

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-1-005 改3
提出年月日	2020年 7月13日

V-1-1-3-3 竜巻への配慮に関する説明書

K7 ① V-1-1-3-3 R0

2020年 7月

東京電力ホールディングス株式会社

竜巻への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

V-1-1-3-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針

V-1-1-3-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定

V-1-1-3-3-3 竜巻防護に関する施設の設計方針

別紙1 計算機プログラム（解析コード）の概要

-1-1-3-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 竜巻防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 竜巻より防護すべき施設	1
2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定	1
2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針	2
2.2 適用規格	8

## 1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の竜巻防護設計が「实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」(以下「技術基準規則」という。)第7条及びその「实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」(以下「解釈」という。)に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

## 2. 竜巻防護に関する基本方針

### 2.1 基本方針

外部事象防護対象施設が、設計竜巻によりその安全機能が損なわれないよう、設計時にそれぞれの施設の設置状況等を考慮して、竜巻より防護すべき施設に対する設計竜巻からの影響を評価し、外部事象防護対象施設が安全機能を損なうおそれがある場合は、影響に応じた防護対策を講じる設計とする。重大事故等対処設備は設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないように、-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の位置的分散を考慮した設計とする。

-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「3.1.1(2) 風(台風)」を踏まえ、風(台風)に対する設計についても、竜巻に対する設計で確認する。確認結果については、本資料で示し、包絡関係を確認する。

#### 2.1.1 竜巻より防護すべき施設

-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、竜巻より防護すべき施設は、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

#### 2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定

設計竜巻及び設計飛来物の設定について、以下に示す。

##### (1) 設計竜巻

設計竜巻の最大風速は92m/sと設定する。設計竜巻の最大風速92m/sに対して、風(台風)の風速は40.1m/sであるため、風(台風)の設計は竜巻の設計に包絡される。

具体的な設計方針を、-1-1-3-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」に示す。

##### (2) 設計飛来物

設置(変更)許可を受けたとおり、固縛等の運用、管理を考慮して、飛来した場合に運動エネルギー及びコンクリートに対する貫通力が最も大きくなる鋼製足場板(長さ4m×幅0.25m×奥行き0.04m、質量14kg、飛来時の水平速度55m/s、飛来時の鉛直速度18m/s)及び飛来した場合に鋼板に対する貫通力が最も大きくなる足場パイプ(長さ4m×幅0.05m×奥行き0.05m、質量11kg、飛来時の水平速度42m/s、飛来時の鉛直速度38m/s)を設計飛来

物として設定する。また、評価対象物の設置状況及びその他環境状況に応じて、砂利についても、設計飛来物として設定する。

なお、飛来した場合の運動エネルギー又は貫通力が設計飛来物である鋼製足場板及び足場パイプよりも大きな重大事故等対処設備、発電所敷地の屋外に保管する資機材や車両（以下「資機材等」という。）については、その保管場所、設置場所等を考慮し、外部事象防護対象施設及び防護対策施設に衝突し、外部事象防護対象施設の機能に影響を及ぼす可能性がある場合には、固縛、固定又は外部事象防護対象施設及び防護対策施設からの離隔、撤去並びに車両の構内管理及び退避を実施することを保安規定に定め、運用を行う。

固縛対象物の選定に当たっては、-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に従った方針を保安規定に示す。

### 2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針

「2.1.1 竜巻より防護すべき施設」にて設定した施設について、「2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定」にて設定した設計竜巻による荷重（設計竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重を組み合わせた荷重）以下「設計竜巻荷重」という。）及びその他考慮すべき荷重に対する竜巻防護設計を実施する。竜巻より防護すべき施設に対し、それぞれの設置状況等を踏まえ、設計竜巻荷重に対する影響評価を実施し、影響評価の結果を踏まえて、竜巻の影響について評価を行う施設（以下「竜巻の影響を考慮する施設」という。）を選定する。竜巻の影響を考慮する具体的な施設については、-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に示し、選定したそれぞれの施設に対する詳細設計については、-1-1-3-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」に示す。

#### (1) 設計方針

##### a. 外部事象防護対象施設

外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対して、その施設に要求される機能を維持する設計とする。外部事象防護対象施設における配置、施設の構造等を考慮した設計方針を以下に示す。

##### (a) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。なお、このとき外部事象防護対象施設が安全機能を損なうおそれがある場合は、防護措置として防護対策施設を設置する等の防護対策を講じる設計とする。

##### (b) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する竜巻より防護すべき施設の安全

機能を損なわないよう、設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止可能な設計とする。

(c) 屋内の外部事象防護対象施設

イ. 屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、建屋等の竜巻より防護すべき施設を内包する施設により防護する設計とする。

ロ. 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。

ハ. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重により安全機能を損なうおそれがある場合には、防護措置として防護対策施設を設置する等の防護対策を講じる設計とする。

b. 重大事故等対処設備

(a) 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備は、-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、位置的分散を考慮した設置又は保管とともに、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突する可能性がある設備に対し、飛散させないよう固縛の措置をとることにより、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備が同時に損傷しない設計とする。

(b) 屋内の重大事故等対処設備

屋内の重大事故等対処設備は、-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設により防護する設計とする。

c. 防護対策施設

防護対策施設として、竜巻防護ネット（防護ネット（硬鋼線材：線径 4mm、網目寸法 83mm × 130mm）及び架構により構成する。）、竜巻防護フード（防護鋼板（ステンレス鋼：

板厚 17mm 以上) 及び架構又は防護壁(鉄筋コンクリート:厚さ 21cm 以上)により構成する。), 竜巻防護扉(ステンレス鋼:板厚 17mm 以上)及び竜巻防護鋼板(防護鋼板(炭素鋼:板厚 17mm 以上又はステンレス鋼:板厚 9mm 以上)及び架構により構成する。)を設置し, 竜巻時及び竜巻通過後において, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 内包する外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないよう, 設計飛来物が外部事象防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。

また, 防護対策施設は, その他考えられる自然現象(地震等)に対して, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。

d. 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設は, 竜巻時及び竜巻通過後において, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 機械的, 機能的及び二次的な波及的影響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。

機械的な波及的影響としては, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設や重大事故等対処設備, 資機材等の倒壊 損傷 飛散等により外部事象防護対象施設に与える影響を考慮する。

機能的な波及的影響としては, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の損傷等による外部事象防護対象施設の機能喪失を考慮する。

二次的な波及的影響としては, 竜巻による随件事象として過去の竜巻被害の状況及び発電所における施設の配置から想定される屋外の危険物タンク等の火災, 屋外タンク等からの溢水及び設計竜巻又は設計竜巻と同時に発生する雷の影響による外部電源喪失によって, 外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。竜巻随伴による火災に対しては, 火災による損傷の防止における想定に包絡される又は火災を起こさない設計とする。なお, 竜巻随伴による溢水に対しては, 溢水による損傷の防止における溢水量の想定に包絡される又は溢水を起こさない設計とする。さらに, 竜巻随伴による外部電源喪失に対しては, 外部電源喪失を生じない又は代替設備による電源供給が可能な設計とする。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計における構造強度評価は, 以下に示す設計竜巻荷重とそれ以外の荷重の組合せを適切に考慮して, 施設の構造強度評価を実施し, その結果がそれぞれ定める許容限界内にあることを確認する。

設計竜巻荷重の算出については, -3「強度に関する説明書」のうち別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

a. 荷重の種類

(a) 常時作用する荷重

常時作用する荷重としては, 持続的に生じる荷重である自重, 水頭圧及び上載荷重

を考慮する。

(b) 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重としては，設計竜巻の風圧力による荷重，気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重を考慮する。飛来物による衝撃荷重としては，設計飛来物が衝突する場合の荷重を設定することを基本とする。これらの荷重は短期荷重とする。

(c) 運転時の状態で作用する荷重

運転時の状態で作用する荷重としては，配管等にかかる内圧やポンプのスラスト荷重等の運転時荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

(a) 竜巻の影響を考慮する施設の設計における荷重の組合せとしては，常時作用する荷重，設計竜巻荷重及び運転時の状態で作用する荷重を適切に考慮する。

(b) 設計竜巻荷重については，対象とする施設の設置場所及びその他の環境条件によって設定する。

(c) 設計飛来物による衝突の設定においては，評価に応じて影響の大きくなる向きで衝突するように設定する。さらに，衝突断面積についても，影響が大きくなるような形状として設定する。

(d) 常時作用する荷重及び運転時の状態で作用する荷重については，組み合わせることで設計竜巻荷重の抗力となる場合には，保守的に組み合わせないことを基本とする。

c. 許容限界

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備の許容限界は「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(改正平成 26 年 9 月 17 日 原規技発第 1409172 号原子力規制委員会)を参照し，設計竜巻荷重と地震荷重との類似性，規格等への適用性を踏まえ，「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987」(日本電気協会)，「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984」(日本電気協会)及び「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」(日本電気協会)(以下「J E A G 4 6 0 1」という。)等の安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いて，以下のことを確認する。

(a) 外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち外部事象防護対象施設(建屋を除く。)と同一設備

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち外部事象防護対象施設(建屋を除く。)と同一設備の許容限界は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，

構成する主要構造部材が、おおむね弾性状態に留まることとする。

(b) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

竜巻より防護すべき施設を内包する施設については、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対して、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみ又は荷重が生じないこととする。また、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材が、評価式に基づく貫通を生じない最小必要厚さ以上とすること、及び竜巻より防護すべき施設が波及的影響を受けないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材が裏面剥離を生じない最小必要厚さ以上とすることとし、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみ又は荷重が生じないこととする。

(c) 屋外の重大事故等対処設備に取り付ける固縛装置

屋外の重大事故等対処設備に取り付ける固縛装置の許容限界は、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、固縛状態を維持するために、固縛装置の構成部材である連結材は破断が生じないよう十分な強度を有していること、固定材は塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することとする。

(d) 防護対策施設

防護対策施設の構成品である防護ネットは、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、主要な構造部材の破断が生じないように、破断荷重に対して十分な余裕を持った強度を有し、たわみを生じても、設計飛来物が外部事象防護対象施設と衝突しないよう外部事象防護対象施設との離隔を確保できることとする。

防護対策施設の構成品である防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が、防護鋼板を貫通せず、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないものとする。

防護ネット及び防護鋼板の支持構造物である架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重が防護ネット及び防護鋼板に作用する場合には、主要な構造部材に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう防護ネット等を支持出来るようにする。また、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重が主要な構造部材に直接作用した際にも、主要な構成部材は貫通せず又構成部材の損傷に伴う架構の崩壊に至らず、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないものとする。

防護対策施設のうち防護壁(鉄筋コンクリート)は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物の衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、主要な構造部材が、評価式に基づく貫通を生じない最小必要厚さ以上とすること、及び外部事象防護対象施設が波及的影響を

受けないう、主要な構造部材が裏面剥離を生じない最小必要厚さ以上とすることとし、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみが生じないこととする。

防護対策施設のうち竜巻防護扉は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、扉の外殻を構成する部材が貫通を生じない最小必要厚さ以上とし、外部事象防護対象施設が波及的影響を受けないう、主要な構造部材が終局状態に至るような荷重及びひずみが生じないこととする。

(e) 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設は、倒壊、損傷等が生じる場合においても、機械的影響により外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないう十分な離隔を確保するか又は施設が終局状態に至ることがないう構造強度を保持することとする。また、施設を構成する主要な構造部材に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微少なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないうにする。また、機能的影響により外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないう、機能喪失に至る可能性のある変形を生じないこととする。

## 2.2 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 「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（平成 2 年 8 月 30 日 原子力安全委員会）」
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984」 日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987」 日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」 日本電気協会
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 -2005/2007」 日本機械学会
- ・ ISES7607-3 「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その 3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」（昭和 51 年 10 月高温構造安全技術研究組合）
- ・ 「タービンミサイル評価について」（昭和 52 年 7 月 20 日原子炉安全専門審査会）
- ・ U.S.Nuclear Regulatory Commission:REGULATORY GUIDE 1.76,DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS,Revision1, March 2007
- ・ Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs (Nuclear Energy Institute 2011 Rev8 (NEI07-13))
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」（日本建築学会，2004 改定）
- ・ 「鋼構造設計基準 - 許容応力度設計法 - 」（日本建築学会，2005 改定）
- ・ 「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会，2010 改定）
- ・ 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会，2010 改定）
- ・ 「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 - 許容応力度設計と保有水平耐力 - 」（日本建築学会，2001 改定）
- ・ 「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所，2015）
- ・ 「小規模吊橋指針・同解説」（日本道路協会 平成 20 年 8 月）
- ・ 日本工業規格(J I S)
- ・ E N規格

なお，「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号，最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 2 7 7 号）に関する内容については，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む）） 第 編 軽水炉規格 J S M E S N C 1 -2005/2007」（日本機械学会）に従うものとする。

V-1-1-3-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定

## 目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
2.1 竜巻の影響を考慮する施設の選定の基本方針	1
2.2 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針	1
3. 竜巻の影響を考慮する施設の選定	2
3.1 外部事象防護対象施設	2
3.2 重大事故等対処設備	3
3.3 防護対策施設	3
3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	4
4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定	8
4.1 発電所敷地の屋外に保管する資機材等	8
4.1.1 発電所における飛来物の調査	8
4.1.2 固縛対象物の選定	8
4.2 屋外の重大事故等対処設備	10

## 1. 概要

本資料は、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」に基づき、竜巻の影響を考慮する施設及び竜巻防護のための固縛対象物の選定について説明するものである。

## 2. 選定の基本方針

竜巻の影響を考慮する施設の選定及び竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針について説明する。

### 2.1 竜巻の影響を考慮する施設の選定の基本方針

竜巻の影響を考慮する施設は、その設置場所、構造等を考慮して選定する。

屋外に設置している外部事象防護対象施設、重大事故等対処設備及び防護措置として設置する防護対策施設は、竜巻による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、屋内の外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。ただし、外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設及び建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設については、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設として、発電所構内の施設のうち、機械的影響を及ぼす可能性がある施設、機能的影響を及ぼす可能性がある施設及び竜巻随伴事象として想定される火災、溢水、外部電源喪失を考慮した二次的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出し、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

### 2.2 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針

外部事象防護対象施設に対して竜巻による飛来物の影響を防止する観点から、竜巻による飛来物として想定すべき資機材等を調査し、設計竜巻により飛来物となり外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性があるものを固縛、固定、外部事象防護対象施設からの離隔及び頑健な建屋内に収納又は撤去する。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力による荷重に対して、位置的分散を考慮した設置又は保管により、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計に加え、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させることのない設計とすること、また、外部事象防護対象施設に対して波及的影響を及ぼさない設計とすることから、屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、外部事象防護対象施設に衝突し、外部事象防護対象施設の機能に影響を及ぼす可能性のあるもの、並びに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性のあるものについて固縛する。

### 3. 竜巻の影響を考慮する施設の選定

選定の基本方針を踏まえ、以下のとおり竜巻の影響を考慮する施設を選定する。

#### 3.1 外部事象防護対象施設

竜巻から防護すべき施設のうち外部事象防護対象施設を以下のとおり選定する。

##### (1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、屋外に設置している施設を、竜巻の影響を考慮する施設として以下の施設を選定する。

- ・軽油タンク（「重大事故等時のみ6,7号機共用」（以下同じ。））
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁
- ・主排気筒
- ・非常用ガス処理系排気管

##### (2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

屋内に設置している竜巻より防護すべき施設は、建屋にて防護されることから、竜巻より防護すべき施設の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

- ・原子炉建屋（原子炉圧力容器他を内包する建屋）
- ・タービン建屋海水熱交換器区域（原子炉補機冷却海水ポンプ他を内包する建屋）
- ・コントロール建屋（中央制御室他を内包する建屋）
- ・廃棄物処理建屋（復水貯蔵槽他を内包する建屋）

##### (3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

屋内に設置している外部事象防護対象施設のうち、外気と繋がる外部事象防護対象施設については、竜巻の気圧差による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として、以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備吸気配管
- ・非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系（「6,7号機共用」（以下同じ。））、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系の外気と繋がるダクト・ファン及び外気との境界となるダンパ・バタフライ弁）

##### (4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

屋内に設置している外部事象防護対象施設のうち、建屋等による飛来物防護が期待できない外部事象防護対象施設については、設計竜巻による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として以下のとおり選定する。なお、建屋等による防護が期待できない外部事象防護対象施設は、損傷する可能性がある屋内の外部事象防護対象施設及

び損傷する可能性のある開口部付近の外部事象防護対象施設を竜巻の影響を考慮する施設とする。

a. 損傷する可能性がある屋内の外部事象防護対象施設

原子炉建屋は、竜巻による気圧低下により、原子炉建屋ブローアウトパネルが開放され、外壁開口部が発生し、設計竜巻荷重が建屋内の外部事象防護対象施設に作用する可能性があるため、以下の施設を選定する。

- ・使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウェル、燃料取替機、原子炉建屋クレーン

b. 損傷する可能性がある開口部付近の外部事象防護対象施設

原子炉建屋、タービン建屋海水熱交換器区域、コントロール建屋の建屋開口部及び扉が飛来物の衝突により損傷し、飛来物が建屋内の外部事象防護対象施設に衝突する可能性があるため、以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備（発電機、ディーゼル機関、始動用空気系、冷却水系）
- ・非常用所内電源系設備
- ・非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系）設備
- ・原子炉補機冷却水系配管及び原子炉補機冷却海水系配管

外部事象防護対象施設のうち竜巻の影響を考慮する施設の選定フローを図3-1に示す。

### 3.2 重大事故等対処設備

屋外に設置又は保管している重大事故等対処設備は、竜巻の影響を受けることから、全ての重大事故等対処設備を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

屋外に設置する具体的な重大事故等対処設備については、V-1-1-3-別添1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。また、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、固縛対象の選定の考え方については、「4.2 屋外の重大事故等対処設備」に示す。

### 3.3 防護対策施設

外部事象防護対象施設の損傷防止のために防護措置として設置する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

- ・建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構）
- ・建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））
- ・竜巻防護扉
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）
- ・原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）

- ・換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

### 3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設の機能に、機械的影響、機能的影響及び二次的影響の観点から、波及的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出する。

#### (1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼす可能性がある施設として、外部事象防護対象施設を内包する施設に隣接し、外部事象防護対象施設を内包する施設との接触により、外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある外部事象防護対象施設を内包しない施設及び倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設を竜巻の影響を考慮する施設として抽出する。

倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設としては、施設高さが低い施設は倒壊しても外部事象防護対象施設に影響を与えないため、当該施設の高さと、外部事象防護対象施設までの最短距離を比較することにより選定する。

また、竜巻の風圧力により飛来物となる可能性がある屋外の重大事故等対処設備、資機材等のその他の施設についても機械的影響を及ぼす可能性がある施設として選定する。

#### a. 外部事象防護対象施設を内包する施設に隣接し外部事象防護対象施設を内包する施設との接触により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に隣接し、外部事象防護対象施設を内包する施設と接触する可能性がある以下の施設を選定する。

- ・サービス建屋（コントロール建屋に隣接する施設）

#### b. 倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある以下の施設を選定する。

- ・6号機主排気筒（コントロール建屋近傍の施設）

#### c. その他の施設

その他、竜巻の風圧力により機械的影響を及ぼす可能性があるものとして、以下の施設を選定する。

- ・発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

飛来した場合に運動エネルギー又は貫通力が設計飛来物より大きく、外部事象防護対象施設に衝突し、損傷させる可能性がある屋外の重大事故等対処設備、資機材等について、固縛等の飛来物発生防止対策を実施する。また、屋外の重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性があるものについても、固縛等の飛来物発生防止対策を実施する。

具体的な固縛対象物については、「4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定」に示す。

## (2) 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、機能的影響を及ぼす可能性がある施設として、外部事象防護対象施設の屋外の付属設備を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

## a. 外部事象防護対象施設の屋外の付属設備

外気と繋がっており、竜巻の風圧力及び気圧差による影響を受ける可能性があり外部事象防護対象施設の付属配管である以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備排気消音器（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）
- ・非常用ディーゼル発電設備排気管（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）
- ・ミスト管（燃料ディタンク、非常用ディーゼル発電設備機関本体、潤滑油補給タンク、燃料ドレンタンク）（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）

## (3) 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、二次的影響を及ぼす可能性がある施設として、火災を考慮する施設、溢水を考慮する施設及び外部電源喪失事象を考慮する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

なお、7号機軽油タンクについては、外部事象防護対象施設として選定していることから、本項目では選定しない。

## a. 火災を考慮する施設

- ・変圧器
- ・5号機及び6号機軽油タンク
- ・第一ガスタービン発電機用燃料タンク

## b. 溢水を考慮する施設

- ・純水タンク
- ・ろ過水タンク
- ・非放射性ストームドレン収集タンク

## c. 外部電源喪失事象を考慮する施設

- ・送電線等

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の選定フローを図3-2に示す。

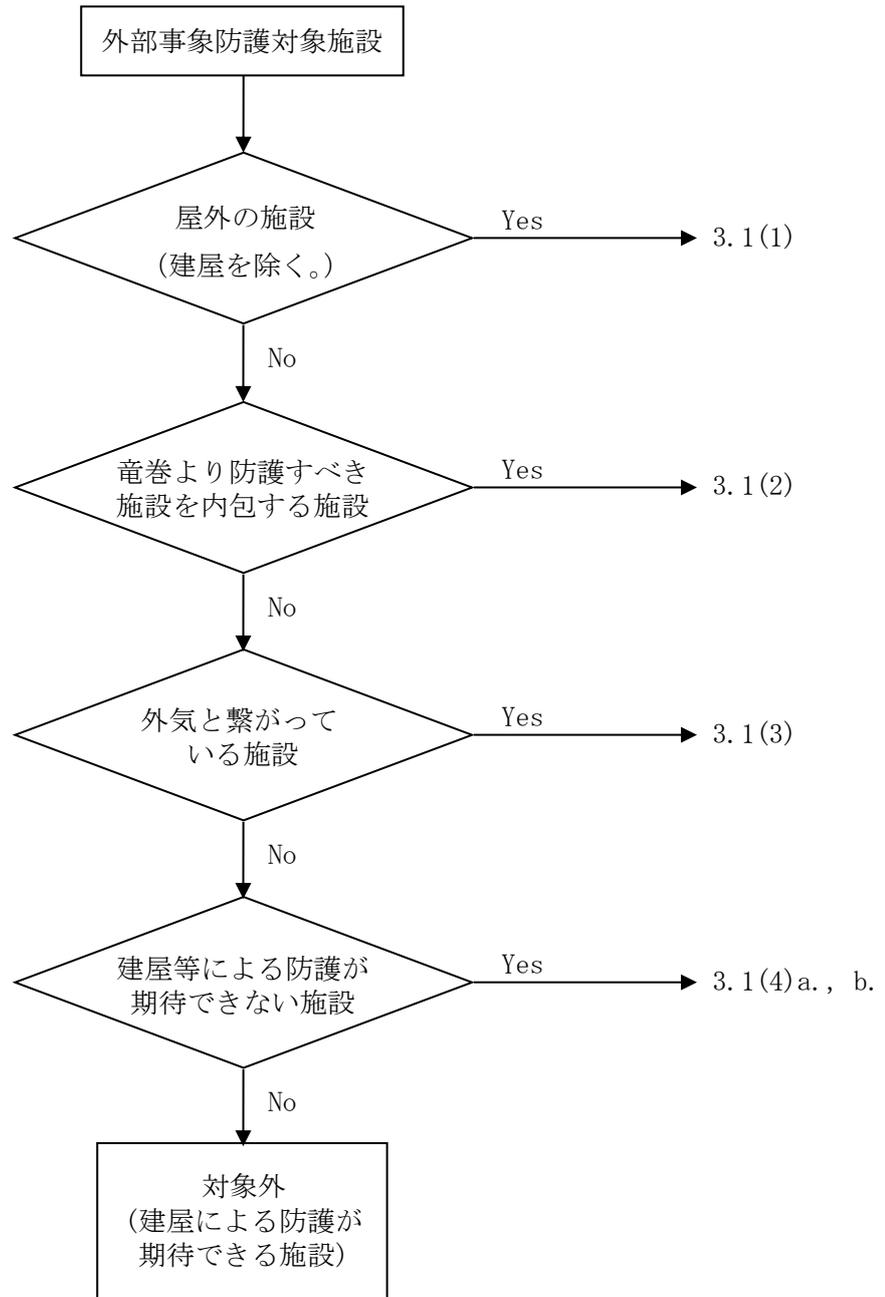


図 3-1 外部事象防護対象施設のうち竜巻の影響を考慮する施設の選定フロー

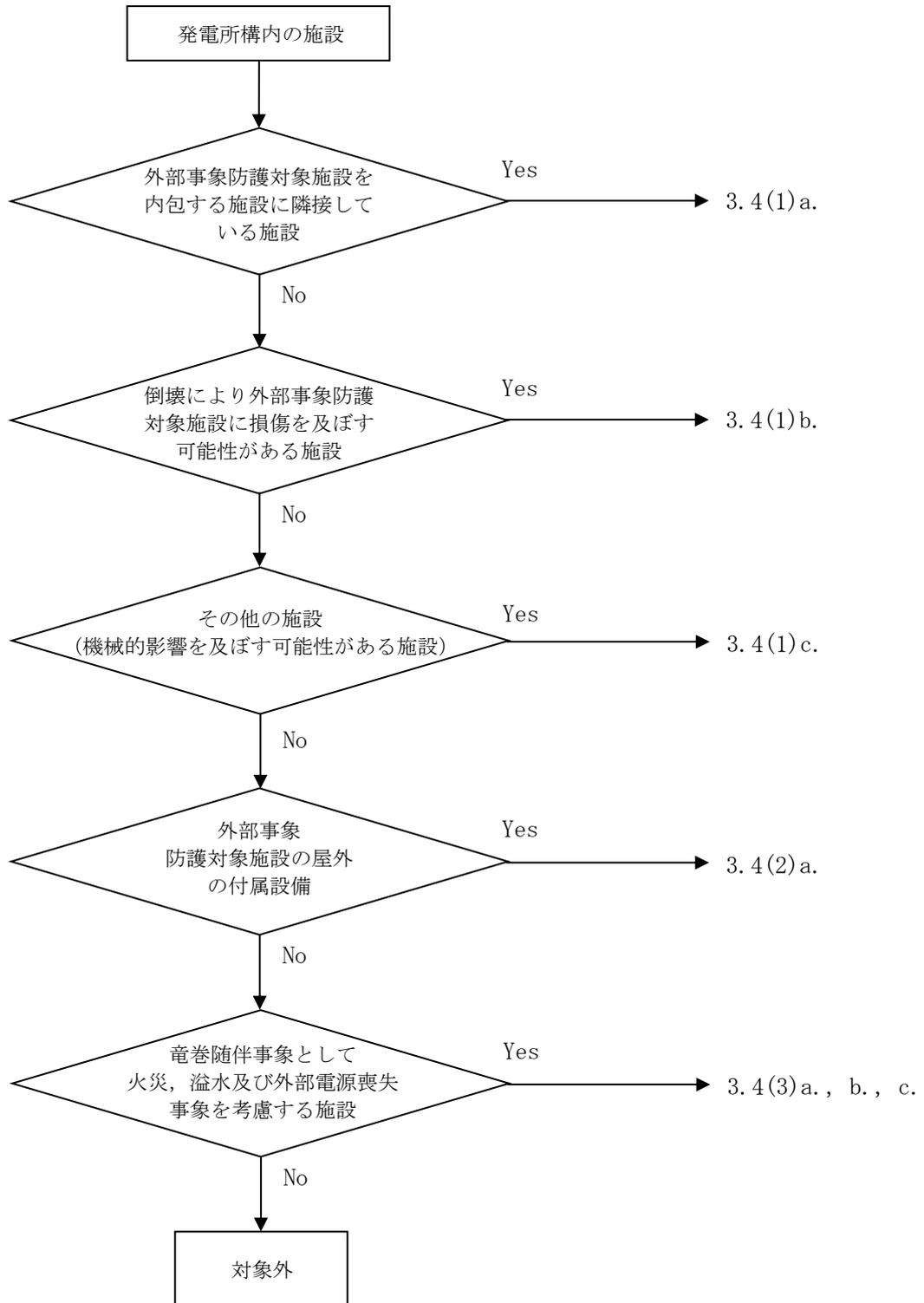


図 3-2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の選定フロー

#### 4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定

発電所敷地の屋外に保管する資機材等及び屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を実施するものの選定について説明する。

##### 4.1 発電所敷地の屋外に保管する資機材等

###### 4.1.1 発電所における飛来物の調査

柏崎刈羽原子力発電所構内において、竜巻防護の観点から想定すべき飛来物を選定するために現地調査を行い、その結果を基に想定すべき飛来物となりうる資機材等を抽出した。

調査範囲は発電所構内の建物・構築物の外回り、建屋屋上、構内道路、駐車場、資機材等が保管可能な空き地、林道及び山林を調査した。図 4-1 に発電所における現地調査範囲を示す。

また、調査結果について表 4-1 に示す。

###### 4.1.2 固縛対象物の選定

飛来物の調査により抽出した飛来物となり得る資機材等について、資機材等の寸法、質量及び形状より空力パラメータ ( $C_D A/m$ ) を次式により算出する。

$$\frac{C_D A}{m} = \frac{c(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)}{m}$$

A : 代表面積 ( $m^2$ )

c : 係数 (=1/3)

$C_D$  : 抗力係数 (—)

m : 質量 (kg)

出典：東京工芸大学“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委託研究成果報告書，平成 23 年 2 月

代表面積 A ( $m^2$ ) は、想定すべき飛来物の形状に応じて直方体又は円柱に置換した各面の面積を表し、資機材等の形状に応じて適切に選定する。また、抗力係数  $C_D$  は、想定すべき飛来物の形状に応じた係数として、表 4-2 及び図 4-2 に示す  $C_{D1} \sim C_{D3}$  を用いる。

算出した空力パラメータを用いて、竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を解析する解析コードの「TONBOS」により、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。

また、飛来物の運動エネルギー ( $=1/2 \cdot m \cdot V^2$ ) は飛来物の質量と解析コード「TONBOS」により算出した速度から求める。

さらに、飛来物の貫通力として、飛来物の衝突による貫通が発生する時の部材厚（以下「貫通限界厚さ」という。）を算出する。貫通限界厚さは、コンクリートに対して米国 NRC の基準類に算出式として記載されている修正 NDRC 式 (①) 及び Degen 式 (②)，鋼板に対して「タービンミサイル評価について（昭和 52 年 7 月 20 日 原子炉安全専門審査会）」の中で貫通厚さの算出式に使用されている BRL 式から求める。

<修正NDRC式及びDegen式>

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_C}{\alpha_C d} \leq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_C}{d} &= 2 \left\{ \left( \frac{1 \ 2 \ 1}{\sqrt{F_C}} \right) 4.5 N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left( \frac{V}{1 \ 0 \ 0 \ 0} \right)^{1.8} \right\}^{0.5} \\ \frac{X_C}{\alpha_C d} \geq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_C}{d} &= \left( \frac{1 \ 2 \ 1}{\sqrt{F_C}} \right) 4.5 N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left( \frac{V}{1 \ 0 \ 0 \ 0} \right)^{1.8} + 1 \end{aligned} \right\} \textcircled{1}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_C}{\alpha_C d} \leq 1.52 \quad \text{の場合} \quad t_p &= \alpha_P d \left\{ 2.2 \left( \frac{X_C}{\alpha_C d} \right) - 0.3 \left( \frac{X_C}{\alpha_C d} \right)^2 \right\} \\ 1.52 \leq \frac{X_C}{\alpha_C d} \leq 13.42 \quad \text{の場合} \quad t_p &= \alpha_P d \left\{ 0.69 + 1.29 \left( \frac{X_C}{\alpha_C d} \right) \right\} \end{aligned} \right\} \textcircled{2}$$

$t_p$  : 貫通限界厚さ (cm)

$X_C$  : 貫入深さ (cm)

$F_C$  : コンクリートの設計基準強度 (固縛対象物の選定では330kgf/cm<sup>2</sup>とする。)

$d$  : 飛来物の直径 (cm)

(飛来物の衝突面の外形の最小投影面積に等しい円の直径)

$M$  : 飛来物の重量 (kg)

$V$  : 飛来物の最大水平速度 (m/s)

$N$  : 飛来物の先端形状係数 (=1.14)

(保守的な評価となる、非常に鋭い場合の数値を使用)

$\alpha_C$  : 飛来物の低減係数 (=1.0)

$\alpha_P$  : 飛来物の低減係数 (=1.0)

<BRL 式>

$$T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$$

$T$  : 貫通限界厚さ (m)

$d$  : 飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 (m)

(最も投影面積が小さくなる衝突断面の等価直径)

$K$  : 鋼板の材質に関する係数 (=1.0)

$m$  : 飛来物の質量 (kg)

$v$  : 飛来物の飛来速度 (m/s)

固縛対象物の選定は、設計飛来物の及ぼす影響に包含されているか否かについての観点により、以下の項目を満たすものを抽出する。

[固縛対象物（設計飛来物の及ぼす影響に包含されないもの）の選定]

- ・運動エネルギーが設計飛来物に設定している鋼製足場板の21kJ（水平方向）又は足場パイプの8kJ（鉛直方向）より大きいもの。
- ・コンクリートに対する貫通力（貫通限界厚さ）が設計飛来物に設定している鋼製足場板の12cm（水平方向）又は足場パイプの10cm（鉛直方向）より大きいもの。
- ・鋼板に対する貫通力（貫通限界厚さ）が設計飛来物に設定している足場パイプの17mm（水平方向）又は15mm（鉛直方向）より大きいもの。

設計飛来物の及ぼす影響に包含されない資機材等のうち、外部事象防護対象施設及び防護対策施設までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない資機材等は外部事象防護対象施設及び防護対策施設に波及的影響を及ぼす可能性があることから固定又は固縛する。

なお、評価に用いた解析コード「TONBOS」の検証、妥当性確認等の概要については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

固縛対象物の選定フローを図4-3に示す。

#### 4.2 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を必要とする重大事故等対処設備（以下「固縛対象設備」という。）は、設計竜巻により飛散し、外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性を考慮して選定する。また、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性を考慮して固縛の必要性を確認する。

資機材等に対する固縛の要否確認と同様に、解析コードの「TONBOS」により、屋外の重大事故等対処設備が飛散した時の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。算出された速度などから設計飛来物の及ぼす影響への包含性を確認する。設計飛来物に包含されない重大事故等対処設備のうち、外部事象防護対象施設及び防護対策施設までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない重大事故等対処設備は外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性があることから固縛する。

また、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない場合は損傷させる可能性があることから固縛する。

固縛対象設備を表4-3に示す。

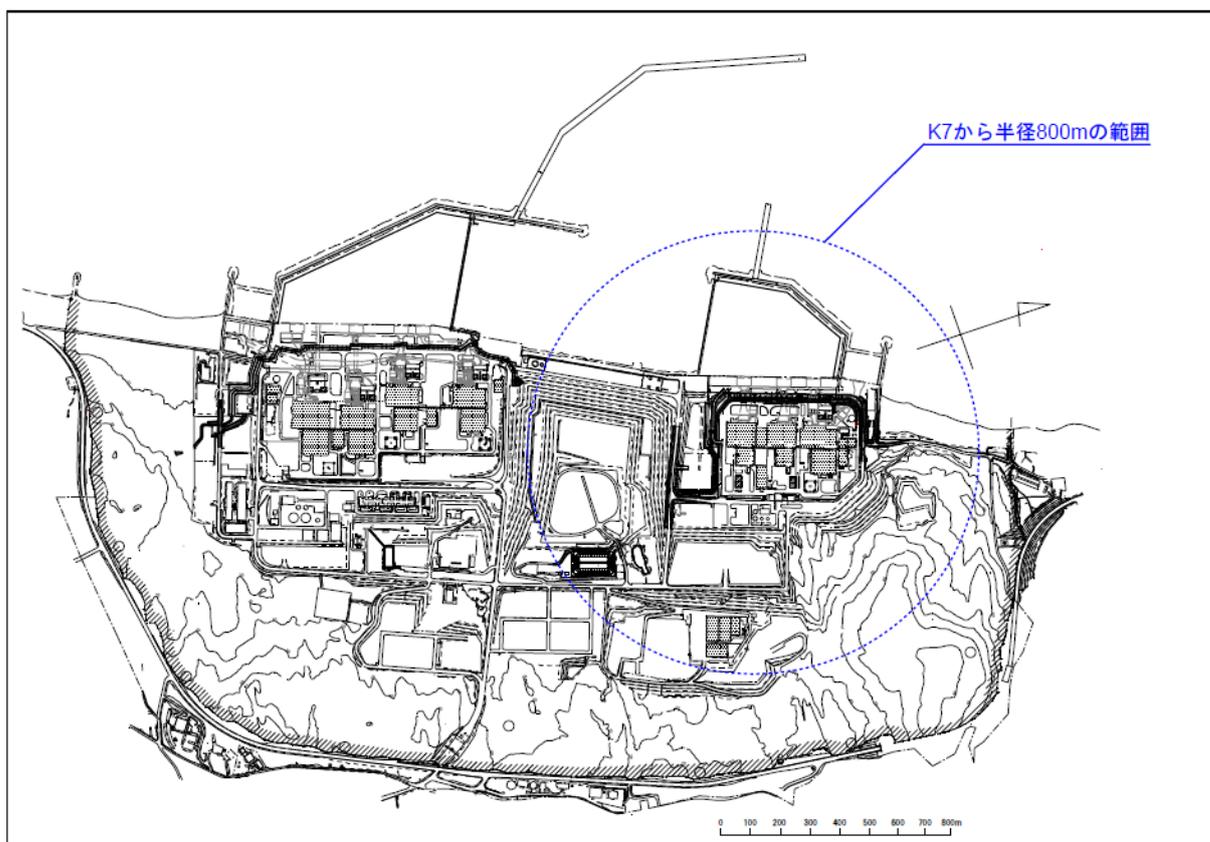


図4-1 発電所における現地調査範囲\*

注記\* : 7号機原子炉建屋中心を起点とした半径800mを調査範囲とした。

表4-1 発電所における竜巻防護の観点から想定すべき主な飛来物の一覧表

棒状	板状	塊状
電柱	マンホール蓋	鋼製ボビン
コンクリート柱	グレーチング	クレーンウェイト (5t)
鉄骨	トレーラー荷台	発電機 (大)
(ガイド) 鋼製材*	クレーンウェイト (2t)	コンクリートブロック
角型鋼管 (小, 大)	(ガイド) コンクリート板*	砂利
鋼材	コンクリート板	発電機 (小)
(ガイド) 鋼製パイプ*	鋼矢板	乗用車
鋼製車止め	鋼製架台	(ガイド) トラック*
ガスボンベ	敷鉄板 (薄, 厚)	トラック
代替原子炉補機冷却系	クレーンウェイト (250kg, 500kg)	消防車
材木	鋼製看板	電源車
仮設足場パイプ (4m)	仮設分電盤	バス
仮設足場パイプ (2m)	屋根材 (ALC板)	ドラム缶
屋根材 (鋼板)	外壁 (セメント板)	クレーン車
雨樋	ブローアウトパネル	ホイールローダ
	扉	プレハブ小屋
	仮設足場板 (鋼製)	仮設小屋
	シャッター	(ガイド) コンテナボックス*
	外壁 (鋼板)	鋼製タンク
	仮設足場板 (アルミ)	フォークリフト
		木製ボビン
		軽乗用車
		産廃コンテナ
		自動販売機
		空調室外機
		照明器具

注記\* : 竜巻影響評価ガイドにおいてサイズ及び質量が記載されている物品

表4-2 飛来物の抗力係数

飛来物形状	c	$C_{D1}$	$C_{D2}$	$C_{D3}$
塊状物体	1/3	2.0	2.0	2.0
板状物体	1/3	1.2	1.2	2.0
棒状物体	1/3	2.0	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)

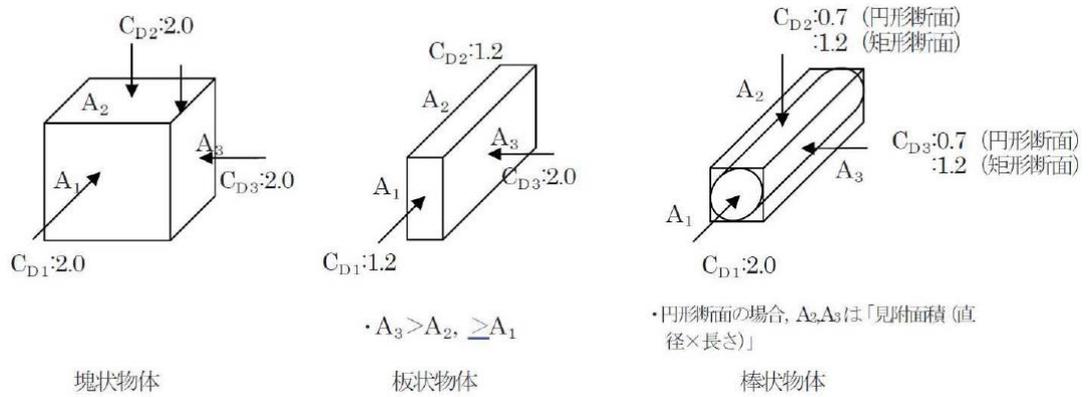


図4-2 飛来物形状と受圧面積，抗力係数の関係

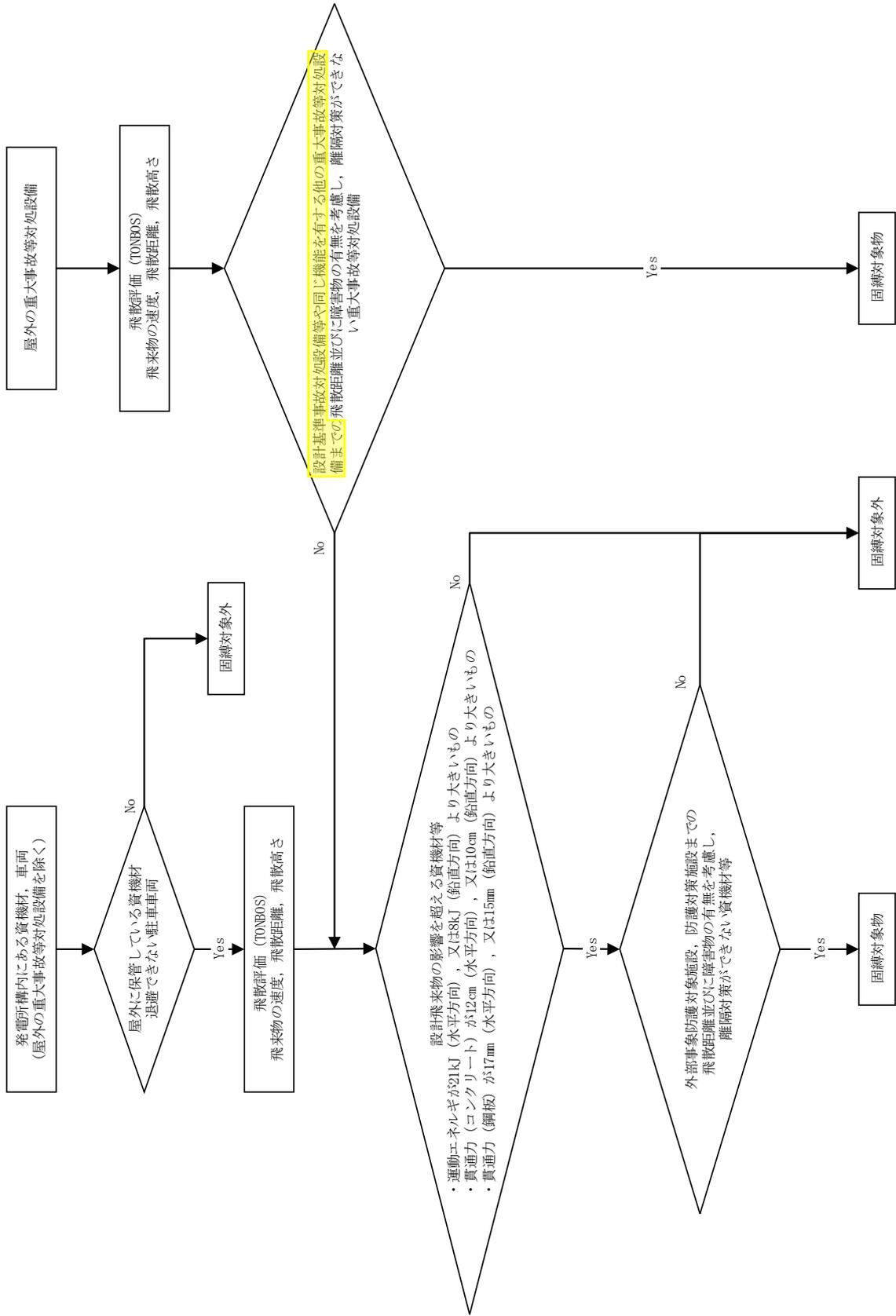


図 4-3 固縛対象物の選定フロー

表4-3 屋外の重大事故等対処設備のうち固縛を必要とする固縛対象設備一覧

固縛対象設備	設備区分
可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (6, 7 号機共用)	可搬
タンクローリ (4kL) (6, 7 号機共用)	可搬
第一ガスタービン発電機車・制御車 (6, 7 号機共用)	常設

### V-1-1-3-3-3 竜巻防護に関する施設的设计方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 設計の基本方針	1
3. 要求機能及び性能目標	3
3.1 外部事象防護対象施設	3
3.2 重大事故等対処設備	8
3.3 防護対策施設	9
3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	13
4. 機能設計	17
4.1 外部事象防護対象施設	17
4.2 重大事故等対処設備	19
4.3 防護対策施設	19
4.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	21

## 1. 概要

本資料は、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」及びV-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に基づき、竜巻防護に関する施設の施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

## 2. 設計の基本方針

発電所に影響を与える可能性がある竜巻の発生により、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している竜巻より防護すべき施設が、その安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、竜巻の影響を考慮する施設の設計を行う。竜巻の影響を考慮する施設は、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している設計竜巻に対して、その機能が維持できる設計とする。

竜巻の影響を考慮する施設の設計に当たっては、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している竜巻防護設計の目的及びV-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」にて選定している施設の分類を踏まえて、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

竜巻の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するため、施設分類ごとに各機能の設計方針を示す。

竜巻の影響を考慮する施設の設計フローを図2-1に示す。

竜巻の影響を考慮する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための施設ごとの構造強度の設計方針等については、V-3「強度に関する説明書」のうち別添1「竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示すこととし、竜巻防護ネット等の防護対策施設を除く竜巻の影響を考慮する施設の強度計算の方針を別添1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に、防護対策施設の強度計算の方針を別添1-2「防護対策施設の強度計算の方針」に示す。また、屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針を別添1-3「固縛装置の強度計算の方針」に示す。

また、竜巻防護措置として設置する防護対策施設については、外部事象防護対象施設への地震による波及的影響を防止する設計としている。耐震計算の方針、方法及び結果については、V-2「耐震性に関する説明書」に示す。

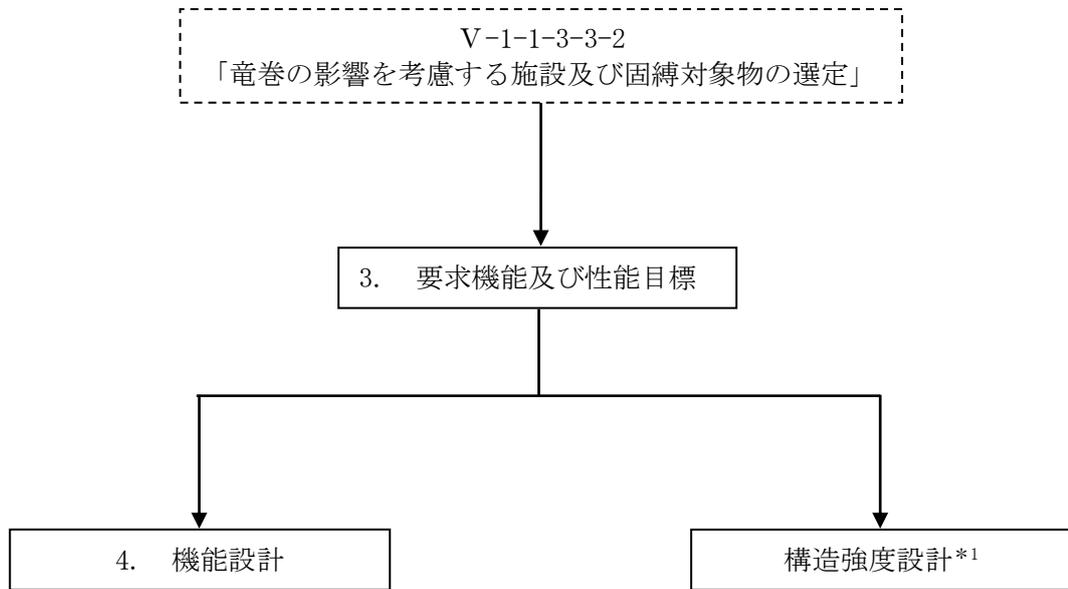


図 2-1 施設的设计フロー\*2

注記\*1 : V-3「強度に関する説明書」のうち別添 1「竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示す。

\*2 : フロー中の番号は本資料での記載箇所の章を示す。

### 3. 要求機能及び性能目標

竜巻防護対策を実施する目的として、V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」において、発電所に影響を与える可能性がある竜巻の発生に伴い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないこと及び重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこととしている。また、施設の分類については、V-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」において、外部事象防護対象施設、重大事故等対処設備、防護対策施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設分類ごとの要求機能を踏まえた施設ごとの機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を設定する。

#### 3.1 外部事象防護対象施設

##### (1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

###### a. 施設

- (a) 軽油タンク
- (b) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- (c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁
- (d) 主排気筒
- (e) 非常用ガス処理系排気管

###### b. 要求機能

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、施設の安全機能を損なわないことが要求される。

###### c. 性能目標

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、設計飛来物に対して、構造強度により安全機能を維持できない非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁は、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として防護対策施設である非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）を設置する。

なお、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁は、防護対策施設を設置することにより、設計飛来物の衝突に加え設計竜巻の風圧力及び気圧差についても防護されることから、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁に対して設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突は考慮しない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

また、屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、設計飛来物に対して、貫

通により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並びに放射性物質放出の防止機能を喪失する可能性がある、主排気筒及び非常用ガス処理系排気管は、運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

なお、主排気筒は、倒壊により他の外部事象防護対象施設に機械的な波及的影響を及ぼす可能性があることから、設計竜巻の風圧力を考慮する。設計竜巻の気圧差については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

非常用ガス処理系排気管は、主排気筒内に設置されていることから、設計竜巻の風圧力は考慮しない。設計竜巻の気圧差については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

主排気筒については、「3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設」に記載する。

(a) 軽油タンク

軽油タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

軽油タンクは、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、屋外の軽油タンクエリアに設けたコンクリート基礎に本体を基礎ボルトで固定し、主要な構造部材が非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

また、軽油タンクは、設計飛来物による衝撃荷重に対し、有意な変形を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、開口部である通気口は下向き構造であり侵入し難いことから施設への影響はない。

(2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

a. 施設

- (a) 原子炉建屋
- (b) タービン建屋海水熱交換器区域
- (c) コントロール建屋
- (d) 廃棄物処理建屋

b. 要求機能

竜巻より防護すべき施設を内包する原子炉建屋、タービン建屋海水熱交換器区域、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止し、また、竜巻より防護すべき施設に必要な機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

(a) 原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋

原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止可能なものとし，竜巻より防護すべき施設として必要な機能を損なわないよう，波及的影響を与えないものとするを機能設計上の性能目標とする。

原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，竜巻より防護すべき施設を内包する施設の倒壊が生じない設計とし，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止するために，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材を貫通せず，また，竜巻より防護すべき施設に波及的影響を与えないために，竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落が生じない設計とすることを，構造強度設計上の性能目標とする。

(3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

a. 施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備吸気配管
- (b) ダンパ（換気空調系）
- (c) 角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）
- (d) バタフライ弁（換気空調系）
- (e) ファン（換気空調系）

b. 要求機能

外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，施設の安全機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は，設計竜巻の風圧力については，建屋により防護されることから考慮しない。また，設計竜巻による設計飛来物による衝突については，外部事象防護対象施設の機能喪失に至る可能性のある飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として，防護対策施設である建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構），建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）），竜巻防護扉及び換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）を設置する。

なお，設計竜巻による防護ネットを通過する砂利等の極小飛来物による衝突について

は、施設に有意な影響を及ぼす貫通は生じず、また衝突は瞬間的で衝突時間が極めて短いため施設に有意な影響を及ぼす荷重は生じないことから考慮しない。また、砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、外気取入口にバグフィルタが設置されていることから施設への影響はない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

(a) 非常用ディーゼル発電設備吸気配管

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用ディーゼル発電設備吸気配管が吸気機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋の壁面等にサポートで支持し、主要な構造部材が流路を確保する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) ダンパ（換気空調系）

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、換気空調系のダクトに固定し、開閉可能な機能及び閉止性の維持を考慮して主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(c) 角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋の壁面等にサポートで支持し、主要な構造部材が流路を確保する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(d) バタフライ弁（換気空調系）

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差による荷重及

びその他考慮すべき荷重に対し、換気空調系のダクトに固定し、開閉可能な機能及び閉止性の維持を考慮して主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(e) ファン（換気空調系）

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋の床面等の基礎に固定し、主要な構造部材が非常用電気品区域、非常用ディーゼル発電機、中央制御室、コントロール建屋計測制御電源盤区域及び海水熱交換器区域の冷却に必要な風量を送風する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

a. 施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備（発電機、ディーゼル機関、始動用空気系、冷却水系）
- (b) 非常用所内電源系設備
- (c) 非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系）設備
- (d) 原子炉補機冷却水系配管及び原子炉補機冷却海水系配管
- (e) 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウェル、燃料取替機、原子炉建屋クレーン

b. 要求機能

建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、施設の安全機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

非常用ディーゼル発電設備、非常用所内電源系設備、非常用換気空調系設備、原子炉補機冷却水系配管及び原子炉補機冷却海水系配管は、設計竜巻の風圧力及び気圧差に対し、建屋によって防護可能であるが、建屋の構造部材の一部である扉及び開口部については設計飛来物の衝突に対し、防護機能は期待できない。これらの施設は、設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネッ

ト及び架構)、建屋開口部竜巻防護フード(防護鋼板及び架構又は防護壁(鉄筋コンクリート)), 竜巻防護扉, 原子炉補機冷却海水系配管防護壁及び換気空調系ダクト防護壁(防護鋼板及び架構)を設置する。

使用済燃料貯蔵プール(使用済燃料貯蔵ラックを含む。), 燃料プール注入ライン逆止弁, 原子炉ウエルは, 設計竜巻による気圧低下により, 原子炉建屋ブローアウトパネルが開放され, 原子炉建屋の外壁に開口部が発生することにより, 設計飛来物の衝突に対し, 防護機能は期待できない。使用済燃料貯蔵プール(使用済燃料貯蔵ラックを含む。), 燃料プール注入ライン逆止弁, 原子炉ウエルは, 設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから, 設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット(防護ネット及び架構)を設置する。なお, 設計竜巻の風圧力については構造的に風圧力の影響を受けないことから考慮せず, 気圧差についても, 外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは, 設計竜巻による気圧低下により, 原子炉建屋ブローアウトパネルが開放され, 原子炉建屋の外壁に開口部が発生することにより, 設計飛来物の衝突に対し, 防護機能は期待できない。燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは, 設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから, 設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット(防護ネット及び架構)を設置する。なお, 設計竜巻の気圧差については, 外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

#### (a) 燃料取替機及び原子炉建屋クレーン

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは, 設計竜巻の風圧力に対し, 竜巻時及び竜巻通過後においても, 燃料の落下を防止すること及び近傍の外部事象防護対象施設に転倒による影響を及ぼさないことを機能設計上の性能目標とする。

### 3.2 重大事故等対処設備

#### (1) 施設

屋外に設置している重大事故等対処設備については, 別添 1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。

#### (2) 要求機能

屋外の重大事故等対処設備は, 設計竜巻の風圧力に対し, 竜巻時及び竜巻通過後においても, 重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこと及び設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備が同時に損傷する可能性がある場合には飛来物とならないことが要求される。

### (3) 性能目標

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、位置的分散を考慮した設置又は保管とともに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷する可能性がある場合には、浮き上がり又は横滑りを拘束することを機能設計上の性能目標とする。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、位置的分散を考慮した設置又は保管とすることから、構造強度設計上の性能目標は設定しない。なお、屋外の重大事故等対処設備の浮き上がり又は横滑りを拘束するために設置する固縛装置は、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、屋外の重大事故等対処設備が浮き上がり又は横滑りにより設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷することを防止するために保管場所又は設置場所に設置することとし、浮き上がり又は横滑りしない機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

具体的な位置的分散については、V-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

## 3.3 防護対策施設

### (1) 施設

- a. 建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構）
- b. 建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））
- c. 竜巻防護扉
- d. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）
- e. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）
- f. 原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）
- g. 換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

### (2) 要求機能

防護対策施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を損なわないよう、外部事象防護対象施設に設計飛来物が衝突することを防止し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないことが要求される。

### (3) 性能目標

- a. 建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構）

建屋開口部竜巻防護ネットは、防護ネット及び架構で構成し、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

る。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護ネットは、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、設計飛来物が外部事象防護対象施設と衝突しないよう捕捉できる設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち架構は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護ネットを支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

b. 建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））

建屋開口部竜巻防護フードは、防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）で構成し、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち架構は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護壁（鉄筋コンクリート）は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護壁（鉄筋コンクリート）を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護壁（鉄筋コンク

リート)を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

c. 竜巻防護扉

竜巻防護扉は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

竜巻防護扉は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が竜巻防護扉を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、竜巻防護扉を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

d. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板(防護鋼板及び架構)

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

e. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板(防護鋼板及び架構)

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、

設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

f. 原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）

原子炉補機冷却海水系配管防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち架構は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による風圧力による荷重については、建屋により防護されることから考慮せず、気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

g. 換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

換気空調系ダクト防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち架構は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による風圧力による荷重については、建屋により防護されることから考慮せず、気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

(1) 施設

a. 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) サービス建屋
- (b) 6号機及び7号機主排気筒
- (c) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

b. 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備排気消音器
- (b) 非常用ディーゼル発電設備排気管
- (c) ミスト管（燃料ディタンク、非常用ディーゼル発電設備機関本体、潤滑油補給タンク、燃料タンク）

c. 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 変圧器、5号機軽油タンク、6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）
- (b) 純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）

(c) 送電線等（外部電源喪失）

(2) 要求機能

外部事象防護対象施設は、機械的及び機能的な波及的影響により、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、施設の安全機能を損なわないことが要求される。

また、二次的影響を考慮する施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻随伴事象により外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

(a) サービス建屋

サービス建屋は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機械的な波及的影響により、竜巻より防護すべき施設の必要な機能を損なわないように、竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋へ波及的影響を及ぼさないものとするを機能設計上の性能目標とする。

サービス建屋は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋に接触による影響を及ぼさない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) 6号機及び7号機主排気筒

6号機及び7号機主排気筒は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機械的な波及的影響により、竜巻より防護すべき施設の必要な機能を損なわないように、竜巻より防護すべき施設を内包する原子炉建屋及びコントロール建屋へ波及的影響を及ぼさないものとするを機能設計上の性能目標とする。

6号機及び7号機主排気筒は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻より防護すべき施設を内包する原子炉建屋及びコントロール建屋に倒壊による影響を及ぼさない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

(c) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

外部事象防護対象施設は、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等による機械的な波及的影響により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設か

らの離隔対策を実施し、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼす飛来物とならないことを機能設計上の性能目標とする。

これら重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策により、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような飛来物とならない運用とすることから、構造強度設計上の性能目標は設定しない。

b. 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

(a) 非常用ディーゼル発電設備排気消音器

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機能的な波及的影響により、非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように、設計竜巻の風圧力に対し、非常用ディーゼル発電設備排気消音器が排気機能を維持する設計とし、設計飛来物の衝突に対し、非常用ディーゼル発電設備排気消音器が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、排気機能を維持するために、原子炉建屋屋上面に設けたコンクリート基礎に本体をボルトで固定し、主要な構造部材が排気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

また、設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、開口部である排気口は横向き構造であるが、竜巻の通過に要する時間は短時間であり閉塞する量の粒子状の飛来物は侵入し難いことから施設への影響はない。

(b) 非常用ディーゼル発電設備排気管

非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機能的な波及的影響により、非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように、設計竜巻の風圧力に対し、非常用ディーゼル発電設備排気管が排気機能を維持する設計とし、設計飛来物の衝突に対し、非常用ディーゼル発電設備排気管が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、排気機能を維持するために、サポートによる支持で建屋床面等に固定し、主要な構造部材が排気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

- (c) ミスト管（燃料ディタンク，非常用ディーゼル発電設備機関本体，潤滑油補給タンク，燃料ドレンタンク）

ミスト管は，設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，機能的な波及的影響により，非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように，設計竜巻の風圧力に対し，ミスト管が通気機能を維持する設計とし，設計飛来物の衝突に対し，ミスト管が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

ミスト管は，設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，通気機能を維持するために，サポートによる支持で建屋壁面等に固定し，主要な構造部材が通気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお，設計竜巻による気圧差による荷重については，外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

また，設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については，開口部である通気口は下向き構造であり侵入し難いことから施設への影響はない。

- c. 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 変圧器，5号機軽油タンク，6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）

変圧器，5号機軽油タンク，6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクは，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，火災を発生させない又は火災が発生しても他の原因による火災の影響の範囲内に収まることを機能設計上の性能目標とする。

- (b) 純水タンク，ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）

純水タンク，ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクは，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，溢水を発生させない又は溢水が発生しても他の原因による溢水の影響の範囲内に収まることを機能設計上の性能目標とする。

- (c) 送電線等（外部電源喪失）

送電線等は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，外部電源喪失を発生させない又は外部電源喪失が発生しても代替設備による電源供給ができることを機能設計上の性能目標とする。

#### 4. 機能設計

V-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」で設定している設計竜巻に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している竜巻の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

##### 4.1 外部事象防護対象施設

###### (1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

###### a. 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(1)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

軽油タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する設計とする。

###### (2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

###### a. 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の設計方針

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(2)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止し、また、竜巻より防護すべき施設に波及的影響を与えないために、竜巻より防護すべき施設を建屋内部に設置する設計とする。

###### (3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

###### a. 非常用ディーゼル発電設備吸気配管の設計方針

非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用ディーゼル発電設備吸気配管が吸気機能を維持するために、流路を確保する機能を維持する設計とする。

###### b. ダンパ（換気空調系）の設計方針

ダンパ（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、開閉可能な機能及び閉止

性を維持する設計とする。

c. 角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）の設計方針

角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、流路を確保する機能を維持する設計とする。

d. バタフライ弁（換気空調系）の設計方針

バタフライ弁（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、開閉可能な機能及び閉止性を維持する設計とする。

e. ファン（換気空調系）の設計方針

ファン（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、冷却用空気を送風する機能を維持する設計とする。

(4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

a. 燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの設計方針

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(4)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻襲来予測時には、燃料取扱作業を中止し、外部事象防護対象施設に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用等により、原子炉建屋ブローアウトパネル開放状態においても、燃料の落下を防止し、近傍の外部事象防護対象施設に転倒による影響を及ぼさない設計とする。

## 4.2 重大事故等対処設備

### (1) 重大事故等対処設備の設計方針

重大事故等対処設備は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、位置的分散を図るとともに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する重大事故等対処設備に衝突し、損傷する可能性がある場合に、浮き上がり又は横滑りを拘束するために、固縛する設計とする。

ただし、浮き上がり又は横滑りを拘束する屋外の重大事故等対象設備のうち、地震時の移動等を考慮して地震後の機能を維持する設備は、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、常時たるみを有する設計とする。なお、たるみを有する固縛のうち、設計竜巻の風圧力に対し機能維持が困難な固縛装置については、竜巻襲来のおそれがある場合に固縛のたるみを巻き取ることで拘束する設計とする。たるみを巻き取る運用については、保安規定に定めて管理する。

## 4.3 防護対策施設

### (1) 建屋開口部竜巻防護ネットの設計方針

建屋開口部竜巻防護ネットは、防護ネット及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護ネットは、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、設計飛来物が防護ネットに衝突した際に破断せず、設計飛来物を受け止める設計とする。

また、防護ネットは設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、防護ネットがたわんだとしても、外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないように、外部事象防護対象施設に対し一定の離隔を有する設計とする。

防護ネットについては、網目の細かい複数枚のネットを重ねて設置することにより、設計飛来物はネットに衝突し、ネット内側に侵入させない設計とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち架構は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護ネットを支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

### (2) 建屋開口部竜巻防護フードの設計方針

建屋開口部竜巻防護フードは、防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突

に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち架構は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護壁（鉄筋コンクリート）は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

### (3) 竜巻防護扉の設計方針

竜巻防護扉は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

竜巻防護扉は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設及び防護対策施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

### (4) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち架構は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

### (5) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外

部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち架構は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(6) 原子炉補機冷却海水系配管防護壁の設計方針

原子炉補機冷却海水系配管防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち架構は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(7) 換気空調系ダクト防護壁の設計方針

換気空調系ダクト防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

換気空調系ダクト防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち架構は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

4.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

機械的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3)a.(c) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等」については、それぞれ外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼす可能性がある施設のため、機能設計上の設計目標を「(1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設」の「c. 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等の設計方針」に示す。

(1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

a. サービス建屋の設計方針

サービス建屋は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

サービス建屋は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設に機械的影響を及ぼさないために、竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋に対し一定の離隔を有する設計とする。

b. 6号機及び7号機主排気筒の設計方針

6号機及び7号機主排気筒は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

6号機及び7号機主排気筒は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設に機械的影響を及ぼさないために、倒壊しない強度を有する設計とする。

c. 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等の設計方針

発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外部事象防護対象施設は、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等による機械的な波及的影響により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策を実施し、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼす飛来物とならない設計とする。これら重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策により、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような飛来物とならない運用とする。

固縛又は固定が必要な重大事故等対処設備、資機材等の選定については、V-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に基づき選定する。

(2) 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

a. 非常用ディーゼル発電設備排気消音器の設計方針

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、排気機能を維持するために、外部事象防護対象施設に接続し、排気を行うための流路を確保する設計とする。また、非常用ディーゼル発電設備排気消音器

は、設計飛来物の衝突に対し、貫通により排気機能の一部を喪失する可能性があることから、排気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧するために、竜巻の通過後において、補修等の対応がとれる配置とし、運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

b. 非常用ディーゼル発電設備排気管の設計方針

非常用ディーゼル発電設備排気管は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、排気機能を維持するために、外部事象防護対象施設に接続し、屋外への排気を行うための流路を確保する設計とする。また、非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計飛来物の衝突に対し、貫通により排気機能の一部を喪失する可能性があることから、排気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧するために、竜巻の通過後において、補修等の対応がとれる配置とし、運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

c. ミスト管（燃料ディタンク、非常用ディーゼル発電設備機関本体、潤滑油補給タンク、燃料ドレンタンク）の設計方針

ミスト管は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

ミスト管は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、通気機能を維持するために、外部事象防護対象施設に接続し、通気を行うための流路を確保する設計とする。また、ミスト管は、設計飛来物の衝突に対し、貫通により通気機能の一部を喪失する可能性があることから、通気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧するために、竜巻の通過後において、補修等の対応がとれる配置とし、運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

(3) 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

a. 変圧器、5号機軽油タンク、6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）の設計方針

変圧器、5号機軽油タンク、6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）は「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

変圧器、5号機軽油タンク、6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、火災を発生させない又は火災が発生しても他の原因による火災の影響の範囲内に収まるように、火災による損傷の防止における想定に包絡される設計とする。

変圧器, 5号機軽油タンク, 6号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクに対する火災防護設計については, V-1-1-3-5「外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

b. 純水タンク, ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク(溢水)の設計方針

純水タンク, ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク(溢水)は, 「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために, 以下の設計方針としている。

純水タンク, ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクは, 設計竜巻の風圧力, 気圧差及び設計飛来物の衝突に対し, 竜巻時及び竜巻通過後においても, 溢水を発生させない又は溢水が発生しても他の原因による溢水の影響の範囲内に収まるように, 溢水による損傷の防止における溢水量の想定に包絡される設計とする。

純水タンク, ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクに対する溢水防護設計については, V-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

c. 送電線等(外部電源喪失)の設計方針

送電線等(外部電源喪失)は, 「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために, 以下の設計方針としている。

送電線等は, 設計竜巻の風圧力, 気圧差及び設計飛来物の衝突に対し, 竜巻時及び竜巻通過後においても, 外部電源を喪失させない又は外部電源喪失が発生しても代替設備による電源供給ができるように, 代替設備として設計竜巻の風圧力, 気圧差及び設計飛来物の衝突に対し十分な強度を有する建屋等に非常用ディーゼル発電機を設置する設計とする。

## 計算機プログラム（解析コード）の概要

## 目 次

1. はじめに .....	1
1.1 使用状況一覧 .....	2
2. 解析コードの概要 .....	3

1. はじめに

本資料は、添付書類V-1-1-3-3-2「竜巻への影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」において使用した計算機プログラム（解析コード）TONBOSについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
(図書番号) V-1-1-3-3-2	(図書名称) 竜巻への影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定	(バージョン) Ver. 3

## 2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	TONBOS
使用目的	竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離等の評価
開発機関	一般財団法人 電力中央研究所
開発時期	2013 年
使用したバージョン	Ver. 3
コードの概要	<p>本解析コードは、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されているプログラムである。</p> <p>空気中の物体が受ける抗力、揚力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を解析することができる解析コードであり、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さ等の算出が実施できる。</p> <p>仮定する風速場は、地面付近の風速場をよく表現できているフジタモデル DBT-77 (DBT:Design Basis Tornado) とする。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>TONBOSは、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離等の評価に使用している。</p> <p><b>【検証 (Verification)】</b></p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車飛散解析において、フジタスケールの各スケールに対応する被災状況と概ね合致した結果が得られた。</li> <li>・パイプ飛散解析において、Grand Gulf 原子力発電所への竜巻襲来事例と概ね合致した結果が得られた。</li> <li>・自動車やトラックの飛散解析において、佐呂間竜巻での車両飛散事例と概ね一致した結果を得られた。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認 (Validation)】</b></p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本解析コードは、竜巻により発生する飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さ等の評価を目的に開発されたコードであり、使用目的が合致している。</li> <li>・今回の評価における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul>