

東海第二発電所

新規制基準への適合性に係る主な変更点 についての補足説明用資料（審査資料抜粋） （設計基準対象施設）

平成 30 年 2 月
日本原子力発電株式会社

目 次

- ・ 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）

第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止

(竜巻)

<目 次>

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

<概 要>

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

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

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

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

表 1 設置許可基準規則第 6 条及び技術基準規則第 7 条 要求事項

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

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置、構造及び設備

ロ 発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

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

a. 設計基準対象施設

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

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

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

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

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

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

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

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

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

(a-2) 竜巻

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

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

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

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

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

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

【別添資料 1（3.：1-47～75）】

(2) 安全設計方針

1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針

安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及び想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を損なわない設計とする。安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている重要度分類（以下 1.7 では「安全重要度分類」という。）のクラス 1，クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物，系統及び機器とする。

その上で、上記構築物，系統及び機器の中から、発電用原子炉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。

【別添資料 1（1.2.1：1-2）】

1.7.2 竜巻防護に関する基本方針

1.7.2.1 設計方針

(1) 竜巻に対する設計の基本方針

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

また，安全施設は，設計荷重による波及的影響によって，安全機能を損なわない設計とする。

a．飛来物の衝突による施設の貫通及び裏面剥離

- b. 設計竜巻による風圧力による荷重，気圧差による荷重及び設計飛来物等による衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びにその他の組合せ荷重（常時作用している荷重，運転時荷重，竜巻以外の自然現象による荷重及び設計基準事故時荷重）を適切に組み合わせた設計荷重
- c. 竜巻による気圧の低下
- d. 外気と繋がっている箇所への風の流入

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

設計竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち，外部事象防護対象施設は，設計荷重に対し機械的強度を有すること等により，安全機能を損なわない設計とする。

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

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

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

外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないようにするため，外部

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

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

【別添資料 1（1.：1-1～13）】

(2) 設計竜巻の設定

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

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

【別添資料 1（2.：1-14～46）】

(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設

外部事象防護対象施設は、設計荷重に対し機械的強度を有すること等により安全機能を損なわない設計とする。

外部事象防護対象施設は、外殻となる施設（建屋、構築物）（以下「外殻となる施設」という。）に内包され、外気と繋がっておらず設計竜巻荷

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

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

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

a. 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）

(a) 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気フィルタ（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ」という。）

(b) 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレ

イ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン」という。）

- (c) 中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。）
- (d) 残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含む。）
- (e) 非常用ディーゼル発電機海水用ポンプ（配管，弁含む。）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）
（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管，弁含む。）」という。）
- (f) 残留熱除去系海水系ストレーナ
- (g) 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ」という。）
- (h) 非常用ガス処理系排気配管
- (i) 排気筒
- (j) 排気筒モニタ
- (k) 原子炉建屋

<以下，外部事象防護対象施設を内包する区画>

外部事象防護対象施設を内包する区画を，以下のとおり抽出する。

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

b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設

- (a) 中央制御室換気系隔離弁，ファン（ダクト含む。），非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト及び高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系ダクト（以下「非常用換気空調設備」という。）
- (b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）
- c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設
 - (a) 中央制御室換気系ファン（空気調和器含む。）及び中央制御室換気系フィルタユニット（以下「原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備」という。）
 - (b) 非常用電源盤（電気室）
 - (c) 使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁（以下「原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備」という。）
 - (d) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン
 - (e) 使用済燃料乾式貯蔵容器
 - (f) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

【別添資料 1（1.2.2（1）：1-3～7）】

(4) 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

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

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

a. 外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設

外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設としては，施

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

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

b. 外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設

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

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

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

【別添資料 1（1.2.2（2）：1-8～11）】

（5） 設計飛来物の設定

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

飛来物に係わる現地調査結果及び「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発 13061911 号 原子力規制委員会決定）」に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。

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

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

第 1.7.2-1 表に発電所における設計飛来物を示す。

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

なお，当社敷地近傍の隣接事業所から，上述の設計飛来物（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，飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し，当該飛来物が衝突し得る外部事象防護対象施設等の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による外部事象防護対象施設の損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること若しくは安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.3.1（3）：1-49～60）】

(6) 荷重の組合せと許容限界

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

a. 評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重

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

(a) 風圧力による荷重（ W_w ）

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

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

ここで，

W_w : 風圧力による荷重

q : 設計用速度圧

G : ガスト影響係数 (=1.0)

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

A : 施設の受圧面積

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

ここで,

ρ : 空気密度

V_D : 設計竜巻の最大風速

ただし, 竜巻による最大風速は, 一般的には水平方向の風速として算定されるが, 鉛直方向の風圧力に対してぜい弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には, 鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮した設計とする。

(b) 気圧差による荷重 (W_P)

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

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

ここで,

W_P : 気圧差による荷重

ΔP_{max} : 最大気圧低下量

A : 施設の受圧面積

(c) 設計飛来物等による衝撃荷重 (W_M)

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

【別添資料 1 (3.3.1 : 1-48~60)】

b. 設計竜巻荷重の組合せ

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

$$W_{T1} = W_P$$

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

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

【別添資料 1 (3.3.1 : 1-60~61)】

c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定

設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおり設定する。

(a) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重

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

(b) 竜巻以外の自然現象による荷重

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

i) 雷

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

ii) 雪

冬期、竜巻が襲来する場合は竜巻通過前後に降雪を伴う可能性はあるが、上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。

また、下降流の竜巻通過時は、竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。

iii) ひょう

ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒⁽²⁾であり、仮に直径 10cm 程度の大型のひょうを想定した場合でも、その重量は約 0.5kg である。竜巻とひょうが同時に発生する場合においても、直径 10cm 程度のひょうの終端速度は 59m/s ⁽³⁾、運動エネルギーは約 0.9kJ であり、設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく、ひょうの衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡される。

iv) 降水

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

(c) 設計基準事故時荷重

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

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

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

【別添資料 1 (3.3.2 : 1-61～62)】

d. 許容限界

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

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

系統及び機器の設計において、設計飛来物の衝突による貫通の有無の評価については、貫通が発生しない部材厚の貫通限界厚さと部材の最小厚さを比較することにより行う。設計飛来物が貫通することを考慮する

場合には、設計荷重に対して防護対策を考慮した上で、系統及び機器に発生する応力が以下の規格、基準及び指針類に準拠し算定した許容応力度等に基づく許容限界を下回る設計とする。

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

【別添資料 1（3.4.1：1-63）】

(7) 評価対象施設等の防護設計方針

評価対象施設等の設計荷重に対する防護設計方針を以下に示す。

【別添資料 1（3.4.2：1-62～74）】

a. 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）

外部事象防護対象施設のうち屋外施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて防護ネット等の竜巻飛来物防護対策設備又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。

(a) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタは、設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することがなく、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の吸気機能が維持される設計とする。さらに、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-64）】

- (b) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファンは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-64）】

- (c) 中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）

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

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-65）】

- (d) 残留熱除去系海水ポンプ（配管、弁含む。）

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

【別添資料 1（3.4.2（1）：1-65）】

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

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

【別添資料 1 （3.4.2（1）：1-65）】

- (f) 残留熱除去系海水ストレーナ

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

【別添資料 1 （3.4.2（1）：1-65～66）】

- (g) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナは，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し，防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより，設計飛来物の衝突を防止し，風圧力による荷重，気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を

含む。) 用海水ストレーナに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-66)】

(h) 非常用ガス処理系排気配管

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

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-66)】

(i) 排気筒

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

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

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-66～67)】

(j) 排気筒モニタ

排気筒モニタは、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待しているが、外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないため、安全上支障のない期間に補修等の

対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-67)】

(k) 原子炉建屋

原子炉建屋原子炉棟外壁（5 階及び 6 階部分）の原子炉建屋外側ブローアウトパネルについては、設計竜巻による気圧低下により開放し、原子炉建屋原子炉棟の放射性物質の閉じ込め機能を損なう可能性があるが、設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから、安全上支障のない期間に補修が可能な設計とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

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

なお、原子炉建屋外側ブローアウトパネルの気圧低下による開放の可能性に対しては、原子炉建屋外側ブローアウトパネル開放により発生する外壁開口部に、防護ネットの設置等の竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の侵入を防止する設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-67～68)】

<以下、外部事象防護対象施設を内包する区画>

(1) タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋

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

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-68)】

(m) 軽油貯蔵タンクタンク室

軽油貯蔵タンクタンク室は、地下埋設されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、軽油貯蔵タンクの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-68)】

(n) 排気筒モニタ建屋

外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (1) : 1-68)】

b. 外部事象防護対象施設のうち、屋内の施設で外気と繋がっている施設

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

を講じる方針とする。

(a) 非常用換気空調設備

非常用換気空調設備が、原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重は作用しない。さらに、建屋開口部や開口部建具を設計飛来物が貫通し、非常用換気空調系隔離弁に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、防護ネットの設置や壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (2) : 1-68)】

(b) 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）は、設計飛来物の衝突により、建屋壁等に貫通が発生することを考慮し、壁面等の補強による竜巻防竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）への設計飛来物の衝突を防止し、気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト

（原子炉建屋原子炉棟貫通部）の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設

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

原子炉建屋付属棟については、設計飛来物の衝突により開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、開口部建具等付近の外部事象防護対象施設のうち、設計飛来物の衝突により影響を受ける可能性がある原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備及び非常用電源盤（電気室）が安全機能を損なわない設計とする。

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

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

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-69～71）】

(a) 原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備

原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備は、設計飛来物の衝突により、建屋壁面及び開口部建具に貫通が発生することを考慮し、壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-69）】

(b) 非常用電源盤（電気室）

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

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-69）】

(c) 原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備

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

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

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-69）】

(d) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン

燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンは，竜巻の襲来が予想される場合には，燃料取扱作業を中止し，使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により，原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放状態においても，当該設備の安全機能を損なわない設計とし，転落によって近傍の外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（3）：1-69～70）】

(e) 使用済燃料乾式貯蔵容器

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

使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により、貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び使用済燃料乾式貯蔵容器に常時作用する荷重に対して、使用済燃料乾式貯蔵容器の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-70)】

(f) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

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

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

【別添資料 1 (3.4.2 (3) : 1-70～71)】

d. 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設

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

【別添資料 1 (3.4.2 : 1-71~74)】

(a) サービス建屋

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

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-71)】

(b) 海水ポンプエリア防護壁

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

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-71)】

(c) 鋼製防護壁

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

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-71)】

(d) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮

しても、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器が閉塞することがなく、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。）の排気機能が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とし、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1（3.4.2（4）：1-71～72）】

- (e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管

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

する。

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-72～73)】

(f) 残留熱除去系海水配管（放出側）

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

【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-73)】

(g) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）は，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が閉塞することがなく，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が風圧力による荷重，気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）に常時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象

施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプに機能的影響を及ぼさない設計とする。

【別添資料 1 （3.4.2（4）：1-73～74）】

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

(8) 竜巻随伴事象に対する評価

竜巻随伴事象として，過去の竜巻被害事例及び発電所の施設の配置から想定される事象とし，火災，溢水及び外部電源喪失を抽出し，事象が発生する場合においても，外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 （3.5：1-74～76）】

a. 火災

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

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

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

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

【別添資料 1 (3.5 (1) : 1-74~75)】

b. 溢水

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

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

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

以上より、竜巻随件事象としての溢水に対して外部事象防護対象施設

が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.5 (2) : 1-75)】

c. 外部電源喪失

設計竜巻又は設計竜巻と同時に発生する雷又はダウンバースト等の影響により外部電源喪失が発生する場合については、設計竜巻に対してディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の構造健全性を維持することにより、外部電源喪失の影響がなく外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1 (3.5 (3) : 1-76)】

1.7.2.2 手順等

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

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

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

- (2) 竜巻の襲来が予想される場合及び竜巻襲来後において、外部事象防護対象施設等を防護するための操作・確認、補修等が必要となる事項について手順を定める。

1.7.2.3 参考文献

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

第 1.7.2-1 表 発電所における設計飛来物

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

【別添資料 1 (3.3.1 (3) : 1-59)】

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

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

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

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
残留熱除去系海水系ストレーナ	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設他との隔離	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認
非常用ガス処理系排気配管			—	鋼製材 砂利	補修
排気筒			—	鋼製材 砂利	補修
排気筒モニタ			—	鋼製材 砂利	補修
原子炉建屋（閉じ込め機能）			—	鋼製材 砂利	補修
非常用換気空調設備			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備 補強した防護扉等	鋼製材 砂利	防護扉の閉止確認

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

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部)	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設他との隔離	補強した建屋壁等	—	—
原子炉建屋付属棟 4 階非常用換気空調設備			施設を内包する施設 補強した防護扉等	—	防護扉の閉止確認
非常用電源盤（電気室）			施設を内包する施設 取替えた防護扉	—	防護扉の閉止確認
原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備			施設を内包する施設	—	—
燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻襲来予想時 燃料取扱作業の中止
使用済燃料乾式貯蔵容器			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	—
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻襲来予想時 燃料取扱作業の中止

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

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の 最大風速	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
安全重要度分類のクラス 1 及びクラス 2 に 属する施設のうち上記以外の建屋、構造物 内の施設	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対 象施設他との離 隔	施設を内包する施設	—	—
安全重要度分類のクラス 3 に属する施設 (下記以外の施設)			—	—	代替設備の確保 補修、取替等
緊急時対策所建屋内の施設			施設を内包する施設 (緊急時対策所建屋)	—	—
緊急時対策所建屋 (設計基準対象施設に関する機 能)			—	鋼製材 砂利 車両	補修
緊急時対策所建屋 (重大事故等対処施設に関する 機能)		—	—		敷地外物品のため、衝突を考慮し た上で、施設の機 能維持を確認

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

外部事象防護対象施設に 波及的影響を及ぼし得る評価対象施設	竜巻の最大 風速条件	飛来物 発生防止対策	防護設備 (外殻となる施設)	想定する 飛来物	手順等
サービス建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設他との隔離	—	鋼製材 砂利	—
海水ポンプエリア防護壁			—	鋼製材 砂利	—
鋼製防護壁			—	鋼製材 砂利	—
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレ イ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音 器			—	鋼製材 砂利	—
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレ イ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気 配管及びベント配管			—	鋼製材 砂利	—
残留熱除去系海水配管（放出側）			—	鋼製材 砂利	—
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレ イ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配 管（放出側）			—	鋼製材 砂利	—

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

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

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

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

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

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

3. 竜巻影響評価

3.1 概要

竜巻影響評価の概要は以下のとおりとする。

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

3.2 評価対象施設等

「1.2.2 竜巻影響評価の対象施設」に示したとおりとする。

3.3 設計荷重の設定

3.3.1 設計竜巻荷重の設定

設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力による荷重」，「気圧差による荷重」及び「設計飛来物による衝撃荷重」を基に，以下のとおり設定する。

(1) 風圧力による荷重の設定

設計竜巻の水平方向の最大風速 V_D によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力による荷重（ W_w ）は，「建築基準法施行令」，「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び「建設省告示第 1454 号（平成 12 年 5 月 31 日）」に準拠し，下式により算定する。

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

q ：設計用速度圧（ $= (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ ）

ρ ：空気密度

G ：ガスト影響係数（ $= 1.0$ ）

C ：風力係数

（施設の形状や風圧力が作用する部位（屋根，壁等）に応じて設定）

A ：施設の受圧面積

なお，鉛直方向の風圧力については以下のとおりとする。

- ・ 建屋，構築物については，底部や屋根スラブについては，鉛直方向の風圧力の影響を受けると考えられる。底については，評価対象施設等には存在しないが，屋根スラブについては，鉛直方向の風圧力に対する健全性の評価を行う。
- ・ 設備については，鉛直方向の風圧力に対して特に脆弱と考えられる部位は評価対象施設等の中に存在しないことから，鉛直方向の風圧力の考慮は行わない。

(2) 気圧差による荷重の設定

設計竜巻における気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による荷重 (W_P) は、最大気圧低下量 (ΔP_{max}) に基づき設定する。

a. 建屋，構築物

建屋及び構築物については、気圧差による荷重が最も大きくなる「閉じた施設」を想定し、内外気圧差による圧力荷重 W_P を以下の式により設定する。

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

ΔP_{max} : 最大気圧低下量

A : 施設の受圧面積

外部事象防護対象施設を内包する建屋及び構築物について影響評価を実施し、当該施設が損傷のおそれがある場合には、安全機能維持への影響について確認する。

b. 設備（系統，機器）

設備（系統，機器）についても、上記と同様に W_P を設定する。

換気空調系のように外気と隔離されている区画の境界部等、気圧差による圧力影響を受ける設備について、気圧差により作用する応力が許容値以内であるか確認し、許容値を上回る場合には安全機能維持への影響について確認する。

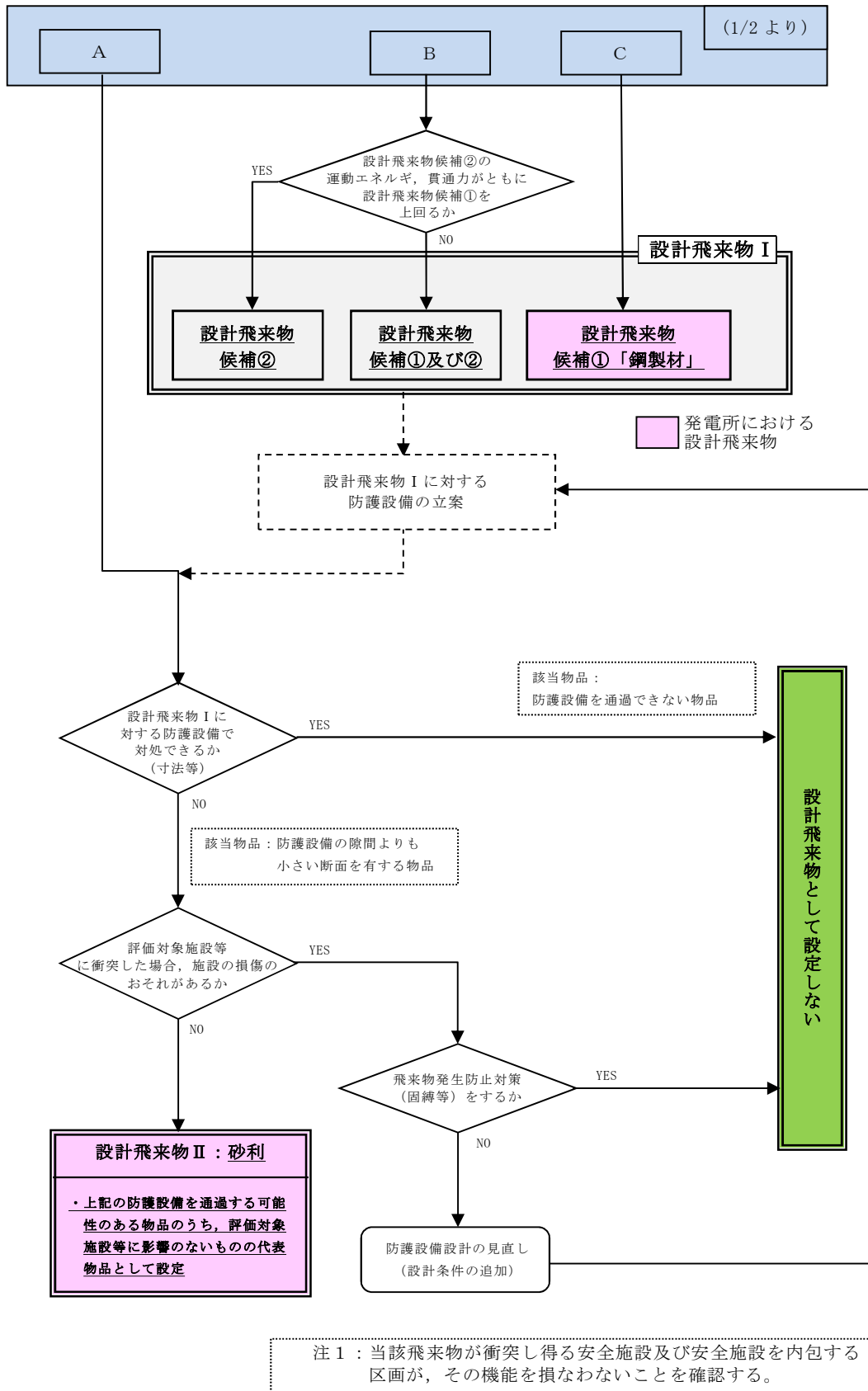
(3) 設計飛来物等による衝撃荷重の設定

a. 発電所における設計飛来物等の設定【添付資料 9】

東海第二発電所の竜巻影響評価における設計飛来物等については、東海第二発電所における飛来物源の現地調査結果と、「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に示されている設計飛来物の設定例を参照して設定す

る。

第 3.3.1-1 図に発電所における設計飛来物の設定フローを，第
3.3.1-1 表に発電所における設計飛来物を示す。



第 3.3.1-1 図 設計飛来物の設定フロー (2/2)

第 3.3.1-1 表 発電所における設計飛来物

飛来物の種類	砂利	鋼製材
サイズ (m)	長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.18	135

(a) 評価に用いる設計竜巻の特性

設計竜巻の最大風速は 100m/s とする。(第 2.4.2-1 表)

(b) 設計飛来物等の設定

i) 現地調査

飛来物となり得る物品を確認するため、発電所の現地調査を実施した。調査範囲は、発電所の敷地のみならず、隣接する日本原子力研究開発機構の敷地や、発電所敷地近傍の墓地、宅地等も含んだ、原子炉建屋から半径 800m の範囲とした。後述の飛散評価の結果によれば、確認された物品の飛散距離は 800m を十分に下回ることから、調査範囲は十分と考えられる。

ii) 設計飛来物となり得る飛来物源の抽出

現地調査で確認された物品の最大飛散距離は最大でも 400m 程度と評価されたことに加え、隣接事業所内での現場調査による物品は発電所構内の物品に類似していた。したがって、発電所の設計飛来物の設定に際しては、発電所敷地内で認められた物品に「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に例示された物品を加えたものを飛来物源として抽出した。

iii) 設計飛来物の設定

上記の飛来物源から、第 3.3.1-1 図のフローに従い、「竜巻影響

評価ガイド」に例示されている鋼製材を設計飛来物として設定した。

さらに、鋼製材に対する飛来物防護対策として設置する防護ネットを通過し得る設計飛来物として、砂利を設定した。砂利のサイズはネットの網目のサイズを考慮して設定した。以降の設計飛来物とは、上記の鋼製材及び砂利の2つを示す。

(c) 設計飛来物以外の飛来物源に対する措置

i) 基本方針

設計飛来物以外の飛来物源については、設計竜巻の最大風速 100 m/s における衝突時の運動エネルギー又は貫通力の大きさを、設計飛来物のうちこれらが最大となる鋼製材と比較し、鋼製材を上回る飛来物源（コンテナ等）については、以下のとおり対応する。

- ・ 東海発電所を含む当社敷地内のものは、飛来物発生防止対策（固縛等）を施すか、評価対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔及び頑健な建物内への移動等の運用により、設計飛来物による影響を上回らないものとする。
- ・ 当社敷地近傍の隣接事業所等から到達し得るものは、飛来物が配置できない設計とする、若しくは当該飛来物が衝突する可能性のある評価対象施設等について、飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し構造健全性が維持されることを確認するか、安全上支障のない期間での修復等の対応により、機能を損なわないようにする。

ii) 当社敷地近傍の隣接事業所等の飛来物源の影響について

他者の所有物で、当社による固縛等の管理ができない可能性を有する飛来物源として、当社の敷地外にある、一般道を走行する車両及び隣接事業所の物品が想定されるが、保守性を含めた解析によれば設計

飛来物よりも影響の大きな飛来物源の飛散距離が最大でも 250m 程度であることを考慮すると、敷地外からの飛来物が到達する可能性を現実的に無視できないと考えられる施設は、第 3.3.1-2 図に示すとおり、評価対象施設等である使用済燃料乾式貯蔵建屋及びタービン建屋、並びに重大事故等対処設備の緊急時対策所^{※1}、可搬型重大事故等対処設備及び常設代替高圧電源装置が挙げられる。

使用済燃料乾式貯蔵建屋については、第 3.3.1-2 図に示すとおり敷地南方の隣接事業所からの飛来物が衝突する可能性がある。これについては、竜巻飛来物防護対策設備により、建屋上部の排気口からの飛来物の建屋内への侵入を防止するとともに、風荷重及び設計飛来物等の衝撃荷重に対しても建屋が倒壊せず内包される外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさないこと、また、隣接事業所との合意文書に基づく、隣接事業所敷地の一部における飛来物源配置を不可能とする措置も踏まえ、設計飛来物等が衝突し得る建屋外壁の遮蔽能力の喪失を仮定した場合でも、遮蔽機能に対する要求事項は満足できることを確認した。

タービン建屋については、第 3.3.1-2 図に示すとおり、敷地北方の隣接事業所から飛来物が到達する可能性がある。これについては、風荷重及び設計飛来物等の衝撃荷重に対しても建屋が倒壊せず、建屋の外壁の貫通も生じないため内包される外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさないことを確認した。よって、敷地北方の事業所内の飛来物源に対する飛来物発生防止対策は不要とする。

緊急時対策所建屋については、第 3.3.1-2 図に示すとおり、国道 245 号線及び国道と発電所西方の敷地との間にある隣接事業所から飛来物が衝突する可能性がある。重大事故等対処施設としての緊急時対

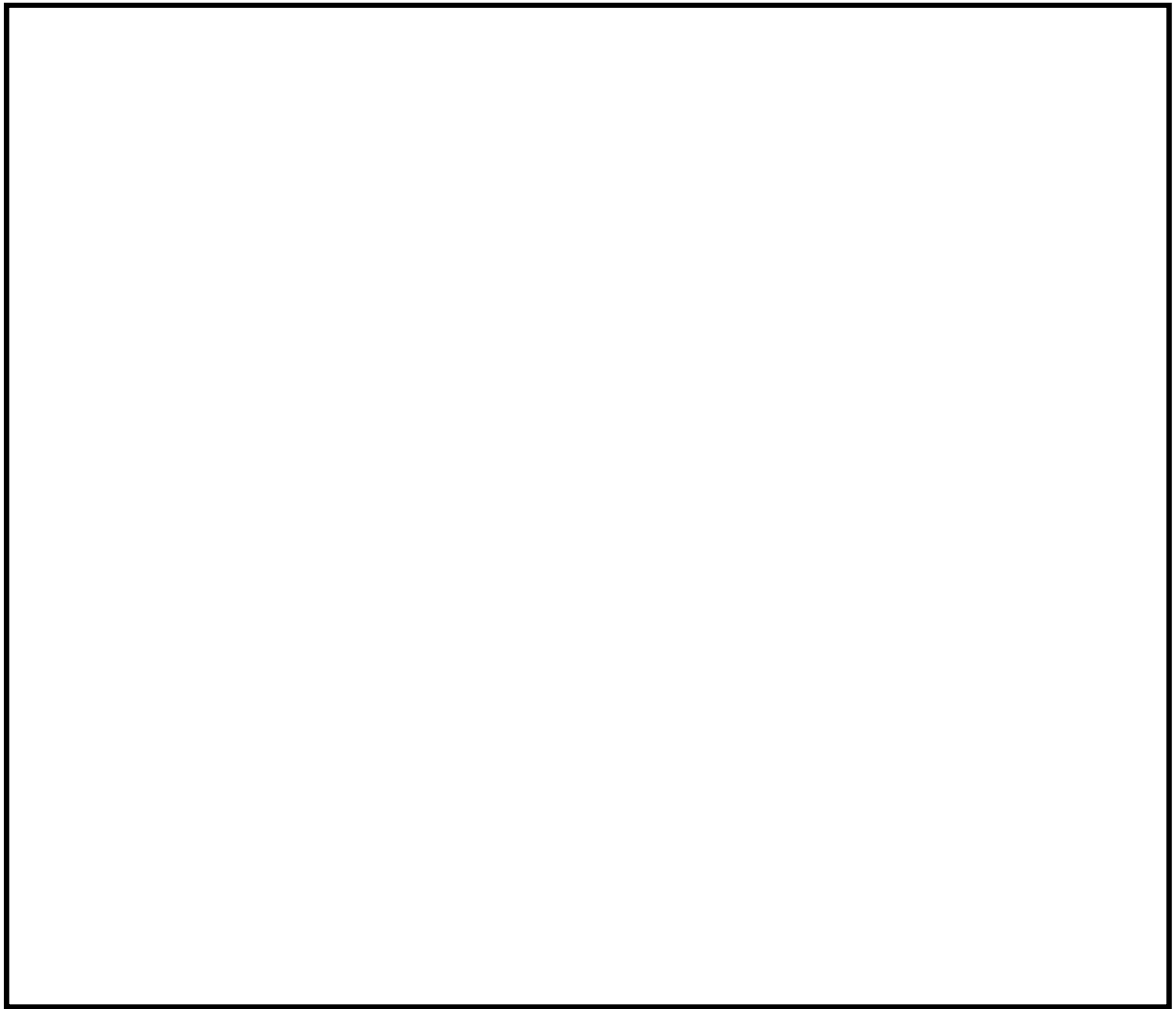
策所建屋は、環境条件としては風荷重のみを考慮する方針となっているが、機能を喪失した場合の影響が大きな遮蔽能力について、念のため飛来物衝突の影響を評価したところ、建屋の外壁については貫通も裏面剥離も生じず、遮蔽能力は確保できることを確認した。

また、可搬型重大事故等対処設備及び常設代替高圧電源装置に関しては、設計基準対象施設を含めて分散配置することにより飛来物に対する残存性を確保する設計としており、敷地外からの飛来物に対しても同様に残存性を期待できるものと判断している。（第 3.3.1-2 図参照）

※1：機能維持については第 43 条としての扱い。6 条（設計対象施設）としてはクラス 3 施設であり、損傷時は代替設備や復旧により機能を維持する。

※2：種々の車両についての飛散解析結果(添付資料 9 別紙 9-4)より、国道 245 号線から飛来する車両の飛散距離は、保守性を見込んだ上で最大でも約 190mと考えられる。

以上より、隣接事業所等から想定される飛来物については、外部事象防護対象施設等への影響は無いと判断した。



第 3.3.1－2 図 飛来物の到達を想定する隣接事業所等

iii) 東海発電所廃止措置に伴い生じ得る飛来物源への対応

東海第二発電所に隣接する東海発電所においては廃止措置関連作業が実施されている。施設の解体作業等に関連してどのような飛来物源が生じ得るかを現時点で正確に特定することは困難であるが、以下のとおり東海第二発電所へ影響を及ぼすことはないと判断している。

- ・飛来物源の現地調査においては、東海発電所の敷地も対象としており、資機材や設備の種類や形状に関しては、東海第二発電所の資機材等との大きな違いは無いことを確認している。したがって、作業用資機材や取り外しが完了した物品については、固縛、

離隔，収納等，一般の飛来物源と同様の措置が可能である。

- ・取外し前の施設の据付状況についても，東海第二発電所の施設の状況と有意な差はないと考えられる。東海第二発電所の評価対象施設等は風荷重に対し十分に余裕があることを参照すれば，これらの設備が竜巻により基礎等から引き剥がされ，飛来物化することは考え難い。
- ・廃止措置特有の状況として考えられるケースとしては，解体，撤去の途中の状況が一定期間継続すると想定される場合（例：大規模設備や建屋壁面の解体）であるが，このような場合に対しても，作業の計画段階及び実施段階で，適宜風荷重に対し脆弱な形状が生じていないかを確認し，想定される脱落片（飛来物）が設計飛来物による影響を超えることが確認された場合でも，そのような飛来物源が発生しないよう工法を工夫するなどによって対応することで，東海第二発電所に影響を及ぼす可能性のある飛来物の発生を防止できない状況は生じないと考えられる。なお，これらの運用管理については，確実に実施するために手順として原子炉施設保安規定に規定し，QMS 規程に基づき実施する。

b．設計飛来物の速度の設定

設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度（ $_M V_{Hmax}$ ）及び最大鉛直速度（ $_M V_{Vmax}$ ）は，衝撃荷重による影響を保守的に評価するため，

「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に示されるものと同じ値とし，第 3.3.1－2 表のとおりとする。

ただし，「竜巻影響評価ガイド」に記載のない設計飛来物である砂利の速度については，文献⁽¹⁾⁽²⁾を参考にして，ランキン渦を仮定した風速場の中での速度を算出した^{*}。

※：設計飛来物であることに鑑み、配置高さによって飛散速度が変わらないランキン渦モデルで数値を算出した。

第 3.3.1-2 表 発電所における設計飛来物の速度

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

c. 設計飛来物の衝撃荷重の設定

設計竜巻の最大風速 100m/s による設計飛来物の衝撃荷重は、砂利と比べ運動エネルギーが大きくなる鋼製材の衝突方向及び衝突面積を考慮し、鋼製材が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる衝突方向で算出する。

鋼製材の最大速度は第 3.3.1-2 表のとおりであり、静的な構造評価を実施する場合の衝撃荷重は、重量分布を均一な直方体として、Riera の方法⁽³⁾を踏まえた下式にて算出した。

$$W_w = F_{MAX} = MV^2 / L_{MIN}$$

M：飛来物の質量

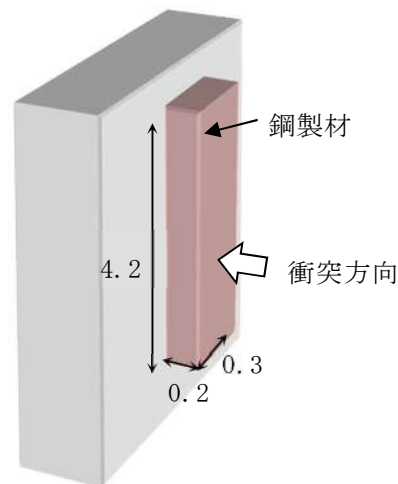
V：飛来物の衝突速度

L_{MIN}：飛来物の衝突方向長さ

この場合、衝撃荷重が最大となるのは第 3.3.1-3 図に示す向きの衝突(荷重：1760kN)となるが、評価においては、対象部位の構造を考慮した上で衝突姿勢を決定し、上記式の考え方にに基づき、その都度衝撃荷重を算出

する。

なお，有限要素法による飛来物衝突評価を行う場合には，衝撃荷重は計算の中で自動的に求められる。



第 3.3.1-3 図 最大衝撃荷重となる鋼製材衝突方向 (Riera の方法⁽³⁾)

d. 設計竜巻荷重の組合せ

評価対象施設等の評価に用いる設計竜巻荷重は，設計竜巻による風圧力による荷重 (W_W)，気圧差による荷重 (W_P) 及び設計飛来物等による衝撃荷重 (W_M) を組み合わせた複合荷重とし，以下の式による。

$$W_{T1} = W_P$$

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

W_{T1} ， W_{T2} ：設計竜巻による複合荷重

W_W ：設計竜巻の風圧力による荷重

W_P ：設計竜巻の気圧差による荷重

W_M ：設計飛来物等による衝撃荷重

ここで，竜巻襲来時のある瞬間において，各荷重の作用方向は必ずしも一様ではないが， W_{T2} の算出においては W_W ， W_P 及び W_M の作用方

向を揃えることとし、保守性を考慮する。また、評価対象施設等には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。

3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定

設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおりとする。

(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重等

評価対象施設等に常時作用する荷重（自重，死荷重及び活荷重）及び運転時荷重を適切に組み合わせる。

(2) 竜巻以外の自然現象による荷重

竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり⁽⁴⁾，積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性がある自然現象は，雷，雪，ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は，以下のとおり設計竜巻荷重に包絡される。

なお，竜巻と同時に発生する自然現象については，今後も継続的に新たな知見等の収集に取り組み，必要な事項については適切に反映を行う。

a．雷

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

b．雪

上昇流の竜巻本体周辺では，竜巻通過時に雪は降らない。また，下降流の竜巻通過時は，竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ，雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。

c．ひょう

ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒⁽⁵⁾であり，仮に直径 10cm 程度の大型のひょうを想定した場合でも，その重量は約 0.5kg で

ある。直径 10cm 程度のひょうの終端速度は $59\text{m/s}^{(6)}$ ，運動エネルギーは約 0.9kJ であり，設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく，ひょうの衝撃荷重は設計竜巻荷重に包絡される。【添付資料 10】

d. 降水

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

(3) 設計基準事故時荷重

設計竜巻は原子炉冷却材喪失事故等の設計基準事故の起因とはならないため，設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。

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

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

3.4 評価対象施設等の設計方針

外部事象防護対象施設のうち評価対象施設については，設計荷重に対してその構造健全性を維持すること，又は取替，補修が可能なこと，設計上の要求を維持することにより，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等に波及的影響を及ぼし得る施設については，竜巻及びその随伴事象に対して構造健全性を確保すること，設計上の要求を維持すること

又は安全上支障のない期間での修復等の対応により，外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

3.4.1 許容限界

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

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

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

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

3.4.2 設計方針

(1) 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）

設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、安全機能を損なう可能性がある場合には施設の補強、防護ネット等の設置又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

なお、屋内に配置される施設のうち、外殻となる施設等の防護機能が期待できる施設の内部に配置される施設は、その防護機能により設計荷重に対して影響を受けない設計とする。

a. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）は、設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することがなく、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の吸気機能が維持される設計とする。さらに、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタに常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

b. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファンは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

c. 中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。）

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

d. 残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含む。）

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

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

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

f. 残留熱除去系海水系ストレーナ

残留熱除去系海水系ストレーナは，設計飛来物の衝突により貫通する

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

g. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ

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

h. 非常用ガス処理系排気配管

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

i. 排気筒

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

持され、安全機能を損なわない設計とする。

また、排気筒の支持機能に対しては、設計飛来物の衝突により部材が損傷した場合においても構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とし、倒壊によって原子炉建屋及びタービン建屋へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

j．排気筒モニタ

排気筒モニタは、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待しているが、外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないため、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

k．原子炉建屋

原子炉建屋原子炉棟外壁（5 階及び 6 階部分）のブローアウトパネルについては、設計竜巻による気圧低下により開放し、原子炉建屋原子炉棟の放射性物質の閉じ込め機能を損なう可能性があるが、設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから、安全上支障のない期間に補修が可能な設計とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

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

なお、ブローアウトパネルの気圧低下による開放の可能性に対しては、ブローアウトパネル開放により発生する外壁開口部に、防護ネットの設置等の竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の侵入を防止する設計とする。

＜以下、外部事象防護対象施設を内包する区画＞

1. タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋

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

m. 軽油貯蔵タンクタンク室

軽油貯蔵タンクタンク室は地下埋設されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、軽油貯蔵タンクの安全機能を損なわない設計とする。

n. 排気筒モニタ建屋

外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。

(2) 屋内の施設で外気と繋がっている施設

設計荷重に対して安全機能が維持される設計とし、安全機能を損なう可

能性がある場合には施設の補強，防護ネットの設置等の竜巻防護対策を実施することにより，安全機能を損なわない設計とする。

a．非常用換気空調設備

非常用換気空調設備が原子炉建屋に内包されていることを考慮すると，風圧力による荷重は作用しない。さらに，建屋開口部や開口部建具を設計飛来物が貫通し，非常用換気空調系隔離弁に衝突し安全機能を損なうことを考慮して，防護ネットの設置や壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより，設計飛来物の衝突を防止し，気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して，構造健全性が維持され，安全機能を損なわない設計とする。

b．原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）

原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）は，設計飛来物の衝突により，建屋壁等に貫通が発生することを考慮し，壁面等の補強による竜巻防竜巻防護対策を行うことにより，原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）への設計飛来物の衝突を防止し，気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して，原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）の構造健全性が維持され，安全機能を損なわない設計とする。

(3) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設

設計荷重に対して，安全機能が維持される設計とし，安全機能を損なう可能性がある場合には施設の補強等の竜巻防護対策を実施することにより，安全機能を損なわない設計とする。

a．原子炉建屋附属棟 4 階非常用換気空調設備

原子炉建屋附属棟 4 階非常用換気空調設備は，設計飛来物の衝突によ

り、建屋壁面開口部建具に貫通が発生することを考慮し、壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより、非常用換気空調設備への設計飛来物の衝突を防止し、非常用換気空調設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

b. 非常用電源盤（電気室）

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

c. 原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備

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

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

d. 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン

燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンは、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、ブローアウトパネル開放状態においても、当該設備の安全機能を損なわない設計とし、転落によって使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

e. 使用済燃料乾式貯蔵容器

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

使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により、貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び使用済燃料乾式貯蔵容器に常時作用する荷重に対して、使用済燃料乾式貯蔵容器の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。

f. 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

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

使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物の衝突により、貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し使用済燃料乾式貯蔵容器に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に貫通が発生した状態においても、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの安全機能を損なわない設計とし、また、転落によって使用済燃料乾式貯蔵容器へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

(4) 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設

設計荷重に対して、当該施設の構造健全性を確保すること、設計上の要求を維持すること又は安全上支障のない期間での取替え、補修が可能なことにより、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

a. サービス建屋

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

b. 海水ポンプエリア防護壁

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

c. 鋼製防護壁

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

d. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器が閉塞することがなく、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。）の機能が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

以上より、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル

発電機を含む。) 排気消音器が、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に機能的影響を及ぼさず、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が安全機能を損なわない設計とする。

e. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管が閉塞することがなく、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。）の機能等が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管に常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

以上より、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びベント配管が、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に機能的影響を及ぼさず、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が安全機能を損なわない設計とする。

f. 残留熱除去系海水系配管（放出側）

残留熱除去系海水系配管（放出側）は、設計飛来物の衝突により貫通

することを考慮しても、残留熱除去系海水系配管（放出側）が閉塞することがなく、残留熱除去系海水系ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに、残留熱除去系海水系配管（放出側）が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系配管（放出側）に常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

以上より、残留熱除去系海水系配管（放出側）が、外部事象防護対象施設である残留熱除去系海水系ポンプ等に機能的影響を及ぼさず、残留熱除去系海水系ポンプが安全機能を損なわない設計とする。

g. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が閉塞することがなく、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）に常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

以上より、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）

む。)用海水ポンプ等に機能的影響を及ぼさず、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ポンプが安全機能を損なわない設計とする。

3.5 竜巻随件事象に対する評価

竜巻随件事象として、過去の竜巻被害事例及び発電所の施設の配置から想定される以下の事象を抽出し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認した。【添付資料 11】

(1) 火災

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

建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、原子炉施設の安全機能を損なう可能性を有する発火性又は引火性物質を内包する機器が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部には防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると設計飛来物が到達することはないことから。設計竜巻により建屋内に火災が発生することはないと、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。

建屋外については、設計竜巻による発電所敷地内の屋外にある危険物貯蔵施設等の火災があるが、外部事象防護対象施設は外部火災評価における発電所敷地内の危険物貯蔵施設及び変圧器の火災影響評価に包含されることから、外部火災評価と同様であり、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのないことを確認している。なお、建屋外の火災については、竜巻通過後、速やかに消火活動を行う運用により対応する。

以上により、竜巻による火災により外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

(2) 溢水

竜巻随件事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の溢水源に衝突する場合、液体を貯蔵する屋外タンク及び貯槽類に飛来物が衝突する場合の溢水が想定される。

外部事象防護対象施設を内包する建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、外部事象防護対象施設の安全機能を損なう可能性を有する溢水源が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部には防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建屋内に溢水が発生することはない、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認している。

建屋外については、設計竜巻による飛来物の衝突による屋外タンク等の破損に伴う溢水があるが、溢水評価における屋外タンク等の評価に包絡されるため、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認している。

以上により、竜巻による溢水により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

(3) 外部電源喪失

設計竜巻と同時に発生する雷等により外部電源が喪失した場合でも、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）は原子炉建屋内に収納しており、外殻機能が期待できることから、設計竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重による影響はないため、竜巻による外部電源喪失により、外部事象防

護対象施設の安全機能を損なわない。

なお、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。）の付属設備について、安全機能を損なわないことを以下のとおり確認している。

- ・吸排気については外気と繋がっているが、竜巻襲来時の短時間での圧力差による影響はない。
- ・排気消音器出口に風圧力による荷重が作用して消音器内に大気が逆流した場合において、排気が阻害され系統内が閉塞気味になり、排気ガス温度が徐々に上昇し、許容限界温度（通常運転時の約 420℃を大幅に超える温度）となり出力制限となることが予想されるが、竜巻は長期間停滞することなく数秒～10 数秒のオーダーで通過するため、この程度であれば排気ガス温度の急激な上昇はなく非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）運転に支障をきたすことはない。

<参考文献>

- (1) 東京工芸大学 (2011) : 平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究 (平成 22 年度) 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究, 独立行政法人原子力安全基盤機構
- (2) E.Simiu and M.Cordes, NBSIR76-1050. Tornado-Borne Missile Speeds, 1976
- (3) J.D.Riera, “A Critical Reappraisal of Nuclear Power Plant safety against Accidental Aircraft Impact”, Nuclear Engineering and Design 57, (1980)
- (4) 雷雨とメソ気象 大野久雄, 東京堂出版
- (5) 気象庁ホームページ
(http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html)
- (6) 一般気象学 小倉義光, 東京大学出版会

添付資料 目次

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

別紙 8-7 北方の隣接事業所からの飛来物の影響について

別紙 8-8 西方の隣接事業所からの飛来物の影響について

9. 設計飛来物の設定について

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

別紙 9-2 空力パラメータについて

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

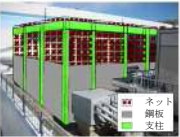
別紙 9-4 車両の飛散距離について

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

10. 竜巻時に発生するひょうの影響について

11. 竜巻随伴事象の抽出について

添付資料 8. 竜巻影響評価及び竜巻防護対策の概要

【1.設計竜巻荷重，設計荷重の設定】（別紙－1参照） ○「竜巻影響評価ガイド」に基づき，設計竜巻荷重は，設計竜巻の風圧力による荷重（W_w），気圧差による荷重（W_p）及び設計飛来物による衝突荷重（W_M）を適切に組み合わせた荷重を設定するとともに，設計竜巻荷重と組み合わせる荷重（竜巻以外の自然現象による荷重等）は，設計竜巻荷重に包絡される若しくは考慮すべき荷重ではないことを確認する。 ○W_w，W_p，W_Mは，設計竜巻の最大風速$V_{10}=100m/s$とした場合の荷重を設定する。 【設計飛来物の設定】 ○発電所の飛来物に係る現地調査を行い，発電所構内の常設物（マンホール蓋等），仮設物（資機材等）及び建築物付属物（屋根等）の中から，それらの飛来物発生防止対策の可否，固定状況，過去の被害事例や評価パラメータ（運動エネルギー及び貫通力）を踏まえ，第1－1図のとおり設計飛来物を設定した。		 鋼製材（イメージ） 砂利 第1－1図 発電所の設計飛来物														
【2.竜巻影響評価】 ○設計荷重に対し，第2－1表の評価対象施設等の構造安全性が維持され安全機能が維持されていることを確認する。 ＜外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の評価＞ ○評価対象施設（屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を除く），屋内の施設で外気と繋がっている施設：第2－1表 □）に対する設計飛来物による貫通評価，設計荷重に対する強度評価により，設計竜巻荷重が当該評価対象施設に影響を及ぼす可能性を確認し，当該評価対象施設の安全機能維持に影響を及ぼす場合には，当該施設の補強，防護対策を実施する。 ○評価対象施設（外部事象防護対象施設を内包する区画：第2－1表 □）の構造骨組評価，設計飛来物等の衝突に関する貫通及び裏面剥離評価，局部評価及び開口部建具（扉等）に関する評価により，設計竜巻荷重が内包する外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性を確認し，外部事象防護対象施設の安全機能維持に影響を及ぼす場合には，当該評価対象施設の補強，防護対策を実施する。 ○評価対象施設（外殻となる施設による防護機能が期待できない施設：第2－1表 □）に対する設計飛来物による貫通評価，設計荷重に対する強度評価により，設計竜巻荷重が当該評価対象施設に影響を及ぼす可能性を確認し，当該評価対象施設の安全機能維持に影響を及ぼす場合には，外殻となる施設若しくは当該評価対象施設の補強，防護対策，運用（竜巻襲来予想時の作業中止，回避）による対策を実施する。 ＜外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の評価＞ ○評価対象施設（倒壊により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設：第2－1表 □）に対する構造骨組評価等により，外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性を確認し，外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある場合には，当該評価対象施設の補強を実施する。 ○評価対象施設（屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属施設：第2－1表 □）に対する設計飛来物による貫通評価，設計荷重に対する強度評価により，設計竜巻荷重が当該評価対象施設の属する外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性を確認し，外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある場合には，当該評価対象施設の補強，防護対策を実施する。		第2－1表 評価対象施設等の一覧表 <table><tr><td rowspan="4">外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設</td><td>屋外施設</td><td> ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフバントファン ・中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ポンプ（配管，弁含む。） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ストレーナ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ ・非常用ガス処理系排気配管 ・排気筒 ・排気筒モニタ </td></tr><tr><td>外部事象防護対象施設を内包する区画</td><td> ・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・軽油貯蔵タンクタンク室 </td></tr><tr><td>屋内の施設で外気と繋がっている施設</td><td> ・非常用換気空調設備 ・原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト </td></tr><tr><td>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</td><td> ・原子炉建屋付属機4階非常用換気空調設備 ・非常用電源盤（電気室） ・原子炉建屋原子炉棟6階設置設備 ・燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン ・使用済燃料乾式貯蔵容器 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン </td></tr><tr><td rowspan="2">外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設</td><td>倒壊により，外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設</td><td> ・サービス建屋 ・海水ポンプエリア防護壁 ・鋼製防護壁 </td></tr><tr><td>屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属施設のうち，損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可能性がある施設</td><td> ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器 ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びバント配管 ・残留熱除去系海水配管（放出側） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側） </td></tr></table>	外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設	屋外施設	・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフバントファン ・中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ポンプ（配管，弁含む。） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ストレーナ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ ・非常用ガス処理系排気配管 ・排気筒 ・排気筒モニタ	外部事象防護対象施設を内包する区画	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・軽油貯蔵タンクタンク室	屋内の施設で外気と繋がっている施設	・非常用換気空調設備 ・原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト	外殻となる施設による防護機能が期待できない施設	・原子炉建屋付属機4階非常用換気空調設備 ・非常用電源盤（電気室） ・原子炉建屋原子炉棟6階設置設備 ・燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン ・使用済燃料乾式貯蔵容器 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設	倒壊により，外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設	・サービス建屋 ・海水ポンプエリア防護壁 ・鋼製防護壁	屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属施設のうち，損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可能性がある施設	・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器 ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びバント配管 ・残留熱除去系海水配管（放出側） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）
外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設	屋外施設	・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフバントファン ・中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ポンプ（配管，弁含む。） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管，弁含む。） ・残留熱除去系海水ストレーナ ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ ・非常用ガス処理系排気配管 ・排気筒 ・排気筒モニタ														
	外部事象防護対象施設を内包する区画	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・軽油貯蔵タンクタンク室														
	屋内の施設で外気と繋がっている施設	・非常用換気空調設備 ・原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト														
	外殻となる施設による防護機能が期待できない施設	・原子炉建屋付属機4階非常用換気空調設備 ・非常用電源盤（電気室） ・原子炉建屋原子炉棟6階設置設備 ・燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン ・使用済燃料乾式貯蔵容器 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン														
外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設	倒壊により，外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設	・サービス建屋 ・海水ポンプエリア防護壁 ・鋼製防護壁														
	屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属施設のうち，損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可能性がある施設	・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器 ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）付属排気配管及びバント配管 ・残留熱除去系海水配管（放出側） ・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）														
【3.飛来物発生防止対策】 ○設計飛来物に設定した鋼製材より運動エネルギー又は貫通力が上回る飛来物源については，評価対象施設等に衝突しないよう，別紙－2に基づき，飛来物発生防止対策を実施する。 ＜対策方針＞ ・物品管理エリア内に設置した資機材等の飛来物発生防止対策としては，移設，撤去又は浮き上がりや横滑りを考慮した固縛等を実施する。 ・車両管理エリア内の車両は，車両退避エリアへの退避を原則とし，浮き上がり，横滑りを考慮した固縛等も含めて飛来物発生防止対策を実施する。																
【4.飛来物防護対策】 ○設計飛来物の衝突によって損傷する可能性がある評価対象施設等について，下記のとりの飛来物防護対策を実施する。 ＜防護ネット等による飛来物防護対策＞ ・設計飛来物に対する防護として，外部事象防護対象施設等に対し防護ネット等を設置する。 ・防護ネットは設計飛来物の運動エネルギーを吸収可能な設計とするとともに小径の飛来物（設計飛来物である砂利を除く）の通り抜けを防止する設計とする。  第4－1図 MCR換気系冷凍機防護壁（案） 第4－2図 海水ポンプ室防護壁（案） ＜施設の補強による防護対策＞ ・設計竜巻荷重に対する構造健全性の維持，設計飛来物に対する限界貫通厚さ以上の部材を確保により，扉の取替及び壁面の増厚を行い，外殻としての防護機能を確保する。  第4－3図 施設の補強箇所（例）																

第 8－1 図 竜巻影響評価及び竜巻防護対策（飛来物発生防止対策，防護対策）の概要

南方の隣接事業所からの飛来物の影響について

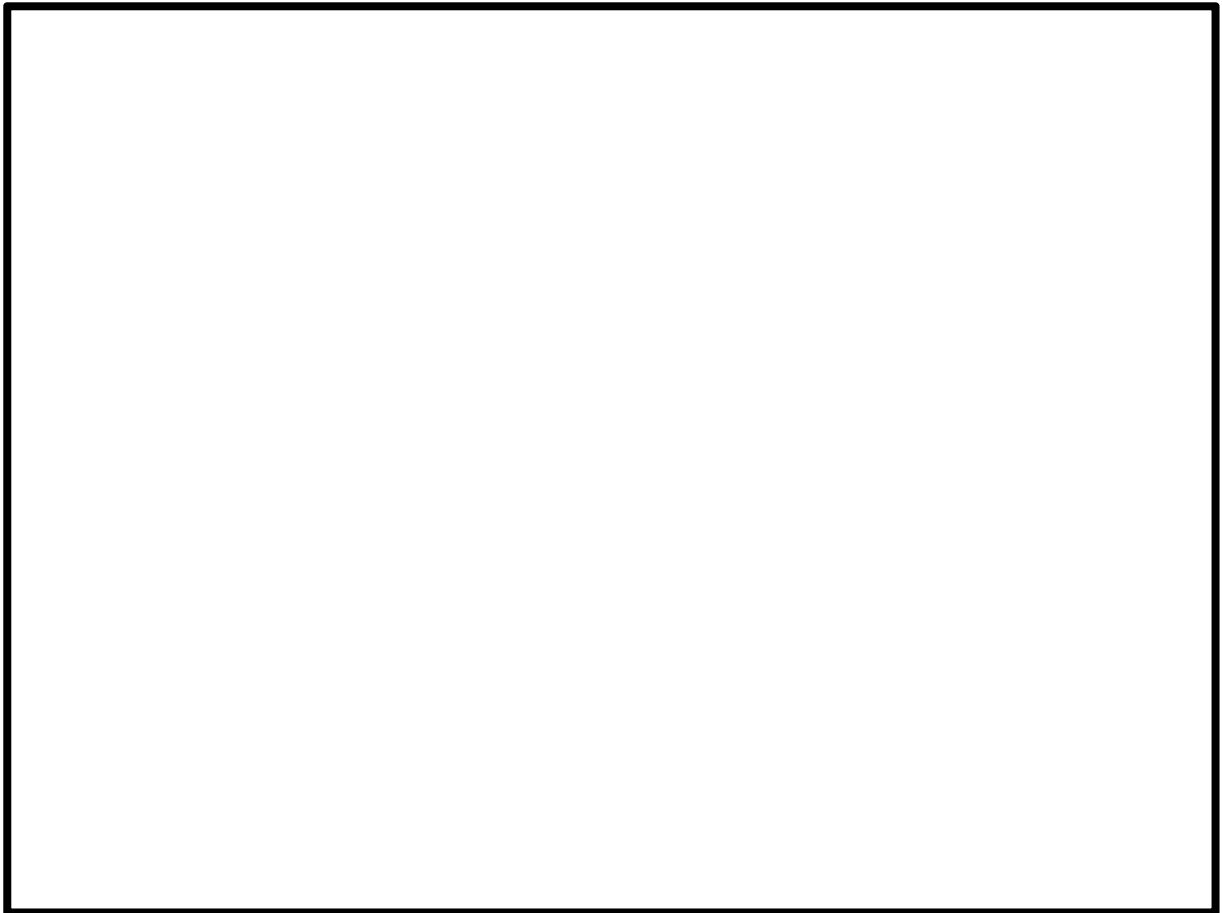
発電所の南方にある隣接事業所の施設からの飛来物の到達範囲は、別図 6-1 のとおりであり、使用済燃料乾式貯蔵建屋に車両及びその他物品の到達が考えられる。

隣接事業所からの飛来物が侵入し、内包する使用済燃料乾式貯蔵容器へ衝突するおそれのある建屋上部の排気口には、飛来物防護設備を設置する。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能（遮蔽機能：P S - 3^{※1}）はその効果が大きいものではなく^{※2}、後述のとおり、仮に想定される飛来物により建屋が損傷した状態でも遮蔽機能に対する要求水準は維持されるとともに、隣接事業所からの飛来物より建屋が損傷した場合には、補修により遮蔽機能を復旧させる方針とし、当該安全機能を損なわない設計とする。これより、南方の隣接事業所からの物品について、想定される飛来物に対する飛来物発生防止のための管理は不要とする。

※1：人の居住の可能性のある敷地境界外における線量を一定値以下に抑える機能

※2：「原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について（平成 4 年 8 月 27 日 原子力安全委員会了承）」に、以下の様に整理されている。

- ・貯蔵建屋は、適切な格納機能及び放射線低減効果の大きい遮へい機能を必要としないため、耐震 C クラスとする。



別図 6-1 敷地南方の隣接事業所と飛来物到達範囲

1. 飛来物衝突時の影響確認結果

1.1 飛来物の衝突部位

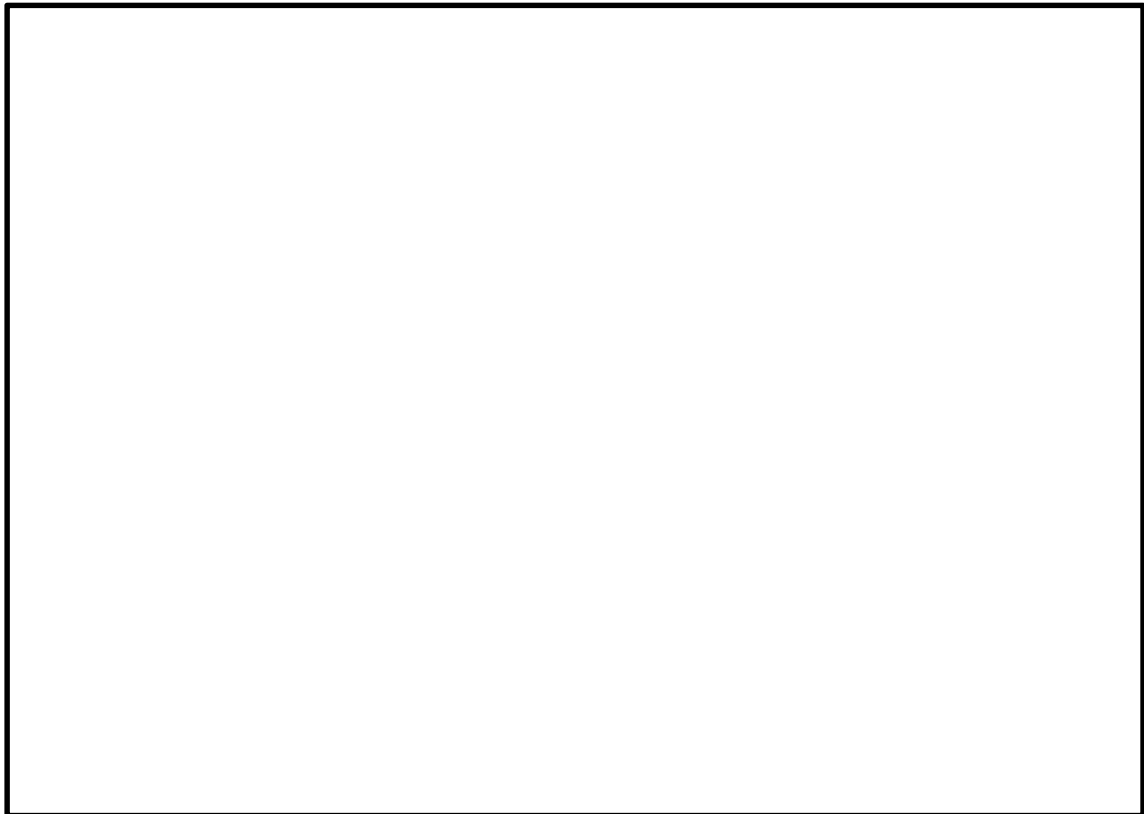
別図 6-2 イ) に、使用済燃料乾式貯蔵建屋と隣接事業所の敷地のうち飛来物が存在する可能性があるエリアとの位置関係を示す。

建屋南方の隣接事業所敷地のうち植生管理エリアについては、フェンス等の設置により物品の配置を防止する措置を、隣接事業所との合意文書に基づき当社が実施する*こと（別図 6-3 参照）で、隣接事業所からの飛来物は、使用済燃料乾式貯蔵建屋の南東方向から飛来すると考えられることから、使用済燃料乾式貯蔵建屋に衝突する場合は、建屋の東側もしくは南側外壁に衝突すると考えられる。

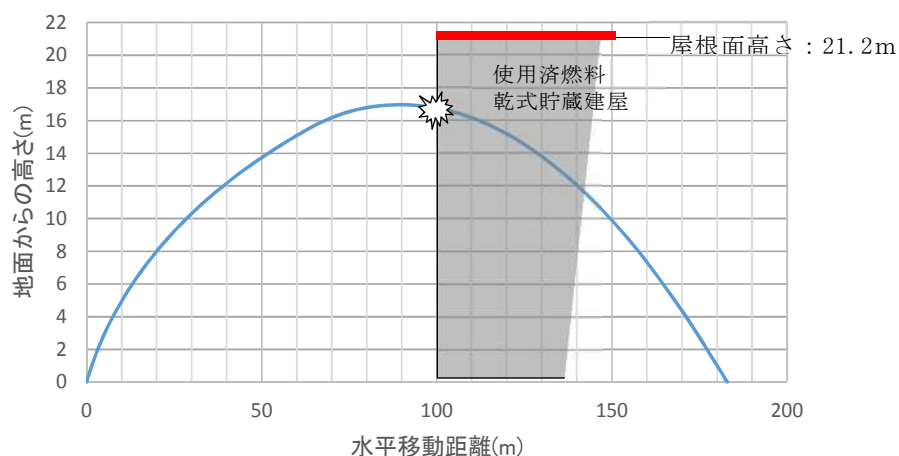
また、屋根面に到達するケースを想定する。

以上より、飛来物の衝突を考慮すべき箇所として、使用済燃料乾式貯蔵建屋の東側外壁、南側外壁及び屋根面を抽出した。

※：当該植生管理エリアは、現状は森林であり使用されておらず、また傾斜地であり物品配置には適さない地形であることを踏まえ、樹木伐採後の同エリアにおいても物品管理（固縛，固定若しくは避難）が不要であることを確実に担保する。

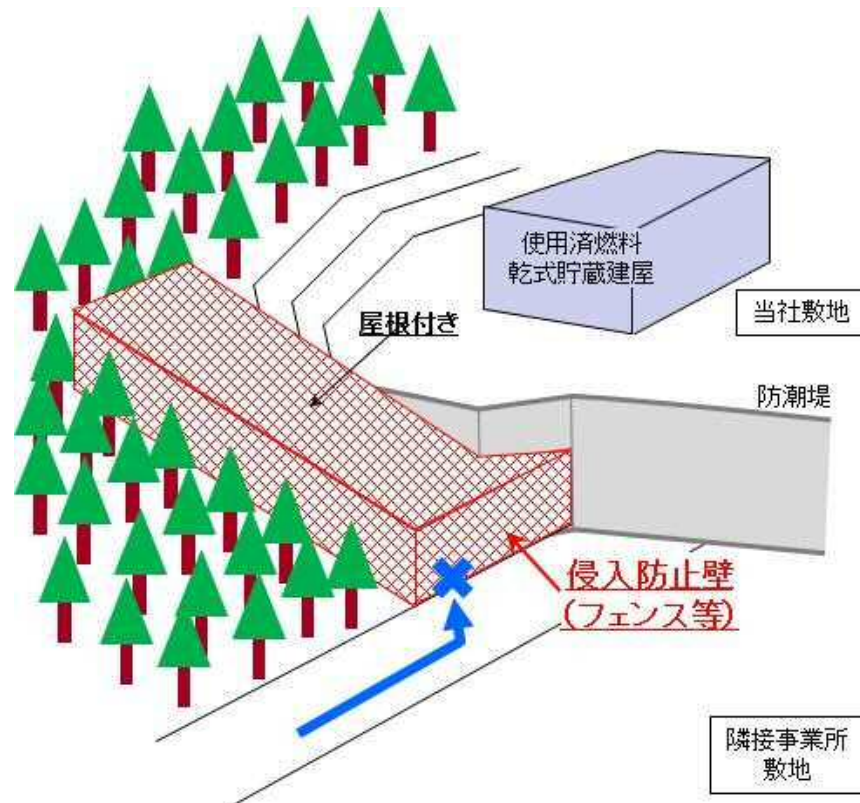


イ) 平面上の位置関係



ロ) 鉛直方向の飛跡の例（上図㊸地点からの車両の例）

別図 6-2 使用済燃料乾式貯蔵建屋と隣接事業所の敷地から飛来物が到達し得るエリアの位置関係



別図 6-3 植生管理エリアの物品配置防止措置

1.2 損傷時の影響を考慮すべき建屋の機能

使用済燃料乾式貯蔵建屋が維持すべき機能は、安全機能である「遮蔽機能」と、内包する外部事象防護対象施設（使用済燃料乾式貯蔵容器）に対する「波及的影響防止（機能）」の2つとなる。建屋に飛来物が衝突した場合には、以下のとおり遮蔽機能の低下が想定されることから、以降、遮蔽機能の低下の影響について詳細評価を行う。

(1) 遮蔽機能に対する影響

使用済燃料乾式貯蔵建屋の外壁は遮蔽壁であり、想定される飛来物である車両等の衝突時には損傷することが想定されるため、遮蔽機能の低下の程度及び影響について確認する必要がある。

(2) 波及的影響防止に対する影響

使用済燃料乾式貯蔵建屋は鉄筋コンクリート製の厚い部材厚を有する建屋であり、設計竜巻の風荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しても建屋の変形

は十分に小さく抑えられ、倒壊には至らず、内包する外部事象防護対象施設への影響はない。（補足 1 参照）

1.3 遮蔽機能低下の影響を考慮すべき部位

使用済燃料乾式貯蔵建屋の東側外壁、南側外壁及び屋根面のうち、損傷時遮蔽機能の低下による線量増加の影響を考慮すべき部位を以下のとおり抽出した。

(1) 東側外壁

使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽機能に対する要求水準は、「人の居住の可能性のある敷地境界外における空気カーマが年間 $50 \mu\text{Gy}$ 以下」※であるが、別図 6-4 に示すとおり、東側外壁は人の居住の可能性のある敷地に面していないことから、影響評価を行わない。

※「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」（平成 29 年 9 月 11 日施行、原子力規制委員会）において、第 16 条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）第 4 項に関する解釈に、「乾式キャスクの設計の妥当性については、「原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について（平成 4 年 8 月 27 日原子力安全委員会了承）に基づき確認する。」とされており、同文書において使用済燃料乾式貯蔵建屋の設計上の判断基準として定められている。

なお、第 27 条（放射性廃棄物の処理施設）にある線量目標値は、使用済燃料乾式貯蔵建屋を含む使用済燃料乾式貯蔵設備は対象でなく、第 28 条（放射性廃棄物の貯蔵施設）も同様に対象ではない。第 29 条（工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護）については、同文書の設計上の判断基準と同等の要求である。

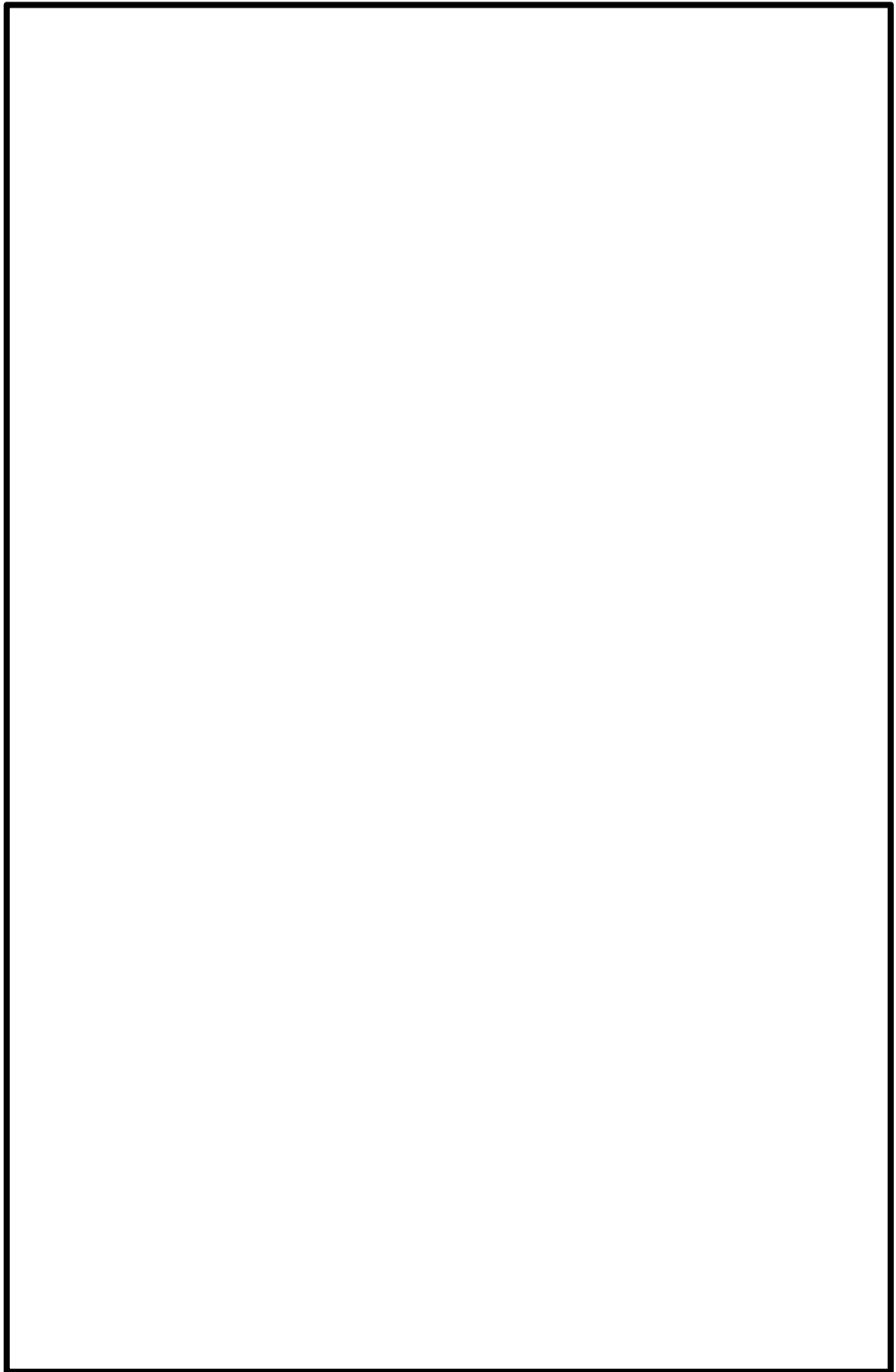
(2) 南側外壁

南側外壁については、別図 6-4 に示すとおり、人の居住の可能性のある敷地に面することから、影響評価を実施する。

(3) 屋根面

屋根面については、以下の理由から南側外壁の評価に包含されると判断し、個別の影響評価は実施しない。

- ・種々の飛来物源の解析結果によれば、飛来物の浮上高さは屋根面を大きく上回らないことから、下降して屋根面に衝突する時の落下速度は小さい。保守性を考慮し落下速度を大きく見積った場合においても、運動エネルギーは設計飛来物である鋼製材と同程度となるため、屋根スラブ（厚さ約  の鉄筋コンクリート版）の大規模な損傷には至らず、遮蔽機能を大きく失うことはないと考えられる。
- ・後述のスカイシャイン線量評価では、屋根スラブと同じ厚さの南側外壁の遮蔽効果を保守的に全喪失すると見なした場合の線量の増加率を、屋根面由来の分も含めた線量に適用する手法としていることから、大きな損傷が考え難い屋根面由来の線量の増分は、この保守的な増倍率に包絡されると考えられる。



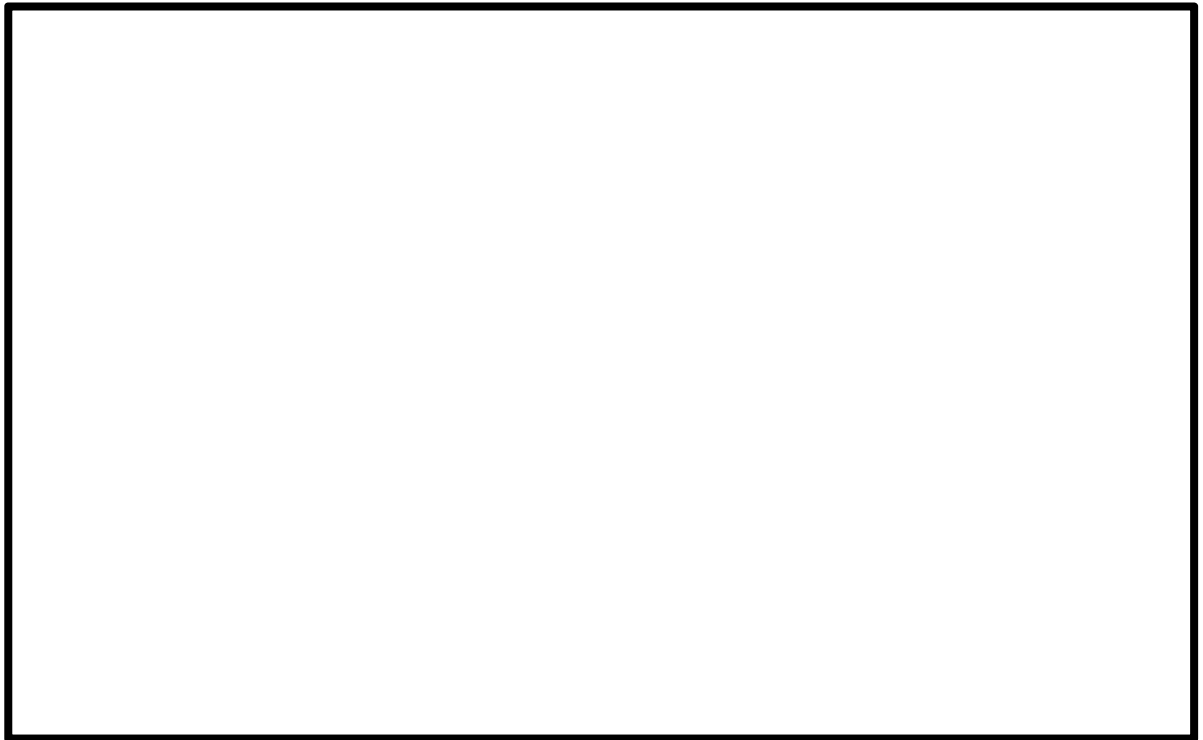
別図 6-4 東側及び南側外壁の向き並びに敷地境界の線量評価点

1.4 使用済燃料乾式貯蔵建屋の南側外壁への飛来物の衝突による影響評価

1.4.1 建屋の構造

使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造を別図 6-5 に示す。評価対象とする南側外壁は鉄筋コンクリート製で、厚さが異なる上部と下部で構成され、また建屋内部には、南方への遮蔽効果を期待できる鉄筋コンクリート製の内壁が存在する。また、屋根面は鉄筋コンクリートスラブに覆われている。

このうち、影響評価の対象として抽出した南側外壁の上部外壁はスカイラインに対する遮蔽機能を、下部外壁は直接線に対する遮蔽機能を有している。また、内壁については直接線に対する遮蔽機能を有している。



別図 6-5 使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造

1.4.2 飛来物衝突時の南側遮蔽壁の状況想定

飛来物衝突時の使用済燃料乾式貯蔵建屋南側の遮蔽壁の状況としては、飛来物源として考えられる車両やコンテナ類の影響に近いと思われる条件での車両衝突解析の文献^{*}を参照すると、外壁を貫通し内壁に衝突することは考

え難いため、別表 6-1 のとおり、南側外壁のうち上部外壁及び下部外壁のみに飛来物衝突時の損傷を想定した。その際、損傷を想定する部位の遮蔽能力は保守的に全喪失すると見なした。

※：参考資料（本紙の 6-9 ページ）参照

別表 6-1 飛来物の衝突箇所に対する南側遮蔽壁の状況想定

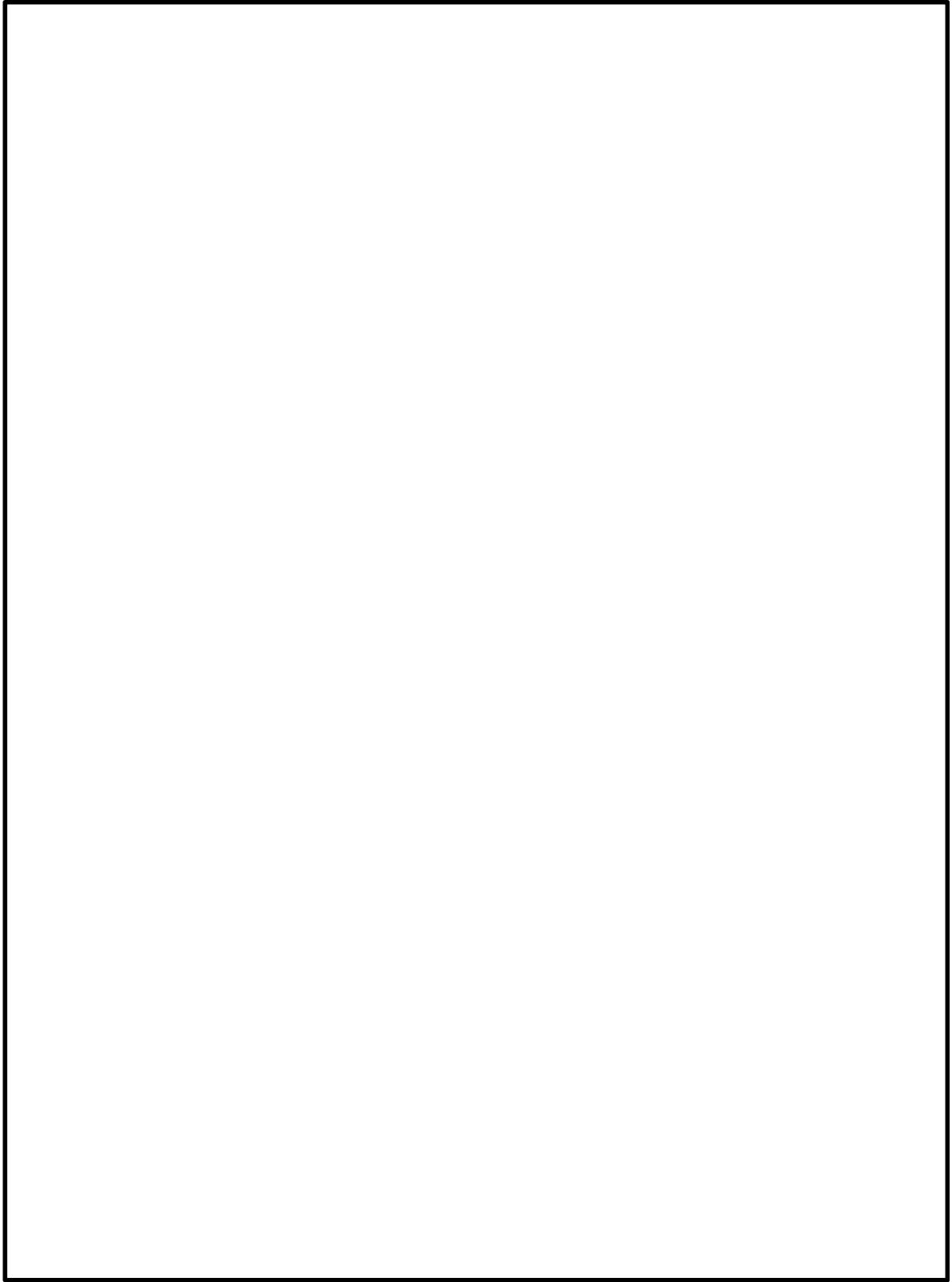
ケース		遮蔽壁の状況		スカイシャイン及び直接線に対する遮蔽厚さの変化	
1	上部外壁への衝突	上部外壁	遮蔽能力全喪失	スカイ	
		下部外壁	健全	直接線	変化なし
		内壁	健全		
2	下部外壁への衝突	上部外壁	健全	スカイ	変化なし
		下部外壁	遮蔽能力全喪失	直接線	
		内壁	健全		

1.4.3 南側外壁の損傷に対する影響評価

使用済燃料乾式貯蔵建屋からの南方への放射線に対する、人の居住の可能性のある敷地境界の評価点は、別図 6-6 に示す I 地点となる。

I 地点の方向に対する既存の線量率データのうち、最も I 地点に近い別図 6-5 に示す使用済燃料乾式貯蔵建屋の南側外壁から約 500m 離れた地点のデータを基に※、別表 6-1 で整理した状況において、I 地点における線量が要求される水準を維持しているかを推定した。

※：建屋健全時の代表評価点は発電所敷地に近い別図 6-6 の E 地点近傍になることから、建設時に I 地点のデータは算出していない。



別図 6-6 線量評価点

別表 6-1 のケース 1 及びケース 2 において、南側外壁のうち上部及び下部外壁をそれぞれ喪失した時の遮蔽厚さの減少に伴う減衰比の変化率を基に、使用済燃料乾式貯蔵建屋南壁から 500m 地点の線量率を評価した結果を別表 6-2 に示す。

別表 6-2 想定状況に対する外部線量の推定値

評価点	ケース	線種	健全時 評価値 (μ Gy/y)	減衰比 変化率	線量 評価値 (μ Gy/y)	他施設の 寄与 (μ Gy/y)	合計 (μ Gy/y)
500m 地点	1	スカイ シャイン	0.470	約 31 倍 ^{※1}	14.57	約 21.5 ^{※3}	約 36.3
		直接線	0.218	なし	0.218		
	2	スカイ シャイン	0.470	なし	0.470		約 43.8
		直接線	0.218	約 100 倍 ^{※2}	21.8		

※1：（鉄筋コンクリート厚 の減衰比）／（同 の減衰比）

健全時の値(0.470)に含まれる屋根経由の分も 31 倍することになるため、屋根スラブに起こり得る軽微な損傷の影響も包含される。

※2：（鉄筋コンクリート厚 の減衰比）／（同 の減衰比）

※3： 東海第二発電所の原子炉建屋，タービン建屋，廃棄物処理建屋，固体廃棄物保管建屋，給水加熱器保管庫及び固体廃棄物作業建屋並びに東海発電所からの線量

ケース 1 及びケース 2 とともに、「人の居住の可能性のある敷地境界外における空気カーマが年間 50μ Gy 以下」を 500m 地点においても満足することから、減衰が見込まれるより遠方の I 地点においても、同様に年間 50μ Gy 以下となる。

よって、使用済燃料乾式貯蔵建屋南壁の上部又は下部外壁に飛来物が衝突しても、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽機能は維持されると判断した。

以 上