

東海第二発電所

設計基準対象施設について

平成 30 年 6 月
日本原子力発電株式会社

目 次

- 4 条 地震による損傷の防止
- 5 条 津波による損傷の防止
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）
- 7 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止
- 8 条 火災による損傷の防止
- 9 条 溢水による損傷の防止等
- 10 条 誤操作の防止
- 11 条 安全避難通路等
- 12 条 安全施設
- 14 条 全交流動力電源喪失対策設備
- 16 条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 17 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 23 条 計測制御系統施設（第 16 条に含む）
- 24 条 安全保護回路
- 26 条 原子炉制御室等
- 31 条 監視設備
- 33 条 保安電源設備
- 34 条 緊急時対策所
- 35 条 通信連絡設備

その他関連資料

- ・原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性について
- ・周辺監視区域，気象資料等の変更に伴う東海第二発電所原子炉設置許可申請書の変更について
- ・休止状態設備の撤去による廃棄物処理及び貯蔵への影響について

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止

(その他外部事象)

第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止

(その他外部事象)

<目 次>

1. 基本方針
 1. 1 要求事項の整理
 1. 2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性の説明
2. 外部からの衝撃による損傷の防止

別添資料 1 外部事象の考慮について

<概 要>

1. において，設計基準対処設備の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。

2. において，設計基準対処設備について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

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

表 1 設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条 要求事項

設置許可基準規則 第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	技術基準規則 第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	備考
安全施設は、想定される自然事象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準対象施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。		追加要求事項
3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置、構造及び設備

(3) その他の主要な構造

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

a. 設計基準対象施設

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

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

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

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また、安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害の発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない

設計とする。

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

自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

【別添資料1（3.2:21～32）（4.1:34～39）】

(a-1) 風（台風）

安全施設は、設計基準風速による風荷重に対し、安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは風（台風）による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修復等の対応を行

うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

(a-2) 竜巻

安全施設は、想定される竜巻が発生した場合においても、作用する設計荷重に対して、その安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設は、過去の竜巻被害状況及び発電所のプラント配置から想定される竜巻に随伴する事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

竜巻に対する防護設計を行うための設計竜巻の最大風速は、 100m/s とし、設計荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物が安全施設に衝突する際の衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びに安全施設に常時作用する荷重、運転時荷重及びその他竜巻以外の自然現象による荷重等を適切に組み合わせたものとして設定する。

安全施設の安全機能を損なわないようにするため、安全施設に影響を及ぼす飛来物の発生防止対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する安全施設及び安全施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

飛来物の発生防止対策として、飛来物となる可能性のあるもののうち、東海発電所を含む当社敷地内の資機材、車両等については、飛来した場合の運動エネルギー又は貫通力が設定する設計飛来物（鋼製材（長さ 4.2m ×幅 0.3m ×高さ 0.2m 、

質量 135kg，飛来時の水平速度 51m/s，飛来時の鉛直速度 34m/s)) より大きなものに対し，固縛，固定又は防護すべき施設からの離隔を実施する。

なお，当社敷地近傍の隣接事業所から，上記の設計飛来物（鋼製材）の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定される場合は，隣接事業所との合意文書に基づき飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し，当該飛来物が衝突し得る安全施設及び安全施設を内包する区画の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による安全施設の損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること若しくは安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(a-3) 凍結

安全施設は，設計基準温度による凍結に対し，安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは凍結を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(a-4) 降水

安全施設は，設計基準降水量を上回る降水による浸水及び荷重に対し，安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは降水による損傷を考慮して，代替設備に

より必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(a-5) 積雪

安全施設は，設計基準積雪深による荷重及び閉塞に対し，安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは積雪による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(a-6) 落雷

安全施設は，設計基準電流値による雷サージに対し，安全機能を損なわない設計とすること若しくは雷サージによる損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(a-7) 火山

安全施設は，発電所の運用期間中において発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 50cm，粒径 8.0mm 以下，密度 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ （乾燥状態）～ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ （湿潤状態）の降下火砕物に対し，以下のような設計とすることにより降下火砕物による直接的影響に対して機能維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修

復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること
- ・ 換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 水循環系の内部における摩耗並びに換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（摩耗）に対して摩耗しにくい設計とすること
- ・ 構造物の化学的影響（腐食），水循環系の化学的影響（腐食）並びに換気系，電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気系は，降下火砕物が侵入しにくく，さらに外気を遮断できる設計とすること
- ・ 電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計測制御設備（安全保護系）の設置場所の換気空調設備は，降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去や換気空調設備外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調設備の停止若しくは閉回路

循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

さらに、降下火砕物による間接的影響である 7 日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電所の安全性を維持するために必要となる電源の供給が継続できることにより安全機能を損なわない設計とする。

(a-8) 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に対し、その安全機能を損なわない設計とする。

海生生物であるクラゲ等の発生に対しては、クラゲ等を含む塵芥による残留熱除去系海水系等への影響を防止するため、除塵装置及び海水ストレーナを設置し、必要に応じて塵芥を除去すること、小動物の侵入に対しては、屋内設備は、建屋止水処置により、屋外設備は、端子箱貫通部の閉止処置を行うことにより、安全施設の生物学的事象に対する健全性の確保若しくは生物学的事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせること、その安全機能を損なわない設計とする。

(a-9) 外部火災（森林火災、爆発及び近隣工場等の火災）

安全施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

想定される森林火災の延焼防止を目的として、発電所周辺の植生を確認し、作成した植生データ等を基に求めた最大火線強度（6,278kW/m）から算出される防火帯（約 23m）を敷地内に設ける。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

また、森林火災による熱影響については、最大火炎輻射発散度の影響を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地又はその周辺で想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）として、想定される近隣の産業施設の火災・爆発については、離隔距離の確保により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、想定される発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災については、離隔距離を確保すること、その火災による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせること、その安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による屋外施設への影響については、屋外施設の温度を許容温度以下とすることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、外部火災の二次的影響であるばい煙及び有毒ガスによる影響については、換気空調設備等に適切な防護対策を講

じることによって安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

森林火災による津波防護施設への熱影響については、最大火災輻射発散度による熱影響を考慮した離隔距離を確保するものとする。なお、津波防護施設と植生との間の離隔距離を確保するために管理が必要となる隣接事業所敷地については、隣接事業所との合意文書に基づき、必要とする植生管理を当社が実施する。

(a-10) 高潮

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、その安全機能を損なわない設計とする。

(a-11) 有毒ガス

安全施設は、想定される有毒ガスの発生に対し、中央制御室換気系等により、中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

(a-12) 船舶の衝突

安全施設は、航路を通行する船舶の衝突に対し、航路からの離隔距離を確保することにより、安全施設の船舶の衝突に対する健全性の確保若しくは船舶の衝突による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることによって、その安全機能を損なわない設計とする。

(a-13) 電磁的障害

安全施設は、電磁的障害による擾乱に対し、制御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，安全施設の電磁的障害に対する健全性の確保若しくは電磁的障害による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

(2) 安全設計方針

1.1.1 安全設計の基本方針

1.1.1.4 外部からの衝撃による損傷の防止

(3) その他の主要な構造

発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については，網羅的に抽出するために，発電所敷地及びその周辺での発生実績の有無に関わらず，国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災等を考慮する。また，これらの自然現象について関連して発生する自然現象も含める。これらの事象について，海外の評価基準を考慮の上，発電所及びその周辺での発生の可能性，安全施設への影響度，発電所敷地及びその周辺に到達するまでの時間余裕及び影響の包絡性の観点から，発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定する。

安全施設は，これらの自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組合せに遭遇した場合において，自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結

果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

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

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）は、網羅的に抽出するために、発電所敷地又はその周辺での発生実績の有無に関わらず、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の事象を考慮する。これらの事象について、海外の評価基準を考慮の上、発電所又はその周辺での発生可能性、安全施設への影響度、発電所敷地及びその周辺に到達するまでの時間余裕及び影響の包絡性の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を選定する。

安全施設は、これらの発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお、発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）のうち、飛来物（航空機落下）については、確率的

要因により設計上考慮する必要はない。また、ダムの崩壊については、立地的要因により考慮する必要はない。

自然現象、発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象及び森林火災を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

【別添資料 1（3. 2:21～32）（4. 1:34～39）】

1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針

安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及び想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を損なわない設計とする。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、「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（以下 1.7 では「安全重要度分類」という。）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。

その上で、上記構築物、系統及び機器の中から、発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器並びに使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス 1、クラス 2 及び安全評価上その機能に期待するクラス 3 に属する構築物、系統及び機器を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設」という。）とし、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。

また、外部事象防護対象施設を内包する建屋（外部事象防護対象施設となる建屋を除く。）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及び外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。ここで、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて、外部事象防護対象施設等という。

上記に含まれない構築物、系統及び機器は、機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることに

より，その安全機能を損なわない設計とする。

1.7.1 風（台風）防護に関する基本方針

建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号より設定した設計基準風速（30m/s，地上高10m，10分間平均）の風によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を，安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で，外部事象防護対象施設は設計基準風速（30m/s，地上高10m，10分間平均）の風荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。

また，上記に含まれない構築物，系統及び機器は，風（台風）により損傷した場合であっても，代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

タンクについては，消防法（危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示第4条の19）において，日本最大級の台風の最大瞬間風速（63m/s，地上高15m）に基づく風荷重に対する設計が現在でも要求されている。

なお，風（台風）に伴う飛来物による影響は，竜巻影響評価にて想定する設計飛来物の影響に包絡される。

ここで，風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては，落雷及び高潮が考えられる。落雷については，同時に発生するとしても，個々の事象として考えられる影響と変わらない。高潮については，安全施設は高潮の影響を受けない敷地高さに設置する。

1.7.2 竜巻防護に関する基本方針

1.7.2.1 設計方針【「6条（竜巻）」参照】

1.7.3 凍結防護に関する基本方針

設計基準温度である -12.7°C の低温による凍結によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、外部事象防護対象施設は、屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持し、屋外設備については保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記に含まれない構築物，系統及び機器は、凍結した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

1.7.4 降水防護に関する基本方針

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」等に基づき設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水による浸水に対し、構内排水路による海域への排水及び浸水防止のための建屋止水処置により、安全機能を損なわない設計とするとともに、外部事象防護対象施設及び機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水による荷重に対し、排水口及び構内排水路による海域への排水により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記に含まれない構築物，系統及び機器は、降水により損傷した場

合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

1.7.5 積雪防護に関する基本方針

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より設定した設計基準積雪量（30cm）の積雪によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準積雪量（30cm）の積雪荷重に対し機械的強度を有すること、給排気口の閉塞により安全機能を損なわない設計とする。

また、上記に含まれない構築物，系統及び機器は、積雪により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

1.7.6 落雷防護に関する基本方針

電気技術指針 J E A G 4608-2007「原子力発電所の耐雷指針」を参照し設定した設計基準電流値（400kA）の落雷によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、外部事象防護対象施設は、雷害防止対策として、原子炉建屋等への避雷針の設置，接地網の敷設による接地抵抗の低減等を行うとともに，安全保護系への雷サージ侵入の抑制を図る回路設計を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。

また、上記に含まれない構築物，系統及び機器は、落雷により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

1.7.7 火山防護に関する基本方針

1.7.7.1 設計方針【「6条（火山）」参照】

1.7.8 生物学的事象防護に関する基本方針

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によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を，安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で，外部事象防護対象施設及び機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，海生生物であるクラゲ等の発生に対して，塵芥による残留熱除去系海水系等への影響を防止するため，除塵装置及び海水ストレーナを設置し，必要に応じて塵芥を除去することにより，安全機能を損なわない設計とする。

小動物の侵入に対しては，屋内設備は建屋止水処置により，屋外設備は端子箱貫通部の閉止処置を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。

また，上記に含まれない構築物，系統及び機器は，生物学的事象により損傷した場合であっても，代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

1.7.9 外部火災防護に関する基本方針

1.7.9.1 設計方針【「6条（外部火災）」参照】

1.7.10 高潮防護に関する基本方針

高潮によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を，安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、外部事象防護対象施設及び機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は、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。

1.7.11 有毒ガス防護に関する基本方針

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート施設等）と可動施設（陸上輸送、海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には、以下の交通運輸状況及び産業施設がある。

発電所敷地境界付近には国道245号線があり、発電所に近い鉄道路線には東日本旅客鉄道株式会社常磐線がある。

発電所沖合の航路は、中央制御室からの離隔距離が確保されている。

発電所周辺の石油コンビナート施設については、発電所敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設は存在しない。なお、発電所に最も近い石油コンビナート地区は南方約50kmの鹿島臨海地区である。

また、発電所敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の主要な産業施設がある。

これらの主要道路、鉄道路線、定期航路及び石油コンビナート施設は、発電所から離隔距離が確保されており、危険物を積載した車両及び船舶を含む事故等による発電所への有毒ガスの影響を考慮する必要はない。

発電所敷地内に貯蔵している化学物質については、貯蔵設備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、中央制御室の換気空調設備については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性を損なうことはない。

1.7.12 船舶の衝突防護に関する基本方針

航路を通行する船舶の衝突に対し、航路からの離隔距離を確保することにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。

小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、敷地前面の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。また、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、呑み口が広いため、取水性を損なうことはない。

船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合は、オイルフェンスを設置する措置を講じる。

したがって、船舶の衝突によって取水路が閉塞することはなく、安全施設の安全機能を損なうことはない。

1.7.13 電磁的障害防護に関する基本方針

安全保護系は、電磁的障害による擾乱に対して、制御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している。

したがって、電磁的障害により安全施設の安全機能を損なうことはない。

(3) 適合性の説明

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

- 1 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- 3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については、敷地及び敷地周辺の自然環境を基に洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定し，設計基準を設定するに当たっては，発電所の立地地域である東海村に対する規格・基準類による設定値及び東海村で観測された過去の記録等をもとに設定する。なお，東海村の最寄りの気象官署である水戸地方気象台で観測された過去の記録について設計への影響を確認する。また，これらの自然現象ごとに関連して発生する可能性がある自然現象も含める。

安全施設は，発電所敷地で想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。ここで，発電所敷地で想定される自然現

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

発電用原子炉施設のうち安全施設は、以下のとおり条件を設定し、自然現象によって発電用原子炉施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（1.：1～17）（2.：18～19）（3.1：20）】

(1) 洪水

発電所敷地の北側には久慈川が、南側には丘陵地を挟んだ反対側に新川が位置している。発電所敷地の西側は北から南にかけて EL. 3m～EL. 21m の平野となっている。久慈川水系が氾濫した場合、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国道 245 号線から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、敷地の地形及び表流水の状況から判断して、敷地が洪水による被害を受けることはない。

【別添資料1（3.2：21）】

(2) 風（台風）

建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づく建設省告示第 1454 号によると、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は 30m/s（地上高 10m, 10 分間平均）である。

安全施設は、建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づ

く建設省告示第 1454 号を参照し、設計基準風速（30m/s、地上高 10m、10 分間平均）の風（台風）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。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準風速（30m/s、地上高 10m、10 分間平均）の風荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、風（台風）に対して機能を維持すること若しくは風（台風）による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

なお、水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば最大風速は 28.3m/s（1961 年 10 月 10 日）であり、設計基準風速に包絡される。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、「(7) 落雷」に述べる個々の事象として考えられる影響と変わらない。高潮については、「(11) 高潮」に述べるとおり、安全施設は影響を受けることのない敷地高さに設置し、安全機能を損なわない設計とする。

なお、風（台風）に伴い発生する可能性のある飛来物による影響については、竜巻影響評価において想定している設計飛来物の影響に包絡される。

【別添資料1（3.2:21～23）】

(3) 竜巻

安全施設は、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。

a．飛来物の発生防止対策

竜巻により東海発電所を含む当社敷地内の資機材等が飛来物となり、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設等へ影響を及ぼす資機材及び車両については、固縛、固定、外部事象防護対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔、頑健な建屋内収納又は撤去する。

b．竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し、安全施設が安全機能を損なわないように、以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻飛来物防護対策設備により、外部事象防護対象施設を防護し、構造健全性を維持し安全機能を損なわない設計とする。
- ・外部事象防護対象施設の構造健全性が維持できない場合には、代替設備の確保、損傷した場合の取替え又は補修が可能な設計とすることにより安全機能を損なわない設計とする。

ここで、竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性のある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は、設計竜巻荷重に包含される。

【別添資料1（3.2:23～25）】

(4) 凍結

水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば、最低気温は -12.7°C （1952 年 2 月 5 日）である。

安全施設は、設計基準温度（ -12.7°C ）の低温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。

その上で、外部事象防護対象施設は、上記観測記録を考慮し、屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持し、屋外設備については保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、低温による凍結に対して機能を維持すること若しくは低温による凍結を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.2:25）】

(5) 降水

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）」等に基づき算出した、10 年確率で想定される東海村に対する雨量強度は 127.5mm/h である。

安全施設は、「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）」を参照し、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水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。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を

上回る降水に対し、排水口及び構内排水路による海域への排水、浸水防止のための建屋止水処置等により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、降水に対して機能を維持すること若しくは降水による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、水戸地方気象台での観測記録（1906 年～2012 年）によれば、日最大 1 時間降水量は 81.7mm（1947 年 9 月 15 日）であり、設計基準降水量に包絡される。

ここで、降水に関連して発生する可能性がある自然現象としては、土石流、土砂崩れ及び地滑りが考えられるが、敷地には、土石流、土砂崩れ及び地滑りの素因となるような地形の存在は認められないことから、安全施設の安全機能を損なうような土石流、土砂崩れ及び地滑りが生じることはない。

【別添資料1（3.2:25～27）】

(6) 積雪

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よると、建築物を設計する際に要求される基準積雪量は、東海村においては 30cm である。

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を参照し、設計基準積雪量（30cm）の積雪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。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準積雪量（30cm）の積雪荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。

また、設計基準積雪量（30cm）に対し給排気口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、積雪に対して機能を維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば、月最深積雪は 32cm（1945 年 2 月 26 日）である。設計基準を上回るような積雪事象は、気象予報により事前に予測が可能であり、進展も緩やかであるため、建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排気口の閉塞防止、構内道路の除雪を行うことでプラント運営に支障をきたさない措置が可能である。

【別添資料1（3.2:27～28）】

(7) 落雷

電気技術指針 J E A G 4608-2007「原子力発電所の耐雷指針」を参照し設定した最大雷撃電流値は、400kA である。

東海第二発電所を中心とした標的面積 4km^2 の範囲で観測された雷撃電流の最大値は 131kA である。

安全施設は、電気技術指針 J E A G 4608-2007「原子力発電所の耐雷指針」を参照し、設計基準電流値（400kA）の落雷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。

その上で、外部事象防護対象施設の雷害防止対策として、原子炉建屋等への避雷針の設置、接地網の敷設による接地抵抗の低減等を行うとともに、安全保護系への雷サージ侵入の抑制を図る回路設計を行うことにより、安

全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、落雷に対して機能を維持すること若しくは落雷による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1（3.2:28～29）】

(8) 火山の影響

外部事象防護対象施設は、降下火砕物による直接的影響及び間接的影響が発生した場合においても、安全機能を損なわないよう以下の設計とする。

a. 直接的影響に対する設計

外部事象防護対象施設は、直接的影響に対して、以下により安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること
- ・ 換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 水循環系の内部における摩耗並びに換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（摩耗）に対して摩耗しにくい設計とすること
- ・ 構造物の化学的影響（腐食）、水循環系の化学的影響（腐食）並びに換気系、電気系及び計測制御系の化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに外気を遮断できる設計とすること
- ・ 電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構

を有する計測制御設備（安全保護系）の設置場所の換気空調設備は降下火砕物が侵入しにくい設計とすること

- ・降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去や換気空調設備外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調設備の停止若しくは閉回路循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

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

b. 間接的影響に対する設計

降下火砕物による間接的影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象が生じた場合については、降下火砕物に対し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。）の安全機能を維持することで、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1（3.2:29～31）】

(9) 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。

その上で、外部事象防護対象施設は、海生生物であるクラゲ等の発生に対しては、海生生物を含む塵芥による残留熱除去系海水系等への影響を防止するため、除塵装置及び海水ストレーナを設置し、必要に応じて塵芥を除去することにより、安全機能を損なわない設計とする。

小動物の侵入に対しては、屋内設備は建屋止水処置により、屋外設備は端子箱貫通部の閉止処置を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、生物学的事象に対して機能を維持すること若しくは生物学的事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1（3.2:31～32）】

(10) 森林火災

敷地外の森林から出火し、敷地内の植生へ延焼するおそれがある場合は、自衛消防隊が出動し、予防散水等の延焼防止措置を行う。また、敷地内の植生へ延焼した場合であっても、森林火災シミュレーション（F A R S I T E）による影響評価に基づいた防火帯幅を確保すること等により、安全機能が損なわれることはない。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

森林火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統、屋外設置機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1 (3.2:32)】

(11) 高潮

安全施設は、高潮の影響を受けない敷地高さ (T.P. (東京湾中等潮位) +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。

なお、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. +1.46m (1958 年 9 月 27 日)、朔望平均満潮位が T.P. +0.61m である。

【別添資料 1 (3.2:33)】

自然現象の組合せについては、発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）として抽出された 11 事象をもとに、被害が考えられない洪水及び津波に包含される高潮を除いた 9 事象に地震及び津波を加えた 11 事象を、網羅的に検討する。

- ・ 組み合わせた場合も影響が増長しない（影響が小さくなるものを含む）
- ・ 同時に発生する可能性が極めて低い
- ・ 増長する影響について、個々の事象の検討で包絡されている又は個々の事象の設計余裕に包絡されている
- ・ 上記以外で影響が増長する

以上の観点より、事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事

象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その中から荷重の大きさ等の観点で代表性のある、地震、津波、火山の影響、風（台風）及び積雪の組合せの影響に対し、安全施設は安全機能を損なわない設計とする。組み合わせる事象の規模については、設計基準規模事象同士の組合せを想定する。

ただし、「第四条 地震による損傷の防止」及び「第五条 津波による損傷の防止」において考慮する事項は、各々の条項で考慮し、地震又は津波と組み合わせる自然現象による荷重としては、風（台風）又は積雪とする。組合せに当たっては、地震又は津波の荷重の大きさ、最大荷重の継続時間、発生頻度の関係を踏まえた荷重とし、施設の構造等を考慮する。

【別添資料 1（6.：51～76）】

第2項について

重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせて設計する。なお、過去の記録、現地調査の結果等を参考にし、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、第1項において選定した自然現象に含まれる。また、重要安全施設を含む安全施設は、第1項において選定した自然現象又はその組合せにより、安全機能を損なわない設計としている。安全機能を損なわなければ設計基準事故に至らないため、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象又はその組合せと設計基準事故に因果関係はない。したがって、因果関係の観点からは、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると

想定される自然現象により重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、重要安全施設は、個々の事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

また、重要安全施設は、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を適切に考慮する設計とする。

【別添資料 1（添-16. :1～2）】

第 3 項について

発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）は、発電所及びその周辺での発生の可能性、安全施設への影響度、発電所敷地及びその周辺に到達するまでの時間余裕及び影響の包絡性の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を選定する。

安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。ここで、発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

【別添資料 1（1. :1～17）（2. :18～19）（4. :34）】

(1) 飛来物（航空機落下）

発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）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」（平成14・7・29 原院第4号（平成14年7月30日 原子力安全・保安院制定））等に基づき評価した結果、約 8.5×10^{-8} 回／炉・年であり、防護設計の可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。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）と安全機能が独立していること、かつ設置場所は発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）と離隔されていることから、個別に航空機落下確率を評価した結果、約 6.1×10^{-8} 回／炉・年であり、防護設計の可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。

【別添資料1（4.1:34）】

(2) ダムの崩壊

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。

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く、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

【別添資料1（4.1:34～35）】

(3) 爆発

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はないため、爆発による安全施設への影響については考慮する必要はない。

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保により、安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、離隔距離の確保、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1（4.1:35～36）】

(4) 近隣工場等の火災

a. 石油コンビナート施設等の火災

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

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

b. 発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災発生時の輻射熱による評価対象施設の建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

c. 航空機墜落による火災

原子炉建屋周辺に航空機が墜落し、燃料火災が発生した場合、直ちに公設消防へ通報するとともに、自衛消防隊が出動し、速やかに初期消火活動を行う。

航空機が外部事象防護対象施設である原子炉建屋等の周辺で落下確率が 10^{-7} 回／炉・年以上になる地点へ墜落することを想定しても、火災の影響により安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

d. 二次的影響（ばい煙等）

石油コンビナート施設の火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統及び屋外設置機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1（4.1:36～37）】

(5) 有毒ガス

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート施設等）と可

動施設（陸上輸送，海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には周辺監視区域が設定されているため，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，中央制御室換気系については，外気取入ダンパを閉止し，閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性を損なうことはない。

【別添資料1（4.1:37～38）】

(6) 船舶の衝突

航路を通行する船舶の衝突に対し，航路からの離隔距離を確保することにより，安全施設が安全機能を損なわない設計とする。

小型船舶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。また，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，呑み口が広いいため，取水性を損なうことはない。

船舶の座礁により，重油流出事故が発生した場合は，オイルフェンスを設置する措置を講じる。

したがって，船舶の衝突によって取水路が閉塞することはない，安全施設が安全機能を損なうことはない。

【別添資料1（4.1:38～39）】

(7) 電磁的障害

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している。

したがって，電磁的障害により安全施設が安全機能を損なうことはない。

【別添資料1（4.1:39）】

2. 水 理

2.1 海 象

2.1.1 潮 位

発電所周辺の潮位については、隣接する茨城港日立港区において観測されている潮位を用いる。

既往最高潮位（昭和 33 年 9 月 27 日）	H. P. +2.35m
--------------------------	--------------

塑望平均満潮位	H. P. +1.50m
---------	--------------

平均潮位	H. P. +0.91m
------	--------------

塑望平均干潮位	H. P. +0.08m
---------	--------------

既往最低潮位（平成 2 年 12 月 2 日，平成 3 年 12 月 22 日）	
--	--

	H. P. -0.31m
--	--------------

H. P. $\pm 0.00\text{m}$ は茨城港日立港区の工事用基準面で東京湾中等潮位下 0.89m である。

4. 社会環境

4.1 産業活動

発電所の近くには、爆発、火災及び有毒ガスにより発電用原子炉施設の安全性を損なうような石油コンビナート等の施設はない。したがって、産業活動に伴う爆発、火災及び有毒ガスによって、安全施設の安全機能が損なわれるおそれはない。

4.2 交通運輸

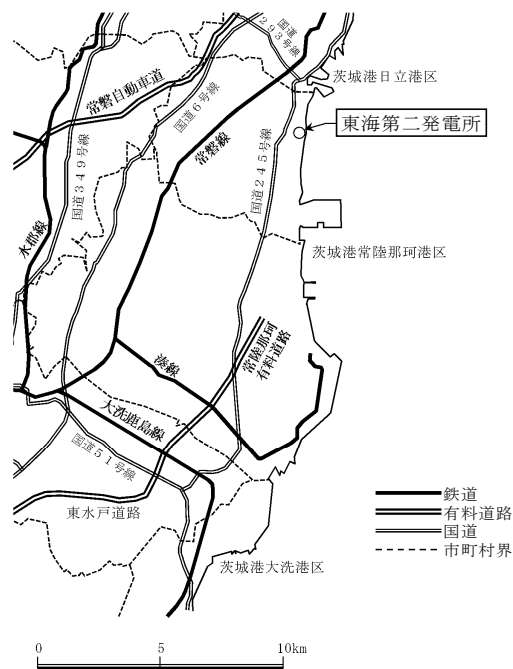
発電所に近い鉄道路線としては、東日本旅客鉄道株式会社常磐線がある。

主要な道路としては、常磐自動車道、国道245号線、国道6号線及び国道293号線がある。

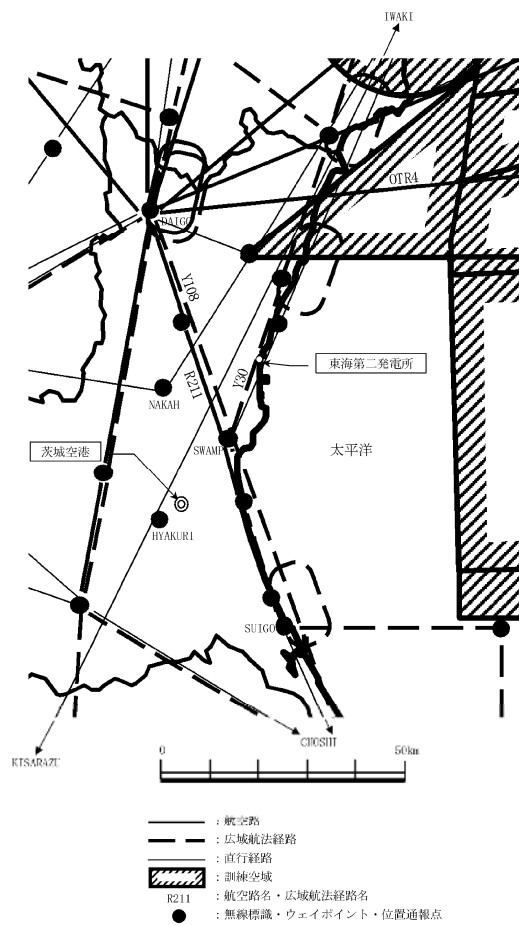
海上交通としては、発電所の北方約3kmに茨城港日立港区、南方約6kmに茨城港常陸那珂港区、南方約18kmに茨城港大洗港区があり、日立－鉏路間、常陸那珂－苫小牧間、常陸那珂－北九州間、大洗－苫小牧間等の定期航路がある。

航空関係としては、発電所の南南西方向約36kmに茨城空港がある。発電所上空には広域航法経路及び直行経路があるが、訓練空域は設定されていない。なお、航空機は原子力関係施設上空の飛行を規制されている。

発電所周辺の鉄道、主要道路、港湾及び航空路を第4.2-1図及び第4.2-2図に示す。



第 4.2-1 図 東海第二発電所周辺の鉄道，主要道路及び港湾図



第 4.2-2 図 東海第二発電所周辺の航空路等図

5. 気 象

5.2 最寄りの気象官署の資料による一般気象

5.2.3 最寄りの気象官署における一般気象（5.2.4に係るものを除く。）⁽²⁾⁽³⁾

(1) 一般気象

水戸地方気象台、銚子地方気象台及び小名浜測候所における一般気象に関する統計を第5.2-2表～第5.2-4表に示す。

年平均気温、最高気温、最低気温、降水量、風速とも水戸地方気象台と小名浜測候所ではほぼ同様な値を示しているが、銚子地方気象台では冬の最低気温がわずかに高くなっている。

(2) 極 値

第5.2-2表～第5.2-4表に示した、最寄りの気象官署の気候表によると、この地域は必ずしも厳しい気象条件が現われる所ではなく、温和な気候を示している。

これらの気象官署における観測開始から1980年までの極値を第5.2-5表～第5.2-31表に示す。これによれば各官署とも同程度の極値を示している。

水戸地方気象台の観測記録によれば、日最高気温36.6℃（1967年8月11日）、日最低気温-12.7℃（1952年2月5日）、日最大降水量276.6mm（1938年6月29日）、最大積雪の深さ32cm（1945年2月26日）、最大瞬間風速44.2m/s（1939年8月5日）である。

銚子地方気象台は、日最高気温35.3℃（1962年8月4日）、日最低気温-6.2℃（1970年1月17日）、日最大降水量311.4mm（1947年8月28日）、最大積雪の深さ17cm（1936年3月2日）、最大瞬間風速49.0m/s（1971年9月8日）である。

また、小名浜測候所は、日最高気温35.4℃（1947年8月11日）、日最低気温-10.7℃（1952年2月5日）、日最大降水量227.2mm（1966年6月28日）、最

大積雪の深さ28cm（1945年2月26日），最大瞬間風速37.2m/s（1979年10月19日）である。

5.2.4 発電用原子炉設置変更許可申請書（総室発第31号）に係る最寄りの気象官署における一般気象

(1) 一般気象

水戸地方気象台，銚子地方気象台及び小名浜特別地域気象観測所における一般気象に関する統計を第5.2-32表から第5.2-34表に示す。

3官署のうち，年平均気温は水戸地方気象台と小名浜特別地域気象観測所の2官署はほぼ等しい値を示すが，銚子地方気象台は他の2官署よりも約2℃高く，年間降水量は250mm～300mm程度多い。また，年平均風速は水戸地方気象台と小名浜特別地域気象観測所はそれぞれ2.2m/s及び2.8m/sであるが，銚子地方気象台は5.7m/sと他の2官署の2倍以上の大きさとなっている。

(2) 極 値

第5.2-35表から第5.2-52表に示す最寄りの気象官署の観測記録からみれば，この地域は比較的温暖であるが，やや風が強い気象条件である。

水戸地方気象台の観測記録によれば，最高気温38.4℃（1997年7月5日），最低気温－12.7℃（1952年2月5日），日最大降水量276.6mm（1938年6月29日），積雪深さの月最大値32cm（1945年2月26日）及び最大瞬間風速44.2m/s（1939年8月5日）である。

銚子地方気象台の観測記録によれば，最高気温35.3℃（1962年8月4日），最低気温－7.3℃（1893年2月13日），日最大降水量311.6mm（1947年8月28日），積雪深さの月最大値17cm（1936年3月2日）及び最大瞬間風速52.2m/s（2002年10月1日）である。

小名浜特別地域気象観測所の観測記録によれば，最高気温37.7℃（1994年8月3日），最低気温－10.7℃（1952年2月5日），日最大降水量227.2mm（1966年6月28日），積雪深さの月最大値28cm（1945年2月26日）及び最大瞬間風速48.1m/s（2002年10月1日）である。

5.2.5 その他の資料による一般気象

5.2.5.1 竜 巻

気象庁「竜巻等の突風データベース」（1961年～2012年）によれば，「竜巻」及び「竜巻又はダウンバースト」の被害状況から推定した竜巻の規模は，茨城県において，最大でF3である。

5.2.5.2 森林火災

森林火災検討に係る発電所の最寄りの気象観測所（水戸地方気象台）の気象データ（最高気温，最大風速，最大風速記録時の風向，最小湿度）（2007年～2016年）及び発電所の位置する茨城県の「消防防災年報」（茨城県2006年～2015年）について，第5.2－53表に示す。また，森林火災発生件数の多い12月～5月における最寄りの気象観測所（水戸地方気象台）及び発電所の気象データ（卓越風向）について，第5.2－54表に示す。

第5.2－53表 気象データ（気温、風速及び湿度）及び森林火災件数

観測所	水戸地方気象台 気象観測データ ^{注1)}					茨城県内の月別 森林火災件数 ^{注2)}
月	最高気温 (℃)	最大風速 (m／s)	最大風速記録時の風向		最低湿度 (%)	
			第1位	第2位		
1	16.9	17.5	北東	北東	17	79
2	24.3	17.5	北北東	北東	13	86
3	25.9	14.3	北東	北北東, 南西	11	131
4	29.3	15.1	北北東	北東	13	126
5	30.8	13.5	北東	北北東	13	54
6	33.5	14.2	北北東	北北東	21	10
7	36.4	11.8	北北東	北北東	35	13
8	37.0	12.9	北東	北北東	35	24
9	36.1	13.9	北北東	南南西	29	23
10	31.4	17.4	北北東	北北東	22	11
11	24.5	11.8	北北東	北北東	18	4
12	23.8	10.6	北東	西	17	33

注1) 水戸地方気象台 観測記録（2007年～2016年）より

注2) 「消防防災年報」（茨城県 2006年～2015年）より

第 5.2－54 表 気象データ（卓越風向）

風 向	最多風向（時間単位）の出現率割合（％） ^{注）}	
	水戸地方気象台 気象観測データ	発電所 気象観測データ
北	15	3
北北西	17	3
北西	5	9
西北西	2	23
西	3	7
西南西	3	2
南西	4	1
南南西	6	3
南	3	4
南南東	1	5
南東	3	4
東南東	4	3
東	9	3
東北東	9	6
北東	7	14
北北東	7	9

注）観測記録（2007 年～2016 年）より

9. 生 物

9.1 海生生物

発電所の前面海域において、クラゲの発生がみられることはあるが、昭和 53 年 11 月の発電所の営業運転開始以降、大量のクラゲの襲来により安全施設の安全機能が損なわれた記録はない。

9.2 植 生

発電所の周辺にはアカマツ、クロマツ等の植生が認められているが、昭和 53 年 11 月の営業運転開始以降、発電所周辺の森林火災が原因で安全施設の安全機能が損なわれた記録はない。

東海第二発電所

外部事象の考慮について

目 次

1. 設計上考慮する外部事象の抽出
 - 1.1 外部事象の収集
 - 1.2 外部事象の選定
 - 1.2.1 除外基準
 - 1.2.2 選定結果
2. 基本方針
3. 地震，津波以外の自然現象
 - 3.1 設計基準の設定
 - 3.2 個別評価
4. 外部人為事象
 - 4.1 個別評価
5. 自然現象，外部人為事象に対する安全施設への影響評価
6. 自然現象の重畳について
 - 6.1 検討対象
 - 6.1.1 検討対象事象
 - 6.2 事象の特性の整理
 - 6.2.1 相関性のある自然現象の特定
 - 6.2.2 影響モードのタイプ分類
 - 6.3 重畳影響分類
 - 6.3.1 重畳影響分類方針
 - 6.3.2 影響パターン
 - 6.3.3 重畳影響分類結果
 - 6.4 詳細評価
 - 6.4.1 アクセシ性・視認性について

添付 1：東海第二発電所 外部事象の考慮について 添付資料

1. 設計上考慮する外部事象の抽出

発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき外部事象の抽出に当たっては、国内で一般に発生しうる事象に加え、欧米の基準等で示されている事象を用い網羅的に収集し、類似性、随伴性から整理を行い、地震、津波を含めた78事象（自然現象55事象、外部人為事象23事象）を抽出した。

その結果及び海外文献を参考に策定した評価基準に基づき、より詳細に検討すべき外部事象について評価及び選定を実施した。

外部事象に対する影響評価のフロー図を参考2に示す。

1.1 外部事象の収集

設置許可基準規則の解釈第六条2項及び8項において、「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）」と「安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象」として、以下のとおり例示されている。

第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）

（中略）

- 2 第1項に想定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるものをいう。

（中略）

- 8 第3項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。

想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「外部人為事象」という。）について網羅的に抽出するための基準等については、国外の基準として「Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (IAEA, April 2010)」を、また外部人為事象を選定する観点から「DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)」, 日本の自然現象を網羅する観点から「日本の自然災害（国会資料編纂会 1998 年）」を参考にした。これらの基準等に基づき抽出した想定される自然現象を第 1.1-1 表に、想定される外部人為事象を第 1.1-2 表に示す。

なお、その他に NRC の「NUREG/CR-2300 PRA Procedures Guide (NRC, January 1983)」等の基準も事象収集の対象としたが、これら追加した基準の事象により、「(3) 設計上考慮すべき想定される自然現象及び外部人為事象の選定結果」において選定される事象が増加することはなかった。

第 1.1-1 表 考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

丸数字は、次頁に記載した外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	隕石	○		○		○		○		○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○		○
1-4	河川の迂回	○				○	○	○		○
1-5	砂嵐	○		○		○		○		○
1-6	静振	○				○		○		○
1-7	地震活動	○	○	○	○	○	○	○		○
1-8	積雪（暴風雪）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-9	土壌の収縮又は膨張	○				○		○		○
1-10	高潮	○	○	○		○		○		○
1-11	津波	○	○	○	○	○	○	○		○
1-12	火山（火山活動・降灰）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-13	波浪・高波	○	○	○		○		○		○
1-14	雪崩	○	○	○		○		○		○
1-15	生物学的事象	○		○	○		○	○		○
1-16	海岸浸食	○				○		○		○
1-17	干ばつ	○	○	○		○		○		○
1-18	洪水（外部洪水）	○	○	○		○	○	○		○
1-19	風（台風）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-20	竜巻	○		○	○	○	○	○		○
1-21	濃霧	○				○		○		○
1-22	森林火災	○	○	○	○	○	○	○		○
1-23	霜・白霜	○	○	○		○		○		○
1-24	草原火災	○								○
1-25	ひょう・あられ	○	○	○		○		○		○
1-26	極高温	○	○	○		○		○		○
1-27	満潮	○		○		○		○		○
1-28	ハリケーン	○		○		○		○		
1-29	氷結	○		○		○		○		○
1-30	氷晶	○		○						○
1-31	氷壁			○						○
1-32	土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ）		○							
1-33	落雷	○	○	○	○	○	○	○		○
1-34	湖又は河川の水位低下	○		○		○		○		○

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-35	湖又は河川の水位上昇		○	○		○				
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	○	○	○			○			○
1-37	極限的な圧力（気圧高低）			○						○
1-38	もや			○						
1-39	塩害，塩雲			○			○			○
1-40	地面の隆起		○	○			○			○
1-41	動物			○						○
1-42	地滑り	○	○	○		○	○	○		○
1-43	カルスト			○						○
1-44	地下水による浸食			○			○			
1-45	海水面低			○						○
1-46	海水面高		○	○						○
1-47	地下水による地滑り			○						
1-48	水中の有機物			○						
1-49	太陽フレア，磁気嵐	○								○
1-50	高温水（海水温高）	○	○	○		○				○
1-51	低温水（海水温低）			○						○
1-52	泥湧出（液状化）		○							
1-53	土石流		○							○
1-54	水蒸気		○							○
1-55	毒性ガス	○	○			○		○		○

① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)

② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 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

第 1.1-2 表 考慮する外部ハザードの抽出（想定される外部人為事象）

丸数字は、外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○				○		○
2-2	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	○		○		○		○		
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	○		○	○	○		○		○
2-4	有毒ガス	○			○	○	○	○		
2-5	タービンミサイル	○			○	○	○	○		
2-6	飛来物（航空機落下等）	○		○	○	○	○	○	○	○
2-7	工業施設又は軍事施設事故	○				○		○		○
2-8	船舶の衝突（船舶事故）	○		○	○		○			○
2-9	自動車又は船舶の爆発	○		○						○
2-10	船舶から放出される固体液体不純物			○						○
2-11	水中の化学物質			○						
2-12	プラント外での爆発			○	○		○			○
2-13	プラント外での化学物質の流出			○						○
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	○		○		○		○		
2-15	軍事施設からのミサイル			○						
2-16	掘削工事		○	○						
2-17	他のユニットからの火災			○						
2-18	他のユニットからのミサイル			○						
2-19	他のユニットからの内部溢水			○						
2-20	電磁的障害			○	○		○			○
2-21	ダムの崩壊			○	○		○			○
2-22	内部溢水				○	○	○	○		
2-23	火災（近隣工場等の火災）			○	○	○	○			○

① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)

② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 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

1.2 外部事象の選定

1.2.1 除外基準

1.1 で網羅的に抽出した事象について，発電所において設計上考慮すべき事象を選定するため，海外での評価手法※を参考とした第 1.2-1 表の除外基準のいずれかに該当するものは除外して事象の選定を行った。

第 1.2-1 表 考慮すべき事象の除外基準（参考 1 参照）

基準 A	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。（例：No. 1-5 砂嵐）
基準 B	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できる。（例：No. 1-16 海岸浸食）
基準 C	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ることがない（例：No. 1-21 濃霧）
基準 D	影響が他の事象に包絡される。（例：No. 1-27 満潮）
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No. 1-2 隕石）
基準 F	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。（例：No. 2-5 タービンミサイル）

※ 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"

1.2.2 選定結果

1.2.1 で検討した除外基準に基づき，発電所において設計上考慮すべき事象を選定した結果を第 1.2-2 表及び第 1.2-3 表に示す。

第六条に該当する「想定される自然現象」として，以下の 11 事象を選定した。

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

また，「想定される外部人為事象」として，以下の 7 事象を選定した。

- ・ 飛来物（航空機落下）
- ・ ダムの崩壊
- ・ 爆発
- ・ 火災
- ・ 有毒ガス
- ・ 船舶の衝突
- ・ 電磁的障害

第 1.2-2 表 設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
1-1	極低温（凍結）	—	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-2	隕石	E※	×	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。
1-3	降水（豪雨（降雨））	—	○	「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-4	河川の迂回	B	×	発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約2km）、また、迂回事象は進展が遅く、進展防止対策が可能であるため、安全性の影響はないことから除外する。
1-5	砂嵐	A, D	×	発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず、安全施設の機能に影響はないことから除外する。 大陸からの黄砂の影響については、「火山（火山活動・降灰）」に包絡される。
1-6	静振	D	×	静振は、津波や波浪といった事象に誘因されるものであり、それ単体での影響はなく、「津波」に包絡される。
1-7	地震活動	F	×	「第 4 条 地震による損傷の防止」にて評価される。
1-8	積雪（暴風雪）	—	○	「積雪」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-9	土壌の収縮又は膨張	A, C	×	地盤の収縮又は膨張が発生したとしても、施設荷重によって有意な圧密沈下・クリープ沈下は生じず、また膨潤性の地質でもない。なお、安全上重要な施設は岩着や杭基礎であり、影響はないことから除外する。
1-10	高潮	—	○	「高潮」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-11	津波	F	×	「第 5 条 津波による損傷の防止」にて評価される。
1-12	火山（火山活動・降灰）	—	○	「火山の影響」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-13	波浪・高波	D	×	波浪は、風浪（風によってその場所に発生する波）とうねり（他の場所で発生した風浪の伝わり、風が静まった後に残される波）の混在した現象であり、高波は波浪の波高が高いものを指すが、設計基準津波による影響の方が大きく、「津波」に包絡される。
1-14	雪崩	A	×	安全上重要な施設は周辺斜面と十分な隔離距離があること、発電所敷地内及び敷地周辺の地形に急傾斜はなく、雪崩が起きる可能性はないことから除外する。
1-15	生物学的事象	—	○	「生物学的事象」としてプラントへの影響評価を実施する。

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
1-16	海岸浸食	B	×	基本的に取水に係る土木構築物はコンクリート製であり浸食はほとんどなく、仮に海底砂の流出等による海底勾配の変化が生じるような場合でも、非常に緩やかに進行するものと考えられ、保守管理による不具合防止が可能であるため、安全施設の機能の影響はないことから除外する。
1-17	干ばつ	C	×	発電所は海水を冷却源としていることから、安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また、淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから、干ばつが発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。
1-18	洪水（外部洪水）	—	○	「洪水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-19	風（台風）	—	○	「風（台風）」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-20	竜巻	—	○	「竜巻」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-21	濃霧	C	×	設備に損傷を与えることはなく、安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-22	森林火災	—	○	「森林火災」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-23	霜・白霜	C	×	設備に損傷を与えることはなく、安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-24	草原火災	A	×	発電所及びその周辺には草原は存在しないことから除外する。
1-25	ひょう・あられ	D	×	ひょう（直径5mm以上）、あられ（直径5mm未満）は氷の粒であり、仮に直径10cm程度のひょうを想定した場合でも、竜巻の設計飛来物（鋼製材：長さ4.2m、幅0.3m、奥行0.2m）の衝突荷重に比べ十分小さいことから、ひょう、あられにより安全施設の機能が損なわれるおそれはなく、「竜巻」に包絡される。
1-26	極高温	C	×	気温は1日の中で高低差があるため高温期間は一時的であること、仮に水戸の過去最高気温（38.4℃）が継続したとしても、建屋内空調は海水にて冷却していることから室内の気温上昇の影響は著しくなく、安全機能に影響はないことから除外する。
1-27	満潮	D	×	発電所周辺の既往最高潮位が T.P. +1.46m であり、設計津波による影響の方が大きいことから、「津波」に包絡される。
1-28	ハリケーン	A	×	日本がハリケーンの影響を受けることはないことから除外する。
1-29	氷結	D	×	氷結とは水の凝固であり、影響は凍結と同等と考えられることから、「極低温（凍結）」に包絡される。

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
1-30	氷晶	D	×	氷晶とは氷の結晶であり、仮に堆積しても影響は凍結と同等と考えられることから、「極低温（凍結）」に包絡される。
1-31	氷壁	A	×	氷壁とは氷河の末端や冰山等の絶壁を指すが、発電所周辺で氷壁を含む海氷の発生、流氷の到達事例はないことから除外する。
1-32	土砂崩れ （山崩れ、がけ崩れ）	A	×	発電所敷地内及び敷地周辺に土砂崩れを発生させるような急傾斜地形、山、がけはないことから除外する。
1-33	落雷	—	○	「落雷」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-34	湖又は河川の 水位低下	C	×	発電所は海水を冷却源としていることから、湖又は河川の水位低下による安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また、淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから、湖又は河川の水位低下が発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。
1-35	湖又は河川の 水位上昇	D	×	河川等の水位上昇により氾濫が発生したとしても、影響は外部からの洪水と同等と考えられるため、「洪水（外部洪水）」に包絡される。
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	F	×	陥没・地盤沈下・地割れ等地盤の変状を伴う変形は地盤の脆弱性に係る事象であり、「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-37	極限的な圧力 （気圧高低）	D	×	低気圧、高気圧による気圧の変化については予測可能であり、必要に応じて事前の備えが可能である。一方、同様の影響がある竜巻については、検知から対応までの時間的余裕が少ないことに加え、風荷重や飛来物衝突といったその他の影響も同時に考慮する必要があることから、竜巻の方がプラントへ及ぼす影響が大きいため、「竜巻」に包絡される。
1-38	もや	C	×	設備に損傷を与えることなく、安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-39	塩害、塩雲	B	×	塩害による腐食の影響については、事象進展が遅く保守管理による不具合防止が十分可能であることから除外する。
1-40	地面の隆起	F	×	地面の隆起は地震による地盤の変状を伴う変形であり、「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-41	動物	D	×	動物を生物学的事象として考慮するため、「生物学的事象」に包絡される。
1-42	地滑り	A	×	発電所敷地内及び敷地周辺に地滑りを起こすような地形は存在しないため除外する。

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
1-43	カルスト	A	×	カルストとは石灰岩地域で雨水・地下水の溶食によって生じた地形であるが、発電所敷地内及び敷地周辺に石灰岩地形は認められないことから除外する。
1-44	地下水による浸食	A	×	敷地には地盤を浸食する地下水脈は認められず、また、敷地内の地下水位分布は海に向かって勾配を示しており、浸食をもたらす流れは発生しないことから除外する。
1-45	海水面低	D	×	海水面低は、津波、干潮により発生する事象であるが、津波によるものの規模が大きく、「津波」に包絡される。
1-46	海水面高	D	×	海水面高は、津波、満潮、高潮により発生する事象であるが、津波によるものの規模が大きく、「津波」に包絡される。
1-47	地下水による地滑り	D	×	影響は地滑り事象と同様であると考えられることから、「地滑り」に包絡される。
1-48	水中の有機物	D	×	プランクトン等の海生生物を生物学的事象として考慮するため、「生物学的事象」に包絡される。
1-49	太陽フレア、磁気嵐	C	×	太陽フレア、磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが、影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られること、仮に発電所外を含めた送変電設備に影響が及ぶような場合においても、プラント停止等適切な措置を講じることとしているため、安全施設の機能が損なわれることはないと考えられるため除外する。
1-50	高温水（海水温高）	B	×	設計条件を上回る海水温度高に対し定格出力維持が困難な場合も想定されるが、温度を監視しており、出力低下やプラント停止措置にて十分対応可能であることから、安全施設の機能が損なわれることはないため除外する。
1-51	低温水（海水温低）	C	×	取水温度の低下は冷却性能の低下につながるものではなく、安全施設の機能に影響はないため除外する。
1-52	泥湧出（液状化）	F	×	地盤の脆弱性に係る影響であり、「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-53	土石流	A	×	発電所敷地内及び敷地周辺には土石流を発生させるような地形、地質は認められないことから除外する。
1-54	水蒸気	A	×	火山事象により発生する事象であるが、周辺に火山がないことから除外する。
1-55	毒性ガス	D	×	火山事象、外部火災事象により発生する事象であるが、周辺に火山はなく、また、外部火災事象にて有毒ガスの評価を行うことから、「森林火災」に包絡される。

※ NUREG-1407 “Procedure and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities”によると、隕石や人工衛星については、衝突の確率が 10^{-9} と非常に小さいため、起因事象頻度は低く IPEEE の評価対象から除外する旨が記載されている。

なお、本記載の基となった NUREG/CR-5042, Supplement2 によると、1 ポンド以上の隕石の年間落下件数と地表の一定面積に落下する確率を面積比で概算した結果、100 ポンド以上の隕石が 10,000 平方フィートに落下する確率は 7×10^{-10} / 炉年、100,000 平方フィートに落下する確率は 6×10^{-8} / 炉年、隕石落下による津波の確率は 9×10^{-10} / 炉年と評価されている。

地球近傍の天体が、地球に衝突する確率及び衝突した際の被害状況を表す尺度として、トリノスケールがあるが、NASA によると 2017 年において、今後 100 年間に衝突する可能性がある全ての天体について、レベル 0 とされている。レベル 0 とは、衝突確率が 0 か可能な限り 0 に近い又は衝突したとしても大気中で燃え尽き被害がほとんど発生しないことを示す。NASA のリストにおいて、2017 年現在最も衝突確率の高い 2010RF₁₂ が、今後 100 年間に発電所へ落下する確率を計算する。

地球の表面積：510,066,000km²

発電所を含む敷地面積：0.75km²

2012RF₁₂ の衝突確率（2017 年現在）： 5.0×10^{-2}

発電所敷地内に衝突する確率は概算で以下のとおりであり、極頻度である。

$$5.0 \times 10^{-2} \times (0.75 \div 510,066,000) = 7.4 \times 10^{-11}$$

その他、IAEA の SAFETY STANDARDS SERIES No.NS-R-1, “SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS:DESIGN” では、想定起因事象で考慮しないものとして、自然又は人間に起因する外部事象であって、極めて起こりにくいもののたえとして隕石や人工衛星の落下を挙げている。

第 1.2-3 表 設計基準において想定される外部人為事象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
2-1	衛星の落下	E※	×	安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。
2-2	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	A, D	×	発電所周辺の L N G 基地内のパイプライン（約 1.5km）は、十分な離隔距離が確保されていることから、影響は「爆発（プラント外での爆発）」、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-3	交通事故 （化学物質流出含む）	D	×	敷地外において、タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 敷地内の交通事故は、車両の制限速度の設定等により管理されることから、安全機器へ損傷を与えるほどの衝突は発生しない。
2-4	有毒ガス	—	○	「有毒ガス」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-5	タービンミサイル	E, F	×	「第 18 条 蒸気タービン」にて評価される。
2-6	飛来物（航空機落下等）	—	○	「飛来物（航空機落下）」として、プラントへの影響評価を実施する。
2-7	工業施設又は軍事施設事故	A, D	×	発電所周辺の大規模な工業施設は、十分な離隔距離が確保されていることから、「爆発（プラント外での爆発）」、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 また、発電所近傍に安全施設に影響を及ぼすような軍事施設はない。
2-8	船舶の衝突 （船舶事故）	—	○	「船舶の衝突」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-9	自動車又は船舶の爆発	A, D	×	発電所周辺の幹線道路及び定期航路は、十分な離隔距離が確保されていることから、「爆発（プラント外での爆発）」、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-10	船舶から放出される固体液体不純物	D	×	流出物の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ、「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。
2-11	水中の化学物質	D	×	水中の化学物質の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ、「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。
2-12	プラント外での爆発	—	○	「爆発」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-13	プラント外での化学物質流出	D	×	発電所周辺の航路は、十分な離隔距離が確保されていることから、「船舶の衝突（船舶事故）」及び「有毒ガス」に包絡される。

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備 考
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	D	×	屋内は空調管理，排水管理されていることから影響はないが，屋外貯蔵の化学物質流出の影響は「有毒ガス」に包絡される。
2-15	軍事施設からのミサイル	A	×	偶発的なミサイル到達は考え難いことから除外する。
2-16	掘削工事	A	×	敷地内の工事は管理されており，事前調査で埋設ケーブル・配管位置の確認を行うため，損傷は回避できることから除外する。敷地外の工事はプラントに影響を与えないことから除外する。
2-17	他のユニットからの火災	D	×	近隣工場等の火災と影響は同様と考えられることから，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-18	他のユニットからのミサイル	A	×	安全施設に影響を及ぼすようなミサイル源はないため除外する。
2-19	他のユニットからの内部溢水	F	×	「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。
2-20	電磁的障害	—	○	「電磁的障害」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-21	ダムの崩壊	—	○	「ダムの崩壊」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-22	内部溢水	F	×	「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。
2-23	火災 （近隣工場等の火災）	—	○	「近隣工場等の火災」としてプラントへの影響評価を実施する。

※ 人口衛星が落下した場合については，衛星の大部分が大気圏で燃え尽き，一部破片が落下する可能性があるものの発電用原子炉施設に影響を及ぼすことはないものと考えられる。

＜参考 1＞

基準 A：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。

発電所の立地点の自然環境は様ではなく、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。

基準 B：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できる。

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。

基準 C：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ることがない。

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。

基準 D：影響が他の事象に包絡される。

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。

基準 E：発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。

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。

基準 F：外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項により評価を実施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。

< 参考 2 >

設計基準において想定される自然現象の抽出フロー

第 1.1-1 表 考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

丸数字は、次頁に記載した外部ハザードを抽出した文献を示す。

No.	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	隕石	○		○		○		○		○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○		○
1-4	河川の迂回	○	○			○		○		○
1-5	砂嵐	○		○		○		○		○

① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
 ② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 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、構造およ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

第 1.2-2 表 設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備考
1-1	極低温（凍結）	—	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-2	隕石	E*	×	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。
1-3	降水（豪雨（降雨））	—	○	「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-4	河川の迂回	B	×	発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約2km）、また、迂回事象は進展が遅く、進展防止対策が可能であるため、安全性の影響はないことから除外する。
				発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず、安全施設の機能に影響はないと見られる。
基準 A	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。（例：No. 1-5 砂嵐）			
基準 B	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できる。（例：No. 1-16 海岸浸食）			
基準 C	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ることがない（例：No. 1-21 濃霧）			
基準 D	影響が他の事象に包絡される。（例：No. 1-27 満潮）			
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No. 1-2 隕石）			
基準 F	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。（例：No. 2-5 タービンミサイル）			

※ 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"

選定の結果、設計基準において想定される自然現象として 11 事象を選定

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 洪水 風（台風） 竜巻 凍結 降水 積雪 | <ul style="list-style-type: none"> 落雷 火山の影響 生物学的事象 森林火災 高潮 |
|---|---|

設計基準において想定される外部人為事象の抽出フロー

第 1.1-2 表 考慮する外部ハザードの抽出（想定される外部人為事象）

丸数字は、外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○				○		○
2-2	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	○		○		○		○		
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	○		○	○	○		○		○
2-4	有毒ガス	○			○	○	○	○		
2-5	タービンミサイル	○			○	○	○	○		

① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)
② 「日本の自然災害」国会資料編纂会 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、構造およ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

第 1.2-3 表 設計基準において想定される外部人為事象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備考
2-1	衛星の落下	E [※]	×	安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。
2-2	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	A, D	×	発電所周辺の LNG 基地内のパイプライン（約 1.5km）は、十分な距離が確保されていることから、影響は「爆発（プラント外での爆発）」、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	D	×	敷地外において、タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については、「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。敷地内の交通事故は、車両の制限速度の設定等により管理されることから、安全機器へ損傷を与えるほどの衝突は発生しない。
2-4	有毒ガス	—	○	「有毒ガス」としてプラントへの影響評価

基準 A	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。（例：No. 1-5 砂嵐）
基準 B	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できる。（例：No. 1-16 海岸浸食）
基準 C	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ることがない（例：No. 1-21 濃霧）
基準 D	影響が他の事象に包絡される。（例：No. 1-27 満潮）
基準 E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No. 1-2 隕石）
基準 F	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。（例：No. 2-5 タービンミサイル）

※ 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"

選定の結果、設計基準において想定される外部人為事象として 7 事象を選定	・ 飛来物（航空機落下） ・ ダムの崩壊 ・ 爆発 ・ 近隣工場等の火災	・ 有毒ガス ・ 船舶の衝突 ・ 電磁的障害
--------------------------------------	--	--

2. 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、「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（以下「安全重要度分類」という。）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。

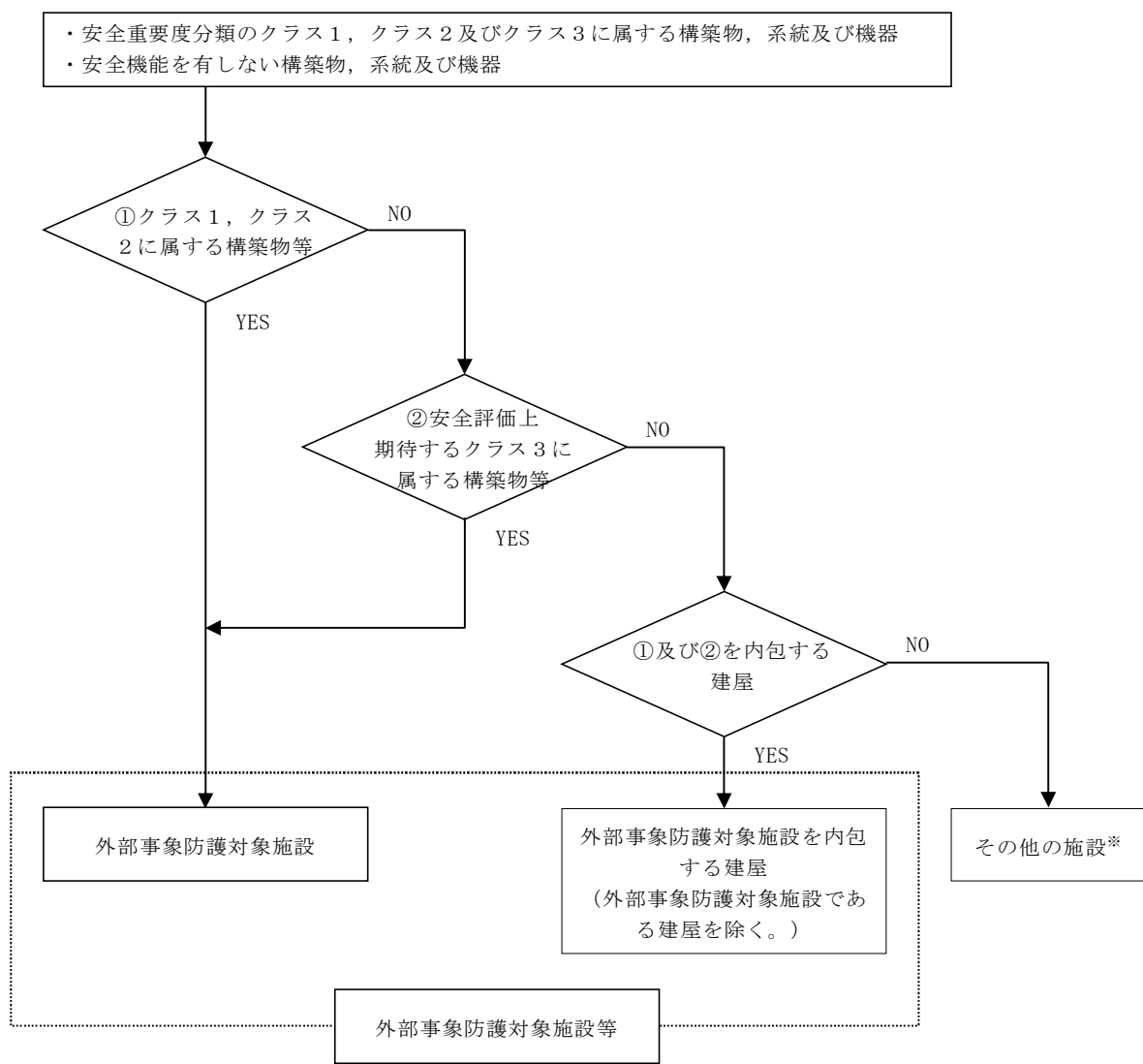
上記構築物，系統及び機器の中から，発電用原子炉を停止するため，また，停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器並びに使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器として安全重要度分類のクラス1，クラス2及び安全評価上その機能に期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物，系統及び機器（以下「外部事象防護対象施設」という。）に加え，それらを内包する建屋を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設等」という。）とし，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。

また，上記に含まれない構築物，系統及び機器は，機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，その安全機能を損なわない設計とする。

外部事象による外部事象防護対象施設の評価フローは第2-1図のとおり。

自然現象の重畳については，網羅的に組み合わせて評価する。

なお，安全施設への考慮における，根拠となる条文等については，「添付資料1．防護すべき安全施設及び重大事故等対処設備への考慮」のとおり。



※ 損傷を考慮して代替等で
安全機能を確保

第2-1図 外部事象防護対象施設の抽出フロー

3. 地震，津波以外の自然現象

発電所の自然環境を基に，想定される自然現象については，「1. 設計上考慮する外部事象の抽出」により選定しており，選定した事象に対する設計方針及び評価を以下に記載する。

なお，上記の想定される自然現象の設計方針に対しては，安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備への措置を含めることとし，措置が必要な場合は各事象において整理する。

3.1 設計基準の設定

設計基準を設定するに当たっては，発電所の立地地域である東海村に対する設定値が定められている規格・基準類による設定値及び東海村で観測された過去の記録をもとに設定する。

なお，東海村の最寄りの気象官署である水戸地方気象台で観測された過去の記録について設計への影響を確認する。

ただし，上記にて設計が行えないものについては，当該事象が発生した場合の安全施設への影響シナリオを検討の上，個別に設計基準の設定を行う。

（例：火山の影響については，上記による設計は困難なため，個別に考慮すべき事象の特定を実施し設計する。）

3.2 個別評価

(1) 洪水

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

発電所敷地の北側に久慈川が位置している。発電所敷地の東側は太平洋に面している。発電所敷地の西側は北から南にかけて EL. 3m～EL. 21m の平野となっている。発電所敷地の南側は丘陵地を挟んだ反対側に新川が位置している。久慈川水系がおおむね 100 年に 1 回程度起こる大雨^{※1}により氾濫するとしても、洪水ハザードマップ^{※2}及び浸水想定区域図^{※3}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国道 245 号線から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、洪水による影響はないことを確認した。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 2. 洪水影響評価について」のとおり。

※1 久慈川水系の洪水防御に関する計画の基本となる降雨量

久慈川流域の上流 2 日間の総雨量 235mm

里川流域の 2 日間の総雨量 302mm

山田川流域の上流 2 日間の総雨量 315mm

※2 東海村発行

※3 国土交通省関東地方整備局発行

(2) 風（台風）

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づく建設省告示第 1454 号によると、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は 30m/s （地上高 10m, 10 分間平均）である。

東海村については、気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため、気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

設計基準風速は、建築基準法施行令にて定められた東海村の基準風速である 30m/s （地上高 10m, 10 分間平均）とする。

なお、最大瞬間風速等の風速変動といった局所的かつ一時的な影響であれば、竜巻の最大瞬間風速の影響に包絡されるが、本号では風（台風）の影響範囲、継続性を鑑み、風（台風）に対して設計基準風速を設定する。

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、現行の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。

安全施設は、設計基準風速（ 30m/s 地上高 10m, 10 分間平均）の風（台風）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。

その上で、外部事象防護対象施設は設計基準風速（ 30m/s , 地上高 10m, 10 分間平均）の風荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、風（台風）に対して機能を維持すること若しくは風（台風）による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

なお、最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録（気象庁の気象統計情報における観測記録。以下、本資料で同じ。）によると、水戸市の風速の観測記録史上1位の最大風速は 28.3m/s であり、設計基準風速に包絡される。また、最大瞬間風速は 44.2m/s である。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、「(7)落雷」に述べる個々の事象として考えられる影響と変わらない。高潮については、「(11)高潮」に述べるとおり、安全施設は影響を受けることのない敷地高さに設置し、安全機能を損なわない設計とする。

なお、風（台風）に伴い発生する可能性のある飛来物による影響については、竜巻影響評価において想定している設計飛来物の影響に包絡される。

なお、評価結果の詳細は「添付資料3．風（台風）影響評価について」のとおり。

※ 気象庁 HP（風の強さと吹き方）：

http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kazehyo.html

(3) 竜巻 六条（竜巻）において説明

設置許可基準規則を参照し、新たに設計方針を追加した事象である。

竜巻に対する規格基準は、国内では策定されていない。

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。

観測記録の統計処理による年超過確率によれば、発電所における 10^{-5} /年値は風速 80m/s である。

設計竜巻の最大風速は、これらのうち最も保守的な値である F3 の風速範囲の上限値 92m/s を安全側に切り上げた、最大風速 100m/s とする。

竜巻特性値（移動速度，最大接線風速，最大接線風速半径，最大気圧低下量，最大気圧低下率）については，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に示される方法に基づき，設計竜巻の最大風速 100m/s での竜巻特性値を適切に設定する。

安全施設は，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。

a．飛来物の発生防止対策

竜巻により東海発電所を含む当社敷地内の資機材等が飛来物となり，外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないために，以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設等へ影響を及ぼす資機材及び車両については，固縛，固定，外部事象防護対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔，頑健な建屋内収納又は撤去する。

b．竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し，外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないように，以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻飛来物防護対策設備により，外部事象防護対象施設を防護することにより構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とする。
- ・外部事象防護対象施設の構造健全性が維持できない場合には，代替設備の確保，損傷した場合の取替え又は補修が可能な設計とすることにより安全機能を損なわない設計とする。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平

成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061911 号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 竜巻影響評価について」のとおり。

(4) 凍結

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録によると、水戸市の気温の観測記録史上 1 位の最低気温は -12.7°C である。

東海村については、気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため、気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

設計基準温度は上記観測記録より、 -12.7°C とする。

安全施設は、設計基準温度（ -12.7°C ）の低温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。

その上で、外部事象防護対象施設は、上記観測記録を考慮し、屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持し、屋外設備については保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、低温による凍結に対して機能を維持すること若しくは低温による凍結を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 4．凍結影響評価について」のとおり。

(5) 降水

設置許可基準規則を参照し、想定される自然現象として抽出した事象であり、以下の設計方針を定めている。

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）によると、東海村が適用範囲となる「水戸」における 10 年確率で想定される雨量強度は 127.5mm/h である。

東海村については、気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため、気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

設計基準降水量は、東海村が適用範囲である「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）による水戸の雨量強度 127.5mm/h とする。

安全施設は、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水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。

その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準降水量（ 127.5mm/h ）を上回る降水に対し、排水口及び構内排水路による海域への排水、浸水防止のための建屋止水処置等により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、降水に対して機能を維持すること若しくは降水による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録によると、水戸市の降水の観測記録史上 1 位の最大 1 時間降水量は 81.7mm/h であり、設計基準降水量に包絡される。

ここで、降水に関連して発生する可能性がある自然現象としては、土石

流，土砂崩れ及び地滑りが考えられるが，敷地には，土石流，土砂崩れ及び地滑りの素因となるような地形の存在は認められないことから，安全施設の安全機能を損なうような土石流，土砂崩れ及び地滑りが生じることはない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料 5．降水影響評価について」のとおり。

(6) 積雪

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

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よると，建築物を設計する際に要求される基準積雪量は，東海村においては 30cm である。

東海村については，気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため，気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

設計基準積雪深は，建築基準法施行令にて定められた東海村の基準積雪量である 30cm とする。

安全施設は，設計基準積雪量（30cm）の積雪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。

その上で，外部事象防護対象施設は，設計基準積雪量（30cm）の積雪荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。また，設計基準積雪量（30cm）に対し給排気口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。

なお，最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録によると，水戸市の積雪の観測記録史上 1 位の月最深積雪は 32cm である。設計基準を

上回るような積雪事象は、気象予報により事前に予測が可能であり、進展も緩やかであるため、建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排気口の閉塞防止、構内道路の除雪を行うことでプラント運営に支障をきたさない措置が可能である。

また、上記以外の安全施設については、積雪に対して機能を維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 6．積雪影響評価について」のとおり。

(7) 落雷

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

電気技術指針 J E A G 4608-2007 においては、275kV 発電所における送電線並びに電力設備に対して基準電流を 100kA としている。また、日本工業規格 J I S A 4201-2003「建築物等の雷保護」、消防庁通知等によると、原子力発電所の危険物施設に対して基準電流 150kA と規定されている。

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によると、発電所を中心とした標的面積 4km^2 の範囲の雷撃密度は $4.09 \text{ 回/年} \cdot \text{km}^2$ であり、また、観測記録の統計処理による年超過確率 10^{-4} / 年値によると、雷撃電流値は 400kA である。

東海第二発電所を中心とした標的面積 4km^2 の範囲で観測された雷撃電流の最大値は 131kA である。

よって、落雷の設計基準電流値は保守的に、観測記録の統計処理による

400kA とする。

安全施設は、設計基準電流値（400kA）の落雷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。

その上で、外部事象防護対象施設の雷害防止対策として、原子炉建屋等への避雷針の設置、接地網の敷設による接地抵抗の低減等を行うとともに、安全保護系への雷サージ侵入の抑制を図る回路設計を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、落雷に対して機能を維持すること若しくは落雷による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 7. 落雷影響評価について」のとおり。

(8) 火山の影響 六条（火山）において説明

設置許可基準規則を参照し、新たに設計方針を追加した事象である。

発電所に対して考慮すべき火山事象は、敷地の地理的領域に位置する第四紀火山の活動時期や噴出物の種類と分布、敷地との位置関係から、降下火砕物（火山灰）以外にない。

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を踏まえ、降下火砕物の層厚を 50cm、密度を $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ （湿潤状態）、粒径を最大 8.0mm と評価した。

荷重については、層厚 50cm の湿潤状態の降下火砕物の荷重と積雪の荷重及び風荷重を適切に組み合わせる。

外部事象防護対象施設は、降下火砕物による直接的影響及び間接的影響

が発生した場合においても、安全機能を損なわないよう以下の設計とする。

a．直接的影響に対する設計

外部事象防護対象施設は、直接的影響に対して、以下により安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること
- ・ 換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 水循環系の内部における摩耗並びに換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（摩耗）に対して摩耗しにくい設計とすること
- ・ 構造物の化学的影響（腐食）、水循環系の化学的影響（腐食）並びに換気系、電気系及び計測制御系の化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに外気を遮断できる設計とすること
- ・ 電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計測制御設備（安全保護系）の設置場所の換気空調設備は降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去や換気空調設備外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調設備の停止若しくは閉回路循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

また、上記以外の安全施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間に降下火砕物の

除去又は修復等の対応を可能とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

b. 間接的影響に対する設計

降下火砕物による間接的影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象が生じた場合については、降下火砕物に対し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。）の安全機能を維持することで、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、詳細評価については、「原子力発電所の火山影響評価ガイド（平成25年6月19日原規技発第13061910号 原子力規制委員会決定）」に基づく審査資料「東海第二発電所 火山影響評価について」のとおり。

(9) 生物学的事象

設置許可基準規則を参照し、想定される自然現象として抽出した事象であり、以下の設計方針を定めている。

外部事象防護対象施設は、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。

その上で、外部事象防護対象施設は、海生生物であるクラゲ等の発生に対しては、海生生物を含む塵芥による残留熱除去系海水系等への影響を防止するため、除塵装置及び海水ストレーナを設置し、必要に応じて塵芥を

除去することにより、安全機能を損なわない設計とする。

小動物の侵入に対しては、屋内設備は建屋止水処置により、屋外設備は端子箱貫通部の閉止処置を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、生物学的事象に対して機能を維持すること若しくは生物学的事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 8. 生物学的事象に対する考慮について」のとおり。

(10) 森林火災 六条（外部火災）において説明

設置許可基準規則を参照し、新たに設計方針を追加した事象である。

敷地外の森林から出火し、敷地内の植生へ延焼するおそれがある場合は、自衛消防隊が出動し、予防散水等の延焼防止措置を行う。また、敷地内の植生へ延焼した場合であっても、森林火災シミュレーション（F A R S I T E）による影響評価に基づいた防火帯幅を確保すること等により、安全機能が損なわれることはない。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

森林火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統、屋外設置機器に分類し、影

響評価を行い，必要な場合は対策を実施することにより，安全機能を損なわない設計とする。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061912 号 原子力規制委員会決定）」に基づく審査資料「東海第二発電所 外部火災影響評価について」のとおり。

(11) 高潮

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

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。

4. 外部人為事象

発電所の敷地及び敷地周辺の状況を基に、設計基準において想定される外部人為事象については、「1. 設計上考慮する外部事象の抽出」により選定しており、選定した事象に対する設計方針を以下に記載する。

4.1 個別評価

(1) 飛来物（航空機落下）

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）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」（平成14・7・29 原院第4号（平成14年7月30日 原子力安全・保安院制定））等に基づき評価した結果、約 8.5×10^{-8} 回／炉・年であり、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。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）と安全機能が独立していること、かつ設置場所は発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）と離隔されていることから、個別に航空機落下確率を評価した結果、約 6.1×10^{-8} 回／炉・年であり、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。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 9．航空機落下確率評価について」のとおり。

(2) ダムの崩壊

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

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。

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く、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 10. ダムの崩壊影響評価について」のとおり。

(3) 爆発 六条（外部火災）において説明

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20・12・24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はないため、爆発による安全施設への影響については考慮する必要はない。

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保により、安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、離隔距離の確保、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、詳細評価については、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061912 号 原子力規制委員会決定）」に基づく審査資料「東海第二発電所 外部火災影響評価について」のとおり。

(4) 近隣工場等の火災 六条（外部火災）において説明

設置許可基準規則を参照し、想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

a. 石油コンビナート施設等の火災

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

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

b. 発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災発生時の輻射熱による評価対象施設の建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

c. 航空機墜落による火災

原子炉建屋周辺に航空機が墜落し、燃料火災が発生した場合、直ちに公設消防へ通報するとともに、自衛消防隊が出動し、速やかに初期消火

活動を行う。

航空機が外部事象防護対象施設である原子炉建屋等の周辺で落下確率が 10^{-7} 回／炉・年以上になる地点へ墜落することを想定しても、火災の影響により安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

d. 二次的影響（ばい煙等）

石油コンビナート施設の火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統及び屋外設置機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

(5) 有毒ガス

設置許可基準規則を参照し、想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート施設等）と可動施設（陸上輸送、海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には周辺監視区域が設定されているため、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、中央制御室換気系については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性を損なうことはない。

なお、評価結果の詳細については、「添付資料 11. 有毒ガス影響評価について」のとおり。

(6) 船舶の衝突

設置許可基準規則を参照し、想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

航路を通行する船舶の衝突に対し、航路からの離隔距離を確保することにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。

発電所周辺の海上交通としては、発電所の北方約 3km に茨城港日立港区、南方約 6km に茨城港常陸那珂港区、南方約 18km に茨城港大洗港区があり、それぞれ日立－釧路間、常陸那珂－苫小牧間、常陸那珂－北九州間、大洗－苫小牧間等の定期航路がある。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。

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、取水口前面のカーテンウォールにより阻害されること、取水口は呑み口が広い（幅約 40m）ため、取水性が損なわれることはない。

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。また、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、呑み口が広いため、取水性を損なうことはない。

船舶の座礁により、重油流出事故が発生した場合は、オイルフェンスを設置する措置を講じる。

したがって、船舶の衝突によって取水路が閉塞することはなく、安全施設が安全機能を損なうことはない。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 12. 船舶の衝突影響評価について」のとおり。

(7) 電磁的障害

設置許可基準規則を参照し、想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

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している。

したがって、電磁的障害により安全施設が安全機能を損なうことはない。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 13. 安全保護回路の主なサージ・ノイズ、電磁波対策について」のとおり。

5. 自然現象，外部人為事象に対する安全施設への影響評価

発電所で考慮する自然現象及び外部人為事象に対して，安全施設への影響評価を第 5-1 表に示す。

なお，洪水及び高潮の自然現象並びに飛来物（航空機落下），ダムの崩壊，有毒ガス及び船舶の衝突の外部人為事象に関しては，発電所の施設への影響がないことから，第 5-1 表から除外している。

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（1／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果
PS-1	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系（計装等の小口径配管・機器は除く。）	原子炉圧力容器	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉再循環系ポンプ	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			配管，弁	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			隔離弁	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構ハウジング	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			中性子束計装管ハウジング	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	制御棒カップリング	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構カップリング	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	炉心形状の維持機能	炉心支持構造物（炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，制御棒案内管），燃料集合体（ただし，燃料を除く。）	炉心シュラウド	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			シュラウドサポート	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			上部格子板	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			炉心支持板	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料支持金具	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒案内管	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構ハウジング	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（上部タイプレート）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（下部タイプレート）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（スペーサ）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			MS-1	原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））	制御棒	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○
制御棒案内管	C/S	○			○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
制御棒駆動機構	C/S	○			○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）	制御棒		C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
		制御棒カップリング		C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
		制御棒駆動機構カップリング		C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
		ほう酸水注入系（ほう酸水注入ポンプ，注入弁，タンク出口弁，ほう酸水貯蔵タンク，ポンプ吸込配管及び弁，注入配管及び弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	逃がし安全弁（安全弁開機能）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（2／1 0）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果
MS-1	原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード），原子炉隔離時冷却系，高圧炉心スプレイ系，逃がし安全弁（手動逃がし機能），自動減圧系（手動逃がし機能）	残留熱除去系（ポンプ，熱交換器，原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管，弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉隔離時冷却系（ポンプ，サブプレッション・プール，タービン，サブプレッション・プールから注水先までの配管，弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			高圧炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			逃がし安全弁（手動逃がし機能）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			自動減圧系（手動逃がし機能）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）	低圧炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			残留熱除去系（低圧注水モード）（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールから注水先までの配管，弁（熱交換器バイパスライン含む），注水ヘッド）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			高圧炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			自動減圧系（逃がし安全弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（3／1 0）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果
MS-1	放射 性 物 質 の 閉 じ 込 め 機 能 ， 放 射 線 の 遮 蔽 及 び 放 出 低 減 機 能	原子炉格納容器，原 子 炉 格 納 容 器 隔 離 弁，原子炉格納容器 スプレイ冷却系，原 子 炉 建 屋 ， 非 常 用 ガ ス 処 理 系 ， 非 常 用 再 循 環 ガ ス 処 理 系 ， 可 燃 性 ガ ス 濃 度 制 御 系	原子炉格納容器（格納 容器本体，貫通部，所 員用エアロック，機器 搬入ハッチ）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉建屋原子炉棟	屋外	○	○	荷	○	荷， 飛，補 ※2	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱，爆	○	影
			格納容器隔離弁及び格 納容器バウンダリ配管	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			主蒸気流量制限器	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			残留熱除去系（格納容 器 ス プ レ イ 冷 却 モ ー ド）（ポンプ，熱交換 器，サプレッション・ プール，サプレッショ ン・プールからスプレ イ先（ドライウエル及 びサプレッション・プ ール気相部）までの配 管，弁，スプレイヘッ ダ（ドライウエル及び サプレッション・プ ール））	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉建屋ガス処理系 （乾燥装置，排風機， フィルタ装置，原子炉 建屋原子炉棟吸込口か ら排気筒頂部までの配 管，弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	○	荷	○	荷，補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	防	○	熱，爆	○	影
			可燃性ガス濃度制御系 （再結合装置，格納容 器から再結合装置まで の配管，弁，再結合装 置から格納容器までの 配管，弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			遮蔽設備（原子炉遮蔽 壁，一次遮蔽壁，二次 遮蔽壁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ 1 ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない ※ 2 ブローアウトパネルが開放した場合（ブローアウトパネルは常時閉）	荷：荷重による影響なし 水：浸水による影響なし 飛：竜巻飛来物による影響なし 爆：爆発飛来物による影響なし 灰：火山灰による影響なし	熱：輻射熱による影響なし 煙：ばい煙による影響なし 取：フィルタ取替え等 代：代替設備（設備名） 補：補修の実施（必要に応じプラント停止）	影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない 防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等） 内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし
--	--	---	--

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟） NR/W：廃棄物処理建屋 D/Y：固体廃棄物貯蔵庫	T/B：タービン建屋 D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋 S/Y：屋内開閉所
--	--

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（4／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象防護対象施設に該当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害		
		構築物，系統又は機器				評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※
MS-1	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	原子炉緊急停止の安全保護回路	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防	○	内	○	内	○	防	
			・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防	○	内	○	内	○	防	
	安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系，制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系，非常用補機冷却水系，直流電源系（いずれも，MS－1 関連のもの）	非常用所内電源系（ディーゼル機関，発電機，発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防	○	内	○	内	○	防	
			中央制御室及び中央制御室遮蔽	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
			中央制御室換気空調系（放射線防護機能及び有毒ガス防護機能）（非常用再循環送風機，非常用再循環フィルタ装置，空調ユニット，送風機，排風機，ダクト及びダンパ）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
				屋外	○	○	荷	○	防	○	影	○	影	○	防	○	影	○	防, 取	○	影	○	熱爆, 取	○	影	
			残留熱除去系海水系（ポンプ，熱交換器，配管，弁，ストレーナ（MS－1 関連））	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
				屋外	○	○	荷	○	防	○	防	○	影	○	荷	○	防	○	荷, 灰	○	防	○	熱爆, 煙	○	影	
			ディーゼル発電機用海水系（ポンプ，配管，弁，ストレーナ）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
				屋外	○	○	荷	○	防	○	防	○	影	○	荷	○	防	○	荷, 灰	○	防	○	熱爆, 煙	○	影	
			直流電源系（蓄電池，蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路（MS－1 関連））	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
			計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路（MS－1 関連））	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防	
			その他	放水路ゲート	屋外	○	○	荷	○	補	○	防	○	水	○	荷	○	防	○	荷, 灰	○	防	○	熱, 煙	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（5／1 0）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備 設置 場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果	評価※1	確認 結果
PS-2	原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし，原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	主蒸気系，原子炉冷却材浄化系（いずれも，格納容器隔離弁の外側のみ）	原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			主蒸気系	C/S T/B	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの），使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	放射性気体廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			新燃料貯蔵庫（臨界を防止する機能）（新燃料貯蔵ラック）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料乾式貯蔵容器	D/C	○	○	内	○	内※2	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料交換機	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉建屋クレーン	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	D/C	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	
MS-2	燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールから燃料プールまでの配管，弁）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁，排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）	放射性気体廃棄物処理系（オフガス系）隔離弁	T/B	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			主排気筒	屋外	○	○	荷	○	荷，補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	熱，爆	○	影
			燃料プール冷却浄化系の燃料プール入口逆止弁	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ 1 ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による 必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損な わない ※ 2 使用済燃料乾式貯蔵容器も外郭防護施設としている。	荷：荷重による影響なし 水：浸水による影響なし 飛：竜巻飛来物による影響なし 爆：爆発飛来物による影響なし 灰：火山灰による影響なし	熱：輻射熱による影響なし 煙：ばい煙による影響なし 取：フィルタ取替え等 代：代替設備（設備名） 補：補修の実施（必要に応じプラント停止）	影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない 防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等） 内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし
---	--	---	--

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟） NR/W：廃棄物処理建屋 D/Y：固体廃棄物貯蔵庫	T/B：タービン建屋 D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋 S/Y：屋内開閉所
--	--

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（6／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果	評価※1	確認結果
MS-2	放射性物質放出の防止機能	燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系	原子炉建屋原子炉棟	屋外	○	○	荷	○	荷，飛補※2	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱，爆	○	影
			原子炉建屋ガス処理系	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
屋外				○	○	荷	○	補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	熱，爆	○
	事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	・中性子束（起動領域計装） ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・制御棒位置	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉圧力	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッション・プール水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率（高レンジ）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			[低温停止への移行] ・原子炉圧力 ・原子炉水位（広帯域） [ドライウェルスプレイ] ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉格納容器圧力 [サブプレッション・プール冷却] ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・サブプレッション・プール水温度 [可燃性ガス濃度制御系起動] ・原子炉格納容器水素濃度 ・原子炉格納容器酸素濃度	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内
PS-3	原子炉冷却材保持機能（PS-1 及び PS-2 以外のもの）	計装配管，試料採取管	計装配管，弁	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			試料採取管，弁	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			ドレン配管，弁	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			ベント配管，弁	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ 1○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

※ 2ブローアウトパネルが開放した場合（ブローアウトパネルは常時閉）

荷：荷重による影響なし

水：浸水による影響なし

飛：竜巻飛来物による影響なし

爆：爆発飛来物による影響なし

灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし

煙：ばい煙による影響なし

取：フィルタ取替え等

代：代替設備（設備名）

補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない

防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）

内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（7／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果
PS-3	原子炉冷却材の循環機能	原子炉再循環系	原子炉再循環系ポンプ，配管，弁，ライザー管（炉内），ジェットポンプ	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	放射性物質の貯蔵機能	サブプレッションプール水排水系，復水貯蔵タンク，放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）	復水貯蔵タンク	屋外	×	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱	○	影
			液体廃棄物処理系（低電導度廃液収集槽，高電導度廃液収集槽）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				NR/W	×	○	補	○	補	○	影	○	水，補	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱，爆	○	影
			固体廃棄物処理系（CUW粉末樹脂沈降分離槽，使用済樹脂槽，濃縮廃液タンク，固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶））	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				D/Y	×	○	補	○	補	○	影	○	水，補	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱，爆	○	影
			新燃料貯蔵庫（新燃料貯蔵ラック）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			給水加熱器保管庫	屋外	×	○	補	○	補	○	影	○	水，補	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱，爆	○	影
			セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備（液体及び固体の放射性廃棄物処理系）	NR/W	×	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	電源供給機能（非常用を除く。）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む。），給水系，循環水系，送電線，変圧器，開閉所	発電機及びその励磁装置（発電機，励磁機）	T/B	×	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			蒸気タービン（主タービン，主要弁，配管）	T/B	×	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			復水系（復水器を含む）（復水器，復水ポンプ，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			給水系（電動駆動給水ポンプ，タービン駆動給水ポンプ，給水加熱器，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			循環水系（循環水ポンプ，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	×	○	補	○	補	○	補	○	水，補	○	補	○	防	○	補	○	補	○	熱，爆	○	影
			常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（MS－1関連以外））	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（8／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象防護対象施設に該当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果	評価※	確認結果
PS-3	電源供給機能（非常用を除く。）（つづき）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む。），給水系，循環水系，送電線，変圧器，開閉所（つづき）	直流電源系（蓄電池，蓄電池から常用負荷までの配電設備及び回路（MS－1 関連以外））	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			計測制御電源系（電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び回路（MS－1 関連以外））	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			送電線	屋外	×	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	影	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)		
			変圧器（所内変圧器，起動変圧器，予備変圧器，回路）	屋外	×	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)		
			開閉所（母線，遮断器，断路器，回路）	S/Y 屋外	×	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)	○	代 (非常用ディーゼル発電機)		
	プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）	原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む。），原子炉核計装，原子炉プロセス計装	・原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む） ・原子炉核計装 ・原子炉プラントプロセス計装	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	プラント運転補助機能	所内ボイラ，計装用圧縮空気系	補助ボイラ設備（補助ボイラ，給水タンク，給水ポンプ，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影
			所内蒸気系及び戻り系（ポンプ，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影
			計装用圧縮空気設備（空気圧縮機，中間冷却器，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

6 条（外事） -48

102

第 5－1 表 外部事象による安全施設への影響（ 9 ／ 1 0 ）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害	
		構築物，系統又は機器				評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果
PS-3	プラント運転 補助機能（つづき）	所内ボイラ，計 装用圧縮空気系 （つづき）	原子炉補機冷却系（原子 炉補機冷却系ポン プ，熱交換器，配管／ 弁）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				T/B	×	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影
			タービン補機冷却系 （タービン補機冷却系 ポンプ，熱交換器，配 管／弁）	T/B	×	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影
			補機冷却系海水系（補 機冷却系海水系ポン プ，配管／弁，ストレ ーナ）	屋外	×	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	防	○	補	○	防	○	熱、煙	○	影
			復水補給水系（復水移 送ポンプ，配管／弁）	T/B	×	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	内	○	影
	核分裂生成物 の原子炉冷却 材中の放散防 止機能	燃料被覆管	燃料被覆管	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			上／下部端栓	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			タイロッド	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材 の浄化機能	原子炉冷却材浄 化系，復水浄化 系	原子炉冷却材浄化系 （再生熱交換器，非再 生熱交換器，C U Wポ ンプ，ろ過脱塩装置， 配管／弁）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			復水浄化系（復水脱塩 装置，配管／弁）	T/B	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
MS-3	原子炉圧力の 上昇の緩和機 能	逃がし安全弁 （逃がし弁機 能），タービンバ イパス弁	逃がし安全弁（逃がし 弁機能）	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			タービンバイパス弁	T/B	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	出力上昇の抑 制機能	原子炉冷却材再 循環系（再循環 ポンプトリップ 機能，制御棒引 抜監視装置）	・原子炉再循環系制御系 ・制御棒引き抜き阻止回 路	C/S	○	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・選択制御棒挿入回路	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
	原子炉冷却材 の補給機能	制御棒駆動水圧 系，原子炉隔離 時冷却系	制御棒駆動水圧系（ポン プ，復水貯蔵タン ク，復水貯蔵タンクから 制御棒駆動機構までの 配管，弁）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内		内	○	内	○	影
				屋外	×	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱	○	影
			原子炉隔離時冷却系 （ポンプ，タービン）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

6 条（外事） -49

103

第5－1表 外部事象による安全施設への影響（10／10）

分類	機能	安全機能の重要度分類		設備設置場所	外部事象 防護対象 施設に該 当	風（台風）		竜巻		凍結		降水		積雪		落雷		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害			
		構築物，系統又は機器				評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果	評価※	確認 結果
MS-3	緊急時対策上 重要なもの及 び異常状態の 把握機能	原子力発電所緊急時対策所，試料採取系，通信連絡設備，放射能監視設備，事故時監視計器の一部，消火系，安全避難通路，非常用照明	緊急時対策所建屋	屋外	×	○	荷	○	荷，防	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱	○	影		
			試料採取系（異常時に必要な下記の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析，原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析）	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影		
			通信連絡設備（1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備）	屋外	×	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）		
			放射線監視設備	屋外	×	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）		
			事故時監視計器の一部	C/S	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防		
			事故時監視計器の一部（排気筒モニタ）	屋外	○	○	荷	○	補	○	防	○	水	○	荷	○	防	○	荷	○	防	○	熱，煙	○	防		
			消火系（水消火設備，泡消火設備，二酸化炭素消火設備等）	各建屋	×	○	内	○	代（消火器等）	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影		
		屋外		×	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	防	○	影	○	影	○	代（消防自動車等）	○	影	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	影			
			安全避難通路	全域	×	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	影
			非常用照明	全域	×	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	影

※ ○：各外部事象に対し安全機能を損なわない若しくは各外部事象による損傷を考慮して代替設備による必要な機能の維持，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらの組合せにより安全機能を損なわない

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，付属棟，廃棄物処理棟）
NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫

T/B：タービン建屋
D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし

熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替え等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）

影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

6条（外事）-50

104

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止

(竜巻)

第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止

(竜巻)

<目 次>

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
2. 外部からの衝撃による損傷の防止
 - 別添資料 1 竜巻影響評価について
 - 別添資料 2 竜巻影響評価におけるフジタモデルの適用について
 - 別添資料 3 運用，手順説明資料

<概 要>

1. において，設計基準事故対処設備の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する発電所における適合性を示す。

2. において，設計基準事故対処設備について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

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

表 1 設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条 要求事項

設置許可基準規則 第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	技術基準規則 第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	備考
安全施設は、想定される自然事象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準対象施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。		追加要求事項
3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置、構造及び設備

ロ 発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

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

a. 設計基準対象施設

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

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

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

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また、安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害の発電用原子炉施設の安全

性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

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

自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

(a-2) 竜巻

安全施設は、想定される竜巻が発生した場合においても、作用する設計荷重に対して、その安全機能を損なわない設計

とする。また、安全施設は、過去の竜巻被害状況及び発電所のプラント配置から想定される竜巻に随伴する事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

竜巻に対する防護設計を行うための設計竜巻の最大風速は、 100m/s とし、設計荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物が安全施設に衝突する際の衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びに安全施設に常時作用する荷重、運転時荷重及びその他竜巻以外の自然現象による荷重等を適切に組み合わせたものとして設定する。

安全施設の安全機能を損なわないようにするため、安全施設に影響を及ぼす飛来物の発生防止対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する安全施設及び安全施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

飛来物の発生防止対策として、飛来物となる可能性のあるもののうち、東海発電所を含む当社敷地内の資機材、車両等については、飛来した場合の運動エネルギー又は貫通力が設定する設計飛来物（鋼製材（長さ 4.2m ×幅 0.3m ×高さ 0.2m 、質量 135kg 、飛来時の水平速度 51m/s 、飛来時の鉛直速度 34m/s ）より大きなものに対し、固縛、固定又は防護すべき施設からの離隔を実施する。

なお、当社敷地近傍の隣接事業所から、上記の設計飛来物（鋼製材）の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定

される場合は、隣接事業所との合意文書に基づき飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、当該飛来物が衝突し得る安全施設及び安全施設を内包する区画の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による安全施設の損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること若しくは安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.：1-48～78）】

(2) 安全設計方針

1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針

安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及び想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を損なわない設計とする。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、「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（以下 1.7 では「安全重要度分類」という。）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。

その上で、上記構築物，系統及び機器の中から、発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器並びに使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必

要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器として安全重要度分類のクラス 1，クラス 2 及び安全評価上その機能に期待するクラス 3 に属する構築物，系統及び機器（以下「外部事象防護対象施設」という。）とし，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。

また，外部事象防護対象施設を内包する建屋（外部事象防護対象施設となる建屋を除く。）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及び外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。ここで，外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて，外部事象防護対象施設等という。

上記に含まれない構築物，系統及び機器は，機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，その安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（1.2.1：1-2）】

1.7.2 竜巻防護に関する基本方針

1.7.2.1 設計方針

(1) 竜巻に対する設計の基本方針

安全施設が竜巻に対して，発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なわないよう，基準竜巻，設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し，以下の事項に対して，対策を行い，建屋による防護，構造健全性の維持，代替設備の確保等によって，安全機能を損なわない設計とする。

また，安全施設は，設計荷重による波及的影響によって，安全機能を損

なわない設計とする。

- a. 飛来物の衝突による施設の貫通及び裏面剥離
- b. 設計竜巻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による衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びにその他の組合せ荷重（常時作用している荷重，運転時荷重，竜巻以外の自然現象による荷重及び設計基準事故時荷重）を適切に組み合わせた設計荷重
- c. 竜巻による気圧の低下
- d. 外気と繋がっている箇所への風の流入

設計竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を，安全重要度分類のクラス 1，クラス 2 及びクラス 3 に属する構造物，系統及び機器とする。

設計竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち，外部事象防護対象施設は，設計荷重に対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。

竜巻影響評価の対象施設としては，「1.7.2.1(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」及び「1.7.2.1(4) 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設」に示す施設を，竜巻影響評価の対象施設とする。

なお，「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震 S クラスの設計を要求される設備（系統，機器）及び建屋，構造物のうち，竜巻の影響を受ける可能性がある施設を抽出した結果，追加で「1.7.2.1(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」に反映する施設はない。

竜巻に対する防護設計を行う，外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設を「評価

対象施設等」という。

外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないようにするため、外部事象防護対象施設等に影響を及ぼす飛来物の発生防止対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持、外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせた設計とする。

屋外に設置する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持又は外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保において、それらを防護するために設置する竜巻飛来物防護対策設備は、防護ネット、防護鋼板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。

【別添資料 1（1.：1-1～14）】

(2) 設計竜巻の設定

「添付書類六 8. 竜巻」において設定した基準竜巻の最大風速は 92m/s とする。

設計竜巻の設定に際して、発電所は敷地が平坦であるため、地形効果による風の増幅を考慮する必要はないことを確認したが、将来的な気候変動に伴う不確実性を踏まえ、基準竜巻の最大風速を安全側に切り上げて、設計竜巻の最大風速は 100m/s とする。

【別添資料 1（2.：1-15～47）】

(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設

外部事象防護対象施設は、設計荷重に対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。

外部事象防護対象施設は、外殻となる施設（建屋、構築物）（以下「外

殻となる施設」という。)に内包され、外気と繋がっておらず設計竜巻荷重の影響から防護される施設(以下「外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)」という。),設計竜巻荷重の影響を受ける屋外施設(以下「屋外施設」という。),外殻となる施設に内包されるため、設計竜巻の風圧力による荷重及び設計飛来物等による衝撃荷重の影響から防護されるが、外気と繋がっており設計竜巻の気圧差による荷重の影響を受ける施設(以下「屋内の施設で外気と繋がっている施設」という。)及び外殻となる施設に内包されるが設計竜巻荷重の影響から防護が期待できない施設(以下「外殻となる施設による防護機能が期待できない施設」という。)に分類し、このうち、外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)は内包する建屋により防護する設計とすることから、評価対象施設は、屋外施設、屋内の施設で外気と繋がっている施設及び外殻となる施設による防護機能が期待できない施設とし、以下のように抽出する。

なお、外殻となる施設による防護機能が期待できない施設については、「1.7.2.1(3)a. 屋外施設」のうち外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性維持可否の観点並びに設計飛来物の衝突等による開口部の開放及び開口部建具の貫通の観点から抽出する。

また、上記に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随伴事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

a. 屋外施設(外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。)

(a) 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口(以下「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。)吸気口」という。)

- (b) 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「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。）室ルーフベントファン」という。）
- (c) 中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。）
- (d) 残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含む。）
- (e) 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）
（以下「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。）用海水ポンプ（配管，弁含む。）」という。）
- (f) 残留熱除去系海水系ストレーナ
- (g) 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「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。）用海水ストレーナ」という。）
- (h) 非常用ガス処理系排気筒
- (i) 主排気筒
- (j) 排気筒モニタ
- (k) 原子炉建屋
- (l) 放水路ゲート

<以下，外部事象防護対象施設を内包する区画>

外部事象防護対象施設を内包する区画を，以下のとおり抽出する。

- (m) タービン建屋（気体廃棄物処理系隔離弁等を内包）
- (n) 使用済燃料乾式貯蔵建屋（使用済燃料乾式貯蔵容器を内包）
- (o) 軽油貯蔵タンクタンク室（軽油貯蔵タンクを内包）

(p) 排気筒モニタ建屋

なお、排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋並びに放水路ゲートは、以下の設計とすることにより、以降の評価対象施設には含めないものとする。

評価対象施設等のうち排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。竜巻を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象施設のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。竜巻を起因として津波が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、放水路ゲートは安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設

(a) 中央制御室換気系隔離弁、ファン（ダクト含む。）、非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系ダクト（以下「非常用換気空調設備」という。）

(b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設

(a) 中央制御室換気系隔離弁、ファン（空調調和器含む。）及びフィルタユニット（以下「原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備」という。）

(b) 非常用電源盤（電気室）

(c) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

(d) 使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁（以下「原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備」という。）

- (e) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン
- (f) 非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備
- (g) 使用済燃料乾式貯蔵容器
- (h) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

【別添資料 1 (1.2.2 (1) : 1-3～8)】

(4) 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設としては、当該施設の破損等により外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性がある施設又はその施設の特定の区画とする。

外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設としては、外部事象防護対象施設等を除く構築物、系統及び機器の中から、外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設及び外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設を以下のとおり抽出する。

a. 外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設

外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設としては、施設の高さと外部事象防護対象施設等との距離を考慮して、倒壊により外部事象防護対象施設等を損傷させる可能性がある施設を、外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設として抽出する。

- (a) サービス建屋
- (b) 海水ポンプエリア防護壁
- (c) 鋼製防護壁

b. 外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設

外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設としては、屋外にある外部事象防護対象施設の付属設備で、風圧力及び設計飛来物の衝突等による損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可

能性がある施設を，外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設として抽出する。

- (a) 非常用ディーゼル発電機排気消音器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器（以下「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。）排気消音器」という。）
- (b) 非常用ディーゼル発電機排気配管，非常用ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管，非常用ディーゼル発電機機関ベント管及び非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管並びに高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気配管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機関ベント管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管（以下「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。）付属排気配管及びベント配管」という。）
- (c) 残留熱除去系海水系配管（放出側）
- (d) 非常用ディーゼル発電機用海水配管（放出側）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管（放出側）（以下「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。）用海水配管（放出側）」という。）

【別添資料 1（1.2.2（2）：1-9～12）】

(5) 設計飛来物の設定

敷地全体を俯瞰した現地調査及び検討を行い，発電所構内の資機材，車両等の設置状況を踏まえ，評価対象施設等に衝突する可能性のある飛来物を抽出する。

飛来物に係わる現地調査結果及び「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発 13061911 号 原子力規制委員会決定）」

に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。

設計飛来物は、浮き上がりの有無、運動エネルギー及び貫通力を踏まえ、鋼製材（長さ 4.2m×幅 0.3m×高さ 0.2m、質量 135kg、飛来時の水平速度 51m/s、飛来時の鉛直速度 34m/s）を設定する。

また、竜巻飛来物防護対策設備の防護ネットを通過し得る可能性があり、鋼製材にて包含できないことから、砂利も設計飛来物とする。

第 1.7.2-1 表に発電所における設計飛来物を示す。

飛来物の発生防止対策については、現地調査により抽出した飛来物や東海発電所を含む当社敷地内に持ち込まれる資機材、車両等の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー及び貫通力を考慮して、衝突時に建屋等又は竜巻飛来物防護対策設備に与えるエネルギー又は貫通力が設計飛来物のうち鋼製材によるものより大きく、外部事象防護対象施設を防護できない可能性があるものは固縛、固定又は評価対象施設等からの隔離を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。

なお、当社敷地近傍の隣接事業所から、上記の設計飛来物（鋼製材）の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定される場合は、飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、当該飛来物が衝突し得る外部事象防護対象施設等の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による外部事象防護対象施設の損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること若しくは安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、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。

【別添資料 1（3.3.1（3）：1-50～61）】

(6) 荷重の組合せと許容限界

竜巻に対する防護設計を行うため、評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重の算出、設計竜巻荷重の組合せの設定、設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定及び許容限界について以下に示す。

a. 評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重

設計竜巻により評価対象施設等に作用する荷重として「風圧力による荷重 (W_w)」, 「気圧差による荷重 (W_p)」及び「設計飛来物等による衝撃荷重 (W_m)」を以下に示すとおり算出する。

(a) 風圧力による荷重 (W_w)

設計竜巻の最大風速による荷重であり、「建築基準法施行令」(昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号), 「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び建設省告示 1454 号(平成 12 年 5 月 31 日)に準拠して、次式のとおり算出する。

$$W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

ここで,

W_w : 風圧力による荷重

q : 設計用速度圧

G : ガスト影響係数 (=1.0)

C : 風力係数(施設の形状や風圧力が作用する部位(屋根, 壁等)に応じて設定する。)

A : 施設の受圧面積

$$q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$$

ここで,

ρ : 空気密度

V_D : 設計竜巻の最大風速

ただし、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として

算定されるが、鉛直方向の風圧力に対してぜい弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮した設計とする。

(b) 気圧差による荷重 (W_P)

外気と隔離されている区画の境界部が気圧差による圧力影響を受ける設備及び外部事象防護対象施設を内包する区画の外壁、屋根等においては、設計竜巻による気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による圧力荷重が発生する。保守的に「閉じた施設」を想定し次式のとおり算出する。

$$W_P = \Delta P_{\max} \cdot A$$

ここで、

W_P : 気圧差による荷重

$\Delta P_{\max}$: 最大気圧低下量

A : 施設の受圧面積

(c) 設計飛来物等による衝撃荷重 (W_M)

飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物等が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる向きで衝撃荷重を算出する。

【別添資料 1 (3.3.1 : 1-49～62)】

b. 設計竜巻荷重の組合せ

評価対象施設等の設計に用いる設計竜巻荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重 (W_W)、気圧差による荷重 (W_P) 及び設計飛来物等による衝撃荷重 (W_M) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。

$$W_{T1} = W_P$$

$$W_{T2} = W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M$$

なお、評価対象施設等には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。

【別添資料 1 (3.3.1 : 1-61~62)】

c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定

設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおり設定する。

(a) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重

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

(b) 竜巻以外の自然現象による荷重

竜巻は、積乱雲及び積雲に伴って発生する現象であり⁽¹⁾、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性がある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は、以下のとおり設計竜巻荷重に包絡される。

i) 雷

竜巻と雷が同時に発生する場合においても、雷によるプラントへの影響は雷撃であるため、雷による荷重は発生しない。

ii) 雪

冬期、竜巻が襲来する場合は竜巻通過前後に降雪を伴う可能性はあるが、上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時は、竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。

iii) ひょう

ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒⁽²⁾であり、仮に

直径 10cm 程度の大型のひょうを想定した場合、その重量は約 0.5kg である。直径 10cm 程度のひょうの終端速度は $59\text{m/s}^{(3)}$ ，運動エネルギーは約 0.9kJ であり，設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく，ひょうの衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡される。

iv) 降水

竜巻と降水が同時に発生する場合においても，雨水により屋外施設に荷重の影響を与えることはなく，また降雨による荷重は十分小さいため，設計竜巻荷重に包絡される。

(c) 設計基準事故時荷重

外部事象防護対象施設は，設計竜巻によって安全機能を損なわない設計とするため，設計竜巻は原子炉冷却材喪失事故等の設計基準事故の起因とはならないことから，設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。

設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから，設計基準事故時荷重と設計竜巻との組合せは考慮しない。

仮に，風速が低く発生頻度が高い竜巻と設計基準事故が同時に発生する場合，評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じ，竜巻による風荷重等の影響を受ける屋外設備としては残留熱除去系海水系ポンプ等が考えられるが，設計基準事故時においても残留熱除去系海水系ポンプ等の圧力及び温度は変わらないため，設計基準事故により考慮すべき荷重はなく，竜巻と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。

【別添資料 1 (3.3.2 : 1-62～63)】

d. 許容限界

建屋及び構築物の設計において，設計飛来物等の衝突による貫通及び

裏面剥離発生の有無の評価については、貫通及び裏面剥離が発生しない部材厚（貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さ）と部材の最小厚さを比較することにより行う。さらに、設計荷重により、発生する変形又は応力が以下の法令、規格、基準、指針類等に準拠し算定した許容限界を下回る設計とする。

- ・ 建築基準法
- ・ 日本工業規格
- ・ 日本建築学会及び土木学会等の基準、指針類
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）
- ・ 原子力エネルギー協会（N E I）の基準・指針類

系統及び機器の設計において、設計飛来物の衝突による貫通の有無の評価については、貫通が発生しない部材厚である貫通限界厚さと部材の最小厚さを比較することにより行う。設計飛来物が貫通することを考慮する場合には、設計荷重に対して防護対策を考慮した上で、系統及び機器に発生する応力が以下の規格、基準及び指針類に準拠し算定した許容応力度等に基づく許容限界を下回る設計とする。

- ・ 日本工業規格
- ・ 日本機械学会の基準、指針類
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）

【別添資料 1（3.4.1 : 1-64）】

(7) 評価対象施設等の防護設計方針

評価対象施設等の設計荷重に対する防護設計方針を以下に示す。

【別添資料 1（3.4.2 : 1-65～75）】

a. 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）

外部事象防護対象施設のうち屋外施設は、設計荷重に対して、安全機

能が維持される設計とし、必要に応じて防護ネット等の竜巻飛来物防護対策設備又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。

- (a) 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。）吸気口

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。）吸気口は、設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することがなく、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。）の吸気機能が維持される設計とする。さらに、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び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。）吸気口に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-65）】

- (b) 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。）室ルーフベントファン

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。）室ルーフベントファンは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び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。）室ルーフベントファンに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-65）】

- (c) 中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）

中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突

により貫通することを考慮して、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-66）】

(d) 残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）

残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-66）】

(e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管、弁含む。）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管、弁含む。）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-66）】

(f) 残留熱除去系海水系ストレーナ

残留熱除去系海水系ストレーナは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系ストレーナに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-66～67)】

(g) 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。）用海水ストレーナ

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。）用海水ストレーナは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び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。）用海水ストレーナに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-67)】

(h) 非常用ガス処理系排気筒

非常用ガス処理系排気筒は、設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することはなく、非常用ガス処理系排気筒の排気機能が維持される設計とする。さらに、非常用ガス処理系排気筒は開かれた構造物であり気圧差荷重も作用しないことから、風圧力による荷重及び非常用ガス処理系排気筒に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-67)】

(i) 主排気筒

主排気筒の筒身については，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，閉塞することではなく，主排気筒の排気機能が維持される設計とする。さらに，主排気筒は開かれた構造物であり気圧差荷重は作用しないことから，風圧力による荷重及び主排気筒に常時作用する荷重に対して，構造健全性が維持され，安全機能を損なわない設計とする。

また，設計飛来物の衝突により部材が損傷した場合においても構造健全性が維持され，排気筒全体が倒壊しない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-67～68)】

(j) 原子炉建屋

原子炉建屋原子炉棟外壁（5 階及び 6 階部分）の原子炉建屋外側ブローアウトパネルについては，設計竜巻による気圧低下による開放及び設計飛来物の貫通により，原子炉建屋原子炉棟の放射性物質の閉じ込め機能を損なう可能性があるが，防護ネットの設置による竜巻防護対策を行うことにより，設計飛来物の衝突及び気圧低下による開放後の開口部からの設計飛来物の侵入を防止する設計とするとともに，気圧低下による開放に対しては，設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから，安全上支障のない期間に補修が可能な設計とすることで，安全機能を損なわない設計とする。

また，原子炉建屋は外部事象防護対象施設を内包する建屋でもあるため，風圧力による荷重，気圧差による荷重，設計飛来物の衝撃荷重及び常時作用する荷重に対して，構造骨組の構造健全性が維持されるとともに，屋根，壁及び開口部（扉類）の破損により原子炉建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また，設

計飛来物の衝突時においても、貫通及び裏面剥離の発生により、原子炉建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-68)】

＜以下、外部事象防護対象施設を内包する区画＞

(k) タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋

タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物等の衝撃荷重及び常時作用する荷重に対して、構造骨組の構造健全性が維持されるとともに、屋根、壁及び開口部（扉類）の破損により当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また、設計飛来物等の衝突時においても、貫通及び裏面剥離の発生により、当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-68～69)】

(l) 軽油貯蔵タンクタンク室

軽油貯蔵タンクタンク室は、地下埋設されていることを考慮し、設計飛来物による衝撃荷重に対して、構造健全性が維持され、軽油貯蔵タンクの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-69)】

b. 外部事象防護対象施設のうち、屋内の施設で外気と繋がっている施設

外殻となる施設に内包され防護される外部事象防護対象施設のうち、外気と繋がっている施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて竜巻飛来物防護対策設備等による竜巻防護対策を講じる方針とする。

(a) 非常用換気空調設備

非常用換気空調設備は、壁面の補強等の竜巻防護対策を行う原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (2) : 1-69)】

(b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）は、壁面の補強等の竜巻防護対策を行う原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、気圧差による荷重及び原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (2) : 1-69)】

c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設

外殻となる施設に内包される外部事象防護対象施設のうち、外殻となる施設が設計竜巻の影響により健全性が確保されず、貫通又は裏面剥離が発生し安全機能を損なう可能性がある場合には、施設の補強、竜巻飛来物防護対策設備又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

原子炉建屋付属棟については、設計飛来物の衝突により壁面及び開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、開口部建具等付近の外部事象防護対象施設のうち、設計飛来物の衝突により影響を受ける可能性がある原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備、原子炉建屋換気系隔

離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）及び非常用電源盤（電気室）が安全機能を損なわない設計とする。

原子炉建屋原子炉棟外壁の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが設計竜巻による気圧低下により開放されることを考慮し、原子炉建屋外側ブローアウトパネル開放により発生する外壁開口部付近の外部事象防護対象施設のうち、設計竜巻荷重の影響を受ける可能性がある原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備、燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン並びに非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備が安全機能を損なわない設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、設計飛来物等の衝突により建屋上部の開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、使用済燃料乾式貯蔵建屋内部の外部事象防護対象施設で、設計飛来物等の衝突により影響を受ける可能性がある、使用済燃料乾式貯蔵容器及び使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-70～72）】

(a) 原子炉建屋附属棟 3 階中央制御室換気空調設備

原子炉建屋附属棟 3 階中央制御室換気空調設備は、設計飛来物の衝突により、建屋壁面及び開口部建具に貫通が発生することを考慮し、壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋附属棟 3 階中央制御室換気空調設備への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉建屋附属棟 3 階中央制御室換気空調設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-70）】

(b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

は、設計飛来物の衝突により建屋の壁面等に貫通が発生することを考慮し、壁面等の補強による竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-70）】

(c) 非常用電源盤（電気室）

非常用電源盤（電気室）は、設計飛来物の衝突により、原子炉建屋附属棟 1 階電気室扉に貫通が発生することを考慮し、電気室扉の取替等の竜巻防護対策を行うことにより、非常用電源盤（電気室）への設計飛来物の衝突を防止し、非常用電源盤（電気室）の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-70）】

(d) 原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備

原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備は、設計竜巻による気圧低下により原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放されることを考慮し、防護ネット等の設置による竜巻防護対策を行うことにより、当該設備への設計飛来物の衝突を防止する。

さらに、原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備は構造的に風圧力による影響を受けないことから、当該設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-71）】

(e) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン

燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンは、設計竜巻による気圧低

下により設備が配置される区画の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放されることを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、原子炉建屋外側ブローアウトパネル開放状態においても、燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンの安全機能を損なうことなく、また、転落によって近傍の外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-71)】

(f) 非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備

原子炉建屋内の非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備は、設計竜巻による気圧低下により設備が配置される区画の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放されることを考慮し、原子炉建屋外側ブローアウトパネルの撤去及び開口部の閉止による竜巻防護対策を行うことにより、非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-72～73)】

(g) 使用済燃料乾式貯蔵容器

使用済燃料乾式貯蔵容器は、使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び気圧差荷重は作用しない。

さらに、使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物等の衝突を防止し、

使用済燃料乾式貯蔵容器の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-72)】

(g) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び気圧差荷重は作用しない。

さらに、使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物等の衝突を防止するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、使用済燃料乾式貯蔵容器に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの安全機能を損なうことなく、また、転落によって近傍の外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-72)】

d. 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設については、設計荷重による影響を受ける場合においても外部事象防護対象施設等に影響を及ぼさないよう、設備又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、外部事象防護対象施設等の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-72～75)】

(a) サービス建屋

サービス建屋は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、倒壊によ

り外部事象防護対象施設等へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-73)】

(b) 海水ポンプエリア防護壁

海水ポンプエリア防護壁は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して補強等を行うことで、倒壊により外部事象防護対象施設等へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-73)】

(c) 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設等へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-73)】

(d) 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。）排気消音器

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。）排気消音器は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、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。）排気消音器が閉塞することがなく、ディーゼル発電機の機能が維持される設計とする。さらに、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。）排気消音器が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とし、外部事象防護対象施設である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。）に機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-73～74)】

- (e) 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。）付属排気配管及びベント配管

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。）付属排気配管及びベント配管は，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，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。）付属排気配管及びベント配管が閉塞することがなく，ディーゼル発電機の機能等が維持される設計とする。さらに，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。）付属排気配管及びベント配管が風圧力による荷重，気圧差による荷重及び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。）付属排気配管及びベント配管に常時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象施設である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。）に機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-74)】

- (f) 残留熱除去系海水系配管（放出側）

残留熱除去系海水系配管（放出側）は，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，残留熱除去系海水系配管（放出側）が閉塞することがなく，残留熱除去系海水系ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに，残留熱除去系海水系配管（放出側）が風圧力による荷重，気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系配管（放出側）に常時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象施設である残留熱除去系海水系ポン

プ等に機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-74)】

- (g) 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。）用海水配管（放出側）

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。）用海水配管（放出側）は，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，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。）用海水配管（放出側）が閉塞することがなく，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。）用海水ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに，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。）用海水配管（放出側）が風圧力による荷重，気圧差による荷重及び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。）用海水配管（放出側）に常時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象施設である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。）用海水ポンプ等に機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-74～75)】

以上の評価対象施設等の防護設計を考慮して，設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-2 表に，外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-3 表に，外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-4 表に示す。

(8) 竜巻随伴事象に対する評価

竜巻随伴事象として、過去の竜巻被害事例及び発電所の施設の配置から想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失を抽出し、事象が発生する場合においても、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。

【別添資料 1 (3.5 : 1-75～77)】

a. 火災

竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の発火性又は引火性物質を内包する機器に衝突する場合及び屋外の危険物貯蔵施設等に飛来物が衝突する場合の火災が想定される。

建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、建屋開口部付近には、発電用原子炉施設の安全機能を損なわせる可能性がある発火性又は引火性物質を内包する機器は配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部には防護ネット設置等の飛来物防護対策を行うことを考慮すると飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建屋内に火災が発生することはない、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。

建屋外については、発電所敷地内の屋外にある危険物貯蔵施設等の火災がある。火災源と外部事象防護対象施設の位置関係を踏まえて火災の影響を評価した上で、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とすることを「1.7.9 外部火災防護に関する基本方針」に記載する。

以上より、竜巻随伴事象としての火災に対して外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.5 (1) : 1-75～76)】

b. 溢水

竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の溢水源に衝突する場合及び屋外タンク等に飛来物が衝突する場合の溢水が想定される。

外部事象防護対象施設を内包する建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、建屋開口部付近に飛来物が衝突して外部事象防護対象施設の安全機能を損なう可能性がある溢水源が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している建屋の開口部には、防護ネット設置等の飛来物防護対策を行うことを考慮すると、飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建屋内に溢水が発生することはない、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。

建屋外については、設計竜巻による飛来物の衝突による屋外タンク等の破損に伴う溢水を想定されるが、「1.6 溢水防護に関する基本方針」にて、地震時の屋外タンク等の破損を想定し、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としており、竜巻随伴事象による屋外タンク等が損傷して発生する溢水に対しては、上記に包絡されることから、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。

以上より、竜巻随伴事象としての溢水に対して外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.5 (2) : 1-76～77)】

c. 外部電源喪失

設計竜巻又は設計竜巻と同時に発生する雷又はダウンバースト等の影響により外部電源喪失が発生する場合については、設計竜巻に対し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。）の構造健全性を維持することにより、外部電源喪失の影響がなく外部事

象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.5 (3) : 1-77)】

1.7.2.2 手順等

竜巻に対する防護については、竜巻に対する影響評価を行い、安全施設が安全機能を損なわないよう手順等を定める。

- (1) 屋外の作業区画で飛散するおそれのある資機材、車両等については、飛来時の運動エネルギー及び貫通力等を評価し、外部事象防護対象施設等への影響の有無を確認する。外部事象防護対象施設等に影響を及ぼす資機材、車両等については、固縛、固定、外部事象防護対象施設等から隔離、頑健な建屋内に収納又は撤去する。これら飛来物発生防止対策について手順を定める。

また、当社敷地近傍の隣接事業所の敷地のうち、資機材、車両等を配置できないようにすることが必要な箇所については、フェンス等の設置による、当該箇所への資機材、車両等の配置を阻止する措置を、隣接事業所との合意文書に基づき当社にて実施する。

- (2) 竜巻の襲来が予想される場合及び竜巻襲来後において、外部事象防護対象施設等を防護するための操作・確認、補修等が必要となる事項について手順を定める。
- (3) 竜巻の襲来後、放水路ゲートに損傷を発見した場合の措置について、放水路ゲートの駆動装置に損傷を発見した場合、安全機能を回復するために速やかな補修等を行う手順を整備し、的確に実施する。また、速やかな補修等が困難と判断された場合には、プラントを停止する手順を整備し、的確に実施する。

1.7.2.3 参考文献

- (1) 雷雨とメソ気象 大野久雄，東京堂出版
- (2) 気象庁ホームページ
- (3) 一般気象学 小倉義光，東京大学出版会

第 1.7.2-1 表 発電所における設計飛来物

飛来物の種類	砂利	鋼製材
サイズ (m)	長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.18	135
最大水平速度 (m/s)	62	51
最大鉛直速度 (m/s)	42	34

【別添資料 1 (3.3.1 (3) : 1-60)】

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等（1 / 4）

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
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。）吸気口	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対 象施設等との離 隔	—	鋼製材 砂利	補修
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。）室ルーフ ベントファン			竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認
中央制御室換気系冷凍機 （配管，弁含む。）			竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認
残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含 む。）			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認
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。）用海水ポ ンプ（配管，弁含む。）			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等（2 / 4）

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
残留熱除去系海水系ストレーナ	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との隔離	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認
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。）用海水ストレーナ			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認
非常用ガス処理系排気筒			—	鋼製材 砂利	補修
主排気筒			—	鋼製材 砂利	補修
排気筒モニタ			—	鋼製材 砂利	補修
原子炉建屋（閉じ込め機能）			竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	補修
放水路ゲート			—	鋼製材 砂利	補修

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等（3 / 4）

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
非常用換気空調設備	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との隔離	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備 補強した防護扉等	—	防護扉の閉止確認
原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部)			補強した建屋壁等	—	—
原子炉建屋附属棟 3 階中央制御室換気空調 設備			施設を内包する施設 補強した防護扉等	—	防護扉の閉止確認
非常用電源盤（電気室）			施設を内包する施設 取替えた防護扉	—	防護扉の閉止確認
原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備			施設を内包する施設	—	—
燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻襲来予想時 燃料取扱作業の中止
非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循 環系設備			施設を内包する施設 閉止した開口部	—	—
使用済燃料乾式貯蔵容器			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	—

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等（4 / 4）

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻襲来予想時 燃料取扱作業の中止
安全重要度分類のクラス 1 及びクラス 2 に 属する施設のうち上記以外の建屋，構造物 内の施設			施設を内包する施設	—	—
安全重要度分類のクラス 3 に属する施設 (下記以外の施設)			—	—	代替設備の確保 補修，取替等
緊急時対策所建屋内の施設			施設を内包する施設 (緊急時対策所建屋)	—	—
緊急時対策所建屋 (設計基準対象施設に関する機能)			—	鋼製材 砂利 車両	補修
緊急時対策所建屋 (重大事故等対処施設に関する機能)		—	—		敷地外物品のため， 衝突を考慮した上で，施設の機能維持 を確認

第 1.7.2-3 表 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設及び竜巻防護対策等

外部事象防護対象施設等に 波及的影響を及ぼし得る施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
サービス建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対 象施設等との離 隔	—	鋼製材 砂利	—
海水ポンプエリア防護壁			—	鋼製材 砂利	—
鋼製防護壁			—	鋼製材 砂利	—
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。）排気消音 器			—	鋼製材 砂利	—
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。）付属排気 配管及びベント配管			—	鋼製材 砂利	—
残留熱除去系海水系配管（放出側）			—	鋼製材 砂利	—
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。）用海水配 管（放出側）			—	鋼製材 砂利	—

第 1.7.2-4 表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等（1 / 3）

外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
原子炉建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	—
タービン建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	—	鋼製材 砂利	—
		—	—	コンテナ	敷地外物品のため、衝突を考慮した上で、施設の機能維持を確認

第 1.7.2-4 表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等（2 / 3）

外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
使用済燃料乾式貯蔵建屋	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	—
		—	竜巻飛来物防護対策設備	車両	・ 敷地外物品のため、衝突を考慮した上で、施設の機能維持及び建屋内部への飛来物の侵入防止を確認 ・ 飛来物が到達しないようにすることが必要な箇所は、フェンス等の設置による、資機材、車両等の配置を阻止する措置を、当社にて実施。

第 1.7.2-4 表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等（3 / 3）

外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
軽油貯蔵タンクタンク室	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	—	鋼製材 砂利	—
排気筒モニタ建屋	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	—	鋼製材 砂利	補修

(3) 適合性説明

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

- 1 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- 3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

(3) 竜巻

安全施設は、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。

a. 飛来物の発生防止対策

竜巻により東海発電所を含む当社敷地内の資機材等が飛来物となり、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設等へ影響を及ぼす資機材及び車両については、固縛、固定、外部事象防護対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔、頑健な建屋内収納又は撤去する。

b. 竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し、安全施設が安全機能を損なわないように、以下の対策を行う。

- ・外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻飛来物防護対策設備により、外部事象防護対象施設を防護し、構造健全性を維持し安全機能を損なわない設計とする。
- ・外部事象防護対象施設の構造健全性が維持できない場合には、代替設備の確保、損傷した場合の取替え又は補修が可能な設計とすることにより安全機能を損なわない設計とする。

ここで、竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性のある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は、設計竜巻荷重に包含される。

1.3 気象等

8. 竜巻

8.1 竜巻

竜巻影響評価は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発 13061911 号 原子力規制委員会決定）」（以下「ガイド」という。）に基づき実施する。

基準竜巻及び設計竜巻の設定は、竜巻検討地域の設定、基準竜巻の最大風速の設定及び設計竜巻の最大風速の設定の流れで実施する。

【別添資料 1（2.1 : 1-15）】

8.1.1 竜巻検討地域の設定

発電所が立地する地域と、気象条件の類似性の観点及び局所的な地域性の観点で検討を行い、竜巻検討地域を設定する。

(1) 気象総観場の分析

気象条件の類似性の観点では、気象総観場ごとの竜巻発生位置を整理し、発電所と類似の地域を抽出する。竜巻発生要因の総観場は、気象庁「竜巻等の突風データベース」⁽¹⁾を基に、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾を参考に、低気圧、台風、停滞前線、局所性降雨、季節風及びその他（高気圧等）の 6 つに分類する。なお、低気圧には、暖気の移入、寒気の移入及び停滞前線以外の前線を、停滞前線では梅雨前線を、局所性降雨では雷雨を含めている。第 8.1-1 図に竜巻発生時の総観場の分布を示す。

第 8.1-2 図の都道府県ごとの竜巻の発生要因別比率に示すとおり、低

気圧起因の竜巻は全国一様に発生していること、一方、台風起因の竜巻は日本海側には発生しておらず、主に太平洋側で発生していることが分かる。また、停滞前線起因の竜巻は北海道を除く各地に発生していること、局所性降雨は内陸部での竜巻発生も促すこと、及び季節風や高気圧起因とされる竜巻の発生数は比較的少ないことが分かる。

【別添資料 1 (2.2.1 : 1-16~18)】

(2) 総観場の分析に基づく地域特性の確認

竜巻発生 の地域性が見られる台風起因の発生領域から、太平洋側の宮城県から沖縄県にかけての範囲を考慮する。発電所はこの範囲に立地しており、太平洋側の宮城県から沖縄県を基本として、竜巻の発生頻度の観点から総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域 TA_1 の検討を行う。

発電所から半径 180km 圏内 (約 10 万 km^2 圏) を含む太平洋側沿岸の海岸線から陸側海側各 5km の範囲を対象として、単位面積当たりの発生数の比較を第 8.1-3 図及び第 8.1-1 表に示す。なお、表の竜巻の個数は各ケースの領域ごとにおける発生した全ての竜巻の個数である。

この結果、福島県から沖縄県にかけての範囲である $TA_{1.6}$ のケースの単位面積当たりの発生数が最も大きくなるため、これを総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域 TA_1 とする。

【別添資料 1 (2.2.2 : 1-19~20)】

(3) 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認

局地的な地域性の観点では、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (案) 及び解説」⁽³⁾ に、全国 19 箇所の竜巻集中地域が示されており、第 8.1-4 図に示すとおり、発電所は、竜巻集中地域⑰に立地している。

竜巻集中地域⑰を第 8.1-1 表の $TA_{1.1}$ とし、これを竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域 TA_2 とする。

(4) 竜巻検討地域

発電所に対する竜巻検討地域について、「総観場の分析に基づく地域特性の確認」、「過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認」により地域特性を確認し、竜巻の個数及び単位面積当たりの発生数によって、福島県から沖縄県にかけての太平洋側沿岸の海岸線から海側及び陸側それぞれ 5km の範囲を竜巻検討地域に設定する（面積約 57,000km²）。

第 8.1-5 図に竜巻検討地域を示す。

8.1.2 基準竜巻の最大風速の設定

基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速（ V_{B1} ），及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）のうち、最も大きな風速を設定する。

(1) 過去に発生した竜巻による最大風速（ V_{B1} ）

過去に発生した竜巻による最大風速の設定に当たっては、竜巻検討地域における過去最大竜巻は F 3 であり、F スケールと風速の関係より風速は 70m/s～92m/s であることから、竜巻検討地域で過去に発生した最大竜巻 F 3 の風速範囲の上限値 92m/s を V_{B1} とする。

第 8.1-2 表に竜巻検討地域における F 3 スケール相当以上の竜巻の観測記録を示す。

(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）

竜巻最大風速のハザード曲線は、ガイドに従い、既往の算定方法に基づき、具体的には「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾

を参照して、算定する。本評価は、竜巻データの分析、竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率密度分布の算定、相関係数の算定、並びにハザード曲線の算定によって構成される。

竜巻最大風速のハザード曲線の算定は、竜巻検討地域（海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲）の評価及び竜巻検討地域を海岸線に沿って 1km 範囲ごとに短冊状に細分化した場合の評価の 2 とおりで算定し、そのうち大きな風速を設定する。

【別添資料 1（2.3 : 1-24～37）】

a. 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲の評価

本評価では、竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した陸上発生竜巻も発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。

【別添資料 1（2.3.2 : 1-24）】

b. 竜巻の発生頻度の分析

気象庁「竜巻等の突風データベース」⁽¹⁾をもとに、1961 年～2012 年 6 月までの 51.5 年間の統計量を F スケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつきを踏まえ、以下の(a)～(c)の基本的な考え方に基づいて整理を行う。

- (a) 被害が小さくて見過ごされやすい F 0 及び F スケール不明竜巻に対しては、観測体制が強化された 2007 年以降の年間発生数及び標準偏差を用いる。
- (b) 被害が比較的軽微な F 1 竜巻に対しては、観測体制が整備された 1991 年以降の年間発生数や標準偏差を用いる。
- (c) 被害が比較的大きく見逃されることがないと考えられる F 2 及び F 3 竜巻に対しては、観測記録が整備された 1961 年以降の全期間の年

間発生数や標準偏差を用いる。

また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。

陸上で発生した竜巻（以下「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、被害があつて初めてそのF スケールが推定されるため、陸上でのF スケール不明の竜巻は、被害が少ないF 0 竜巻とみなす。

海上で発生し、その後上陸しなかった竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「海岸線から海上 5km の範囲における海上竜巻の発生特性が、海岸線から内陸 5km の範囲における陸上竜巻の発生特性と同様である。」という仮定に基づいて各F スケールに分類する。その結果、F スケール不明の海上竜巻の取扱いにより、第 8.1-3 表のとおり観測実績に対して保守性を高めた評価としている。

【別添資料 1（2.3.3：1-25～27）】

c. 年発生数の確率密度分布の設定

ハザード曲線の評価に当たって竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定し、使用する竜巻年発生数の確率密度分布はポリヤ分布を採用する。

竜巻年発生数の確率分布の設定には、ポアソン分布とポリヤ分布が考えられる。

ポアソン分布は、生起確率が正確に分からないまれな現象の場合に有用な分布である。一方、ポリヤ分布は、発生状況が必ずしも独立でないまれな現象（ある事象が生ずるのはまれであるが、一旦ある現象が発生するとその周囲にもその現象が生じやすくなる性質）の場合に有用な分布である（例えば、伝染病の発生件数）。台風や前線により竜巻が発生した場合、同時多発的に複数の竜巻が発生する状況が考えられるため、

ポリヤ分布の方が実現象をより反映できると考えられる。

また、国内を対象とした竜巻の年発生数の分布の適合性に関する検討結果は、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾に示されており、陸上及び海上竜巻の両方の発生数について、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れているとしている。

発電所の竜巻検討地域で発生した竜巻を対象に、発生数に関するポアソン分布及びポリヤ分布の適合性を評価した結果、竜巻検討地域においても、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れていることを確認している。

【別添資料 1 (2.3.3 : 1-28～29)】

d. 竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率分布並びに相関係数

竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さを基に、確率密度分布についてはガイド及びガイドが参考としている「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾を参照し、対数正規分布に従うものとする。(第 8.1-6 図～第 8.1-8 図)

なお、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅又は被害長さの情報がない竜巻には、被害幅又は被害長さを有する竜巻の観測値を与えている。その際は、被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅又は被害長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅又は被害長さ 0 のデータについては計算に用いておらず、保守的な評価を行っている。

このように、前述の F スケール不明の竜巻の取扱い等も含め、データについては保守的な評価となる取扱いを行っている。

また、1961 年以降の観測データのみを用いて、竜巻風速、被害幅及び被害長さについて相関係数を求める。(第 8.1-4 表)

【別添資料 1 (2.3.4 : 1-30～32)】

e. 竜巻影響エリアの設定

竜巻影響エリアは、発電所の評価対象施設の面積及び設置位置を考慮して、評価対象施設を包絡する円形のエリア（直径 300m, 面積約 $7.1 \times 10^4 \text{m}^2$ ）として設定する。（第 8.1-9 図）

なお、竜巻影響エリアを円形とするため、竜巻の移動方向には依存性は生じない。

【別添資料 1 (2.3.5 : 1-32～33)】

f. ハザード曲線の算定

T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が V_0 以上となる確率を求め、ハザード曲線を求める。

前述のとおり、竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式 (a) ⁽⁴⁾ で示される。

$$P_T(N) = \frac{(\nu T)^N}{N!} \left(1 + \beta \nu T\right)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (\text{a})$$

ここで、

N : 竜巻の年発生数

ν : 竜巻の年平均発生数

T : 年数

β は、分布パラメータであり式 (b) で示される。

$$\beta = \left(\frac{\sigma^2}{\nu} - 1 \right) \times \frac{1}{\nu} \quad (\text{b})$$

ここで、

σ : 竜巻の年発生数の標準偏差

竜巻影響評価の対象となる構造物が風速 V_0 以上の竜巻に遭遇する事象を D と定義し、竜巻影響評価の対象構造物が 1 つの竜巻に遭遇し、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率を $R(V_0)$ としたとき、 T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が V_0 以上となる確率は式 (c) で示される。

$$P_{V_0, T}(D) = 1 - [1 + \beta R(V_0)T]^{-1/\beta} \quad (c)$$

この $R(V_0)$ は、竜巻影響評価の対象地域の面積を A_0 （つまり竜巻検討地域の面積約 57,000km²）、1 つの竜巻の風速が V_0 以上となる面積を $DA(V_0)$ とすると式 (d) で示される。

$$R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (d)$$

ここで、 $E[DA(V_0)]$ は、 $DA(V_0)$ の期待値を意味する。

本評価では、以下のようにして $DA(V_0)$ の期待値を算出し、式 (d) により $R(V_0)$ を推定し、式 (c) により $P_{V_0, T}(D)$ を求める。風速を V 、被害幅を w 、被害長さを l 、移動方向を α とし、 $f(V, w, l)$ 等の同時確率密度関数を用いると、 $DA(V_0)$ の期待値は式 (e) ⁽⁵⁾ で示される。

$$\begin{aligned} E[DA(V_0)] = & \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha \\ & + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + S \int_{V_0}^\infty f(V) dV \end{aligned} \quad (e)$$

ここで、 $H(\alpha)$ 及び $G(\alpha)$ はそれぞれ、竜巻の被害長さ及び被害幅方向に沿った面に評価対象構造物を投影した時の長さである。竜巻影響エリアを円形で設定しているため、 $H(\alpha)$ 及び $G(\alpha)$ とともに竜巻

影響エリアの直径 300m で一定（竜巻の移動方向に依存しない）となる。S は竜巻影響エリアの面積（直径 300m の円の面積：約 $7.1 \times 10^4 \text{m}^2$ ）を表わす。円の直径を D_0 とした場合の計算式は、式（f）で示される。

$$\begin{aligned}
 E[DA(V_0)] = & \int_0^\infty \int_0^\infty \int_{V_0}^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl \\
 & + D_0 \int_0^\infty \int_{V_0}^\infty l f(V, l) dV dl \\
 & + D_0 \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_{V_0}^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + (\pi D_0^2 / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (f)
 \end{aligned}$$

また、風速の積分範囲の上限値はハザード曲線の形状が不自然にならない程度に大きな値として 120m/s に設定する。

なお、 $W(V_0)$ は竜巻風速が V_0 以上となる幅であり、式（g）⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾ で示される。この式により、被害幅内の風速分布に応じて被害様相に分布がある（被害幅の端ほど風速が小さくなる）ことが考慮されている。

$$W(V_0) = \left(\frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (g)$$

ここで、係数の 1.6 について、既往の研究では、例えば 0.5 又は 1.0 などの値も提案されている。ガイドにて参照している Garson et al.

⁽⁶⁾ では、観測値が不十分であるため保守的に 1.6 を用いることが推奨されており、本評価でも 1.6 を用いる。

$V_{\min}$ は、竜巻被害が発生する最小風速であり、Garson は Gale intensity velocity と呼ばれ、被害が発生し始める風速に位置付けら

れる (Gale とは非常に強い風の意)。Garson et al.⁽⁶⁾ では、 V_{min} は $=40\text{mph} \div 18\text{m/s}$ ($1\text{mph} \div 1.61\text{km/h}$) を提案している。米国の気象局 (National Weather Service) では、34 ノット～47 ノット ($17.5\text{m/s} \sim 24.2\text{m/s}$) とされている。日本の気象庁では、気象通報にも用いられている風力階級において、風力 8 が疾強風 (gale, $17.2\text{m/s} \sim 20.7\text{m/s}$)、風力 9 では大強風 (strong gale, $20.8\text{m/s} \sim 24.4\text{m/s}$) と分類されており風力 9 では「屋根瓦が飛ぶ、人家に被害が出始める」とされている。

以上を参考とし、 $V_{min} = 25\text{m/s}$ とした。この値は、F 0 ($17\text{m/s} \sim 32\text{m/s}$) のほぼ中央値に相当する。

海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 範囲を対象に算定したハザード曲線より、年超過確率 10^{-5} における風速を求めると、 73m/s となる。

(第 8.1-10 図)

【別添資料 1 (2.3.6 : 1-34～36)】

g. 1km 範囲に細分化した評価

1km 範囲ごとに細分化した評価は、1km 幅は変えずに順次ずらして移動するケース (短冊ケース) を設定して評価する。評価の条件として、被害幅及び被害長さは、それぞれ 1km 範囲内の被害幅及び被害長さを用いている。上記評価条件に基づいて、海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲の評価と同様の方法でハザード曲線を算定する。

これら算定したハザード曲線より、年超過確率 10^{-5} における風速を求めると、陸側 3km～4km を対象とした場合の 80m/s が最大となる。

(第 8.1-11 図)

【別添資料 1 (2.3.6 : 1-36～37)】

h. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})

海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域 (竜巻検討地域) の評価と 1km 範囲ごとに細分化した評価を比較して、竜巻最大風速のハザード曲線により設定する最大風速 V_{B2} は、ガイドを参考に年超過確率 10^{-5} に相当する風速とし、 80m/s とする。(第 8.1-12 図)

【別添資料 1 (2.3.7 : 1-37)】

(3) 基準竜巻の最大風速の設定

過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1} = 92\text{m/s}$ 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2} = 80\text{m/s}$ より、発電所における基準竜巻の最大風速 V_B は 92m/s とする。

【別添資料 1 (2.3.9 : 1-41)】

8.1.3 設計竜巻の最大風速の設定

発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。

(1) 発電所周辺の地形

発電所敷地周辺の地形を第 8.1-13 図に示す。

竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、竜巻の渦が上り斜面を移動する時、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動する時には強まる。

発電所が立地する敷地周辺は、最大でも標高 40m 程度のなだらかな地形であり、発電所周辺で発生する竜巻は、敷地周辺の地形において、竜巻渦の旋回強度に影響を及ぼすと考えられるマイクロスケール (数百 m) 規模

の起伏は認められないことから、地形効果による竜巻の増幅の可能性は低いとする。

【別添資料 1 (2.4.1 (2) : 1-43~44)】

(2) 設計竜巻の最大風速 V_D

発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えるが、現状では竜巻の観測数等のデータが十分とまでは言い切れず、不確実性があることを考慮し、設計竜巻の最大風速 V_D は、基準竜巻の最大風速 92m/s を安全側に切り上げた 100m/s とする。

【別添資料 1 (2.4.1 (3) : 1-44)】

8.1.4 設計竜巻の特性値の設定

設計竜巻の特性値は、設計竜巻の最大風速 (V_D) より米国 NRC の基準類⁽⁷⁾を参考として、以下に示す手法に基づき、第 8.1-5 表のとおり設定する。

(1) 設計竜巻の移動速度 (V_T)

設計竜巻の移動速度 (V_T) は、ガイドに基づき、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾による風速場モデルに依存しない日本の竜巻の観測記録に基づいた竜巻移動速度(平均値)と最大風速との関係を参照して設定されている以下の算定式を用いて、 V_D から V_T を算定する。

$$V_T = 0.15 \cdot V_D$$

【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】

(2) 設計竜巻の最大接線風速 (V_{Rm})

設計竜巻の最大接線風速 (V_{Rm}) は、ガイドに基づき、米国 NRC の基準類⁽⁷⁾を参考に設定されている風速場モデルに依存しない以下の式を

用いて算定する。

$$V_{Rm} = V_D - V_T$$

【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】

(3) 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (R_m)

設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (R_m) は、ガイドに基づき、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽²⁾による日本の竜巻の観測記録を基に提案された風速場モデルに準拠して以下の値を用いる。

$$R_m = 30 \text{ (m)}$$

【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】

(4) 設計竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max})

設計竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max}) は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類⁽⁷⁾を参考に設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定する。

$$\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$$

ここで、

$$\rho : \text{空気密度 (1.22kg/m}^3\text{)}$$

【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】

(5) 設計竜巻の最大気圧低下率 ($(dp/dt)_{max}$)

設計竜巻の最大気圧低下率 ($(dp/dt)_{max}$) は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類⁽⁷⁾を参考に設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定する。

$$(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$$

【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】

8.2 参考文献

- (1) 気象庁 竜巻等の突風データベース
- (2) 東京工芸大学 (2011) : 平成 21~22 年度原子力安全基盤調査研究 (平成 22 年度) 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究, 独立行政法人原子力安全基盤機構
- (3) 井上博登, 福西史郎, 鈴木哲夫, 2013: 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (案) 及び解説, 独立行政法人原子力安全基盤機構, JNES-RE-2013-9009
- (4) Wen. Y. K and Chu. S. L. (1973) : Tornado Risks and Design Wind Speed, Journal of the Structural Division, Proceedings of American Society of Civil Engineering, Vol. 99, No. ST12, pp. 2409-2421
- (5) Garson. R. C., Morla-Catalan J. and Cornell C.A. (1975) : Tornado Risk Evaluation Using Wind Speed Profiles, Journal of the Structural. Division, Proceedings of American Society of Civil Engineering, Vol. 101, No. ST5, pp. 1167-1171
- (6) Garson. R. C., Morla-Catalan J. and Cornell C.A. (1975) : Tornado Design Winds Based on Risk, Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 101, No. ST9, pp. 1883-1897
- (7) U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.76: Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007.

第 8.1-1 表 竜巻検討地域 T A₁ の候補ごとの竜巻の個数と
単位面積当たり発生数

領域			領域面積 (km ²)	51.5 年間に 領域内で発 生した個数	単位面積当たり 発生数 (個／年／km ²)
T A _{1. 1}	①	福島県～神奈川県	7,900	40	0.98E-04
T A _{1. 2}	①～②	福島県～静岡県	15,700	68	0.84E-04
T A _{1. 3}	①～③	福島県～和歌山県	23,400	104	0.86E-04
T A _{1. 4}	①～④	福島県～高知県	28,600	138	0.94E-04
T A _{1. 5}	①～⑤	福島県～鹿児島県	46,700	194	0.81E-04
T A_{1. 6}	①～⑥	福島県～沖縄県	57,000	300	1.02E-04
T A _{1. 7}	①～⑦	福島県～九州全県	79,700	337	0.82E-04
T A _{1. 8}	①～⑥, ⑧	宮城県～沖縄県	59,700	302	0.98E-04

【別添資料 1 (2.2.2 : 1-20)】

第 8.1-2 表 竜巻検討地域内で過去 (1961 年 1 月～2012 年 6 月)
に発生した F 3 スケール相当以上の竜巻の観測記録

発生日時	発生場所				F スケール
	緯度	経度	都道府県	市町村	
1999 年 09 月 24 日 11 時 07 分	34 度 42 分 4 秒	137 度 23 分 5 秒	愛知県	豊橋市	F 3
1990 年 02 月 19 日 15 時 15 分	31 度 15 分 38 秒	130 度 16 分 35 秒	鹿児島県	枕崎市	F 2 ～ F 3
1978 年 02 月 28 日 21 時 20 分	35 度 32 分 1 秒	139 度 41 分 50 秒	神奈川県	川崎市	F 2 ～ F 3
1969 年 12 月 07 日 18 時 00 分	34 度 45 分 4 秒	137 度 22 分 46 秒	愛知県	豊橋市	F 2 ～ F 3
1968 年 09 月 24 日 19 時 05 分	32 度 7 分 16 秒	131 度 32 分 8 秒	宮崎県	高鍋町	F 2 ～ F 3
1967 年 10 月 28 日 03 時 12 分	35 度 42 分 3 秒	140 度 43 分 10 秒	千葉県	飯岡町	F 2 ～ F 3

【別添資料 1 (2.3.1 : 1-23)】

第 8.1-3 表 竜巻発生数の分析結果

			F 3	F 2	F 1	F 0	小計	陸上不明	海上不明	合計
過去 に 観測 され た 竜巻	1961.1 ～2012.6 51.5 年間	期間内個数	6	41	100	46	193	20	87	300
		平均値 (個/年)	0.12	0.80	1.94	0.89	3.75	0.39	1.69	5.83
		標準偏差 (個/年)	0.32	0.94	1.96	2.17	3.25	0.69	4.35	7.26
	1991.1 ～2012.6 21.5 年間	期間内個数	1	15	72	46	134	15	86	235
		平均値 (個/年)	0.05	0.70	3.35	2.14	6.23	0.70	4.00	10.93
		標準偏差 (個/年)	0.22	0.78	2.03	2.96	3.24	0.84	6.08	8.81
	2007.1 ～2012.6 5.5 年間	期間内個数	0	1	12	31	44	9	63	116
		平均値 (個/年)	0.00	0.18	2.18	5.64	8.00	1.64	11.45	21.09
		標準偏差 (個/年)	0.00	0.43	1.99	4.17	4.16	0.97	8.32	11.75

			F 3	F 2	F 1	F 0	計
疑似 51.5 年間 の 竜巻	疑似 51.5 年間 (陸上竜巻)	期間内個数	6	41	173	376	596
		平均値 (個/年)	0.12	0.80	3.36	7.30	11.57
		標準偏差 (個/年)	0.32	0.94	2.03	4.74	5.25
	疑似 51.5 年間 (全竜巻)	期間内個数	12	82	345	749	1188
		平均値 (個/年)	0.23	1.59	6.70	14.54	23.07
		標準偏差 (個/年)	0.46	1.33	2.87	6.69	7.42

【別添資料 1 (2.3.2 : 1-26)】

第 8.1-4 表 最大風速，被害幅及び被害長さの対数値の相関係数

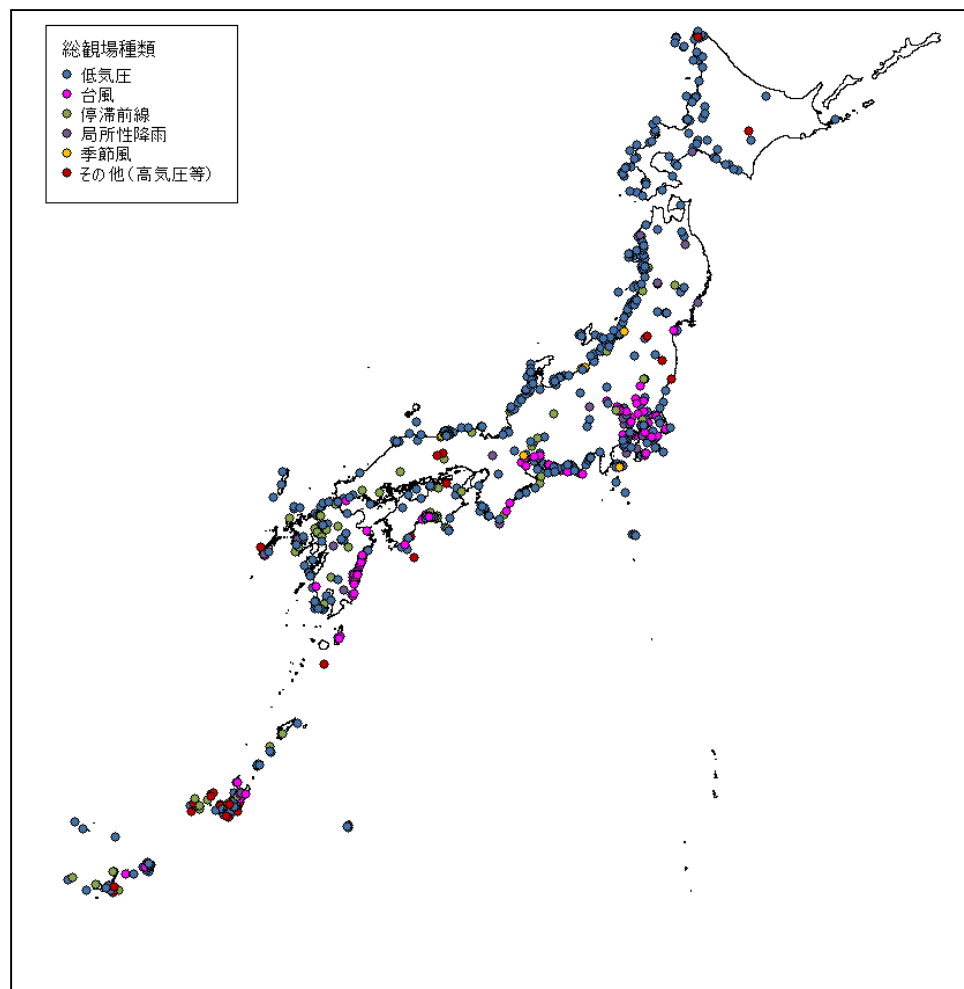
相関係数の値	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.381	0.452
被害幅	—	1.000	0.381
被害長さ	—	—	1.000

【別添資料 1 (2.3.4 : 1-32)】

第 8.1－5 表 設計竜巻の特性値

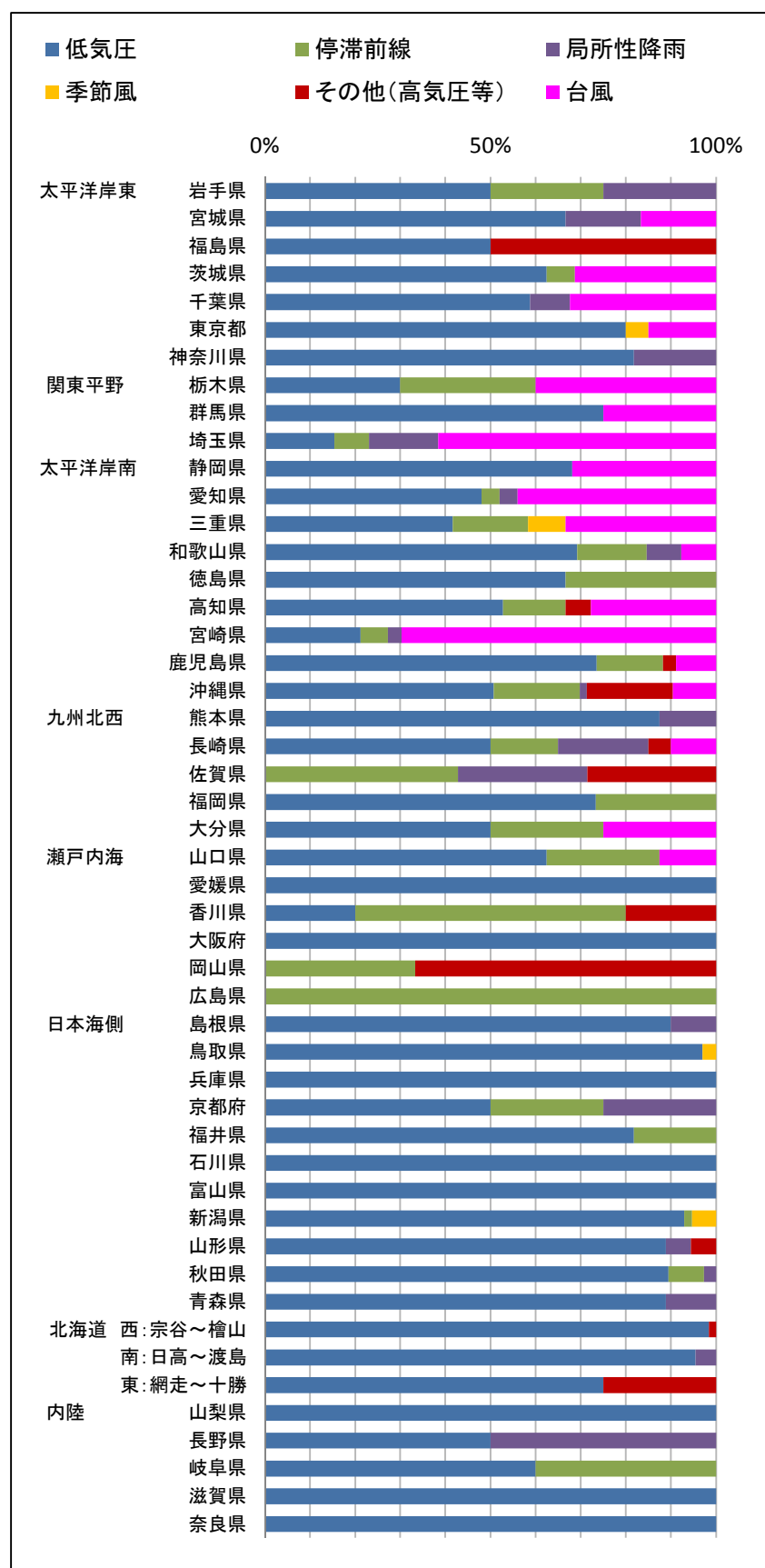
設計竜巻の 最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大接線 風速半径 R_m (m)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (hPa)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)
100	15	85	30	89	45

【別添資料 1 (2.4.2 : 1-46)】



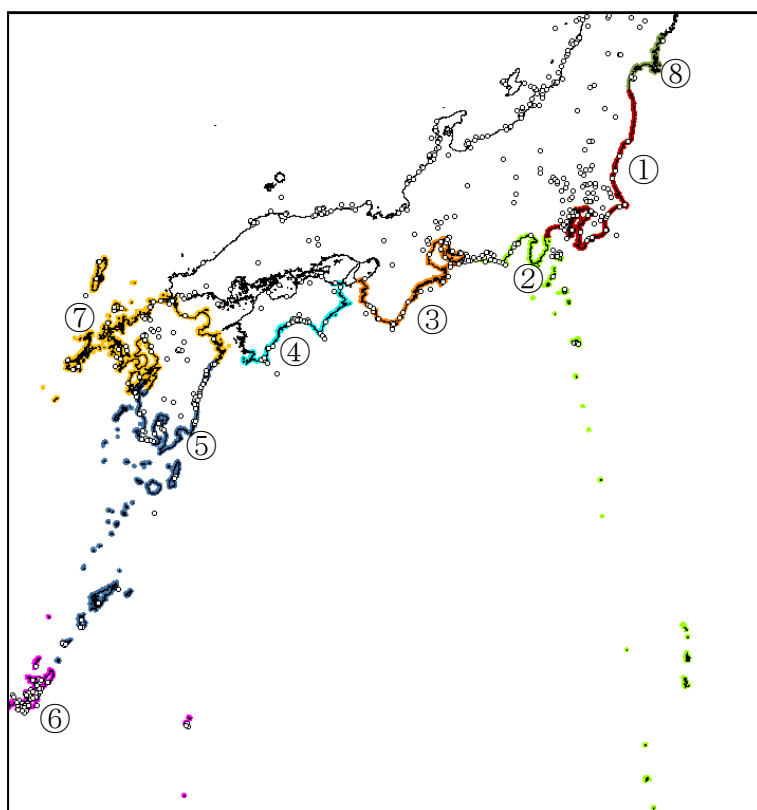
第 8.1－1 図 竜巻発生時の総観場の分布(1961 年 1 月～2012 年 6 月)

【別添資料 1 (2.2.1 : 1-17)】



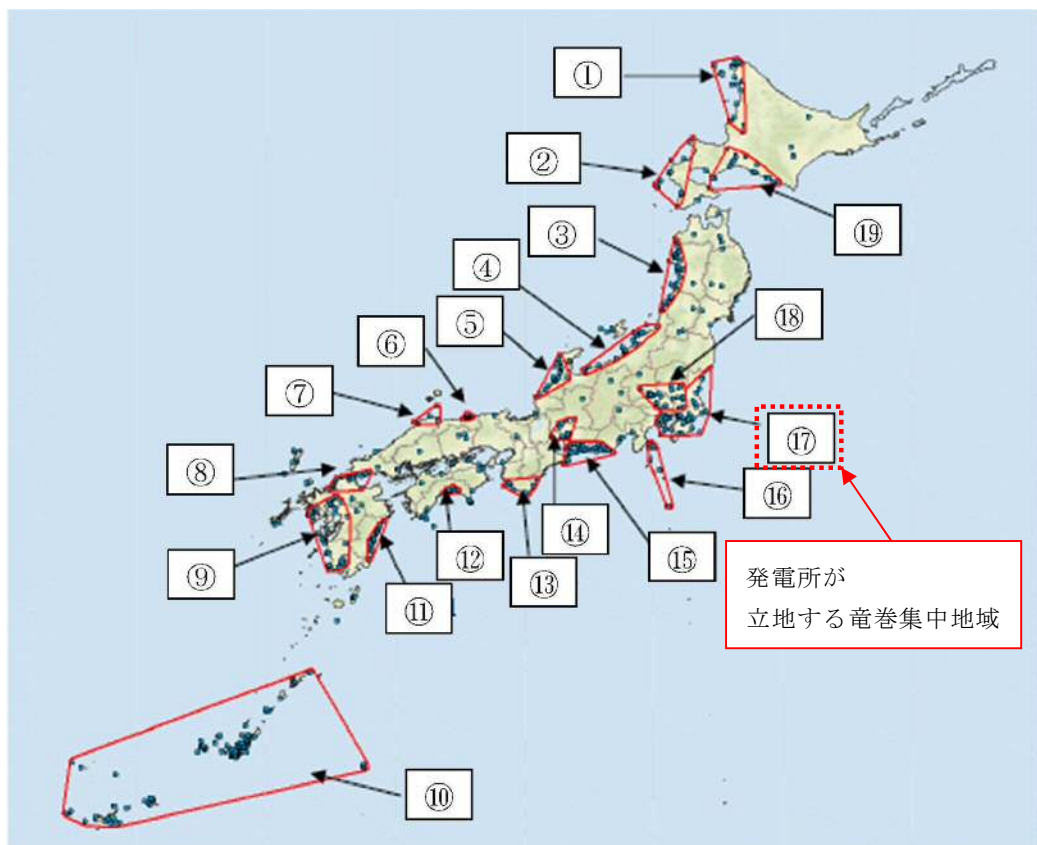
第 8.1－2 図 各都道府県での竜巻の発生要因別比率

【別添資料 1 (2.2.1 : 1-18)】



第 8.1-3 図 竜巻検討地域 T A₁ の検討領域

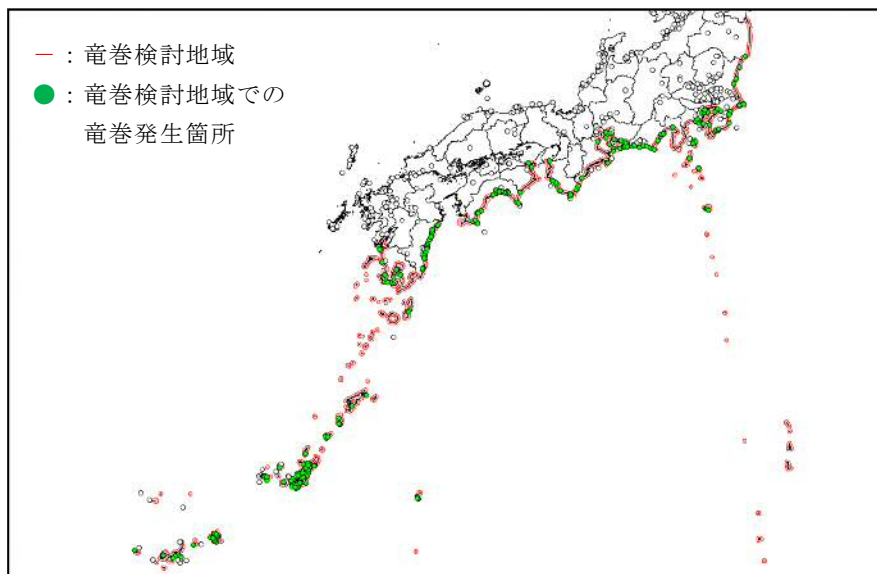
【別添資料 1 (2.2.2 : 1-20)】



第 8.1－4 図 竜巻の発生する地点と竜巻が集中する 19 の地域

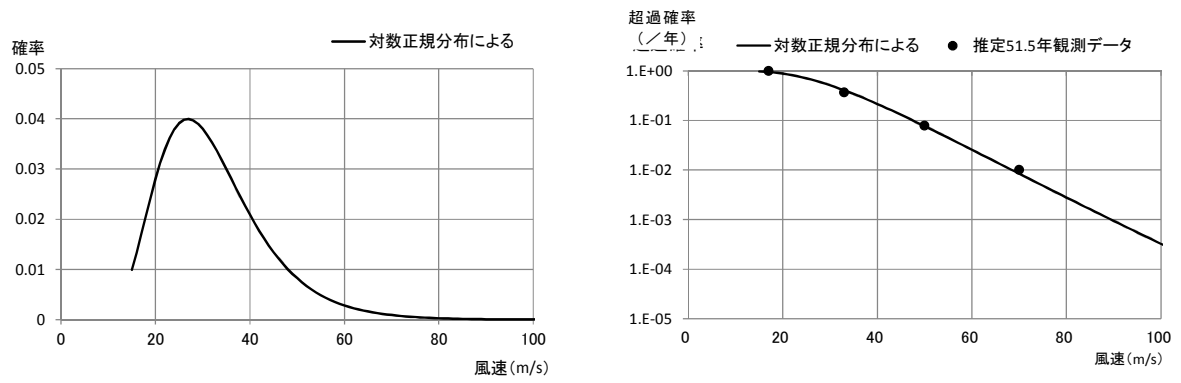
(「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」より引用)

【別添資料 1 (2.2.3 : 1-21)】

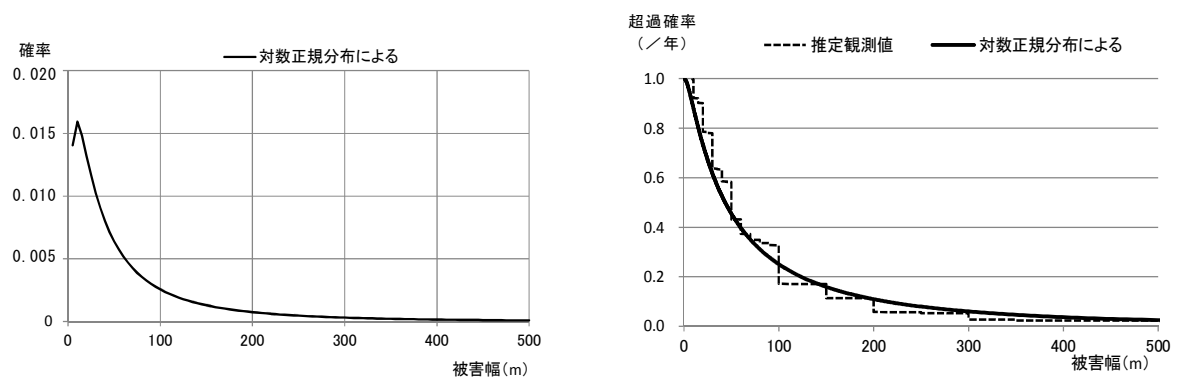


第8.1－5図 竜巻検討地域

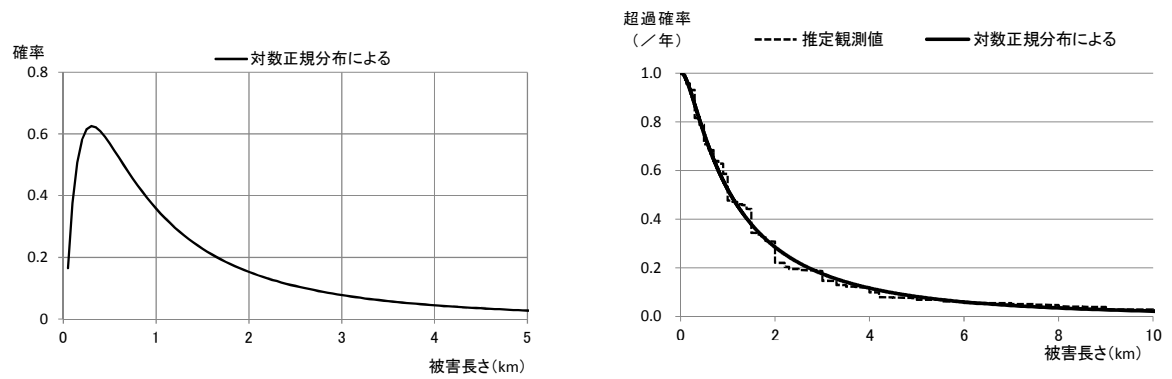
【別添資料 1 (2.2.4 : 1-22)】



第 8.1-6 図 最大風速の確率密度分布（左）と超過確率分布（右）

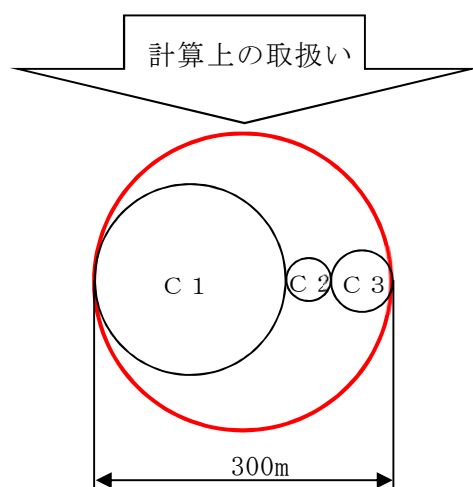


第 8.1-7 図 被害幅の確率密度分布（左）と超過確率分布（右）



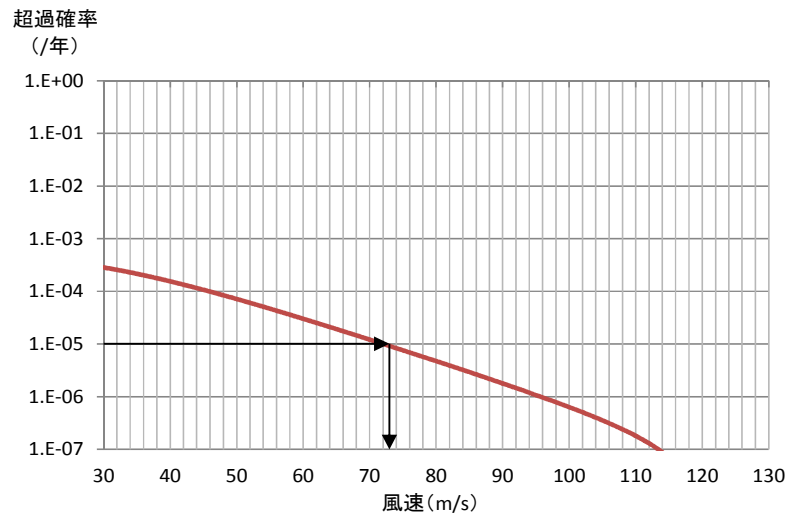
第 8.1-8 図 被害長さの確率密度分布（左）と超過確率分布（右）

【別添資料 1（2.3.4 : 1-31）】



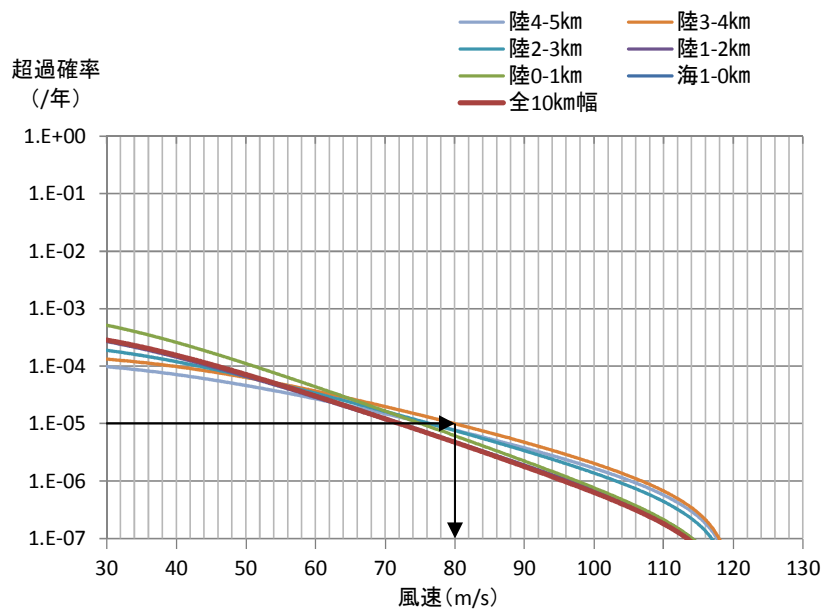
第 8.1-9 図 竜巻影響エリア

【別添資料 1 (2.3.5 : 1-33)】



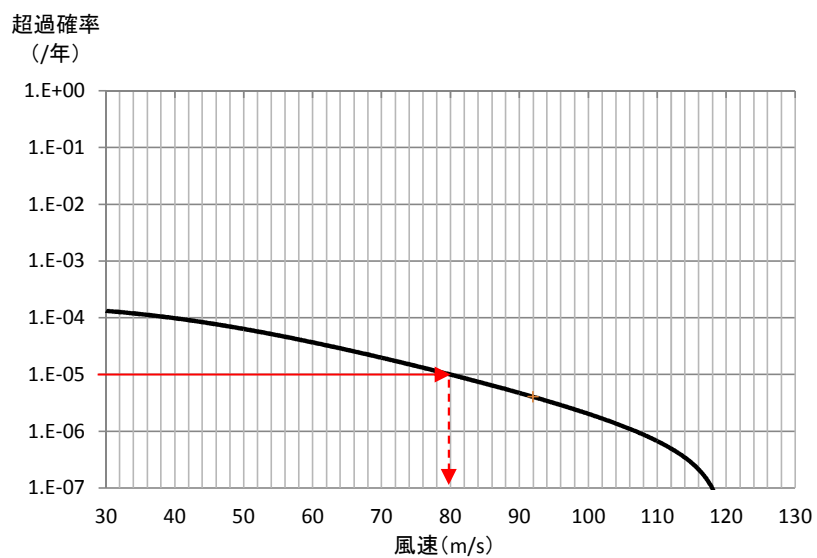
第 8.1－10 図 竜巻最大風速のハザード曲線（海側，陸側 5km 範囲）

【別添資料 1（2.3.6 : 1-36）】



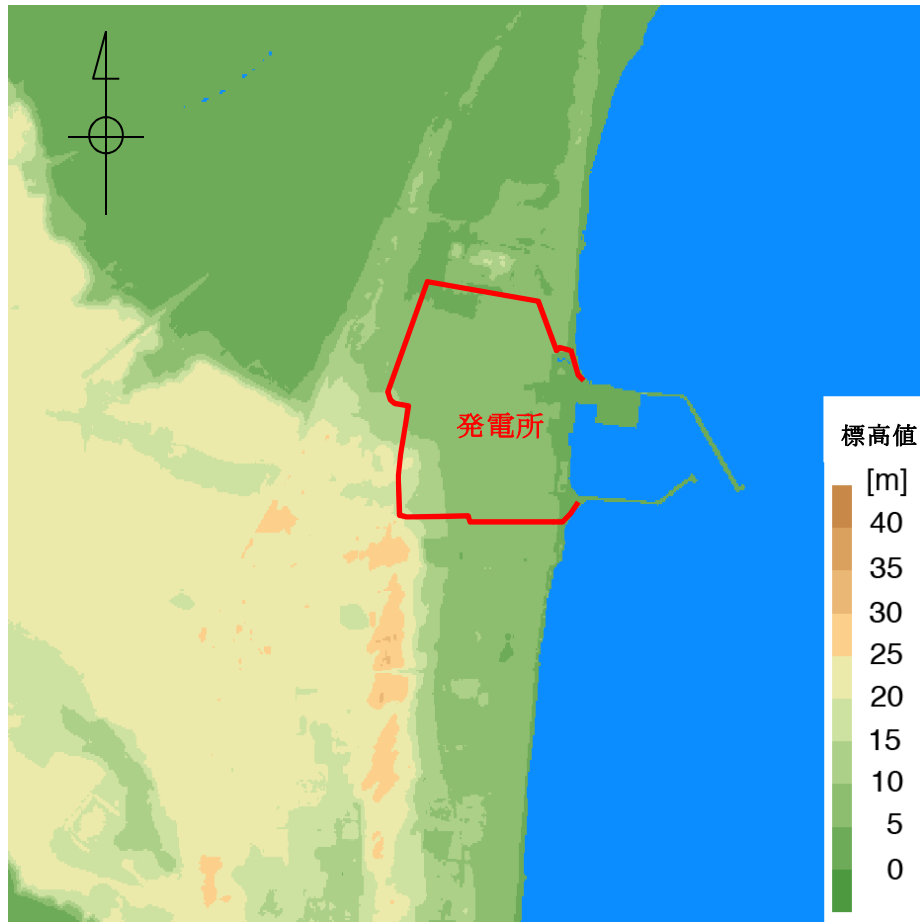
第 8.1－11 図 竜巻検討地域を 1km 幅ごとに細分化した場合のハザード曲線

【別添資料 1（2.3.6 : 1-37）】



第 8.1－12 図 竜巻最大風速のハザード曲線

【別添資料 1 (2.3.9 : 1-41)】



第 8.1－13 図 発電所を中心とした東西 3km×南北 3km の地形

(国土地理院 5m メッシュ標高データに加筆)

【別添資料 1 (2.4.1 : 1-44) 】

東海第二発電所

竜巻影響評価について

目 次

1. 竜巻に対する防護	1
1.1 概要	1
1.2 評価の基本方針	2
1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出	2
1.2.2 竜巻影響評価の対象施設	2
1.2.3 評価の基本的な考え方	12
1.2.3.1 評価方法	12
1.2.3.2 評価対象施設等に作用する荷重	12
1.2.3.3 施設の安全性の確認方針	13
2. 基準竜巻・設計竜巻の設定	15
2.1 概要	15
2.2 竜巻検討地域の設定	15
2.2.1 気象総観場の分析	16
2.2.2 総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域 TA_1 の設定	19
2.2.3 竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域 TA_2 の設定	21
2.2.4 竜巻検討地域 TA の設定	22
2.3 基準竜巻の最大風速 (V_B) の設定	23
2.3.1 過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1})	23
2.3.2 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})	24
2.3.3 発生頻度の分析	25
2.3.4 竜巻風速, 被害幅, 被害長さの確率密度分布並びに相関係数	30
2.3.5 竜巻影響エリアの設定	32
2.3.6 ハザード曲線の算定	34

2.3.7	竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})	37
2.3.8	竜巻ハザードの不確かさの検討	38
2.3.9	基準竜巻の最大風速 (V_B)	41
2.3.10	竜巻データの更新に関する対応	41
2.4	設計竜巻の設定	43
2.4.1	設計竜巻の最大風速 (V_D) の設定	43
2.4.2	設計竜巻の特性値	45
3.	竜巻影響評価	48
3.1	概要	48
3.2	評価対象施設等	48
3.3	設計荷重の設定	49
3.3.1	設計竜巻荷重の設定	49
3.3.2	設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定	62
3.4	評価対象施設等の設計方針	63
3.4.1	許容限界	64
3.4.2	設計方針	65
3.5	竜巻随伴事象に対する評価	76

添付資料

1. 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出について
別紙 1-1 緊急時対策所の竜巻防護方針について
別紙 1-2 排気筒モニタについて
2. 耐震 S クラス施設について
別紙 2-1 外部事象に対する津波防護施設、浸水防止設備
及び津波監視設備の防護方針について
3. 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の抽出について
4. 竜巻検討地域の設定について
5. ハザード曲線による竜巻最大風速 (V_{B2}) の計算について
別紙 5-1 海上の F スケール不明竜巻の按分方法の妥当性について
別紙 5-2 竜巻発生数の確率分布 (ポアソン, ポリヤ分布) がハザード結果に及ぼす影響について
6. 地形効果による竜巻の増幅の可能性について
7. 竜巻影響評価の概要及び保守性について
8. 竜巻影響評価及び竜巻防護対策の概要
別紙 8-1 評価対象施設等の設計荷重について
別紙 8-2 竜巻防護対策のうち飛来物発生防止対策の概要について
別紙 8-3 飛来物化する可能性がある物品の管理について
別紙 8-4 竜巻準備体制の発令の判断基準について
別紙 8-5 原子炉建屋ブローアウトパネルに対する対応方針について
別紙 8-6 南方の隣接事業所からの飛来物の影響について
別紙 8-7 北方の隣接事業所からの飛来物の影響について

別紙 8-8 西方の隣接事業所からの飛来物の影響について

9. 設計飛来物の設定について

別紙 9-1 分解され小型軽量となる物品及び損傷するが飛来物とならない物品について

別紙 9-2 空力パラメータについて

別紙 9-3 フジタモデル採用時に「竜巻影響評価ガイド」の鋼製材を設計飛来物とすることの妥当性について

別紙 9-4 車両の飛散範囲について

別紙 9-5 東海発電所 廃止措置作業の概要及び解体・撤去物品の管理について

10. 竜巻時に発生するひょうの影響について

11. 竜巻随件事象の抽出について

1. 竜巻に対する防護

1.1 概要

原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第六条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない」としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。

発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風、強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随伴事象等によって発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計であることを評価するため、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日 原子力規制委員会決定、平成 26 年 9 月 17 日改正）」（以下「竜巻影響評価ガイド」※という）を参照し、以下の竜巻影響評価について実施し、安全機能が維持されることを確認する。

- (1) 設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組合せ荷重）の設定
- (2) 発電所における飛来物に係る調査
- (3) 飛来物発生防止対策
- (4) 考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設等の構造健全性等の評価を行い、必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されることの確認

※ 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）及び解説」を含む。（特に区別する必要がある場合は、以下「ガイド（案）及び解説」という）

1.2 評価の基本方針

1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出【添付資料 1】

竜巻から防護する施設は、安全施設が竜巻の影響を受ける場合においても発電用原子炉施設の安全性を確保するために、「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」で規定される重要度分類（以下「安全重要度分類」という。）のクラス 1，クラス 2 及びクラス 3 の設計を要求される構築物，系統及び機器とする。

その上で、上記構造物，系統及び機器の中から、発電用原子炉を停止するため、また停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器として安全重要度分類のクラス 1，クラス 2 及び安全評価[※]上その機能に期待するクラス 3 に属する構築物，系統及び機器（以下「外部事象防護対象施設」という。）とし、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。

※ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

また、外部事象防護対象施設を内包する建屋（外部事象防護対象施設となる建屋を除く。）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及び外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。ここで、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて、外部事象防護対象施設等という。

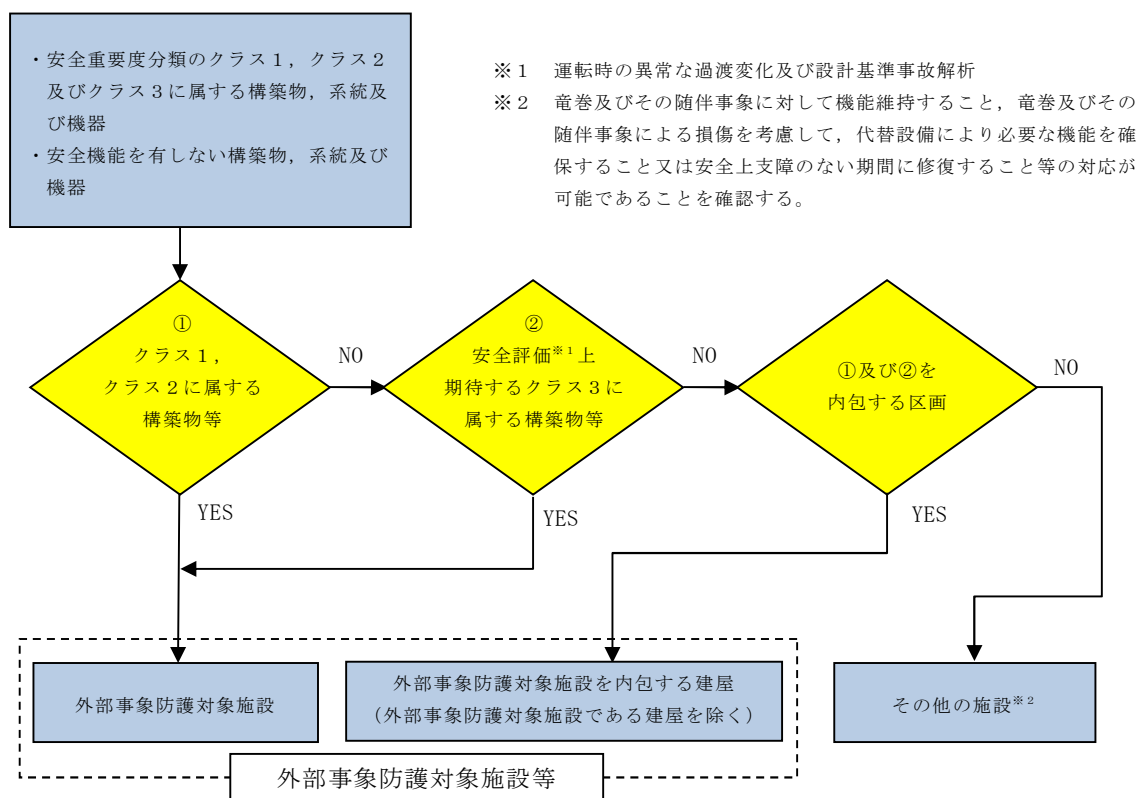
上記に含まれない構築物，系統及び機器は、竜巻及びその随伴事象に対して機能を維持すること若しくは竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

1.2.2 竜巻影響評価の対象施設

以下の(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び(2)外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設に示す施設を竜巻影響評価の対象施設（以下「評価対象施設等」という。）とする。

外部事象防護対象施設等の抽出フローを第1.2.2-1図に示す。

なお、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震Sクラスの設計を要求される施設についても、外部事象防護対象施設等として抽出すべきものがないことを確認した。【添付資料2】



第1.2.2-1図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー

(1) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設

外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設として，屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する施設を含む），屋内の施設で外気と繋がって

る施設及び外殻となる施設（建屋，構築物）（以下「外殻となる施設」という。）による防護機能が期待できない施設を抽出する。

なお，外殻となる施設による防護機能が期待できない施設については，外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確認結果を踏まえ抽出する。防護機能を期待できることが確認できた区画に内包される外部事象防護対象施設については，該当する外殻となる施設により防護されることから，個別評価は実施しない。

第 1.2.2-2 図に，外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー及び抽出された評価対象施設を示す。

また，第 1.2.2-2 図において抽出した評価対象施設のうち，屋外施設の配置を第 1.2.2-3 図に示す。

a．屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む）

- (a) 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口（以下「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。）吸気口」という。）
- (b) 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「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。）ルーフベントファン」という。）
- (c) 中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。）
- (d) 残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含む。）
- (e) 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）（以下「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。）用海水ポンプ（配管，弁含む。）」という。）

- (f) 残留熱除去系海水系ストレーナ
- (g) 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「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。）用海水ストレーナ」という。）
- (h) 非常用ガス処理系排気筒
- (i) 主排気筒
- (j) 排気筒モニタ
- (k) 原子炉建屋
- (l) 放水路ゲート

なお、排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋並びに放水路ゲートは、以下の設計とすることにより、以降の評価対象施設には含めないものとする。

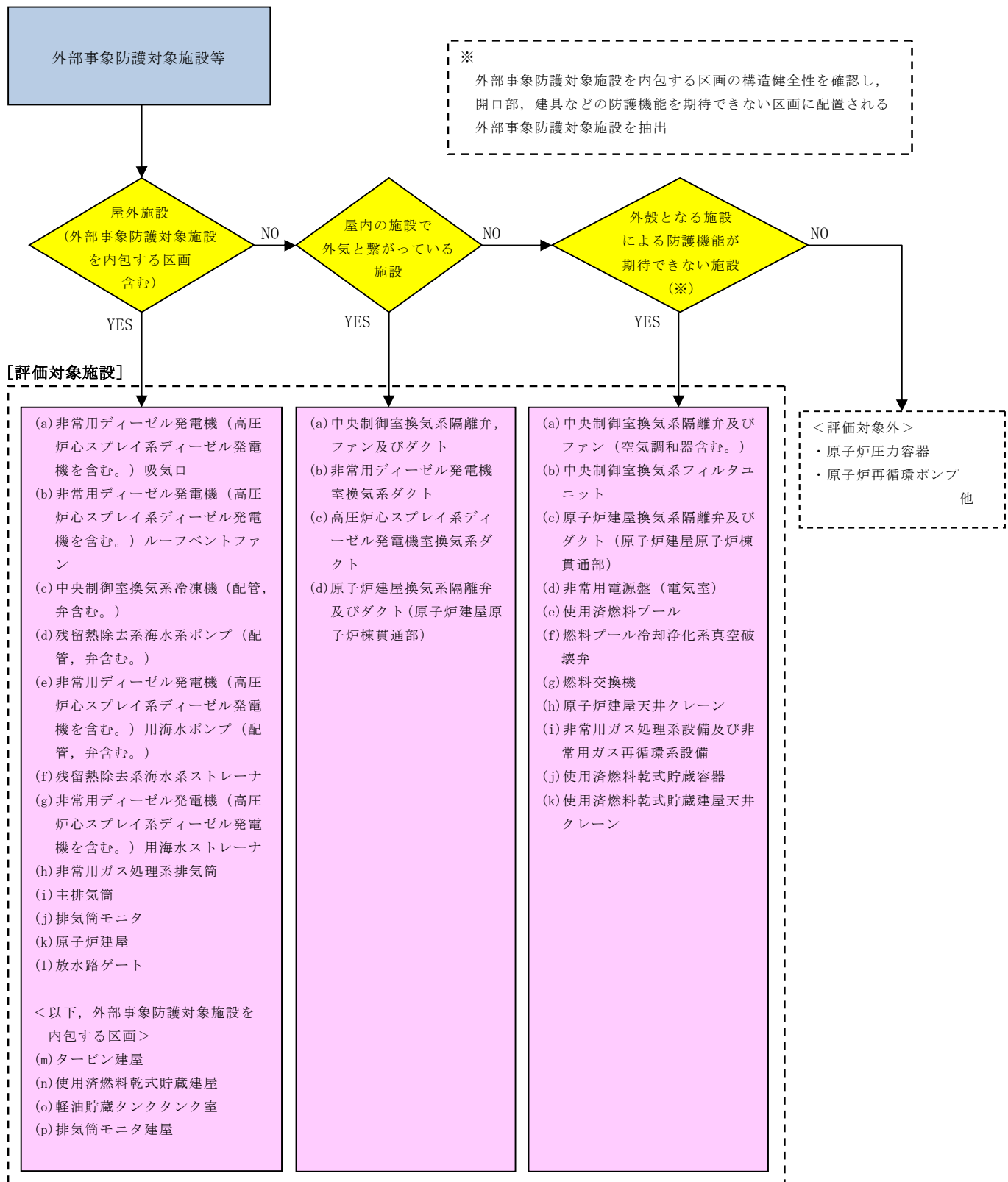
評価対象施設等のうち排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。竜巻を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象施設のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。竜巻を起因として津波が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、放水路ゲートは安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

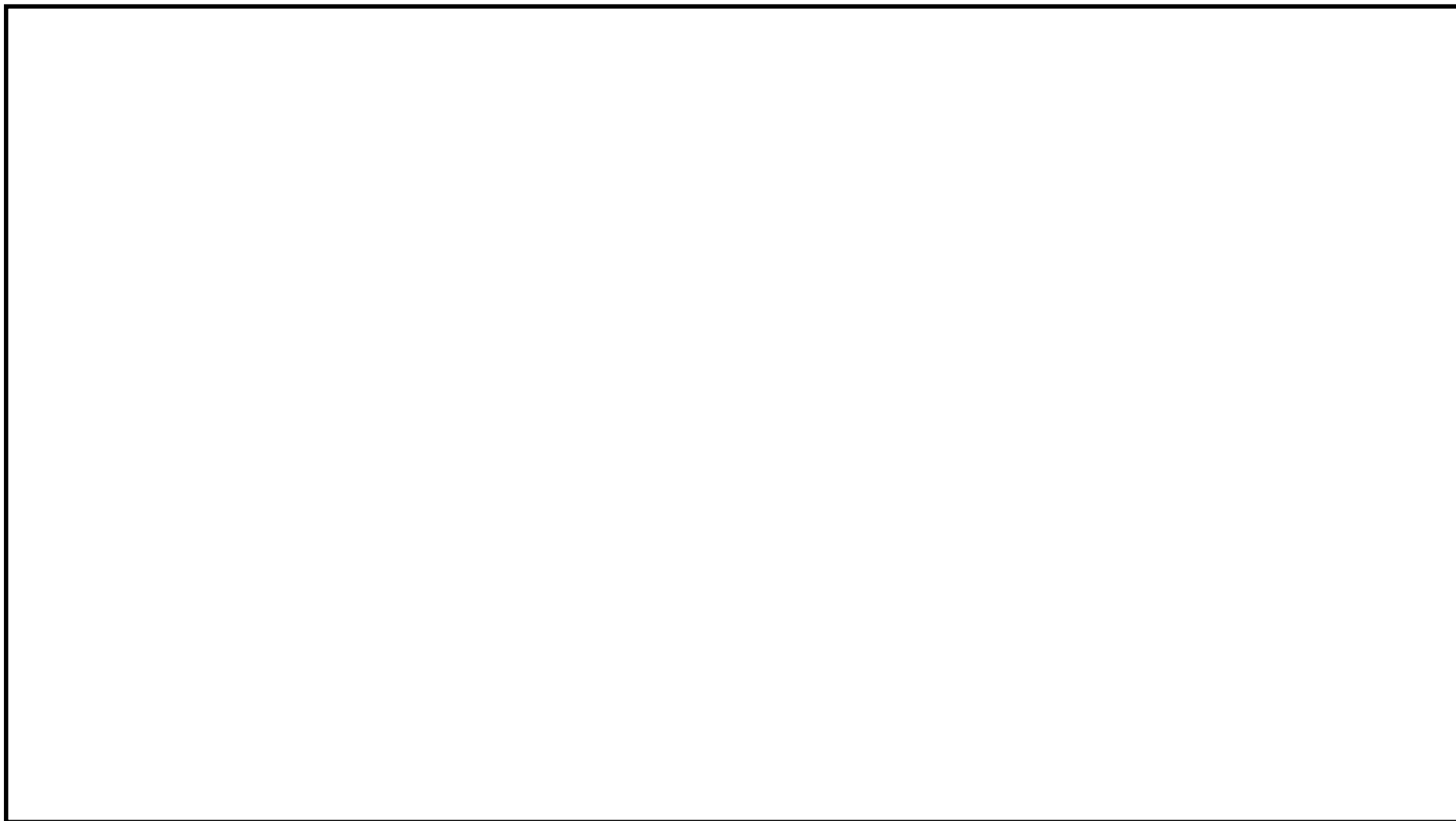
<以下、外部事象防護対象施設を内包する区画>

- (m) タービン建屋（気体廃棄物処理系隔離弁等を内包）

- (n) 使用済燃料乾式貯蔵建屋（使用済燃料乾式貯蔵容器を内包）
 - (o) 軽油貯蔵タンクタンク室（軽油貯蔵タンクを内包）
 - (p) 排気筒モニタ建屋
- b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設
- (a) 中央制御室換気系隔離弁，ファン（ダクト含む。），非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系ダクト（以下「非常用換気空調設備」という。）
 - (b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）
- c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設
- (a) 中央制御室換気系隔離弁，ファン（空気調和器含む。）及びフィルタユニット（以下「原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備」という。）
 - (b) 非常用電源盤（電気室）
 - (c) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）
 - (d) 使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁（以下「原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備」という。）
 - (e) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン
 - (f) 非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備
 - (g) 使用済燃料乾式貯蔵容器
 - (h) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン



第 1.2.2-2 図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー



第 1.2.2-3 図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設（屋外施設）の配置図

(2) 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設【添付資料 3】

外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設は、その他の施設（外部事象防護対象施設以外の施設）のうち、倒壊により外部事象防護対象施設を機能喪失させる（機械的影響）可能性があるもの及び屋外に設置される外部事象防護対象施設の付属設備のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突による損傷により外部事象防護対象施設を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるものとする。

第 1.2.2-4 図に、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の抽出フロー及び抽出された施設を示す。

また、第 1.2.2-4 図において抽出した外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の配置図を第 1.2.2-5 図に示す。

a. 外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設

- (a) サービス建屋
- (b) 海水ポンプエリア防護壁
- (c) 鋼製防護壁

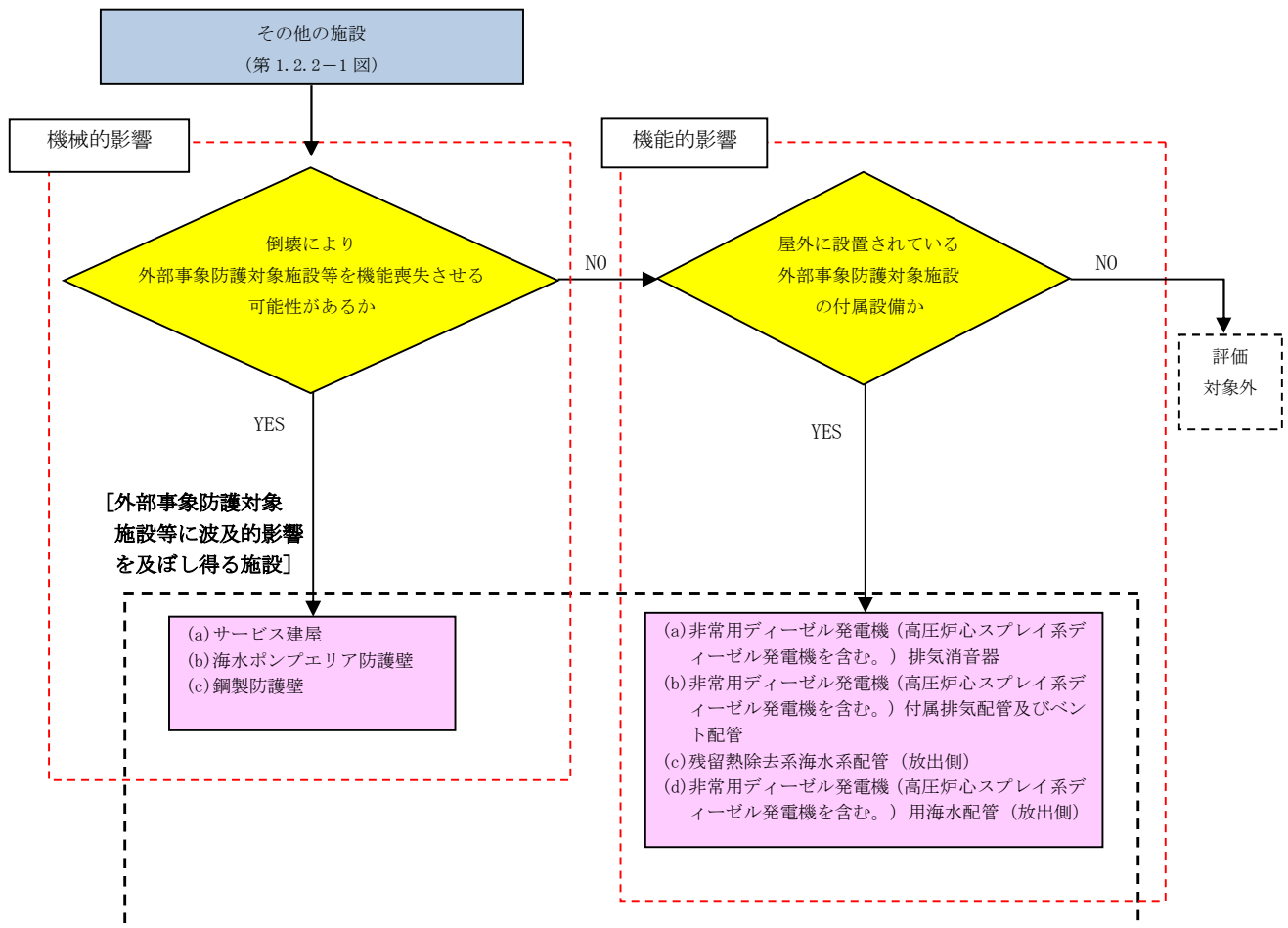
b. 外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設

- (a) 非常用ディーゼル発電機排気消音器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器（以下「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。）排気消音器」という。）
- (b) 非常用ディーゼル発電機排気配管，非常用ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管，非常用ディーゼル発電機機関ベント管及び非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管並びに高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気配管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機関ベント管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプタ

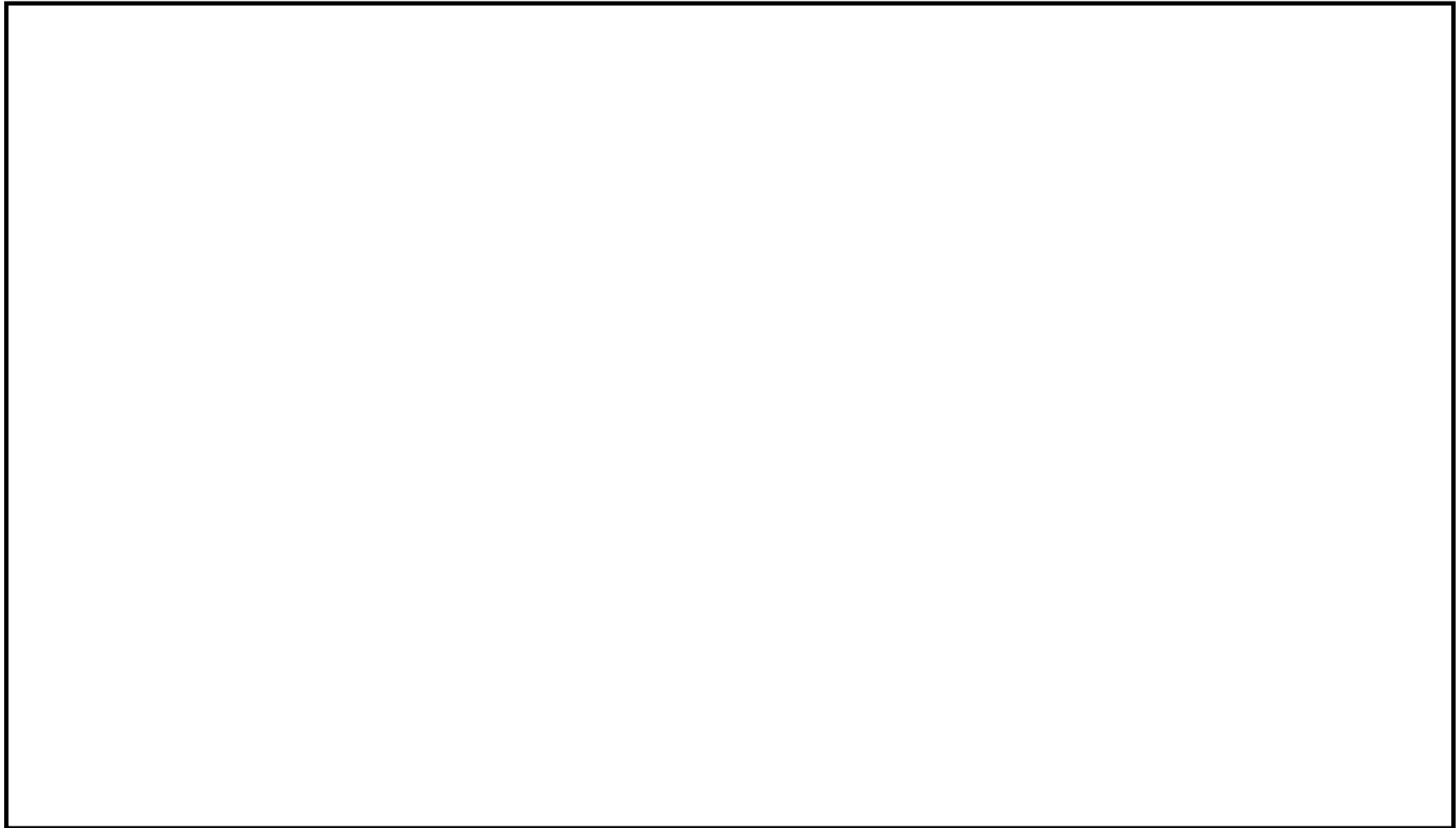
ンクベント管（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管」という。）

(c) 残留熱除去系海水系配管（放出側）

(d) 非常用ディーゼル発電機用海水配管（放出側）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管（放出側）（以下「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。）用海水配管（放出側）」という。）



第 1. 2. 2-4 図 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設
の抽出フロー



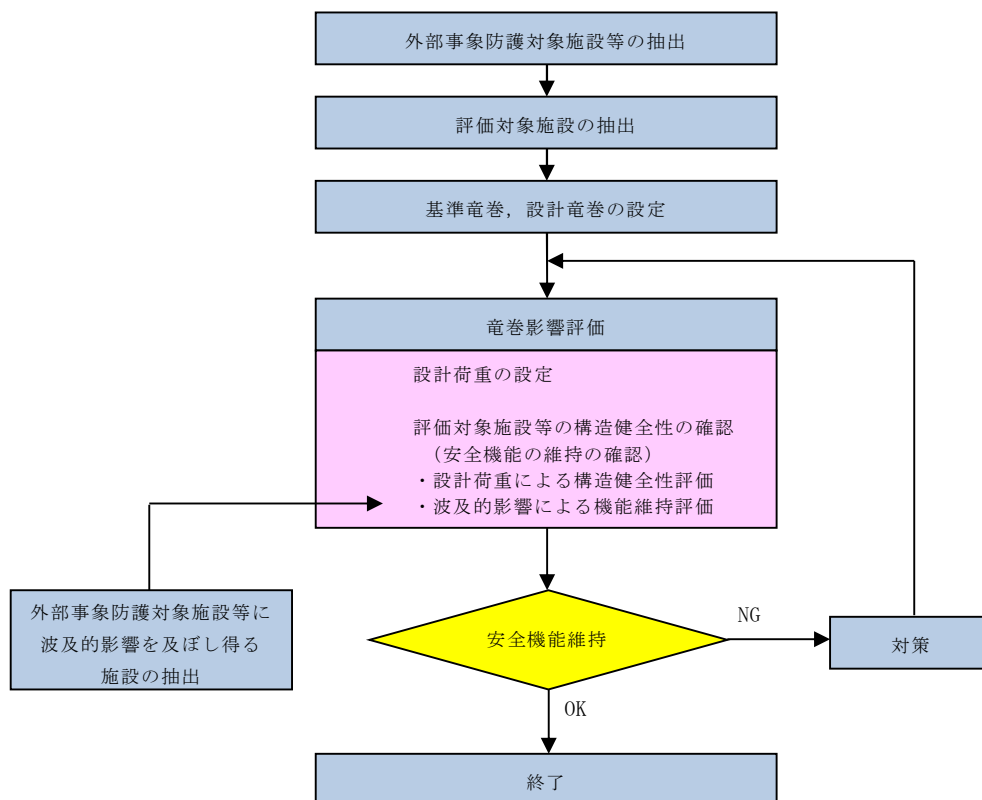
第 1.2.2-5 図 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の配置図

1.2.3 評価の基本的な考え方

1.2.3.1 評価方法

基準竜巻，設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに，評価対象施設等を抽出し，考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設等の構造健全性について評価を行い，必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されていることを確認する。

竜巻影響評価の基本フローを第 1.2.3.1-1 図に示す。



第 1.2.3.1-1 図 竜巻影響評価の基本フロー

1.2.3.2 評価対象施設等に作用する荷重

以下に示す設計荷重を適切に設定する。

(1) 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重を以下に示す。

a. 風圧力による荷重

設計竜巻の最大風速による風圧力による荷重

b. 気圧差による荷重

設計竜巻における気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による荷重

c. 設計飛来物の衝撃荷重

設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（設計飛来物）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重

(2) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重

設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。

a. 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重等

b. 竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等

なお，上記(2) b. の荷重については，竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して，上記(2) a. の荷重と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断する。

具体的な荷重については，「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。

1.2.3.3 施設の安全性の確認方針

設計竜巻荷重及びその他組合せ荷重（常時作用している荷重，竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して，評価対象施設等，あるいはその特定の区画の構造健全性等の確認を行い，必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止

(外部火災)

第 6 条：外部からの衝撃による損傷の防止
(外部火災)

< 目 次 >

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
2. 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

（別添資料 1） 外部火災影響評価について
3. 運用，手順説明資料

（別添資料 2） 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）
4. 現場確認プロセス

（別添資料 3） 森林火災評価に係る植生確認プロセスについて

< 概 要 >

1. において、設計基準対象施設の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確にするとともに、それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。
2. において、設計基準対象施設について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用について説明する。
3. において、追加要求事項に適合するための技術的能力（手順等）を抽出し、必要となる運用対策等を整理する。
4. において、森林火災影響評価に必要な入力条件等の設定を行うため必要となる植生確認プロセスについて説明する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

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

表 1 設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条 要求事項

設置許可基準規則 第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	技術基準規則 第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	備考
安全施設は、想定される自然事象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準対象施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。		追加要求事項
3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）

(1) 位置、構造及び設備

ロ 発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

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

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

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また、安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害の発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお、発電所敷地又はその周辺において想定される人為事象のうち、飛来物（航空機落下）については、確率的要因により設計上考慮する

必要はない。また、ダム の 崩壊については、立地的要因により考慮する必要はない。

自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

（a-9）外部火災（森林火災、爆発及び近隣工場等の火災）

安全施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(1.1～1.2：1)】

想定される森林火災の延焼防止を目的として、発電所周辺の植生を確認し、作成した植生データ等を基に求めた最大火線強度（6,278kW/m）から算出される防火帯（約 23m）を敷地内に設ける。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

【別添資料 1(2.1.3.2 : 9～11)】

また、森林火災による熱影響については、最大火炎輻射発散度の影響を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.1.3.3 : 12～15)】

発電所敷地又はその周辺で想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）として、想定される近隣の産業施設の火災・爆発については、離隔距離の確保により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2 : 17～29)】

また、想定される発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災については、離隔距離を確保すること、その火災による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による屋外施設への影響については、屋外施設の温度を許容温度以下とすることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.5～2.3 : 30～39)】

また、外部火災の二次的影響であるばい煙及び有毒ガスによる影響については、換気空調設備等に適切な防護対策を講じることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.4 : 40～46)】

森林火災による津波防護施設への熱影響については、最大火炎輻射発散度による熱影響を考慮した離隔距離を確保するものとする。なお、津

波防護施設と植生との間の離隔距離を確保するために管理が必要となる隣接事業所敷地については、隣接事業所との合意文書に基づき、必要とする植生管理を当社が実施する。

(2) 安全設計方針

1.7.9 外部火災防護に関する基本方針

1.7.9.1 設計方針

安全施設が外部火災（火災・爆発（森林火災，近隣工場等の火災・爆発，航空機墜落火災等））に対して，発電用原子炉施設の安全性を確保するために想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわないよう，防火帯の設置，離隔距離の確保，建屋による防護，代替手段等によって，安全機能を損なわない設計とする。

外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を，安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち，外部事象防護対象施設は，防火帯の設置，離隔距離の確保，建屋による防護等により安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1(1.1～1.2：1～2)】

想定する外部火災として，森林火災，近隣の産業施設の火災・爆発，発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災を選定する。外部火災にて想定する火災を第1.7.9-1表に示す。

【別添資料1(1.1～1.2：1～2)】

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

【別添資料1(1.1～1.2：1～2)】

森林火災による津波防護施設への熱影響については，最大火災輻射発散度の影響を考慮した場合において，離隔距離の確保等により津波防護機能を損なわない設計とする。

(1) 評価対象施設

外部事象防護対象施設のうち，屋内設備は内包する建屋により防護する設計とし，評価対象施設を，建屋，屋外設備並びに外部火災の二次的影響を受ける構築物，系統及び機器に分類し，抽出する。

上記に含まれない構築物，系統及び機器は，原則として，防火帯により防護し，外部火災により損傷した場合であっても，代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

評価対象施設を第 1.7.9-2 表に示す。

a. 外部火災の直接的な影響を受ける評価対象施設

外部事象防護対象施設等のうち，評価対象施設を以下のとおり抽出する。

(a) 屋内の評価対象施設

屋内設置の外部事象防護対象施設は，内包する建屋により防護する設計とし，以下の建屋を評価対象施設とする。

- i) 原子炉建屋
- ii) タービン建屋
- iii) 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- iv) 排気筒モニタ建屋

(b) 屋外の評価対象施設

屋外の評価対象施設は，以下の施設を対象とする。

- i) 主排気筒
- ii) 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口（以下「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。）吸気口」という。）

- iii) 残留熱除去系海水系ポンプ
- iv) 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「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。）用海水ポンプ」という。）
- v) 排気筒モニタ
- vi) 残留熱除去系海水系ストレーナ
- vii) 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「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。）用海水ストレーナ」という。）
- viii) 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「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。）室ルーフベントファン」という。）
- ix) 非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）」という。）
- x) 非常用ガス処理系排気筒
- xi) 放水路ゲート

評価対象施設等のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは、大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないた

め、航空機落下確率を算出する標的面積として抽出しないことから、航空機墜落による火災は設計上考慮しない。

評価対象施設のうち、排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。外部火災を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、排気筒モニタ建屋も含め安全機能を損なわない設計とする。

また、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。）吸気口、残留熱除去系海水系ストレーナ、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。）用海水ストレーナ、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。）室ルーフベントファン及び非常用ガス処理系排気筒については、他の評価対象施設の評価により、安全機能を損なわない設計であることを確認する。

b. 外部火災の二次的影響を受ける評価対象施設

外部火災の二次的影響を受ける評価対象施設を以下のとおり抽出する。

- (a) 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。）
- (b) 換気空調設備
- (c) 計測制御設備（安全保護系）
- (d) 残留熱除去系海水系ポンプ
- (e) 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。）用海水ポンプ

【別添資料 1(1.3 : 3～4)】

(2) 森林火災

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、発電所周辺の植生及び過去 10 年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離 10km の間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション解析コード（以下「F A R S I T E」という。）を用いて影響評価を実施し、森林火災の延焼を防ぐための手段として防火帯を設け、火炎が防火帯外縁に到達するまでの時間、評価対象施設への熱影響及び危険距離を評価し、必要な防火帯幅、評価対象施設との離隔距離を確保すること等により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

a. 森林火災の想定

- (a) 森林火災における各樹種の可燃物量は、茨城県から入手した森林簿データと現地調査等により得られた樹種を踏まえて補正した植生を用いる。また、林齢は、樹種を踏まえて地面草地の可燃物量が多くなるように保守的に設定する。
- (b) 気象条件は、水戸地方気象台の過去 10 年間の気象データを調査し、茨城県における森林火災発生頻度が年間を通じて比較的高い月の最小湿度、最高気温及び最大風速の組合せとする。
- (c) 風向については、最大風速記録時における風向及び卓越風向を調査し、森林火災の発生件数及び森林と発電所の位置関係を考慮して、最大風速記録時の風向を設定する。
- (d) 発火点については、防火帯幅の設定及び熱影響評価に際し、F A R S I T E より出力される最大火線強度及び反応強度を用いて評価するため、発電所から直線距離 10km の間で風向及び人為的行為を考慮し、7 地点を設定する。
- (d-1) 人為的行為を考慮し、火を扱う可能性がある箇所で、火災の発

生頻度が高いと想定される道路沿い、海岸等を選定する。

(d-2) 風向は卓越方向（北、西北西）及び最大風速記録時の方向（北東、南西）とし、火災規模に対する風向の影響を考慮し、発火点は、陸側方向（発電所の東側が海）の発電所の風上を選定する。

i) 発電所周辺のうち、卓越風向である西北西の風による延焼を考慮し、霊園における線香等の裸火の使用、残り火の不始末、国道 245 号線を通行する人のたばこの投げ捨て等を想定し、国道 245 号線沿いの霊園（発電所敷地から約 20m の距離）を「発火点 1」として設定する。

ii) 発電所周辺のうち、卓越風向である北の風による延焼を考慮し、バーベキュー及び花火の不始末等を想定し、海岸沿い(発電所敷地から約 550m の距離)を「発火点 2」として設定する。

iii) 発電所周辺のうち、卓越風向である西北西の風による延焼を考慮し、火入れ・たき火等を想定し、県道 284 号線沿いの水田(発電所敷地から約 560m の距離)に、発火点 1 より遠方となる「発火点 3」として設定する。

iv) 発電所周辺のうち、卓越風向である北の風による延焼を考慮し、釣り人によるたばこの投げ捨て等を想定し、海岸沿い(発電所敷地から約 1,300m の距離)に発火点 2 より遠方となる「発火点 4」として設定する。

v) 森林火災シミュレーションを保守的に行うため、最大風速記録時の風向の南西の風による延焼を考慮し、発電所南方向にある危険物貯蔵施設の屋外貯蔵タンク（発電所敷地から約 890m の距離）からの火災が森林に延焼することを想定し、南方向の危険物施設の近くに「発火点 5」として設定する。

- vi) 森林火災シミュレーションを保守的に行うため、最大風速記録時の風向の南西の風による延焼を考慮し、交通量が多い交差点(発電所敷地から約 550m の距離)での交通事故による車両火災を想定し、国道 245 号線沿いに「発火点 6」として設定する。
- vii) 森林火災シミュレーションを保守的に行うため、最大風速記録時の風向の北東の風による延焼を考慮し、釣り人によるたばこの投げ捨て等を想定し、一般の人が発電所に最も近づくことが可能である海岸沿い(発電所敷地から約 60m の距離)に「発火点 7」として設定する。

【別添資料 1(2.1.2 : 4~7)】

- (e) 森林火災の発火時刻については、日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が変化することから、これらを考慮して火線強度が最大となる時刻を設定する。

【別添資料 1(2.1.2 : 4~7)】

b. 評価対象範囲

発電所近傍の発火想定地点を 10km 以内とし、評価対象範囲は東側が海岸という発電所周辺の地形を考慮し、発電所から南側、北側及び西側に 12km 以内の範囲を対象に評価を行う。

【別添資料 1(2.1.2 : 4~7)】

c. 必要データ (F A R S I T E 入力条件)

(a) 地形データ

現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の土地の標高、地形等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である 10m メッシュの「基盤地図情報 数値標高モデル」(国土地理院データ)を用いる。

(b) 土地利用データ

現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の建物用地、交通用地等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である 100m メッシュの「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」（国土交通省データ）を用いる。

(c) 植生データ

現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを地方自治体（茨城県）より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を樹種・林齢によりさらに細分化する。

発電所構内及び発電所周辺の植生データについては、現地調査し、F A R S I T E 入力データとしての妥当性を確認のうえ植生区分を設定する。

【別添資料 1(2.1.2 : 4～7)】

(d) 気象データ

現地にて起こり得る最も厳しい条件を検討するため、「水戸地方気象台」の過去 10 年間の気象データにおける茨城県で発生した森林火災の実績を考慮し、比較的発生頻度が高い 12 月～5 月の気象条件（最多風向、最大風速記録時の風向、最大風速、最高気温及び最小湿度）の最も厳しい条件を用いる。なお、最多風向については、より発電所周辺の状況を考慮するため、発電所の過去 10 年間の観測データも参照した。

【別添資料 1(2.1.2 : 4～7)】

d. 延焼速度及び火線強度の算出

ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大モデルを用いて延焼速度

(0.45m/s 「発火点 1」) や火線強度 ($6,278\text{kW/m}$ 「発火点 3」) を算出する。

e. 火炎到達時間による消火活動

延焼速度より、発火点から防火帯までの火炎到達時間 (0.2 時間 (約 12 分)「発火点 1」) を算出する。

森林火災が防火帯に到達するまでの間に発電所に常駐している自衛消防隊による防火帯付近の予防散水活動 (飛び火を抑制する効果を期待) を行うことが可能であり、防火帯をより有効に機能させる。

また、万が一の飛び火等による火炎の延焼を確認した場合には、自衛消防隊による初期消火活動を行うことで、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。

【別添資料 1(2.1.3.1 : 8～9)】

なお、外部からの情報により森林火災を認識し、防火帯に到達するまでに時間的な余裕がある場合には、発電所構内への延焼を抑制するために防火帯近傍への予防散水を行う。

【別添資料 1(2.1.3.1 : 8～9)】

f. 防火帯幅の設定

F A R S I T E から出力される最大火線強度 ($6,278\text{kW/m}$ 「発火点 3」) により算出される防火帯幅 21.4m に対し、約 23m の防火帯幅を確保することにより評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

設置する防火帯について、第 1.7.9-1 図に示す。

【別添資料 1(2.1.3.2 : 9～11)】

g. 評価対象施設への熱影響

森林火災の直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し、
離隔距離の確保、建屋による防護により、評価対象施設の安全機能を損
なわない設計とする。なお、影響評価に用いる火炎輻射発散度は、F A
R S I T E から出力される反応強度から求める。

(a) 火災の想定

- i) 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射発散度が発
する地点が同じ高さにあると仮定し、離隔距離は最短距離とする。
- ii) 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルとする。火炎の高さは燃焼
半径の3倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出すること
により火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものと
する。

(b) 原子炉建屋、タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への熱影
響

最大の火炎輻射発散度 ($444\text{kW}/\text{m}^2$) となる「発火点5」に基づき
算出する、防火帯の外縁（火炎側）から最も近くに位置する使用済燃
料乾式貯蔵建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻
射に対して最も厳しい箇所）の表面温度を、火災時における短期温度
上昇を考慮した場合のコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温
度である 200°C ⁽¹⁾ 以下とすることで、当該建屋内の外部事象防護対
象施設の安全機能を損なわない設計とする。

(c) 主排気筒への熱影響

最大の輻射強度 ($0.07\text{kW}/\text{m}^2$) となる「発火点3」に基づき算出
する主排気筒表面の温度を、鋼材の強度が維持される温度である
 325°C ⁽¹⁾ 以下とすることで、主排気筒の安全機能を損なわない設計
とする。

- (d) 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。）への熱影響

最大の輻射強度（ $0.07\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 3」に基づき算出する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。）内への流入空気の温度を，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。）の性能維持に必要な温度である 53°C 以下とすることで，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。）の安全機能を損なわない設計とする。

- (e) 残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

最大の輻射強度（ $0.08\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 3」に基づき算出する残留熱除去系海水系ポンプへの冷却空気の温度を，下部軸受の機能維持に必要な温度である 70°C 以下とすることで，残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- (f) 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。）用海水ポンプへの熱影響

最大の輻射強度（ $0.08\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 3」に基づき算出する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。）用海水ポンプへの冷却空気の温度を，下部軸受の機能維持に必要な温度である 60°C 以下とすることで，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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- (g) 放水路ゲートへの熱影響

最大の輻射強度（ $2.55\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 3」に基づき算出する放水路ゲート駆動装置外殻表面温度を，鋼材の強度が維持される

温度である 325℃以下とすることで、放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (2. 1. 3. 3 : 12～15)】

h. 評価対象施設の危険距離の確保

森林火災の直接的な影響を受ける評価対象施設の危険距離について評価を実施し、防火帯の外縁（火炎側）からの離隔距離を最大の火炎輻射発散度に基づき算出する危険距離以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。また、津波防護施設についても、森林外縁からの離隔距離を最大の火炎輻射発散度に基づき算出する危険距離以上確保することにより、津波防護機能を損なわない設計とする。

(a) 原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の危険距離の確保

最大の火炎輻射発散度（ $444\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 5」に基づき危険距離を算出し、発電所周囲に設置される防火帯の外縁（火炎側）からの離隔距離を危険距離以上確保することにより、各建屋及び当該建屋内の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。

(b) 主排気筒，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。），残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ及び放水路ゲートの危険距離の確保

最大の輻射強度（主排気筒及び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 $0.07\text{kW}/\text{m}^2$ ，残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプは $0.08\text{kW}/\text{m}^2$ 及び放水路ゲートは $2.55\text{kW}/\text{m}^2$ ）となる「発火点 3」に基づき危険距離を算出し、

発電所周囲に設置される防火帯の外縁（火炎側）からの離隔距離を危険距離以上確保することにより，安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.1.3.3：12～15)】

(3) 近隣産業施設の火災・爆発

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し，発電所敷地外 10km 以内の産業施設を抽出した上で発電所との離隔距離を確保すること及び発電所敷地内で火災を発生させるおそれのある危険物貯蔵施設等を選定し，危険物貯蔵施設等の燃料量と評価対象施設との離隔距離を考慮して，輻射強度が最大となる火災を設定し，直接的な影響を受ける評価対象施設への熱影響評価を行い，離隔距離の確保等により，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

a．石油コンビナート施設等の影響

発電所敷地外 10km 以内の範囲において，石油コンビナート施設を調査した結果，当該施設は存在しないことを確認している。なお，発電所に最も近い石油コンビナート地区は南約 50km の鹿島臨海地区である。

【別添資料 1(2.2.2：17)】

b．危険物貯蔵施設の影響

(a) 火災の影響

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設の火災による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し，離隔距離の確保，建屋による防護により，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地外 10km 以内のうち，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※を第 1.7.9-2 図に示す。

※ 石油コンビナートの大規模な危険物タンクを想定し危険距離

1,400m を火災影響が及ぶ可能性がある範囲と設定し、この範囲内の屋外貯蔵タンクを抽出した。

【別添資料 1(2.2.2.2 : 18~20)】

i) 火災の想定

- ・危険物貯蔵施設の貯蔵量は、危険物を満載した状態とする。
- ・離隔距離は、評価上厳しくなるよう危険物貯蔵施設の位置から評価対象施設までの直線距離とする。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- ・気象条件は無風状態とする。

ii) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設及び高压ガス貯蔵施設とする。

【別添資料 1(2.2.2.2 : 18~20)】

iii) 評価対象施設への熱影響

- ・原子炉建屋、タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から各建屋までの離隔距離を必要とされる危険距離（41m）以上確保することにより、当該建屋内の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。

- ・主排気筒への熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から主排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（10m）以上確保することにより、主排気筒の安全機能

を損なわない設計とする。

- ・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。）への熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から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。）吸気口までの離隔距離を必要とされる危険距離（17m）以上確保することにより、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。）の安全機能を損なわない設計とする。

- ・残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から残留熱除去系海水系ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（16m）以上確保することにより、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・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。）用海水ポンプへの熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から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。）用海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（12m）以上確保することにより、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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・放水路ゲートへの熱影響

想定される危険物貯蔵施設の火災による輻射の影響に対し、危険物貯蔵施設から放水路ゲートまでの離隔距離を必要とされ

る危険距離（10m）以上確保することにより，放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.2：18～20)】

(b) ガス爆発の影響

発電所敷地外 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の爆発による直接的な影響を受ける，評価対象施設への影響評価を実施し，離隔距離の確保により安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地外 10km 以内のうち，10km 以内で最大の高圧ガス貯蔵施設である日立 LNG 基地を第 1.7.9-3 図に示す。

【別添資料 1(2.2.2.2：21～24)】

i) 爆発の想定

- ・高圧ガス漏えい，引火によるガス爆発とする。
- ・気象条件は無風状態とする。

ii) 評価対象範囲

評価対象は，発電所敷地外 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設とする。

iii) 評価対象施設への影響

想定される高圧ガス貯蔵施設のガス爆発による爆風圧の影響に対し，高圧ガス貯蔵施設から発電用原子炉施設までの離隔距離を必要とされる危険限界距離（373m）以上確保することにより，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.2：21～24)】

また，想定される高圧ガス貯蔵施設のガス爆発による飛来物の影響については，高圧ガス貯蔵施設から発電用原子炉施設までの離隔距離を，「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき算出する容器破損時における破片の最大飛散距離（1,406m）以上確保

することにより，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.2 : 21～24)】

c．燃料輸送車両の影響

(a) 火災の影響

発電所敷地外 10km 以内の燃料輸送車両の火災による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し，離隔距離の確保，建屋による防護により，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 25)】

i) 火災の想定

- ・ 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で火災を起こすものとする。
- ・ 燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模とする。
- ・ 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・ 輸送燃料はガソリンとする。
- ・ 発電所敷地周辺道路での燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ 火災は円筒火炎をモデルとし，火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。

ii) 評価対象範囲

評価対象は，最大規模の燃料輸送車両とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 25)】

iii) 評価対象施設への熱影響

- ・ 原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃

料輸送車両から各建屋までの離隔距離を必要とされる危険距離（23m）以上確保することにより，当該建屋内の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。

- ・主排気筒への熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から主排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（9m）以上確保することにより，主排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

- ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）吸気口までの離隔距離を必要とされる危険距離（14m）以上確保することにより，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。

- ・残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から残留熱除去系海水系ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（13m）以上確保することにより，残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプへの熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送車両から非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系

ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離 (11m) 以上確保することにより, 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・放水路ゲートへの熱影響

想定される燃料輸送車両の火災による輻射の影響に対し, 燃料輸送車両から放水路ゲートまでの離隔距離を必要とされる危険距離 (9m) 以上確保することにより, 放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 25)】

(b) ガス爆発の影響

発電所敷地外 10km 以内の燃料輸送車両の爆発による直接的な影響を受ける, 評価対象施設への影響評価を実施し, 離隔距離の確保により, 評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 26)】

i) 爆発の想定

- ・最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で爆発を起こすものとする。
- ・燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模とする。
- ・燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は液化天然ガス (LNG) 及び液化石油ガス (LPG) とする。
- ・発電所敷地境界の道路での高圧ガス漏えい, 引火によるガス爆発を想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。

ii) 評価対象範囲

評価対象は、最大規模の燃料輸送車両とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 26)】

iii) 評価対象施設への影響

想定される燃料輸送車両のガス爆発による爆風圧の影響に対して、発電所敷地周辺道路から発電用原子炉施設までの離隔距離を必要とされる危険限界距離（88m）以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 26)】

また、想定される燃料輸送車両のガス爆発による飛来物の影響に対して、発電所敷地周辺道路から発電用原子炉施設までの離隔距離を、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」等に基づき算出する容器破損時における破片の最大飛散距離（435m）以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.3 : 26)】

d. 漂流船舶の火災・爆発

(a) 火災の影響

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、発電所敷地外で発生する漂流船舶を選定し、船舶の燃料量と評価対象施設との離隔距離を考慮して、輻射強度が最大となる火災を設定し、直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.4 : 27～29)】

i) 火災の想定

- ・発電所から約 1,500m の位置で稼働中の日立 L N G 基地の高圧ガス貯蔵施設に入港する燃料輸送船及び発電所港湾内に定期的に入港する船舶（以下「定期船」という。）の火災を想定した。
- ・燃料輸送船は，日立 L N G 基地に実際に入港する最大規模の船舶及び発電所港湾内に定期的に入港する最大規模の船舶を想定する。

【別添資料 1(2.2.2.4：27～29)】

- ・漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- ・燃料は重油とする。
- ・離隔距離は，評価上厳しくなるよう漂流想定位置から評価対象施設までの直線距離とする。（第 1.7.9-4 図，第 1.7.9-5 図）
- ・漂流船舶の全面火災を想定する。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし，火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- ・気象条件は無風状態とする。

ii) 評価対象範囲

漂流船舶は発電所周辺の海域を航行する燃料輸送船及び発電所港湾内に定期的に入港する船舶を評価対象とする。

【別添資料 1(2.2.2.4：27～29)】

iii) 評価対象施設への熱影響

- ・原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から各建屋までの離隔距離を必要とされる危険距離（263m）以上，定期船から各建屋までの離隔距離を必要とされる危険距

離（85m）以上確保することにより，当該建屋内の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。

- ・主排気筒への熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から主排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（87m）以上，定期船から主排気筒までの離隔距離を必要とされる危険距離（29m）以上確保することにより，主排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

- ・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。）への熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から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。）吸気口までの離隔距離を必要とされる危険距離（153m）以上，定期船から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。）吸気口までの離隔距離を必要とされる危険距離（50m）以上確保することにより，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。）の安全機能を損なわない設計とする。

- ・残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から残留熱除去系海水系ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（142m）以上，定期船から残留熱除去系海水系ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（47m）以上確保することにより，残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・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。）用海水ポンプへの熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から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。）用海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（111m）以上，定期船から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。）用海水ポンプまでの離隔距離を必要とされる危険距離（37m）以上確保することにより，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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- ・放水路ゲートへの熱影響

想定される漂流船舶の火災による輻射の影響に対し，燃料輸送船から放水路ゲートまでの離隔距離を必要とされる危険距離（87m）以上，定期船から放水路ゲートまでの離隔距離を必要とされる危険距離（29m）以上確保することにより，放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.4：27～29)】

(b) ガス爆発の影響

発電所周辺の海域を航行する燃料輸送船の爆発による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し，離隔距離の確保，建屋による防護等により，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

i) 爆発の想定

- ・燃料輸送船は，日立 LNG 基地に実際に入港する最大規模の船

舶を想定する。

- ・漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- ・輸送燃料は液化天然ガス（L N G）及び液化石油ガス（L P G）とする。
- ・離隔距離は、評価上厳しくなるよう想定位置から評価対象施設までの直線距離とする。（第 1.7.9-4 図，第 1.7.9-6 図）
- ・漂流船舶の高圧ガス漏えい，引火によるガス爆発を想定する。
- ・気象条件は無風状態とする。

ii) 評価対象範囲

発電所周辺海域で航行する燃料輸送船を評価対象とする。

【別添資料 1(2.2.2.4 : 27～29)】

iii) 評価対象施設への影響

想定される燃料輸送船のガス爆発による爆風圧の影響に対して，漂流船舶から発電用原子炉施設までの離隔距離を必要とされる危険限界距離（L N G 輸送船（335m），L P G 輸送船（340m），内航船（165m））以上確保することにより，評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.4 : 27～29)】

発電所周辺を航行する船舶として，日立 L N G 基地に出入りする輸送船があるが，これらの船舶が停泊しているときに津波警報等が発表された場合には，荷役及び作業を中止した上で，緊急退避又は係留避泊する運用としており，実際に漂流し発電所に接近する可能性は低いこと等から，想定した漂流船舶の飛来物が発電所に影響を及ぼすことはない。

【別添資料 1(2.2.2.4 : 27～29)】

e. 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災・爆発

(a) 火災の影響

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護等により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30)】

発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等を第 1.7.9-3 表及び第 1.7.9-7 図に示す。

i) 火災の想定

- ・危険物貯蔵施設等の貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵容量とする。
- ・離隔距離は、評価上厳しくなるよう危険物貯蔵施設等の位置から評価対象施設までの直線距離とする。
- ・危険物貯蔵施設等の破損等による防油堤内又は設備本体内での全面火災を想定する。
- ・火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- ・気象条件は無風状態とする。
- ・変圧器の防火設備の消火機能等には期待しない。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

ii) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地内の屋外に設置する引火等のおそれのある危険物貯蔵施設等のうち、離隔距離や危険物貯蔵量から発電用原子炉施設への熱影響が大きくなると想定される溶融炉灯油タンク、

主要変圧器，所内変圧器及び起動変圧器とする。

【別添資料 1(2.2.2.5：30～33)】

なお，屋外に設置する危険物貯蔵施設等のうち，屋内設置の設備，地下設置の設備，常時「空」で運用する設備及び火災源となる設備から評価対象施設を直接臨まないものに関しては評価対象外とする。

【別添資料 1(2.2.2.5：30～33)】

また，危険物を内包する車両等は，熔融炉灯油タンクに比べ貯蔵量が少なく，また熔融炉灯油タンクと発電用原子炉施設の距離に比べ離隔距離が長いことから，評価対象とした熔融炉灯油タンク火災の評価に包絡される。

【別添資料 1(2.2.2.5：30～33)】

iii) 評価対象施設への熱影響

(i) 原子炉建屋，タービン建屋への熱影響

・熔融炉灯油タンク

熔融炉灯油タンクを対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間，一定の輻射強度（原子炉建屋： $298\text{W}/\text{m}^2$ ，タービン建屋： $101\text{W}/\text{m}^2$ ）で各建屋外壁が昇温されるものとして算出する各建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した，火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度である 200°C 以下とすることで，当該建屋内の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。

・主要変圧器

主要変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるま

での間、一定の輻射強度（タービン建屋：2,337W/m²）でタービン建屋外壁が昇温されるものとして、算出する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート許容温度 200℃以下とすることで、当該建屋内の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。

- ・ 所内変圧器

所内変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（タービン建屋：3,479W/m²）でタービン建屋外壁が昇温されるものとして、算出する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度である 200℃以下とすることで、当該建屋内の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。

- ・ 起動変圧器

起動変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（タービン建屋：3,464W/m²）でタービン建屋外壁が昇温されるものとして、算出する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度である 200℃以下とすることで、当該建屋内の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。

(ii) 主排気筒への熱影響

- ・ 溶融炉灯油タンク

溶融炉灯油タンクを対象に火災が発生してから燃料が燃え尽

きるまでの間、一定の輻射強度（ $1,343\text{W}/\text{m}^2$ ）で鋼材が昇温されるものとして算出する主排気筒の表面温度を鋼材の強度が維持される温度である 325°C 以下とすることで、主排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

(iii) 残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

・ 溶融炉灯油タンク

溶融炉灯油タンクを対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $17\text{W}/\text{m}^2$ ）で残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気が昇温されるものとして算出する冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である 70°C 以下とすることで、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

(iv) 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。）用海水ポンプへの熱影響

・ 溶融炉灯油タンク

溶融炉灯油タンクを対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $17\text{W}/\text{m}^2$ ）で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。）用海水ポンプの冷却空気が昇温されるものとして算出する冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である 60°C 以下とすることで、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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

(v) 放水路ゲートへの熱影響

・ 主要変圧器

主要変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $19\text{W}/\text{m}^2$ ）で外殻の鋼材が昇温されるものとして算出する放水路ゲート駆動装置外殻表面温度を鋼材の強度が維持される温度である 325°C 以下とすることで、放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

・ 所内変圧器

所内変圧器を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度（ $4\text{W}/\text{m}^2$ ）で外殻の鋼材が昇温されるものとして算出する放水路ゲート駆動装置外殻表面温度を鋼材の強度が維持される温度である 325°C 以下とすることで、放水路ゲートの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

(b) ガス爆発の影響

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の爆発による直接的な影響を受ける評価対象施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等を第 1.7.9－4 表及び第 1.7.9－7 図に示す。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

i) 爆発の想定

- ・ 離隔距離は、評価上厳しくなるよう想定位置から評価対象施設までの直線距離とする。
- ・ 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- ・ 危険物貯蔵施設等の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想

定する。

- ・ 気象条件は無風状態とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

ii) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地内の屋外に設置する引火等のおそれのある危険物貯蔵施設等のうち、屋外で爆発する可能性がある水素貯槽とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

iii) 評価対象施設への影響

水素貯槽のガス爆発による爆風圧の影響に対して、水素貯槽から発電用原子炉施設までの離隔距離を必要とされる危険限界距離（7m）以上確保することにより、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2.2.5 : 30～33)】

(4) 航空機墜落による火災

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、航空機墜落による火災について落下カテゴリごとに選定した航空機を対象に、直接的な影響を受ける、評価対象施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保及び建屋による防護により、評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。また、航空機墜落による火災と発電所敷地内の危険物貯蔵施設等による火災の重畳を考慮する設計とする。

【別添資料 1(2.3 : 34～39)】

a. 対象航空機の選定方法

航空機落下確率評価においては、過去の日本国内における航空機落下事故の実績をもとに、落下事故を航空機の種類及び飛行形態に応じてカ

テゴリに分類し、カテゴリごとに落下確率を求める。

ここで、落下事故の実績がないカテゴリのうち自衛隊機の「基地－訓練空域間往復時」の落下確率には、百里基地－訓練空域間往復時に落下事故は発生していないが、全国の基地－訓練空域間往復時に5件の落下事故が発生していること及び百里基地－訓練空域間を飛行する際の自衛隊機の機種、飛行環境が全国と比較して大きな相違がないものであることを踏まえ、全国の各基地－訓練空域間往復時の落下確率を参考にし、保守性を確保するため2倍にした値を用いることとした。一方、計器飛行方式民間航空機の「航空路を巡航時」等、その他の落下事故の実績がないカテゴリの落下確率の評価に当たっては、落下事故が保守的に0.5件発生したものとして評価した。

また、カテゴリごとの対象航空機の民間航空機と自衛隊機又は米軍機では、訓練中の事故等、その発生状況が必ずしも同一ではなく、自衛隊機又は米軍機の中でも機種によって飛行形態が同一ではないと考えられ、かつ、民間航空機では火災影響は評価対象航空機の燃料積載量に大きく依存すると考えられる。これらを踏まえて選定した落下事故のカテゴリと対象航空機（発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。））を第1.7.9-5表に、落下事故のカテゴリと対象航空機（使用済燃料乾式貯蔵建屋）を第1.7.9-6表に示す。

【別添資料1(2.3:34～39)】

b. 航空機墜落による火災の想定

- (a) 航空機は、発電所における航空機落下確率評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。
- (b) 航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- (c) 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。

- (d) 気象条件は無風状態とする。
- (e) 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。

【別添資料 1(2.3 : 34～39)】

c. 評価対象範囲

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

【別添資料 1(2.3 : 34～39)】

d. 評価対象施設への熱影響

- (a) 原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋への熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で外壁が昇温されるものとして算出する各建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度をコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度である 200℃以下とすることで、当該建屋内の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。

各航空機の輻射強度（発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。））を第 1.7.9-5 表に、各航空機の輻射強度（使用済燃料乾式貯蔵建屋）を第 1.7.9-6 表に示す。

- (b) 主排気筒への熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で鋼材が昇温されるものとして算出する主排気筒の表面温度を、鋼材の強度が維持される温度である 325℃以下とすることで、主排気筒の安全機能を損なわな

い設計とする。

- (c) 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。）への熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に一定の輻射強度で昇温されるものとして算出する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。）への流入空気の温度を，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。）の性能維持に必要な温度 53℃以下とすることで，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。）の安全機能を損なわない設計とする。

- (d) 残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に一定の輻射強度で昇温されるものとして算出する残留熱除去系海水系ポンプへの冷却空気の温度を，下部軸受の機能維持に必要な温度である 70℃以下とすることで，残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- (e) 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。）用海水ポンプへの熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に一定の輻射強度で昇温されるものとして算出する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。）用海水ポンプへの冷却空気の温度を，下部軸受の機能維持に必要な温度である 60℃以下とすることで，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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.3 : 34～39)】

e. 航空機墜落火災と危険物貯蔵施設等の火災の重畳評価

航空機墜落火災と危険物貯蔵施設等の火災による重畳評価を実施した。

航空機墜落火災として想定する機種は、評価結果が最も厳しいF－15とする。

危険物貯蔵施設等の火災として想定する設備は、F－15の墜落火災想定位置近傍にある溶融炉灯油タンクと主要変圧器とする。

(a) 原子炉建屋及びタービン建屋への熱影響

F－15の墜落火災と危険物貯蔵施設等の重畳火災が発生した場合を想定し、火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で評価対象施設の建屋外壁が昇温されるものとして算出する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度を、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度である200℃以下とすることで、当該建屋内の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。

(b) 主排気筒への熱影響

F－15の墜落火災と危険物貯蔵施設等の重畳火災が発生した場合を想定し、一定の輻射強度で鋼材が昇温されるものとして算出する主排気筒の表面温度を鋼材の強度が維持される温度である325℃以下とすることで、主排気筒の安全機能を損なわない設計とする。

(c) 残留熱除去系海水系ポンプへの熱影響

F－15の墜落火災と危険物貯蔵施設等の重畳火災が発生した場合を想定し、一定の輻射強度で鋼材が昇温されるものとして算出する残留熱除去系海水系ポンプへの冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である70℃以下とすることで、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

- (d) 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。）用海水ポンプへの熱影響

F-15の墜落火災と危険物貯蔵施設等の重畳火災が発生した場合を想定し、一定の輻射強度で鋼材が昇温されるものとして算出する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。）用海水ポンプへの冷却空気の温度を、下部軸受の機能維持に必要な温度である60℃以下とすることで、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。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1(2.3:34～39)】

- (5) 二次的影響（ばい煙等）

外部火災による二次的影響として、ばい煙等による影響を抽出し、外気を取り込む評価対象施設を抽出した上で、第1.7.9-7表の分類のとおり評価を行い、必要な場合は対策を実施することで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1(2.4:41～47)】

a. 換気空調設備

外気を取り込む空調系統として、中央制御室換気系、電気室換気系、原子炉建屋換気系、非常用ディーゼル発電機室換気系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系（以下「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。）室換気系」という。）がある。

これらの外気取入口には、フィルタを設置することにより、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、粒径 $2\mu\text{m}$ 以上の粒径のばい煙粒子については、フィルタにより侵入しにくい設計とすることにより、

評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室の換気空調設備については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、それ以外の換気空調設備については、空調ファンを停止し、外気取入れを遮断することで評価対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

b. 計測制御設備（安全保護系）

計測制御設備（安全保護系）は、中央制御室、原子炉建屋及び電気室に設置してある。この室内へ外気を取り入れる換気空調設備の外気取入口には、フィルタを設置することにより、粒径 $2\mu\text{m}$ 以上のばい煙粒子が侵入しにくい設計とする。

フィルタにより侵入を阻止できなかったばい煙がこの室内に侵入する可能性がある場合においても、空調ファンを停止すること等でばい煙の侵入を阻止することが可能である。また、計測制御設備（安全保護系）は粒径 $2\mu\text{m}$ 以下のばい煙粒子に対し、短絡が生じないようにすることにより、計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

c. 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。）

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。）の吸気系統に付属するフィルタを設置し、粒径 $5\mu\text{m}$ 以上のばい

煙粒子が侵入しにくい設計とする。フィルタを通過したばい煙粒子（数 μm ～10 数 μm ）が過給機，空気冷却器に侵入するものの，機器の隙間はばい煙粒子に比べて十分大きく，閉塞に至ることを防止することで非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.4：41～47)】

d．残留熱除去系海水系ポンプ

残留熱除去系海水系ポンプ電動機は，全閉防まつ型屋外形構造であり，下部に設置した外扇で外気を空気冷却器冷却管内に直接取り込み，冷却管壁で電動機内部空気と熱交換することで冷却を行う構造であり，冷却管内を通った空気は全て排気口に導かれるため，ばい煙が電動機内部に侵入することはない。

また，ばい煙粒子の粒径は，空気冷却器冷却管の内径に比べて十分に小さく，閉塞を防止することにより残留熱除去系海水系ポンプ電動機の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.4：41～47)】

e．非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機は，外扇から吸引した外気をファンカバーから下向きに本体放熱フィンに沿って流し，電動機本体を冷却する構造であり，ばい煙が電動機内部に侵入することはない。

また，ばい煙の粒径は，冷却流路出口幅に比べて十分に小さく，閉塞を防止することにより非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機の安全機能を損なわない

設計とする。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

f. 火災時の有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響評価

有毒ガスの発生については、中央制御室換気系における外気取入遮断時の室内に滞在する人員の環境劣化防止のため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、居住空間へ影響を及ぼさない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室換気系については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行う。また、それ以外の換気空調設備については、空調ファンを停止し、外気取入れを遮断する。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

1.7.9.2 体制

火災発生時の発電用原子炉施設の保全のための活動を行うため、通報連絡責任者、消火担当等が常駐するとともに、所員により編成する自衛消防組織を設置する。

自衛消防組織のための要員を、第 1.7.9－8 表に示す。

1.7.9.3 手順

外部火災における手順については、火災発生時の対応、防火帯の維持・管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応を適切に実施するための対策を火災防護計画に定める。

- (1) 防火帯の維持・管理においては、定期的な点検等の方法を火災防護計画に定め、実施する。また、津波防護施設と植生の間の離隔距離を確保するために管理が必要となる隣接事業所敷地については、当社による当該敷地の植生管理を可能とするための隣接事業所との合意文書に基づき、

必要とする植生管理を当社が実施する。

- (2) 予防散水においては、手順を整備し、予防散水エリアごとに使用水源箇所を定め、消火栓及び消防自動車を使用し、消防隊長の指揮のもと自衛消防隊が実施する。なお、万一、防火帯の内側に飛び火した場合は、自衛消防隊の活動を予防散水から防火帯内火災の初期消火活動に切り替え、消火栓及び消防自動車を使用し、継続して消防隊長の指揮のもと初期消火活動・延焼防止活動を行う。
- (3) 外部火災によるばい煙発生時には、外気取入口に設置しているフィルタの交換、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、建屋内へのばい煙の侵入を阻止する。
- (4) 外部火災による有毒ガス発生時には、外気取入ダンパの閉止、換気空調設備の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を阻止する。
- (5) 外部火災による中央制御室へのばい煙等の侵入阻止に係る教育を定期的に実施する。
- (6) 森林火災から評価対象施設を防護するための防火帯の点検等に係る火災防護に関する教育を定期的に実施する。
- (7) 近隣の産業施設の火災・爆発から評価対象施設を防護するために、離隔距離を確保すること等の火災防護に関する教育を定期的に実施する。
- (8) 外部火災発生時の予防散水に必要な消火対応力を維持するため、自衛消防隊を対象とした教育・訓練を定期的に実施する。

【別添資料 2(1～3)】

第 1.7.9－1 表 外部火災にて想定する火災

火災種別	考慮すべき火災
森林火災	発電所敷地外 10km 以内に発火点を設定した発電所に迫る森林火災
近隣の産業施設の 火災・爆発	発電所敷地外 10km 以内の石油コンビナート等の火災・爆発
	発電所敷地内の危険物貯蔵施設等の火災・爆発
航空機墜落による火災	発電所敷地への航空機墜落時の火災

【別添資料 1(1.1～1.2：1～2)】

第 1.7.9-2 表 評価対象施設

防護対象	防護方法	評価対象施設
外部事象防護対象施設	防火帯の内側に設置 消火活動による防護手段 を期待しない条件のもと、 火元からの離隔距離で防護 (熱影響評価を実施)	・原子炉建屋 ・残留熱除去系海水系ポンプ ・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。）用海水ポンプ ・主排気筒 ・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。）吸気口 ・排気筒モニタ ・残留熱除去系海水系ストレーナ ・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。）用海水ストレーナ ・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。）室ルーフベントファン ・非常用ガス処理系排気筒 ・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。） ・放水路ゲート
外部事象防護対象施設 を内包する建屋 (外部事象防護対象施設である建屋を除く)		・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・排気筒モニタ建屋

【別添資料 1(1.3 : 3~4)】

第 1.7.9－3 表 発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等の一覧
(火災源) (1 / 2)

設備名	製造所等区分	設置場所	危険物の類		品名	最大数量 (m^3)	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第一石油類	ガソリン	0.90	× (屋内設置)
			第四類	第二石油類	軽油・灯油	2.20	× (屋内設置)
			第四類	第三石油類	重油	18.20	× (屋内設置)
			第四類	第四石油類	潤滑油	21.00	× (屋内設置)
			第四類	アルコール類	アルコール類	0.20	× (屋内設置)
重油貯蔵タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第三石油類	重油	500.00	× (地下式)
非常用ディーゼル発電機用タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	800.00	× (地下式)
原子炉建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	33.20	× (屋内設置)
			第四類	第四石油類	潤滑油	16.50	
タービン建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	0.36	× (屋内設置)
			第四類	第三石油類	重油	1.90	× (屋内設置)
			第四類	第四石油類	潤滑油	185.23	× (屋内設置)
			第四類	第四石油類	リン酸エステル油	7.93	× (屋内設置)
サービス建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第三石油類	重油	2.40	× (屋内設置)
溶融炉灯油タンク	屋外タンク貯蔵所	屋外	第四類	第二石油類	灯油	10.00	○
可搬型設備用軽油タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	210.00	× (地下式)
ディーゼル発電機用燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.78	× (他評価に包絡)
No. 1 保修用油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第一石油類	ガソリン	0.10	× (屋内設置)
			第四類	第二石油類	ラッカー等	4.00	× (屋内設置)
			第四類	第四石油類	潤滑油	90.00	× (屋内設置)
No. 2 保修用油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第四石油類	潤滑油	100.00	× (屋内設置)
緊急時対策所建屋 (旧緊急時対策室)	一般取扱所	屋内	第四類	第三石油類	重油	5.76	× (屋内設置)
緊急時対策所建屋地下タンク (旧緊急時対策室)	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第三石油類	重油	20.00	× (地下式)
絶縁油保管タンク	屋外タンク貯蔵所	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	200.00	× (常時「空」)
常設代替高圧電源装置置場	一般取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	5.97	× (他評価に包絡)
			第四類	第四石油類	潤滑油	0.94	× (他評価に包絡)
緊急時安全対策用地下タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	90.00	× (地下式)
構内服洗濯用タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第三石油類	重油	1.82	× (他評価に包絡)
廃棄物処理建屋廃油タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第三石油類	廃油	1.90	× (屋内設置)
雑固体減容処理設備用バーナ	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第二石油類	灯油	0.93	× (屋内設置)
緊急用エンジン発電機燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.80	× (常時「空」)
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	150.00	× (地下式)
オイルサービスタンク	少量危険物未満	屋外	第四類	第二石油類	重油	0.39	× (他評価に包絡)
変圧器用屋外消火ポンプ用燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	0.70	× (他評価に包絡)

網掛け箇所：評価対象となる設備

第 1.7.9-3 表 発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等の一覧
(火災源) (2/2)

設備名	設置場所	危険物の類		品名	最大数量 (m^3)	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
主要変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	136.00	○
所内変圧器 2 A	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	21.00	○
所内変圧器 2 B	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	21.00	× (他評価に包絡)
起動変圧器 2 A	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	45.95	× (他評価に包絡)
起動変圧器 2 B	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	46.75	○
予備変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	35.90	× (他評価に包絡)
1号エステート変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	1.10	× (他評価に包絡)
2号エステート変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	1.10	× (他評価に包絡)
6 6 k V 非常用変電所	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	6.60	× (他評価に包絡)
中央制御室計器用エンジン発電機	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.03	× (常時「空」)

網掛け箇所：評価対象となる設備

第 1.7.9-4 表 発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等の一覧
(爆発源)

設備名	内容物	本数 (本)	1本当たり容量	総容量	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
H ₂ , CO ₂ ボンベ庫	水素	20	7 m^3	140 m^3	× (屋内配置)
水素貯槽	水素	—	—	6.7 m^3	○
予備ボンベ庫①	水素	40	7 m^3	280 m^3	× (屋内配置)
予備ボンベ庫②	水素	20	7 m^3	140 m^3	× (屋内配置)
所内ボイラー プロパンボンベ庫	プロパン	4	50 kg	200 kg	× (屋内配置)
焼却炉用 プロパンボンベ庫	プロパン	5	500 kg	2500 kg	× (屋内配置)
サービス建屋 ボンベ庫	アセチレン	3	7 kg	21 kg	× (屋内配置)
廃棄物処理建屋 化学分析用ボンベ庫	アセチレン	1	7 kg	7 kg	× (屋内配置)
	メタン+アルゴン	4	7 m^3	28 m^3	
食堂用プロパンボンベ庫	プロパン	18	50 kg	900 kg	× (屋内配置)

網掛け箇所：評価対象となる設備

【別添資料 1 (2.2.2.5 : 31~34)】

第 1.7.9－5 表 落下事故のカテゴリと対象航空機
(発電用原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))

落下事故のカテゴリ			対象航空機	離隔距離 (m)	輻射強度 (W/m ²)
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時		B 7 3 7－ 8 0 0	245	57
	航空路を巡航時		B 7 4 7－ 4 0 0	1,873	×※ ¹
有視界飛行方式 民間航空機	大型機 (大型固定翼機及び大型回転翼機)		B 7 4 7－ 4 0 0	229	416
	小型機 (小型固定翼機及び小型回転翼機)		D o 2 2 8 － 2 0 0	89	×※ ²
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等, 高高度での巡航が 想定される大型固 定翼機	K C－ 7 6 7	217	311
		その他の大型固定 翼機, 小型固定翼 機及び回転翼機	F－1 5	43	×※ ³
	基地－訓練空域間往復時		F－1 5	22	3,095

※1 「計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航時」の落下事故については, 「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の落下事故の対象機種と同じ B 7 4 7－4 0 0 であり, 離隔距離の短い「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

※2 「有視界飛行方式民間航空機の小型機」の落下事故の対象航空機のうち, 燃料積載量が最大となる D o 2 2 8－2 0 0 であっても 3m³と少量であることから, D o 2 2 8－2 0 0 よりも燃料積載量が多く, かつ離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 基地－訓練空域間往復時」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。

※3 「その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機」については, 「基地－訓練空域間往復時」の落下事故の対象航空機と同じ F－1 5 であるため, 離隔距離の短い「基地－訓練空域間往復時」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

第 1.7.9－6 表 落下事故のカテゴリと対象航空機
(使用済燃料乾式貯蔵建屋)

落下事故のカテゴリ			対象航空機	離隔距離 (m)	輻射強度 (W／m ²)
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時		B 7 3 7－ 8 0 0	393	22
	航空路を巡航時		B 7 4 7－ 4 0 0	2,695	×※ ¹
有視界飛行方式民 間航空機	大型機（大型固定翼機及び大 型回転翼機）		B 7 4 7－ 4 0 0	372	157
	小型機（小型固定翼機及び小 型回転翼機）		D o 2 2 8 － 2 0 0	175	×※ ²
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外 を飛行中	空中給油機等，高 高度での巡航が想 定される大型固定 翼機	K C－ 7 6 7	355	116
		その他の大型固定 翼機，小型固定翼 機及び回転翼機	F－1 5	111	×※ ³
	基地－訓練空域間往復時		F－1 5	78	265

※¹ 「計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航時」の落下事故については、「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の落下事故の対象機種と同じ B 7 4 7－4 0 0 であり，離隔距離の短い「有視界飛行方式民間航空機の大型機」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

※² 「有視界飛行方式民間航空機の小型機」の落下事故の対象航空機のうち，燃料積載量が最大となる D o 2 2 8－2 0 0 であっても 3m³と少量であることから，D o 2 2 8－2 0 0 よりも燃料積載量が多く，かつ離隔距離が短い「自衛隊機又は米軍機 基地－訓練空域間往復時」の落下事故の評価に包絡されるため評価対象外とした。

※³ 「その他の大型固定翼機，小型固定翼機及び回転翼機」については，「基地－訓練空域間往復時」の落下事故の対象航空機と同じ F－1 5 であるため，離隔距離の短い「基地－訓練空域間往復時」の評価に包絡されるため評価対象外とした。

【別添資料 1(2.3：35～36)】

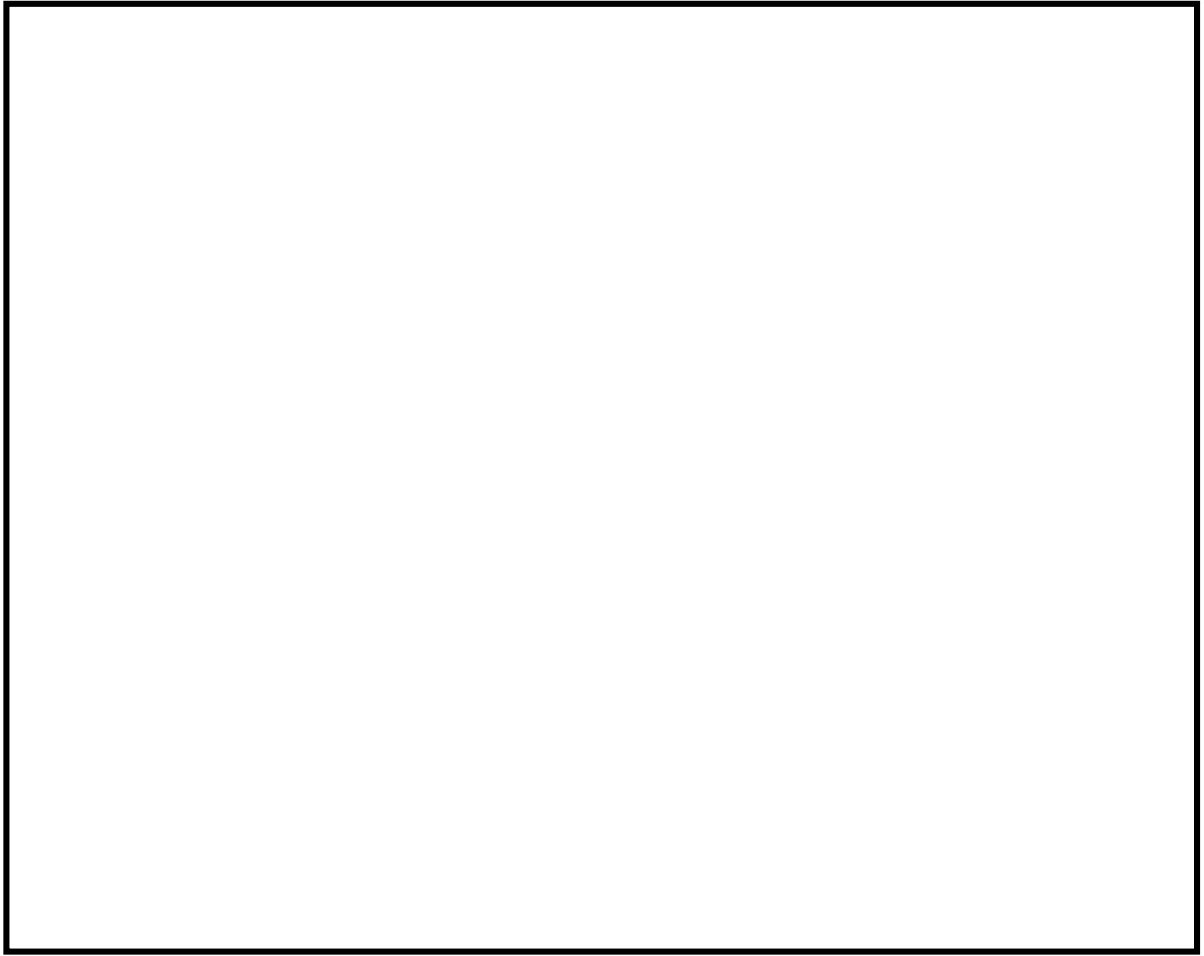
第 1.7.9－7 表 ばい煙等による影響評価

分 類		評価対象設備
機器への 影響	外気を直接設備内に取り込む機器	・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）
	外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）	・換気空調設備 ・計測制御設備（安全保護系）
	外気を取り込む屋外設置機器	・残留熱除去系海水系ポンプ ・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。）用海水ポンプ
居住性への 影響	中央制御室	

【別添資料 1(2.4：41～42)】

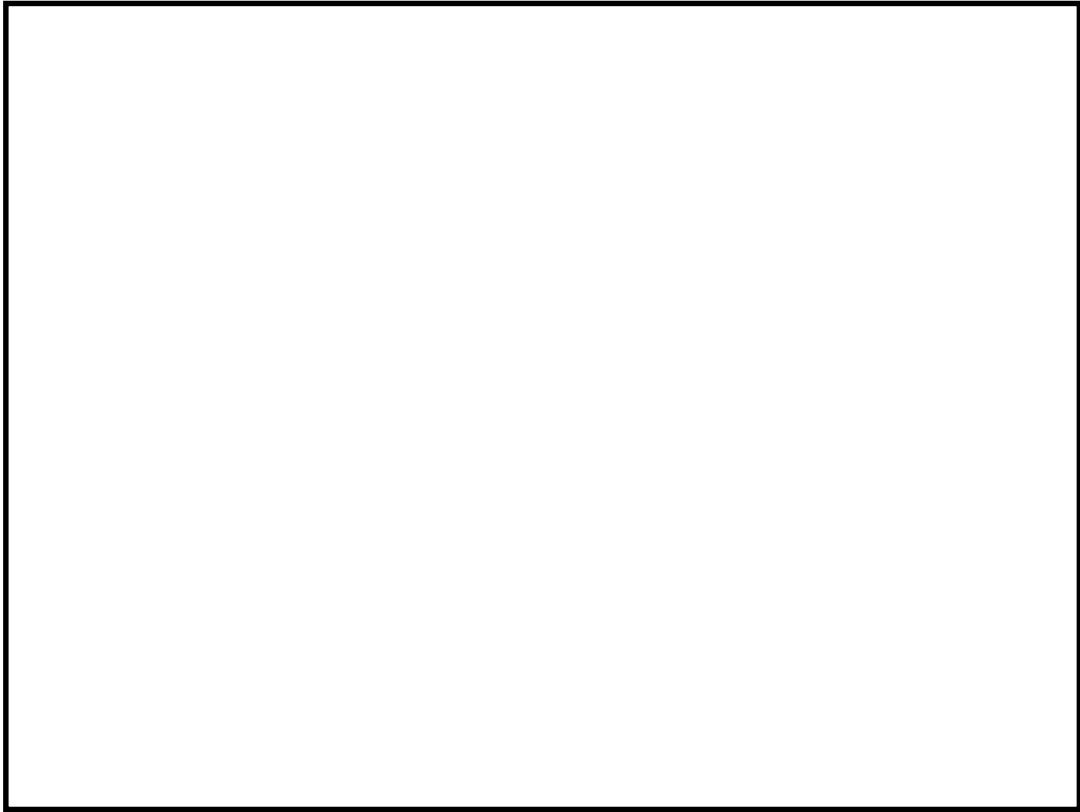
第 1.7.9－8 表 自衛消防組織のための要員

担当（人数）	対 象 者				主な役割
	東Ⅱ管理区域内及び周辺防護区域 (D/G室・電気室・S/B等、C/Pより中側の区域)		左記以外		
	休日・夜間	平日昼間	休日・夜間	平日昼間	
通報連絡責任者（１名）	当直発電長		社員守衛員		・消防機関への通報 ・所内関係者への連絡
連絡担当（１名）	当直運転員		社員守衛員		・火災現場への移動及び状況確認 ・現場状況の所内関係者への伝達 ・可能な範囲での初期消火
現場指揮者（１名）	待機当番者１（技術系管理職）	技術系管理職	待機当番者１（技術系管理職）	技術系管理職	・出動の準備／火災現場への移動 ・火災状況の把握 ・火災現場での初期消火活動の指揮
現場連絡責任者（１名）	待機当番者２（管理職）	管理職	待機当番者２（管理職）	管理職	・消防機関への情報提供 ・消防機関の現場誘導
消火担当①（７名）	委託守衛員		委託守衛員		・出動の準備／火災現場への移動 ・消防自動車、消火器、消火栓等による初期消火活動
消火担当②	当直運転員 社員守衛員	当直運転員 社員守衛員 あらかじめ指名された所員	社員守衛員	社員守衛員 あらかじめ指名された所員	・出動の準備／火災現場への移動 ・消防自動車、消火器、消火栓等による初期消火活動



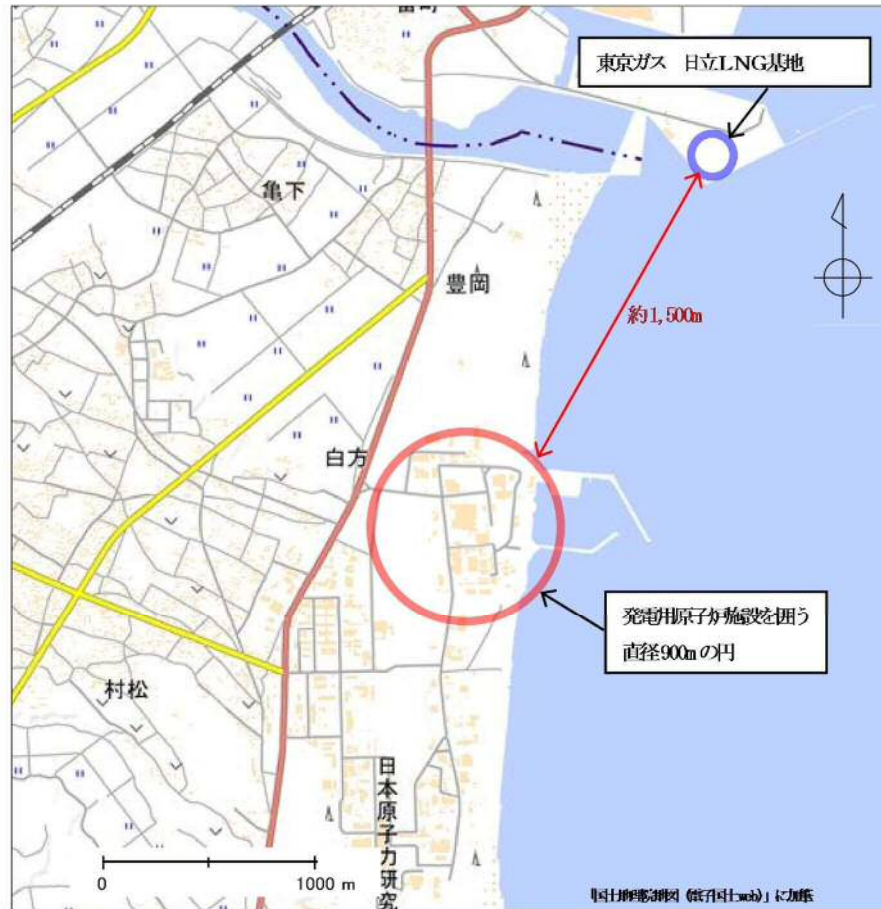
第 1.7.9-1 図 防火帯設置図

【別添資料 1(1.3 : 3~4)】



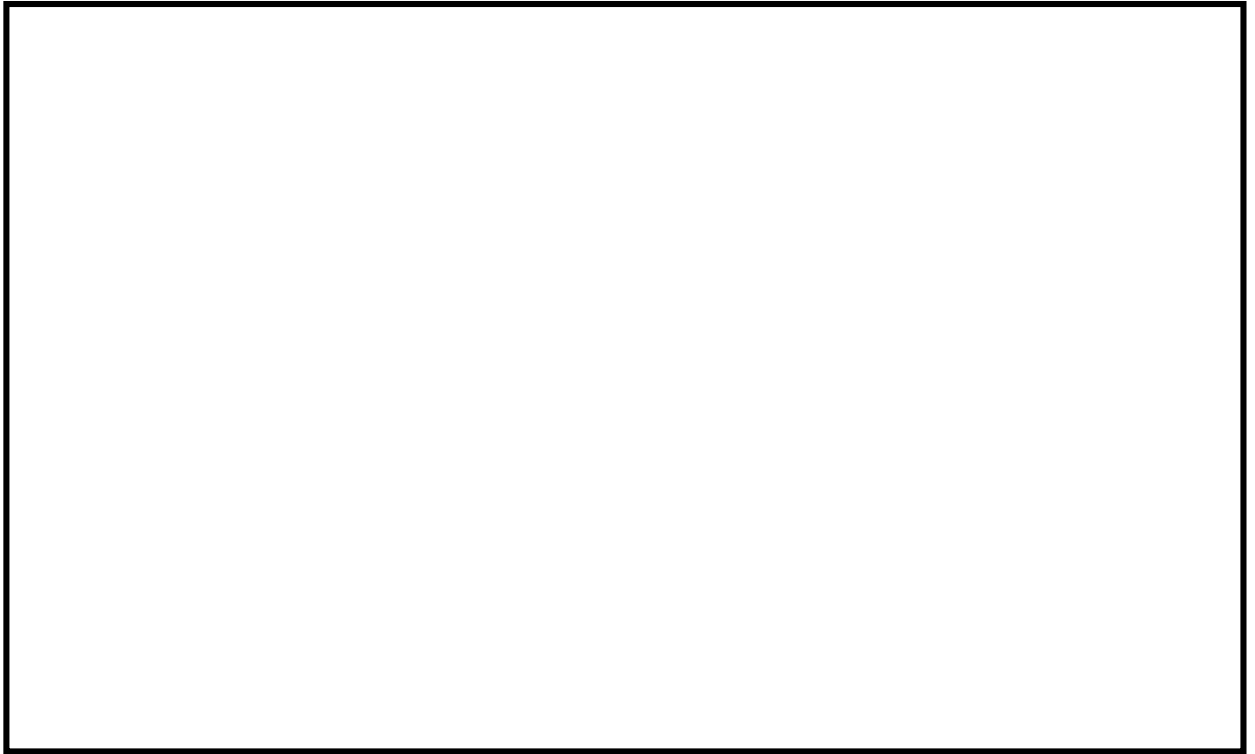
第 1.7.9－2 図 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に位置する
危険物貯蔵施設（火災源）

【別添資料 1(2.2.2.2 : 18～20)】

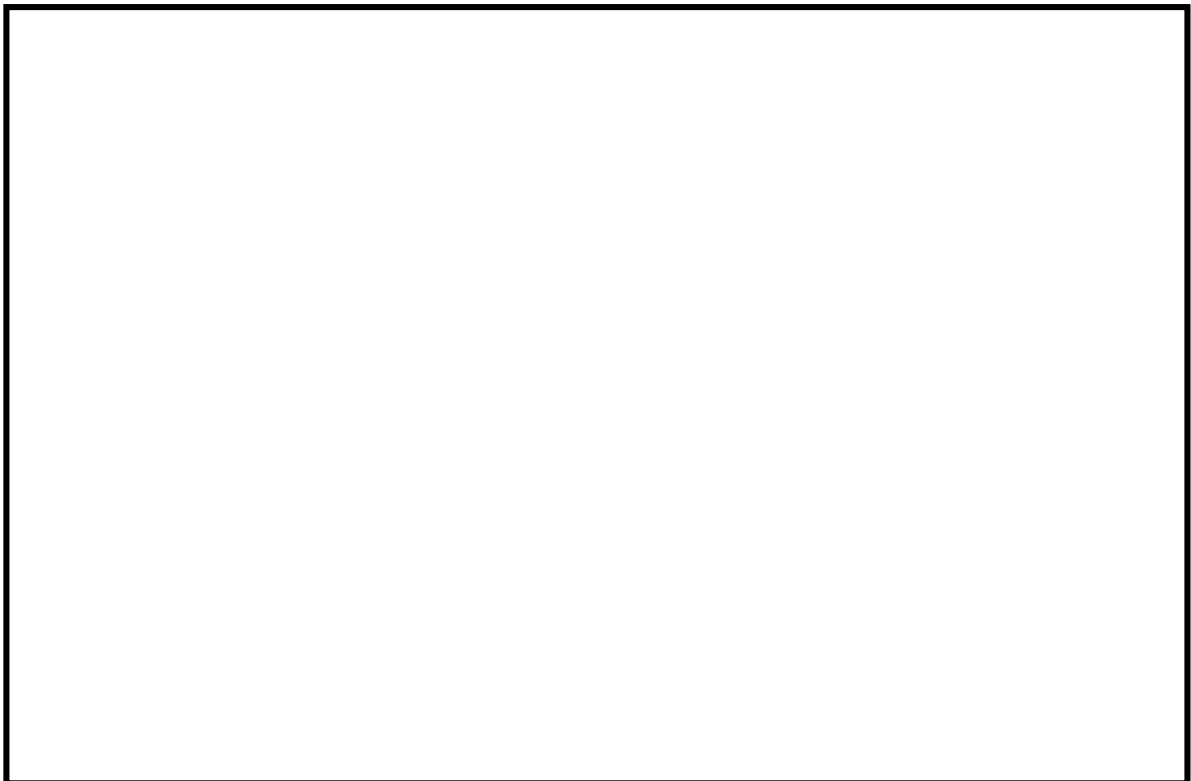


第 1.7.9－3 図 発電所と日立LNG基地の位置関係

【別添資料 1 (2.2.2.2 : 21～24)】

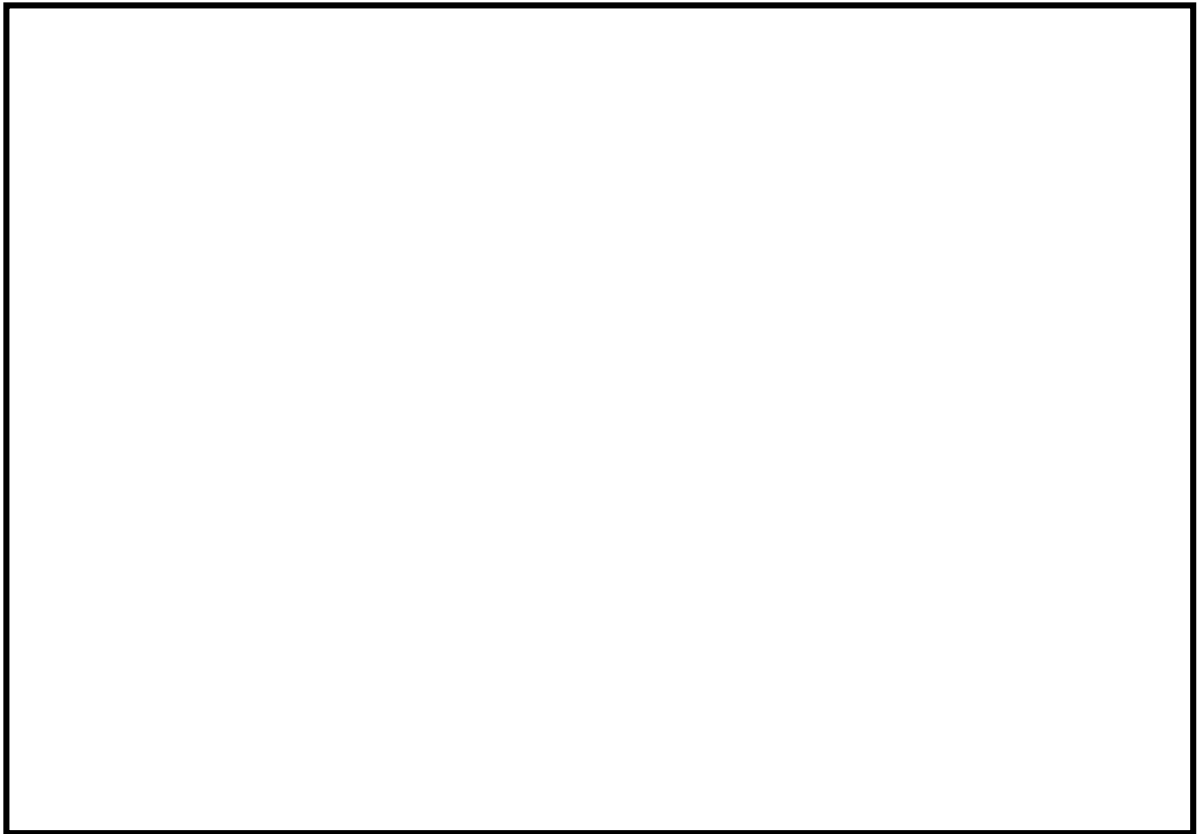


第 1.7.9－4 図 評価で想定する漂流船舶（燃料輸送船）



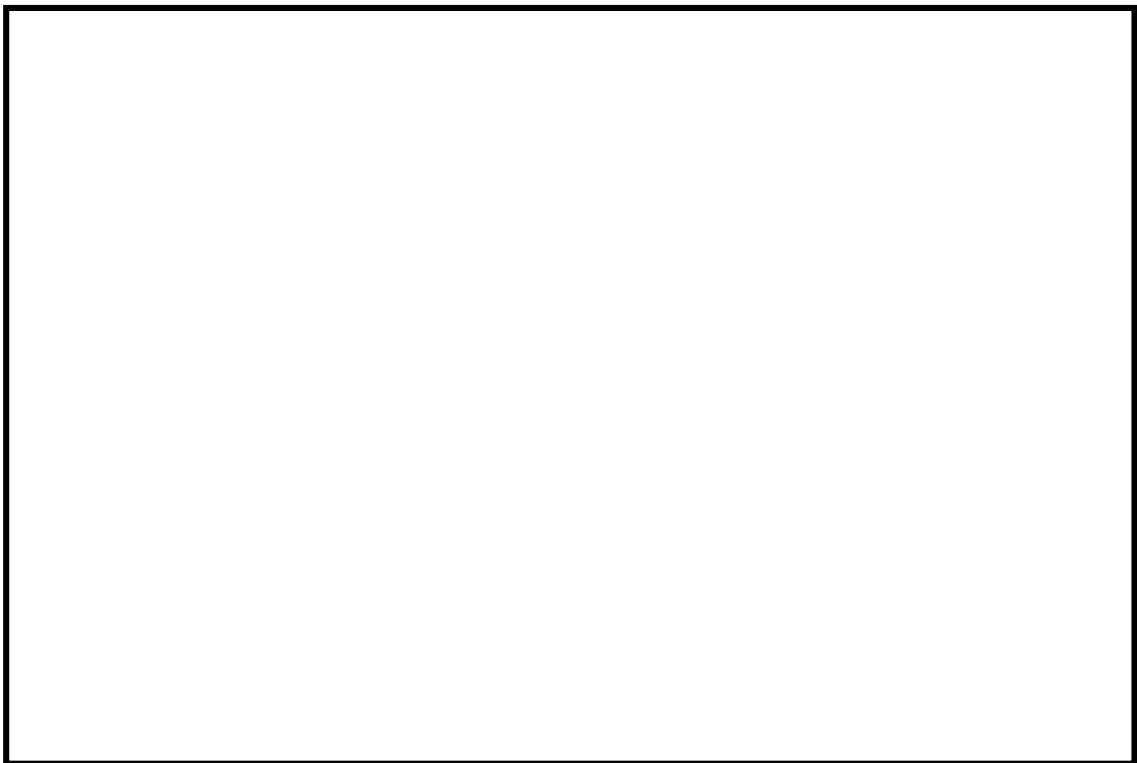
第 1.7.9－5 図 評価で想定する漂流船舶（定期船）

【別添資料 1 (2.2.2.4 : 28～30)】

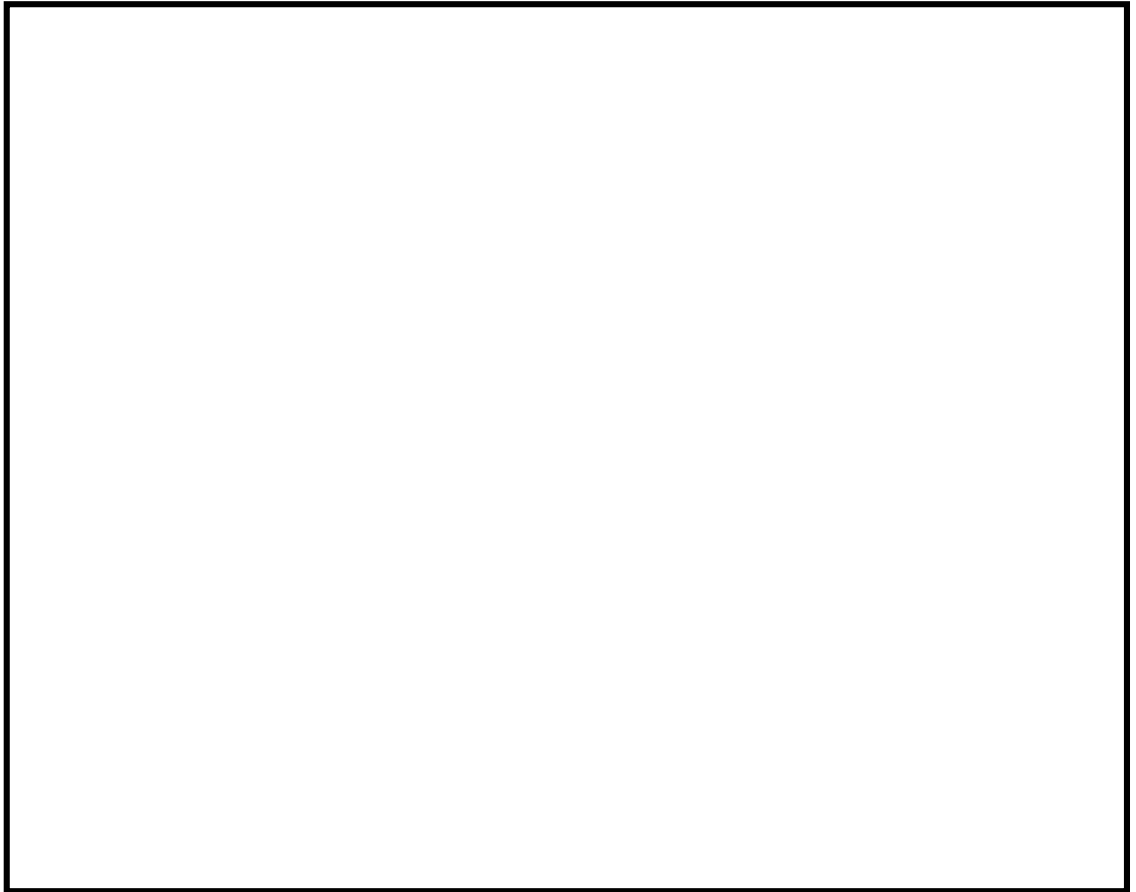


第 1.7.9－6 図 評価で想定する漂流船舶（内航船）

【別添資料 1 (2.2.2.4 : 28～30)】



第 1.7.9－7 図 危険物貯蔵施設等配置図（1 / 2）



第 1.7.9－7 図 危険物貯蔵施設等配置図（2／2）

【別添資料 1(2.2.2.5：31～35)】

(3) 適合性説明

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

- 1 安全施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 重要安全施設は，当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- 3 安全施設は，工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については，敷地及び敷地周辺の自然環境を基に洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定し，設計基準を設定するに当たっては，発電所の立地地域である東海村に対する規格・基準類による設定値及び東海村で観測された過去の記録等をもとに設定する。なお，東海村の最寄りの気象官署である水戸地方気象台で観測された過去の記録について設計への影響を確認する。また，これらの自然現象ごとに関連して発生する可能性がある自然現象も含める。

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

発電用原子炉施設のうち安全施設は、以下のとおり条件を設定し、自然現象によって発電用原子炉施設の安全機能を損なわない設計とする。

(10) 森林火災

敷地外の森林から出火し、敷地内の植生へ延焼するおそれがある場合は、自衛消防隊が出動し、予防散水等の延焼防止措置を行う。また、敷地内の植生へ延焼した場合であっても、森林火災シミュレーション（F A R S I T E）による影響評価に基づいた防火帯幅を確保すること等により、安全機能が損なわれることはない。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.1：4～16)】

森林火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統、屋外設置機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することにより、安全機能を損な

わない設計とする。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

第3項について

発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）は、発電所及びその周辺での発生の可能性、安全施設への影響度、発電所敷地及びその周辺に到達するまでの時間余裕及び影響の包絡性の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を選定する。

安全施設は、発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。ここで、発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

(3) 爆発

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、爆発により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はないため、爆発による安全施設への影響については考慮する必要はない。

発電所敷地外 10km 以内の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保により、

安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し爆発が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、離隔距離の確保、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2 : 17～22)】

(4) 近隣工場等の火災

a. 石油コンビナート施設等の火災

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

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。航行中の船舶が漂流し火災が発生する場合を想定しても、離隔距離の確保等により、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1(2.2 : 17～20)】

b. 発電所敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災発生時の輻射熱による評価対象施設の建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

c. 航空機墜落による火災

原子炉建屋周辺に航空機が墜落し、燃料火災が発生した場合、直ちに公設消防へ通報するとともに、自衛消防隊が出動し、速やかに初期消火活動を行う。

航空機が外部事象防護対象施設である原子炉建屋等の周辺で落下確率が 10^{-7} 回／炉・年以上になる地点へ墜落することを想定しても、火災の影響により安全機能を損なわない設計とする。

また、上記以外の安全施設については、建屋による防護、消火活動、代替設備による必要な機能の確保、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

d. 二次的影響（ばい煙等）

石油コンビナート施設の火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統及び屋外設置機器に分類し、影響評価を行い、必要な場合は対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

(5) 有毒ガス

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート施設等）と可動施設（陸上輸送、海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には

周辺監視区域が設定されているため、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、中央制御室換気系については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性を損なうことはない。

【別添資料 1(2.4 : 41～47)】

1.9.3 参考文献

- (1) 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」 原田和典 財団法人 日本建築センター

外部事象防護対象施設と評価対象施設の考え方について

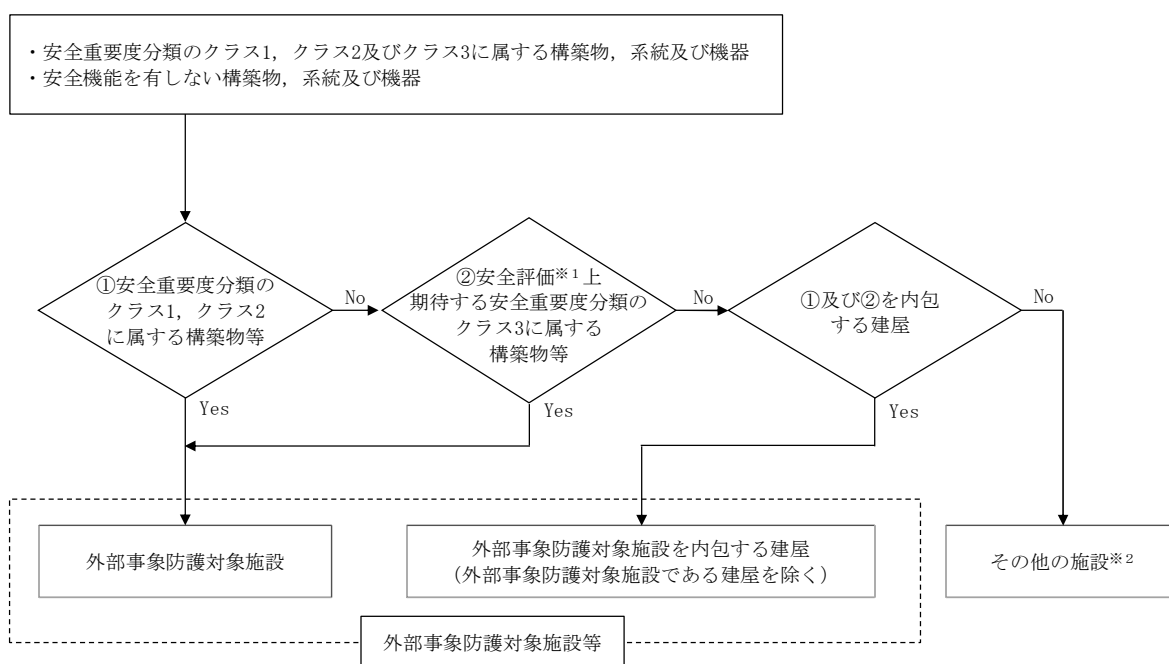
1. 外部火災に対する防護対象及び影響評価対象の考え方

原子力規制委員会が定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第六条においては、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全機能を有する構築物、系統及び機器が、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）又は発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって、人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならないとされている。

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、「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（以下「安全重要度分類」という。）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。

1.1 外部事象防護対象施設等の抽出

外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待する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）とする。また、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて、外部事象防護対象施設等という。外部事象防護対象施設等の抽出フローを第1.1-1図に、抽出結果を第1.1-1表に示す。



※1 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

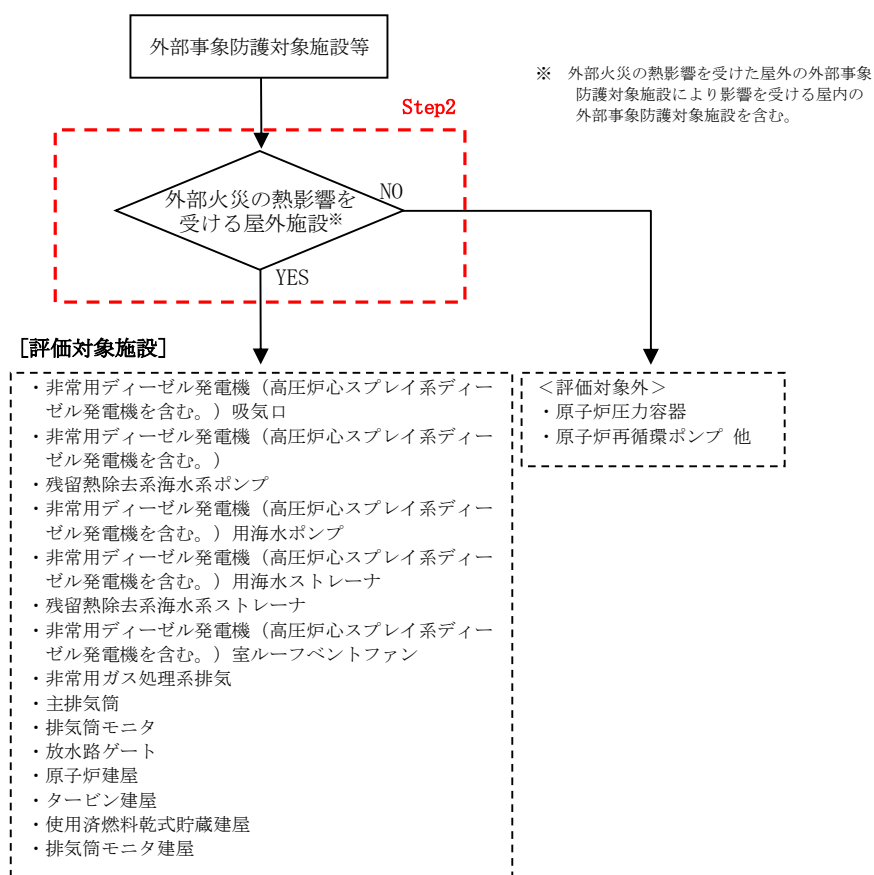
※2 外部火災による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応が可能であることを確認する。

第1.1-1図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー

1.2 評価対象施設の抽出

外部事象防護対象施設等のうち，屋内設備は内包する建屋により防護する設計とし，外部火災の影響を受ける屋外施設を評価対象施設とする。

評価対象施設の抽出フローを第 1.2-1 図に，抽出結果を第 1.1-1 表に示す。



第 1.2-1 図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー

1.3 その他の施設

その他の施設は，原則として，防火帯により防護し，外部火災により損傷した場合であっても，代替手段があること等により，その安全機能を損なわない設計とする。

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(1/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 1	その損傷又は故障により発生する事象によって， (a) 炉心の著しい損傷又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物，系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系（計装等の小口径配管・機器は除く。）	- 原子炉圧力容器 - 原子炉再循環ポンプ - 配管，弁 - 隔離弁 - 制御棒駆動機構ハウジング - 中性子束計装管ハウジング	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	- 制御棒カップリング - 制御棒駆動機構カップリング	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物（炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，制御棒案内管），燃料集合体（ただし，燃料を除く。）	- 炉心シュラウド - シュラウドサポート - 上部格子板 - 炉心支持板 - 燃料支持金具 - 制御棒案内管 - 制御棒駆動機構ハウジング - 燃料集合体の下記部分 上部タイプレート 下部タイプレート - 燃料集合体（スペーサ）	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2 へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(2/22)

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※1	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※2期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS - 1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物，系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））	・制御棒 ・制御棒案内管 ・制御棒駆動機構	○	－※3	－※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）	・制御棒 ・制御棒カップリング ・制御棒駆動機構カップリング ・ほう酸水注入系（ほう酸水注入ポンプ，注入弁，タンク出口弁，ほう酸水貯蔵タンク，ポンプ吸込配管及び弁，注入配管及び弁）	○	－※3	－※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
		3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	・逃がし安全弁（安全弁開機能）	○	－※3	－※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(3/22)

○：Yes ×：No -：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物，系統及び機器	4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード），原子炉隔離時冷却系，高压炉心スプレイ系，逃がし安全弁，（手動逃がし機能），自動減圧系（手動逃がし機能））	・残留熱除去系（ポンプ，熱交換器，原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管，弁）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・原子炉隔離時冷却系（ポンプ，サブプレッション・プール，タービン，サブプレッション・プールから注水先までの配管，弁）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・高压炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・逃がし安全弁（手動逃がし機能）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・自動減圧系（手動逃がし機能）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。
 ※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析
 ※³ 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2 へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(4/22)

○：Yes ×：No －：該当せず									
分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS - 1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物，系統及び機器	5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）	・低圧炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	○	－※ ³	－※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・残留熱除去系（低圧注水モード）（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールから注水先までの配管，弁（熱交換器バイパスライン含む），注水ヘッド）	○	－※ ³	－※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・高圧炉心スプレイ系（ポンプ，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッド）	○	－※ ³	－※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・自動減圧系（逃がし安全弁）	○	－※ ³	－※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※³ 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2 へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(5/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物，系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建屋，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系	・格納容器（格納容器本体，貫通部，所員用エアロック，機器搬入ハッチ）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・原子炉建屋原子炉棟	○	-※ ³	-※ ³	○	・原子炉建屋
				・格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・主蒸気流量制限器	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）（ポンプ，熱交換器，サブプレッション・プール，サブプレッション・プールからスプレイ先（ドライウェル及びサブプレッション・プール気相部）までの配管，弁，スプレイヘッダ（ドライウェル及びサブプレッション・プール）	○	-※ ³	-※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析※³ 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2 へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(6/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス 1，2 に属する構築物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス 3 に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS - 1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物，系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建屋，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系	・原子炉建屋ガス処理系（乾燥装置，排風機，フィルタ装置，原子炉建屋原子炉棟吸込口から主排気筒頂部までの配管，弁）	○	- ※ ³	- ※ ³	○ （一部は原子炉建屋に内包）	・主排気筒 ・非常用ガス処理系排気筒 （その他は原子炉建屋で評価）
				・可燃性ガス濃度制御系（再結合装置，格納容器から再結合装置までの配管，弁，再結合装置から格納容器までの配管，弁）	○	- ※ ³	- ※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・遮蔽設備（原子炉遮蔽壁，一次遮蔽壁）	○	- ※ ³	- ※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・遮蔽設備（二次遮蔽壁）	○	- ※ ³	- ※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
	2) 安全上必須なその他の構築物，系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	・原子炉緊急停止の安全保護回路	○	- ※ ³	- ※ ³	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※³ 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2 へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(7/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS-1	2) 安全上必要なその他の構築物，系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系，制御室及びその遮へい・非常用換気空調系，非常用補機冷却水系，直流電源系（いずれも，MS-1関連のもの）	・非常用所内電源系（ディーゼル機関，発電機，発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）	○	- ^{※3}	- ^{※3}	○ (一部は原子炉建屋に内包)	・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。）吸気口 ・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。） ・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。）室ルーフベントファン（その他は原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(8/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS-1	2)安全上必要なその他の構築物，系統及び機器	2)安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系，制御室及びその遮へい・非常用換気空調系，非常用補機冷却水系，直流電源系（いずれも，MS-1関連のもの）	・非常用所内電源系（ディーゼル機関，発電機，発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・中央制御室及び中央制御室遮蔽	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・中央制御室換気空調系（放射線防護機能及び有毒ガス防護機能） （非常用再循環送風機，非常用再循環フィルタ装置，空調ユニット，送風機，排風機，ダクト及びダンパ）	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(9/22)

○：Yes ×：No ー：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統 又は 機器	該当する 電気，機械装置 のうち主な施設※1	①安全重要 度分類のク ラス1，2 に属する構 築物等	②安全評価上 ※2期待する安 全重要度分類 のクラス3に 属する構築物 等	①及び ②を内 包する 建屋	外部火災の影 響を受ける 屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価 対象施設
MS -1	2)安全上必須 なその他の 構造物，系 統及び機器	2)安全上特 に重要な 関連機能	非常用所内電 源系，制御室 及びその遮へ い・非常用換 気空調系，非 常用補機冷却 水系，直流電 源系（いずれ も，MS-1関 連のもの）	・残留熱除去系海水系 （ポンプ，熱交換器，配管，弁， ストレーナ）	○	ー※3	ー※3	○ （一部は原子 炉建屋に内 包）	・残留熱除去系海水系ポンプ ・残留熱除去系海水系ストレーナ （その他は原子炉建屋で評価）
				・ディーゼル発電機海水系 （ポンプ，配管，弁，ストレー ナ）	○	ー※3	ー※3	○ （一部は原子 炉建屋に内 包）	・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。）用海水ポンプ ・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。）用海水ストレーナ （その他は原子炉建屋で評価）
				・直流電源系（蓄電池，蓄電池 から非常用負荷までの配電設 備及び電路（MS-1関連））	○	ー※3	ー※3	× （原子炉建屋 に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・計測・計装制御電源系（蓄電 池から非常用計測制御装置ま での配電設備及び電路）（M S-1関連）	○	ー※3	ー※3	× （原子炉建屋 に内包）	× （原子炉建屋で評価）
			その他	放水路ゲート	○	ー※3	ー※3	○	放水路ゲート

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(10/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S ー 2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって，炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが，敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構造物，系統及び機器	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし，原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	主蒸気系，原子炉冷却材浄化系（いずれも，格納容器隔離弁の外側のみ）	・原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・主蒸気系	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋及びタービン建屋に内包）	× （原子炉建屋及びタービン建屋で評価）
				・原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
		2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの），使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	・放射性気体廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置）	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・新燃料貯蔵庫（臨界防止する機能） （新燃料貯蔵ラック）	○	－ ^{※3}	－ ^{※3}	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関係系及び間接関係系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため，本項目には該当しない（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(11/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ※1	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上※2期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって，炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが，敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物，系統及び機器	2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの），使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	・使用済燃料乾式貯蔵容器	○	- ※3	- ※3	× （使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包）	× （使用済燃料乾式貯蔵建屋で評価）
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	・燃料交換機 ・原子炉建屋クレーン	○	- ※3	- ※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
				・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	○	- ※3	- ※3	× （使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包）	× （使用済燃料乾式貯蔵建屋で評価）
	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって，その故障により，炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物，系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	・逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	○	- ※3	- ※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(12/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する 電気，機械装置 のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要 度分類のク ラス1，2 に属する構 築物等	②安全評価 上 ^{※2} 期待す る安全重要 度分類のク ラス3に属 する構築物 等	①及び ②を内 包する 建屋	外部火災の影響を受け る屋外施設	外部事象防護対象施設 のうち評価対象施設
MS -2	1) PS-2の 構築物，系 統及び機器 の損傷又は 故障により 敷地周辺公 衆に与える 放射線の影響を十分小 さくするよ うにする構 築物，系統 及び機器	1) 燃料プ ール水 の補給 機能	非常用補給水系	・残留熱除去系 (ポンプ，サブプレッション・プール， サブプレッション・プールから燃料プ ールまでの配管，弁)	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
		2) 放射性 物質放 出の防 止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離 弁，排気筒（非 常用ガス処理系 排気管の支持機 能以外）	・放射性気体廃棄物処理系（オフガ ス）隔離弁	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (タービン建屋に内 包)	× (タービン建屋で評 価)
				・主排気筒	○	- ^{※3}	- ^{※3}	○	・主排気筒
			燃料集合体落下 事故時放射能放 出を低減する系	・燃料プール冷却浄化系の燃料プール 入口逆止弁	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
				・原子炉建屋原子炉棟	○	- ^{※3}	- ^{※3}	○	・原子炉建屋
				・原子炉建屋ガス処理系	○	- ^{※3}	- ^{※3}	○ (一部は原子炉建屋に 内包)	・非常用ガス処理系排 気筒（その他は原子 炉建屋で評価)
	2) 異常状態へ の対応上特 に重要な構 築物，系統 及び機器	1) 事故時 のプラ ント状 態の把 握機能	事故時監視計器 の一部	・中性子束（起動領域計装） ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・制御棒位置	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
				・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉圧力	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)
				・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッション・プール水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率 (高レンジ)	○	- ^{※3}	- ^{※3}	× (原子炉建屋に内包)	× (原子炉建屋で評価)

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。(Step2へ)

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(13/22)

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※1	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※2期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS -2	2) 異常状態への対応上特に重要な構造物，系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	[低温停止への移行] ・原子炉圧力 ・原子炉水位（広帯域） [ドライウエルスプレイ] ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉格納容器圧力 [サブプレッション・プール冷却] ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・サブプレッション・プール水温度 [可燃性ガス濃度制御系起動] ・原子炉格納容器水素濃度 ・原子炉格納容器酸素濃度	○	－※3	－※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）
		2) 異常状態の緩和機能	BWRには対象機能なし	－	－			－	－
		3) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	・制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路	○	－※3	－※3	× （原子炉建屋に内包）	× （原子炉建屋で評価）

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(14/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって P S - 1，P S - 2 以外の構造物，系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能（P S - 1，P S - 2 以外のもの）	計装配管，試料採取管	・計装配管，弁 ・試料採取管，弁 ・ドレン配管，弁 ・ベント配管，弁	×	×	×	—	—
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉再循環系	・原子炉再循環ポンプ，配管，弁，ライザー管（炉内），ジェットポンプ	×	×	×	—	—
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サプレッションプール水排水系，復水貯蔵タンク，放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）	・復水貯蔵タンク	×	×	×	—	—
				・液体廃棄物処理系（低電導度廃液収集槽，高電導度廃液収集槽）	×	×	×	—	—
				・固体廃棄物処理系（C U W 粉末樹脂沈降分離槽，使用済樹脂槽，濃縮廃液タンク，固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶））	×	×	×	—	—
				・給水加熱器保管庫	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(15/22)

○ : Yes × : No — : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 3	1) 異常状態の起 因事象となる ものであって P S - 1，P S - 2 以外の 構造物，系統 及び機器	3) 放射性物質 の貯蔵機能	サブプレッションプ ール水排水系，復水貯 蔵タンク，放射性廃 棄物処理施設（放射 能インベントリの小 さいもの）	・セメント混練固化装置及 び雑固体減容処理設備 （液体及び固体の放射性 廃棄物処理系）	×	×	×	—	—
			新燃料貯蔵庫	・新燃料貯蔵庫 （新燃料貯蔵ラック）	×	×	×	—	—
		4) 電源供給機 能（非常用を 除く）	タービン，発電機及 びその励磁装置，復 水系（復水器を含 む），給水系，循環 水系，送電線，変圧 器，開閉所	・発電機及びその励磁装置 （発電機，励磁器）	×	×	×	—	—
				・蒸気タービン （主タービン，主要弁，配 管）	×	×	×	—	—
				・復水系（復水器を含む） （復水器，復水ポンプ，配 管／弁）	×	×	×	—	—
				・給水系 （電動駆動給水ポンプ，タ ービン駆動給水ポンプ， 給水加熱器，配管／弁）	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(16/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって P S - 1，P S - 2 以外の構造物，系統及び機器	4) 電源供給機能（非常用を除く）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む），給水系，循環水系，送電線，変圧器，開閉所	・循環水系（循環水ポンプ，配管／弁）	×	×	×	—	—
				・常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（M S -1関連以外））	×	×	×	—	—
				・直流電源系（蓄電池，蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路（M S -1関連以外））	×	×	×	—	—
				・計測制御電源系（電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路（M S -1関連以外））	×	×	×	—	—
				・送電線	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(17/22)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって P S - 1，P S - 2 以外の構築物，系統及び機器	4) 電源供給機能（非常用を除く）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む），給水系，循環水系，送電線，変圧器，開閉所	・変圧器 （所内変圧器，起動変圧器，予備変圧器，電路）	×	×	×	—	—
				・開閉所 （母線，遮断器，断路器，電路）	×	×	×	—	—
		5) プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く）	原子炉制御系，運転監視補助装置（制御棒価値ミニマイザ），原子炉核計装の一部，原子炉プラントプロセス計装の一部	・原子炉制御系 （制御棒価値ミニマイザを含む） ・原子炉核計装 ・原子炉プラントプロセス計装	×	×	×	—	—
		6) プラント運転補助機能	所内ボイラ，計装用圧縮空気系	・補助ボイラ設備 （補助ボイラ，給水タンク，給水ポンプ，配管／弁）	×	×	×	—	—
				・所内蒸気系及び戻り系 （ポンプ，配管／弁）	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(18/22)

○ : Yes × : No — : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設 ^{※1}	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上 ^{※2} 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって P S - 1，P S - 2 以外の構造物，系統及び機器	6) プラント運転補助機能	所内ボイラ，計装用圧縮空気系	・計装用圧縮空気設備（空気圧縮機，中間冷却器，配管／弁）	×	×	×	—	—
				・原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却ポンプ，熱交換器，配管／弁）	×	×	×	—	—
				・タービン補機冷却水系（タービン補機冷却ポンプ，熱交換器，配管／弁）	×	×	×	—	—
				・タービン補機冷却海水系（補機冷却海水ポンプ，配管／弁，ストレーナ）	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(19/22)

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※1	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※2期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
P S － 3	1) 異常状態の起 因事象となる ものであって P S－1，P S－2以外の 構造物，系統 及び機器	6) プラント運転 補助機能	所内ボイラ，計装 用圧縮空気系	・復水補給水系 (復水移送ポンプ，配管／ 弁)	×	×	×	—	—
	2) 原子炉冷却材 中放射性物質 濃度を通常運 転に支障のな い程度に低く 抑える構築 物，系統及び 機器	1) 核分裂生成物 の原子炉冷却 材中の放散防 止機能	燃料被覆管	・燃料被覆管 ・上/下部端栓 ・タイロッド	×	×	×	—	—
		2) 原子炉冷却材 の浄化機能	原子炉冷却材浄化 系，復水浄化系	・原子炉冷却材浄化系 (再生熱交換器，非再生熱 交換器，C U W ポンプ， ろ過脱塩装置，配管／ 弁)	×	×	×	—	—
				・復水浄化系 (復水脱塩装置，配管／ 弁)	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(20/22)

○：Yes ×：No —：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構築物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※1	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構築物等	②安全評価上※2期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があってもMS-1，MS-2とあいまって，事象を緩和する構築物，系統及び機器	1) 原子炉圧力上昇の緩和機能	逃がし安全弁（逃がし弁機能），タービンバイパス弁	・逃がし安全弁（逃がし弁機能）	×	○	—※3	×	×
				・タービンバイパス弁	×	○	—※3	×	×
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能），制御棒引抜監視装置	・原子炉再循環制御系 ・制御棒引抜阻止インターロック ・選択制御棒挿入系の操作回路	×	○	—※3	×	×
		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系，原子炉隔離時冷却系	・制御棒駆動水圧系（ポンプ，復水貯蔵タンク，復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管及び弁）	×	×	×	—	—
				・原子炉隔離時冷却系（ポンプ，タービン）	×	×	×	—	—

※1 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※3 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。（Step2へ）

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果 (21/22)

○ : Yes × : No — : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS - 3	2) 異常状態への対応上必要な構造物，系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所，試料採取系，通信連絡設備，放射能監視設備，事故時監視計器の一部，消火系，安全避難通路，非常用照明	・緊急時対策所	×	×	×	—	—
				・試料採取系 (異常時に必要な下記の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析，原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析)	×	×	×	—	—
				・通信連絡設備 (1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備)	×	×	×	—	—
				・放射線監視設備 (排気筒モニタ)	×	○	—※ ³	○ (一部は排気筒モニタ建屋に内包)	・排気筒モニタ (その他は排気筒モニタ建屋で評価)
				・放射線監視設備 (排気筒モニタ以外)	×	×	×	—	—

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※³ 外部事象防護対象施設として抽出しているため本項目には該当しない。(Step2へ)

第 1.1-1 表 評価対象施設の抽出結果(22/22)

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1			Step2	抽出結果
	定義	機能	構造物，系統又は機器	該当する電気，機械装置のうち主な施設※ ¹	①安全重要度分類のクラス1，2に属する構造物等	②安全評価上※ ² 期待する安全重要度分類のクラス3に属する構造物等	①及び②を内包する建屋	外部火災の影響を受ける屋外施設	外部事象防護対象施設のうち評価対象施設
MS - 3	2) 異常状態への対応上必要な構造物，系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所，試料採取系，通信連絡設備，放射能監視設備，事故時監視計器の一部，消火系，安全避難通路，非常用照明	・事故時監視計器の一部	×	×	×	—	—
				・消火系 (水消火設備，泡消火設備，二酸化炭素消火設備，等)	×	×	×	—	—
				・消火系 (中央制御室排煙装置)	×	×	×	—	—
				・安全避難通路	×	×	×	—	—
				・非常用照明	×	×	×	—	—

※¹ 電気，機械装置のうち主な施設の記載は，当該系の施設を代表して記載し，直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。

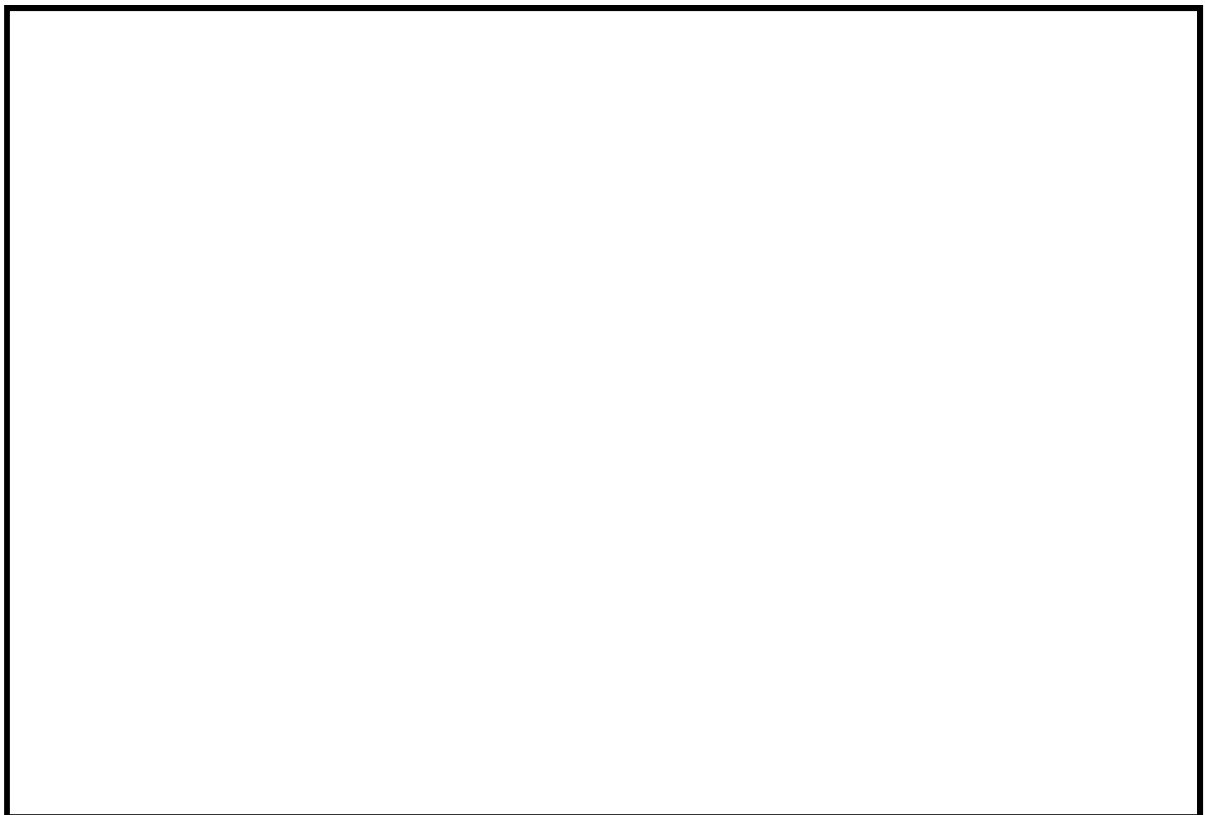
※² 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

2. 影響評価内容

(1) 熱影響評価

評価対象施設のうち、原子炉建屋内、タービン建屋内及び使用済燃料乾式貯蔵建屋については、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、当該建屋の外側コンクリート壁の温度評価を実施し、コンクリートの健全性が確保されることを確認する。

また、評価対象施設のうち、残留熱除去系海水系ポンプ、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。）用海水ポンプ、主排気筒、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。）及び放水路ゲートについては、屋外に設置されていることから、これらの施設の設置状況等を考慮して熱影響を評価する。（第 2-1 図参照）



第 2-1 図 外部火災に対する評価対象施設配置図

(2) 二次的影響評価

外部火災の二次的影響評価として、ばい煙等による機器への影響評価を実施する。

ばい煙等による機器への影響として、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）及び外気を取り込む屋外設置機器を評価対象設備として選定し評価する。

また、ばい煙等による中央制御室に対する居住性への影響を評価する。

(3) 放水路ゲートについて

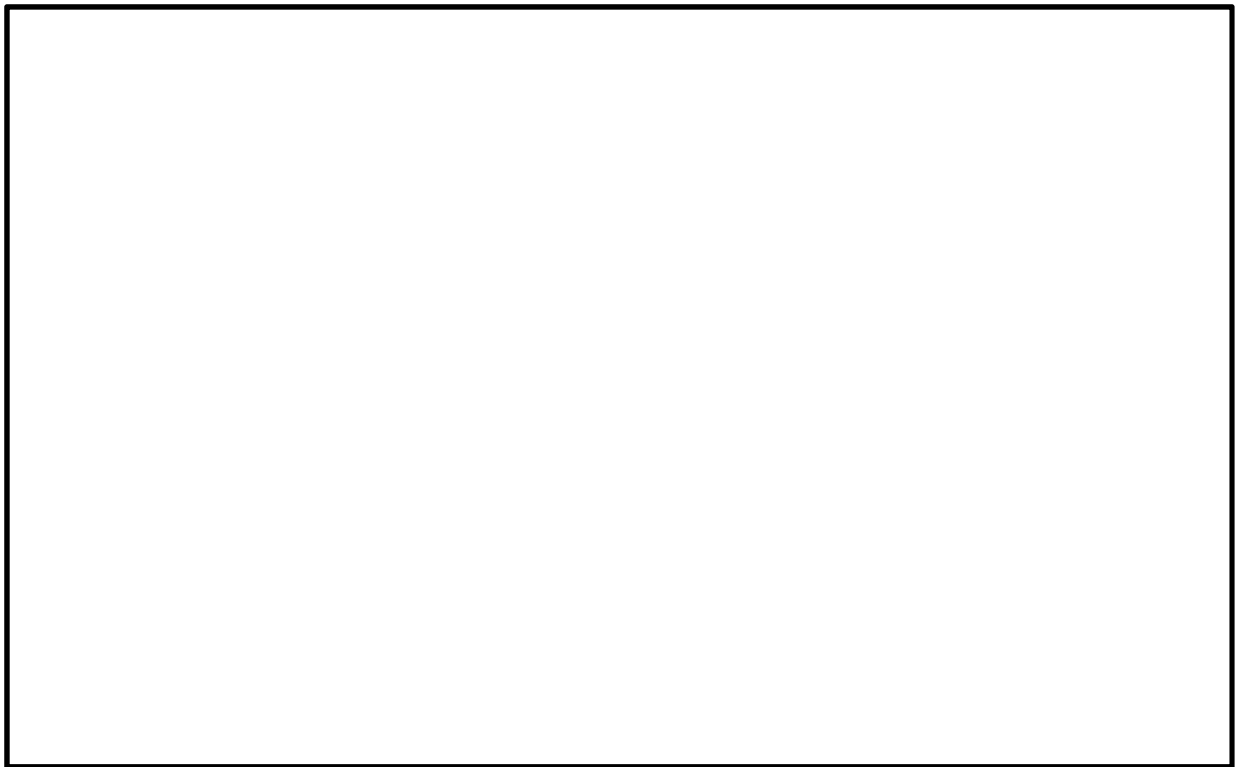
評価対象施設等のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは、大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないため、航空機落下確率を算出する標的面積として抽出しないことから、航空機墜落による火災は設計上考慮しない。

(4) 排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋について

評価対象施設のうち排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。外部火災を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、排気筒モニタ建屋も含め安全機能を損なわない設計とするため、排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋の詳細検討は不要とする。

(5) その他の別の評価対象施設に包絡される評価対象施設について

残留熱除去系海水系ストレーナ及び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。）用海水ストレーナ，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。）室ルーフベントファン及び非常用ガス処理系排気筒については，他の評価対象施設の評価に包絡されるため，詳細検討は不要とする。包絡される根拠を以下に示す。また，各対象の位置を第 2-2 図に示す。



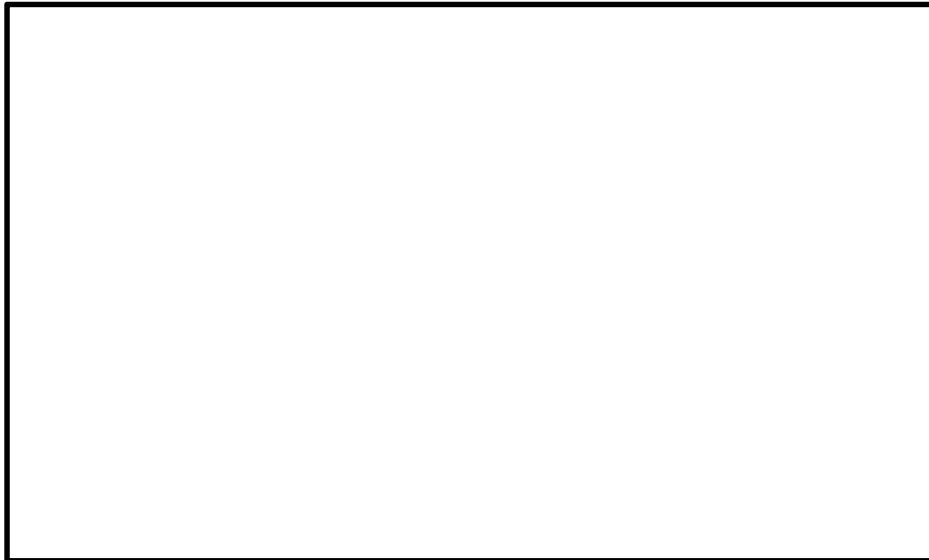
第 2-2 図 他の評価対象施設に包絡される対象の位置

- a. 残留熱除去系海水系ストレーナ及び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。）用海水ストレーナ

残留熱除去系海水系ストレーナ及び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。）用海水ストレーナ

レーナは以下の理由により同じ海水ポンプ室内にあり動的機器である残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプの評価に包絡される。

- ・ 海水ポンプ室内にある機器の評価では，火災源から対象までの離隔距離を一律海水ポンプ室外壁までとしているため，離隔距離が同じとなる。海水ポンプとストレーナの位置を第 2-3 図に示す。
- ・ 動的機器である残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプは，受ける熱の躯体及び冷却空気への影響度を踏まえ，より影響が大きい冷却空気への評価を行っており，この躯体への熱影響の評価は，同じ材質であるストレーナに対しても同じ結果となる。



第 2-3 図 海水ポンプとストレーナの位置

b. 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。) 吸気口及び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。）室ルーフベントファン

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。）吸気口及び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。）室ルーフベントファンは、以下の理由により、主排気筒の評価に包絡される。

- ・同じ鋼材である主排気筒の方が、吸気口及びルーフベントファンより火災源からの離隔距離が短く熱影響が大きい。敷地内の火災源から各対象までの離隔距離を第 2-1 表に示す。
- ・ルーフベントファンは、ディーゼル発電機室の排気を行う設備であり、熱影響を受けた排気が他の設備に影響を及ぼすことはない。

第 2-1 表 敷地内の火災源から各対象までの離隔距離

分類	火災源	火災源までの離隔距離	
		吸気口及び ルーフベントファン※ 1	主排気筒
森林火災	森林火災	267m	266m
敷地内 火災	熔融炉灯油タンク	— ※ 2	21m
	主要変圧器	— ※ 2	— ※ 2
	所内変圧器	— ※ 2	— ※ 2
	起動変圧器	— ※ 2	— ※ 2
航空機火災	F - 1 5	22m	22m

※ 1 火災源から、吸気口及びルーフベントファンが位置する原子炉建屋までの離隔距離

※ 2 火災源から対象が臨まない

c. 非常用ガス処理系排気筒

非常用ガス処理系排気筒は、以下の理由により主排気筒の評価に包絡される。

- ・主排気筒の評価は、主排気筒周囲の鉄塔を評価点としているため、非常用ガス処理系排気筒より火災源からの離隔距離が短く、熱影響が大きい。主排気筒と非常用ガス処理系排気筒の位置を第 2-4 図に示す。
- ・主排気筒及び非常用ガス処理系排気筒の熱影響の評価は、同じ材質である非常用ガス処理系排気筒の方が、離隔距離が長いため低い結果となる。



第 2-4 図 非常用ガス処理系排気筒と主排気筒の位置

3. 重大事故等対処設備について

評価対象施設を外部火災から防護することにより，外部火災によって重大事故等の発生に至ることはない。

また，重大事故等対処設備は，防火帯幅の確保及び建屋外壁等により防護する。

4. 津波防護施設について

以下の対応を行い，津波防護施設の機能維持を図る。

- ・ 森林火災に対しては，離隔距離を確保する。
- ・ 可燃物火災に対しては，散水を行い津波防護施設の温度上昇を抑制し，万が一，津波防護施設に熱影響が及んでいる可能性がある場合は，当該箇所の健全性を評価し，機能に支障がある場合は，プラントを停止し速やかに強度を保つよう補修を行う。

4.3 熱影響と危険距離の評価

評価対象施設に対して、森林火災による熱影響評価を行った。

4.3.1 パラメータの算出

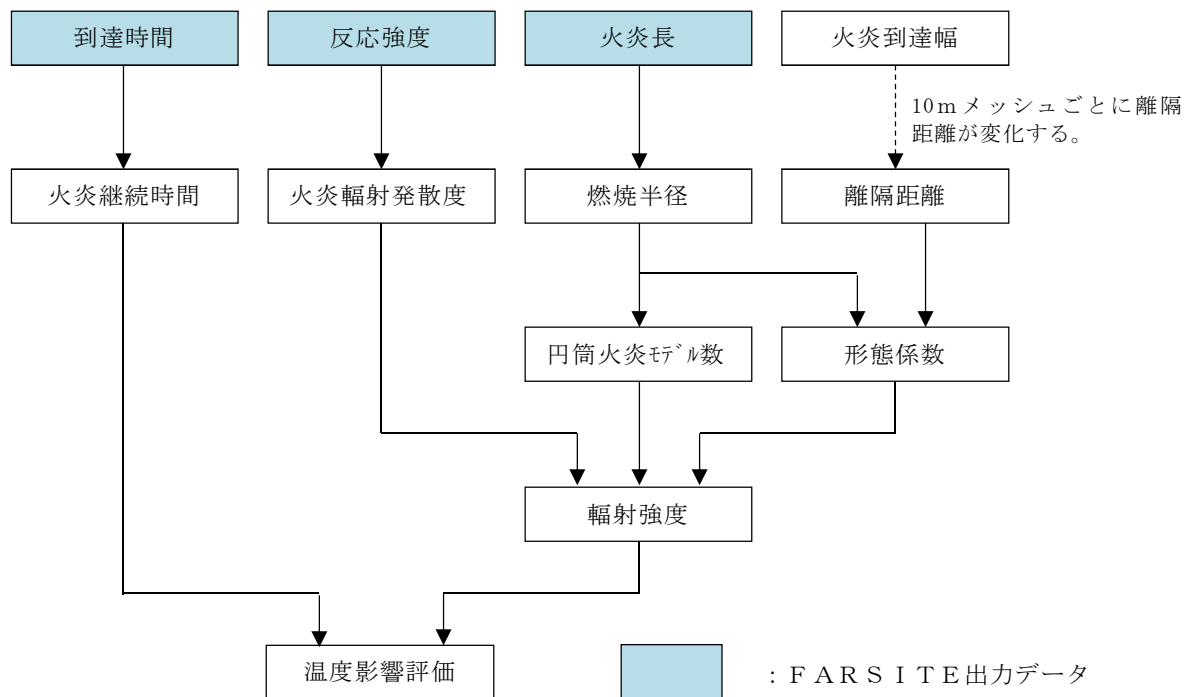
F A R S I T E 解析結果である火炎到達時間、反応強度、火炎長から、温度評価に必要なデータを算出した。温度評価に用いたデータの説明を第 4.3.1-1 表、F A R S I T E 解析結果及び算出データを第 4.3.1-2 表、温度評価の流れを第 4.3.1-1 図に示す。

第 4.3.1-1 表 温度評価に用いたデータ内容

項 目		内 容
FARSITE 解析結果	火炎到達時間 (hr)	出火から火炎の前線が該当地点に到達するまでの時間。 火炎継続時間の算出に使用する。
	反応強度 (kW/m ²)	単位面積当たりの熱放出速度であり、火炎輻射発散度の 根拠となる火災規模。火炎輻射発散度の算出に使用す る。
	火炎長 (m)	反応強度が最大位置の火炎の高さ。円筒火炎モデルの形 態係数の算出に使用する。
FARSITE 解析結果 より算出 したデータ	火炎継続時間 (hr)	到達時間から算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上 昇の算出に使用する。
	火炎輻射発散度 (kW/m ²)	反応強度に米国 NFPA の係数 0.377 を乗じて算出され、 円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	燃焼半径 (m)	火炎長に基づき算出され、円筒火炎モデルの形態係数の 算出に使用する。
	火炎到達幅 (m)	防火帯外縁における火炎到達セル数×セル幅 (10m)

第 4.3.1-2 表 F A R S I T E 解析結果及び算出データ

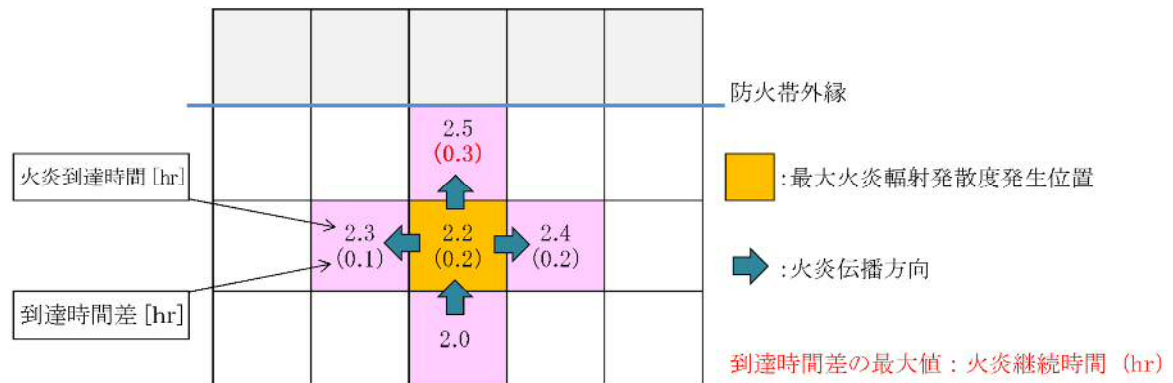
項 目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7
火炎到達時間 (hr)	0.2	4.0	0.7	6.0	2.9	1.1	0.7
火炎長 (m)	0.7	0.9	1.6	1.1	1.5	1.6	1.5
火炎継続時間 (hr)	0.36	0.16	0.07	0.16	0.10	0.06	0.08
火炎輻射発散度 (kW/m ²)	442	441	442	440	444	443	439
燃焼半径 (m)	0.2	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
火炎到達幅 (m)	1,960	1,550	1,960	1,460	1,960	1,960	1,330



第 4.3.1-1 図 温度評価流れ図

(1) 火炎継続時間

最大火炎輻射発散度の発生メッシュと隣接メッシュにおける火炎到達時間の差を火炎継続時間とする。2 つ以上の伝播方向がある場合は、最大時間を選択する。火炎継続時間の概念図を第 4.3.1-2 図に示す。



第 4.3.1-2 図 火炎継続時間の概念図

(2) 火炎輻射発散度

火炎輻射発散度は F A R S I T E 出力データである反応強度から算出する。

反応強度は炎から輻射として放出される熱エネルギーと、火炎・煙として対流放熱される熱エネルギーの和から求められることから、反応強度に対する火炎輻射発散度の割合を求めることで、反応強度から火炎輻射発散度を算出する。「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」から各樹木の発熱量を引用し、反応強度に対する火炎輻射発散度の割合を算出する。

東海第二発電所の周囲は、針葉樹で囲まれていることから、針葉樹の係数 0.377 を使用する。火炎輻射発散度と反応強度の発熱量の関係を第 4.3.1-3 表に示す。

$$\text{反応強度 (W/m}^2\text{)} = \text{火炎輻射発散度 (W/m}^2\text{)} + \text{火炎対流発散度 (W/m}^2\text{)}$$

第 4.3.1-3 表 火炎輻射発散度と反応強度の発熱量

発熱量 (∠H)	火炎輻射発散度 (∠Hrad)	火炎対流発散度 (∠Hcon)	反応強度 (∠Hch)	係数 (∠Hrad/∠Hch)
レッドオーク 発熱量 (落葉広葉樹の代表種)	4.6kJ/g	7.8kJ/g	12.4kJ/g	0.371
米松 発熱量 (針葉樹の代表種)	4.9kJ/g	8.1kJ/g	13.0kJ/g	0.377

※：「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」

(SFPE:米国防火技術者協会) より

(3) 燃焼半径

燃焼半径は，火炎長から算出する。

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

R : 燃焼半径 (m) H : 火炎長 (m)

(4) 火炎到達幅

発電所周囲の森林境界に到達した火炎のセル数×10m（セル幅）を火炎到達幅 W として算出する。

(5) 円筒火炎モデル数

円筒火炎モデル数及び 10m メッシュ内の円筒火炎モデル数を，火炎到達幅，燃焼半径から算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \quad F' = \frac{10}{2R}$$

F : 円筒火炎モデル数

W : 火炎到達幅 (m)

F' : 円筒火炎モデル数(10m メッシュ) R : 燃焼半径(m)

(6) 形態係数の算出

外部火災の影響評価ガイドに基づき形態係数を算出する。各円筒モデルから受熱面までの距離が異なるため、各円筒火炎モデルにおける形態係数を算出する。

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

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

ϕ_i : 円筒火炎モデルの形態係数

L_i : 離隔距離(m), H : 火炎長(m)

R : 燃焼半径(m)

(7) 輻射強度の算出

10m メッシュ内には燃焼半径から算出した F' 個の火炎が存在するものとして、受熱面への輻射強度を算出する。

$$E_0 = \phi_0 \times F' \times R_f \quad (\text{中心火炎の場合})$$

$$E_i = \phi_i \times F' \times R_f \times 2 \quad (\text{中心以外の火炎の場合})$$

ϕ_i : 形態係数

R_f : 最大火炎輻射発散度(kW/m²)

F' : 円筒火炎モデル数 (10m メッシュ)

4.3.2.6 放水路ゲートに対する熱影響評価と危険距離の算出

(1) 評価対象範囲

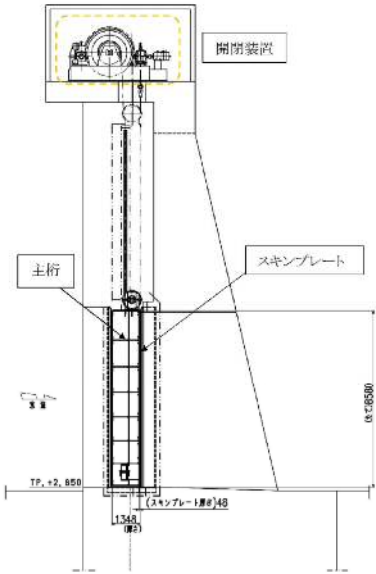
放水路ゲートについて，森林火災を想定して評価を実施した。

(2) 評価対象施設の仕様及び外形

放水路ゲート駆動装置の外殻となる放水路ゲート駆動装置機械室の仕様を第 4.3.2.6-1 表に，外形図を第 4.3.2.6-1 図に示す。

第 4.3.2.6-1 表 評価対象施設の仕様

名称	放水路ゲート駆動装置 機械室
床面高さ	T.P. + 11.0m
外殻材料	炭素鋼
個 数	3



第 4.3.2.6-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 評価対象施設までの離隔距離

評価対象施設から最も近い防火帯外縁までの離隔距離を第 4.3.2.6-2 表に示す。

第 4.3.2.6-2 表 評価対象施設から最も近い防火帯外縁までの離隔距離

評価対象施設	放水路ゲート
離隔距離 (m)	41

(4) 判断の考え方

a. 許容温度

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価方法

一定の輻射強度で放水路ゲート駆動装置機械室外殻が昇温されるものとして、表面での輻射による入熱量と対流熱伝達による外部への放熱量が釣り合うことを表した式 1 により外殻表面の温度が 325℃となる輻射強度 (=危険輻射強度) を求める。評価において対流による放熱を考慮している。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 1})$$

(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人日本建築センター)

T ：許容温度(325℃)， T_0 ：初期温度(50℃)^{※1}

E ：輻射強度(W/m²)， h ：熱伝達率(17W/m²/K)^{※2}

※1 水戸地方気象台で観測された最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

※2 「空気調和ハンドブック」に記載されている表面熱伝達率のうち，保守的に最小となる垂直外壁面における夏場の表面熱伝達率（空気）を採用

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

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

E ：輻射強度(W/m²)， R_f ：火炎輻射発散度(W/m²)， Φ ：形態係数

(出典：評価ガイド)

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を，式 3 より算出する。

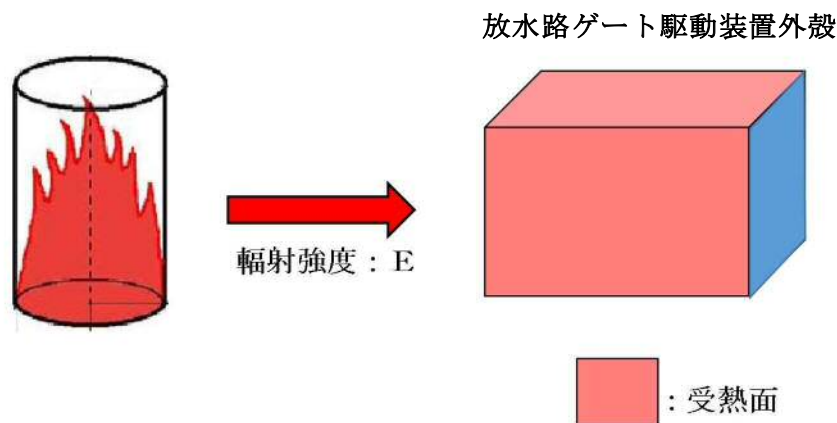
$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 3})$$

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

Φ :形態係数, L :離隔距離(m), H :炎の高さ(m), R :燃焼半径(m)

(出典:評価ガイド)

上記のとおり危険距離を算出し、最も近い防火帯外縁から影響評価対象までの離隔距離を下回るか評価を実施した。放水路ゲートの評価概念図を第 4.3.2.6-2 図に示す。



第 4.3.2.6-2 図 放水路ゲートの評価概念図

c. 評価結果

森林火災によって上昇する放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度及び、放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が 325℃となる危険距離を評価した結果、各評価結果が許容値以下であることを確認した。熱影響評価結果を第 4.3.2.6-3 表に、危険距離を第 4.3.2.6-4 表に示す。なお、放水路ゲート駆動装置は津波防護施設が障壁となり、森林火災の影響を受ける可能性は低い、外殻内面への熱影響防止のため、外殻裏面に断熱材

を設置し，内部の放水路ゲート駆動装置へ熱影響がない設計とする。
(別紙 2.11)

第 4.3.2.6-3 表 放水路ゲートの熱影響評価結果

評価対象施設	評価温度 (°C)							許容温度 (°C)
	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	
放水路ゲート	85	93	126	99	121	125	119	<325

第 4.3.2.6-4 表 放水路ゲートに対する危険距離

評価対象施設	危険距離 (m)							離隔距離 (m)
	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	
放水路ゲート	12	14	20	15	19	20	19	41

津波防護施設等に対する森林火災影響について

1. 評価対象の検討

津波防護施設のうち森林火災の影響を受ける対象を表 1、各対象の設置箇所を図 1 に示す。

表 1 森林火災の影響を受ける対象

対象名	設置箇所	構造概要
鋼管杭鉄筋 コンクリート防潮壁	全体	・ 丸パイプ形状の鋼管を地下に埋設 ・ 地上部は厚さ 70cm のコンクリート被覆 ・ 地上高さ(上端) : T. P. +18m ~ T. P. 20m
止水ジョイント部	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁のうち一定間隔の施工ブロックの境界	・ 鋼製アンカー, 止水ゴム, 鋼製防護部材等から構成される。 ・ 地上高さ(上端) : T. P. +18m ~ T. P. 20m
防潮扉	敷地南側境界付近	・ 鋼材製 ・ 地上高さ(上端) : T. P. +17m

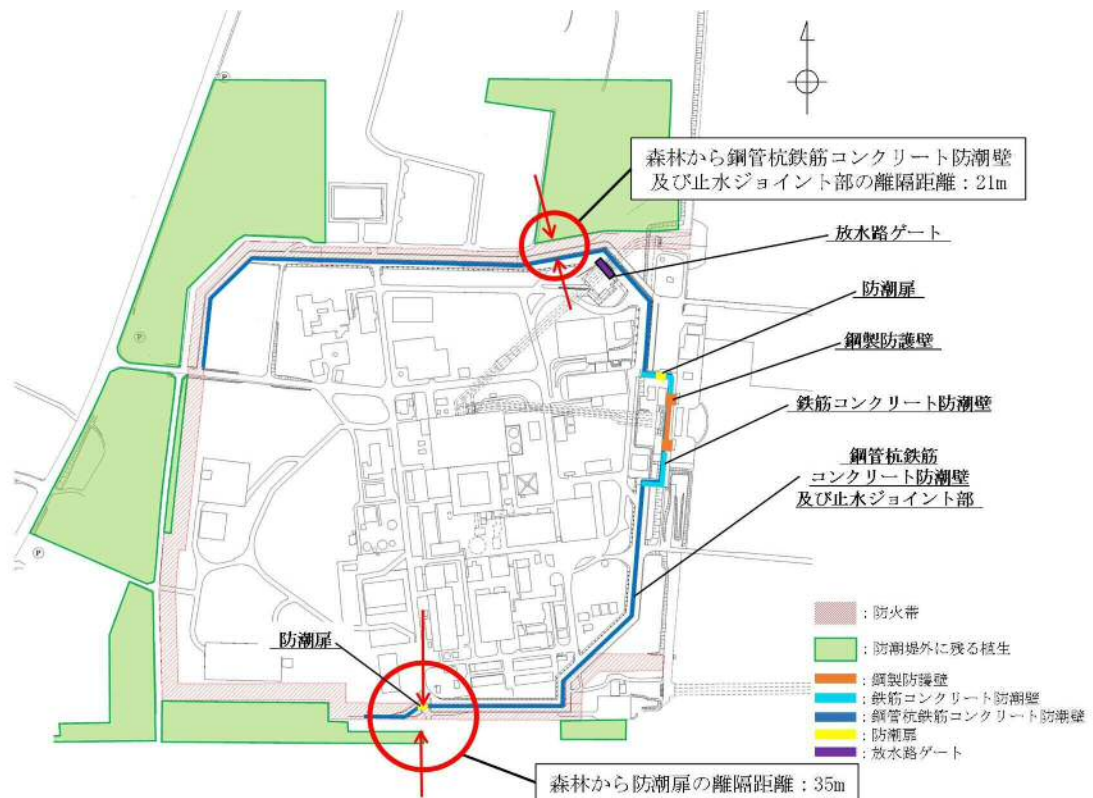


図 1 津波防護施設における森林火災の評価対象施設

2. 津波防護施設等に対する影響評価

2.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に対する熱影響評価

(1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の概要図

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁（以下「防潮壁」という。）は、地上部表面は鉄筋コンクリート製であるため、評価対象は鉄筋コンクリートとして熱影響評価を実施した。

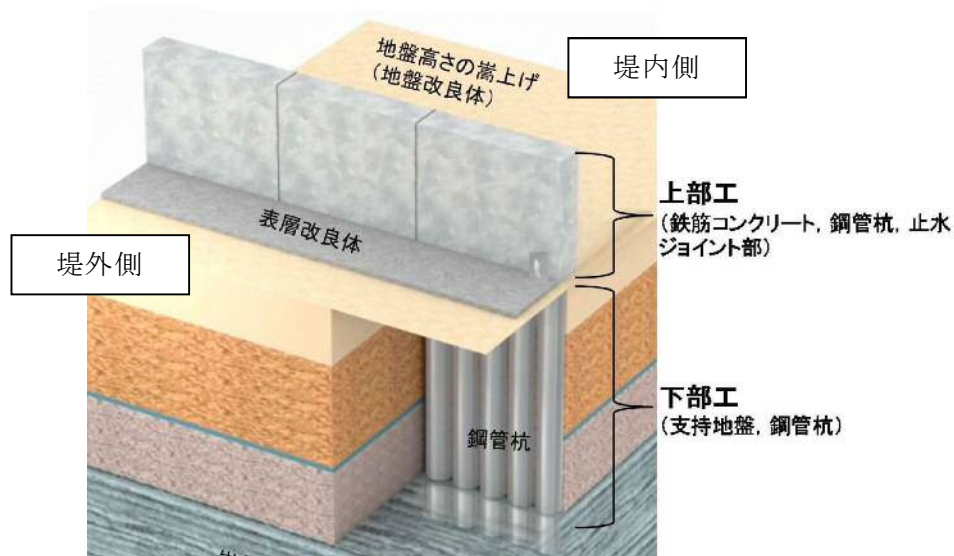


図2 防潮壁の概要図

(2) 評価対象施設から最も近い防火帯外縁までの離隔距離

評価対象施設から最も近い防火帯外縁までの離隔距離を表2に示す。

表2 評価対象施設から最も近い防火帯外縁までの離隔距離

評価対象施設	防潮壁
離隔距離 (m)	21

(3) 判断の考え方

a. 許容温度

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度 200℃以下とする。

b. 評価方法

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で外壁が昇温されるものとして、式1の一次元非定常熱伝導方程式を差分法より解くことで、外壁表面の温度及び外壁表面の温度が200℃となる輻射強度（=危険輻射強度）を算出する。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (\text{式1})$$

$$-k \frac{\partial T}{\partial x} = E \quad (x=0)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x=L)$$

（出典：伝熱工学，東京大学出版会）

T : 初期温度 (50℃) ※

E : 輻射強度 (W/m²)

ρ : 密度 (2,400kg/m³)

k : 熱伝導率 (1.63W/m/K)

C_p : 比熱 (880J/kg/K)

L : 厚さ (m)

※ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

式1で求めた危険輻射強度Eとなる形態係数Φを、式2より算出する。

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

E : 輻射強度 (W/m²), R_f : 火炎輻射発散度 (W/m²), Φ : 形態係数

（出典：評価ガイド）

式2で求めた形態係数Φとなる危険距離Lを、式3より算出する。

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

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

Φ :形態係数, L:離隔距離(m), H:炎の高さ(m), R:燃焼半径(m)

(出典:評価ガイド)

防潮壁の危険距離を算出した結果、森林からの離隔距離が危険距離を上回ることを確認した。防潮壁の評価結果を表3に示す。

表3 防潮壁の評価結果

評価対象施設	危険距離 (m)	森林からの離隔距離 (m)
防潮壁	18	21

2.2 止水ジョイント部及び防潮扉に対する熱影響評価

(1) 止水ジョイント部及び防潮扉の概要図

止水ジョイント部は鋼製防護部材で表面を覆っているため、鋼製防護部材を熱影響対象として評価を実施した。

防潮扉は鋼製の防潮扉を熱影響対象として評価を実施した。

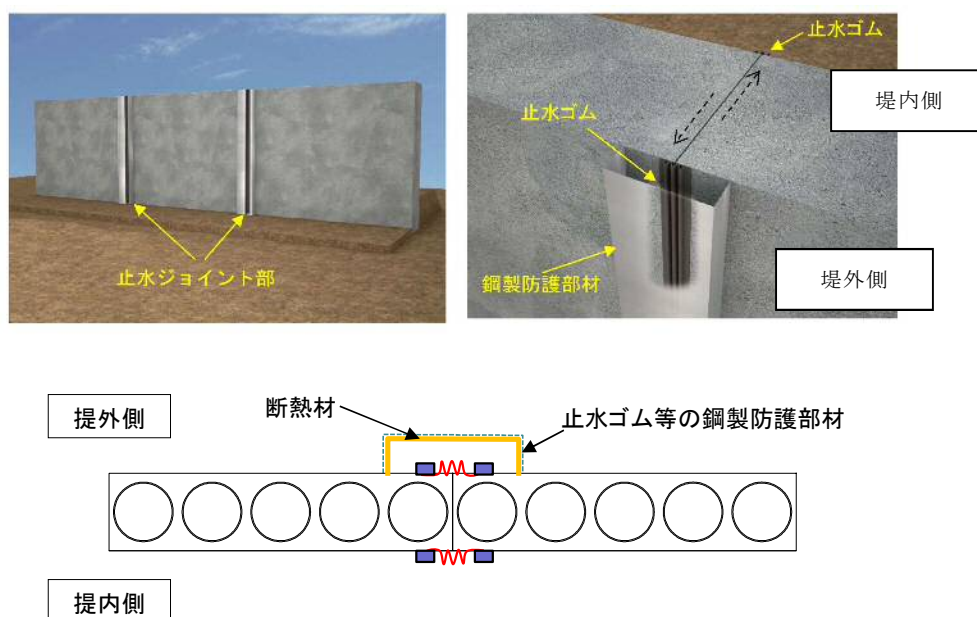


図3 止水ジョイント部の概要図

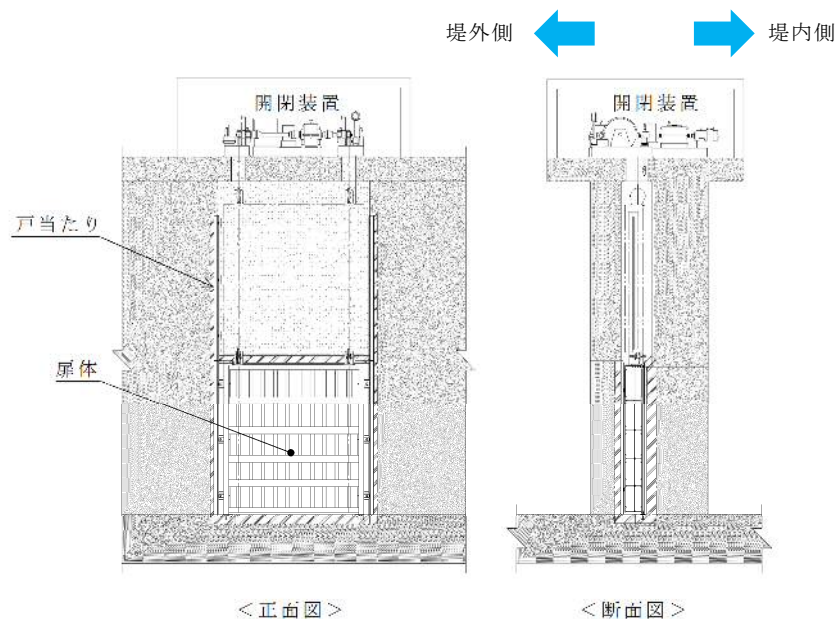


図 4 防潮扉の概要図

(2) 各評価対象施設から最も近い森林火災位置までの離隔距離

各評価対象施設から最も近い森林火災位置までの離隔距離を表 4 に示す。

表 4 各対象から最も近い森林火災位置までの離隔距離

評価対象施設	止水ジョイント部	防潮扉
離隔距離 (m)	21	35

(3) 判断の考え方

a. 許容温度

鋼製防護部材及び防潮扉の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価方法

一定の輻射強度で鋼製防護部材及び防潮扉が昇温されるものとして、

表面での輻射による入熱量と対流熱伝達による外部への放熱量が釣り合うことを表した式 1 により鋼製防護部材及び防潮扉の温度が 325℃となる輻射強度 (=危険輻射強度) を求める。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 1})$$

(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計 財団法人日本建築センター)

T：許容温度(325℃), T_0 ：初期温度(50℃)※¹

E：輻射強度(W/m²), h：熱伝達率(17W/m²/K)※²

※¹ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

※² 「空気調和ハンドブック」に記載されている表面熱伝達率のうち、保守的に最小となる垂直外壁面における夏場の表面熱伝達率(空気)を採用

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

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

E：輻射強度(W/m²), R_f ：火炎輻射発散度(W/m²), Φ ：形態係数

(出典：評価ガイド)

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を、式 3 より算出する。

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

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

Φ ：形態係数, L：離隔距離(m), H：炎の高さ(m), R：燃焼半径(m)

(出典：評価ガイド)

上記のとおり危険距離を算出し、最も近い森林火災位置から影響評価対象までの離隔距離を下回るか評価を実施した。

c. 評価結果

止水ジョイント部は、止水ゴム等を防護する鋼製防護部材の危険距離を算出した結果、森林火災位置からの離隔距離が危険距離を上回ることを確認した。また、止水ゴム等を防護する鋼製防護部材の裏面には不燃性の断熱材を設置するため、止水ジョイント部への影響はない。（別紙 2.10）

防潮扉は、鋼製の扉に対して危険距離を算出した結果、森林火災位置からの離隔距離が危険距離を上回ることを確認した。また、防潮扉には水密ゴムがあるが、直接火災の影響を受けることはなく、周囲に火災が迫った際は必要に応じ散水し温度上昇を抑制する。また万が一、防潮扉からの熱により水密ゴムの機能が喪失した場合には、速やかに取り替え等の対応を図る。

表 5 止水ジョイント部及び防潮扉の評価結果

評価対象施設	危険距離 (m)	森林からの離隔距離 (m)
止水ジョイント部 (鋼製防護部材で評価)	20	21
防潮扉	20	35

(4) その他の設備

その他の設備として津波監視設備がある。津波防護施設上部に設置している④北西側及び⑦南西側の津波・構内監視カメラは森林から近い位置にあるため、火災の影響を受け機能を喪失する可能性があるが、他の津波・構内監視カメラを用いて監視することで対応は可能である。また、状況を確認し速やかに予備品と交換する対応をとる。各津波・構内監視カメラの位置を図5に、主な監視範囲を表6に示す。



図5 津波・構内監視カメラの配置図

表6 津波・構内監視カメラの主な監視範囲

設置場所		主な監視範囲						
		敷地				津波防護施設		
		東側	西側	南側	北側	東側	南側	北側
原子炉建屋 屋上	① 北東側	○			○			
	② 北西側		○		○			
	③ 南東側	○		○				
津波防護施設 上部	④ 北西側		○		○			○
	⑤ 北東側	○			○	○		○
	⑥ 南東側	○		○		○	○	
	⑦ 南西側		○	○			○	

以 上

止水ゴム等を防護する鋼製防護部材について

1. 鋼製防護部材の裏面に設置する断熱材

鋼製防護部材が火災影響になり高温になると、裏面にある止水ゴム等に影響を与える可能性があるため、鋼製防護部材の裏面に断熱材を設置する。

断熱材は一般的なグラスウールを想定した場合、断熱材厚さが約 1cm 程度で、裏面の止水ゴム等に影響を与えないことを確認した。評価概念図と評価結果を以下に示す。

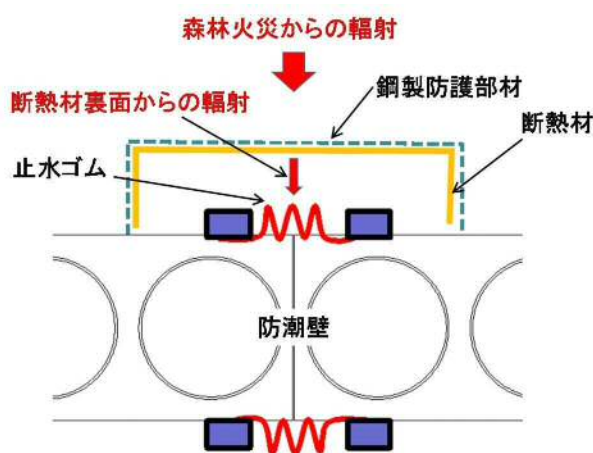


図 1 鋼製防護部材と断熱材の概念図

$$d = \frac{\lambda \times (T_{\text{out}} - T_{\text{in}})}{h \times (T_{\text{in}} - T)} = 0.015\text{m}$$

(出典：JIS 9501 2016)

d：断熱材の厚さ (m)

 λ ：断熱材の熱伝導率 (0.034W/(m・K)) ※1 T_{out} ：断熱材表面 (鋼製部材側) 温度 (325℃) ※2 T_{in} ：断熱材裏面 (止水ゴム側) 温度 (100℃) ※3

T：周囲空気温度 (37℃) ※4

h：熱伝達率 (8.29W/(m²・K)) ※5

※1 伝熱工学資料 (グラスウールの値)

※2 短期温度上昇時において鋼材の強度が維持される温度

※3 裏面への放熱が太陽輻射熱強度 (0.9kW/m²) 未満となる温度 (100℃)

※4 水戸地方気象台で観測された過去 10 年間の最高気温

※5 空気調和・衛生工学便覧 (静止空気に対する垂直表面の値)

2. 鋼製防護部材の構造

鋼製防護部材は、止水ジョイント部の側面を防護するよう設置する。F A R S I T E 解析の結果、津波防護施設周囲で発生する森林火災の最長の火炎長 1.6m であり、津波防護施設の地上高さは約 3m 以上で火炎長よりも高くなるため、津波防護施設上部が熱影響を受ける可能性は低い。万一、火炎長が高い森林火災が発生した際には、必要に応じ、地上高さが低い敷地北西側の津波防護施設を優先して散水活動により温度上昇を抑制する。

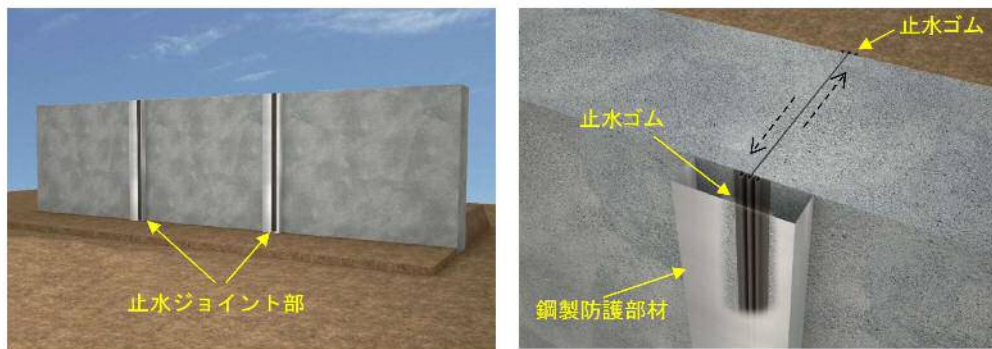


図2 止水ジョイント部と鋼製防護部材

放水路ゲート駆動装置外殻への断熱材設置について

放水路ゲート駆動装置外殻が火災影響になり高温になると、内部にある開閉装置に影響を与える可能性があるため、裏面に断熱材を設置する。

断熱材は一般的に使用されている硬質ウレタンフォームを想定し、断熱材厚さが約 27cm 程度で、放水路ゲート駆動装置外殻裏面の温度上昇は 1℃ 未満となり内部への熱影響を与えないことを確認した。評価概念図と評価結果を以下に示す。

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\left(\frac{1}{h} + \frac{\delta}{\lambda}\right)}$$

$$t' = \frac{Q}{h} + T_2$$

Q : 放散熱量 (W/m²)

λ : 断熱材の熱伝導率 (0.021W/m/K) ※1

T₁ : 外殻表面温度 (126℃) ※2

T₂ : 内気温度 (20℃)

t' : 断熱材表面温度 (℃)

h : 熱伝達率 (8.29W/m²/K) ※3

※1 硬質ウレタンフォーム断熱材の熱伝導率

※2 森林火災の熱影響を受けた場合の到達温度

※3 空気調和・衛生工学便覧 (静止空気に対する垂直表面の値)

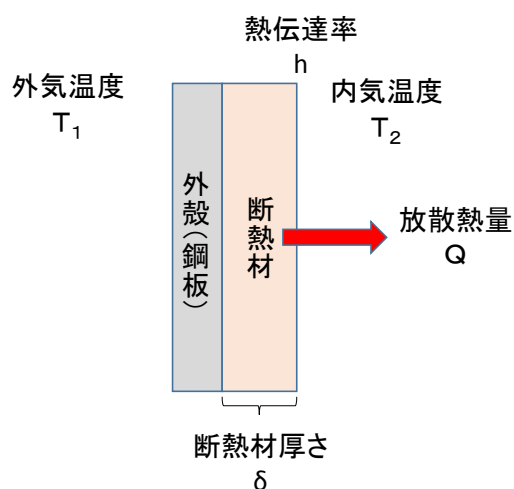


図 評価概念図

4.1.2.7 放水路ゲートに対する危険距離評価

(1) 評価対象範囲

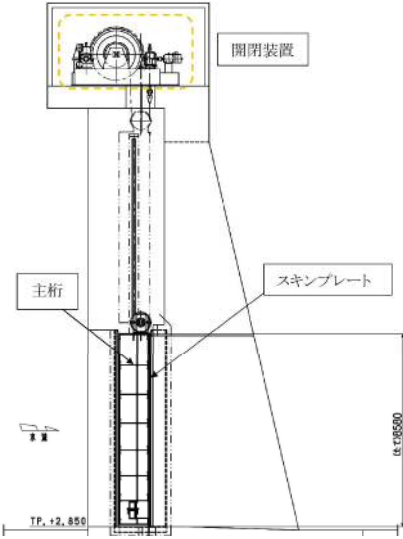
放水路ゲートについて、危険物貯蔵施設の火災を想定して評価を実施した。

(2) 評価対象施設の仕様

放水路ゲート駆動装置の外殻となる放水路ゲート駆動装置機械室の仕様を第 4.3.2.7-1 表に、外形図を第 4.1.2.7-1 図に示す。

第 4.1.2.7-1 表 評価対象施設の仕様

名称	放水路ゲート駆動装置 機械室
床面高さ	T. P. + 11. 0m
外殻材料	炭素鋼
個 数	3



第 4.1.2.7-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 評価対象施設までの離隔距離

想定火災源から評価対象施設までの離隔距離を第 4.1.2.7-2 表に示す。

第 4.1.2.7-2 表 想定火災源から評価対象施設までの離隔距離

想定火災源	放水路ゲート (m)
	1, 600

(4) 判断の考え方

a. 許容温度

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価方法

一定の輻射強度で放水路ゲート駆動装置機械室外殻が昇温されるものとして、表面での輻射による入熱量と対流熱伝達による外部への放熱量が釣り合うことを表した式 1 により外殻表面の温度が 325℃となる輻射強度 (=危険輻射強度) を求める。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 1})$$

(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人日本建築センター)

T ：許容温度 (325℃)， T_0 ：初期温度 (50℃)※¹

E ：輻射強度 (W/m^2)， h ：熱伝達率 ($17\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$)※²

※¹ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

※² 空気調和・衛生工学便覧 (外表面の熱伝達率は，受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが，一般的な値として垂直外壁面，屋根面及び上げ裏面の夏季，冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから，これらのうち最も小さい値である $17\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ を用いる。)

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

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

E ：輻射強度 (W/m^2)， R_f ：輻射発散度 (W/m^2)， Φ ：形態係数

(出典：評価ガイド)

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を，式 3 より算出する。

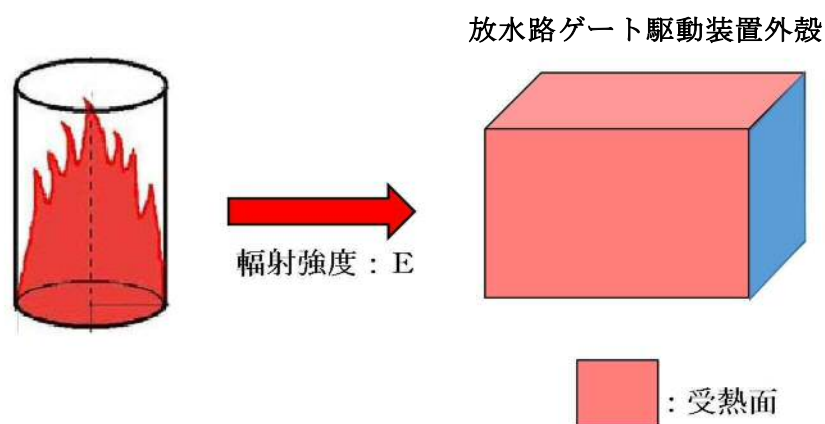
$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n \sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 3})$$

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

Φ :形態係数, L :離隔距離(m), H :炎の高さ(m), R :燃焼半径(m)

(出典:評価ガイド)

上記のとおり危険距離を算出し、当該危険物貯蔵施設から影響評価対象までの離隔距離を下回るか評価を実施した。放水路ゲートの評価概念図を第 4.1.2.7-2 図に示す。



第 4.1.2.7-2 図 放水路ゲートの評価概念図

c. 評価結果

放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が 325℃となる危険距離を算出した結果、放水路ゲートまでの危険距離が離隔距離以下であることを確認した。評価結果を第 4.1.2.7-3 表に示す。

第 4.1.2.7-3 表 放水路ゲートへの危険物貯蔵施設火災影響評価結果

評価対象施設	危険距離 (m)	離隔距離 (m)
放水路ゲート	10	1,600

2.2.5 放水路ゲートに対する危険距離評価

(1) 評価対象範囲

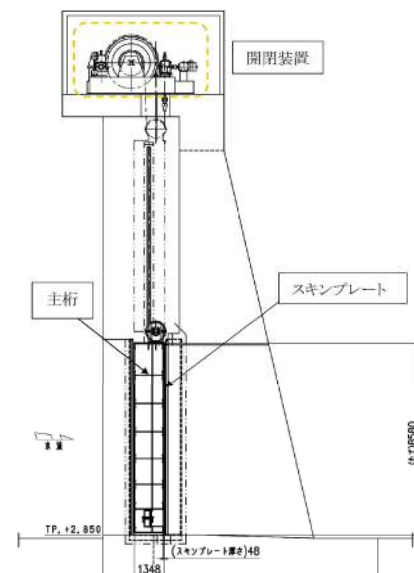
放水路ゲートについて、燃料輸送車両の火災を想定して評価を実施した。

(2) 評価対象施設の仕様

放水路ゲート駆動装置の外壳となる放水路ゲート駆動装置機械室の仕様を第 2.2.5-1 表に、外形図を第 2.2.5-1 図に示す。

第 2.2.5-1 表 評価対象施設の仕様

名称	放水路ゲート駆動装置 機械室
床面高さ	T. P. + 11. 0m
外壳材料	炭素鋼
個 数	3



第 2.2.5-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 評価対象施設までの離隔距離

想定火災源から評価対象施設までの離隔距離を第 2.2.5-2 表に示す。

第 2.2.5-2 表 想定火災源から評価対象施設までの離隔距離

想定火災源	放水路ゲート (m)
燃料輸送車両	600

(4) 判断の考え方

a. 許容温度

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価方法

一定の輻射強度で放水路ゲート駆動装置機械室外殻が昇温されるものとして、表面での輻射による入熱量と対流熱伝達による外部への放熱量が釣り合うことを表した式 1 により外殻表面の温度が 325℃となる輻射強度 (=危険輻射強度) を求める。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 1})$$

(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人日本建築センター)

T：許容温度(325℃)， T_0 ：初期温度(50℃)^{※1}

E：輻射強度(W/m²)，h：熱伝達率(17W/m²/K)^{※2}

※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

※2 空気調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は，受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが，一般的な値として垂直外壁面，屋根面及び上げ裏面の夏季，冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから，これらのうち最も小さい値である17W/m²/Kを用いる。）

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

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

E：輻射強度(W/m²)， R_f ：輻射発散度(W/m²)， Φ ：形態係数

(出典：評価ガイド)

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を，式 3 より算出する。

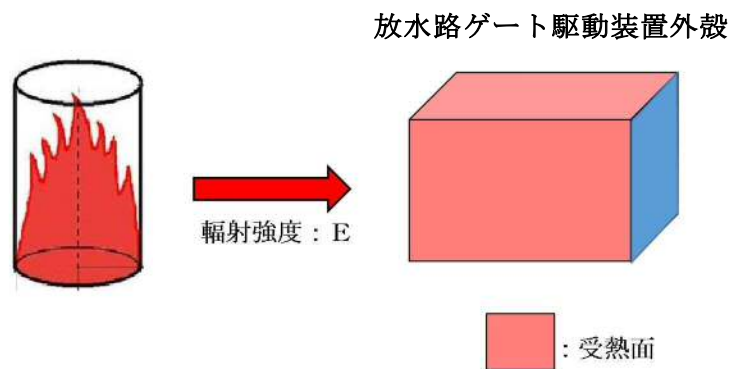
$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n \sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 3})$$

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

Φ :形態係数, L :離隔距離(m), H :炎の高さ(m), R :燃焼半径(m)

(出典:評価ガイド)

上記のとおり危険距離を算出し、当該燃料輸送車両から評価対象施設までの離隔距離を下回るか評価を実施した。放水路ゲートの評価概念図を第 2.2.5-2 図に示す。



第 2.2.5-2 図 放水路ゲートの評価概念図

c. 評価結果

放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が 325℃となる危険距離を算出した結果、放水路ゲートまでの危険距離が離隔距離以下であることを確認した。評価結果を第 2.2.5-3 表に示す。

第 2.2.5-3 表 放水路ゲートへの燃料輸送車両火災影響評価結果

評価対象施設	危険距離 (m)	離隔距離 (m)
放水路ゲート	9	600

2.6 放水路ゲートに対する危険距離評価

(1) 評価対象範囲

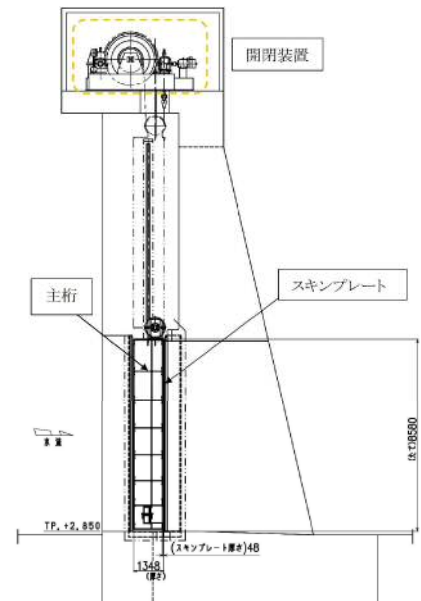
放水路ゲートについて，船舶の火災を想定して評価を実施した。

(2) 評価対象施設の仕様

放水路ゲート駆動装置の外殻となる放水路ゲート駆動装置機械室の仕様を第 2.6-1 表に，外形図を第 2.6-1 図に示す。

第 2.6-1 表 評価対象施設の仕様

名称	放水路ゲート駆動装置 機械室
床面高さ	T. P. + 11. 0m
外殻材料	炭素鋼
個 数	3



第 2.6-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 評価対象施設までの離隔距離

想定火災源から評価対象施設までの離隔距離を第 2.6-2 表に示す。

第 2.6-2 表 想定火災源から評価対象施設までの離隔距離

想定火災源	放水路ゲート (m)
	1, 050
	220

(4) 判断の考え方

a. 許容温度

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価方法

一定の輻射強度で放水路ゲート駆動装置機械室外殻が昇温されるものとして、表面での輻射による入熱量と対流熱伝達による外部への放熱量が釣り合うことを表した式 1 により外殻表面の温度が 325℃となる輻射強度 (=危険輻射強度) を求める。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 1})$$

(出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計，財団法人日本建築センター)

T：許容温度(325℃)， T_0 ：初期温度(50℃)※¹

E：輻射強度(W/m²)，h：熱伝達率(17W/m²/K)※²

※¹ 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値

※² 空気調和・衛生工学便覧(外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面，屋根面及び上げ裏面の夏季，冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから，これらのうち最も小さい値である 17W/m²/K を用いる。)

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

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

E：輻射強度(W/m²)， R_f ：輻射発散度(W/m²)， Φ ：形態係数

(出典：評価ガイド)

式 2 で求めた形態係数 Φ となる危険距離 L を，式 3 より算出する。

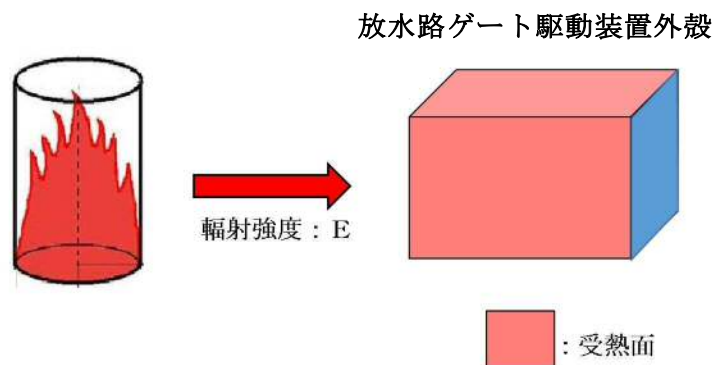
$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 3})$$

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

Φ :形態係数, L :離隔距離(m), H :炎の高さ(m), R :燃焼半径(m)

(出典:評価ガイド)

上記のとおり危険距離を算出し、当該船舶から評価対象施設までの離隔距離を下回るか評価を実施した。放水路ゲートの評価概念図を第 2.6-2 図に示す。



第 2.6-2 図 放水路ゲートの評価概念図

c. 評価結果

放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が 325℃となる危険距離を算出した結果、放水路ゲートまでの危険距離が離隔距離以下であることを確認した。評価結果を第 2.6-3 表に示す。

第 2.6-3 表 放水路ゲートへの船舶火災影響評価結果

想定火災源	危険距離 (m)	離隔距離 (m)
	87	1,050
	29	220

第 3.2.3-4 表 外壁に対する熱影響評価結果

想定火災源	評価対象施設	評価温度※ (℃)	許容温度 (℃)
主要変圧器	タービン建屋	149	< 200
所内変圧器 2 A		187	
起動変圧器 2 B		182	

※ 放熱なしの条件では許容温度を上回るため、放熱を考慮して評価を実施

3.2.4 放水路ゲートに対する熱影響評価

(1) 評価対象範囲

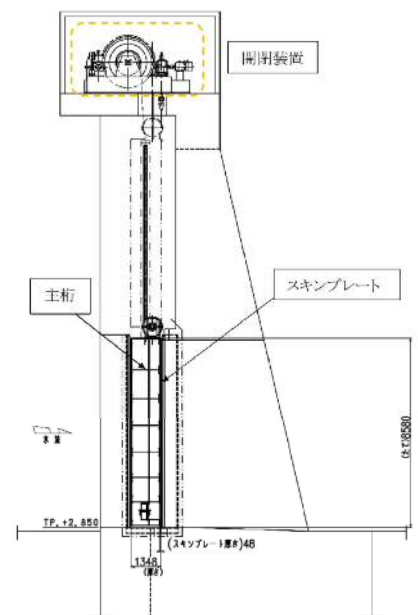
放水路ゲートについて主要変圧器及び所内変圧器 2 A の火災を想定して評価を実施した。

(2) 評価対象施設の仕様

放水路ゲート駆動装置の外殻となる放水路ゲート駆動装置機械室の仕様を第 3.2.4-1 表に、外形図を第 3.2.4-1 図に示す。

第 3.2.4-1 表 評価対象施設の仕様

名称	放水路ゲート駆動装置 機械室
床面高さ	T. P. + 11.0m
外殻材料	炭素鋼
個 数	3



第 3.2.4-1 図 評価対象施設の外形図

(3) 火災源となる設備から放水路ゲートまでの離隔距離

火災源となる設備から放水路ゲートまでの離隔距離を第 3.2.4-2 表に示す。

第 3.2.4-2 表 火災源となる設備から放水路ゲートまでの離隔距離

想定火災源	離隔距離 L (m)
主要変圧器 所内変圧器 2 A	270

(4) 形態係数の算出

以下の式から形態係数を算出した。算出結果を第 3.2.4-3 表に示す。

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

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

Φ :形態係数, L :離隔距離(m), H :炎の高さ(m), R :燃焼半径(m)

第 3.2.4-3 表 火災源となる設備の形態係数

想定火災源	離隔距離 L (m)	燃焼半径 R (m)	形態係数 Φ (-)
主要変圧器	270	2.483	2.6826×10^{-2}
所内変圧器 2 A	270	22.45	2.674

(5) 輻射強度の評価

火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を掛けた値になる。算出結果を第 3. 2. 4-4 表に示す。

$$E = R_f \cdot \Phi$$

E：輻射強度(W/m²)，R_f：輻射発散度(W/m²)，Φ：形態係数

第 3. 2. 4-4 表 火災源となる設備の輻射強度

想定火災源	燃料の種類	輻射発散度 R _f (kW/m ²)	形態係数 Φ (-)	輻射強度 E (W/m ²)
主要変圧器	絶縁油	23	8.202×10 ⁻⁴	19
所内変圧器 2 A	絶縁油	23	1.887×10 ⁻⁴	4

(6) 判断の考え方

a. 許容温度

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度 325℃以下とする。

b. 評価結果

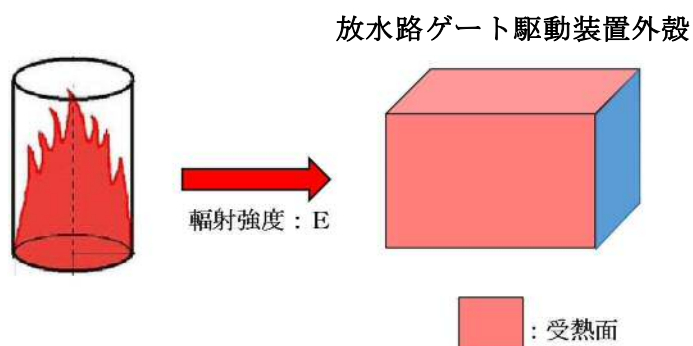
一定の輻射強度で放水路ゲート駆動装置機械室外殻が昇温されるものとして、輻射による入熱量と対流による放熱量が釣り合うことを表した下記の温度評価式により主排気筒鉄塔表面の温度上昇を求め、表面温度が許容温度以下であるか評価した。放水路ゲートの評価概念図を第 3. 2. 4-2 図に示す。

$$T = T_0 + \frac{E}{2h}$$

T：許容温度(325℃)，T₀：初期温度(50℃)^{※1}

E：輻射強度(W/m²)，h：熱伝達率(17W/m²/K)^{※2}

- ※1 水戸地方気象台で観測された過去最高気温 38.4℃に保守性を持たせた値
- ※2 空気調和・衛生工学便覧（外表面の熱伝達率は，受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが，一般的な値として垂直外壁面，屋根面及び上げ裏面の夏季，冬季の値が示されている。評価上放熱が少ない方が保守的であることから，これらのうち最も小さい値である $17\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ を用いる。）



第 3. 2. 4-2 図 放水路ゲートの評価概念図

放水路ゲート駆動装置外殻表面の温度上昇を評価した結果，許容温度 325℃以下であることを確認した。評価結果を第 3. 2. 4-5 表に示す。

第 3. 2. 4-5 表 評価対象施設に対する熱影響評価結果

想定火災源	評価対象施設	評価温度 (℃)	許容温度 (℃)
主要変圧器	放水路ゲート	51	< 325
所内変圧器 2 A		51	

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止

(火山)

第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止
(火山)

<目 次>

1. 基本方針
 1. 1 要求事項の整理
 1. 2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
2. 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）
 - 別添資料 1 火山影響評価について
3. 運用，手順説明資料
 - 別添資料 2 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

<概 要>

1. において，設計基準対象施設の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。

2. において，設計基準対象施設について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

3. において，追加要求事項に適合するための運用，手順等を抽出し，必要となる運用対策等を整理する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について，設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条において，追加要求事項を明確化する。（第 1.1－1 表）

第 1.1－1 表 設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条 要求事項

設置許可基準規則 第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	技術基準規則 第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）	備考
安全施設は、想定される自然事象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準対象施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。		追加要求事項
3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性（手順等含む）

(1) 位置，構造及び設備

ロ 発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

a. 設計基準対象施設

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

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

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

上記に加え，重要安全施設は，科学的技術的知見を踏まえ，当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について，それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また，安全施設は，発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下），ダムの崩壊，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス，船舶の衝突又は電磁的障害の発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

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

自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

（a-7）火山

安全施設は、発電所の運用期間中において発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 50cm、粒径 8.0mm 以下、密度 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ （乾燥状態） $\sim 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ （湿潤状態）の降下火砕物に対し、以下のような設計とすることにより降下火砕物による直接的影響に対して機能維持するこ

と若しくは降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること
- ・ 換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 水循環系の内部における摩耗並びに換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（摩耗）に対して摩耗しにくい設計とすること
- ・ 構造物の化学的影響（腐食），水循環系の化学的影響（腐食）並びに換気系，電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気系は降下火砕物が侵入しにくく，さらに外気を遮断できる設計とすること
- ・ 電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計測制御設備（安全保護系）の設置場所の換気空調設備は降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火

碎物の除去や換気空調設備外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調設備の停止若しくは閉回路循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

さらに、降下火碎物による間接的影響である 7 日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電所の安全性を維持するために必要となる電源の供給が継続できることにより安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 : (3.2 : 1-6)】

(2) 安全設計方針

1.7.7 火山防護に関する基本方針

1.7.7.1 設計方針

(1) 火山事象に対する施設の基本方針

安全施設は、火山事象に対して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能を損なわない設計とする。このため、「添付書類六 7. 火山」で評価し抽出された発電所に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物に対して、対策を行い、建屋による防護、構造健全性の維持、代替設備の確保等によって、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器とする。

降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち，外部事象防護対象施設は，建屋による防護又は構造健全性の維持等により安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料1：(3.2：1-6)】

(2) 降下火砕物の設計条件

a. 設計条件の検討・設定

発電所の敷地において考慮する火山事象は、「添付書類六 7. 火山」に示すとおり降下火砕物のみである。

降下火砕物の層厚は，降下火砕物の分布状況，シミュレーション及び分布事例による検討結果から総合的に判断し，保守的に50cmと設定する。なお，鉛直荷重については，湿潤状態の降下火砕物に，建築基準法の考え方に基づいた東海村における平均的な積雪量を踏まえて設定する。

粒径及び密度については、文献調査及び地質調査の結果を踏まえ、粒径 8.0mm 以下、密度 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ （乾燥状態）～ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ （湿潤状態）と設定する。

【別添資料 1 : (3.1 : 1-5)】

(3) 評価対象施設等の抽出

外部事象防護対象施設等のうち、屋内設備は外殻となる建屋により防護する設計とし、評価対象施設を、建屋、屋外に設置されている施設、降下火砕物を含む海水の流路となる施設、降下火砕物を含む空気の流路となる施設、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設に分類し抽出する。また、評価対象施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。

上記に含まれない構築物、系統及び機器は、降下火砕物により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

a. 建屋

- ・原子炉建屋
- ・タービン建屋
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋
- ・排気筒モニタ建屋

b. 屋外に設置されている施設

- ・残留熱除去系海水系ポンプ
- ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「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。）用海水ポンプ」という。）

- ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ
 - ・ 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「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。）用海水ストレーナ」という。）
 - ・ 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口（以下「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。）吸気口」という。）
 - ・ 中央制御室換気系冷凍機
 - ・ 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「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。）室ルーフベントファン」という。）
 - ・ 主排気筒
 - ・ 非常用ガス処理系排気筒
 - ・ 放水路ゲート
 - ・ 排気筒モニタ
- c. 降下火砕物を含む海水の流路となる施設
- ・ 残留熱除去系海水系ポンプ
 - ・ 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。）用海水ポンプ
 - ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備
 - ・ 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。）用海水ストレーナ及び下流設備
- d. 降下火砕物を含む空気の流路となる施設

- ・非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機
(以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）」という。)
 - ・換気空調設備（外気取入口）のうち中央制御室換気系
 - ・換気空調設備（外気取入口）のうち非常用ディーゼル発電機室換気系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系（以下「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。）換気系」という。)
 - ・主排気筒
 - ・非常用ガス処理系排気筒
 - ・排気筒モニタ
- e. 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設
- ・計測制御設備（安全保護系）
- f. 降下火砕物の影響を受ける施設であって、その停止等により、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設
- ・非常用ディーゼル発電機排気消音器及び排気管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器及び排気管（以下「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。）排気消音器及び排気管」という。)
 - ・海水取水設備（除塵装置）
 - ・換気空調設備（外気取入口）

上記により抽出した評価対象施設等を第 1.7.7-1 表に示す。

【別添資料 1 : (3.3 : 1-6～17)】

(4) 降下火砕物による影響の選定

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

a．降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果より、降下火砕物は以下の特徴を有する。

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

【別添資料 1：(3.4.1：1-18)】

b．直接的影響

降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重，閉塞，摩耗，腐食，大気汚染，水質汚染及び絶縁低下を抽出し，評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して直接的な影響因子を以下のとおり選定する。

(a) 荷重

「荷重」について考慮すべき影響因子は，建屋及び屋外設備の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」及び建屋及び屋外設備に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。

評価に当たっては以下の荷重の組合せを考慮する。

i) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重

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

ii) 設計基準事故時荷重

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

また，評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じる屋外設備としては，残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプが考えられるが，設計基準事故時においても，通常運転時の系統内圧力及び温度と変わらず，機械的荷重が変化することはないため，設計基準事故時荷重と降下火砕物との組合せは考慮しない。

iii) その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組合せ

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

(b) 閉塞

「閉塞」について考慮すべき影響因子は，降下火砕物を含む海水が流路の狭隘部等を閉塞させる「水循環系の閉塞」及び降下火砕物を含む空気が機器の狭隘部や換気系の流路を閉塞させる「換気系，電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）」である。

(c) 摩耗

「摩耗」について考慮すべき影響因子は，降下火砕物を含む海水が流路に接触することにより配管等を摩耗させる「水循環系の内部における摩耗」及び降下火砕物を含む空気が動的機器の摺動部に侵入し摩

耗させる「換気系，電気系及び計測制御系の機械的影響（摩耗）」である。

(d) 腐食

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

(e) 大気汚染

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

(f) 水質汚染

「水質汚染」については，給水等に使用する工業用水に降下火砕物が混入することによる汚染が考えられるが，発電所では給水処理設備により水処理した給水を使用しており，降下火砕物の影響を受けた工業用水を直接給水として使用しないこと，また水質管理を行っていることから，安全施設の安全機能には影響しない。

(g) 絶縁低下

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

【別添資料 1 : (3.4.2 : 1-18～20)】

c. 間接的影響

(a) 外部電源喪失及びアクセス制限

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

【別添資料 1 : (3. 4. 3 : 1-20)】

(5) 降下火砕物による直接的影響に対する設計

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

評価対象施設等のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。火山の影響を起因として津波が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象施設等のうち排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。火山の影響を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

a. 降下火砕物による荷重に対する設計

(a) 構造物への静的負荷

評価対象施設等のうち、構造物への静的負荷を考慮すべき施設は、降下火砕物が堆積する以下の施設である。

・ 建屋

原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

・ 屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ，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。）用海水ストレーナ，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。）吸気口，中央制御室換気系冷凍機，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。）室ルーフベントファン

・ 降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

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。）排気消音器及び排気管

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

評価対象施設等の建屋においては，建築基準法における一般地域の

積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の除去を適切に行うことから、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重として扱う。また、降下火砕物による荷重と他の荷重を組合せた状態に対する許容限界は次のとおりとする。

- ・原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

原子炉建屋に要求されている気密性及び遮蔽性を担保する屋根スラブは、建築基準法の短期許容応力度を許容限界とする。また、屋根スラブとともに建屋の構造強度を担保する主トラスは、終局耐力に対して妥当な安全余裕を有する許容限界とする。

落下によって内包する外部事象防護対象施設が損傷することを防止する屋根スラブは、部材の終局耐力を許容限界とする。また、複数部材で構成されている主トラスの崩壊によって内包する外部事象防護対象施設が損傷することを防止するため、主トラスは構造物全体として崩壊機構が形成されないことを許容限界とする。

- ・建屋を除く評価対象施設等

許容応力を「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）」等に準拠する。

【別添資料 1 : (3.6.1 : 1-21～23)】

(b) 粒子の衝突

評価対象施設等のうち、建屋及び屋外設備は、「粒子の衝突」に対して、「1.7.2 竜巻防護に関する基本方針」に基づく設計によって、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。

【別添資料 1 : (3.6.1 : 1-23)】

b. 降下火砕物による荷重以外に対する設計

降下火砕物による荷重以外の影響は、構造物への化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）等により安全機能を損なわない設計とする。

外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計については、「c. 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計」に示す。

(a) 構造物への化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、構造物への化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物の直接的な付着による影響が考えられる以下の施設である。

- ・ 建屋

原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

- ・ 屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ，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。）用海水ストレーナ，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。）吸気口，中央制御室換気系冷凍機，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。）室ルーフベントファン，主排気筒，非常用ガス処理系排気筒

- ・ 降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

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。) 排気消音器及び排気管

金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食を生じないが、外装の塗装等によって短期での腐食により、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。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.2 : 1-23~24)】

(b) 水循環系の閉塞，内部における摩耗及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、水循環系の閉塞，内部における摩耗及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。

・降下火砕物を含む海水の流路となる施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備，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。）用海水ストレーナ及び下流設備

・降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

海水取水設備（除塵装置）

降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが、当該施設については、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けることにより、海水の流路となる施設が閉塞しない設計とする。

内部における摩耗については、主要な降下火砕物は砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから、摩耗による影響は小さい。また当該

施設については、定期的な内部点検及び日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩耗により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。

化学的影響（腐食）については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により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。なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.2 : 1-24～25)】

(c) 電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。

・屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ、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。）用海水ポンプ

機械的影響（閉塞）については、残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプの電動機本体は外気と遮断された全閉構造、空気冷却器の冷却管内径及び冷却流路は降下火砕物粒径以上の幅を設ける構造とすることにより、機械的影響（閉塞）により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。

化学的影響（腐食）については、金属腐食研究の結果より、降下

火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのない設計とする。なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.2 : 1-25～26)】

(d) 絶縁低下及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、絶縁低下及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。

- ・ 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設

計測制御設備（安全保護系）

当該施設の設置場所は中央制御室換気系にて空調管理されており、本換気空調系の外気取入口にはバグフィルタを設置していることから、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。

また、本換気空調系については、外気取入ダンパを閉止し閉回路循環運転を行うことにより侵入を阻止することも可能である。

バグフィルタの設置により降下火砕物の侵入に対する高い防護性能を有すること、また外気取入ダンパの閉止による侵入防止が可能な設計とすることにより、降下火砕物の付着に伴う絶縁低下及び化学的影響（腐食）による影響を防止し、計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.2 : 1-26～27)】

c. 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計

外気取入口からの降下火砕物の侵入に対して、以下のとおり安全機能を損なわない設計とする。

(a) 機械的影響（閉塞）

評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（閉塞）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。

・降下火砕物を含む空気の流路となる施設

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。）、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。）吸気口、換気空調設備（外気取入口）、主排気筒、非常用ガス処理系排気筒

各施設の構造上の対応として、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。）吸気口は、開口部を下向きの構造とすることにより、降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。

主排気筒は、降下火砕物が侵入した場合でも、主排気筒の構造から排気流路が閉塞しない設計とする。非常用ガス処理系排気筒は、降下火砕物の侵入防止を目的とする構造物を取り付けることにより、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。

また、外気を取り入れる換気空調設備（外気取入口）及び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。）の空気の流路にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、さらに降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替又は清掃が可能な構造と

することで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

ディーゼル発電機機関は、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.3 : 1-27~28)】

(b) 機械的影響（摩耗）

評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（摩耗）を考慮すべき施設は、以下の施設である。

- ・ 降下火砕物を含む空気の流路となる施設のうち摺動部を有する施設

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。）

主要な降下火砕物は砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから、摩耗の影響は小さい。

構造上の対応として、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。）吸気口の開口部を下向きとすることによりディーゼル発電機機関に降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

また、仮にディーゼル発電機機関の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐摩耗性のある材料を使用することで、摩耗により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。）の安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り入れる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。）の空気の流路にフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、摩耗によ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。)の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.3 : 1-28～29)】

(c) 化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。

- ・ 降下火砕物を含む空気の流路となる施設

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。）、換気空調設備（外気取入口）、主排気筒、非常用ガス処理系排気筒

金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、塗装の実施等によって、腐食により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。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.3 : 1-29～30)】

(d) 大気汚染（発電所周辺の大気汚染）

大気汚染を考慮すべき中央制御室は、降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が、中央制御室換気系の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないようバグフィルタを設置することにより、降下火砕物が外気取入口に到達した場合であってもフィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とする。

また、中央制御室換気系については、外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより、中央制御室内への降下火砕物

の侵入を防止する。さらに外気取入遮断時において、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施し、室内の居住性を確保する設計とする。

【別添資料 1 : (3.6.3 : 1-30)】

(6) 降下火砕物による間接的影響に対する設計方針

降下火砕物による間接的影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による 7 日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象が生じた場合については、降下火砕物に対して、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。）の安全機能を維持することで、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。電源の供給に関する設計方針は、「10.1 非常用電源設備」に記載する。

【別添資料 1 : (3.8 : 1-34)】

1.7.7.2 手順

降下火砕物の降灰時における手順について、降下火砕物の除去（資機材含む。）等の対応を適切に実施するため、以下について手順を定める。

- (1) 降灰が確認された場合には、建屋や屋外の設備に長期間降下火砕物による荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、評価対象施設等に堆積した降下火砕物の除去を適切に実施する手順を定める。

- (2) 降灰が確認された場合には，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する手順を定める。
- (3) 降灰が確認された場合には，換気空調設備の外気取入口のバグフィルタについて，バグフィルタ差圧又は流量を確認するとともに，状況に応じて取替え又は清掃を実施する手順を定める。
- (4) 降灰確認後，放水路ゲートに損傷を発見した場合の措置について，放水路ゲートの駆動装置に損傷を発見した場合，安全機能を回復するために速やかな補修等を行う手順を整備し，的確に実施する。また，速やかな補修等が困難と判断された場合には，プラントを停止する手順を整備し，的確に実施する。

【別添資料 1 : (3.7 : 1-32～34)】

1.7.7.3 参考文献

- (1) 広域的な火山防災対策に係る検討会（第 3 回）資料 2 内閣府
- (2) 「シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状」武若耕司，コンクリート工学，Vol. 42，2004
- (3) 「新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺] 第 2 刷」町田洋ほか，東京大学出版会，2011
- (4) 「理科年表（2017）」国立天文台編
- (5) 「火山環境における金属材料の腐食」出雲茂人，末吉秀一他，防食技術 Vol. 39，1990

第 1.7.7-1 表 評価対象施設等の抽出結果

	設備区分	評価対象施設等
外部事象防護対象施設等	建屋	・ 原子炉建屋 ・ タービン建屋 ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・ 排気筒モニタ建屋
	屋外に設置されている施設	・ 残留熱除去系海水系ポンプ ・ 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。）用海水ポンプ ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ ・ 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。）用海水ストレーナ ・ 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。）吸気口 ・ 中央制御室換気系冷凍機 ・ 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。）室ルーフベントファン ・ 主排気筒 ・ 非常用ガス処理系排気筒 ・ 放水路ゲート ・ 排気筒モニタ
	降下火砕物を含む海水の流路となる施設	・ 残留熱除去系海水系ポンプ ・ 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。）用海水ポンプ ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備 ・ 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。）用海水ストレーナ及び下流設備
	降下火砕物を含む空気の流路となる施設	・ 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。） ・ 換気空調設備（外気取入口）のうち中央制御室換気系 ・ 換気空調設備（外気取入口）のうち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。）室換気系 ・ 主排気筒 ・ 非常用ガス処理系排気筒 ・ 排気筒モニタ
	外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	・ 計測制御設備（安全保護系）
外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設		・ 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。）排気消音器及び排気管 ・ 海水取水設備（除塵装置） ・ 換気空調設備（外気取入口）

(3) 適合性説明

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

- 1 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- 3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については、敷地及び敷地周辺の自然環境を基に洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定し，設計基準を設定するに当たっては，発電所の立地地域である東海村に対する規格・基準類による設定値及び東海村で観測された過去の記録等をもとに設定する。なお，東海村の最寄りの気象官署である水戸地方気象台で観測された過去の記録について設計への影響を確認する。また，これらの自然現象ごとに関連して発生する可能性がある自然現象も含める。

安全施設は，発電所敷地で想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。ここで，発電所敷地で想定される自然現

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

発電用原子炉施設のうち安全施設は、以下のとおり条件を設定し、自然現象によって発電用原子炉施設の安全機能を損なわない設計とする。

(8) 火山の影響

外部事象防護対象施設は、降下火砕物による直接的影響及び間接的影響が発生した場合においても、安全機能を損なわないよう以下の設計とする。

a. 直接的影響に対する設計

外部事象防護対象施設は、直接的影響に対して、以下により安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること
- ・ 換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・ 水循環系の内部における摩耗並びに換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（摩耗）に対して摩耗しにくい設計とすること
- ・ 構造物の化学的影響（腐食）、水循環系の化学的影響（腐食）並びに換気系、電気系及び計測制御系の化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに外気を遮断できる設計とすること

- ・電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計測制御設備（安全保護系）の設置場所の換気空調設備は降下火砕物が侵入しにくい設計とすること
- ・降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去や換気空調設備外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調設備の停止若しくは閉回路循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

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

b. 間接的影響に対する設計

降下火砕物による間接的影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象が生じた場合については、降下火砕物に対し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。）の安全機能を維持することで、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

東海第二発電所

火山影響評価について

目 次

1. 基本方針
 - 1.1 概要
 - 1.2 火山影響評価の流れ
2. 立地評価
 - 2.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出
 - 2.2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価
3. 影響評価
 - 3.1 火山事象の影響評価
 - 3.2 火山事象（降下火砕物）に対する設計の基本方針
 - 3.3 火山事象（降下火砕物）から防護する施設
 - 3.4 降下火砕物による影響の選定
 - 3.4.1 降下火砕物の特徴
 - 3.4.2 直接的影響
 - 3.4.3 間接的影響
 - 3.5 設計荷重の設定
 - 3.6 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針
 - 3.6.1 降下火砕物による荷重に対する設計方針
 - 3.6.2 降下火砕物による荷重以外に対する設計方針
 - 3.6.3 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計方針
 - 3.7 降下火砕物の除去等の対策
 - 3.7.1 降下火砕物に対応するための運用管理
 - 3.7.2 手順
 - 3.8 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針
4. まとめ

資料

- － 1 降下火砕物の特徴について
- － 2 評価すべき影響の要因と評価手法
- － 3 直接的影響の評価結果
- － 4 建屋構築物に係る影響評価
- － 5 残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（電動機含む）に係る影響評価
- － 6 残留熱除去系海水系ストレーナ及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ（下流設備含む）に係る影響評価
- － 7 海水取水設備に係る影響評価
- － 8 計測制御設備（安全保護系）に係る影響評価
- － 9 換気空調設備に係る影響評価
- － 10 非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に係る影響評価
- － 11 主排気筒及び非常用ガス処理系排気筒に係る影響評価
- － 12 間接的影響の評価結果

参考資料

- － 1 発電用原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備について
- － 2 降下火砕物堆積荷重評価への材料強度×1.1の適用について
- － 3 降下火砕物の残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ基礎部堆積による影響評価について

- － 4 降下火砕物と積雪の重ね合わせの考え方について
- － 5 原子力発電所で使用する塗料について
- － 6 降下火砕物の金属腐食研究について
- － 7 給水処理設備に係る影響評価について
- － 8 降下火砕物のその他の設備への影響評価について
- － 9 降下火砕物の除去に要する時間及び灰置場について
- － 1 0 降水による降下火砕物の固結の影響について
- － 1 1 火山影響評価ガイドとの整合性について
- － 1 2 原子炉建屋の健全性評価について
- － 1 3 タービン建屋の健全性評価について
- － 1 4 外部事象に対する津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備
の防護方針について
- － 1 5 降下火砕物の偏りによる影響評価について
- － 1 6 除灰時の人員荷重の考え方について
- － 1 7 気中降下火砕物対策に係る検討について

1. 基本方針

1.1 概要

原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第五号）」第六条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。

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

1.2 火山影響評価の流れ

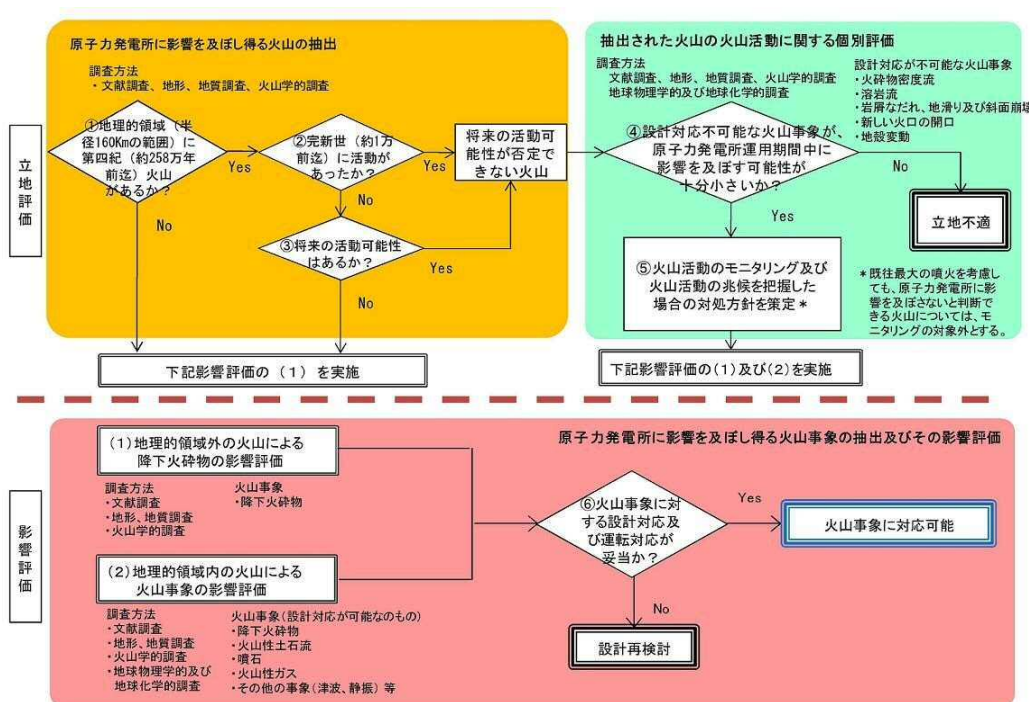
火山影響評価は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」を参照し、第 1.2-1 図のフローに従い立地評価と影響評価の 2 段階で行う。

立地評価では、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。具体的には設計対応不可能な火山事象が発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

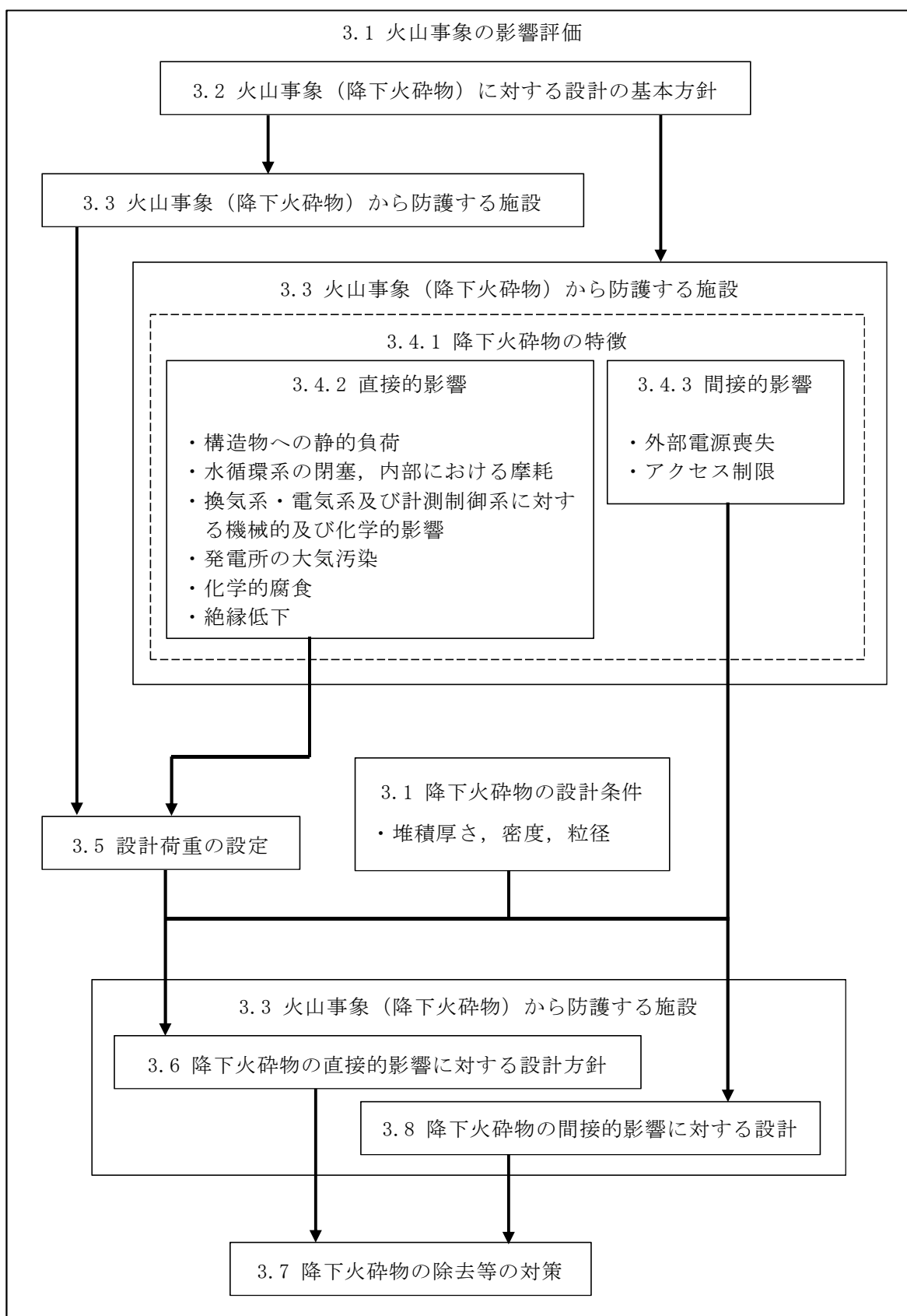
設計対応不可能な火山事象が影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象の抽出とその影響評価を行う。

影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について「3.1 火山事象の影響評価」にて評価を行う。(第 1.2-2 図)

なお、立地評価及び原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象の抽出とその影響評価については、「添付書類六 7. 火山」にて示す。



第 1.2-1 図 火山影響評価の基本フロー



第 1.2-2 図 影響評価のフロー

2. 立地評価

2.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域（160km）に位置する第四紀火山（32 火山）について、完新世の活動の有無，将来の活動性を検討した結果，原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として，高原山，那須岳，男体・女峰火山群，日光白根山，赤城山，燧ヶ岳，安達太良山，磐梯山，沼沢，吾妻山，榛名山，笹森山，子持山の 13 火山を抽出した。

2.2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した 13 火山について，設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流，溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊，新しい火口の開口，地殻変動）が影響を及ぼす可能性について個別評価を行った。

火砕物密度流については，敷地と火砕密度流の到達可能性範囲の距離から発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊については，敷地と火山の距離から発電所に影響を及ぼす可能性はないと評価した。

新しい火口の開口，地殻変動については，敷地は火山フロントより前弧側（東方）に位置すること，敷地周辺では火成活動は確認されていないことから，この事象が発電所の運転期間中に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

以上から，設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性はなく，この結果から，抽出した 13 火山はモニタリングの対象とならないと判断した。

3. 影響評価

3.1 火山事象の影響評価

将来の活動可能性のある火山若しくは将来の活動可能性を否定できない火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を考慮し、原子力発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、降下火砕物のみが発電所に影響を及ぼし得る火山事象となった。よって、降下火砕物による安全施設への影響評価を行う。

影響評価に用いる条件として、降下火砕物の分布状況、シミュレーション及び分布事例から総合的に判断し、保守的に堆積厚さ 50cm と設定する。また、粒径及び密度については、文献調査及び地質調査の結果を踏まえ粒径 8mm 以下、密度 0.3 g/cm^3 （乾燥状態）～ 1.5 g/cm^3 （湿潤状態）と設定した。第 3.1-1 表に設計条件を示す。

第 3.1-1 表 降下火砕物の設計条件

項目	設定条件	備考
堆積厚さ	50cm	鉛直荷重に対する健全性評価に使用
密度	0.3 g/cm^3 ～ 1.5 g/cm^3 (乾燥状態) (湿潤状態)	
粒径	8mm 以下	水循環系の閉塞及び換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響評価に使用

3.2 火山事象（降下火砕物）に対する設計の基本方針

将来の活動可能性を否定できない火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を考慮し、発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、「3.1 火山事象の影響評価」に示すとおり該当する火山事象は降下火砕物のみであり、地理的領域（160km）の広範囲に影響を及ぼす降下火砕物に対し、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。以下に火山事象（降下火砕物）に対する設計の基本方針を示す。

- (1) 降下火砕物による直接的な影響（荷重、閉塞、摩耗、腐食等）に対して、安全機能を損なわない設計とする。
- (2) 発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が可能な設計とする。
- (3) 降下火砕物による間接的な影響である7日間の外部電源の喪失、発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電所の安全性を維持するために必要となる電源の供給が継続でき、安全機能を損なわない設計とする。

3.3 火山事象（降下火砕物）から防護する施設

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日原子炉規制委員会規則第五号）」第六条において、「安全施設は、想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」とされていることから、降下火砕物の影響から防護する施設は、発電用原子炉施設の安全性を確保するため、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている安全重要度分類クラス1、クラス2及びクラス3に該当する構築物、系統及び機器とする。

また、以下の点を踏まえ、外部事象防護対象施設は、発電用原子炉を停止するため又は停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。また、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて外部事象防護対象施設等という。

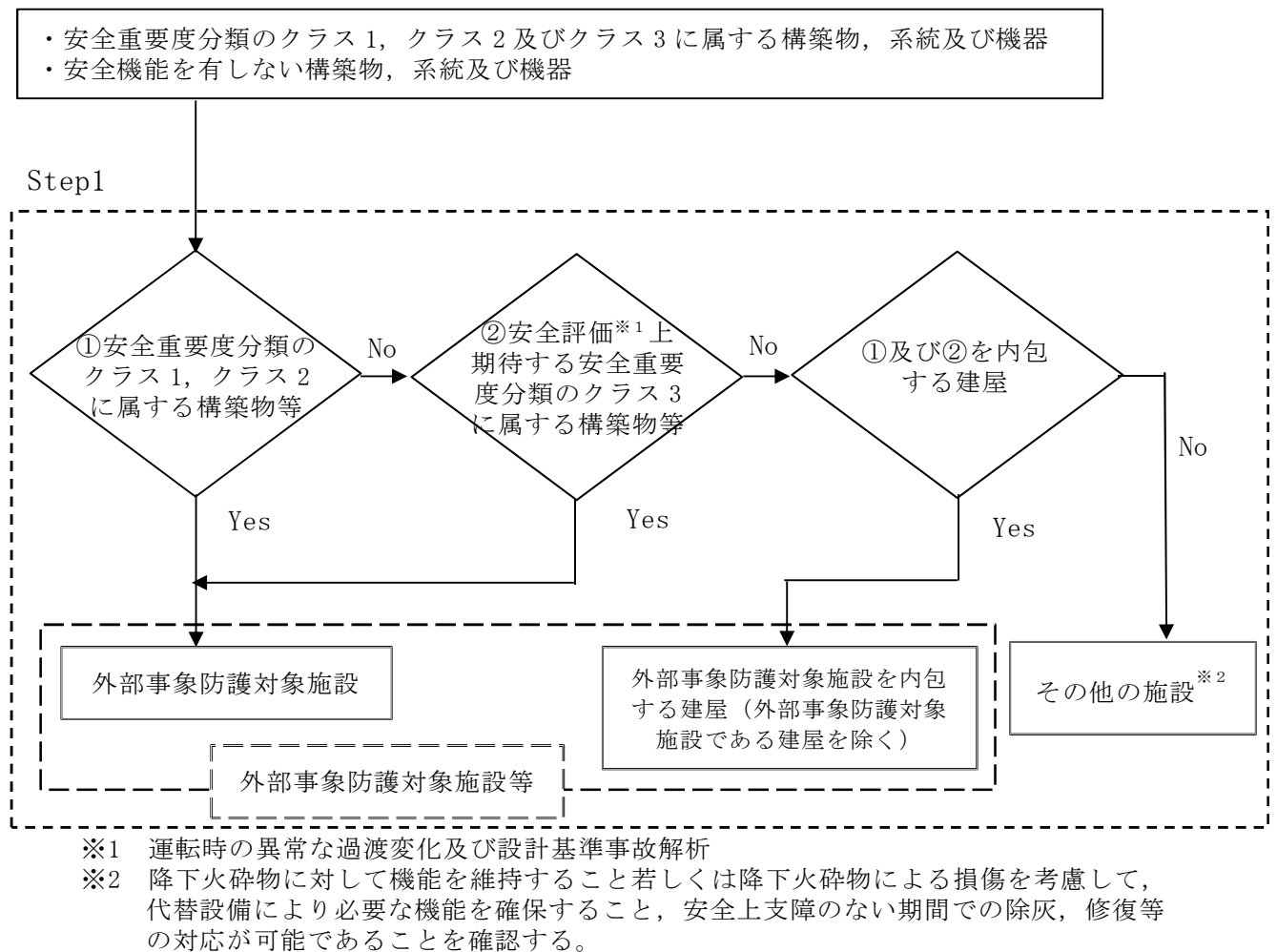
- ・ 降下火砕物襲来時の状況を踏まえ、必要に応じプラント停止の措置をとること
- ・ プラント停止後は、その状態を維持することが重要であること

その上で、外部事象防護対象施設等のうち、屋内設備は内包する建屋により防護する設計とし、評価対象施設を、建屋、屋外に設置されている施設、降下火砕物を含む海水の流路となる施設、降下火砕物を含む空気の流路となる施設、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設に分類し抽出する。また、評価対象施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。

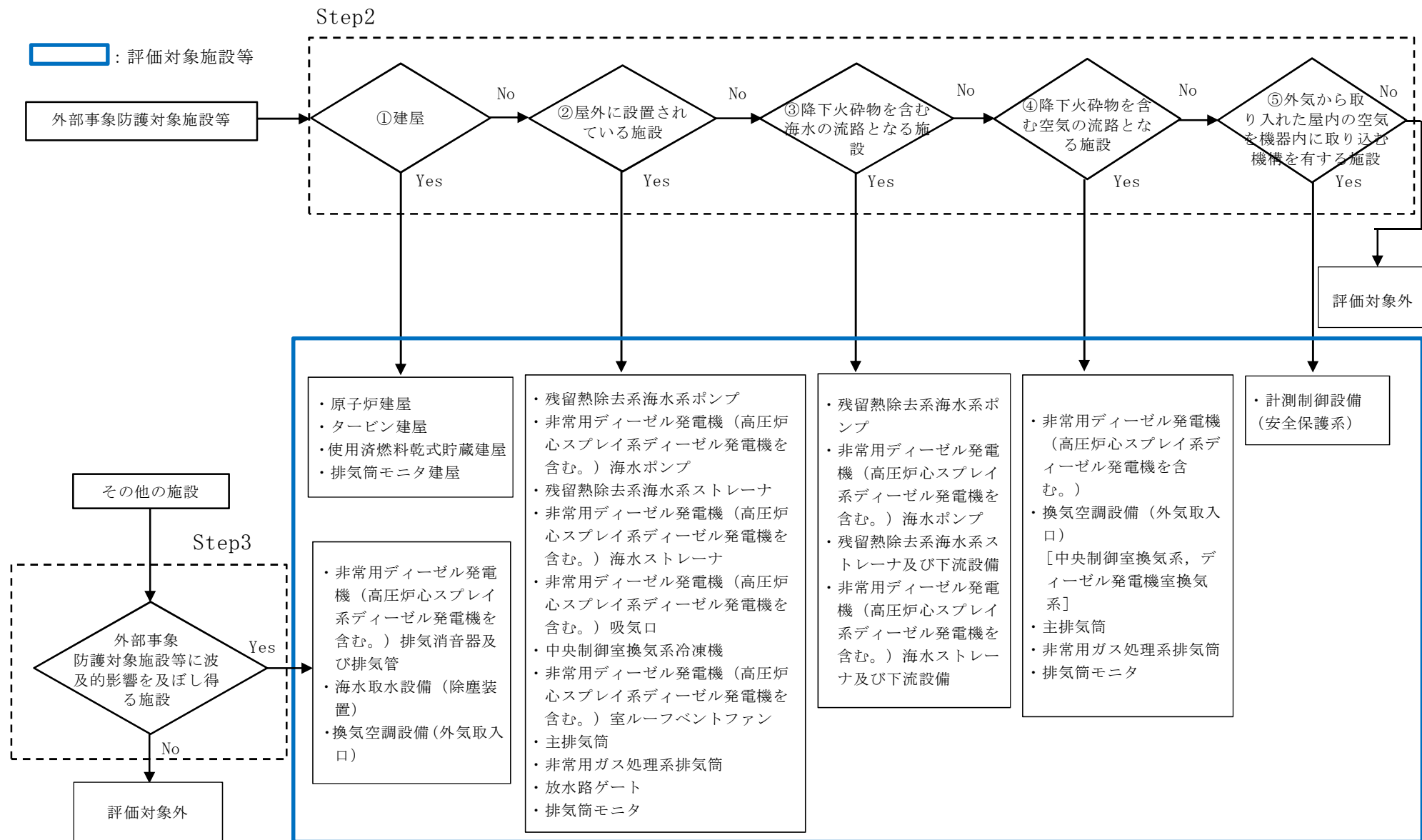
上記以外の安全施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での除灰、修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全機能を損なわない設計とする。

以上を踏まえた抽出フローを第 3.3-1 図に示す。抽出フローに基づき抽出した評価対象施設等を第 3.3-1 表、第 3.3-2 表に示すとともに、評価対象施設等の設置場所を第 3.3-2 図に示す。

また、発電用原子炉の高温停止、冷温停止に必要な機能達成するために必要となる施設を参考資料-1 に示す。



第 3.3-1 図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー



第 3.3-2 図 評価対象施設等の抽出フロー

第 3.3-1 表 評価対象施設等の抽出結果

	設備区分	評価対象施設等
外部事象防護対象施設等	建屋	・ 原子炉建屋 ・ タービン建屋 ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・ 排気筒モニタ建屋
	屋外に設置されている施設	・ 残留熱除去系海水系ポンプ ・ 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。）用海水ポンプ ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ ・ 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。）用海水ストレーナ ・ 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。）吸気口 ・ 中央制御室換気系冷凍機 ・ 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。）室ルーフベントファン ・ 主排気筒 ・ 非常用ガス処理系排気筒 ・ 放水路ゲート ・ 排気筒モニタ
	降下火砕物を含む海水の流路となる施設	・ 残留熱除去系海水系ポンプ ・ 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。）用海水ポンプ ・ 残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備 ・ 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。）用海水ストレーナ及び下流設備
	降下火砕物を含む空気の流路となる施設	・ 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。） ・ 換気空調設備（外気取入口）のうち中央制御室換気系 ・ 換気空調設備（外気取入口）のうち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。）室換気系 ・ 主排気筒 ・ 非常用ガス処理系排気筒 ・ 排気筒モニタ
	外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	・ 計測制御設備（安全保護系）
外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設		・ 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。）排気消音器及び排気管 ・ 海水取水設備（除塵装置） ・ 換気空調設備（外気取入口）

第 3.3-2 表 評価対象施設等の抽出について（1／5）

○：Yes ×：No -：該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1		Step2					Step3	評価対象施設等
	定義	機能	構築物，系統又は機器※1	外部事 象防護 対象施 設等	降下火砕物に対して機能維持する，又は降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	①建屋※3	②屋外 施設	③海水流 路施設	④空気流 路施設	⑤外気取入空気を機器内に取り込む機構を有する施設	降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外施設	
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって， (a) 炉心の著しい損傷，又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物，系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系（計装等の小口径配管・機器は除く。）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物（炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，制御棒案内管），燃料集合体（ただし，燃料を除く。）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物，系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
		3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統（残留熱除去系，原子炉停止時冷却モード）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
			原子炉隔離時冷却系	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
			高圧炉心スプレイ系	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
			逃がし安全弁（手動逃がし機能）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—
			動減圧系（手動逃がし機能）	○	—※2	×	×	×	×	×	—	—

※1 間接関連系は，当該系の機能に直接必要ない構築物，系統及び機器であるため，記載は省略した。（評価対象施設等に関するものを記載）

※2 外部事象防護対象施設等として抽出しているため，本項目には該当しない。（Step2 へ進む）

※3 原子炉建屋については，当該建屋が MS-1 の機能を有する評価対象施設であることから記載を省略した。

第 3.3－2 表 評価対象施設等の抽出について（2／5）

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1		Step2					Step3	評価対象施設等
	定義	機能	構築物，系統又は機器※1	外部事象防護対象施設等	降下火砕物に対して機能維持する，又は降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	①建屋※3	②屋外施設	③海水流路施設	④空気流路施設	⑤外気取入空気を機器内に取り込む機構を有する施設	降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外施設	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し，残留熱を除去し，原子炉冷却材圧力パウンダリの過圧を防止し，敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物，系統及び機器	5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
		6) 放射性物質の閉じ込め機能放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			原子炉格納容器隔離弁	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			原子炉格納容器スプレイ冷却系	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			原子炉建屋	○	－※2	○	×	×	×	×	－	・原子炉建屋（原子炉棟）
			原子炉建屋（MS－3（間接関連系））	×	○（補修の実施により対応）	－	－	－	－	－	○ 換気空調設備（外気取入口）	・換気空調設備（外気取入口）
			非常用ガス処理系	○	－※2	×	○ （排気配管）	×	○ （排気配管）	×	－	・非常用ガス処理系排気配管
			非常用再循環ガス処理系	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			可燃性ガス濃度制御系	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			遮蔽設備（原子炉遮蔽壁，一次遮蔽壁）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			遮蔽設備（二次遮蔽壁）	○	－※2	○	×	×	×	×	－	・原子炉建屋
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物，系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	○	－※2	×	×	×	×	○	－	・計測制御設備（安全保護系）
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系（MS－1 関連のもの）	○	－※2	×	○ （吸気口）	×	○ （機関）	×	－	・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。）吸気口 ・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。）
			非常用所内電源系（MS－3（間接関連系））	○	○（補修の実施により対応）	－	－	－	－	－	○ （排気消音機及び排気管）	・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。）排気消音機及び排気管

※1 間接関連系は，当該系の機能に直接必要ない構築物，系統及び機器であるため，記載は省略した。（評価対象施設等に関するものを記載）

※2 外部事象防護対象施設等として抽出しているため，本項目には該当しない。（Step2へ進む）

※3 原子炉建屋については，当該建屋が MS-1 の機能を有する評価対象施設であることから記載を省略した。

第 3.3-2 表 評価対象施設等の抽出について（3／5）

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1		Step2					Step3	評価対象施設等
	定義	機能	構築物，系統又は機器※1	外部事象防護対象施設等	降下火砕物に対して機能維持する，又は降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	①建屋※3	②屋外施設	③海水流路施設	④空気流路施設	⑤外気取入空気を機器内に取り込む機構を有する施設	降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外施設	
MS-1	2）安全上必須なその他の構築物，系統及び機器（続き）	2）安全上特に重要な関連機能（続き）	制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系（MS－1 関連のもの）	○	－※2	×	○ （冷凍機， ルーフベントファン）	×	○ （外気取入口）	×	－	・中央制御室換気系冷凍機 ・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。） ルーフベントファン， ・換気空調設備（外気取入口）〔中央制御室換気系，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。）室換気系〕
			非常用補機冷却水系（MS－1 関連のもの）	○	－※2	×	○ （ポンプ，ストレーナ及び下流設備）	×	×	×	－	・残留熱除去系海水系ポンプ ・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。）用海水ポンプ ・残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備 ・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。）用海水ストレーナ及び下流設備
			非常用補機冷却水系（MS－3（間接関連系））	×	○（補修の実施により対応）	－	－	－	－	－	○ （除塵装置）	・海水取水設備（除塵装置）
			直流電源系（MS－1 関連のもの）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			その他（放水路ゲート）	○	－※2	×	○	×	×	×	×	放水路ゲート
PS-2	1）その損傷又は故障により発生する事象によって，炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが，敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物，系統及び機器	1）原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし，原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。） 2）原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能 3）燃料を安全に取り扱う機能	主蒸気系（格納容器隔離弁の外側のみ）	○	－※2	○	－	－	－	－	×	・タービン建屋
			原子炉冷却材浄化系（格納容器隔離弁の外側のみ）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			放射性廃棄物処理施設（放射能インペントリの大きいもの）（活性炭式希ガスホールドアップ装置）	○	－※2	－	－	－	－	－	×	－
			使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
			使用済燃料乾式貯蔵容器	○	－※2	○	×	×	×	×	－	・使用済燃料乾式貯蔵建屋
			燃料取扱設備	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－

※1 間接関連系は，当該系の機能に直接必要ない構築物，系統及び機器であるため，記載は省略した。（評価対象施設等に関するものを記載）
※2 外部事象防護対象施設等として抽出しているため，本項目には該当しない。（Step2へ進む）
※3 原子炉建屋については，当該建屋が MS-1 の機能を有する評価対象施設であることから記載を省略した。

第 3.3－2 表 評価対象施設等の抽出について（4／5）

○：Yes ×：No －：該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1		Step2					Step3	評価対象施設等
	定義	機能	構築物，系統又は機器※1	外部事象防護対象施設等	降下火砕物に対して機能維持する，又は降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	①建屋※3	②屋外施設	③海水流路施設	④空気流路施設	⑤外気取入空気を機器内に取り込む機構を有する施設	降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外施設	
PS-2	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって，その故障により，炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物，系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
MS-2	1) PS－2の構築物，系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物，系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
		2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁	○	－※2	○	×	×	×	×	－	・タービン建屋
			排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）	○	－※2	×	○	×	○	×	－	・主排気筒
			燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系（原子炉建屋）	○	－※2	○	×	×	×	×	－	・原子炉建屋（原子炉棟）
			燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系（非常用ガス処理系）	○	－※2	×	○ （排気配管）	×	○ （排気配管）	×	－	・非常用ガス処理系排気筒
	2) 異常状態への対応上特に重要な構築物，系統及び機器	1) 事故時のプラント状態把握機能	事故時監視計器の一部（格納容器雰囲気放射線モニタ等）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
		2) 異常状態の緩和機能	BWRには対象機能なし	○	－	－	－	－	－	－	－	－
		3) 制御室外からの安全防止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	○	－※2	×	×	×	×	×	－	－
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって，PS－1及びPS－2以外の構築物，系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能（PS－1，PS－2以外のもの）	計装配管，試料採取管	×	○（屋内設備のため影響なし）	－	－	－	－	－	×	－
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉再循環系	×	○（屋内設備のため影響なし）	－	－	－	－	－	×	－
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブプレッションプール水排水系，復水貯蔵タンク，放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）	×	○（補修の実施により対応）	－	－	－	－	－	×	－
		4) 電源供給機能（非常用を除く。）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む。），給水系	×	○（屋内設備のため影響なし）	－	－	－	－	－	×	－
			循環水系	×	○（補修の実施により対応）	－	－	－	－	－	×	－
			送電線，変圧器，開閉所	×	○（代替設備（非常用ディーゼル発電機）により機能維持可能）	－	－	－	－	－	×	－

※1 間接関連系は，当該系の機能に直接必要ない構築物，系統及び機器であるため，記載は省略した。（評価対象施設等に関するものを記載）

※2 外部事象防護対象施設等として抽出しているため，本項目には該当しない。（Step2へ進む）

※3 原子炉建屋については，当該建屋がMS-1の機能を有する評価対象施設であることから記載を省略した。

第 3.3-2 表 評価対象施設等の抽出について（5 / 5）

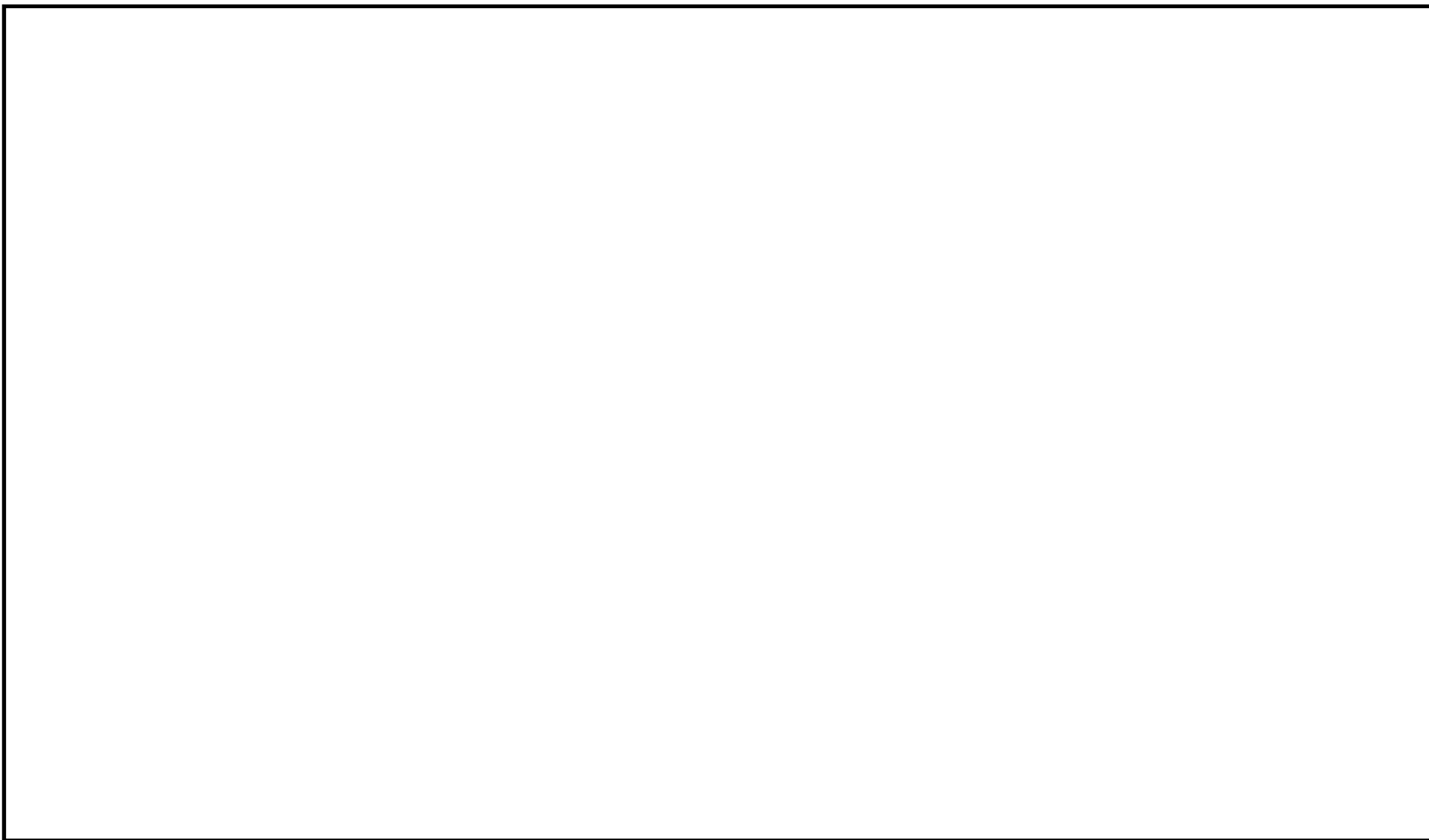
○：Yes ×：No -：該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1		Step2					Step3	評価対象施設等
	定義	機能	構築物，系統又は機器※1	外部事象防護対象施設等	降下火砕物に対して機能維持する，又は降下火砕物による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	①建屋※3	②屋外施設	③海水流路施設	④空気流路施設	⑤外気取入空気を機器内に取り込む機構を有する施設	降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外施設	
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって，PS-1及びPS-2以外の構築物，系統及び機器（続き）	5) プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）	原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む。）	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			原子炉核計装，原子炉プロセス計装	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
		6) プラント運転補助機能	所内ボイラ	×	○（補修の実施により対応）	—	—	—	—	—	×	—
			計装用圧縮空気系	×	○（補修の実施により対応）	—	—	—	—	—	×	—
	2) 原子炉冷却材放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物，系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
		2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系，復水浄化系	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても，MS-1，MS-2とあいまって，事象を緩和する構築物，系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁（逃がし弁機能）	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			タービンバイパス弁	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能）	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			制御棒引抜監視装置	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			原子炉隔離時冷却系	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
	2) 異常状態への対応に必要な構築物，系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所	×	○（降下火砕物荷重に対し影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			試料採取系	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			通信連絡設備	×	○（屋内設備のため影響なし（屋外設備は除灰，補修により対応））	—	—	—	—	—	×	—
			放射能監視設備（排気筒モニタ）	○	—※2	○（建屋）	○（モニタ）	×	○（モニタ）	×	—	・排気筒モニタ ・排気筒モニタ建屋
			放射能監視設備（排気筒モニタ以外）	×	○（除灰又は代替設備により機能維持可能）	—	—	—	—	—	×	—
			事故時監視計器の一部	×	○（屋内設備のため影響なし（気象観測設備は代替設備により機能維持可能））	—	—	—	—	—	×	—
			消火系	×	○（補修の実施により対応）	—	—	—	—	—	×	—
			安全避難通路	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—
			非常用照明	×	○（屋内設備のため影響なし）	—	—	—	—	—	×	—

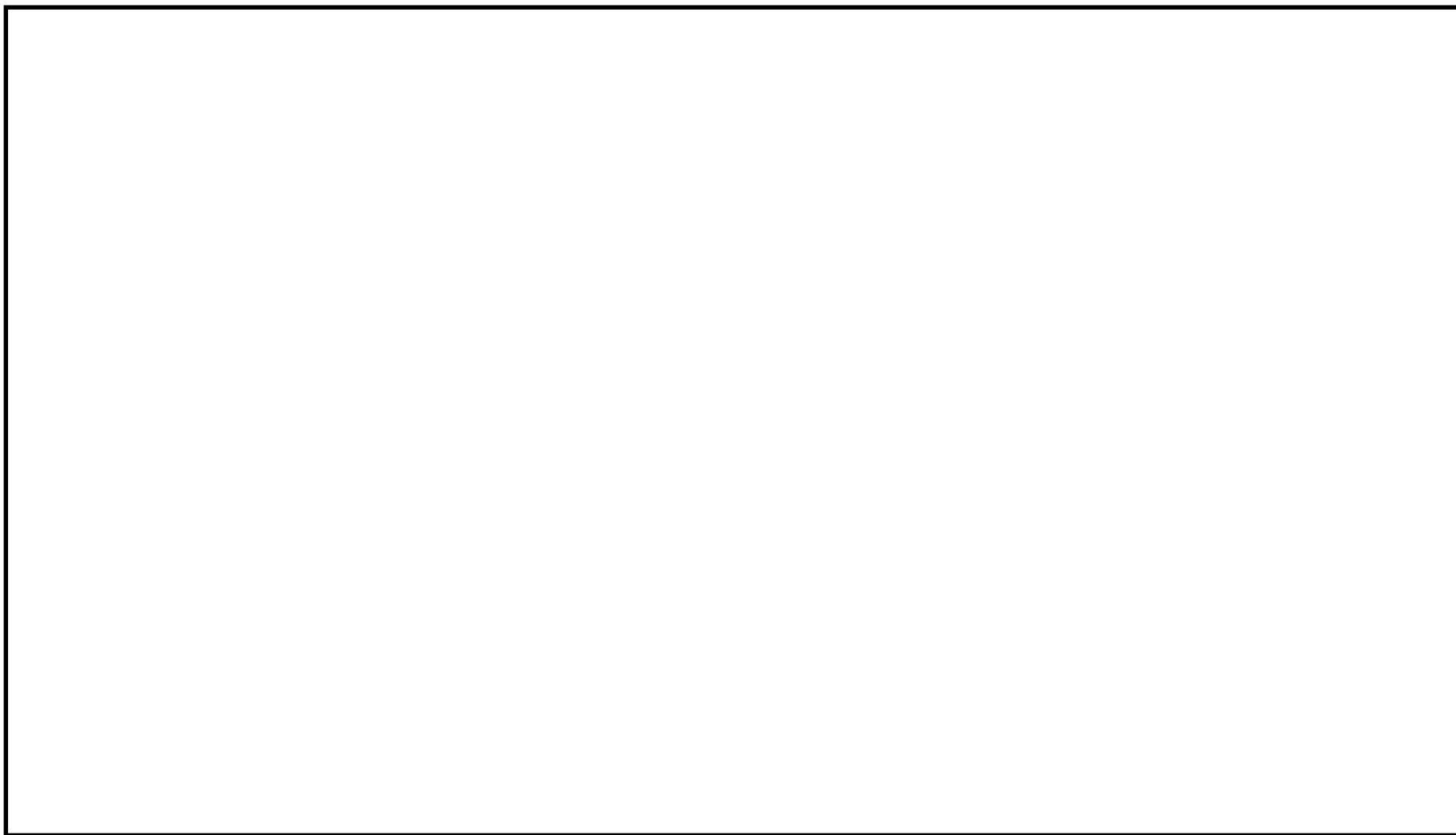
※1 間接関連系は，当該系の機能に直接必要ない構築物，系統及び機器であるため，記載は省略した。（評価対象施設等に関するものを記載）

※2 外部事象防護対象施設等として抽出しているため，本項目には該当しない。（Step2へ進む）

※3 原子炉建屋については，当該建屋がMS-1の機能を有する評価対象施設であることから記載を省略した。



第 3.3-2 図 評価対象施設等 (1 / 2)



第 3.3-2 図 評価対象施設等 (2 / 2)

3.4 降下火砕物による影響の選定

降下火砕物の特徴及び評価対象施設等の構造や設置状況を考慮して、降下火砕物が直接及ぼす影響（以下「直接的影響」という。）と発電所外での影響（以下「間接的影響」という。）を選定する。

3.4.1 降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果より、降下火砕物は以下の特徴を有する。

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

（資料－１）

3.4.2 直接的影響

降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重，閉塞，摩耗，腐食，大気汚染，水質汚染及び絶縁低下を抽出し，評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して直接的な影響因子を以下のとおり選定する。

(1) 荷重

「荷重」について考慮すべき影響因子は，建屋及び屋外設備の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」，並びに建屋及び屋外設備に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。

(2) 閉塞

「閉塞」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路の狹隘部等を閉塞させる「水循環系の閉塞」及び降下火砕物を含む空気が機器の狹隘部や換気系の流路を閉塞させる「換気系，電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）」である。

(3) 摩耗

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

(4) 腐食

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

(5) 大気汚染

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

(6) 水質汚染

「水質汚染」については、給水等に使用する工業用水に降下火砕物が混入することによる汚染が考えられるが、発電所では給水処理設備により水

処理した給水を使用しており，降下火砕物の影響を受けた工業用水を直接給水として使用しないこと，また水質管理を行っていることから，安全施設の安全機能には影響しない。（参考資料－ 7）

(7) 絶縁低下

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

3.4.3 間接的影響

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

3.5 設計荷重の設定

設計荷重は，以下のとおり設定する。

(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重

評価対象施設等に作用する荷重として，自重等の常時作用する荷重，内圧等の運転時荷重であり，降下火砕物との荷重と適切に組み合わせる。

(2) 設計基準事故時荷重

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

なお，評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じ得る設備としては，屋外設備の動的機器である残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディ

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。）用海水ポンプが考えられるが，設計基準事故時において残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプに有意な機械的荷重は発生しないことから，設計基準事故時に生じる荷重の組み合わせは考慮しない。

(3) その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組み合わせ

降下火砕物と組み合わせを考慮すべき自然現象は，荷重の影響において風及び積雪であり，降下火砕物との荷重と適切に組み合わせる。

（参考資料－４）

3.6 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針

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

評価対象施設等のうち放水路ゲートについては，津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。火山の影響を起因として津波が発生することはないが，独立事象としての重畳の可能性を考慮し，放水路ゲートは安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで，安全機能を損なわない設計とする。

評価対象施設等のうち排気筒モニタについては，放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。火山の影響を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが，独立事象としての重畳の可能性を考慮し，排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで，安全機能を損なわない設計とする。

（資料－２）

3.6.1 降下火砕物による荷重に対する設計方針

(1) 構造物への静的負荷

評価対象施設等のうち、降下火砕物が堆積する建屋及び屋外施設は、以下の施設である。

a. 建屋

原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

b. 屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ，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。）用海水ストレーナ，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。）吸気口，中央制御室換気系冷凍機，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。）室ルーフベントファン

c. 降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設

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。）排気消音器及び排気管

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

評価対象施設等の建屋においては，建築基準法における一般地域の積雪の荷重の考え方に準拠し，降下火砕物の除去を適切に行うことから，降下

火砕物の荷重を短期に生じる荷重として扱う。また、降下火砕物による荷重と他の荷重を組み合わせた状態に対する許容限界は次の通りとする。

- ・原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

原子炉建屋に要求されている気密性及び遮蔽性を担保する屋根スラブは，建築基準法の短期許容応力度を許容限界とする。また，屋根スラブとともに建屋の構造強度を担保する主トラスは，終局耐力に対して妥当な安全余裕を有する許容限界とする。

落下によって内包する外部事象防護対象施設が損傷することを防止する屋根スラブは，部材の終局耐力を許容限界とする。また，複数部材で構成されている主トラスの崩壊によって内包する外部事象防護対象施設が損傷することを防止するため，主トラスは構造物全体として崩壊機構が形成されないことを許容限界とする。

- ・建屋を除く評価対象施設等

許容応力を「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）」等に準拠する。

（資料－４～６，９，１０）

（２） 粒子の衝突

評価対象施設等のうち，建屋及び屋外設備は，粒子の衝突に対して，「1.7.2 竜巻防護に関する基本方針」に基づく設計によって，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。

3.6.2 降下火砕物による荷重以外に対する設計方針

降下火砕物による荷重以外の影響は，構造物への化学的影響（腐食），水循環系の閉塞，内部における摩耗及び化学的影響（腐食），電気系及び計測

制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）等により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。

外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計については、「3.6.3 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計方針」に示す。

(1) 構造物への化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、降下火砕物による構造物への化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物の直接的な付着による影響が考えられる以下の施設である。

a. 建屋

原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋

b. 屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ，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。）用海水ストレーナ，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。）吸気口，中央制御室換気系冷凍機，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。）室ルーフベントファン，主排気筒，非常用ガス処理系排気筒

c. 降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設

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。）排気消音器及び排気管

金属腐食研究の結果より，降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食を生じないが，外装の塗装等によって短期での腐食により外

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

(資料－４～６， ９～１１ 参考資料－５， ６)

(2) 水循環系の閉塞，内部における摩耗及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、水循環系の閉塞，内部における摩耗及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む海水の流路となる以下の施設である。

a．降下火砕物を含む海水の流路となる施設

残留熱除去系海水系ポンプ，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。）用海水ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ及び下流設備，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。）用海水ストレーナ及び下流設備

b．降下火砕物の影響を受ける施設であって，その停止等により，上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性のある屋外の施設

海水取水設備（除塵装置）

降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが，当該施設については，降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けることにより，海水の流路となる施設が閉塞しない設計とする。

内部における摩耗については，降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから摩耗による影響は小さい。また当該施設については，定期的な内部点検及び日常保守管理により，状況に応じて補修が可能であり，摩耗により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。

化学的影響（腐食）については，金属腐食研究の結果より，降下火砕物

によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により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。なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(資料－５～７，参考資料－５，６，１０)

(3) 電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、電気系及び計測制御系のうち屋外に設置されている以下の施設である。

a. 屋外に設置されている施設

残留熱除去系海水系ポンプ、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。）用海水ポンプ

機械的影響（閉塞）については、残留熱除去系海水系ポンプ及び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。）用海水ポンプの電動機本体は外気と遮断された全閉構造、空気冷却器の冷却管内径及び冷却流路は降下火砕物粒径以上の幅を設ける構造とすることにより、機械的影響（閉塞）により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。

化学的影響（腐食）については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのない設計とする。なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管

理等により，状況に応じて補修が可能な設計とする。

(資料－ 5， 参考資料－ 5， 6)

(4) 絶縁低下及び化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち，絶縁低下及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は，電気系及び計測制御系のうち外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する以下の施設である。

- a． 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設
計測制御設備（安全保護系）

当該施設の設置場所は中央制御室換気空調系にて空調管理されており，本換気空調設備の外気取入口にはバグフィルタを設置していることから，仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり，粒径は極めて細かな粒子である。

また，本換気空調設備については，外気取入ダンパを閉止し閉回路循環運転を行うことにより侵入を阻止することも可能である。

これらフィルタの設置により降下火砕物の侵入に対する高い防護性能を有すること，また外気取入ダンパの閉止による侵入防止が可能な設計とすることにより，降下火砕物の付着に伴う絶縁低下及び化学的影響（腐食）による影響を防止し，計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。

(資料－ 8)

3.6.3 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計方針

外気取入口からの降下火砕物の侵入に対して，以下のとおり安全機能を損

なわない設計とする。

(1) 機械的影響（閉塞）

評価対象施設等のうち，外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（閉塞）を考慮すべき施設は，降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。

a. 降下火砕物を含む空気の流路となる施設

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。），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。）吸気口，換気空調設備（外気取入口），主排気筒，非常用ガス処理系排気筒

各施設の構造上の対応として，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。）吸気口は，開口部を下向きの構造とすることにより，降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。

主排気筒は，降下火砕物が侵入した場合でも，主排気筒の構造から排気流路が閉塞しない設計とする。非常用ガス処理系排気筒は，降下火砕物の侵入防止を目的とする構造物を取り付けることにより，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。

また，外気を取り入れる換気空調設備（外気取入口）及び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。）の空気の流路にそれぞれフィルタを設置することにより，フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし，さらに降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により閉塞しない設計とする。

ディーゼル発電機機関は，フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕

物が侵入した場合でも，降下火砕物により閉塞しない設計とする。

(資料－ 9 ～ 1 1)

(2) 機械的影響（摩耗）

評価対象施設等のうち，外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（摩耗）を考慮すべき施設は，外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構及び摺動部を有する以下の施設である。

- a．外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構及び摺動部を有する施設

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。）

降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから，摩耗の影響は小さい。

構造上の対応として，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。）吸気口は，開口部を下向きとすることによりディーゼル発電機機関に降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

また，仮にディーゼル発電機機関の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐摩耗性のある材料を使用することで，摩耗により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。）の安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り入れる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。）の空気の流路にフィルタを設置することにより，フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし，摩耗によ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。）の安全機能を損なわない設計とする。

(3) 化学的影響（腐食）

評価対象施設等のうち，外気取入口からの降下火砕物の侵入による化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は，降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。

a．降下火砕物を含む空気の流路となる施設

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。），換気空調設備（外気取入口），主排気筒，非常用ガス処理系排気筒

金属腐食研究の結果より，降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが，塗装の実施等によって，腐食により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。なお，降灰後の長期的な腐食の影響については，日常保守管理等により，状況に応じて補修が可能な設計とする。

(資料－ 9 ～ 1 1，参考資料－ 5， 6)

(4) 大気汚染（発電所周辺の大気汚染）

評価対象施設等のうち，大気汚染を考慮すべき中央制御室は，降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が，中央制御室空調装置の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないようバグフィルタを設置することにより，降下火砕物が外気取入口に到達した場合であってもフィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とする。

また，中央制御室空調装置については，外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより，中央制御室内への降下火砕物の

侵入を防止する。さらに外気取入遮断時において、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施し、室内の居住性を確保する設計とする。

(資料－ 9)

3.7 降下火砕物の除去等の対策

3.7.1 降下火砕物に対応するための運用管理

降下火砕物に備え、手順を整備し、第 3.7.1-1 図のフローのとおり段階的に対応することとしている。その体制については、地震、津波、火山事象等の自然災害に対し、保安規定に基づく保安管理体制として整備し、その中で体制の移行基準、活動内容についても明確にする。なお、多くの火山では、噴火前に、震源の浅い火山性地震の頻度が急増し、火山性微動の活動が始まるため、事前に対策準備が可能である。



第 3.7.1-1 図 降下火砕物に対応するための運用管理フロー

(1) 通常時の対応

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

(2) 近隣火山の噴火兆候がある場合

近隣火山で噴火警戒レベル3（入山規制）、4（避難準備）となる引上げが発表され発電所において災害の発生のおそれがあると判断された場合、担当箇所は防災管理者の承認を得た上で、監視強化準備体制を発令し、発電所の保安管理体制下において、火山情報等を把握し、連絡体制を強化（要員の確認）する。

(3) 降下火砕物の飛来のおそれがある場合

近隣火山で噴火警戒レベル5（避難）が発表され発電所において災害の発生のおそれがあると判断された場合、防災管理者は監視強化体制を発令し、発電所の各マネージャーは、発電所の保安管理体制下において、資機材の配備状況確認等に必要な要員を招集する。

また、取水路前面にオイルフェンスを設置することで、取水路への降下火砕物の流入量を低減する、とともに屋外機器・建屋等の降下火砕物の除去のため、発電所内に保管しているスコップ、ほうき、マスク等の資機材の配備状況の確認を行う。

(4) 降下火砕物が堆積する状況となった場合

降下火砕物が確認され重要安全施設の安全機能を有する設備が損傷等により機能を失うおそれがある場合、防災管理者は発生事象の災害区分を「警戒事態」とし、発電所警戒本部を設置する。

発電所警戒本部の指揮の下、発電所及び屋外廻りの監視を強化する。また、屋外機器・建屋等の降下火砕物の除去を行うとともに、換気空調設備のフィルタを確認し、フィルタの取替、清掃を行う。

さらに、降下火砕物により重要安全施設の安全機能を有する設備が損傷等により機能を失った場合、災害区分を「非常事態」に移行し、発電所対策本部を設置してその指揮の下、必要な処置を行う。

3.7.2 手順

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

- (1) 発電所内に降灰が確認された場合には、建屋や屋外の設備等に長期間降下火砕物による荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、評価対象施設等に堆積した降下火砕物の除去に係る手順を定める。
- (2) 降灰が確認された場合には、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する手順を定める。
- (3) 降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口のフィルタについて、フィルタ差圧又は流量を確認するとともに、状況に応じて清掃や取替を実施する手順を定める。
- (4) 降灰確認後、放水路ゲートに損傷を発見した場合の措置について、放水路ゲートの駆動装置に損傷を発見した場合、安全機能を回復するために速やかな補修等を行う手順を整備し、的確に実施する。また、速やかな補修等が困難と判断された場合には、プラントを停止する手順を整備し、的確

に実施する。

- (5) 降灰が確認された場合には、取水路前面にオイルフェンスを設置することで、取水路への降下火砕物の流入量を低減する手順を定める。

3.8 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針

広範囲にわたる送電網の損傷による 7 日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電用原子炉の停止並びに停止後の発電用原子炉及び使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）及びそれぞれに必要な耐震 S クラスの軽油貯蔵タンク 2 基（400kL／基）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

4. まとめ

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

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