

東海第二発電所安全性検討ワーキングチーム 説明資料改訂版

2020年2月7日

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

外部事象対策について(改訂版)

(自然事象(地震・津波を除く)及び人為事象への対応)

2020年2月7日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 外部事象の影響評価及び対策	3
2. 竜巻の影響評価及び対策	22
3. 火山の影響評価及び対策	32
4. 森林火災の影響評価及び対策	40
5. 爆発の影響評価	43
6. 近隣工場等の火災の影響評価	46
7. 航空機落下確率評価	48
8. 航空機墜落による火災の影響評価	49
9. まとめ	50

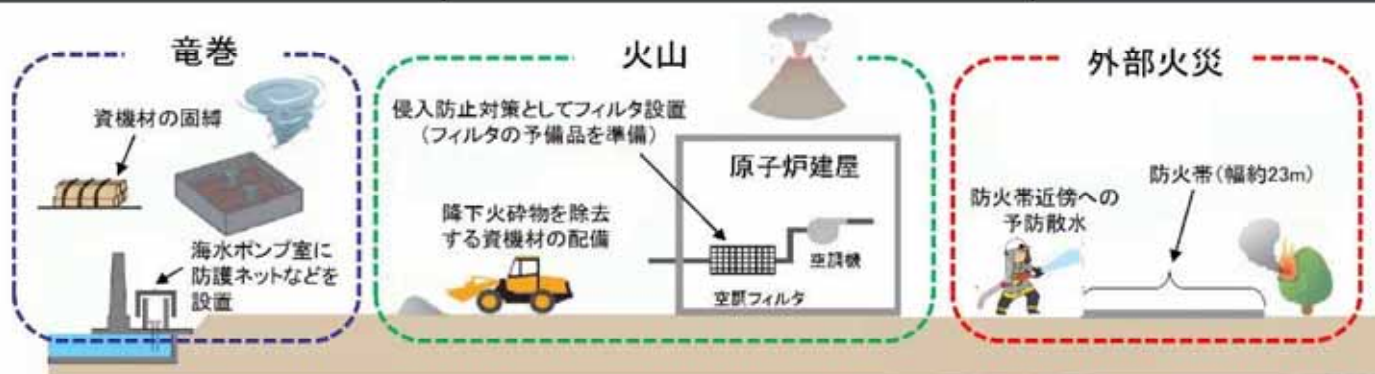
補足説明資料 外部事象の評価及び対策について

1. 外部事象の影響評価及び対策(1/19)

(1) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた外部事象に対して実施する安全対策について(1/2)

- ・想定される外部事象(自然現象, 外部人為事象)を網羅的に抽出し, 東海第二発電所の立地条件を考慮して, 考慮すべき外部事象(合計18事象:地震・津波を除く)を選定
- ・特に考慮すべき大規模な自然災害として, **新たに竜巻, 火山及び外部火災を抽出し, これらの事象に対して影響評価及び安全対策を実施**(設備対策及び運用による対策)

事象	新規基準に基づく影響評価及び安全対策		
	主な影響評価	主な設備対策	主な運用による対策
竜巻	<ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻による荷重に対する構造強度評価 ・飛来物源に対する飛散解析評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・防護ネットの設置 ・防護鋼板の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材及び車両の固縛, 固定 ・燃料取扱作業の中止, クレーン等の退避 ・構内の車両の退避, 防護対象施設からの離隔
火山	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物の堆積荷重に対する評価 ・空気及び海水の流路となる設備への閉塞に対する評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物侵入防止対策の設置 ・海水系流路の閉塞防止対策 	通常時 <ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物を除去する資機材の配備 ・フィルタの予備品を準備
			堆積時 <ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物の除去 ・各種フィルタの清掃・取替
外部火災	<ul style="list-style-type: none"> ・火災に対する影響評価 ・爆発に対する影響評価 ・火災・爆発による二次的影響に対する評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・防火帯の設置 ・軽油貯蔵タンク等の危険物施設の移設 ・森林火災用の熱感知カメラの設置 ・防火帯近傍への屋外消火栓の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・防火帯近傍への予防散水 ・植生管理(影響範囲にある隣接事業所も含む)



竜巻, 火山, 外部火災への主な安全対策のイメージ

1. 外部事象の影響評価及び対策(2/19)



(1) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた外部事象に対して実施する安全対策について(2/2)

- ・竜巻, 火山及び外部火災(森林火災, 爆発, 近隣工場等の火災)以外の事象について, 従前の影響評価及び安全対策と新規基準に基づく影響評価及び安全対策を以下に示す。

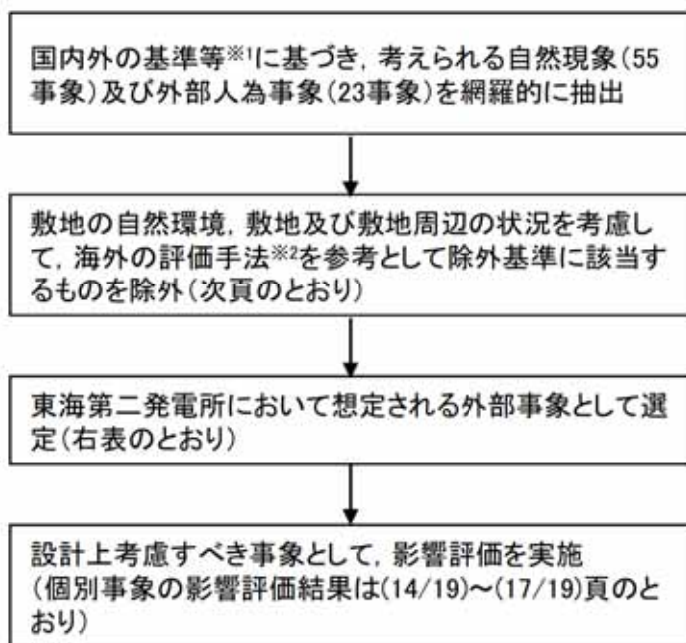
事象	従前の影響評価及び安全対策	新規基準に基づく影響評価及び安全対策	
自然現象	洪水	敷地の形状から影響ないと評価	変更なし
	風(台風)	建築基準法に基づき設定した風荷重を考慮した設計	変更なし
	降水	海域へ排水する設計(排水路及び地表面からの排水)	従前の安全対策に加えて, 防潮堤横断部へ排水路を設けることで, 海域へ排水する設計
	積雪	建築基準法に基づき設定した積雪荷重を考慮した設計	変更なし
	凍結	屋内は空調設備, 屋外は保温等により凍結しない設計	変更なし
	落雷	雷害防止対策として, 原子炉建屋等に避雷針等を設置, 設置網の敷設による設置抵抗の低減等	変更なし
	生物学的事象	海水生物に対する除塵装置の設置, 小動物に対する開口部閉止措置	変更なし
	高潮	高潮の影響を受けない敷地高さに設定	変更なし
外部人為事象	飛来物(航空機落下)	防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年であると評価	変更なし
	ダムの崩壊	ダムの崩壊により発電所に影響を及ぼす河川はないと評価	変更なし
	有毒ガス	—	評価により有毒ガスの影響がないことを確認
	船舶の衝突	—	評価により船舶の衝突が影響がないことを確認
	電磁的障害	電磁波の侵入を防止する設計(ラインフィルタや絶縁回路の設置等)	変更なし

1. 外部事象の影響評価及び対策(3/19)



(2)設計上考慮すべき事象の選定(1/2)

国内外の基準等に基づき、考えられる自然現象及び外部人為事象を網羅的に抽出し、敷地の状況等を考慮して東海第二発電所で想定される外部事象を選定



自然現象(11事象)		外部人為事象(7事象)
洪水	火山の影響	飛来物(航空機落下)
風(台風)	生物学的事象	ダムの崩壊
竜巻	森林火災	爆発
凍結	高潮	近隣工場等の火災
降水		有毒ガス
積雪		船舶の衝突
落雷		電磁的障害

※1 ① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
 ② 「日本の自然災害」国会資料編集会 1998年
 ③ Specific Safety Guide (SSG-3) "Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010
 ④ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」(制定:平成25年6月19日)
 ⑤ NUREG/CR-2300 "PRA PROCEDURES GUIDE", NRC, January 1983
 ⑥ 「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」(制定:平成25年6月19日)
 ⑦ ASME/ANS RA-Sa-2009 "Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"
 ⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline (NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC公表
 ⑨ 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準:2014」一般社団法人 日本原子力学会

※2 ASME/ANS RA-Sa-2009 "Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications"

1. 外部事象の影響評価及び対策(4/19)



(2)設計上考慮すべき事象の選定(2/2)

除外基準に該当する事象は、設計上考慮不要としている。

除外基準	除外理由	左記除外基準に該当する外部事象
プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない事象	発電所の立地点の自然環境は一律ではなく、発生する自然事象は地域性があるため、発電所立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。	【自然現象】 雪崩／草原火災／ハリケーン／氷壁／土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)／地滑り／カルスト／地下水による浸食／土石流／水蒸気 【外部人為事象】 パイプライン事故(ガスなど)、パイプライン事故によるサイト内爆発等／工業施設又は軍事施設事故／軍事施設からのミサイル／掘削工事／他のユニットからのミサイル
ハザード進展・襲来が遅く、事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除可能な事象	事象発生時の発電所への影響の進展が緩慢であって、影響の緩和又は排除の対策が容易に講じることが出来る事象は対象外とする。例えば、発電所の海岸の浸食の事象が発生しても、進展が遅いため補強工事等により浸食を食い止めることができる。	【自然現象】 河川の迂回／海岸浸食／塩害・塩雲／高温水(海水温高)
プラント設計上、考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下又はプラントの安全性が損なわれない事象	事象が発生しても、プラントへの影響が極めて限定的で炉心損傷事故のような重大な事故にはつながらない事象は対象外とする。例えば、外気温が上昇しても、屋外設備でも故障に至る可能性は小さく、また、冷却海水の温度が直ちに上昇しないことから冷却は維持できるので、影響は限定的である。	【自然現象】 土壌の収縮又は膨張／干ばつ／濃霧／霜・白霜／極高温／湖又は河川の水位低下／もや／太陽フレア・磁気嵐／低温水(海水温低)
影響が他の事象に包絡される事象	プラントに対する影響が同様とみなせる事象については、相対的に影響が大きいと判断される事象に包絡して合理的に検討する。	【自然現象】 砂嵐／静振／波浪・高波／ひょう・あられ／満潮／氷結／氷晶／湖又は河川の水位上昇／極限的な圧力(気圧高低)／動物／海面低／海面高／地下水による地滑り／水中の有機物／毒性ガス 【外部人為事象】 交通事故(化学物質流出含む)／自動車又は船舶の爆発／船舶から放出される固体液体不純物／水中の化学物質／プラント外での化学物質流出／サイト貯蔵の化学物質の流出／他のユニットからの火災
発生頻度が他の事象と比較して非常に低い事象	航空機落下の評価では発生頻度が低い事象(10 ⁻⁷ /年以下)は考慮すべき事象からは対象外としており、同様に発生頻度がごく稀な事象は対象外とする。	【自然現象】 隕石 【外部人為事象】 衛星の落下／タービンミサイル
外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している又は故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項	第四条 地震による損傷の防止、第五条 津波による損傷の防止、第九条 溢水による損傷の防止等、第十八条 蒸気タービンにより評価を実施するもの又は故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止に該当しないものについては、対象外とする。	地震活動:「耐震性」にて評価 津波:「耐津波性」にて評価 陥没・地盤沈下・地割れ／地面の隆起／泥流出(液状化):「地盤」にて評価 他のユニットからの内部溢水／内部溢水:「内部溢水」にて評価

1. 外部事象の影響評価及び対策(5/19)



(3)設計基準値の考え方(1/4)

原子力発電所において準拠すべきガイド等に基づき、設計基準値を設定している

設計基準設定の準拠元	設計上考慮すべき事象	東海第二発電所の設計基準値の設定方針※1
①原子力発電所において準拠すべきガイド/指針が定められている事象	竜巻	原子力発電所の竜巻影響評価ガイドに基づき設定
	火山	原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づき設定
	森林火災	原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき設定
	落雷	JEAG4608(原子力発電所の耐雷指針)に基づき設定
	飛来物(航空機落下)	実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について(内規)に基づき設定
	爆発	原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき設定
	近隣工場等の火災	原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき設定
	有毒ガス	実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド及び原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について(内規)に基づき設定
	電磁的障害	JEC210(低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準)に基づき設定
②国内において規則・基準類が定められている事象	洪水	河川法、同施行令及び河川法に基づき発行された洪水ハザードマップを基に設定
	風(台風)	建築基準法及び同施行令を準拠し設定
	降水	森林法、林地開発許可に基づく林地開発許可の手引きに準拠し設定
	積雪	建築基準法を準拠し設定
③上記①又は②の定めのない事象	凍結	東海第二発電所最寄りの気象官署(水戸地方気象台)の観測記録を基に設計基準を設定
	生物学的事象	東海第二発電所及びその周辺海域で得られた記録等を基に設計基準を設定
	高潮	東海第二発電所最寄りの港湾である日立港の観測記録を基に設計基準を設定
	ダムの崩壊	東海第二発電所及びその周辺の地形情報を基に設計基準を設定
	船舶の衝突	東海第二発電所及びその周辺の航路及び地形情報を基に設計基準を設定

※1 設計基準値を設定するにあたって、年超過確率を使用する場合は、各事象に適用可能な国内法規、ガイド、指針等に準拠

1. 外部事象の影響評価及び対策(6/19)



(3)設計基準値の考え方(2/4)

自然現象については、その不確かさを考慮し、設計基準値に必要な応じ余裕を持たせている。

自然事象	設計基準としての設定値	既往最厳値等	事象の発生状況	設計基準を超える可能性がある場合における運用対策実施の可否	設計基準としての設定値の考え方
降水	127.5mm/h	81.7mm/h	短期 (数十分)	不可 事象発生の予測は可能であるが、運用による防護対策を実施する時間的余裕がないため、対策は設備対策(排水設備等)とすることが適切である。	事象の発生が短期であり、運用による対策は確保できないことから、既往最厳値を参照した保守的な設定とする必要がある。
積雪	30cm	32cm	長期 (数時間)	可能 事象発生の予測が可能であり、かつ対策実施(除雪)の準備には期間的余裕が確保されているため、除雪による安全施設の安全機能の確保が可能である。	事象の発生は長期であり、除雪は実施可能であるため、設計基準としての設定を超えることのないよう管理可能であることから、規格・基準に基づいた設定とする。
火山の影響	50cm	50cm (地質調査等の結果)	長期 (数日～数週間)	可能 事象発生の予測が可能であり、かつ対策実施(除灰)の準備には期間的余裕が確保されているため、除灰による安全施設の安全機能の確保が可能である。	事象の発生は長期であり、除灰は実施可能であるため、設計基準としての設定を超えることのないよう管理可能であることから、規格・基準に基づいた設定とする。
風	30m/s	28.3m/s	瞬時(短期) (秒～数時間)	不可 事象発生の予測は可能であるが、運用による防護対策を実施する時間的余裕はないため、対策は設備対策(補強等)とすることが適切である。	事象の発生が瞬時(短期)であり、運用による対策は確保できないことから、既往最厳値を参照した保守的な設定とする必要がある。
竜巻	100m/s	80m/s (10^{-5} /年値)	瞬時(短期) (秒又は分)	不可 事象発生の予測は可能であるが、運用による防護対策を実施する時間的余裕はないため、対策は設備対策(竜巻防護等)とすることが適切である。	事象の発生が瞬時(短期)であり、運用による対策は確保できないことから、既往最厳値を参照した保守的な設定とする必要がある。
落雷	400kA	131kA	瞬時(短期) (秒)	不可 事象発生の予測は可能であるが、運用による防護対策を実施する時間的余裕はないため、対策は設備対策(避雷設備の設置等)とすることが適切である。	事象の発生が瞬時であり、運用による対策は確保できないことから、既往最厳値を参照した保守的な設定とする必要がある。

1. 外部事象の影響評価及び対策(7/19)



(3)設計基準値の考え方(3/4)

● 将来的な気候変動

将来的な気候変動については、過去数十年間の発電所近隣の気象観測記録を確認した上で、設計基準値との比較等により、下記のとおり安全施設への影響はないことを確認している。

今後も最新のデータ・知見で気候変動の影響に注視し、必要に応じて設計基準の見直し等を実施する。

○東海第二発電所で設定した自然現象の規模(設計基準値)は、①規格・基準類からの要求、②観測記録より、地域性を考慮した値としており、これらは過去の経験及びデータに基づいた設定であるが、設計基準値の設定に当たっては、自然現象の不確実性を踏まえ、基準値超の事象が生じた場合への対応の可否も考慮したうえで、必要に応じ余裕を確保している。

○発電所周辺の地域特性が反映された気候変動を把握する観点から、最寄りの気象官署である水戸地方気象台(水戸市)の過去数十年の観測記録(次頁)を確認し、降水量、最大瞬間風速及び最高気温・最低気温に増加・上昇の傾向が認められたものの、以下のとおり問題ないと判断した。

・降水量 : 増加傾向が見受けられるものの、設計基準降水量と比較して余裕を有する

・積雪深 : 有意な増加傾向は見受けられず。

また、防護対象の施設は降下火砕物の荷重(積雪換算で3m超)に対する健全性を確認しており、構造強度には十分な余裕がある。

・風速 : 最大風速は、有意な増加(又は台風の強度が強まる。)傾向は見受けられない。

最大瞬間風速は、増加傾向が見受けられる。但し、防護対象の施設は設計竜巻の最大風速100m/sを想定した荷重に対する健全性を確認しており、構造強度には十分な余裕がある。

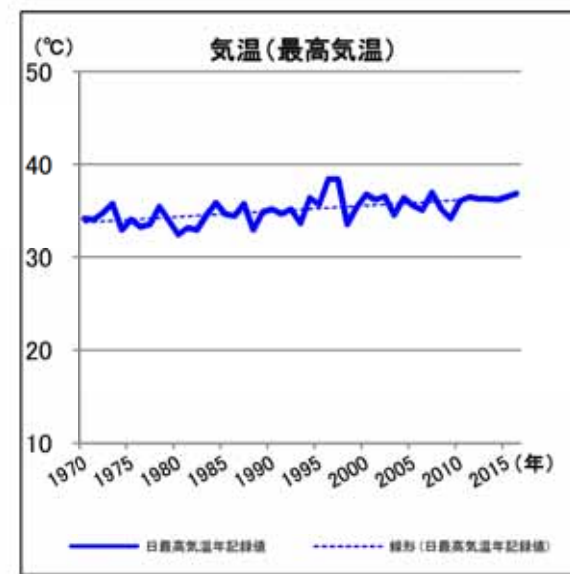
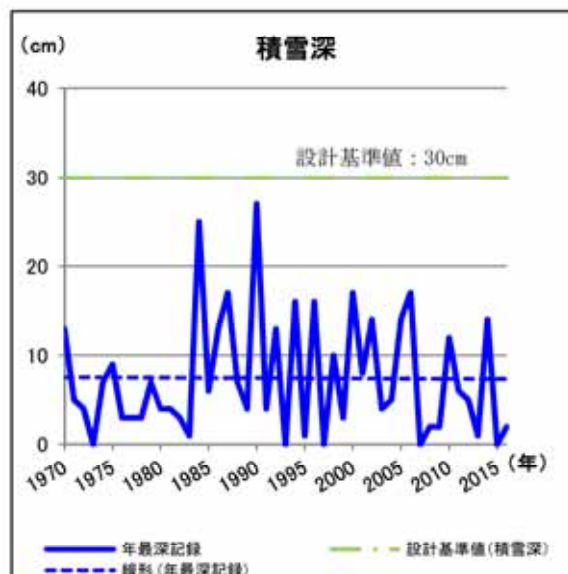
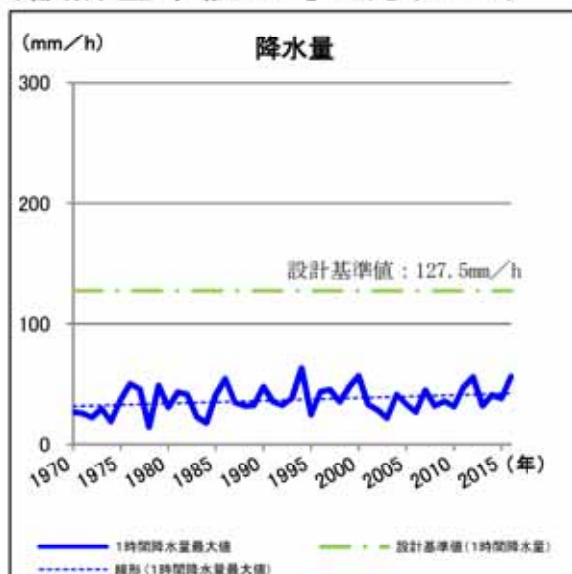
・気温 : 最低気温は、上昇傾向が見受けられるものの、設計基準に対して緩やかになる方向

最高気温は、若干の上昇傾向が見受けられるものの、今後の発電所の運転期間を含め、設備の機能に悪影響を与えるようなレベルの気温上昇ではなく、安全施設への影響はないと判断

1. 外部事象の影響評価及び対策(8/19)



(3)設計基準値の考え方(4/4)



水戸地方気象台(水戸市)の過去数十年の観測記録

1. 外部事象の影響評価及び対策(9/19)



(3)設計基準値の考え方(5/5)

● 人為的な状況の変化

近隣の危険物施設の新設等, 人為的な外部環境についても, 評価条件への影響を定期的に確認する。
影響が認められた場合は, 再評価を行い, 必要に応じ対策を講じる。

(例)外部火災防護

東海第二発電所の保安規定に基づき定める火災防護計画において, 安全施設を外部火災から防護するための運用等について定め実施していく。

東海第二発電所 火災防護計画

- ・計画を遂行する体制, 責任の所在, 責任者の権限, 体制の運営管理, 必要な要員の確保及び教育訓練並びに火災防護対策を実施する必要な手順等を定める。
- ・【火災防護対策の実施例】発電用原子炉施設の安全機能を有する機器等:
火災の発生防止, 火災の早期感知・消火並びに, 火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき, 必要な火災防護対策を定める。
- ・外部火災については, 安全施設を外部火災から防護するための運用等を定める。



【外部火災影響評価への対応】

- ・発電所の防火・防災管理者は, 外部火災影響評価条件を定期的に確認する。
- ①評価条件の変更がない場合 ⇒ 確認終了
- ②評価条件の変更により, 評価結果に影響がある場合
 - ⇒発電所敷地内外で発生する火災が安全施設へ影響を与えないことと, 火災の二次的影響に対する適切な防護対策が実施されていることを確認するために, 外部火災影響評価の再評価を実施
 - ⇒この対応により, 最新条件でも外部火災の安全施設への影響がないことを確認

1. 外部事象の影響評価及び対策(10/19)



(4)事象の重畳の考慮(1/3)

自然現象の重畳の組み合わせを、発電所施設に大きな影響を及ぼす恐れがある事象間の独立性・従属性、事象の継続時間及び発生頻度等を勘案して以下のとおり設定している。

発電所敷地で想定される自然現象(地震及び津波を除く。)として選定した**11事象(※)+地震, 津波**

※:凍結, 降水, 積雪, 火山の影響, 生物学的事象, 風(台風), 竜巻, 森林火災, 落雷, 洪水, 高潮

以下の2つを除く11事象が評価対象となる。
 ・洪水:発電所では被害が考えられない(基準)
 ・高潮:津波に包含される

凍結, 降水, 地震, 積雪, 津波, 火山の影響, 生物学的事象, 風(台風), 竜巻, 森林火災, 落雷

上記11事象の組合せ

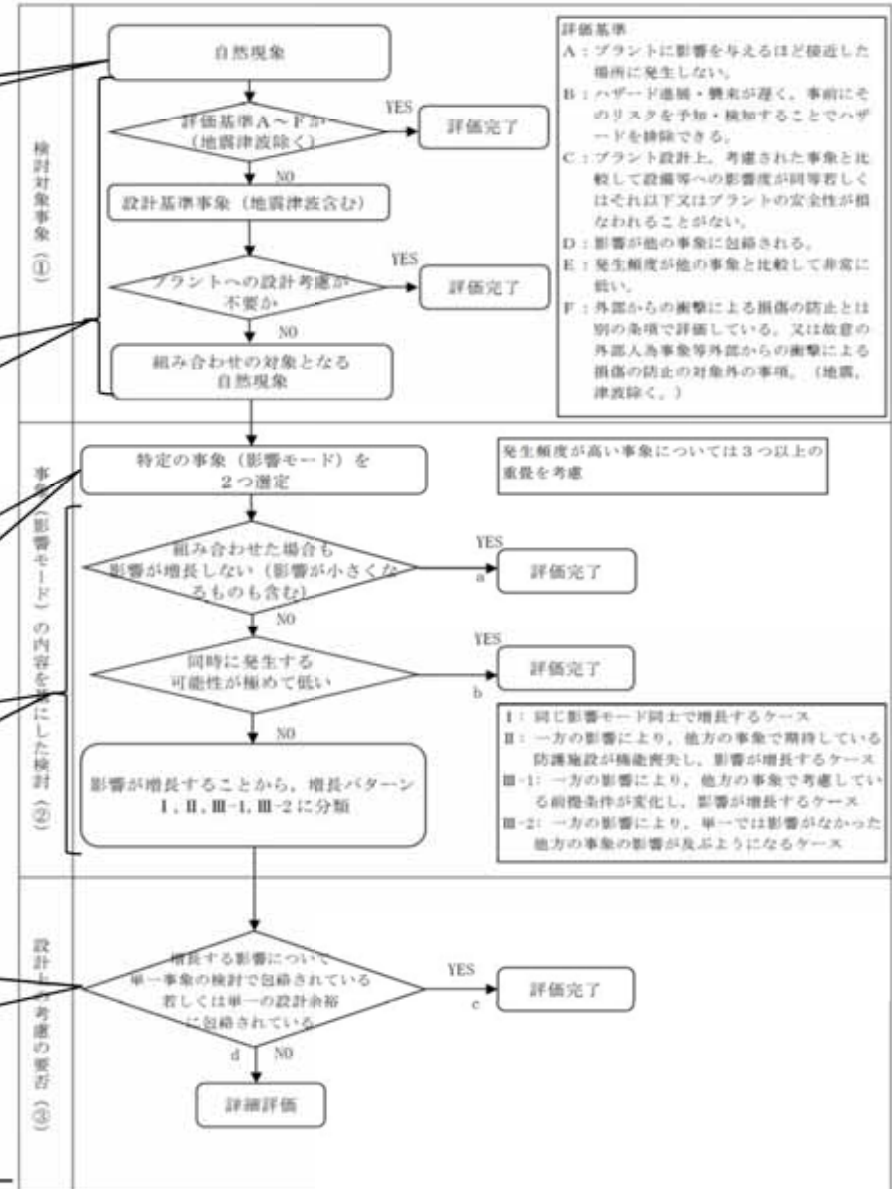
発生頻度, 施設への影響モード※及び相関性(独立又は従属)の高い事象の影響も考慮しながら, 影響が増長する組み合わせを特定

※:影響を及ぼす時間に応じ, コンスタント型, 季節型, 持続型, 短期型及び緩慢型に分類

影響が増長する組み合わせについて, 単一事象による設計条件に包絡されないものを抽出

地震, 積雪, 津波, 火山の影響, 風(台風)及び竜巻の6事象の組み合わせを, 設計に考慮

外部事象-



1. 外部事象の影響評価及び対策(11/19)



(4)事象の重畳の考慮(2/3)

11事象の組み合わせ影響評価マトリクス(例)(補足説明資料1-13参照)

事象1		凍結		降水		地震		積雪		津波		火山の影響			
事象2	設備の損傷・機能喪失モード	温度	電氣的影響	浸水	荷重(堆積)	荷重(地殻)	荷重(堆積)	電氣的影響	閉塞(吸気等)	荷重(衝突)	浸水	閉塞(海水系)	荷重(堆積)	閉塞(海水系)	閉塞(吸気等)
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード	備考													
凍結	温度	屋外タンク及び配管内部配管の凍結													
	電氣的影響	ヒートシンク(海水)の凍結													
降水	浸水	着氷による送電線の接触断絡													
	荷重	降水による設備の浸水													
地震	荷重	荷重(倒壊)													
	電氣的影響	荷重(倒壊)													
積雪	閉塞(吸気系)	給気口等の閉塞													
	荷重	積雪による送電線の接触断絡													
津波	浸水	津波による設備の浸水													
	閉塞(海水系)	津波による取水口、海水ストレーナ等の閉塞													
火山の影響	荷重	荷重(倒壊)													
	閉塞(海水系)	海水系ストレーナ等の閉塞													
	閉塞(吸気系)	給気口等の閉塞													
	腐食	腐食成分による電氣的影響													
	電氣的影響	降下大砕物の付着による送電線の接触断絡													
生物学的事象	閉塞(海水系)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞													
	電氣的影響	げっ歯類(ネズミ等)によるケーブル類の断絡													
嵐(台風)	荷重	荷重(倒)													
	荷重(飛来物)	荷重(飛来物)													
竜巻	荷重	荷重(倒)													
	荷重(飛来物)	荷重(飛来物)													
森林火災	温度	輻射熱													
	閉塞	給気口等の閉塞													
落雷	電氣的影響	屋内外計測機器空間に発生するノイズ													
		誘導雷サージによる電氣室内の断絡													

(例)火砕物と雪から、同じ影響(堆積荷重)が重畳し得る。
⇒「d(I)」

(例)地震と竜巻の重畳は、確率的に考え難い。
⇒「b」

- a: 組み合わせた場合も影響が増長しないもの
- b: 同時に発生する可能性が極めて低いもの
- c: 増長する影響について単一事象の検討で包絡されている、若しくは単一事象の設計余裕に包絡されているもの※
- d: c以外で影響が増長するもの※
- ※ e, dについては以下も記載
- I: 各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し、重ね合わさって増長するケース
- II: ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより、影響が増長するケース
- III-1: 他の自然現象の作用により前提条件が変化し、影響が増長するケース
- III-2: 他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

影響が増長するケース

1. 外部事象の影響評価及び対策(12/19)



(4)事象の重畳の考慮(3/3)

影響が増長する組み合わせの影響評価(例)(補足説明資料1-14参照)

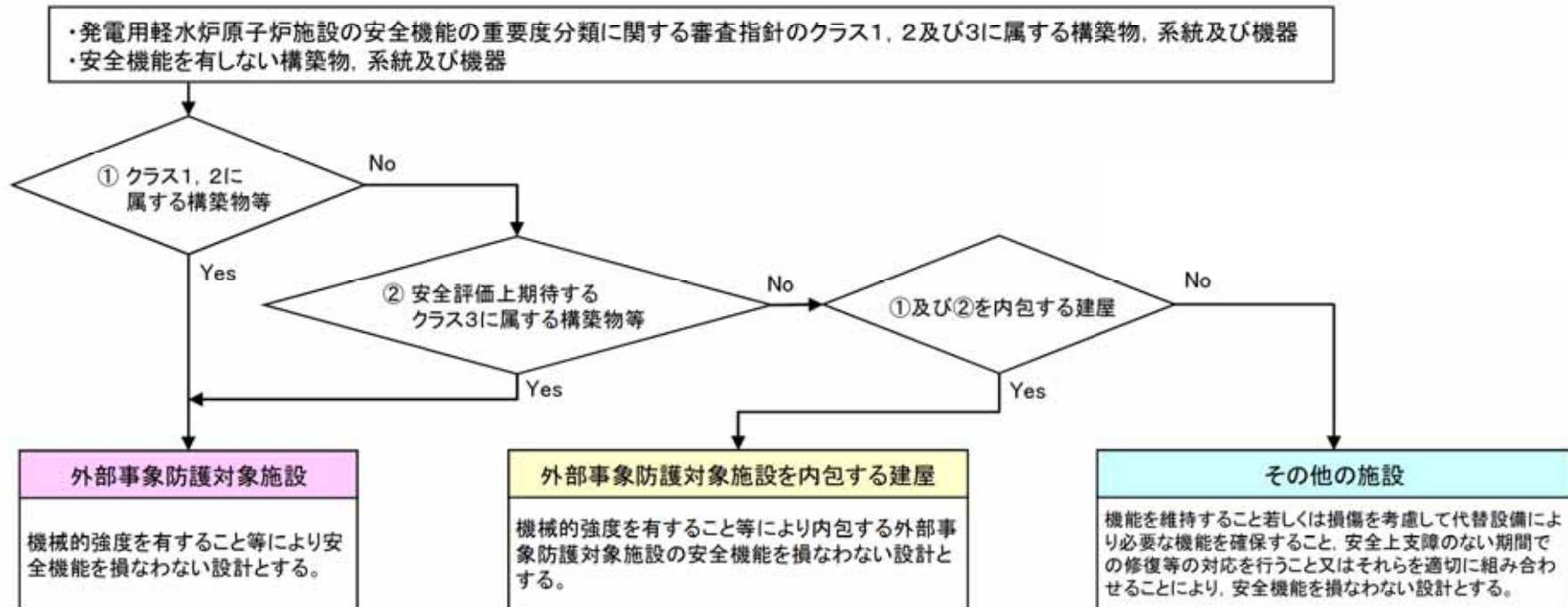
重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上 の考慮
凍結(電気的影響) ×積雪(電気的影響)	電気的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレ ィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
凍結(電気的影響) ×火山の影響(電気的影響)	電気的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレ ィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
凍結(温度) ×風(台風)(荷重(風))	温度	d	III-1	風(台風)の影響により、流体の凍結の可能性が高まると考えられる。 →状況に応じ、循環運転等による凍結防止措置を実施する手順により対処可能である。	-
降水(浸水) ×津波(浸水)	浸水	c	I	個別事象の重畳により、浸水の影響を受ける可能性が高まると考えられる。 →津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており、影響はない。	-
降水(荷重(堆積)) ×火山の影響(荷重(堆積))	荷重	d	I	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として水を含んだ場合の負荷を想定し、積雪(荷重(堆積))×火山の影響(荷重(堆積))に て評価を行う。	-
降水(荷重(堆積)) ×火山の影響(電気的影響)	電気的影響(相間短絡)	d	III-1	湿り気と降下火砕物により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレ ィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
地震活動(荷重(地震)) ×積雪(荷重(堆積))	荷重	d	III-1	積雪による堆積荷重の作用により、地震の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
地震活動(荷重(地震)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1,2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風(台風)を受ける場所に設置されている施設のうち、風(台風)荷重の影響が大き いと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○
地震活動(荷重(地震)) ×風(台風)(荷重(飛来物))	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1,2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから、影 響は個別事象同等となる。	-
地震活動(荷重(地震)) ×落雷(電気的影響(直撃雷))	電気的影響(直撃雷)	c	II	地震により避雷設備が損傷し、安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する主排気筒が設置網に接続されており、落雷電流を設置網へ導く機能は確保され ることから影響はない。	-
積雪(電気的影響) ×凍結(電気的影響)	電気的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレ ィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
積雪(荷重(堆積)) ×地震活動(荷重(地震))	荷重	d	III-1	地震の荷重の作用により、積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
積雪(荷重(堆積)) ×津波(荷重(衝突))	荷重	d	III-1	津波の荷重の作用により、積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
積雪(荷重(堆積)) ×火山の影響(荷重(堆積))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから、受圧面積が小さ い施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き、組合せを考慮する。 また、荷重条件として、降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
積雪(閉塞(吸気系)) ×火山の影響(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	雪と降下火砕物の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施す る手順により対処可能である。	-

1. 外部事象の影響評価及び対策(13/19)



(5) 想定される外部事象からの衝撃に対する基本方針

- 安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)及び想定される外部人為事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。
- 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。
※「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」で規定されている重要度分類
- 上記構築物、系統及び機器のうち、以下の機能を有する**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安全重要度分類のクラス3に属する構築物、系統及び機器を「外部事象防護対象施設」として選定し、機械的強度を有すること等により安全機能を損なわない設計とする。**
 - 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等
 - 使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物等
- **外部事象防護対象施設を内包する建屋は、機械的強度を有すること等により内包する外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。**
- 上記に含まれない構築物、系統及び機器は、安全上支障のない期間での修復等により、その安全機能を損なわない設計とする。



1. 外部事象の影響評価及び対策(14/19)



自然現象に対する設計方針(1/2)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	備考
自然現象	洪水	発電所敷地の北側の久慈川水系がおおむね100年に1回程度起こる大雨により氾濫するとしても、洪水ハザードマップ及び浸水想定区域図により、発電所に影響が及ばないこと及び新川の浸水は丘陵地を遡上しないことから、洪水による発電所敷地への影響はない。	補足説明資料
	風(台風)	安全施設は、建築基準法及び同施行令第86条第4項に基づく建設省告示第1454号で定められた東海村において建築物を設計する際に要求される基準風速30m/s(地上高10m, 10分間平均)に対して、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	竜巻	観測記録によると、竜巻検討地域の最大竜巻規模はF3(風速70m/s~92m/s)である。安全施設は、上記を包絡する設計竜巻の最大風速100m/sによる風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物等の衝撃荷重を組み合わせ合わせた荷重等に対して安全機能を損なわないために、 飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を行う。	2.にて詳細説明
	凍結	安全施設は、最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録史上1位の最低気温-12.7℃に対して、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	降水	安全施設は、降水に対する排水施設の規格・基準として、森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」で定められた「水戸」(東海村が適用範囲内)における雨量強度127.5mm/hに対して、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	積雪	安全施設は、建築基準法及び同施行令第86条第3項に基づく茨城県建築基準法等施行細則で定められた東海村において建築物を設計する際に要求される基準積雪量30cmに対して、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料

1. 外部事象の影響評価及び対策(15/19)



自然現象に対する設計方針(2/2)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	備考
自然現象	落雷	安全施設は、全国雷観測ネットワーク(JLDN)により観測された落雷データ(発電所を中心とした標的面積4km ² の範囲の雷撃密度4.09回/年・km ²)及び観測記録の統計処理による年超過確率10 ⁻⁴ /年値から求めた雷撃電流値400kAに対して、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	火山の影響	安全施設は、文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーション解析の結果等から算出した <u>降下火砕物の層厚50cm、密度1.5g/cm³(湿潤状態)、粒径8.0mm</u> に対して、 <u>直接的影響及び間接的影響を踏まえて安全機能を損なわない設計とする。</u>	3. にて詳細説明
	生物学的事象	安全施設は、生物学的事象として海生生物であるクラゲ等の発生及び小動物の侵入が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	森林火災	安全施設は、森林火災シミュレーションコード(FARSITE)による評価結果に基づき算出した <u>防火帯幅(約23m)を確保</u> することにより、安全機能が損なわれない設計とする。 また、敷地外で森林火災が発生した場合は、 <u>万が一の敷地内への延焼防止を目的として、自衛消防隊が防火帯付近へ予防散水を行う。</u>	4. にて詳細説明
	高潮	発電所周辺海域の潮位については、発電所から北方約3km地点に位置する茨城港日立港区で観測された潮位を設計潮位とする。本地点の最高潮位はT.P.(東京湾中等潮位)+1.46m(1958年9月27日)、朔望平均満潮位がT.P.+0.61mである。安全施設は、高潮の影響を受けない敷地高さ(T.P.+3.3m)以上に設置することで、安全機能を損なわない設計とする。	補足説明資料
	荷重の組合せ	地震、津波を含む自然現象13事象のうち、荷重により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 <u>地震、津波、風(台風)、竜巻、積雪及び火山の影響</u> について、 <u>荷重の性質(事象の発生頻度、荷重の大きさ)</u> を考慮し、 <u>組み合わせる荷重を選定し、選定した組合せ荷重を設計において考慮する。</u>	補足説明資料

1. 外部事象の影響評価及び対策(16/19)



外部人為事象に対する設計方針(1/2)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	備考
外部人為事象	飛来物 (航空機落下)	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子炉施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋を除く。)及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への航空機の落下確率は、「<u>实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</u>」等に基づき評価した結果、<u>防護設計の要否を判断する基準である10^{-7}回/炉・年を超えないため、飛来物(航空機落下)による防護について設計上考慮する必要はない。</u> <ul style="list-style-type: none"> ○発電用原子炉施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋を除く): <u>約8.5×10^{-8}回/炉・年</u> ○使用済燃料乾式貯蔵建屋: <u>約6.1×10^{-8}回/炉・年</u> 	7. にて 詳細説明
	爆 発	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所敷地外10km以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はない。 ・<u>発電所内の危険物貯蔵施設、発電所敷地外10km以内の危険物貯蔵施設、周辺道路を通行する燃料輸送車両、発電所周辺を航行する燃料輸送船の爆発を想定しても、必要な離隔距離が確保されている。</u> 	5. にて 詳細説明
	近隣工場等 の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所敷地外10km以内の範囲において、火災により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はない。 ・<u>発電所内の危険物貯蔵施設、発電所敷地外10km以内の危険物貯蔵施設、周辺道路を通行する燃料輸送車両、発電所周辺を航行する燃料輸送船の火災を想定しても、必要な離隔距離が確保されている。</u> ・<u>外部事象防護対象施設である原子炉建屋等の周辺で航空機が墜落することを想定しても、原子炉建屋等が許容温度を超えないことを確認している。</u> 	6. 及び 8. にて 詳細説明
	ダム の崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所周辺には、発電所敷地の北側に久慈川が位置しており、その支川である山田川の上流約30kmにダムが存在するが、久慈川は敷地の北方を太平洋に向かい東進していること、発電所敷地の西側は北から南にかけてはEL.3m～EL.21mの上り勾配となっていることから、発電所敷地がダムの崩壊により影響を受けることはない。 	補足説明 資料

1. 外部事象の影響評価及び対策(17/19)



外部人為事象に対する設計方針(2/2)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	備考
外部人為事象	有毒ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子炉施設と近隣の施設や周辺道路との間には離隔距離が確保されていることから、有毒ガスの漏えいを想定した場合でも、中央制御室の居住性を損なうことはない。また、敷地港湾の前面の海域を移動中の可動施設から有毒ガスの漏えいを想定した場合も同様に、離隔距離が確保されていることから、中央制御室の居住性を損なうことはない。 ・発電所敷地内に貯蔵している化学物質については、貯蔵施設からの漏えいを想定した場合でも、中央制御室の居住性を損なうことはない。また中央制御室換気系は、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性を損なうことはない。 	補足説明資料
	船舶の衝突	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所周辺の海上交通としては、最も距離の近い航路でも発電所より約1.4kmの離隔距離があり、航路を通行する船舶が港湾内に侵入する可能性は低い。 ・取水口港湾内に入港する燃料輸送船等(全長約100m×全幅約16.5m、満水時の喫水約5m)の事故が港湾内で発生した場合でも、前面のカーテンウォールにより阻害されること、半円状のカーテンウォールにより阻害され、水深が約6m確保されていることから取水性を損なうことはない。 ・小型船舶(漁船等、全長約20m×全幅約5m、満水時の喫水約2m)が発電所近傍で漂流した場合でも、防波堤等に衝突して止まることから取水性を損なうことはない。万が一防波堤を通過し、カーテンウォール前面に小型船舶が到達した場合であっても、取水口は呑み口が広いこと、取水性を損なうことはない。 	補足説明資料
	電磁的障害	<ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系は、電磁的障害による擾乱に対して、計装盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部からの信号入出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用等により、影響を受けない設計とする。 	補足説明資料

(6)ソフト面による対応(1/2)

● 発電所の保安管理体制の検討

- ・原子力発電所に影響を及ぼし得る外部事象(自然災害及び人為事象)に対するソフト面の対応に関して、発電所の体制は、地震、津波、火山事象等の各災害に対して、**保安規定に基づく保安管理体制を整備し、その中で、災害内容に応じた体制への移行基準、活動内容等を明確にしていく。**
- ・本体制の具体的な内容(必要人数、設備・資機材等)は、**今後の保安管理体制の検討の中で定めていくため、ここでは基本設計方針に基づき、各災害事象のうちソフト面で対応する主な項目について以下に示す。**

● ソフト面の対応を行う外部事象

- ・東海第二発電所に対し影響を及ぼし得る外部事象として抽出した事象※のうち、**次に示す3事象はハード面だけでの対応が困難であるため、ソフト面での対応が必要となる。**

※:風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山、生物学的事象、外部火災(森林火災、爆発及び近隣工場等の火災)、高潮、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害
なお、津波事象では、放水路からの津波の流入を防止するために、放水路に設置するゲートを開から閉とする操作が必要となる。

①火山(降下火砕物)

屋外にある複数の防護対象施設(発電所施設原子炉建屋及びタービン建屋屋根、等)については、その対象範囲の広さから、火砕物降下中のリアルタイムの除去が困難であるため、降下火砕物の短期間の負荷に対し問題ないことを確認した上で、**事象終息後に堆積物の除去を行う必要がある。**

また、吸気口にフィルタを有する設備については、火砕物降下中にフィルタへの火砕物の吸着を回避することが設備の特性上困難であるため、**火砕物降下中の吸気の停止もしくはフィルタの取替・清掃作業が必要となる。**

(6)ソフト面による対応(2/2)

● ソフト面の対応を行う外部事象(つづき)

②竜巻(竜巻飛来物)

竜巻対策がなされた状態の常時維持を求めた場合、プラント運用に支障を来たす以下のものについては、その使用中に竜巻の襲来の可能性を覚知した場合、**竜巻の到達までに竜巻対策がなされた状態へ復旧するための運用対応が必要**となる。

- 竜巻からの防護機能を有する障壁のうち、可動式の部分(扉等)：閉止
- 燃料の取扱い設備：作業の中止及び退避
- 竜巻飛来物になり得る発電所の資機材、車両等のうち、使用時には飛散防止対策(固縛、退避等)を解除するもの：再固縛もしくは退避

③外部火災

外部火災の特徴として、設計条件(負荷)が人為的な影響を受け得ることから、**設計条件を維持するための現場管理を実施**する。

また、火災の二次的影響であるばい煙等の換気空調系への侵入が想定される場合には、**システムを遮断し、その侵入を防ぐ運用**とする。

飛び火等による延焼の可能性に対しては、発生箇所の特定が困難であるため、柔軟な対応が可能のように、**自衛消防隊により対応**する。

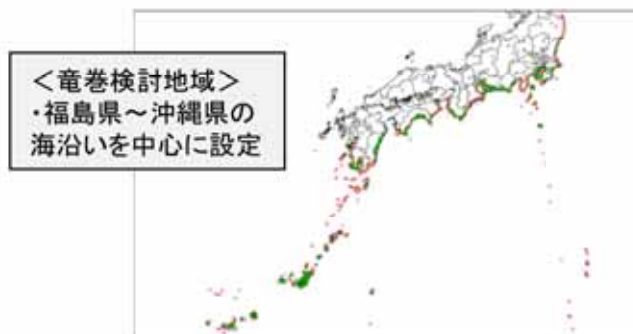
2. 竜巻の影響評価及び対策(1/10)

(1)設計竜巻の設定及び設計飛来物等の設定

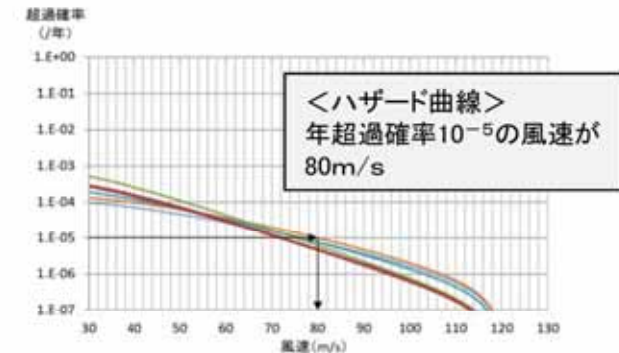
【①基準竜巻の設定】

V_{B1} :過去に発生した竜巻による最大風速:92m/s …竜巻検討地域(左下)内の既往最大竜巻(F3)の風速の上限値

V_{B2} :竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速:80m/s …竜巻検討地域内の竜巻データを用いて設定



フジタスケール	風速(m/s)
F0	17～32
F1	33～49
F2	50～69
F3	70～92
F4	93～116
F5	117～142



【②設計竜巻の設定(最大風速及び特性値)】

V_D : (地形特性等を考慮した)設計竜巻の最大風速
…竜巻の観測データに関する不確実性を考慮し
保守的に、100m/s へ切上げて設定

< V_D を基に設定する竜巻の特性値>

V_T : 移動速度(= $0.15V_D$)

V_{Rm} : 最大接線風速(= $V_D - V_T$)

R_m : 最大接線風速半径

ΔP_{max} : 最大気圧低下量

$(dp/dt)_{max}$: 最大気圧低下率

【③設計飛来物の設定】

現地調査等で抽出した物品(飛来物源)

飛散解析(飛散速度, 飛散距離, 浮上高さ)

設計飛来物(鋼製材)の決定

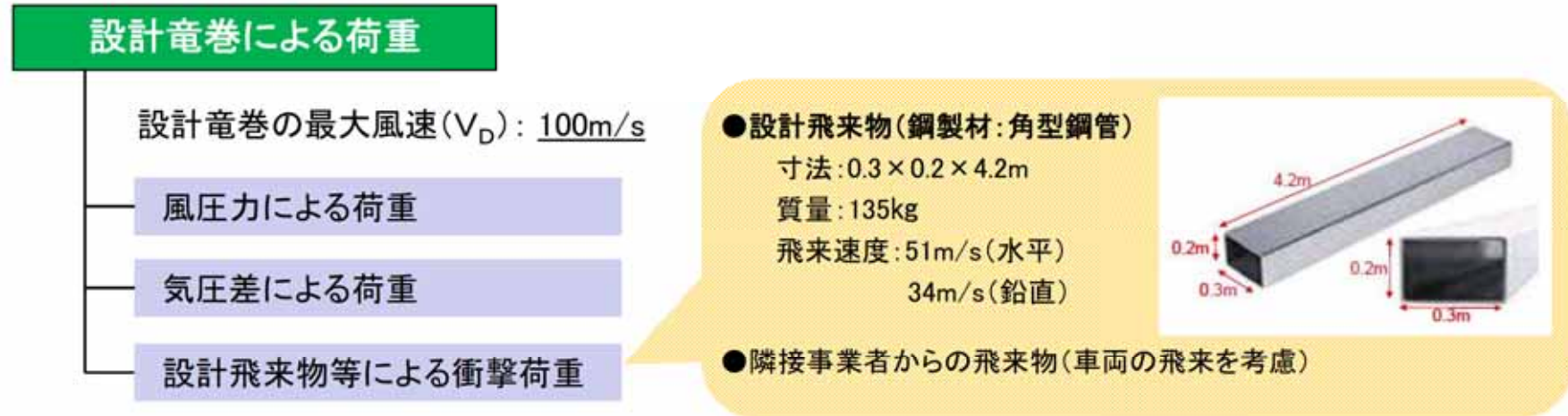
…上記の物品の解析結果を踏まえて設定

飛来物発生防止対策の要否確認

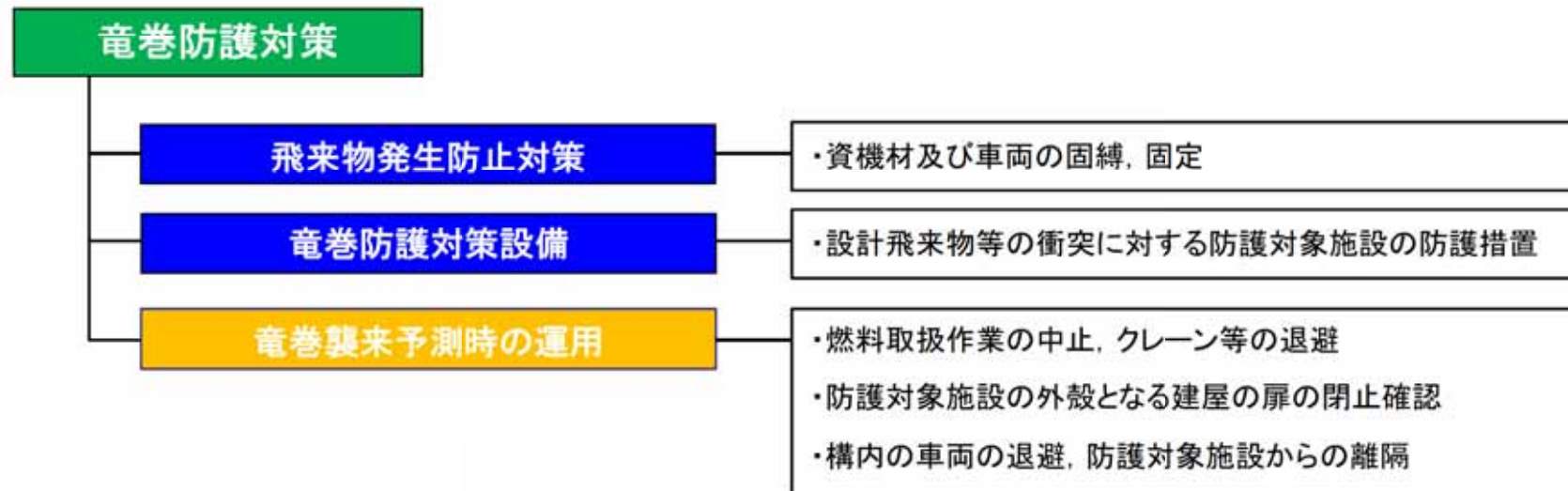
…貫通力又は運動エネルギーの何れかが設計飛来物によるものより大きい場合は、固縛、撤去等の措置が必要

2. 竜巻の影響評価及び対策(2/10)

(2)設計竜巻による荷重に対する評価



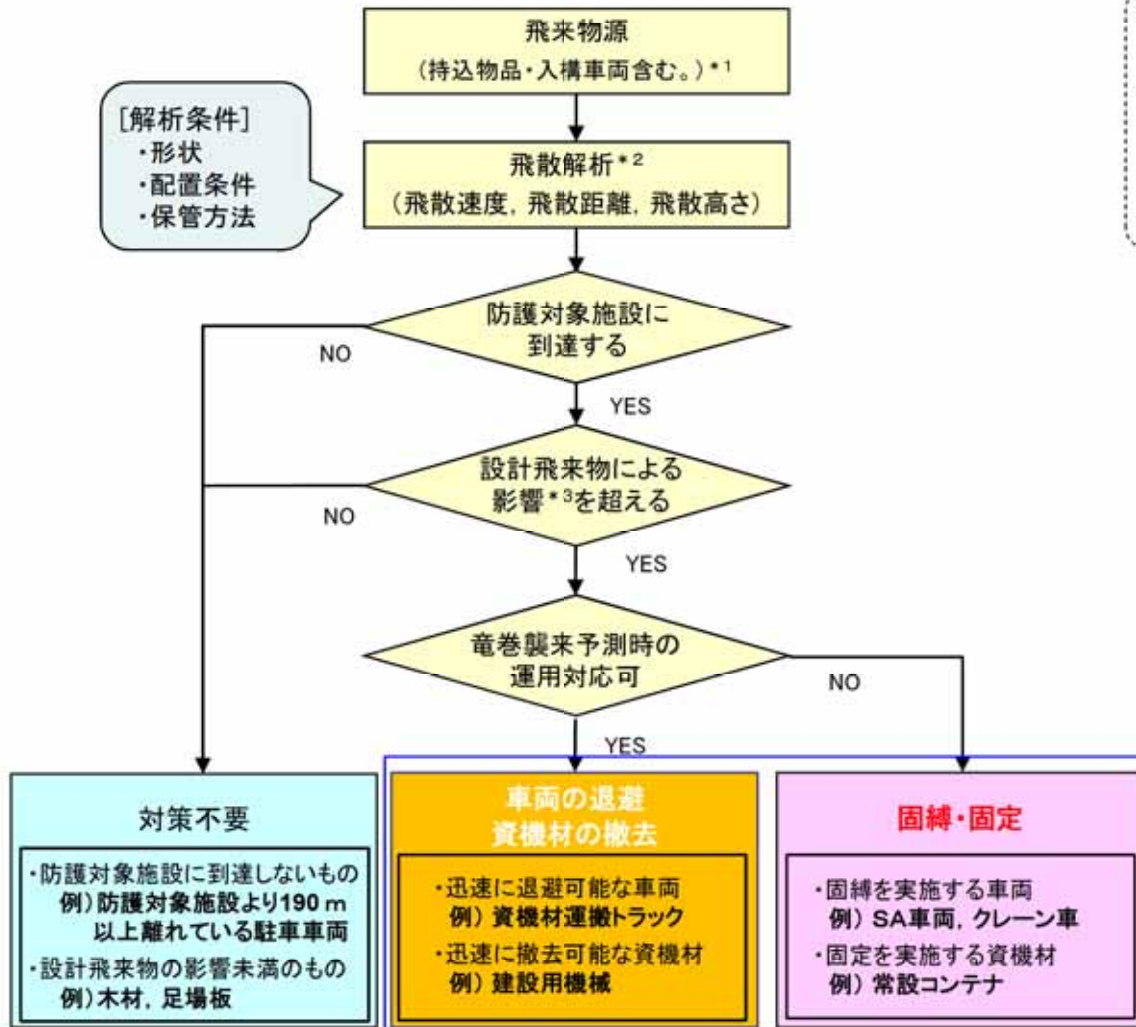
(3)設計竜巻荷重に対する主な竜巻防護対策



2. 竜巻の影響評価及び対策(3/10)

(3)-1 飛来物発生防止対策(基本フロー)

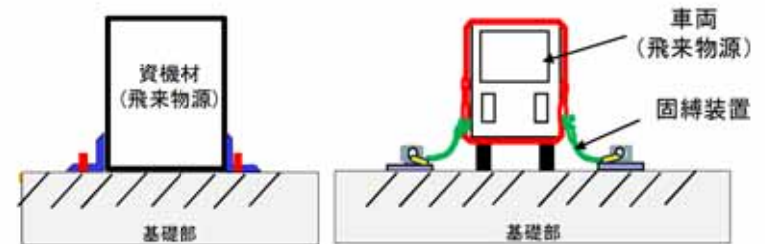
- ・発電所敷地内の飛来物源(資機材, 車両等)が防護対象施設に衝突し, その機能に影響を及ぼす飛来物となる可能性がある場合は, 飛来物源に対して飛来物発生防止対策を行う。



- *1 物品及び車両の形状, 重量, 保管場所, 保管状態の計画も含め, 持込・入構申請を行う。
- *2 飛散解析は, 飛来物源の形状や配置位置(高さも含む。)等の条件により, 同形状でも, 異なる結果となることから, 各飛来物源に対して実施する。
- *3 設計飛来物による運動エネルギー及び貫通力を示す。

●通常時の固縛・固定

竜巻襲来時に退避・撤去が出来ない資機材(コンテナ等)及び車両については, 通常時は飛来物発生防止対策として常時固縛・固定を施す。



●竜巻襲来前の対応

使用に際し固縛・固定を解除中の資機材及び車両については, 使用場所や移動可否及び竜巻準備体制の発令有無に応じて, 順次再固縛又は退避等の対応を施す。

- *「車両の退避」及び「固縛・固定」の具体例を次頁より示す。

2. 竜巻の影響評価及び対策(4/10)

(3)-1 飛来物発生防止対策(車両の管理)

●竜巻に対する車両の基本的な管理方針

- ・発電所構内での作業に関係のない車両は原則として入構を禁止
- ・発電所入構車両は、車両の飛散可能性、車両の場所、車両の状態及び竜巻準備体制の発令有無に応じて対策

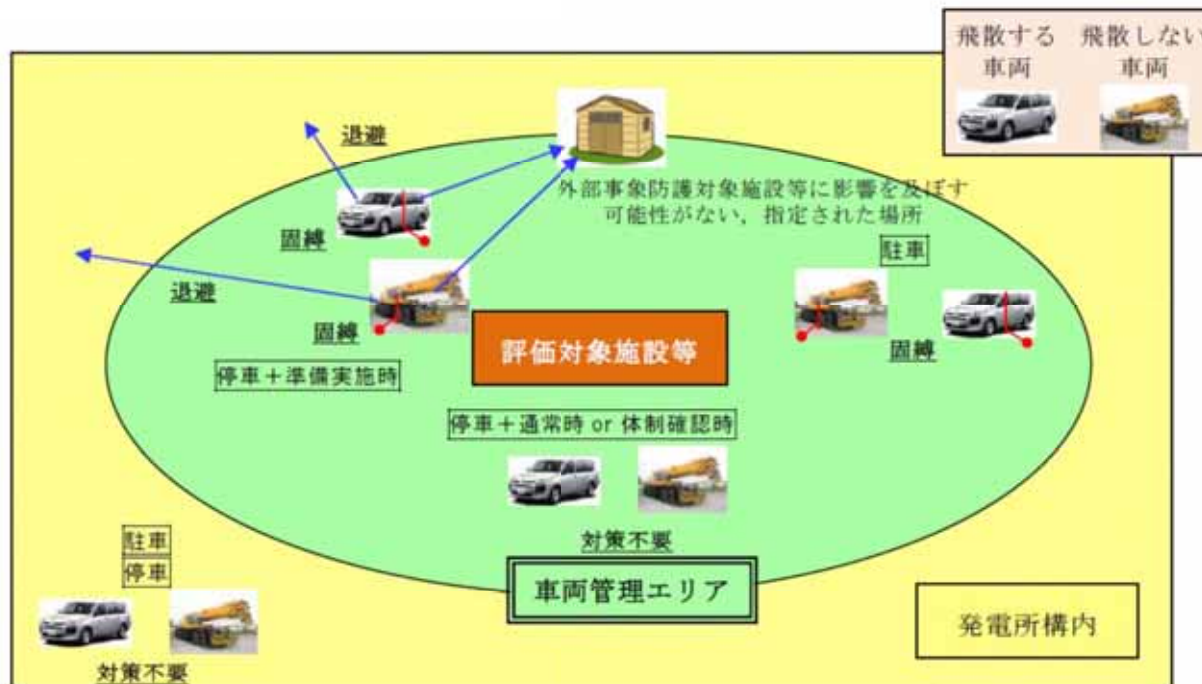
①車両管理エリア*¹外 ⇒ 全ての車両が管理不要

②車両管理エリア*¹内 ⇒ 飛散しない車両 ⇒ 対策不要

・飛散する車両 ⇒ 駐車*²状態の車両 ⇒ 固縛

・停車*²状態の車両 ⇒ 通常時、準備体制確認時*³ ⇒ 対策不要

・準備作業開始時*³ ⇒ 固縛又は退避



*¹「車両管理エリア」は、車両が飛散することによって評価対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備に衝突する可能性があるエリア

*²「停車」とは運転手が乗車しているか、即座に駆け付けられる状態。「駐車」はそれ以外の状態

*³「準備体制確認」はレベル1の竜巻準備体制発令時。「準備作業開始」はレベル2の竜巻準備体制発令時

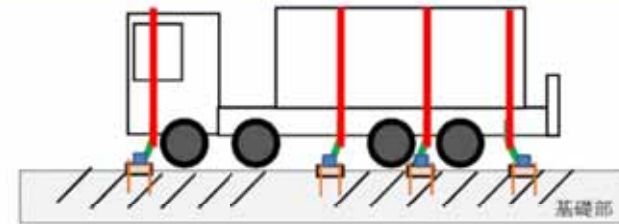
発電所への入構車両の管理イメージ

2. 竜巻の影響評価及び対策(5/10)

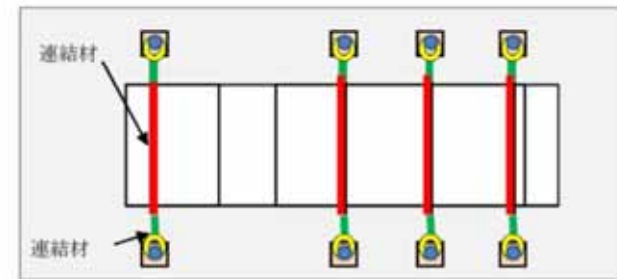
(3)-1 飛来物発生防止対策(車両の固縛)

●車両の固縛方針

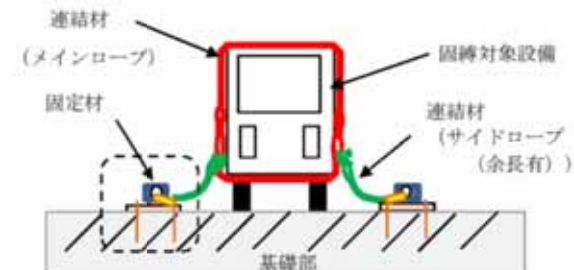
手法	飛来物発生防止対策(固定, 固縛)概要図	
① 固定		飛来物源に固定金具を取り付けて固定
② 緊張固縛		飛来物源に車輪部を連結材と固定金具を用いて固定
		飛来物源を連結材(ロープ)を用いて固定
③ 余長付き固縛	(通常時) 	飛来物源を連結材(ロープ)を用いて固縛【動き代がある】
	(地震時) 	
	(竜巻時(展張)) 	



(側面図)



(上面図)



車両の余長付き固縛実施例

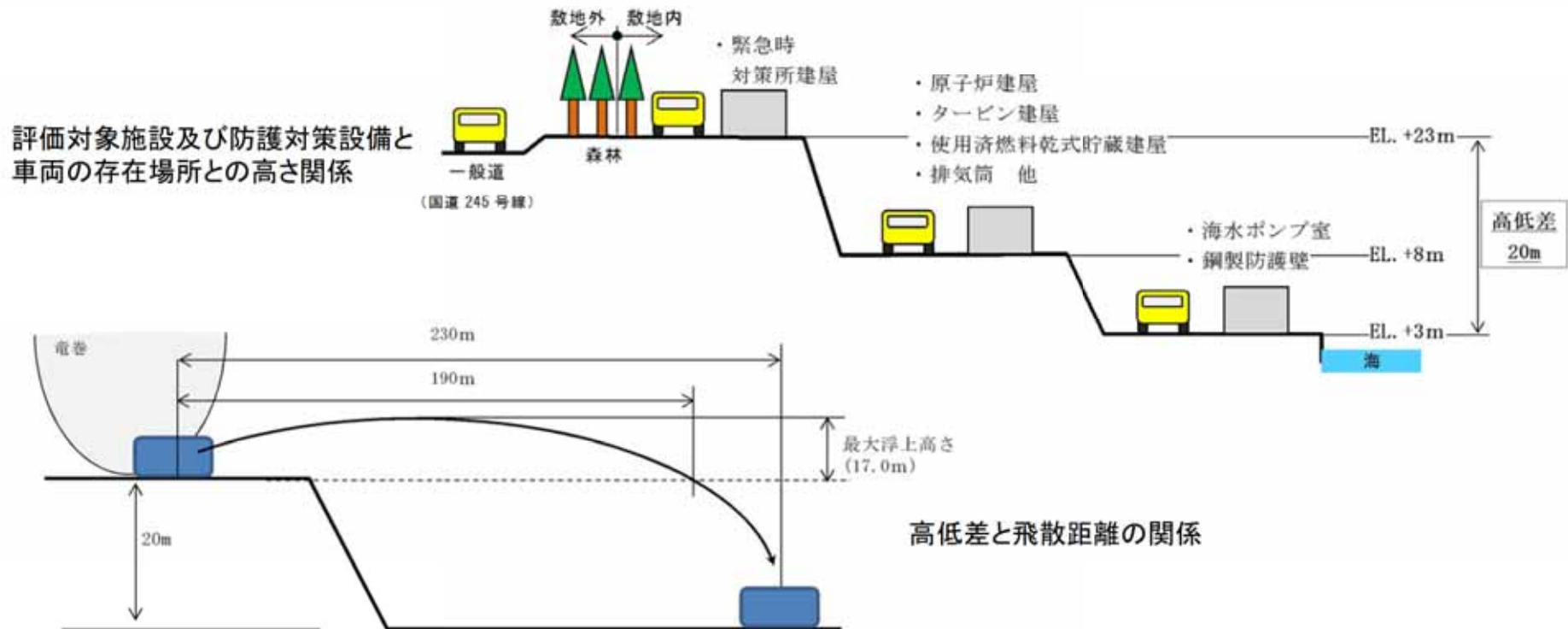
〔余長付き固縛は、緊張固縛に比べて地震時の車両の加振条件を緩和できる利点を有する。〕

2. 竜巻の影響評価及び対策(6/10)

(3)-1 飛来物発生防止対策(車両の退避)(1/3)

●車両の場所を踏まえた必要離隔距離の設定

- ・評価対象施設及び防護対策設備と車両の位置の高さの関係によって車両の到達距離は異なることから、個別設定の煩雑さを避けるため、下図に示す高さの関係を踏まえ以下のように設定する。
 - 緊急時対策所建屋は、車両の存在が想定される周辺の地面に比べ高い位置に設置されるため、保守性も考慮し、同じ高さからの車両の最大飛散距離を丸めた値(190m)を必要離隔距離とする。
 - その他の評価対象施設及び防護対策設備については、各施設と車両の存在が想定される周辺の地面との高低差は一樣ではないことから、下図に示す位置関係を包絡する、高さ20mからの車両の最大飛散距離を丸めた値(230m)を必要離隔距離とする。



2. 竜巻の影響評価及び対策(7/10)



(3)-1 飛来物発生防止対策(車両の退避)(2/3)

●車両管理エリアと車両退避先

- ・車両退避先はエリア①を基本とし、十分な車両を収容可能
エリア①面積:約30,000m²
(大型車両で300台以上分)
車両管理エリアからの退避想定:約80台
- ・車両退避完了後に運転者が避難可能な場所を近傍に確保
- ・退避余裕時間は確保可能
 - 竜巻襲来時間余裕:約30分
(竜巻, 雷ナウキャスト予測値で判断)
 - ①への最長退避ルート
所要時間:約17分
- ・連絡体制について
 - 構内放送(ページング)で周知
 - 発電所連絡体制により, PHS等も活用
 - 固縛, 退避の完了確認も実施

車両管理エリア及び車両退避エリア

2. 竜巻の影響評価及び対策(8/10)

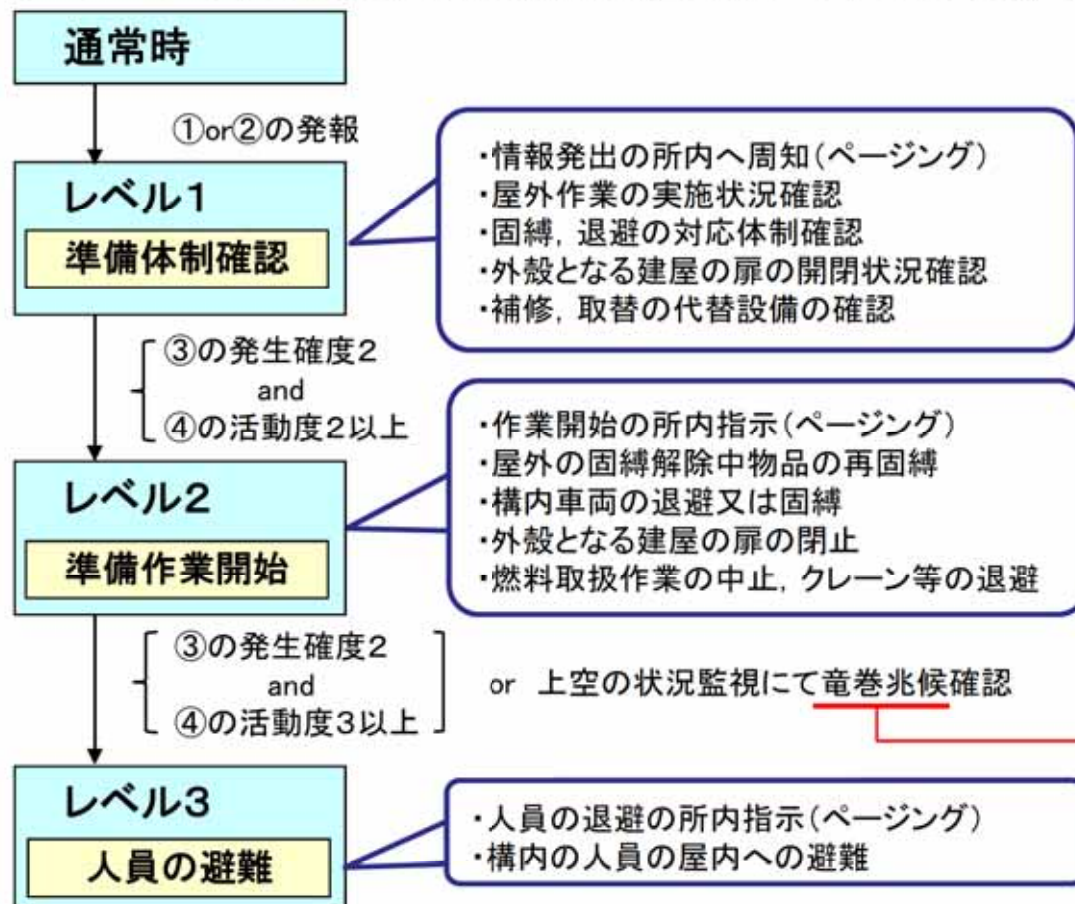
(3)-1 飛来物発生防止対策(車両の退避)(3/3)

●対応開始のための竜巻襲来予測

竜巻の兆候の早期検知手法として気象庁から発表される以下の情報を用いて、竜巻襲来予測判断の基準を設定し、判断基準レベルに応じて、運用対策を実施する。

「竜巻注意情報(①)」、「雷注意報(竜巻又は突風)(②)」

「レーダーナウキャストによる予測(竜巻発生確度ナウキャスト(③)、雷ナウキャスト(④))」



竜巻発生確度ナウキャスト

発生確度2	竜巻などの激しい突風が発生する可能性があり注意が必要である。予測の的中率は7~14%程度、捕捉率は50~70%程度である。発生確度2となっている地域に重要注意情報が発表される。
発生確度1	竜巻などの激しい突風が発生する可能性がある。発生確度1以上の地域では、予測の的中率は1~7%程度であり発生確度2に比べて低くなるが、捕捉率は80%程度であり見逃しが少ない。

※ 発生確度2の予測の的中率：発生確度2となった場合を「竜巻あり」の予測としたとき、予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合
 ※ 発生確度1以上の予測の的中率：発生確度1以上となった場合を「竜巻あり」の予測としたとき、予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合
 (補註) 上表中の「予測の的中率」及び「捕捉率」は、過去30ヶ月の観測資料による検証値です。

雷ナウキャスト

活動度	雷の状況	
4	激しい雷	落雷が多数発生している。
3	やや激しい雷	落雷がある。
2	雷あり	電光が見えたり雷鳴が聞こえる。落雷の可能性が高くなっている。
1	雷可能性あり	現在は雷は発生していないが、今後落雷の可能性はある。

「発達した積乱雲の近づく兆し」とは…

以下のような状況になると、竜巻の発生するような発達した積乱雲が、あなたの周辺まで近づいている可能性があります。

- ◆ 真っ黒い雲が近づき、周囲が急に暗くなる。
- ◆ 雷鳴が聞こえたり、雷光が見えたりする。
- ◆ ヒヤッとした冷たい風が吹き出す。
- ◆ 大粒の雨や「ひょう」が降り出す。

2. 竜巻の影響評価及び対策(9/10)

(3)-1 飛来物発生防止対策(隣接事業所の飛来物源への対応)

隣接事業所に配置される飛来物源は、発電所構内とは異なり、管理のできないものであることから、発電所敷地内の防護対象施設に対し、隣接事業所からの飛来物*が到達する範囲を確認した。当該到達範囲に対して、飛来物源の配置防止措置(フェンス等の設置)による飛来物発生防止対策を行う。

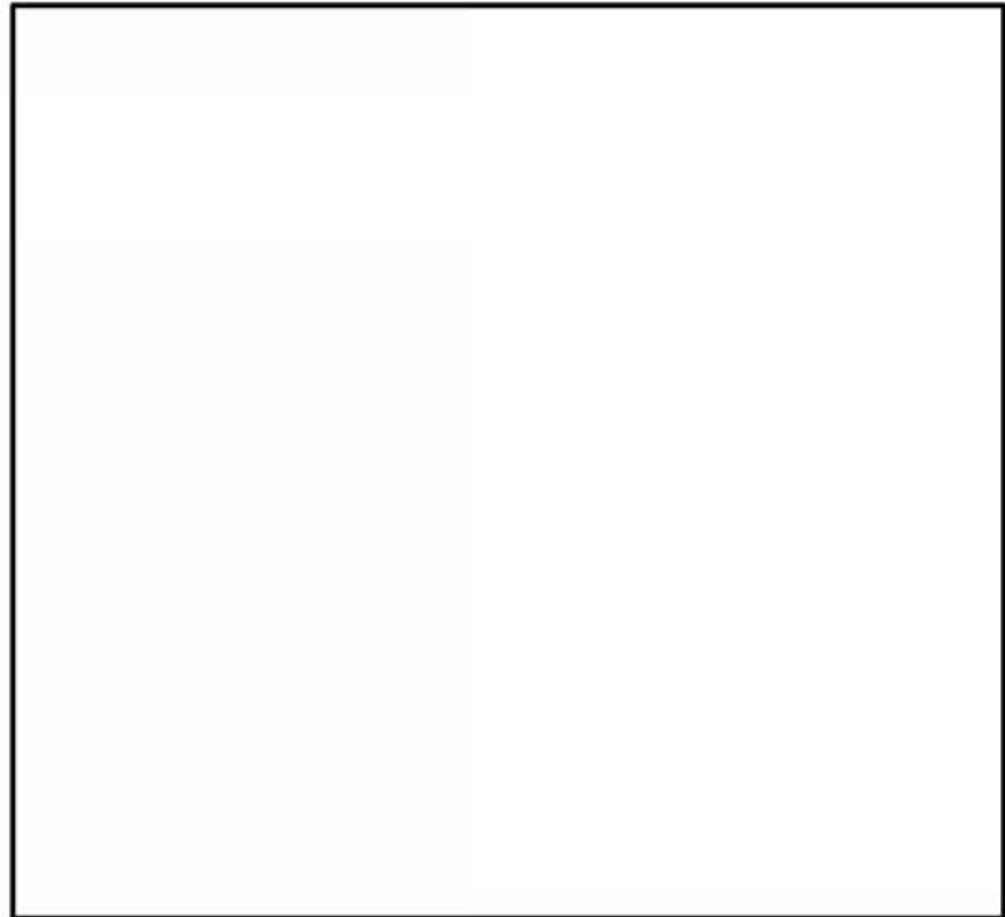
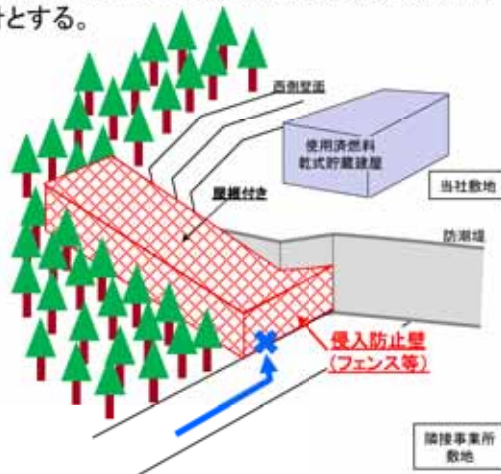
- * 隣接事業所の現場調査(現状の飛来物源調査、車両の通行状況、飛来物源の配置可否、標高)と防護対象施設との関係を考慮して、想定できる最悪ケースでの車両と車両以外として設定した飛来物源

●隣接事業所からの飛来物の考慮

飛来物源の配置防止措置

敷地南側の隣接事業所内植生管理エリアについては、物品の配置を防止するための措置(フェンス等の設置)を実施し、使用済燃料乾式貯蔵建屋西側壁面への飛来物の到達を防止する。

その他の隣接事業所敷地からの飛来物に対しては、到達の有無を考慮した上で、衝突する施設の機能が維持される設計とする。



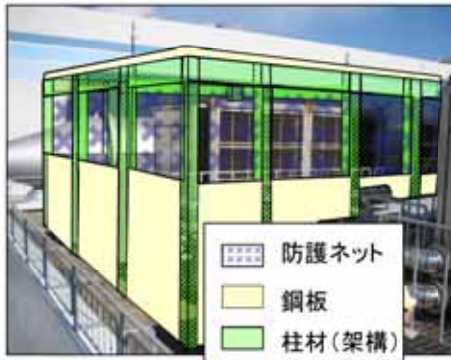
隣接事業所からの飛来物の到達範囲図

2. 竜巻の影響評価及び対策(10/10)

(3)-2 竜巻防護対策設備

防護対象施設や外殻となる建屋等に対して設計飛来物(鋼製材:角型鋼管)等が衝突しても、防護対象施設の機能を損なうことのないよう**防護対策設備(防護ネットや防護鋼板等)**を設置する。

主な竜巻飛来物防護対策イメージ



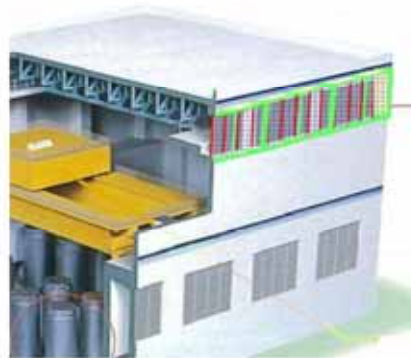
中央制御室換気系冷凍機



海水ポンプ室



原子炉建屋外側ブローアウトパネル



■ :車両防止柵
(東側壁面)
東側壁面の換気口は、隣接事業所からの飛来物(車両)を考慮して防護措置を行う

使用済燃料乾式貯蔵建屋 排気口

<その他の防護対策>

・ALC※パネル部の竜巻防護対策(RC壁、鋼板壁への置換)等

※:Autoclaved Lightweight aerated Concrete™
(高温高圧蒸気養生された軽量気泡コンクリート)

3. 火山の影響評価及び対策(1/8)

(1)原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象(1/2)

●原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

- 敷地を中心とする半径160kmの範囲に位置する第四紀火山※1 (32火山)から、**原子力発電所に影響を及ぼし得る13火山を抽出(右図及び下表)**

※1: 第四紀(約258万年前から現在までの期間)に活動した火山

●設計対応不可能な火山事象の影響

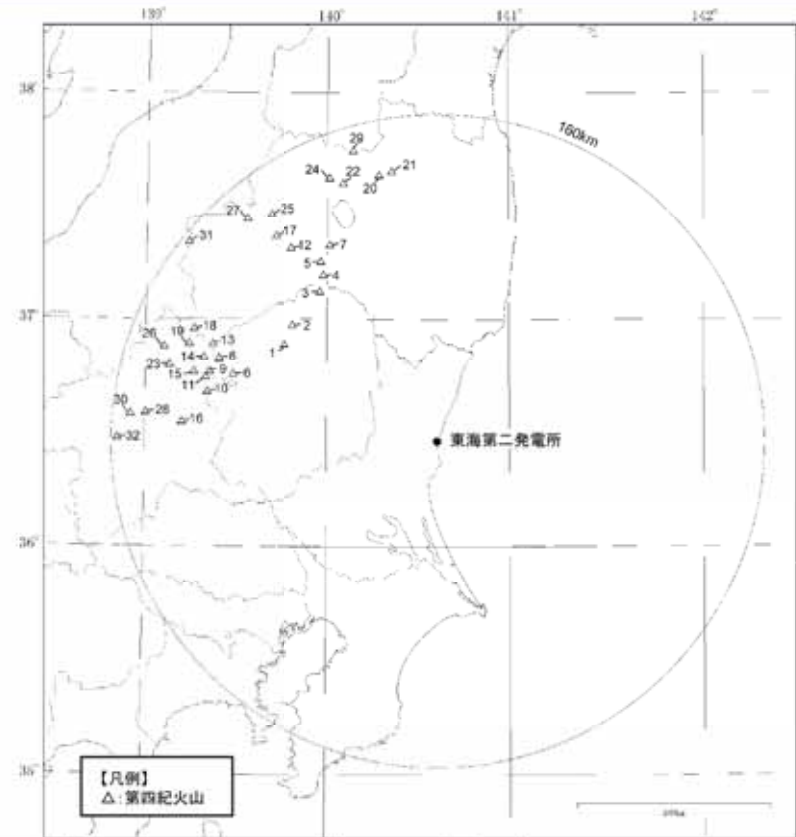
- 原子力発電所に影響を及ぼし得る13火山について、各火山の過去発生した**設計対応不可能な火山事象※2の到達範囲は、敷地から十分に離れていることから原子力発電所に影響を及ぼす事はないと判断**

※2: 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

●地理的領域内の火山による火山事象の影響

- 原子力発電所に影響を及ぼし得る13火山について、敷地周辺の地形の分布等から、**降下火砕物以外の火山事象※3が原子力発電所に影響を及ぼすことはないと判断**

※3: 火山性土石流, 噴石, 火山ガス, その他の火山事象



No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)	No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)	No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)	No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)	No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)
1	たかはらやま 高原山	88	7	あいつねのひきやま 金津布引山	109	13	きぬぬま 鬼怒沼	120	19	たいら アヤメ平	131	26	ならまた 奈良僕カルデラ	142
2	しおぼら 塩原カルデラ	90	8	ねなくみやま 根名草山	116	14	しろうだけ 四郎岳	122	20	あだたらやま 安達太良山	133	27	ぬまざわ 沼沢	143
3	なすだけ 那須岳	93	9	にっこうしらねさん 日光白根山	116	15	ぬまのかみやま 沼上山	124	21	さきもりやま 笹森山	133	28	こもりやま 子持山	145
4	とう 塔のへつりカルデラ群	99	10	すかいさん 皇海山	116	16	あかづきん 赤城山	127	22	ぼんたいさん 磐梯山	135	29	あづまやま 吾妻山	147
5	ふたまたやま 二岐山	104	11	すずがたけ 鋸ヶ岳	117	17	はかせやま 博士山	127	23	じょうしゅうほたかやま 上州武尊山	137	30	おのこやま 小野子山	150
6	おんたいいっによほろ 男体・女峰火山群	105	12	ひわだ 檜和田カルデラ	118	18	ひうちがたけ 燧ヶ岳	130	24	ねこまがたけ 猫魔ヶ岳	137	31	あさきだけ 浅草岳	156
									25	すなごほら 砂子原カルデラ	137	32	ほろなさん 榛名山	157

3. 火山の影響評価及び対策(2/8)



(1)原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象(2/2)

● 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出

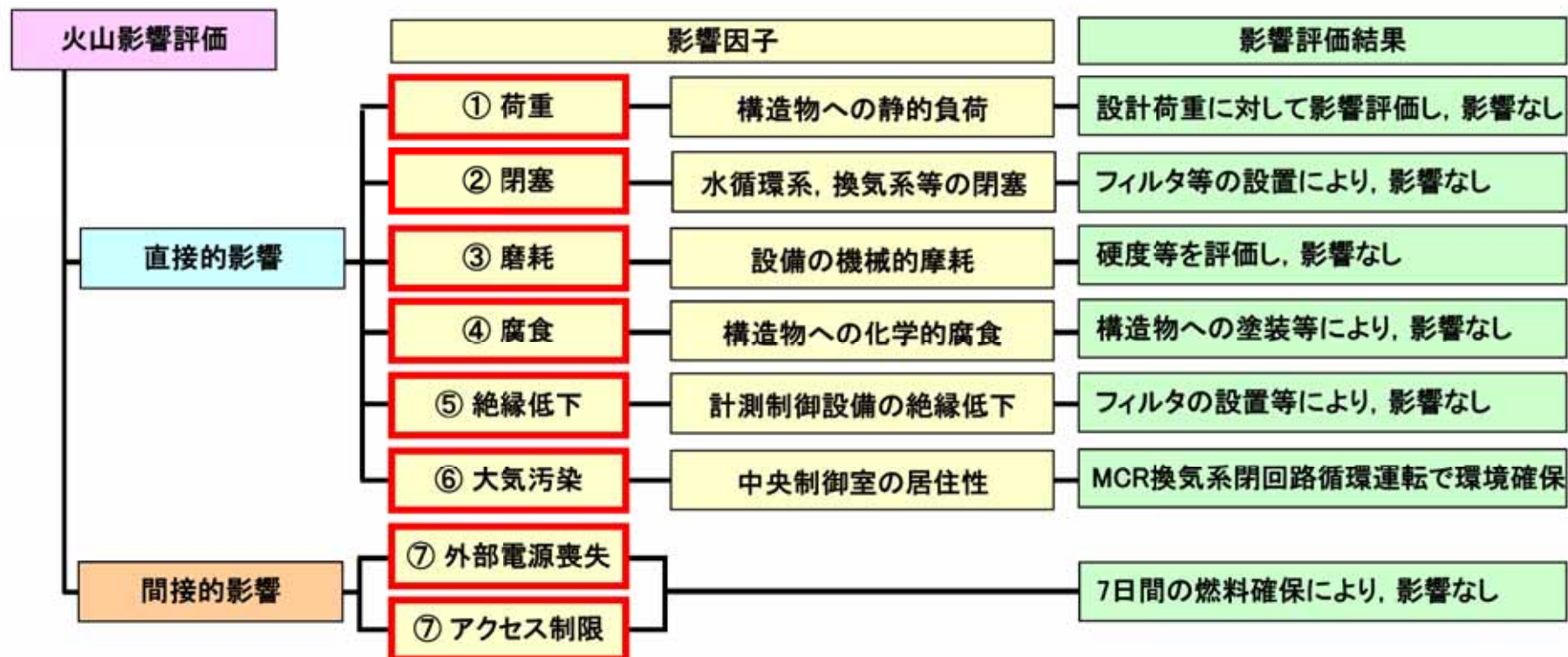
- 原子力発電所に**影響を及ぼし得る火山事象として、降下火砕物を抽出**
- 設計上考慮する降下火砕物として、層厚(50cm)、粒径(8mm)、密度(乾燥状態:0.3g/cm³、湿潤状態:1.5g/cm³)を設定(層厚は、文献調査・地質調査の結果からは40cm程度と評価されるが、降下火砕物シミュレーションによる保守性を考慮したパラメータスタディ(不確かさとして噴煙柱高度±5km、風速のバラつき±1σ、敷地方向への仮想風を考慮)から得られた最大層厚49cmも踏まえ、これらを総合的に判断し、設計上考慮する降下火砕物の層厚を50cmと設定)

3. 火山の影響評価及び対策(3/8)

(2) 施設への影響評価

➤ **建屋、設備に対して影響因子ごとに評価を行い、各施設の機能維持に影響がないことを確認**

- * これらの健全性を確認した各施設は固定された常設型のものであり、また屋内に内包する各設備は降下火砕物の堆積から保護され、その機能に期待できるため、降灰中に屋外配置の可搬設備(電源車やポンプ車)を移動させる事態には至らない。
- * 仮に50cmを超える様な降灰でも、評価上の裕度があり、また、機能を失うことがないように降灰中の除灰対応まで検討していく。



3. 火山の影響評価及び対策(4/8)

(3) 設備対策(1/2)

- 中央制御室換気系冷凍機

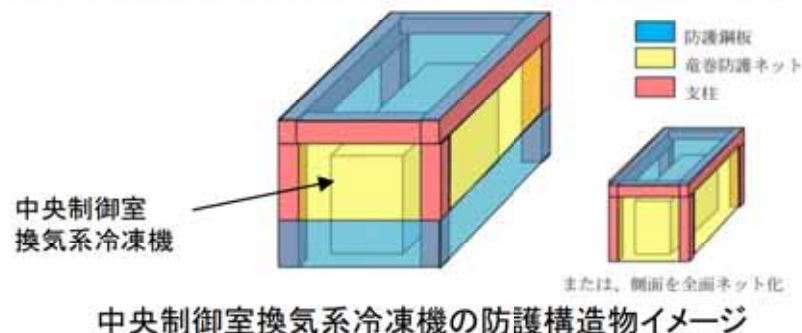
全体を防護する構造物を設置することで、降下火砕物が直接堆積しない設計とする。

- 非常用ガス処理系排気筒

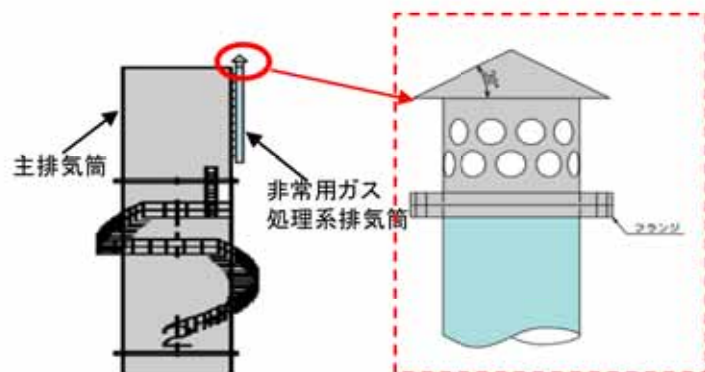
降下火砕物が堆積し難い形状の侵入防止対策を施すことで、降下火砕物の影響に対して機能を損なわない設計とする。

- 海水ストレーナ及び下流側機器

海水ストレーナのメッシュ径及び下流設備(DG空気冷却器, 格納容器雰囲気モニタリング系冷却器)の狭隘部を降下火砕物の最大粒径(8mm)以上に変更することで、閉塞しない設計とする。



中央制御室換気系冷凍機の防護構造物イメージ



非常用ガス処理系排気筒への侵入防止対策

海水ストレーナより下流の機器の伝熱管

機 器		伝熱管内径 (狭隘部)
非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用冷却器	空気冷却器	取替(8mm以上)
	潤滑油冷却器	13.6mm
	清水冷却器	13.6mm
	燃料弁冷却油冷却器	13.6mm
残留熱除去系熱交換器		20.4mm
RCIC, RHR, LPCS, HPCSポンプ室空調器		13.5mm
格納容器雰囲気モニタリング系冷却器		取替(8mm以上)

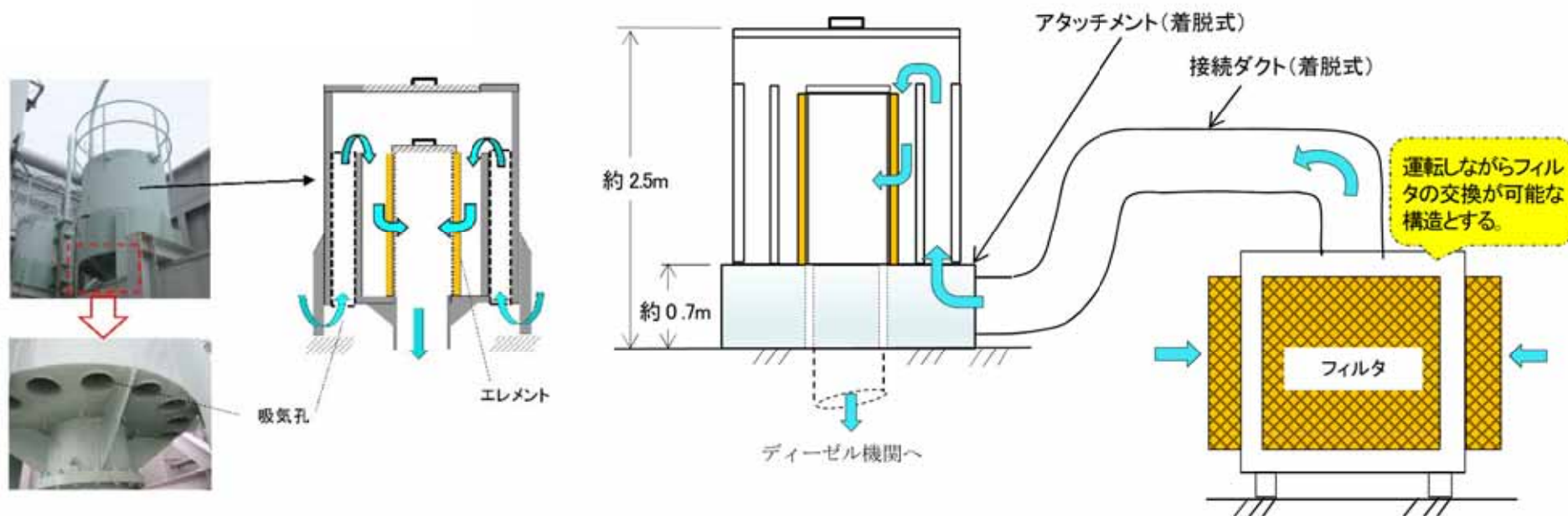
3. 火山の影響評価及び対策(5/8)

(3) 設備対策(2/2)

●火山影響発生時の非常用ディーゼル発電機の機能を維持するための対策

(実用発電用原子炉の設置, 運転等に関する規則の一部改正(平成29年12月14日)への対応)

- 降下火砕物の気中濃度を評価し, 気中降下火砕物濃度を $3.5\text{g}/\text{m}^3$ と定めた上で, 既設のエレメントの閉塞によって非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)が停止することを防止するため, **非常用ディーゼル発電機が運転中においても交換可能な着脱式フィルタを設置**



非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)吸気フィルタ(既設)へ着脱式フィルタを取付け

非常用ディーゼル発電機吸気口(既設)

着脱式改良型フィルタ設置イメージ

3. 火山の影響評価及び対策(6/8)

(4) 運用による対策(1/3)

- ・堆積した降下火砕物の除去

火山事象終息後速やか(30日以内)に原子炉建屋の屋根等の除灰を実施し、荷重を低減させる。

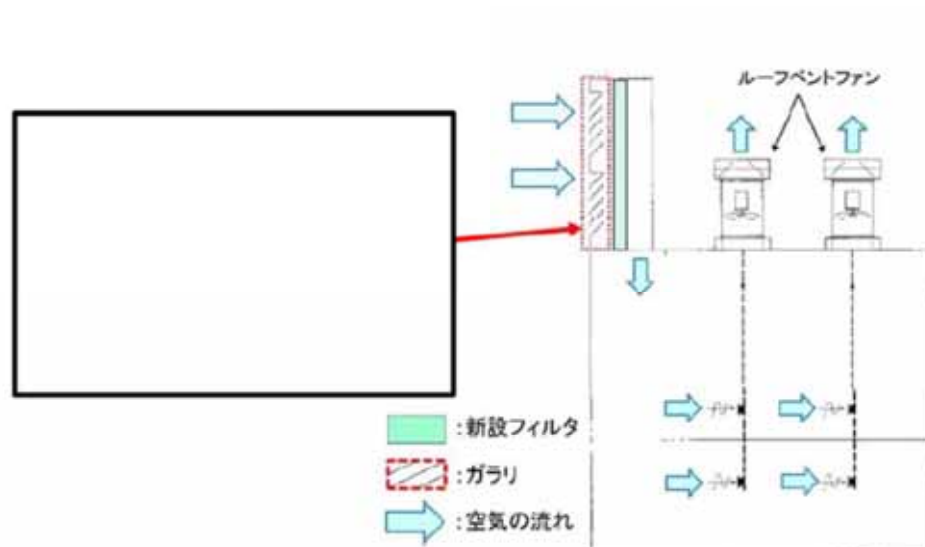
- ・換気空調設備(外気取入口)

吸気口のフィルタについて、必要に応じて清掃及び取り替えを実施。

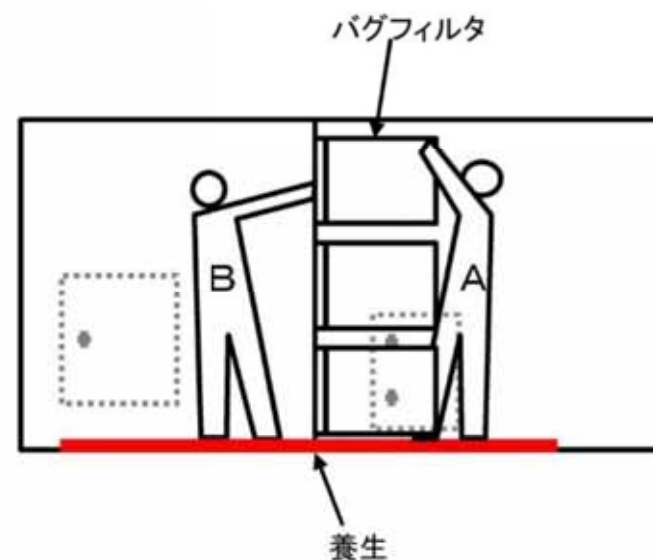
また、中央制御室換気空調系は、外気取入ダンパを閉止した閉回路循環運転も可能。

- ・非常用ディーゼル発電機吸気口

吸気口のフィルタについて、必要に応じて清掃及び取り替えを実施。(前頁参照)



(例)高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系



バグフィルタ取替作業イメージ

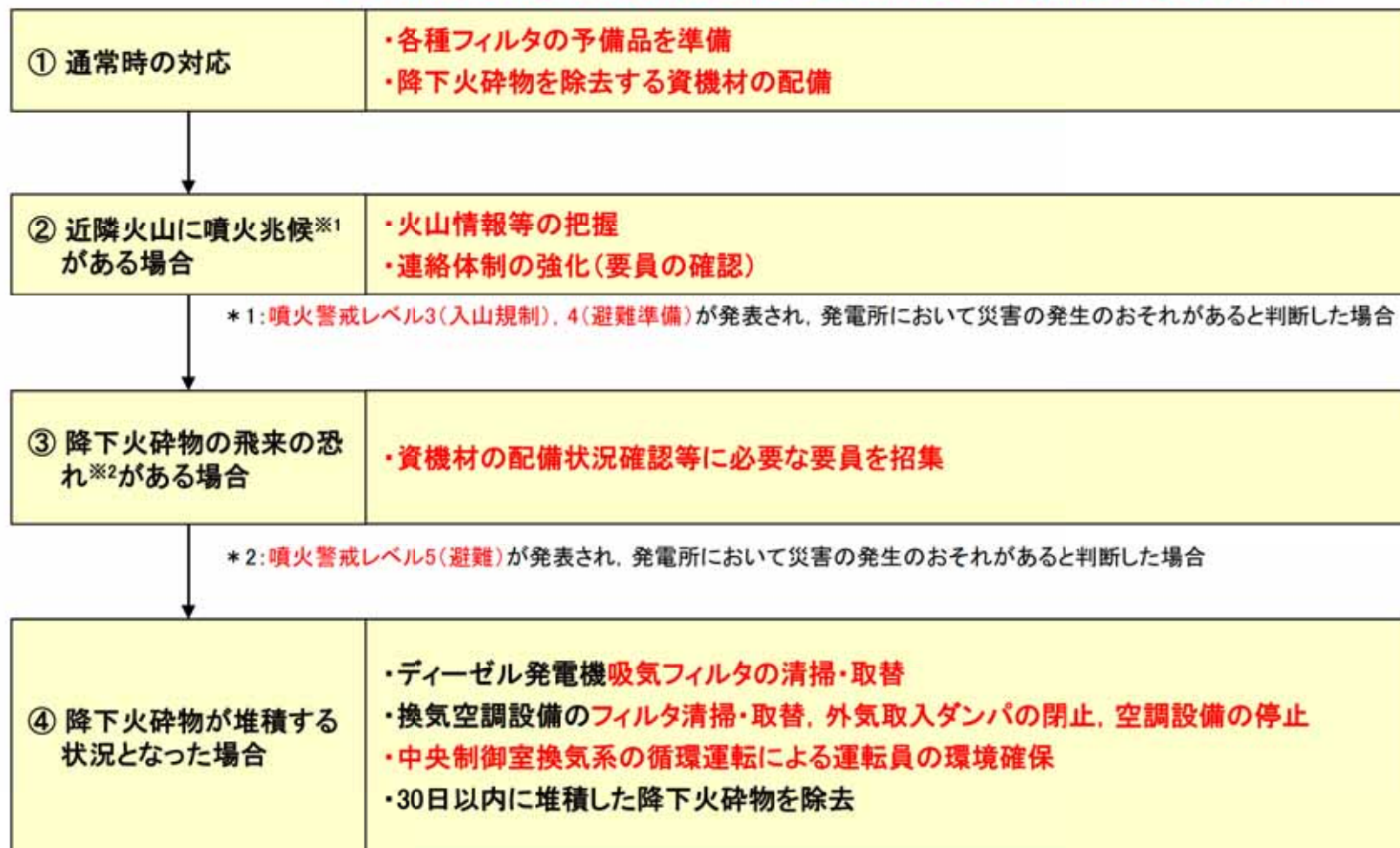
3. 火山の影響評価及び対策(7/8)



(4) 運用による対策(2/3)

●運用対策の実施フロー

- 降下火砕物への運用による対策はフローの通り段階的に実施
- 想定する火山において、噴火前に火山性微動の活動等の火山情報により事前の対策準備が可能



3. 火山の影響評価及び対策(8/8)

(4) 運用による対策(3/3)

●作業時の装備

➤降下火砕物環境下(D/Gフィルタ交換作業等)における装備

- ・火砕物の降下中での作業時は、**作業着を着用の上、ヘルメット、ゴーグル、マスク及び手袋を着用**する。また、作業性向上の観点で、昼夜を問わず**ヘッドライトを着用**する。さらに、降灰の状況により必要に応じて**雨合羽を着用**する。これらの設備は特別なものではなく、適宜交換が可能である。



➤除灰に関する装備

高濃度の降下火砕物環境下における作業時の装備(イメージ)

- ・建屋屋上の除灰時は**スコップ、土のう袋、集じんマスク、ゴーグル、ほうき等軽量の資機材を使用し、重機等の大きな荷重を伴う資機材は使用しない**。
- ・重機(ホイールローダー等)については、非常用D/Gをはじめとする「止める、冷やす、閉じ込める」ための常設設備の機能維持を図ることから、**火砕物の降下中においては、重機が必須となるような大規模な除灰作業を行う必要が生じる可能性は小さい**と考えているが、運用の必要性については今後詳細に検討する。
なお、火山事象終息後の除灰作業においては、必要に応じて使用することは可能。

4. 森林火災の影響評価及び対策(1/3)

(1) 森林火災の評価モデル(1/2)

● 発火点の設定

評価ガイドにある森林火災の想定に基づき、以下の発火点の設定方針を踏まえ、7発火点を設定

- 卓越風向(北、西北西)及び最大風速記録時の風向(南西、北東)が発電所の風上になる地点
- たき火等の人為的な火災発生原因が想定される地点

表 設定した発火点

発火点	場所	想定風向	人為的な火災発生原因
発火点1	国道245号沿いの霊園	西北西	霊園における線香等の裸火の使用と残り火の不始末を想定
発火点2	海岸沿い	北	バーベキュー及び花火の不始末等を想定
発火点3	県道284号沿い水田	西北西	火入れ・たき火等を想定
発火点4	海岸沿い	北	釣り人によるたばこの投げ捨て等を想定
発火点5	危険物貯蔵施設	南西	屋外貯蔵タンクからの火災が森林に延焼することを想定
発火点6	国道245号沿い	南西	交通量が多い交差点での交通事故による車両火災を想定
発火点7	海岸沿い	北東	釣り人によるたばこの投げ捨て等を想定

図 発火点と発電所の位置関係

4. 森林火災の影響評価及び対策(2/3)

(1) 森林火災の評価モデル(2/2)

● 森林火災シミュレーションコード(FARSITE)へ入力した植生データ

- 森林簿(東西南北12km)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・林齢にて細分化し10mメッシュで入力
- 発電所敷地周辺は、植生調査を実施し、入力データに反映

図 FARSITEへ入力した植生データ

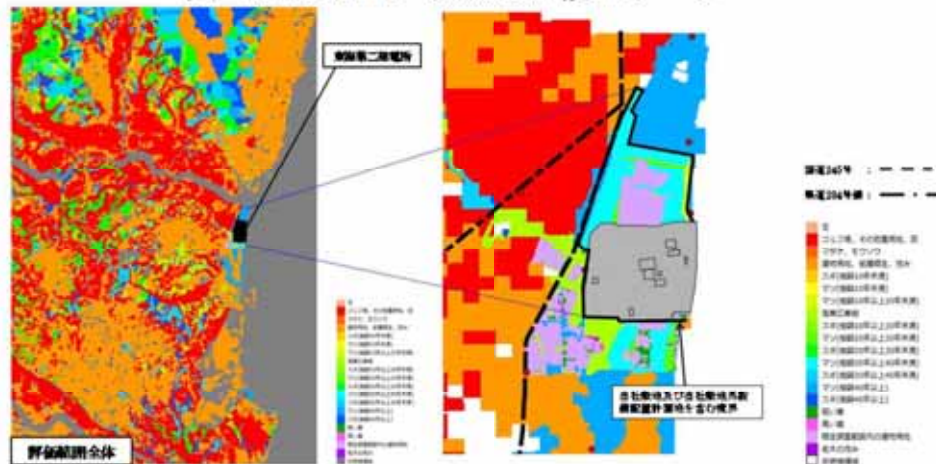


表 火災の防火帯突破率1%となる最小防火帯幅

風上に樹木がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係 (火災の防火帯突破率1%)

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」附属書A A-6



図 防火帯の設定

(2) 森林火災からの防護対策(1/2)

● 防火帯の確保

- 発電所内への森林火災の「延焼」を防ぐため防火帯(可燃物が無い带状の地域)を設置
- 森林火災シミュレーションコードFARSITEから算出した最大火線強度6,278kW/mに基づく必要幅(21.4m)に保守性を持たせた、幅が約23mの防火帯を設定
- 防火帯はすべて当社敷地内に設置し、駐車車両等の可燃物及び消火活動に支障となるものは原則として配置しない。

4. 森林火災の影響評価及び対策(3/3)

(2) 森林火災からの防護対策(2/2)

- 火災の到達時間に消火対応が可能であることの確認
 - FARSITE解析結果より, 発火点1の火災が**防火帯外縁に到達する最短時間は 0.2時間(約12分)**
 - 火災到達時間が最短となる発火点1から出火した森林火災が, 最短で発電所に到達する散水地点Aにおいて散水活動を行う。
 - **熱感知カメラ及び防火帯近傍へ屋外消火栓を設置することで, 出動準備から散水開始までの所要時間は11分で可能であることを確認**

表 各発火点における火災到達時間

発火点位置	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7
火災到達時間(hr)	0.2	4.0	0.7	6.0	2.9	1.1	0.7

- 温度評価結果が許容温度を下回ることの確認
 - 森林火災の「輻射熱」による発電所の施設の温度を評価
 - **発電所の施設の温度評価結果が許容温度を下回ることを確認**
 - 防潮堤の止水ジョイント部及び放水路ゲートは**内部への熱影響を防ぐため内側に断熱材を設置**
- 危険距離を上回る離隔距離の確保
 - 発電所の施設は, 危険距離(発電所内の施設を森林火災の「輻射熱」から防護するため必要となる距離)を上回る離隔距離を確保
 - 防潮堤を森林火災の輻射熱から防護するため, 隣接事業所の植生を管理

表 散水開始までの所要時間

項目	活動内容	活動に必要な所要時間(分)			
		0	10	20	30
火災発生		▽			
連絡・火災確認	火災情報を入手		▽		
消火活動準備	出動準備		□		
	消火活動場所までの移動			□	
消火活動開始	ホース展開・散水準備			□	
	防火帯への散水開始				▽

□: 訓練実績 □: 過去の実績等から想定した時間



図 発火点1の散水位置

5. 爆発の影響評価(1/2)

(1) 危険物貯蔵施設等の爆発

- ・ 高圧ガス漏洩、引火によるガス爆発を想定した場合において、発電所から約1.5kmの位置にあるLNG基地に対して危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ LNG基地のタンクは低温貯蔵型タンクであり、大規模なタンク破裂事象が発生しないため、タンクの爆発による飛来物の影響はないことを確認
- ・ 発電所敷地内にある屋外のガス貯蔵施設に対して危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認



図 発電所敷地内にある屋外のガス貯蔵施設



図 発電所と日立LNG基地の位置関係



図 発電所敷地から最も近い位置にある
高圧ガス貯蔵施設

※:400mは、LNG基地の爆発を想定した場合の危険限界距離373mから求めた保守的な影響範囲

5. 爆発の影響評価(2/2)

(2) 燃料輸送車両の爆発

- ・ 高圧ガス漏洩、引火によるガス爆発を想定した場合において、発電所敷地周辺道路を通行する最大規模の燃料輸送車両に対して危険限界距離(88m)以上の離隔距離(450m)を確保していることを確認
- ・ 大規模なタンク破裂事象が発生する加圧貯蔵型タンクを想定し、爆発飛来物の影響を評価した結果、防護すべき施設への影響はない(設計竜巻飛来物の影響に包絡される)ことを確認



図 評価対象施設と燃料輸送車両の位置関係

(3) 燃料輸送船の爆発

- ・ 高圧ガス漏洩、引火によるガス爆発を想定した場合において、LNG基地に入港する最大規模の燃料輸送船が、船舶の喫水と水深より、船底が海底とぶつかるためこれ以上進入しない、水深が□となる位置まで漂流してきたことを想定した条件で、危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ LNG基地に実際に入港する最大規模の燃料輸送船は低温貯蔵型タンクであるため、タンクの爆発による飛来物の影響はないことを確認



図 評価対象施設と燃料輸送船の位置関係

6. 近隣工場等の火災の影響評価(1/3)

(1) 危険物貯蔵施設の火災

- ・ 発電所から10km以内(敷地内を除く)に、第一類から第六類の危険物貯蔵施設(屋内貯蔵及び少量のものは除く)が約500カ所存在することを自治体への聞き取り調査から確認
- ・ 発電所に影響を及ぼす可能性がある危険物貯蔵施設を特定(右表のNo.1,6,11)し、特定した**危険物貯蔵施設の火災に対して危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認**

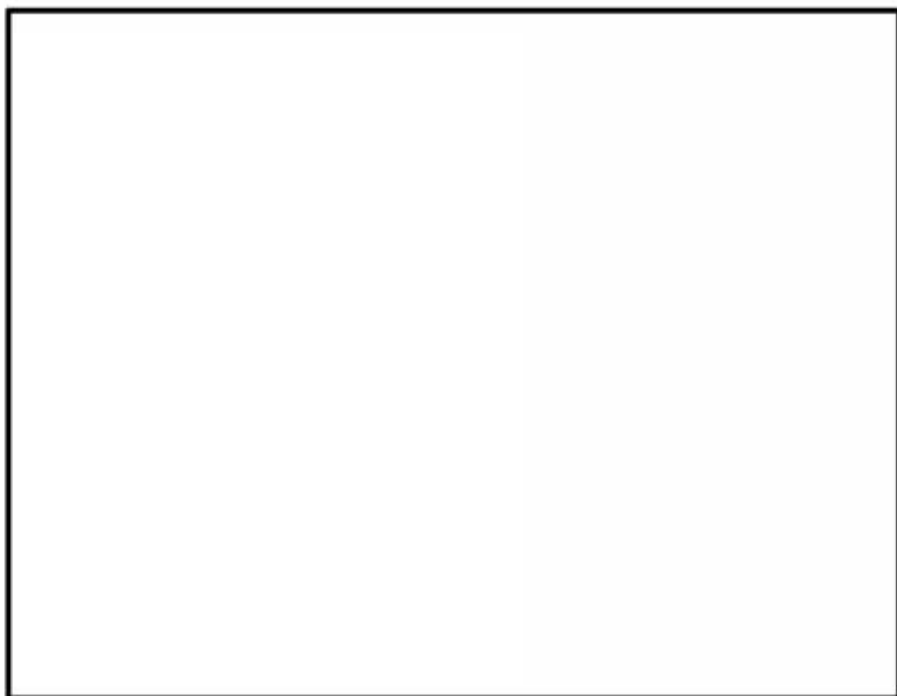


表 発電所周辺(東海村全域及び日立市の一部)に位置する危険物貯蔵施設一覧

施設区分	No.	事業所名	品名	数量(t)	容量が1,000L以内 ○ : 1,000L以内 △ : 1,000L超
屋外タンク貯蔵所 又は屋外貯蔵所	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
発電所	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				

※: 1,400mlは、石油コンビナートの大規模な危険物タンク火災を想定した場合の危険距離1,329mから求めた保守的な影響範囲

図 発電所周辺(東海村全域及び日立市の一部)に位置する危険物貯蔵施設

6. 近隣工場等の火災の影響評価(2/3)

(2) 燃料輸送車両の火災

- ・ 発電所敷地周辺道路を通行する最大規模の燃料輸送車両の火災に対して、危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認

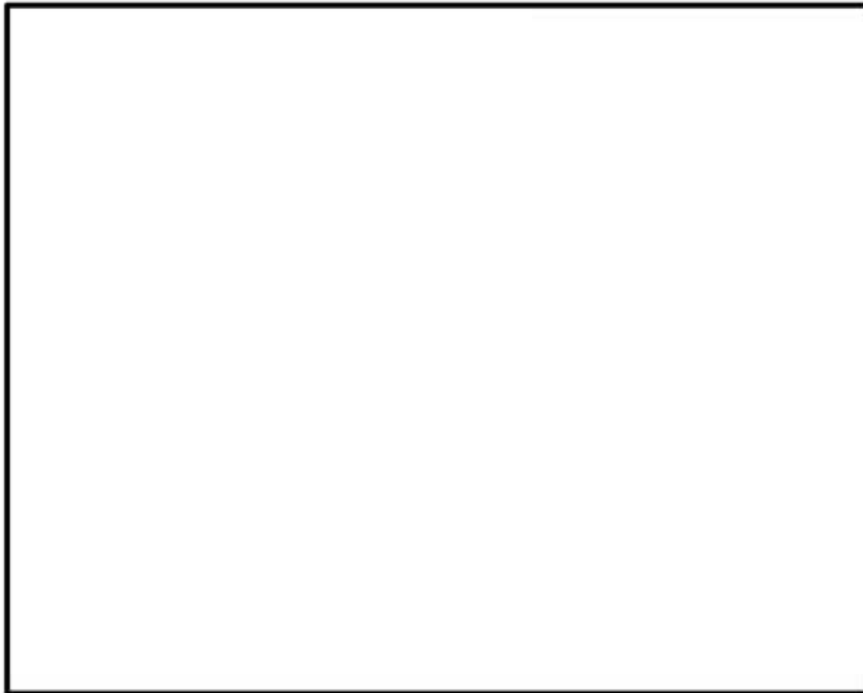


図 評価対象施設と燃料輸送車両の位置関係

(3) 燃料輸送船の火災

- ・ LNG基地に入港する最大規模の燃料輸送船の火災に対して、船舶の喫水と水深より、船底が海底とぶつかるためこれ以上進入しない位置で、危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ 発電所港湾内に入港する最大規模の定期船の火災に対して、危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認

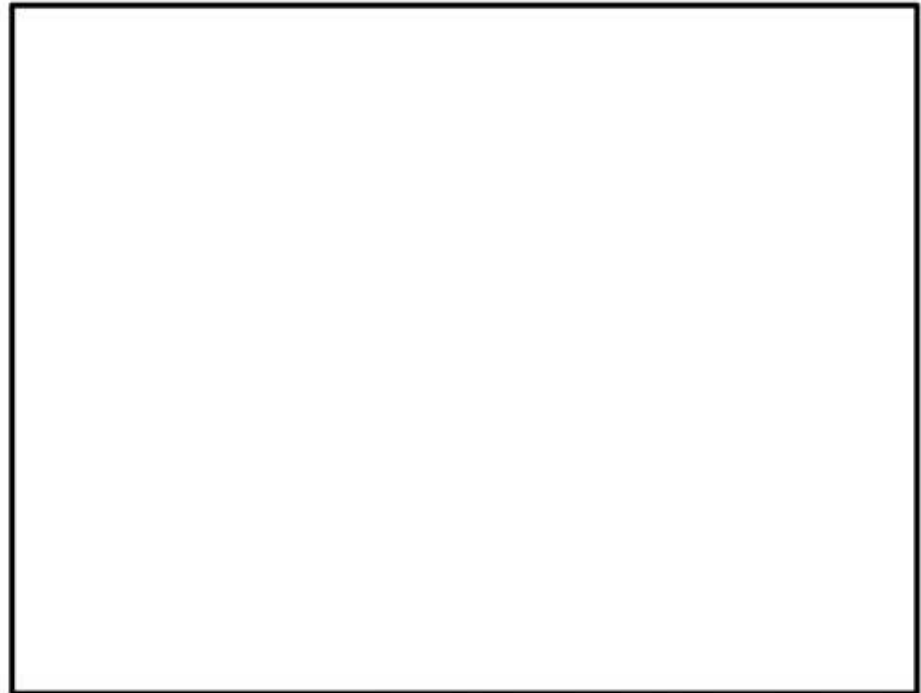


図 評価対象施設と燃料輸送船の位置関係

6. 近隣工場等の火災の影響評価(3/3)

(4) 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設の火災

- ・ 発電所敷地内に設置する**危険物貯蔵施設の火災**に対して**温度評価結果が許容温度を下回ることを確認**
- ・ 施設への火災影響が大きい危険物貯蔵施設については、**地下埋設等の対策を実施**(非常用ディーゼル発電機用軽油タンク及び重油貯蔵タンクの地下埋設化等)

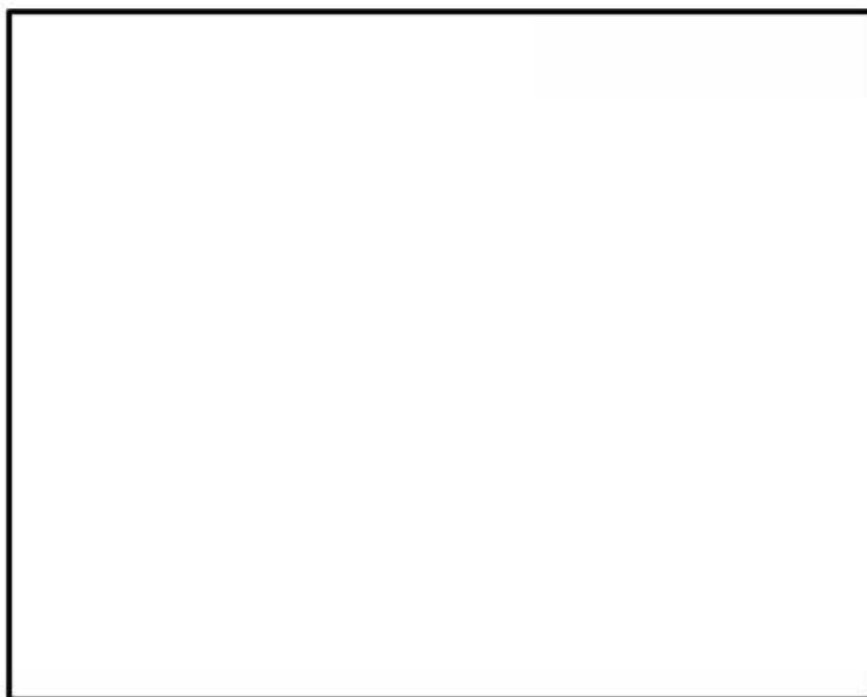


図 敷地内に設置する危険物貯蔵施設の位置関係

(5) 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設以外の火災

- ・ 発電所敷地内に設置する**危険物貯蔵施設以外で可燃物を内包する変圧器等の火災**に対して**温度評価結果が許容温度を下回ることを確認**
- ・ 施設への火災影響が大きい予備変圧器については、**移設を実施**
- ・ 燃料補充用のタンクローリ火災が発生した場合の影響については、**万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能**である体制であることから、**施設への影響はない**

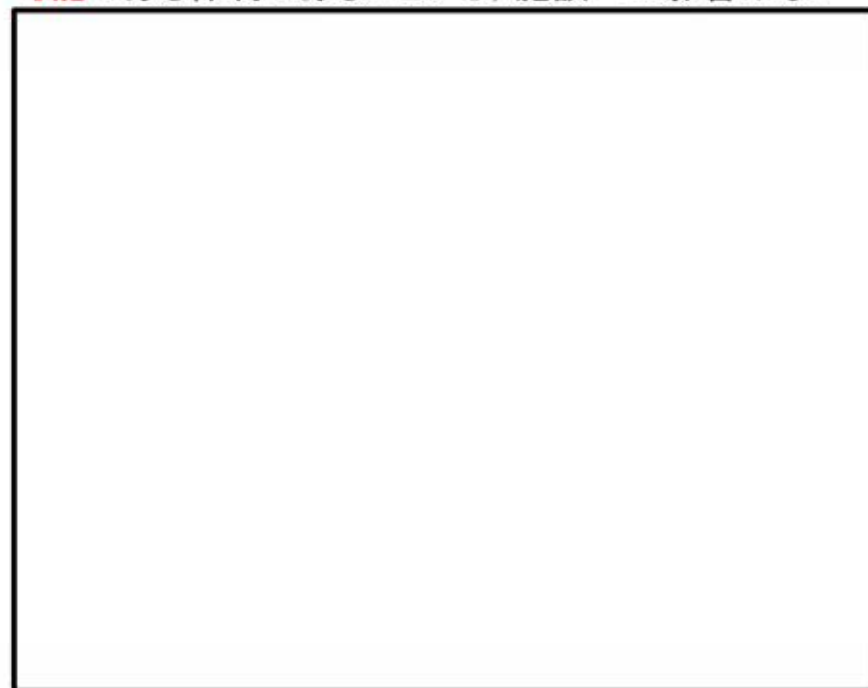
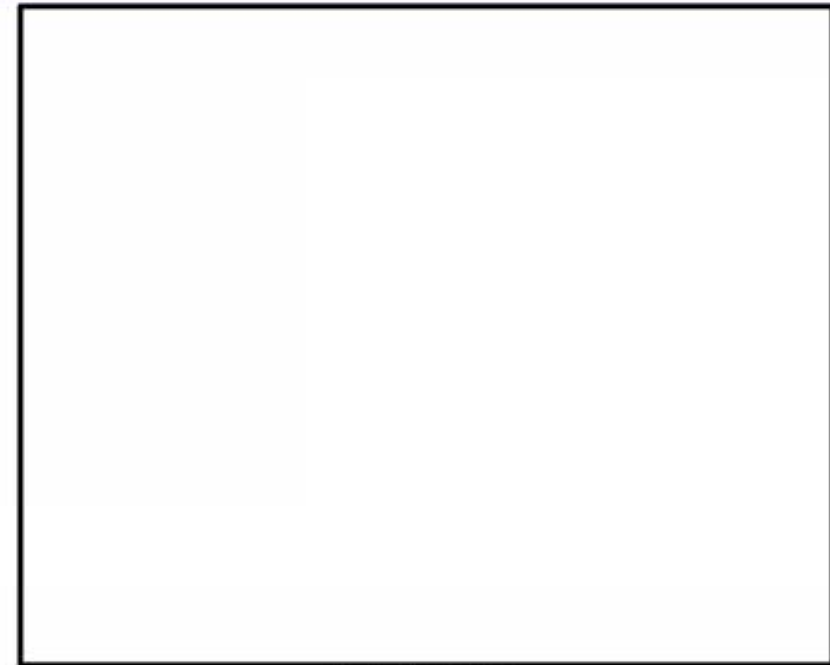


図 危険物貯蔵施設以外の火災源の位置関係

7. 航空機落下確率評価



- 過去の国内における航空機落下事故の実績をもとに航空機落下確率評価を実施し、航空機の衝突を設計上考慮するかどうかの判断基準である 10^{-7} 回/炉・年以下であることを確認
- なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能については、以下の理由から、使用済燃料乾式貯蔵建屋単独で評価を実施
 - 東海第二発電所の他の原子炉施設と安全機能が独立していること
 - 東海第二発電所の他の原子炉施設と設置場所が隔離されていること



評価対象施設

航空機落下確率評価結果

(単位:回/炉・年)

	1)計器飛行方式民間航空機の落下事故		2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3)自衛隊機又は米軍機の落下事故		合 計
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地-訓練空域間往復時の落下事故	
発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋を除く。)	約 3.98×10^{-9}	約 5.93×10^{-11}	約 1.37×10^{-8}	約 2.56×10^{-8}	約 4.14×10^{-8}	約 8.5×10^{-8}
使用済燃料乾式貯蔵建屋	約 1.80×10^{-9}	約 4.30×10^{-11}	約 9.95×10^{-9}	約 1.86×10^{-8}	約 3.00×10^{-8}	約 6.1×10^{-8}

※ 使用済燃料乾式貯蔵建屋の実際の面積(水平面積:約 0.0014km^2 , 投影面積:約 0.0019km^2)は 0.01km^2 未満であるが、航空機落下確率の評価基準に従い、保守的に標的面積を 0.01km^2 として評価している。

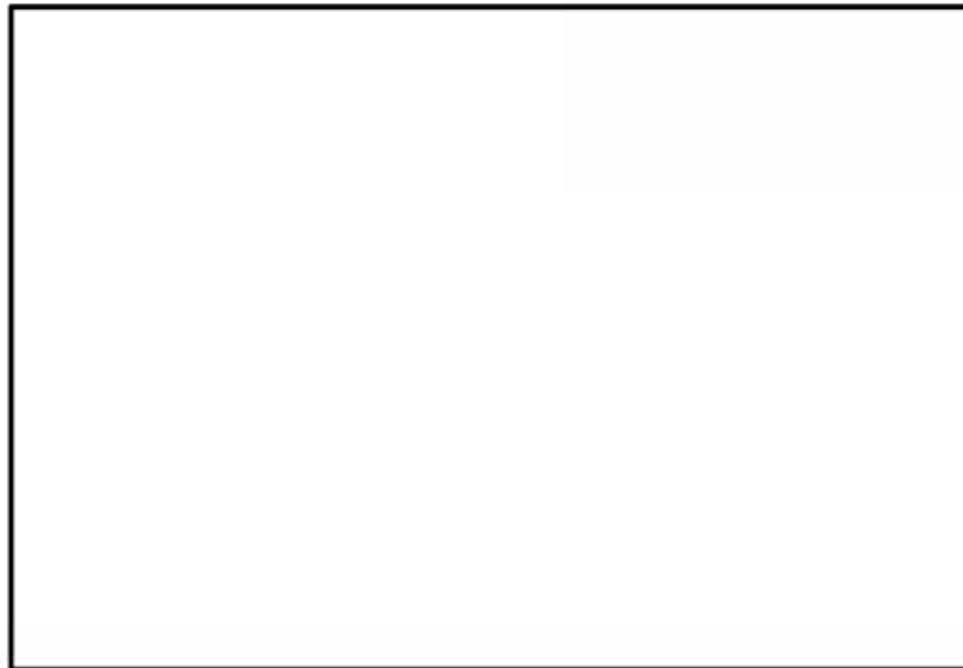
このため、使用済燃料乾式貯蔵建屋の航空機落下確率については、実態より大きな確率値として評価されており、結果として発電用原子炉施設(水平面積:約 0.0138km^2 , 投影面積:約 0.0221km^2)の航空機落下確率と近い値になっている。

8. 航空機墜落による火災の影響評価

- 航空機墜落による火災の温度評価が最も厳しくなるカテゴリは、**自衛隊機又は米軍機の「基地-訓練空域間往復時」**で、機種は**F-15**であることを特定
- 航空機落下確率評価をもとに、**想定する航空機墜落によって発生する火災に対して温度評価結果が許容温度を下回ることを確認**
- **敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落火災との重畳に対しても温度評価結果は許容温度を下回ることを確認**



基地-訓練空域間往復時の落下事故に対する
発電用原子炉施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋を除く。)の離隔距離



重畳評価で想定する火災源の位置関係



基地-訓練空域間往復時の落下事故に対する
使用済燃料乾式貯蔵建屋の離隔距離

○竜巻への対応

- ・過去に発生した竜巻による最大風速，竜巻検討地域内の竜巻データを用いたハザード曲線から，設計竜巻(最大風速100m/s)を設定し，設計竜巻による「風圧力による荷重」「気圧差による荷重」「設計飛来物等による衝撃荷重」に対して，**竜巻防護対策設備の設置等の設備対策，構内車両の退避等の運用による対策によって，安全施設の安全機能が損なわれない設計とする。**

○火山への対応

- ・文献調査，地質調査，保守性を考慮したシミュレーションによる検討結果から，想定する降下火砕物(堆積厚50cm，密度0.3g/cm³～1.5g/cm³，粒径8mm)を設定し，「構造物への静的荷重」等の影響因子に対して，**堆積荷重に対する影響評価，降下火砕物侵入防止対策の設置等の設備対策，資機材を確保しフィルタ清掃を行う等の運用による対策によって，安全施設の安全機能が損なわれない設計とする。**

○外部火災への対応

- ・森林火災に対して，シミュレーションから火線強度等のパラメータを算出し，**防火帯(約23m)を設置し安全施設の安全機能が損なわれない設計とする。**また，万が一の敷地内への延焼防止を目的として，防火帯付近に予防散水を行うことで対応する。
- ・その他の外部火災に対して，**影響評価を行い安全施設の安全機能が損なわれないことを確認した。**

○その他の外部事象への対応

- ・各事象に設定した設計基準値等に対して，**影響評価を行い安全施設の安全機能が損なわれないことを確認した。**

○今後の外部事象への対応

- ・**最新のデータ・知見をもって気候変動等の影響を注視し，対策が必要な場合は柔軟に対応していく。**

(補足説明資料 外部事象の評価及び対策について)

補足説明資料 目 次

1. 外部事象の影響評価及び対策	53
2. 竜巻の影響評価及び対策	82
3. 火山の影響評価及び対策	85
4. 森林火災の影響評価及び対策	133
5. 爆発の影響評価	144
6. 近隣工場等の火災の影響評価	163
7. 航空機墜落による火災の影響評価	174
8. 外部事象へのソフト面による対応	185
9. 近隣の原子力施設の事故影響	196

(補足説明資料 1. 外部事象の影響評価及び対策)

1. 外部事象の影響評価及び対策(1/28)

1-1 想定される外部事象に対する影響評価(洪水)

【影響評価結果】

・発電所敷地の北側の久慈川水系がおおむね100年に1回程度起こる大雨により氾濫するとしても、洪水ハザードマップ及び浸水想定区域図によると、最大で約EL.7mに達するが、発電所敷地内に浸入するルートとして考えられる発電所構内進入道路への入口はEL.15mに位置しており発電所に影響が及ばないこと及び新川の浸水は丘陵地を遡上しないことから、洪水による発電所敷地への影響はない。

- ①国道245号線は、北側より進入道路に向かって上り勾配であり、進入道路入口ではEL.15m以上である。
- ②国道245号線の西側のうち発電所進入道路入口より北側は、水田(浸水想定区域)であり、EL.5m以下の低地である。進入道路入口より南側はEL.15m以上であり、かつ浸水想定区域より発電所に向かって下り勾配となる箇所がない。



1-2 想定される外部事象に対する影響評価(風(台風))

【影響評価結果】

- ・建屋内の外部事象防護対象施設は、**30m/sの風(台風)に対する風荷重が作用した場合における当該建屋の健全性を確認し、安全機能を損なわないことを確認した。**
- ・屋外の外部事象防護対象施設は、**30m/sの風(台風)に対する風荷重が作用した場合における当該設備の健全性を確認し、安全機能を損なわないことを確認した。**
- ・**台風の発生に伴う飛来物の影響は、竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されており、安全施設の安全機能を損なわないことを確認した。**

【設計基準風速の設定】

設計基準風速は、規格・基準類及び観測記録を参照し設定する。

①規格・基準類

建築基準法施行令第87条によると、地域ごとに定められた基準風速の風荷重に対する設計が要求されており、東海村の基準風速は30m/s(地上高10m, 10分間平均風速)である。

②最寄りの気象官署の観測記録

気象庁の気象統計情報における風速の観測記録によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方气象台(水戸市)で観測された観測史上1位の最大風速は下記のとおりである。

水戸市:最大風速 28.3m/s(1961年10月10日, 統計期間1897年1月~2012年3月)

最大瞬間風速 44.2m/s(1939年8月5日, 統計期間1937年1月~2012年3月)

設計基準風速の設定に当たっては、最大風速を採用することにより、その風速の1.5倍~2倍程度の最大瞬間風速を考慮することになること、建築基準法では最大瞬間風速等の風速変動による影響を考慮した係数を最大風速に乘じ風荷重を算出することが定められていることから、設計基準風速としては最大風速を設定する。

設計基準風速は、地域性を考慮した上で、建築基準法に準拠した東海村の基準風速である30m/s

1-3 想定される外部事象に対する影響評価(凍結)

【影響評価結果】

- ・屋内に設置されている外部事象防護対象施設は、**建屋内は換気空調設備等の運転により、極端な低温にさらされることなく、安全機能が維持可能**である。
- ・建屋外に設置されている凍結のおそれのある外部事象防護対象施設は、**保温材等による凍結防止対策を必要に応じて行うことにより、最低気温が-12.7℃に到達する環境において安全機能を損なわない設計とする。**

【設計基準凍結温度の設定】

設計基準凍結温度は、観測記録を参照し設定する。

①最寄りの気象官署の観測記録

気象庁の気象統計情報における低温の観測記録によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台(水戸市)で観測された観測史上1位の最低気温は下記のとおりである。

水戸市:最低気温-12.7℃(1952年2月5日,統計期間1897年1月~2012年3月)

設計基準凍結温度は、最寄りの気象官署での観測記録より、**-12.7℃**

1. 外部事象の影響評価及び対策(4/28)



1-4 想定される外部事象に対する影響評価(降水)(1/2)

【影響評価結果】

- ・雨量強度127.5mm/sの排水能力をもつ一般排水路を設置することで、雨水は遅滞なく海域に排水可能であり、敷地内は浸水しない(一般排水路の排水能力を次頁に示す。)

【設計基準降水量の設定】

設計基準降水量は、規格・基準類及び観測記録を参照し設定する。

①規格・基準類

降水に対する排水施設の規格・基準として、森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」(平成28年4月茨城県)及び茨城県宅地開発関係資料集《技術基準及びその他編》(監修 茨城県土木部都市局建築指導課、一般社団法人 茨城県建築士会発行)により雨量強度を算出した。

- ・「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」によると、排水施設の設計雨量強度は、単位時間内の10年確率で想定される雨量強度となる。
- ・雨量強度は、「茨城県宅地開発関係資料集」を用いて算出することとする。東海村の雨量強度を算出する降雨強度曲線は「水戸」であり、そのうち、10年確率降雨強度式は以下となる。(降雨強度と雨量強度は同義である。)

$$r=1765/(T^{3/4}+8.22)$$

r:降雨強度

T:流達時間(発電所敷地内は10分とした)

この10年確率降雨強度式より、東海第二発電所の雨量強度は127.5mm/hと算出した。

②最寄りの気象官署の観測記録

気象庁の気象統計情報における降水量の観測記録(第5-1表)によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台(水戸市)で観測された観測史上1位の最大1時間降水量は下記のとおりであり、設計基準降水量に包絡される。

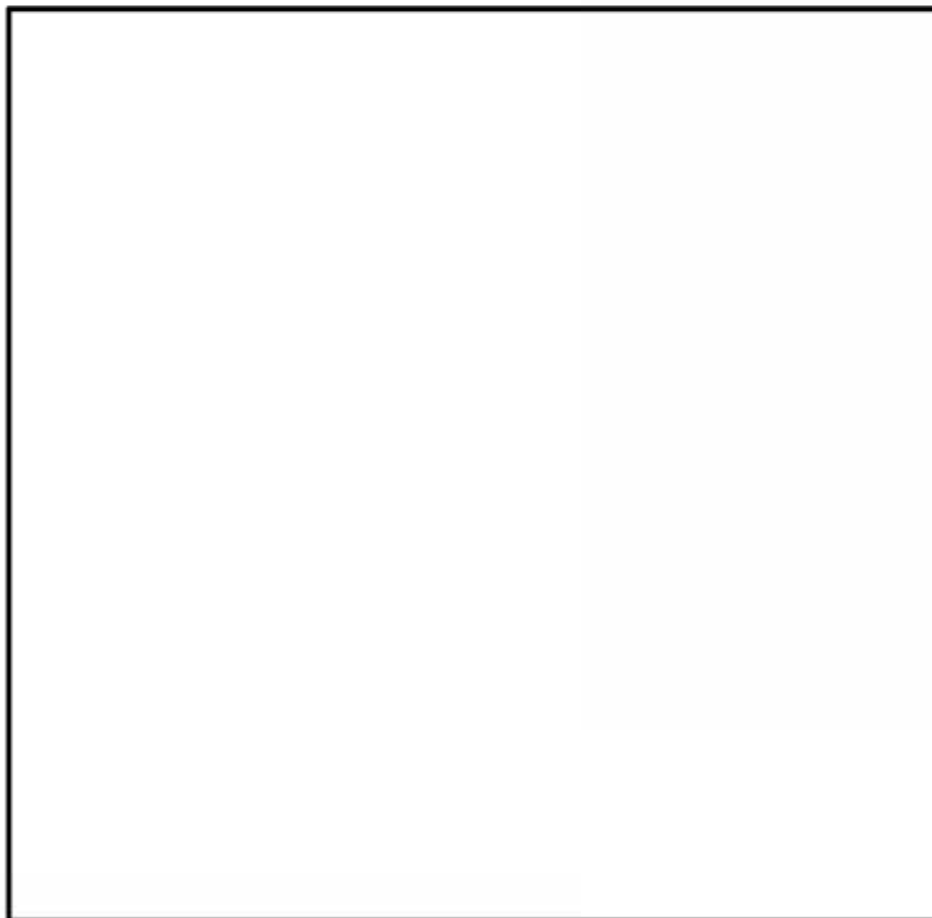
水戸市:最大1時間降水量81.7mm/h(1947年9月15日、統計期間1906年1月~2012年3月)

設計基準降水量は、地域性を考慮した上で、127.5mm/h

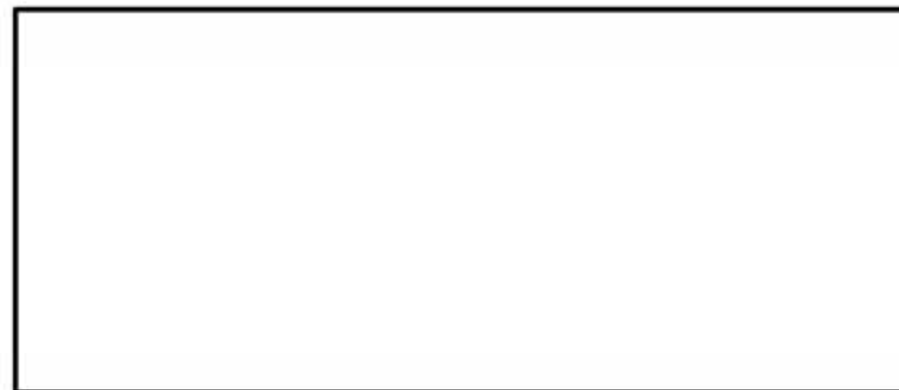
1-4 想定される外部事象に対する影響評価(降水)(2/2)

雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果

集水域	集域面積 A (ha)	雨水流出量 Q ₁ (m ³ /h)	流末	流末排水量※ Q ₂ (m ³ /h)	判定 (Q ₁ < Q ₂)
①	14.5	約16,200	①-1	約20,700	○
			①-2	約 8,760	
②	18.7	約18,900	②	約21,800	○
③	8.56	約9,900	③-1	約 3,900	○
			③-2	約11,600	
④	0.92	約 1,060	④	約 1,100	○
⑤	2.81	約 3,230	⑤	約12,000	○



集水域及び流末位置



流末排水路構造図

1-5 想定される外部事象に対する影響評価(積雪)

【影響評価結果】

- ・建屋内の外部事象防護対象施設は、積雪30cmの荷重が作用した場合における当該建屋の健全性を確認し安全機能を損なわないことを確認した。
- ・屋外の外部事象防護対象施設は、積雪30cmの荷重が作用した場合における当該設備の健全性を確認し、安全機能を損なわないことを確認した。
- ・外気取入口等の高さが設計基準積雪量に対して高い位置に設置してあることから、閉塞によって安全機能を損なわないことを確認した。

【設計基準積雪量の設定】

設計基準積雪量は、規格・基準類及び観測記録を参照し設定する。

①規格・基準類

建築物については建築基準法及び同施行令第86条第3項に基づく茨城県建築基準法等施行細則において、地域ごとに垂直積雪量が定められており、東海村においては、30cmである。

②最寄りの気象官署の観測記録

気象庁の気象統計情報における積雪の観測記録によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台(水戸市)で観測された観測史上1位の月最深積雪は下記のとおりである。

水戸市:月最深積雪32cm(1945年2月26日,統計期間1897年1月~2012年3月)

設計基準積雪量は、地域性を考慮した上で、建築基準法に準拠した東海村の垂直積雪量である30cm

1-6 想定される外部事象に対する影響評価(落雷)

【影響評価結果】

- ・原子炉建屋等に**避雷設備を設置**するとともに、**避雷設備の接地極を構内接地網と接続し接地抵抗を下げる等の対策を実施**しており、影響を受けにくい設計としている。
- ・プラントトリップ機能等を有する安全保護回路への雷サージについては、**ラインフィルタ及び絶縁回路の設置、鋼製筐体や金属シールド付信号ケーブルを採用し、雷サージ電圧の侵入を抑制している**ことから影響を受けにくい。
- ・重要安全施設は、**JEC210-1981「低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準」に基づいた耐力を有している**。
- ・主排気筒については**接地を構内接地網に接続し、接地抵抗を低減**しており、影響を受けにくい設計としている。
- ・海水系ポンプについては、別途竜巻対策により設置する**防護ネット等によって遮蔽され、防護ネット等が接地網へと接続されている**ため、影響を受けにくい設計としている。

【設計基準雷撃電流の設定】

設計基準雷撃電流は、規格・基準類及び観測記録を参照し設定する。

①規格・基準類

原子力発電所における耐雷設計の規格・基準として、電気技術指針JEAG4608(2007)「原子力発電所の耐雷指針」では、以下のように規定している。

- (1)電力設備の避雷設備の設計について、電力中央研究所報告T40(1996)「発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」を参照し、275kV発電所における送電線及び電力設備に対し、100kAを想定雷撃電流として推奨している。
- (2)建築物等の避雷設備に関して、消防法通知(危険物の規則に関する規則の一部を改正する省令等の施行について、消防危第14号、平成17年1月14日)に基づく原子力発電所の危険物施設の保護レベルを採用した場合、JIS Z 9290-4(2009)「建築物内の電気及び電子システム」においては、最大雷撃電流値は、150kAと規定されている
- (3)JEAG4608(2007)において参照しているIEC/TS61662(1995)「Assessment of the risk of damage due to lightning」においては、確率によりリスク評価を行っていることを踏まえ、東海第二発電所で、年超過頻度が 10^{-4} /年値となる雷撃電流値を観測値から算出した結果、年超過頻度が 10^{-4} /年値となる雷撃電流値は400kAとなる。

②観測記録

雷撃電流の観測記録は全国観測ネットワーク(JLDN[※])により観測された落雷データを用いた。東海第二発電所構内敷地面積を包絡する標的面積4km²の範囲において1998年8月21日から2017年11月30日(約19年間)で観測された、最大雷撃電流値は131kAである。

※ JLDN(Japan Lightning Detection Network)：落雷時に放出される電磁波を全国に設置された落雷位置標的システムを用いて落雷位置や雷撃電流の大きさを観測するネットワーク。

設計基準雷撃電流は、JEAG4608に基づき、400kA

1-7 想定される外部事象に対する影響評価(生物学的事象)

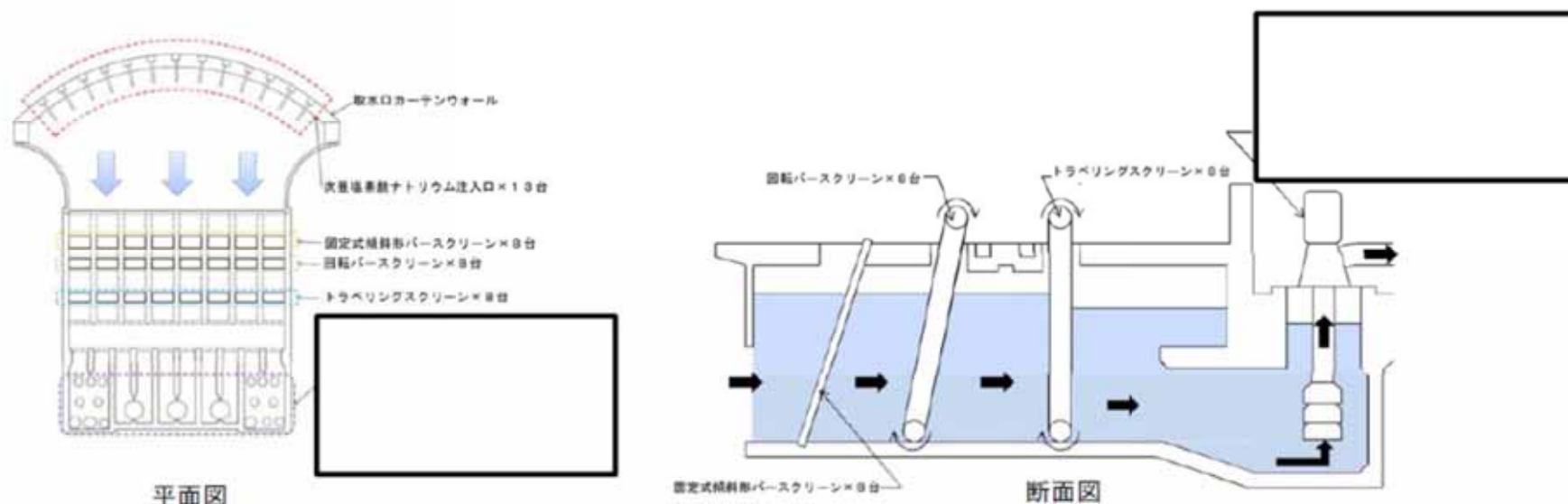
【影響評価結果】

○海生生物等の発生に対する防護対策

- ・トラベリングスクリーン等により海生生物等を捕獲、除去することで、海水ポンプの取水性を維持可能である。
- ・除塵装置運転後においても、スクリーン前後の水位差が大きくなる場合は、取水量の調整及び発電機出力を抑制する。さらに、水位差の回復が困難な場合又は復水器真空度の悪化が継続し主タービンパラメータに異常な変化が確認された場合は、プラントを停止する。
- ・除塵装置を通過する貝等の海生生物についても、海水ストレーナにより残留熱除去系熱交換器等への影響を防止可能である。

○小動物の侵入に対する防護対策

- ・屋外設置の端子箱内へのケーブル貫通部等の閉止処置により侵入を防止している。



固定式傾斜形バースクリーン、回転バースクリーン、トラベリングスクリーン概略図

1. 外部事象の影響評価及び対策(9/28)



1-8 想定される外部事象に対する影響評価(高潮)

【影響評価結果】

- ・敷地高さ(T.P.+3.3m)以上に安全施設を設置することで、安全機能を損なわない設計とする。

【設計基準潮位の設定】

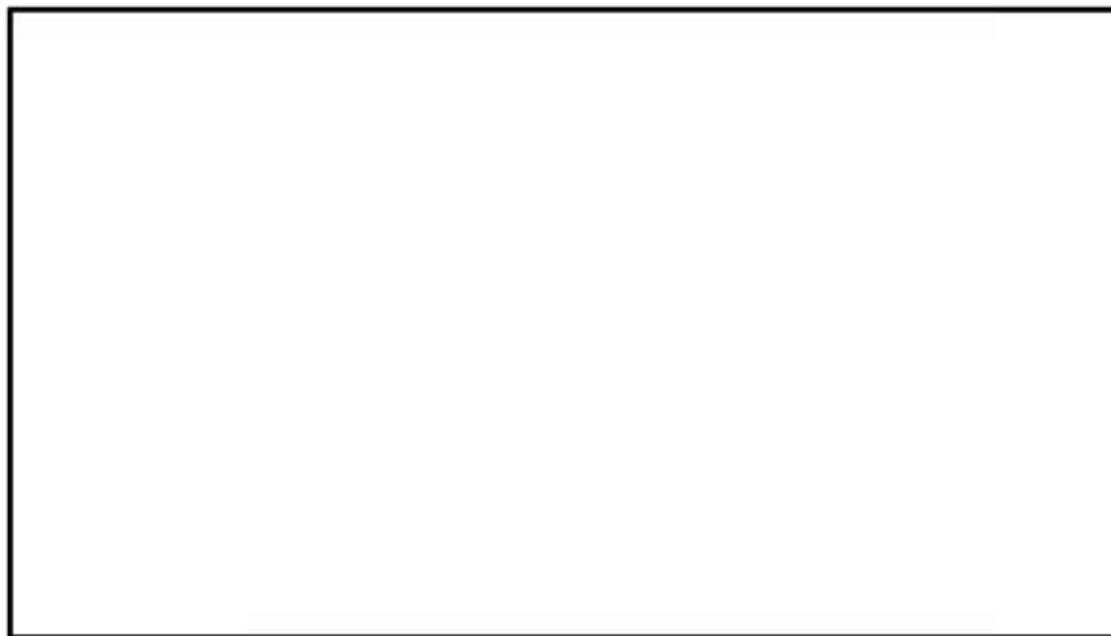
設計基準潮位は、観測記録を参照し設定する。

①最寄りの観測地点の観測記録

東海第二発電所の最寄りの観測地点である茨城港日立港区で観測された最高潮位は下記のとおりである。

茨城港日立港区:最高潮位:TP.+1.46m(1958年9月27日), 朔望平均満潮位TP.+0.61m

設計基準潮位は、最寄りの観測地点での観測記録より、TP. +1.46m



東海第二発電所 発電所敷地高さ

1-9 想定される外部事象に対する影響評価(ダムの崩壊)

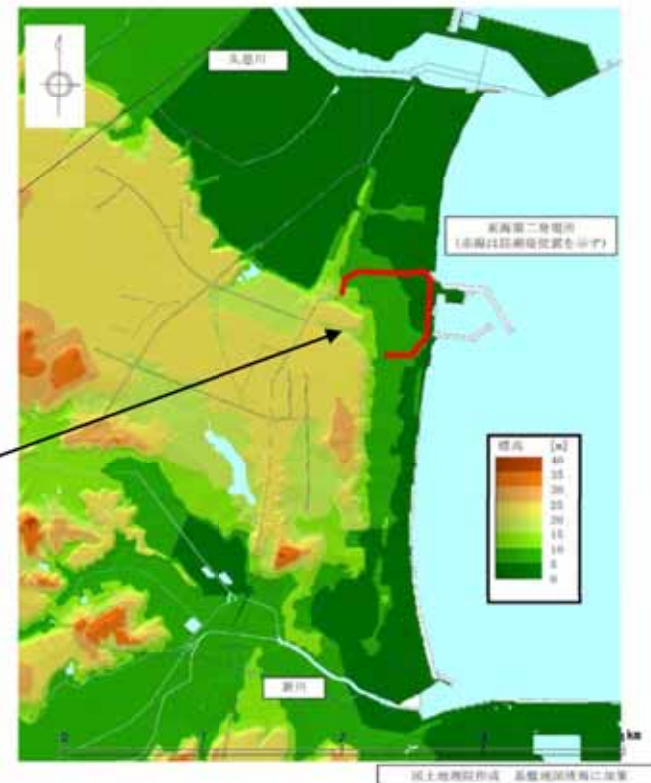
【影響評価結果】

・発電所周辺には、発電所敷地の北側に久慈川が位置しており、その支川である山田川の上流約30kmにダムが存在するが、久慈川は敷地の北方を太平洋に向かい東進していること、**発電所敷地の西側は北から南にかけてEL.3m～21mの上り勾配となっていることから、発電所敷地がダムの崩壊により影響を受けることはない。**

- ①国道245号線は、北側より進入道路に向かって上り勾配であり、進入道路入口ではEL.15m以上である。
- ②国道245号線の西側のうち発電所進入道路入口より北側は、水田(浸水想定区域)であり、EL.5m以下の低地である。発電所進入道路入口より南側は、EL.15m以上であり、かつ浸水想定区域より発電所に向かって下り勾配となる箇所がない。



敷地周辺のダム



発電所敷地周辺の河川と標高の関係

1. 外部事象の影響評価及び対策(11/28)



1-10 想定される外部事象に対する影響評価(有毒ガス)(1/3)

【影響評価結果】

- ・石油コンビナート等災害防止法で当該施設の敷地外への影響がないことが確認されていること、最も近い石油コンビナート施設でも50km以上離隔距離が確保されていることから影響はない。
- ・道路を通行するタンクローリ及び海域を航行するケミカルタンカーにおける有毒ガスの漏えいに対する評価を行い、中央制御室の居住性を損なわないことを確認した。
- ・敷地内に貯蔵している化学物質の貯蔵施設からの漏えいに対する評価を行い、中央制御室の居住性を損なわないことを確認した。

(a) 発電所敷地外からの影響

①敷地外固定施設の流出事故の影響

石油化学コンビナート等の固定施設については、当該施設の敷地外へは影響がないことが確認されている。(石油コンビナート等災害防止法に基づく)
また、発電所周辺の石油化学コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設は、最も近いものでも50km以上離れているため影響を及ぼすことはない。

②敷地外可動施設からの流出の影響

全国的に生産量及び輸送量が特に多く、専用の大型輸送容器が使用されている毒性物質の中で、特に毒性の強い塩素(輸送時の性状は液化塩素)を代表として想定し、中央制御室から最短距離となる主要道路、鉄道路線、航路における流出影響評価において、中央制御室換気系給気口での有毒ガス濃度はIDLH※1以下であり、影響のないことを確認した。(中央制御室からの離隔距離は、主要道路(国道245号線)で約0.5km、鉄道路線(東日本旅客鉄道株式会社常磐線)で約2.3km、船舶航路(発電所沖合)で約80kmである。)

放出点	タンクローリ		ケミカルタンカー	
	中央制御室換気系給気口	緊急時対策所建屋換気系給気口	中央制御室換気系給気口	緊急時対策所建屋換気系給気口
タンク貯蔵量[m ³]	10.0		300	
大気放出率[g/s]	2.27		6.81 × 10 ¹	
離隔距離[m]	490m※2	230m	740m※2	1060m
相対濃度[s/m ²]	3.46 × 10 ⁻⁴	1.15 × 10 ⁻³	3.49 × 10 ⁻⁵	3.22 × 10 ⁻⁵
換気系給気口濃度[ppm]	0.248	0.825	0.751	0.693
判断基準[ppm] (IDLH: 液化塩素)	10			
評価結果	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし



液化輸送船航路



主要道路及び鉄道路線

※1: 30分曝露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限界値

※2: 中央制御室換気系給気口2箇所のうち、最短距離のものを記載

1. 外部事象の影響評価及び対策(12/28)



1-10 想定される外部事象に対する影響評価(有毒ガス)(2/3)

(b) 原子力発電所敷地内の固定施設(屋外設備)からの影響

発電所の屋外設備に貯蔵されている化学物質(IDLHが定められているもの)は、炭酸ガス、アンモニア、硫酸、苛性ソーダ、ポリ塩化アルミニウム。(右表のとおり)

このうち、中央制御室からの離隔距離、貯蔵量、各化学物質の毒性(IDLH値)、蒸発のしやすさを比較し、最も影響のおそれのある化学物質であるアンモニアを評価対象とする。

【評価手法】

- ・貯蔵施設から流出した有毒物質の大気への放出率
貯蔵施設から流出した有毒物質水溶液の液溜りが瞬時に堰底面全体に広がった状態を想定する。液溜りから大気中への有毒物質の放出率は、有毒物質水溶液の液溜りが堰底面積全面に広がった状態で、液溜りからの蒸発及び堰内での上方への濃度拡散が最終的な定常状態にあるとして、拡散方程式に基づき評価する。
- ・大気へ放出した有毒物質の大気拡散
有毒物質の濃度評価に用いる相対濃度(χ/Q)は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の大気拡散の評価にしたがい、年間について小さい方から順に並べた累積出現頻度97%に当たる値を用いた。
- ・中央制御室等における有毒物質の濃度評価
中央制御室等における濃度については、有毒物質の大気への放出率及び大気拡散の評価により、中央制御室等換気系給気口における有毒物質の最大濃度を評価し、判断基準と比較する。

発電所の屋外設備に貯蔵されている化学物質

薬品の種類	IDLH	沸点[°C]
炭酸ガス	40,000 [ppm]	-78.5(昇華点)
硫酸	15 [mg/m ³]	327
苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)	10 [mg/m ³]	138
ポリ塩化アルミニウム(PAC)	2 [mg/m ³]*	102
アンモニア	300 [ppm]	37.7

※ TLV-TWA(Threshold Limit Value-Time Weighted Average)
ACGIH(米国産業衛生専門家会議)で定められた値。毎日繰り返し暴露したとき、ほとんどの労働者に悪影響がみられないような大気中の物質濃度の時間加重平均値で、通常、労働時間が8時間/日及び40時間/週での値

【敷地内の固定施設(屋外設備)からの影響評価結果】

評価点	中央制御室換気系給気口	緊急時対策所建屋換気系給気口
タンク貯蔵量[m ³]		1.0
大気放出率[g/s]		2.68
離隔距離[m]	120※1※2	420※2
相対濃度[s/m ²]	7.44 × 10 ⁻⁴ ※3	9.54 × 10 ⁻⁵ ※3
換気系給気口濃度[ppm]	2.62 × 10 ⁰ ※3	3.36 × 10 ⁻¹ ※3
判断基準[ppm]	300	
評価結果	影響なし	影響なし

※1 中央制御室換気系給気口2箇所のうち、最短距離のものを記載
 ※2 現設置位置との離隔距離を記載
 ※3 現設置位置での離隔距離等に基づいた計算値。
 ※4 移設後は、現設置位置よりも更に中央制御室等換気系給気口より離隔距離が長くなることから、その評価結果は、現設置位置での評価に包摂される。



屋外設備の貯蔵箇所

1-10 想定される外部事象に対する影響評価(有毒ガス)(3/3)

(c-1) 原子力発電所敷地内の屋内設備からの影響

発電所の建屋内で貯蔵している有毒物質等については、逃がし安全弁駆動用窒素ガス及び消火用二酸化炭素ガスや、復水脱塩装置や廃液中和処理等で使用する硫酸等が挙げられる。

屋内貯蔵施設については、屋外設備と異なり外的衝撃力による損傷が想定しにくく、さらに国内の法規に従い貯蔵・管理されるとともに、万一漏えいが生じた場合でも各建屋の換気空調設備により十分に換気希釈されるため、建屋外の固定施設からの流出事故に包含されるものとして、対象から除外する。

また、分析等に使用する試薬については、その種類は多いものの、使用場所が限定されており、かつ適切に保管及び換気されていること、貯蔵量及び使用量が少ないことから、中央制御室等への影響は無い。

(c-2) 隣接施設の固定施設からの流出の影響

発電所の近隣に設置されている有害物質の貯蔵状況を調査した結果、敷地の南側約1kmにアンモニアの貯蔵施設が設置されていることを確認した。また、この貯蔵施設の容量は、当発電所にて設置している熔融炉アンモニアタンクより小さいことを確認した。

熔融炉アンモニアタンクと中央制御室との離隔距離120mより離隔距離が大きいこと、貯蔵されている有毒物質の容量は熔融炉アンモニアタンクの容量1.0m³より少ないことから、(b)の有毒物質濃度評価(アンモニア)に包絡されることを確認した。

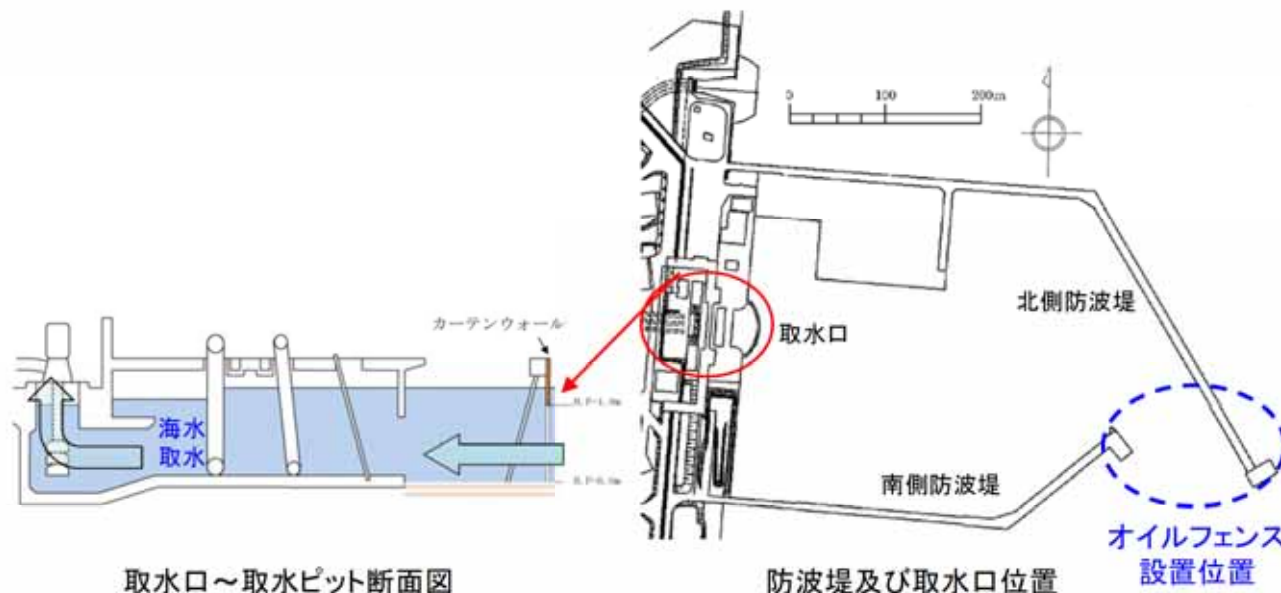
また、発電所の近隣における屋内貯蔵施設については、屋外設備と異なり外的衝撃力による損傷が想定しにくく、さらに国内の法規に従い貯蔵・管理されるとともに、万一漏えいが生じた場合でも各建屋の換気空調系により十分に換気希釈されるため、建屋外の固定施設からの流出事故に包絡されるものとして、対象から除外する。

1. 外部事象の影響評価及び対策(14/28)

1-11 想定される外部事象に対する影響評価(船舶の衝突)

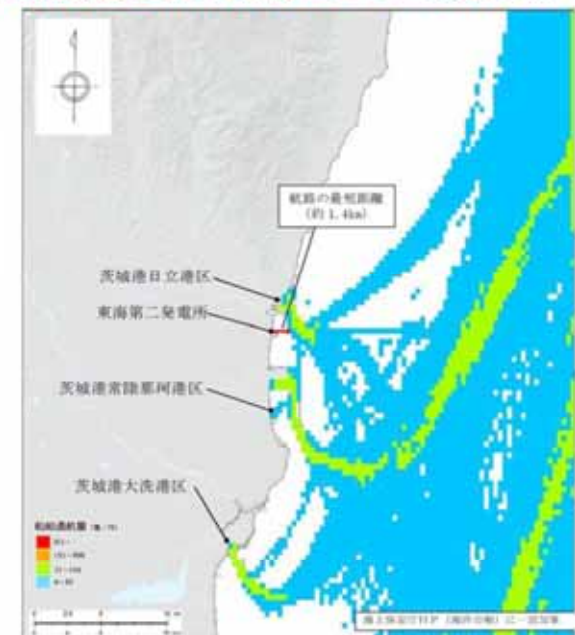
【影響評価結果】

- ・発電所周辺の海上交通のうち、最も近い航路でも発電所より約1.4kmの離隔距離が確保されていること、大型船舶の喫水 [] 及び発電所沖合約900mの水深が [] であることから、大型船舶が発電所に到達する可能性は小さい。
- ・発電所に入港する燃料輸送船等は、異常気象・荒天が想定される場合には、必要に応じて緊急退避等の措置をとるため港湾内で事故が発生する可能性は小さい。万が一、港湾内で事故が発生し、輸送船等が取水口前面に到達した場合でも、半円状のカーテンウォールにより阻害され、水深が [] 確保されていることから取水性を損なうことはない。
- ・漁船等の小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、防波堤によって発電所港湾内に侵入してくる可能性は小さい。万が一防波堤を通過した場合でも、取水口は呑み口が広いため、取水性を損なうことはない。
- ・これらの船舶の座礁等により、積載燃料や輸送油(重油等)が流出・拡散して発電所に向かう場合を想定しても、油の比重は海水より小さく表層近くに留まることから、速やかにオイルフェンスを設置して油の接近を抑制することで、取水口からの深層取水に悪影響を与えることはない。



取水口～取水ピット断面図

防波堤及び取水口位置



発電所周辺の航路

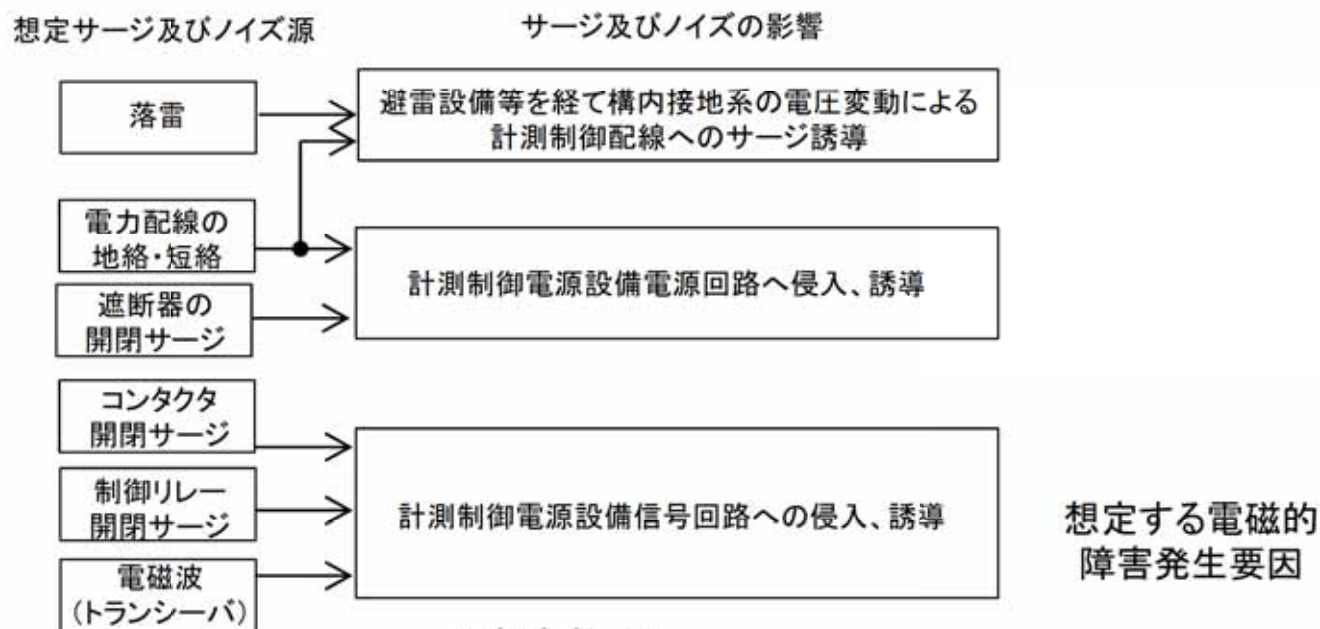
1-12 想定される外部事象に対する影響評価(電磁的障害)(1/4)

○想定する電磁的障害等への対策

- ・電磁的障害には、落雷や配線地絡による誘導、通信機による電磁波やサージ・ノイズの侵入があり、低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼすおそれがあるため、安全保護回路を構成する計測制御回路は電気学会の標準規格*1に基づき絶縁耐力を有する設計とする。
- ・安全保護回路の計測制御回路は、日本電気協会の電気技術指針*2等に基づき鋼製筐体や金属シールド付信号ケーブルの適用により、電磁波の侵入を防止するとともに、ラインフィルタや絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止する。＜詳細別紙＞

*1 JEC210-1981(低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準), 電気学会電気規格調査会編

*2 JEAG4608-2007(原子力発電所の耐雷指針), 日本電気協会原子力規格委員会編



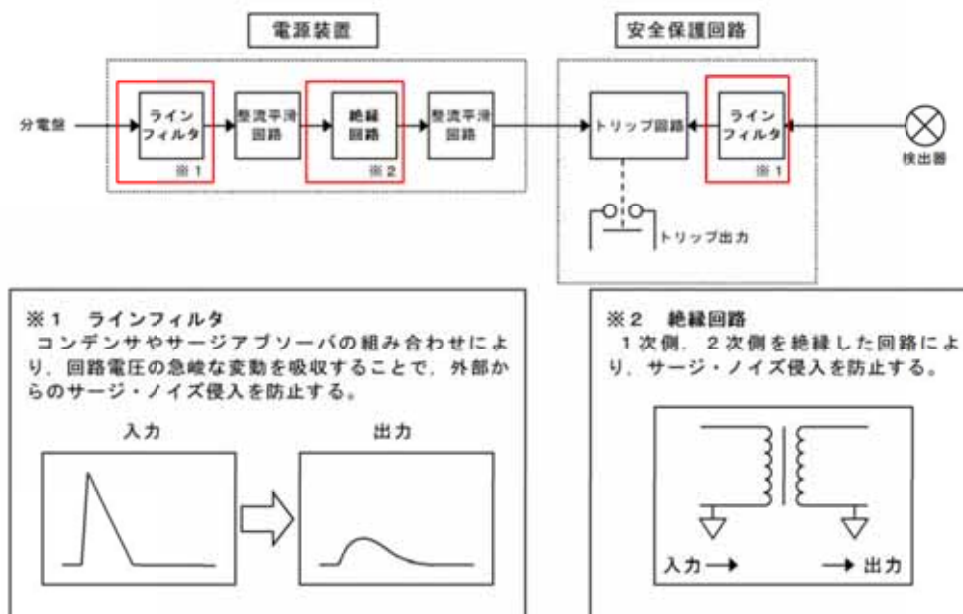
1-12 想定される外部事象に対する影響評価(電磁的障害)(2/4)

○サージ・ノイズ, 電磁波に対する具体的な対策

計測制御回路を構成する計装盤及びケーブルは, 原則として以下の設計とする。

a. サージ・ノイズ対策*

- ・電源回路 : 計装盤へ入線する電源受電部にサージ・ノイズ対策回路としてラインフィルタを設置し, 外部からのサージ・ノイズの侵入を防止
- ・信号入出力回路 : 外部からの信号入出力部にサージ・ノイズ対策回路としてラインフィルタや絶縁回路を設置し, 外部からのサージ・ノイズの侵入を防止



安全保護回路に対するサージ・ノイズ対策の概要

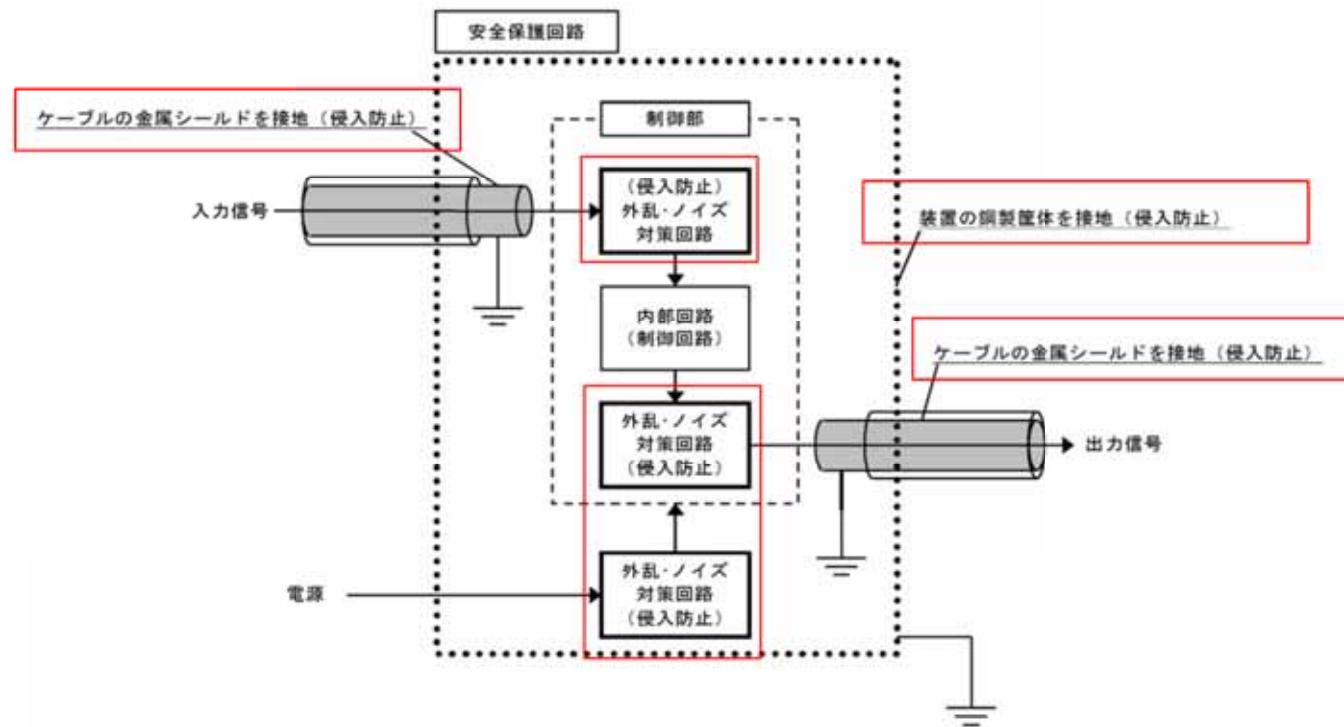
* JEAG4608-2007(原子力発電所の耐雷指針)

1. 外部事象の影響評価及び対策(17/28)

1-12 想定される外部事象に対する影響評価(電磁的障害)(3/4)

b. 電磁波対策*

- ・筐体 : 計装盤の制御部, 演算部は鋼製の筐体に格納し, 筐体は接地することで電磁波の侵入を防止
- ・ケーブル : 全て金属シールド付ケーブルを使用し, 金属シールドは接地して電磁波の侵入を防止



安全保護回路に対する電磁波侵入防止策の概要

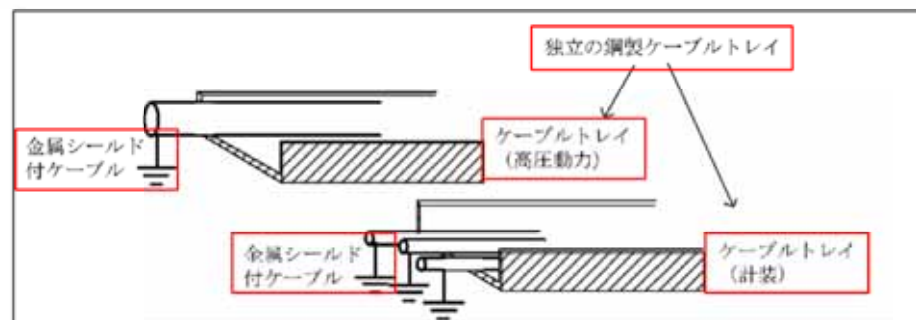
* JEAG4608-2007(原子力発電所の耐雷指針)

1. 外部事象の影響評価及び対策(18/28)

1-12 想定される外部事象に対する影響評価(電磁的障害)(4/4)

○電磁波等の発生源に対する対策

- ・サージ・ノイズや電磁波に対して、計装盤は侵入を防止する設計
- ・中央制御室や計装盤室では無線機器の使用を制限。また、安全系保護回路の計測盤については、至近距離(50cm)にてトランシーバ(出力5W)の出力*1によりシステムに異常がないことを確認している。
- ・高圧動力ケーブルは金属シールド付とするとともに、計装ケーブルとは別の鋼製ケーブルトレイに布設*2することで、高圧動力回路に地絡等が生じた場合に計装回路への電磁的影響を及ぼさない設計



電磁波等の発生源に対する対策の概要

*1 電力用規格B-402(デジタル形保護継電器および保護継電装置)

*2 JIS C 60364-4-44-2011(低圧電気設備-第4-44部:安全保護-妨害電圧及び電磁妨害に対する保護)

○安全保護回路の耐ノイズ, 耐サージ及び耐電圧性能の確認

安全保護回路の耐ノイズ, 耐サージ及び耐電圧性能の確認として、信号入力部にAC500V 1分間*3, 電源に4.5kVインパルス電圧*4を印加して耐性を確認

*3 計器仕様, *4 JEC210-1981(低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準)

1. 外部事象の影響評価及び対策(19/28)



1-13 自然現象の重畳に対する設計上の考慮について(1/2)

- ・組み合わせ要否検討のうち、荷重により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地震、積雪、津波、火山の影響、風(台風)及び竜巻の6事象の検討内容を示す。
- ・この組み合わせを、工事計画認可における構造設計にも反映している。

①地震、積雪、津波、火山の影響、風(台風)及び竜巻のうち、**荷重の大きさ、荷重の継続時間を踏まえて、主荷重と従荷重に分類**

表1 主荷重と従荷重

荷重の種類	事象	荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度(/年)
主荷重	基準地震	特大	短(30秒程度)	5.0×10^{-4}
	基準津波	特大	短(15分程度)	2.0×10^{-4}
	設計竜巻	大	短(10分程度)	2.1×10^{-6}
	火山の影響	大	長(30日程度)	2.2×10^{-5} ※1
従荷重	風(台風)	小	短(10分程度)	2.0×10^{-2} ※2
	積雪	小	長(1週間程度)	2.0×10^{-2} ※2

※1: 発電所敷地周辺に降下火砕物の有意な堆積が確認された4万5000年前の赤城山の噴火を考慮

※2: 50年再現期待値

②**発生頻度等を踏まえ荷重の組合せ要否の検討(次頁参照)を行い、考慮する荷重の組合せを選定**
(詳細は次頁)

表2 考慮する荷重の組合せ^注

	主荷重				従荷重		組合せ荷重
	地震	津波	竜巻	火山	風(台風) ^{※2}	積雪 ^{※3}	
耐震設計	○	×	×	×	○	○	基準地震動 S_g による地震力+風荷重 基準地震動 S_g による地震力+積雪荷重
耐津波設計	○ ^{※1}	○	×	×	○	○	基準津波の波力+基準津波の波源を震源とする余震による地震力+風荷重 基準津波の波力+基準津波の波源を震源とする余震による地震力+積雪荷重
耐竜巻設計	×	×	○	×	×	×	組合せ不要
耐火山設計	×	×	×	○	○	○	降下火砕物堆積荷重+風荷重+積雪荷重

注: 各事象の主荷重を「○(黒丸)」で記載し、その主荷重に組み合わせる別の事象の主荷重又は従荷重を「○(赤丸)」で記載している。

※1: 基準津波と地震の組合せでは、基準津波と基準津波の波源を震源とする余震による地震力を考慮

※2: 風荷重の影響が大きいと考えられる構造や形状の施設について組み合わせを考慮

※3: 施設の形状、配置により適切に考慮

1. 外部事象の影響評価及び対策(20/28)



1-13 自然現象の重畳に対する設計上の考慮について(1/3)

荷重の組合せ要否の検討については、以下のとおり。

	事象	組合せの要否
主荷重+従荷重	基準地震と基準津波	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震の検討用地震の震源と基準津波の震源は異なることから、独立事象であり、各々の発生頻度が十分小さく、同時に発生する確率は極めて低いことから、組合せを考慮する必要はない。 基準地震の検討用地震の震源からの本震と当該本震に伴う津波は、伝搬速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから、組合せは考慮不要。ただし、当該地震に伴う津波と余震は同時に敷地に到達することを想定し、組合せを考慮する。 基準津波の波源を震源とする本震と基準津波は、伝搬速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、組合せを考慮する必要はない。ただし、基準津波と基準津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、組合せを考慮する。
	基準地震と設計竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震と設計竜巻は独立事象であり、かつ、各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低いことから、組合せを考慮する必要はない。
	基準地震と火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物以外の火山事象(火山性地震を含む)は東海第二発電所に影響を及ぼさない。 基準地震と火山事象(降下火砕物)は独立事象であり、かつ、各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また、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、事前に対策準備を行い、降下火砕物を除去することによって、荷重の影響は排除されることから、組合せを考慮する必要はない。
	基準津波と設計竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波と設計竜巻は独立事象であり、かつ、各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また、設計竜巻により津波防護設備が損傷した場合は、プラントを停止し修復を行うことから、組合せを考慮する必要はない。
	基準津波と火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物以外の火山事象(火山性地震を含む)は東海第二発電所に影響を及ぼさない。 基準津波と火山事象(降下火砕物)は独立事象であり、かつ、各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また、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、事前に対策準備を行い、降下火砕物を除去することによって、荷重の影響は排除されることから、組合せを考慮する必要はない。
	設計竜巻と火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物以外の火山事象(火山性地震を含む)は東海第二発電所に影響を及ぼさない。 設計竜巻と火山事象(降下火砕物)は独立事象であり、かつ、各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また、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、事前に対策準備を行い、降下火砕物を除去することによって、荷重の影響は排除されることから、組合せを考慮する必要はない。
主荷重+従荷重	基準地震と風(台風)、積雪	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震と風(台風)は、各々の継続時間が短く同時に最大荷重が発生する確率は低い、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。 基準地震と積雪は、積雪荷重の継続時間が長い、適切に組合せを考慮する。
	基準津波と風(台風)、積雪	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波と風(台風)は、各々の継続時間が短く同時に最大荷重が発生する確率は低い、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。 基準津波と積雪は、積雪荷重の継続時間が長い、適切に組合せを考慮する。
	設計竜巻と風(台風)、積雪	<ul style="list-style-type: none"> 設計竜巻と風(台風)は、設計竜巻の風荷重に影響は包含されるため、組合せを考慮する必要はない。 設計竜巻と積雪は、設計竜巻による風圧によって積雪荷重が緩和されることから、組合せを考慮する必要はない。
	火山の影響と風(台風)、積雪	<ul style="list-style-type: none"> 火山の影響の継続時間は他の主荷重と比較して長い、降下火砕物に対しては、風(台風)及び積雪の荷重が同時に発生することを想定し、適切に組合せを考慮する。

1. 外部事象の影響評価及び対策(21/28)



1-13 自然現象の重畳に対する設計上の考慮について(2/3) ○組み合わせ評価マトリクス(1/2)

事象1		設備の損傷・機能喪失モード	凍結		降水		地震		積雪		津波		火山の影響			
事象2	設備の損傷・機能喪失モード		温度	電氣的影響	浸水	荷重(堆積)	荷重(地殻)	荷重(堆積)	電氣的影響	閉塞(吸気等)	荷重(衝突)	浸水	閉塞(海水系)	荷重(堆積)	閉塞(海水系)	閉塞(吸気等)
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード	備考														
凍結	温度	屋外タンク及び配管内留滞体の凍結	/	/	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	ヒートシंक(海水)の凍結	/	/	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
降水	浸水	着氷による送電線の相間距離	a	a	a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	降水による設備の浸水	a	a	a	a	a	a	a	a	c(1)	a	a	a	a	a
地震	荷重	荷重(地震)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重(地震)	a	a	a	a	a	d(III-1)	a	a	d(1)	c(II)	d(III-1)	b	a	a
積雪	電氣的影響	着氷による送電線の相間距離	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞(吸気等)	給気口等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d(1)
津波	荷重	荷重(衝突)	a	a	a	a	b	d(III-1)	a	a	a	a	a	a	a	a
	浸水	津波による設備の浸水	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
火山の影響	閉塞(海水系)	溶岩堆積による取水口、海水ストレーナ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a
	荷重	荷重(堆積)	a	a	a	d(1)	b	d(1)	a	a	b	a	a	a	a	a
	閉塞(海水系)	海水系ストレーナ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a
	閉塞(吸気等)	給気口等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a
生物学的事象	腐食	腐食成分による化学的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間距離	a	d(1)	a	d(III-1)	a	a	d(1)	b	a	a	a	a	a	a
風(台風)	閉塞(海水系)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d(1)	a	c(1)	a
	電氣的影響	びっ歯類(ネズミ等)によるケーブル絶縁の損傷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a
電磁	荷重	荷重(風)	d(III-1)	a	a	a	d(1)	d(III-1)	a	d(III-1)	d(1)	a	a	d(1)	a	d(III-1)
	荷重	荷重(風)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	荷重	荷重(風)	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a
	荷重	荷重(電磁)	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a
落雷	温度	輻射熱	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞	給気口等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	d(1)
雷	電氣的影響	屋内外計測機器設置に発生するノイズ	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		直撃雷	a	a	a	a	c(II)	a	a	a	c(II)	a	a	a	a	a
雷	電氣的影響	誘導雷サージによる電線設備内の電圧上昇	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

【凡例】

a: 組み合わせた場合も影響が増長しないもの

b: 同時に発生する可能性が極めて低いもの

c: 増長する影響について単一事象の検討で包絡されている、若しくは単一事象の設計余裕に包絡されているもの※

d: c以外で影響が増長するもの※

※ c, dについては以下も記載

I: 各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し、重ね合わさって増長するケース

II: ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより、影響が増長するケース

III-1: 他の自然現象の作用により前提条件が変化し、影響が増長するケース

III-2: 他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

影響が増長するケース

1. 外部事象の影響評価及び対策(22/28)



○組み合わせ評価マトリクス(2/2)

事象1		設備の損傷・機能喪失モード		火山の影響		生物学的事象		風(台風)		電害			森林火災		落雷		
事象2		備考		腐食	電氣的影響	閉塞(海水系)	電氣的影響	荷重(風)	荷重(飛来物)	荷重(風)	荷重(飛来物)	荷重(短圧)	温度	閉塞(電気等)	電氣的影響(ノイズ)	電氣的影響(直撃雷)	電氣的影響(雷サージ)
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード																
漏電	温度	屋外タンク及び配管が周囲との温度差		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	ヒートシンク(海水)の温度差		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
浸水	浸水	雨水による設備の浸水		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重(倒壊)		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
地震	荷重	荷重(倒壊)		a	a	a	a	d(1)	e(1)	b	b	b	a	a	a	c(B)	a
	電氣的影響	震動による送電線の相間距離		a	a	a	a	d(B-1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
津波	閉塞(海水系)	送電線による取水口、海水ストレーナ等の閉塞		a	a	a	a	d(B-1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	海水系ストレーナ等の閉塞		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
火山の影響	閉塞(電気系)	給気口等の閉塞		a	a	a	a	d(B-1)	a	b	a	a	a	d(1)	a	a	a
	腐食	腐食成分による化学的影響		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
生物学的事象	電氣的影響	降下大砂物が付着による送電線の相間距離		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞(海水系)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞		a	a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a
風(台風)	荷重	げっ歯類(ネズミ等)によるケーブル絶縁の損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重(飛来物)			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
電害	荷重			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重(短圧)			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	温度	輻射熱		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞	給気口等の閉塞		a	a	a	a	d(B-1)	a	d(B-1)	a	a	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	屋内外計測器設置箇所に発生するノイズ		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	直撃雷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	誘導雷サージによる電氣設備の絶縁損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

【凡例】

a: 組み合わせた場合も影響が増長しないもの

b: 同時に発生する可能性が極めて低いもの

c: 増長する影響について単一事象の検討で包絡されている、若しくは単一事象の設計余裕に包絡されているもの※

d: c以外で影響が増長するもの※

※ c, dについては以下も記載

I: 各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し、重ね合わさって増長するケース

II: ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより、影響が増長するケース

III-1: 他の自然現象の作用により前提条件が変化し、影響が増長するケース

III-2: 他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

影響が増長するケース

1. 外部事象の影響評価及び対策(23/28)



1-13 自然現象の重畳に対する設計上の考慮について(3/3)

○影響が増長する組み合わせの影響評価(1/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の 考慮
凍結(電氣的影響) ×積雪(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイスターター発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
凍結(電氣的影響) ×火山の影響(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイスターター発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
凍結(温度) ×風(台風)(荷重(風))	温度	d	III-1	風(台風)の影響により、流体の凍結の可能性が高まると考えられる。 →状況に応じ、循環運転等による凍結防止措置を実施する手順により対処可能である。	-
降水(浸水) ×津波(浸水)	浸水	c	I	個別事象の重畳により、浸水の影響を受ける可能性が高まると考えられる。 →津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており、影響はない。	-
降水(荷重(堆積)) ×火山の影響(荷重(堆積))	荷重	d	I	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として水を含んだ場合の負荷を想定し、積雪(荷重(堆積))×火山の影響(荷重(堆積))にて評価を行う。	-
降水(荷重(堆積)) ×火山の影響(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	III-1	湿り気と降下火砕物により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイスターター発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
地震活動(荷重(地震)) ×積雪(荷重(堆積))	荷重	d	III-1	積雪による堆積荷重の作用により、地震の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
地震活動(荷重(地震)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風(台風)を受ける場所に設置されている施設のうち、風(台風)荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○
地震活動(荷重(地震)) ×風(台風)(荷重(飛来物))	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから、影響は個別事象同等となる。	-
地震活動(荷重(地震)) ×落雷(電氣的影響(直撃雷))	電氣的影響(直撃雷)	c	II	地震により避雷設備が損傷し、安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する主排気筒が設置網に接続されており、落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	-
積雪(電氣的影響) ×凍結(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイスターター発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
積雪(荷重(堆積)) ×地震活動(荷重(地震))	荷重	d	III-1	地震の荷重の作用により、積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
積雪(荷重(堆積)) ×津波(荷重(衝突))	荷重	d	III-1	津波の荷重の作用により、積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
積雪(荷重(堆積)) ×火山の影響(荷重(堆積))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから、受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き、組合せを考慮する。 また、荷重条件として、降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
積雪(閉塞(吸気系)) ×火山の影響(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	雪と降下火砕物の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-

1. 外部事象の影響評価及び対策(24/28)



○影響が増長する組み合わせの影響評価(2/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上 の考慮
積雪(電気的影響) ×火山の影響(電気的影響)	電気的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイスターター発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
積雪(荷重(堆積)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	d	III-1	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山の影響(荷重(堆積))×風(台風)(荷重(風(台風)))にて評価を行う。	-
積雪(閉塞(吸気系)) ×風(台風)(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	III-1	風(台風)の影響により、雪の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
積雪(閉塞(吸気系)) ×竜巻(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	III-1	風の影響により、雪の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
積雪(閉塞(吸気系)) ×森林火災(閉塞)	閉塞(吸気系)	d	I	雪とばい煙の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
津波(浸水) ×降水(浸水)	浸水	c	I	個別事象の重畳により、浸水の影響を受ける可能性が高まると考えられる。 →津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており、影響はない。	-
津波(荷重(衝突)) ×地震活動(荷重(地震))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →津波と地震には因果関係がある(基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は、同時に発生することから、組合せを考慮する。	○
津波(浸水) ×地震活動(荷重(地震))	浸水	c	II	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備が損傷し、浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →津波と地震には因果関係がある(基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は、同時に発生することから、損傷をもたらす荷重について、津波(荷重(衝突))×地震活動(荷重(地震))にて評価する。	-
津波(閉塞(海水系)) ×地震活動(荷重(地震))	閉塞(海水系)	d	III-1	地震によりカーテンウォール等が損傷、コンクリート部材の取水設備侵入の可能性が高まると考えられる。 →コンクリート部材の倒壊による取水口の閉塞は生じない。 また、仮に取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順と同様の対応により対処可能である。	-
津波(荷重(衝突)) ×積雪(荷重(堆積))	荷重	d	III-1	積雪による堆積荷重の作用により、津波の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
津波(閉塞(海水系)) ×生物学的事象(閉塞(海水系))	閉塞(海水系)	d	I	漂流物と海生生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生生物を捕獲除去し取水性の維持を図っているが、取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順により対処可能である。	-
津波(荷重(衝突)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風(台風)を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○

1. 外部事象の影響評価及び対策(25/28)



○影響が増長する組み合わせの影響評価(3/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
津波(荷重(衝突)) ×風(台風)(荷重(飛来物))	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1、2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから、影響は個別事象同等となる。	-
津波(荷重(衝突)) ×落雷(電氣的影響(直撃雷))	荷重	c	II	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1、2に属する設備が損傷し、浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →直撃雷は避雷設備により、また、津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており、影響はない。	-
火山の影響(電氣的影響) ×凍結(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
火山の影響(荷重(堆積)) ×降水(荷重(堆積))	荷重	d	I	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として水を含んだ場合の負荷を想定し、積雪(荷重(堆積))×火山の影響(荷重(堆積))にて評価を行う。	-
火山の影響(荷重(堆積)) ×降水(荷重(堆積))	荷重	d	III-2	斜面に堆積した火山灰が降雨によりプラント周辺まで押し寄せ、土石流のような状況になる可能性が考えられる。 →敷地内には土石流を起こすような地形は存在しない。	-
火山の影響(荷重(堆積)) ×積雪(荷重(堆積))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから、受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き、組合せを考慮する。 また、荷重条件として、降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
火山の影響(電氣的影響) ×積雪(電氣的影響)	電氣的影響(相間短絡)	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。)は相間短絡の影響を受けない。	-
火山の影響(閉塞(吸気系)) ×積雪(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	降下火砕物と雪の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
火山の影響(閉塞(海水系)) ×生物学的事象(閉塞(海水系))	閉塞(海水系)	c	I	降下火砕物と海生生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →降下火砕物は、水分を含まない場合はオイルフェンスにより除去されること、また、水分を含む場合においても、海水ストレーナのメッシュ径以上のものは水分を含むことで取水路内に沈下し、海水ストレーナまで到達しないことから、個別事象と同等となる。	-
火山の影響(荷重(堆積)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1、2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
火山の影響(閉塞(吸気系)) ×風(台風)(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	III-1	風(台風)の影響により、降下火砕物の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
火山の影響(閉塞(吸気系)) ×森林火災(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	降下火砕物とばい煙の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-

1. 外部事象の影響評価及び対策(26/28)



○影響が増長する組み合わせの影響評価(4/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
生物学的事象(閉塞(海水系)) ×津波(閉塞(海水系))	閉塞(海水系)	d	I	海生物と漂流物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水性の維持を図っているが、取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順により対処可能である。	—
生物学的事象(閉塞(海水系)) ×火山の影響(閉塞(海水系))	閉塞(海水系)	c	I	降下火砕物と海生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →降下火砕物は、水分を含まない場合はオイルフェンスにより除去されること、また、水分を含む場合においても、海水ストレーナのメッシュ径以上のものは水分を含むことで取水路内に沈下し、海水ストレーナまで到達しないことから、個別事象と同等となる。	—
生物学的事象(閉塞(海水系)) ×風(台風)(荷重(飛来物))	閉塞(海水系)	d	I	飛来物と海生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水性の維持を図っているが、取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順により対処可能である。	—
生物学的事象(閉塞(海水系)) ×竜巻(荷重(飛来物))	閉塞(海水系)	d	I	飛来物と海生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水性の維持を図っているが、取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順により対処可能である。	—
風(台風)(荷重(風)) ×地震活動(荷重(地震))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○
風(台風)(荷重(飛来物)) ×地震活動(荷重(地震))	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから、影響は個別事象同等となる。	—
風(台風)(荷重(風)) ×積雪(荷重(堆積))	荷重	d	III-1	風の影響により、荷重が増加し、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →風(台風)(荷重(風))×火山の影響(荷重(堆積))にて評価を行う。	—
風(台風)(荷重(風)) ×積雪(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	III-1	風の影響により、雪の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	—
風(台風)(荷重(風)) ×津波(荷重(衝突))	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○
風(台風)(荷重(飛来物)) ×津波(荷重(衝突))	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから、影響は個別事象同等となる。	—
風(台風)(荷重(風)) ×火山の影響(荷重(堆積))	荷重	d	III-1	風の影響により、荷重が増加し、安全重要度クラス1, 2に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○

1. 外部事象の影響評価及び対策(27/28)



○影響が増長する組み合わせの影響評価(5/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
風(台風)(荷重(風)) ×火山の影響(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風の影響により、降下火砕物の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
風(台風)(荷重(飛来物)) ×生物学的事象(閉塞(海水系))	閉塞(海水系)	d	I	飛来物と海生生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水性の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水性の維持を図っているが、取水性が確保できないおそれがある場合においても、循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、プラント停止等の手順により対処可能である。	-
風(台風)(荷重(風)) ×森林火災(温度)	温度	c	Ⅲ-1	風(台風)の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建築外壁コンクリート約200℃、主排気筒鉄塔約325℃)を上回ることにはないことから、構造物の機能は維持される。	-
風(台風)(荷重(風)) ×森林火災(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
竜巻(荷重(風)) ×森林火災(温度)	温度	c	Ⅲ-1	風の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建築外壁コンクリート約200℃、主排気筒鉄塔約325℃)を上回ることにはないことから、構造物の機能は維持される。	-
竜巻(荷重(風)) ×森林火災(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
竜巻(荷重(風)) ×落雷(電気的影響(直撃雷))	電気的影響(直撃雷)	c	Ⅱ	風荷重により避雷設備が損傷し、安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する主排気筒が設置網に接続されており、落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	-
竜巻(荷重(飛来物)) ×落雷(電気的影響(直撃雷))	電気的影響(直撃雷)	c	Ⅱ	飛来物により避雷設備が損傷し、安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する主排気筒が設置網に接続されており、落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	-
森林火災(閉塞(吸気系)) ×積雪(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	ばい煙と雪の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
森林火災(閉塞(吸気系)) ×火山の影響(閉塞(吸気系))	閉塞(吸気系)	d	I	ばい煙と降下火砕物の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
森林火災(温度) ×風(台風)(荷重(風))	温度	c	Ⅲ-1	風の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建築外壁コンクリート約200℃、主排気筒鉄塔約325℃)を上回ることにはないことから、構造物の機能は維持される。	-

1. 外部事象の影響評価及び対策(28/28)



○影響が増長する組み合わせの影響評価(6/6)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
森林火災(閉塞(吸気系)) ×風(台風)(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風(台風)の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
森林火災(温度) ×竜巻(荷重(風))	温度	c	Ⅲ-1	風の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建屋外壁コンクリート約200℃、主排気筒鉄塔約325℃)を上回ることはないことから、構造物の機能は維持される。	-
森林火災(閉塞(吸気系)) ×竜巻(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×地震活動(荷重(地震))	電気的影響(直撃雷)	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し、荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は、避雷設備により落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響は個別事象と同等となる。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×津波(荷重(衝突))	荷重	c	Ⅱ	個別事象の重畳により、安全重要度クラス1、2に属する設備が損傷し、浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →直撃雷は避雷設備により、また、津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており、影響はない。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×風(台風)(荷重(風))	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し、荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は、避雷設備により直撃雷に、また、竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×風(台風)(荷重(飛来物))	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し、荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は、避雷設備により直撃雷に、また、竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×竜巻(荷重(風))	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し、荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は、避雷設備により直撃雷に、また、竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	-
落雷(電気的影響(直撃雷)) ×竜巻(荷重(飛来物))	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し、荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は、避雷設備により直撃雷に、また、竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	-