

自然災害及び人為事象に対する対策のうちソフト対応によるものに係る必要人員や設備・資機材等について

【説明概要】

発電所に影響を及ぼす外部事象に対するソフト面の対応に関して, 発電所の体制は, 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, 災害の内容に応じた活動内容等を明確にしていく。

本体制の具体的な内容は, 今後の保安管理体制の検討の中で定めていくため, ここでは各災害事象(火山, 竜巻, 外部火災)のうちソフト面に対応する主な項目の基本設計方針を整理している。

● 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決めていくため、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について

- ・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。〈別紙1参照〉**

※: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)〈4p参照〉

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。**【現地作業(屋外)】

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。**【吸気停止:中央制御室からの遠隔操作、フィルタ取替・清掃:現地作業(屋外)】

● ソフト面の対応を行う外部事象について(つづき)

・以下の事象については、ソフト面での対応も必要となる。

②竜巻(竜巻飛来物) <5p参照>

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【現地作業(屋外, 屋内)】
- 燃料の取扱い設備：作業の中止及び退避【現地作業(屋内)】
- 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【現地作業(屋外)】

③外部火災 <6p参照>

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。【通常時の現地作業(屋外)】

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。【中央制御室からの遠隔操作】

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、柔軟な対応が可能ないように、**自衛消防隊により対応**する。【現地作業(屋外)】

● 火山(降下火砕物)に係るソフト面の対応

- ・火山(降下火砕物)に対しては、**事象収束後の堆積物除去、フィルタの取替・清掃作業等を行う。**
- ・なお、東海第二発電所では、事業者によるモニタリングが必要な火山は無いと判断しているが、一般的には、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。

また、**これらの準備には長時間を要するものではないと推定**しているが、詳細は設備設置後に訓練を実施し確認する。

項 目	運用対策	共通項目
<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物の除去作業 ・除去後の降下火砕物による静的荷重や腐食等影響に対する保守管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物が確認された場合、建屋や屋外設備等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物付着による腐食等を緩和するため、施設等に堆積した降下火砕物の除去を実施 ・降下火砕物による影響がみられた場合、必要に応じて補修を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・体制の確立 ・保守、点検 ・教育、訓練
外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、閉回路循環運転	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物が確認された場合に、状況に応じて外気取入ダンパの閉止、換気空調設備の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への降下火砕物の侵入を防止 	
バグフィルタ、吸気フィルタ取替・清掃作業	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物が確認された場合、換気空調設備の外気取入口のバグフィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて清掃や取替を実施 ・ディーゼル発電機の運転時は、吸気フィルタの巡視点検を行い、必要に応じて取替・清掃を実施 	

● 竜巻に係るソフト面の対応

・竜巻に対しては、資機材や車両等の固縛・退避等の運用や、竜巻襲来時の施設防護の活動を行う。

項目	運用対策	共通項目
<ul style="list-style-type: none"> ・資機材, 車両等管理 ・資機材, 車両等の飛来物発生防止対策 <p style="margin-left: 20px;">(固縛, 固定, 評価対象施設等からの隔離, 建屋内収納又は撤去)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外の飛散するおそれのある資機材, 車両等は, 飛来時の運動エネルギー等を評価し, 施設等への影響の有無を予め確認 ・施設等へ影響を及ぼす資機材, 車両等は, 飛来物発生防止対策(固縛, 固定, 施設等からの隔離, 建屋内収納又は撤去)の手順等を策定 ・資機材, 車両等の質量, 寸法, 形状から算出した飛来の有無, 飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策の評価方法手順及び評価結果の管理 	
<p>施設等を防護するための操作・確認事項</p>	<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, 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策定 <p>[操作・確認事項]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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中止の運用, 手順 ・原子炉建屋の外壁各扉の閉止確認手順 <p>[補修]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備が損傷した場合の代替設備確保及び補修, 取替等の運用, 手順 	<ul style="list-style-type: none"> ・体制の確立 ・保守, 点検 ・教育, 訓練

● 外部火災に係るソフト面の対応

- ・人為的に改変され得る設計条件(負荷)に対しては、当社にて管理可能な範囲に対し※，設計条件を維持するためにパトロール等の管理を実施する。
- ・また，飛び火等による延焼に備えるための予防散水及び初期消火は，発生箇所の特定が困難であるため，固定された設備ではなく，自衛消防隊を用いて柔軟に対応する。

※：当社が管理できない設計条件(敷地外の火災源爆発物，航空路，等)の改変については，自然現象への対応と同様であり，情報を収集した上で，必要に応じ都度再評価を行う。

項目	運用対策	共通項目
<ul style="list-style-type: none"> ・防火帯の維持・管理 ・植生の維持・管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・防火帯上への駐車禁止等の措置，防火帯のパトロール ・発電所敷地内外のパトロール，植生の維持・管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・体制の確立 ・保守，点検 ・教育，訓練
外気取入ダンパ閉， 閉回路循環運転	【外部火災発生時】 <ul style="list-style-type: none"> ・外気取入ダンパ閉，閉回路循環運転の対応 	
初期消火活動要員による 初期消火活動	【外部火災発生時】 <ul style="list-style-type: none"> ・火災発生現場の確認，中央制御室への連絡 ・消火器，消火栓，化学消防自動車及び水槽付消防自動車を用いた消火活動 	
<ul style="list-style-type: none"> ・自衛消防隊への連絡 ・公設消防への通報 	【外部火災発生時】 <ul style="list-style-type: none"> ・通報連絡責任者による自衛消防隊及び公設消防への連絡 	

自然現象に対する設計方針(1/3)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	ソフト面対応の要否
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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">発電所へ影響を及ぼさない事象</p>
	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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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。	<p style="text-align: center;">要</p> <p style="text-align: center;">①【襲来前】防護対策設備の復旧(扉部の閉止)</p> <p style="text-align: center;">②【襲来前】再固縛、退避</p> <p style="text-align: center;">①②プラント運用上、竜巻対策の常時維持が難しい施設があるため</p>
	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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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引き」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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>

自然現象に対する設計方針(2/3)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	ソフト面対応の要否
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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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降下火砕物の層厚50cm、密度1.5g/cm ³ (湿潤状態)、粒径8.0mm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>	<p style="text-align: center;">要</p> <p>①【事象中】吸気フィルタの取替、清掃 ②【終息後】堆積物除去</p> <p>①設備特性上、供用中の火砕物付着回避が困難 ②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</p>
	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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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防火帯幅(約23m)を確保することにより、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>	<p style="text-align: center;">要</p> <p>①【常時】設計条件維持の為の現場管理 ②【事象中】ばい煙発生時の換気系遮断 ③【事象中】自衛消防隊による予防散水</p> <p>①設計条件(負荷)が人為的な影響を受け得る ②設備特性上、常時隔離が困難 ③火災発生個所の特定が困難なため、柔軟な対応が必要</p>

自然現象に対する設計方針(3/3)

	設計上考慮すべき事象	個別事象の影響評価	ソフト面対応の要否
自然現象	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。	<p style="text-align: center;">不要</p> <p style="text-align: center;">設備設計で対応可能</p>
	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について、荷重の性質(事象の発生頻度、荷重の大きさ)を考慮し、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>	<p style="text-align: center;">—</p> <p style="text-align: center;">(個別事象への対応に基づく)</p>
	津波	放水路を經由して、津波が防潮堤の内側に流入しない設計とする。このため、津波襲来時には、 <u>常用系海水ポンプ(発電機タービンを駆動させた後の蒸気を冷却するために海水を取水する循環水ポンプ等が該当)を停止したうえで、放水路に設置するゲートを開から閉にする設計とする。</u> (＜別紙2＞参照)	<p style="text-align: center;">要</p> <p>①常用系海水ポンプの停止 ②放水路ゲートの閉止</p> <p>①、②常用系海水ポンプ等の排水が必要となるため、通常時に放水路を閉止することは不可能</p>

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	ソフト面対応の要否
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、「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」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> ○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> 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>防護対象施設に影響がない事象</p>
	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> 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>発電所へ影響を及ぼさない事象</p>
	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> 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>発電所へ影響を及ぼさない事象</p>
	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。 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>発電所へ影響を及ぼさない事象</p>

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	ソフト面対応の要否
外部人為事象	<p>有毒ガス</p> <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。 	<p style="text-align: center;">要</p> <p>①【事象中】ばい煙発生時の換気系遮断 ①設備特性上、常時隔離が困難</p> <p>【今後の対応概要について】 2019年度～2020年度にかけて、発電所の敷地内外に貯蔵された有毒化学物質の調査及びスクリーニング評価を行い、有毒ガスに対する防護の妥当性を確認する計画である。この妥当性確認結果を以って、2021年度以降に設置変更許可申請を行う予定。</p>
	<p>船舶の衝突</p> <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。 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>発電所へ影響を及ぼさない事象</p>
	<p>電磁的障害</p> <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。 	<p style="text-align: center;">不要</p> <p>設備設計で対応可能</p>

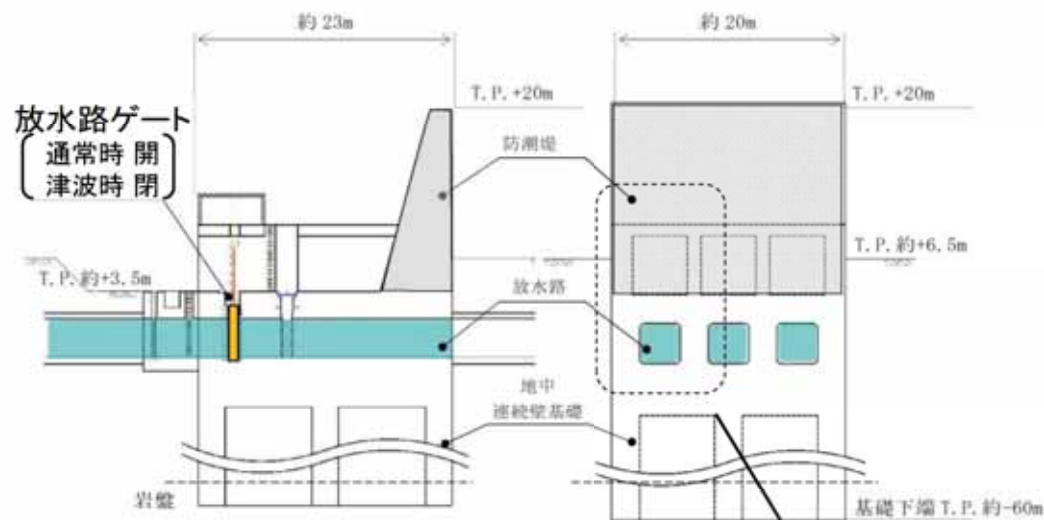
<別紙2> 放水路ゲートの構造と閉止操作について(1/2)

①外郭防護1:放水路ゲートの設置

●津波が放水路を経由し、放水ピットの開口部から敷地内に流入することを防止するため、放水路ゲートを設置



放水路ゲート設置エリア



放水路ゲート概略構造図(閉止状態)

拡大図

●主要仕様

>主要材料

- ・基礎：鉄筋コンクリート製
- ・扉体：鋼製
- ・台数：3台(各放水路1台)

>駆動方式：電動駆動式、自重降下式

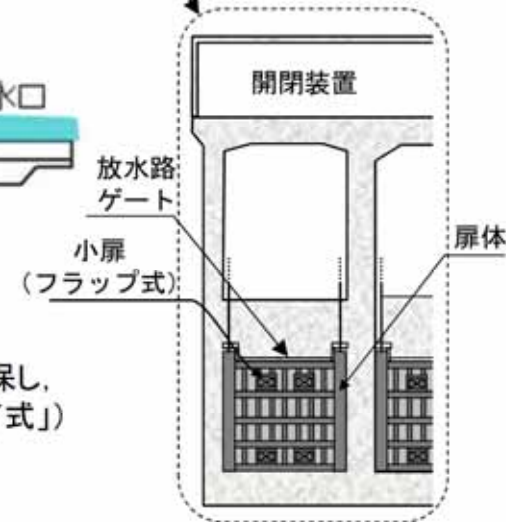
●設計方針

- >放水路ゲートは、敷地への遡上のおそれのある津波の襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため、重要安全施設(MS-1)として設計する。
- >重要安全施設として、設置許可基準規則第12条に基づき、多重性又は多様性及び独立性を確保し、外部電源が利用できない場合においても機能できる設計とする。(「電動駆動式」及び「自重降下式」)
- >放水路ゲートが閉止している状態においても、非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。
- >また、誤操作を防止し、確実な操作が可能な設計とする。

放水路ゲート(閉止状態)



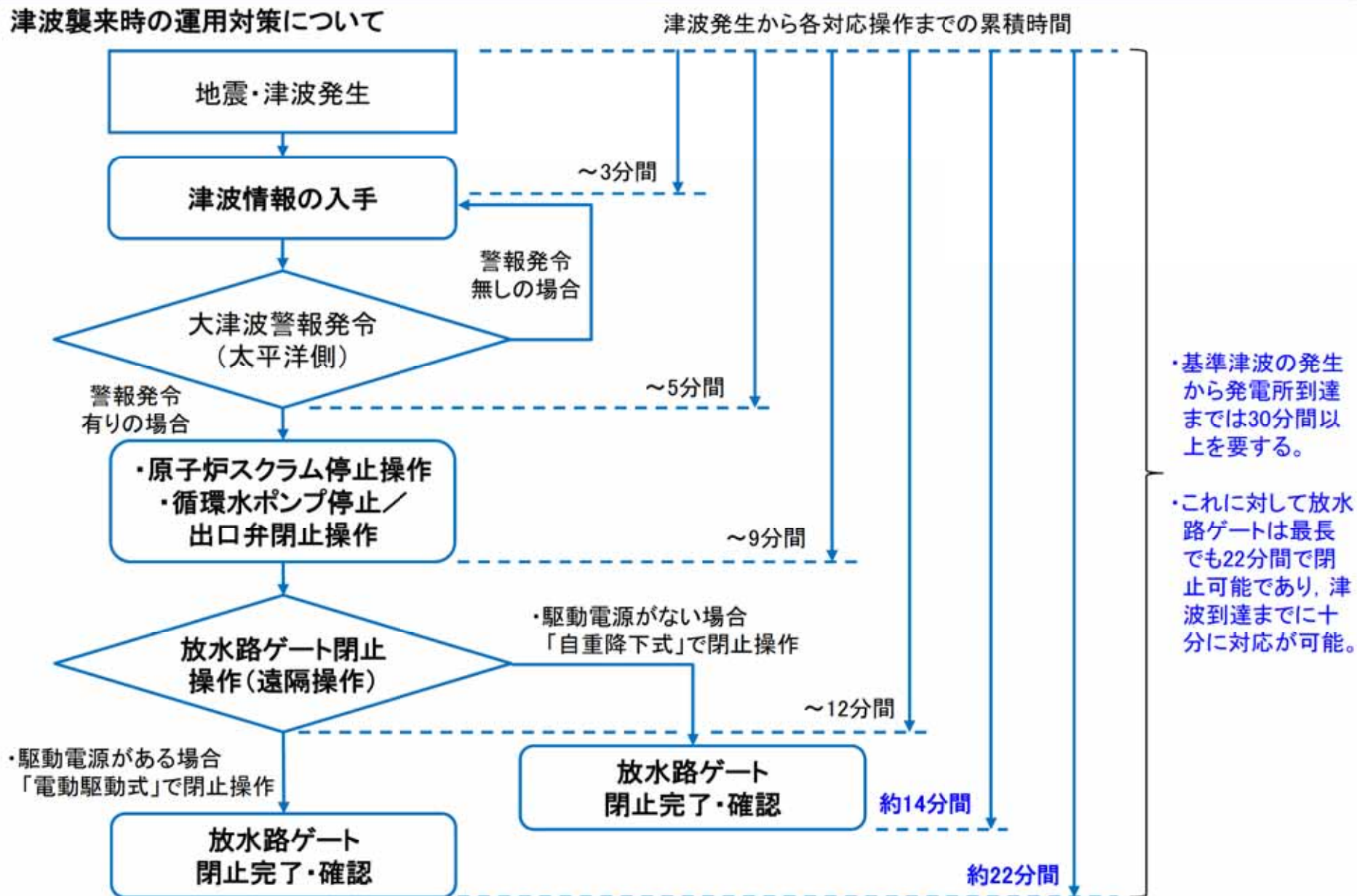
放水路ゲート閉止による津波流入防止イメージ



<別紙2> 放水路ゲートの構造と閉止操作について(2/2)



津波襲来時の運用対策について



【論点No.49】

自然災害及び人為事象に対する対策のうちソフト対応によるものに係る必要人員や設備・資機材等について

【委員からの指摘事項等】

No.44

P.2-11

自然災害対策や人為事象対策のうち、ソフトで対応するものについて、具体的に必要となる人員の数や、設備・資機材等を整理し、説明すること。

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

今後、別資料(論点No.49関係)で説明

火山灰の降下・堆積に係る時間的な検討及びそれを踏まえた各種対策の有効性について

【説明概要】

東海第二発電所の火山灰(降下火砕物)の堆積量(層厚50cm)等に基づき、火山灰の気中降下火砕物濃度を算定した。この結果を踏まえて、降灰中も吸気が必要で、かつ継続的な運転が求められる設備として抽出された非常用ディーゼル発電機が機能維持できるよう、吸気フィルタについて運転継続しながら取替可能な着脱式のフィルタの検討等を行った。

今後の発電所運用においては、上記の有効性を担保するため、フィルタ予備品の確保、作業に従事する要員体制の確立、作業に必要な資機材の整備等を実施し、また適宜訓練を実施していく。

● 気中降下火砕物濃度の算定

- ・「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づき、気中降下火砕物濃度を算定

「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」*で評価

*：設計層厚50cmが、24時間で堆積すると仮定した場合の気中濃度を算出

⇒ 気中降下火砕物濃度を3.5g/m³と算出 <別紙1参照>

● 気中降下火砕物に対する設備及び運用による対応

- ・気中降下火砕物濃度(3.5g/m³)の環境下にて、非常用ディーゼル発電機*¹が機能維持できるよう、吸気が必要で、かつ継続的な運転が求められる設備*²として抽出された各ディーゼル発電機の吸気フィルタに運転継続しながら取替可能となる着脱式のフィルタを設置 <別紙2参照>

*¹ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。

*² 換気空調系は、一時的な停止及び清掃が可能

- ・今後、上記フィルタの具体的な運用方法(体制、要員、取替基準、取替手順等)を策定
- ・上記に加え、今後、更なる対策として以下の手段を策定し、要員体制の確立、資機材の整備、訓練等を実施
 - ・(降灰時)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の維持
 - ・(降灰時)交流電源を必要としない原子炉隔離時冷却系ポンプ等を用いた炉心冷却手段の確保

● 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく気中降下火砕物濃度の算出方法

- ① 粒径*i*の降灰量 $W_i = p_i W_T$
(p_i : 粒径*i*の割合, W_T :総降灰量)
- ② 粒径*i*の堆積速度 $\nu_i = W_i/t = p_i W_T/t$
(t : 降灰継続時間)
- ③ 粒径*i*の気中濃度 $C_i = \nu_i/r_i = p_i W_T/(r_i t)$
(r_i : 粒径*i*の降下火砕物の終端速度)
- ④ 気中降下火砕物濃度 $C_T = \sum_i C_i = \sum_i (p_i W_T/(r_i t))$

表1 濃度算出条件

入力条件/計算結果	値	備考
設計層厚	50 cm	東海第二発電所に対して策定した設計層厚
総降灰量 W_T	$4.0 \times 10^5 \text{ g/m}^2$	設計層厚(50cm) × 降下火砕物密度(0.8 g/cm^3)
降灰継続時間 t	24 h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径 i の割合 p_i	表2参照	Tephra2による粒径分布の計算値
粒径 i の降灰量 W_i		式①
粒径 <i>i</i> の堆積速度 ν_i		式②
粒径 i の終端速度 r_i		Suzuki(1983)参考
粒径 i の気中濃度 C_i		式③

● 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく気中降下火砕物濃度の算出方法(続き)

気中降下火砕物濃度 C_T は, 下表のとおり 3.5g/m^3

表2 濃度算出結果

粒径 ϕ (μm)	~-1	-1~0 (1414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~	合計
割合 p_i (wt%)	(\doteq 0)	1.9	69	22	6.2	0.43	(\doteq 0)	100※
降灰量 W_i (g/m^2)	—	7.60×10^3	2.76×10^5	8.80×10^4	2.48×10^4	1.72×10^3	—	4.0×10^5 ※ ($=W_T$)
堆積速度 ν_i ($\text{g/s}\cdot\text{m}^2$)	—	0.088	3.2	1.02	0.29	0.020	—	—
終端速度 r_i (m/s)	—	2.5	1.8	1.0	0.5	0.35	—	—
気中濃度 C_i (g/m^3)	—	0.04	1.78	1.02	0.58	0.06	—	<u>$3.5(=C_T)$</u>

※:端数処理の都合上, 左欄の合計と一致しないことがある。

<別紙2> 気中降下火砕物に対する対応(1/6)



● 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

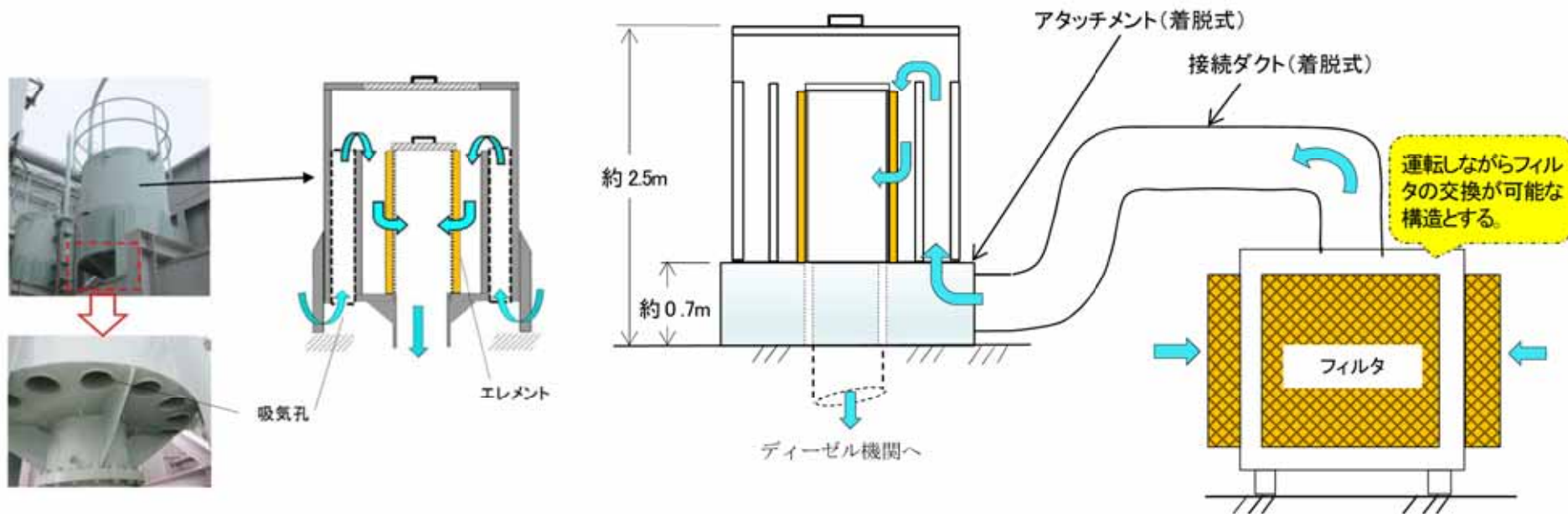
➤ 高い気中降下火砕物濃度を想定する場合の対応の要否を検討した結果、**ディーゼル発電機吸気フィルタへの追加対策が必要と判断した。**

効果火砕物による影響要因	高い気中濃度による新たな影響	新たな対応
構造物への静的負荷	なし(火砕物の総量に依存)	—(対策は濃度に依存しない)
水循環系の閉塞	なし(火砕物の総量、粒径に依存)	同上
水循環系の内部における摩耗	なし(短期的な影響は軽微)	同上
換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響	あり(外気取入部の清掃間隔短縮)	<ul style="list-style-type: none"> ・D/G: 吸気フィルタの容量増強(サポート系として継続運転が必要) ・中央制御室空調: 不要(隔離しての清掃可能)
換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響	なし(短期的な影響は軽微)	—(対策は濃度に依存しない)
発電所周辺の大気汚染	なし(中央制御室の居住性と直接関連がない)	同上
化学的腐食	なし(短期的な影響は軽微)	同上
絶縁低下	なし(安全保護系の設備は、中央制御室空調(への対応)にて防護可能)	同上

● 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

➢ 気中降下火砕物濃度を $3.5\text{g}/\text{m}^3$ と定めた上で、以下の対策を実施する

- ・既設エレメント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。)を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

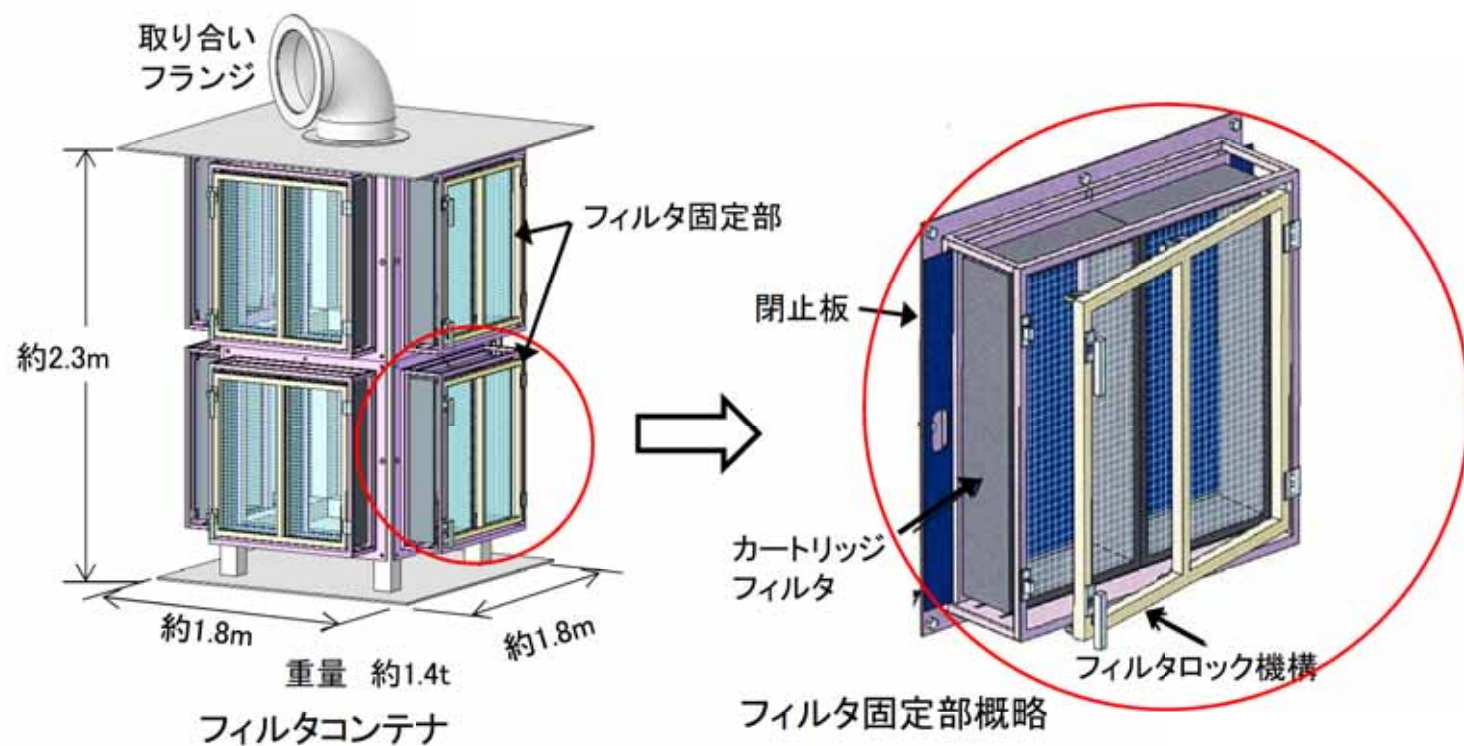
非常用ディーゼル発電機吸気口(既設)

着脱式改良型フィルタ設置イメージ

➤ 着脱式改良型フィルタの仕様 (案) (非常用ディーゼル発電機1台当り)

- ・フィルタコンテナ台数 : 2台
- ・カートリッジフィルタ个数 : 16個 (フィルタコンテナ1台当たり)
- ・カートリッジフィルタ外形寸法 : 800mm × 400mm × 150mm (有効面積: 0.27m²以上)
- ・降下火砕物捕集容量 : 40,000g/m²

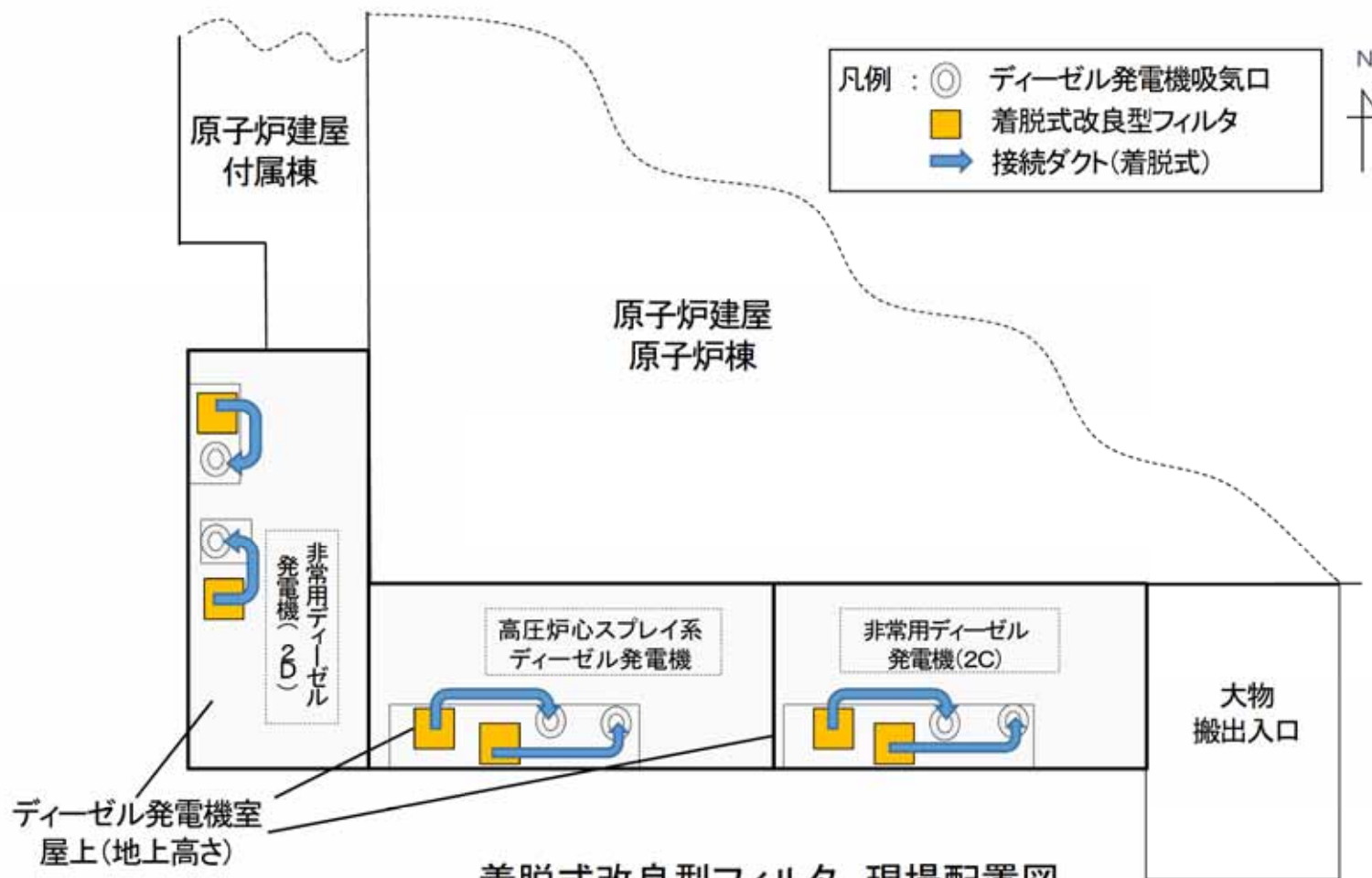
* フィルタ面積はフィルタ取替作業時の閉止板1枚分の余裕を考慮し、運転中の取替でも給気流量の不足が生じない設計



着脱式改良型フィルタ概略構造図

➤ 着脱式改良型フィルタの現場配置図

- ・非常用ディーゼル発電機は原子炉建屋付属棟地下階のディーゼル発電機室に設置されており、ディーゼル発電機吸気口はディーゼル発電機室の屋上(ほぼ地上高さ)に設置されている。
- ・このため着脱式改良型フィルタの設置、フィルタ取替等の作業性に支障はない。



着脱式改良型フィルタ 現場配置図
論点No.51-8

<別紙2> 気中降下火砕物に対する対応(5/6)



➤ 着脱式改良型フィルタの取替手順

- ・降灰継続中の取替作業を想定し、フィルタの取り外し・取り付け作業中に閉止板を用いることで降下火砕物が吸気口に侵入しない構造と手順にしている。

操作手順 No.	作業内容	フィルタ固定部 概略図	
		上面図	鳥瞰図
①	カートリッジフィルタをフィルタコンテナへ挿入 (降下火砕物降下前の待機状態)		
降下火砕物降下開始 → フィルタ圧損上昇			
②	閉止板を挿入し、カートリッジフィルタを交換する箇所から降下火砕物が侵入しないように開口を隔離		
③	清掃後のカートリッジフィルタを挿入		
④	フィルタ固定機構を操作し、カートリッジフィルタを固定		
⑤	閉止板を取外して、フィルタを有効にする		
フィルター圧損上昇 → 手順No.11に戻る			

着脱式改良型フィルタ 取替手順

➤フィルタ交換作業(高濃度降下火砕物環境下)における装備

- ・高濃度の降下火砕物環境下での作業時は、**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。



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)

【論点No.51】

火山灰の降下・堆積に係る時間的な検討及びそれを踏まえた各種対策の有効性について

【委員からの指摘事項等】

No.46

P.2-4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

火山灰について、積分量というかどれくらい積もるかという堆積量だけ評価していて、時間のファクターは考えていないのか。それから、途中で除去作業を行うとかそういったことは考えていないのか。

P.2,5-10

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.883

b)資料29(火山)

「火山灰に対する設計方針」 今後、別資料(論点No.51関係)で説明

火山灰が施設の内部に入り込まないようにフィルターを設置することを確認とあるが、

空調系、非常用電源の吸気系や冷却系等の入り口に多くのフィルターが設置されているが、これらが火山灰粉じんの目詰まりによる機能低下により、頻繁な交換が必要と想定される。

粉じんの質(粒度・湿度・重量等)や濃度の想定とこれによるフィルター性能の時間的低下等の解析・検討はどの様になされているのか？また、事故時、劣悪な環境のもとで交換が必要な場合を想定したメンテナンスの手順等は検証されているのだろうか？

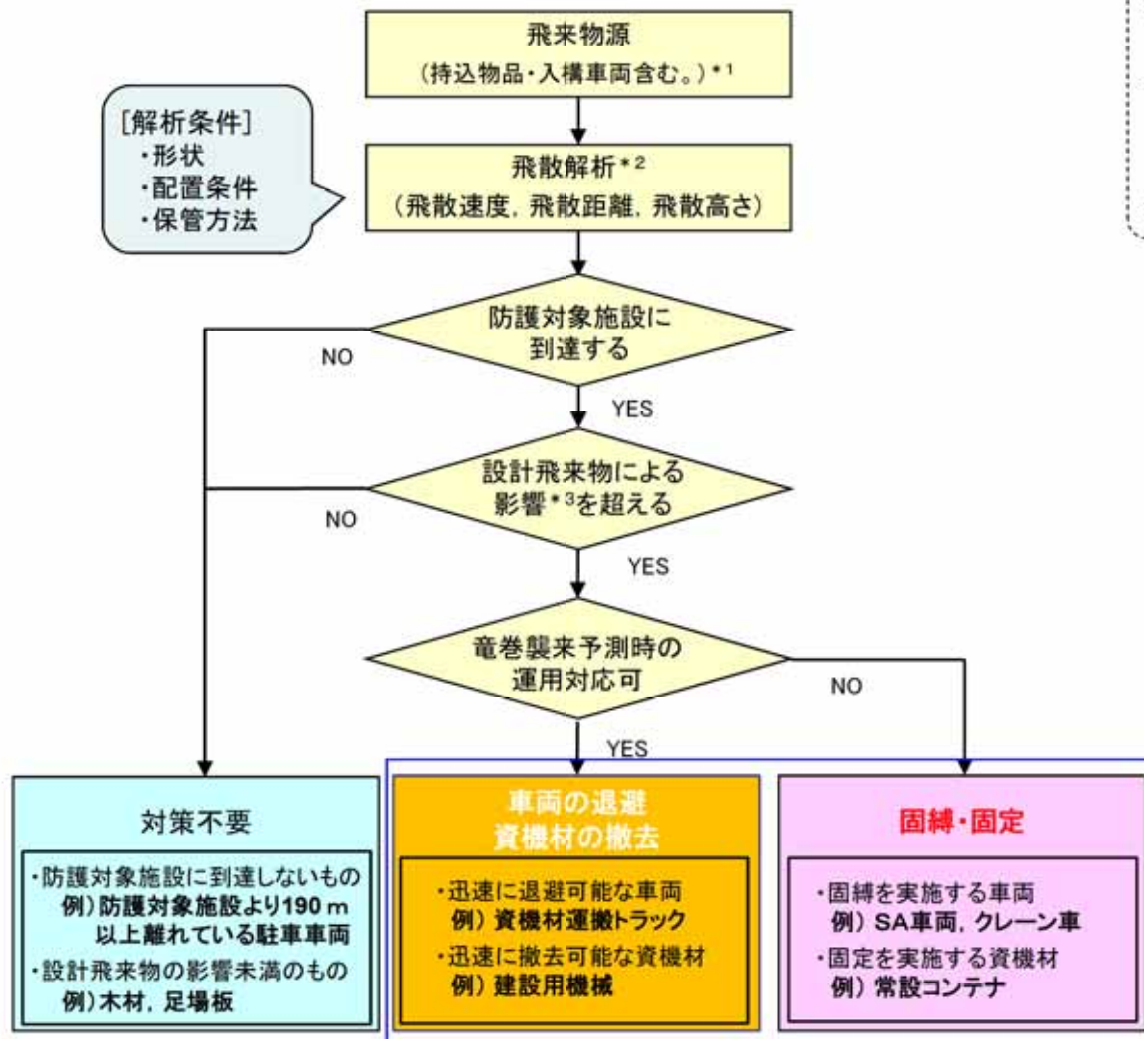
竜巻襲来予測時における車両に対する具体的な運用について

【説明概要】

竜巻襲来予測時の車両管理として以下を実施

- ・車両は、竜巻準備体制発令レベルと車両の稼働状態に応じて、固縛又は遠方退避を行うことで、竜巻飛来物となることを防止する。車両退避エリアを発電所構内及び構外に確保し、竜巻襲来までに時間余裕を持って車両が退避できることを確認している。
- ・固縛装置は、設備内容に応じて適切な固縛方法を採用する。車両の固縛方法は緊張固縛又は余長付き固縛を採用する。余長付き固縛は、地震時の車両への加振条件を緩和するために採用したものである。

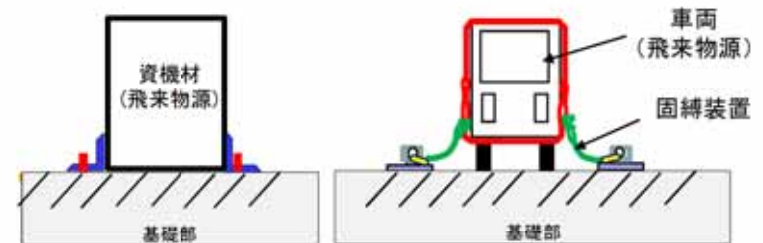
- ・発電所敷地内の飛来物源(資機材, 車両等)が防護対象施設に衝突し, その機能に影響を及ぼす飛来物となる可能性がある場合は, 飛来物源に対して飛来物発生防止対策を行う。



- * 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。

<別紙1>車両の固縛, 退避について



●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

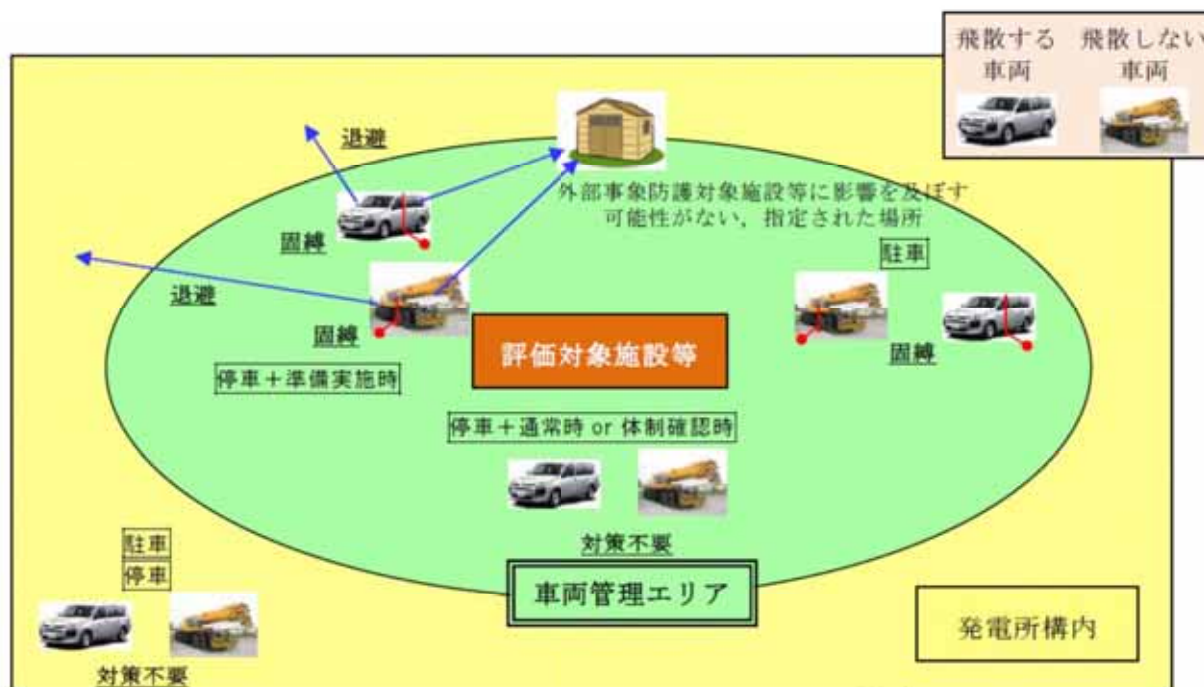
①車両管理エリア*¹外 ⇒ 全ての車両が管理不要

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

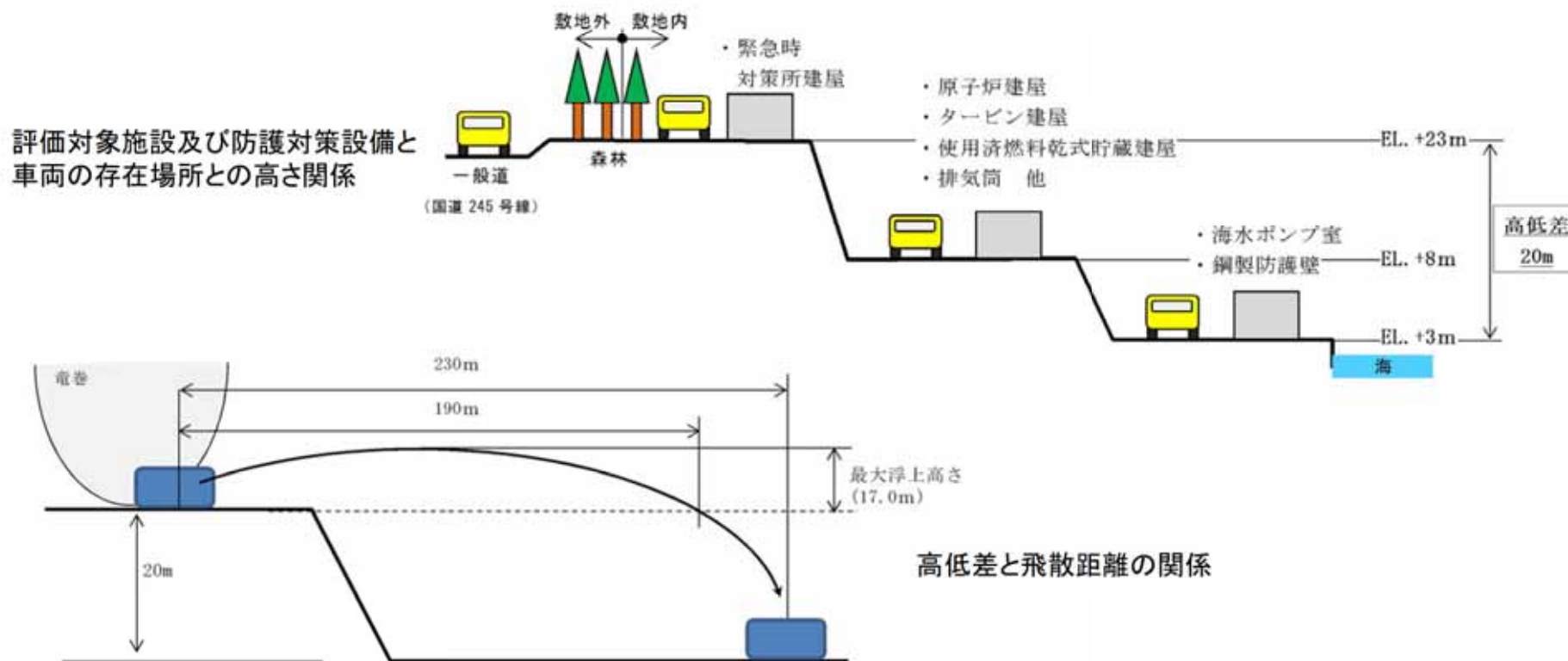
*³「準備体制確認」はレベル1の竜巻準備体制発令時。「準備作業開始」はレベル2の竜巻準備体制発令時

発電所への入構車両の管理イメージ

● 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。



<別紙1>車両の固縛, 退避について



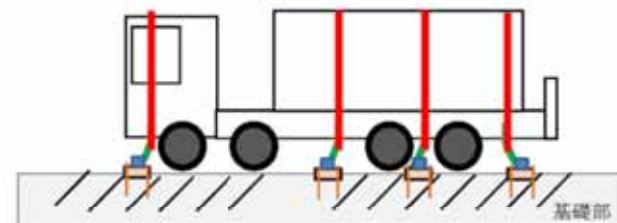
●車両管理エリアと車両退避先

- ・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

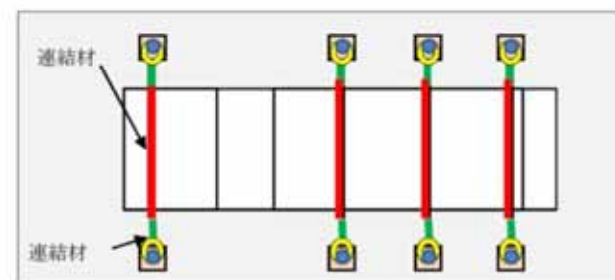
車両管理エリア及び車両退避エリア
論点No.52-5

● 車両の固縛方針

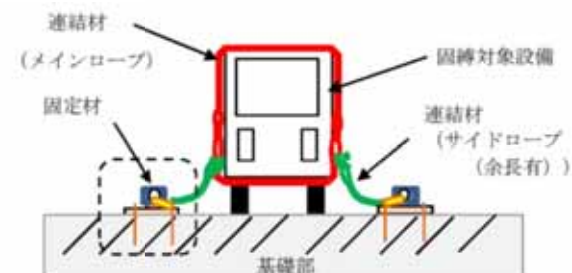
手法	飛来物発生防止対策(固定, 固縛)概要図	
① 固定		飛来物源に固定金具を取り付けて固定
② 緊張固縛		飛来物源に車輪部を連結材と固定金具を用いて固定
		飛来物源を連結材(ロープ)を用いて固定
③ 余長付き固縛	(通常時)	飛来物源を連結材(ロープ)を用いて固縛【動き代がある】
	(地震時)	
	(竜巻時(展張))	



(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。 〕

<別紙2>車両の飛散解析例(1/2)



・車両管理エリアの設定に必要な離隔距離等を考慮するための車両の飛散範囲(飛散距離及び浮上高さ)については、以下の方針に基づきフジタモデルを用いて算出した。

➤ 飛散し易い形状※を考慮し、代表的な寸法及び重量を選定する。
飛散解析結果は次頁に示す。

※種々の物品の解析結果より「箱状(表面積大)」かつ「密度が低い」物品が飛散し易い傾向が読み取れることから、以下の車種を代表として選定。

- ・トラック(大型～小型のバン及び平型)
- ・バス(大型～マイクロバス)
- ・軽自動車(最大高(面積大), 最軽量)
- ・軽トラック
- ・SUV

➤ 上記と逆の傾向を持つ「飛ばない(飛びにくい)」車両の例は以下の様なものがある。

- ・フォークリフト, ホイールローダ
- ・移動式クレーン
- ・移動式ポンプ車

➤ 車両は地表面に位置する(地面からの初期高さ0)と見なして解析した。

➤ 飛散距離に影響を与える飛散の出発点と到達点の高低差についても、解析ケースとして考慮した。(次頁の表も参照)

種々の車両について
寸法・重量を選定
(飛散し易い車種を選定)



車両の飛散解析を実施
(初期位置: 地表面)

各ケースにおける
飛散距離を算定



最大飛散距離を包絡する
離隔距離を選定
(230m及び190m)

<別紙2>車両の飛散解析例(2/2)



【主な評価条件】

- ・風速場：フジタモデル
- ・最大風速：100m/s
- ・寸法、重量：車両メーカーカタログから代表的な数値を参照。
- ・空力パラメータ及び抗力係数：
下図のとおり

$$\frac{C_{D0}A}{m} = c \frac{(C_{D01}A_1 + C_{D02}A_2 + C_{D03}A_3)}{m}$$

ここで、

$\frac{C_{D0}A}{m}$: 空力パラメータ (m²/kg)

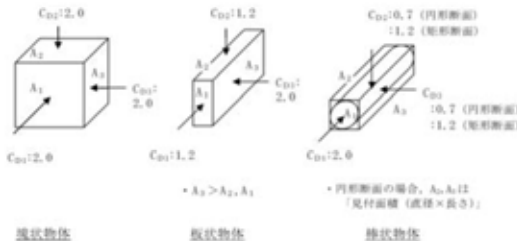
m : 物品の質量 (kg)

c : 係数 (0.33)

$C_{D01}, C_{D02}, C_{D03}$: 直交3方向における物品の抗力係数(別表2-1より選定)

A_1, A_2, A_3 : $C_{D01} \sim C_{D03}$ を定義した各方向に対する見付面積 (m²)

物体の形状	C_{D01}	C_{D02}	C_{D03}
塊状	2.0	2.0	2.0
板状	1.2	1.2	2.0
棒状	2.0	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)



車種	車高 (m)	その他寸法 (m)		重量 (kg)	空力パラメータ C_0A/m (m ² /kg)	最大飛散距離 (m)		最大浮上高さ (m)
						高低差20m	高低差0m	
大型トラック バン (25t)	3.790	2.495	11.990	10900	0.0052	184	134	9.0
大型トラック 平 (25t) ①	3.255	2.490	11.990	9180	0.0056	180	128	7.9
大型トラック 平 (25t) ②	3.460	2.490	11.990	9310	0.0057	186	136	9.5
大型トラック 平 (25t) ③	3.035	2.490	11.950	9210	0.0053	172	115	6.5
大型トラック 平 (25t) ④	3.180	2.490	11.810	8970	0.0056	178	126	7.6
大型トラック 平 (11t)	2.485	2.470	9.440	4750	0.0074	202	147	8.7
中型トラック バン (8t)	3.525	2.495	8.565	4925	0.0081	226	183	17.0
中型トラック バン (7t)	3.135	2.200	6.920	3490	0.0083	222	179	15.6
中型トラック 平 (8t) ①	2.550	2.470	8.485	3690	0.0088	224	170	13.1
中型トラック 平 (8t) ②	2.425	2.240	8.130	3220	0.0089	215	166	12.4
中型トラック 平 (8t) ③	2.435	2.470	9.440	4120	0.0084	222	162	11.4
中型トラック バン (5t)	2.830	1.885	4.845	2795	0.0067	186	135	8.8
中型トラック 平 (4t)	1.990	1.695	4.690	1990	0.0069	167	101	5.1
小型トラック 平 (2t)	2.250	2.170	6.790	2710	0.0085	199	149	10.1
小型トラック 平 (1.5t)	1.970	1.695	4.690	2160	0.0063	156	87	4.4
大型バス ①	3.045	2.485	10.430	9260	0.0047	155	90	5.2
大型バス ②	3.130	2.490	11.450	10190	0.0047	158	94	5.4
大型バス ③	3.190	2.490	11.280	10310	0.0047	160	97	5.6
大型バス ④	3.750	2.490	11.990	12840	0.0044	168	109	6.0
大型バス ⑤	3.485	2.490	8.990	10090	0.0041	151	86	4.7
大型バス ⑥	3.520	2.490	11.990	13000	0.0042	157	94	5.0
中型バス ①	3.045	2.300	8.990	7800	0.0047	155	90	5.2
中型バス ②	2.910	2.300	8.990	8100	0.0044	136	74	4.1
中型バス ③	3.035	2.340	8.990	7100	0.0052	170	113	6.3
マイクロバス ①	2.635	2.065	6.995	3830	0.0067	181	128	7.6
マイクロバス ②	2.735	2.010	7.730	4190	0.0067	184	131	8.2
軽自動車 (車高最大レベル)	1.880	1.475	3.395	960	0.0098	213	161	9.3
軽自動車 (車高最大レベル)	1.910	1.475	3.395	950	0.0100	220	166	10.1
軽自動車 (車高最小レベル)	1.180	1.475	3.395	830	0.0086	138	65	3.2
軽自動車 (車高最小レベル)	1.280	1.475	3.395	850	0.0088	152	77	3.7
軽自動車 (最軽量レベル)	1.475	1.475	3.395	610	0.0132	222	172	10.9
軽自動車 (最軽量レベル)	1.525	1.475	3.395	650	0.0127	223	172	10.8
軽トラック 平 ①	1.745	1.475	3.395	780	0.0115	219	167	11.5
軽トラック 平 ②	1.765	1.475	3.395	680	0.0133	227	180	14.6
軽トラック 平 ③	1.885	1.475	3.395	1220	0.0077	173	111	5.5
SUV①	1.880	1.980	4.950	2430	0.0063	150	80	4.1
SUV②	1.690	1.835	4.725	1660	0.0079	168	101	4.8
SUV③	1.610	1.775	4.175	1210	0.0093	204	143	6.0
最大値						227	183	17.0
必要離隔距離						230	190	

【論点No.52】

竜巻襲来予測時における車両に対する具体的な運用について

【委員からの指摘事項等】

No.47

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

竜巻襲来予測時の車両の退避や固縛について、退避の場所や、固縛装置等についてはどのようなになっているのか。

P.2-8

今後、別資料(論点No.52関係)で説明

防火帯の詳細な構造及び運用方針について

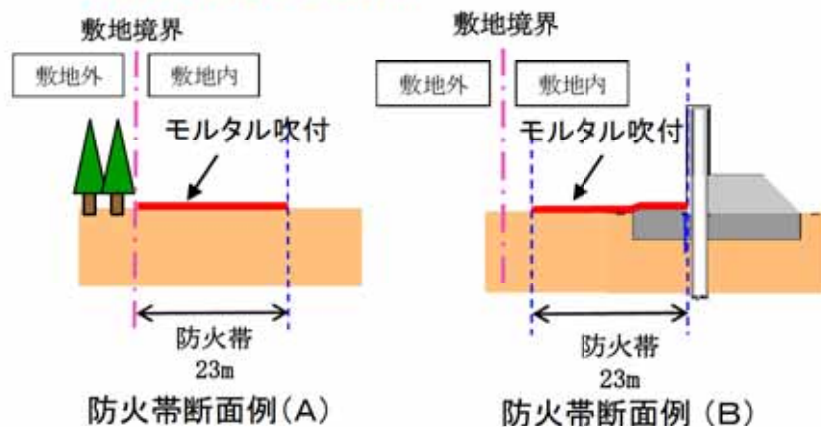
【説明概要】

森林火災の延焼防止対策として、約23m幅の防火帯を設定。防火帯は、可燃物を排除して表面にモルタル吹付け等を施した不燃の構造であり、不燃構造の防潮堤も活用

防火帯は表示板等で識別、構内道路を防火帯として使用する場合は駐車禁止措置等で可燃物が無い状態を維持。防火帯内には可燃物を含む機器等は原則設置しない。

●防火帯の構造

- 森林火災の原子炉施設への延焼防止対策として、発電所施設を取り囲むように、**発電所敷地内に約23m幅の防火帯を設定**
- 防火帯は、樹木を伐採する等、可燃物を排除して表面にモルタル吹付け等を施した**不燃の構造**
- 防潮堤は不燃構造であることから、**防潮堤のエリアも防火帯として活用**



●防火帯の運用管理

- 防火帯は**表示板等で識別**する。構内道路の一部を防火帯として使用する箇所は、**駐車禁止の措置等により可燃物が無い状態を維持**する。
- 防火帯内には延焼防止効果に影響を与えるような**可燃物を含む機器等は設置しない**。
- 防火帯の状況を**巡視点検で定期的に確認**する。

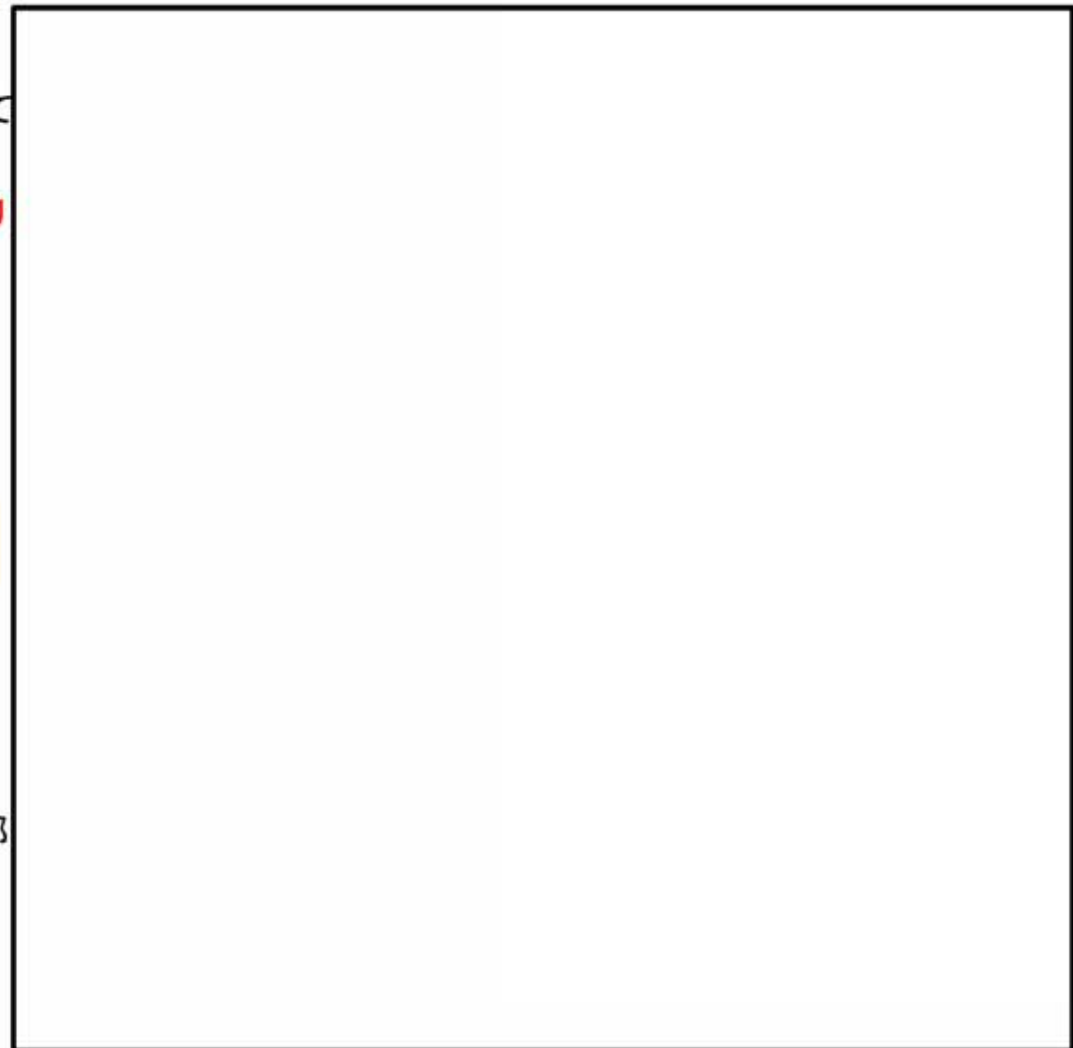


図 防火帯の設定

・発電所敷地各所の防火帯等の設定方法(1/2)

- ・防火帯を設定する発電所敷地に隣接して、他事業者の連絡道路及び他事業者敷地が存在している。
- ・防火帯(幅約23m)は、発電所の敷地内に設定する。
- ・防火帯の設定とは別に、防潮堤を森林火災の熱から防護するため、森林から防潮堤まで離隔距離(幅21m)を確保する。この距離内は他事業者敷地を含めて樹木伐採等の植生管理を行う。
- ・上記を踏まえて、敷地内各所に防火帯及び防潮堤からの離隔距離等を設定する。
- ・次頁に敷地内各部(①～⑨)の防火帯等の設定内容を示す。

<参考> 防火帯の構造及び運用方針について



・発電所敷地各所の防火帯等の設定方法(2/2)

<p>【防潮堤なし】</p> <p>①</p> <p>・防火帯の外側が敷地境界に接するよう設定</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>防火帯 23m</p>	<p>【防潮堤あり】</p> <p>④</p> <p>・防火帯外側が敷地境界(他事業者連絡道路)に接するよう設定</p> <p>・防潮堤防護のため、連絡道路を含めて防潮堤まで21mの離隔距離を確保</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>21m</p> <p>他事業者連絡道路</p> <p>防火帯 23m</p>	<p>【防潮堤あり / なし】</p> <p>⑦</p> <p>・防潮堤エリアは防火帯内側が防潮堤に接するよう設定</p> <p>・防潮堤のないエリアは防火帯23m幅で東側の海まで到達</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>防火帯 23m</p>
<p>【防潮堤なし】</p> <p>②</p> <p>・霊園付近は景観を考慮し、敷地境界内側に幅10m程度森林を残し、その内側に防火帯を設定</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>霊園</p> <p>景観を保つため森林を残す</p> <p>防火帯 23m</p>	<p>【防潮堤あり】</p> <p>⑤</p> <p>・防火帯外側が敷地境界に接するよう設定</p> <p>・防潮堤防護のため敷地外に植生管理エリアを設定し、連絡道路を含めて21mの離隔距離を確保</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>植生管理エリア 2m</p> <p>15m</p> <p>植生管理エリア 2m</p> <p>他事業者連絡道路 4m</p> <p>防火帯 23m</p>	<p>【防潮堤あり】</p> <p>⑧</p> <p>・防火帯外側が敷地境界に接するよう設定</p> <p>・防潮堤防護のため敷地外に植生管理エリアを設定し、防潮堤まで21mの離隔距離を確保</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>3m</p> <p>植生管理エリア 1m</p> <p>20m</p> <p>21m</p> <p>防火帯 23m</p>
<p>【防潮堤あり】</p> <p>③</p> <p>・防火帯外側が敷地境界(他事業者連絡道路)に接するよう設定</p>	<p>敷地内 隣接事業所敷地 敷地内</p> <p>敷地境界</p> <p>30m</p> <p>隣接事業所連絡道路 9m</p> <p>防火帯 23m</p> <p>当社道路 7m</p>	<p>【防潮堤あり / なし】</p> <p>⑥</p> <p>・防潮堤エリアは防火帯外側が防潮堤から21mのラインに接するよう設定。</p> <p>・防潮堤のないエリアは防火帯23m幅で東側の海まで到達</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>21m</p> <p>防火帯 23m</p>	<p>【防潮堤あり】</p> <p>⑨</p> <p>・防火帯外側が敷地境界に接するよう設定。</p> <p>・防潮堤防護のため敷地外に植生管理エリアを設定し、防潮堤まで21mの離隔距離を確保</p>	<p>敷地境界</p> <p>敷地外 敷地内</p> <p>植生管理エリア 17m</p> <p>4m</p> <p>17m</p> <p>21m</p> <p>防火帯 23m</p>

【論点No.53】

防火帯の詳細な構造及び運用方針について

【委員からの指摘事項等】

No.48

防火帯の構造について詳しく説明すること。

P.2-4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

自然現象や外部人為事象に関する設計上の考慮について(将来的な気候変動等の考慮を含む)

【説明概要】

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発電所で想定される外部事象を選定し、準拠すべきガイド・基準等に基づいて設計基準値を設定している。

過去数十年間の発電所近隣の気象観測記録を確認し、降水、風速、気温には増加・上昇の傾向が確認されたものの、設計基準値との比較等により、安全施設への影響はないことを確認している。

○過去数十年の発電所周辺の観測記録において、降水量、最大瞬間風速及び最高気温・最低気温に増加・上昇の傾向が確認されたものの、以下のとおり、安全施設への影響はないことを確認

・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。

(別紙2「設計上考慮する外部事象と設計方針」参照)

・発電所のプラント寿命中に傾向に変化が予想される自然現象は、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配慮

・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を確認し、以下を考察(次頁の図参照)

・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。

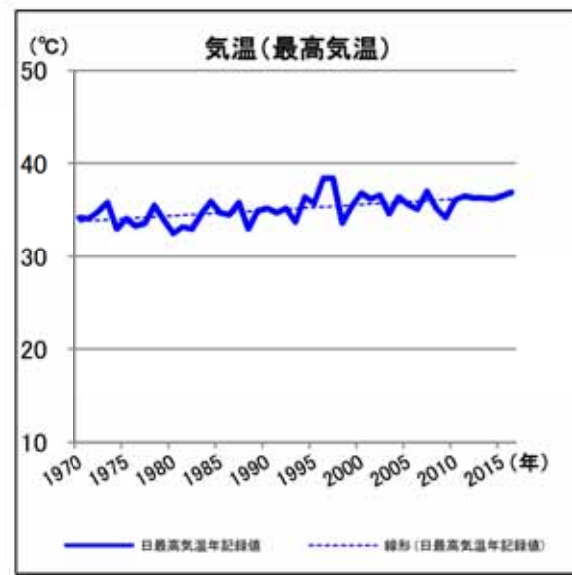
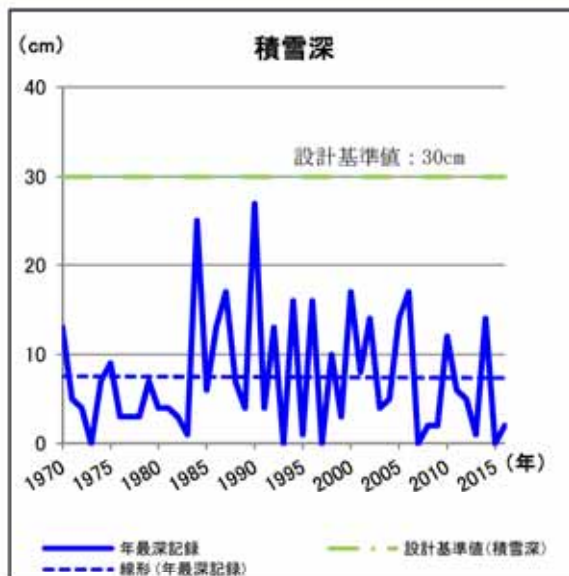
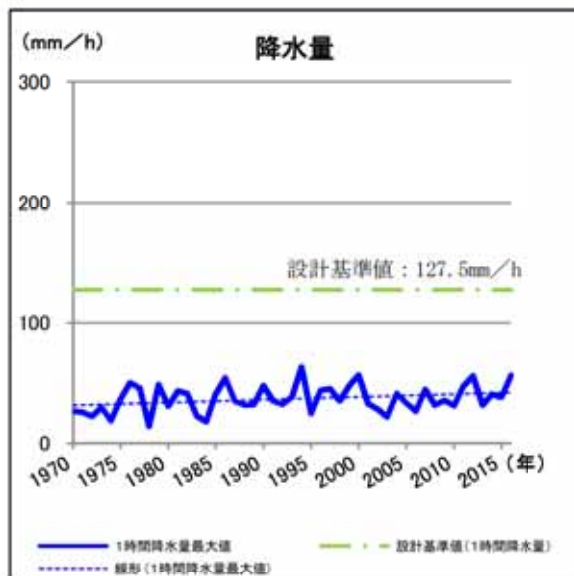
但し、防護対象の施設は設計竜巻の最大風速100m/sを想定した荷重に対する健全性を確認しており、構造強度には十分な余裕がある。

・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

○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

自然現象や外部人為事象に関する設計上の考慮(将来的な気候変動等の考慮を含む)(2/2)

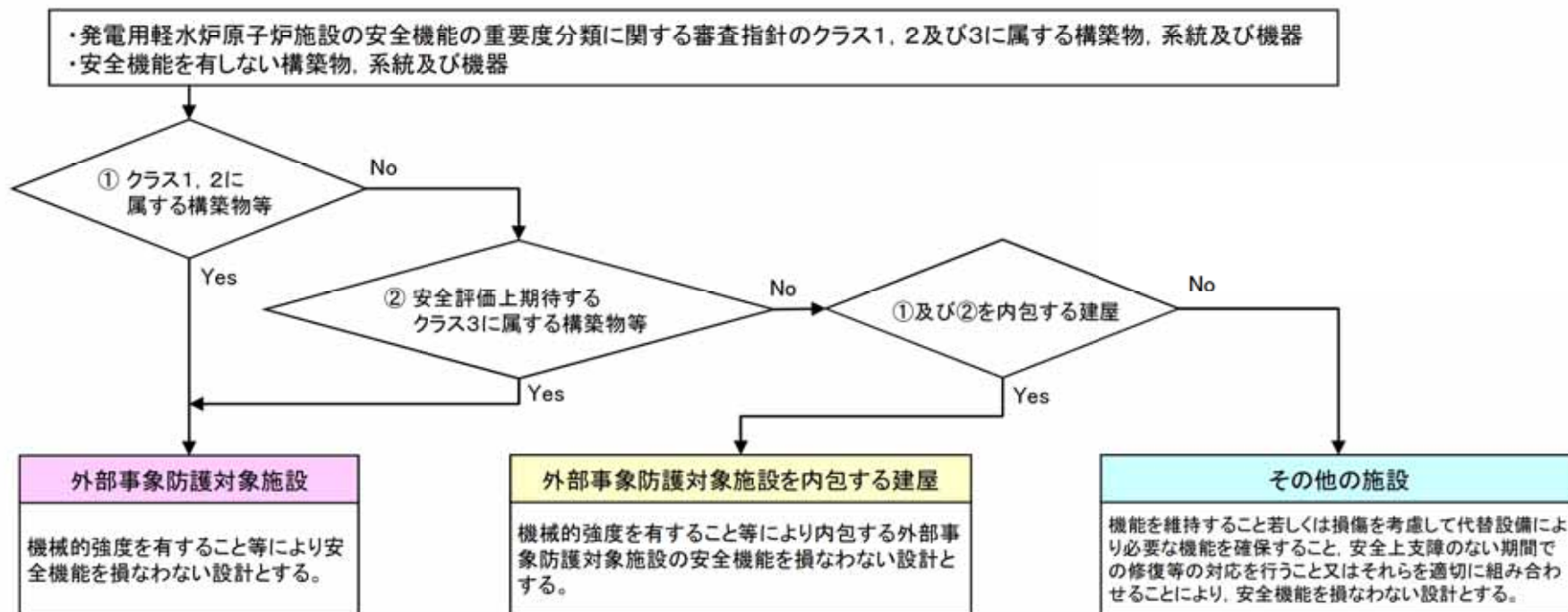


水戸地方気象台(水戸市)の過去数十年の観測記録
論点No.54-3

<別紙1> 外部事象からの衝撃に対する基本方針

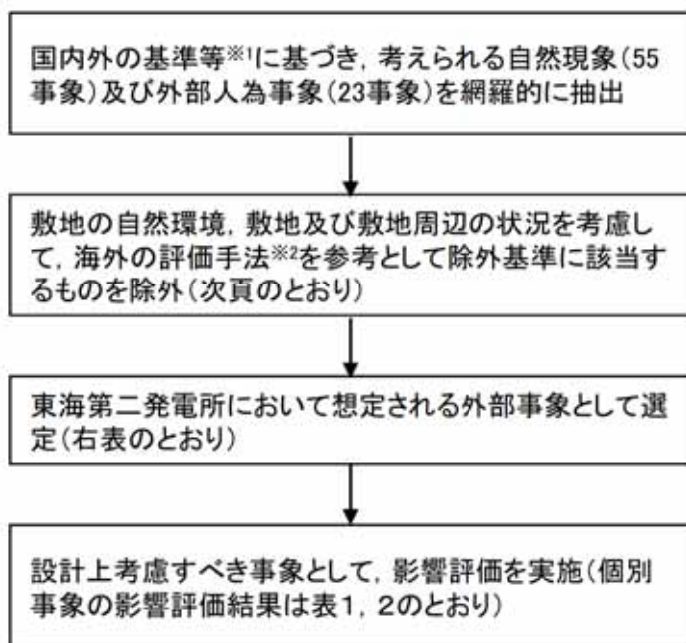


- 安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)及び想定される外部人為事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。
- 安全機能が損なわれなことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類*のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。
※「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている重要度分類
- 上記構築物、系統及び機器のうち、以下の機能を有する**安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物、系統及び機器を「外部事象防護対象施設」として選定し、機械的強度を有するこ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。



○想定される外部事象の選定(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"

<別紙2>設計上考慮する外部事象と設計方針(2/8)



○想定される外部事象の選定(2/2)…考慮不要とした事象

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様ではなく、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／海水面低／海水面高／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

○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
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。
	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。
	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。
	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。
	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。
	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。

<別紙2>設計上考慮する外部事象と設計方針(4/8)



○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
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。
	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>
	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。
	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)を確保することにより、安全機能が損なわれない設計とする。</u> 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>
	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。
	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)を考慮し、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>

<別紙2> 設計上考慮する外部事象と設計方針(5/8)



○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
外部人為事象	飛来物 (航空機落下)	<p>・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>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</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></p> <p>○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></p>
	爆 発	<p>・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。</p> <p>・<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></p>
	近隣工場等の火災	<p>・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。</p> <p>・<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></p> <p>・<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></p>
	ダム の 崩 壊	<p>・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。</p>

○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
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。
	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。
	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。

<別紙2>設計上考慮する外部事象と設計方針(7/8)



○設計基準値の考え方(1/2)

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

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

論点No.54-11

<別紙2>設計上考慮する外部事象と設計方針(8/8)



○設計基準値の考え方(2/2)

- ・自然現象については、その不確実さを考慮し、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。

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(1/8)



○組み合わせ評価マトリクス(1/2)

事象1			凍結		降水		地震	積雪			津波			火山の影響		
事象2			温度	電氣的影響	浸水	荷重(堆積)	荷重(地盤)	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等部材の凍結														
		ヒートシンク(海水)の凍結														
降水	浸水	着氷による送電線の相間短絡														
		降水による設備の浸水														
地震	荷重	荷重(堆積)														
		荷重(地盤)														
積雪	荷重	荷重(堆積)														
		電氣的影響														
津波	閉塞(海水系)	給気口等の閉塞														
		荷重(堆積)														
火山の影響	閉塞(海水系)	取水口、海水ストレーナ等の閉塞														
		海水系ストレーナ等の閉塞														
生物学的事象	閉塞(海水系)	給気口等の閉塞														
		腐食														
風(台風)	荷重	腐食														
		電氣的影響														
電巻	荷重	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡														
		降下火砕物の付着による化学的影響														
森林火災	温度	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡														
		給気口等の閉塞														
落雷	電氣的影響	取水口、海水ストレーナ等の閉塞														
		げん南風(ネズミ等)によるケーブル架の損傷														
電巻	荷重	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡														
		降下火砕物の付着による化学的影響														
森林火災	温度	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡														
		給気口等の閉塞														
落雷	電氣的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡														
		給気口等の閉塞														

【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機条件が変化し、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

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(2/8)



○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)		電巻			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(短正流)	温度	閉塞(吸気等)	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																
凍結	温度	屋外タンク及び装置内部液体の凍結		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		ヒートシンク(海水)の凍結		a	a	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積氷等		a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		降水による設備の浸水		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)	c(1)	b	b	b	a	a	a	c(1)	a
		荷重(傾倒)		a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
積雪	電氣的影響	着雪による送電線の積氷等		a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		閉塞(吸気系)	給気口等の閉塞		a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	d(1)	a	a
津波	浸水	着氷による送電線の積氷等		a	a	a	a	d(1)	c(1)	b	b	b	a	a	a	c(1)	a
		閉塞(海水系)	浮遊物による取水口、海水ストレーナ等の閉塞		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
火山の噴霧	荷重	荷重(倒壊)		a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	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	a	a	a	a
火山の噴霧	電氣的影響	給気口等の閉塞		a	a	a	a	d(1)	a	b	a	a	a	a	d(1)	a	a
		腐食	腐食反応による電氣的影響		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
生物学的事象	電氣的影響	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	a	a	a
		電氣的影響	げっ歯類(ネズミ等)によるケーブル類の損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風(台風)	荷重	荷重(風)		a	a	a	a	a	a	a	a	a	c(1)	d(1)	a	c(1)	a
		荷重(飛来物)		a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	c(1)
電巻	荷重	荷重(風)		a	a	a	a	a	a	a	a	a	c(1)	d(1)	a	c(1)	a
		荷重(飛来物)		a	a	a	a	d(1)	a	a	a	a	a	a	a	a	c(1)
森林火災	温度	短絡熱		a	a	a	a	a	a	c(1)	c(1)	a	a	a	a	a	a
		閉塞	給気口等の閉塞		a	a	a	a	d(1)	a	d(1)	a	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	屋内外計測器設置区に発生するノイズ		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		直撃雷		a	a	a	a	a	a	c(1)	c(1)	a	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	誘導雷サージによる電氣室内の設備損傷		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耐熱条件が変化し、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

論点No.54-14

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(3/8)



○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、液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(電氣的影響(直撃雷))	電氣的影響(直撃雷)	e	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。	-

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(4/8)



○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)) ×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	e	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))で評価する。	-
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。	○

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(5/8)



○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(高圧炉心スプレイ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(高圧炉心スプレイ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)) ×生物的事象(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。	-
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增加し、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。	-

○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。	—
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。	—
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。	○

<別紙3> 自然現象の重畳影響評価(7/8)



○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建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℃)を上回ることではないことから、建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建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℃)を上回ることではないことから、建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建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℃)を上回ることではないことから、建造物の機能は維持される。	-

○影響が増長する組み合わせの影響評価(6/6)

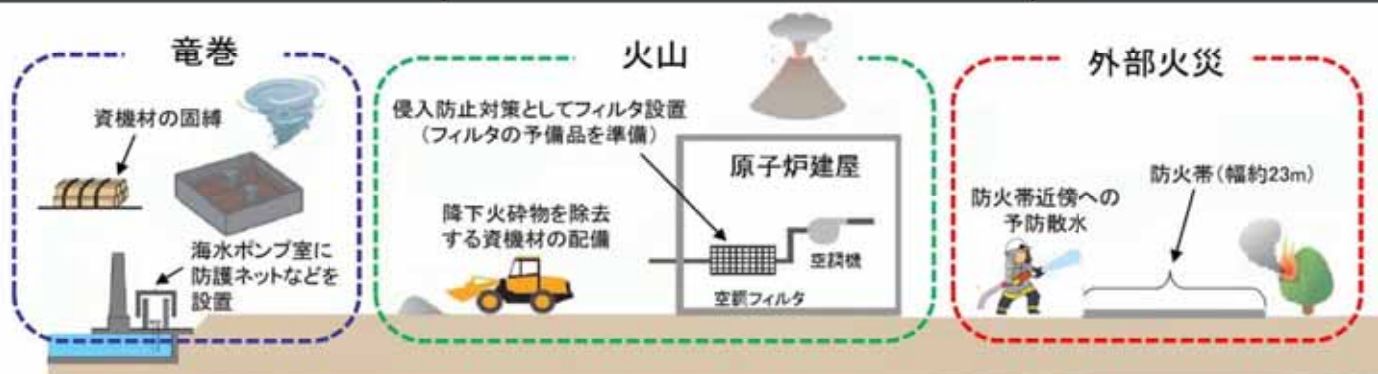
重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
森林火災(閉塞(吸気系)) ×風(台風)(荷重(風))	閉塞(吸気系)	d	Ⅲ-1	風(台風)の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口についてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替えを実施する手順により対処可能である。	-
森林火災(温度) ×竜巻(荷重(風))	温度	c	Ⅲ-1	風の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(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℃)を上回ることにはないことから、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。	-

<別紙4> 外部事象の評価及び対策(1/2)

(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

<別紙4>外部事象の評価及び対策(2/2)



(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

【論点No.54】

自然現象や外部人為事象に関する設計上の考慮について(将来的な気候変動等の考慮を含む)

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.533

2. 自然災害の大きさの想定根拠。 P.7-12

No.534

3. 外部飛来物(飛行機, ロケット, イン石等) P.6.9

No.913

(提案-7)テロ対策等

今後、別資料(論点No.163, 164関係)で説明

P.9

「外部事象対策」
火山影響評価参照

今後、別資料(論
点No.163関係)で
説明

原発は、内部関係者の意識的誤作動、敵対国からのミサイル攻撃、航空機の墜落、浅間山や富士山からの降灰、ドローン等による放射性物質やサリン等の有害化学物質等の空中散布等があった場合制御室も含め現場に人が近づけず原発が制御不可能になる恐れは無いのか、これらに対する防御や対策はどうするのか十分考えているのか？
秘密事項だから説明できないでは納得出来ない。また、監視体制の強化のみでは納得できるものではない。原発を再稼働させない事を含めて徹底的な議論が必要である。

今後、別資料(論点No.163, 164関係)で説明

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.920

④地球温暖化による気象変動等の見積もりの妥当性について

自然界の現象は多くが指数関数的に変化すると考えます。幾つか例を挙げれば、原子炉内で生成される放射能、放射能の生成崩壊、物質の放射能や光の吸収等など。その変化は、最初変化量が小さく気が付きにくいものの、ある境界(しきい値)を超えると変化の度合いが目に見えて大きくなります。変動には波があるものの均すと傾向は明確にわかります。昨今の気象変動等の様子を見ていると地球温暖化は明らかに急速に進み始めていると考えられます。加えて日本列島の下には多くのプレート境界が走っていて地震が多発し、火山の噴火も多い。原子力規制庁は地球科学的データの部分を少なくとも地球シミュレーターや国外の権威ある研究機関が調べていると思われる今後数十年にわたる変動予測を明らかにし、設定した新規制基準と客観的に比較して妥当性を示すべきでした。 P.2,3

日本は山地の多い島国で人口密度も高い。原子力事故が起きれば甚大な被害が発生し、難民が逃げる場所も極めて少ない。また風光明美な観光地は多いが前に述べたように地球科学的には不安定な地域で、半世紀にわたり検討を続けてきたが未だに高レベルの放射能の使用済み核燃料廃棄物を永久的に保存できる場所が見つかっていません。多くの方が気づき始めていますが原子力発電は時間を経過すればするほど高コストになって行く必然性を持っています。あるいはもともと高コストのものを低コストに見立てていたのかもしれませんが。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1015

住民説明会資料:東海第二発電所に関する審査の概要2019年2月の感想

原子力規制委員会作成の住民説明会資料を見たところ、読み違いがあるかも知れないが、幾つかの疑問点があったので提出することにしました。適宜ご検討頂ければ幸いです。(全16点、資料番号順、視聴の説明は省略した)

主な観点、

今後、別資料(論点No.50関係)で説明

・安全対策は人のためであり、実効性、有効性が求められる。人間は自然を制御出来ない。どのような気象条件下でも、昼夜関係なく大地震が発生する可能性がある。自然に起因する安全阻害要因は、洩れなく検討されるべき。自然条件の想定は組合せも重要。実際に発生している過酷な気象条件を考慮し、検討すれば真の実効性、有効性につながる。

今後、別資料(論点No.50関係)で説明

P.7-12

No.1031

Q15:資料(55)自然現象の加重の組合せの記載例

今後、別資料(論点No.50関係)で説明

設置変更許可申請書は、"自然現象につき単独発生と複数事象を検討し安全機能を損なわない設計とする"と読める。これに対して、工事計画認可申請書は組合せの範囲が縮小してある。検討して対策不要との結論なのか、検討しないで対策不要とするのでは意味が異なる。実効性、有効性を確保するには、想定外を無くす努力が必要だ。設置変更許可申請書どおりに検討すべきであったと考える。

今後、別資料(論点No.50関係)で説明