × d (mm)

d : 有効せい (mm)

(2) 梁

「RC-N 規準」に基づき、次式をもとに計算した曲げモーメント及びせん断力による応力度等が許容限界を超えないことを確認する。

a. 曲げモーメントに対する評価

曲げモーメントに対する必要鉄筋量を次式により算定し、必要鉄筋量が設計配筋量以下であることを確認する。

$$\text{req}A_t = M / (f_t \times j)$$

reqA_t : 必要鉄筋量 (mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²)

j : (7/8) × d (mm)

d : 有効せい (mm)

b. せん断力に対する評価

コンクリート及び鉄筋の評価基準値をもとに部材の許容せん断力を次式により算定し、部材に生じるせん断力が許容せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_{AS} = b \times j \times \{ \alpha \times f_s + 0.5 \times w f_t \times (p w - 0.002) \}$$

$$\alpha = 4 / (M / Q / d + 1) \text{ かつ } 1 \leq \alpha \leq 2$$

Q_{AS} : 許容せん断応力 (N)

b : 梁幅 (mm)

j : (7/8) × d (mm)

- f s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)
- w f t : せん断補強筋の短期許容引張応力度 (N/mm²)
- p w : あばら筋比
- M : 最大曲げモーメント (N)
- Q : 最大せん断力 (N)
- d : 有効せい (mm)

(3) 支持柱

「S 規準」に基づき、次式をもとに計算した軸力（圧縮）による圧縮応力度が鋼材の許容圧縮応力度 f_c を超えないことを確認する。

$$\sigma_c = N / A$$

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

N : 軸力 (N)

A : 鋼材断面積 (mm²)

鋼材の許容圧縮応力度 f_c は以下の式により求める。

$$f_c = \frac{\left\{ 1 - 0.4 \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} F}{\nu} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$f_c = \frac{0.277F}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2} \quad (\lambda > \Lambda \text{ のとき})$$

$$f_c : \text{許容圧縮応力度 (N/mm}^2\text{)} \quad \Lambda : \text{限界細長比} \quad \Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}$$

$$f_t : \text{許容引張応力度 (N/mm}^2\text{)} \quad E : \text{ヤング係数}$$

$$\lambda : \text{圧縮材の細長比} \quad \nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

5. 評価結果

各評価対象部位のうち最も検定比が大きくなる部材について、屋根スラブの評価結果を第 5-1 表、第 5-2 表に、梁の評価結果を第 5-3 表、第 5-4 表に、支持柱の評価結果を第 5-5 表に示す。降下火砕物の堆積時において、発生応力度等が許容限界を超えず、排気筒モニタ室の構造強度が確保されることを確認した。

第 5-1 表 屋根スラブの評価結果（曲げモーメント）

部材		必要鉄筋量 (mm ² /m)	設計配筋量 (mm ² /m)	検定比
S1	短辺方向	522	635 (D13@200)	0.83

第 5-2 表 屋根スラブの評価結果（せん断力）

部材		せん断応力度 (N/mm ²)	許容せん断応力度 (N/mm ²)	検定比
S1	短辺方向	0.37	1.03	0.36

第 5-3 表 梁の評価結果（曲げモーメント）

部材		必要鉄筋量 (mm ²)	設計配筋量 (mm ²)	検定比
小梁	B1	404	774 (2-D22)	0.53
大梁	G1	436	1548 (4-D22)	0.29

第 5-4 表 梁の評価結果（せん断力）

部材		せん断力 (×10 ³ N)	許容せん断力 (×10 ³ N)	検定比
小梁	B1	117.9	296.4	0.40
大梁	G1	95.0	386.9	0.25

第 5-5 表 支持柱の評価結果

部材		圧縮応力度 (N/mm ²)	許容圧縮応力度 (N/mm ²)	検定比
C1		22.8	208.5	0.11

気中降下火砕物対策に係る検討について

平成29年12月14日に実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則（以下，「実用炉規則」という。）の一部改正で追加された，火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備については，保安規定認可までに対応を図る。

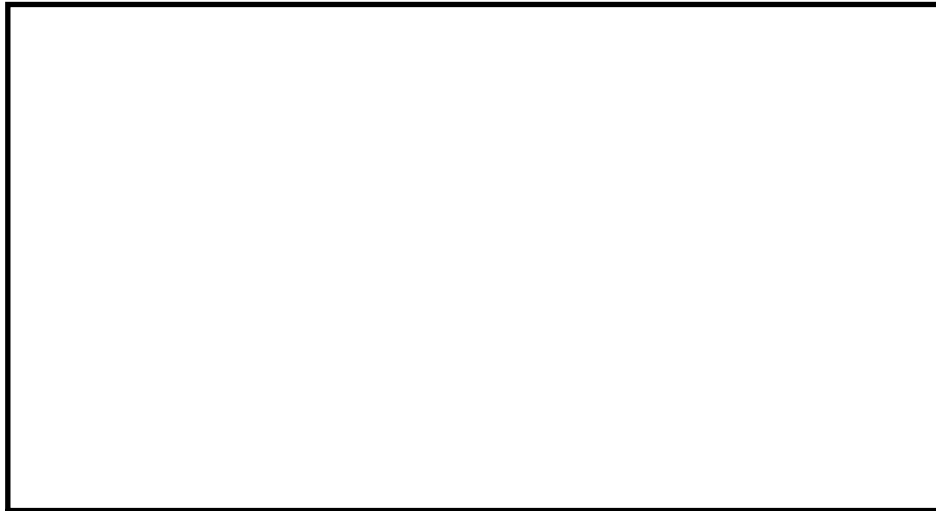
現在の対応状況を第23-1表に示す。

第23-1表 実用炉規則の一部改正に関する対応状況

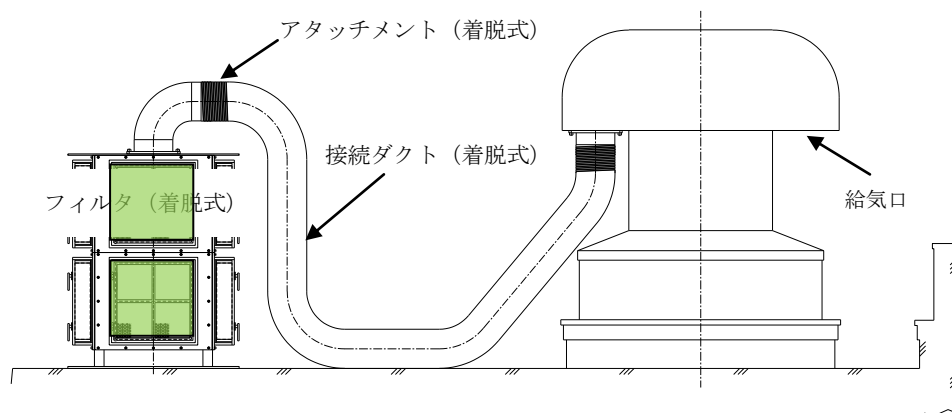
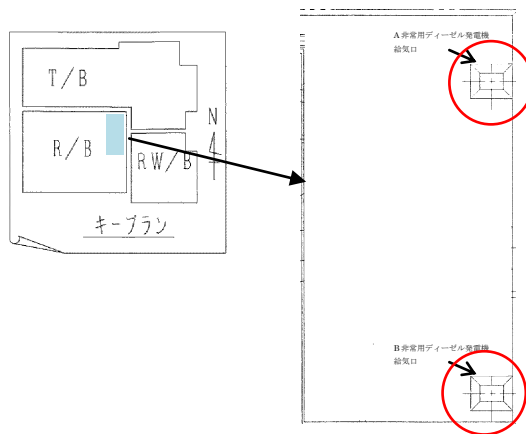
条項	規則	対応状況	
第83条 第1号 ロ	－	火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な次に掲げる事項を定め、これを要員に守らせること	－
	(1)	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること	・火山灰の取り込みを抑制するために非常用ディーゼル発電機の吸気に係る既設のフィルタに対して、実際の火山灰による閉塞試験結果を踏まえて、機能維持のための対策を行う。
	(2)	(1)に掲げるもののほか、火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること	炉心を冷却するための設備として、高圧代替注水系（HPAC）により対応する。
	(3)	(2)に掲げるもののほか、火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること	交流電源を必要としない原子炉隔離時冷却系（RCIC）を用いた、全交流動力電源喪失時の対応手順により対応する。

「実用炉規則第83条第1号ロ(1)」の対応としては、第23-1図のような対策が考えられる。

今後、気中降下火砕物濃度の環境下において、非常用ディーゼル発電機の機能を維持するために最適な対策を検討し、保安規定認可までに対応を図る。



非常用ディーゼル発電機 給気フィルタ (既設)



非常用ディーゼル発電機 給気フィルタ (対策案)

第 23-1 図 実用炉規則第 83 条第 1 号ロ (1) の対策案

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

気中降下火砕物濃度の算出について

1. 気中降下火砕物濃度の推定手法

試算に用いる大気中の降下火砕物濃度は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド(平成29年11月29日改正)」(以下「ガイド」という。)の添付1「気中降下火砕物濃度の推定手法について」に定められた手法により推定した気中降下火砕物濃度とする。ガイドに定められている手法は以下の2つである。

- a. 降灰継続時間を仮定して、降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法
- b. 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法

2. 気中降下火砕物濃度の算出方法

島根原子力発電所では、上記手法のうち a の手法により気中降下火砕物の濃度を推定した。本手法は、原子力発電所の敷地において発電所の運用期間中に想定される降下火砕物が降灰継続時間(24時間)に堆積したと仮定し、降下火砕物の粒径の割合から求められる粒径毎の堆積速度と終端速度から算出される粒径毎の気中濃度の総和を気中降下火砕物濃度として求める。以下に計算方法を示す。

島根原子力発電所における入力条件及び計算結果を表1, 2に示す。

粒径 i の降下火砕物の降灰量 W_i は

$$W_i = p_i W_T \quad (p_i : \text{粒径 } i \text{ の割合} \quad W_T : \text{総降灰量}) \cdots (A)$$

で表され、粒径 i の堆積速度 v_i は

$$v_i = W_i / t \quad (t : \text{降灰継続時間}) \cdots (B)$$

粒径 i の気中濃度 C_i は

$$C_i = v_i / r_i \quad (r_i : \text{粒径 } i \text{ の降下火砕物の終端速度}) \cdots (C)$$

で表され、気中降下火砕物濃度 C_T は

$$C_T = \sum_i C_i \quad \cdots (D)$$

となる。

表1 気中降下火砕物濃度の入力条件及び計算結果

入力条件		数値	備考
①	降灰継続時間 t [h]	24	ガイドより
②	堆積層厚 [cm]	56	島根原子力発電所で想定する降下火砕物堆積量
③	降下火砕物密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$	1	Tephra2における設定値
④	降下火砕物の総降灰量 W_T $[\text{g}/\text{m}^2]$	560,000	②×③× 10^4
⑤	粒径ごとの降灰量 W_i $[\text{g}/\text{m}^2]$	表2参照	粒径の割合は Tephra2 によるシミュレーション結果を使用
⑥	粒径ごとの堆積速度 v_i $[\text{g}/\text{s}\cdot\text{m}^2]$	表2参照	(B) 式
⑦	粒径ごとの終端速度 r_i [m/s]	表2参照	Suzuki (1983) 参考
⑧	粒径ごとの気中濃度 C_i $[\text{g}/\text{m}^3]$	表2参照	(C) 式
⑨	気中降下火砕物濃度 C_T $[\text{g}/\text{m}^3]$	8.8	(D) 式

表2 粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径 i ϕ (μm)	-1~0 (1,414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~5 (44)	5~6 (22)	6~7 (11)	合計
割合 p_i (wt%)	0.00	32.25	39.50	19.00	7.65	1.45	0.09	0.00	
降灰量 W_i (g/m^2)	0	180,600	221,200	106,400	42,840	8,120	511	0	$W_T=560,000$
堆積速度 v_i $[\text{g}/\text{s}\cdot\text{m}^2]$	0.00	2.090	2.560	1.231	0.496	0.094	0.006	0.00	
終端速度 r_i (m/s)	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
気中濃度 C_i (g/m^3)	0.000	1.161	2.560	2.463	1.417	0.940	0.197	0.000	$C_T=8.74$

島根原子力発電所 2 号炉
外部火災影響評価について

第6条：外部からの衝撃による損傷の防止
(外部火災)

目 次

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

添付資料

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

<概要>

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

1. 基本方針

1.1 基本事項

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

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

1.2 想定する外部火災

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

このことから、想定する外部火災は以下のとおりとする。

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

また、具体的な評価内容等については、以下のとおりである。

第 1.2-1 表 外部火災評価内容

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

・二次的影響
(ばい煙,
有毒ガス)
評価

1.3 防護対象施設 (添付資料-1)

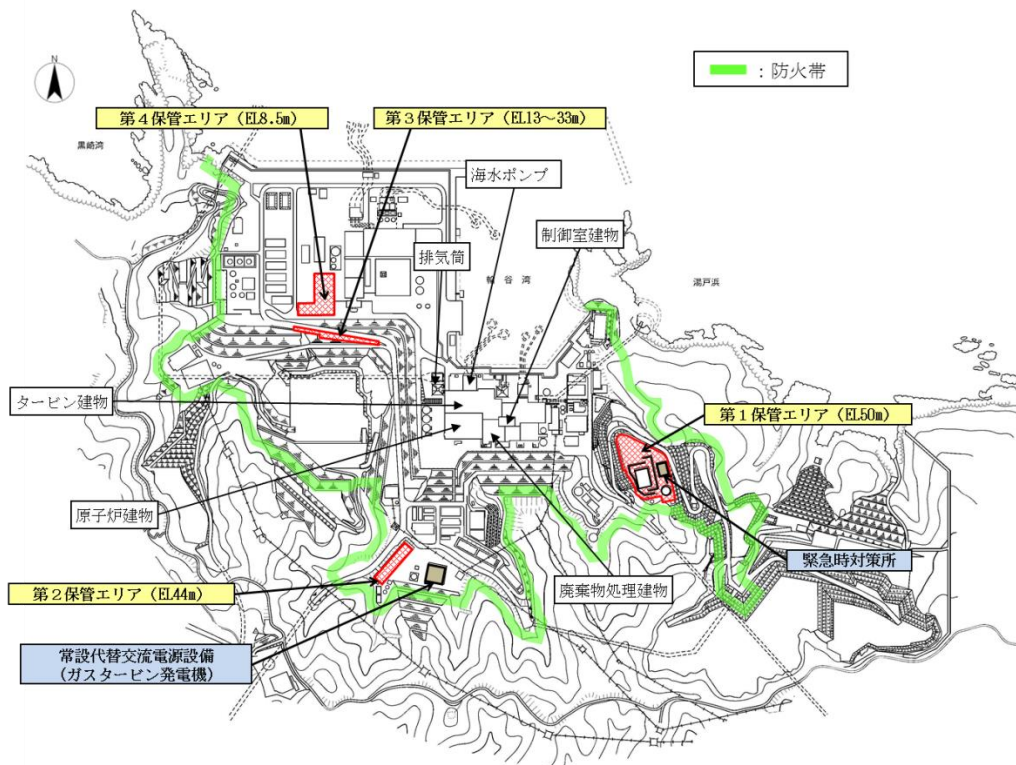
設置許可基準規則第 6 条における安全施設とは、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス 1、クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物、系統及び機器 (以下「安全重要度分類のクラス 1、クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物、系統及び機器」という。)とする。

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

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

また、設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準対象施

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



第 1.3-1 図 発電所構内全体図

2. 火災の影響評価

2.1 森林火災（添付資料-2）

2.1.1 評価内容

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

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

2.1.2 評価要領

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

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

（ケース1）

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

(ケース 2)

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

(ケース 3, 4)

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

(ケース 5)

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

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



第 2. 1. 2-1 図 発火点位置

2.1.3 評価結果

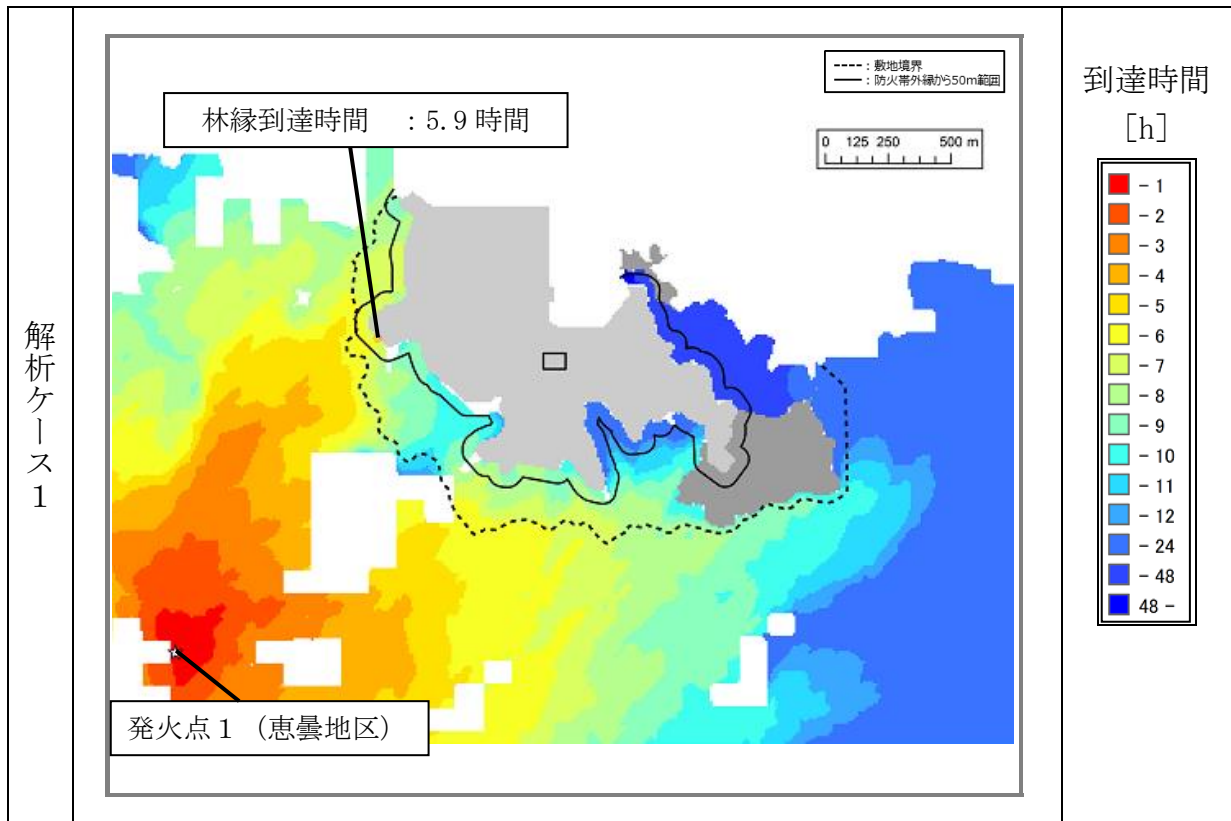
2.1.3.1 火災の到達時間の評価

(1) 火災到達時間

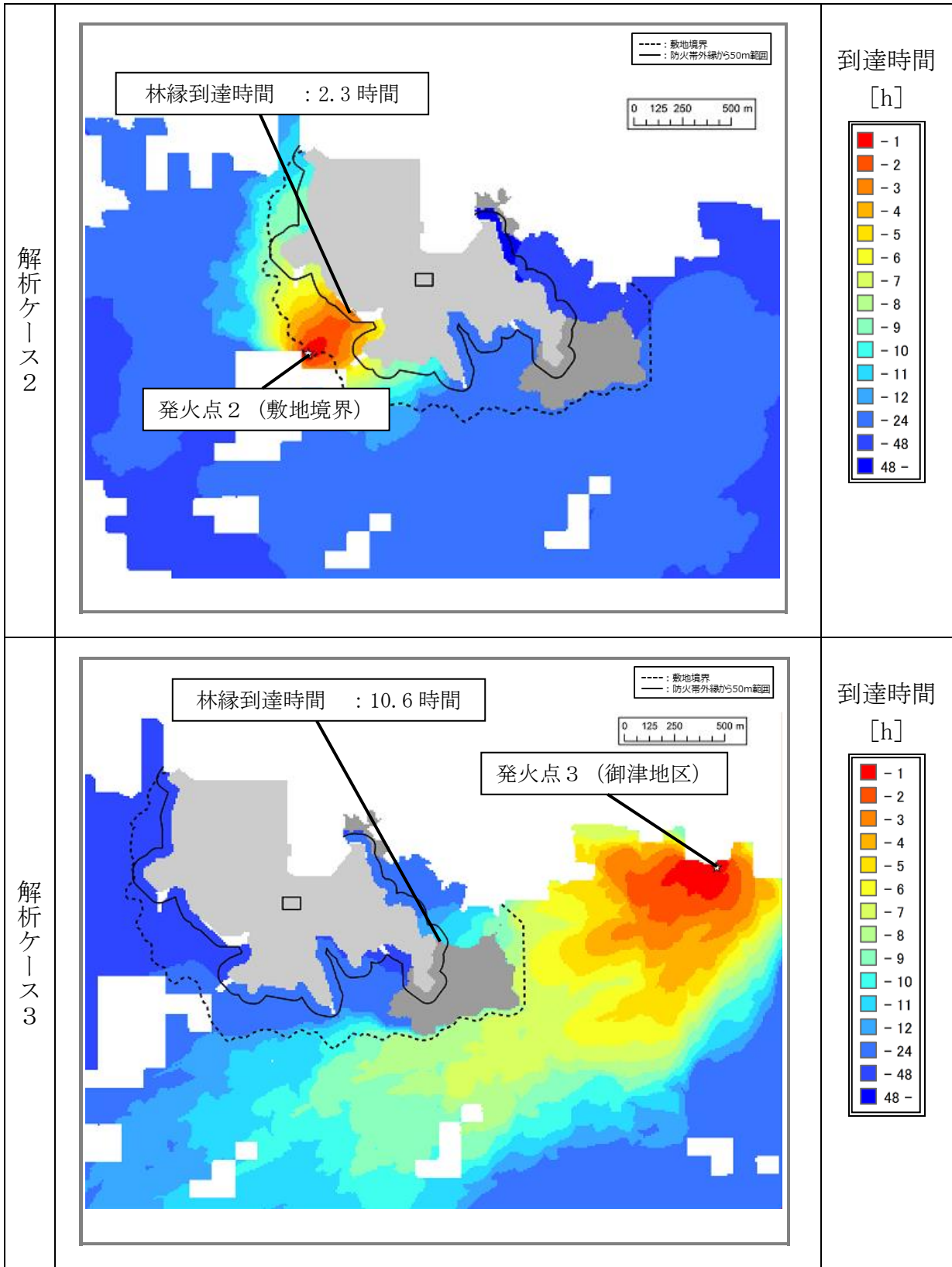
想定される森林火災による防火帯境界までの火災到達時間は、到達時間が短いケース2で2.3時間程度であることを確認する。

第2.1.3.1-1表 火災到達時間

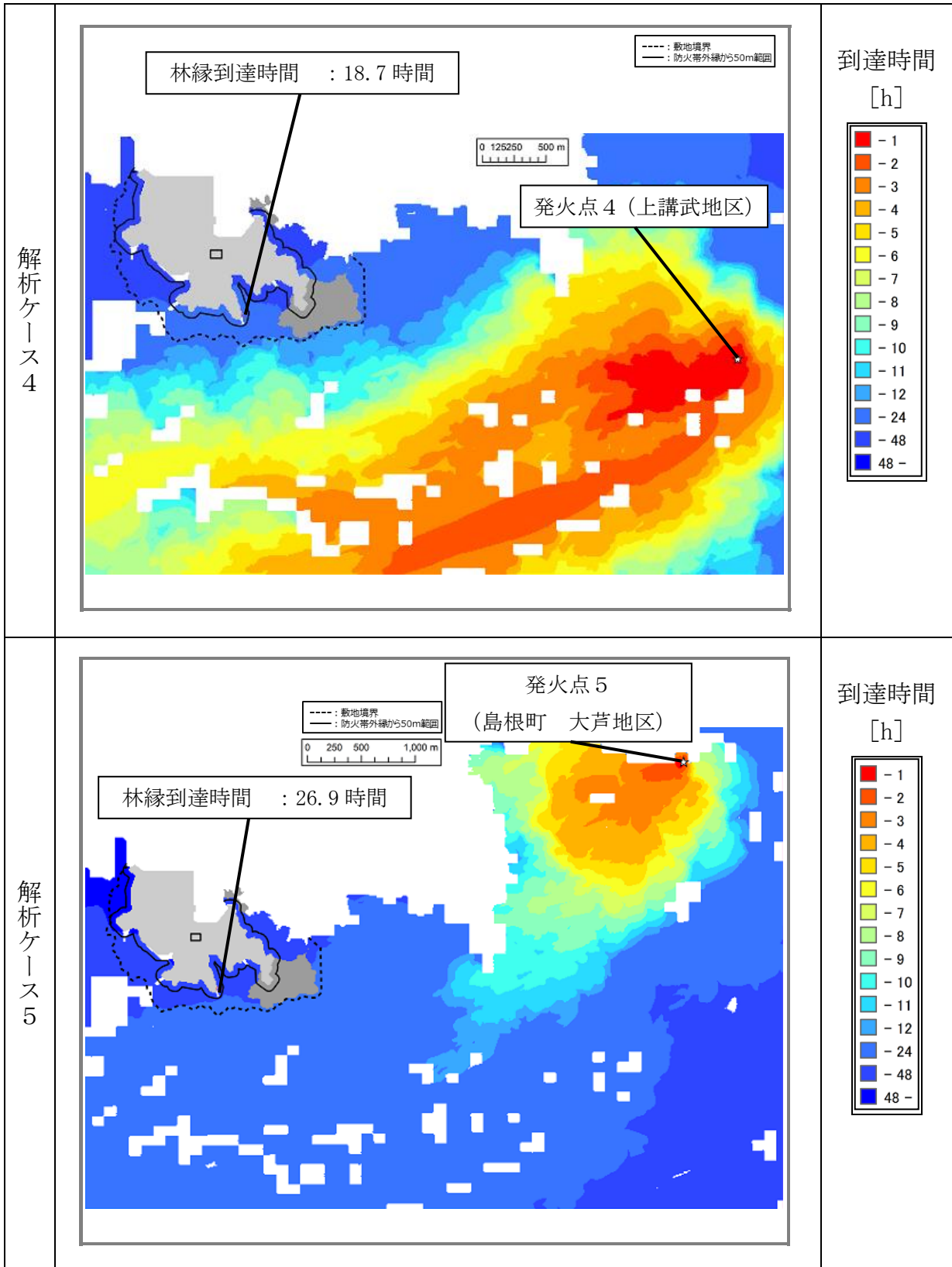
項目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
火災到達時間 [h]	5.9	2.3	10.6	18.7	26.9



第2.1.3.1-1図 火災到達時間分布 (ケース1)



第 2. 1. 3. 1-2 図 火災到達時間分布 (ケース 2, 3)



第 2. 1. 3. 1-3 図 火災到達時間分布 (ケース4, 5)

(2) 予防散水活動及び体制

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

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

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

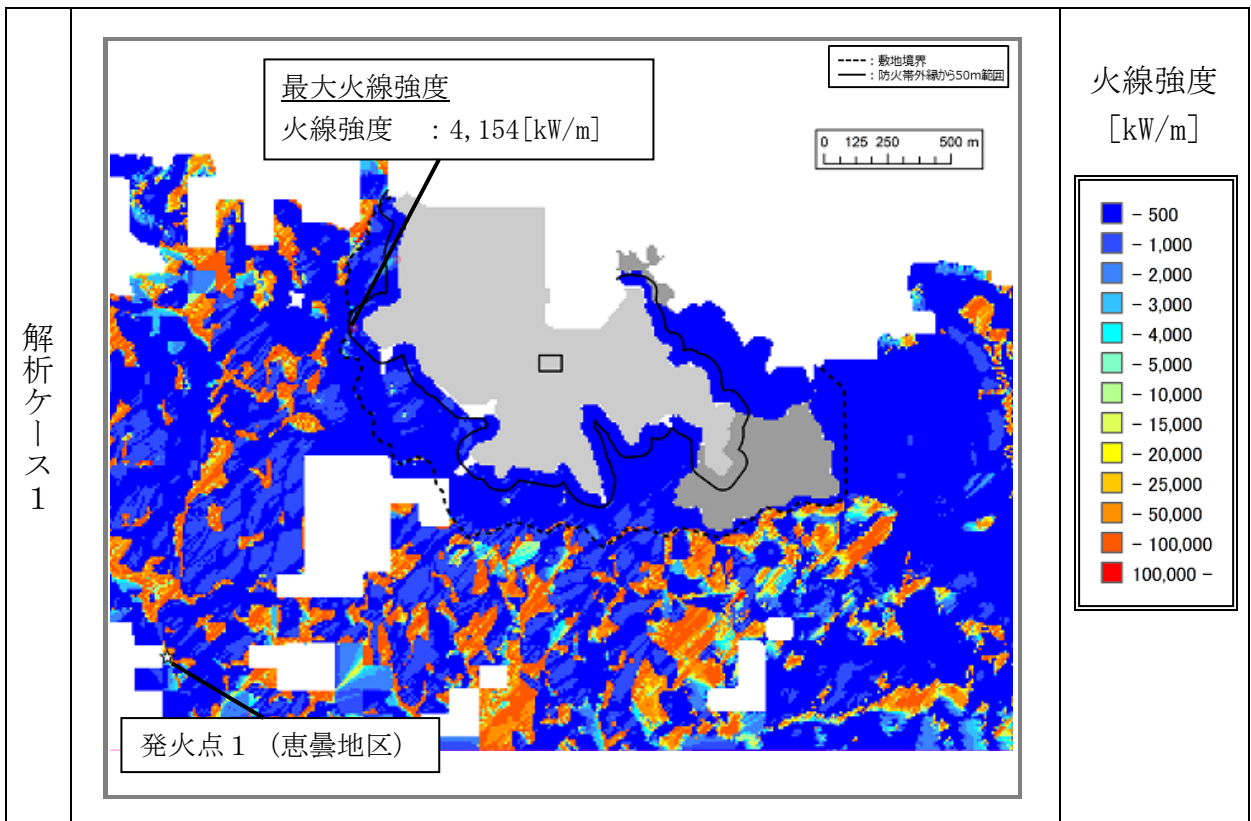
2.1.3.2 防火帯幅の評価

(1) 最大火線強度

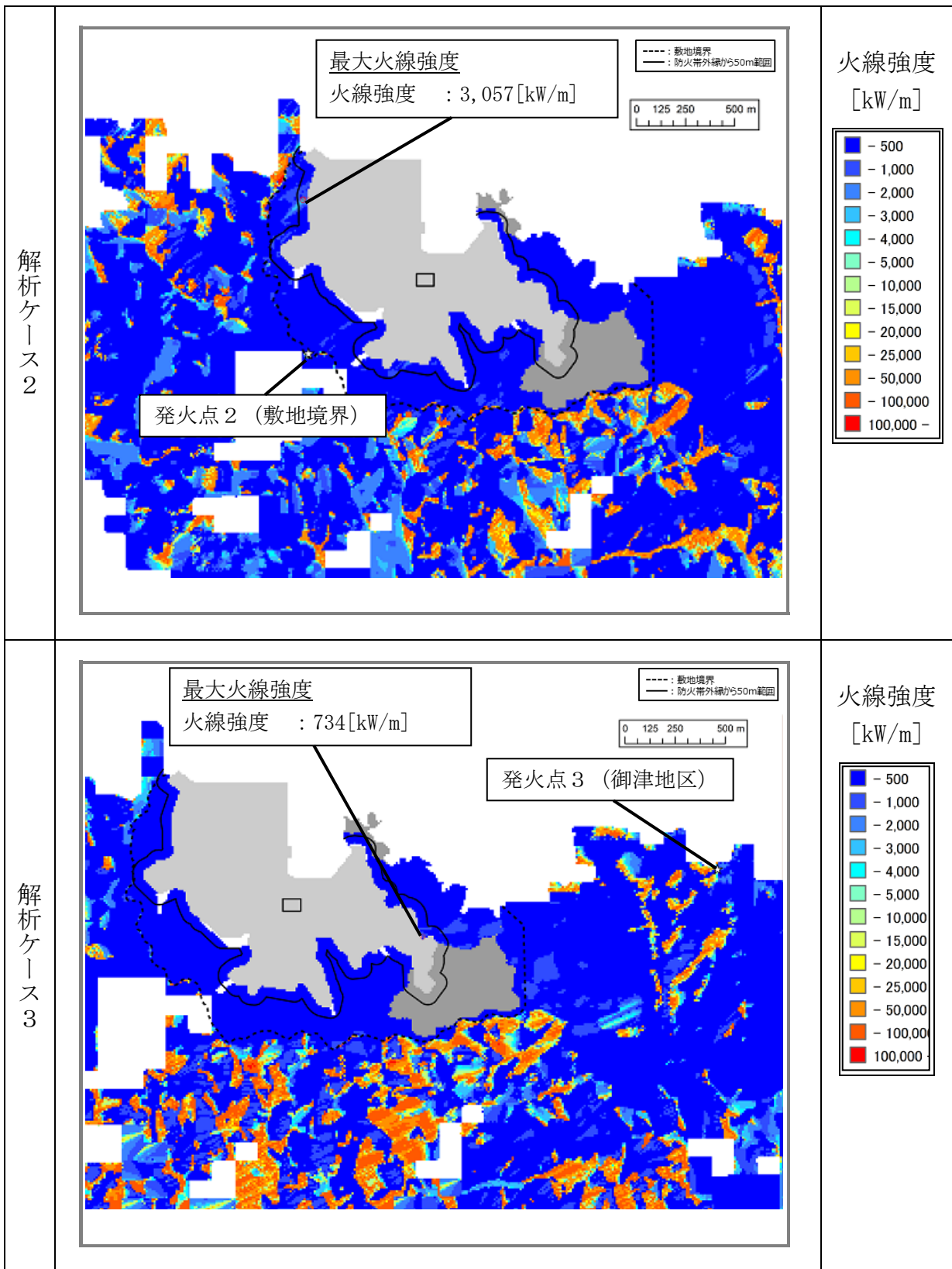
想定される森林火災による防火帯周辺50m範囲での最大火線強度は、火線強度が大きいケース1で4,154kW/mである。

第2.1.3.2-1表 最大火線強度

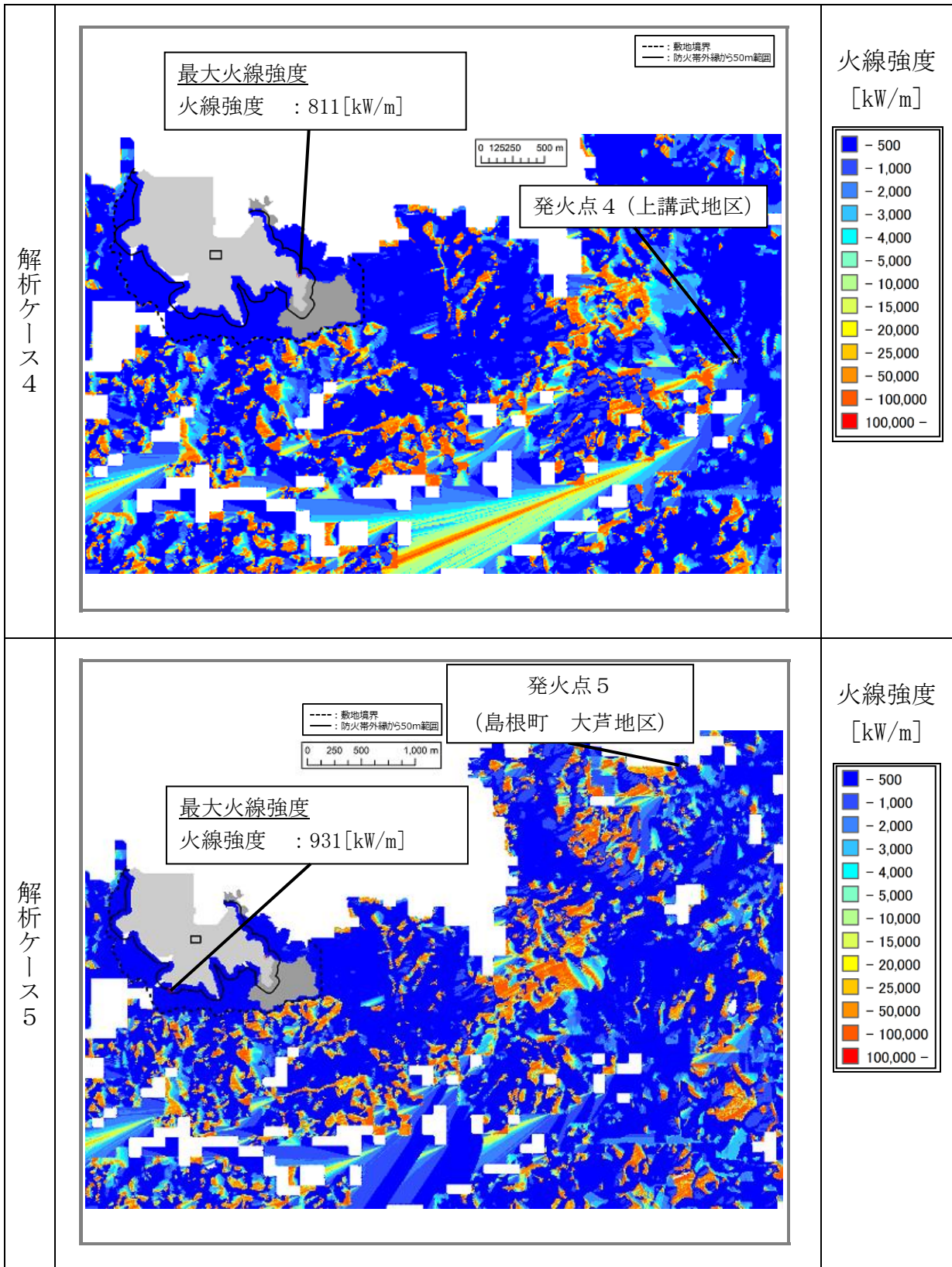
項目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
最大火線強度 [kW/m]	4,154	3,057	734	811	931



第2.1.3.2-1図 火線強度分布 (ケース1)



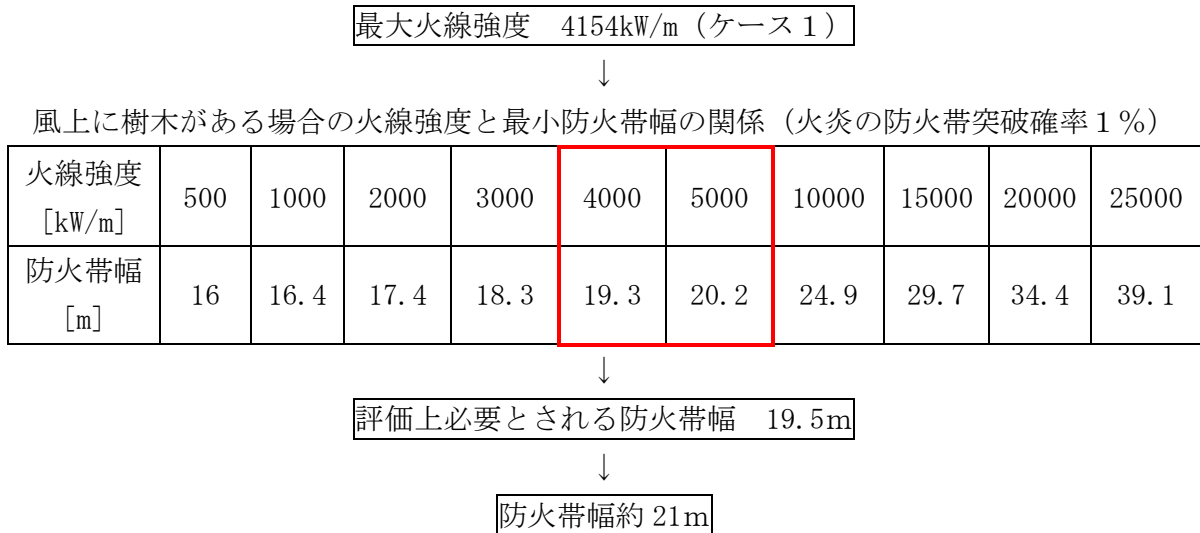
第 2. 1. 3. 2-2 図 火災到達時間分布 (ケース 2, 3)



第 2. 1. 3. 2-3 図 火災到達時間分布 (ケース 4, 5)

(2) 防火帯幅

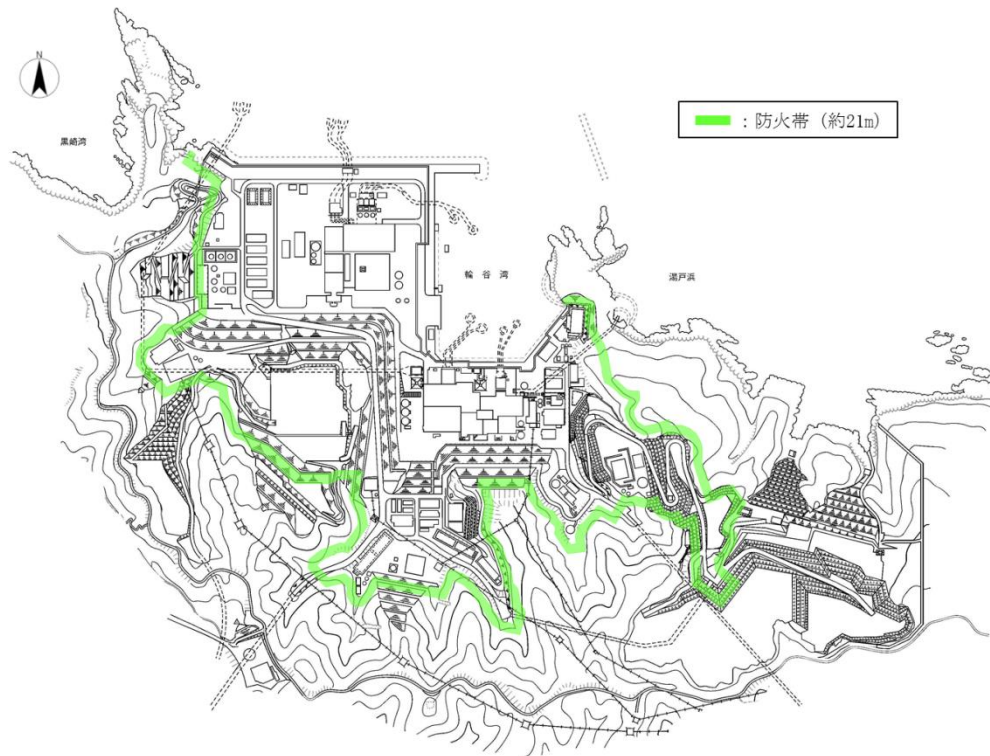
評価ガイドに基づき、防火帯周辺の最大火線強度（4,154kW/m）から「Alexander and Fogarty の手法（風上に樹木がある場合）」を用いて、必要な防火帯幅を算出した結果、森林部と防護対象施設間に必要な防火帯幅は19.5mとなった。これに対して、森林火災の延焼を防止するために、森林伐採を実施し、約21mの防火帯幅を確保し、延焼による防護対象施設への影響がないことを確認した。



第 2.1.3.2-4 図 防火帯幅の設定

(3) 防火帯設定の考え方

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



第 2. 1. 3. 2-5 図 防火帯位置

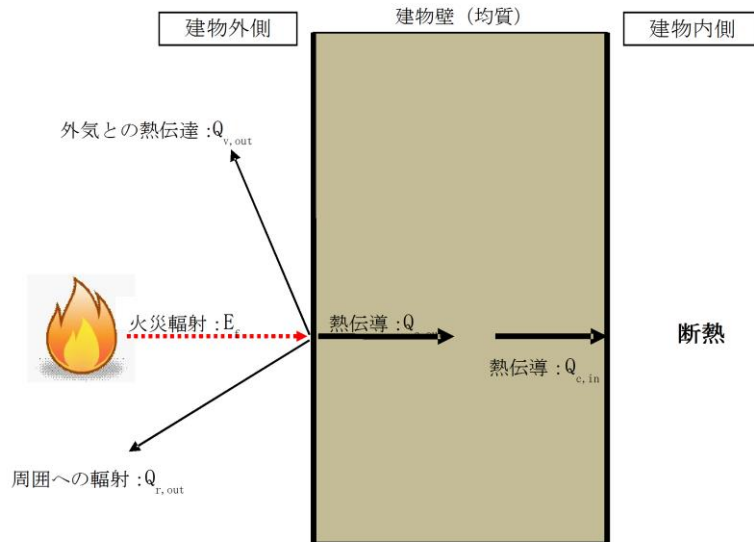
2. 1. 3. 3 発電用原子炉施設の熱影響評価

(1) 発電用原子炉施設外壁

森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) の出力から得られた火炎長や到達時間等より、発電用原子炉施設外壁のコンクリート表面温度を評価する。熱影響評価の結果、原子炉建物外壁のコンクリート表面温度は、最大でも約 63℃であり、許容温度 200℃ (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度) 以下であることを確認した。

第 2. 1. 3. 3-1 表 発電用原子炉施設外壁のコンクリート表面温度

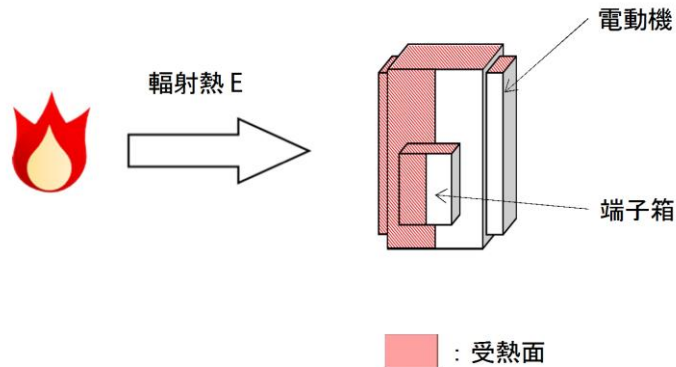
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
温度 [℃]	63	57	60	58	58
許容温度 [℃]	200				



第 2.1.3.3-1 図 発電用原子炉施設外壁の熱影響評価 (概念図)

(2) 海水ポンプ

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



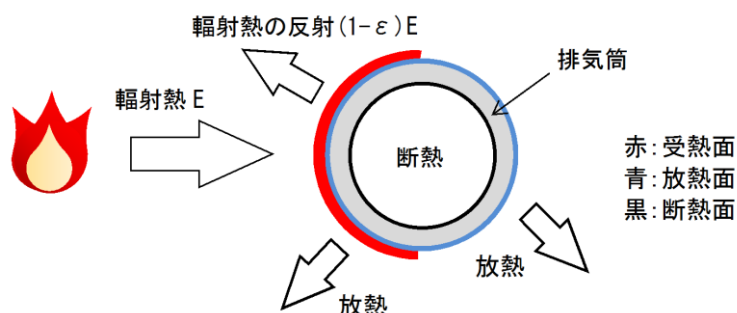
第 2.1.3.3-2 図 海水ポンプの熱影響評価 (概念図)

(3) 排気筒

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

なお, 排気筒は, 筒身と支持構造物で構成されており, 材料の物性値が同一

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



第 2.1.3.3-3 図 排気筒の熱影響評価 (概念図)

2.1.3.4 危険距離の評価

(1) 発電用原子炉施設外壁

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

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

第 2.1.3.4-1 表 危険距離の評価結果

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

(2) 海水ポンプ

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

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

(3) 排気筒

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

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

2.2 近隣の産業施設の火災・爆発（添付資料-3, 4, 5, 6）

2.2.1 評価内容

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

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

2.2.2 評価結果

2.2.2.1 石油コンビナート等の影響評価

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

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



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

2.2.2.2 敷地外危険物施設等の影響評価

(1) 敷地外危険物施設の影響評価

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

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



第2.2.2.2-1図 発電所近隣の危険物施設

a. 火災の影響評価

発電所敷地外で最も燃料保有量が多い施設は発電所敷地内の危険物施設（重油タンク）に比べ燃料保有量が少なく，さらに，最も近い危険物貯蔵施設は発電所敷地内の危険物施設（重油タンク）に比べ発電用原子炉施設までの離隔距離も遠いことから，重油タンクにて代表的に評価を行い，離隔距離が危険距離以上であることを確認した。

第2.2.2.2-1表 10km圏内における最大の危険物貯蔵施設の貯蔵量

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

第2.2.2.2-2表 重油タンクにおける危険距離の算出結果

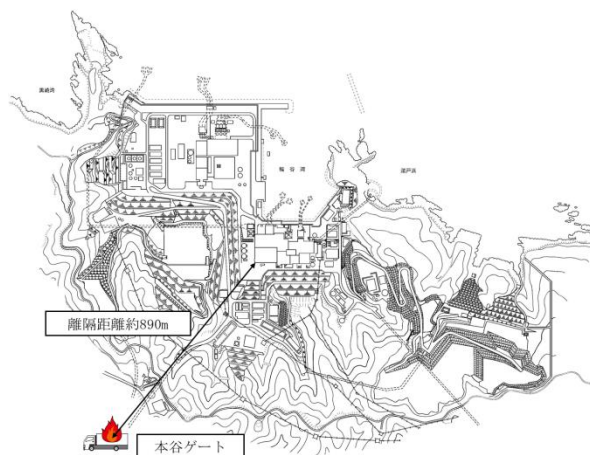
事業所名	種類	貯蔵量[kL]	危険距離	離隔距離
重油タンク (No. 1, 2, 3)	重油	2700	建物：63m 海水ポンプ：56m 排気筒：38m	約600m

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(2) 燃料輸送車両の影響評価

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

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



第2.2.2.2-2図 燃料輸送車両の離隔距離

a. 火災の影響評価

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

第2.2.2.2-3表 燃料輸送車両における危険距離の評価結果

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

b. ガス爆発の影響評価

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

第2.2.2.2-4表 燃料輸送車両における危険限界距離の評価結果

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

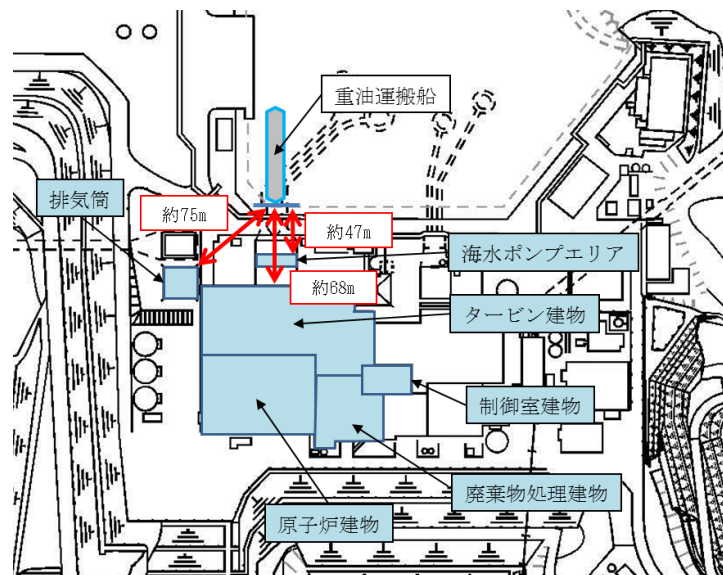
c. 二次的影響（飛来物）の影響評価

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

(3) 漂流船舶の影響評価

漂流船舶は、島根原子力発電所前面の海域に船舶の主要な航路がないことから、港湾内へ入港する船舶のうち積載量が最大の重油運搬船（積載量 1, 246kL）を想定する。

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



第2.2.2.2-3図 漂流船舶の離隔距離

a. 火災の影響評価

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

第2.2.2.2-5表 漂流船舶における危険距離の評価結果

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

b. ガス爆発の影響評価

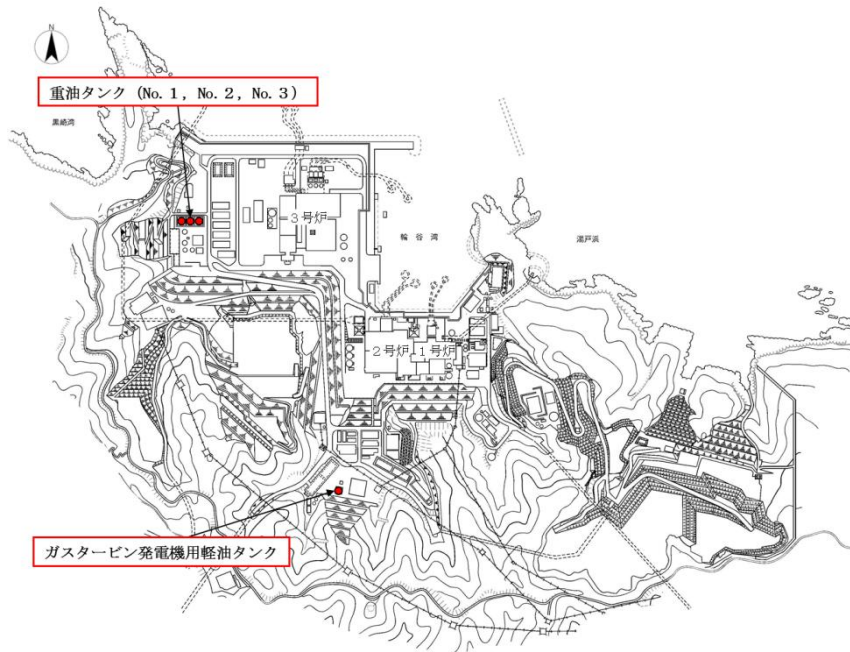
港湾内へ入港する最大規模の漂流船舶である重油運搬船については、重油が爆発する危険性はないことから、影響がないことを確認している。

2.2.2.3 敷地内危険物タンク等の影響評価

(1) 重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクの火災影響評価

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

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



第 2.2.2.3-1 図 危険物タンク等配置図

a. 建物外壁の熱影響評価

(a) 重油タンクの評価結果

重油タンクについて、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でタービン建物外壁が昇温されるものとして、コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果、建物外壁の表面の温度は約 52℃ となり、許容温度 200℃（火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度）を下回ることを確認した。

第 2.2.2.3-1 表 タービン建物外壁の温度評価結果

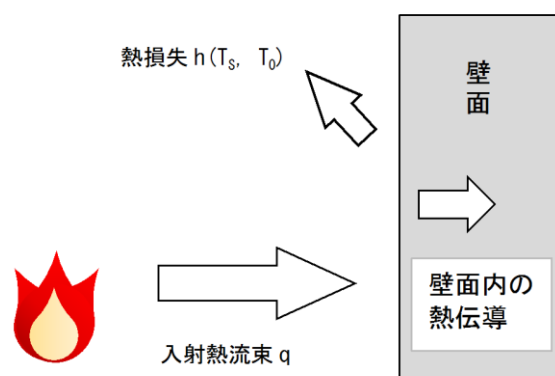
想定火災	燃料量	建物までの距離	評価結果 (建物外表面温度)
重油タンク (No. 1, 2, 3)	2,700kL	約 568~606m	52°C

(b) ガスタービン発電機用軽油タンクの評価結果

ガスタービン発電機用軽油タンクについて、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉建物外壁が昇温されるものとして、コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果、建物外壁の表面の温度は約 53°C となり、許容温度 200°C (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度) を下回ることを確認した。

第 2.2.2.3-2 表 原子炉建物外壁の温度評価結果

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



第 2.2.2.3-2 図 原子炉建物温度評価体系図

b. 屋外の評価対象施設への熱影響評価

(a) 海水ポンプ

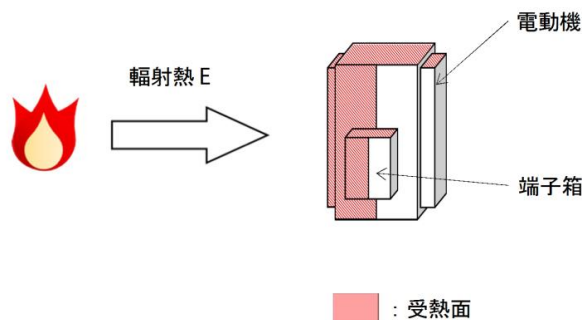
(a-1) 重油タンク (No. 1, 2, 3)

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

(a-2) ガスタービン発電機用軽油タンク

海水ポンプについて温度上昇を評価した結果、海水ポンプの冷却空気

温度は約 23℃となり、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2. 2. 2. 3-3 図 海水ポンプ温度評価体系図

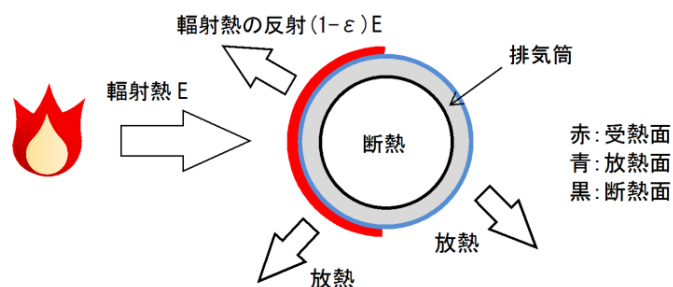
(b) 排気筒

(b-1) 重油タンク (No. 1, 2, 3)

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

(b-2) ガスタービン発電機用軽油タンク

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

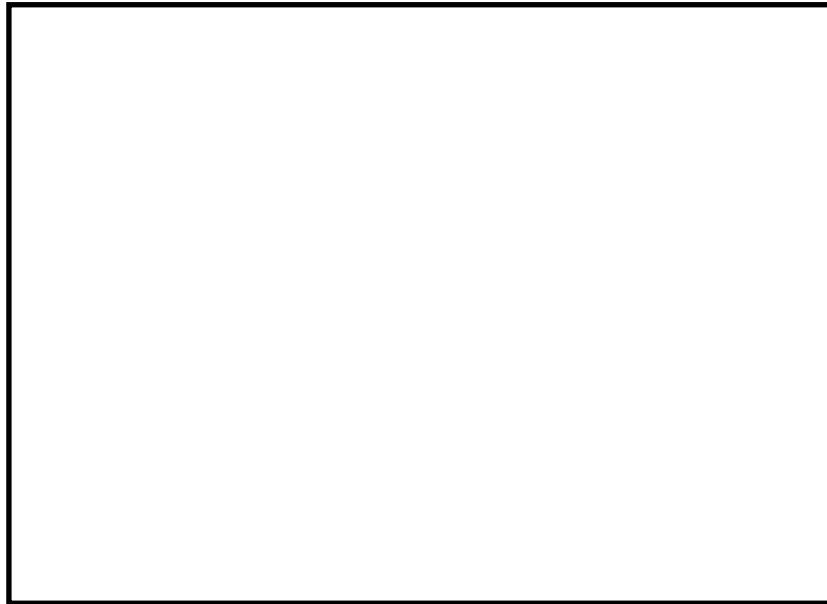


第 2. 2. 2. 3-4 図 排気筒温度評価体系図

(2) 変圧器の火災影響評価

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

なお、評価では防火設備の消火機能等には期待しない。



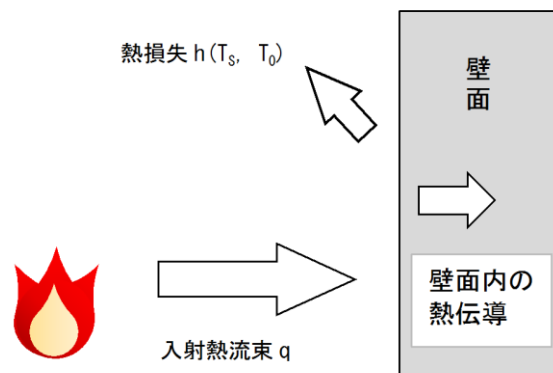
第 2. 2. 2. 3-5 図 変圧器の位置

a. 建物外壁の熱影響評価

主変圧器について、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でタービン建物外壁が昇温されるものとして、コンクリートの表面の温度上昇を評価した結果、建物外壁の表面の温度は約 187°C となり、許容温度 200°C (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度) を下回ることを確認した。

第 2. 2. 2. 3-3 表 タービン建物外壁の温度評価結果

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



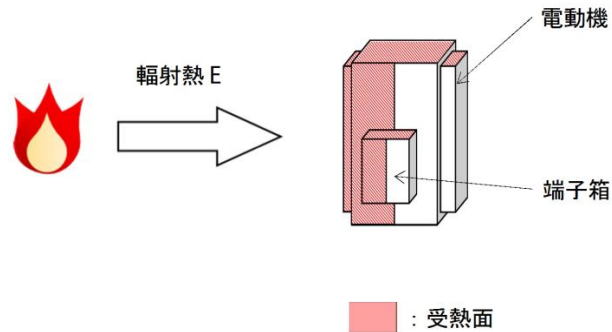
第 2. 2. 2. 3-6 図 タービン建物温度評価体系図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

b. 屋外の評価対象施設への熱影響評価

(a) 海水ポンプ

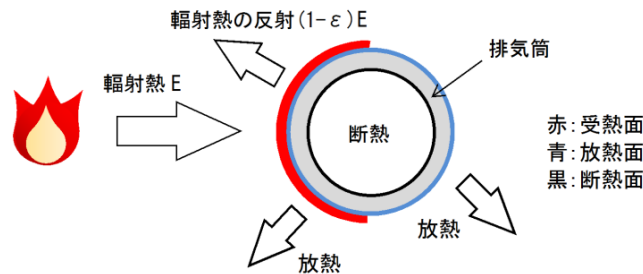
海水ポンプについて温度上昇を評価した結果，海水ポンプの冷却空気温度は約 30℃となり，海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2.2.2.3-7 図 海水ポンプ温度評価体系図

(b) 排気筒

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

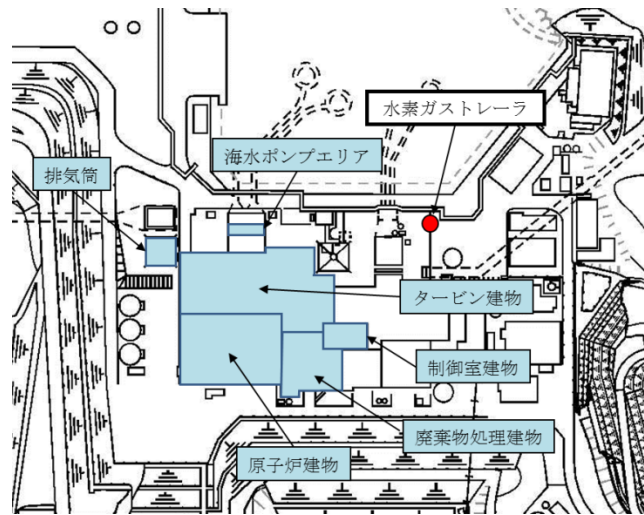


第 2.2.2.3-8 図 排気筒温度評価体系図

(3) 水素ガストレーラの火災影響評価

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

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



第 2. 2. 2. 3-9 図 水素ガストレーラの離隔距離

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

第2. 2. 2. 3-4表 2号炉水素ガストレーラにおける危険限界距離の評価結果

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

2.3 航空機墜落による火災（添付資料-7）

2.3.1 評価内容

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

2.3.2 評価結果

2.3.2.1 評価方法

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

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

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

2.3.2.2 離隔距離の算出

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

第2.3.2.2-1表 航空機カテゴリ別の離隔距離

カテゴリ	対象航空機	離隔距離[m]	輻射発散度[W/m ²]	輻射強度[W/m ²]
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	134	5.0×10^4	—※1
大型民間航空機	B747-400	108	5.0×10^4	1,805
小型民間航空機	Do228-200	142	5.0×10^4	—※2
空中給油機等	KC-767	284	5.8×10^4	182
その他の機種	F-15	32	5.8×10^4	1,546

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

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



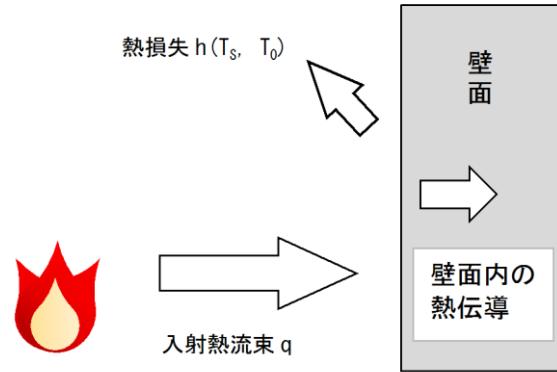
第2.3.2.2-1図 各航空機の落下位置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

2.3.2.3 火災影響評価結果

(1) 建物外壁面温度評価

航空機落下により，島根原子力発電所の敷地内で火災が発生した場合を想定したとしても，発電用原子炉施設外壁の温度が許容温度 200℃（火災時における短期温度上昇を考慮した場合において，コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度）を超えないことを確認した。



第 2.3.2.3-1 図 原子炉建物温度評価体系図

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

カテゴリ	燃料タンク 投影面積 [m ²]	輻射強度 [W/m ²]	燃焼継続 時間 [h]	評価温度 [℃]	許容温度 [℃]
大型民間航空機 (離着陸時)	700	—※1	—※1	—※1	200
大型民間航空機	700	1,805	1.86	91	200
小型民間航空機	32	—※2	—※2	—※2	200
空中給油機等	405.2	182	1.49	54	200
その他の機種	44.6	1,546	1.39	83	200

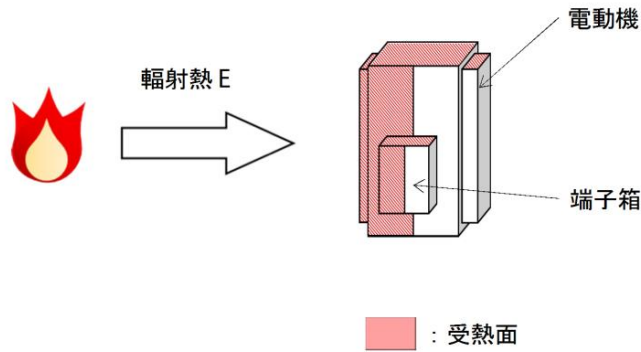
※ 1：大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ，離隔距離が離れていることから大型民間航空機の評価に包絡される。

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

(2) 屋外の評価対象施設への熱影響評価

(a) 海水ポンプ

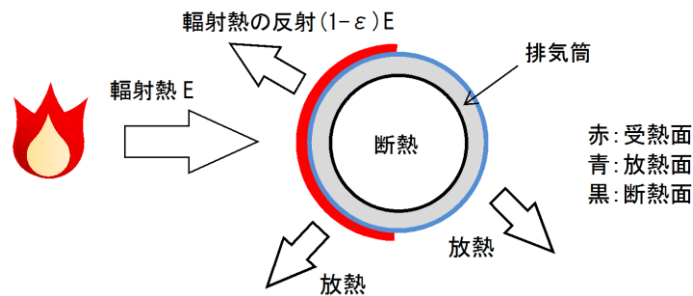
海水ポンプについて温度上昇を評価した結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 33℃となり、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃を下回ることを確認した。



第 2.3.2.3-2 図 海水ポンプ温度評価体系図

(b) 排気筒

排気筒について温度上昇を評価した結果、排気筒の温度は約 98℃となり、排気筒鋼材の許容温度 325℃を下回ることを確認した。



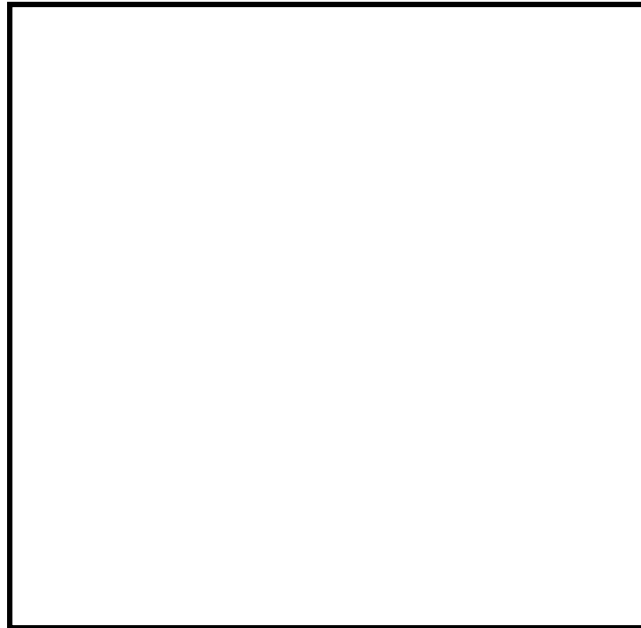
第 2.3.2.3-3 図 排気筒温度評価体系図

(3) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳について

a. 重畳する危険物タンクの選定

航空機落下確率が 10^{-7} [回/炉・年] となる航空機落下位置を踏まえると、航空機墜落による火災によって発火する可能性のある危険物タンクはないが、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を考慮し熱影響評価を実施する。

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



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

b. 熱影響評価結果

原子炉建物の熱影響評価を実施する。航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳が発生した場合を想定したとしても、発電用原子炉施設外壁の温度が許容温度 200℃（火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度）を超えないことを確認した。

第 2.3.2.3-2 表 原子炉建物外壁の熱影響評価結果

評価対象	外面温度 [°C]	許容温度 [°C]
航空機 (B747-400) + ガスタービン発電機用軽油タンク	109	200

2.4 二次的影響の評価（添付資料-8）

2.4.1 評価内容

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

2.4.2 評価結果

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

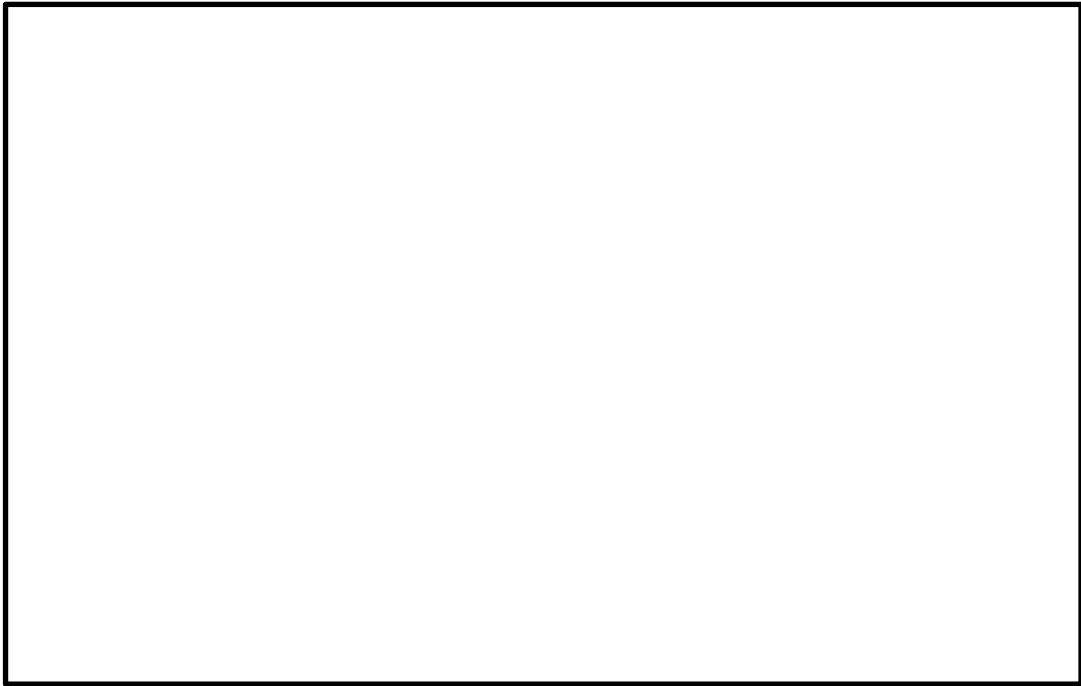
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 2.4.2-1 表 評価対象施設に対する影響評価結果

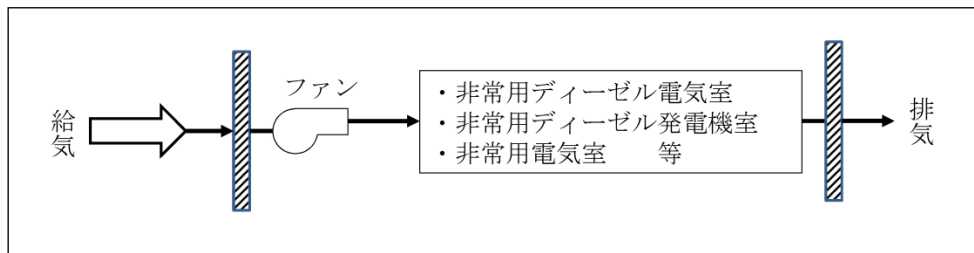
分類		対象設備	評価結果
機器への影響	外気を直接設備内に取り込む機器	非常用ディーゼル発電機 ^{※1}	<ul style="list-style-type: none"> ・ばい煙を機関内に吸い込むおそれがあるが、シリンダまでの通気経路の間隔よりばい煙の粒径が小さいため、通気経路が閉塞することなく、運転に影響はない。(第 2.4.2-1 図) ・通常運転においても燃料油(軽油)の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、機関に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。
	外気を取り込む空調系統	換気空調設備	<ul style="list-style-type: none"> ・外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

※1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む

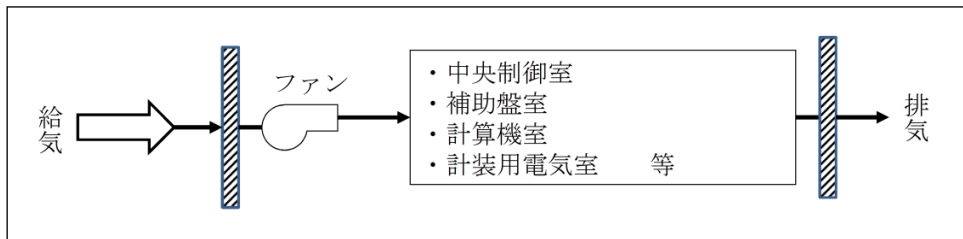
※2：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値



第2.4.2-1図 非常用ディーゼル機関

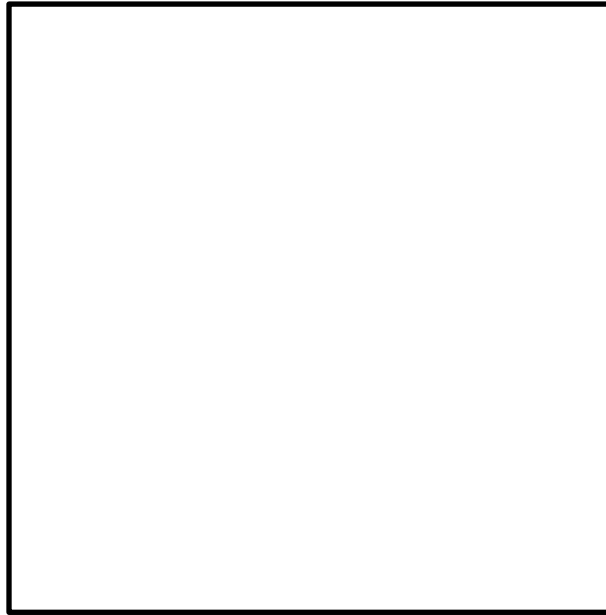


第2.4.2-2(a)図 原子炉建物附属棟空調換気系

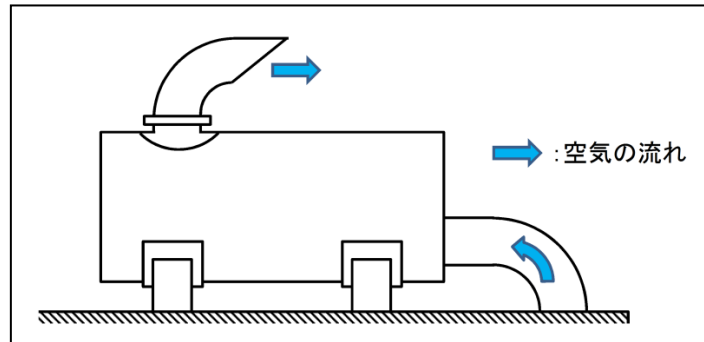


第2.4.2-2(b)図 中央制御室換気系

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

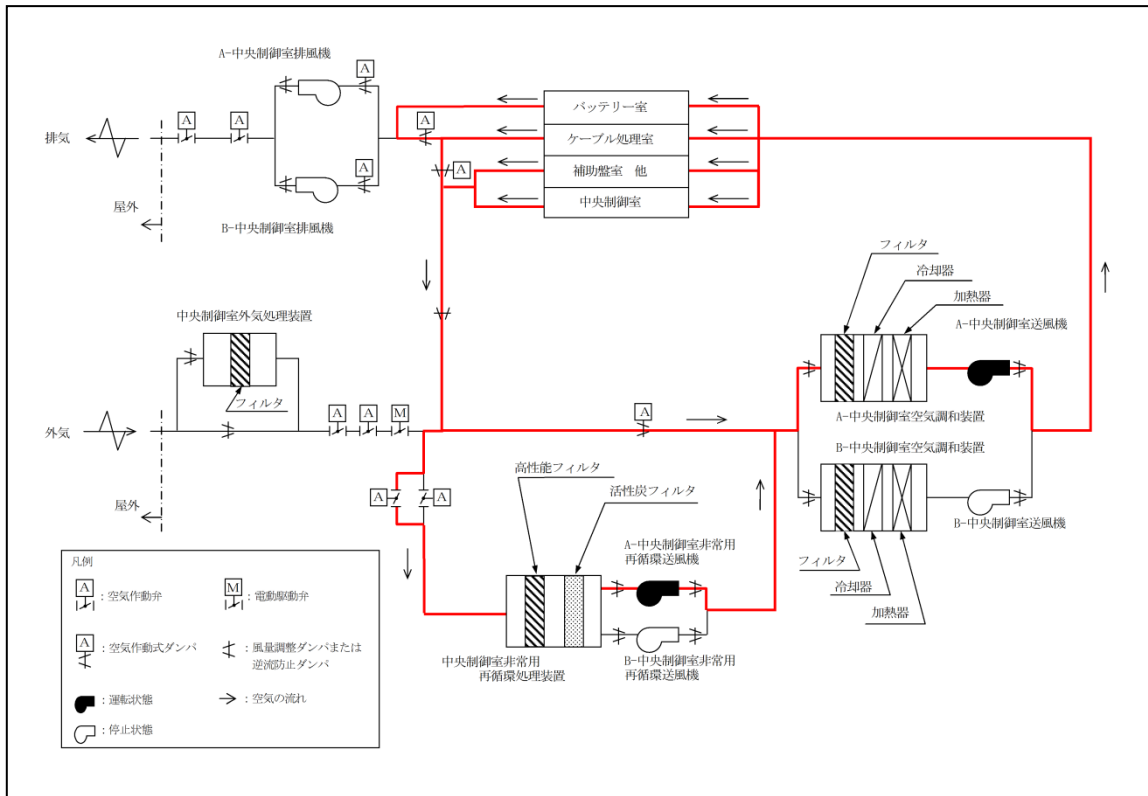


第2.4.2-3図 原子炉補機海水ポンプ電動機の冷却方式図



第2.4.2-4図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第2.4.2-5図 系統隔離運転モード（中央制御室）

第2.4.2-2表 外気遮断時の中央制御室の酸素・二酸化炭素濃度

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

外部火災影響評価対象の考え方について

1. 外部火災影響評価対象の考え方

原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第7条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）又は人為事象（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならないとされている。

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

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

(1) 外部事象防護対象施設

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

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

(2) その他の安全施設

その他の安全施設は、原則防火帯により防護し、建物内の設備は建物による防護、屋外設備は代替手段等で安全機能に影響がないことを確認する。（第4-2表）

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

(3) 重大事故等対処設備

設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準対象施設であり、重大事故等対処施設ではないが、設計基準を超える事象が発生した場合に使用する重大事故等対処施設が、その前段の設計基準事象の自然現象によって機能喪失することは回避するべきであることから、原則防火帯の内側に配置し外部火災の熱影響を回避する。（第 4-3 表）

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

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

2. 影響評価内容

(1) 熱影響評価について

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

(2) 二次的影響評価

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

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

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

c. 屋内設備で外気を直接取り込む設備

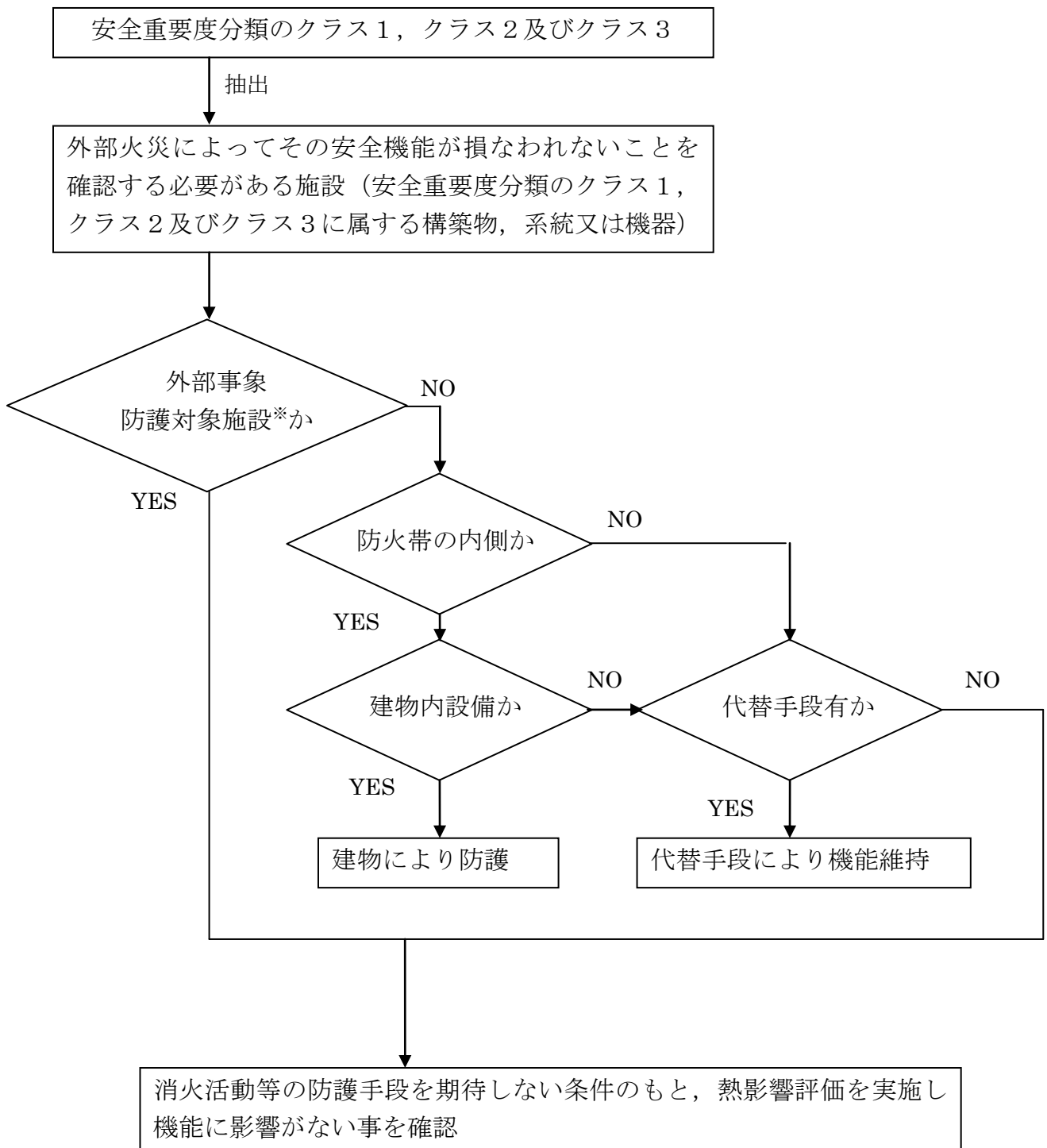
- ・非常用ディーゼル発電機
- ・換気空調設備（原子炉建物付属棟空調換気系，中央制御室換気系）

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

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

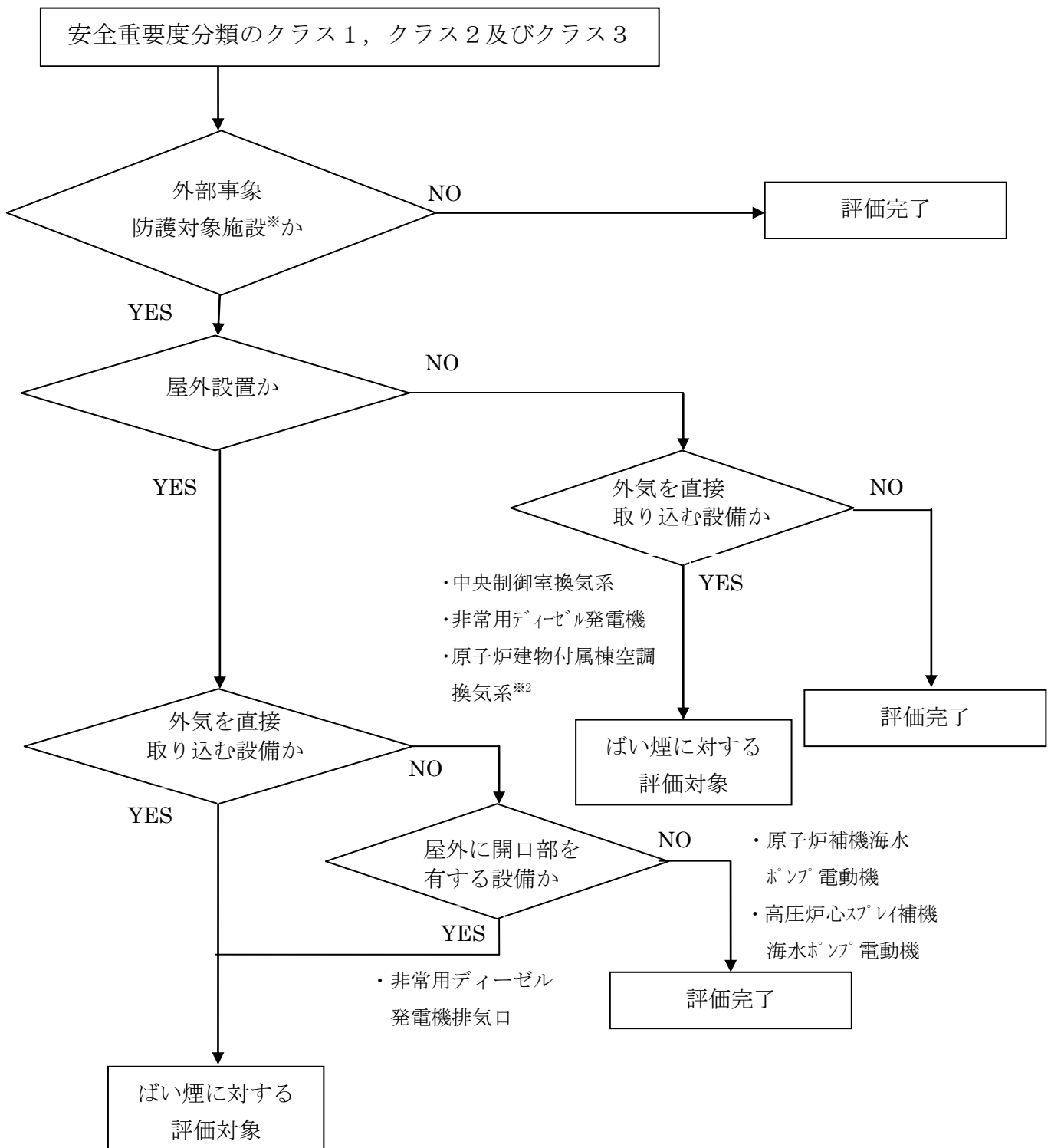
3. 重大事故等対処設備に対する考慮

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



※：外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器又はそれを内包する建物

第 3-1 図 熱影響評価を実施する施設の選定フロー図



※1：外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器又はそれを内包する建物

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

第3-2図 ばい煙等に対する防護対象施設選定フロー図

第3-1表 防護対象及び防護方法

防護対象		防護方法	評価対象施設等 ^{※1, 2}
外部事象防護対象施設	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器を内包する建物	防火帯の内側に設置 消火活動による防護手段を期待しない条件のもと，火元からの離隔距離で防護 (熱影響評価を実施)	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 排気筒モニタ室 ^{※3}
	外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器に属する屋外施設		海水ポンプ ^{※4} 排気筒 非常用ガス処理系排気管 ^{※5} 排気筒モニタ ^{※5}
その他の安全施設		防火帯の内側に原則設置 屋内設備は建物による防護 屋外設備は，代替手段等で安全機能に影響がないことを確認	固体廃棄物貯蔵所 開閉所 モニタリング・ポスト 他
重大事故等対処設備			大型送水ポンプ車 格納容器フィルタベント 他

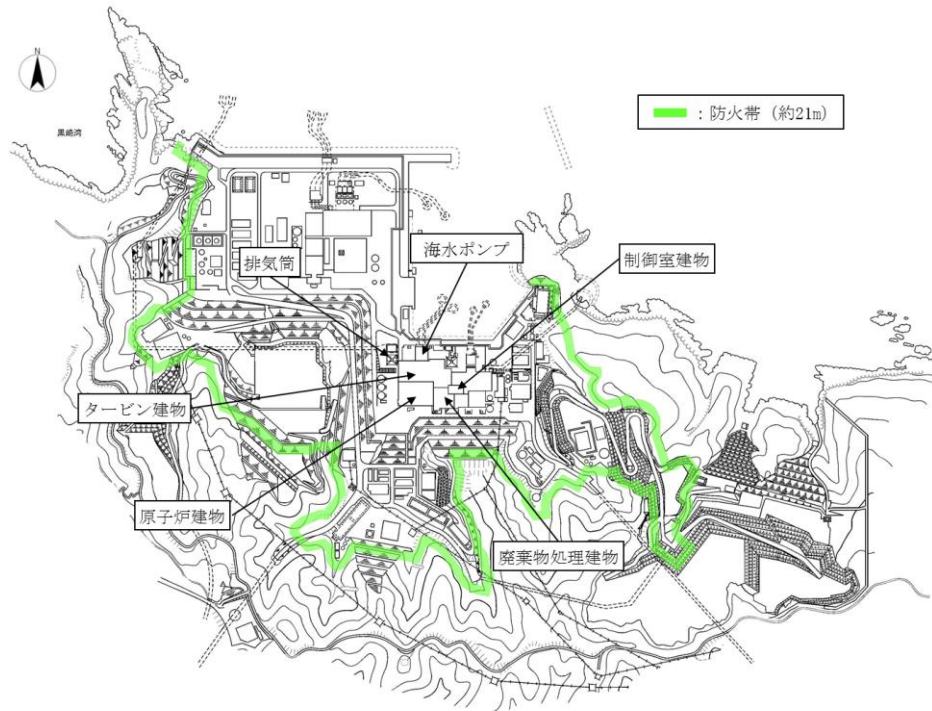
※1：破線内は評価対象施設である。

※2：非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク及び燃料移送ポンプは地下設置であり，輻射熱が直接届かないことから熱影響を受けない。

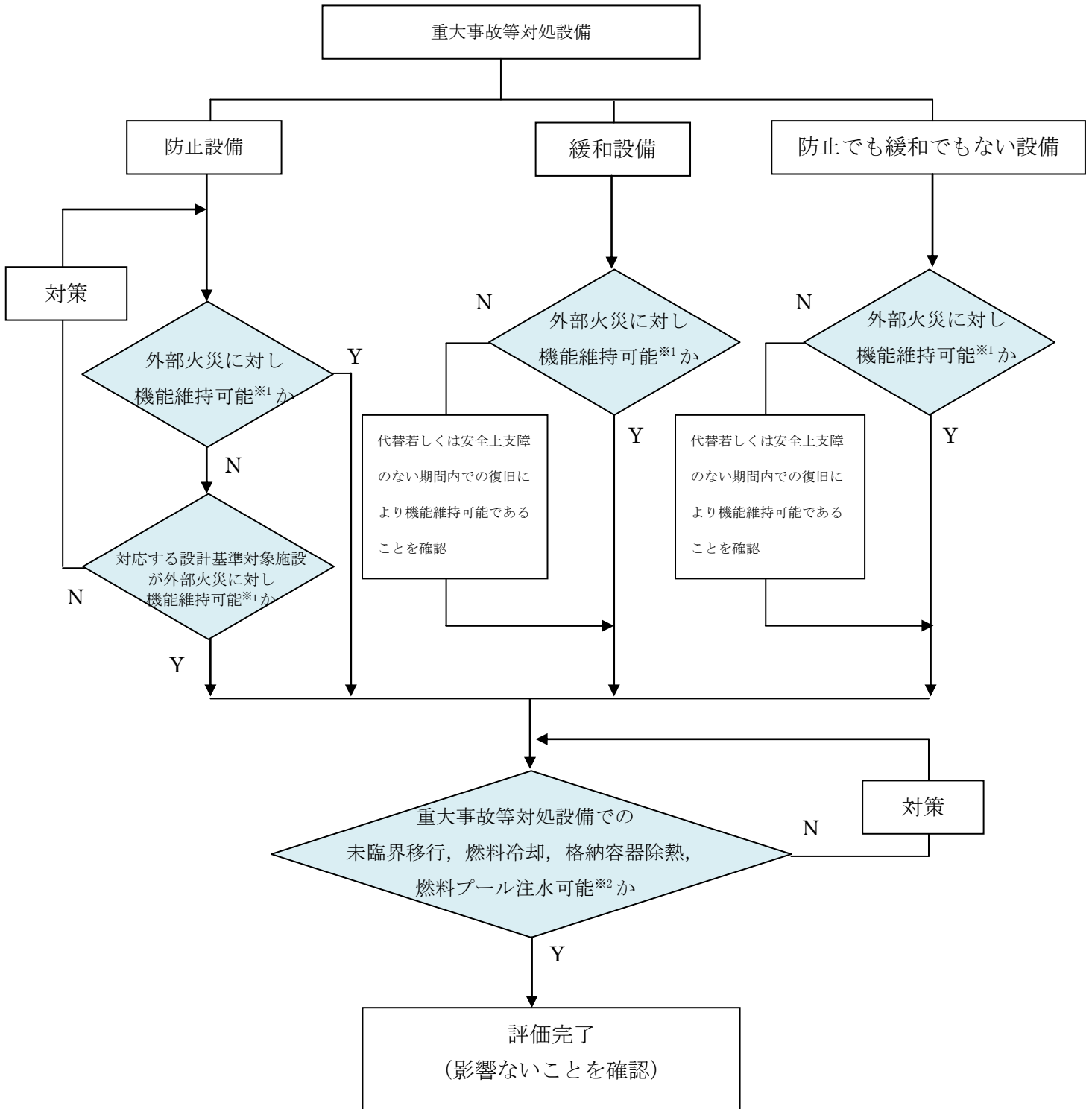
※3：排気筒モニタ室については，建物の熱影響評価に含まれる。

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

※5：非常用ガス処理系排気管及び排気筒モニタについては，排気筒の熱影響評価に含まれる。



第 3-3 図 発電所構内全体



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

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

第3-4図 外部火災に対する重大事故等対処施設への評価フロー

4. 設備を防護する建物の離隔距離

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

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

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

第4-1表 各建物の防火帯外縁からの離隔距離

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

※：防火帯外縁から建物までの最短距離

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (1/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (2/15)

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

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

屋内: R/B, C/B, T/B, Rw/B内, 屋外: R/B, C/B, T/B, Rw/B外

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (3/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (4/15)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		外部事象防護対象施設	設置場所 ※1	影響評価				
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器								
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器, 原子炉格納容器隔離弁, 原子炉格納容器スプレイ冷却系, 原子炉建屋, 非常用ガス処理系, 非常用再循環ガス処理系, 可燃性ガス濃度制御系	原子炉格納容器 (格納容器本体, 貫通部 (ペネトレーション), 所員用エアロック, 機器搬入ハッチ)	○	R/B	熱影響評価				
				原子炉格納容器	ベント管			○			
					スプレイ管			○			
					真空破壊弁			○			
						逃がし安全弁排気管のクエンチャ	○				
						原子炉建物 (原子炉建物原子炉棟 (原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルを含む。))	○	屋外	熱影響評価		
						原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管	○	R/B	熱影響評価		
						原子炉棟換気系隔離弁	○				
						主蒸気隔離弁アキュムレータ, 主蒸気隔離弁アキュムレータから主蒸気隔離弁までの配管・弁	○				
						主蒸気流量制限器	○				
						残留熱除去系 (格納容器冷却モード) (ポンプ, 熱交換器, サプレッション・プール, サプレッション・プールからスプレイ先 (ドライウエル及びサプレッション・プール気相部) までの配管・弁, 格納容器スプレイ・ヘッダ (ドライウエル及びサプレッション・プール), ポンプミニマムフローライン配管・弁, サプレッション・プールストレナ)	○				
						非常用ガス処理系 (排気ファン, フィルタ装置, 原子炉建物原子炉棟吸込口からタービン建物壁面までの配管・弁, 乾燥装置 (乾燥機能部分))	○			R/B T/B	熱影響評価
						非常用ガス処理系 (タービン建物壁面から排気筒頂部までの配管)	○			屋外	熱影響評価
						排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)	○				
		可燃性ガス濃度制御系 (再結合装置, 格納容器から再結合装置までの配管・弁, 再結合装置から格納容器までの配管・弁)	○	R/B	熱影響評価						
		残留熱除去系 (再結合装置への冷却水供給を司る部分)	○								
		遮蔽設備 (原子炉遮蔽, 一次遮蔽, 二次遮蔽)	○								

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (5/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (6/15)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		外部 事象 防護 対象 施設	設置 場所 ※1	影響 評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
MS-1	2) 安全上 必須なその 他の構築物, 系統及び 機器	2)安全上特に 重要な関連機能	非常用所内電源 系, 制御室及びそ の遮へい・非常用 換気空調系, 非常 用補機冷却水系, 直流電源系 (いずれも, MS-1 関連のもの)	原子炉補機冷却系 (ポンプ, 熱交換器, 非常用負荷冷却ライン配管・弁 (MS-1 関連), サージタンク)	○	R/B Rw/B	熱影響 評価
				高圧炉心スプレー補機冷却系 (ポンプ, 熱交換器, 非常用負荷冷却ライン配管・弁 (MS-1 関連), サージタンク)	○	R/B	熱影響 評価
				原子炉補機海水系 (ポンプ, 配管・弁 (MS-1 関連), ストレーナ (異物除去機能を司る部分))	○	屋外	熱影響 評価
				原子炉補機海水系 (配管・弁 (MS-1 関連))	○	R/B T/B	熱影響 評価
				高圧炉心スプレー補機海水系 (ポンプ, 配管・弁 (MS-1 関連), ストレーナ (異物除去機能を司る部分))	○	屋外	熱影響 評価
				高圧炉心スプレー補機海水系 (配管・弁 (MS-1 関連))	○	R/B T/B	熱影響 評価
				取水路 (屋外トレンチ含む)	○	屋外	熱影響 評価
				直流電源系 (蓄電池, 蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))	○	R/B C/B	熱影響 評価
				計測制御電源系 (蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))	○	Rw/B	

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (7/15)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉			外部事象防護対象施設	設置場所 ※1	影響評価	
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器					
PS-2	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	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能 (ただし, 原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。)	主蒸気系, 原子炉冷却材浄化系 (いずれも, 格納容器隔離弁の外側のみ)	主蒸気系 (格納容器隔離弁の外側)	○	R/B T/B	熱影響評価	
				原子炉浄化系 (原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分)	○	R/B	熱影響評価	
				原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン (原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで)	○			
				2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって, 放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの大きいもの), 使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む。)			排ガス処理系 (活性炭式希ガスホールドアップ装置)
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料取替機	○	R/B	熱影響評価	
				原子炉ウエル	○			
				原子炉建物天井クレーン	○			
		2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって, その故障により, 炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物, 系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁 (吹き止まり機能に関連する部分)	逃がし安全弁 (吹き止まり機能に関連する部分)	○	R/B	熱影響評価

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (8/15)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉			外部事象防護対象施設	設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
MS-2	1) PS-2 の構築物, 系統及び機器の損傷又は故障により, 敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物, 系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系 (ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールから燃料プールまでの配管・弁, ポンプミニマムフローライン配管・弁, サプレッション・プールストレナ)	○	R/B	熱影響評価
				2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁, 排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)		排ガス処理系隔離弁
		排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外の部分)	○			屋外	熱影響評価
		燃料プール冷却系の燃料プール入口逆止弁	○			R/B	熱影響評価
		燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系	原子炉建物 (原子炉建物原子炉棟 (原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルを含む。))		○	屋外	熱影響評価
			非常用ガス処理系 (排気ファン, フィルタ装置, 原子炉建物原子炉棟吸込口からタービン建物壁面までの配管・弁, 乾燥装置 (乾燥機能部分))		○	R/B T/B	熱影響評価
		非常用ガス処理系 (タービン建物壁面から排気筒頂部までの配管)	○	屋外	熱影響評価		
排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)	○						

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

屋内 : R/B, C/B, T/B, Rw/B内, 屋外 : R/B, C/B, T/B, Rw/B外

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (9/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (10/15)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉			外部 事象 防護 対象 施設	設置 場所 ※1	影響 評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器					
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1 及び PS-2 以外の構築物, 系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2 以外のもの)	計装配管, 試料採取管	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される小口径配管・弁	計装配管・弁	×	屋内	防火帯による防護建物による防護
					試料採取系配管・弁	×		
					ドレン配管・弁	×		
					ベント配管・弁	×		
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	原子炉再循環系ポンプ	×	屋内	防火帯による防護建物による防護	
				配管・弁	×			
				ライザ管 (炉内)	×			
				ジェットポンプ	×			
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブプレッション・プール水排水系, 復水貯蔵タンク, 放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの小さいもの)	復水貯蔵タンク	×	屋外	防火帯による防護	
				液体廃棄物処理系 (タンク)	×			
固体廃棄物処理系 (タンク, 固体廃棄物貯蔵所 (ドラム缶))	×			屋外	防火帯による防護建物による防護			

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (11/15)

重要度分類指針		島根原子力発電所 2 号炉		外部事象防護対象施設	設置場所 ※1	影響評価	
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって, PS-1 及び PS-2 以外の構築物, 系統及び機器	4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	タービン, 発電機及びその励磁装置, 復水系 (復水器を含む。), 給水系, 循環水系, 送電線, 変圧器, 開閉所	発電機及びその励磁装置	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				軸密装置	×		
				発電機水素ガス冷却装置	×		
				固定子冷却装置	×		
				励磁電源系	×		
				蒸気タービン (主タービン, 主要弁, 配管)	×		
				主蒸気系 (主蒸気/駆動源)	×		
				タービン制御系	×		
				タービングランド蒸気系	×		
				タービン潤滑油系 (配管・弁等)	×		
				抽気系 (配管・弁等)	×		
				タービンヒータベント系 (配管・弁)	×		
				タービンヒータドレン系 (配管・弁等)	×		
				補助蒸気系	×		
				復水系 (復水器, 復水ポンプ, 配管・弁)	×		
				抽出空気系 (配管・弁)	×		
				給水系 (電源駆動給水ポンプ, タービン駆動給水ポンプ, 給水加熱器, 配管・弁)	×		
				循環水系 (循環水ポンプ, 配管・弁)	×		
		取水設備 (屋外トレンチ含む)	×				
		常用所内電源系 (発電機又は外部電源から所内負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外))	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護		
		直流電源系 (蓄電池, 蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外)), 充電器	×				
		計装制御電源系 (電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1 関連以外))	×				
		送電線	×	屋外	防火帯による防護		
		変圧器 (所内変圧器, 起動変圧器, 予備変圧器, 電路)	×				
変圧器	油劣化防止装置 冷却装置	×					
開閉所 (母線, 遮断器, 断路器, 電路)	×						
5) プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	原子炉制御系 (制御棒価値ミニマイザを含む。), 原子炉核計装, 原子炉プラントプロセス計装	原子炉制御系 (制御棒価値ミニマイザを含む)	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護		
		原子炉核計装の一部	×				
		原子炉プラントプロセス計装の一部	×				

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (12/15)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		外部事象防護対象施設	設置場所 ※1	影響評価
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器				
PS-3	1) 異常状態の起回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	6) プラント運転補助機能	所内ボイラ, 計装用圧縮空気系	所内ボイラ設備 (所内ボイラ, 給水タンク, 給水ポンプ, 配管・弁)	×	屋外	防火帯による防護 建物による防護
				油系統 (重油サービスタンク, 重油ポンプ, 配管・弁)	×	屋外	防火帯による防護
				所内蒸気系 (配管・弁)	×	屋内 屋外	防火帯による防護 建物による防護
				計装用空気系 (空気圧縮機, 配管・弁, 中間冷却器, 後部冷却器, 気水分離器, 空気貯槽)	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				原子炉補機冷却系 (MS-1 関連以外) (配管・弁)	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				タービン補機冷却系 (ポンプ, 熱交換器, 配管・弁, サージタンク)	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				タービン補機海水系 (ポンプ, 配管・弁, ストレーナ)	×	屋外	防火帯による防護
				復水輸送系 (ポンプ, 配管・弁)	×	屋内	防火帯による防護 建物による防護
				復水貯蔵タンク	×	屋外	防火帯による防護

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (13/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (14/15)

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

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

第 4-2 表 外部事象防護対象施設及びその他の安全施設 (15/15)

重要度分類指針			島根原子力発電所 2 号炉		外部 事象 防護 対象 施設	設置 場所 ※1	影響 評価		
分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器						
MS-3	2) 異常状態への対応上必要な構築物, 系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射線監視設備, 事故時監視計器の一部, 消火系, 安全避難通路, 非常用照明	緊急時対策所 (緊急時対策所, 情報収集設備, 通信連絡設備, 資料及び器材, 遮蔽設備)		×	屋外	防火帯による防護建物による防護	
				試料採取系 (異常時に必要な以下の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析, 格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析)		×	屋内	防火帯による防護建物による防護	
				通信連絡設備 (1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備)		×	屋内 屋外	防火帯による防護建物による防護	
				排気筒モニタ		○	屋外	熱影響評価	
				放射能監視設備 (排気筒モニタ以外)		×	屋外	防火帯による防護	
				事故時監視計器の一部		×	屋内 屋外	防火帯による防護建物による防護	
				消火系	水消火設備 (補助消火水槽, サイトバンカ建物消火タンク, 44m 盤消火タンク, 45m 盤消火タンク, 50m 盤消火タンク, ポンプ, 配管・弁等)		×	屋内 屋外	防火帯による防護建物による防護
					泡消火設備		×		
					固定式ガス消火設備		×	屋内	防火帯による防護建物による防護
				火災検出装置 (受信機含む)		×	屋内	防火帯による防護建物による防護	
				防火扉, 防火ダンパ, 耐火壁, 隔壁 (消火設備の機能を維持・担保するために必要なもの)		×			
				安全避難通路		×			
				安全避難用扉		×			
非常用照明		×							

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

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (1/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (2/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (3/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 45 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリ高圧時に発電用原子 炉を冷却するための設備	高圧炉心スプレイ系 による原子炉の冷却	高圧炉心スプレイ・ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		高圧炉心スプレイ系 配管・弁・ストレーナ・ スパーージャ [流路]			
		サブプレッション・チェンバ [水源]	→56 条に記載 (うち, 防止設備)	—	
	原子炉圧力容器 [注水先]	→その他の設備に記載 (うち, 防止設備)	—		
ほう酸水注入系に よる進展抑制	ほう酸水注入系	→44 条に記載 (うち, 防止設備)	—		
第 46 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリを減圧するための設 備	逃がし安全弁	逃がし安全弁	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキュムレータ			
		主蒸気系 配管・クエンチャ [流路]			
	原子炉減圧の自動化	代替自動減圧ロジック (代替自動減圧機能)	防止設備	C/B R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		自動減圧起動阻止 スイッチ	防止設備	C/B	
		代替自動減圧起動阻止 スイッチ			
	可搬型直流電源に よる減圧	可搬型直流電源設備	→57 条に記載 (うち, 防止設備)	—	
		S R V 用電源切替盤	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	主蒸気逃がし安全弁 用蓄電池による減圧	主蒸気逃がし安全弁用 蓄電池 (補助盤室)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	逃がし安全弁窒素ガ ス供給系	逃がし安全弁用 窒素ガスポンプ	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		逃がし安全弁窒素ガス 供給系 配管・弁 [流路]			
逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキュムレータ [流路]					
インターフェイス システム L O C A 隔離弁	残留熱除去系注水弁 (MV222-5A, 5B, 5C)	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
	低圧炉心スプレイ系 注水弁 (MV223-2)				
原子炉建物燃料取替階 ブローアウトパネル	原子炉建物燃料取替階 ブローアウトパネル	防止設備	屋外	防火帯による防護	

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (4/30)

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

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (5/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (6/30)

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

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (7/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (8/30)

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

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (9/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 49 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	残留熱除去系 (サブプレッション・プール水冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
		残留熱除去系熱交換器				
		残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]				
		サブプレッション・チェンバ [水源]	→56 条に記載			—
		原子炉格納容器 [注水先]	→その他の設備に記載 (うち, 防止設備)			—
	原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	→48 条に記載 (うち, 防止設備)	—		
		原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレーナ [流路]				
		原子炉補機冷却系サージタンク [流路]				
		原子炉補機冷却系熱交換器				
		原子炉補機海水ポンプ				
	非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載	—		
		取水管				
取水槽						

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (10/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (11/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (12/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (13/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (14/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (15/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (16/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (17/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 57 条 電源設備	可搬型代替交流電源 設備による給電	高圧発電機車 タンクローリ	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		ホース [燃料流路]		防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機建物
		ガスタービン発電機用 軽油タンク	防止設備 ・緩和設備		屋外
		ガスタービン発電機用 軽油タンクドレン弁 [燃料流路]			
		非常用ディーゼル発電機 燃料貯蔵タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外 (地下)	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃料 貯蔵タンク			
		高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物西側) 電路 [電路]	防止設備 ・緩和設備	屋外 R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 [電路]			
		高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側) 電路 [電路]			
		高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～非常用高圧母線 C 系及び D 系電路 [電路]			
		高圧発電機車～緊急用メ タクラ接続プラグ盤電路 [電路]			
		緊急用メタクラ接続プラ グ盤～非常用高圧母線 C 系 及び D 系電路 [電路]			
		高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～SA1 コントロールセンタ 及び SA2 コントロールセン タ電路 [電路]			
		高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～SA1 コントロールセンタ 及び SA2 コントロールセン タ電路 [電路]			
		緊急用メタクラ接続プラ グ盤～SA1 コントロールセ ンタ及び SA2 コントロール センタ電路 [電路]			

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (18/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護	
第 57 条 電源設備	所内常設蓄電式直流 電源設備による給電	B-115V 系蓄電池	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
		B 1-115V 系蓄電池 (SA)			
		SA 用 115V 系蓄電池			
		230V 系蓄電池 (RCIC)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		B-115V 系充電器	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		B 1-115V 系充電器 (SA)			
		SA 用 115V 系充電器			
		230V 系充電器 (RCIC)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		B-115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		B 1-115V 系蓄電池 (SA) 及び充電器～ 直流母線電路 [電路]			
		SA 用 115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 [電路]			
		230V 系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線 電路 [電路]	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	常設代替直流電源 設備による給電	SA 用 115V 系蓄電池	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		SA 用 115V 系充電器			
		SA 用 115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 [電路]			
	可搬型直流電源設備 による給電	高圧発電機車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	防火帯による防護
		タンクローリ			
		ホース [燃料流路]	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機建物	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		B 1-115V 系充電器 (SA)	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		SA 用 115V 系充電器			
230V 系充電器 (常用)					
ガスタービン発電機用 軽油タンク		防止設備 ・緩和設備	屋外	防火帯による防護	
ガスタービン発電機用 軽油タンクドレン弁 [燃料流路]					
非常用ディーゼル発電機 燃料貯蔵タンク		防止設備 ・緩和設備	屋外 (地下)	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護	
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃料 貯蔵タンク					
高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物西側) 電路 [電路]		防止設備 ・緩和設備	屋外 R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物西側) ～直流母線電路 [電路]					
高圧発電機車～高圧発電 機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側) 電路 [電路]					
高圧発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物南側) ～直流母線電路 [電路]					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。
6 条-別添 4 (外火) -1-添付 1-42

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (19/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (20/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	影響評価及び防護
第 57 条 電源設備	非常用直流電源設備	A-115V 系蓄電池	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		A-115V 系充電器		
		B-115V 系蓄電池		
		B-115V 系充電器		
		B 1-115V 系蓄電池 (S A)		
		B 1-115V 系充電器 (S A)		
	高圧炉心スプレイ系 蓄電池	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	230V 系蓄電池 (R C I C)	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	230V 系充電器 (R C I C)			
	A-原子炉中性子計装用 蓄電池	防止設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	A-原子炉中性子計装用 充電器			
	B-原子炉中性子計装用 蓄電池			
	B-原子炉中性子計装用 充電器			
	A-115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 〔電路〕	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	B-115V 系蓄電池及び 充電器～直流母線電路 〔電路〕			
B 1-115V 系蓄電池 (S A) 及び充電器～ 直流母線電路 [電路]				
230V 系蓄電池 (R C I C) 及び充電器～直流母線 電路 [電路]	防止設備	R/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
高圧炉心スプレイ系蓄電 池及び充電器～直流母線 電路 [電路]				
A-原子炉中性子計装用 蓄電池及び充電器～直流 母線電路 [電路]	防止設備	R/B Rw/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}	
B-原子炉中性子計装用 蓄電池及び充電器～直流 母線電路 [電路]				

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (21/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (22/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (23/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (24/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 58 条 計測設備	その他	A D S 用 N ₂ ガス減圧弁 二次側圧力	防止設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		N ₂ ガスポンペ圧力			
		原子炉補機冷却水ポンプ 出口圧力	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		R C W 熱交換器出口温度			
		R C W サージタンク水位			
		C-メタクラ母線電圧	防止設備 ・緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護※1
		D-メタクラ母線電圧			
		H P C S-メタクラ母線 電圧			
		C-ロードセンタ母線 電圧			
		D-ロードセンタ母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	ガスタービン 発電機建物	防火帯による防護 建物による防護※1
		緊急用メタクラ電圧			
		S A ロードセンタ母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	低圧原子炉 代替注水 ポンプ 格納槽	地下構造のため火災 の輻射熱を受けない 防火帯による防護
		B 1-115V 系蓄電池 (S A) 電圧			
		A-115V 系直流盤母線 電圧	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	防火帯による防護 建物による防護※1
B-115V 系直流盤母線 電圧					
230V 系直流盤 (常用) 母線電圧					
S A 用 115V 系充電器盤 蓄電池電圧					

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (25/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (26/30)

設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	影響評価及び防護
第 59 条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	照明の確保	LEDライト (三脚タイプ)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
	被ばく線量の低減	非常用ガス処理系 排気ファン	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		前置ガス処理装置 [流路]			
		後置ガス処理装置 [流路]			
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B T/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}
		非常用ガス処理系 排気管 [流路]	緩和設備	屋外	防火帯による防護
		原子炉建物原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載		—
原子炉建物燃料取替階 ブローアウトパネル 閉止装置	緩和設備	R/B	防火帯による防護 建物による防護 ^{※1}		

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (27/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (28/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (29/30)

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

※1：各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

第 4-3 表 重大事故等対処設備 (30/30)

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

※1: 各建物の防火帯外縁からの離隔距離を第 4-1 表に記載。

森林火災による影響評価について

1. はじめに

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

2. 火災の到達時間及び防火帯幅の評価

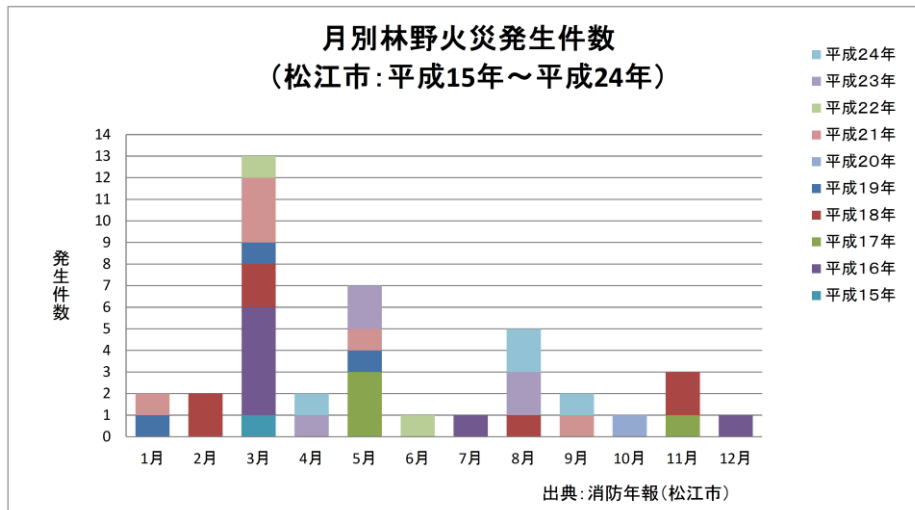
2.1 森林火災の想定

森林火災の想定は以下のとおりである。

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

第2.1-1表 気象条件

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

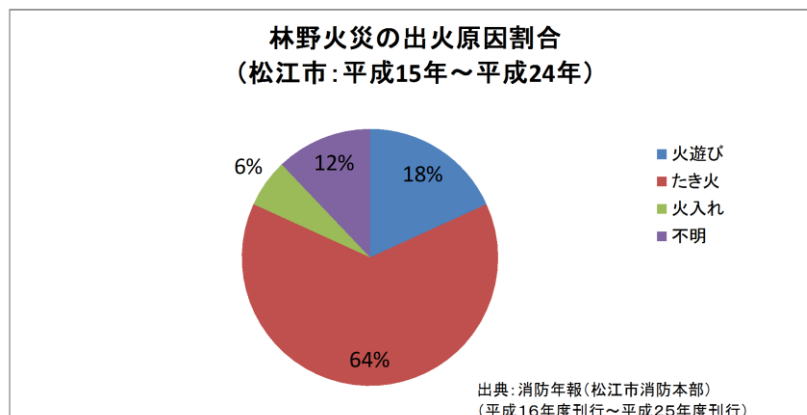


第 2. 1-1 図 森林火災の多い月の調査

(1) 発火点の設定方針

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

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



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

(2) 立地条件を考慮した発火点の設定

(ケース 1)

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

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

(ケース 2)

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

(ケース 3, 4)

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

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

(ケース 5)

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

(3) 森林火災評価における発火点の妥当性

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

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

(4) 発火時刻の設定

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



第 2. 1-3 図 想定発火点位置

2.2 森林火災による影響の有無の評価

(1) 評価手法の概要

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

第 2.2-1 表 評価指標と観点

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

(2) 評価対象範囲

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

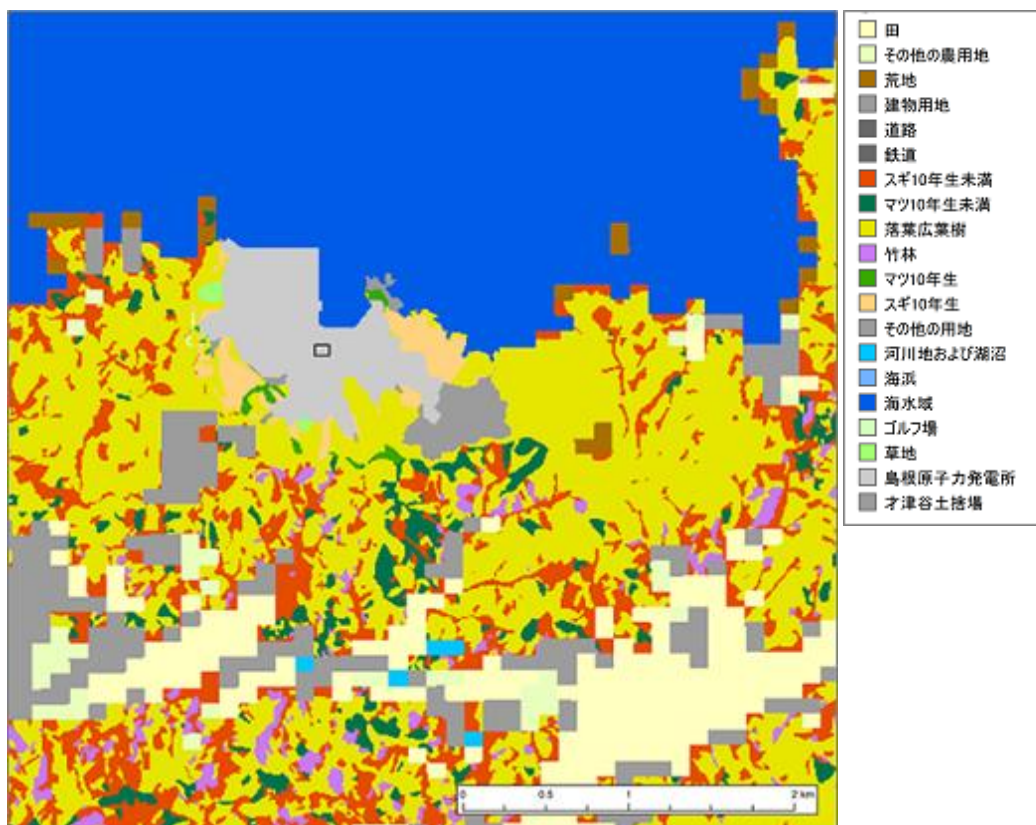
(3) 必要データ

a. 入力条件

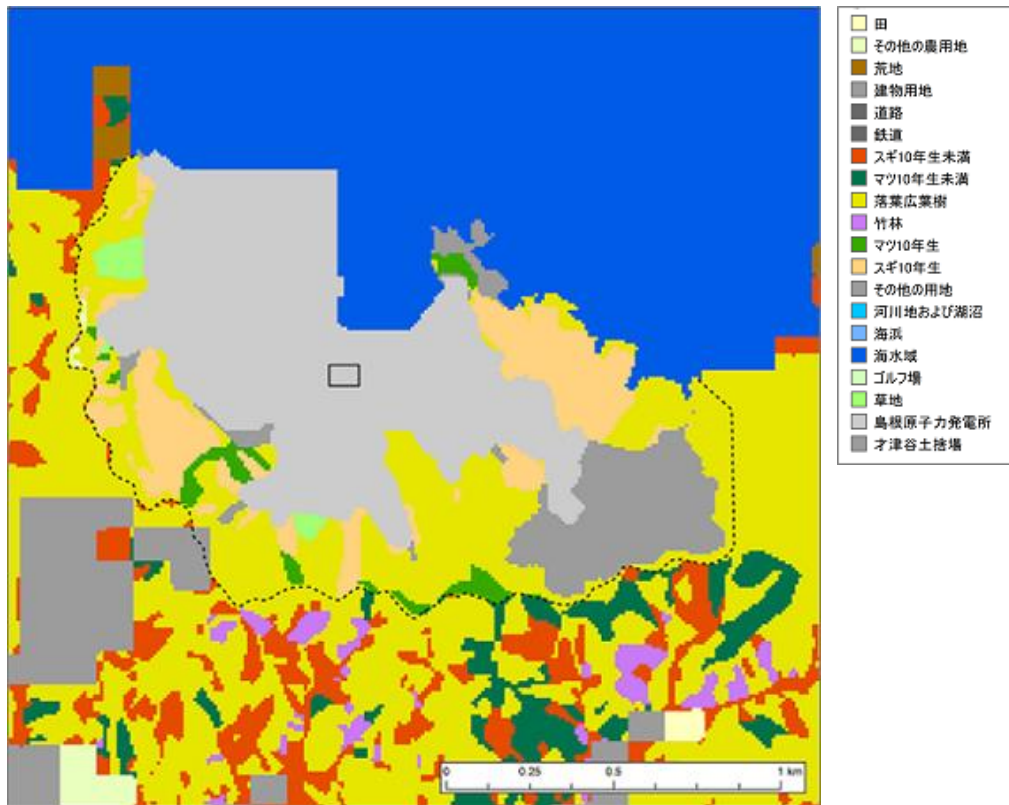
評価に必要なデータを以下のとおり設定し、本評価を行った。

第 2.2-2 表 入力条件

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

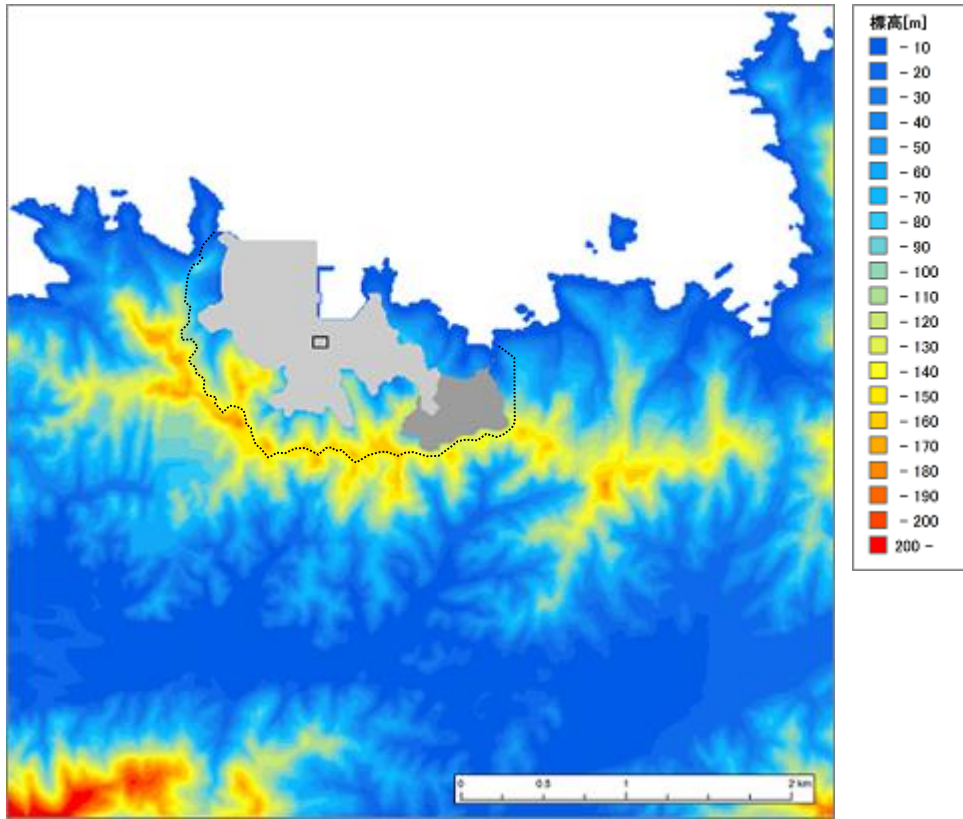


第2.2-1図 土地利用・植生データ（広域）



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

第2.2-2図 土地利用・植生データ（発電所周辺）

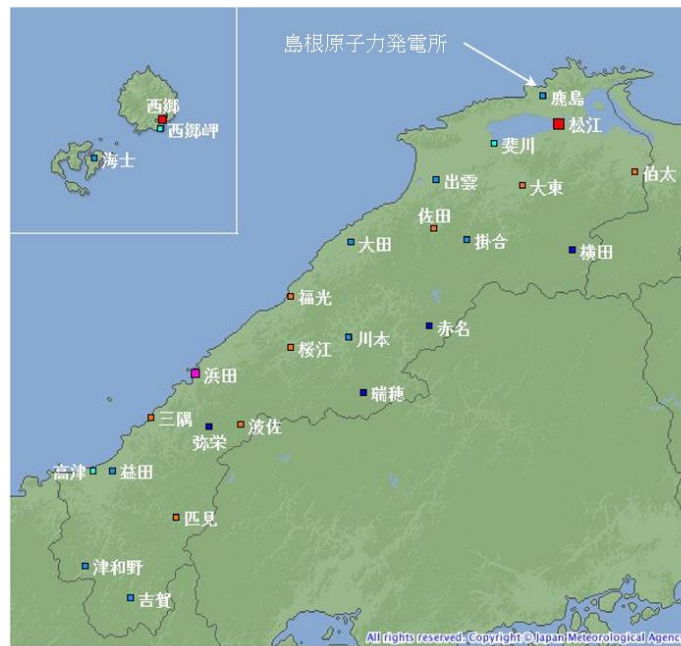


第2.2-3図 標高データ

b. 気象条件の設定

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

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



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

(出典)

気象庁HP: http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/map51.html

第2.2-4図 島根県内の気象観測所位置

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

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

着色箇所が、卓越風向，最大風速，最高気温，最小湿度

c. FARSITE 入出力データ

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

第 2.2-4 表 FARSITE 入力データ

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

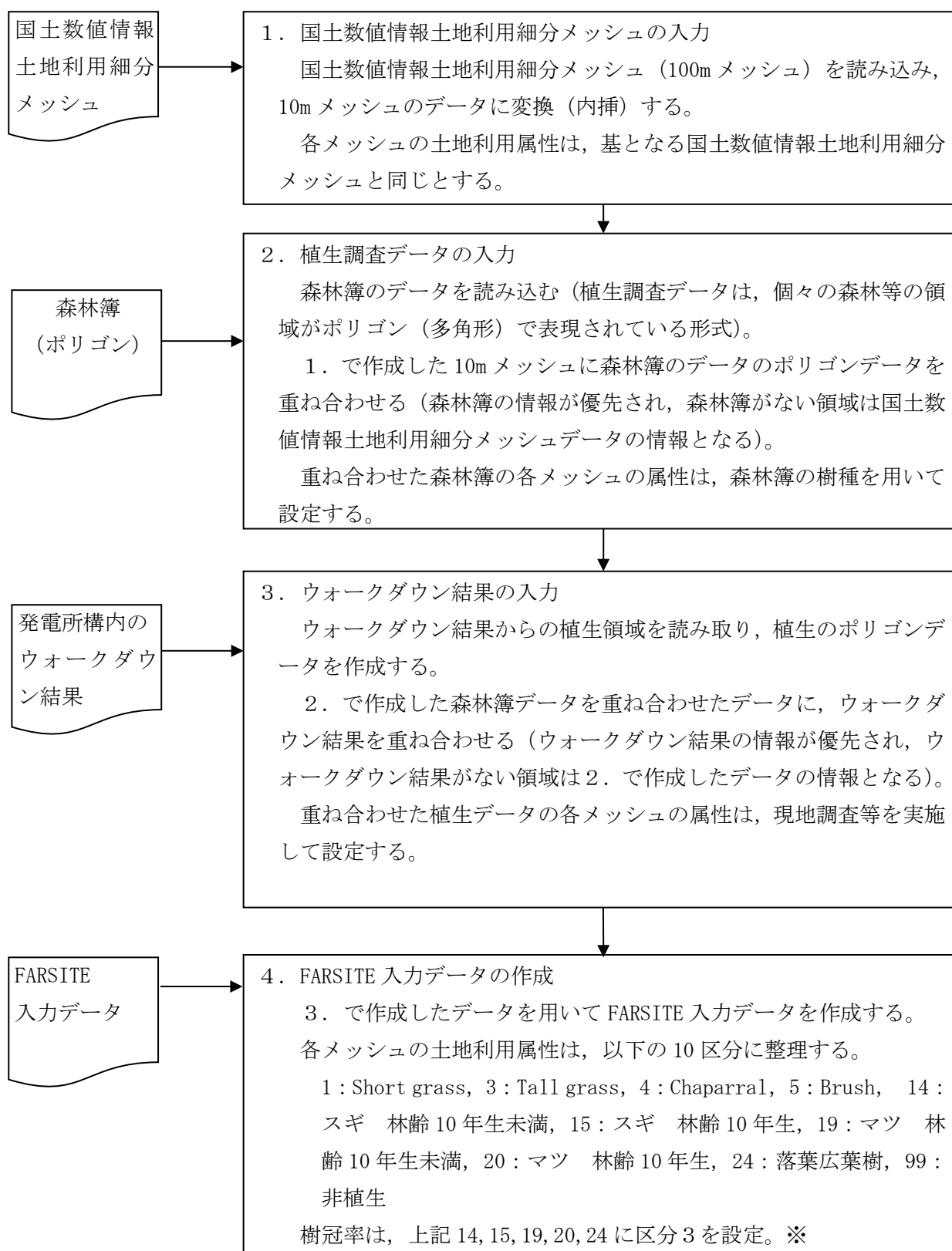
項目	小区分	入力値	入力値の根拠
植生 データ	林齢	2区分	林齢により燃えやすさの異なる針葉樹（スギ、マツ）は、10年生未満、10年生、20年生、30年生、40年生以上の5区分のうち、敷地内では現地調査で20年以上であることを確認のうえ、より燃えやすい10年生を入力 敷地外では、火災の延焼、規模の拡大を図ること、当社が管理できないことを考慮し最も燃えやすい10年生未満を入力
	樹冠率	区分3	日射や風速への影響を考慮し、針葉樹、落葉広葉樹について、保守的な樹冠率：区分3（一般的な森林）を入力
土地利用 データ	建物， 道路， 河川等	—	発電所周辺の建物用地，交通用地，湖沼，河川等を再現 （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

※ 1～99の数字は，FARSITEの植生番号に対応。

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

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

第2.2-5表 FARSITE入力条件の整理（植生）



※ 1～99の数字は、FARSITEの植生番号に対応。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

第2.2-7表 算出結果

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

d. 植生調査の詳細について

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

(a) 調査内容

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

(b) 調査者の力量及び調査期間

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

調査期間：平成 26 年 2 月 25 日（火） ～ 28 日（金）

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

調査期間：平成 28 年 4 月 4 日（月）

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

調査期間：平成 30 年 1 月 22 日（月）

(c) 調査結果

現地調査は、発電所構内及び防火帯周辺で実施した。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（1 / 4）

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

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

※2：海岸線形状を評価モデルに反映。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（2 / 4）

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

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（3 / 4）

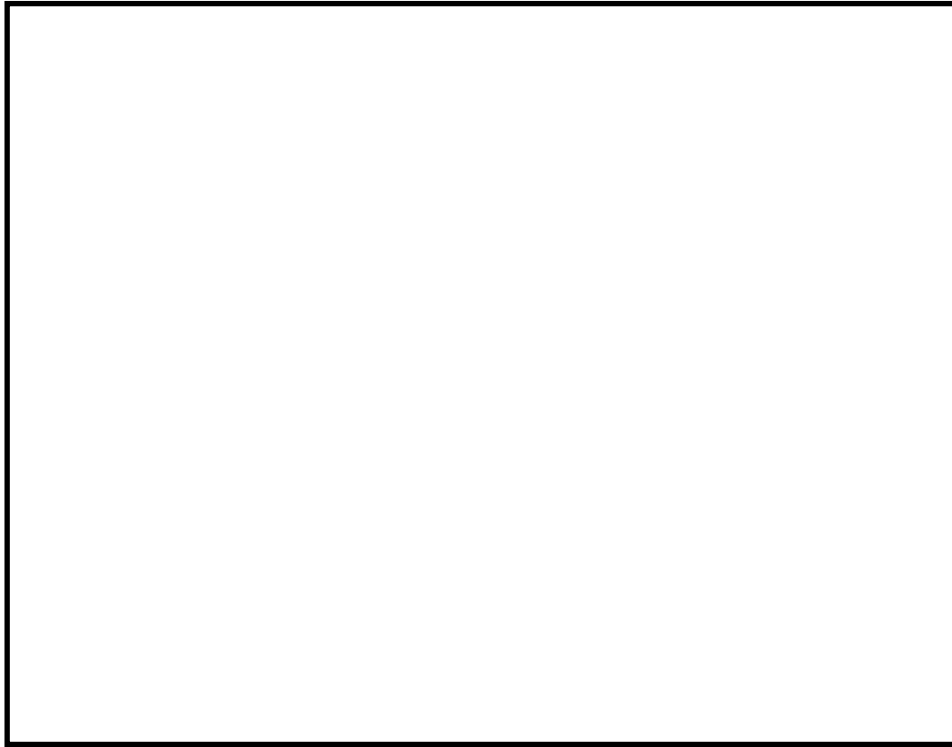
ポイント No.	植生調査前 (森林簿ベース)		植生調査結果		FARSITE 入力値		下草
	樹種	林齢	樹種	林齢 ^{※1}	樹種	林齢	
32	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
33	森林	—	発電所用地	—	発電所用地	—	—
34	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm
35	スギ	10 年生	スギ	20 年生以上	スギ	10 年生	約 183cm
	広葉樹	—	広葉樹	—	広葉樹	—	約 183cm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

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。

第 2.2-8 表 代表的な調査ポイント及び植生調査結果（4 / 4）

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

※1：下草が 180cm 以下であることを確認。



第 2.2-5 図 植生調査エリア及び構内植生図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

第2.2-6図 発電所構内の植生（1 / 2）

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

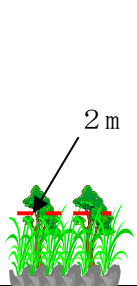

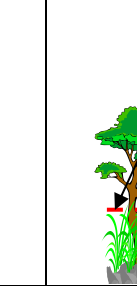

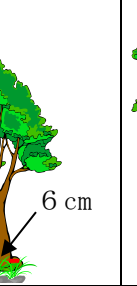
第2.2-6図 発電所構内の植生（2／2）

e. FARSITE の入力条件（林齢の設定）

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

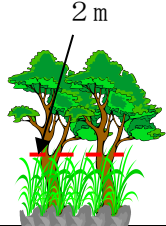


第 2.2-9 表 林齢の設定

《マツ》

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

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

第 2.2-10 表 マツの林齢の設定

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

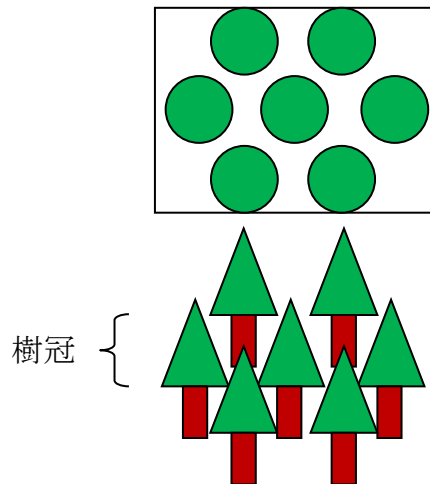
f. 樹冠率の設定

樹冠率は、上空から森林を見た場合の平面上の樹冠が占める割合をいう。

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

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

樹冠率：平面上の樹冠割合



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

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

第 2.2-7 図 樹冠率の設定

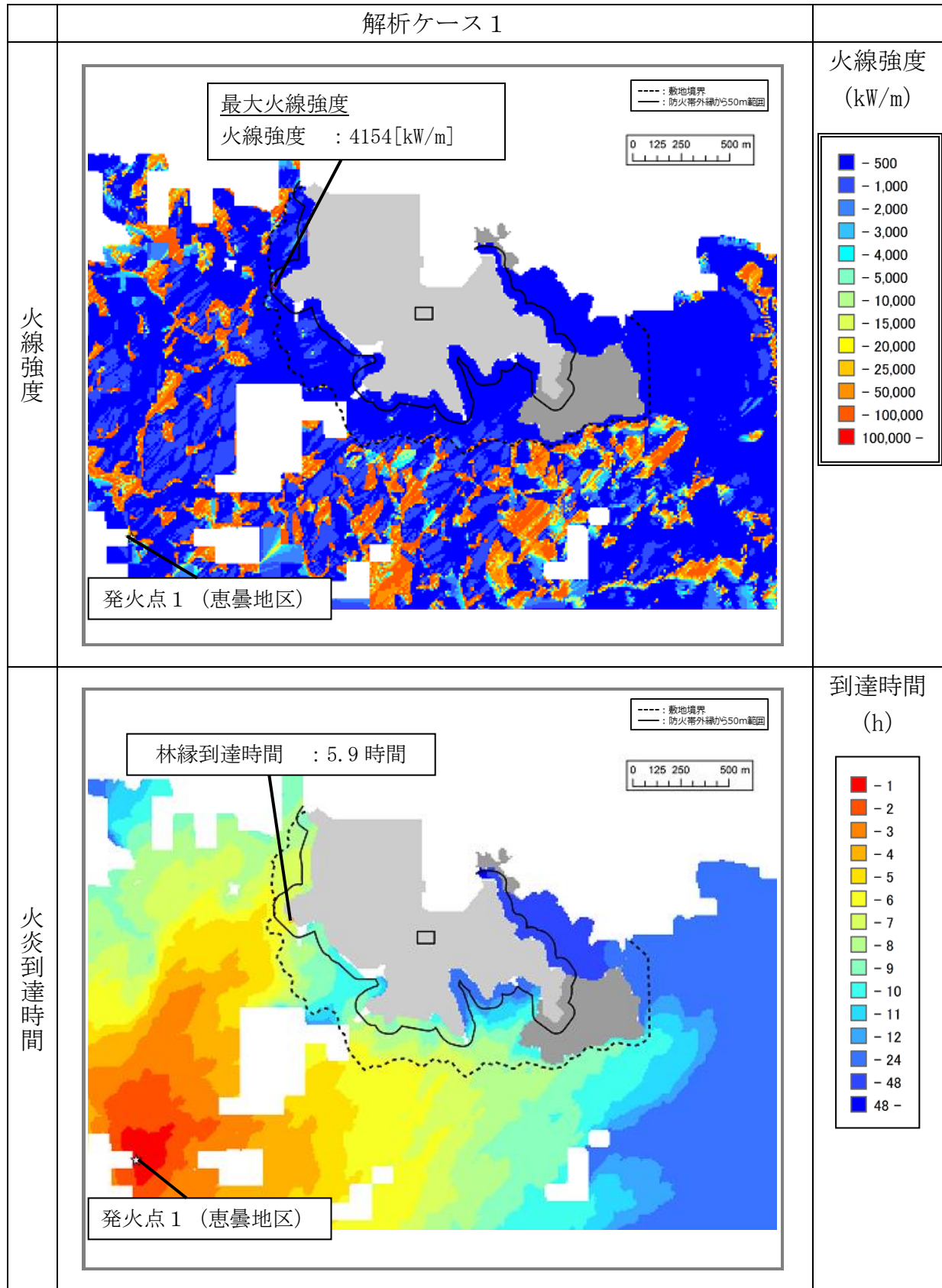
g. FARSITE への入力値まとめ

第 2.2-11 表 FARSITE への入力値

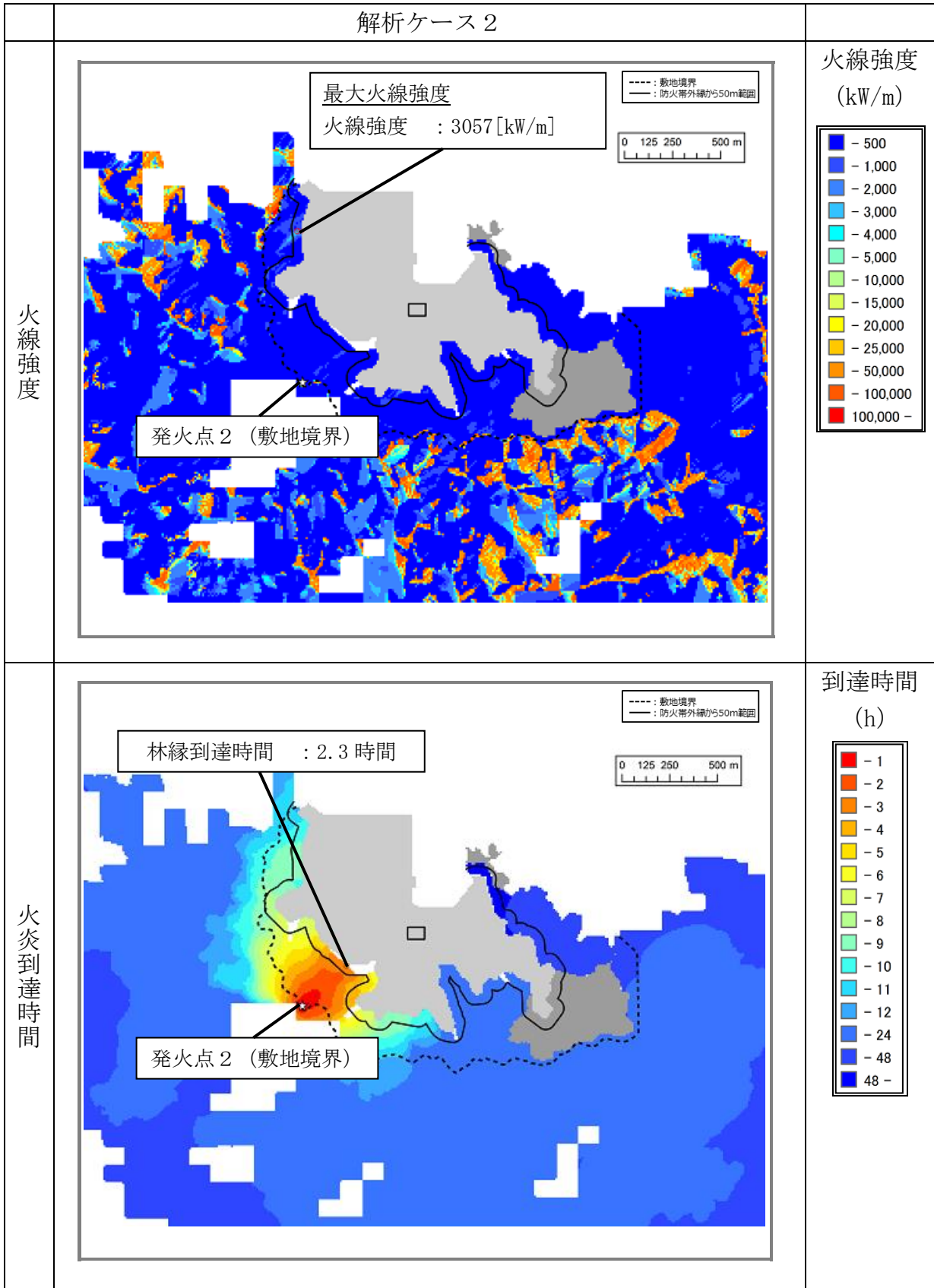
大区分	小区分	入力値	入力値の根拠
気象 データ	気温	38℃	気温が高い方が可燃物の水分量が少なく燃えやすくなることから、森林火災が多く発生している 3 月～8 月における過去 10 年間での最高気温を設定 (ガイド通り) 解析期間中最高気温が継続するように設定
	湿度	12%	湿度が低い方が可燃物の水分量が少なく燃えやすくなることから、森林火災が多い 3 月～8 月における過去 10 年間の最小湿度を設定 (ガイド通り) 解析期間中最小湿度が継続するよう設定
	風速	22.1m/s	風が強い方が延焼速度・火線強度が大きくなることから、森林火災の多い 3 月～8 月における過去 10 年間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

(4) FARSITE の解析結果

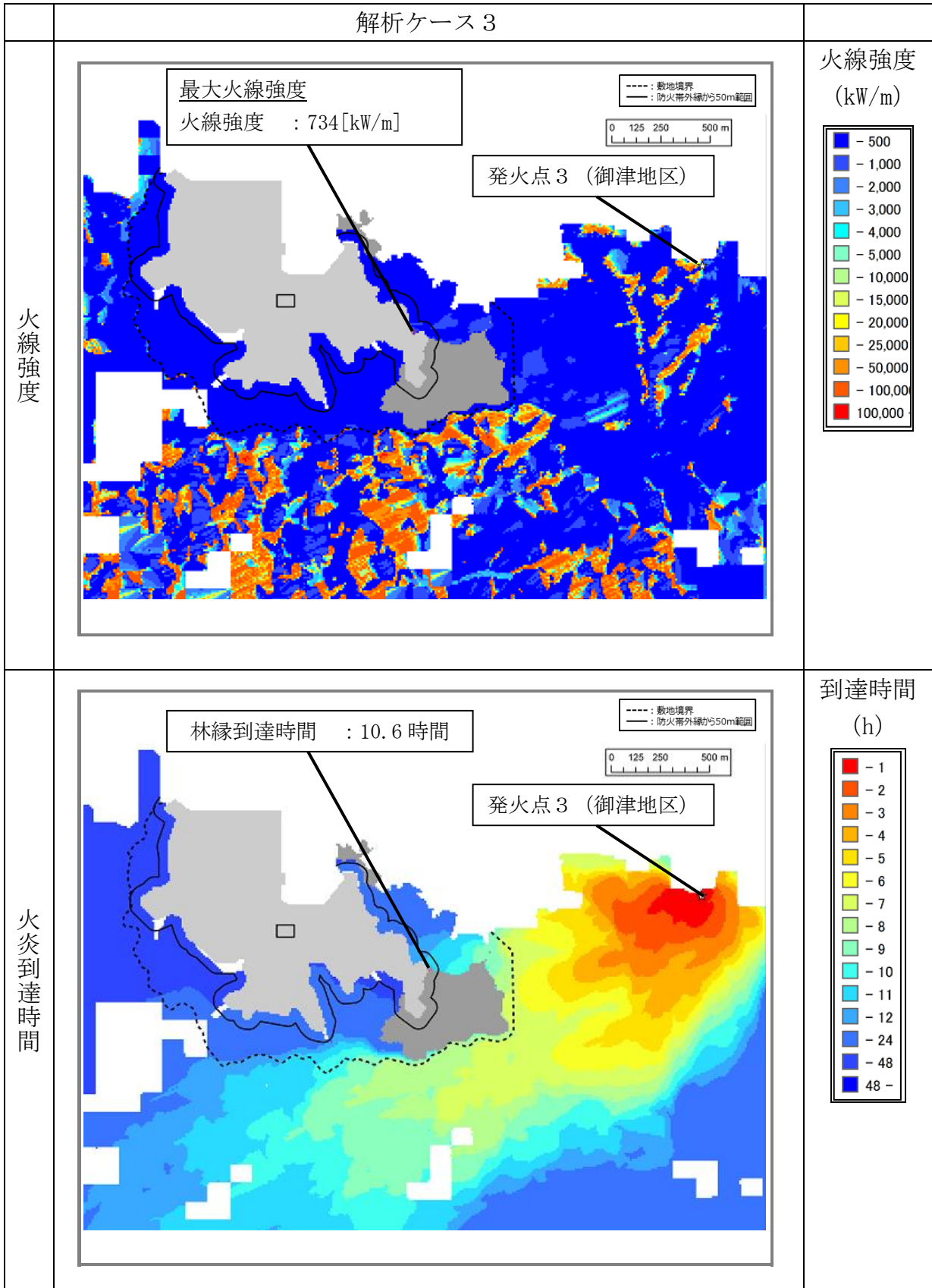
各ケースの FARSITE による解析結果図を以下に示す。



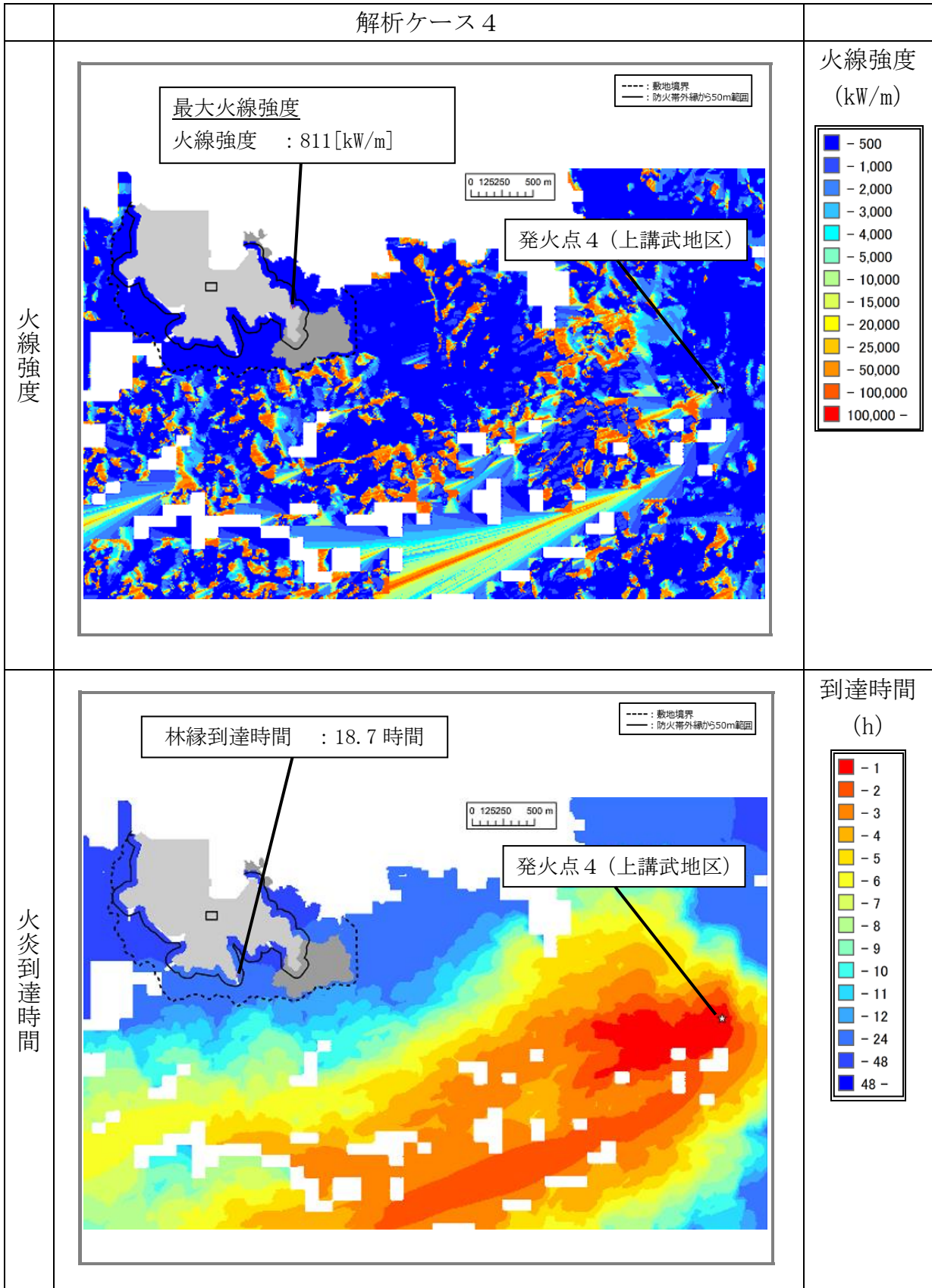
第 2.2-8 図 ケース 1 解析結果



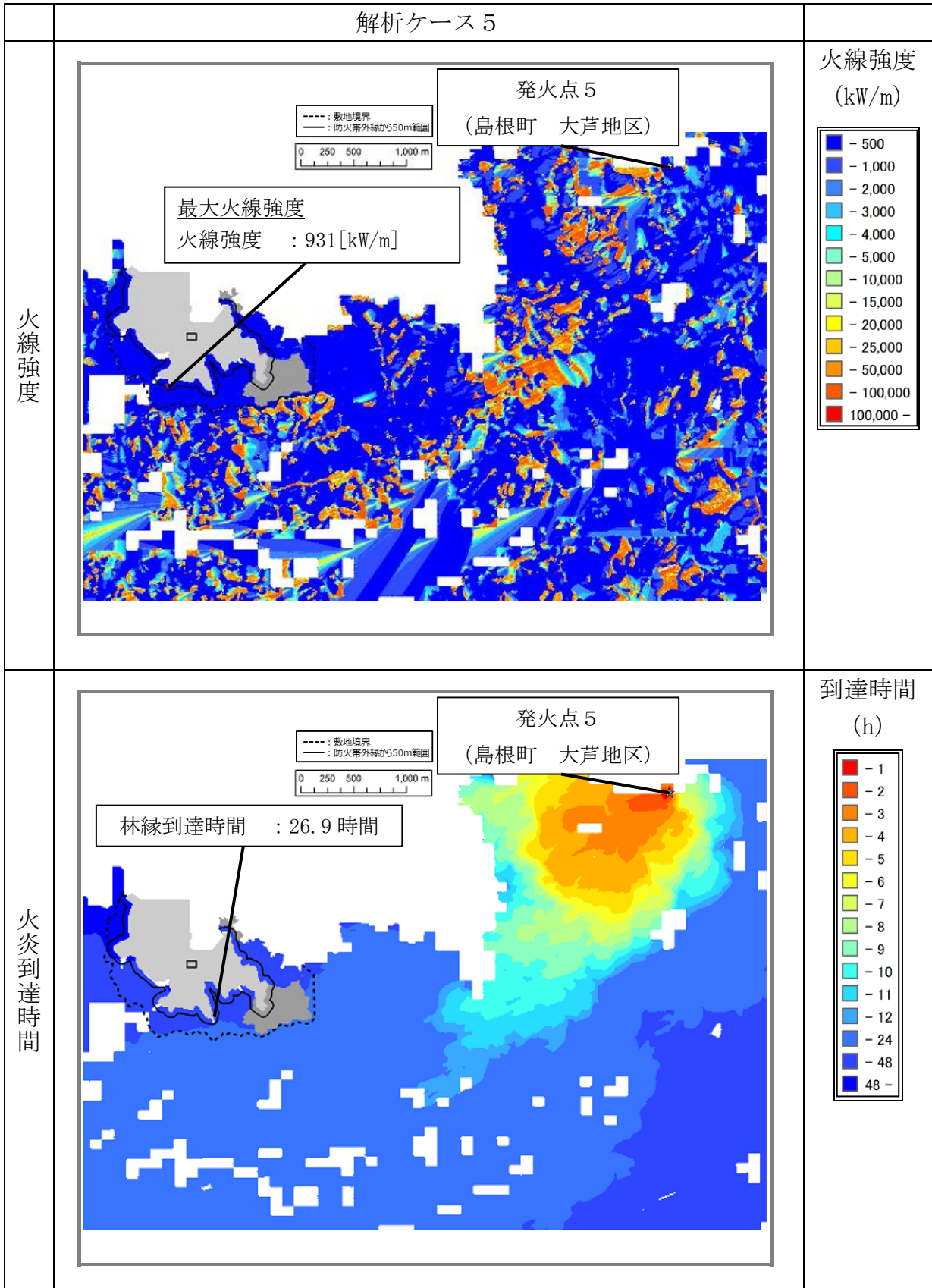
第 2.2-9 図 ケース 2 解析結果



第 2.2-10 図 ケース 3 解析結果



第 2.2-11 図 ケース 4 解析結果



第 2.2-12 図 ケース 5 解析結果

(5) 延焼速度及び火線強度の算出結果

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

(6) 火炎の到達時間の算出結果

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

第 2.2-12 表 火炎の到達時間及び防火帯幅評価に伴う評価項目

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

(7) 防火帯幅の算出

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

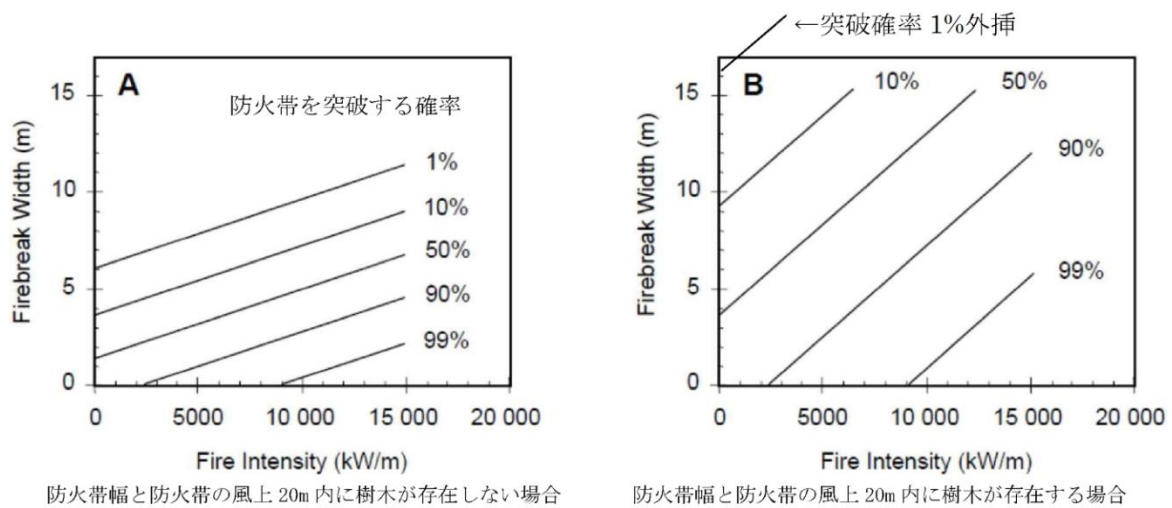
なお、評価では、気温は最高気温で一定、湿度は最小湿度で一定としており、時刻変化による火線強度の増減に寄与するのは日射量となる。

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

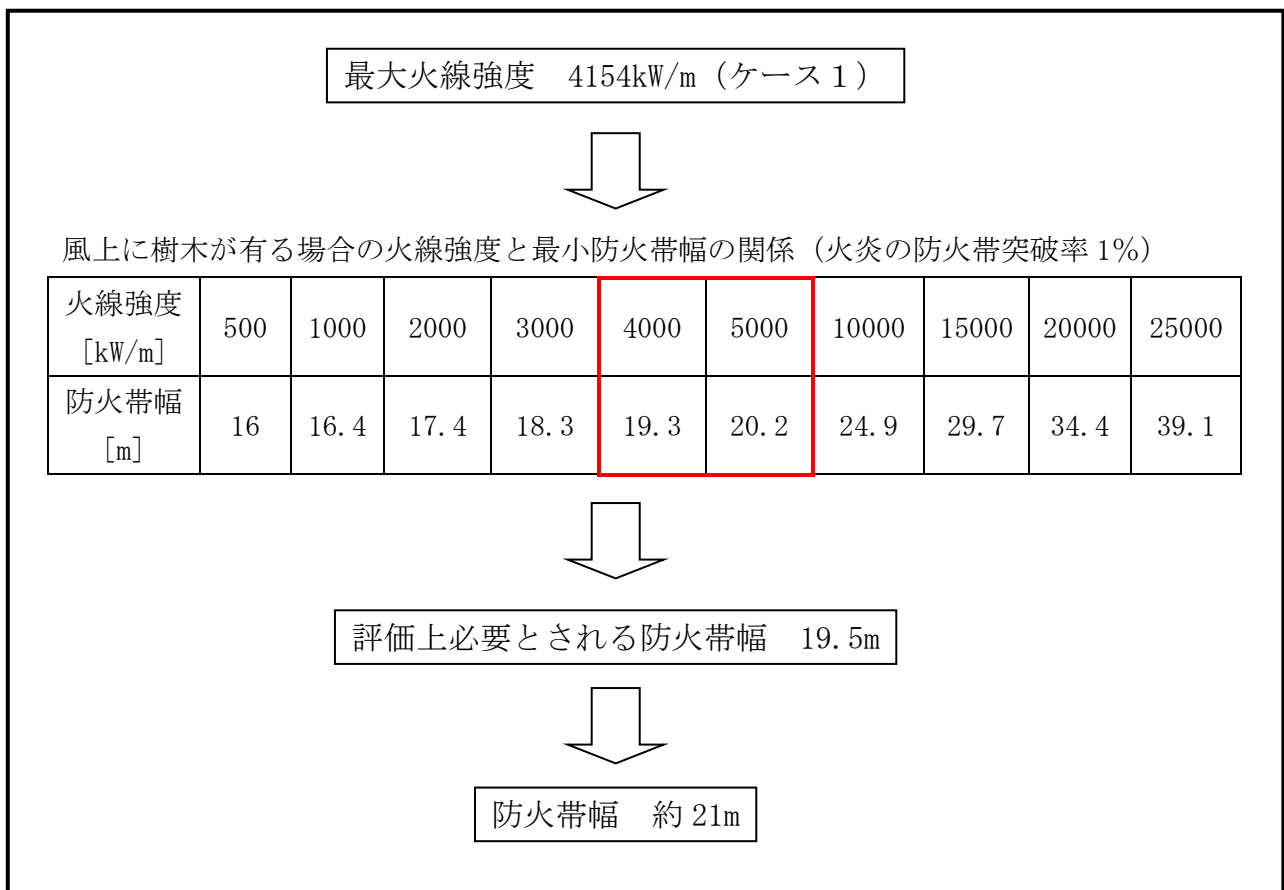
第 2.2-13 表に示すとおり、最大火線強度が最も高かったケース 1 について比較した結果、最大となった火線強度は 4,154kW/m であることから、この結果を基に防火帯幅を設定する。

第 2.2-13 表 最大火線強度の日照時間影響の考察（ケース 1）

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



第 2.2-13 図 火線強度に対する防火帯の相関図 (ガイドより引用)



第 2.2-14 図 防火帯幅の設定

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

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

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

2.3 森林火災時の対応の評価結果

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

2.3.1 火災の到達時間の評価結果

2.3.1.1 到達時間

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

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

2.3.1.2 予防散水に関わる評価

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

<火災の発見>

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

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

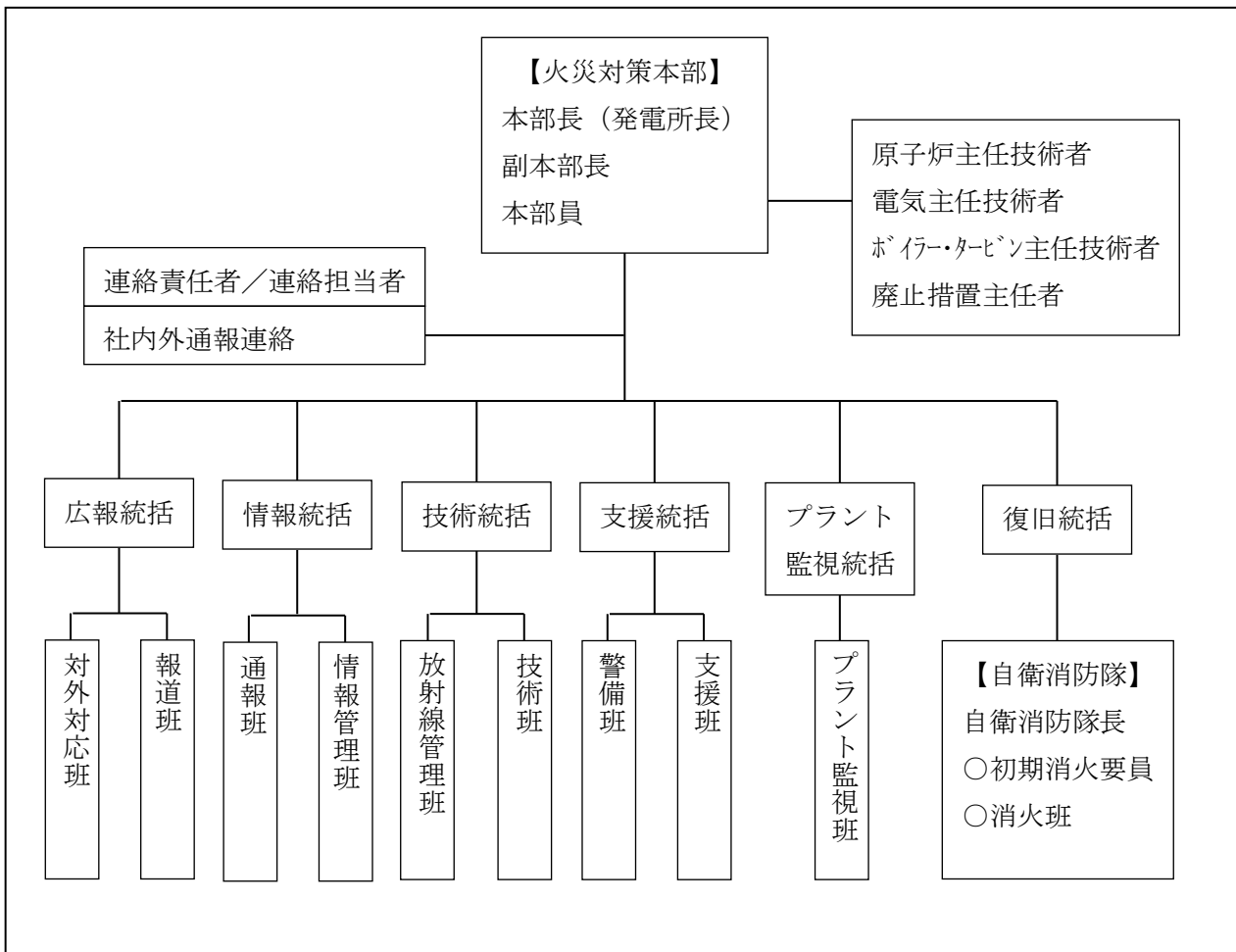
<予防散水>

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

(1) 予防散水の実施体制

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

予防散水は、この自衛消防隊により対応する。



第 2.3.1.2-1 図 自衛消防隊体制

第 2.3.1.2-1 表 自衛消防隊編成

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

() 内は最小人数

(2) 予防散水計画

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

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

a. 予防散水に期待する効果

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

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

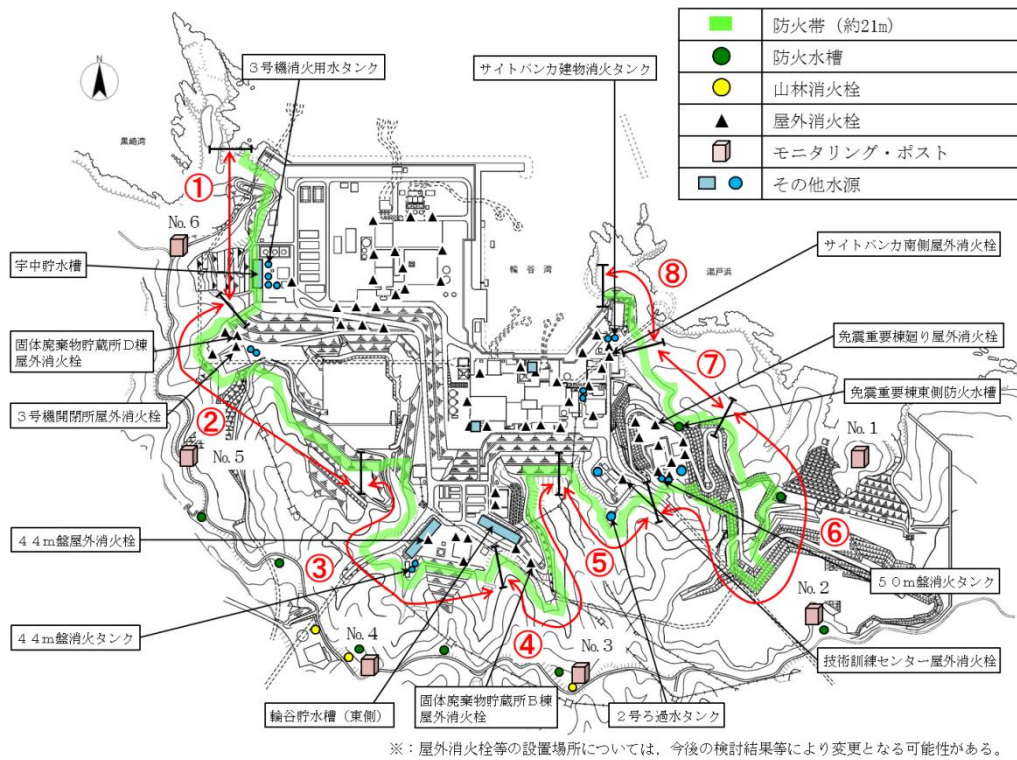
b. 防火帯付近への予防散水計画

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

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

第 2.3.1.2-2 表 防火帯付近散水エリアと使用水源

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



第 2.3.1.2-2 図 防火帯付近散水エリアと水源位置

c. 対応手順と所要時間

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

第2.3.1.2-3表 防火帯付近への予防散水手順と所要時間

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

※：散水エリア⑥における散水実績

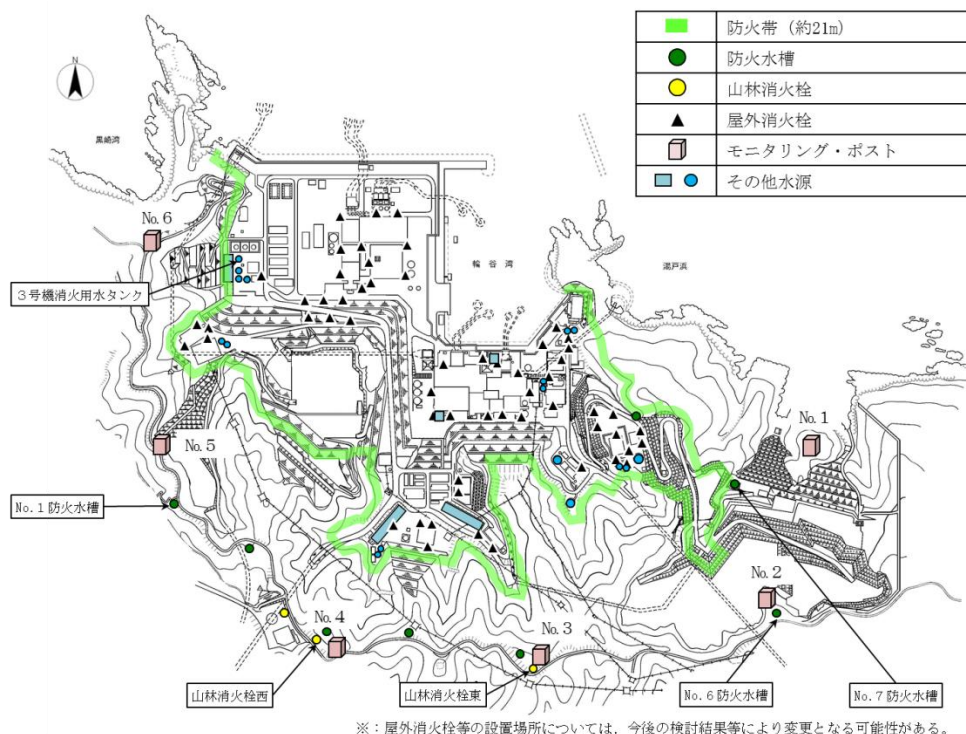
d. 発電所敷地境界への予防散水計画

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

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

第2.3.1.2-4表 敷地境界への予防散水計画

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



第2.3.1.2-3図 敷地境界散水エリアと水源位置

e. 予防散水時のアクセスルート

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

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

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

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

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

f. 予防散水の検証結果

(a) 森林火災を想定した予防散水（防火帯付近）

実施日：令和元年6月23日

想定火災地点：散水エリア⑥

訓練内容：ホース展開、消防車連結、散水を行う

評価：

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



写真1 消火栓接続



写真2 ホース展開状況



写真3 散水エリア⑥における散水状況

第2.3.1.2-4 図 予防散水の状況（防火帯付近）

(b) 森林火災を想定した予防散水（敷地境界）

実施日：令和元年6月20日

想定火災到達点：モニタリング・ポスト No. 6

訓練内容：ホース展開、消防車連結、散水を行う

評価：

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



写真4 ホース展開状況



写真5 ホース展開状況
(散水エリア付近)



写真6 モニタリング・ポストNo. 6への散水状況

第2.3.1.2-5図 予防散水の状況（敷地境界）

(c) 自衛消防隊の力量維持のための訓練

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

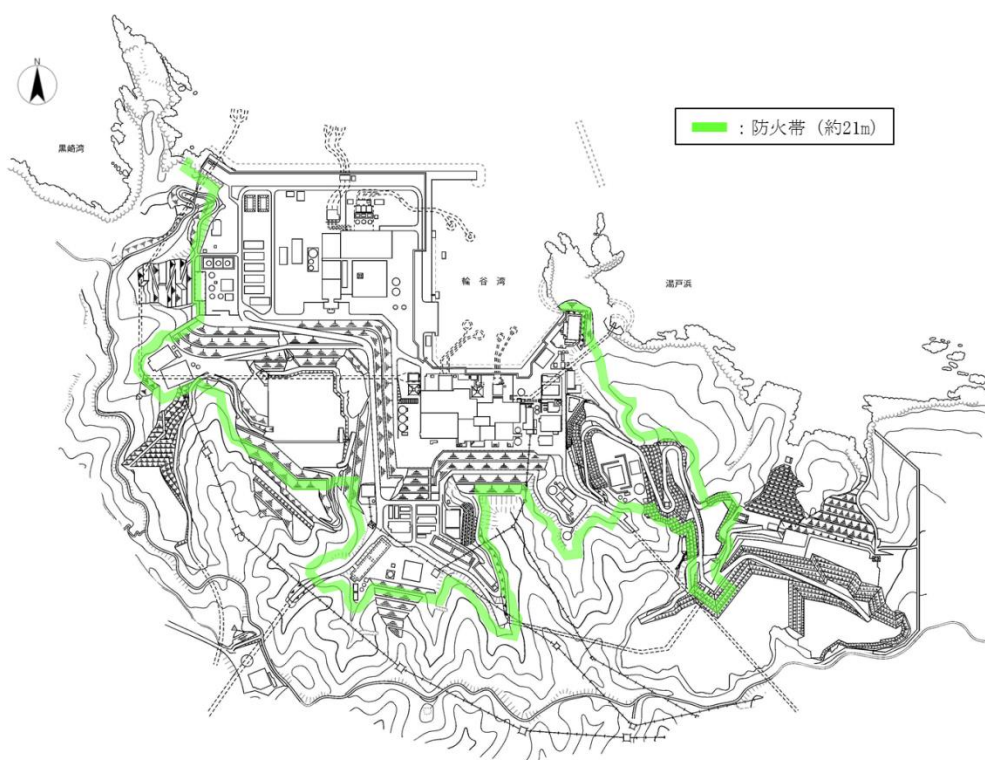
第 2.3.1.2-5 表 自衛消防隊に係る訓練

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

2.3.2 防火帯幅の評価結果

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

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



第2.3.2-1図 防火帯設置位置

2.3.3 外部火災時のモニタリング・ポストの対応について

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

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

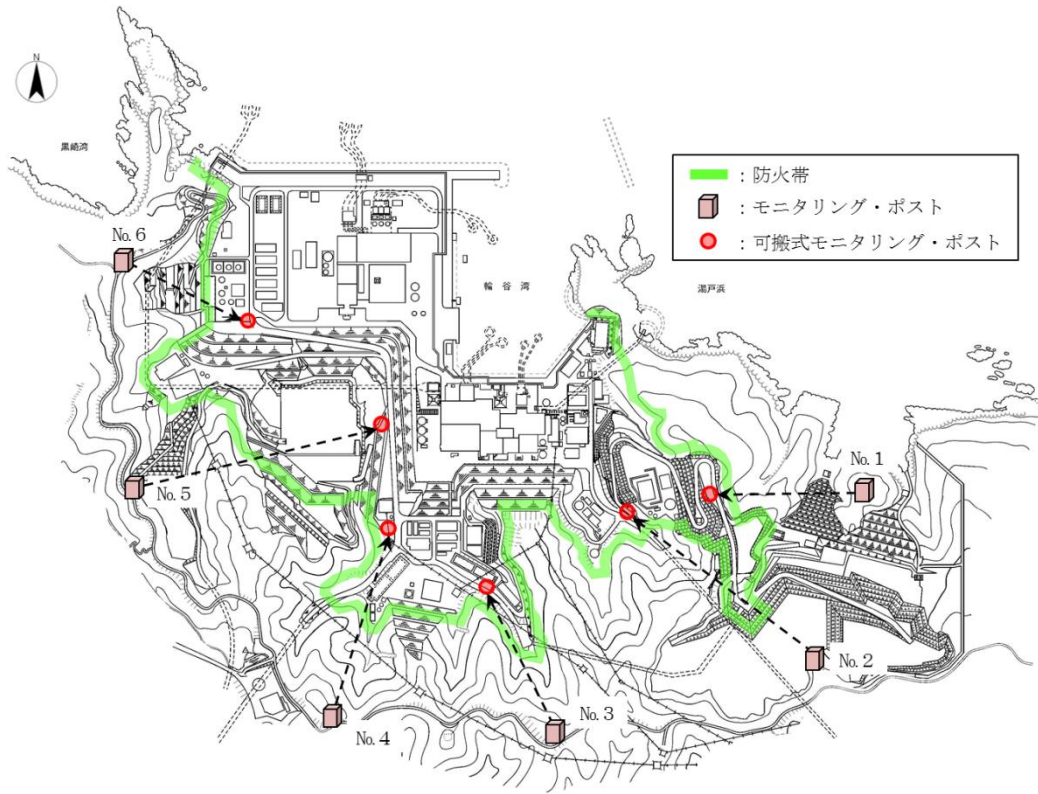
測定器は屋外に設置されており、外部火災による影響を確実に防止できるものとは考えないが、可能な限り影響の軽減を図ることから、外部からの情報により森林火災を認識し、発電所敷地境界へ火災が到達するまでに時間的な余裕がある場合には、敷地境界近傍への予防散水を行う。

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

可搬式モニタリング・ポストがモニタリング・ポスト周辺に設置できる場合は、その周辺に設置し、森林火災の延焼によりモニタリング・ポスト周辺に設置できない場合は、発電所構内の同一方位に設置する。可搬式モニタリング・ポストを設置場所まで運搬・設置し、監視・測定を開始するまでの所要時間は、1台あたり約30分を想定（6台を設置する場合は、約4時間を想定）。



第2.3.3-1図 可搬式モニタリング・ポスト



第2.3.3-2図 可搬式モニタリング・ポスト設置位置

3. 危険距離及び温度評価

3.1. 森林火災の想定

前述の2.1. 森林火災の想定と同じ。

3.2. 森林火災による影響の有無の評価

(1) 評価手法の概要

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

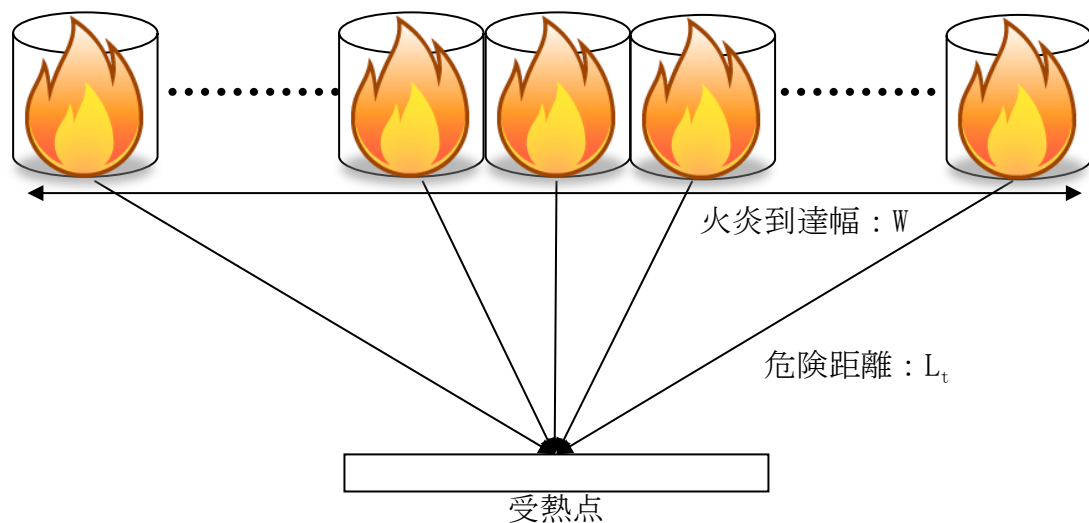
第3.2-1表 評価指標とその内容

評価指標	内容
輻射強度 [W/m^2]	火炎の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
火炎到達幅 [m]	島根原子力発電所に到達する火炎の横幅
形態係数 [-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径 [m]	森林火災の火炎長より算出する値
危険距離 [m]	火炎による輻射熱により許容限界温度になる距離

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

森林火災の火炎形態については、土地の利用状況（森林，農地，居住地等の分布），地形（標高，傾斜角度等），気象条件（風向・風速，気温，湿度等）に大きく依存することから，これらをすべて反映した火炎モデルを仮定することは難しい。したがって，森林火災の火炎は円筒火炎をモデルとし，火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。なお，危険距離の評価では，発電用原子炉施設への火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。

（第3.2-1図）。



第3.2-1図 円筒火炎モデルの並べ方

(2) 評価対象範囲

評価対象範囲は島根原子力発電所に迫る森林火災とした。

(3) 評価に必要なデータ

評価に必要なデータを以下に示す。

第3.2-2表 森林火災影響評価に必要なデータ

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

※1：防火帯周辺の森林（奥行き50m）が燃える平均時間

(4) 燃焼半径の算出

次の式から燃焼半径を算出する。算出結果を第3.2-4表に示す。

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

R：燃焼半径[m]，H：火炎長[m]

(5) 円筒火炎モデル数の算出

次の式から円筒火炎モデル数を算出する。算出結果を第3.2-4表に示す。

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

F：円筒火炎モデル数[-]，W：火炎到達幅[m]，R：燃焼半径[m]

(6) 火炎輻射発散度の算出

火災で発生する発熱量から輻射熱に寄与する割合（輻射熱割合）を考慮し、その輻射熱は円筒火炎の側面及び上面から放射されると仮定し、円筒火炎の火炎輻射発散度 R_f [kW/m²] を求める。発熱量が保存されるため、以下の式で表現できる。

(円筒火炎 1 個の側面積+上部面積[m²]) × 円筒火炎個数 × 火炎輻射発散度[kW/m²]
 = 火線強度[kW/m] × 火炎到達幅[m] × 輻射熱割合[-]

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

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

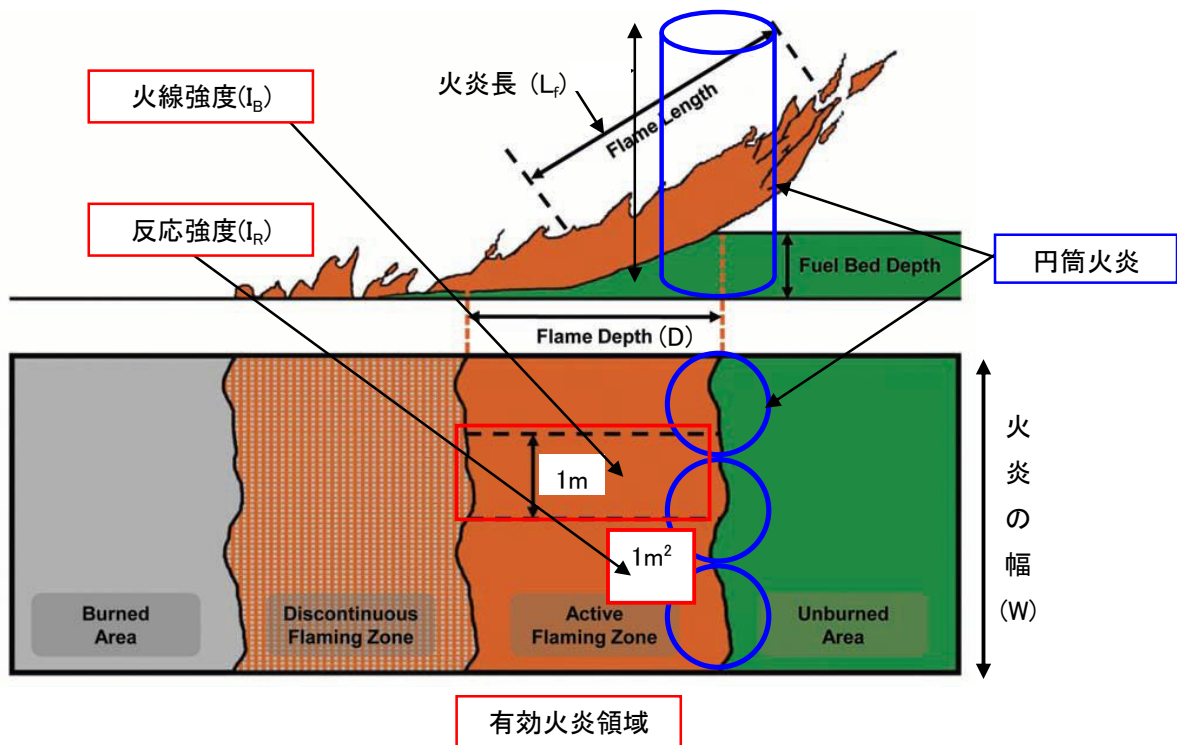
$$Rf = \frac{6\chi I_B}{7\pi H}$$

Rf: 火炎輻射発散度[kW/m²], I_B: 火線強度[kW/m], H: 火炎長[m]

< 火炎輻射発散度の算出方法 >

火線強度(I_B) [kW/m]は、第 3.2-2 図に示すような火炎構造(幅:W [m], 奥行き:D[m], 火炎長:L_f[m])において「火炎最前線での単位幅あたりの発熱速度」と定義でき、反応強度: I_R[kW/m²]とは次の関係にある。

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



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

第 3.2-2 図 火線強度及び円筒火炎モデルの考え方

火炎輻射発散度を計算するための円筒火炎モデルでは、第 3.2-2 図の有効火炎領域を、火炎の幅：W[m]に沿って円筒火炎（半径：R[m]，高さ：H[m]）を F 個一列に並べて模擬する。ここで、有効火炎領域の発熱量のうち輻射熱割合 χ [-] を考慮し、円筒火炎の側面及び上面からの輻射熱として放射されるとして、発熱量が保存されるように火炎輻射発散度を求める。円筒火炎での火炎輻射発散度を R_f [kW/m²] とすると有効火炎領域の発熱量は保存されることから、以下の式で表現できる。

総発熱量(側面，上面からの輻射[kW])

= 火線強度[kW/m] × 火炎到達幅[m] × 輻射熱割合[-] より

$$(2\pi RH + \pi R^2) \times F \times R_f = I_B \times W \times \chi (= I_R \times D \times W \times \chi) \quad \dots\dots\dots \text{式②}$$

また、評価ガイドより、円筒火炎モデルは

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

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

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

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

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

発火点 1，2，5：0.371（落葉広葉樹）

発火点 3，4：0.377（針葉樹）

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

針葉樹代表種

火炎輻射強度 4.9[kJ/g] + 火炎対流発散度 8.1[kJ/g] = 反応強度 13.0[kJ/g]

輻射熱割合（針葉樹） = 火炎輻射強度 4.9[kJ/g] / 反応強度 13.0[kJ/g]

$$= 0.377$$

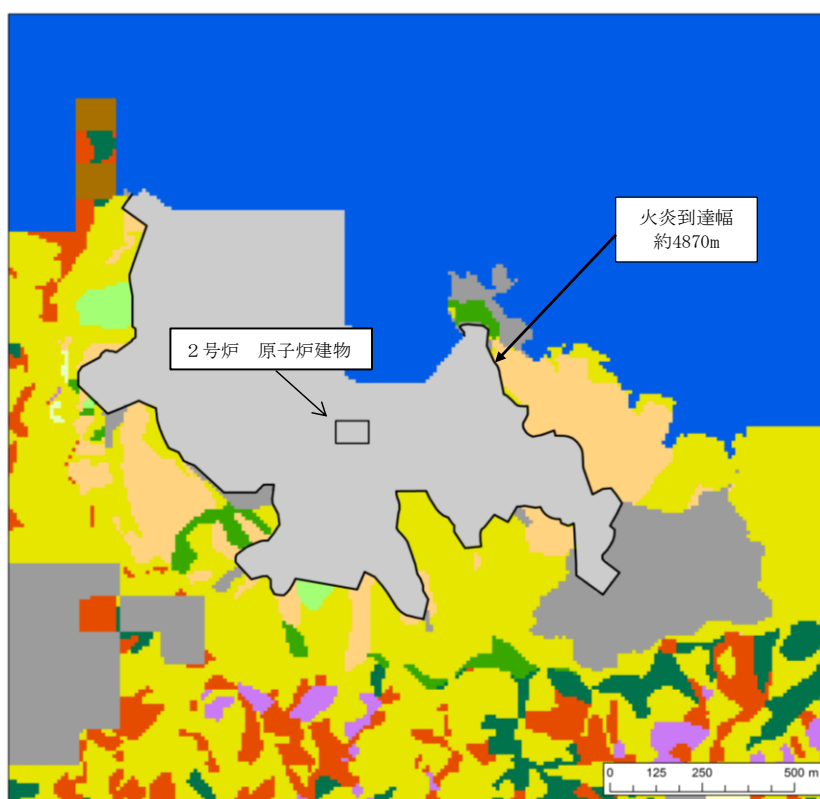
落葉広葉樹代表種

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

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

(7) 火炎到達幅の算出

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



第 3.2-3 図 火炎到達幅

(8) 燃焼継続時間の算出

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

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

林縁奥行：50[m]

延焼速度：林縁から50m以内の延焼速度の平均値

(9) 危険輻射強度の算出

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

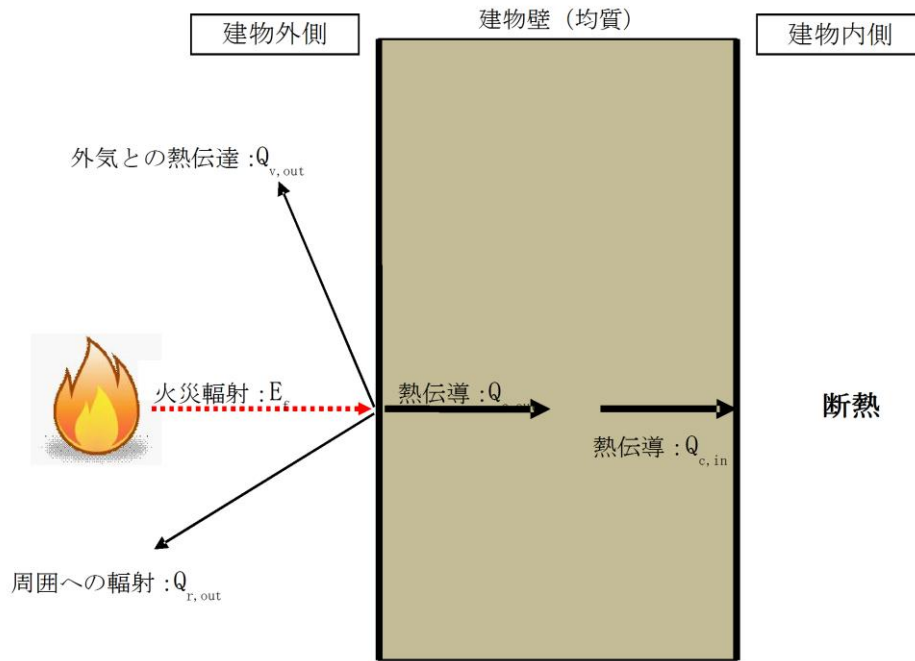
(第 3.2-4 図、第 3.2-5(a) (b) (c) (d) (e) 図)

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

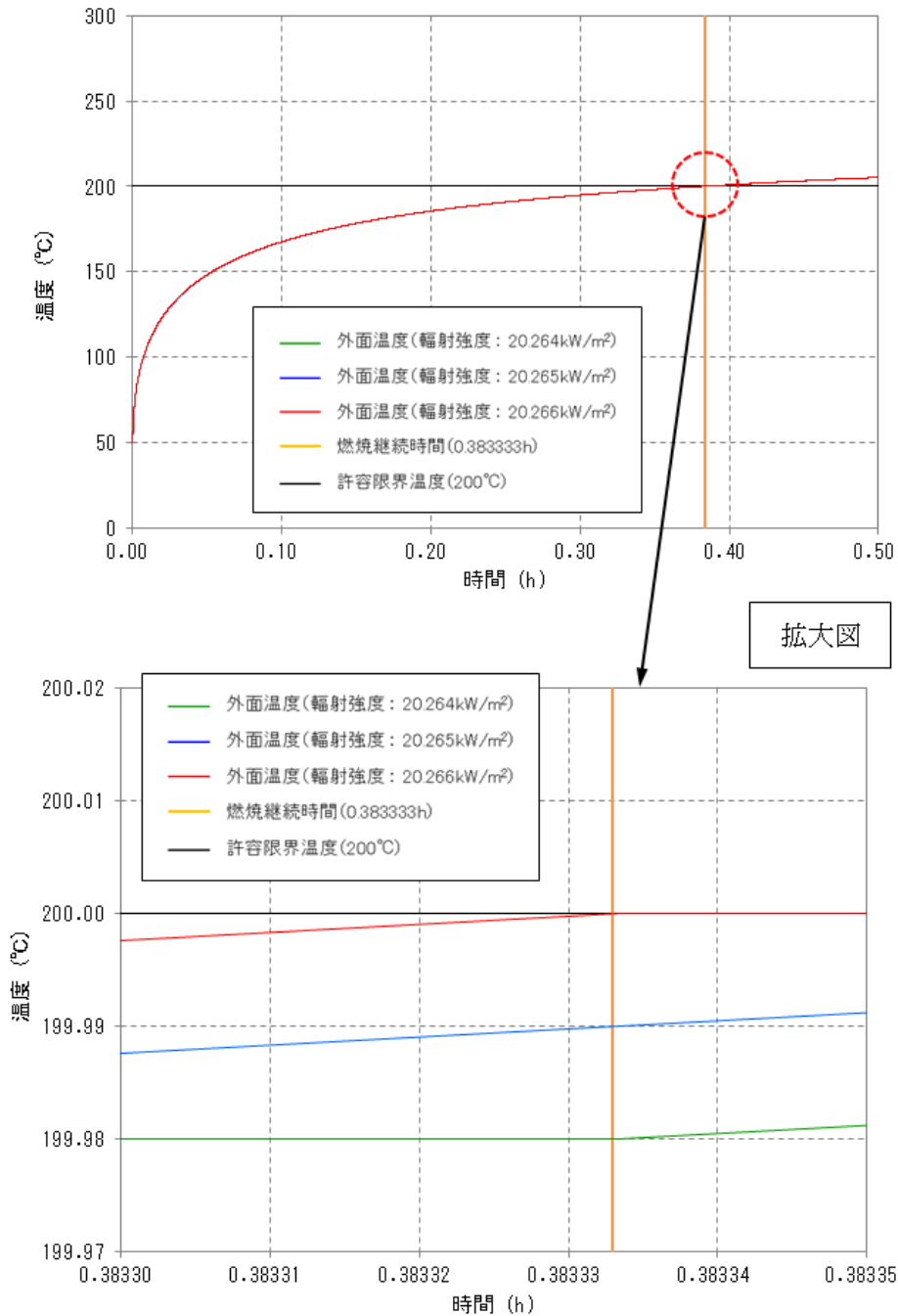
T:温度, t :時刻, x :建物壁内における外面からの距離, κ :熱拡散率
以下に使用したパラメータを示す。

第3.2-3表 輻射強度算出の入力パラメータ

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



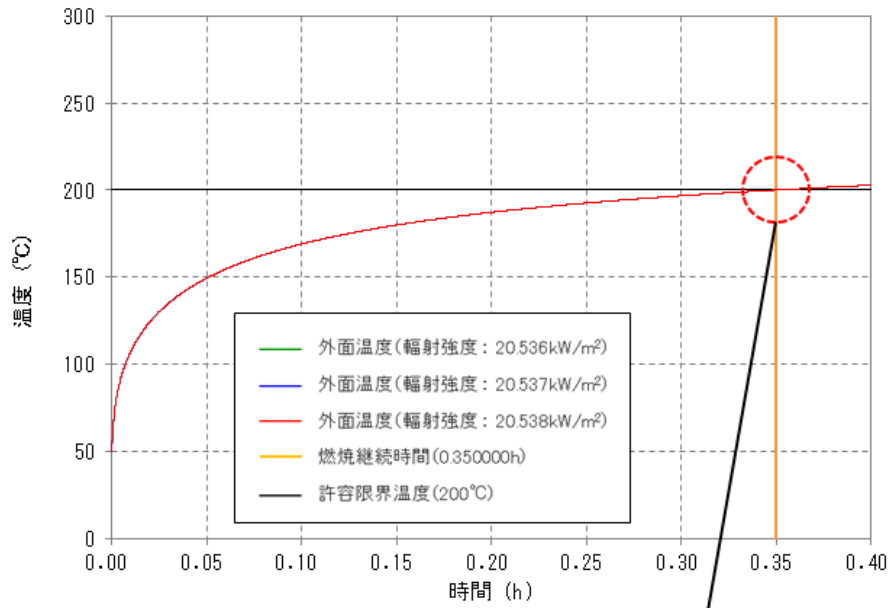
第 3. 2-4 図 建物温度評価体系図



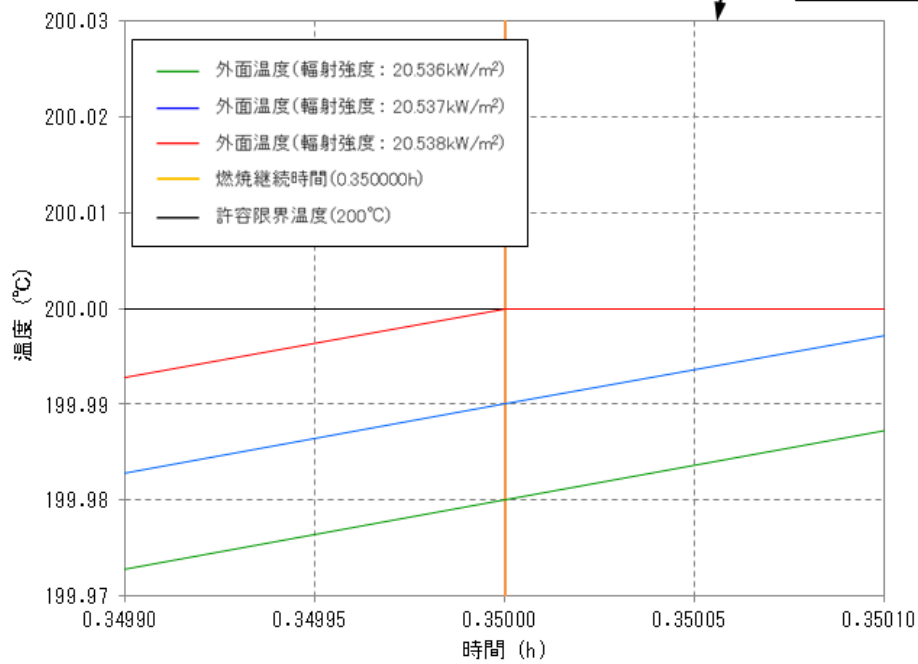
燃焼継続時間(0.383333h)で外面最高温度が200°C未満になる輻射強度(=危険輻射強度)

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

第 3.2-5(a) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 1)



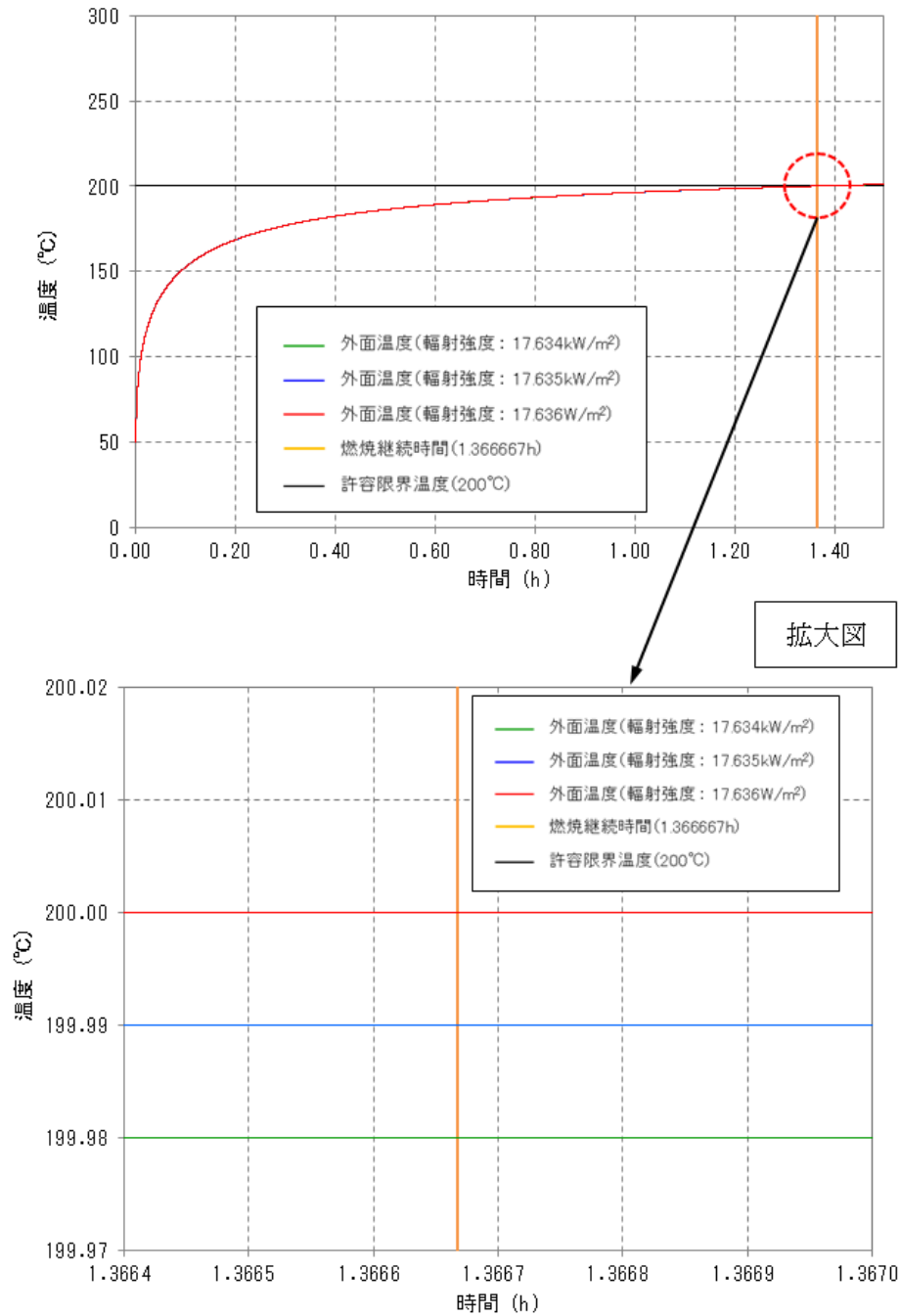
拡大図



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

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

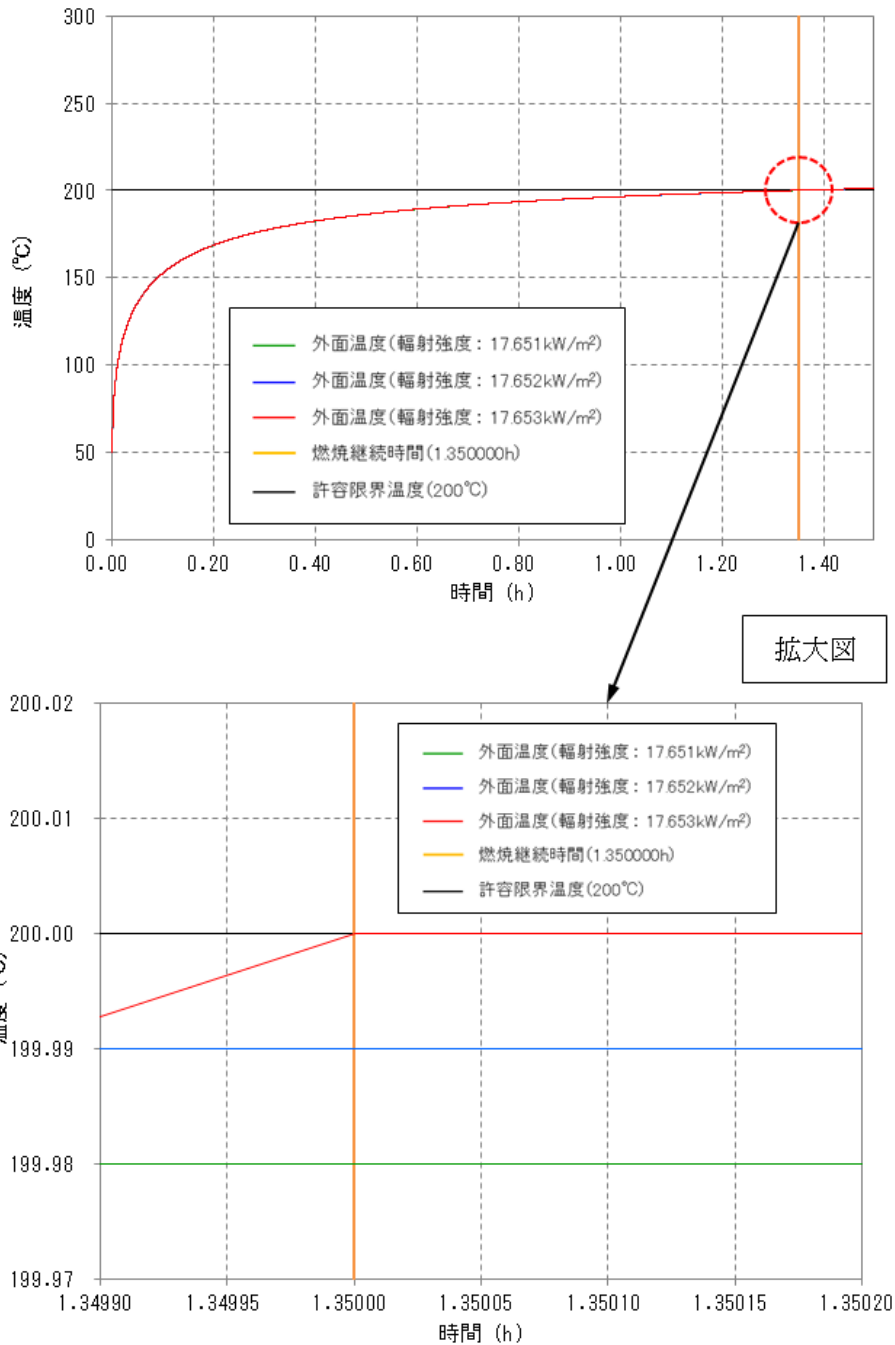
第 3.2-5 (b) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 2)



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

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

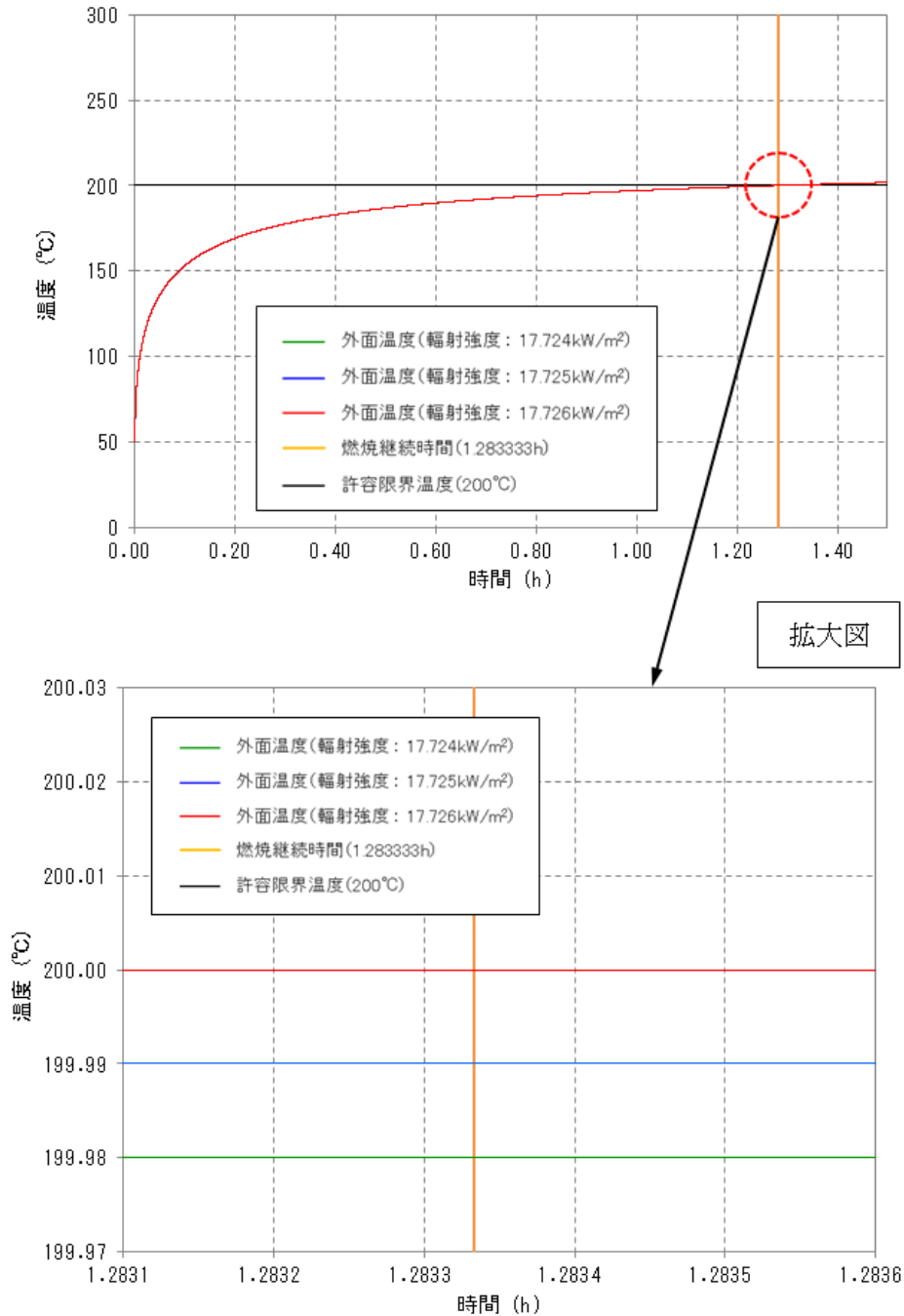
第 3.2-5(c) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 3)



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

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

第 3.2-5 (d) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 4)



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

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

第 3.2-5(e) 図 危険輻射強度の算出 (ケース 5)

(10) 形態係数の算出

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

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

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

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

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

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

ϕ_t : 各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値

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

(11) 危険距離の算出

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

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

$$E = R_f \cdot \phi$$

E : 輻射強度 [kW/m²], R_f : 火炎輻射発散度 [W/ m²], ϕ : 形態係数 [-]

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

(12) 危険距離の評価結果

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

第3.2-4表 危険距離の評価に伴う評価項目

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

3.3. 建物外壁の温度評価

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

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

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

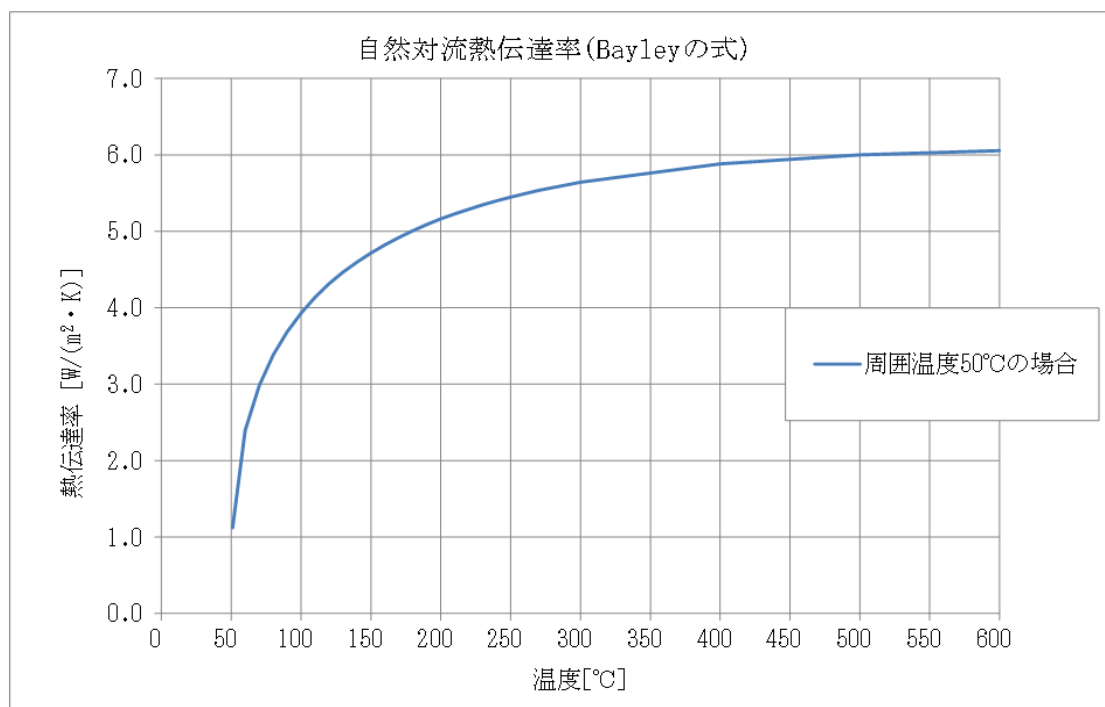
$$\frac{dT}{dt} = \kappa \frac{d^2T}{dx^2}$$

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

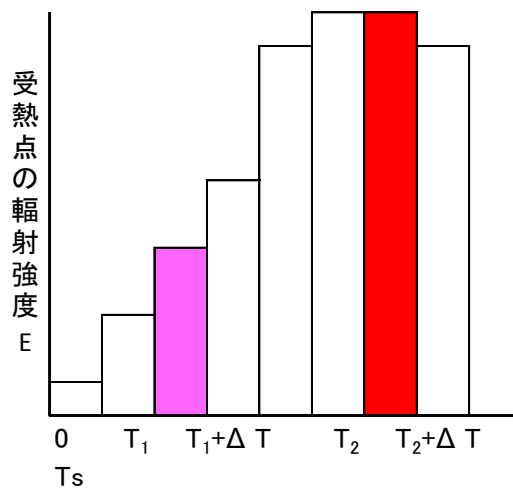
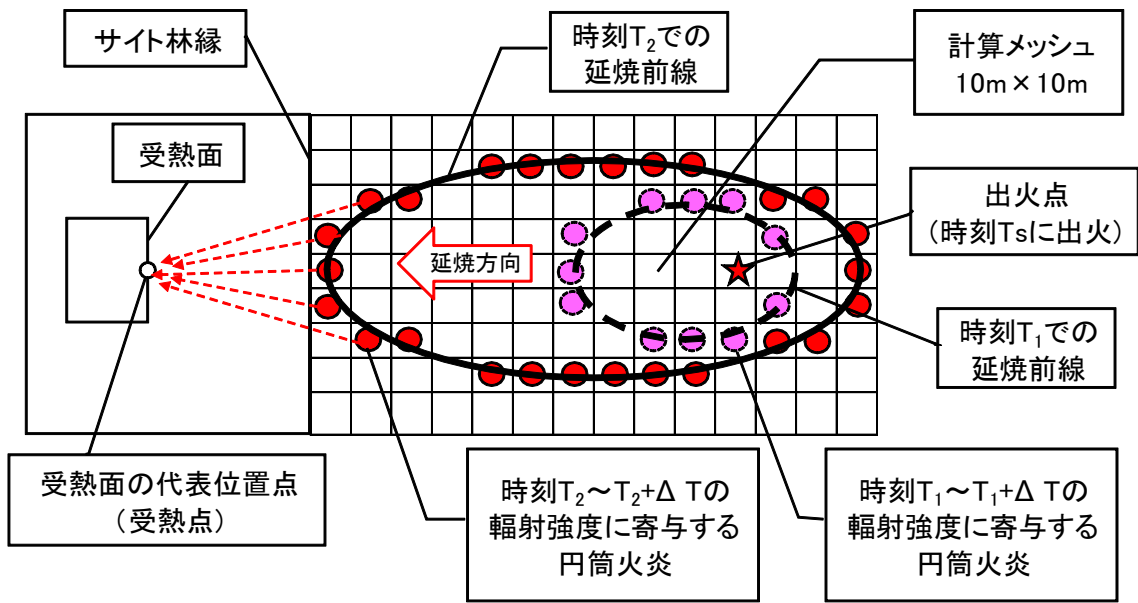
以下に使用したパラメータを示す。

第 3.3-1 表 建物外壁温度算出時の入力パラメータ

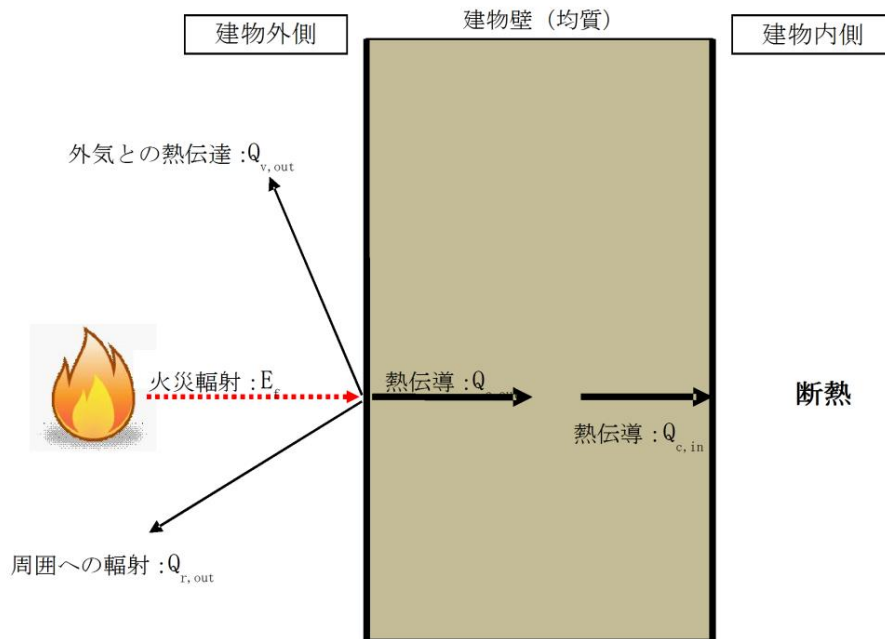
項目	パラメータ	備考
外気温度	50 °C	日射の影響を考慮し設定
内気温度	-	保守的に内気への熱伝達がない条件としているため、本数値は評価結果に影響しない。
外面熱伝達率	第 3.3-1 図参照	周囲温度 50°C の場合の自然対流熱伝達率 (Bayley の式)
内面熱伝達率	0 W/m ² K (断熱)	保守的にコンクリートから内気に熱伝達がない断熱条件とした。
熱拡散率： κ ($\kappa = k / (\rho \cdot c)$)	8.42×10^{-7} m ² /s	コンクリート 比熱 $c = 879.1 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$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



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



第 3.3-2 図 受熱点の輻射強度の計算モデル概念図

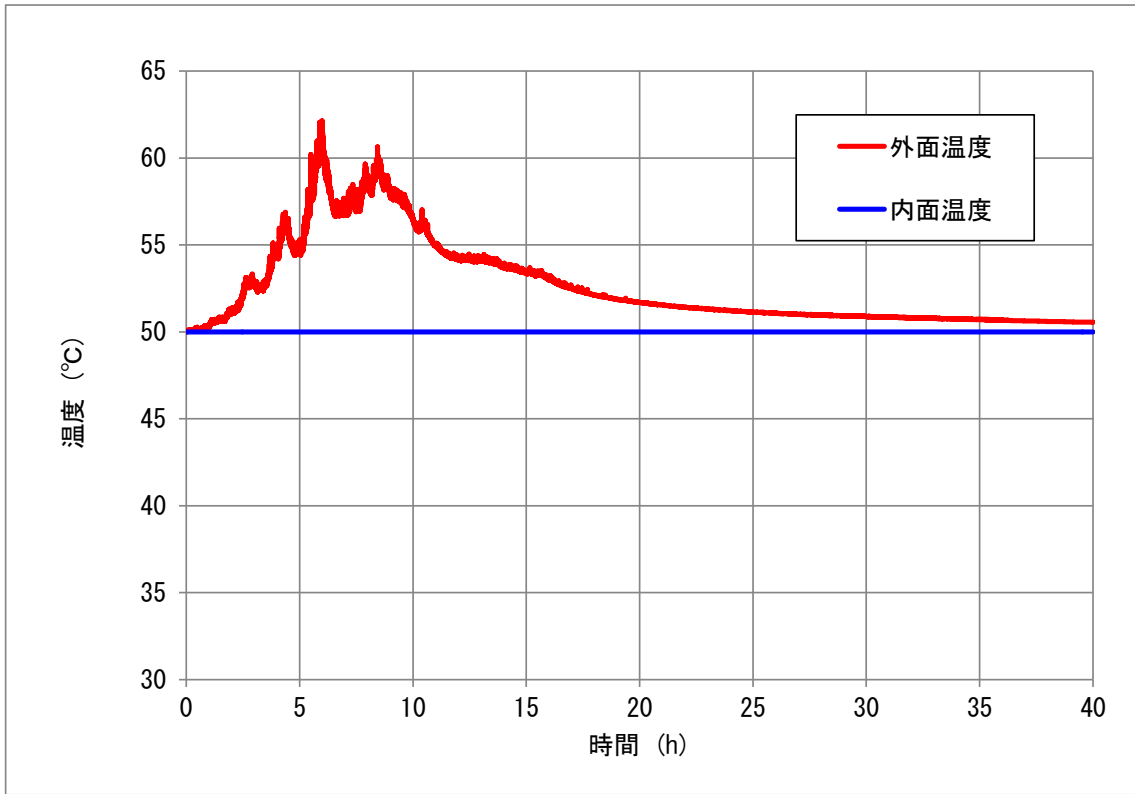


第 3.3-3 図 外壁面温度評価概念図

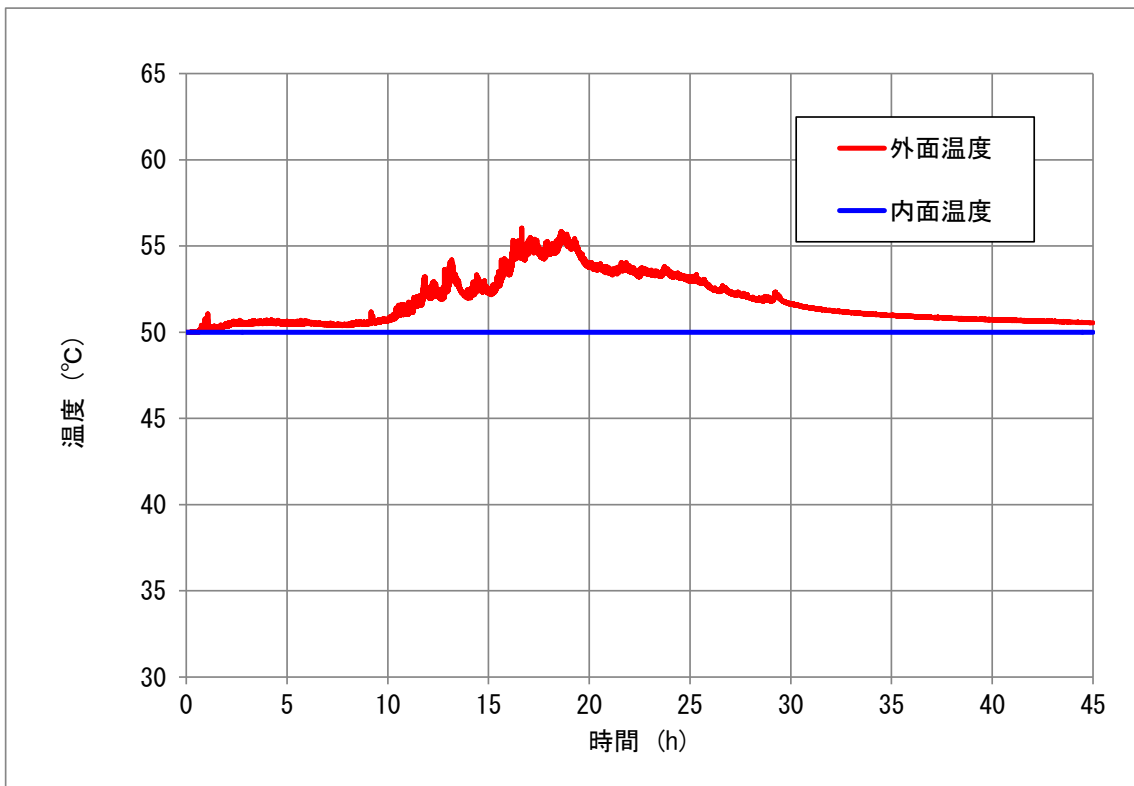
第 3.3-2 表 輻射強度と壁面温度の評価項目

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

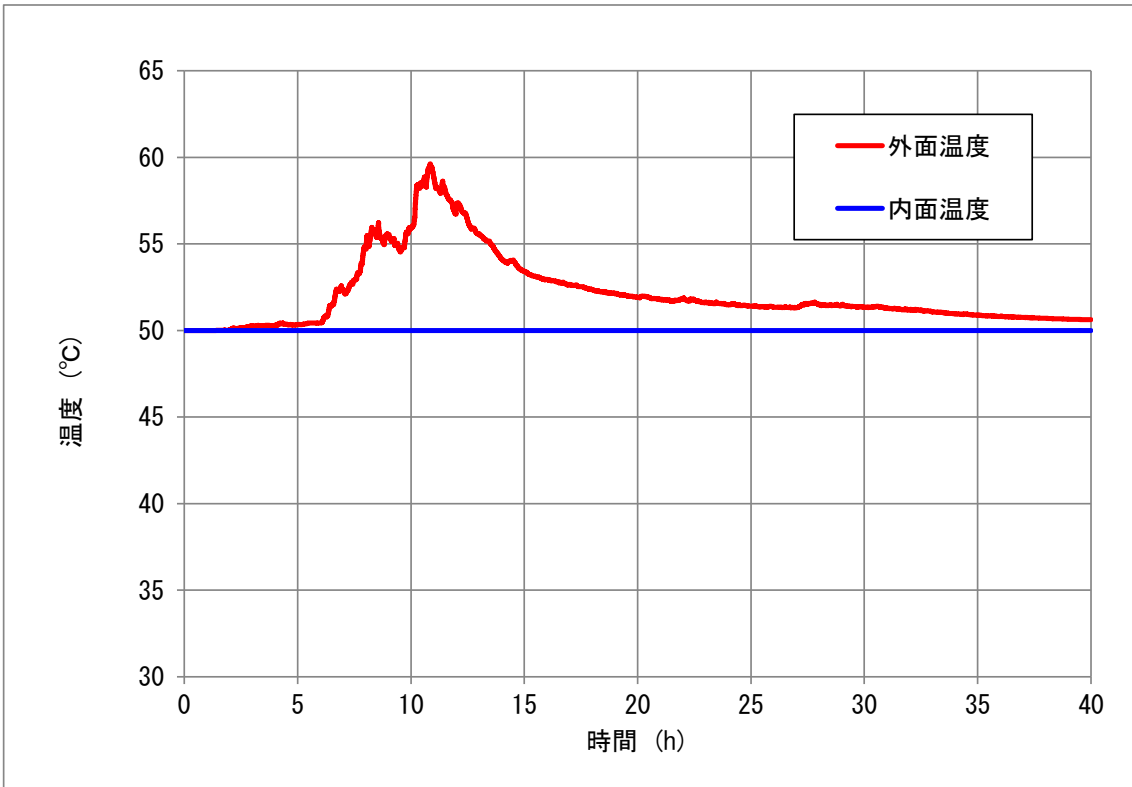
※外壁面の初期温度は 50°C、内壁面の初期温度は 50°C とする。



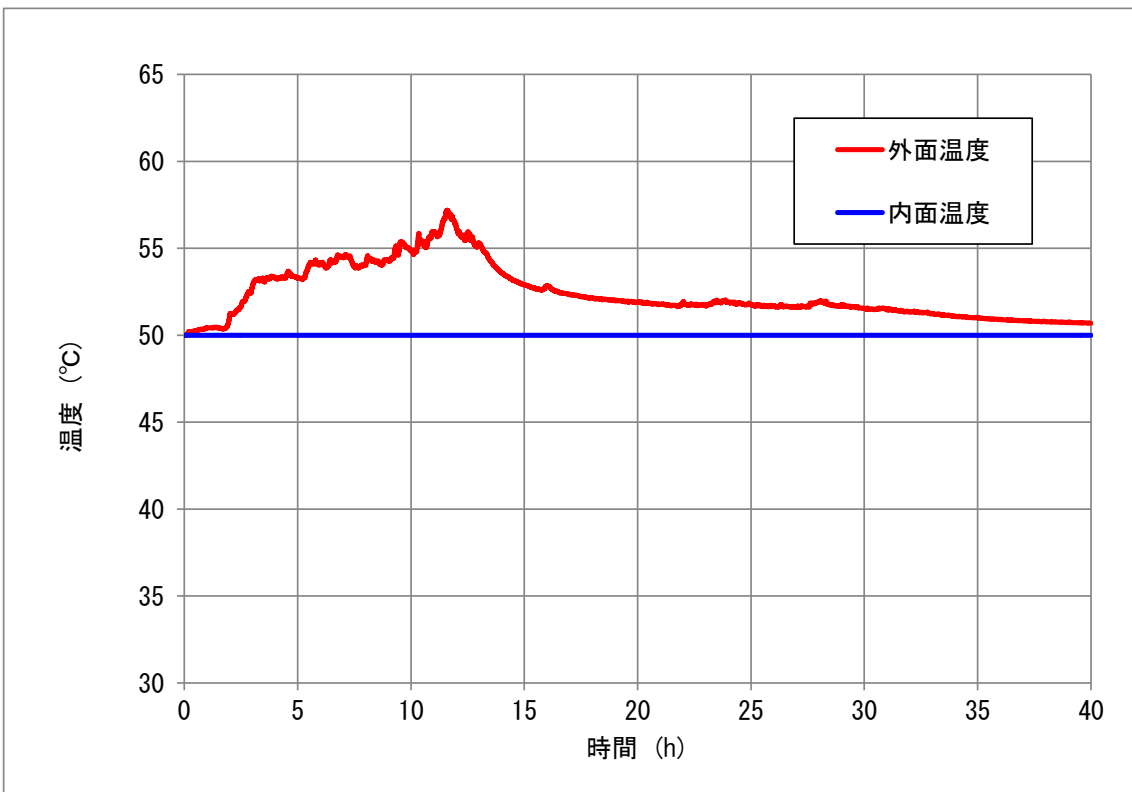
第 3.3-4(a) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇（ケース 1）



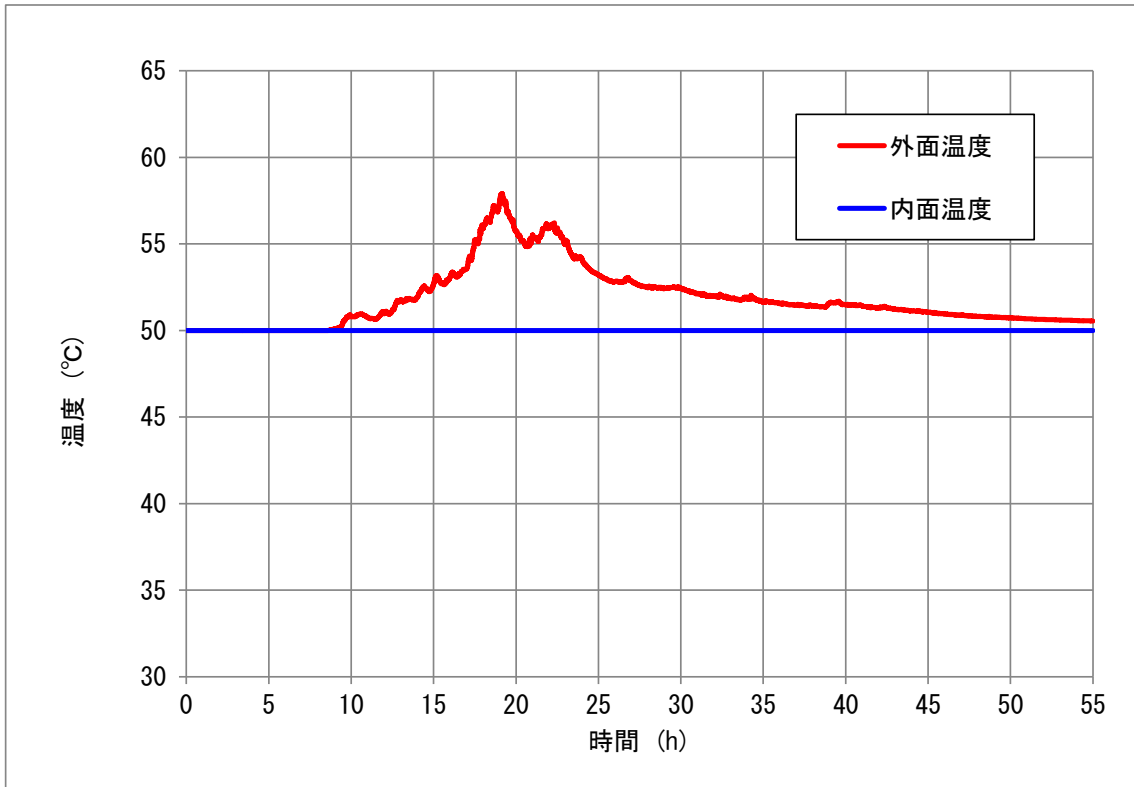
第 3.3-4(b) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇（ケース 2）



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



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



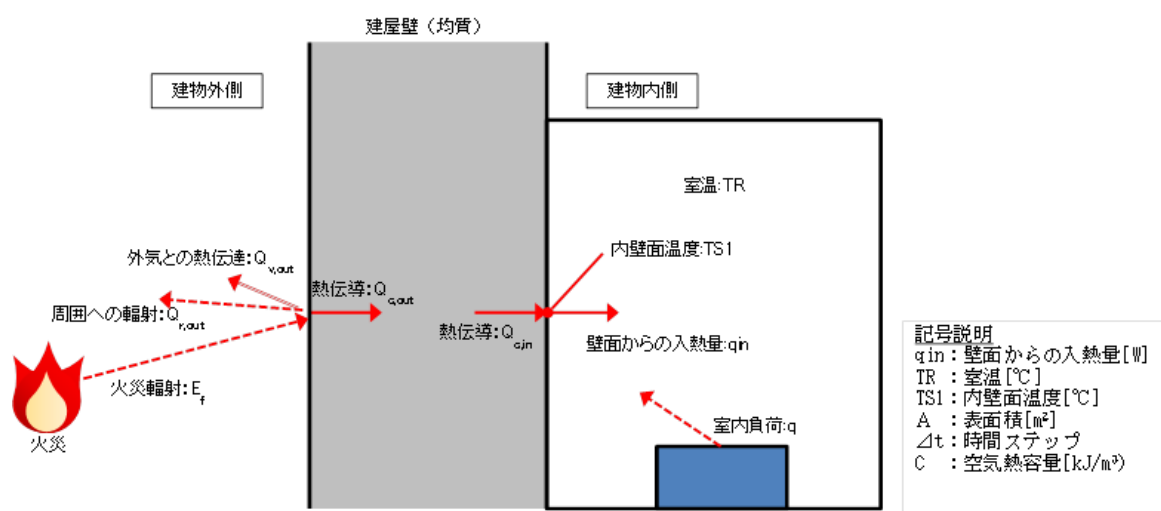
第 3.3-4(e) 図 2号炉原子炉建物南側外壁面における温度上昇 (ケース5)

3.4. 内気温度評価

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

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

以下に概念図を示す。



第3.4-1図 内気温度評価概念図

評価に必要なパラメータを以下に示す。

第3.4-1表 内気温度評価算出時の入力パラメータ

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

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

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

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

内壁面からの入熱量は以下の式より算出される。

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

q_{in}:壁面からの入熱量[W], α₁:内面熱伝達率, TR:室温[°C],
TS1:内壁面温度[°C]

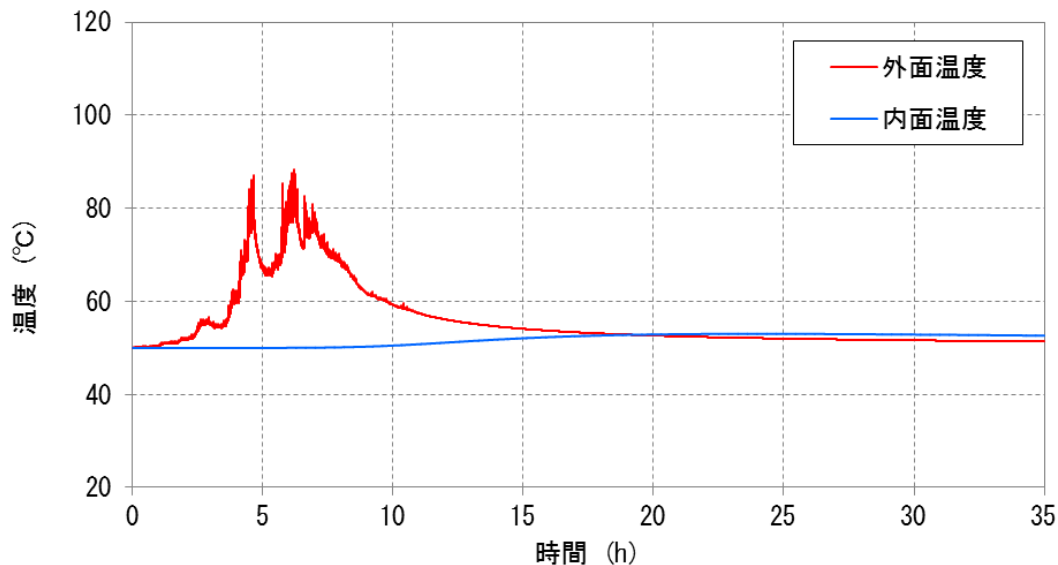
上記の式より、内気温度は、以下の式より求めることができる。

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

TR:室温[°C], q_{in}:壁面からの入熱量[W], A:内壁面の表面積[m²], Δt:時間ステップ, C:空気の熱容量[kJ/m³], q:室内熱負荷[W]

(1) 固体廃棄物貯蔵所D棟

森林火災における固体廃棄物貯蔵所D棟の評価結果を以下に示す。



第 3.4-2 図 外壁及び内壁面温度（固体廃棄物貯蔵所D棟）

第 3.4-2 表 森林火災影響評価結果（固体廃棄物貯蔵所D棟）

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

※1:外壁面の初期温度は50°C，内壁面の初期温度は50°Cとする。

※2:防火帯周辺森林（奥行き50m）が燃える平均時間

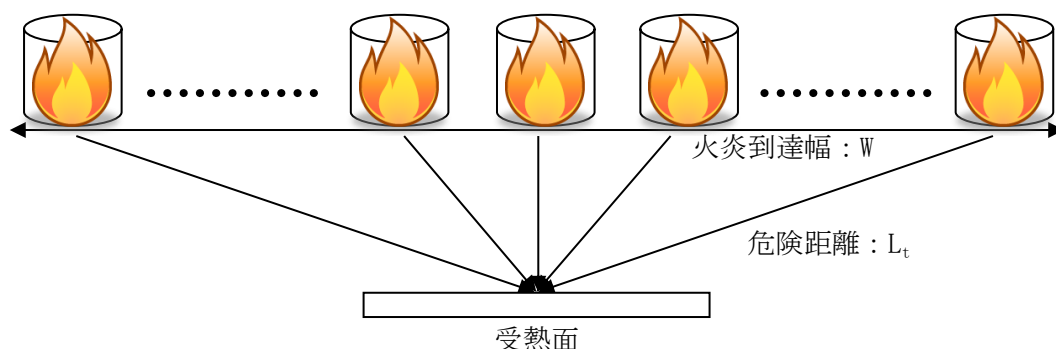
※3:固体廃棄物貯蔵所D棟内部に保管する低レベル放射性固体廃棄物用ドラム缶で使用しているパッキンの耐熱温度限度（100°C）

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

3.5. 屋外施設の影響評価

(1) 評価手法の概要

森林火災の火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。また、火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。(第3.5-1図)



第3.5-1図 円筒火炎モデルの並べ方

(2) 必要データ

評価に必要なデータは以下のとおり。

火炎輻射強度が最も大きい森林火災(ケース1)のデータを用いて評価する。

第3.5-1表 屋外施設影響評価時の入力データ

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

※1: 温度評価体系は、「別紙2-4」を参照。

※2: 鹿島地区の最高気温(気象庁)に日射の影響を考慮

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

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

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

(3) 温度評価

a. 海水ポンプの温度評価

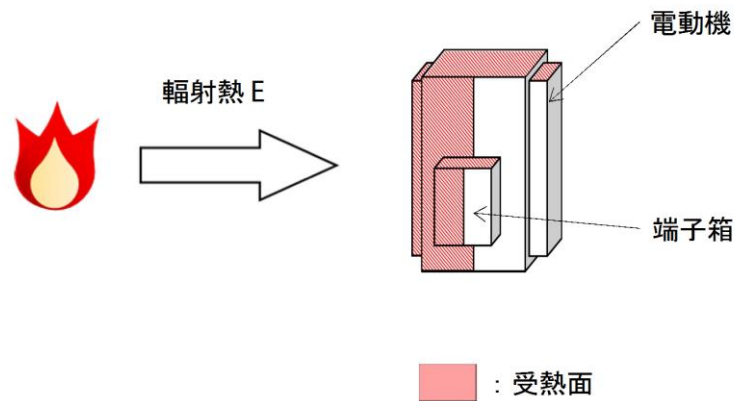
一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より、冷却空気の温度上昇を求め、海水ポンプの冷却空気温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

評価体系を第 3.5-2 図に、評価結果を第 3.5-2 表に示す。

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

T : 評価温度[°C], T₀ : 通常運転時の上昇温度[°C], E : 輻射強度[W/m²], A_T : 受熱面積[m²], G : 重量流量[kg/s], C_p : 空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1 : 伝熱工学資料



第3.5-2図 海水ポンプの熱影響評価（概念図）

b. 排気筒の温度評価

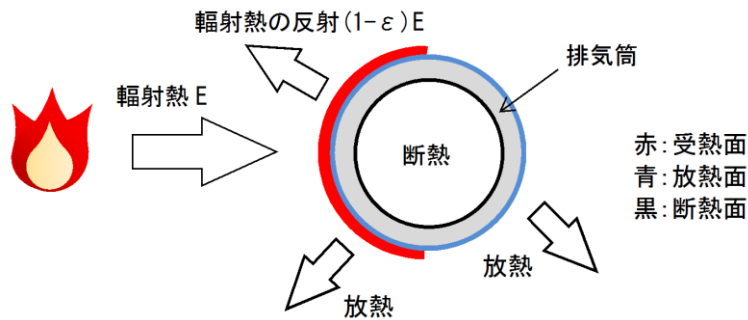
一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、排気筒の温度が許容温度以下であるか評価を実施した。

評価体系を第 3.5-3 図に、評価結果を第 3.5-2 表に示す。

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

T₀ : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[W/m²], ε : 排気筒表面の放射率[0.9]^{※1}, h : 排気筒表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

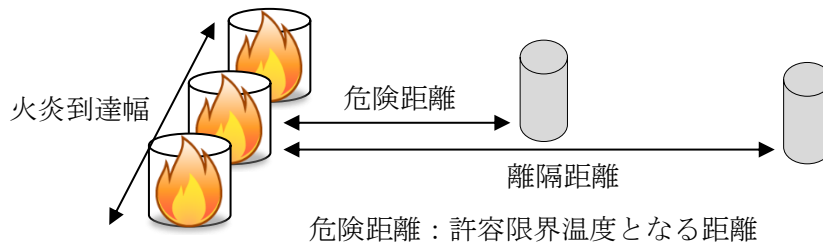
※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧



第 3.5-3 図 排気筒の熱影響評価 (概念図)

(4) 危険距離評価

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



第 3.5-4 図 危険距離の考え方

a. 危険輻射強度の算出

(a) 海水ポンプの危険輻射強度の算出

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

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

T: 許容温度[°C], T₀: 通常運転時の上昇温度[°C], A_T: 受熱面積[m²],
G: 重量流量[kg/s], C_p: 空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1: 伝熱工学資料

(b) 排気筒の危険輻射強度の算出

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

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

T_0 :初期温度[50°C], T :許容限界温度[°C], ε :排気筒表面の放射率[0.9]^{※1},
 h :排気筒表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

※1:伝熱工学資料, ※2:空気調和・衛生工学便覧

b. 形態係数の算出

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

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

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

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

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

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

ϕ_t :各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値

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

c. 危険距離の算出

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

$$E = R_f \cdot \phi$$

E :輻射強度[kW/m²], R_f :火炎輻射発散度[kW/m²], ϕ :形態係数

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

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

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

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

第3.5-2表 温度評価及び危険距離評価結果

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

3.6 まとめ

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

防火帯の管理方針について

1. はじめに

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

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

2. 防火帯の管理方針

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

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

第1表に防火帯内に設置される機器等の管理方法について示す。

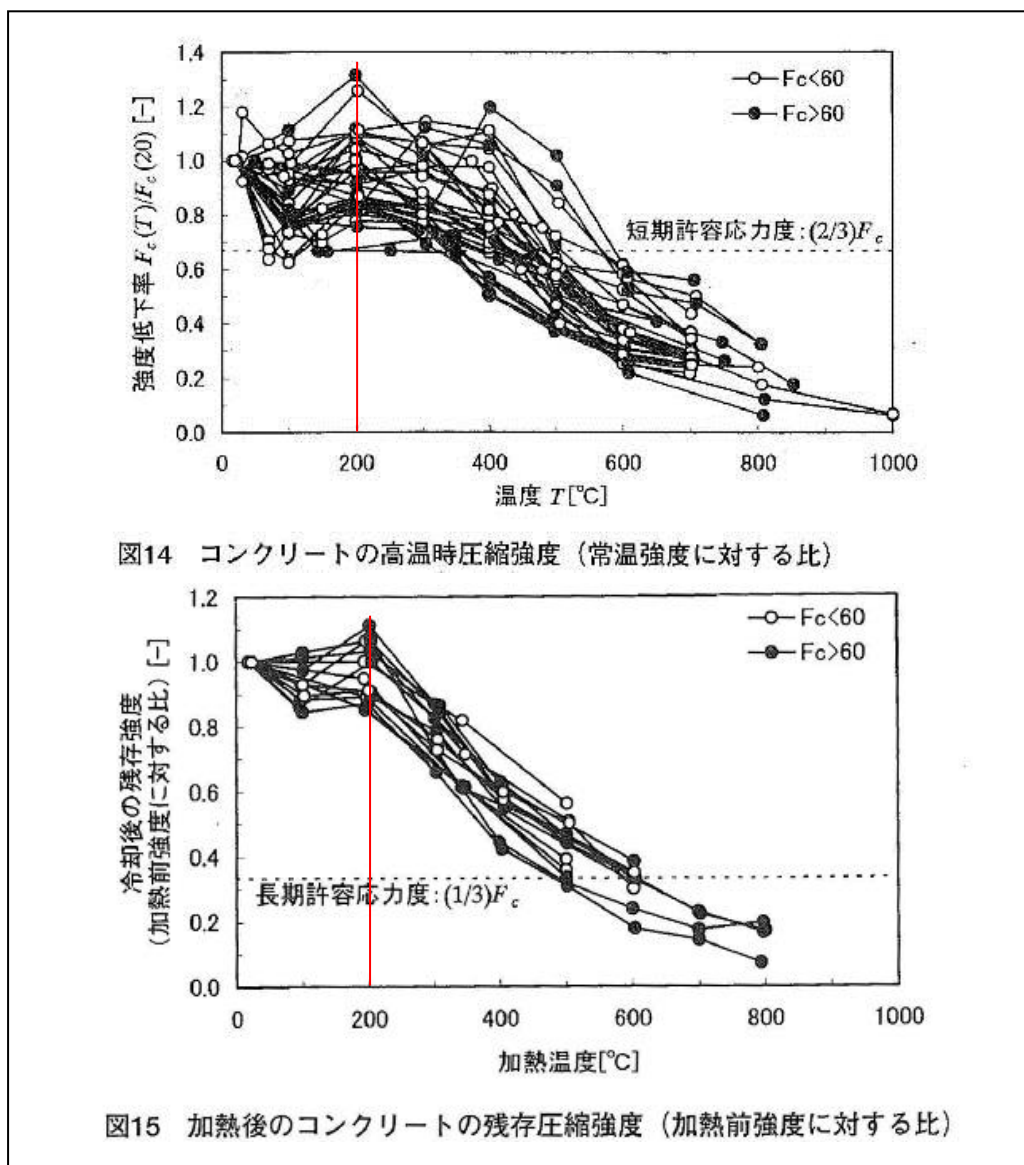
第1表 防火帯内に設置される機器等の評価及び管理方法

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

コンクリートの許容限界温度200°Cの設定根拠について

「建築火災のメカニズムと火災安全設計（財団法人 日本建築センター）」では、コンクリートの圧縮強度は、200°C程度までは常温と殆ど変わらないかむしろ上昇するが、その後は徐々に低下して、500°Cで常温強度の2/3になるとしている。また、火災後（冷却後）の残存強度を確保する場合には450°Cが限界としている^{※1}。

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



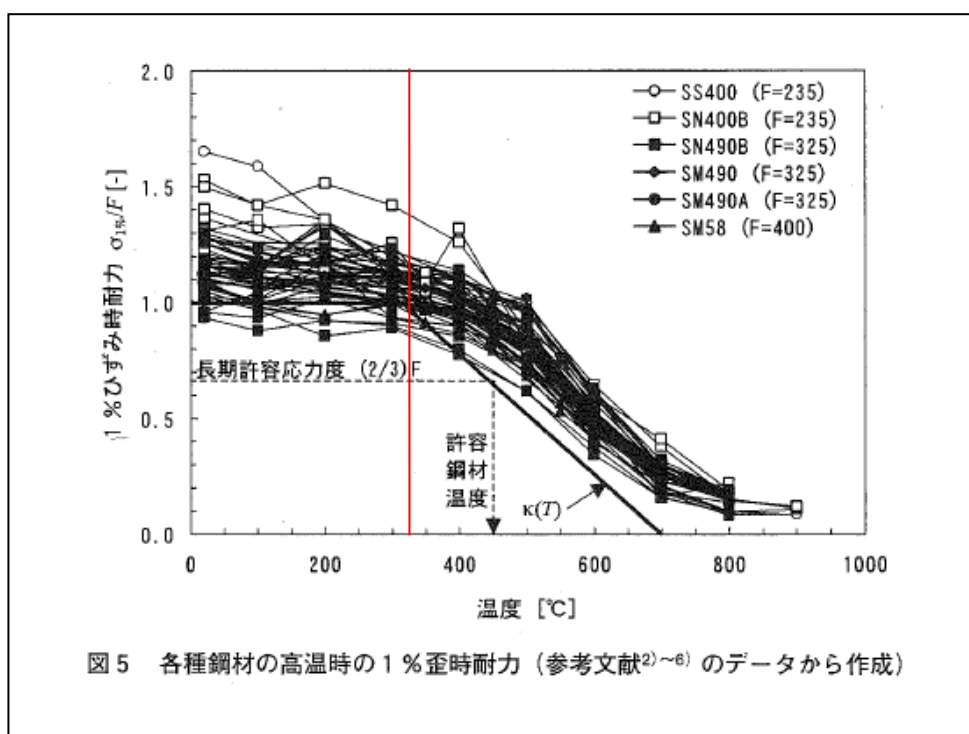
第1図 コンクリートの強度と温度の関係^{※1}（一部加筆）

※1：建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター

排気筒の許容限界温度325°Cの設定根拠について

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

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



第1図 鋼材の温度上昇に伴う強度低下率^{※1}（一部加筆）

※1：建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター

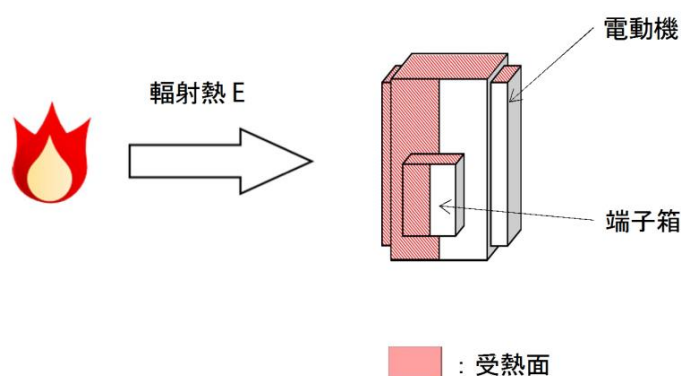
※2：各温度における鋼材の1%ひずみ時耐力の測定値を常温の基準強度（F）で割ったものが強度低下率 $\kappa(T)$ であり、鋼材の強度が常温時と変わらない場合は、 $\kappa(T)=1$ となる。

各施設等の温度評価体系

1. 海水ポンプの温度評価体系

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

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



第 1 図 海水ポンプの温度評価体系図

第 1 表 評価に使用するパラメータ

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

2. 排気筒の温度評価体系

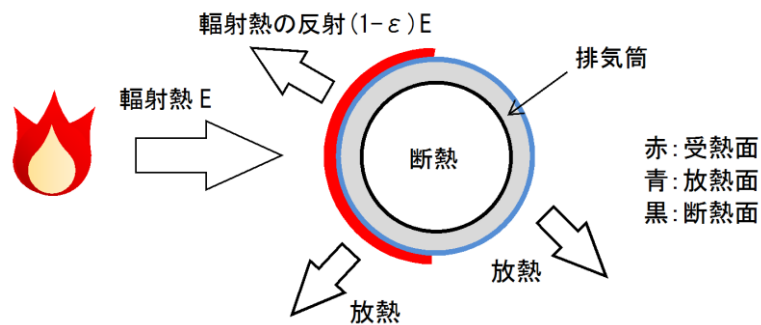
- ・火災時の輻射熱が排気筒に入射し、排気筒の温度上昇に寄与すると想定する。
- ・排気筒外表面からの放熱を考慮し以下の式を解く。

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

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

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

ρ : 排気筒部材密度 [kg/m³], C : 排気筒部材比熱 [J/kg/K], S : 排気筒単位長さあたりの外周面積 [m²], V : 排気筒単位長さあたりの体積 [m³], T : 最高温度 [°C], T_0 : 初期温度 [°C], E : 輻射強度 [W/ m²], h : 熱伝達係数 [W/ m²/K] (出典: 空気調和・衛生工学便覧), ε : 反射率 [-] (出典: 伝熱工学資料)

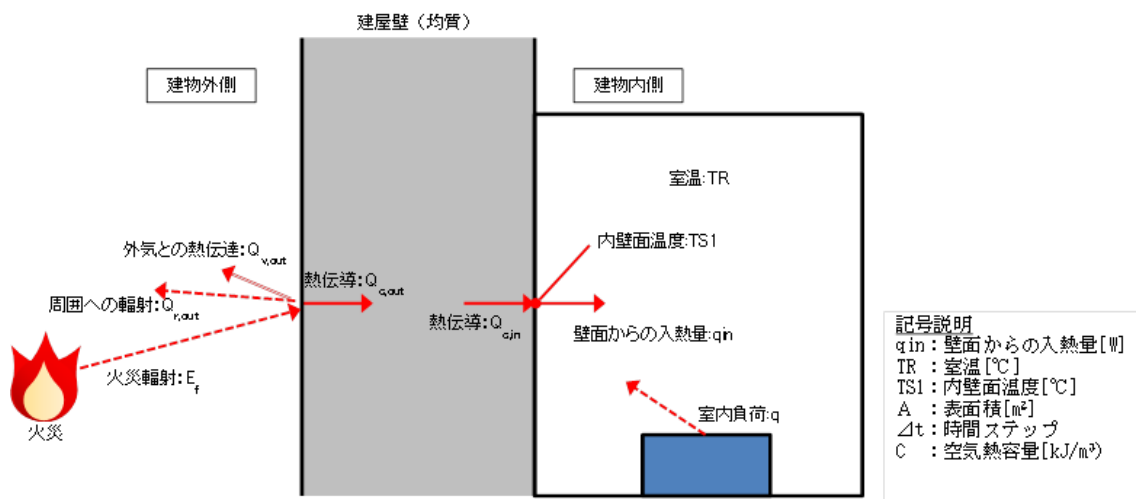


第2図 排気筒の受熱面が受ける輻射の割合

3. 建物内気温度の温度評価体系

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

以下に概念図を示す。



第3図 伝熱の概念図

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

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

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

- ・内壁面からの入熱量は以下の式より算出される。

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

q_{in} : 壁面からの入熱量[W], α_1 :内壁面熱伝達率, TR:室温[°C], TS1:内壁面温度[°C]

- ・上記の式より、内気温度は、次式で求める。

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

TR:室温[°C], q_{in} : 壁面からの入熱量[W], A:内壁面の表面積[m²], Δt :時間ステップ, C:空気の熱容量[kJ/m³], q:室内熱負荷[W]

4. 一定の輻射熱を受ける壁面（コンクリート）の温度評価体系

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

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

これを表面（ $x = 0$ ）における境界条件

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

の下で入射熱流束が時間的に一定であれば、次式が得られる。

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

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

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

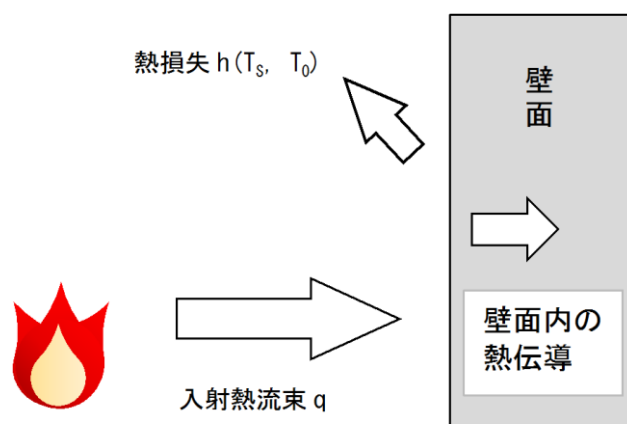
$$\frac{\varepsilon q}{h(T_s - T_0)} = \frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1$$

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

<記号>

c : 比熱 [kJ/kgK], T_0 : 初期温度 [K], $\operatorname{erfc}(z)$: 余誤差関数, T_s 表面温度 [K],
 h : 熱伝達率 [kW/m²K], ε : 表面の放射率, k : 熱伝導率 [kW/mK], ρ : 密度 [kg/m³],
 q : 入射熱流束 [kW/m²], t : 燃焼継続時間 [s]

出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，日本建築センター



第4図 建物温度評価体系図

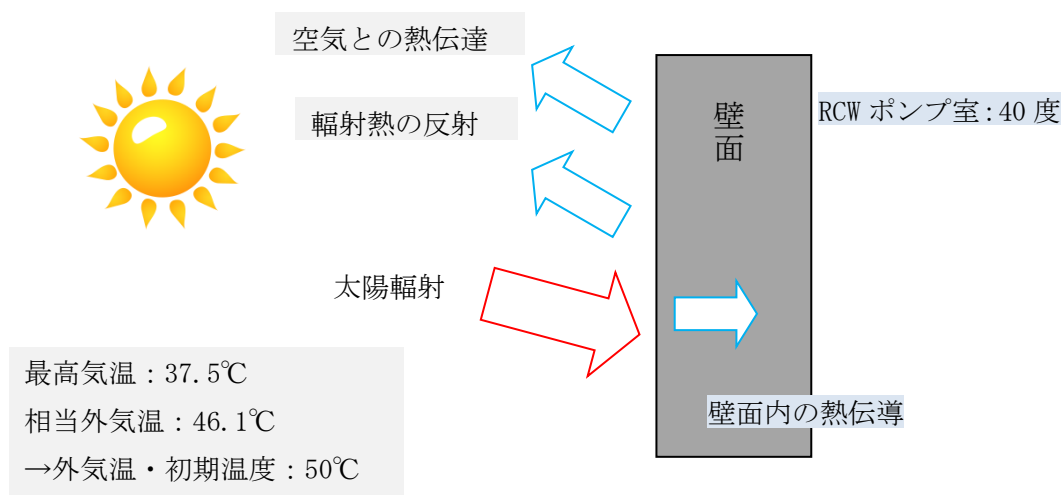
初期温度の考え方

1. 外壁（コンクリート）面の初期温度

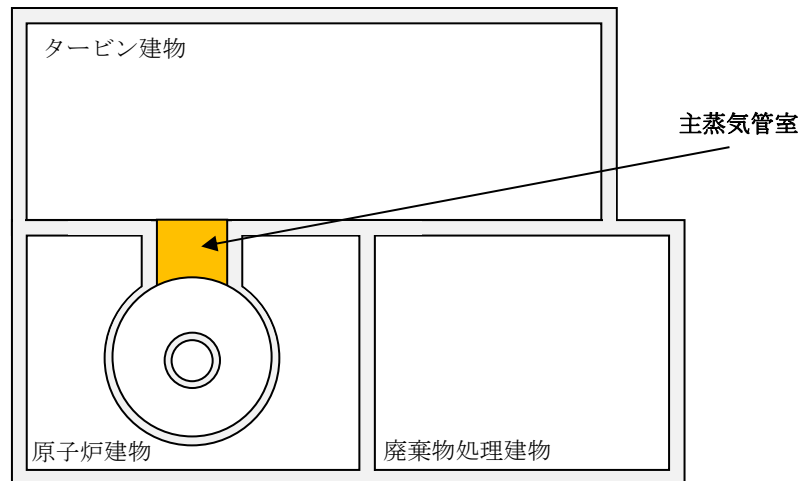
空気調和・衛生工学便覧を基に、日射の影響を考慮した相当外気温を求め、その値を切り上げた値を外気温及び評価対象施設の初期温度として設定した。なお、受熱面は各壁面の方向（東西南北）とした。

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

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



第 1 図 原子炉建物外壁面温度評価体系図

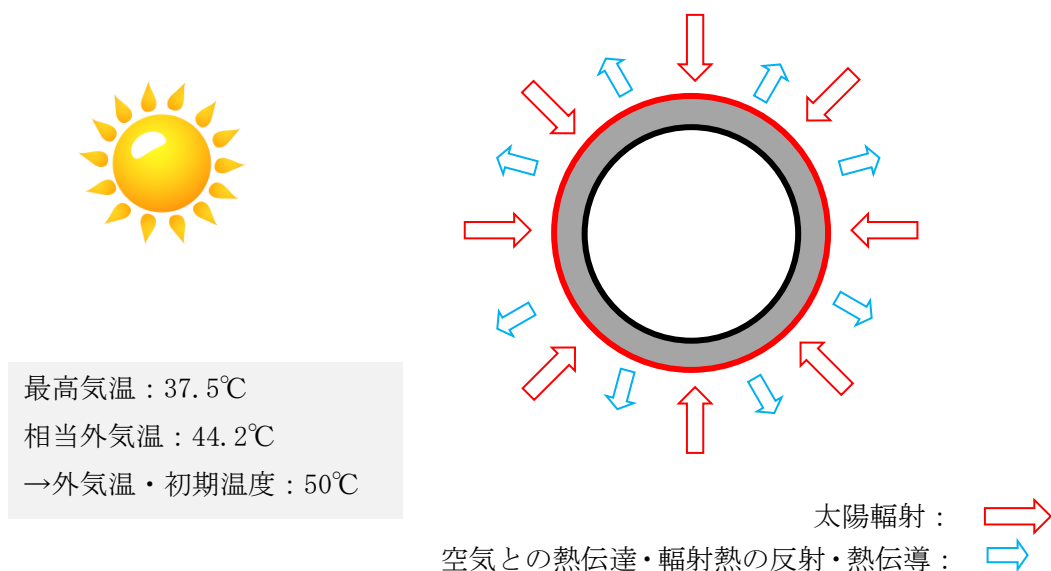


第2図 主蒸気管室の位置 (イメージ)

2. 排気筒の初期温度

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

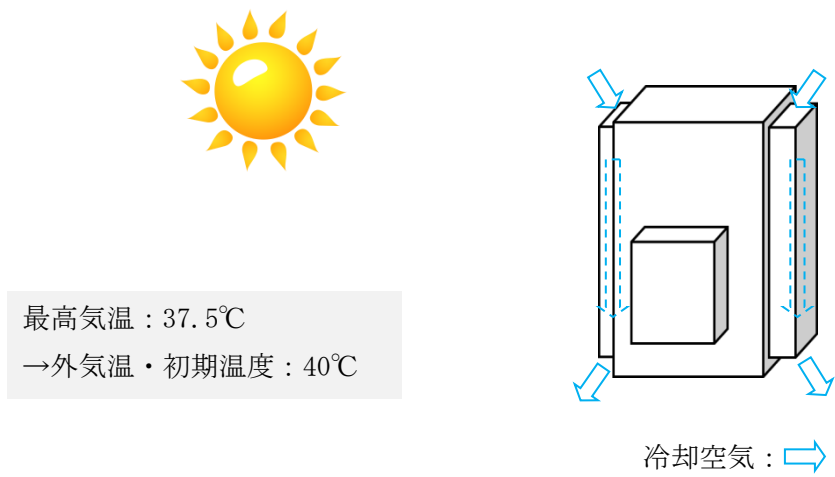
鹿島地区の最高気温 37.5℃に対して、排気筒外表面の相当外気温の最大値は 44.2℃となる。44.2℃を切り上げ、50℃を初期温度として設定する。



第3図 排気筒温度評価体系図

3. 海水ポンプの冷却空気初期温度

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



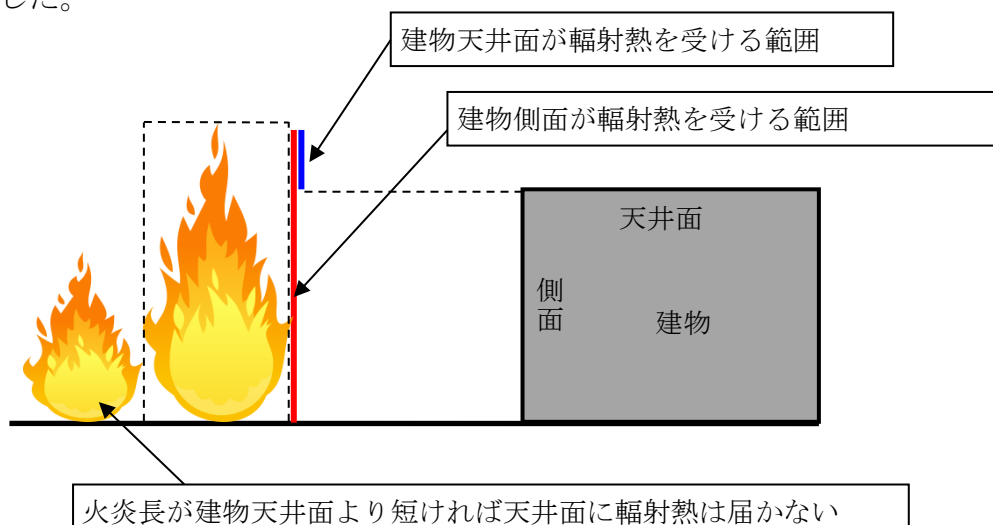
第 4 図 海水ポンプ温度評価体系図

建物天井面への熱影響評価

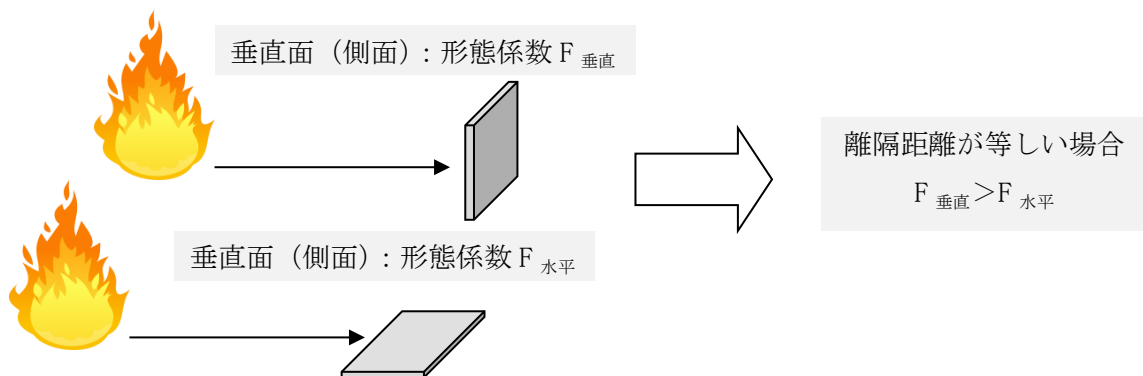
建物側面への熱影響評価を実施したが、天井面についての熱影響を検討する。

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

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



第1図 天井面への輻射熱の影響



第2図 垂直面と水平面の形態係数の大きさ

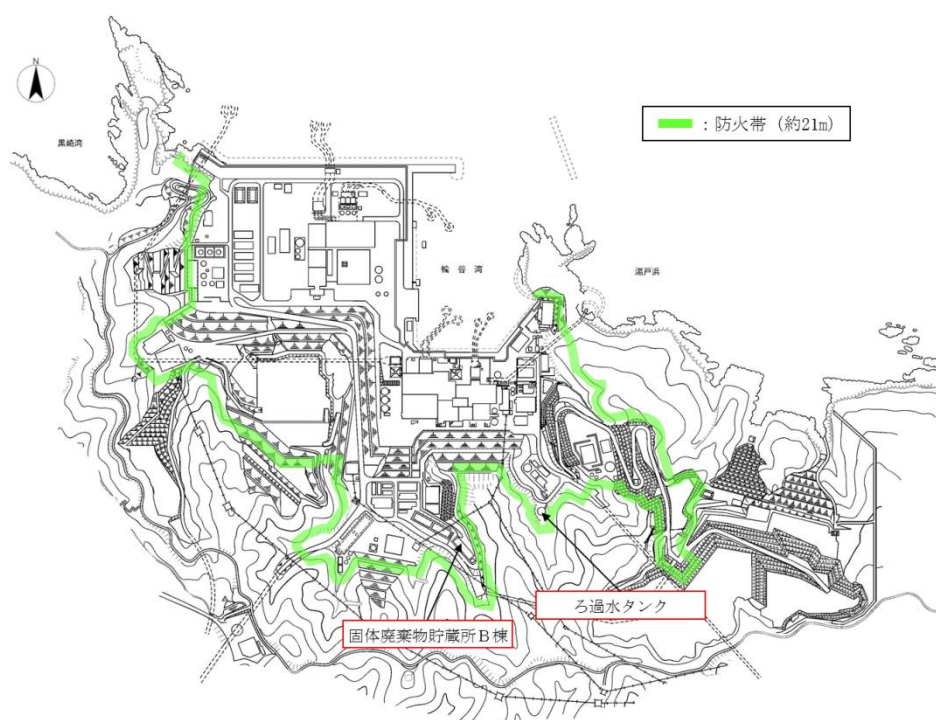
防火帯が入り組んでいる箇所の影響評価について

1. 概要

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

2. 評価対象施設

- (1) 固体廃棄物貯蔵所B棟
- (2) ろ過水タンク



第1図 評価対象施設位置

3. 影響評価

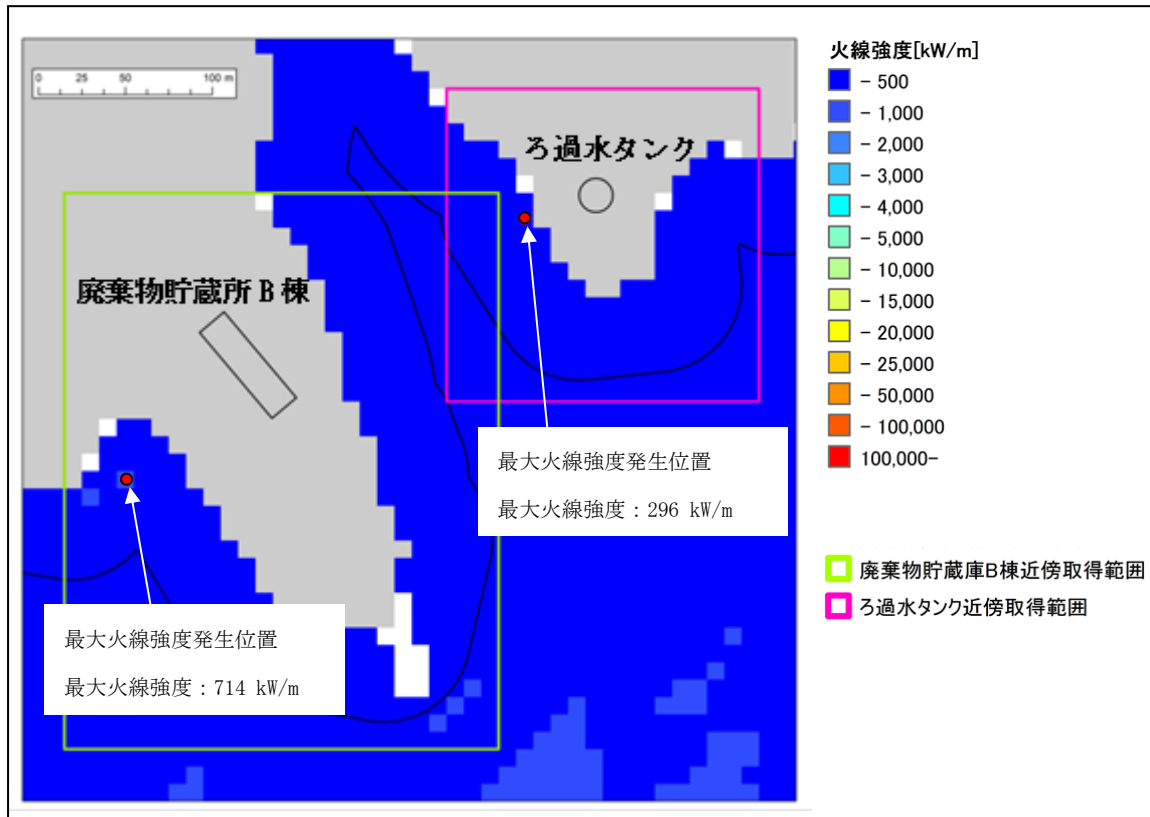
(1) 火線強度による評価

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

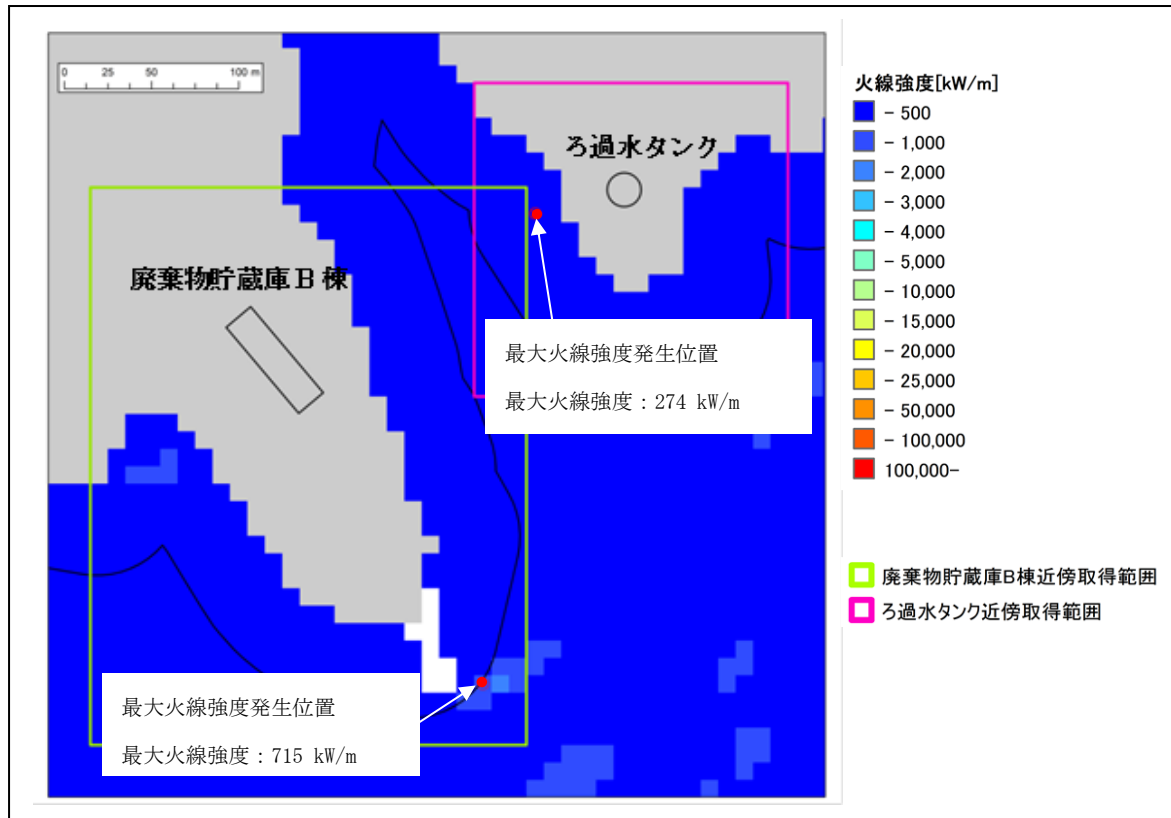
なお、固体廃棄物貯蔵所B棟及びろ過水タンクは、下り勾配の位置にあり、火災が延焼し難いことから火線強度が大きくなり難い。

第1表 近傍の火線強度の最大値

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



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



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

(2) 熱影響評価

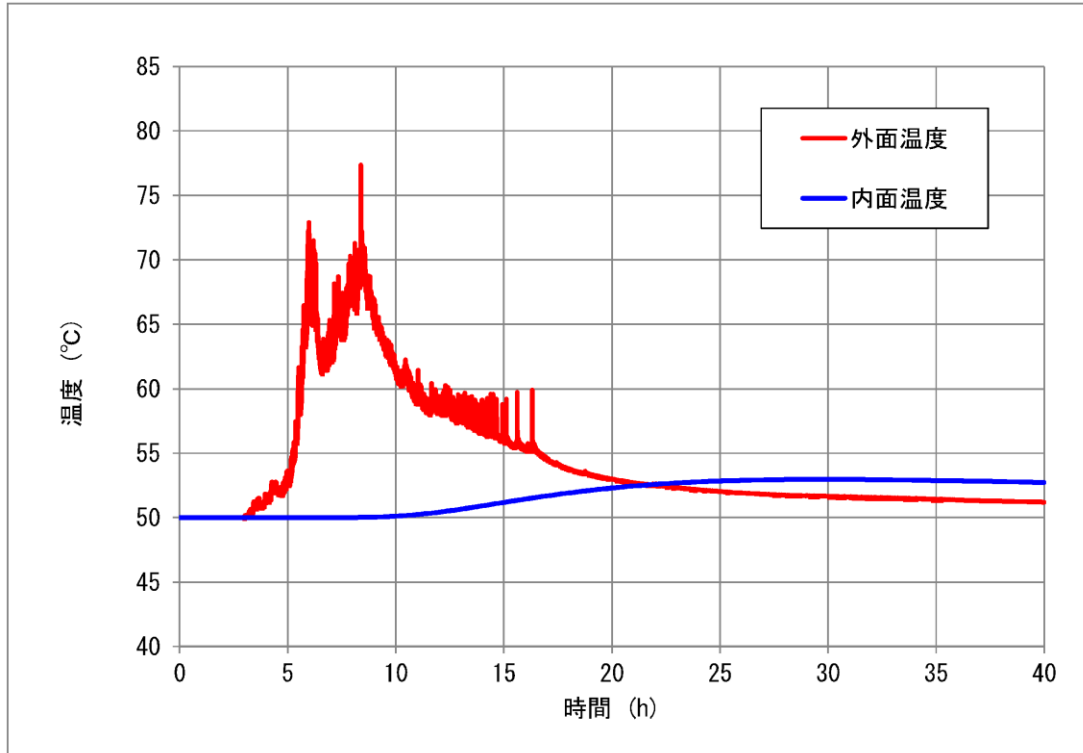
a. 固体廃棄物貯蔵所B棟

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

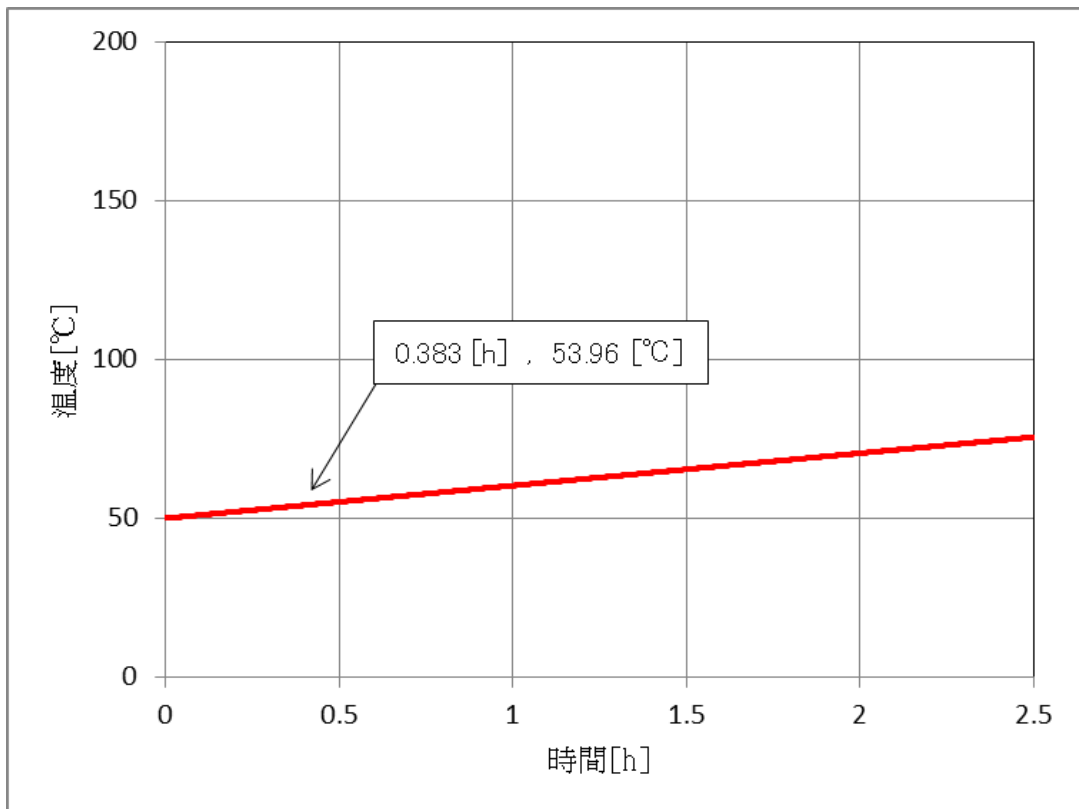
また、内面温度については、最大約53℃となり、固体廃棄物貯蔵所の内部に保管する低レベル放射性固体廃棄物用ドラム缶で使用しているパッキンの耐熱温度限度（100℃）を下回ることを確認した（第4図）

b. ろ過水タンク

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



第4図 固体廃棄物貯蔵所B棟南壁面温度の時間変化
(ケース1の場合)



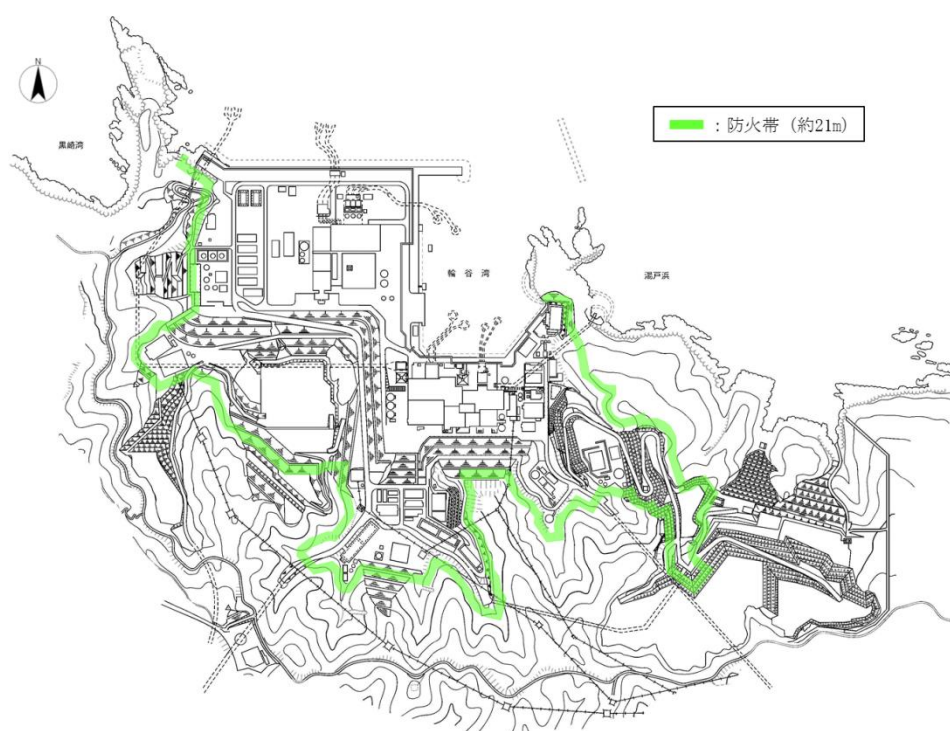
第5図 ろ過水タンク壁面温度の時間変化
(ケース1の場合)

斜面に設定している防火帯の地盤安定性の観点からの考え方について

1. 防火帯の概要

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

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



第1図 防火帯位置図

2. 地震時の斜面崩壊による防火帯への影響評価

(1) 評価方針について

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

(2) 森林火災が防火帯を突破する可能性について

森林火災（単独事象）の影響評価では、下記に示す保守的な前提条件としている。

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

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

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

(3) 地震と森林火災重畳時の重大事故等への対応について

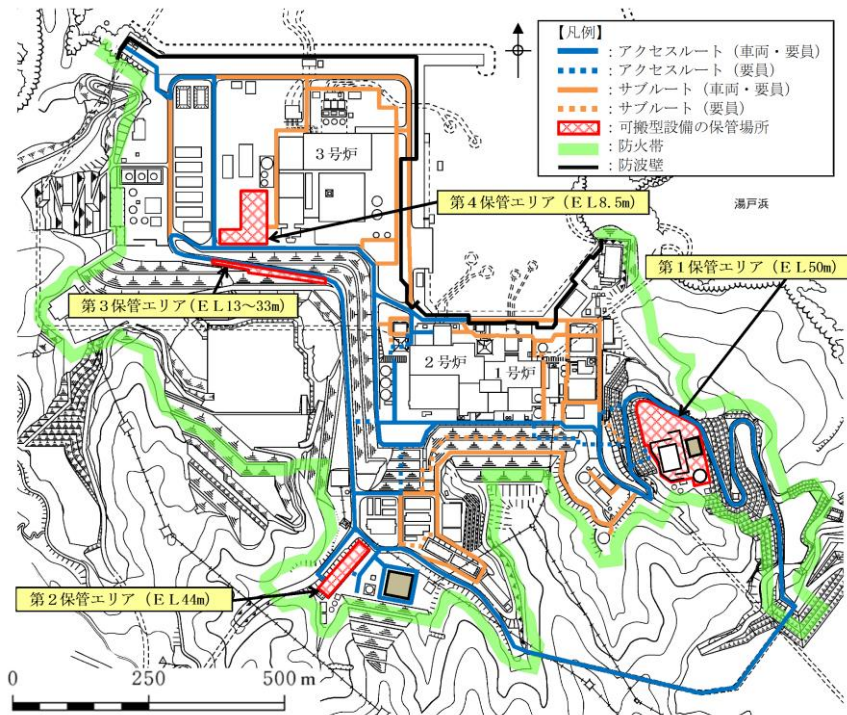
第 2 図に防火帯とアクセスルートを示す。

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

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

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

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



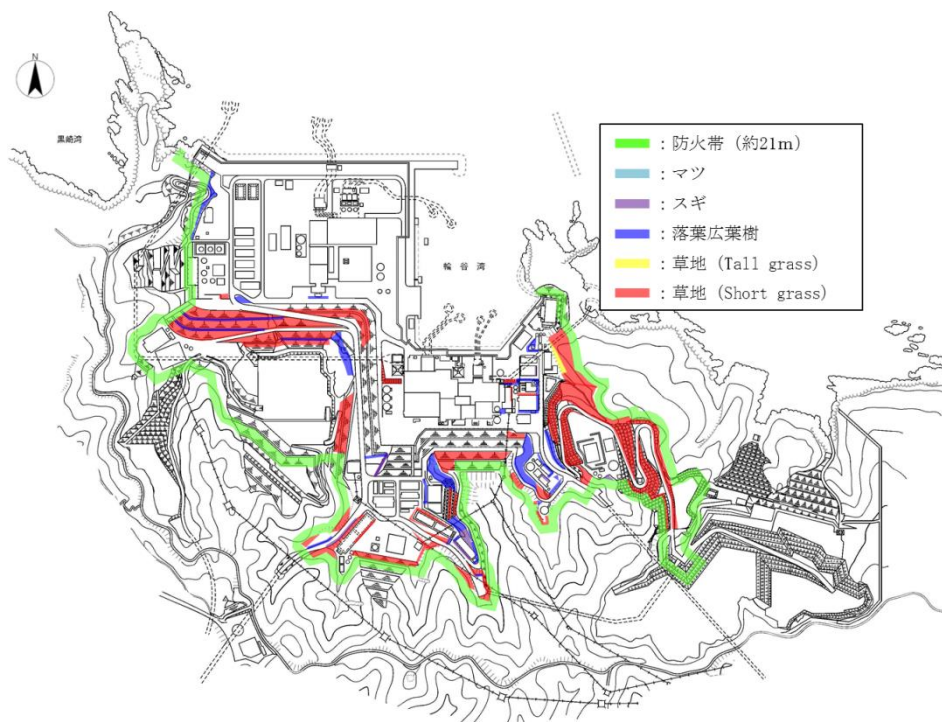
第2図 防火帯とアクセスルート

防火帯内植生による火災について

第1図に防火帯内の植生（平成31年2月現在）を示す。

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

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



第1図 発電所防火帯内植生図

被ばく評価で使用している気象条件との違い

被ばく評価で使用している気象条件との違いについて以下に示す。

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

第1表 被ばく評価で使用している気象条件との違い

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

石油コンビナート等の火災・爆発について

1. はじめに

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

2. 石油コンビナート等の火災・爆発影響評価

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

(1) 評価対象範囲

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

(2) 評価結果

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

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



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

3. 石油コンビナート等以外の火災・爆発影響評価

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

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

また，LNG基地及び石油備蓄基地は存在しないことを確認している。

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



第 3-1 図 島根原子力発電所から 10km 圏内に位置する危険物施設

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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

--

※1：島根原子力発電所から最短の危険物貯蔵施設まで距離である。

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

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3.1 危険物施設

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

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

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

第3.1-1表 10km圏内における最大の危険物貯蔵施設の貯蔵量

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



第3.1-1図 最短距離の危険物貯蔵施設

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(1) 評価条件

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

第 3.1-2 表 重油の評価条件

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

※1：評価ガイド附属書Bより

※2：NUREG-1805より

※3：燃焼速度＝質量低下速度÷燃料密度

(2) 燃焼半径の算出

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

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

S：防油堤面積（火炎の円筒の底面積）=491.7[m²]

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

(3) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t：燃焼継続時間[s]，V：燃料量[m³]，R：燃焼半径[m]，v：燃焼速度[m/s]，

M：質量低下速度[kg/(m²・s)]，ρ：密度[kg/m³]，

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

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

(4) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

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

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

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

T_0 ：初期温度[50℃]， E ：輻射強度[W/m²]， ε ：コンクリートの表面の放射率[0.94]^{※1}， h ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}， k ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}， c ：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}， t ：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

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

b. 海水ポンプの危険輻射強度

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

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

T_0 ：通常運転時の上昇温度[22℃]， E ：輻射強度[W/m²]， A_T ：受熱面積[10.93m²]， G ：重量流量[1.96kg/s]， C_p ：空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1：伝熱工学資料

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

c. 排気筒の危険輻射強度

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

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

T_0 : 初期温度 [50°C], E : 輻射強度 [W/m²], ε : 排気筒表面の放射率 [0.9]^{※1},
 h : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

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

(5) 形態係数の算出

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

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

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

第3.1-3表 形態係数の算出結果

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

(6) 危険距離の算出

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

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

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

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

第3.1-4表 危険距離の算出結果

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

(7) 火炎による熱影響の有無の評価

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

燃料輸送車両の火災・爆発について

1. はじめに

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

2. 燃料輸送車両の火災影響評価

(1) 燃料輸送車両の火災の想定条件

- ・非常用ディーゼル発電機の燃料を運搬するタンクローリが火災を起こした場合を想定する。
- ・燃料積載量は消防法令（危険物の規制に関する政令第15条第1項三号）に定められている移動タンク貯蔵所（タンクローリ）の上限量（30kL）とする。
- ・燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は軽油とする。
- ・発電所出入口ゲートでの燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

(2) 評価手法の概要

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

第2-1表 評価指標及びその内容

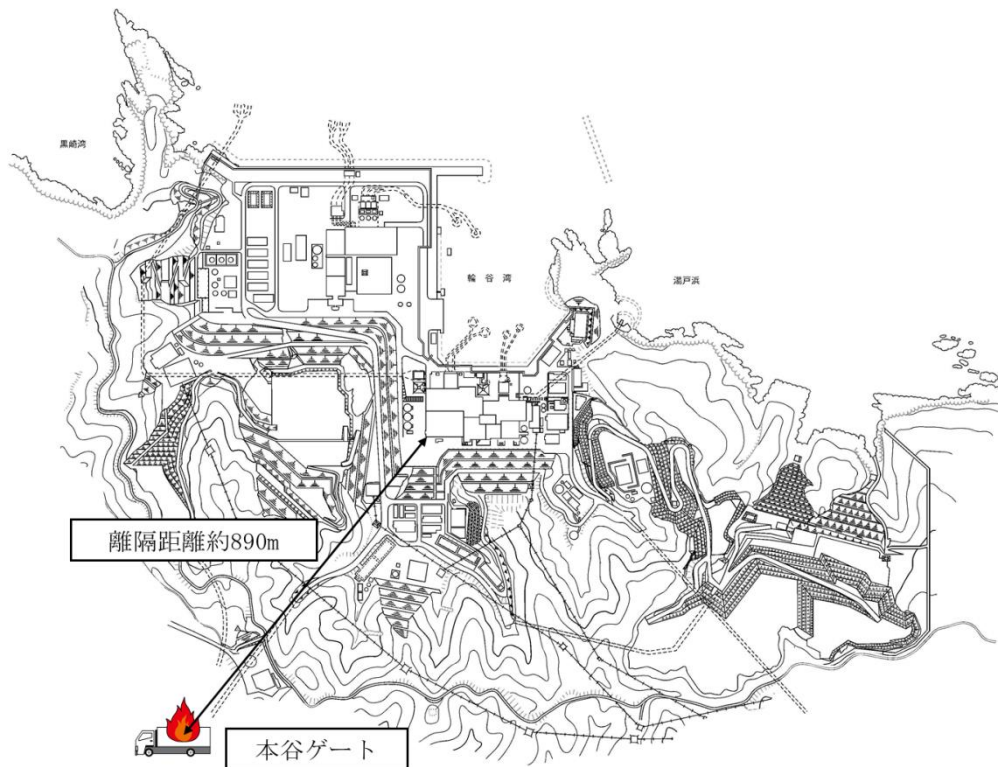
評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	燃料輸送車両の投影面積より求めた燃焼半径
危険距離[m]	火災による輻射熱により許容限界温度になる距離

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

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

(3) 評価対象範囲

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



第2-1図 燃料輸送車両の離隔距離

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第2-2表 軽油の評価条件

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

1) 評価ガイド附属書Bより

2) NUREG-1805

3) 車両長10.17[m]

車両幅2.45[m]

(5) 燃焼半径の算出

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

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

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

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

(6) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t : 燃焼継続時間[s], V : 燃料量[m³], R : 燃焼半径[m], v : 燃焼速度[m/s],

M : 質量低下速度[kg/m²・s], ρ : 密度[kg/m³]

ここで、 $\rho = 918$ [kg/m³], $M = 0.044$ [kg/m²・s]として、燃焼継続時間を求めると、

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

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

(7) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

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

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

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

T：外表面温度[200℃]， T_0 ：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m²]， ε ：コンクリート表面の放射率[0.94]^{※1}，h：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}，k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}，c：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}，t：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

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

b. 海水ポンプの危険輻射強度

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

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

T_0 ：通常運転時の上昇温度[22℃]，E：輻射強度[W/m²]， A_T ：受熱面積[10.93m²]，G：重量流量[1.96kg/s]， C_p ：空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1：伝熱工学資料

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

c. 排気筒の危険輻射強度

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

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

T_0 : 初期温度 [50°C], E : 輻射強度 [W/m²], ε : 排気筒表面の放射率 [0.9]
 ※1, h : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m²K] ※2

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

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

(8) 形態係数の算出

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

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

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

第2-3表 形態係数の算出結果

	原子炉建物	海水ポンプ	排気筒
危険輻射強度 [W/m ²]	5,224	5,948	10,388
輻射発散度 [W/m ²]	42 × 10 ³		
形態係数	1.23 × 10 ⁻¹	1.41 × 10 ⁻¹	2.47 × 10 ⁻¹

(9) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

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

第2-4表 危険距離の算出結果

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

(10) 火災による熱影響の有無の評価

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

3. 燃料輸送車両の爆発影響評価

(1) 燃料輸送車両の爆発の想定条件

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

(2) 評価手法の概要

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

第 3-1 表 評価指標及びその内容

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

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は, 発電所出入口ゲートで出火する燃料輸送車両とする。

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第 3-2 表 高圧ガス爆発の評価条件

データ種類	内容
石油の K 値	コンビナート等保安規則第 5 条別表第二に掲げる数値 K=888000 (プロパンの常用の温度 10 以上 40 未満の K 値 328 に 1,000 を乗じた値)
貯蔵設備又は処理設備の W 値	コンビナート等保安規則第 5 条貯蔵設備又は処理設備の区分に応じて次に掲げる数値 貯蔵設備：液化ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力 (単位：トン) の数値の平方根の数値 (貯蔵能力が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：立方メートル) を当該ガスの常用の温度及び圧力におけるガスの質量 (単位：トン) に換算して得られた数値の平方根の数値 (換算して得られた数値が一未満のものにあつては，当該換算して得られた数値) 処理設備：処理設備内にあるガスの質量 (単位：トン) の数値 W=0.5
離隔距離 [m]	発電所出入口ゲートから発電用原子炉施設までの距離 約 890m

(5) W 値の算出

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

$$\text{積載量 (貯蔵能力)} = 0.5 [\text{トン}]$$

$$W = 0.5$$

(6) 危険限界距離の算出

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

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

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

W：設備定数，K=888,000，W=0.5 として，危険限界距離を求める。

$$X = \text{約 } 44 \text{ [m]}$$

(7) 爆発による影響評価結果

以上の結果から，燃料輸送車両において爆発が発生した場合を想定したとしても，離隔距離 (約 890m) が危険限界距離 (約 44m) 以上であることから，発

電用原子炉施設に爆風圧による影響はないと評価する。

4. 燃料輸送車両の飛来物の影響評価

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（平成25年3月 消防庁特殊災害室）※に基づき、飛来物の最大飛散距離の評価を行ったところ、最大飛散距離に対し、島根原子力発電所までの離隔距離が評価上必要となる距離以上であった。

このため、飛来物は発電用原子炉施設に衝突することはない。

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

第4-1表 飛来物の評価条件

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

(1) 飛来物の最大飛散距離の算出方法

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

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

L：破片の最大飛散範囲[m]，M：破裂時の貯蔵物質量[kg]

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

となり、飛来物の最大飛散距離Lは約713mとなる。

(2) 飛来物影響評価結果

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

漂流船舶の火災・爆発について

1. はじめに

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

2. 漂流船舶の火災・爆発の影響評価について

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

(1) 想定条件

- ・漂流船舶は、島根原子力発電所前面の海域に船舶の主要な航路がないことから、港湾内へ入港する船舶を想定する。
- ・漂流船舶は、入港する船舶の中で燃料保管量が最大の重油運搬船（保管容量：1,246kL）を想定する。
- ・漂流船舶は、燃料を満載した状態を想定する。
- ・港湾内での漂流船舶の全面火災を想定する。
- ・気象条件は、無風状態とする。
- ・火災は、円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

(2) 評価手法の概要

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

第2-1表 評価指標及びその内容

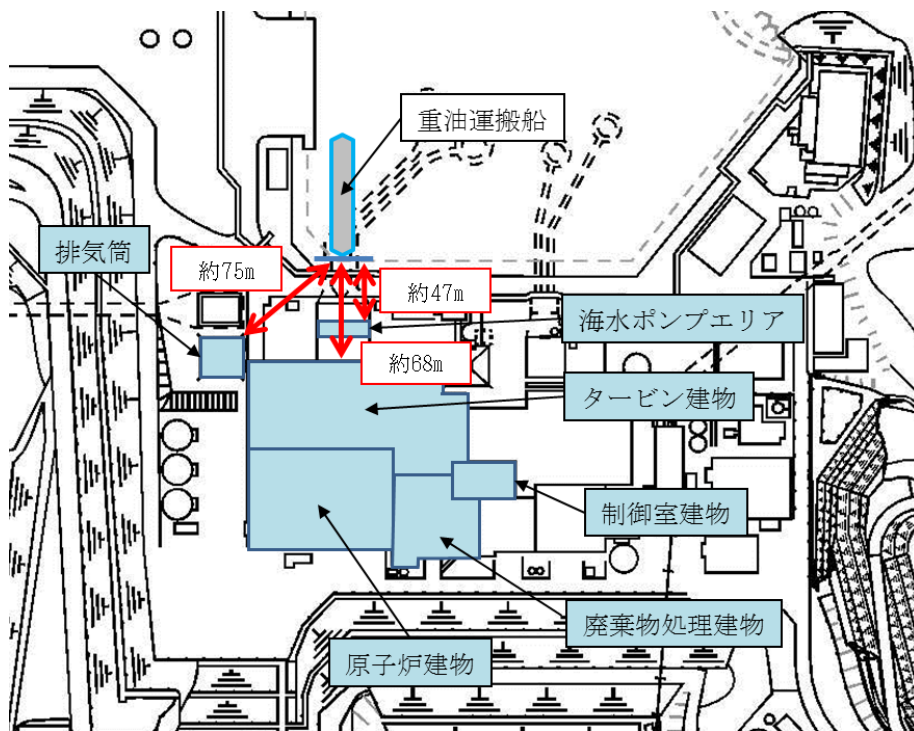
評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱面）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	船舶の投影面積より求めた燃焼半径
危険距離[m]	火災による輻射熱により許容限界温度になる距離

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

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

(3) 評価対象範囲

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



第2-1図 対象施設と重油運搬船の位置関係

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第 2-2 表 重油の評価条件

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

※1：評価ガイド附属書 B より

※2：NUREG-1805 より

※3：入港する船舶の中で容積が最大の船舶の値

(5) 燃焼半径の算出

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

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

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

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

(6) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t：燃焼継続時間[s]，V：燃料量[m³]，R：燃焼半径[m]，v：燃焼速度[m/s]，
M：質量低下速度[kg/m²・s]，ρ：密度[kg/m³]

ここで、ρ = 1000[kg/m³]，M = 0.035[kg/m²・s]として、燃焼継続時間を求めると、

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

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

(7) 危険輻射強度の算出

a. 外壁面の危険輻射強度

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

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

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

T：外表面温度[200℃]， T_0 ：初期温度[50℃]，E：輻射強度[W/m²]， ε ：コンクリートの表面放射率[0.94]^{※1}，h：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}，k：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}，c：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}，t：燃焼継続時間[s]

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書

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

b. 海水ポンプの危険輻射強度

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

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

T_0 ：通常運転時の上昇温度[22℃]，E：輻射強度[W/m²]， A_T ：受熱面積[10.93m²]，G：重量流量[1.96kg/s]， C_p ：空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1：伝熱工学資料

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

c. 排気筒の危険輻射強度

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

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

T_0 : 初期温度 [50℃], E : 輻射強度 [W/m²], ε : 排気筒表面の放射率 [0.9]^{※1},
 h : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

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

(8) 形態係数の算出

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

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

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

第2-3表 形態係数の算出の結果

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

(9) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

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

第2-4表 危険距離の算出結果

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

(10) 火災による熱影響の有無の評価

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

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



第 2-2 図 島根原子力発電所周辺の主要航路

3. 漂流船舶の爆発想定

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

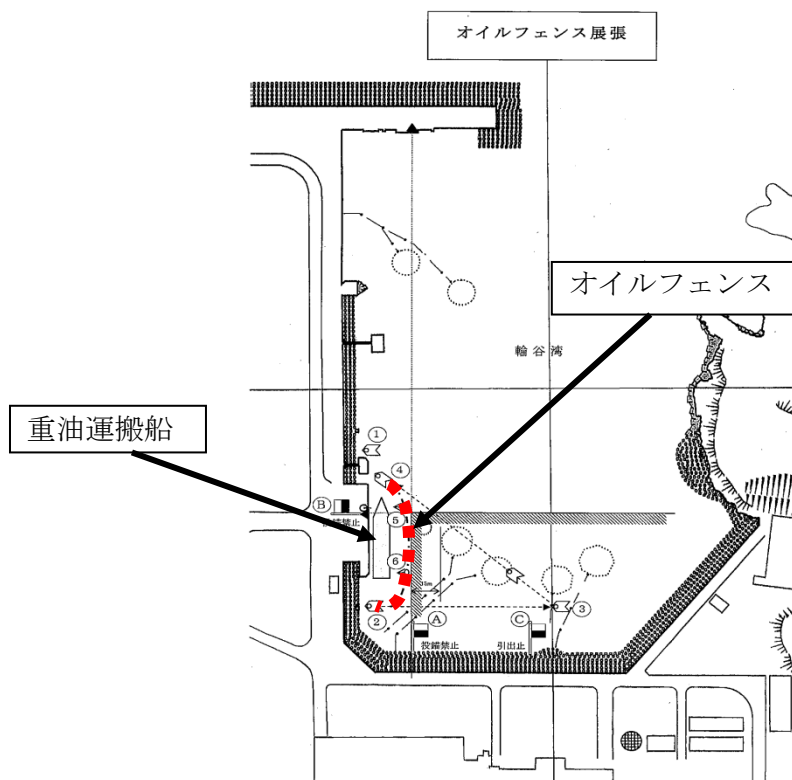
なお、爆発の危険性がある液化石油ガス輸送船舶が発電所に入港した実績が無いことを確認している。

オイルフェンスの設置について

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

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

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



第1図 オイルフェンス設置範囲

敷地内における危険物タンクの火災について

1. はじめに

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

2. 構内危険物タンクの火災影響評価

(1) 構内危険物タンクの火災の想定

- ・ 構内危険物タンクは発電用原子炉施設周辺に設置されており、発電用原子炉施設までの距離が近く貯蔵量の多いガスタービン発電機用軽油タンク及び貯蔵量の多い重油タンクとする。なお、隣接して設置している危険物タンクについては、同時に火災が発生することを想定する。
- ・ 構内危険物タンクは危険物を満載した状態を想定する。
- ・ 構内危険物タンクの損傷等による防油堤内での全面火災を想定する。
- ・ 泡消火設備の消火機能には期待しない。
- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

(2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する構内危険物タンクの火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	防油堤規模より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	危険物タンクから発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁、天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

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

輻射熱に対する設備の温度上昇を評価し、温度上昇がその設備の熱許容限界値以下になるように発電用原子炉施設は離隔距離を確保するものとする。

(3) 評価対象範囲

評価ガイドに基づき、発電所敷地内に存在する石油類やヒドラジン等の危険物タンク火災の影響評価を実施する。消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設(第2-2表)より、評価対象とする危険物タンク等を抽出する(第2-1図のフロー図)。発電所敷地内の発火源となる施設のうち、建物内に設置している設備及び地下貯蔵タンクは外部への火災が発生する可能性が低いことから除外し、危険物を貯蔵し屋外に設置しているタンク等を想定発火源とする。発電所敷地内における危険物施設等の位置を第2-2図に示す。

【抜粋】外部火災影響評価ガイド

4. 1 考慮すべき発電所敷地外の火災

(2) 近隣の産業施設の火災・爆発

近隣の産業施設で発生した火災・爆発により、原子炉施設が、その影響を受けないような適切な防護措置が施されており、その二次的な影響も含めて、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。なお、発電所敷地外の10km以内を発火点とし、森林等に延焼することによって発電所に迫る場合は(1)の森林火災として評価する。(ただし、発電所敷地内に存在する石油類やヒドラジンなどの危険物タンク火災については、(3)の航空機墜落と同様に原子炉施設への熱影響評価等を行う。)

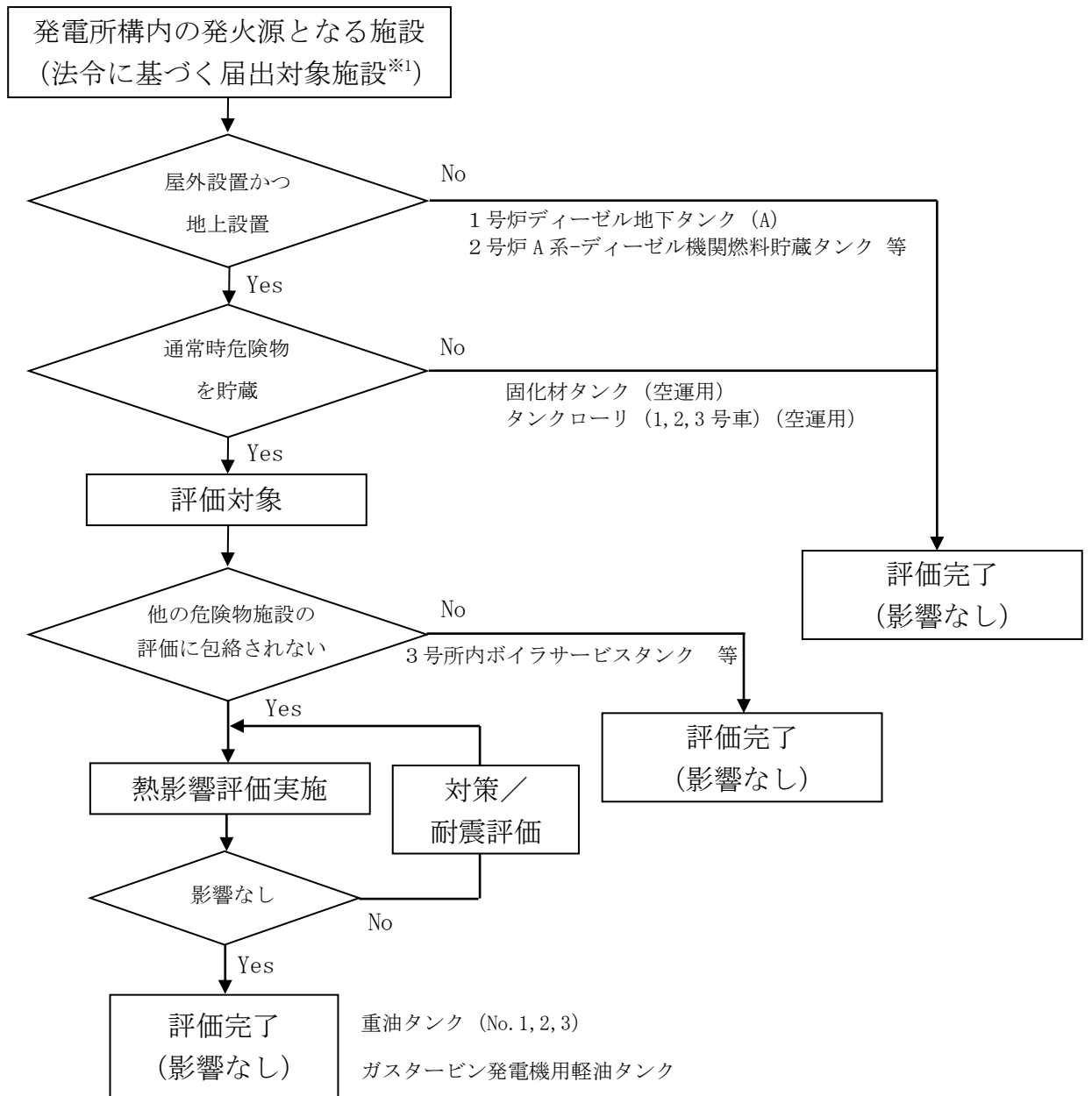
固化材タンクの火災による熱影響を考慮し、固化材を可燃性の「不飽和ポリエステル樹脂」から「セメント」に変更することから、2号炉運転中において使用する予定はなく、「空」の状態での運用するため、評価対象から除外する。

同様にタンクローリについても、通常時「空」の状態での運用しており、発火の可能性はないことから評価対象から除外する。

また、島根3号炉原子炉設置変更許可(平成17年4月26日付け平成15・12・18原第3号)を踏まえて設置した「3号炉非常用ディーゼル発電設備軽油タンク」については、平成27年11月13日付けで「危険物貯蔵所 廃止届出書」を所轄消防に提出し、危険物貯蔵所としての使用を廃止し、軽油を貯蔵しない運用としていることから評価対象から除外する。

以上より、評価対象は、ガスタービン発電機用軽油タンク、重油タンク、補助ボイラ等となる。

ここで、補助ボイラ等は、評価対象としたガスタービン発電機用軽油タンク及び重油タンクと比べ貯蔵量が少なく、当該評価に包絡されるため熱影響評価は実施しない。



※1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設となる危険物タンク等

第2-1図 敷地内危険物施設のうち評価対象抽出フロー

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（1 / 5）

（2019年7月時点）

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
1	ディーゼル地下タンク (A)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	46kL	× 地下
1	ディーゼル地下タンク (B)	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	46kL	× 地下
1	ディーゼル発電機 潤滑油サンプタンク (A, B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	2kL×2	× 屋内
1	ディーゼル発電機 燃料小出槽 (A, B)	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	490L×2	× 屋内
1	再循環ポンプMGセッ ト流体継手室 (A, B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	10.92kL	× 屋内
1	タービン主油タンク (A, B) 油清浄機	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	55.7kL	× 屋内
1	タービン油計量タンク						×※
2	No.2 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kL	○
2	No.3 重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kL	○
2	A系-ディーゼル機関 燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	170kL	× 地下
2	A2系-ディーゼル機関 燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	170kL	× 地下
2	HPCS系-ディーゼル 機関燃料貯蔵タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	170kL	× 地下
2	3号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第3石油類	重油	65kL	×※
2	3号所内ボイラ						×※
2	4号所内ボイラ サービスタンク	一般取扱所	4	第3石油類	重油	46kL	×※
2	4号所内ボイラ						×※
2	タービン設備	一般取扱所	4	第4石油類	タービン 油	71kL	× 屋内
2	原子炉再循環ポンプ MGセット	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	15.6kL	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（2／5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
2	A系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kL	× 屋内
2	B系-非常用ディーゼル 発電設備	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	16kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.65kL	× 屋内
2	HPCS系非常用ディーゼル	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	9kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.56kL	× 屋内
2	固化材タンク	一般取扱所	4	第2石油類	不飽和ポ リエステ ル樹脂	21.6kL	× 空運用
2	促進材タンク		4	第2石油類	ナフテン 酸コバル ト	87.1L	× 屋内
2	開始材タンク		5	第二種自己 反応性物質	ケトン系 過酸化物	267.5kg	× 屋内
2	2号一ガスタービン 発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	52.68kL	×※
	2号ガスタービン 発電機用サービスタンク						
3	No.1重油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第3石油類	重油	900kL	○
3	補助ボイラ（サービスタ ンクを含む）	一般取扱所	4	第3石油類	重油	109kL	×※
3	第3危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	潤滑油他	6.4kL	× 屋内
			4	第2石油類		1.2kL	× 屋内
			4	第3石油類		1.4kL	× 屋内
			4	第4石油類		40kL	× 屋内
3	A-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kL	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（3 / 5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物			数量	評価 要否
			類	品名			
3	B-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kL	× 屋内
3	C-ディーゼル発電機	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	34.3kL	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	7.1kL	× 屋内
3	再循環ポンプ MG セット (A,B)	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	16kL	× 屋内
3	タービン設備	一般取扱所	4	第4石油類	潤滑油	100kL	× 屋内
共通	第1危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	非水溶性液体	1,300L	× 屋内
					水溶性液体	600L	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	600L	× 屋内
			4	第2石油類	非水溶性液体	19,000L	× 屋内
					水溶性液体	200L	× 屋内
			4	第3石油類	非水溶性液体	3,000L	× 屋内
					水溶性液体	400L	× 屋内
			4	第4石油類	第4石油類	36,000L	× 屋内
共通	第2危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	非水溶性液体 (洗浄液)	3,000L	× 屋内
					水溶性液体 (現像液)	800L	× 屋内
			4	アルコール類	アルコール類	200L	× 屋内
			4	第2石油類	非水溶性液体 (洗い油)	1,000L	× 屋内
					水溶性液体	200L	× 屋内
			4	第3石油類	非水溶性液体 (浸透液)	1,000L	× 屋内
					水溶性液体	400L	× 屋内
			4	第4石油類	第4石油類	24,000L	× 屋内

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（4 / 5）

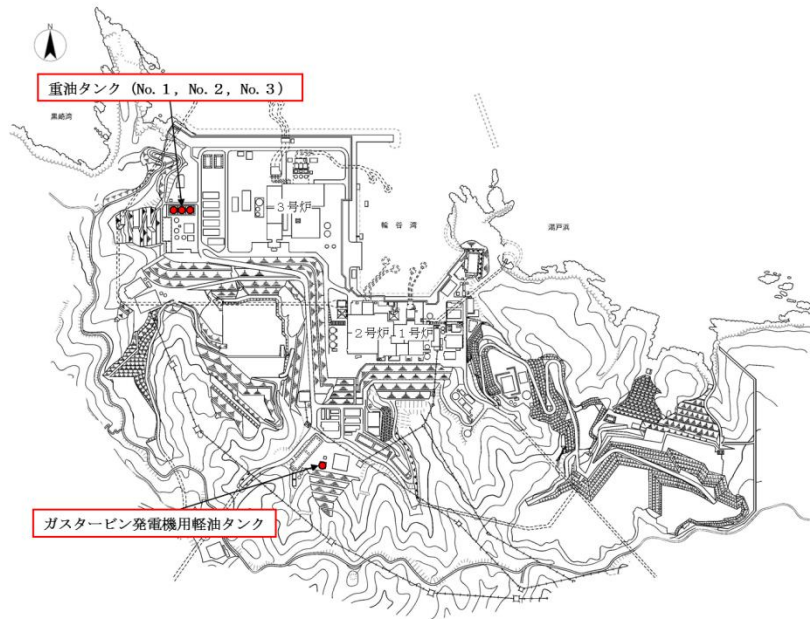
号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
共通	ガスタービン発電機用軽油タンク	屋外タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	560kL	○
共通	タンクローリ（1号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000L	× 空運用
共通	タンクローリ（2号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000L	× 空運用
共通	タンクローリ（3号車）	移動タンク 貯蔵所	4	第2石油類	灯油・軽油	3,000L	× 空運用
共通	免震重要棟ガスタービン 発電装置 2基 燃料小出槽(490L) 2基	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	12,048L	× 屋内
共通	A-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	45,000L	× 地下
共通	B-ガスタービン燃料 地下タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	45,000L	× 地下
共通	予備-ガスタービン 発電機 予備-ガスタービン 発電機用サービスタンク	一般取扱所	4	第2石油類	軽油	52.68kL	×※
2 (新設)	B1-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100kL	× 地下
2 (新設)	B2-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100kL	× 地下
2 (新設)	B3-ディーゼル燃料貯蔵 タンク	地下タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	100kL	× 地下
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク（A）	屋外タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	560kL	× 廃止
3 (廃止)	非常用ディーゼル発電設 備軽油タンク（B）	屋外タンク 貯蔵所	4	第2石油類	軽油	560kL	× 廃止

※：代表タンクの評価に包絡される。

第2-2表 危険物製造所等許可施設一覧（5 / 5）

号炉	施設名	製造所の別	危険物		数量	評価 要否	
			類	品名			
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	第1石油類	440L	× 屋内
			4	アルコール類	エチル アルコール	2L	× 屋内
			4	第2石油類	第2石油類	4,700L	× 屋内
			4	第3石油類	エンジン オイル	200L	× 屋内
			4	第4石油類	潤滑油	400L	× 屋内
共通	危険物倉庫	屋内貯蔵所	4	第1石油類	第1石油類	3,280L	× 屋内
			4	第2石油類	第2石油類	3,500L	× 屋内
共通	8m 盤一般停電用発電機	発電設備	4	第2石油類	軽油	490L	×※
共通	44m 盤事務所 一般停電用発電機	発電設備	4	第2石油類	軽油	490L	×※

※：代表タンクの評価に包絡される。



第 2-2 図 危険物タンクの位置（発電所全体）

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第 2-3 表 危険物タンク火災影響評価に必要なデータ

データ種類	内容
輻射発散度 [W/m ²]	燃焼する可燃物によって決まる定数 (重油) 23×10^3 [W/m ²] (軽油) 42×10^3 [W/m ²]
防油堤面積 [m ²]	防油堤面積 (重油タンク) 491.7 m ² (ガスタービン発電機用軽油タンク) 302.7 m ²
離隔距離 [m]	(重油タンク) 建物 : 568~606 [m] 海水ポンプ : 587~626 [m] 排気筒 : 526~564 [m] (ガスタービン発電機用軽油タンク) 建物 : 329 [m] 海水ポンプ : 472 [m] 排気筒 : 434 [m]

(5) 燃焼半径の算出

防油堤には貯槽その他の不燃障害物が存在し、火災面積はその面積分だけ小さくなるが、防油堤全面火災のような大規模な火災の場合は、多少の障害物も無視できる。したがって、本評価では、防油堤面積と等しい円筒火炎を生ずるものと想定し、次の式から燃焼半径 R[m] を算出する。

(重油タンク)

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

$$S: \text{防油堤面積 (円筒火炎の底面積)} = 491.7 [\text{m}^2]$$

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

(ガスタービン発電機用軽油タンク)

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

$$S: \text{防油堤面積 (円筒火炎の底面積)} = 302.7 [\text{m}^2]$$

$$R = (302.7 / \pi)^{0.5} = 9.82 [\text{m}]$$

(6) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

ϕ : 形態係数, L : 離隔距離, H : 火炎高さ, R : 燃焼半径

第 2-4-1 表 重油タンク No. 1, 2, 3 の形態係数算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	12.51		
離隔距離[m]	568~606	587~626	526~564
形態係数 [-]	No. 1	9.40×10^{-4}	8.80×10^{-4}
	No. 2	8.77×10^{-4}	8.23×10^{-4}
	No. 3	8.25×10^{-4}	7.73×10^{-4}

第2-4-2表 ガスタービン発電機用軽油タンクの形態係数算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	9.82		
離隔距離[m]	329	472	434
形態係数[-]	1.73×10^{-3}	8.38×10^{-4}	9.92×10^{-4}

(7) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E=Rf \times \phi$$

E: 輻射強度, Rf: 輻射発散度, ϕ : 形態係数

第2-5-1表 重油タンクNo. 1, 2, 3の輻射強度算出結果

評価対象		建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度[W/m ²]		23×10 ³		
形態係数 [-]	No. 1	9.40×10 ⁻⁴	8.80×10 ⁻⁴	1.10×10 ⁻³
	No. 2	8.77×10 ⁻⁴	8.23×10 ⁻⁴	1.02×10 ⁻³
	No. 3	8.25×10 ⁻⁴	7.73×10 ⁻⁴	9.54×10 ⁻⁴
輻射強度 [W/m ²]	No. 1	21.7	20.3	25.3
	No. 2	20.2	19.0	23.5
	No. 3	19.0	17.8	22.0

第2-5-2表 ガスタービン発電機用軽油タンクの輻射強度算出結果

評価対象		建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度[W/m ²]		42×10 ³		
形態係数[-]		1.73×10 ⁻³	8.38×10 ⁻⁴	9.92×10 ⁻⁴
輻射強度[W/m ²]		72.8	35.2	41.7

(8) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料量[m³], R: 燃焼半径[m], v: 燃焼速度[m/s],
M: 質量低下速度[kg/m²・s], ρ : 密度[kg/m³]

(重油タンクNo. 1, 2, 3)

ここで、V=900[m³], ρ =1000[kg/m³], M=0.035[kg/m²・s]として、燃焼継続時間を求めると、

$$v=0.035/1000=3.50 \times 10^{-5}[\text{m/s}]$$

$$t=900 / (491.7 \times 3.50 \times 10^{-5}) = 14.53[\text{h}]$$

(ガスタービン発電機用軽油タンク)

ここで、 $V=560[\text{m}^3]$ 、 $\rho=918[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、 $M=0.044[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}]$ として、燃焼継続時間を求めると、

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

$$t=560 / (302.7 \times 4.79 \times 10^{-5}) = 10.73[\text{h}]$$

(出典) 質量低下速度、密度：NUREG-1805

(9) 評価結果

a. 建物外壁の温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる 200°C とする。

(b) 耐火性能の評価結果

ア. 重油タンク (No. 1, 2, 3)

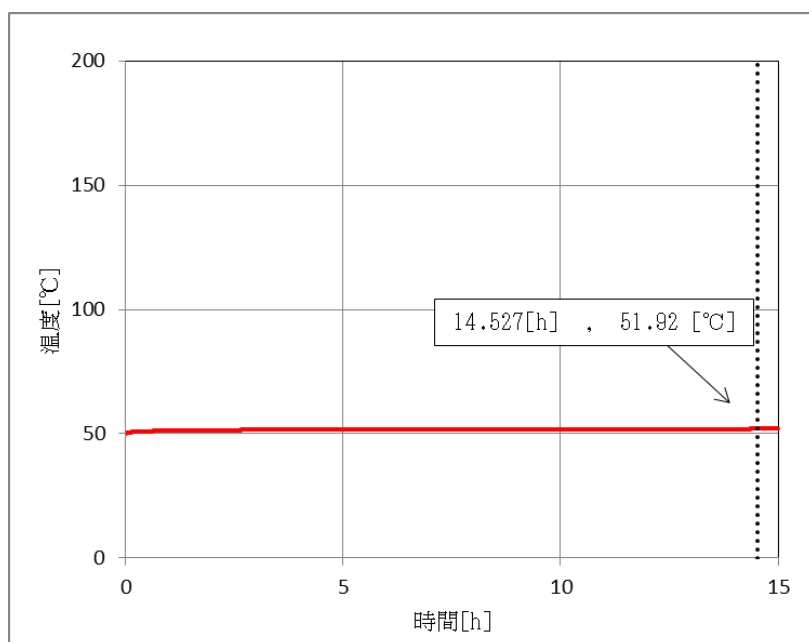
火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、発電用原子炉施設外壁の表面温度は約 52°C となり、許容温度を下回ることを確認した。(第 2-3 図)

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

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

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

※1：伝熱工学資料，※2：原子炉建物 構造計算書



第2-3図 タービン建物外壁面の温度推移

イ. ガスタービン発電機用軽油タンクの評価結果

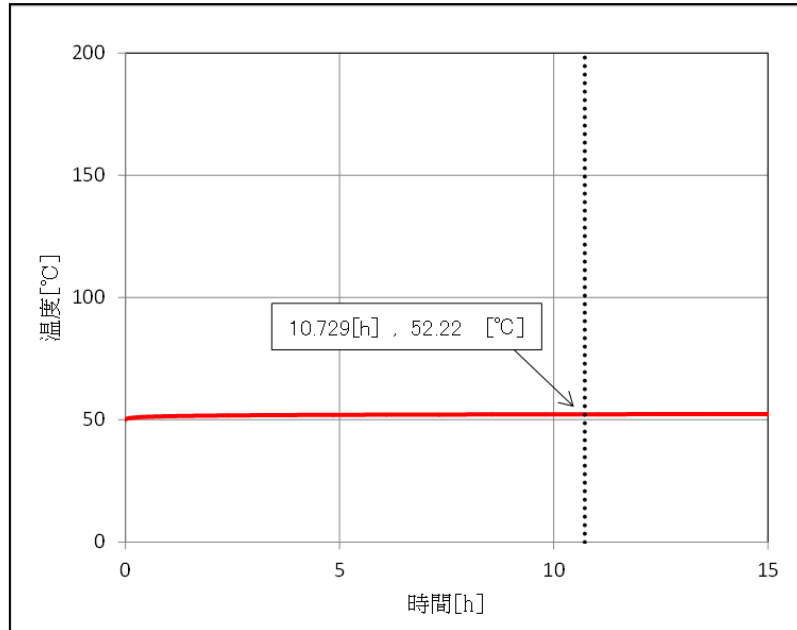
火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、発電用原子炉施設外壁の表面温度は約 53°C となり、許容温度を下回ることを確認した。(第 2-4 図)

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

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

T_0 ：初期温度[50°C]， E ：輻射強度[W/m²]， ε ：コンクリートの表面の放射率[0.94]^{※1}， h ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}， k ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}， c ：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}， t ：燃焼継続時間[s]

※1:伝熱工学資料，※2:原子炉建物 構造計算書



第2-4図 原子炉建物外壁面の温度推移

b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、海水ポンプ電動機の下軸受の許容温度55°Cとする。

(b) 耐火性能の評価結果

ア. 重油タンク（No. 1, 2, 3）

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約23°Cとなり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 通常運転時の上昇温度[22°C], E : 輻射強度[W/m²],

A_T : 受熱面積[10.93m²], G : 重量流量[1.96kg/s],

C_p : 空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1: 伝熱工学資料

イ. ガスタービン発電機用軽油タンク

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約23℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 通常運転時の上昇温度[22℃], E : 輻射強度[W/m²],

A_T : 受熱面積[10.93m²], G : 重量流量[1.96kg/s],

C_p : 空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1: 伝熱工学資料

c. 排気筒の温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、排気筒鋼材の許容温度325℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

ア. 重油タンク (No. 1, 2, 3)

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 初期温度[50℃], E : 輻射強度[W/m²], ε : 排気筒表面の放射率[0.9]^{※1},

h : 排気筒表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

イ. ガスタービン発電機用軽油タンク

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 初期温度[50℃], E : 輻射強度[W/m²],

ε : 排気筒表面の放射率[0.9]^{※1}, h : 排気筒表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

(10) 火災による熱影響の有無の評価

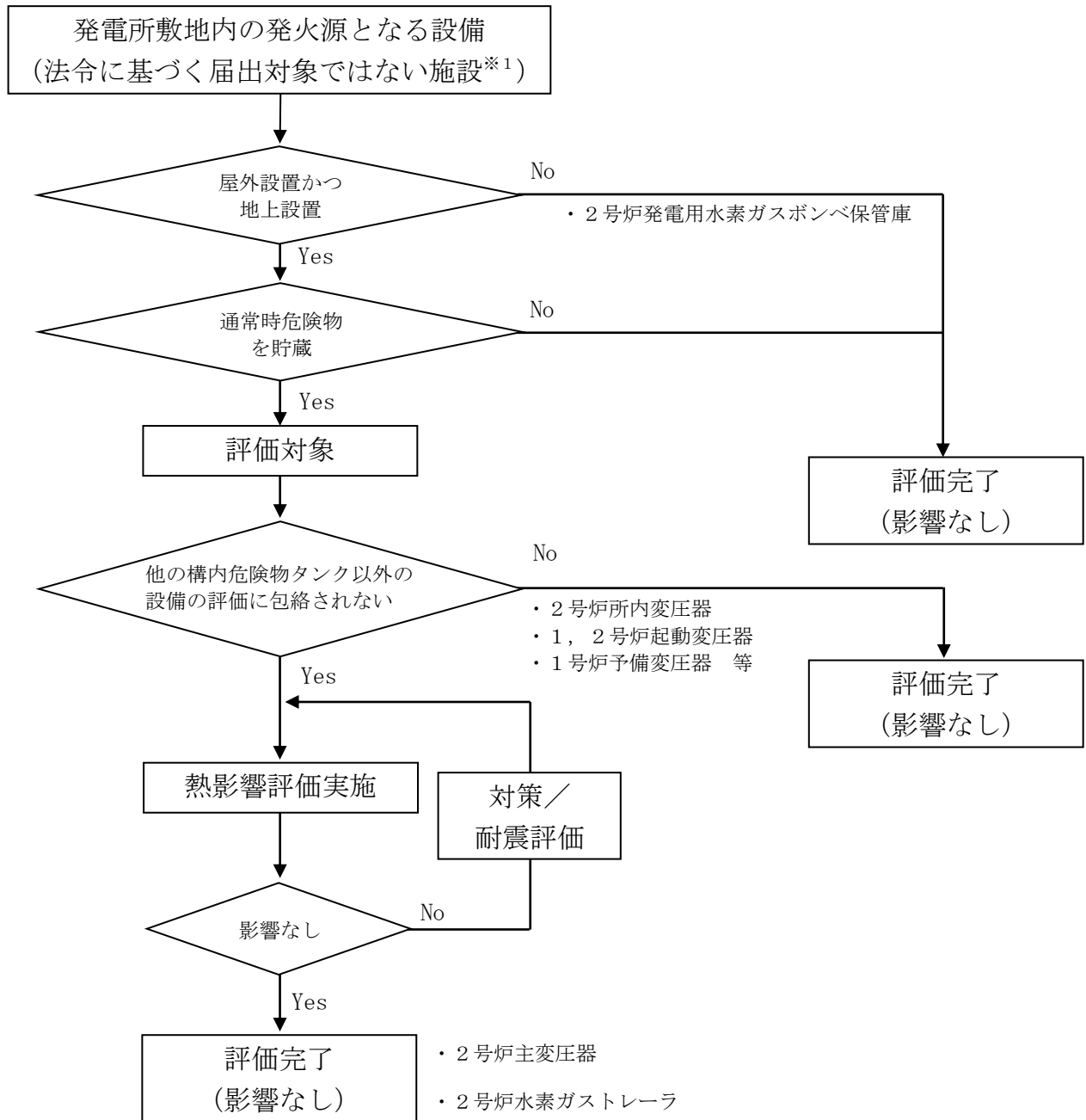
以上の結果から、重油タンク及びガスタービン発電機用軽油タンクにおいて火災が発生した場合を想定したとしても、許容限界温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

3. 構内危険物タンク以外の設備の火災影響評価

(1) 評価対象範囲

消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象設備ではない施設について、火災影響評価を実施する、評価対象とする設備を危険物タンクと同様に第3-1図のフローに基づき抽出する(第3-1表)。危険物を貯蔵し屋外に設置している設備を想定発火源(主変圧器、水素ガストレーラ)とする。

なお、薬品を取り扱う設備は輻射熱を受けない屋内設置であること、外部への火災が発生する可能性が低いことから、評価対象から除外する。



※1：消防法又は松江市火災予防条例に基づく届出対象施設ではない変圧器等

第3-1図 構内危険物タンク以外の設備のうち評価対象抽出フロー

第3-1表 その他の危険物

(2019年7月時点)

号炉	設備名	危険物の種類	数量	評価 要否
1	起動変圧器	絶縁油	46kL	× (※1)
1	予備変圧器	絶縁油	10kL	× (※1)
1	44m 盤高圧ガス貯蔵所	水素	1155m ³	× (屋内)
2	主変圧器	絶縁油	77kL	○
2	所内変圧器 (A, B)	絶縁油	20kL	× (※1)
2	起動変圧器	絶縁油	24kL	× (※1)
2	水素ガストレーラ	水素	12086m ³	○
2	発電用水素ガスボンベ保管庫	水素	140m ³	× (屋内)
3	主変圧器	絶縁油	141kL	× (※1)
3	所内変圧器	絶縁油	21kL	× (※1)
3	補助変圧器	絶縁油	37kL	× (※1)
3	発電機用水素ガスボンベ保管庫	水素	1477.5m ³	× (屋内)

※1 : 2号の主変圧器火災による熱影響評価に包含される。

3.1 変圧器の火災影響評価について

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

3.1.1 評価対象変圧器

評価対象は、2号炉周辺の屋外に設置してある変圧器を対象とする。各変圧器の設置場所を第3.1.1-1図、保有油量を第3.1.1-1表に示す。



第3.1.1-1図 変圧器の位置

第3.1.1-1表 変圧器保有油量

設備名	品名	保有油量
2号炉主変圧器	絶縁油	77kL
2号炉所内変圧器 (A, B)	絶縁油	20kL
2号炉起動変圧器	絶縁油	24kL

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3.1.2 発電用原子炉施設（外壁面）及び屋外施設の影響評価

(1) 変圧器の火災の想定

- ・発電用原子炉施設周辺に設置されており，発電用原子炉施設までの距離が近く，内包している絶縁油の多い主変圧器を対象とする。なお，主変圧器の周辺に所内変圧器等も設置しているが，防火壁を設置していることから，隣接変圧器への延焼は考慮しない。
- ・変圧器の損傷等による変圧器の全面火災を想定する。
- ・変圧器消火設備の消火機能等には期待しない。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし，火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

(2) 評価手法の概要

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

第3.1.2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]*	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	変圧器規模より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	変圧器から発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁，海水ポンプ，排気筒が想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

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

※：油の液面火災では，火炎面積の半径が3mを超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し輻射発散度が低減するが，本評価では保守的な判断を行うために，火災規模による輻射発散度の低減がないものとする。

(3) 評価対象範囲

2号炉周辺の屋外には，主変圧器，所内変圧器，起動変圧器が存在するが，貯蔵量の多い主変圧器を評価対象とする。

(4) 必要データ

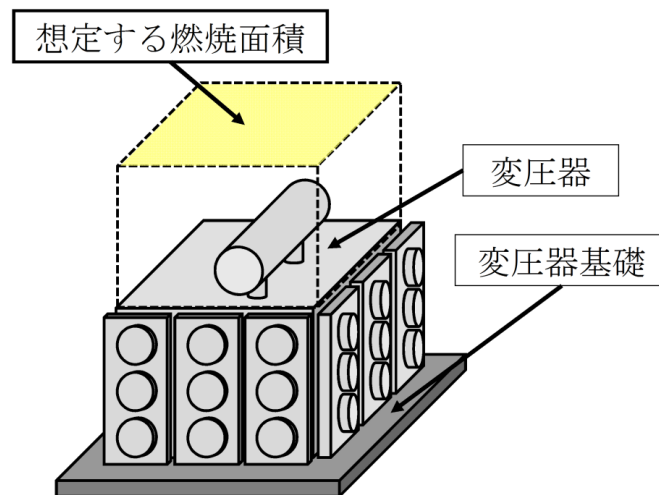
評価に必要なデータを以下に示す。

第3.1.2-2表 主変圧器火災影響評価に必要なデータ

データ種類	内容
輻射発散度[W/m ²]	燃焼する可燃物によって決まる係数 23×10 ³ [W/m ²] (重油) ※ ¹
主変圧器の投影面積[m ²] ^{※2}	4.2×8.5=35.7[m ²]
離隔距離[m]	主変圧器の中心からタービン建物までの離隔距離 8[m] 主変圧器の中心から海水ポンプまでの離隔距離 18[m] 主変圧器の中心から排気筒までの離隔距離 88[m]

※1：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。

※2：第3.1.2-1図に変圧器の投影面積を示す。



第3.1.2-1図 主変圧器の投影面積

(5) 燃焼半径の算出

変圧器周りの防油堤には玉砂利が敷き詰められていること、及び漏えいした油は、装置下の防油堤内に滴下することから防油堤の全面火災が生じることは考えにくい。よって、変圧器本体の全面火災により円筒火炎を生じることとし、燃焼面積は変圧器の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径は変圧器の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

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

$$S : \text{投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 35.7 [\text{m}^2]$$

$$R = (35.7 / \pi)^{0.5} = 3.37 [\text{m}]$$

(6) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

ϕ : 形態係数, L : 離隔距離, H : 火炎高さ, R : 燃焼半径

第3.1.2-3表 形態係数の算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
燃焼半径[m]	3.37		
離隔距離[m]	8	18	88
形態係数[-]	1.85×10^{-1}	6.01×10^{-2}	2.82×10^{-3}

(7) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = R_f \times \phi$$

E : 輻射強度, R_f : 輻射発散度, ϕ : 形態係数

第3.1.2-4表 輻射強度の算出結果

評価対象	建物	海水ポンプ	排気筒
輻射発散度 [W/m ²]	23×10^3		
形態係数[-]	1.85×10^{-1}	6.01×10^{-2}	2.82×10^{-3}
火炎面積の 直径[m]	6.74		
輻射強度[W/m ²]	4.26×10^3	1.39×10^3	6.49×10^1

(8) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t : 燃焼継続時間[s], V : 燃料量[m³], R : 燃焼半径[m], v : 燃焼速度[m/s],
M : 質量低下速度[kg/m²・s], ρ : 密度[kg/m³]

ここで, V=77[m³], M=0.035[kg/m²・s], ρ=1000[kg/m³]として, 燃焼継続時間を求めると,

$$v = 0.035/1000 = 3.50 \times 10^{-5}$$

$$t = 77 / (35.7 \times 3.50 \times 10^{-5}) = 17.12[\text{h}]$$

(出典) 質量低下速度, 密度 : NUREG-1805

(9) 評価結果

a. 建物外壁の温度評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容温度) については, 一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる 200°Cとする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間, 一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして, 下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より, コンクリートの表面の温度上昇を求め, コンクリートの表面温度が許容温度以下であるか評価を実施した。その結果, 発電用原子炉施設外壁の表面温度は約 187°Cとなり, 許容温度を下回ることを確認した。

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

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

T₀ : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[W/m²], ε : コンクリートの表面の放射率[0.94]^{※1}, h : コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}, k : コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}, ρ : コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}, c : コンクリート比熱[879J/kgK], t : 燃焼継続時間[s]

※1: 伝熱工学資料, ※2: 原子炉建物 構造計算書

b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、海水ポンプの冷却空気温度は約 30℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 通常運転時の上昇温度 [22℃], E : 輻射強度 [W/m²],

A_T : 受熱面積 [10.93m²], G : 重量流量 [1.96kg/s],

C_p : 空気比熱 [1007J/(kg・K)]^{※1}

※1: 伝熱工学資料

c. 排気筒の温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）については、排気筒鋼材の許容温度 325℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、許容温度以下であるか評価を実施した。その結果、排気筒の温度は約 52℃となり、許容温度を下回ることを確認した。

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

T_0 : 初期温度 [50℃], E : 輻射強度 [W/m²],

ε : 排気筒表面の放射率 [0.9]^{※1}, h : 排気筒表面熱伝達率 [17W/m²K]^{※2}

※1: 伝熱工学資料, ※2: 空気調和・衛生工学便覧

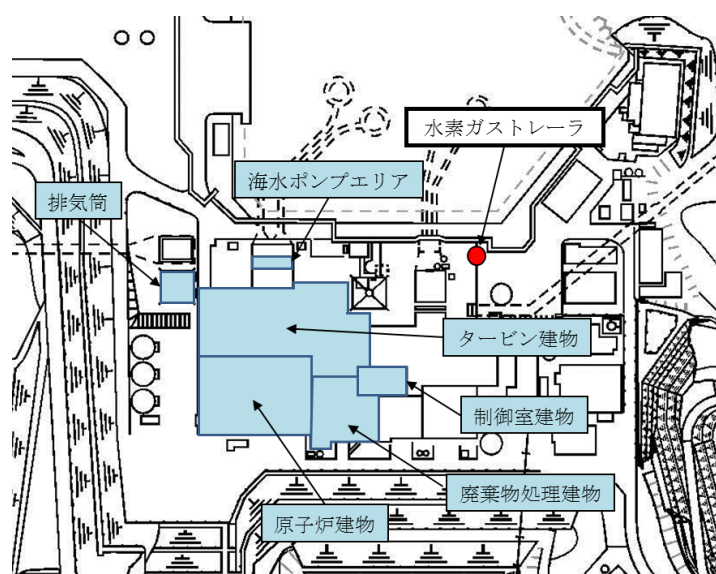
(10) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、変圧器において火災が発生した場合を想定したとしても、許容限界温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

3.2 2号水素ガストレーラの火災影響評価について

2号炉へ水素を供給する水素ガストレーラの火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである（2号炉の運転中以外であれば、水素ガストレーラが発電所敷地内に配備されることはない）。

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



第3.2-1図 水素ガストレーラと発電用原子炉施設の配置図

(1) 想定条件

- 水素ガストレーラ設置場所にて水素ガストレーラが停車中に爆発を起こした場合を想定する。
- 水素ガストレーラは水素ガスを満載した状態（最大積載量12,086m³）を想定する。
- 燃料は水素とする。
- 水素ガストレーラ設置場所での水素ガス漏えい、引火による水素ガストレーラの爆発を想定する。
- 気象条件は無風状態とする。

(2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する水素ガストレーラのガス爆発による影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第3.2-1表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
危険限界距離[m]	ガス爆発の爆風圧が10kPa以下になる距離

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は発電所構内で出火する水素ガストレーラとする。

(4) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第3.2-2表 水素爆発の評価条件

データ種類	内容
水素のK値	コンビナート等保安規則第5条別表第二に掲げる値 K=2860000
貯蔵設備又は処理設備のW値	コンビナート等保安規則第5条貯蔵設備又は処理設備の区分に応じて次に掲げる数値 貯蔵設備：液化ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位トン）の数値の平方根の数値（貯蔵能力が一トン未満のものにあつては、貯蔵能力（単位 トン）の数値）、圧縮ガスの貯蔵設備のあつては貯蔵能力（単位 立方メートル）を当該ガスの常用の温度及び圧力におけるガスの質量（単位 トン）に換算して得られた数値の平方根の数値（換算して得られた数値が一未満のものにあつては、当該換算して得られた数値） 処理設備：処理設備内にあるガスの質量（単位 トン）の数値 W=1.042
離隔距離[m]	水素ガストレーラから発電用原子炉施設までの距離 約90[m]

(5) W値の算出

水素ガストレーラの最大積載量を貯蔵能力とし，W値を算出する。

積載量（貯蔵能力）＝1.085t

W＝1.042

(6) 危険限界距離の算出

次の式から危険限界距離を算出する。ここで算出した危険限界距離が水素ガストレーラと発電用原子炉施設の間に必要な離隔距離となる。

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

X：危険限界距離[m]， λ ：換算距離 14.4[m・kg^{-1/3}]，K：水素の定数，

W：設備定数，K＝2860000，W＝1.042 として，危険限界距離を求める。

X＝約 83[m]

(7) 爆発による影響評価結果

以上の結果から，水素ガストレーラにおいて爆発が発生した場合を想定したとしても，離隔距離（約 90m）が危険限界距離（約 83m）以上であることから，外部事象防護対象施設を内包する発電用原子炉施設に爆風圧による影響はないと判断する。

4. 構内危険物タンク等における延焼の危険性について

4.1 ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンクの火災

ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンク近傍で危険物を保管している設備はなく，現場作業に伴い「屋外の危険物保管」や「火気の使用」をする場合は，社内文書に基づき危険物や火気を管理した状態で取り扱っている。また，防火の観点から定期的なパトロール等にて現場の状況を確認している。

以上により，ガスタービン発電機用軽油タンク，重油タンクの火災を想定したとしても周囲の可燃物への引火の可能性は低いと評価する。

4.2 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の火災

4.2.1 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の延焼

可搬型重大事故等対処設備保管場所等（以下「保管場所等」という。）において，車両（可搬型重大事故等対処設備）の火災が起こったとしても周囲の車両に影響を及ぼさないことを評価するものである。

なお，保管場所及びアクセスルートの一部は防火帯に近接しているが，事故対応時の影響緩和のため，防火帯（約21m）に加え空地を設けることにより，当該箇所における森林火災時の放射熱強度は火線強度が最大となったケース1において最大でも1.6kW/m²以下となり，車両が延焼するような輻射強度ではない

ことを確認している。

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

(1) 車両（可搬型重大事故等対処設備）等の火災の想定条件

- ・ 周囲への熱影響を考慮し、燃料積載量の大きい大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）の火災を想定する。
- ・ 燃焼する大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）からの輻射熱を受けやすくするため、タンクローリの走行用燃料タンクが向かい合う状態を想定する。
- ・ タンクローリの走行用燃料タンクの受熱面は、裏面を除くすべての面とし、表面以外の面は発熱源に最も近い表面と同等の輻射熱を受けるものとする。
- ・ 発熱側となる大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）は燃料を満載し、受熱側となるタンクローリ（車両用燃料タンク）は燃料量を $1/2$ とする（受熱側の熱容量を小さくすることにより、燃料の温度が上昇しやすい状態とする。）
- ・ 車両に積載している燃料は軽油とする。
- ・ タンクローリと異なり大容量の燃料タンクではないことから、大型送水ポンプ車のエンジン用燃料タンクの全面火災を想定する。
- ・ 大型送水ポンプ車は、2基（同容量）のエンジン用燃料タンクが近接した状態で配置されていることから、タンクの同時火災を想定する。
- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

(2) 評価対象範囲

評価対象範囲は、可搬型重大事故等対処設備の車両とする。発熱側は燃料積載量の最も大きい大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）、受熱側は熱容量の最も小さいタンクローリ（車両用燃料タンク）とすることにより、他の車両は本評価に包絡される。

(3) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。

第4.2.1-1表 大型送水ポンプ車及びタンクローリ火災影響評価に必要なデータ

データの種類	内容
輻射発散度[W/m ²] ¹⁾	燃焼する可燃物によって決まる定数 42×10 ³ [W/m ²] (軽油) ¹⁾
燃料タンクの投影面積[m ²]	大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) 2基分 0.54[m]×1.48[m]×2=1.6[m ²]
離隔距離[m]	大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) とタンクローリ (車両用燃料タンク) の最短距離 3[m]

1) 評価ガイド附属書Bより

(4) 燃焼半径の算出

大型送水ポンプ車の火災においては様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火災を生ずるものとする。ここでの燃焼面積は、エンジン用燃料タンク (2基) の投影面積に等しいものとする。したがって、燃焼半径 R[m] はエンジン用燃料タンク (2基) の投影面積を円筒の底面と仮定し算出する。

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

$$S: \text{エンジン用燃料タンクの投影面積 (火炎円筒の底面積)} = 1.6 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$R = (1.6 / \pi)^{0.5} = 0.71 \text{ [m]}$$

(5) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値になる。

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

t: 燃焼継続時間[s], V: 燃料量[m³], R: 燃焼半径[m], v: 燃焼速度[m/s],
M: 質量低下速度[kg/m²・s], ρ: 密度[kg/m³]

ここで、V=0.99[m³], ρ=918[kg/m³], M=0.044[kg/m²・s]として燃焼時間を求めると、

$$v = 0.044 / 918 = 4.79 \times 10^{-5} \text{ [m/s]}$$

$$t = 0.99 / (1.6 \times 4.79 \times 10^{-5}) = 3.60 \text{ [h]}$$

(6) 危険輻射強度の算出

大型送水ポンプ車 (エンジン用燃料タンク) の火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でタンクローリ (車両用燃料タンク) が昇温されるものとして、下記の式より、燃料である軽油の温度 T が 225℃となる危険輻射強度を求める。

$$E_{max} = \frac{ThS_2 - hS_2T_{air} \left(1 - e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}\right) - hS_2T_0e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}}{\varepsilon S_1 \left(1 - e^{\left(-\frac{hS_2}{C}\right)t}\right)}$$

T_0 : 初期温度[50℃], T : 許容限界温度[℃], T_{air} : 外気温度[℃], E : 輻射強度[W/m²], ε : 車両用燃料タンク表面の放射率[0.96]^{※1}, h : 車両用燃料タンク表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}, S_1 : 車両用燃料タンク受熱面積[m²], S_2 : 車両用燃料タンク放熱面積[m²], C : 車両用燃料タンク及び軽油の熱容量[8.39×10⁴J/K], t : 燃焼継続時間[s]

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

$$E=6,288 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

(7) 形態係数の算出

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

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

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

第 4.2.1-2 表 形態係数の算出結果

	タンクローリ (車両用燃料タンク)
危険輻射強度[W/m ²]	6.29×10 ³
輻射発散度[W/m ²]	42×10 ³
形態係数[-]	1.45×10 ⁻¹

(8) 危険距離の算出

次の式から危険距離を算出する。

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

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

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

第 4.2.1-3 表 危険距離の算出結果

	タンクローリ (車両用燃料タンク)
形態係数[-]	1.45×10 ⁻¹
燃焼半径[m]	0.71
危険距離[m]	2.2

(9) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、大型送水ポンプ車（エンジン用燃料タンク）において火災が発生した場合を想定したとしても、離隔距離（3m）が危険距離（2.2m）以上であることから、周囲の車両（可搬型重大事故等対処設備）に影響を及ぼすことはないと評価できる。

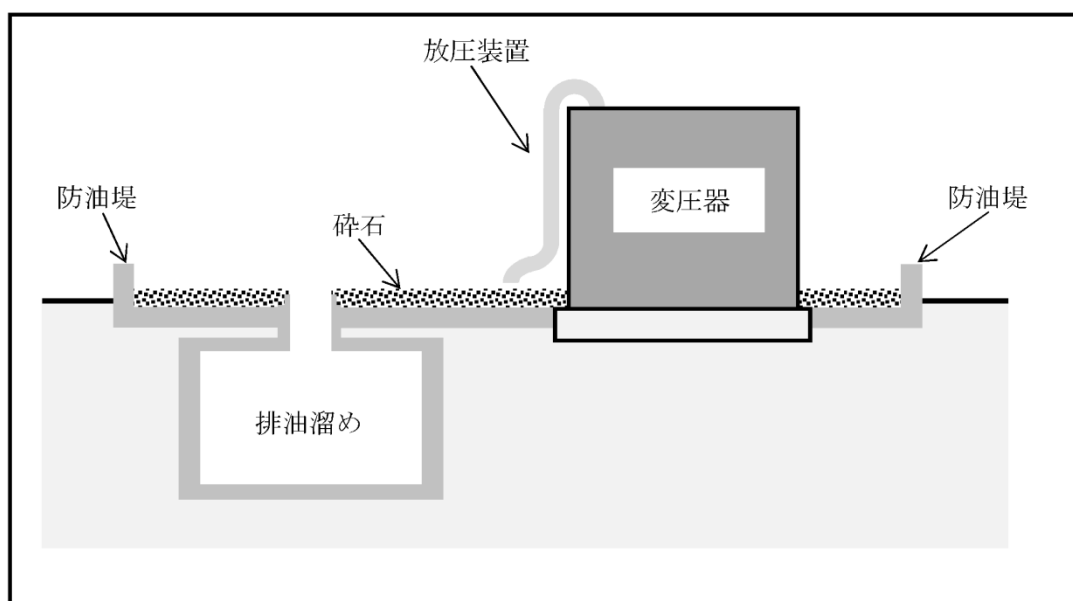
5. 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価

発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する必要があるが、離隔距離、輻射強度等の関係から航空機墜落に伴う火災影響評価結果に包絡される。

変圧器の防火対策について

1. 変圧器の防火対策

- ・変圧器には、電気回路の異常を検知すると、瞬時に電源を自動的に切る保護機能が備わっている。
- ・金属筐体に覆われており、火災が発生する可能性は低い。
- ・万一油が漏れいした場合においても、地下の排油溜めに溜まる構造となっている。(第1図)



第1図 変圧器地下構造（防油堤及び排油溜め）

2. 変圧器火災の事故拡大防止対策

中越沖地震において、柏崎刈羽原子力発電所3号炉の所内変圧器での火花は、地盤の沈下による相対変位が主な原因であった。

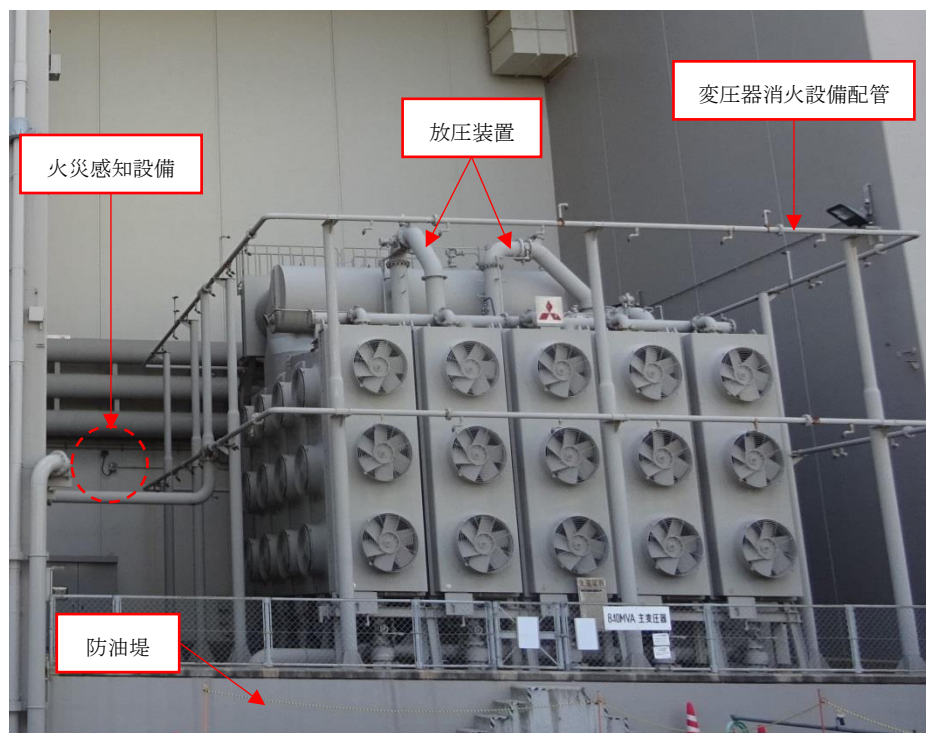
島根原子力発電所の2号炉主変圧器、2号炉所内変圧器、2号炉起動変圧器、3号炉補助変圧器、3号炉主変圧器及び3号炉所内変圧器は、基礎が岩盤又は地盤改良土に設置されていることから、地盤の沈下による相対変位は想定されないため、火災が発生する可能性は少ない。

1号炉起動変圧器及び予備変圧器は、絶縁母線フレキシブル導体部の絶縁処理による火災の発生防止対策を実施している。

3. 変圧器火災の感知・消火設備

変圧器火災に備え、変圧器専用の火災感知設備及び消火設備（噴霧消火設備）を設置している。

なお、消火設備は、相対変位による損傷を防止するため、屋外消火配管をトレンチ化又は地上化している。変圧器の外観及び消火設備配管を第2図に示す。



第2図 変圧器外観

島根原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について

1. はじめに

本評価は、発電所敷地内への航空機墜落による火災に対して、より一層の安全性向上の観点から、その火災が起こったとしても発電用原子炉施設に影響を及ぼさないことを評価するものである。

2. 航空機墜落による火災の影響評価

航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、民間航空機と軍用機（自衛隊機又は米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機墜落による火災影響の評価においては、第2-1表のとおり以下のカテゴリ毎に火災影響を評価する。（別紙7-1参照）

- ・ 計器飛行の飛行場での離着陸時における大型航空機の落下事故（以下「大型民間航空機（離着陸時）」という。）
- ・ 計器飛行のうち航空路を巡航中の落下事故及び有視界飛行の大型民間航空機の落下事故（以下「大型民間航空機」という。）
- ・ 有視界飛行の小型民間航空機の落下事故（以下「小型民間航空機」という。）
- ・ 自衛隊機又は米軍機の落下事故（別紙7-2参照）
 - a. 空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機（以下「空中給油機等」という。）
 - b. その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び小型回転翼機（以下「その他の機種」という。）

第2-1表 航空機の分類

落下事故カテゴリ		分類
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時 ^{注1}	大型民間航空機 (離着陸時)
	航空路を巡航中 ^{注2}	大型民間航空機
有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機
自衛隊機 又は米軍機	訓練空域外を飛行中 ^{注3}	空中給油機等 その他の機種
	基地-訓練空域間往復時	— ^{注4}

注1：滑走路方向から±60°の範囲に発電所が位置する空港があり、各空港の最大離着陸距離が、発電所から各空港までの距離より大きい場合、評価対象とする。（別紙7-3）

注2：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、評価対象とする。（別紙7-4）

注 3：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。（別紙 7-5）

注 4：発電所は基地-訓練空域間の往復想定範囲内に入らないため、評価対象外とする。（別紙 7-5）

(1) 航空機墜落による火災の想定

- ・航空機は、島根原子力発電所における航空機落下評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。
- ・航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- ・航空機の落下は発電所敷地内であって落下確率が 10^{-7} [回/炉・年] 以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。
- ・航空機の落下によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。

第2-2表 燃料積載量が最大の機種

分類	航空機	選定理由
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
大型民間航空機	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
小型民間航空機	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
空中給油機等	KC-767 (空中給油機)	空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
その他の機種	F-15	その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定

(2) 評価手法の概要

本評価は、島根原子力発電所に対する航空機墜落による火災影響の有無の評価を目的としている。具体的な評価指標とその内容を以下に示す。

第2-3表 評価指標及びその内容

評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]	火災の炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	航空機燃料タンクの投影面積より求めた燃焼半径
燃焼継続時間[s]	火災が終了するまでの時間
離隔距離[m]	発電用原子炉施設を中心にして落下確率が10 ⁻⁷ [回/炉・年]以上になる地点とその地点から発電用原子炉施設までの直線距離
熱許容限界値[-]	建物の外壁, 天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界以下になる値

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

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

(3) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が10⁻⁷ [回/炉・年]以上になる範囲のうち、発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、島根原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を、「大型民間航空機（離着陸時）」、「大型民間航空機」、「小型民間航空機」、「空中給油機等」、「その他の機種」に分類し、それぞれの機種の落下確率の合計が10⁻⁷ [回/炉・年]となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を以下のとおり算出する。

(4) 標的面積の算出

a. 大型民間航空機（離着陸時）の標的面積の算出

飛行場での離着陸時における落下事故

$$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \phi_{d,a}(r, \theta)$$

$P_{d,a}$: 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

$N_{d,a}$: 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

A : 発電用原子炉施設の標的面積

(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km²)

$\phi_{d,a}(r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (/km²)

$f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率
(回/離着陸回)

$D_{d,a}$: 国内での離着陸時事故件数 (回)

$E_{d,a}$: 国内での離着陸回数 (離着陸回)

第2-4表 計器飛行方式民間航空機の落下確率 (飛行場での離着陸時)

パラメータ	2号炉	
	出雲空港	米子空港
飛行場	出雲空港	米子空港
発電所からの距離	約17km	約22km
滑走路方向に対する角度	約26°	約42°
最大離着陸距離 ^{注1}	約28km (約15 NM)	約43km (約23 NM)
$N_{d,a}$ ^{注2}	13,672	6,156
A ^{注3}	0.02459	
$\phi_{d,a}(r, \theta)$	7.02×10^{-4}	2.63×10^{-4}
$f_{d,a}$ ^{注4}	$2/37,233,228 = 5.37 \times 10^{-8}$	
$P_{d,a}$	1.49×10^{-8}	

注1 : AIP JAPANのアプローチチャートにより求めた。(別紙7-3)

注2 : 「令和元年(平成31年)空港管理状況調書」(国土交通省)にある飛行場別着陸回数を離陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とする。

注3 : 離着陸時の標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の投影面積の合計値0.02459km²とする。(別紙7-6)

注4 : 「航空機落下事故に関するデータ(平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の計器飛行方式民間航空機の離着陸時事故件数を用いて算出する。
離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ(平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の値。(別紙7-7)

以上より、

大型民間航空機(離着陸時)の落下確率 $P_{d,a}$ が 10^{-7} [回/炉・年]となる標的面積 A_1 を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_1 = 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 1.49 \times 10^{-8} / 0.02459 \\ = 0.165 \text{ [km}^2\text{]}$$

b. 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出

(a) 大型民間航空機

①航空路を巡航中の落下事故

$$P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W$$

P_c : 対象施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)

N_c : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

W : 航空路幅 (km)

$f_c = G_c / H_c$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率
(回 / (飛行回・km))

G_c : 巡航中事故件数 (回)

H_c : 延べ飛行距離 (飛行回・km)

第2-5表 計器飛行方式大型民間航空機の落下確率 (航空路を巡航中)

号 炉 パラメータ	2号炉	
対象航空路 ^{注1}	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
N_c ^{注2}	365 (H30年データ)	186, 880 (H30年データ)
A ^{注3}	0.01917	
W ^{注4}	14	18.52
f_c ^{注5}	0.5/11,570,450,753 = 4.32×10^{-11}	
P_c	8.39×10^{-9}	

注1 : A I P J A P A Nにより確認 (別紙7-4)。

注2 : 国土交通省航空局への問い合わせ結果 (ピークデイの値) (別紙7-8) を365倍した値。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値0.01917 km^2 とする。
(別紙7-6)

注4 : 航空路については, 「航空路の指定に関する告示」を参照。なお, RNAV航路については, 「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いる。(1NM=1.852kmとして換算)

注5 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁) の計器飛行方式民間航空機の巡航中事故件数を用いて算出する。巡航中事故件数は, 平成10年~平成29年の間で0件のため, 保守的に0.5件とする。

延べ飛行距離は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁) の値。(別紙7-7)

②有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$$

P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

α : 対象航空機の種類による係数

第2-6表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	号 炉	
	2号炉	
航空機種類	大型 固定翼機	大型 回転翼機
$f_v^{\text{注1}}$	0.5/20=0.025	2/20=0.1
$S_v^{\text{注2}}$	372,969	
$A^{\text{注3}}$	0.01917	
$\alpha^{\text{注4}}$	1	
P_v	6.43×10^{-9}	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の
有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。大型固定翼機は、平成
11年から平成30年の間で0件のため、保守的に0.5件とする。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)
の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 と
する。(別紙7-6)

注4 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より、

大型民間航空機の落下確率 $P_c + P_v$ が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面
積 A_2 を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_2 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / (8.39 \times 10^{-9} + 6.43 \times 10^{-9}) / 0.01917 \\ &= 0.129 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

(b) 小型民間航空機

有視界飛行方式民間航空機の墜落事故

$$P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$$

P_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

α : 対象航空機の種類による係数

第2-7表 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	2号炉	
	小型 固定翼機	小型 回転翼機
$f_v^{\text{注1}}$	24/20=1.20	18/20=0.90
$S_v^{\text{注2}}$	372,969	
$A^{\text{注3}}$	0.01917	
$\alpha^{\text{注4}}$	0.1	
P_v	1.08×10^{-8}	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の
有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)
による。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 と
する。(別紙7-6)

注4 : 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より,

小型民間航空機の落下確率 P_v が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_3 を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_3 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 1.08 \times 10^{-8} / 0.01917 \\ &= 0.177 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

c. 自衛隊機及び米軍機の標的面積の算出

訓練空域外を飛行中の墜落事故

①空中給油機等

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

第2-8表 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (空中給油機等)

パラメータ	2号炉	
	2号炉	
航空機種類	空中給油機等	
$f_{so}^{\text{注1}}$	自衛隊機 : 0.5/20=0.025	米軍機 : 1/20=0.05
$S_o^{\text{注2}}$	自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472
$A^{\text{注3}}$	0.01917	
P_{so}	4.20×10^{-9}	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。自衛隊機は、平成11年から平成30年の間で0件であるが、保守的に0.5件とする。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917km^2 とする。(別紙7-6)

以上より、

空中給油機等の落下確率 P_{so} が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_4 を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_4 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 4.20 \times 10^{-9} / 0.01917 \\ &= 0.456 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

②その他の機種

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

第2-9表 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (その他の機種)

パラメータ	号 炉	2号炉	
航空機種類		その他の機種	
f_{so} ^{注1}		自衛隊機 : 10/20=0.50	米軍機 : 3/20=0.15
S_o ^{注2}		自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472
A ^{注3}		0.01917	
P_{so}		4.03×10^{-8}	

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。

ただし、平成30年2月5日に目達原駐屯地から南に約4kmで発生したAH-64D航空事故について、「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)では「基地-訓練空域間往復時」の落下事故として選定されているが、当該事故は定期整備後の整備試験飛行空域との往復時に発生した事故であるため、「訓練空域外を飛行中 (その他の機種)」の落下事故としてカウントした。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成11~30年)」(令和3年2月 原子力規制庁)の値を用いる。

注3 : 標的面積は2号炉の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値0.01917 km^2 とする。(別紙7-6)

以上より、

その他の機種の落下確率 P_{so} が 10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積 A_5 を計算すると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} A_5 &= 10^{-7} \text{ [回/炉・年]} / 4.03 \times 10^{-8} / 0.01917 \\ &= 0.047 [\text{km}^2] \end{aligned}$$

(5) 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出

(4)で求めたそれぞれの面積が、評価対象となる発電用原子炉施設（原子炉建物及び制御室建物等）外壁面から等距離の離隔をとった場合の標的面積と等しくなる距離を離隔距離L[m]とし、離隔距離Lを算出した結果を以下に示す。また、各航空機の離隔距離を第2-1図に示す。

第2-10表 発電用原子炉施設からの離隔距離の算出結果

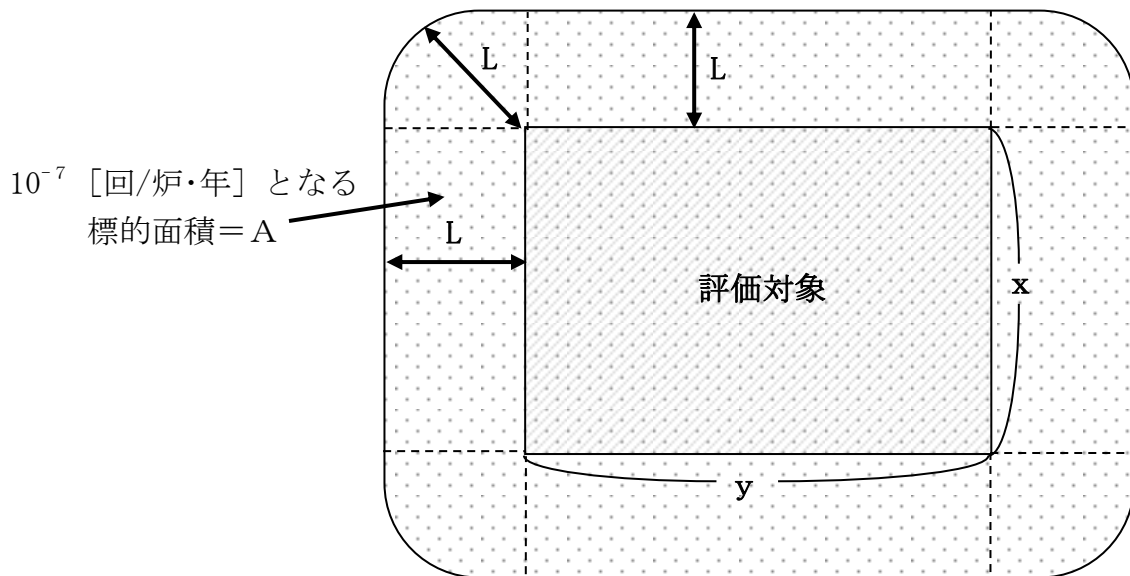
項目	大型 民間航空機 (離着陸時)	大型 民間航空機	小型 民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
				空中給油機等	その他の機種
対象航空機	B747-400	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15
離隔距離 L [m]	134	108	142	284	32



第2-1図 各航空機の落下位置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

10^{-7} [回/炉・年] となる標的面積の考え方は、以下のとおり。



第2-2図 標的面積の考え方

$$A = x y + \pi L^2 / 4 \times 4 + 2 (L x + L y)$$

$$\pi L^2 + 2 L (x + y) + x y - A = 0$$

2次方程式の解の公式より、以下の式となる。

$$L = \left(- (x + y) + \sqrt{ (x + y)^2 - \pi (x y - A) } \right) / \pi$$

(6) 必要データ

評価に必要なデータを以下に示す。なお、温度評価については、原子炉建物外壁面、排気筒、海水ポンプの温度評価を実施する。また、第 2-11 表に示すとおり、小型民間航空機は大型民間航空機と比べ燃料タンク面積が小さいこと、大型民間航空機（離着陸時）は大型民間航空機と比べ離隔距離が遠いことから大型民間航空機の評価に包絡される。

第2-11表 航空機火災影響評価に必要なデータ

項目	大型民間航空機		小型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	航空機 (離着陸時)	大型民間航空機		空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400		Do228-200	KC-767	F-15
燃料の種類	JET A-1		JET A-1	JP-4	JP-4
燃料量[m ³]	216.84		2.386	145.04	14.87
輻射発散度[W/m ²]	5.0×10 ⁴		5.0×10 ⁴	5.8×10 ⁴	5.8×10 ⁴
燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵		4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵
燃料タンク面積[m ²]	700		32	405.2	44.6
発電用原子炉施設からの距離[m]	134	108	142	284	32

(7) 燃焼半径の算出

航空機墜落による火災は、その状況によって、様々な燃焼範囲の形態が想定されるが、円筒火炎モデルとして評価を実施するため、燃焼半径は対象とした航空機燃料タンクの投影面積を円筒の底面と仮定して以下のとおり算出する。

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

R:燃焼半径[m], S:燃料タンク投影面積[m²] (火炎円筒の底面積)

第2-12表 燃焼半径の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料タンク面積[m ²]	700	405.2	44.6
燃焼半径[m]	14.93	11.36	3.77

(8) 形態係数の算出

次の式から形態係数を算出する。

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

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

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

第 2-13 表 形態係数の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
燃焼半径[m]	14.93	11.36	3.77
離隔距離[m]	108	284	32
形態係数	3.61×10^{-2}	3.12×10^{-3}	2.66×10^{-2}

(9) 輻射強度の算出

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E:輻射強度, Rf:輻射発散度, Φ:形態係数

第2-14表 輻射強度の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射発散度[W/m ²]	5.0×10^4	5.8×10^4	5.8×10^4
形態係数	3.61×10^{-2}	3.12×10^{-3}	2.66×10^{-2}
輻射強度[W/m ²]	1,804.8	181.1	1,545.7

(10) 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間は、燃料量を燃焼面積と燃焼速度で割った値となる。

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

v:燃焼速度[m/s], M:質量低下速度[kg/(m²・s)], ρ:燃料密度[kg/m³],
t:燃焼継続時間[s], V:燃料量[m³], R:燃焼半径[m]

第 2-15 表 燃焼継続時間の算出結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
燃料量[m ³]	216.84	145.04	14.87
燃焼面積[m ²]	700	405.2	44.6
燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵
質量低下速度 [kg/(m ² ・s)]	0.039	0.051	0.051
燃料密度[kg/m ³]	840	760	760
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39

※出典については、参考資料 7-1 参照

(11) 評価結果

a. 建物外壁の耐火性能評価

(a) 許容限界値 (許容限界温度)

本評価で用いる許容限界値 (許容限界温度) については、一般的にコンクリートの強度に影響がないとされる 200℃※とする。

※: 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財団法人 日本建築センター

(b) 耐火性能の評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式の解の式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。

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

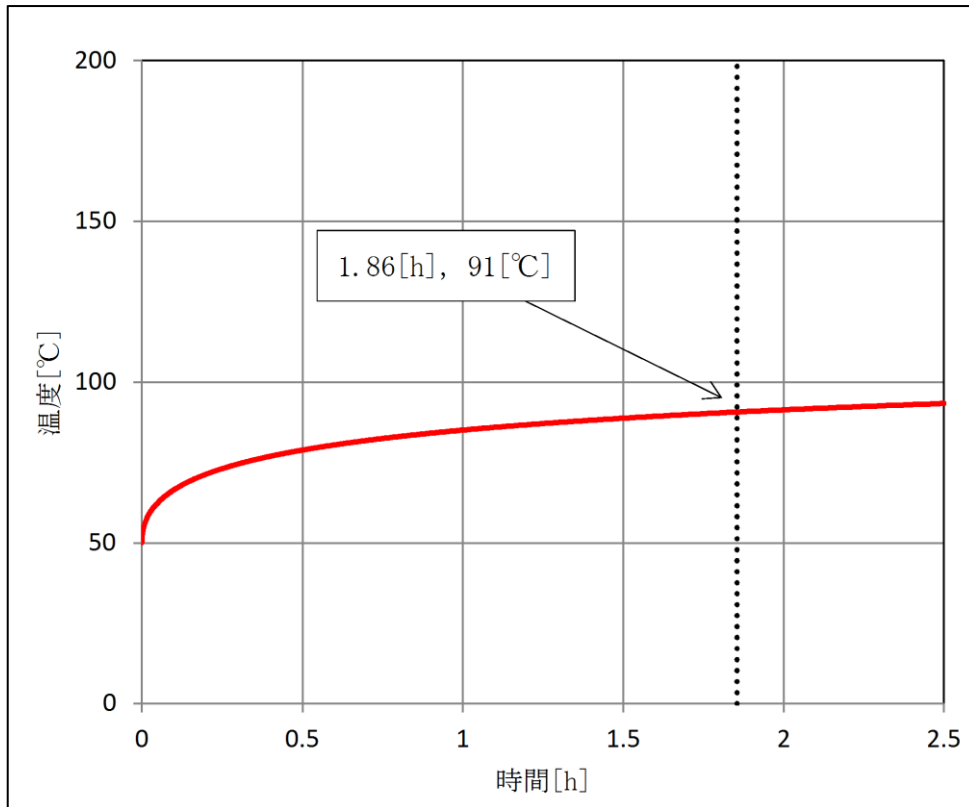
出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人 日本建築センター

T_0 ：初期温度[50℃]， E ：輻射強度[W/m²]， ε ：コンクリートの表面の放射率[0.94]^{※1}， h ：コンクリート表面熱伝達率[23.3W/m²K]^{※2}， k ：コンクリート熱伝導率[1.6W/mK]^{※2}， ρ ：コンクリート密度[2,200kg/m³]^{※2}， c ：コンクリート比熱[879J/kgK]^{※2}， t ：燃焼継続時間[s]

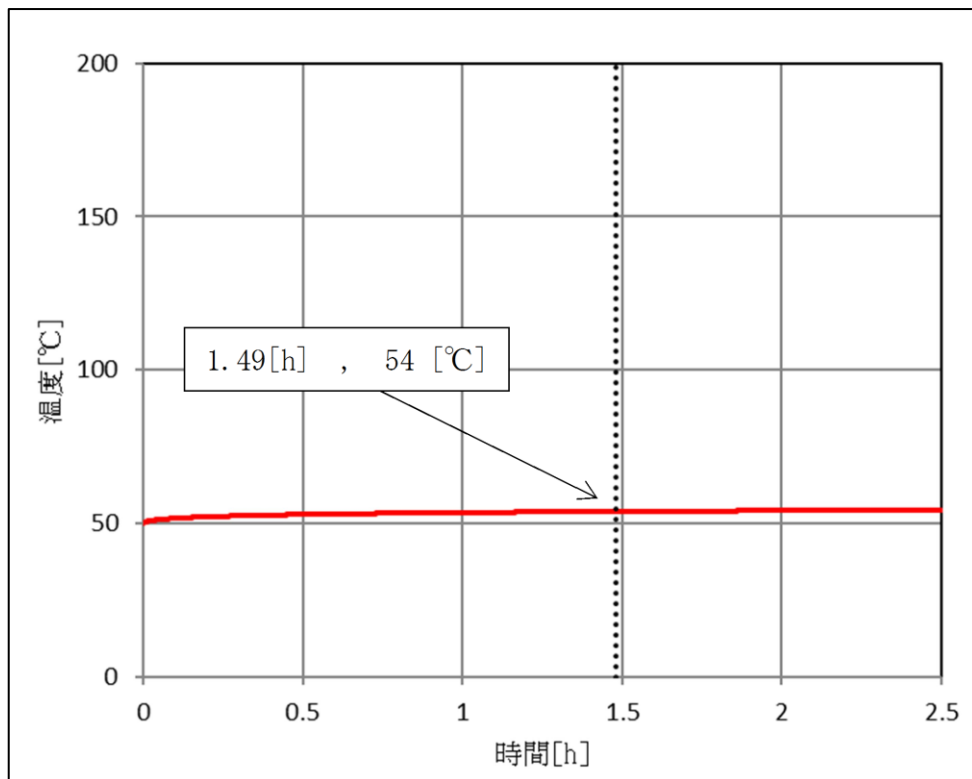
※1:伝熱工学資料，※2:原子炉建物構造計算書

第2-16表 外壁面の温度評価結果

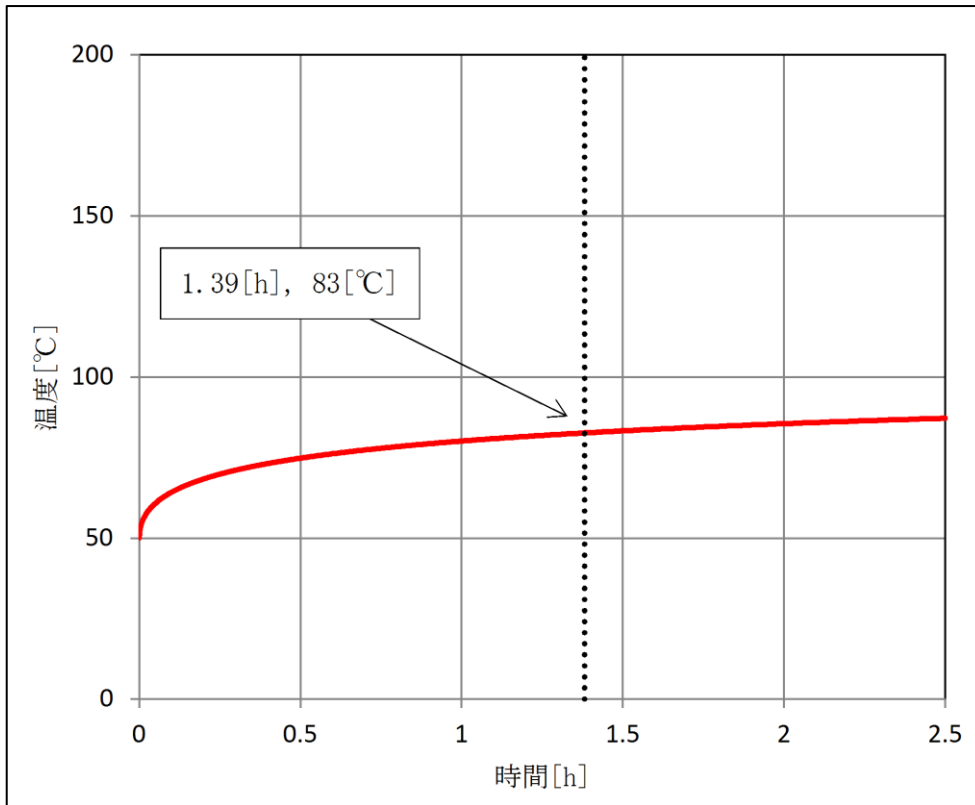
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度[W/m ²]	1,804.8	181.1	1,545.7
燃焼継続時間[h]	1.86	1.49	1.39
表面温度[℃]	91	54	83



第2-3図 外壁面温度推移 (大型民間航空機)



第2-4図 外壁面温度推移 (空中給油機等)



第2-5図 外壁面温度推移（その他の機種）

b. 海水ポンプの温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）は、海水ポンプ電動機の下部軸受の許容温度 55℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

一定の輻射強度で海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして、下記の式より海水ポンプの冷却空気温度を求め、許容温度以下であることを確認する。

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

T_0 : 通常運転時の上昇温度[22℃], E : 輻射強度[W/m²],

A_T : 受熱面積[10.93m²], G : 重量流量[1.96kg/s],

C_p : 空気比熱[1007J/(kg・K)]^{※1}

※1 : 伝熱工学資料

第 2-17 表 海水ポンプの温度評価結果

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度[W/m ²]	1,804.8	181.1	1,545.7
評価温度[℃]	33	24	31

c. 排気筒の温度評価

(a) 許容限界値（許容限界温度）

本評価で用いる許容限界値（許容限界温度）は、鋼材の許容限界温度 325℃とする。

(b) 耐火性能の評価結果

一定の輻射強度で排気筒が昇温されるものとして、下記の式より、排気筒の最大温度を求め、排気筒の温度が許容温度以下であることを確認する。

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

T_0 : 初期温度[50℃], E : 輻射強度[W/m²], ε : 排気筒表面の放射率[0.9]^{※1},

h : 排気筒表面熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

第2-18表 排気筒の温度評価結果

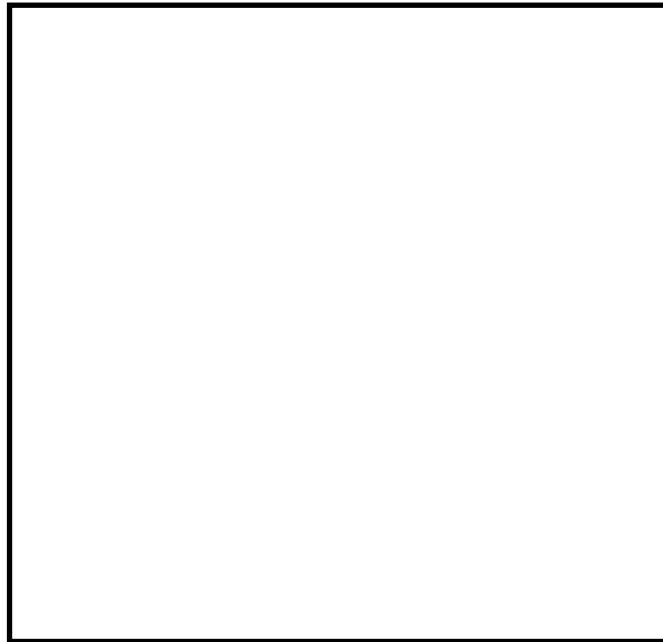
項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他機種
輻射強度[W/m ²]	1,804.8	181.1	1,545.7
表面温度[°C]	98	55	91

(12) 航空機墜落による火災と危険物タンク火災の重畳

a. 重畳する危険物タンクの選定

航空機墜落による火災が発生した場合に重畳を考慮する危険物タンクを検討する。航空機落下確率が 10^{-7} [回/炉・年]となる航空機落下位置とその周辺の危険物施設位置を第2-6図に示す。航空機落下位置を踏まえると、航空機墜落による火災によって発火する可能性のある危険物タンクはないが、ガスタービン発電機用軽油タンクとの重畳を考慮し熱影響評価を実施する。

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



第2-6図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置

b. 原子炉建物に対する影響評価

(a) 原子炉建物の外壁面温度評価

評価に必要なデータは以下のとおり。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第2-19表 ガスタービン発電機用軽油タンク火災影響評価に必要なデータ

項目	大型民間航空機	敷地内危険物施設
	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
燃料の種類	JET A-1	軽油
燃料量[m ³]	216.84	560
輻射発散度[W/m ²]	50×10 ³	42×10 ³
燃焼速度[m/s]	4.64×10 ⁻⁵	4.79×10 ⁻⁵
燃料面積[m ²]	700	302.7
原子炉建物からの距離[m]	108	329
燃焼継続時間[h]	1.86	10.73

次の式から形態係数を算出した。

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

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

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

第 2-20 表 形態係数の算出結果

項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
離隔距離[m]	108	329
燃焼半径[m]	14.93	9.82
形態係数	3.61×10 ⁻²	1.73×10 ⁻³

火災の火炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度は、輻射発散度に形態係数をかけた値となる。次式から輻射強度を算出する。

$$E = Rf \cdot \phi$$

E:輻射強度, Rf:輻射発散度, Φ:形態係数

第2-21表 輻射強度の算出結果

項目	B747-400	ガスタービン発電機用 軽油タンク
輻射発散度[W/m ²]	50×10^3	42×10^3
形態係数	3.61×10^{-2}	1.73×10^{-3}
輻射強度[W/m ²]	1,804.8	72.8

ここで重畳を考慮した場合、航空機墜落による火災と同時にガスタービン発電機用軽油タンクが延焼する場合は輻射強度が大きくなり、航空機が落下後時間をおいてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合は燃焼継続時間が大きくなることから、各ケースについて評価を実施する。

ケース1：航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に発生する場合

ケース2：航空機の燃料が半分となった時点でガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合

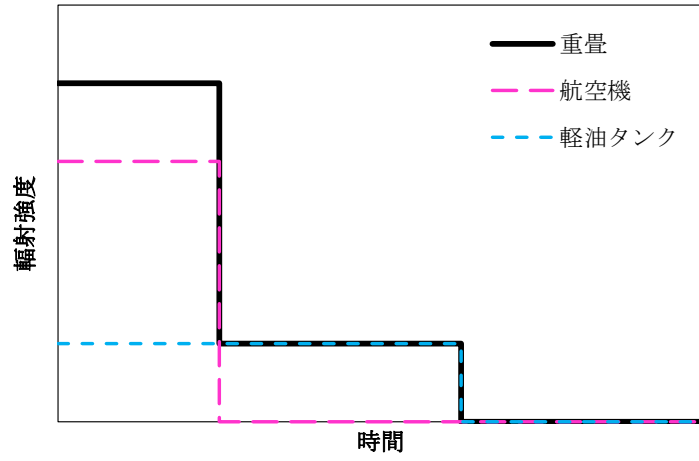
ケース3：航空機火災が終了直後にガスタービン発電機用軽油タンクの火災が発生する場合

航空機とガスタービン発電機用軽油タンクが同時に延焼する場合の輻射強度Eは、以下のとおり。

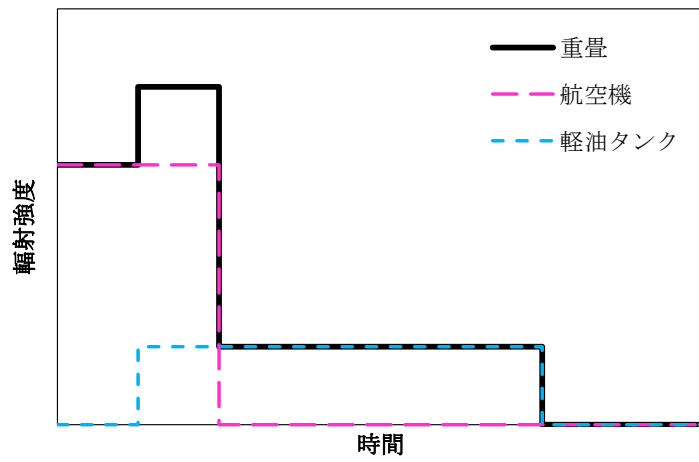
$$\begin{aligned} E &= 1,804.8 + 72.8 \\ &= 1,877.6 [\text{W/m}^2] \end{aligned}$$

航空機が落下後時間をおいてガスタービン発電機用軽油タンクが発火する場合の最大の燃焼継続時間tは、以下のとおり。

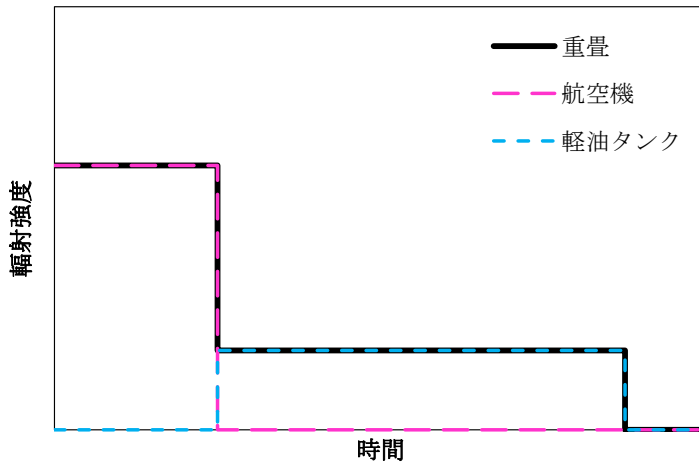
$$\begin{aligned} t &= 1.86 + 10.73 \\ &= 12.59 [\text{時間}] \end{aligned}$$



(ケース 1)



(ケース 2)



(ケース 3)

第2-7図 重畳を考慮した場合の輻射強度及び燃焼継続時間の関係

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で発電用原子炉施設外壁が昇温されるものとして、下記の一次元非定常熱伝導方程式より、コンクリートの表面の温度上昇を求め、コンクリートの表面温度が許容限界温度以下であるか評価を実施する。

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

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

第2-22表 原子炉建物外壁の温度評価結果

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3
輻射強度[W/m ²]	1,877.6(最大)	1,877.6(最大)	1,804.8(最大)
燃焼継続時間[h]	10.73	11.66	12.59
表面温度[°C]	109	108	107

評価の結果、表面温度は最大109°Cとなり、許容限界温度を下回ることから、熱影響はない。

(13) 発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器の火災影響評価

発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器（扉等）については、外部火災の熱影響を受けやすいことから、これらの機器について、火災影響評価を実施する。

a. 評価対象範囲

評価対象は、発電用原子炉施設の外壁に設置されている機器のうち、外部火災の熱影響を受ける以下の機器とする。

- ・扉
- ・ルーバ（換気空調設備の給・排気口）
- ・配管貫通部
- ・ブローアウトパネル

なお、複数設置されているこれらの機器のうち、最も影響を受ける位置（開口面積が大きく、火災源に近く、機器本体だけでなく建物内部へ熱影響が及ぶ可能性のある位置にあるもの）を評価対象とする。

b. 扉の火災影響評価

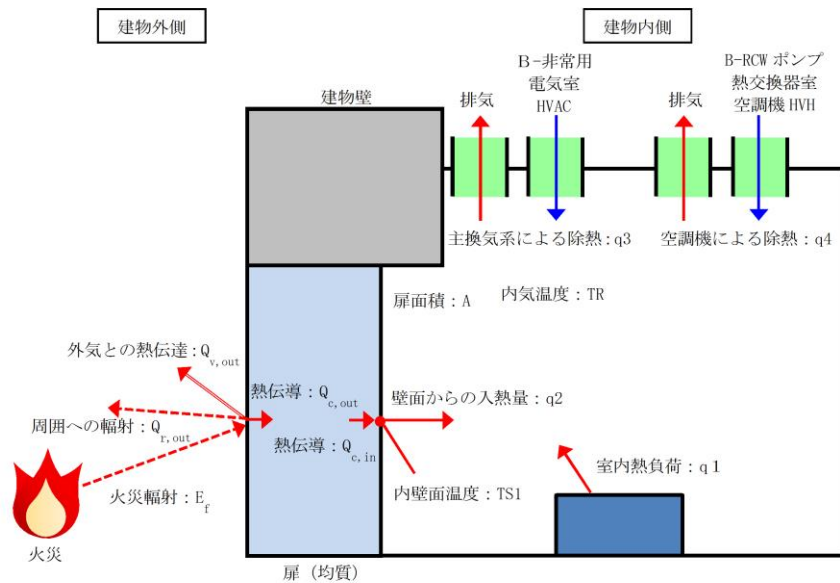
(a) 評価対象

扉のうち、原子炉建物外壁面の設置状況を踏まえて、扉内側の機器の設置状況を考慮し、最も熱影響を受ける位置(開口面積が大きく、火災源に近く、機器本体だけでなく建物内部へ熱影響が及ぶ可能性のある位置)にある原子炉補機冷却水ポンプ及び熱交換器が設置されている部屋の外扉を評価対象とする。

(b) 想定条件

- ・扉の構造材(均質体)は、保守的に、扉外面の最も熱影響を受けやすい金属とする。
- ・火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとする。

以下に概念図を示す。



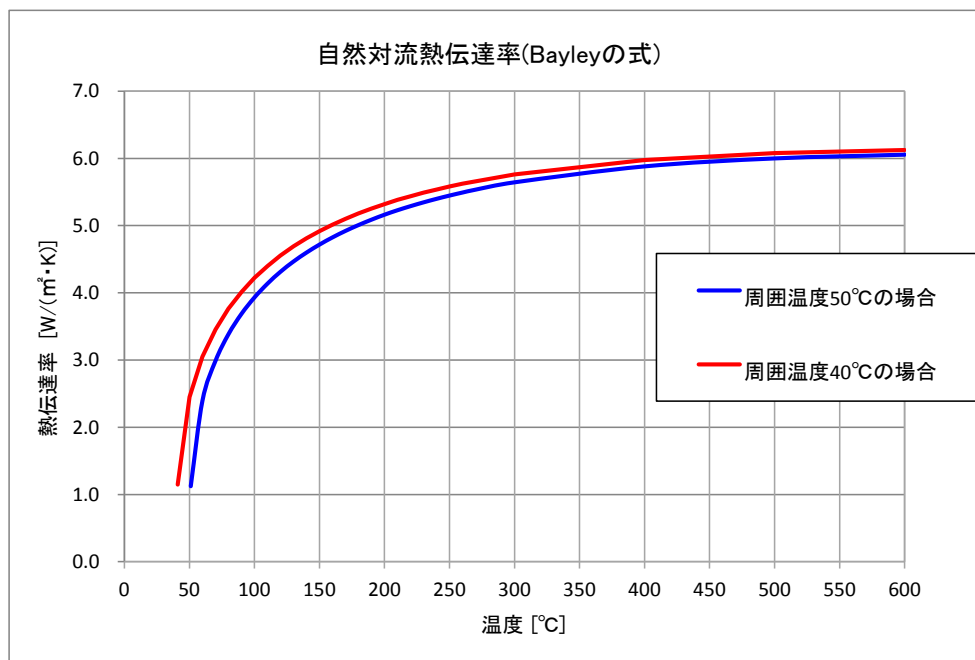
第2-8図 評価方法 (概念図)

(c) 必要データ

評価に必要なパラメータを示す。

第2-23表 航空機火災影響評価に必要なパラメータ

項目	パラメータ	備考
外気温度[°C]	50	日射の影響を考慮し設定
内気温度[°C]	40	設計室温
壁面熱伝達率[W/m ² K]	第2-9図参照	周囲温度40°C及び50°Cの場合の自然対流熱伝達率(Bayleyの式)
扉の熱伝導率[W/mK]	45.1	鋼材の熱伝導率
扉厚[m]		—
外面放射率[—]	0.9	伝熱工学資料第5版
内面放射率[—]	0	輻射放熱はゼロとする
熱拡散率[m ² /s]	1.2494×10^{-5}	鋼材の熱拡散率
シュテファン・ボルツマン定数[W/(m ² ・K ⁴)]	5.67×10^{-8}	伝熱工学資料第5版



第2-9図 熱伝達率 (自然対流熱伝達率Bayleyの式 (40°C及び50°C))

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(d) 評価結果

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

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

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

外壁及び内壁面温度上昇に伴う熱負荷は次式で計算される。

$$q_2 = \alpha_1 \times A \times (TS_1 - TR)$$

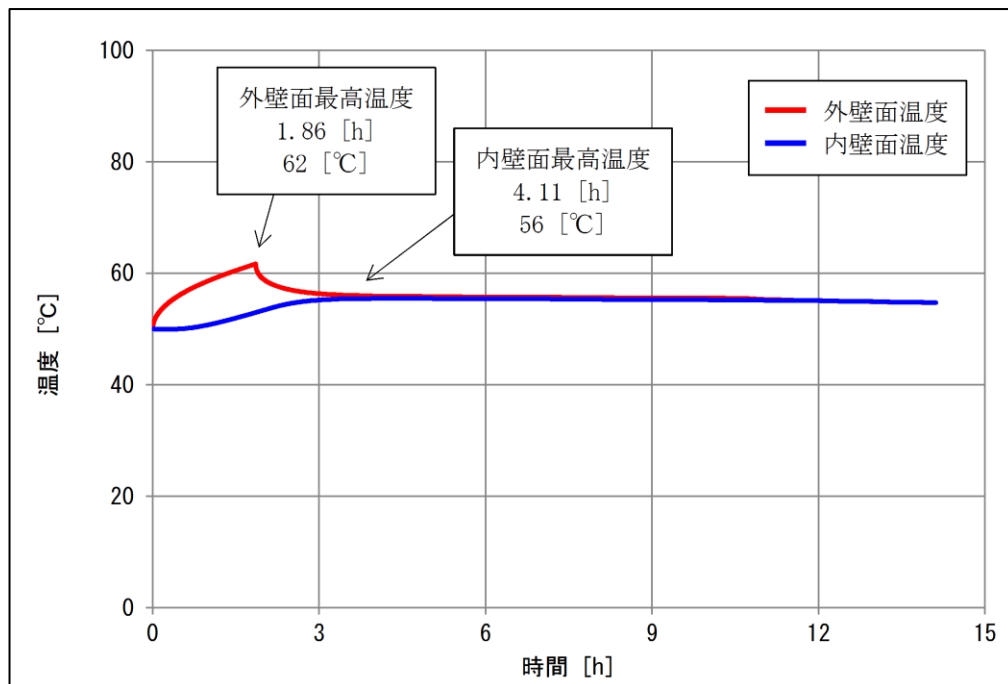
q_2 :壁面からの入熱量[W], α_1 :内壁面熱伝達率[W/m²K], A:扉面積[m²],
TS1:内壁面温度[°C], TR:内気温度[°C]

内気温度は、火災による内壁面温度上昇に伴う熱負荷と室内の熱負荷及び換気空調設備による除熱を考慮し、次式で求める。

$$q_1 + q_2 = q_3 + q_4$$

q_1 :室内熱負荷[W], q_2 :壁面からの入熱量[W],
 q_3 :主換気系による除熱[W], q_4 :空調機による除熱[W]

以下に評価結果を示す。



第2-10図 外壁及び内壁面温度

第2-24表 建物内気温度の評価結果

項目	危険物タンクと航空機の重畳
輻射強度 [W/m ²]	1,877.6 (最大)
燃焼継続時間[h]	10.73
外壁面温度[°C]	62
内壁面温度[°C]	56
内気温度[°C]	40
許容温度[°C]	45

c. ルーバの火災影響評価について

(a) 評価対象

ルーバのうち、火災源から最も近く、輻射強度が最も大きくなる原子炉建物外壁のルーバを対象とする。

(b) 想定条件

火災が発生した時間から、燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を受けるものとする。

(c) 判断の考え方

ルーバの許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325°Cとする。

(d) 評価結果

一定の輻射強度でルーバが昇温されるものとして、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式によりルーバ表面の最大温度を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。

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

T_0 : 初期温度[50°C], E : 輻射強度[1,909.1W/m²], ε : 吸収率[0.9]^{※1},
 h : 熱伝達率[17W/m²K]^{※2}

※1 : 伝熱工学資料, ※2 : 空気調和・衛生工学便覧

評価結果を第 2-25 表に示す。

対象のルーバ表面の最大温度を求め、許容温度以下であることを確認したことから、ルーバの強度への影響はない。

また、ルーバの変形の有無にかかわらず、安全上支障のない期間に点検を行いルーバの使用に問題があると判断される場合には、交換等の措置が可能

である。なお、ルーバ内側には熱影響を受ける機器等がなく、航空機火災時は、熱気流を考慮し、状況に応じて空調の停止措置等を講じることから、建物内への影響はない。

第2-25表 ルーバの評価温度

想定火災源	評価温度[°C]	許容温度[°C]
危険物タンクと航空機の重畳	100	325

d. 配管貫通部の火災影響評価について

配管貫通部は、モルタル等による穴仕舞を行っており、建物外壁の火災影響評価に包絡される。

e. ブローアウトパネルの火災影響評価について

ブローアウトパネルは、原子炉建物北側に2箇所設置されているが、離隔距離が原子炉建物外壁面の扉より遠いことから、扉の火災影響評価に包絡される。

f. まとめ

評価の結果、内気温度は40°Cとなり、室内の許容温度を下回ることから、熱影響はないと評価する。

(14) 火災による熱影響の有無の評価

以上の結果から、航空機墜落による火災が発生した場合を想定したとしても、外壁面の温度が許容限界温度を超えないこと及び内気温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。

第1表 評価対象航空機の種類

(「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」より抜粋，加筆)

		民間航空機		自衛隊機， 在日米軍機
		計器飛行方式	有視界飛行方式	
固定翼 (ジェット旅客機等)	大型機	定期便：評価対象 (例) 大型旅客機 (B747, B777 等)	定期便：該当なし	評価対象 自衛隊機 (F-4EJ 改, F-15 等) 在日米軍機 (F-16, F/A-18 等)
		不定期便：評価対象外 (注1)	不定期便：評価対象 (例) 海上保安庁のパトロール機 (ビーチクラフト 90 型等) 民間の社有機等 (三菱式 MU-300 型等)	
	小型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (T-1 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 本土-離島間コミュータ (DHC-6, BN-2 等) 軽飛行機 (セスナ 172 等)	
回転翼 (ヘリコプター)	大型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (MH-53 等) 在日米軍機 (CH-53 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 資材輸送等 (ベル 214B, AS332 等)	
	小型機	定期便：評価対象外(注2)	定期便：評価対象外(注2)	評価対象 自衛隊機 (OH-6 等) 在日米軍機 (UH-1 等)
		不定期便：評価対象(注3)	不定期便：評価対象 (例) 離島間コミュータ (SA365 等) 資材輸送，緊急医療，報道用等 (アエロパシアル AS350, 川崎 BK117)	

(注1) 計器飛行方式で飛行する大型固定翼機の不定期便は，定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから，評価対象外とする。

(注2) 小型固定翼機及び回転翼機の定期便については，定期航空運送事業者の登録機数の割合から，運航頻度が大型機の定期便の数%であると判断できることから，評価対象外とする。

(注3) 小型固定翼機及び回転翼機の不定期便については，リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが，原則，有視界飛行方式による飛行形態を取っていることから，本基準ではすべて有視界飛行方式として評価する。

□ : 大型民間航空機 (離着陸時)	□ : 自衛隊又は米軍機 (空中給油機等)
□ : 大型民間航空機	□ : 自衛隊又は米軍機 (その他の機種)
□ : 小型民間航空機	

自衛隊機又は米軍機の用途による分類について

自衛隊機又は米軍機の落下事故には、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故」と「基地－訓練空域間往復時の落下事故」が含まれるが、島根原子力発電所は基地と訓練空域間の往復範囲内にないため、「基地－訓練空域間往復時の落下事故」は考慮していない。

以下に自衛隊機又は米軍機の落下事故による火災影響を評価する機種のカテゴリについて整理する。分類にあたっては、代表として自衛隊機の主要な機種のデータを用いることとした。

(1) 訓練空域外を飛行中の落下事故

主要航空機（大型固定翼機）の用途等を以下に示す。

所属	機種	用途	寸法(m)		燃料量(m ³)
			全長	全幅	
陸上自衛隊	LR-2	連絡偵察	14	18	約 2
海上自衛隊	P-3C	哨戒	36	30	約 35
航空自衛隊	F-15J/DJ	戦闘	19	13	約 15
	F-4EJ	戦闘	19	12	約 12
	F-2A/B	戦闘	16	11	約 11
	RF-4E/EJ	偵察	19	12	約 13
	C-1	輸送	29	31	約 21
	C-130H	輸送	30	40	約 37
	KC-767	空中給油・輸送	49	48	約 145
	KC-130H	空中給油機能付加	30	40	約 37
	E-2C	早期警戒	18	25	約 7
	E-767	早期警戒管制	49	48	約 91

用途としては、「連絡偵察」、「哨戒」、「戦闘」、「偵察」、「輸送」、「空中給油」、「早期警戒」等がある。

用途を飛行形態で整理すると、「空中給油」及び「早期警戒」については、高高度の巡航を行うものと考えられる。また、「哨戒」及び「輸送」については、目的地での低高度での飛行が考えられるものの、移動は高高度の巡航を行うものと考えられる。ここで目的地としては、「哨戒」が海上、「輸送」が基地あるいは空港であることから、原子力発電所付近で低高度での飛行を行うことはない。

したがって、自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、訓練空域外を飛行中の落下事故で考慮するカテゴリを、以下のとおり整理した。なお、大型輸送ヘリコプターCH-47の燃料積載量は約4m³であることから、回転翼機は大型固定翼機の評価に包含される。

カテゴリ	用途	該当する航空機	寸法		燃料量(m ³)
			全長	全幅	
空中給油機等	「空中給油」, 「早期警戒」, 「哨戒」, 「輸送」を用途とする大型固定翼機	P-3C	36	30	約 35
		C-1	29	31	約 21
		C-130H	30	40	約 37
		KC-767	49	48	約 145
		KC-130H	30	40	約 37
		E-2C	18	25	約 7
		E-767	49	48	約 91
その他の機種	「戦闘」, 「連絡偵察」, 「偵察」等を用途とする大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機	LR-2	14	18	約 2
		F-15J/DJ	19	13	約 15
		F-4EJ	19	12	約 12
		F-2A/B	16	11	約 11
		RF-4E/EJ	19	12	約 13

(2) 想定する航空機について

(1) による分類により、ガイドに基づき積載燃料量の最大の機種として、空中給油機等としてはKC-767, その他の機種としてはF-15を想定する航空機として選定している。

燃料量については、燃焼継続時間を算出する際に必要であり、燃料量が多い方が保守的な評価となる。

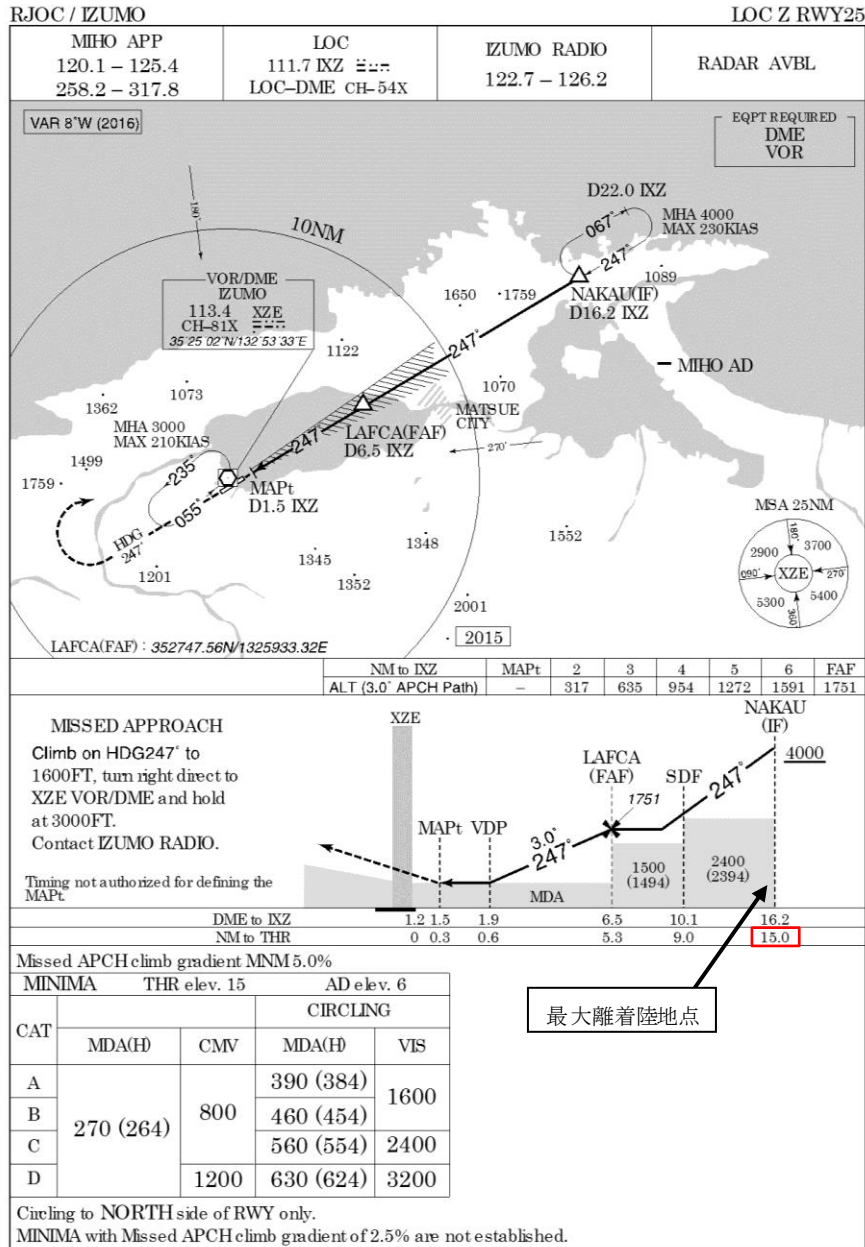
島根原子力発電所付近の空港と発電所との距離について

発電所名	空港名	発電所との 距離 ^{注1}	空港と空港 の最大離着 陸地点まで の距離 ^{注2}	判定	備考
島根 原子力発電所	出雲空港	約 17km	約 28km (約 15NM)	対象	第 1 図
	米子空港	約 22km	約 43km (約 23NM)	対象	第 2 図

注 1 : 施設と空港の経度, 緯度より計測した。

注 2 : 航空路誌 (A I P) を参照した。

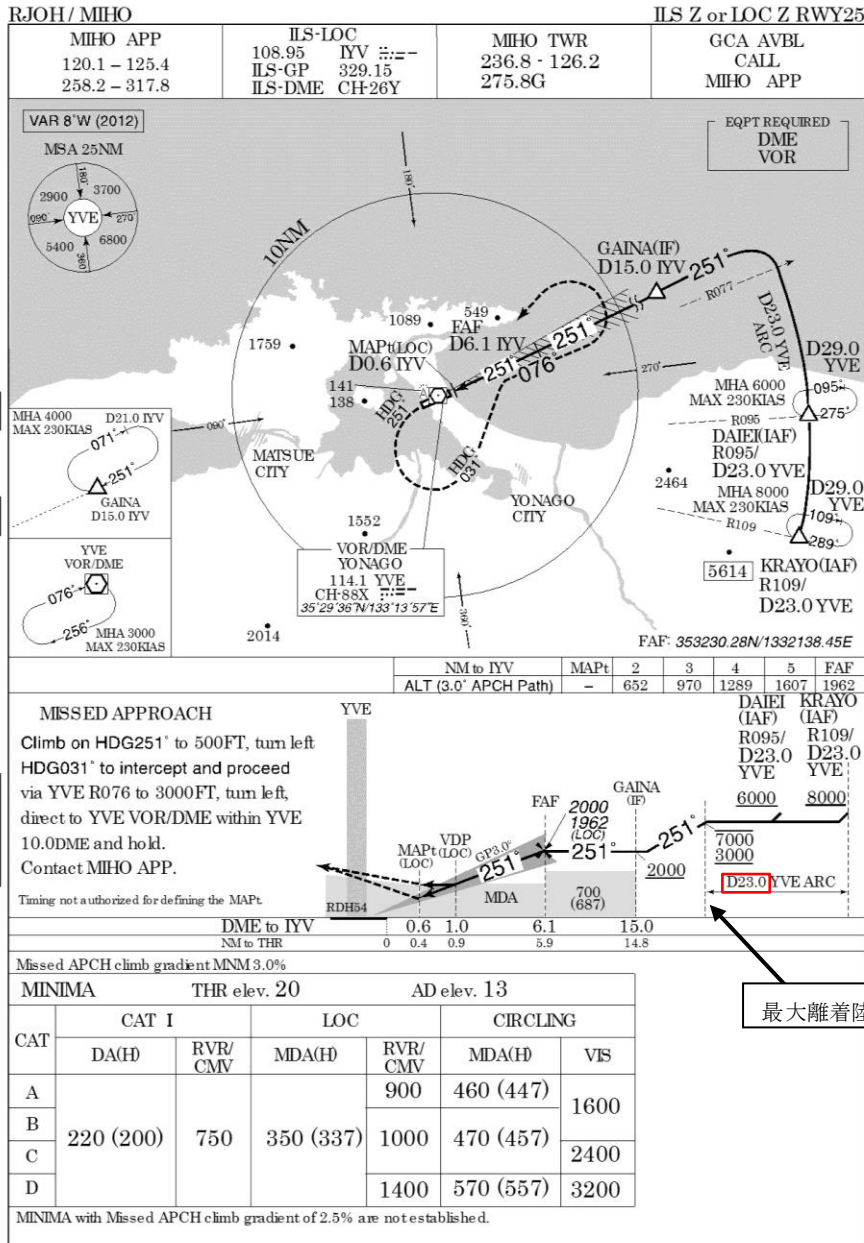
INSTRUMENT APPROACH CHART



第1図 出雲空港の最大離着陸地点

A I P より抜粋

INSTRUMENT APPROACH CHART



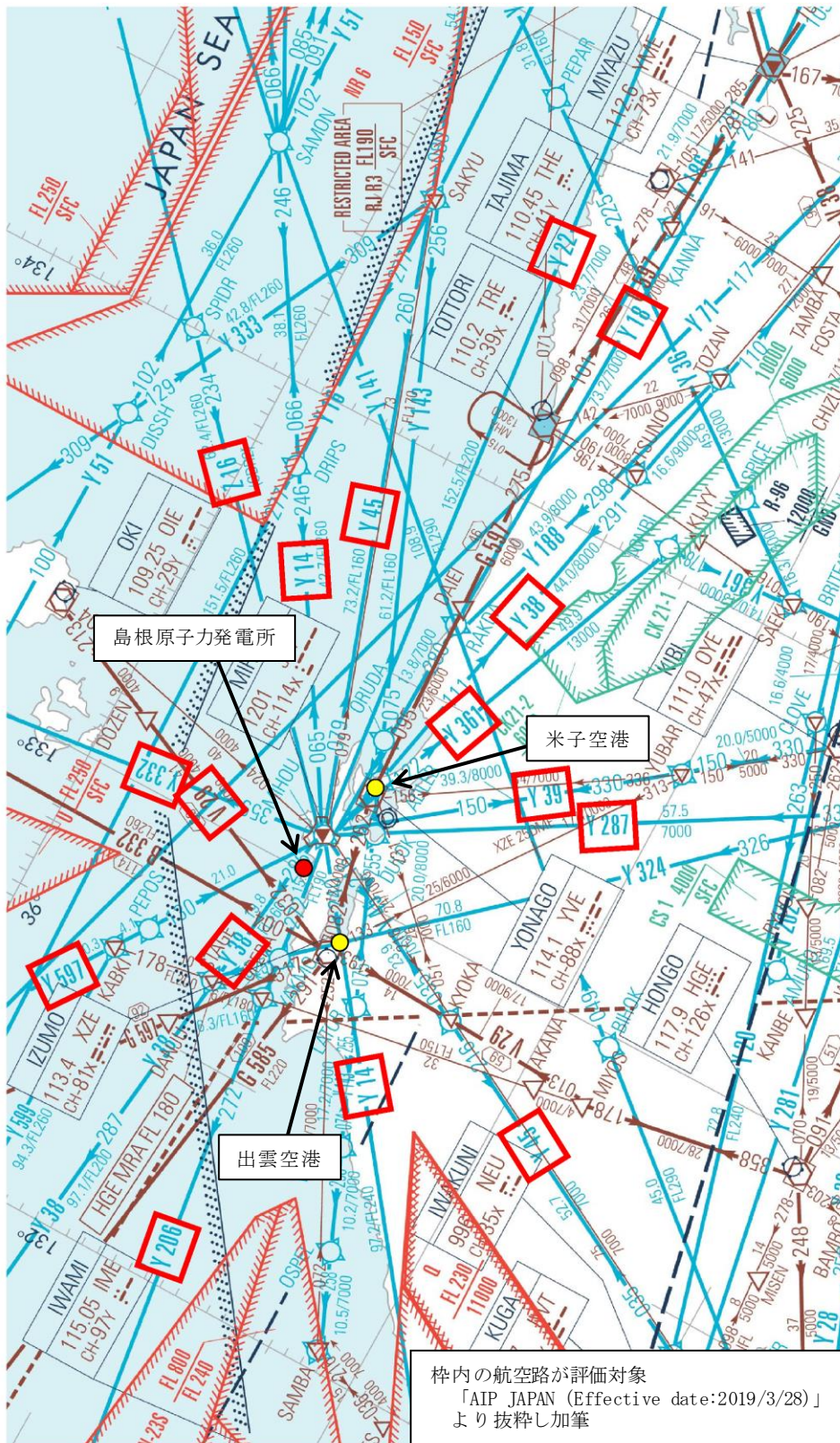
第2図 米子空港の最大離着陸地点 A I P より抜粋

島根原子力発電所上空の評価対象航空路等

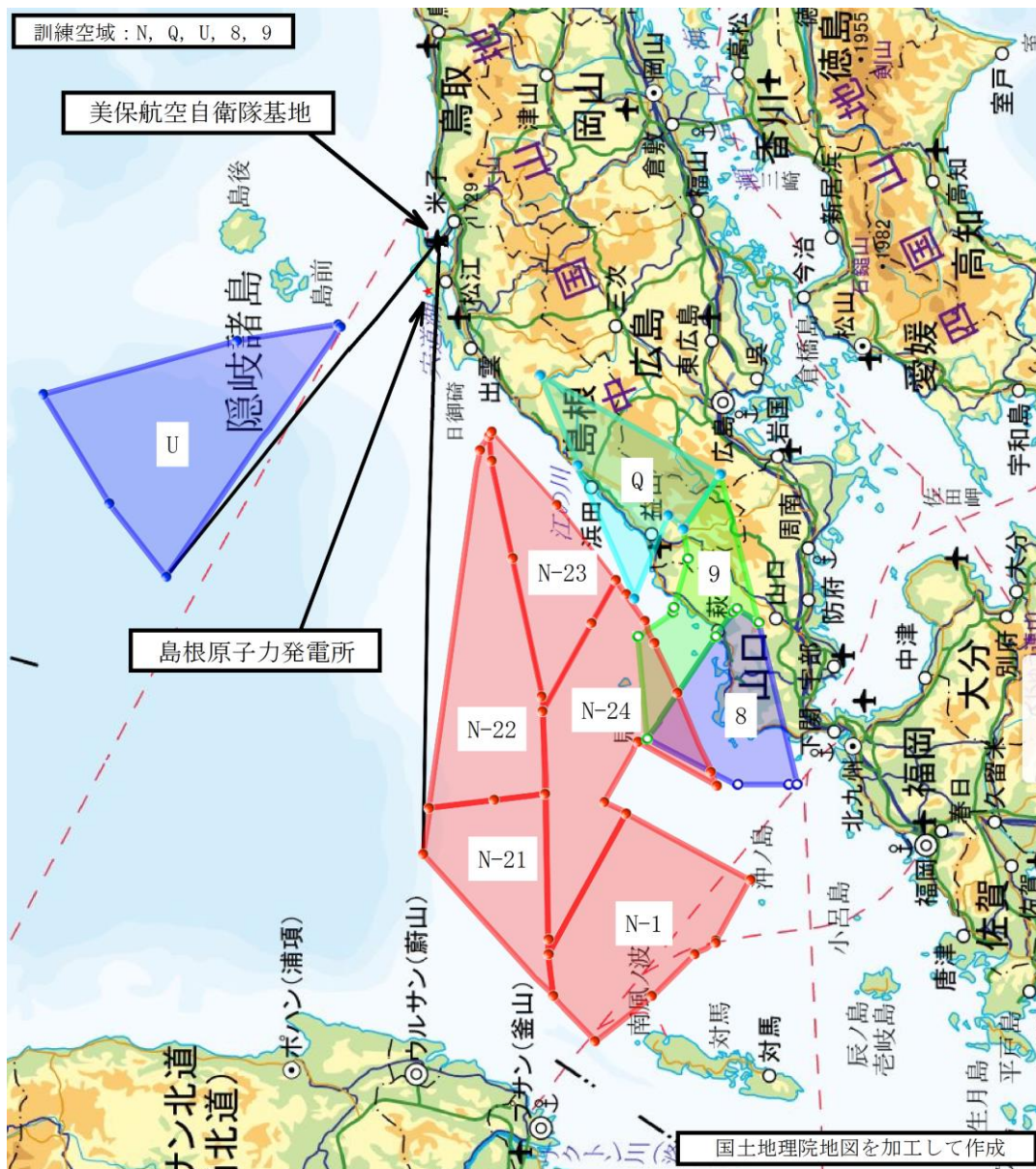
号炉	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離 ^{注1}	片側の航空路幅 ^{注2}	判定	備考
2号炉	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	第1図
	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y45(MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	第1図
	RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	第1図

注1：施設と空港の経度、緯度より計測した。

注2：航空路については、「航空路の指定に関する告示」を参照。なお、RNAV 航路については、「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。(1NM=1.852kmとして換算)



第1図 島根原子力発電所周辺の航空図



島根原子力発電所，美保航空自衛隊基地と訓練空域との位置関係
 (「AIP JAPAN (Effective date:2019/7/18)」における訓練空域の座標に基づき作成)

航空機落下確率評価に係る標的面積（島根原子力発電所）

2号炉	面積 (km ²)		炉心、使用済燃料プール 及び原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）に必要な設備	備 考
	水平面積	投影面積		
原子炉建物	0.006258	0.022304 ※1	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心 ・燃料プール ・主要な安全系機器 	※1： 3つの建物を包含する1つの建物として投影面積を算出
タービン建物	0.007799		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機海水系（配管，電路） ・高圧炉心スプレイ補機海水系（配管，電路） ・A，HPCS-非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ（配管，電路） 	
廃棄物処理建物	0.003015		<ul style="list-style-type: none"> ・補助盤室 ・バッテリー室 ・計装用電気室 ・中央制御室換気系 	
制御室建物 (共用)※2	0.000756	0.000945	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室 	※2： 1号炉，2号炉合計
取水槽	0.001337	0.001337 ※3	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機海水系（ポンプ，配管，ストレーナ） ・高圧炉心スプレイ補機海水系（ポンプ，配管，ストレーナ） 	※3： 地上に対象施設が無いため投影面積は水平面積と同じ
合 計 (標的面積)	0.01917	0.02459		

離着陸回数及び延べ飛行距離

1. 離着陸回数

離着陸回数のデータは、表1のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成11～30年）」（令和3年2月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機，計器飛行方式）の離着陸回数の値とする。

第1表 離着陸回数

	国内線（回）	国際線（回）	合計（回）
平成11年	1,189,856	252,902	1,442,758
平成12年	1,321,910	260,816	1,582,726
平成13年	1,343,192	261,576	1,604,768
平成14年	1,367,468	279,976	1,647,444
平成15年	1,399,700	275,410	1,675,110
平成16年	1,397,124	313,204	1,710,328
平成17年	1,418,292	333,094	1,751,386
平成18年	1,481,264	341,074	1,822,338
平成19年	1,483,448	355,416	1,838,864
平成20年	1,467,684	358,134	1,825,818
平成21年	1,432,724	336,198	1,768,922
平成22年	1,432,748	348,972	1,781,720
平成23年	1,431,040	354,322	1,785,362
平成24年	1,539,914	388,538	1,928,452
平成25年	1,643,536	395,086	2,038,622
平成26年	1,686,160	428,202	2,114,362
平成27年	1,689,272	477,100	2,166,372
平成28年	1,679,378	533,560	2,212,938
平成29年	1,691,244	564,744	2,255,988
平成30年	1,690,008	588,942	2,278,950
合計	29,785,962	7,447,266	37,233,228

2. 延べ飛行距離

延べ飛行距離のデータは、表2のとおり「航空機落下事故に関するデータ（平成11～30年）」（令和3年2月 原子力規制庁）の民間航空機（大型固定翼機，計器飛行方式）の延べ飛行距離の値とする。

第2表 延べ飛行距離

	国内線 (km)	国際線 (km)	合計 (km)
平成11年	459,941,610	3,000,000	462,941,610
平成12年	480,695,802	3,000,000	483,695,802
平成13年	489,782,465	3,000,000	492,782,465
平成14年	498,480,635	3,500,000	501,980,635
平成15年	519,275,755	3,500,000	522,775,755
平成16年	517,051,659	3,900,000	520,951,659
平成17年	527,104,292	3,700,000	530,804,292
平成18年	555,392,832	3,700,000	559,092,832
平成19年	559,616,583	3,800,000	563,416,583
平成20年	554,535,973	3,800,000	558,335,973
平成21年	544,494,742	3,600,000	548,094,742
平成22年	548,444,056	3,600,000	552,044,056
平成23年	554,156,367	3,400,000	557,556,367
平成24年	607,933,799	3,600,000	611,533,799
平成25年	656,587,038	3,700,000	660,287,038
平成26年	678,832,124	3,800,000	682,632,124
平成27年	681,945,100	3,900,000	685,845,100
平成28年	682,890,250	4,200,000	687,090,250
平成29年	689,723,341	4,400,000	694,123,341
平成30年	690,566,330	4,600,000	695,166,330
合計	11,497,450,753	73,000,000	11,570,450,753

評価対象となる航空路の飛行回数

(飛行回)

東京航空交通管制部 ピークデイ ^{注1}	平成 30 年上半期 (H30. 6. 6) 交通量	平成 30 年下半期 (H30. 8. 7) 交通量	評価に用いる 数値 ^{注2}
航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	1	1	上半期合計：1 便 下半期合計：1 便 1×365 日＝ 365 便/年間
RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	2	4	上半期合計：469 便 下半期合計：512 便 512×365 日＝ 186, 880 便/年間
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	77	88	
RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	76	75	
RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	43	52	
RNAV 経路 Y45(MIHO(JET)-KYOKA)	35	45	
RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	7	7	
RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	20	16	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	10	13	
RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	23	29	
RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	75	73	
RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	3	3	
RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	0	0	
RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	32	41	
RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	66	66	
RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	0	0	

注1：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のことであり、当該経路における交通量が半年間で最も多かった日とは必ずしも一致しない。

注2：航空路及び RNAV 経路それぞれについて、上半期の合計値と下半期の合計値を比較し、大きいものを評価に用いた。

航空機の落下による火災の影響評価に用いたデータについて

1. 航空機の仕様について

第1-1表 航空機の仕様

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
燃料の種類	JET A-1	JP-4	JP-4
燃料量 (m ³)	216.84 ^{注1}	145.04 ^{注3}	14.87 ^{注5}
燃料タンク面積 (m ²)	700 ^{注2}	405.2 ^{注4}	44.6 ^{注6}

注1：ボーイング社ホームページ“ Technical Characteristics Boeing 747-400”
に記載の値

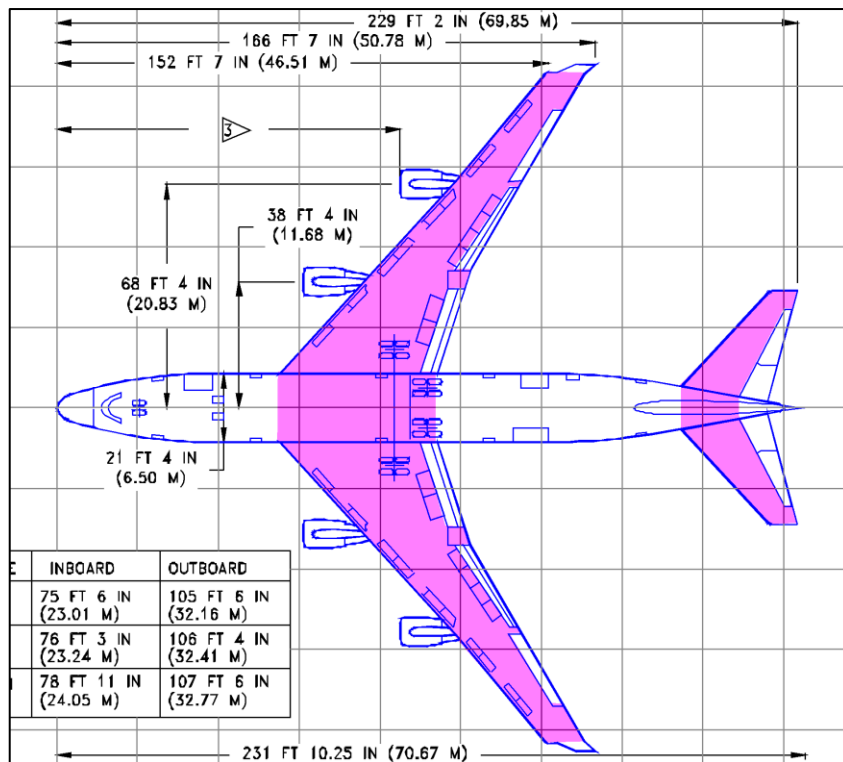
注2：ボーイング社ホームページ資料「747 Airplane Characteristics for
Airport Planning (Document D6-58326-1, December 2002)」の機体図面
より、主翼、主翼と交差する胴体部及び尾翼面積が燃料タンク面積と同
等と想定し、これらの面積を算出した値

注3：世界航空機年鑑 2012-2013 に記載の値及び燃料密度から算出した値

注4：ボーイング社ホームページ資料「767 Airplane Characteristics for
Airport Planning (Document D6-58328, September 2005)」に記載してい
る同型機の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これ
らの面積を算出した値

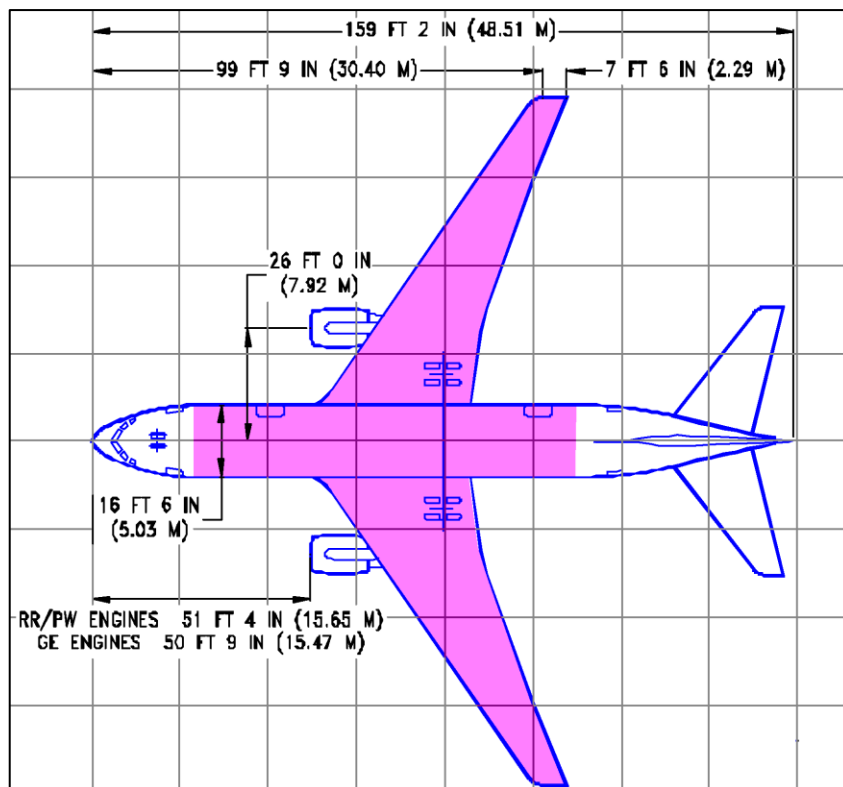
注5：航空ジャーナル2月号増刊 F-15 イーグル (航空ジャーナル社昭和55年
2月5日発行) (予備タンクを含む)

注6：航空ジャーナル1978 別冊 F-15 イーグル (昭和53年3月5日発行) に
記載の機体図面より、燃料タンクの配置及び大きさを想定し、これらの
面積を算出した値



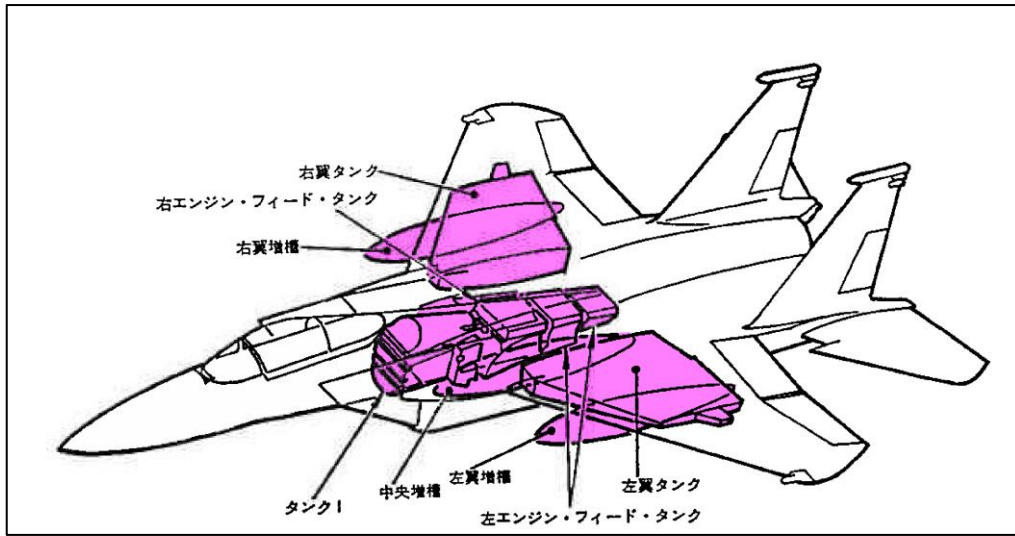
第 1-1(a) 図 燃料タンク投影面積 (B747-400)

(出典 : 747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(b) 図 燃料タンク投影面積 (KC-767)

(出典 : 767 Airplane Characteristics for Airport Planning)



第 1-1(c) 図 燃料タンク 投影面積 (F-15)
(出典：航空ジャーナル 1978 別冊 F-15 イーグル (昭和 53 年 3 月 5 日発行))

2. 燃料の物性値について

民間航空機の対象航空機としてボーイング 747-400 型機を選定しているが、当該機が使用する燃料の種類は、JET A-1 燃料である。

火災影響評価において使用する燃料物性値のうち、輻射発散度及び質量低下速度について、JET A-1 燃料に関する明確な知見がないため、JIS - K - 2209 - 1991 に「ジェット燃料には合成炭化水素が含まれるが、この合成炭化水素は原油、オイルサンドあるいはシェールサンドから精製されたもので、物性値は極めて灯油に近い」と記載があることから、NUREG-1805 における灯油の値を使用している。

項目	大型民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
		空中給油機等	その他の機種
想定する航空機	B747-400	KC-767	F-15
輻射発散度 (W/m ²)	5.0×10 ⁴ ^{注7}	5.8×10 ⁴ ^{注10}	5.8×10 ⁴ ^{注10}
燃焼速度 (m/s)	4.64×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵	6.71×10 ⁻⁵
質量低下速度 (kg/(m ² ・s))	0.039 ^{注8}	0.051 ^{注11}	0.051 ^{注11}
燃料密度 (kg/m ³)	840 ^{注9}	760 ^{注11}	760 ^{注11}

注 7 : 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書 B 石油コンビナート等 火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録 B における灯油の値

注 8 : NUREG-1805 に記載の灯油の値

注 9 : JIS - K - 2209 - 1991 記載の 1 号の値

注 10 : 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド附属書 B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の附録 B におけるガソリン・ナフサの値

注 11 : NUREG-1805 に記載の JP-4 の値

3. 航空機燃料 JP-4 と JP-5 の物性値

軍用で主に使用される航空機燃料として、JP-4 のジェット機燃料は、陸上、航空及び海上の各自衛隊の一部では現在使用されていること、JP-4 は JP-5 に比べ輻射発散度の値が大きいことから、影響評価は JP-4 の値で評価する。JP-4, 5 の物性値を以下に示す。

燃料の種類	JP-4	JP-5
輻射発散度 (W/m ²)	5.8×10^4	5.0×10^4
燃焼速度 (m/s)	6.71×10^{-5}	6.66×10^{-5}
質量低下速度 (kg/(m ² ・s))	0.051	0.054
燃料密度 (kg/m ³)	760	810

ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

1. はじめに

外部火災により発生するばい煙及び有毒ガスについては、火災による上昇気流により上空に運ばれ、発電所近傍に滞留することはない。そのため、ばい煙及び有毒ガスが、換気空調設備の外気取入口から建物内に侵入する可能性は小さいと考える。万一、高濃度のばい煙及び有毒ガスが建物内に侵入することを想定し、以下のとおり評価を行った。

2. 評価対象

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

第2-1表 評価対象

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

なお、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプは、屋外に設置しているが、電動機内部に直接外気を取り込まない全閉外扇形構造の冷却方式であり、外気を直接電動機内部に取り込まない構造であることから影響はない。
(第2-1図)



第2-1図 原子炉補機海水ポンプ電動機の冷却方式図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3. 評価結果

3.1 換気空調設備で給気されるエリアの設置機器

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

これらの換気空調設備の外気取入経路には、バグフィルタ（粒径 $2\mu\text{m}$ に対して80%以上を捕獲する性能）を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙はバグフィルタにより侵入を阻止できる。

上記系統のうち、給気隔離弁及び排気隔離弁を設置し系統隔離運転モードへの切替えが可能である中央制御室換気系については、ばい煙の侵入が想定される場合には、給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し、系統隔離運転モードへの切替えを行うことにより、ばい煙の侵入を阻止できる。

それ以外の換気空調設備については、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

<非常用ディーゼル発電機>

非常用ディーゼル発電機は、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、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止できる。

フィルタ（粒径 $1\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ に対して80%以上を捕獲する性能）の入口と出口間の差圧を検知できる差圧感知計を監視し、差圧が上昇しフィルタが目詰まりした場合はフィルタの交換が可能である。

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

<安全保護系>

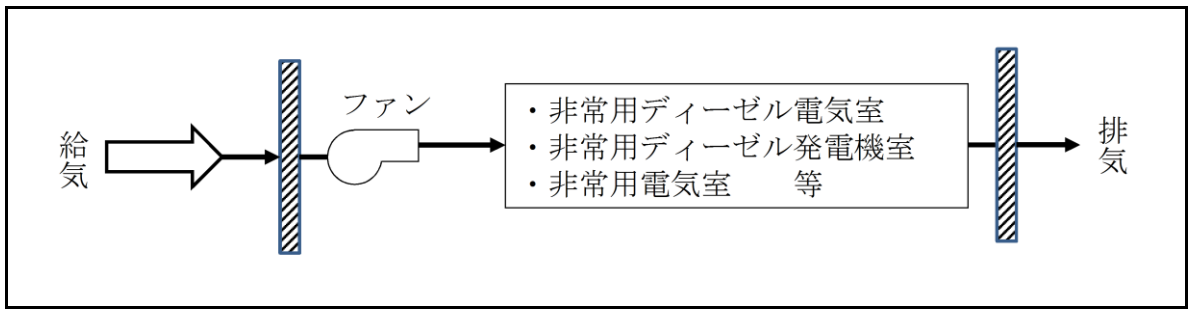
安全保護系盤は、原子炉建物付属棟空調換気系、中央制御室換気系で給気されるエリアに設置してある。外気取入口にはバグフィルタ（粒径 $2\mu\text{m}$ に対して80%以上を捕獲する性能）を設置していることから、一定以上の粒径のばい煙については、侵入を阻止することが可能である。バグフィルタにより捕集しきれなかったばい煙が侵入した場合においても、空調ファンを停止することでばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、バグフィルタにより捕集しきれなかったばい煙が中央制御室内に侵入する可能性がある場合、及び中央制御

室内においてばい煙が侵入したことを煙や異臭で確認した場合等は、当直長の指示により、系統隔離運転モードへ切り替えることにより、隔離が可能であり安全保護系設備に影響はない。

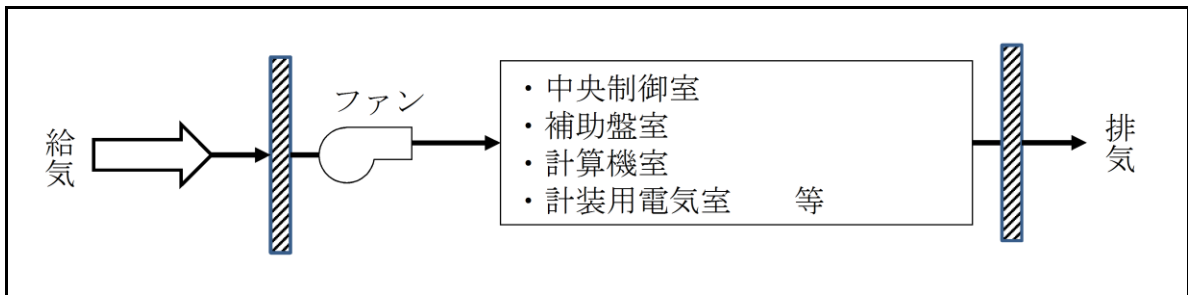
なお、中央制御室に侵入する可能性があるばい煙の粒径は、おおむね $2\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定されるが、計測制御系の盤等において、数 μm 程度の線間距離となるのは、集積回路（IC等）の内部であり、これらの部品はモールド（樹脂）で保護されているため、ばい煙が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所については、端子間の距離は数 mm であることから、ばい煙が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。したがって、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合においても、ばい煙の付着等により短絡等を発生させる可能性はない。

3.2 建物外部に開口部を有する設備

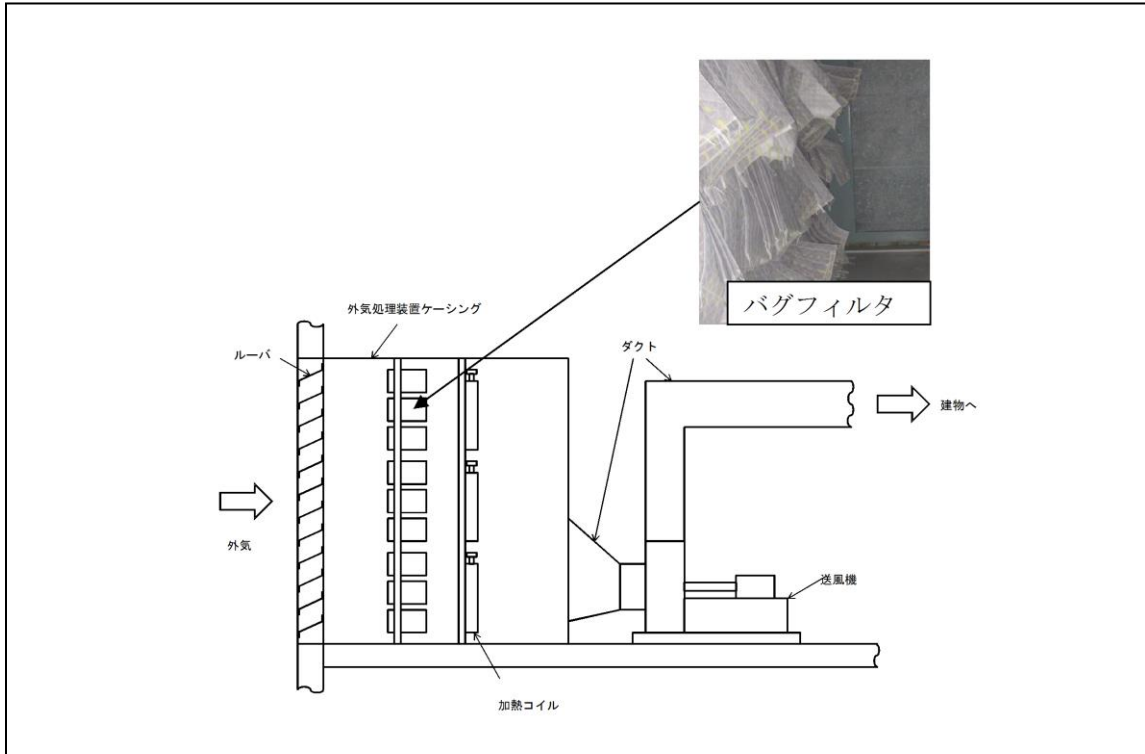
建物外部に開口部を有する設備として、非常用ディーゼル発電機の排気口があるが、仮にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には、侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。（第3.2-6図）なお、排気筒も同様にばい煙が配管等の内部に侵入した場合においても、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることから、その機能に影響を及ぼすことはない。



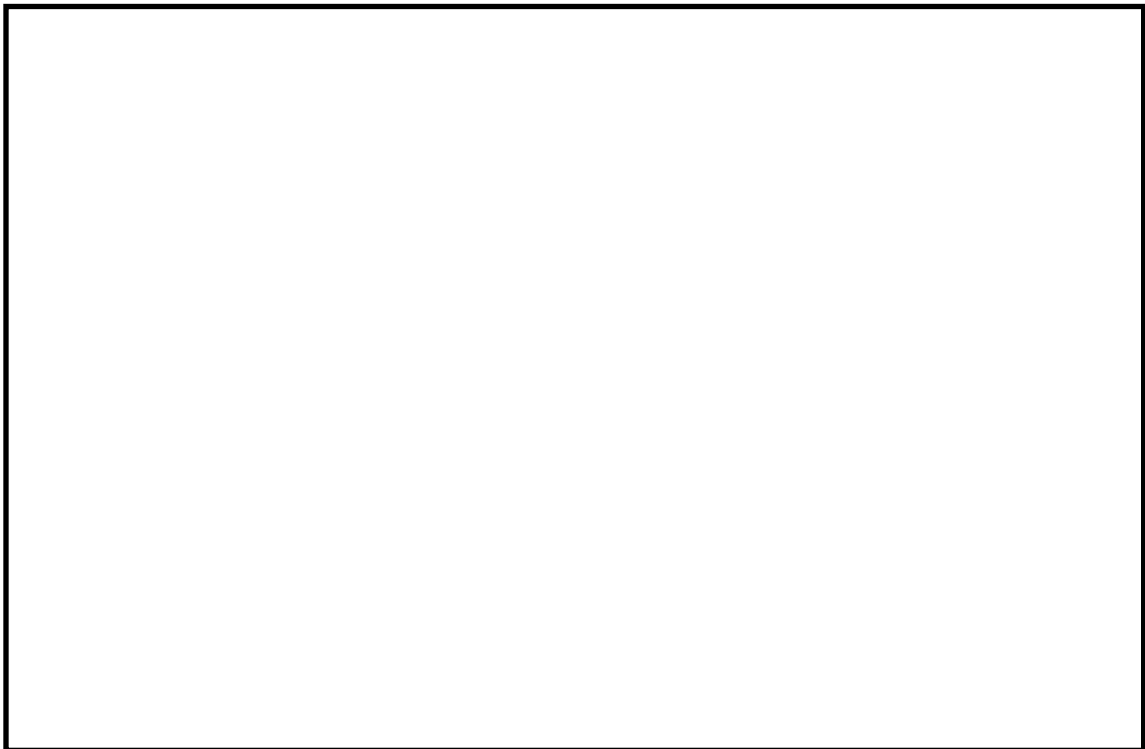
第3.2-1(a)図 原子炉建物附属棟空調換気系



第3.2-1(b)図 中央制御室換気系

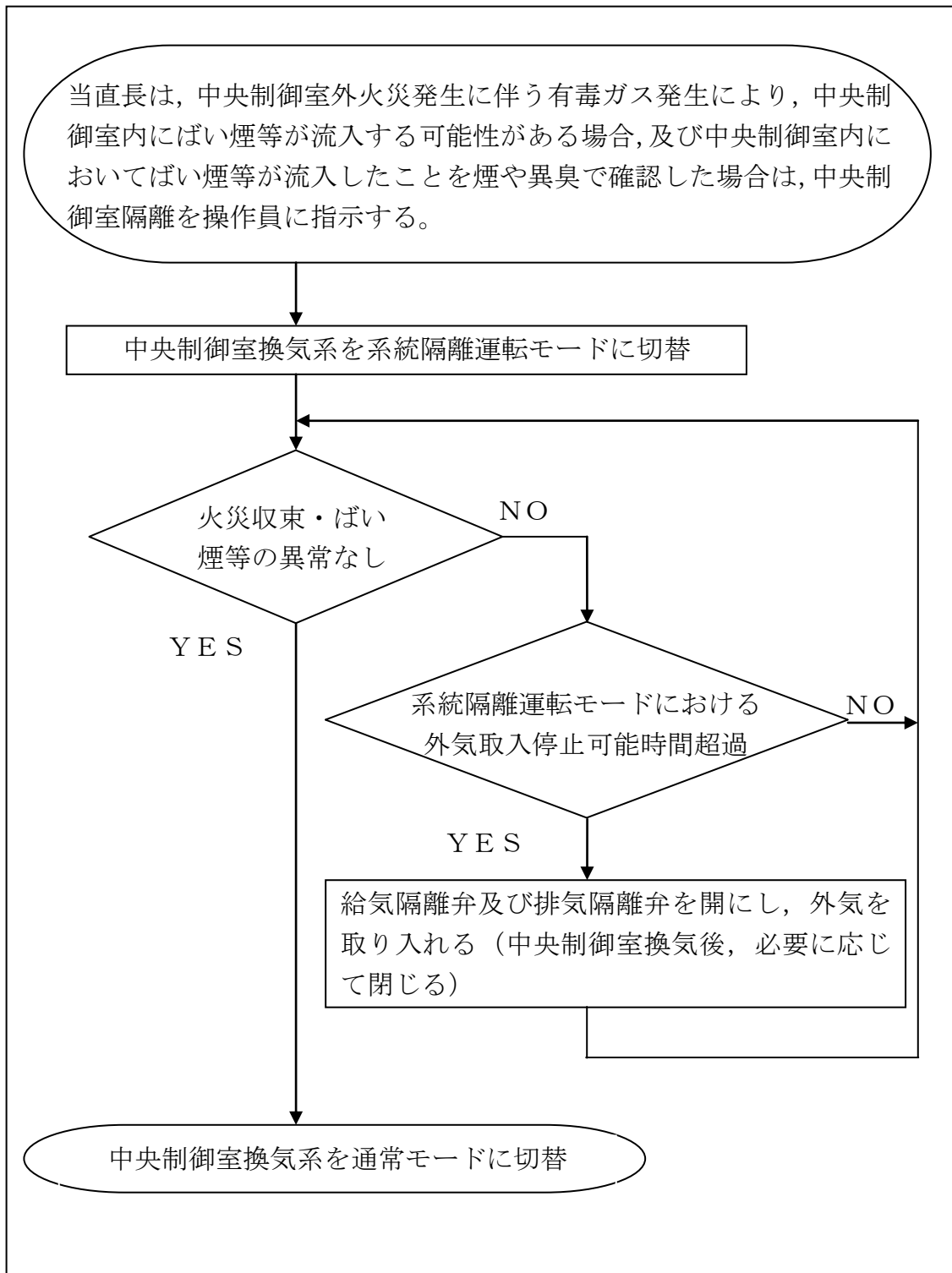


第3.2-2図 換気空調設備外気取入状況

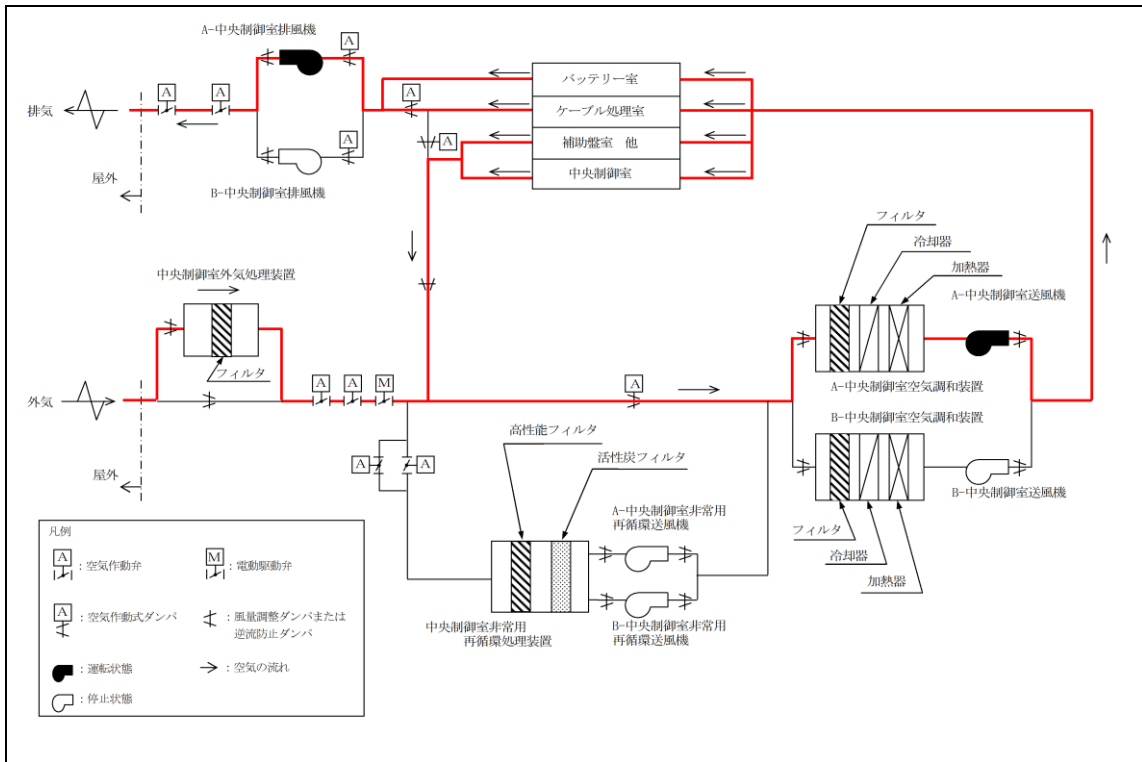


第3.2-3図 非常用ディーゼル機関の吸気系統構造図

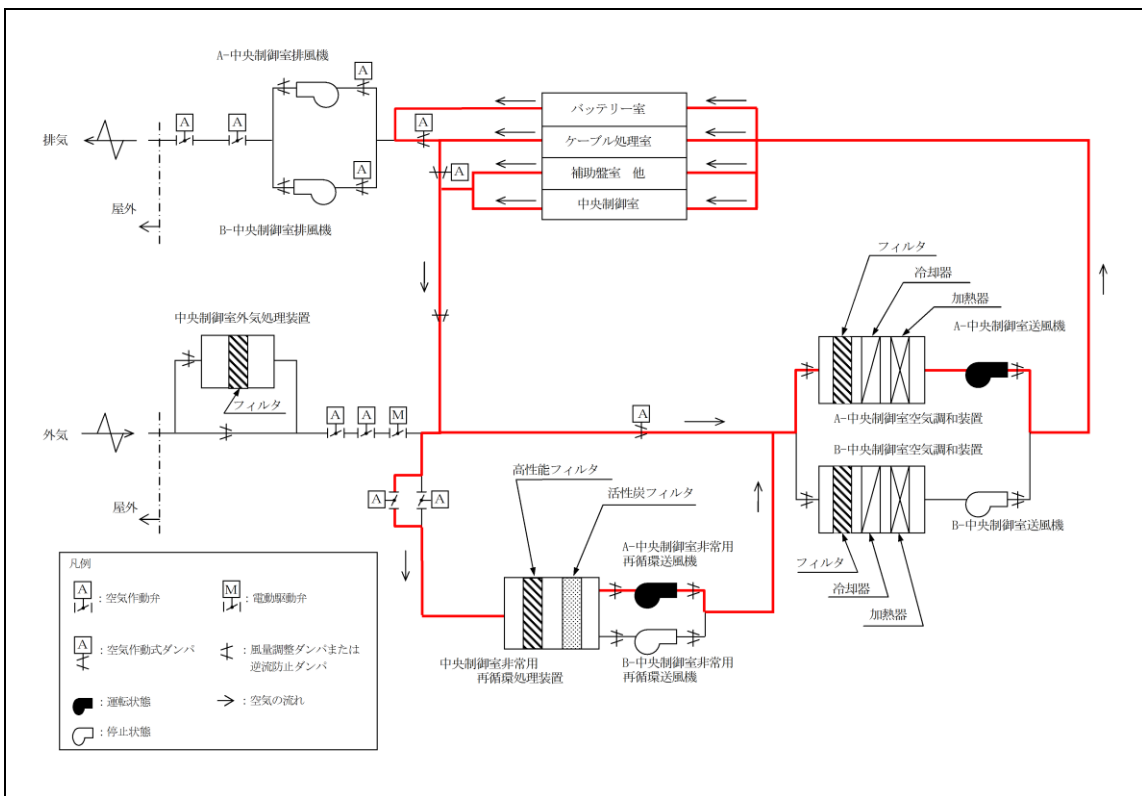
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



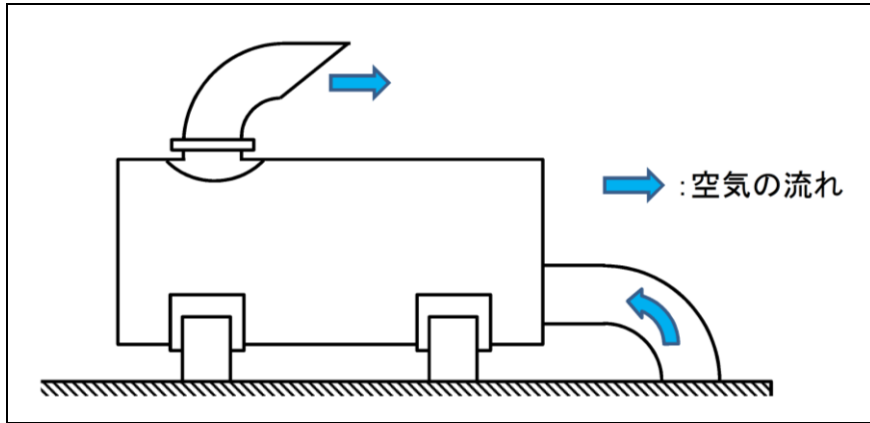
第 3.2-4 図 中央制御室外火災発生に伴う中央制御室隔離手順概要フロー



第 3.2-5(a) 図 通常モードの状態（中央制御室）



第 3.2-5(b) 図 システム隔離運転モード（中央制御室）



第 3.2-6 図 非常用ディーゼル発電機排気口外形図

3.3 居住性への影響

中央制御室換気系は、外気を遮断し、再循環させる系統隔離運転モードに切り替えることができる。外気との遮断が長期にわたり室内の空気が悪くなった場合は、外気取入モードに切り替え、外気を取り入れることができる。また、外気からの空気取り込みを一時的に停止した場合に、活動に支障のない酸素濃度の範囲にあることを正確に把握するため、酸素濃度計を配備する。

外気取入遮断時の中央制御室に滞在する運転員の操作環境の悪化防止のため、酸素濃度及び炭酸ガス濃度について評価を行い、中央制御室の居住性に影響がないことを確認する。

また、発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備（主変圧器）からの火災、及び航空機墜落による火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガス（CO、CO₂、SO₂、NO₂）の最大濃度を判断基準（IDLH[※]）と比較することで、有毒ガスに対する評価を実施し、中央制御室の居住性に影響が無いことを確認する。

※：30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

3.3.1 中央制御室内の二酸化炭素、酸素濃度の評価

外部火災時の島根2号炉中央制御室の居住性の評価として、外気取入遮断時の中央制御室内に滞在する運転員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行う。なお、中央制御室内には、燃焼による二酸化炭素の排出や酸素を消費する機器はなく、非常用ディーゼル発電機の火災時に消火設備よりハロン1301が放出されることから、中央制御室内に二酸化炭素が取り込まれることはないため、在室人員の呼吸のみを想定し評価を行う。

(1) 二酸化炭素濃度評価

以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・在室人員 10人^{※1}
- ・中央制御室バウンダリ内体積 17,000[m³]
- ・外気流入はないものとして評価する。
- ・初期炭酸ガス濃度 0.03[%]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・許容炭酸ガス濃度 1.0[%]
(鉱山保安法施行規則)
- ・呼吸により排出する二酸化炭素濃度 0.030[m³/h/人]
(空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量)

- ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し18時間^{*2}とする。
 - ※1：当直長（1人）、当直副長（1人）、2号炉の運転員（5人）、1号炉の運転員（2人）の計9人に余裕を持って10人とする。
 - ※2：外部火災影響評価にて中央制御室近傍で長時間の影響をもたらす、変圧器火災を考慮し、火災の継続時間を18時間として評価を実施する。

b. 評価結果

- ・外気遮断期間 t [hour]での二酸化炭素濃度 C [%]

$$C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$$

M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030 [m³/h/人]

N：在室人数 10 [人]

V：中央制御室バウンダリ体積 17,000 [m³]

C₀：初期炭酸ガス濃度 0.03 [%]

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、18時間外気取入れを遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。

第3.3.1-1表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	5時間	10時間	18時間
二酸化炭素濃度 [%]	0.04	0.05	0.07

(2) 酸素濃度評価

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・在室人員 10人
- ・中央制御室バウンダリ内体積 17,000 [m³]
- ・外気流入はないものとして評価する。
- ・初期酸素濃度 20.95 [%]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・酸素消費量 1.092 [L/min]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・許容酸素濃度 19 [%]
(鉱山保安法施行規則)
- ・評価期間は、各火災の燃焼継続時間を考慮し18時間とする。

b. 評価結果

- ・中央制御室の初期酸素量 $3562.5[m^3]=17000[m^3] \times 20.95[\%]$
- ・18時間後の酸素濃度 $20.89[\%]$

$$=(3562.5[m^3]-1.092[L/min/人] \times 10^{-3}[m^3/L] \times 10[人] \times 60[min/h] \times 18[h])/17000[m^3] \times 100$$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、18時間外気取入を遮断したままでも、運転員の作業環境に影響を与えない。

第 3.3.1-2 表 酸素濃度の時間変化

時間	5 時間	10 時間	18 時間
酸素濃度[%]	20.94	20.92	20.89

3.3.2 中央制御室に対する有毒ガス影響評価

(1) 評価の概要

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い施設からの火災を想定し、中央制御室内に侵入する有毒ガスの最大濃度を判断基準と比較することで、有毒ガスに対する中央制御室居住性の影響評価を実施する。

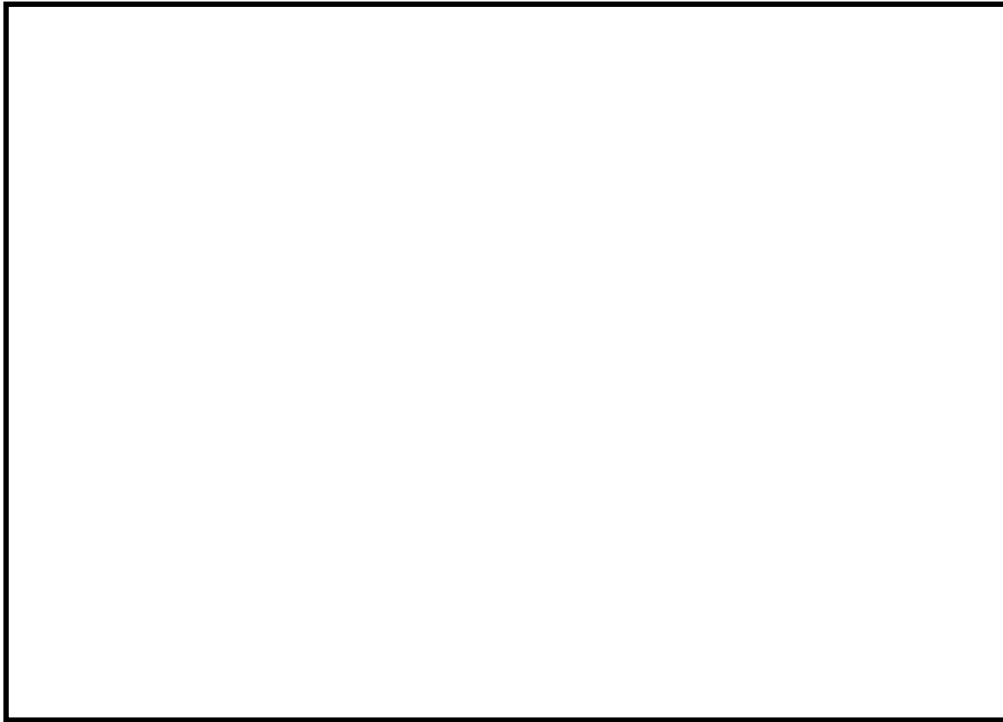
本評価では、石油コンビナートの防災アセスメント指針での判断基準と同様に、米国国立労働安全衛生研究所が定める IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) を採用する。この IDLH は、30 分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

(2) 評価対象物質及び固定設備

発電所敷地内で多量の油を内蔵する施設及び中央制御室外気取入口までの距離が近い設備として、航空機及び変圧器を評価対象とし、第 3.3.2-1 表に評価対象施設、評価対象設備から外気取入口までの距離及び火災燃焼面積を示す。また、火災によって発生する物質のうち、IDLH 対象物質である一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO₂)、二硫化硫黄(SO₂)及び二酸化窒素(NO₂)を評価対象物質とする。変圧器、航空機落下位置及び外気取入口の位置関係を第 3.3.2-1 図に示す。

第 3.3.2-1 表 評価対象設備と外気取入口までの距離及び火災面積

火災発生場所	離隔距離 x [m]	排煙上昇高度 ∠h [m]	火災面積 A [m ²]
主変圧器	81	20.4	35.7
民間航空機	144	14.7	700
軍用機	68	14.7	44.6

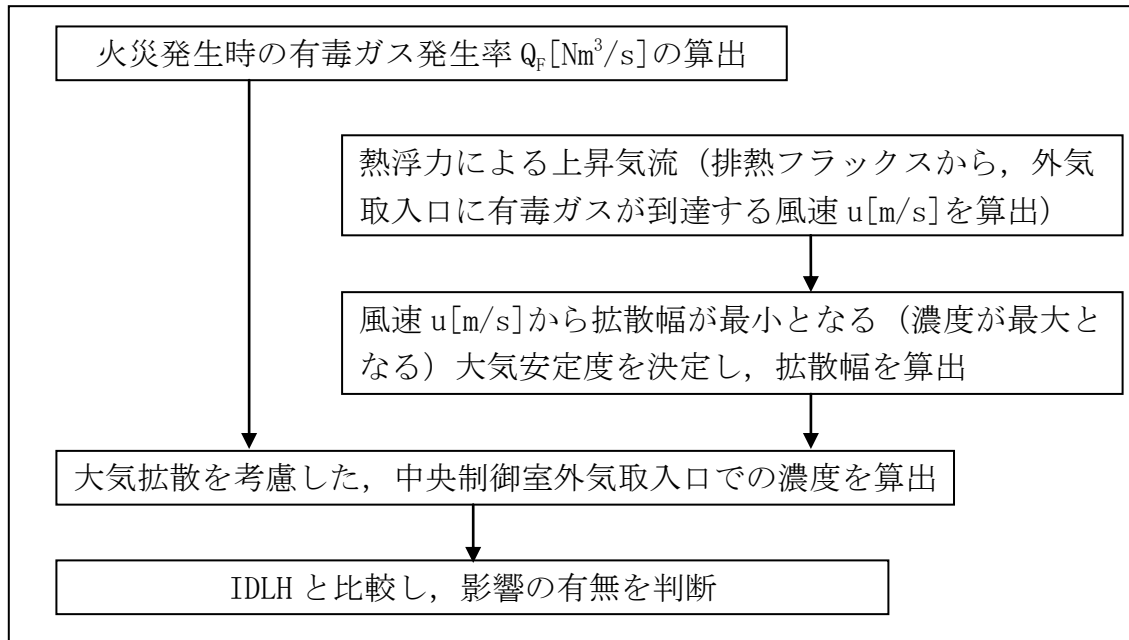


第 3.3.2-1 図 航空機落下位置，変圧器及び外気取入口の位置関係

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(3) 評価方法

火災時の有毒ガスの発生率、外気取入口に有毒ガスが到達する風速及び大気拡散を考慮し、中央制御室外気取入口における有毒ガスの最大濃度を評価し、判断基準である IDLH と比較する。第 3.3.2-2 図に有毒ガス影響評価フローを示す。



第 3.3.2-2 図 有毒ガス影響評価フロー

a. 火災時の有毒ガスの発生率

火災時に発生する有毒ガス発生率は、燃料の元素組成に基づき、燃料 1 kg あたりの各有毒ガスの発生率に燃料消費速度を乗じて算出する。評価対象ガスの発生率 Q_F [Nm³/s] は、次式を用いて計算する。計算結果を第 3.3.2-4 表にまとめる。

$$Q_F = Q_F' \times M$$

ここで、

Q_F' : 燃料 1 kg 当たりのガス発生率 [Nm³/kg]

M : 燃料消費速度 [kg/s]

ただし、 $M = \rho \times A \times V$

V : 液面降下速度 [m/s]

A : 火災面積 [m²]

ρ : 燃料密度 [kg/m³]

第 3.3.2-2 表 有毒ガス発生率

火災発生場所	Q_F'			
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂
主変圧器	$2.4 \times 10^{-2} \text{ ※}^2$	$1.5 \times 10^0 \text{ ※}^2$	$1.1 \times 10^{-3} \text{ ※}^2$	$4.9 \times 10^{-4} \text{ ※}^1$
航空機	$2.4 \times 10^{-2} \text{ ※}^2$	$1.7 \times 10^0 \text{ ※}^3$	$2.1 \times 10^{-3} \text{ ※}^4$	$1.3 \times 10^{-3} \text{ ※}^4$

※ 1 : Smoke Plume Trajectory from In Situ Burning of Crude Oil in Alaska より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算

※ 2 : John L. Ross, Ronald J. Ferek, and Peter V. Hobbs, 「Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean」 J. Air & Waste Manage. Assoc. 46:251-259 より, 燃料 1kg 当たりのガス発生率を標準体積に換算

※ 3 : 環境省, 「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」に基づき算出

※ 4 : 公害研究対策センター, 「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」に基づき算出

第 3.3.2-3 表 燃料消費速度算出時の入力値

火災発生場所	液面降下速度[m/s]	燃料密度[kg/m ³]
主変圧器	3.5×10^{-5}	1000 ※ ¹
民間航空機	4.64×10^{-5}	840 ※ ²
軍用機	6.71×10^{-5}	760 ※ ¹

※ 1 : NUREG-1805 より

※ 2 : JIS - K - 2209 - 1991 より

燃料 1 kg 当たりのガスの発生率は, 各文献に掲載されている単位重量当たりのガス発生率を単位換算することにより求めている。ただし, 単位重量当たりのガス発生率は幅をもった値ではないため, 保守性の観点からガス発生率が最大となるよう選定している。

第 3.3.2-4 表 評価対象ガスの発生率の計算結果

火災発生場所	評価対象ガスの発生率 Q_F [Nm ³ /s]			
	CO	CO ₂	SO ₂	NO ₂
主変圧器	3.0×10^{-2}	1.8×10^0	1.4×10^{-3}	6.2×10^{-4}
民間航空機	6.6×10^{-1}	4.6×10^1	5.8×10^{-2}	3.4×10^{-2}
軍用機	5.5×10^{-2}	3.8×10^0	4.8×10^{-3}	2.8×10^{-3}

b. 外気取入口に有毒ガスが到達する風速

火災によって発生する有毒ガスは燃焼によって高温となり熱浮力によって上昇する。したがって、以下の Briggs 式（排煙上昇過程式）を用いて、有毒ガス発生源と外気取入口との距離と高度差から、外気取入口に有毒ガスが到達する風速 u [m/s] を求める。風速と熱浮力の関係を第 3.3.2-3 図に示し、風速の計算結果を第 3.3.2-6 表にまとめる。

(Briggs の排煙上昇過程式)

$$\Delta h = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot u^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$$

$$u = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta h^{-1} \cdot x^{\frac{2}{3}}$$

- Δh : 排煙上昇高度 (m) = 火災発生源と外気取入口の高度差
- F : 排熱フラックス (m⁴/s³) = 0.037 · Q_H
- Q_H : 排出熱量 (kcal/s)
- u : 風速 (m/s)
- x : 風下距離 (m)

ただし、 $Q_H = q / (\rho / 1000) \times M$

q : 発熱量 [kcal/L]*

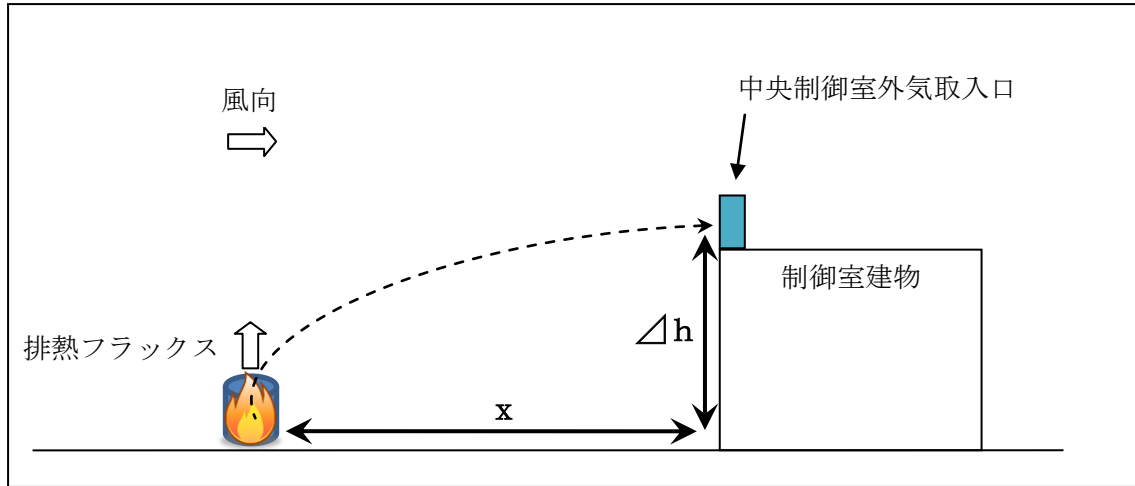
M : 燃料消費速度 [kg/s]

ρ : 燃料密度 [kg/m³]

※ : 2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について
(経済産業省資源エネルギー庁 平成 19 年 5 月)

第 3.3.2-5 表 燃料の発熱量

火災発生場所	q 発熱量[kcal/L]
主変圧器	9338kcal/L (39.1MJ/L)
航空機	8765kcal/L (36.7MJ/L)



第 3.3.2-3 図 風速と熱浮力の関係 (イメージ)

なお, Briggs の排煙上昇過程式の適用条件^{*}は以下のとおり。

$$x \leq x^*$$

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

x : 風下距離[m]

x^* : 浮力の効果が薄れて大気乱流による拡散効果が支配的になり始める距離[m]

F : 排熱フラックス[m⁴/s³]

Δh : 排煙上昇高度[m] ($\Delta h < 305\text{m}$)

火災源ごとに x^* を求め, 上記条件を満たしていることを確認しており, Briggs の排煙上昇過程式を用いて排煙高さが外気取入口高さと同じになる風速を求めることは妥当である。

^{*} : G. A. Briggs, “Plume Rise”, U. S. Atomic Energy Commission, 1969

第 3.3.2-6 表 風速の計算結果

火災発生場所	風速 u[m/s]
主変圧器	11.1
民間航空機	65.6
軍用機	18

c. 火災によって発生する有毒ガスの大気拡散

外気取入口に到達する有毒ガスの濃度は、大気拡散を考慮しガウスプルームモデルの拡散式を用いて評価する。

火災地点から放出された有毒ガスは、中央制御室の外気取入口の方向に向かう風によって、風下直線方向に拡散していくものとし、先に求めた評価対象ガスの発生率及び外気取入口に有毒ガスが到達する風速と、以下に示すガウスプルームモデルの拡散式を用いて、外気取入口の空気中に含まれる有毒ガスの濃度を計算する。なお、外気取入口での空気中の濃度は、下記数式の放出点の高さ H と評価点の高さ Z において H=Z=0, Y=0 として中心軸上最大濃度を計算する。計算結果を第 3.3.2-9 表にまとめる。

(有風時プルーム式)

$$\chi(X, Y, Z) = \frac{Q_F}{2\pi u \sigma_Y \sigma_Z} \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_Y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H)^2}{2\sigma_Z^2}\right] \right\}$$

$\chi(X, Y, Z)$: 有毒物質の濃度

u : 外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速 (m/s)

σ_Y : 建物及び地形の起伏のない平地での

y 方向 (水平方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

σ_Z : 建物及び地形の起伏のない平地での

z 方向 (鉛直方向) の濃度の拡がりのパラメータ (m)

Q_F : 火災によって発生する有毒ガスの発生率 (Nm³/s)

H : 放出源の有効高さ (m) (=△h)

$$\sigma_Y = 0.6775 \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x, \quad \sigma_Z = \sigma_1 \cdot x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2}$$

ただし、x の単位は km とし、

x が 0.2km 以遠の場合、 $\theta_{0.1}$, σ_1 , a_1 , a_2 , a_3 は以下のとおり。

第 3.3.2-7 表 大気安定度と入力値（離隔距離が 0.2km 以遠）

大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1	a_2	a_3
A	50	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	40	122.0	1.4132	0.49523	0.12772
C	30	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	20	31.7	0.7626	-0.095108	0.0
E	15	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	10	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

x が 0.2km 未満の場合、 $\theta_{0.1}$ 、 σ_1 、 a_1 は以下のとおり。ただし、 a_2 、 a_3 は 0 とする。

第 3.3.2-8 表 大気安定度と入力値（離隔距離が 0.2km 未満）

大気安定度	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1
A	50	165	1.07
B	40	83.7	0.894
C	30	58	0.891
D	20	33	0.854
E	15	24.4	0.854
F	10	15.5	0.822

大気安定度は、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針に記載のとおり、風速の範囲と日射や夜間の放熱の大小によって A-F に区分されるものであり、大気安定度 A が最も拡散しやすく F が最も拡散しにくい。本評価では、外気取入口に有毒ガスが到達するとした場合の風速 u [m/s] の中で、拡散幅が最小となる（濃度が最大となる）より拡散しにくい大気安定度を選択する。風速と大気安定度の関係は以下のとおりであり、本評価では第 3.3.2-10 表に示すとおり風速は 6 [m/s] 以上であることから大気安定度は C 又は D となり、より拡散しにくい大気安定度 D で評価を行う。

第 3.3.2-9 表 拡散幅の計算結果

火災発生場所	大気安定度	水平方向の拡散幅 σ_y [m]	鉛直方向の拡散幅 σ_z [m]
主変圧器	D	6.7	3.9
民間航空機	D	11.4	6.3
軍用機	D	5.7	3.4

第 3.3.2-10 表 風速, 日射量及び放射収支量による大気安定度

風速 u (m/s)	日射量 T (kW/m ²)				放射収支量 Q (kW/m ²)		
	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	—	—
2 \leq u < 3	A-B	B	C	D	D	E	F
3 \leq u < 4	B	B-C	C	D	D	D	E
4 \leq u < 6	C	C-D	D	D	D	D	D
6 \leq u	C	D	D	D	D	D	D

d. 評価結果

中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度を第 3.3.2-11 表にまとめる。第 3.3.2-11 表より, 中央制御室外気取入口における有毒ガスの濃度は, IDLH 以下であることを確認した。

また, 火災 (有毒ガス) の発生は, 火災感知器 (主変圧器), 振動や衝撃音 (航空機落下), 敷地境界監視用カメラ (森林火災) 等により覚知できることに加え, 中央制御室外の火災発生に伴い, 煙や異臭を確認した場合の当直長判断による中央制御室隔離手順を運転手順書に定めている。火災の覚知・当直長判断・運転操作に時間を要するものはなく, 15 分程度[※]で中央制御室換気系を系統隔離運転モードに切り替えることが可能である。

以上より, 外部火災により有毒ガスが発生した場合において, 中央制御室の居住性が損なわれることはないと評価する。

※: 切り替えに要する一連の時間を実測したところ 15 分程度であった。

火災感知器発報→現場確認→火災発生 (ばい煙等の流入) を確認→系統隔離運転モードへの切り替え操作

第 3.3.2-11 表 中央制御室外気取入口における有毒ガス濃度

火災発生場所	CO 濃度 [ppm] (IDLH:1,200)	CO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:40,000)	SO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:100)	NO ₂ 濃度 [ppm] (IDLH:20)
主変圧器	34	2,002	1.6	0.7
民間航空機	45	3,106	4.0	2.3
軍用機	52	3,559	4.5	2.7

3.3.3 緊急時対策所に対する有毒ガス影響評価

森林火災及び近隣の産業施設の火災に伴い発生する有毒ガスに対しては、緊急時対策所に対して、ばい煙等や異臭によって侵入を確認した場合、一時的に外気からの空気の取り入れを停止し外気からの隔離ができる設計とし、有毒ガスの影響を受けないようにするとともに、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計により隔離中の居住性が維持されていることを確認できるようにする。

また、外気遮断後のインリークを最小限にするため、不必要な空調設備の停止を行うこととする。それでもなお、インリークにより有毒ガスが流入した場合は、必要に応じて一時的に外気を取り入れて換気することとする。

3.3.4 緊急時対策所内の二酸化炭素，酸素濃度の評価

外部火災時の緊急時対策所の居住性の評価として、外気取入遮断時の緊急時対策所内に滞在する緊急時対策要員の作業環境の劣化防止のため、二酸化炭素濃度及び酸素濃度について評価を行った。

(1) 二酸化炭素濃度評価

以下のとおり二酸化炭素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・ 在室人員 40 人^{※1}
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 2,150[m³]
- ・ 外気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期炭酸ガス濃度 0.03[%]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 許容炭酸ガス濃度 1.0[%]
(鉱山保安法施行規則)
- ・ 呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030[m³/h/人]
(空気調和・衛生工学便覧の軽作業の作業程度の吐出し量)
- ・ 評価期間は、火災の燃料継続時間を考慮し2時間^{※2}とする
 - ※1：初動体制時に緊急時対策所にて活動する要員38人に余裕を持って40人とする。
 - ※2：外部火災影響評価にて緊急時対策所近傍で長時間の影響をもたらす、航空機火災を考慮し、火災の継続時間を2時間として評価を実施する。

b. 評価結果

- ・ 外気遮断期間 t[hour]での二酸化炭素濃度 C[%]
$$C = (M \times N \times t) / V \times 100 + C_0$$

M：呼吸による排出する二酸化炭素濃度 0.030[m³/h/人]
N：在室人数 40[人]
V：緊急時対策所バウンダリ体積 2,150[m³]
C₀：初期炭酸ガス濃度 0.03[%]

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、2時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。

第3.3.4-1表 二酸化炭素濃度の時間変化

時間	1時間	2時間	4時間
二酸化炭素濃度[%]	0.09	0.15	0.26

(2) 酸素濃度評価

以下のとおり酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・ 在室人員 40 人
- ・ 緊急時対策所バウンダリ内体積 2,150[m³]
- ・ 外気流入はないものとして評価する。
- ・ 初期酸素濃度 20.95[%]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 酸素消費量 1.092[L/min]
(空気調和・衛生工学便覧)
- ・ 許容酸素濃度 19[%]
(鉱山保安法施行規則)
- ・ 評価期間は、火災の燃焼継続時間を考慮し 2 時間とする。

b. 評価結果

- ・ 緊急時対策所の初期酸素量 450.4[m³]=2150[m³]×20.95[%]
- ・ 2 時間後の酸素濃度 20.72[%]
$$=(450.4[\text{m}^3]-1.092[\text{L}/\text{min}/\text{人}] \times 10^{-3}[\text{m}^3/\text{L}] \times 40[\text{人}] \times 60[\text{min}/\text{h}] \times 2[\text{h}])/2150[\text{m}^3] \times 100$$

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、2 時間外気取入を遮断したままでも、対策要員の作業環境に影響を与えない。

第 3.3.4-2 表 酸素濃度の時間変化

時間	1 時間	2 時間	4 時間
酸素濃度 [%]	20.82	20.70	20.46

熱気流による影響評価について

危険物タンク火災や航空機墜落による火災が発生した場合、熱気流による発電用原子炉施設への影響が懸念されるため、その影響について評価するものである。

1. 熱気流の発生源

発電用原子炉施設から離れた位置における火災では、熱気流は上昇・拡散することから発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはない。このため、発電用原子炉施設近傍で発生する航空機墜落による火災を熱気流の発生源として想定する。

2. 評価対象

非常用ディーゼル発電機は、外部電源喪失が発生した場合において安全機能を有する設備に電源を供給する設備であり、外気を内部に取り込む設備でもあることから評価対象とする。なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は原子炉建物の屋上（非常用ディーゼル発電機給気口）と2階（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口）に設置されている。

3. 評価結果

発電用原子炉施設近傍での火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機の給気口から熱気流が直接取り込まれる可能性は否定できないが、熱気流の影響範囲は気象条件（風向、風速等）に大きく依存する。

このため、これらの不確かさはあるものの、火災発生時は非常用ディーゼル発電機の給気温度を監視しつつ、熱気流の取り込みが懸念される場合は、当該設備を起動しない（起動している場合は停止する）ことにより熱気流の影響を回避する。

なお、非常用ディーゼル発電機の給気口は、原子炉建物の屋上（非常用ディーゼル発電機給気口）と2階（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機給気口）に設置されていること、及び位置的分散が図られていることから、同時にすべての設備が直接熱気流の影響を受けることは想定しづらく、影響を受けない方角に位置する非常用ディーゼル発電機は運転が可能である。また、消火が確認された時点で、停止していた非常用ディーゼル発電機の運転再開も可能となる。

以上より、熱気流の影響は限定的であり、発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはないと評価する。

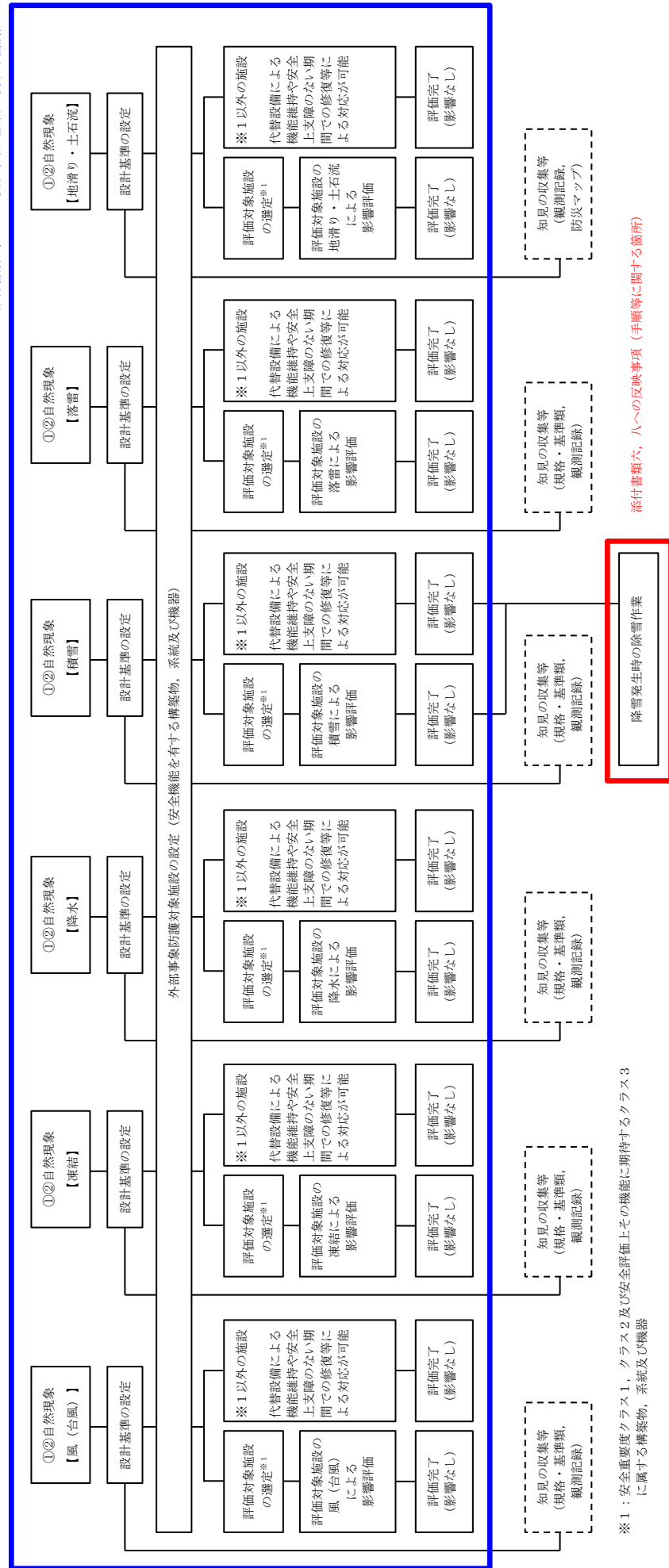
島根原子力発電所 2 号炉

運用，手順能力説明資料
外部からの衝撃による損傷の防止
(その他自然現象)

(第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (その他自然現象))

- 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れ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じ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れないものでなければならない。

添付書類六、八への反映事項 (設計に関する箇所)



添付書類六、八への反映事項 (手順等に関する箇所)

※1: 安全重要度クラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器

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 (その他自然現象)	知見の収集等 (規格・基準類, 観測記録) 降雪発生時の除雪 作業	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準の設定, 自然現象影響評価を行う。
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署による設計基準の設定, 自然現象影響評価。
		保守・点検	-
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準設定, 影響評価に関する教育
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降雪が確認された場合には, 降雪量の監視をするとともに, 必要に応じ, 除雪要員の招集, 要員への指示を行う。建物や屋外設備等に長時間積雪の荷重をかけ続けられないため, 除雪を実施する。
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署は, 気象予測で豪雪が予想され, 発電所全体での支援の必要がある等の場合, 関係個所と協議のうえ対策本部を発足し, 対応箇所が, 降雪量の監視, 要員の招集・指示, 除雪作業等を実施する。
		保守・点検	-
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用及び手順に関する教育

島根原子力発電所 2 号炉

運用，手順能力説明資料

外部からの衝撃による損傷の防止

(竜巻)

(第6条 竜巻)

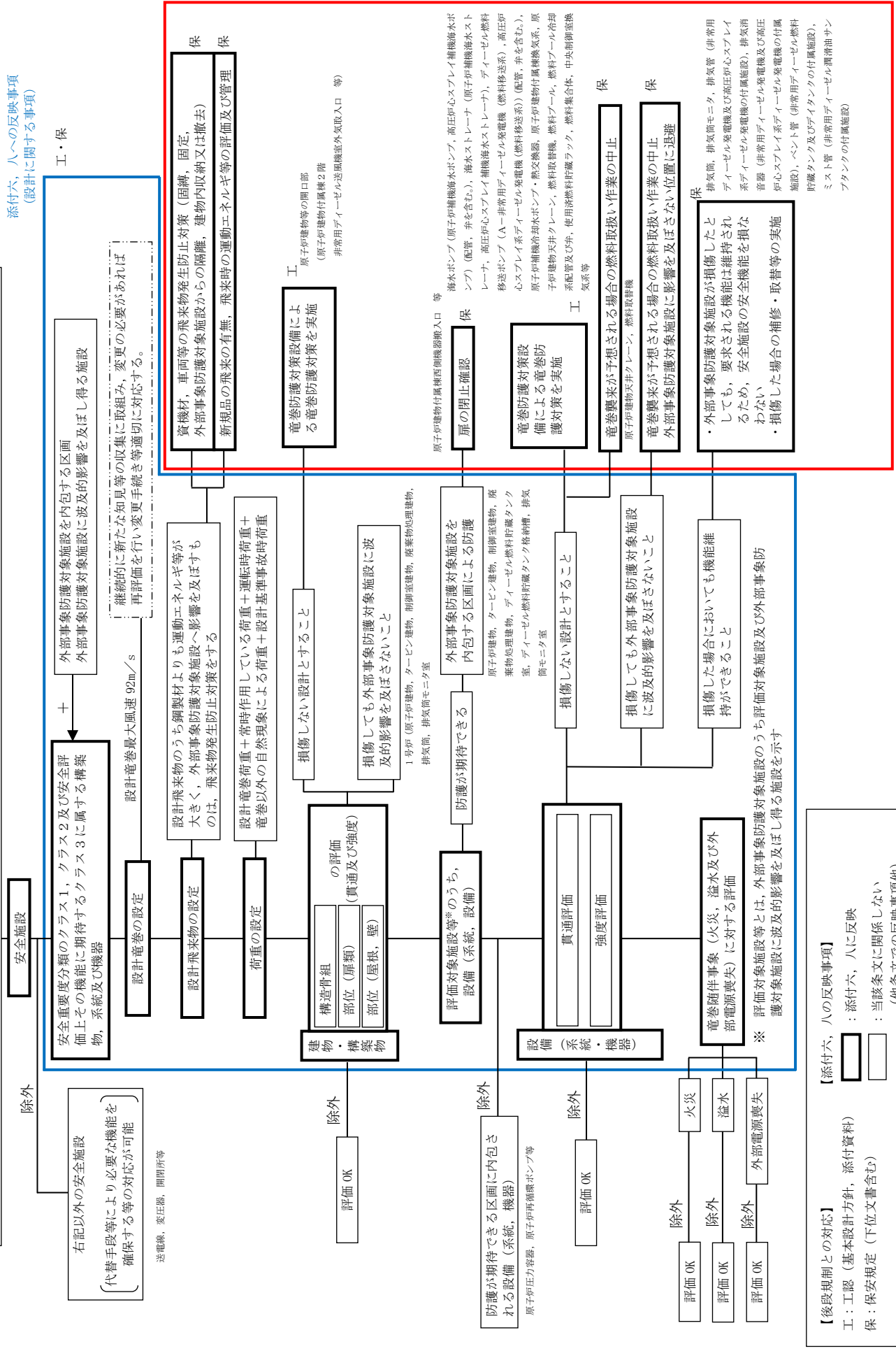
安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項について同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

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。

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。

重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

・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ければならない。



添付六、八への反映事項
(設計に関する事項)

工・保

外部事象防護対象施設を内包する区画
外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設
継続的に新たな知見等の収集に取組み、変更の必要があれば再評価を行い変更手続き等適切に対応する。

資機材、車両等の飛来物発生防止対策（固縛、固定、外部事象防護対象施設からの隔離、建物内収納又は撤去）
新規品の飛来の有無、飛来時の運動エネルギー等の評価及び管理

竜巻防護対策設備による竜巻防護対策を実施

扉の閉止確認

竜巻防護対策設備による竜巻防護対策を実施

燃料供給が予想される場合の燃料取扱い作業の中止

燃料供給が予想される場合の燃料取扱い作業の中止
外部事象防護対象施設に影響を及ぼさない位置に退避

外部事象防護対象施設が損傷したとしても、要求される機能は維持されるため、安全施設の安全機能を損なわない
損傷した場合の補修・取替等の実施

【後段規制との対応】
工：工認（基本設計方針，添付資料）
保：保安規定（下位文書含む）

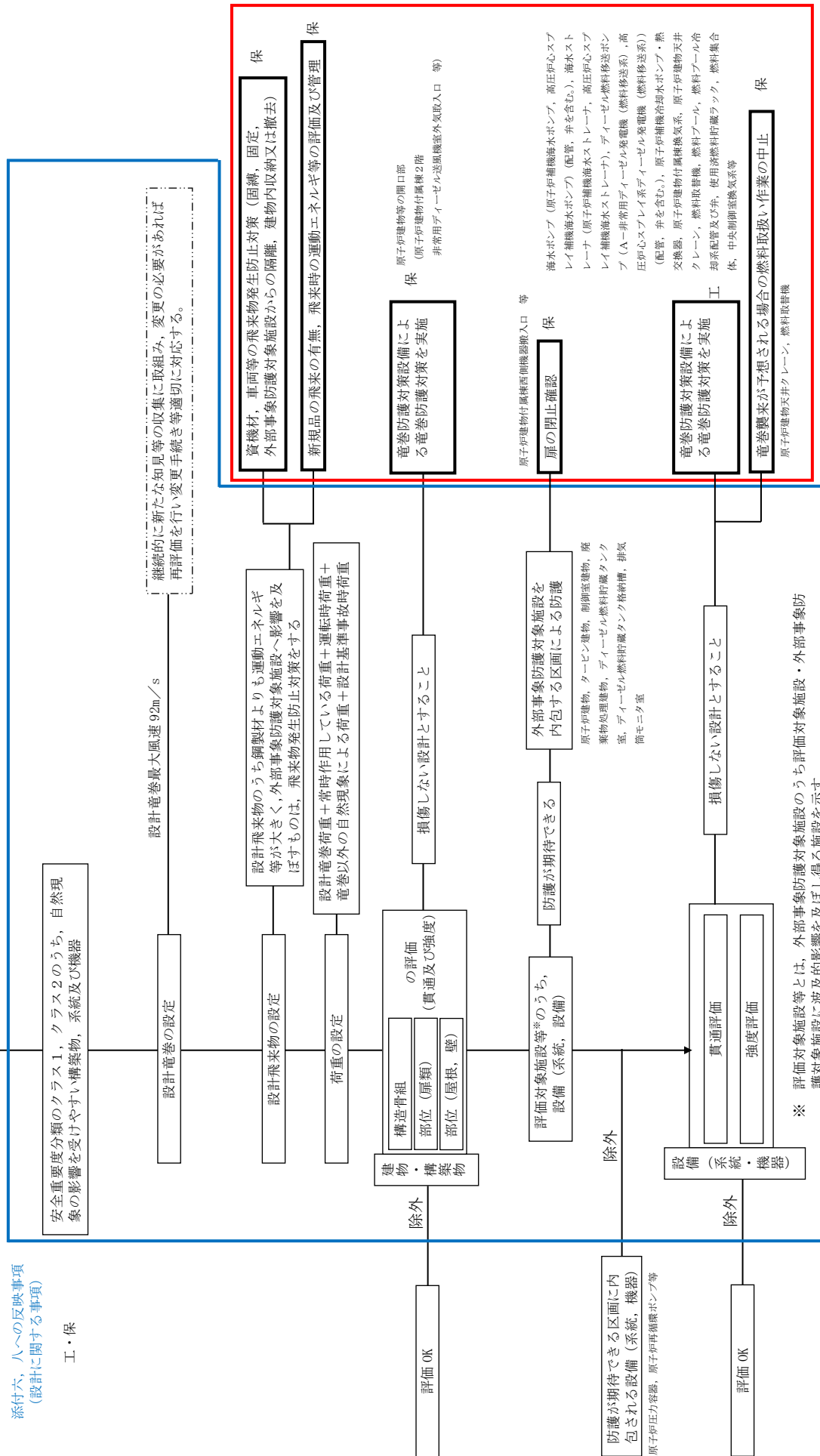
【添付六，八の反映事項】
：添付六，八に反映
：当該条文に関係しない
(他条文での反映事項他)

添付六、八への反映事項（手順に関する事項）

重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ

添付六、八への反映事項
(設計に関する事項)

工・保



添付六、八への反映事項
(手順に関する事項)

【後段規制との対応】
工：工認（基本設計方針，添付資料）
保：保安規定（下位文書含む）

【添付六、八の反映事項】
□：添付六、八に反映
□：当該条文に関係しない
(他条文での反映事項他)

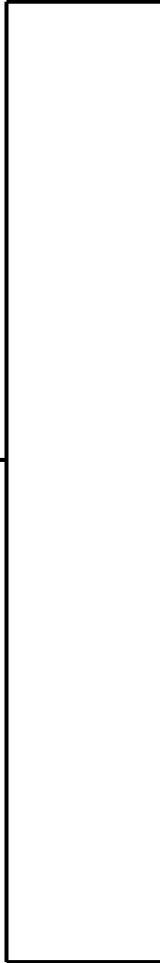
設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	評価対象施設等を防護するための操作・確認事項	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・ 竜巻の襲来が予想される場合及び竜巻襲来後において、評価対象施設等を防護するための操作・確認、補修等が必要となる事項について手順等を定める。 <ul style="list-style-type: none"> [操作・確認事項] ・ 竜巻に関する情報入手及び情報入手後の対応（情報の入手，周知，体制判断，実施方法と手順） ・ 竜巻襲来が予想される場合の対応に関する運用・手順（竜巻襲来が予想される場合の使用中の資機材の固縛等） ・ 竜巻襲来が予想される場合の燃料取扱作業の運用，手順 ・ 原子炉建物付属棟西側機器搬入口等の閉止確認手順 [補修] ・ 設備が損傷した場合の代替設備の確保及び補修，取替等の運用，手順
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 担当箇所による作業中止等の実施体制 ・ 担当箇所による扉閉止確認体制 ・ 竜巻襲来に備えた体制の構築，実施及び解除の判断基準，実施手順，連絡方法等 ・ 担当箇所による保守・点検の体制 ・ 担当箇所による損傷箇所の補修体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常点検 ・ 定期点検 ・ 損傷時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用・手順，体制，保守・点検に関する教育

島根原子力発電所 2 号炉

運用，手順能力説明資料
外部からの衝撃による損傷の防止
(火山)

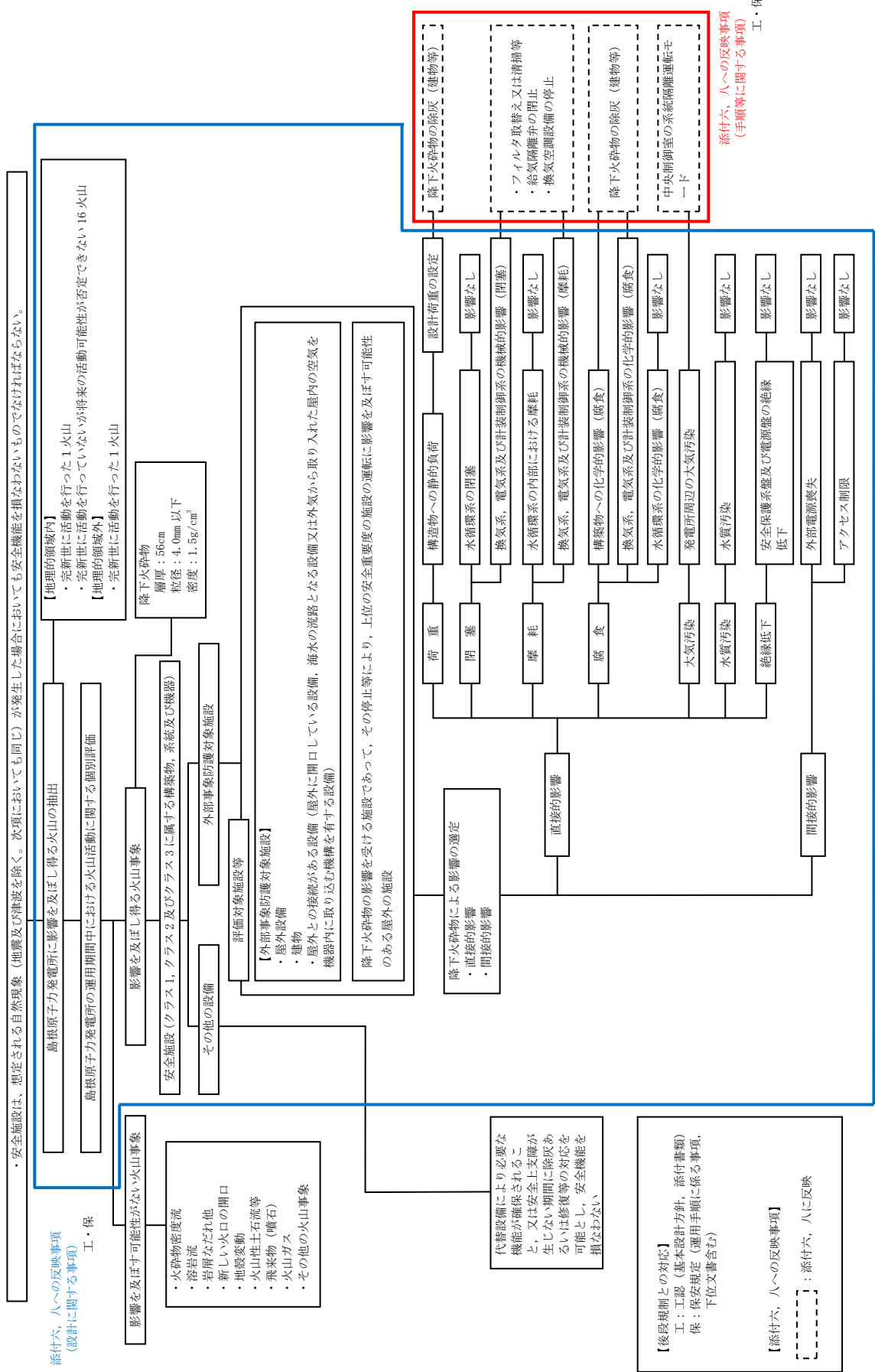
(第6条 火山)

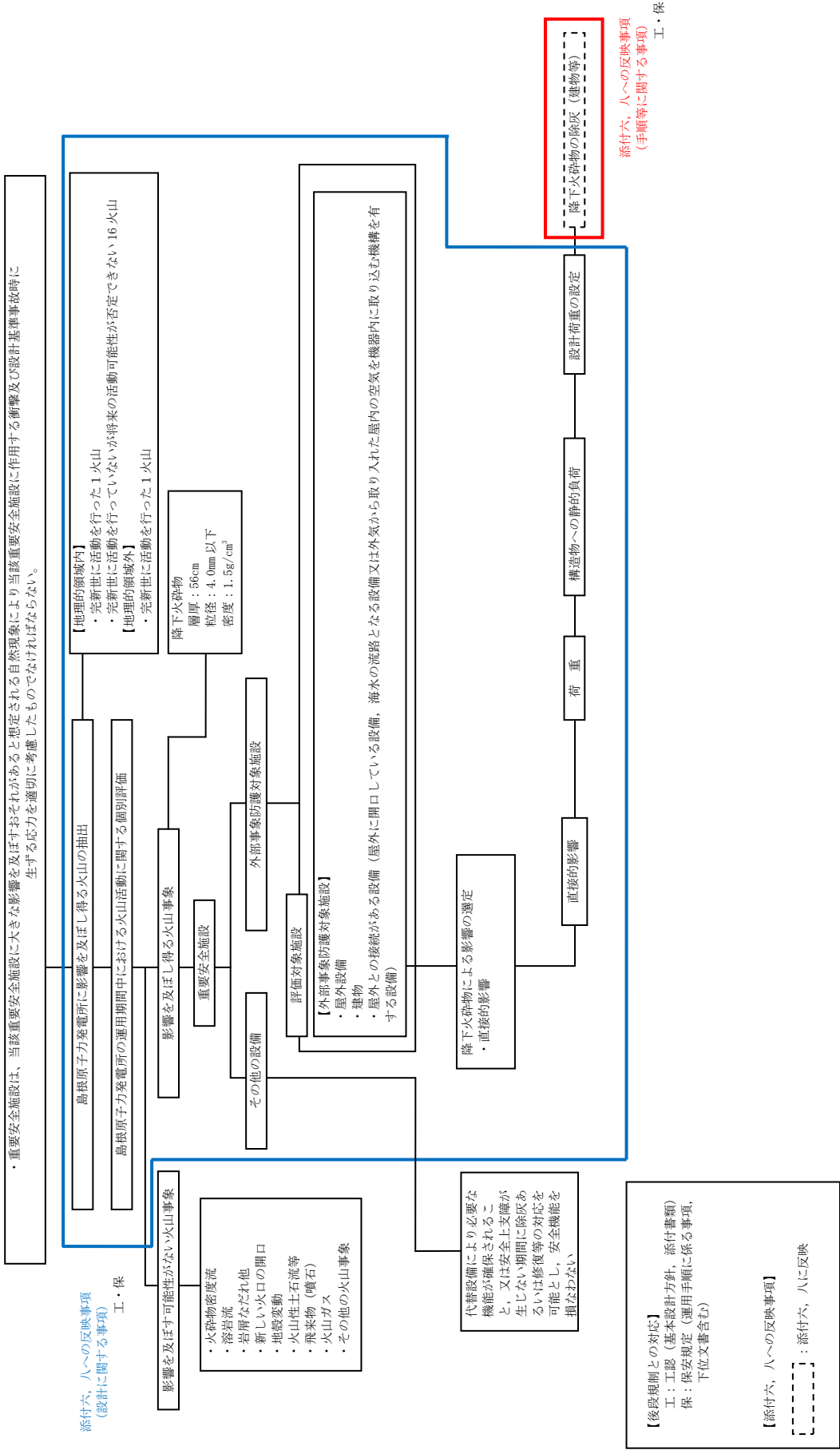
①安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。
②重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。



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ぬ。

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ぬ。





技術的能力に係る運用対策（設計基準）

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	降下火砕物の除去作業及び降灰後における降下火砕物による静的荷重や腐食等の影響に対する保守管理	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・降灰が確認された場合には、建物や屋外の設備等に長期間降下火砕物の荷重をかけ続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために堆積した降下火砕物の除灰を実施する。 ・降下火砕物による影響が見られた場合、必要に応じ補修を行う。 (担当箇所による保守・点検の体制) (降灰時の体制) <ul style="list-style-type: none"> ・日常点検 ・定期点検 ・降灰時及び降灰後の巡視点検 運用・手順、保守・点検に関する教育
	給気隔離弁の閉止、換気空調設備の停止、系統隔離運転モード	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・降灰が確認された場合には、外気取入口に設置しているフィルタ、状況に応じて給気隔離弁の閉止、換気空調設備の停止又は中央制御室換気系の系統隔離運転モードにより、建物内への降下火砕物の侵入を防止する。 (降灰時の体制) <p style="text-align: center;">—</p> 運用・手順、体制、保守点検に関する教育

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	フィルタ取替又は清掃作業等	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口のフィルタについて、フィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて取替又は清掃を実施する。 非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機運転時は、給気フィルタの巡視点検を行い、必要に応じて取替又は清掃を行う。(降灰時の体制)
		体制	
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時の巡視点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象施設の保守・点検に関する教育

島根原子力発電所 2 号炉

運用，手順能力説明資料

外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順	・防火帯のパトロール, 可燃物の排除
		体制	・担当グループによる防火帯の維持・管理
		保守・点検	・防火帯の維持・管理
	知見の収集 (発電所周辺の植生及び立地条件)	教育・訓練	・火災防護に関する教育 (防火帯の目的, 点検, 維持)
		運用・手順	・外部火災影響評価ガイドに伴い, 外部火災影響評価を行う。
		体制	・担当グループによる外部火災影響評価
	知見の収集 (石油コンビナート等の新設, 離隔距離, 貯蔵容量)	保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
		運用・手順	・外部火災影響評価ガイドに伴い, 外部火災影響評価を行う。
	知見の収集 (航空路等の変更)	体制	・担当グループによる外部火災影響評価
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育

設計基準に係る運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	自衛消防隊による 予防散水	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・警備員等は、火災発生を確認した場合は自衛消防隊長へ連絡する。 ・自衛消防隊長は、風向き等から火災進行方向を評価し、散水場所を自衛消防隊に指示する。 ・自衛消防隊は屋外消火栓等から水源をとり、ホースを展開し、消防車により予防散水を行う。
	給気隔離弁及び排気 隔離弁閉，系統隔離 運転	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・給気隔離弁及び排気隔離弁閉，系統隔離運転モードへの切替え手順
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・運転員による運転操作
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・換気空調設備の点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・操作手順の教育（運転員による外部火災発生時の給気隔離弁及び排気隔離弁閉，系統隔離運転） ・補修に関する教育・訓練（換気空調設備）

※：自衛消防隊の編成については、添付資料—2「第2.3.1.2-1表」に記載

島根原子力発電所 2 号炉

森林火災評価に係る 植生確認プロセスについて

1. 基準要求

【第6条】

設置許可基準規則第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて，安全施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないことを要求されている。また，外部火災影響評価について詳細に規定している「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下「評価ガイド」という。）において，発電所敷地外で発生する火災が発電用原子炉施設へ影響を与えないことについて評価することを要求されている。

当該基準要求を満足するに当たっては，評価ガイドの「附属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について」において，FARSITE (Fire Area Simulator) という森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しており，想定火災の火線強度に対する発電用原子炉施設の防火帯幅を評価する。

2. 現場確認項目及び内容

上記基準要求を満足するためには，FARSITE を用いた評価に必要なデータのうち，植生データについて「現地状況をできるだけ模擬するため，樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを現地の地方自治体より入手する。森林簿の情報を用いて，土地利用データにおける森林領域を，樹種・林齢によりさらに細分化する。」と評価ガイドに記載されており，以下のとおり，国土数値情報土地利用細分メッシュ及び森林簿データ，現場調査による確認を実施している。

2. 1 植生データの整備

(1) 植生データの入手及び整備

植生データについては，国土交通省の国土数値情報である島根原子力発電所周辺の土地利用細分メッシュ（H21年度）を用いて土地利用データを作成し，土地利用データの森林領域を細分化するため島根県から入手した森林簿のデータを使用して，森林領域等の植生データを細分化・整備した。

(2) 現場調査

FARSITE の入力にあたり，森林の樹種やその分布状況の詳細な現状把握が必要であるため，発電所構内及び防火帯周辺の植生については，現場調査（写真撮影）を実施した。

現場調査に当たっては，発電所構内の森林管理の単位となっている60エリアに分け，1級造園施工管理士の国家資格を有する者がウォークダウンをすることにより，植生を調査し，樹種，林齢，低木及び下草の有無を確認した。ウォークダウンの際に写真を撮影し，それをもとに植生を確認するとともに，調査位置についても記録した。

(3) 植生データの作成

(1), (2) を踏まえ補正し, FARSITE にて利用できるように地理的な位置情報を扱う地理情報システム (GIS) に植生情報を入力してデータを作成した。

(4) 植生データの妥当性の確認

発電所構内のウォークダウンに当社社員も同行し, 植生の妥当性を確認した。

3. 記録の取扱い

現場調査結果及び FARSITE に入力した植生データを記録として保管する。

4. 今後の対応

発電所周辺の植生の変更がある場合は, その変更が森林火災評価へ与える影響に応じて再評価の必要性を検討する。