

## 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	技術基準規則	備考
<p>第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>安全施設は、想定される自然事象（地震及び津波を除く。）において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。</p>	<p>第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>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。</p>	<p>追加要求事項</p>
<p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。</p>		<p>追加要求事項</p>
<p>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ぬ。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>追加要求事項</p>

## 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

(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。

【別添資料1（3.2:21～32）（4.1:33～38）】

(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伴う事象に対して、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、 $100\text{m/s}$  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る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。

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、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  $4.2\text{m}$  × 幅  $0.3\text{m}$  × 高さ  $0.2\text{m}$ 、質量  $135\text{kg}$ 、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, 敷地近傍の他事業所等から, 上述の設計飛来物(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, 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の確保若しくは当該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ることで, その安全機能を損なわない設計とする。又は, 当該飛来物が安全施設及び安全施設を内包する区画に到達しないよう管理する。

#### (a-3) 凍結

安全施設は, 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，電気系及び計装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，電気系及び計装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
- ・ 電気系及び計装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装制御設備（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。  
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で、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、最大火炎輻射強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、離隔距離の確保等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、離隔距離の確保若しくは航空機が墜落し、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。

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。

森林火災による津波防護施設への熱影響については、最大火炎輻射強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。

(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、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で、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



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) (4.1:33～38)】

## 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」で規定されているクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器（以下1.7では「安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器」という。）とする。

その上で、上記構築物、系統及び機器の中から、発電用原子炉施設を停止するため、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。

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（台風）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

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すること，屋外設備については凍結のおそれがあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより，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，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「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，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、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，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定し，敷地周辺で得られる過去の記録等を考慮する。また，これらの自然現象毎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標高 3~21m 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, 地上高さ 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、地上高さ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（1937年～2012年）によれば最大瞬間風速は44.2m/s（1939年8月5日）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。

【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（3.2:23～24）】

#### (4) 凍結

低温に対する法令及び規格・基準の要求はない。

安全施設は、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凍結のおそれのあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより、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、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、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 $-12.7^{\circ}\text{C}$ （1952年2月5日）である。

【別添資料1（3.2:24～25）】

#### (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 $127.5\text{mm/h}$ 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」を参照し、設計基準降水量（ $127.5\text{mm/h}$ ）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（ $127.5\text{mm/h}$ ）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（3.2:25～26）】

#### (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深は、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。

なお、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、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。

【別添資料1（3.2:26～27）】

## (7) 落雷

電気技術指針 J E A G 4608「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。

安全施設は、電気技術指針 J E A G 4608「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。

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

【別添資料1（3.2:27～28）】

## (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、電気系及び計装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及び換気系、電気系及び計装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）及び換気系、電気系及び計装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
- ・ 電気系及び計装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装制御設備（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，発電用原子炉施設の停止及び停止後の発電用原子炉施設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（3.2:28～30）】

(9) 生物学的事象

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。

【別添資料1（3.2:30～31）】

#### (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（FARSITE）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、代替設備により必要な機能を確保、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（3.2:31～32）】

(11) 高潮

安全施設は、高潮の影響を受けない敷地高さ (T.P. +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. (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。

【別添資料 1 (3.2:32)】

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.：50～76）】

## 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。安全機能が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。

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。

(1) 飛来物（航空機落下）

発電用原子炉施設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  $8.5 \times 10^{-8}$  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、発電用原子炉施設と安全機能（臨界防止機能、密封機能、遮蔽機能、除熱機能）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 $6.1 \times 10^{-8}$ 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。

【別添資料1（4.1:33）】

## (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標高3～21m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（4.1:33～34）】

## (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。

また、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（4.1:34～35）】

#### (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（4.1:35～36）】

#### (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（4.1:36～37）】

#### (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く、安全施設が安全機能を損なうことはない。

【別添資料1（4.1:37～38）】

#### (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（4.1:38）】

## 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. ±0.00m 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

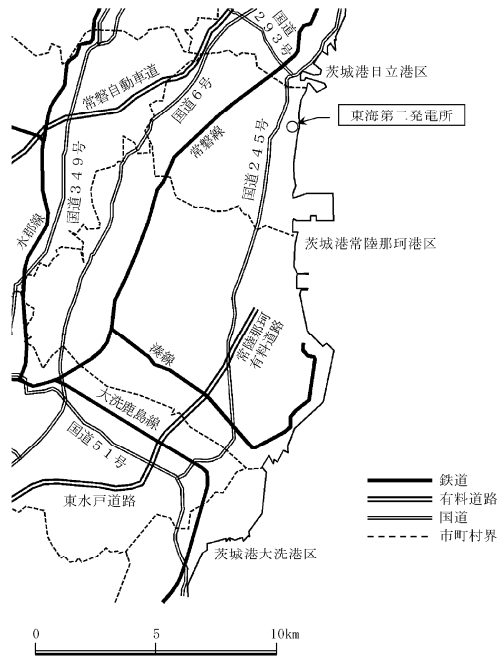
発電所に近い鉄道路線としては、東日本旅客鉄道株式会社常磐線がある。

主要な道路としては、常磐自動車道、国道245号、国道6号及び国道293号がある。

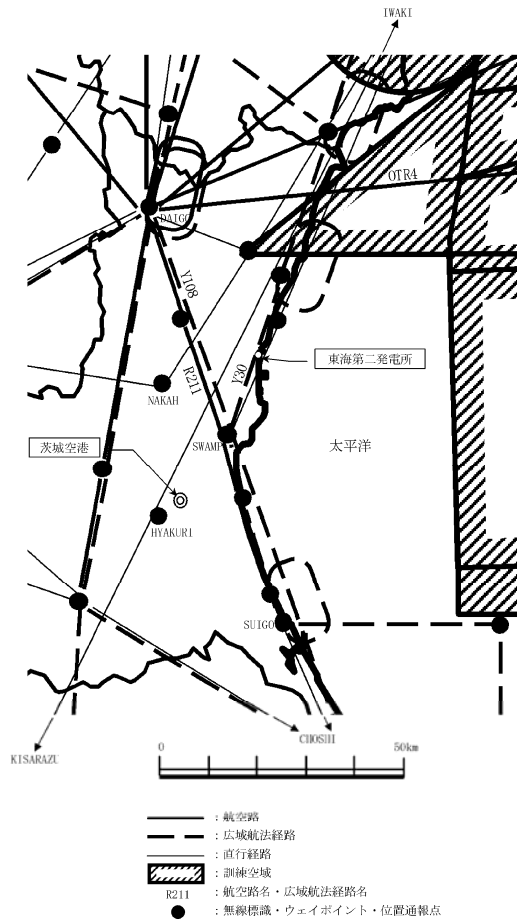
海上交通としては、発電所の北方約3kmに茨城港日立港区、南方約6kmに茨城港常陸那珂港区、南方約18kmに茨城港大洗港区があり、日立－鉏路間、常陸那珂－苫小牧間、常陸那珂－北九州間、大洗－苫小牧間等の定期航路がある。

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幹線道路，鉄道路線及び航路図



第 4.2-2 図 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。）<sup>(2)(3)</sup>

##### (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期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。

#### 5.2.5 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」（1961～2012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 <sup>注1)</sup>					茨城県内の月別 森林火災件数 <sup>注2)</sup>	
	月	最高気温 (°C)	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（%） <sup>注）</sup>	
	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<sup>\*</sup>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※1	×	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離隔距離があること、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氷山などの絶壁を指すが、発電所周辺で氷壁を含む海水の発生、流水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を考えられるため、「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。
1-39	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、プラント停止など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。



※1 : 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  $7 \times 10^{-10}$  /炉年、100,000 平方フィートに落下する確率は  $6 \times 10^{-8}$  /炉年、隕石落下による津波の確率は  $9 \times 10^{-10}$  /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すべての天体について、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 2010RF<sub>12</sub> 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 :  $510,072,000 \text{ km}^2$   
発電所を含む敷地面積 :  $0.66 \text{ km}^2$   
2012RF<sub>12</sub> の衝突確率 (2017 年現在) :  $5.0 \times 10^{-2}$

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。

$$5.0 \times 10^{-2} \times (0.66 \div 510,072,000) = 6.5 \times 10^{-11}$$

その他、I A E A 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※ <sup>2</sup>	×	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	×	発電所周辺の本 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	×	発電所周辺の本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	×	発電所周辺の本航路は、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。

※ 2 : 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一様ではなく，発生する自然事象は地域性があるため，発電所立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。

**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。

国内外の基準等に基づき、考えられる自然現象を網羅的に抽出

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

敷地の自然環境を考慮し、海外での評価手法<sup>\*</sup>を参考とした除外基準に該当するものを除外

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 <sup>sp1</sup>	×	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。 <small>上陸時の暴風の影響については「火山</small>

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)

<sup>\*</sup> 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 12 事象を選定

- ・ 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

# 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 (想定する外部人為事象)

丸数字は、外部ハザードを抽出した文献を示す。

国内外の基準等に基づき、考えられる外部人為事象を網羅的に抽出

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)	○		○	○	○	○	○	○	○

- ① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-T2-06 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

敷地及び敷地周辺の状況を考慮し、海外での評価手法\*を参考とした除外基準に該当するものを除外

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備考
2-1	衛星の落下	E <sup>2</sup>	×	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。

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。安全機能を損なわ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」で規定されているクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器（以下「安全重要度分類のクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器」という。）とする。

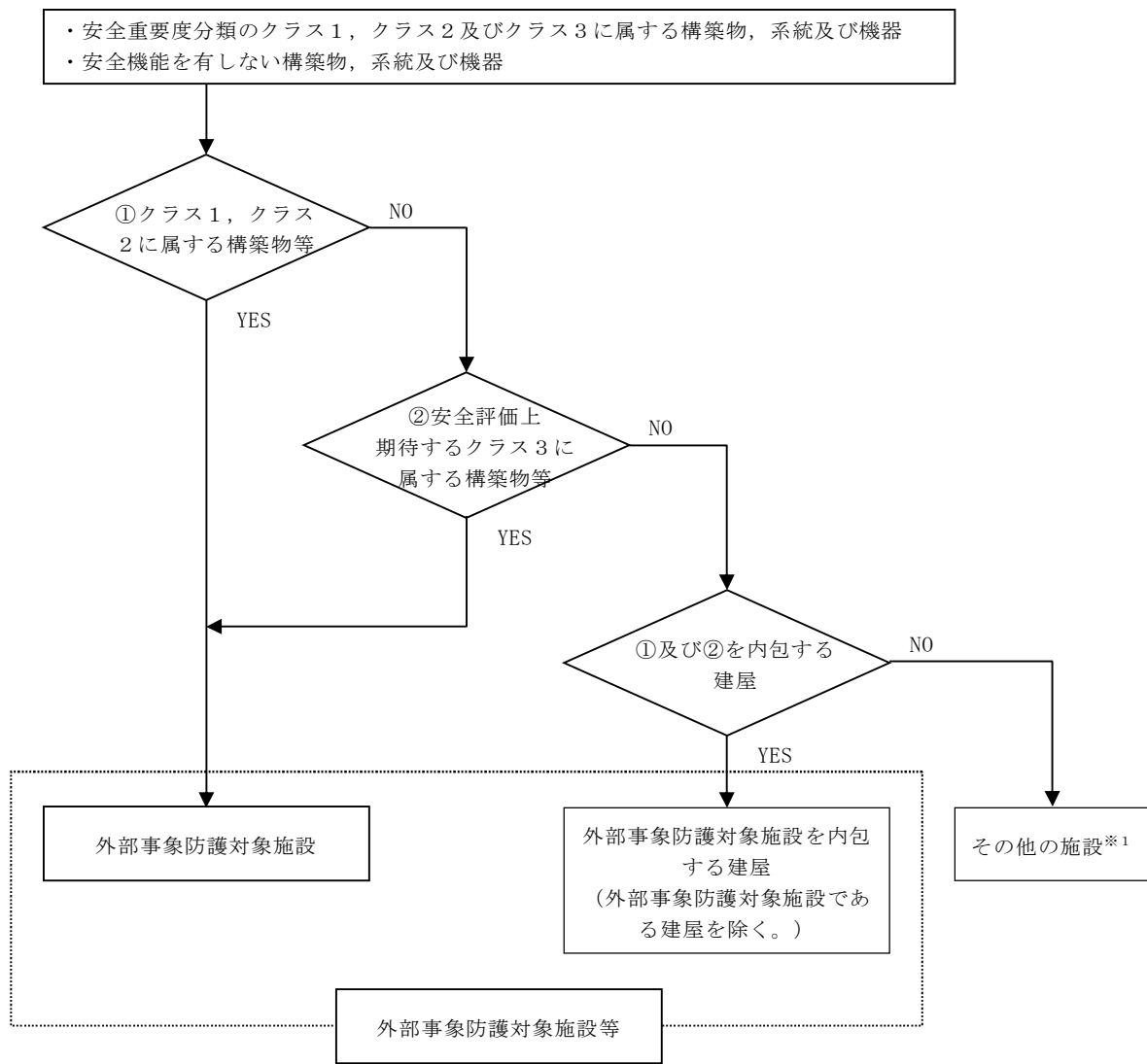
上記構築物，系統及び機器の中から、発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物，系統及び機器として安全重要度分類のクラス1，クラス2及び安全評価上その機能に期待する安全重要度分類のクラス3に属する構築物，系統及び機器（以下「外部事象防護対象施設」という。）に加え、それらを内包する建屋を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設等」という。）とし、機械的強度を有すること等により安全機能を損なわない設計とする。

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」とおり。



※1：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

設計基準について，以下に挙げる①を参照し，設定する，又は①が存在しない場合は，②をもとに，局地的要因による影響を考慮した上で，設定する。

なお，①にて設定した場合においても，参考として②の観測記録を記載する。

ただし，以下①及び②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，①及び②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。）

##### ①規格・基準類に基づく設定

選定した自然現象に関する規格・基準類が存在し，東海第二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場合，その規格・基準類に基づき設計基準を設定する。また，東海村に対する設定値が定められてない場合，最寄りの市町村であり，かつ気象官署が設置されている水戸市に対する設定値に基づき設定する。

##### ②観測記録に基づく設定

選定した自然現象に関する規格・基準類が存在せず、①によって設定できない場合、発電所及びその周辺における観測記録の調査での極値（観測史上1位）をもとに、設計基準を設定する。

## 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標高 3～21m 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<sup>※1</sup>により氾濫するとしても、洪水ハザードマップ<sup>※2</sup> 及び浸水想定区域図<sup>※3</sup> 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。

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 1.5～2 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。

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、また、最大瞬間風速は 44.2m/s である。

ここで、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](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 70～92m/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  $100\text{m/s}$  の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

竜巻により発電所構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、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。

低温に対する法令及び規格・基準の要求はない。

外部事象防護対象施設は、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凍結のおそれのあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより、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、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。

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  $-12.7^{\circ}\text{C}$  である。

なお、評価結果の詳細は「添付資料 4. 低温影響評価について」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引き」（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  $127.5\text{mm/h}$  である。

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。

外部事象防護対象施設は、設計基準降水量(127.5mm/h)の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)の降水に対し、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。

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。

## (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深は、東海村においては 30cm である。



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深である 30cm とする。

外部事象防護対象施設は、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、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。

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。

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」、消防庁通知などによると、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<sup>2</sup>の範囲の雷撃密度は 4.09 回／年・km<sup>2</sup>であり、また、観測記録の統計処理による年超過確率 10<sup>-4</sup>／年値によると、雷撃電流値は 400kA 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。

外部事象防護対象施設は、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。

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

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、電気系及び計装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及び換気系、電気系及び計装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）及び換気系、電気系及び計装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

- ・電気系及び計装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装制御設備（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再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，発電用原子炉施設の停止及び停止後の発電用原子炉施設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9. 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（FARSITE）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。

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  $8.5 \times 10^{-8}$  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、発電用原子炉施設と安全機能（臨界防止機能、密封機能、遮蔽機能、除熱機能）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  $6.1 \times 10^{-8}$  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 10. 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標高 3～21m 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 11. 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。

また、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、再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 12. 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 5.5m）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 42m）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 13. 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 14. 安全保護回路の主な電磁波、サージ・ノイズ対策について」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		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	構造物、系統又は機器			確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	
FS-1	原子炉処理 材圧力バウ ンダリ機能	原子炉処理材圧力バウ ンダリを構成する機器、配 管系(弁等)の保守・修 理・検査等	原子炉圧力容器 配管、弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影		
				C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
MS-1	原子炉の緊 急排出機能	原子炉停止系の制御機 による系(制御棒及び制御 棒駆動系(スクラム機 能))	原子炉停止系(制御棒 駆動系)	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内
MS-1	原子炉処理 材圧力バウ ンダリの過 圧防止機能	原子炉停止系(制御棒 駆動系)	原子炉停止系(制御棒 駆動系)	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内

※1 ○：各外部事象に対し安全機能を損なわれ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れない。

荷：荷重による影響なし  
熱：輻射熱による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
水：浸水による影響なし  
飛：飛塵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

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

補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

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(2/10)

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		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害		
					評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>
MS-1	原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統(ボンプ、熱交換器、原子炉停止時冷却モードのループ)の配管、弁 原子炉隔離時冷却系(ボンプ、サブレーション・プール、タービン、サブレーション・プール)から注水先までの配管、弁 高圧炉心スプレイス(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁、スプレイヘッダ) 非常用炉心スプレイス(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁、スプレイヘッダ) 透かし安全弁(手動逃がし機能) 自動減圧系(手動逃がし機能)	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	炉心冷却機能	低圧炉心スプレイス(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁、スプレイヘッダ) 高圧炉心スプレイス(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁、スプレイヘッダ) 残留熱除去系(低圧注水モード)(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁(熱交換器パイプスライイン含む)、注水ヘッダ) 高圧炉心スプレイス(ボンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールから注水先までの配管、弁、スプレイヘッダ) 自動減圧系(透かし安全弁)	C/S	○	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れ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を維持、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れない

荷：荷重による影響なし  
熱：輻射熱による影響なし  
水：浸水による影響なし  
飛：塵埃飛来物による影響なし  
機：機体飛来物による影響なし  
灰：火山灰による影響なし  
荷：輻射熱による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
取：ケーブル取替等  
機：代替設備(設備名)  
補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

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 (3/10)

分類	機能	安全機能の重要度分類		外部事象 防護対象 施設に該 当	風 (台風)		竜巻		凍結		降水		積雪		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害		
		構造物、系統又は機器	原子炉格納容器、原 子炉格納容器隔離 体、貫通部、所員用エ ントリ、原子炉格納容 器スプレッド、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		確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	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 体、貫通部、所員用エ ントリ、原子炉格納容 器スプレッド、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 ントリ)、原子炉格納容 器スプレッド、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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			格納容器隔離弁及び格 納容器バウンダリ配管 主蒸気流量制限器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			残留熱除去系 (格納容 器スプレッド冷却モー 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、サ ブプレッション・プ ールからスプレ ッド (ドライウエル及 びサブプレッショ ン・プール) までの配 管、弁、スプレッド (ドライウエル及び サブプレッショ ン・プール))	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			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)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			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)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			遮蔽設備 (原子炉遮蔽 壁、一次遮蔽壁、二次 遮蔽壁)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※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 プローアアウトパネルが開放した場合 (プロア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：塵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：フィルタ取替等  
代：代替設備 (設備名)  
補：補修の実施 (必要に応じてプラント停止)

影：対象となる構造物、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、付風機、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		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害		
		建築物、系統又は機器	安全保護系			評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>
MS-1	工学的な安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	原子炉緊急停止の安全保護回路 ・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	安全保護系	C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮断、非常用換気空調系、非常用補機冷却系、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回路) 中央制御室及び中央制御室遮断 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、非常用再循環ファン、送風機、排風機、ダクト及びファンハ)	C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※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。

熱：荷重による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
取：フィルター取替等  
代：代替設備(設備名)  
補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

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

影：対象となる構造物、系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない  
防：事象に更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) T/B：タービン建屋  
 NR/W：廃棄物処理建屋 D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋  
 D/Y：固体廃棄物貯蔵庫 S/Y：屋内閉閉所



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		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			
		構造物、系統又は機器	燃料集合体落下 事故時放射能放 出を低減する系		設置 場所	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果
MS-2	放射能物質放 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 原子炉建屋ガス処理系	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	事故時のアラ ート状態の把 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 磁接点触器の状態 ・制御機位置 ・原子炉水位(広帯 域、燃料域) ・原子炉圧力 ・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッジョン・プ ール水温度 ・原子炉格納容器エリ ア放射線量率(高レ ンシ)	C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
FS-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)	C/S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	燃料集合体落下 事故時放射能放 出を低減する系	計装配管、燃料 採取管	計装配管、燃料 採取管	C/S	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

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: フォトリフレクタ等  
代: 代替設備(設備名)  
補: 補修の実施(必要に応じてプラント停止)

影: 対象となる構造物、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

※1 ○: 各外部事象に対し安全機能を損なわれ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  
われない

※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閉)

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

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		外部事象 防護対象 施設に該 当	風(台風)		竜巻		凍結		降水		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	原子炉再循環系		確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果
FS-3	原子炉冷却材 の循環機能	原子炉再循環系	原子炉再循環ポンプ、 配管、弁、ライザープ 管(炉内)、ジェットポン プ	×	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影	○
	放射性物質の 貯蔵機能	サブレンジョン プール水排水系、 復水貯蔵タンク、 放射線廃棄物処理施設 (放射能インベ ントリの小さい もの)	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 UW粉末樹脂沈降分離 槽、使用済樹脂槽、濃 縮液タンク、固体廃 棄物貯蔵庫(ドラム 缶)) 新燃料貯蔵庫(新燃料 貯蔵ラック) 給水加熱器配管庫 セメント混練固化装置 及びびね固体減容処理設 備(液体及び固体の放 射性廃棄物処理系) タービン、発電機、 装置及びその励磁機 (発電機、励磁機) 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)、給水系、送電 循環水系、送電 線、変圧器、開 閉所	×	○	補	○	補	○	補	○	補	○	補	○	補	○	補	○	影	○
	電源供給機能 (非常用を除 く。)		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) 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(MS-1 関連以外))	×	○	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れ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れない

荷：荷重による影響なし  
水：浸水による影響なし  
飛：電送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  
影：輻射熱による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
取：フェイルシフト取替等  
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)

熱：対象となる構築物、系統又は機器に影響を及ぼす影響を及ぼす影  
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

影：輻射熱による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
取：フェイルシフト取替等  
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)

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		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	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)			確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果	評価 <sup>※1</sup>	確認結果
FS-3	電源供給機能(非常用を除く。)(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	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		計測制御電源系(電源装置から常用計測制御及び回路(MS-1関連以外))	C/S	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		送電線	屋外	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路)	屋外	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		開閉所(母線、遮断器、断路器、電路)	S/Y 屋外	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	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	C/S	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	T/B	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		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	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		所内蒸気系及び戻り系(ボンプ、配管/弁)	T/B	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		計装用圧縮空気設備(空圧縮機、中間冷却器、配管/弁)	T/B	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※1 ○：各外部事象に対し安全機能を損なわれ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れない。

熱：荷重による影響なし  
煙：ばい煙による影響なし  
取：燃料取扱等  
代：代替設備(設備名)  
補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

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：事象に負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(9/10)

分類	機能	安全機能の重要度分類		外部事象 防護対象 施設に該 当	風(台風)		竜巻		凍結		降水		積雪		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	所内ボイラ、計 装用圧縮空気系 (かつぎ)		確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>	確認 結果	評価 <sup>※1</sup>					
FS-3	プラント運転 補助機能(かつぎ)	燃料設置管	原子炉冷却材 系(再生熱交換器、非再 生熱交換器、CUIWボ ンプ、ろ過脱塩装置、 配管/弁)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MS-3	原子炉圧力の抑 上昇の緩和機 能	燃料設置管	原子炉冷却材系(再生熱交換器、非再 生熱交換器、CUIWボ ンプ、ろ過脱塩装置、 配管/弁)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
出力上昇の抑 制機能	燃料設置管	原子炉冷却材系(再生熱交換器、非再 生熱交換器、CUIWボ ンプ、ろ過脱塩装置、 配管/弁)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
原子炉冷却材 の補給機能	燃料設置管	原子炉冷却材系(再生熱交換器、非再 生熱交換器、CUIWボ ンプ、ろ過脱塩装置、 配管/弁)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

※1 ○：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  
 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：事象に真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  
 影：荷重による影響なし  
 水：浸水による影響なし  
 飛：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：フィルタ取替等  
 代：代替設備(設備名)  
 補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

C/S：原子炉建屋(原子炉棟、付属棟、廃棄物処理棟)  
 NR/M：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 (10/10)

分類	機能	安全機能の重要度分類		外部事象 防護対象 施設に該 当	風(台風)		竜巻		凍結		降雪		火山の影響		生物学的事象		外部火災		電磁的障害		
		設置 場所	設備 設置 場所		評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>	確認 結果	評価 <sup>1)</sup>
MS-3	緊急時対策上、及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所、試験料採取系、通信連絡設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明	緊急時対策所建設 試験料採取系(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、原子炉格納容器雲田気放射性物質濃度サンプリング分析)	×	屋外	○	荷	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	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)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)
			放射線監視設備	×	屋外	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)
			事故時監視計器の一部(排気筒モニタ)	×	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内
			消火系(水消火設備、泡消火設備、二酸化炭素消火設備、等)	×	屋外	○	荷	○	防	○	防	○	防	○	防	○	防	○	防	○	防
			安全避難通路	×	屋外	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)
			非常用照明	×	全廠	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)	○	代(有線/無線衛星)

※1 ○：各外部事象に対し安全機能を損なわれ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れない。

荷：荷重による影響なし  
水：浸水による影響なし  
飛：塵埃飛来物による影響なし  
煙：煙塵飛来物による影響なし  
取：ファイルタ取替等  
代：代替設備(設備名)  
補：補修の実施(必要に応じてプラント停止)

影：対象となる構造物、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. 自然現象の重畳について

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解釈第3項及び第5項において，設計上の考慮を要する自然現象の組合せについて要求がある。

重畳の検討についての概略を以下に示す。

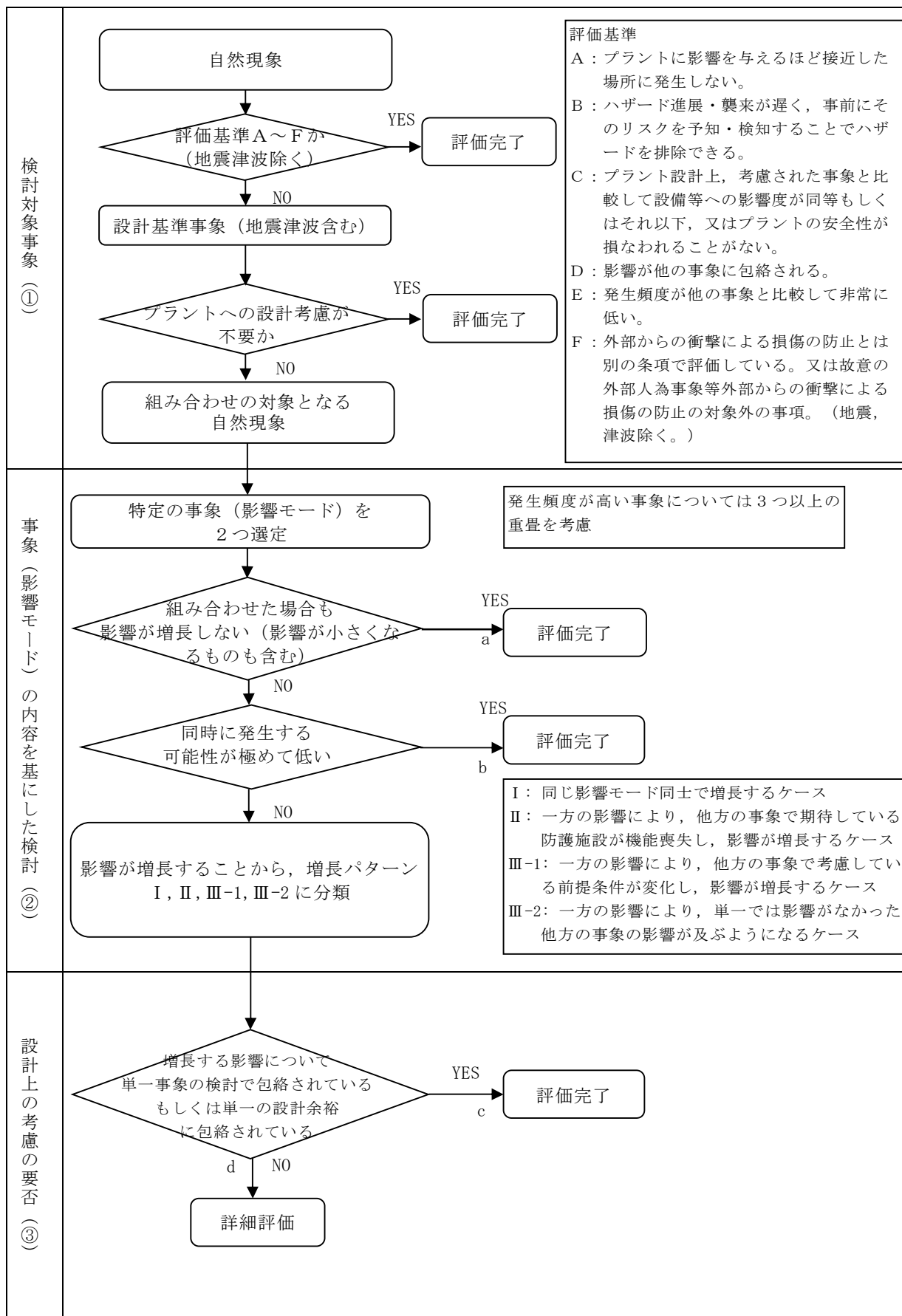
### 【検討手順概略】

- ① 「1.1 外部事象の収集」にて発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波除く。）として抽出した11事象から，「3.2 個別評価」にて発電所では被害が考えられないと評価した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事象を組合せ対象として設定。
- ② 自然現象ごとに影響モード（荷重，閉塞，温度等）を整理し，事象の特性（相関性，発生頻度等）を踏まえて全ての組合せを網羅的に検討し，影響が増長する組合せを特定。組合せを考慮した場合に原子炉施設に与える影響パターンを以下の観点で分類。
  - a. 組み合わせた場合も影響が増長しないもの（影響が小さくなるものを含む）
  - b. 同時に発生する可能性が極めて低いもの
  - c. 増長する影響について，個別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もの
  - d. c以外で影響が増長するもの影響が増長するケース（上記c及びd）については，それらを4つのタイプに分類し，新たな影響モードが生じるか否かについても考慮。

③ 影響が増長するケースに対し，影響度合いを詳細検討し，設計上の考慮や安全設備の防護対策が必要となった場合は対策を講ずる。

④ アクセシ性・視認性についても記載。

第 6-1 図に自然現象の組合せ事象の評価フローを示す。フロー内の各タスクの詳細については 6.2 以降で説明する。



第6-1図 自然現象の組合せの評価

## 6.1 検討対象

### 6.1.1 検討対象事象

検討対象とする事象は、「1.1 外部事象の収集」と同様に文献より抽出された自然現象 55 事象のうち国内外の基準を基に発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）として選定した 11 事象から、「3.2 個別評価」にて発電所では被害が考えられないと評価した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、以下の 11 事象とする。

第 6.1-1 表 重畳検討事象

・自然現象（11 事象）

No.	自然現象	No.	自然現象
1-1	凍結	1-15	生物学的事象
1-3	降水	1-19	風（台風）
1-7	地震	1-20	竜巻
1-8	積雪	1-22	森林火災
1-11	津波	1-33	落雷
1-12	火山の影響		

## 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

自然現象は、特定の現象が他の現象を誘発する、同様の原因（低気温時に頻発等）により発生する等の因果関係を有し、同時期に発生する事象群が存在する。これらの相関性を持つ自然現象を特定する。相関性のある自然現象を抽出した結果を第 6.2-1 表に示す。

一方、森林火災、生物学的事象は、各事象が独立して発生するものであることから、相関性はないものとする。

第 6.2-1 表 相関性のある自然現象

相関タイプ	自然現象
①低温系	凍結，積雪
②高温系	—
③風水害系	降水，風（台風）又は竜巻 <sup>*</sup> ，落雷
④地震系（津波）	地震，津波
⑤地震系（火山の影響）	地震，火山の影響

※：風（台風）と竜巻は特定の箇所に同時に負荷がかからないため、どちらか一方のみを考慮する

### 6.2.2 影響モードのタイプ分類

組合せを考慮するに当たって、自然現象の影響モードを第 6.2-2 表のタイプごとに分類する（第 6.2-1 図参照）。ただし、第 6.2-2 表で分類されている自然現象は現象ごとに大枠で分類したものであり、実際に詳細検討する際には各現象の影響モードごとに検討する。

ここで生物学的事象については、海生生物（くらげ等）と動物（ネズミ等）

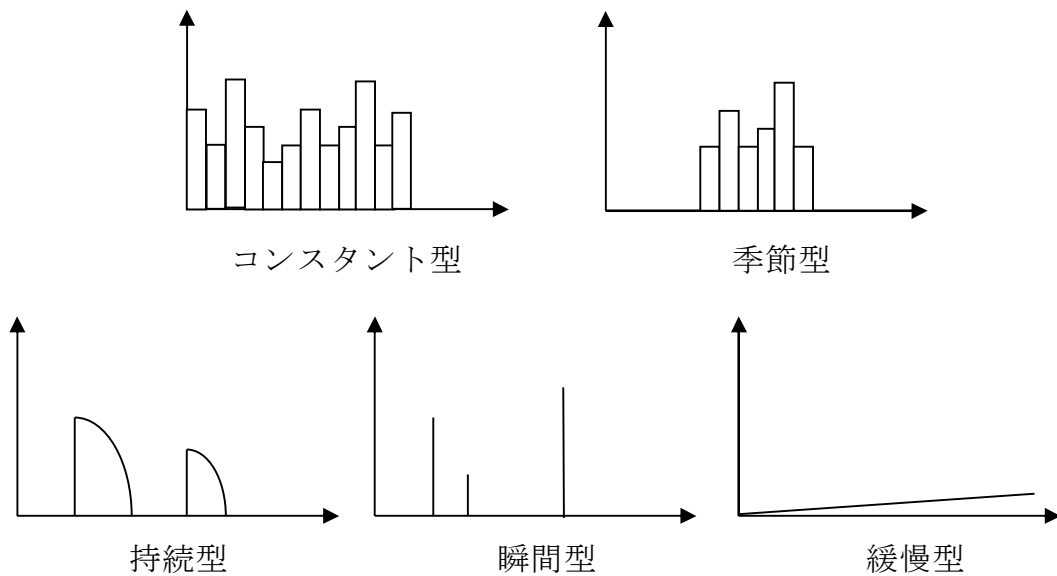
で影響タイプが異なるため、分けて考慮する。

第 6.2-2 表 影響モードのタイプ分類

影響タイプ	特性	現象
コンスタント型, 季節型	年間を通してプラントに影響を及ぼすような自然現象（ただし、常時負荷がかかっているわけではない）若しくは特定の季節で恒常的な自然現象	凍結, 降水, 積雪, 生物学的事象（海生生物）, 風（台風）
持続型	恒常的ではないが、影響が長期的に持続するような自然現象。 影響持続時間が長ければ数週間に及ぶ可能性があるもの	火山の影響
瞬間型	瞬間的にしか起こらないような自然現象。 影響持続時間が数秒程度（長くても数日程度）のもの。	地震, 津波, 生物学的事象（小動物）, 竜巻, 森林火災, 落雷
緩慢型	事象進展が緩慢であり、発電所の運転に支障を来すほどの短時間で的事象進展がないと判断される自然現象。	—

※複数の型が該当する自然現象は、保守的な型を割り当てる（上が保守的）

例えば風（台風）について、風圧力は瞬間型だが、作業性などの検討においては定常的な負荷が想定されるため、コンスタント型に分類



第 6.2-1 図 影響モード分類

## 6.3 重畳影響分類

### 6.3.1 重畳影響分類方針

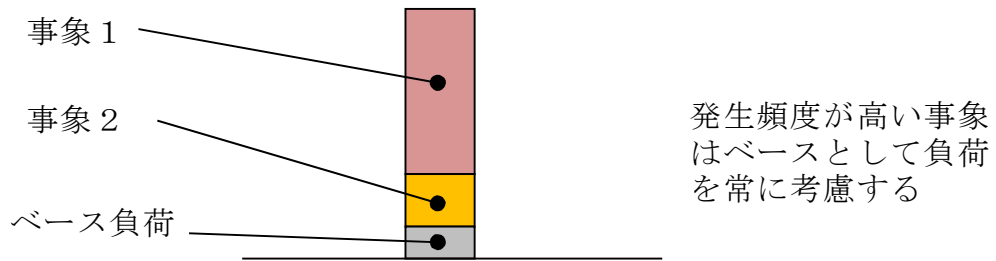
「6.1 検討対象」で選定した自然現象の組合せに対して網羅的に検討を実施する。

- ・例えば瞬間型同士の重畳については、同時に発生する可能性が極めて小さいことから基本的には重畳を考慮する必要はないが、影響モードや評価対象設備によっては影響持続時間が長くなることがあるため、個別に検討が必要となる。(例：竜巻の直接的な影響は瞬間型だが、竜巻により避雷設備が壊れた場合には避雷設備が修復されるまで影響が持続する。そのため、竜巻と落雷は両方とも瞬間型に分類されるが、組合せを考慮する必要がある。)

また、組合せを考慮する事象数、規模及び相関性をもつ自然現象への配慮について以下に示す。

#### ① 事象数

影響が厳しい事象が重畳することは稀であることから、基本的には2つの事象が重畳した場合の影響を検討する。ただし、発生頻度が高い事象については、考慮する組合せに関係なく、ベースとして負荷がかかっている状況を想定する(第6.3-1図参照)。例えば、火山の影響との組合せを考慮する場合も、ベース負荷として凍結、積雪、降水、風(台風)の影響についても考慮する。



第 6.3-1 図 ベース負荷の考え方

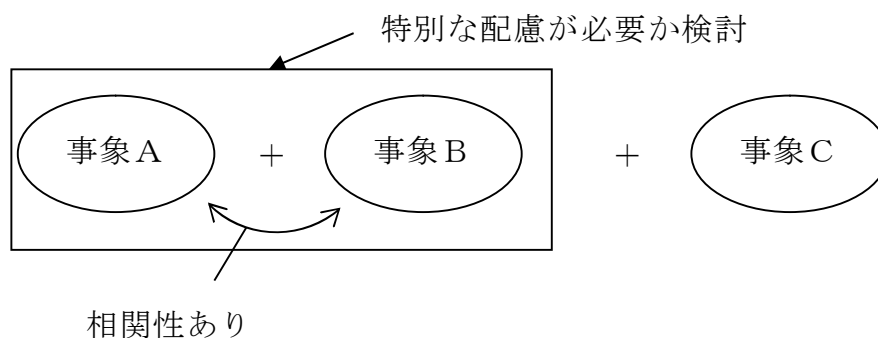
② 規模

設計への考慮や防護対策が必要となった組合せについて、組み合わせた事象の規模を想定し設計に反映する。

③ 相関性を持つ自然現象への配慮

6.3.1①のとおり、相関性を持つ自然現象は同時に発生することを想定し、相関性を持つ事象のセット+他事象の組合せを考慮する。

相関性を持つ事象のセット+他事象を検討するための前処理として、相関性を持つ事象のセット内で単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードの有無及び増長されるモードの有無を確認し、特別な配慮が必要か検討した結果を以下に示す。



第 6.3-2 図 相関性を持つ自然現象への配慮



各自然現象について、影響モードの相関評価を行う。

・低温系，高温系

低温系，高温系の影響モードを第 6.3-1 表に示す。

凍結と積雪には電氣的影響（短絡）の影響モードが存在し，重畳により送電線の相間短絡の可能性が高まるが，相間短絡により発生する事象は外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。

なお，電氣的影響以外は同一の影響モードがなく，重畳した場合も影響が増長するような影響モードは存在せず，また，新たな影響モードについても起こりえない。

第 6.3-1 表 低温系，高温系の影響モード

自然現象		影響モード
低温系	凍結	温度，電氣的影響（着氷による短絡）
	積雪	荷重，電氣的影響（着雪による短絡），閉塞
高温系	—	—

・風水害系

風水害系の影響モードを第 6.3-2 表に示す。

風（台風）と竜巻は同じ荷重（風，飛来物）の影響モードが存在するが，竜巻の基準風速が風より大きいことから，風（台風）の荷重は竜巻評価に包絡される。

竜巻に伴う止水対策（水密扉等）への影響については，設計基準竜巻に対して機能が損なわれない設計とする。

また，竜巻に伴う落雷対策への影響については，避雷設備が損傷する可能性があるが，落雷以外の事象への影響は存在しない

(他事象との重畳を評価する際には考慮不要)。

第 6.3-2 表 風水害系の影響モード

自然現象		影響モード
風水害系	降水	浸水, 荷重
	風 (台風)	荷重 (風, 飛来物)
	竜巻	荷重 (風, 飛来物, 気圧差)
	落雷	電氣的影響 (サージ及び誘導電流, 過電圧, 直撃雷)

・地震系 (津波)

地震系 (津波) の影響モードを第 6.3-3 表に示す。

基準地震動  $S_s$  の震源と基準津波の震源は異なることから、独立事象として扱うことが可能であり、かつ、各々の発生頻度は十分に小さく同時に発生する確率は極めて低い。しかし、基準地震動  $S_s$  の震源による津波と基準地震動  $S_s$  の余震、基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は同時に敷地に到達する可能性がある。

よって、基準地震動  $S_s$  の震源による津波と基準津波のうち規模の大きい基準津波と、基準津波を発生させる地震の余震を便宜上弾性設計用地震動  $S_d$  とし、基準津波と余震との重畳を考慮し、安全機能が損なわれない設計とする。

第 6.3-3 表 地震系 (津波) の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重 (地震)
	津波	荷重 (衝突), 浸水, 閉塞

・地震系 (火山の影響)

地震系（火山の影響）の影響モードを第 6.3-4 表に示す。

火山性地震における，火山のプラントへの影響については，敷地と火山に十分な離隔があることから，地震の本震と同時にプラントに襲来する可能性は低く，ある程度の時差をもって襲来するものと思われる。

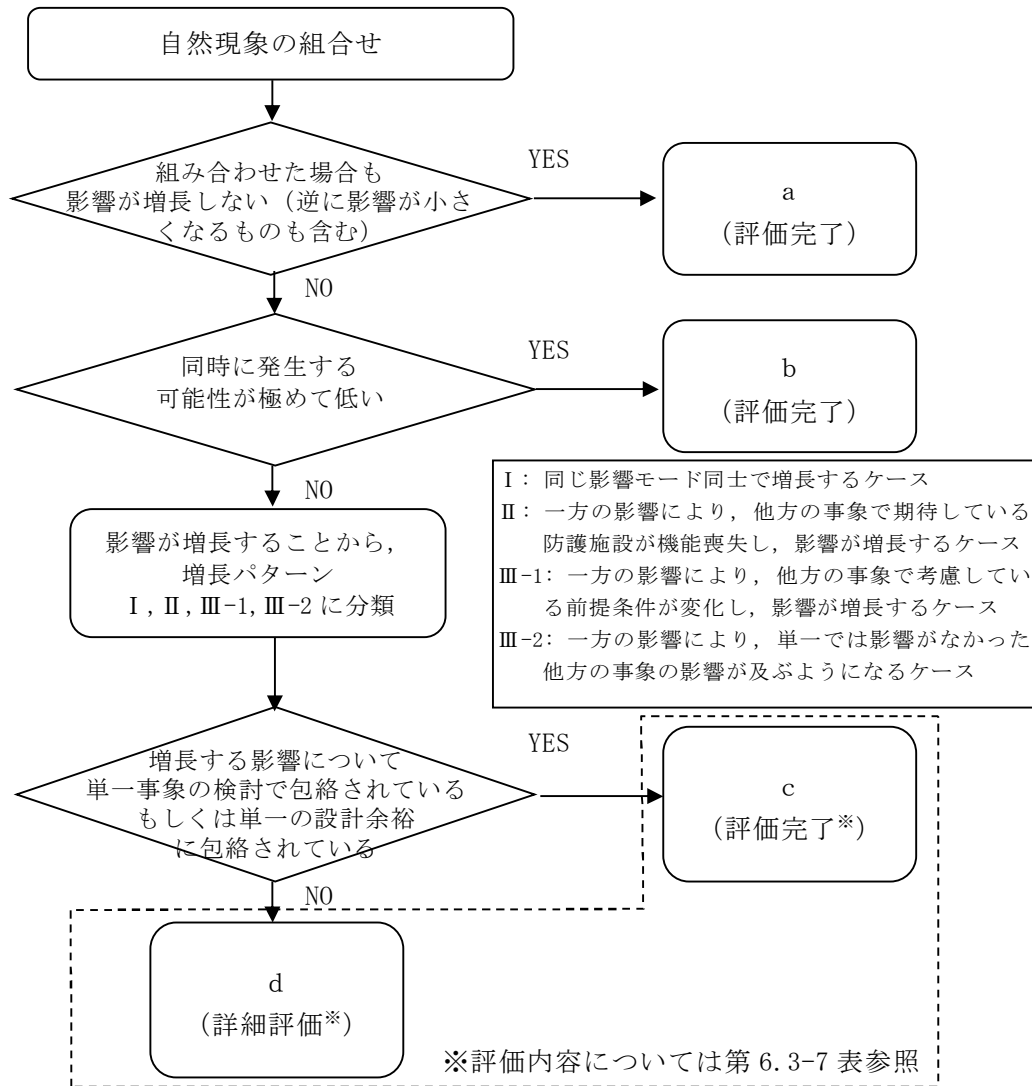
第 6.3-4 表 地震系（火山の影響）の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重（地震）
	火山の影響	荷重（堆積），電气的影響（付着），閉塞（吸気等），閉塞（海水系），腐食

以上より，相関性をもつ事象のセットについて，単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードがないこと，増長される影響モードが存在しないことが確認されたため，相関性をもつ事象のセット+他事象での増長する影響を確認する際に，相関性をもつ事象について特別に配慮する必要はない。

### 6.3.2 影響パターン

組合せを考慮した場合に原子炉施設に与える影響パターンを以下の3つの観点で分類した。



第 6.3-3 図 影響パターン選定フロー

上記 a, b に該当する自然現象の組合せについては、安全施設は安全機能を損なわない。

また、発生頻度が極めて低い事象（地震、津波、竜巻及び火山の影響）同士について、事象が重畳する可能性について第 6.3-5 表、第 6.3-6 表に整理した。

第 6.3-5 表 事象の組合せ

		事象 2			
		地震	津波	竜巻	火山の影響
事 象 1	地震		①	②	③
	津波	④		⑤	⑥
	竜巻	⑦	⑧		⑨
	火山の影響	⑩	⑪	⑫	

第 6.3-6 表 事象の継続時間及び発生頻度

		事象の継続時間	発生頻度 (/年)
事 象 1	地震	短 (30 秒程度)	$5.0 \times 10^{-4}$
	津波	短 (15 分程度)	$2.0 \times 10^{-4}$
	竜巻	短 (10 分程度)	$2.1 \times 10^{-6}$
	火山の影響	長 (30 日)	$2.2 \times 10^{-5}$ ※

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

① 地震 (事象 1) と津波 (事象 2) の組合せについて

津波は地震発生後に来襲することから、同時に来襲することはないため、重畳を考慮する必要はない。

② 地震 (事象 1) と竜巻 (事象 2) の組合せについて

両者は独立事象であり、発生頻度は低いことから、同時に来襲する可能性は極めて低いため、重畳を考慮する必要はない。

③ 地震（事象１）と火山の影響（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

④ 津波（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

津波発生時に余震と重畳する可能性があるため，重畳を考慮する。

⑤ 津波（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑥ 津波（事象１）と火山の影響（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑦ 竜巻（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。ただし，竜巻により安全施設の耐震性に悪影響を及ぼす場合は，必要に応じてプラントを停止し，補修を行うことで，事象の影響の重畳を防止する。

⑧ 竜巻（事象１）と津波（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。ただし，竜巻により耐津波設備に影響を及ぼす場合は，必要に応じてプラントを停止し，補修を行うことで，事象の影響の重畳を防止する。

⑨ 竜巻（事象１）と火山の影響（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑩ 火山の影響（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑪ 火山の影響（事象1）と津波（事象2）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

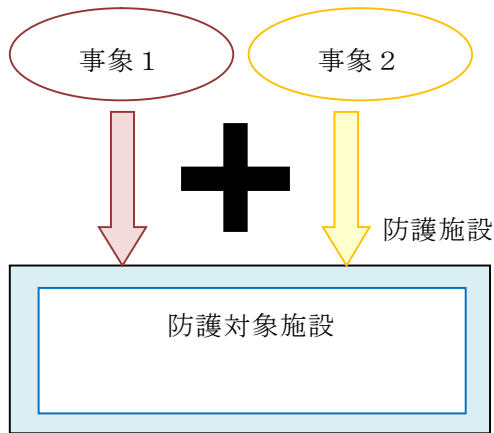
⑫ 火山の影響（事象1）と竜巻（事象2）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

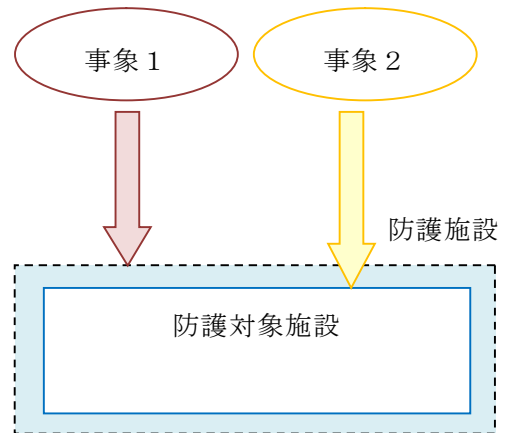
よって，発生頻度が極めて低い事象同士については，④津波（事象1）と地震（事象2）の組合せのみ重畳を考慮する。

上記 c, d に該当する自然現象の組合せについては，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となるが，その増長する影響パターンについては第 6.3-4 図のとおり 4 つに分類した。

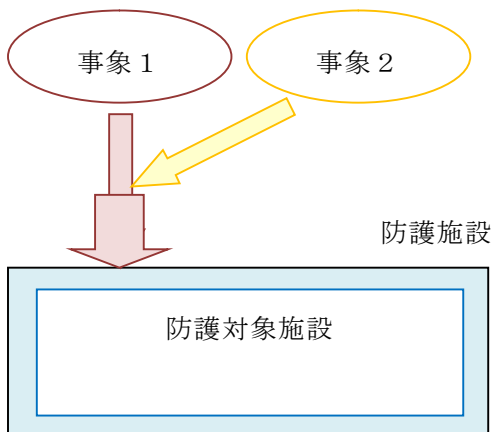
I. 各事象から同じ影響がそれぞれ作用し  
重ね合わさって増長するケース



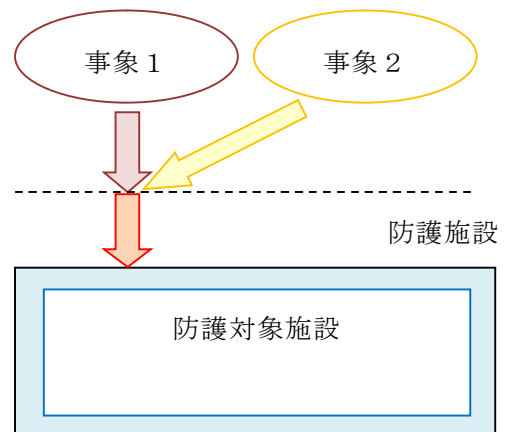
II. 事象1により防護施設が機能喪失  
することにより事象2の影響が増長  
するケース



III-1. 他の事象の作用により前提条件が  
変化し、影響が増長するケース



III-2. 他の事象の作用により  
影響が及ぶようになるケース



第 6.3-4 図 重畳による増長パターン分類

### 6.3.3 重畳影響分類結果

事象の重畳影響について 6.3.1 に基づき、a, b, c, d に分類 (c, d についてはさらに I, II, III-1, III-2 に分類) した結果について第 6.3-7 表, 第 6.3-8 表に示す。



第 6.3-7 表 自然事象の重畳マトリックス

【凡例】

- a: 組み合わせた場合も影響が増長しないもの
- b: 同時に発生する可能性が極めて低いもの
- c: 増長する影響について単一事象の検討で包括されている, 若しくは単一の事象の設計余裕に包括されているもの※
- d: c以外で影響が増長するもの※
- ※ c, dについては以下も記載
- I: 各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し, 重ね合わさって増長するケース
- II: ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより, 影響が増長するケース
- III-1: 他の自然現象の作用により前提条件が変化し, 影響が増長するケース
- III-2: 他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

事象 2	設備の損傷・機能喪失モード		凍結		降水		地震		積雪		津波		火山の影響			
	温度	電気的影響	温度	電気的影響	浸水	荷重 (堆積)	荷重 (地震)	荷重 (堆積)	電気的影響	閉塞 (吸気等)	荷重 (衝突)	浸水	閉塞 (海水系)	荷重 (堆積)	閉塞 (海水系)	閉塞 (吸気等)
自然現象																
凍結	屋外機器・設備の凍結															
	ヒートポンプ (海水) の凍結															
	着氷による送電線の相間短絡															
降水	降水による設備の浸水															
	荷重 (堆積)															
	荷重 (堆積)															
	荷重 (堆積)															
積雪	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
津波	津波による設備の浸水															
	設備物による取水口, 海水ストレーナの閉塞															
	荷重 (堆積)															
	海水系ストレーナの閉塞															
火山の事象	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
	積雪による送電線の相間短絡															
生物学的事象	取水口, 海水ストレーナの閉塞															
	蓄溜類 (ネズミ等) によるケーブル類の損傷															
風 (台風)	荷重 (風)															
	荷重 (飛来物)															
	荷重 (飛来物)															
	荷重 (飛来物)															
	荷重 (仮圧送)															
	輻射熱															
森林火災	積雪による送電線の相間短絡															
	屋外制御設備の発生するノイズ															
落雷	直撃雷															
	誘導雷サージによる電気設備内の回路損傷															

第 6.3-7 表 自然事象の重畳マトリックス

【凡例】

- a: 組み合わせた場合も影響が増長しないもの
- b: 同時に発生する可能性が極めて低いもの
- c: 増長する影響について単一事象の検討で包括されている, 若しくは単一の事象の設計余裕に包括されているもの※
- d: c以外で影響が増長するもの※
- ※ c, dについては以下も記載
- I: 各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し, 重ね合わさって増長するケース
- II: ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより, 影響が増長するケース
- III-1: 他の自然現象の作用により前提条件が変化し, 影響が増長するケース
- III-2: 他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

事象 1	設備の損傷・機能喪失モード	火山の影響		生物学的事象		風 (台風)		竜巻		森林火災		落雷	
		腐食	電氣的影響	閉塞 (海水系)	電氣的影響	荷重 (風)	荷重 (飛来物)	荷重 (風)	荷重 (飛来物)	閉塞 (電気等)	電氣的影響 (ノイズ)	電氣的影響 (直撃雷)	電氣的影響 (雷カーブ)
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード												
	備考												
凍結	温度	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
降水	漏水	a	d(I)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
地震	荷重 (傾倒)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
積雪	電氣的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞 (電気系)	a	d(I)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
津波	荷重 (衝突)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	漏水	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
津波 (海水系)	閉塞 (海水系)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重 (傾倒)	a	a	d(I)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
火山の影響	閉塞 (海水系)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞 (電気系)	a	a	c(I)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
電氣的影響	腐食	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	降下火砕物の付着による送電線の物理的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
生物学的事象	取水口, 海水ストレーナの閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	蓄積類 (ネズミ等) によるケーブル類の損傷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風 (台風)	荷重 (風)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重 (飛来物)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
竜巻	荷重 (風)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重 (飛来物)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	輻射熱	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	給気ファンダ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
落雷	屋内外部制御設備に発生するノイズ	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	直撃雷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
落雷	誘導雷カーブによる電気設備内の巨雷損傷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	誘導雷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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

第 6.3-8 表 事象の重畳 個別検討結果

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



#### 6.4 詳細評価

プラントへの影響が想定される重畳（6.3.2でc, dに分類されたもの）について、第6.3-8表に示した個別検討結果より、抽出された組合せは以下となる（事象1×事象2の順）。

- ・地震（荷重）×積雪（荷重）
- ・地震（荷重）×風（台風）（荷重）
- ・積雪（荷重）×地震（荷重）
- ・積雪（荷重）×津波（荷重）
- ・積雪（荷重）×火山の影響（荷重）
- ・津波（荷重）×地震（荷重）
- ・津波（荷重）×積雪（荷重）
- ・津波（荷重）×風（台風）（荷重）
- ・火山の影響（荷重）×積雪（荷重）
- ・火山の影響（荷重）×風（台風）（荷重）
- ・風（台風）（荷重）×地震（荷重）
- ・風（台風）（荷重）×津波（荷重）
- ・風（台風）（荷重）×火山の影響（荷重）

上記組合せのうち、地震（荷重）×積雪（荷重）と積雪（荷重）×地震（荷重）、地震（荷重）×風（台風）（荷重）と風（台風）（荷重）×地震（荷重）、積雪（荷重）×津波（荷重）と津波（荷重）×積雪（荷重）、津波（荷重）×風（台風）（荷重）と風（台風）（荷重）×津波（荷重）、火山の影響（荷重）×風（荷重）と風（荷重）×火山の影響（荷重）及び積雪（荷重）×火山の影響（荷重）と火山の影響（荷重）×積雪（荷重）については、事象1と事象2を入れ替えたとしても発生する事象は同一であることから、

統合する。

よって、以下の組合せについて、設計上考慮することとする。

第 6.4-1 表 自然現象の重畳を設計上考慮する組合せ

地震（荷重）×積雪（荷重）
地震（荷重）×風（台風）（荷重）
津波（荷重）×積雪（荷重）
津波（荷重）×風（台風）（荷重）
津波（荷重）×地震（荷重）
火山の影響（荷重）×積雪（荷重）
火山の影響（荷重）×風（台風）（荷重）

#### 6.4.1 アクセス性・視認性について

自然現象が安全施設に及ぼす影響としては、荷重だけでなく、アクセス性及び視認性に対する影響も考えられることから、これらの観点についても影響を評価する。

アクセス性及び視認性の観点からの影響評価結果を以下に示す。

##### アクセス性への影響確認結果

設計基準においては、屋内設備と屋内での対応により事象収束が可能であることから、自然現象による屋外のアクセス性への影響については考慮する必要が無い。

##### 視認性への影響確認結果

視認性の観点からは、降水等により中央制御室外の状況や津波を監視するカメラの視認性の低下を及ぼす可能性がある。

中央制御室外の状況や津波を監視するカメラについては、降水等による視認性の低下や、竜巻等による機能損失の可能性はある。カメラは位置的分散が図られているものの、重畳を考慮した場合には全てのカメラに期待できない状況も考えられる。その場合にも、中央制御室に設置する気象情報を出力する端末、潮位計等の代替設備により必要な機能を確保することができることから、自然現象による視認性への影響については考慮する必要が無い。

東海第二発電所

外部事象の考慮について

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
2. 洪水影響評価について
3. 風（台風）影響評価について
4. 凍結影響評価について
5. 降水影響評価について
6. 積雪影響評価について
7. 落雷影響評価について
8. 生物学的事象に対する考慮について
9. 航空機落下確率評価について
10. ダムの崩壊影響評価について
11. 有毒ガス影響評価について
12. 船舶の衝突影響評価について
13. 安全保護回路の主な電磁波，サージ・ノイズ対策について
14. 設計上考慮すべき荷重評価における自然現象の組合せについて
15. 比較的短期での気象変動に対する考慮について
16. 設計基準事故時に生じる応力の考慮について
17. 設計基準としての設定値の妥当性について
18. 旧安全設計審査指針と設置許可基準規則との比較
19. 考慮すべき事象の除外基準と ASME 判断基準との比較
20. 考慮した外部事象についての対応状況
21. 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

参考資料－1 地滑り影響評価について

### 3. 風（台風）影響評価について

#### (1) 基本方針

予想される最も過酷と考えられる条件として設計基準を設定の上，安全施設のうち外部事象防護対象施設は，設計基準風速の風荷重に対して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。

#### (2) 設計基準風速の設定

設計基準風速の設定は，以下の(2-1)を参照し，(2-2)を参考として，局地的要因による影響を考慮した最大風速（地上高 10m，10 分間平均風速の日最大風速）値を設定する。

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，ここでは風（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 1.5～2 倍程度の最大瞬間風速<sup>(1)</sup>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。

#### (2-1) 規格・基準類

風に対する建築物の規格・基準として，発電用原子炉施設建設時の建築基準法施行令第 87 条（以下「旧建築基準法施行令」という。）においては，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要求されていた。

その後、建築基準法施行令第87条の風荷重規定は2000年に改正され、それ以降、建築物については、地域ごとに定められた基準風速の風荷重に対する設計が要求されており、東海村の基準風速は30m/s（地上高10m, 10分間平均風速）である。

風速の観測記録がある水戸地方気象台が位置する水戸市の基準風速は、32m/s（地上高10m, 10分間平均風速）である。

屋外設備のうち、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。

## (2-2) 観測記録

気象庁の気象統計情報における風速の観測記録（第3-1表）によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上1位の最大風速及び最大瞬間風速は下記のとおりである。

ただし、東海村については、風速等を観測する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。

水戸市：最大風速 28.3m/s

（1961年10月10日，統計期間1897年1月～2012年3月）

最大瞬間風速 44.2m/s

（1939年8月5日，統計期間1937年1月～2012年3月）

ここで、設計基準風速の設定に当たり、各風速の定義を確認する。

気象庁の風の観測については、風速（地上高 10m, 10 分間平均）及び瞬間風速（地上高 10m, 3 秒間平均）を記録している。「最大風速」は、風速（地上高 10m, 10 分間平均）の日最大風速を、「最大瞬間風速（地上高 10m, 3 秒間平均）」は、瞬間風速（地上高 10m, 3 秒間平均）の日最大瞬間風速をいい、一般的に最大瞬間風速と最大風速の比は 1.5～2 倍程度とされている。（例えば、最大風速 40m/s の場合は、60～80m/s 程度の瞬間的な風が吹く可能性がある）

旧建築基準法施行令では、最大瞬間風速（63m/s, 地上高 15m）を参照していたが、現行の建築基準法施行令では、地上高 10m における 10 分間平均風速を基準としている。ただし、現行の建築基準法施行令でも、風荷重の算出において、最大瞬間風速等の風速変動による影響を考慮し、基準風速に地表面粗度等により求まるガスト影響係数を乗じ速度圧を算出することが定められている。これにより、旧建築基準法施行令ではほぼ全国一律で定められていた風荷重を、現在では建築物の周辺状況及び構造特性等に応じて定めることが可能となった。このような状況を踏まえ、安全設計上考慮する設計基準風速の定義は、現行の建築基準法に準拠し、地上高 10m で 10 分間平均風速を採用する。

以上を踏まえると、設計基準風速は、地域性を考慮した上で、現行の建築基準法に準拠した東海村の基準風速である 30m/s とする。

### (3) 評価対象施設等の健全性評価

評価対象施設等が、30m/s（地上高 10m, 10 分間平均）の風（台風）によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため、30m/s の風（台風）に対する風荷重が安全施設に作用した場合の影響に



ついて評価し、安全機能が維持されることを確認した。

本評価における基本的な考え方は、以下のとおり。

- 評価対象施設等を評価し、安全機能が維持できることを確認する。  
また、安全機能が維持されない場合には対策を実施する。
  - ① 頑健性のある建屋内に設置されている設備については、30m/sの風（台風）に対する風荷重が作用した場合における当該の建屋の健全性を確認することにより、安全機能を損なわないことを確認した。（第3-2表）
  - ② 屋外に設置されている設備については、30m/sの風（台風）に対する風荷重が作用した場合における当該設備の健全性を確認することにより、安全機能を損なわないことを確認した。（第3-2表）
- その他の構築物、系統及び機器については、機能を維持すること、若しくは損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な場合、安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

なお、台風の発生に伴う飛来物の影響は、竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されており、安全施設の安全機能が損なわれるおそれはない。

第3-1表 観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最大風速 [m/s]	最大瞬間風速 [m/s]	年	最大風速 [m/s]	最大瞬間風速 [m/s]
1961	28.3	-	1991	13.2	26.1
1962	15.0	-	1992	12.7	24.6
1963	13.5	-	1993	14.5	26.5
1964	20.7	-	1994	10.4	25.7
1965	20.0	-	1995	10.1	24.5
1966	17.7	-	1996	17.1	36.3
1967	16.0	27.0	1997	12.3	27.1
1968	16.3	25.7	1998	11.5	26.9
1969	16.5	27.1	1999	14.1	27.7
1970	15.0	23.3	2000	11.5	23.3
1971	14.7	23.2	2001	12.6	23.7
1972	17.7	26.5	2002	13.4	28.7
1973	13.0	21.1	2003	10.6	24.7
1974	12.8	21.0	2004	15.5	29.6
1975	12.5	22.3	2005	10.9	22.8
1976	11.0	23.8	2006	13.1	29.6
1977	12.0	23.2	2007	11.6	25.6
1978	15.4	25.6	2008	13.9	22.4
1979	13.6	32.8	2009	13.6	25.6
1980	15.4	26.7	2010	14.3	23.3
1981	13.9	25.2	2011	14.0	25.7
1982	13.4	24.1	2012	12.1	26.7
1983	11.7	21.1	\		
1984	11.5	21.2			
1985	12.2	24.7			
1986	16.6	29.5			
1987	11.6	24.2			
1988	11.9	23.1			
1989	18.5	31.6			
1990	12.1	26.3			

第3-2表 風荷重による設備等の健全性評価結果

○建屋

評価対象建屋	評価位置[EL. (m)]* 方向	風荷重 [kN]	設計用地震力 [kN]	判定
原子炉建屋	57.00~46.50 東→西	315	40,756	○
タービン建屋	40.64~28.00 北→南	928	17,828	○
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	17.75~8.30 東→西	346	66,097	○

\* 裕度の最も小さい評価位置を記載

○ポンプ, ファン等

評価設備	応力 [MPa]	許容値 [MPa]	判定
残留熱除去系海水ポンプ* <sup>1</sup>	6	147	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>2</sup> 海水ポンプ* <sup>3</sup>	2	147	○
残留熱除去系海水ストレーナ	11	157	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>2</sup> 海水ストレーナ	18	157	○
中央制御室換気系冷凍機 (取付ボルト)	7	124	○
中央制御室換気系冷凍機 (外板材)	38	164	○

\*<sup>1</sup> : 発生応力が最高となる電動機台取付ボルトの値を記載

\*<sup>2</sup> : 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。

\*<sup>3</sup> : 発生応力が最高となる電動機取付ボルトの値を記載

○配管

評価部位	応力 [MPa]	許容値 [MPa]	判定
残留熱除去系海水配管 (取水側)	74	325	○
残留熱除去系海水配管 (放水側)	38	212	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>1</sup> 海水配管 (取水側)	46	245	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>1</sup> 海水配管 (放水側)	39	226	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>1</sup> 排気配管	9	123	○
非常用ディーゼル発電機* <sup>1</sup> ベント管	40	206	○
非常用ガス処理系配管	43	232	○

\*<sup>1</sup> : 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。

○排気筒

部位	高さ* <sup>2</sup> [m]	応力[N/mm <sup>2</sup> ]			許容応力[N/mm <sup>2</sup> ]			判定* <sup>1</sup>
		圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	
筒身	104.205	6.4	118.0	—	198.4	207.0	—	○
	87.432	—	—	11.5	—	—	71.6	○
主柱	87.432	95.6	15.3	—	167.5	235	—	○
斜材	18.257	117.6	—	—	183.4	—	—	○
水平材	104.205	54.1	19.8	—	210.9	235	—	○
柱補強材	56.000	76.7	—	—	155.1	—	—	○

\*<sup>1</sup> : 裕度の最も小さい評価位置を記載

\*<sup>2</sup> : 圧縮及び曲げの各々が許容応力未満であること

## 5. 降水影響評価について

### (1) 基本方針

予想される最も過酷を考えられる条件として設計基準を設定の上、安全施設のうち外部事象防護対象施設は、設計基準降水量による浸水、荷重に対して維持され、安全機能を損なわない設計とする。

### (2) 設計基準降水量の設定

設計基準降水量の設定は、以下の(2-1)を参照し、(2-2)を参考として、局地的要因による影響を考慮した値を設定する。

#### (2-1) 規格・基準類

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

・「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」によると、排水施設の設計雨量強度は、単位時間内の10年確率で想定される雨量強度となる。

・雨量強度は、「茨城県宅地開発関係資料集」を用いて算出することとする。東海村の雨量強度を算出する降雨強度曲線は「水戸」であり、そのうち、10年確率降雨強度式は以下となる。(降雨強度と雨量強度は同義である。)

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

r：降雨強度

T：流達時間（発電所敷地内は10分とした）

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

## (2-2) 観測記録

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

ただし，東海村については，降水量等を観測する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。

水戸市：最大 1 時間降水量 81.7mm/h

（1947 年 9 月 15 日，統計期間 1906 年 1 月～2012 年 3 月）

なお，規格・基準類に定める雨量強度は地域特性に配慮した値であることから，基準降水量として使用する値としては，「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）等にて定められる雨量強度 127.5mm/h とする。

## (3) 評価対象施設等の健全性評価

評価対象施設等が，(2)にて設定した降水量によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため，1 時間降水量 127.5mm/h を上回る降水による浸水及び荷重が安全施設に作用した場合の影響について評価し，安全機能が維持されることを確認した。（別紙 1）

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○ 評価対象施設等を評価し，安全機能が維持できることを確認する。ま

た、安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

① 評価対象施設等は、1 時間降水量 127.5mm/h を上回る降水による浸水に対し、構内排水路による排水等により、影響がないことを確認した。

② 評価対象施設等は、1 時間降水量 127.5mm/h を上回る降水に対する荷重に対し、排水口による排水等により、影響がないことを確認した。

○ その他の構築物、系統及び機器については、機能を維持すること、若しくは損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な場合、安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

第5-1表 観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最大1時間降水量[mm/h]	年	最大1時間降水量[mm/h]	年	最大1時間降水量[mm/h]
1906	30.0	1942	27.4	1978	14.5
1907	32.7	1943	50.5	1979	49.0
1908	16.6	1944	47.1	1980	31.0
1909	26.3	1945	28.6	1981	43.5
1910	29.5	1946	51.8	1982	41.5
1911	25.5	1947	81.7	1983	54.5
1912	36.2	1948	30.2	1984	35.0
1913	56.0	1949	53.4	1985	32.0
1914	41.7	1950	46.2	1986	54.5
1915	41.6	1951	36.1	1987	35.0
1916	20.0	1952	54.0	1988	32.0
1917	42.3	1953	39.9	1989	32.5
1918	33.0	1954	28.8	1990	48.0
1919	21.0	1955	24.7	1991	35.5
1920	25.4	1956	23.5	1992	32.5
1921	31.3	1957	26.6	1993	38.5
1922	46.3	1958	37.0	1994	63.5
1923	40.0	1959	77.8	1995	25.0
1924	36.2	1960	20.0	1996	44.0
1925	42.9	1961	60.0	1997	45.5
1926	22.8	1962	25.1	1998	35.5
1927	48.2	1963	30.0	1999	48.0
1928	27.7	1964	36.6	2000	57.0
1929	24.2	1965	30.6	2001	33.0
1930	58.6	1966	25.5	2002	28.5
1931	26.5	1967	31.0	2003	22.0
1932	19.1	1968	24.0	2004	41.5
1933	41.2	1969	33.0	2005	33.5
1934	21.1	1970	27.0	2006	27.0
1935	28.0	1971	26.0	2007	45.0
1936	7.6	1972	22.5	2008	32.0
1937	43.8	1973	30.0	2009	36.0
1938	25.6	1974	19.0	2010	31.5
1939	38.3	1975	37.0	2011	47.5
1940	49.1	1976	50.5	2012	56.0
1941	25.2	1977	46.0		

## 降水による浸水及び荷重の影響評価

## 1. 概要

評価対象施設等は、設計基準としての降水量（127.5mm/h）による浸水に対し、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。

評価対象施設等は、設計基準としての降水量（127.5mm/h）による荷重に対し、排水口による排水により影響を受けない設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

その他の構築物、系統及び機器は、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。

## 2. 降水による敷地内浸水影響評価

## 2.1 雨水流出量の算出

<条件>

降雨強度は、設計基準としての降水量（127.5mm/h）とする。

雨水流出量 $Q_1$ の算出には、「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、以下の合理式（ラショナル式）を用いる。

$$Q_1 = 1 / 360 \cdot f \cdot r \cdot A$$

ここで、

$Q_1$ ：雨水流出量（ $m^3/s$ ）

$f$ ：流出係数（開発部：0.9，林地：0.5）

$r$ ：設計基準としての降水量（127.5mm/h）



A：集水区域面積（ha）

また、集水区域面積は、第1表のとおり。

第1表 集水区域面積内訳

流域	流域面積（ha）	開発部面積（ha）	林地面積（ha）
①	16.8	15.9	0.9
②	16.7	11.5	5.2
③	9.17	9.17	0.0
④	0.92	0.92	0.0
⑤	2.81	2.81	0.0

## 2.2 流末排水路排水量の算出

<条件>

構内排水路における流末排水路排水量 $Q_2$ の算出には、「開発行為の技術基準」（平成10年10月茨城県）を参照し、以下のマンニング式を用いる。

$$Q_2 = V \cdot A$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここで、

$Q_2$ ：流末排水路排水量（ $m^3/s$ ）

V：平均流速（ $m/s$ ）

A：流末排水路流水断面積（ $m^2$ ）

n：マンニングの粗度係数

R：径深 =  $A/S$ （m）（S：潤辺（m））

I：勾配

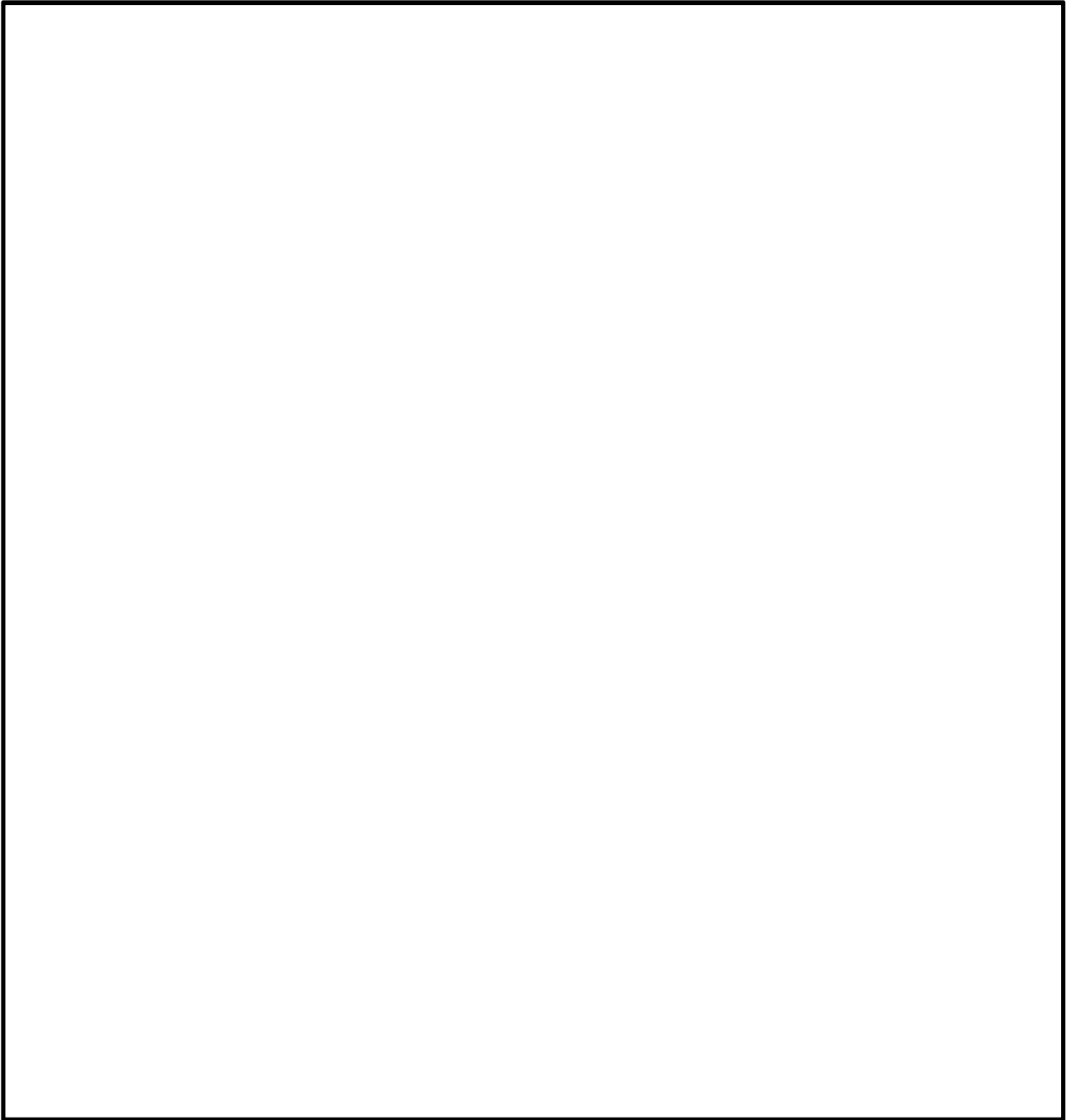
また、流末排水路は、以下を考慮して設定する。

①排水路設置位置は、集水区域毎に、敷地勾配及び流下経路を考慮し、地表面の降水の流下状況を踏まえ、敷地傾斜等に従い流下する箇所に設定する。

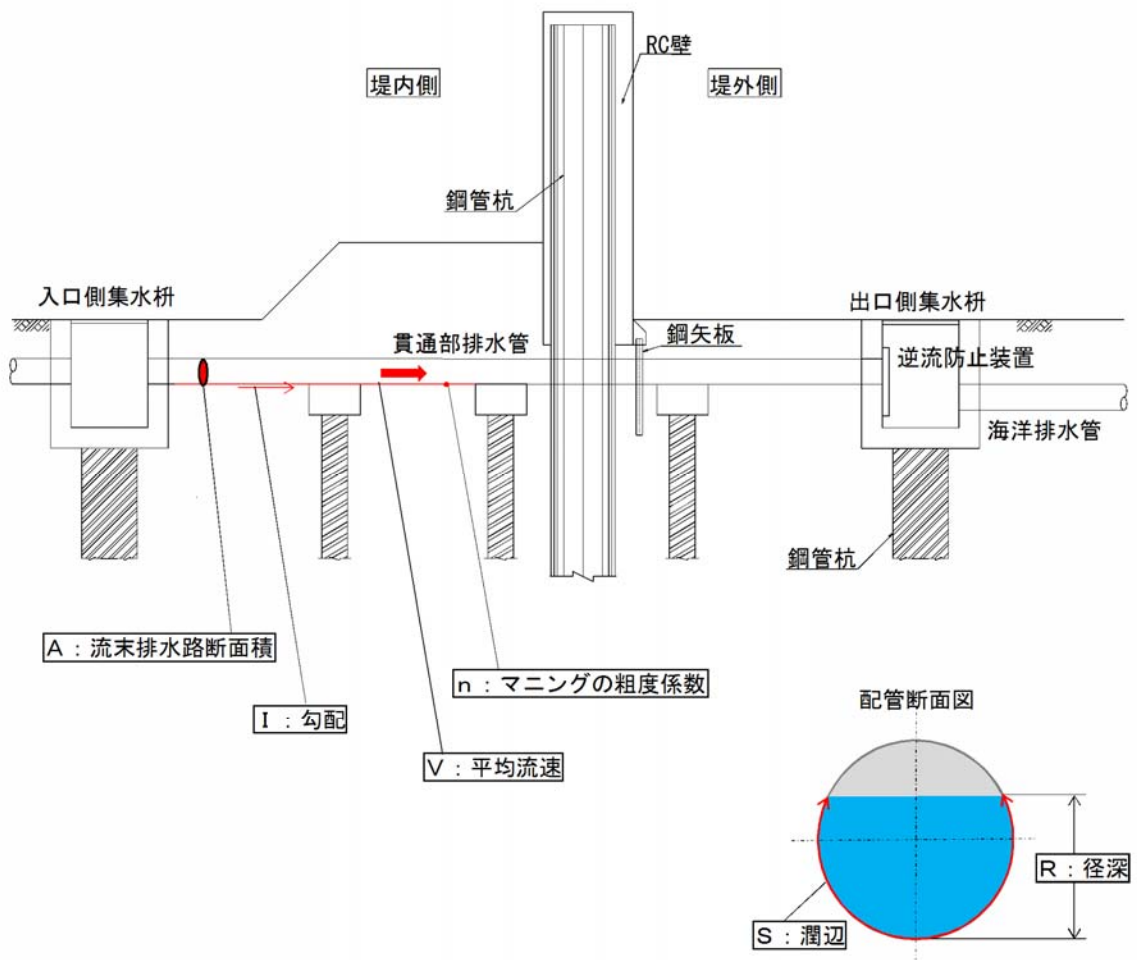
②排水路構造は，防潮堤部に設置することから，防潮堤断面方向の構造を考慮し，かつ敷地標高及び潮位を考慮した管径，勾配及び設置本数を設定する。

③排水路の機械的強度は，他の外部事象によって発生する衝撃によって排水機能を損なうことのない設計とする。

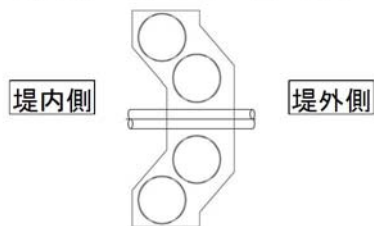
集水流域，幹線排水路及び流末排水路位置を第1図に，流末排水路構造を第2図に，敷地高さ及び地表水の流下想定を第3図に示す。



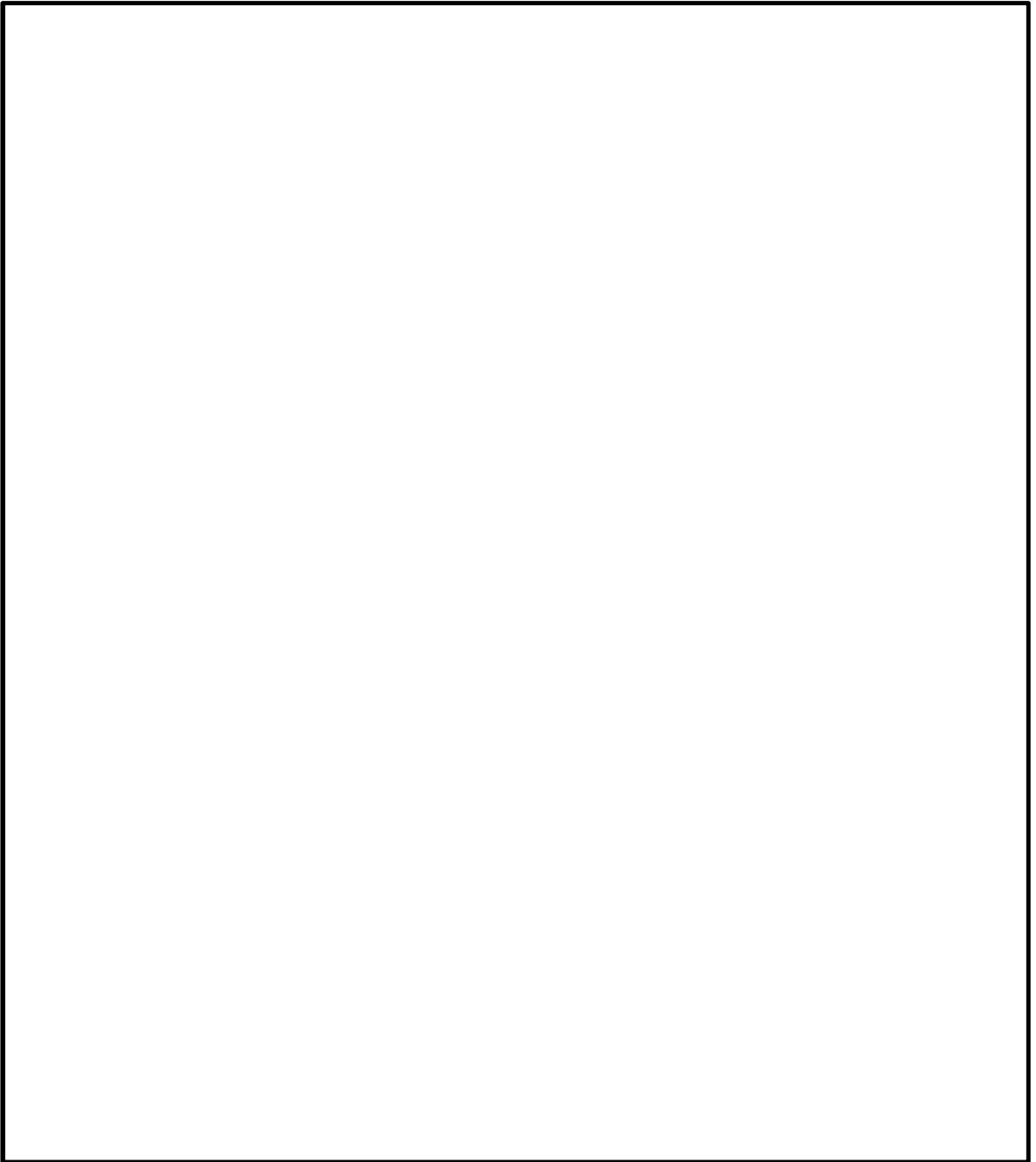
第1図 集水流域，幹線排水路及び流末排水路位置



上断面図  
 (鋼管杭—排水路の平面方向の位置関係)



第2図 流末排水路構造 (案)



第3図 敷地高さ及び地表水流下想定

### 2.3 判定基準

「2.2 流末排水路排水量の算出」において算出した流末排水路排水量 $Q_2$ が、  
「2.1 雨水流出量の算出」において算出した雨水流出量 $Q_1$ を上回ることを確認することにより、雨水を遅滞なく海域に排水することが可能であること及び敷地内が降水によって浸水しないことを判定基準とする。

### 2.4 評価結果

流末排水路排水量は、雨水流出量を上回り、雨水は遅滞なく海域に排水可能であり、敷地内は浸水しないことを確認した。雨水流出量と排水路流末の設計排水量の比較結果を第2表に示す。

第2表 雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果

流域	集水区域面積A (ha)	雨水流出量 $Q_1$ ( $m^3/h$ )	流末	流末排水路 排水量* $Q_2$ ( $m^3/h$ )	判定 ( $Q_1 < Q_2$ )	備考
①	16.8	約 18,900	①-1	約 21,900	○	流末①-2で排水できない雨水は地表を流下し、流末①-1で排水される
			①-2	約 2,080		
②	16.7	約 16,600	②	約 24,000	○	
③	9.17	約 10,600	③-1	約 4,100	○	流末③-1で排水できない雨水は地表を流下し、流末③-2で排水される
			③-2	約 12,000		
④	0.92	約 1,060	④	約 1,100	○	
⑤	2.81	約 3,230	⑤	約 12,000	○	

※今後の詳細設計により、変更の可能性がある。

### 3. 浸水評価について

#### 3.1 建屋廻りの浸水評価

安全施設を内包する建屋への影響について、それらの建屋周辺においては、敷地傾斜に従い流下し、構内排水路及び流末排水路より速やかに排水されることから、安全施設が浸水することはない。

#### 3.2 取水口エリアの浸水評価

取水口エリアへの影響について、敷地傾斜に従い流下し、流末排水路より速やかに排水されることから、安全施設が浸水することはない。（「2. 降水による敷地内浸水影響評価」のとおり）

なお、安全施設が設置されている海水ポンプ室内には、排水ポンプが設置されており、その排水量は海水ポンプ室内の雨水流出量を上回るため、安全施設が浸水することはない。雨水流出量の算出は「2.1 雨水流出量の算出」のとおり、評価結果は第3表のとおり。

第3表 海水ポンプ室内における雨水流出量と排水ポンプ排水量の比較結果

流域	集水区域面積 A (m <sup>2</sup> )	雨水流出量 Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /h)	排水ポンプ排水量 Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /h)	判定 (Q <sub>3</sub> <Q <sub>4</sub> )
北側海水ポンプ室	108	13.8	36.0	○
南側海水ポンプ室	108	13.8	36.0	○

以上のことから、安全重要度クラス1，2に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，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が，設計基準としての降水量による浸水によって安全機能を損なわれることはない。

#### 4. 荷重の影響について

降水による荷重の影響について、安全施設を内包する建屋は多量の降水に対しても、排水口等により排水する設計としており、設計基準としての降水量による荷重によって安全機能を損なわれることはない。



## 6. 積雪影響評価について

### (1) 基本方針

予想される最も過酷と考えられる条件として設計基準を設定の上，安全施設のうち外部事象防護対象施設は，積雪による荷重，積雪による吸気口等の閉塞により，安全機能を損なわない設計とする。

### (2) 設計基準積雪量の設定

設計基準積雪量の設定は，以下の(2-1)を参照し，(2-2)を参考として，局地的要因による影響を考慮した値を設定する。

#### (2-1) 規格・基準類

積雪に対する規格・基準として，建築物については建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく茨城県建築基準法等施行細則において，地域毎に垂直積雪量が定められており，東海村においては，30cm である。

積雪の観測記録がある水戸地方気象台が位置する水戸市の垂直積雪量は，建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく水戸市建築基準法等施行細則によると，30cm である。

#### (2-2) 観測記録

気象庁の気象統計情報における積雪の観測記録（第 6-1 表）によれば，東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上 1 位の月最深積雪は下記のとおりである。

なお，東海村については，積雪等を観測する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。

水戸市：月最深積雪 32cm

(1945年2月26日，統計期間1897年1月～2012年3月)

○ 積雪時の発電所の対応について

発電所においては，冬季の積雪の頻度は少ないものの，積雪は，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，発電所構内における除雪活動を行っている。

建屋については，設計基準としての積雪荷重に達するおそれがある状況となる前に，人力による除雪を実施する。

給排気口については，閉塞の可能性がある開口部高さに達するおそれがある状況となる前に，人力による除雪を実施する。

構内の道路又はアクセスルートについては，車両通行が不可となるおそれがある状況となる前に，ホイールローダ等による除雪を実施する。

以上を踏まえると，設計基準積雪量は，地域性を考慮した上で，建築基準法に準拠した東海村の積雪量である 30cm とする。

(3) 評価対象施設等の健全性評価

(2)にて設定した設計基準積雪量に対する評価対象施設等への影響を評価する。設計基準の積雪量に対して，外部事象防護対象設備が積雪荷重，空気又は流体の取入口の閉塞によって機能喪失に至らないことを確認した。

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○ 評価対象施設等を評価し，安全機能が維持できることを確認する。

また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

- ① 外部事象防護対象施設のうち建屋が設計基準積雪量の荷重に対して機械的裕度を有する設計であることを確認した。(第6-2表参照)
  - ② 屋外の外部事象防護対象設備は設計基準積雪量の荷重に対して健全であることを確認した。(第6-3表参照)
  - ③ 流体の取入口等の閉塞による影響について、各建屋の換気口等の高さが設計基準積雪量に対して高い位置に設置してあること及び上向きに開口部がない設計であることを確認した。(第6-4表及び第6-2図参照)また、積雪と風により吸気口等の閉塞が考えられるが、この場合には、操作員がルーバに付いた積雪を落とすことにより閉塞を防止する。
- その他の構築物、系統及び機器については、機能を維持すること、若しくは損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な場合、安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

#### (4) 観測記録に対する評価

##### (4-1) 建築基準法施行令の基づく設定値

設計基準としての設定値 30cm に対して、水戸の月最深積雪が 32cm であり、以下のとおり評価した。

- ・ 建築基準法施行令に基づく各市町村の設定値は、当該区域における局所的地形要因による影響を考慮し、過去の観測記録に基づき統計処理を行う等の手法によって、50年再現期待値を求めた値となっており、水戸市及び東海村の設定値はともに 30cm である。
- ・ 過去の観測記録を確認した結果、月最深積雪に有意な上昇傾向は見受

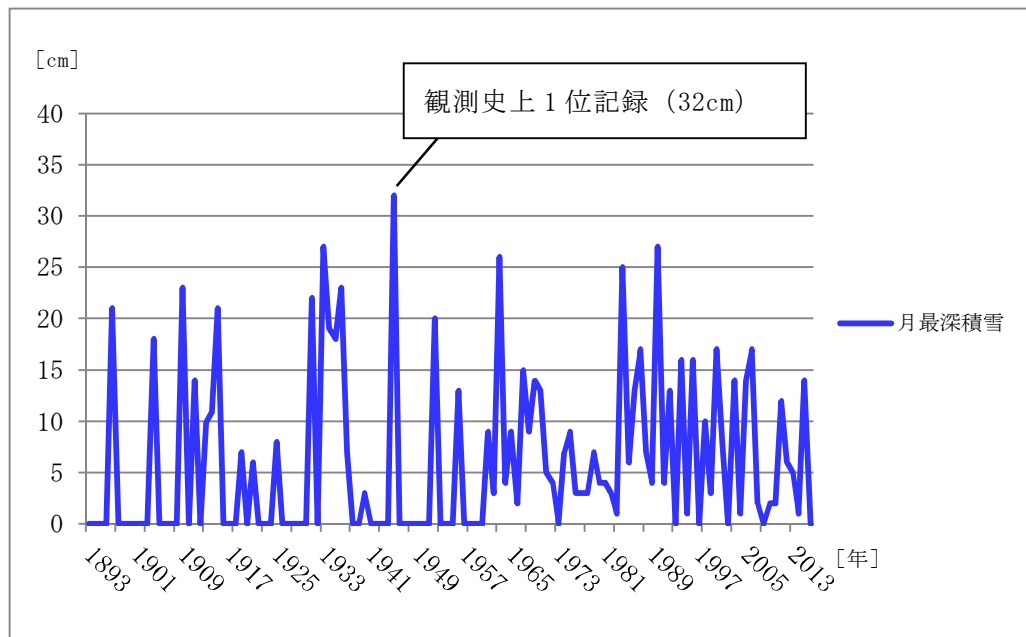
けられない。

- ・月最深積雪 32cm は、約 70 年前に観測されたものであり、以後更新されていない。

これらのことから、評価対象施設等に対する設計基準としての設定値に、建築基準法施行令に定める設定値を用いることは、設計基準としての設定値を定める上で問題ないと考える。

#### (4-2) 水戸の月最深積雪での積雪荷重に対する影響評価

最寄りの気象官署である水戸地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 32cm に対する評価対象施設等への影響を評価した結果、積雪荷重は許容堆積荷重内であることを確認した。



第 6-1 図 水戸地方気象台の観測記録グラフ（月最深積雪）

第6-1表 観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最大月最深 積雪[cm]	年	最大月最深 積雪[cm]	年	最大月最深 積雪[cm]
1885	-	1928		1971	5
1886	-	1929		1972	4
1887	-	1930		1973	—
1888	-	1931	22]	1974	7
1889	-	1932		1975	9
1890	-	1933	27]	1976	3
1891	-	1934	19]	1977	3
1892	-	1935	18]	1978	3
1893	-	1936	23]	1979	7
1894	-	1937	7]	1980	4
1895	-	1938		1981	4
1896	-	1939		1982	3
1897	21]	1940	3]	1983	1
1898		1941		1984	25
1899		1942		1985	6
1900		1943		1986	13
1901		1944		1987	17
1902		1945	32]	1988	7
1903		1946		1989	4
1904	18]	1947		1990	27
1905		1948		1991	4
1906		1949		1992	13
1907		1950		1993	0
1908		1951		1994	16
1909	23]	1952	20]	1995	1
1910		1953		1996	16
1911	14]	1954		1997	0
1912		1955		1998	10
1913	10]	1956	13]	1999	3
1914	11]	1957		2000	17
1915	21]	1958		2001	8
1916		1959		2002	0
1917		1960		2003	14
1918		1961	9]	2004	1
1919	7]	1962	3	2005	14
1920		1963	26	2006	17
1921	6]	1964	4	2007	—
1922		1965	9	2008	2
1923		1966	2	2009	2
1924		1967	15	2010	12
1925	8]	1968	9	2011	5
1926		1969	14	2012	5]
1927		1970	13		

※ ] : 資料不足値, 空白 : 観測を行っていない, 通信障害等

— : 該当現象, 又は該当現象による量等がない

第6-2表 積雪荷重による建屋の健全性評価結果

評価対象建屋	評価部位	積雪荷重 [N/m <sup>2</sup> ]	短期許容応力度における 許容堆積荷重 [N/m <sup>2</sup> ]	判定
原子炉建屋	屋根トラス	600	7,780	○
タービン建屋	屋根トラス		6,280	○
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	屋根トラス		49,360	○

第6-3表 積雪荷重による屋外機器の健全性評価結果

評価対象施設	評価部位	応力の種類	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	判定
残留熱除去系海水ポンプ	モータ フレーム	圧縮応力	1.83	229	○
非常用ディーゼル発電機 <sup>※1</sup> 用海水ポンプ	モータ フレーム	圧縮応力	0.32	240	○
残留熱除去系 海水ストレーナ	支持脚	圧縮応力	2.10	184	○
非常用ディーゼル発電機 <sup>※1</sup> 用海水ストレーナ	支持脚	圧縮応力	1.18	184	○
非常用ディーゼル発電機 <sup>※1</sup> 吸気フィルタ	支持脚	圧縮応力	0.27	228	○

※1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。


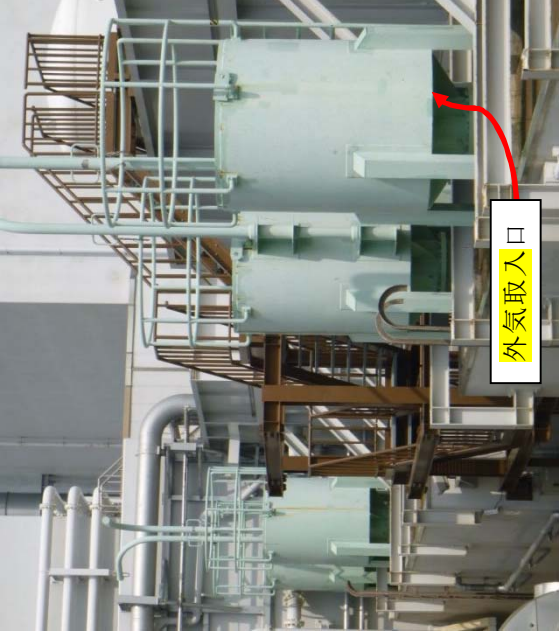

第6-4表 開口部高さ及び影響評価結果

No.	設置場所	名称	開口部高さ※1	評価※2
1	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2C非常用ディーゼル発電機室ルーフペントファン排気口	約2.2m	○
2	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2D非常用ディーゼル発電機室ルーフペントファン排気口	約2.2m	○
3	原子炉建屋 (付属棟屋上)	高压炉心スプレイスディーゼル発電機室ルーフペントファン排気口	約2.2m	○
4	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2C非常用ディーゼル発電機用吸気フィルタ外気取入口	約0.5m	○
5	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2D非常用ディーゼル発電機用吸気フィルタ外気取入口	約0.5m	○
6	原子炉建屋 (付属棟屋上)	高压炉心スプレイスディーゼル発電機用吸気フィルタ外気取入口	約0.5m	○
7	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2C非常用ディーゼル発電機室換気系給気ガラリ	約0.6m	○
8	原子炉建屋 (付属棟屋上)	2D非常用ディーゼル発電機室換気系給気ガラリ	約0.6m	○
9	原子炉建屋 (付属棟屋上)	高压炉心スプレイスディーゼル発電機室換気系給気ガラリ	約0.6m	○
10	原子炉建屋 (原子炉棟屋上)	2C非常用ディーゼル発電機排気配管	約3m	○
11	原子炉建屋 (原子炉棟屋上)	2D非常用ディーゼル発電機排気配管	約3m	○
12	原子炉建屋 (原子炉棟屋上)	高压炉心スプレイスディーゼル発電機排気配管	約3m	○
13	原子炉建屋 (付属棟壁面)	中央制御室換気系給気ルーバ	約19m, 約5.6m	○
14	原子炉建屋 (付属棟壁面)	中央制御室換気系排気ルーバ	約5.6m	○
15	原子炉建屋 (付属棟壁面)	空調機械室排気ルーバ	約5.2m	○
16	使用済燃料乾式貯蔵建屋 (壁面)	使用済燃料乾式貯蔵建屋給気口	約4m	○
17	使用済燃料乾式貯蔵建屋 (壁面)	使用済燃料乾式貯蔵建屋排気口	約9m	○
18	緊急時対策所建屋	緊急時対策所建屋換気系空気取入口	※3	○
19	軽油貯蔵タンク	軽油貯蔵タンクペント管	※3	○

※1：地上部又は直近にある積雪のおそれのある平面部から開口部の高さ。なお、開口部が水平方向ではない場合は、開口部下端までの高さ。



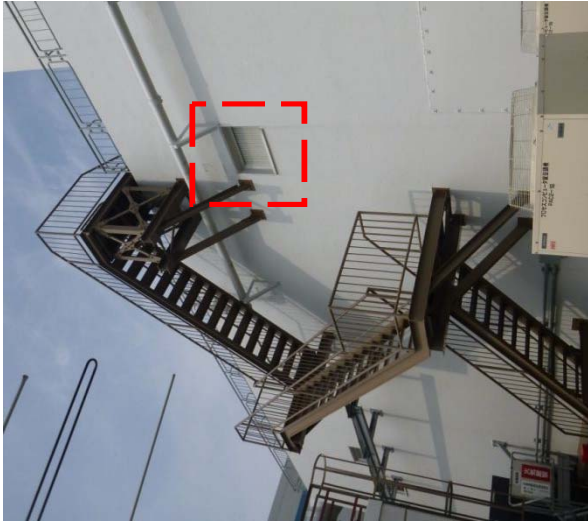
※2：開口部高さが設計基準の積雪深さである30cmより高い位置に設置している場合、閉塞しないため、○とする。

※3：閉塞しない高さに設置する。



<p>No. 1～3 非常用ディーゼル発電機室ルー フペントファン排気口（写真は 2D用）</p>	
<p>No. 4～6 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ外 気取入口（写真は奥より2C, HPCS 用）</p>	
<p>No. 7～9 非常用ディーゼル発電機室換気系給気ガ ラリ（写真はHPCS用）</p>	

第6-2図 開口部の状況（1/3）



<p>No. 10～12 非常用ディーゼル発電機用排気配管 (左から2D, HPCS, 2C用)</p>	
<p>No. 13 中央制御室換気系給気ルーバ (地上部より約 18m 側)</p>	
<p>No. 13 中央制御室換気系給気ルーバ (直近の平面部より約 5.6m 側)</p>	

第 6-2 図 開口部の状況 (2 / 3)

<p>No. 14 中央制御室換気系排気ルーバ (写真手前側)          No. 15 空調機械室排気ルーバ (写真奥側)</p>		<p>No. 16, 17 使用済燃料乾式貯蔵建屋給排気口          (上段：排気, 下段：給気)</p>	
---	--	---	--

第6-2 図 開口部の状況 (3 / 3)

## 7. 落雷影響評価について

### (1) 基本方針

予想される最も苛酷と考えられる条件を設計基準として設定の上，安全施設のうち外部事象防護対象施設は，落雷による雷撃電流に対して維持され，安全機能を損なわない設計とする。

### (2) 基準雷撃電流値の設定

基準雷撃電流値の設定は，以下の(2-1)を参照するとともに，参考として(2-2)を評価・確認のうえ設定する。

#### (2-1) 規格・基準類

原子力発電所における耐雷設計の規格・基準には電気技術指針 J E A G 4608 (2007) 「原子力発電所の耐雷指針」<sup>(1)</sup>があり，以下のように規定している。

##### (a) 電力設備の避雷設備の設計について，電力中央研究所報告 T40

(1996)「発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」<sup>(2)</sup>を参照している。同ガイドでは，275kV 発電所における送電線並びに電力設備に対し，100kA を想定雷撃電流として推奨している。

##### (b) 建築物等の避雷設備に関して，日本工業規格 J I S A 4201 (2003)

「建築物等の雷保護」や日本工業規格 J I S A 4201 (1992) 「建築物等の避雷設備（避雷針）」を参照している。J I S A 4201 (2003) では，保護レベル（I～IV）に応じて雷保護システムを規定している。J E A G 4608 (2007) では原子力発電所の危険物施設に対する保護レベルを I E C / T S 61662 (1995) 「Assessment of the risk of

damage due to lightning」<sup>(3)</sup>に基づく選定手法により保護レベルⅣと評価している。一方、消防庁通知<sup>(4)</sup>に基づき、原子力発電所の危険物施設では保護レベルⅡを採用すると規定している。日本工業規格 J I S Z 9290-4 (2009) 「建築物内の電気及び電子システム」<sup>(5)</sup>においては、最大雷撃電流値が建築物の保護レベル (Ⅰ～Ⅳ) に応じて定められているが、保護レベルⅡの場合の最大雷撃電流値は、150kA と規定されている。

また、J E A G 4608 (2007) において参照している I E C / T S 61662 (1995) 「Assessment of the risk of damage due to lightning」においては、確率によりリスク評価を行っていることを踏まえ、東海第二発電所では、年超過頻度が  $10^{-4}$  / 年値となる雷撃電流値を観測値から算出した。雷撃電流の観測記録として、発生した雷放電の発生時刻・位置を標定し、雷撃電流の大きさを推定できる株式会社フランクリンジャパンの運用する全国雷観測ネットワーク

(JLDN<sup>\*</sup>) により観測された落雷データを用いた。別紙 1 より、雷撃頻度解析として、東海第二発電所周辺を中心とした評価地域 900km<sup>2</sup> において 1998 年 8 月 21 日から 2017 年 11 月 30 日にかけて実施された観測記録により求めた発電所を中心とした標的面積 4km<sup>2</sup> の範囲の雷撃密度は 4.09 回 / 年・km である。また、観測記録により求めた雷撃電流値に対する累積頻度を使用し算出した結果、発電所において落雷の可能性が最も高い排気筒に対する年超過頻度が  $10^{-4}$  / 年値となる雷撃電流値は 400kA となる。

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

(NLDN : National Lightning Detection Network) と同様のシステム及びネットワーク方式を採用している。

#### (2-2) 観測記録による極値

雷撃電流の観測記録は全国観測ネットワーク (JLDN) により観測された落雷データを用いた。東海第二発電所構内敷地面積を包絡する標的面積  $4\text{km}^2$  の範囲において 1998 年～2017 年 (約 19 年間) で観測された、最大雷撃電流値は  $131\text{kA}$  である。

上記(2-1)～(2-2)を踏まえると、発電所に対して想定される雷撃電流が最も大きくなるのは(2-1)の規格・基準類を参照し算出する年超過頻度  $10^{-4}$ /年値である雷撃電流値  $400\text{kA}$  であることから、基準雷撃電流値としては、 $400\text{kA}$  とする。

#### (3) 評価対象施設等の健全性評価

評価対象施設等が、設計基準の雷撃電流値 (排気筒への  $400\text{kA}$  の雷撃電流) によって安全機能を損なうことがない設計であることの評価・確認を実施した。

##### (3-1) 建屋

原子炉建屋などの建築基準法に定められる高さ  $20\text{m}$  を超える建築物等には避雷設備を設けている。また、避雷設備の接地極を構内接地網と接続し接地抵抗を下げる等の対策を実施しており、影響を受けにくい設計としている。

### (3-2) 原子炉建屋等に内包される設備

直撃雷に対しては、(3-1)で記載した雷害対策によって防護される。誘導雷サージに対しては、建屋に内包される電気・計装設備が、大地電位上昇により接地系間に生じる電位差や、雷電流の拡散による誘導電流により計装・制御ケーブル等に生じるサージによって、機器が絶縁破壊に至る可能性が有るが、プラントトリップ機能等を有する安全保護回路については、サージの侵入を抑制するために、ラインフィルタ及び絶縁回路の設置、鋼製筐体や金属シールド付信号ケーブルを採用していることから影響を受けにくい設計としている。

また、重要安全施設は、J E C 210 (1981) 「低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準」<sup>(6)</sup>に基づいた耐力を有している。発電所で実施した雷インパルス試験の結果を参考に、設計基準電流 220kA が落雷の可能性が高い排気筒に流れた場合の誘導電圧を評価した結果、重要安全施設の機能が損なわれないことを確認した。(別紙 2)

### (3-3) 屋外設備

排気筒については接地を構内接地網に接続し、接地抵抗を低減しており、影響を受けにくい設計としている。また、残留熱除去系海水ポンプ、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については、別途竜巻対策により設置する防護ネット等によって遮蔽され、防護ネット等が接地網へと接続されているため、落雷に対して十分保護が出来ているといえる。

## (4) 参考文献

- (1) 日本電気協会 (2007) : 原子力発電所の耐雷指針, 電気技術指針,

J E A G 4608

- (2) 電力中央研究所 (1996) : 発変電所および地中送電線の耐雷設計ガイド, 電力中央研究所報告, T40
- (3) International Electrotechnical Commission (1995) :  
Assessment of the risk of damage due to lightning, I E C  
/ T S 61662
- (4) 消防庁 (2005) : 危険物の規則に関する規則の一部を改正する省令等の施行について, 消防危第 14 号, 平成 17 年 1 月 14 日
- (5) 日本規格協会 (2009) : 建築物内の電気及び電子システム, J I  
S Z 9290-4, 雷保護第 4 部, 日本工業規格
- (6) 電気学会 (1981) : 低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準,  
J E C 210, 電気規格調査会標準規格

## 発電所排気筒への年超過確率による雷撃電流評価

## 1. 発電所構内への年超過確率による雷撃電流計算

J E A G 4608 (2007) 「原子力発電所の耐雷指針」<sup>(1)</sup>に基づく I E C / T S 61662 (1995) 「Assessment of the risk of damage due to lightning」<sup>(2)</sup>の計算手法により排気筒への想定落雷数を算出し、発電所構内への年超過確率による雷撃電流計算を実施した。

## 2. 計算手法

東海第二発電所を中心とした評価地域 900km<sup>2</sup>の範囲で観測された落雷観測データ（1998年8月21日から2017年11月30日の期間）を基に発電所の範囲における雷撃数から I E C / T S 61662 (1995) による排気筒への想定落雷数 Nd 回/年を算出後、排気筒への年超過頻度 10<sup>-4</sup>/年値となる雷撃電流値を算出する。



第 7-1-1 図 評価地域及び標的面積



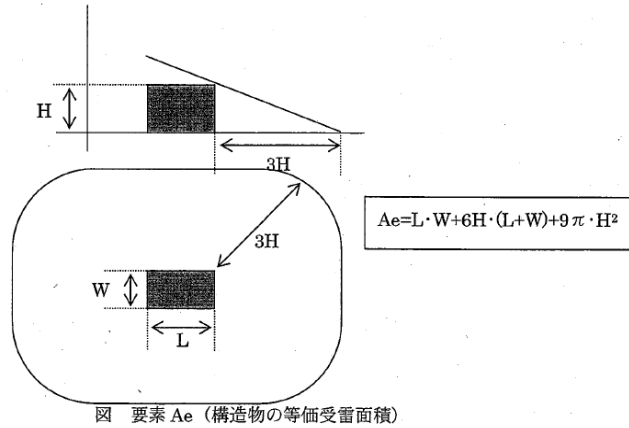
### 3. 雷撃対象と想定落雷数

#### ① 雷撃対象

等価受雷面積\*が最大となり，安全上重要な設備を内包する建屋（原子炉建屋など）の等価受雷面積を包絡する排気筒を代表建物として想定し，雷撃頻度を評価する。

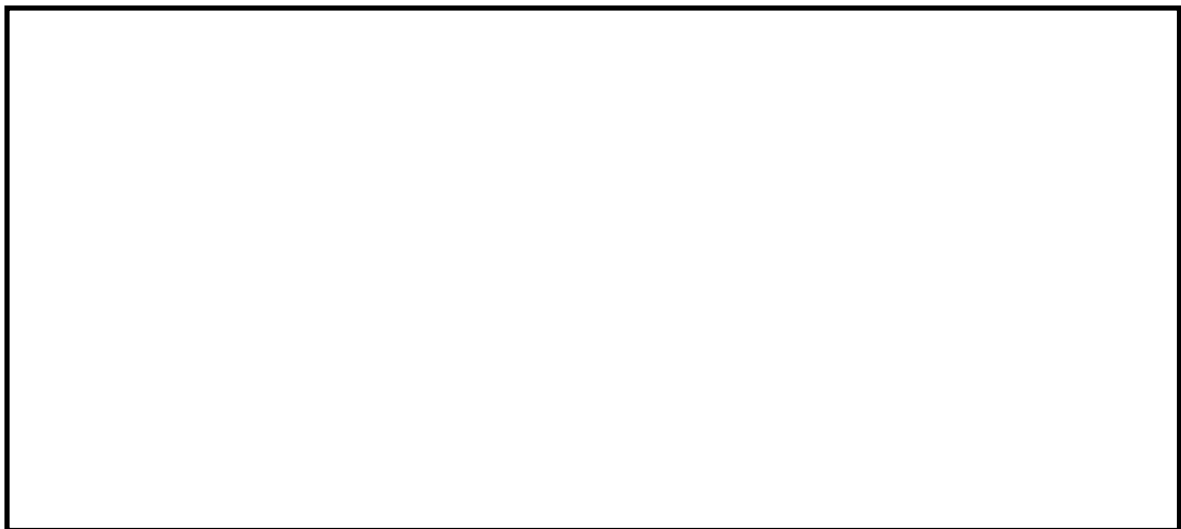
※等価受雷面積…落雷の収集面積。建造物の高さを3倍とした水平離隔距離の領域を等価な受雷面積としている。

#### 1) 評価対象：排気筒



第 7-1-2 図 建造物の等価受雷面積

( J E A G 4608 (2007) 「原子力発電所の耐雷指針」 )



第 7-1-3 図 東海第二発電所における等価受雷面積

② 想定落雷数

発電所を中心とした標的面積  $4\text{km}^2$  への 1998 年 8 月 21 日から 2017 年 11 月 30 日の期間における雷撃数は、発電所落雷観測結果に基づけば、314 件である。

よって、1998 年 8 月 21 日から 2017 年 11 月 30 日の期間における標的  
面積  $1\text{km}^2$  あたりの落雷密度  $N_g$  回/ $\text{km}^2 \cdot \text{年}$  を算出すると、落雷密度は、

$$N_g = \frac{314 \text{ 回}}{4\text{km}^2} \cdot \frac{1}{19.2 \text{ 年}} = 4.09 \text{ (回/年} \cdot \text{km}^2)$$

となる。

排気筒の等価受雷面積  $A_e\text{km}^2$  を算出する。(図 2-1, 2-2 参照)

排気筒 :  $28\text{m (L)} \times 28\text{m (W)} \times 140\text{m (H)}$

$$\begin{aligned} A_e &= L \cdot W + 6H \cdot (L + W) + 9\pi \cdot H^2 = 28 \cdot 28 + 6 \cdot 140 \cdot (28 + 28) + 9 \cdot \pi \cdot 140^2 \\ &= 610000(\text{m}^2) = 0.61 \text{ (km}^2) \end{aligned}$$

となる。

構造物の設置された環境条件により定まる環境係数  $C_e$  は、第 7-1-1 表より 1.0 とする。

環境条件	$C_e$ の値
同じ様な高さ、又は塔や森林の様に高い建設群や樹木のある広い範囲に位置する建物	0.2
小さな建物群に囲まれた建物	0.5
建物の高さの 3 倍の範囲に建物がない独立した建物	1.0
丘の上や塚の上に位置する建物	2.0

第 7-1-1 表 環境係数  $C_e$

(J E A G 4608 (2007) 「原子力発電所の耐雷指針」)

以上より、想定落雷数  $N_d$  回/年を算出する。

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_e = 4.09 \cdot 0.61 \cdot 1.0 = 2.5 \text{ (回/年)}$$

上記より、排気筒への年間雷撃数は1.71回/年と算出される。

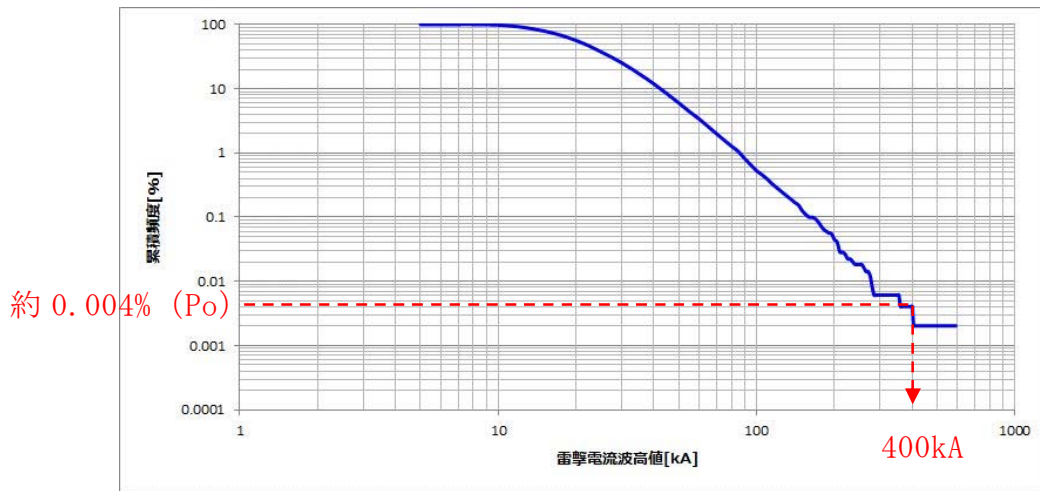
以上を考慮すると、再現期間を  $y$  として排気筒への雷撃数  $N_t$  は以下のようになる。

$$N_t = N_d \cdot y$$

これらの雷撃について、発生する電流最大値を雷撃電流分布での確率  $P=1/(N_t)$  の点で評価する。雷撃電流分布に関しては、株式会社フランクリンジャパンの運用す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基づき評価する（第7-1-4図）。なお、再現期間は  $10^4$  年とする。

$$N_t = 2.5 \cdot 10^4 = 25000 \text{ 回}$$

確率  $P_0=1/(25000)$  に対する電流値は  $400\text{kA}$  となる。



第7-1-4図 全国雷観測ネットワーク（JLDN）観測の電流分布

#### 4. まとめ

排気筒に対する、 $10^{-4}$ /年値の頻度となる想定最大雷撃電流の算出結果は、 $400\text{kA}$  となった。

5. 参考文献

- (1) 日本電気協会 (2007) : 原子力発電所の耐雷指針, 電気技術指針,  
J E A G 4608
- (2) International Electrotechnical Commission (1995) :  
Assessment of the risk of damage due to lightning, I E C /  
T S 61662

## 建屋内重要設備の雷リスク評価

## 1. 評価概要

設備の落雷に対する耐力の定量的な評価方法については、既往の文献等や最新の知見を踏まえ、可能な限り現実的かつ網羅的な評価を実施する。

## 2. 雷サージ評価対象設備

排気筒へ落雷し、大地に安全に雷電流が逃された場合でも、大地電位上昇により接地系間に生じる電位差や、雷電流の拡散による誘導電流により、計装・制御ケーブル等に生じる誘導雷サージによって、機器が絶縁破壊に至る可能性が有る。

そこで、重要安全施設に発生する雷サージ電圧により、重要安全施設が損傷するリスクを評価する。

なお、重要安全施設以外の安全施設については、クラス間で分離がなされており、落雷による損傷があったとしても重要安全施設に波及することは無く、重要安全施設の機能は維持されることから本評価対象から除外した。

## 3. 建屋内重要設備の雷リスク評価

## 3.1 評価方針

## 3.1.1 想定する落雷

想定する落雷は、設計基準として設定した、排気筒への400kAの雷撃電流とする。

## 3.1.2 評価方法

落雷時に重要安全施設に加わる雷サージ電圧を推定する際に、過去に東海

第二発電所において実施した雷インパルス試験の結果<sup>(1)</sup>を使用する。

雷インパルス試験では、雷電流波形を模擬した電流を排気筒に雷インパルス発生装置（以下 IG）を用いて印加し、計装制御回路の過電圧の測定を行った。第 7-2-1 図に構内配置、IG 設置位置のイメージ及び、試験に用いた雷インパルスの発生回路図を示す。

第 7-2-1 表に雷インパルス試験及び、400kA 落雷時の換算値を示す。雷サージ電圧の換算値は雷インパルス試験の結果を保守的に比例関係にあるとして外挿し算出した。実際には雷撃電流値が大きくなるほど、土中放電効果（雷サージ電圧が低下する）の影響が大きくなるため、これは保守的な評価となる。この結果と、機器の雷サージ耐電圧値を比較し落雷による影響がないことを確認する。

また、落雷による施設への影響として、雷サージ以外にもノイズの影響が考えられるが、ノイズにより設備自体が損傷することは無く、重要安全施設の機能は維持されることから本評価対象から除外した。



第 7-2-1 図 雷インパルス試験

第7-2-1表 雷インパルス測定試験結果

測定点	ケーブル種類	誘導電圧測定値 (V)		400kA 換算値 (V)	
		発点側	着点側	発点側	着点側
非常用ディーゼル発電機 2D 制御盤	電源	0.5	-	800	-
上記以外重要安全施設への誘導サージの発生は認められなかった。 <sup>(3)(4)</sup>					

### 3.1.3 雷サージ耐電圧値

#### (1) 電源回路・制御回路

J E C 210 (1981) 「低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準」<sup>(2)</sup>において重要安全施設に要求される電源回路・制御回路の雷インパルス試験電圧の 4,000V を用いる。

#### (2) 計装回路

個別機器に対して耐電圧値を明確に定めた基準は無いが、型式試験等により確認された値の下限值 500V を用いる。

## 3.2 評価結果

### 3.2.1 影響評価

#### (1) 電源回路・制御回路

400kA 落雷時サージ電圧として、第7-2-1表の最大値である 800V を用いる、3.1.3 より電源回路・制御回路の耐電圧は 4,000V であるため、重要安全施設の機能が損なわれることはない。

#### (2) 計装回路

誘導サージの発生が認められなかった。そのため、400kA 落雷時を考慮

しても重要安全施設の機能が損なわれることはない。

第7-2-2表 評価結果

評価対象設備		雷サージ 電圧 (V)	雷サージ 耐電圧 (V)	評価
電源回路・ 制御回路	原子炉建屋 内	800	4,000	影響なし
計装回路	原子炉建屋 内	— (測定されず)	500	影響なし

### 3.3 まとめ

以上の結果から、設計基準雷撃電流値 400kA の落雷に対して、発電所における重要安全施設の機能が損なわれないことを確認した。

## 4. 参考文献

- (1) 電力中央研究所 (1985) : 東海第二発電所接地特性サージ試験結果, 電力中央研究所報告, 昭和 60 年 4 月
- (2) 電気学会 (1981) : 低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準, J E C 210, 電気規格調査会標準規格
- (3) 日本原子力発電株式会社 (1984) : 東海第二発電所落雷事故について, 昭和 59 年 5 月
- (4) 電気事業連合会東海第二発電所落雷事故検討会 (1984) : 東海第二発電所 落雷事故検討報告書, 昭和 59 年 5 月



## 六ヶ所再処理施設における落雷事象について

## 1. はじめに

日本原燃株式会社六ヶ所再処理施設において、平成 27 年 8 月に発生した落雷に起因すると考えられる設備故障に関連し、発電所における耐雷設計について述べる。

なお、事象の内容については「再処理施設 分離建屋における安全上重要な機器の故障について」（平成 27 年 12 月 7 日、日本原燃株式会社）による。

## 2. 事象

六ヶ所再処理施設において、「高レベル廃液供給槽セル漏えい液受皿の漏えい液受皿液位計」（安全上重要な機器）の B 系の異常を示す警報の発報及び A 系の指示値が表示されない等の事象が発生した。調査の結果、安全上重要な機器について 17 機器の故障が見られた。これらの機器の故障は、要因分析の結果、落雷によるものである可能性が高いとしている。

## 3. 再処理施設における推定原因及び対策

本事象の推定原因としては、主排気筒への落雷による雷撃電流が、構内接地網に伝搬する過程で、信号ケーブルに電圧を誘起し、この誘導電圧により計器を損傷させた。また、地表面近くにトレンチ等の構造物が埋設されている再処理施設特有の構造が影響したと推定している。

対策として、建屋間を跨るケーブルへの雷サージによる影響を防止することを目的に保安器を設置している。

#### 4. 発電所における耐雷設計

安全保護回路のケーブルは、建屋内に集約されており、六ヶ所再処理のように、広範な範囲に点在した建屋間を屋外トレンチ内ケーブルで結ぶ構造ではないこと、電氣的に同じ接地網に接続していることから、安全保護回路が損傷することはない。

## 8. 生物学的事象に対する考慮について

### (1) はじめに

発電所において想定される生物学的事象は、海生生物であるクラゲ等の発生や小動物の侵入等が挙げられるが、発電用原子炉施設の安全性に影響を与える可能性があるものとして、海生生物であるクラゲ等の発生による海水ポンプの取水性の低下が考えられる。

本資料では、海生生物の発生に対する防護対策の状況を示す。

なお、小動物については、屋外設置の端子箱内へのケーブル貫通部等の閉止処置により侵入を防止しており、また侵入を想定してもトレン分離された安全機能が同時に機能喪失することはない。

### (2) 海生生物の発生による施設への影響

発電所の取水口付近の海生生物等は、海水ポンプの取水に伴う海水の流れにより、取水口へ流入し、海水ポンプへの塵芥流入を防止するための除塵装置で捕獲される。

除塵能力を超える多量の海生生物等が除塵装置に流入した場合、スクリーン前後の水位差が大きくなり、海水ポンプの取水性への影響が懸念される。

### (過去の事例)

発電所においては、海藻の襲来による発電機の出力を抑制した事例はあったが、プラント停止に至った事例、海水ポンプの取水性に影響を及ぼした事例は発生していない。

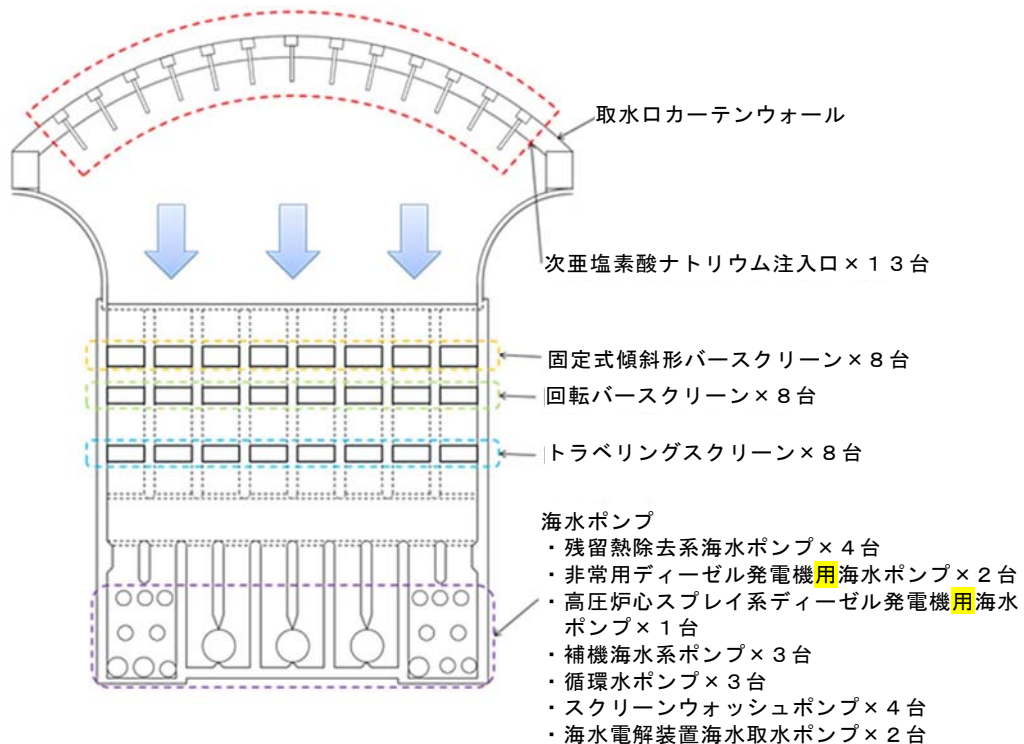
○ 対策の概要

発電所では固定式傾斜形バースクリーン、回転バースクリーン、トラベリングスクリーンによる流入した海生生物等の捕獲及び除去を実施している。

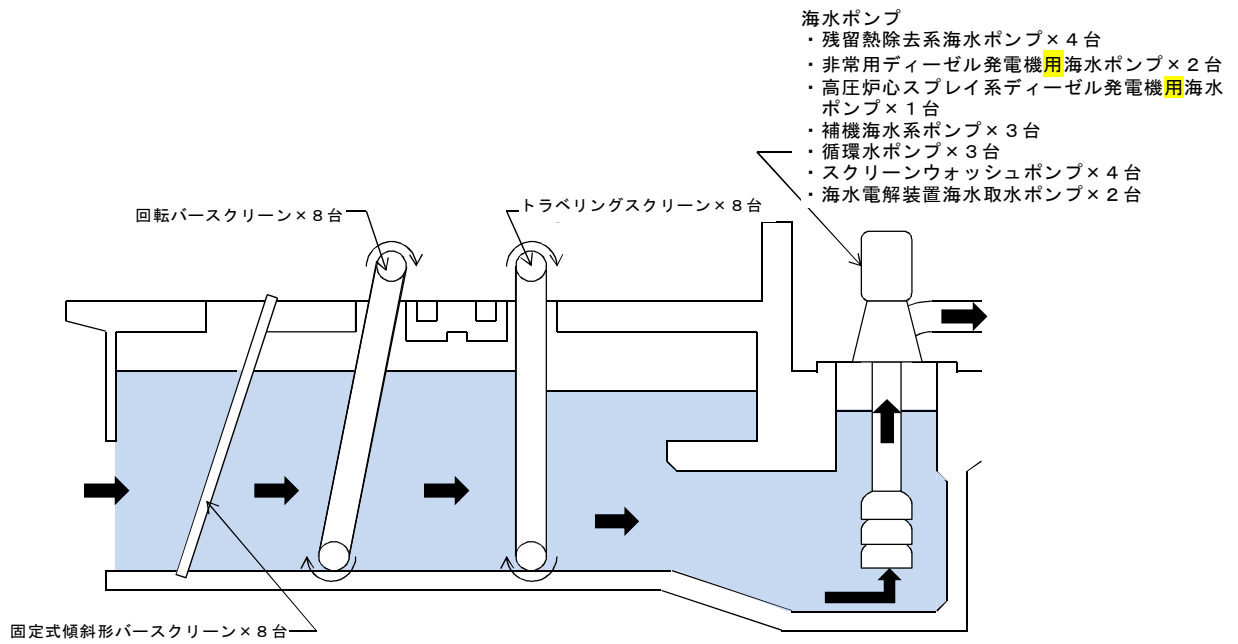
運転手順として、海生生物であるクラゲ等の発生により海水ポンプの取水性へ影響が生じるおそれがある場合は、必要に応じ循環水ポンプのインペラ開度調整、発電機出力の抑制、及びプラント停止等の手順を整備している。

(3) 設備対策

a. 概略配置図（平面図）（イメージ）



b. 概略配置図（断面図）（イメージ）

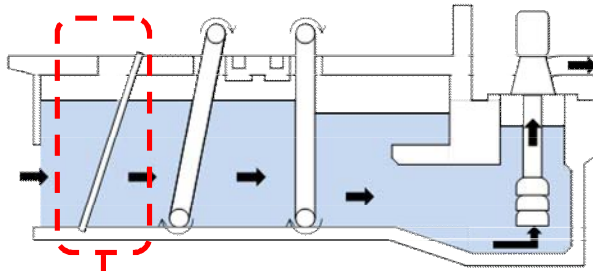


c. 固定式傾斜形バースクリーン

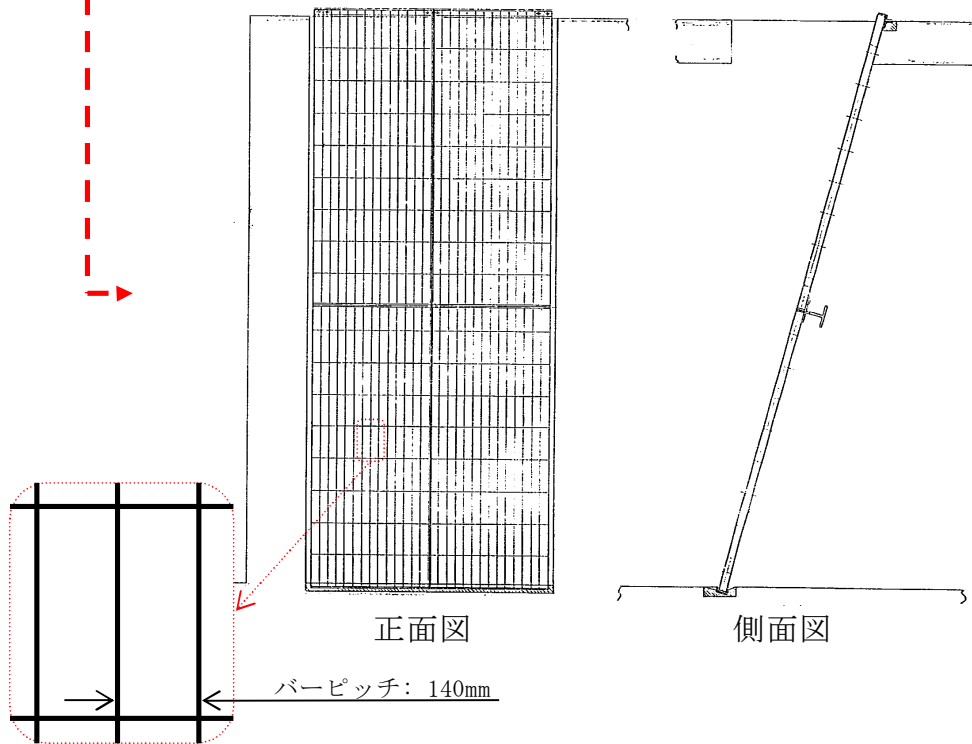
[目的] 大きな塵芥を除去する。

[仕様] バーピッチ：140mm

[運用] 巡視点検で目視確認している。



固定式傾斜形バースクリーン構造図

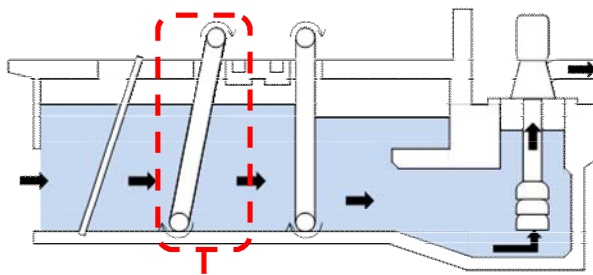


d. 回転バースクリーン

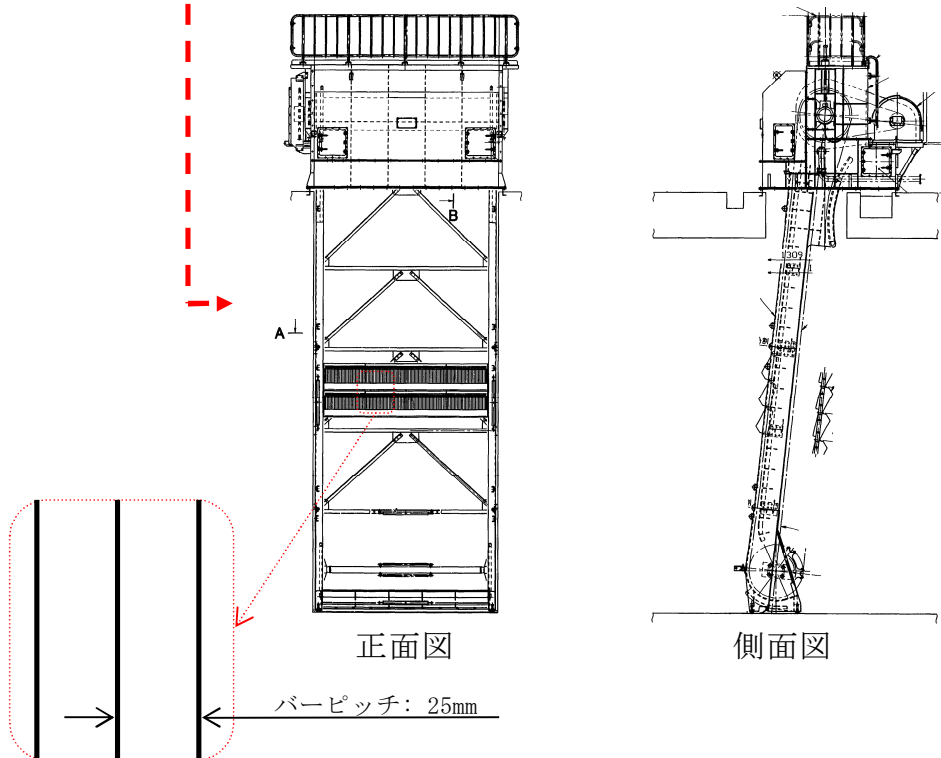
[目的] 固定式傾斜形バースクリーンを通過した海生生物等を捕獲し，回収する。

[仕様] バーピッチ：25mm 除塵能力：60 t / h 設置台数：8 台  
キャリングチェーンシャーピン破断：392kN 以上

[機能] 固定式傾斜形バースクリーンを通過した比較的大きい異物を回収，除去する。



回転バースクリーン構造図



正面図

側面図

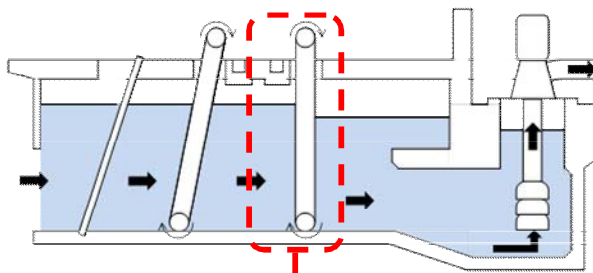
バーピッチ：25mm

e. トラベリングスクリーン

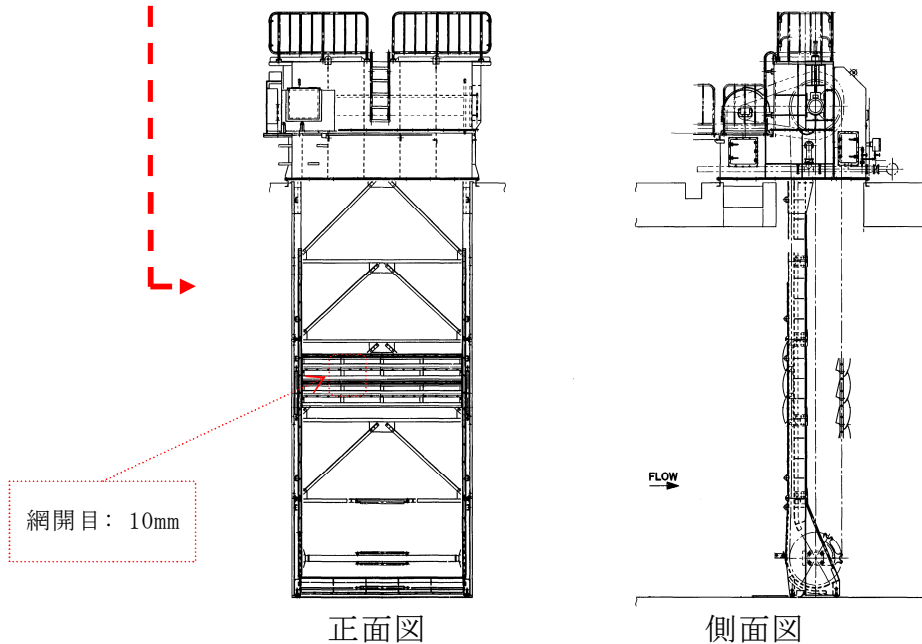
[目的] 固定式傾斜形バースクリーン，回転バースクリーンを通過した海生生物等を捕獲し，回収する。

[仕様] 網開目：10mm 除塵能力：20t/h 設置台数：8台  
キャリングチェーンシャーピン破断：392kN 以上

[機能] スクリーン前後の水位差が300mmになると自動起動し，捕獲された海生生物等を除去する。固定式傾斜形バースクリーン及び回転バースクリーンを通過した異物を回収，除去する。



トラベリングスクリーン構造図

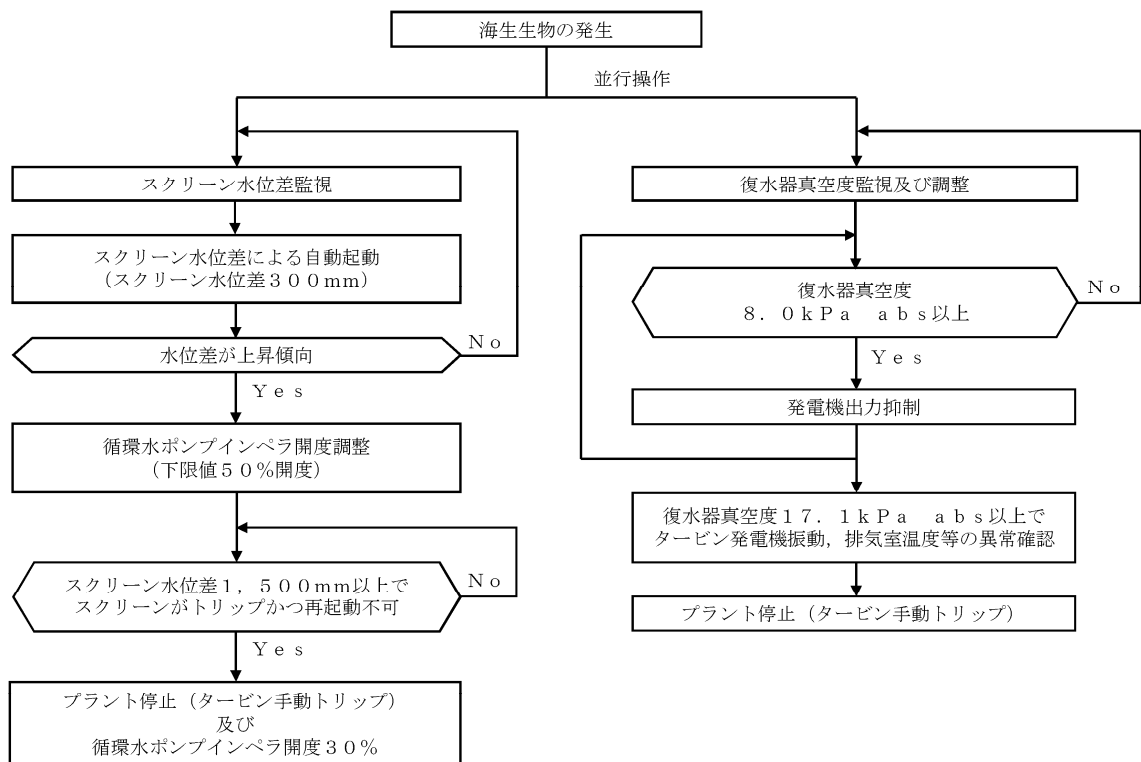




#### (4) 運転操作

海生生物発生時の運転操作については、以下の内容を、運転手順に定め運用している。

- 海生生物の発生により、除塵装置のスクリーン前後の水位差がスクリーンの自動起動水位差となれば、スクリーンの起動状況を確認する。
- 除塵装置のスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプのインペラ開度による取水量の調整を行う。それに伴い、復水器真空度が基準値を上回らないよう、必要に応じて発電機出力を抑制する。スクリーン前後の水位差が回復困難な場合又は復水器真空度の悪化が継続し、主タービンパラメータに異常な変化が確認された場合、プラントを停止し、循環水ポンプのインペラ開度を 30%開度にする。

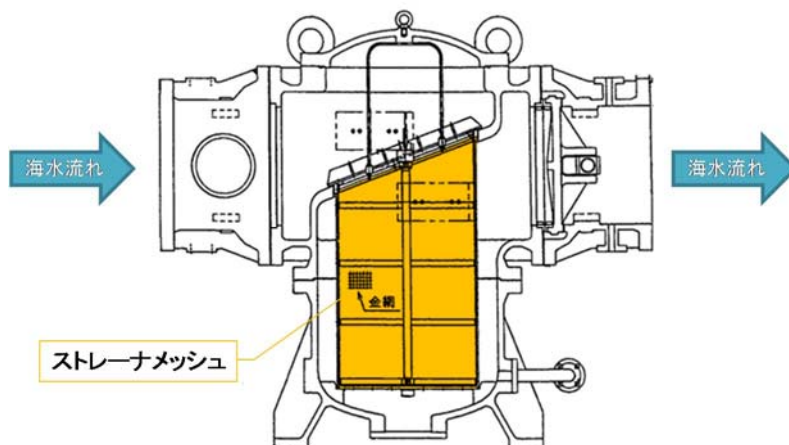


(5) 貝等の海生生物について

除塵装置では捕獲，除去できない貝等の海生生物についても，以下の対策により施設への影響を防止している。

- ① 海水ポンプで取水された海水中の海生生物については，海水ストレーナにより捕獲することで，残留熱除去系熱交換器等への海生生物の侵入を防止している。また，海水電解装置により海生生物の付着，繁殖を防止している。また，海水を冷却水として用いている各熱交換器等は定期的な開放点検，清掃を実施し，性能維持を図っている。

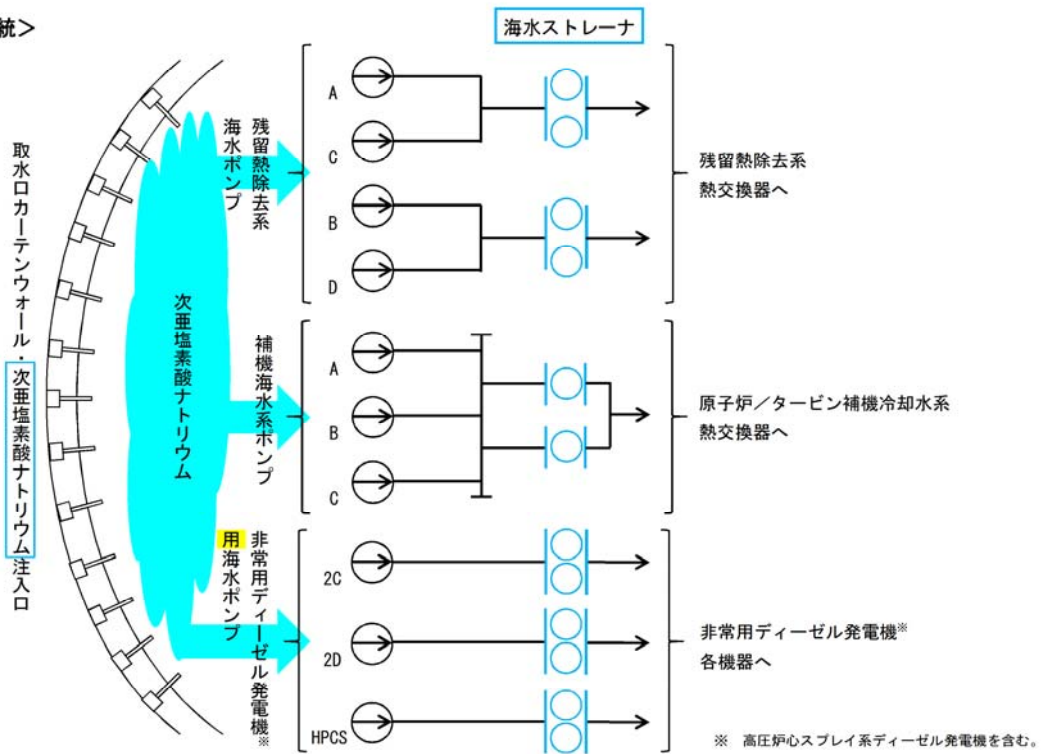
<海水ストレーナ概要>



○海水ストレーナ

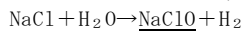
- ・海水中に含まれる海生生物等の固形物を除去する。
- ・海水系供給母管に各系統2基，並列で設置している。  
(1基で100%通水容量を有している。)
- ・ストレーナの差圧が許容値以上になれば，ストレーナの切替え，清掃を実施し，捕獲した海生生物を除去する。
- ・ストレーナメッシュ  
残留熱除去系海水ストレーナ：8mm以上に変更（降下火砕物対策として）  
非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ：8mm以上に変更（降下火砕物対策として）  
高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機用海水ストレーナ：8mm以上に変更（降下火砕物対策として）  
補機海水ストレーナ：8mm以上に変更（降下火砕物対策として）

<概略系統>



○海水電解装置

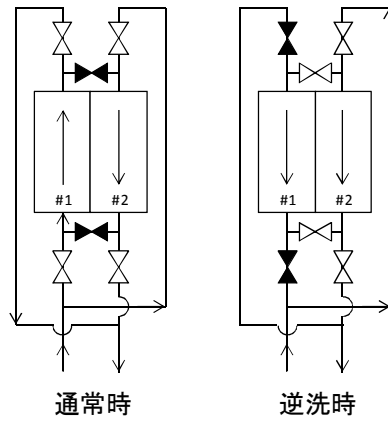
- ・海水を電気分解し殺菌力のある次亜塩素酸ナトリウムを発生させ、取水口カーテンウォールに設置された注入口より注入し、復水器及び熱交換器伝熱管への海生生物の付着、繁殖を防止する。



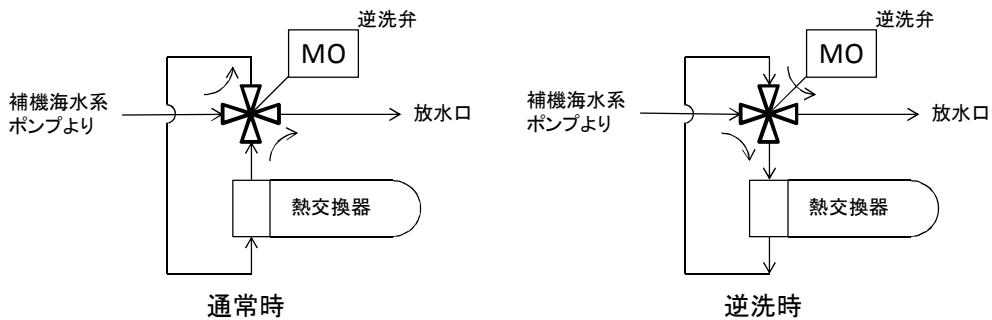
次亜塩素酸ナトリウム

- ② 循環水ポンプで取水された海水中の海生生物については、運転中に復水器内の流れ方向を変えて逆洗を実施し、復水器内面への海生生物の付着を防止している。また、復水器を定期的な開放点検、清掃を実施し機能維持を図っている。補機海水系ポンプにおいて取水された海水中の海生生物についても、熱交換器の逆洗を実施し、内面への海生生物の付着を防止している。

<循環水系逆洗時系統概要>



<補機海水系逆洗時系統概要>



(6) まとめ

○ 発電所において、安全施設へ影響を考慮すべき生物学的影響として、海生生物であるクラゲ等の発生による海水ポンプの取水性への影響が挙げられる。

○ 海生生物等の発生に対して、以下の設備対策、運転手順を整備し、発電所の安全確保を図っている。

(設備対策)

- ・ 固定式傾斜形バースクリーン、回転バースクリーン、トラベリングスクリーンにより海生生物等を捕獲、除去することで、海水ポンプの取水性を維持する。

(運転操作)

- ・ 海生生物等の発生により、除塵装置のスクリーン前後の水位差がスクリーンの自動起動水位差となれば、スクリーンの起動状況を確認する。
  - ・ 除塵装置のスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプのインペラ開度による取水量の調整を行う。それに伴い、復水器真空度が基準値を上回らないよう、必要に応じて発電機出力を抑制する。スクリーン前後の水位差が回復困難な場合又は復水器真空度の悪化が継続し、主タービンパラメータに異常な変化が確認された場合、プラントを停止し、循環水ポンプのインペラ開度を30%開度にする。
- 除塵装置を通過する貝等の海生生物についても、海水ストレーナにより残留熱除去系熱交換器等への影響を防止し、また復水器及び熱交換器逆洗操作により、復水器及び原子炉／タービン補機冷却系熱交換器への影響を防止している。

## 12. 船舶の衝突影響評価について

### 1. 基本方針

発電所近傍で船舶が漂流した場合でも、敷地前面の防波堤に衝突して止まるものと考えられるため、取水性を損なうことはない。万が一、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、呑み口は広く、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に、カーテンウォールにより低層から取水することによって、残留熱除去系海水系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。）海水系（以下「非常用海水系」という。）の取水性を損なうことはない。また、必要に応じてオイルフェンスを設置する措置を講じる。

なお、津波発生時の漂流船舶による影響については、「第五条（津波による損傷の防止）」において取り扱う。

### 2. 敷地前面の航路について

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－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が、航路は発電所から十分な離隔距離が確保されている。最も近い航路として、茨城港日立港区－茨城港常陸那珂港区間の航路とは、約 1.4km 離れているが、発電所から十分な離隔距離が確保されており、航路を通行する船舶が漂流した場合であっても、敷地に到達する可能性は低く、取水性を損なうことはない。（第 12-1 図及び第 12-2 図参照）

### 3. 船舶の衝突による影響

航路外の船舶として、発電所周辺の船舶の影響評価を実施する。評価対象の船舶としては、「第五条（津波による損傷の防止）」において抽出した船舶とする。

「第五条（津波による損傷の防止）」における漂流物の影響評価対象は、発電所周辺で漂流する可能性のある構内（港湾内）の船舶として、使用済燃料輸送船、低レベル放射性廃棄物運搬船（以下「燃料等輸送船」という。）、浚渫船を、構外（港湾外）の船舶として、茨城県日立港区に寄港する運搬船等及び常陸那珂火力発電所に寄港する石炭船等（以下「運搬船等」という。）、発電所沖合で操業する漁船等である。本条においても同様に、これらを発電所周辺で漂流する可能性のある船舶とし、船舶の衝突についての影響評価を実施する。

構内の船舶については、港湾内で事故が発生した場合でも、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42m）ため、取水性を損なうことはない。なお、異常気象・海象時、荒天が予想される場合には、必要に応じて、入港の中止、緊急退避等の措置を取ることとしている。

構外の船舶については、荒天等により漂流に至るような場合であっても、投錨等の対応をとることが可能であると考えられるため、取水口に到達することはない。また、運搬船等の喫水は11.5mであるが、発電所周辺では沖合900mで水深11mとなり、取水口に到達することはない。喫水の浅い小型船舶の漂流を仮定した場合であっても、防波堤に衝突し止まることで、取水口に到達することはない。（第12-3図参照）

万が一防波堤を通過し、カーテンウォール前面に漁船等の小型船舶（全長が約20m×全幅約5m、満水時の喫水の船舶）が到達した場合でも、カーテンウォールにより阻害されること、呑み口は広いため、小型船舶により取水性を

を損なうことはない。(第 12-4 図及び第 12-5 図参照)

以上のことから、船舶の衝突により取水性を損なうことはない。

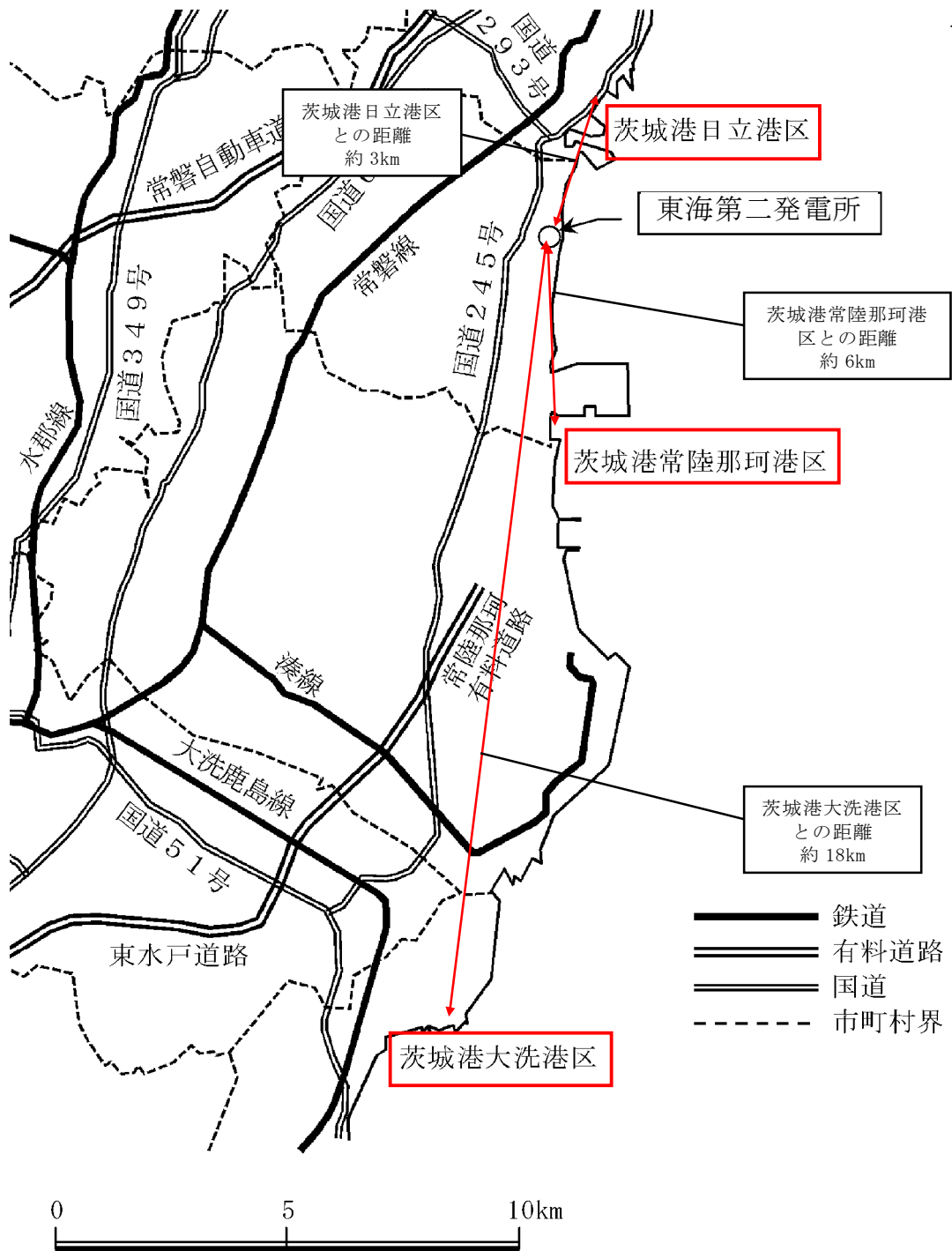
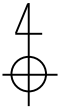
#### 4. 重油の流出による影響

船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合において、海水取水はカーテンウォールが設置されていることにより、取水口の低層から取水されるため、取水への油の混入の可能性は低く、非常用海水系の取水性を損なうことはない。また、必要に応じてオイルフェンスを設置する措置を講じる。

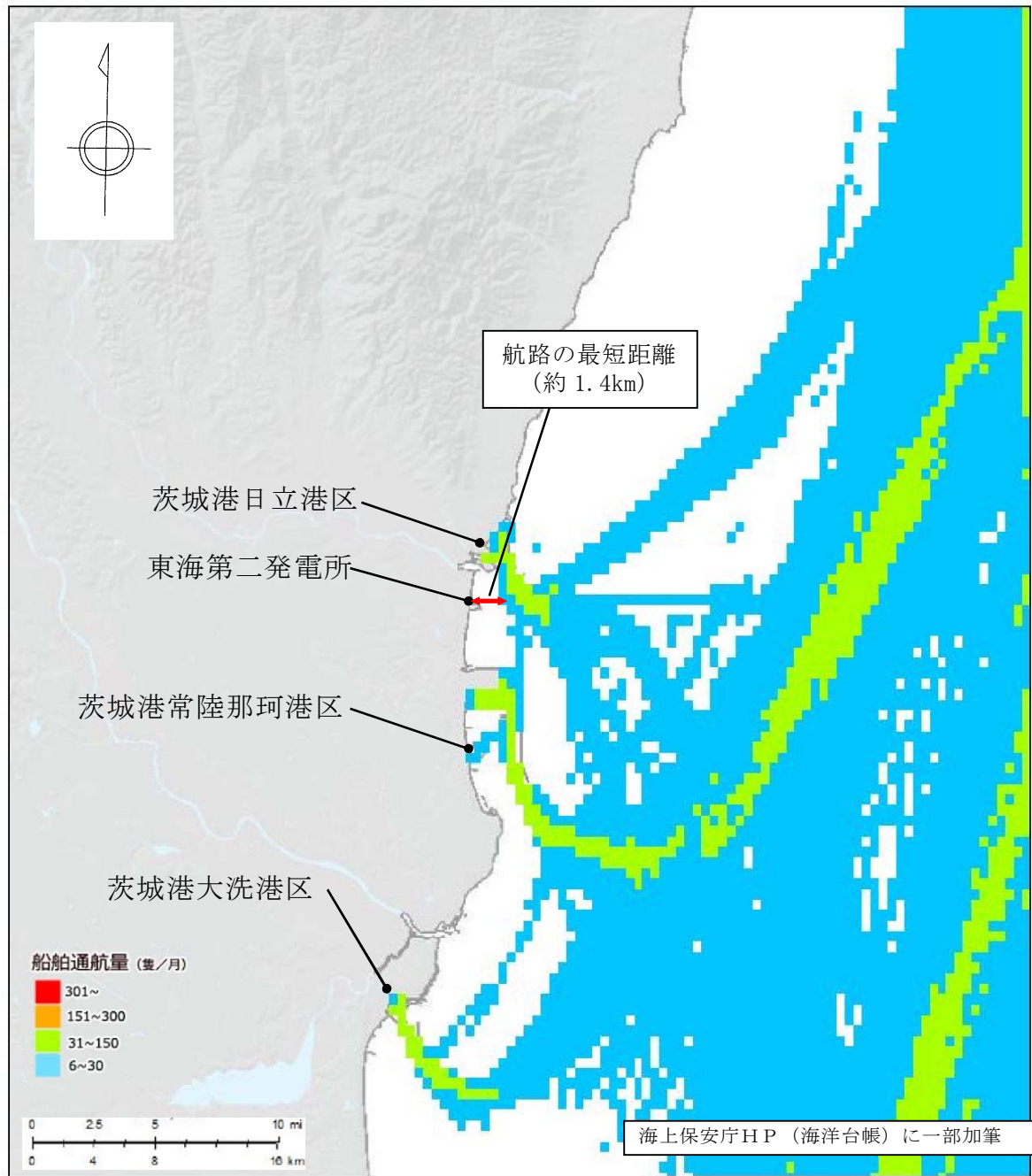
なお、外部火災影響評価では、漂流船舶の重油漏えいに対する検討として、発電所港湾内で漂流船舶が出火し油が流出したとしても、港湾内の取水口にはカーテンウォールが設置されており、深層取水していることから原子炉施設（海水ポンプ）への影響はない。なお、発電所港湾外で船舶の油が流出した場合は、油の流出を確認し次第、速やかにオイルフェンスを設置し、原子炉施設への影響がないよう対応するとしている。

以上のことから、重油流出により取水性を損なうことはない。

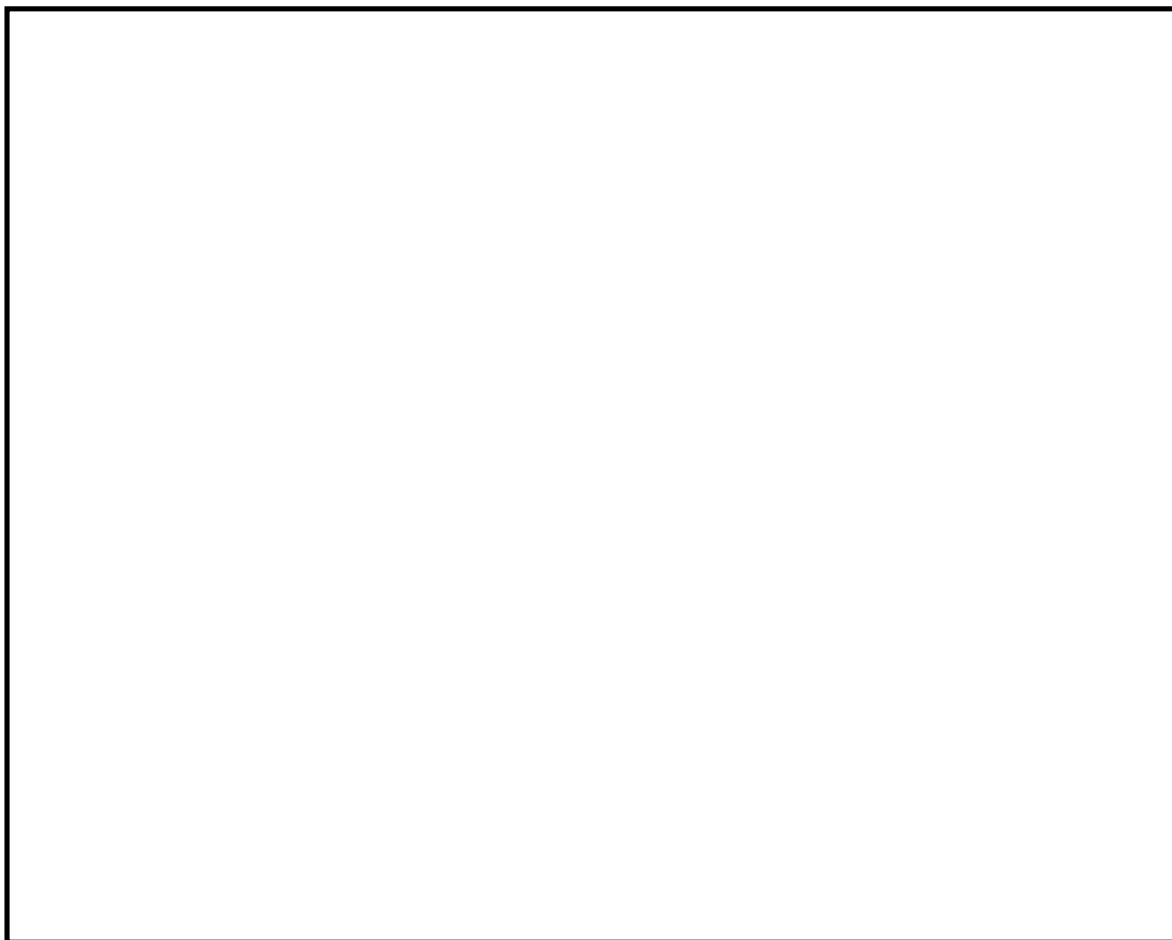




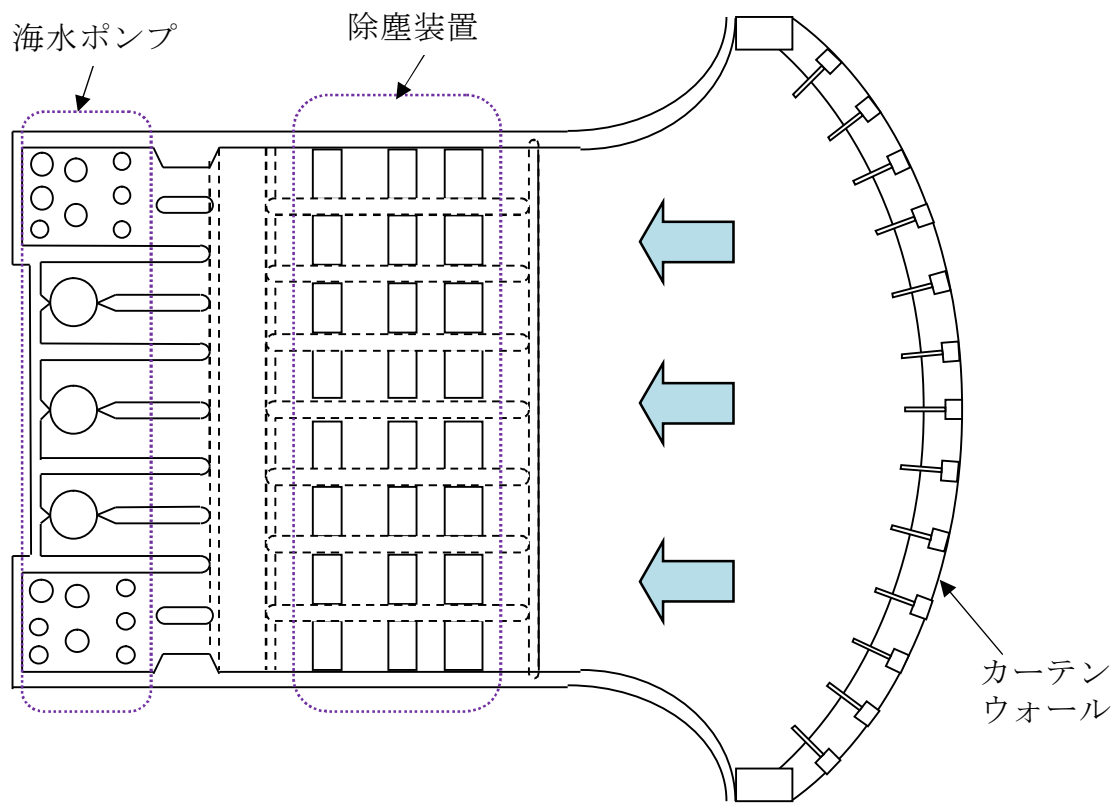
第 12-1 図 東海第二発電所周辺の港湾



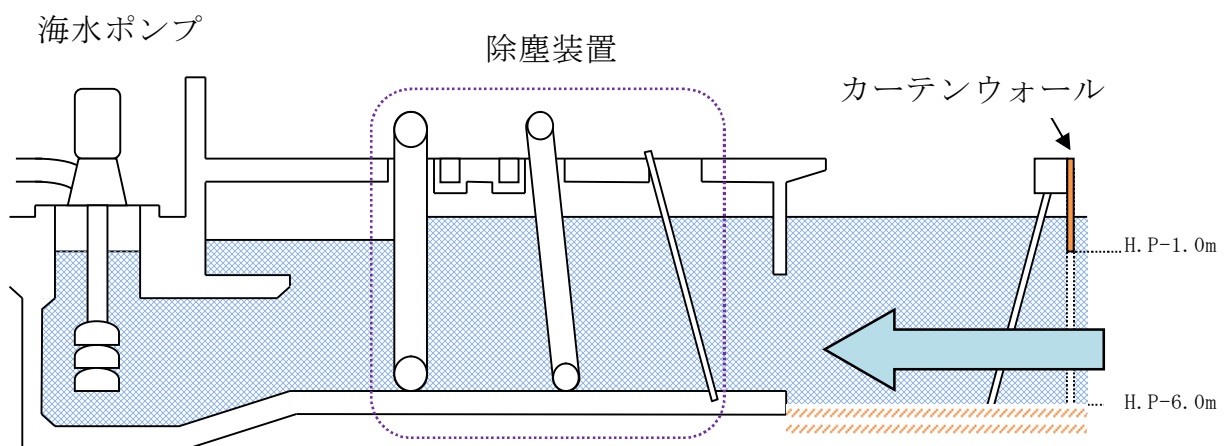
第 12-2 図 発電所周辺の航路



第 12-3 図 取水口及び防波堤の位置



第 12-4 図 取水口～取水ピット平面図



第 12-5 図 取水口～取水ピット断面図

## 地滑り影響評価について

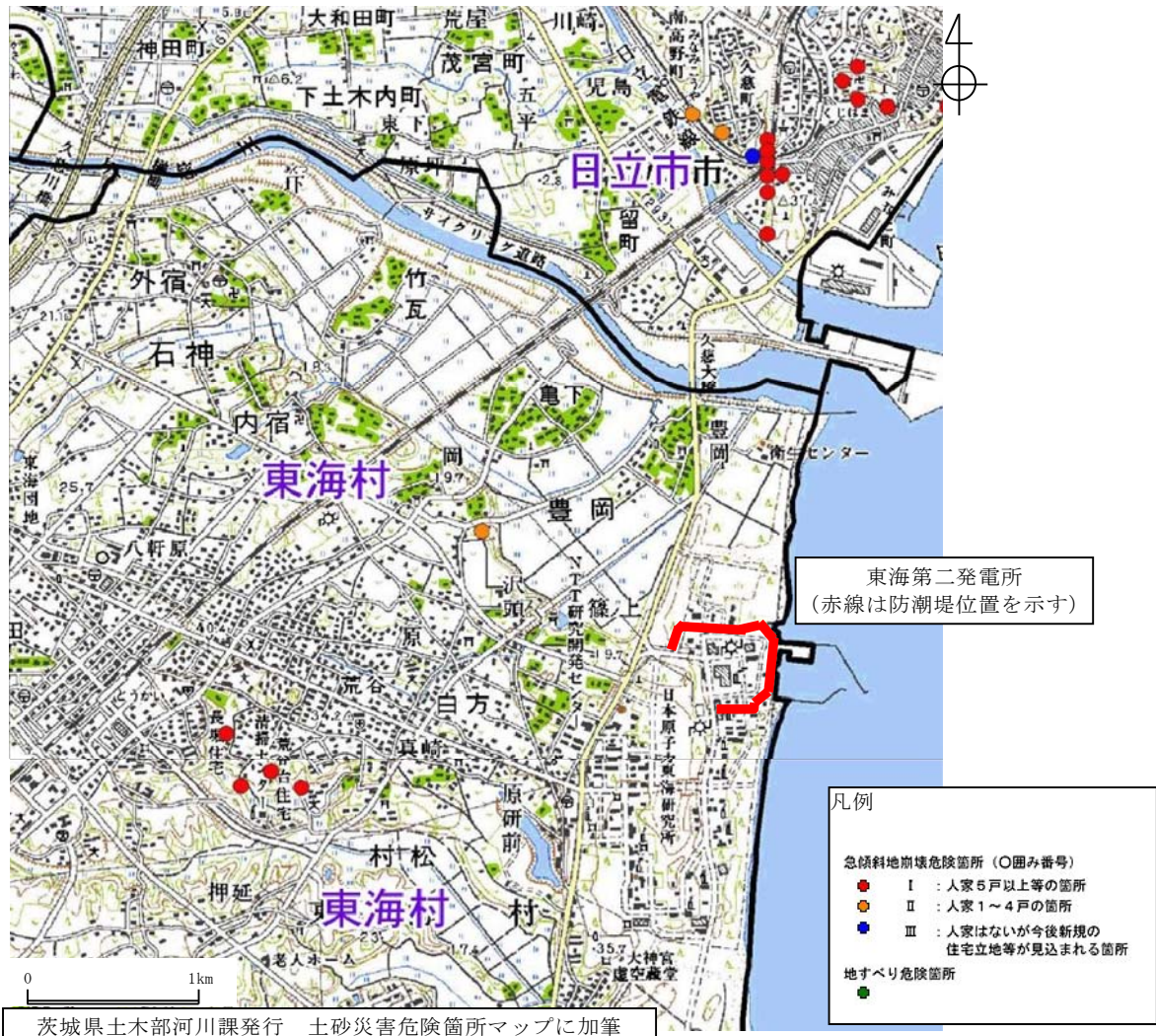
## 1. 周辺斜面評価

土砂災害危険箇所図（茨城県土木部河川課発行）によると、発電所の敷地及びその近傍には土砂災害を起こすような急傾斜地崩壊危険箇所は存在しないため、発電所に影響が及ぶことはない。（第1図参照）

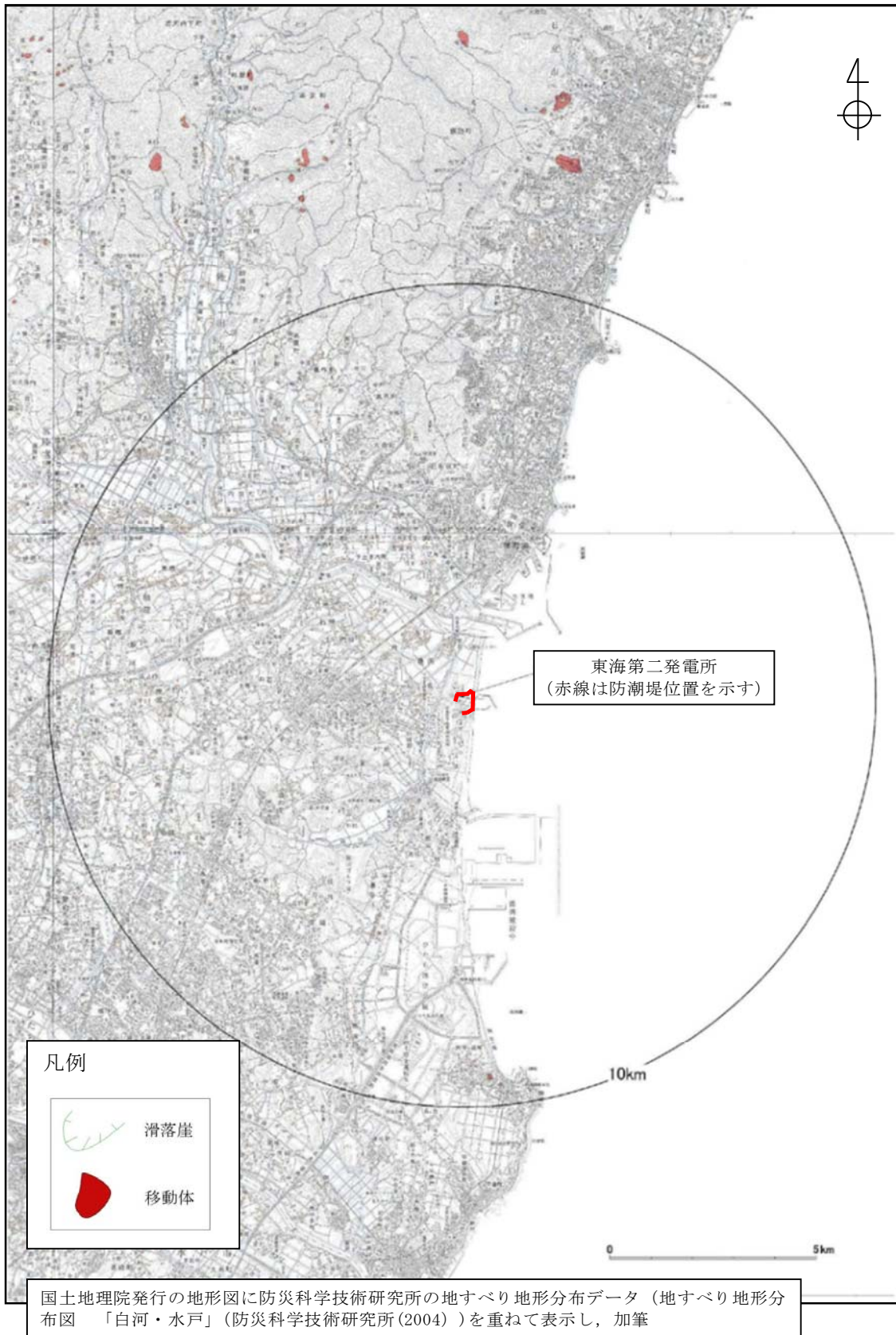
## 2. 地滑り地形分布

地すべり地形分布図（独立行政法人防災科学技術研究所発行）によると、発電所及びその近傍には地滑りを起こすような地形は存在しないことから、発電所に影響が及ぶことはない。

（第2図参照）



第1図 土砂災害危険箇所図



第2図 地すべり地形分布図