【公開版】

# 共通１２の構成（全体体系）

日本原燃株式会社
2023年3月17日

## 別紙２　構造概要

### 構造設計整理表

第1.2.1-2表　竜巻に関する飛来物防護板（防護板（鋼材）及び支持架構）の構造設計

| 条文要求 | 基本設計方針 | 設計方針（添付書類） | | 設計上の配慮事項（周辺環境等） | 構造設計 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Ⅵ-1-1… | Ⅵ-1-1… | | |
| ○○ | 開口部等からの設計飛来物の侵入により，建屋内に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は，竜巻防護対策設備を設置することにより，設計飛来物の衝突による影響に対して，安全機能を損なわない設計とする。 | ＊＊＊＊＊ | ■■■■■■ | ○○ | ○○ |

- 別紙2と別紙4の整理をリンクさせるため、表番号及び表タイトルで対応関係を整理
- 別紙4で整理した構造設計説明対象の基本設計方針及び添付書類を展開

## 別紙３　申請対象設備（類型分類及び構造設計の整理）リスト

申請対象設備（類型分類及び構造設計の整理）リスト

| 機器名称 | 施設区分 | … | 第○条 | 第△条 | 第□条 | 第●条 | 第▲条 | 第■条 | 第◎条 | ・・・ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○○ | △△ | | － | － | A-⑥ | － | A-① | － | － | |
| ○○ | △△ | | － | － | A-⑥ | － | A-① | － | － | |
| ○○ | △△ | | － | － | A-⑧ | － | A-① | － | － | |
| ○○ | △△ | | － | － | A-⑧ | － | A-① | － | － | |
| ○○ | | | | | | | A′-② | － | － | |
| ○○ | | | | | | | A′-② | － | － | |

- 別紙4で構造設計の説明対象とした項目（例としては①）に該当する分類番号にのみ別紙３上で着色する
- 説明対象外の項目は「′」（ダッシュ）を付記し白抜きとする

## 別紙４　構造設計の説明が必要となる基本設計方針の関係整理

第▲条　整理表

- 別紙4に類型分類番号を記入し別紙３と対応

| 基本設計方針 | 設計方針（添付書類） | | 構造設計との関係有無 | 別紙２との関係 | 類型分類番号 |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ⅵ-1-1… | Ⅵ-1-1… | | | |
| 開口部等からの設計飛来物の侵入により，建屋内に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は，竜巻防護対策設備を設置することにより，設計飛来物の衝突による影響に対して，安全機能を損なわない設計とする。 | ＊＊＊＊＊ | ■■■■■■ | ○ | 【飛来物防護板】<br>第1.2.1-2表 竜巻に関する飛来物防護板（防護板（鋼材）及び支持架構）の構造設計<br>【●●●●】 | ① |
| 風圧力による荷重及び気圧差による荷重は，設計竜巻の特性値に基づいて設定する。 | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |

条文毎に各条00別紙より基本設計方針を全て抜き出し記載する

基本設計方針を踏まえ構造設計の説明を要する場合は「構造設計との関係有無」欄を“○”し、不要の場合は“－”とともに理由を付す。当該欄を“○”としたものについては、該当する添付書類の関連記載を抽出。

左欄で「○」とした項目は、どの別紙２の整理表で説明するかの対応関係を示すため、別紙２の表番号とタイトルを記入する
なお、別紙２が未添付の項目については、【】表記にて説明対象とする設備のみを記載（別紙２添付後に表番号等を適宜反映）

構造設計が必要となる基本設計方針の関係整理
（第八条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻））

| 項目番号 | 基本設計方針 | 設計方針（抜粋）<br>VI-1-1-1-2-1<br>竜巻への配慮に関する基本方針 | VI-1-1-1-2-3<br>竜巻の影響を考慮する施設の設計方針 | VI-1-1-1-2-4-1-1<br>竜巻への配慮に必要な施設の強度計算の方針 | VI-1-1-1-2-4-1-3<br>竜巻防護対策設備の強度計算の方針 | 構造設計との関係有無 | 別紙2との関係 | 解説分類番号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 第１章　共通項目<br>5．自然現象等<br>5．3　外部からの衝撃による損傷の防止<br>5．3．2　竜巻<br>(1)防護すべき施設及び設計方針<br>安全機能を有する施設は，事業指定（変更許可）を受けた想定される竜巻（以下「設計竜巻」という。）が発生した場合においても，防護すべき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。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | — | — |
| 2 | 設計竜巻から防護すべき施設（以下「竜巻防護対象施設」という。）としては，安全評価上その機能を期待する建屋・構造物，求心及び機器を対象とする。加えて，安全上重要な機能を有する建物・構築物，求心及び機器を対象とする。竜巻防護対象施設及びそれらを収納する建屋（以下「竜巻防護対象施設等」という。）は，竜巻に対し，機械的強度を有することを等により，竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | — | — |
| 3 | また，その施設の倒壊等により竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼして安全機能を損なわせないおそれがある施設（以下「竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設」という。）の影響及び竜巻の随伴事象による影響を考慮した設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | — | — |
| 4 | 竜巻防護対象施設等以外の安全機能を有する施設は，竜巻及びその随伴事象に対して機能を維持することに差しくは竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること。安全上支障のない期間での修理を行うこと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。 | — | — | — | — | —<br>（運用要求であるため） | — | — |
| 7 | また，上記の施設に対す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理を行うことを保安規定に定めて，管理する。 | — | — | — | — | —<br>（運用要求であるため） | — | — |
| 8 | なお，使用済燃料収納キャスクは再処理施設内に一時的に保管されることを踏まえ，竜巻により使用済燃料収納キャスクを収納する建屋が使用済燃料収納キャスクに対して波及的損傷を与えない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | — | — |
| 7 | (2) 防護設計に係る荷重の設定<br>竜巻に対する防護設計を行うための設計竜巻は事業指定（変更許可）を受けた最大風速100m/sとし，設計荷重は，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組み合わせた設計竜巻荷重並びに安全機能を有する施設に常時作用する荷重，連続降雨荷重及びその他竜巻以外の自然現象による荷重を適切に組み合わせたものは「設計荷重（竜巻）」という。）を設定する。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 9 | 風圧力による荷重及び気圧差による荷重は，設計竜巻の特性値に基づいて設定する。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 9 | 飛来物による衝撃荷重としては，事業指定（変更許可）を受けた設計飛来物である鋼製材（見方2.2m×幅0.3m×奥行き0.2m，質量135kg，最大水平速度51m/s，最大鉛直速度34m/s）が衝突する場合の荷重を設定する。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 10 | さらに，設計飛来物に加えて，竜巻の影響を考慮する施設の設置状況及びその他環境状況を考慮し，評価に用いる飛来物の衝突による荷重を設定する。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 11 | 鋼製材よりも運動エネルギ又は貫通力が大きくなる資機材等の設置場所及び障害物の有無を考慮し，設置又は運搬由納置に車両入構管理及び通過を実施することにより，飛来物とならない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 12 | また，設計飛来物による衝撃荷重を上回ると想定される再処理事業所外からの飛来物は，飛来距離を考慮すると竜巻防護対象施設等に到達するおそれはないことから，衝撃荷重として考慮する必要のあるものはない。 | — | — | — | — | —<br>（荷重の設定に係る記載であるため） | — | — |
| 13 | (3) 竜巻に対する影響評価及び竜巻防護対策<br>竜巻に対する影響評価及び竜巻防護対策<br>竜巻に対する防護設計において，竜巻防護対象施設は，設計荷重（竜巻）に対して機械的強度を有する建屋により保護すること，竜巻防護対策設備を設置すること等により，安全機能を損なわない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | | — |
| 14 | 建屋内の竜巻防護対象施設は，設計荷重（竜巻）に対して竜巻防護対象施設を収納する建屋内に設置することにより，安全機能を損なわない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜許であるため） | | — |
| 15 | 竜巻防護対象施設を収納する建屋は，設計荷重（竜巻）に対して，構造強度評価を実施し，構造健全性を維持することにより，建屋内の竜巻防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。 | 【5．1．4(1)ｅ，(h)　竜巻防護対象施設を収納する建屋】<br>竜巻防護対象施設を収納する建屋は，設計荷重（竜巻）に対して，構造強度評価を実施し，主要構造の構造健全性を維持することにより，建屋内の竜巻防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。 | 5．2　構造概要　(1)　竜巻防護対象施設を収納する建屋<br>竜巻防護対象施設を収納する建屋は，設計荷重（竜巻）に対して，主要な構造部材が健全性を維持するために，構造部材が転倒及び脱落が生じない設計とする。 | 5．2．1　構造強度評価対象部位の選定<br>(1)　建物・構築物<br>a．鉄筋コンクリート造構造物　(a)　変形評価<br>設計荷重（竜巻）に対して，外殻等を構成する部材自体が竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備へ衝突等の影響を与える変形に至らないことの確認において，設計荷重（竜巻）の水平荷重は，建物の外壁に作用し，耐震壁及び鉛構を介して直接支持される基礎スラブへ伝達されるため，変形評価においては，耐震壁及び鉛構が評価対象部位として設定する。<br>ルーフ屋に対しては，排気筒等の小さい比に，等ルの長い比とされ長さ尺をくるる傾向にある。したがって，変形評価においては，フード，屋根で比が大きく，等ルが薄い箇所を踏まえて選定する。<br>(b)　飛来評価<br>建屋については，設計荷重（竜巻）に対して，外殻等を構成する部材自体が竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備へ衝突等の影響を与えると変形に至らないことの確認において，設計荷重（竜巻）の鉛直荷重は，建物の屋根に作用することから，飛来評価においては，最も薄い箇所を評価対象部位として設定する。<br>壁については，設計荷重（竜巻）に対して，屋根転倒及び飛落することにより，竜巻防護対象施設及び重大事故等対処設備へ衝突等を与えないこと及び間ミ山の機能へ影響を与えないことの確認において，竜巻によって屋根が飛落しないことを確認する。竜巻による気圧差に対して，扉の開止状態を維持するための支持部材であるランヌキ又はガイドローラーを評価対象として設定する。 | — | ○ | 【竜巻防護対象施設を収納する建屋】 | ⑤ |
| 16 | また，設計飛来物の衝突に対して，貫通及び裏面剥離の発生により竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。 | 【5．1．4(1)ｅ，(h)　竜巻防護対象施設を収納する建屋】<br>設計飛来物の衝突に対して，貫通及び裏面剥離の発生により竜巻防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。 | また，設計飛来物及び裏面剥離したコンクリート片が竜巻防護対象施設に衝突することを防止するために，設計飛来物の貫通及び裏面剥離を防止する設計とする。 | 5．2．2　衝突評価対象部位の選定<br>(1)　建物・構築物<br>a．鉄筋コンクリート造構造物<br>(a)　貫通評価<br>設計飛来物の衝突に対して，外殻等を構成する部材に貫通が生じないことの確認において，外殻等を構成する最も薄い壁，屋根を評価対象部位として設定する。<br>(b)　裏面剥離評価<br>設計飛来物の衝突に対して，外殻等を構成する部材に裏面剥離が生じないことの確認において，外殻等を構成する最も薄い壁，屋根を評価対象部位として設定する。 | — | ○ | 【竜巻防護対象施設を収納する建屋】 | ⑤ |
| 17 | 核燃料取扱設備等の建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設は，気圧差による荷重に対して構造強度評価を実施し，安全機能を損なわないよう，要求される機能を維持する設計とする。 | 【5．1．4(1)ｅ，(c)　建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設<br>建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設は，気圧差による荷重に対して，構造強度評価を実施し，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要求される機能を維持する設計とする。 | 5．2　構造概要　(2)　建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設<br>角ダクト，丸ダクト及び配管は，鋼製のダクト，配管及び支を主体構造とし，支持構造物により建屋壁・床・はり等に支持する構造とする。また，作用する荷重については，ダクト鋼板及び配管本体に作用する構造とする。 | ．　換気空調設備<br>(a)　角ダクトの評価対象部位<br>気圧差による荷重は，角ダクト本体の薄肉鋼板部に作用する。このことから，ダクト鋼板（本体）を評価対象部位として選定する。<br>角ダクトは薄肉角筒であり，発生応力はダクト鋼板中央部で最大となることから，ダクト鋼板を評価対象とする。フランジについては鉄げモーメントが作用しないため，評価しない。角ダクトは支持構造物にダクト鋼板部を接触させて支持されており，竜巻の気圧差によりダクト鋼板に作用する荷重は，ダクト支持構造物に作用しないことから，ダクト支持構造物は評価対象外とする。<br>(b)　丸ダクトの評価対象部位<br>気圧差による荷重は，丸ダクト本体の薄肉鋼板部に作用する。このことから，ダクト鋼板（本体）を評価対象部位として選定する。<br>丸ダクトは薄肉円筒であり，座屈を考慮してダクト鋼板を評価対象とする。丸ダクトは支持構造物にダクト鋼板面を接触させて支持されており，竜巻の気圧差によりダクト鋼板に作用する荷重は，ダクト支持構造物に作用しないことから，ダクト支持構造物は評価対象外とする。<br>(c)　ダンパ<br>気圧差による荷重は，ケーシングに作用する。また，閉止しているダンパにはベーン及びシャフトに対しても気圧差による荷重が作用することから，ケーシング，ベーン及びシャフトを評価対象部位として選定する。 | — | ○ | 【建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設】 | ③ |
| | | | 冷凍機及び排気機は，鋼製のケーシング，ベーン及びシャフトを主体構造とし，支持構造物により建屋により支持する構造とする。また，作用する荷重については，ケーシングに作用する構造とする。 | (c)　排気機の評価対象部位<br>気圧差による荷重は，排気機のケーシングに作用する。このことから，ケーシングを評価対象部位として選定する。 | | | | |
| | | | フィルタユニットは，鋼製のケーシング，ろ材を主体構造とし，支持構造物により建屋により支持する構造とする。また，作用する荷重については，ケーシングに作用する構造とする。 | (d)　フィルタユニット<br>気圧差による荷重は，フィルタユニットのケーシングに作用する。このことから，ケーシングを評価対象部位として選定する。 | | | | |
| | | | 空調ユニットは，鋼製のケーシング，内部のプレフィルタ，加湿器，冷水冷却コイルを主体構造とし，支持構造物により建屋により支持する構造とする。また，作用する荷重については，ケーシングに作用する構造とする。 | (e)　空調ユニット<br>気圧差による荷重は，空調ユニットのケーシングに作用する。このことから，ケーシングを評価対象部位として選定する。 | | | | |
| | | | 収納管は，縦来鋼の円筒形の管を主体構造とし，支持構造物により建屋の貯蔵ピット天井から支持する構造とする。また，作用する荷重については，収納管本体に作用する構造とする。 | (g)　収納管の評価対象部位<br>気圧差による荷重は，収納管本体の鋼板に作用する。このことから，収納管本体を評価対象部位として選定する。<br>収納管内側にガラス固化体及びガラス固化体後金を収納していることから，収納管の自重，収納するガラス固化体等の重量を考慮し，収納管の円筒部及び底板を評価対象部位として選定する。 | | | | |
| 18 | 開口部等からの設計飛来物の侵入により，建屋内に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は，竜巻防護対策設備を設置することにより，設計飛来物の衝突による影響に対して，竜巻防護対策設備を設置することにより，設計荷重（竜巻）に対して，竜巻時及び竜巻通過後において，安全機能を損なわない設計とする。 | 【5．1．4(1)ｅ，(d)　建屋内に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設】<br>開口部からの設計飛来物の侵入により，建屋内に収納されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設は，設計飛来物の衝突による影響に対して，竜巻防護対策設備を設置することにより，設計荷重（竜巻）に対して，竜巻時及び竜巻通過後において，安全機能を損なわない設計とする。 | （竜巻防護対策設備の具体については№34，35にて展開） | — | — | ○ | 【飛来物防護板】<br>基礎上に設置 竜巻に関する飛来物防護板（防護板（鋼材）及び支持架構）の構造設計<br>【飛来物防護ネット】 | ① |

# 構造設計が必要となる基本設計方針の関係整理
（第八条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻））

| 項目番号 | 基本設計方針 | 設計方針（添付資料）<br>V-1-1-1-1-2-1<br>竜巻への配慮に関する基本方針 | V-1-1-1-2-3<br>竜巻への配慮を考慮する施設の設計方針 | V-1-1-1-2-4-1-1<br>竜巻への配慮に必要な機能の強度計算の方針 | 構造設計との関係有無 | 別紙との関係 | 概型分類番号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 安全冷却水系の冷却塔等の屋外の竜巻防護対策施設は、設計荷重(竜巻)に対して、構造強度評価を実施し、安全機能を損なわないよう、要求される機能を維持する設計とする。また、設計飛来物の衝突による影響に対して安全機能を損なうおそれがある場合には、竜巻防護対策設備を設置することにより安全機能を損なわない設計とする。 | 【1.1.4(1)a.(a) 屋外の竜巻防護対策施設】<br>屋外の竜巻防護対策施設は、設計荷重(竜巻)に対して、構造強度評価を実施し、構造健全性を維持することにより、要求される機能を維持する設計とする。<br>設計飛来物の衝突による貫通、裏面剥離及び貫入に対し、安全機能を損なわないよう要求される機能を維持する設計とする。<br>竜巻防護対策施設が安全機能を損なうおそれがある場合には、防護措置として飛来物防護ネット等の竜巻防護対策設備を設置する設計とする。 | 5.2　構造概要　(3)　屋外の竜巻防護対象施設<br>冷却塔は、ルーバ、管束、ファン駆動部、支持架構及び遮熱板から構成される複合構造物である。<br>このうち、冷却機能の維持に必要な機器は、冷却水の流路であり鋼材製である管束、冷却のために空気を送風するファン駆動部及びこれらを支持する支持架構である。<br>（竜巻防護対策設備については3.4.3に示した展開）<br><br>管束は、伝熱管（フィンチューブ）、ヘッダーとこれらを支持するチューブサポート及び管束フレームにより構成されており、管束フレームは、管束取付ボルトで支持架構の梁辺りに固定される。<br><br>ファン駆動部は、ファンブレード、ファンリング（ファンリングサポート含む）、原動機（端子箱含む）及び減速機により構成される。ファンリング、原動機及び減速機は、機器ごとの取付ボルトで支持架構に固定される。<br><br>支持架構は、柱材、はり材及びブレースにより構成されるラーメン・トラス構造であり、溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、柱脚部は基礎ボルトにより基礎コンクリートに固定される。<br><br>冷却塔の機能維持に必要な付属品である端子箱は、ファン駆動部の原動機にボルトで結合する。また、作用する荷重については、各機器取付ボルトを介して接続する支持架構に伝達し、基礎ボルトを介して基礎に伝達する構造とする。<br><br>遮熱板は遮熱板と遮熱板取付ボルトにより構成されている。<br><br>ルーバはルーバフレーム、ルーバブレード、ブレードシャフト、ルーバ取付ボルトにより構成される。<br><br>安全冷却水系取排水口、取口、側壁の保全主体構造とし、支持構造物により安全冷却水系冷却塔A、B支持架構から支持する構造とする。また、作用する荷重については、容器本体に作用する構造とする。安全冷却水系取排水口、取口、安全冷却水系冷却塔A、B上部に設置する。<br><br>安全冷却水系（安全冷却水系冷却塔A、B、安全冷却水A、B冷却塔、冷却塔A、B、安全冷却水系取排水口、取口、安全冷却水系取排水口の配管）、側壁の配管及びポンプを主体構造とし、支持構造物により基礎の床・壁や基礎等から支持する構造とする。また、作用する荷重については、配管本体に作用する構造とする。<br><br>主排気筒の筒身は、鋼管を主体構造とし、筒身を支持する支持架構にサポートで支持する構造とする。また、作用する荷重については、筒身及び支持架構を介して基礎ボルトに伝達する構造とする。<br><br>建屋は、鉄筋コンクリート造の壁、屋根及びフードとし、開口部には扉を設置している。 | 5.2.1　構造強度評価対象部位の選定　(2)　機器・配管系　a.　冷却塔<br>冷却塔は、機器の所定を考慮したフード設計荷重（竜巻）が作用する機器のうち、冷却機能を維持するために必要な機器及び冷却機能を維持するために必要な機器に対し、影響を及ぼすおそれのある機器を評価対象機器とする。<br><br>5.2.2　衝突評価対象部位の選定　(2)　機器・配管系　a.　冷却塔<br>評価において考慮する飛来物の衝突により、冷却塔に飛来物による衝撃荷重が作用し貫入する可能性があるため、冷却塔の冷却機能を維持するために必要な機器の外殻を構成する鋼材のうち最も薄い板厚を有する鋼材を評価対象部位とする。<br><br>(a)　管束及びファン駆動部の評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)は、管束及びファン駆動部の外殻となる部位に作用することから、外殻となる管束フレーム及びヘッダーに囲われていることから設計荷重(竜巻)による水平方向の荷重の影響を受け難く、受ける荷重は十分小さくなることから、機能喪失に至るような有意な変形は生じない。<br><br>また、ファン駆動部のうちファンについては、外殻となるファンリングに囲われていることから設計荷重(竜巻)による水平方向の荷重の影響を受け難く、受ける荷重は十分小さくなることから、機能喪失に至るような有意な変形は生じない。原動機及び減速機については、遮熱板に囲われていることから設計荷重(竜巻)による水平方向の荷重の影響を受け難いことと及び本機は静物であり転倒も難く、機能喪失に至るような有意な変形は生じない。<br><br>(b)　支持架構(基礎ボルト含む)の評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)は、支持架構全体に作用する。このことから、支持架構の構造強度評価の評価対象部位は、支持架構を構成する主柱、梁はり、ブレース(主構造物)、ベンチブレース及び水平ブレースを選定する。<br>なお、設計荷重(竜巻)は、支持架構を介して基礎ボルトに作用することから、基礎ボルトを構造強度評価の評価対象部位として選定する。<br><br>(c)　管束及びファン駆動部の評価対象部位<br>端子箱については、遮熱板に囲われていることから設計荷重(竜巻)による水平方向の荷重の影響を受け難いことと及び端子箱が変形したとしても、内部の空間に余裕があることから、端子箱内部の電線への影響はない。<br><br>(d)　遮熱板の評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)は、遮熱板本体に作用し、遮熱板を介して取付ボルトに作用する。設計荷重(竜巻)が作用し、遮熱板及び遮熱板取付ボルトが変形又は破損した場合、ファン駆動部に衝突するおそれがあることから、遮熱板と遮熱取付ボルトを構造強度評価の評価対象部位として選定する。<br><br>(d)　ルーバの評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)は、ルーバを構成する部位のうち、ルーバフレームに作用し、ルーバフレームを介してルーバ取付ボルトに作用する。<br>設計荷重(竜巻)が作用しルーバ取付ボルトが破損した場合、ルーバ本体が可変に落下するおそれがあることから、構造強度評価の評価対象部位として選定する。<br>なお、ルーバを構成する部位のうち、ルーバブレード、ブレードシャフトについては、外殻となるルーバフレームに囲まれており、設計荷重(竜巻)が作用しないことから評価対象外とする。ルーバ取付ボルトについては、設計荷重(竜巻)が作用し、万一ルーバフレームに変形が生じたとしても、冷却機能に影響はないことから、評価対象外とする。<br><br>5.2.2　衝突評価対象部位の選定　(2)　機器・配管系　a.　冷却塔<br>ルーバは、可変に雪が積もることを防止するための機器であり、冷却機能の維持に必要な機器の外殻となる部材ではないことから、仮に貫通が生じたとしても、冷却機能に影響はないため、評価対象外とする。<br><br>b.　容器<br>設計荷重（竜巻）は、側面及び側板を支持するスカートに作用し、スカートを介して基礎ボルトに作用する。このことから、側面、スカート及び基礎ボルトを評価対象部位とする。<br>5.2.2　衝突評価対象部位の選定　(2)　機器・配管系　b.　容器<br>評価において考慮する飛来物の衝突により、安全冷却水系取排水口の衝突荷重が作用し貫入する可能性があるため、貫入によりその機能の機能が損失する可能性がある箇所を評価対象部位として選定する。安全冷却水系取排水口の全方向からの飛来物を考慮し、貫入により機能の損失する可能性がある箇所として側板を選定する。<br><br>b.　配管<br>(a)　配管の評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)は、側面に作用する。非を設置している箇所においては、非の断面係数は配管に比べ大きく、配管の評価に包絡されることから、配管のみを評価対象とする。支持構造物については、建屋内外に関らず地震に対して耐荷重設計がなされており、建屋外部に設計荷重の風圧力による荷重が作用した場合でも、作用荷重は耐荷重以下であるため、設計荷重の風圧力による荷重に対する支持構造物の評価は耐震評価に包絡されることから、評価対象外とする。ただし、竜巻防護対策設備に内包されない配管は、設計荷重(竜巻)と衝撃荷重が耐荷重設計を上回るおそれがあることから、支持構造物を評価対象とする。<br><br>5.2.2　衝突評価対象部位の選定　(2)　機器・配管系　b.　配管<br>評価において考慮する飛来物の衝突により、配管に飛来物による衝撃荷重が作用し貫入する可能性があるため、貫入によりその機能の機能が損失する可能性がある箇所を評価対象部位として選定する。非を設置している箇所においては、非の板厚は配管の板厚に比べ厚く、配管の評価に包絡されるため、配管のみを評価対象とする。<br><br>c.　排気筒<br>(a)　筒身評価<br>筒身評価においては、設計飛来物の衝突により鉄塔を構成する部材の欠損を想定することから、設計飛来物の衝突を想定する部材を選定する。設計飛来物の衝突を想定する部材は、鉄塔を構成する複軸に主柱材、斜材、水平材のうち、設計荷重（竜巻）に対し、負荷の大きい部材をそれぞれ選定する。具体的には、欠損評価材の状態において、設計荷重による風圧力による荷重を受けた場合に、許容限界からと許容応力度比が大きくなりやすい圧縮力が構造上最も大きくなる風下側の主柱材、及び、その斜材が選択される。また、水平材として、鉄塔を構成する残る部材に対し、風圧力による荷重が作用することを想定することから、鉄塔を構成している残部材を評価対象部位とする。<br>筒身評価においては、設計荷重が許容限界を満足できないと評価された場合は、欠損を想定した部材の衝突解析を実施することから、衝突解析において欠損を想定する部材を評価対象部位とする。なお、欠損評価の結果、複数の部材に許容限界を満足しないと評価された場合、衝突解析の対象として部材は、衝突位置及び部材の支持点に生じるひずみが大きくなる、転倒崩壊しないとする。<br>欠損を想定する部材に対する衝突解析における設計飛来物の衝突位置は、部材に発生するひずみを大きくするため、被衝突部材の曲げモーメントが最大となるよう中央位置とする。<br>(b)　転倒評価<br>支持架構と基礎を定着している柱脚部が破断すると、支持架構が転倒するおそれがあることから、飛来物が支持架構の主要部材に直接衝突した場合についてのＦＥＭ解析を実施し、柱脚部の評価を行う。<br>評価対象部位は柱脚部とし、設計飛来物の衝突位置は、柱脚部に生じる応力が最も大きくなるよう、筒身の頂部とする。<br><br>5.2.2 衝突評価対象部位の選定　(1) 塔物・構造物<br>c.　排気筒<br>設計飛来物の衝突により、主排気筒には設計飛来物の衝撃荷重が作用し、貫通し、主排気筒の安全機能を損失する可能性があるため、主排気筒の筒身を評価対象部位とする。 | ○ | 【竜巻防護対策施設】<br>「第1.1.1-2表 竜巻に関する飛来物防護板（防護板（鋼材）及び支持架構）の構造設計<br><br>【飛来物防護ネット】<br>「第第1.2.2-1表 竜巻に関する飛来物防護ネット等の構造設計」 | ①、③ |
| 20 | 竜巻防護対策設備の基本設計方針については、第２章　個別項目の「7.3.4　竜巻防護対策設備」に示す。 | — | — | — | —<br>（管轄官庁であるため） | — | — |
| 21 | 竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、被展に伴う倒壊又は転倒による機械的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)に対して、構造強度評価を実施し、当該施設の倒壊又は転倒により、周辺の竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼさない設計とする。竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、当該施設が飛散荷重に強った場合に竜巻防護対象施設も飛散荷重さまする機能的影響を及ぼし得る施設は、設計荷重(竜巻)に対して、必要な機能を維持する設計とする。 | 【1.1.4(1)a.(f) 竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設】<br>竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設は、竜巻時及び竜巻通過後において機械的影響及び機能的影響を及ぼし得る施設であり、竜巻時及び竜巻通過後において、竜巻時に伴う倒壊又は転倒による機械的影響を及ぼし得る施設及び付属施設の被展による機能的影響を及ぼし得る施設である。竜巻時及び竜巻通過後において、当該施設が飛散荷重に対し、竜巻防護対象施設に機能的影響を及ぼさない設計とする。竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、当該施設が飛散荷重に強った場合に竜巻防護対象施設に機能的影響を及ぼさない設計とする。<br>竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計荷重(竜巻)に対し、必要な機能を維持する設計とする。 | 5.2　構造概要　(4)　竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設<br>竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設は、鉄筋コンクリート造の壁、屋根及びフードとし、開口部には扉を設置している。<br><br>クラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵場屋換気設備の排気系は、鋼管を主体構造とし、支持構造物により基礎等から支持する構造とする。また、作用する荷重については、配管本体に作用する構造とする。<br><br>生換気筒の筒身は、鋼管を主体構造とし、筒身を支持する支持架構にサポートで支持する構造とする。また、作用する荷重については、筒身及び支持架構を介して基礎ボルトに伝達する構造とする。<br><br>安全冷気系の安全系気ボイラの排気管は、側壁の配管を主体構造として屋内配管とは伸縮継手を介して接続され、建屋壁に設置したサポートで固定する構造とする。また、作用する荷重については、配管本体に作用する構造とする。<br><br>安全圧縮空気系の安全空気脱湿装置の再生空気排気配管は、側壁の配管及び弁を主体構造とし、支持構造物により建屋壁、床及び柱等から支持する構造とする。また、作用する荷重については、配管本体に作用する構造とする。<br><br>ディーゼル発電機の排気管は、鋼管を主体構造とし、支持構造物及び排気消音器により建屋床・壁等に支持する構造とする。作用する荷重については消音器や支持構造物を介して建屋床・壁等に伝達する構造とする<br><br>ディーゼル発電機付属ベント配管は、鋼管を主体構造とし、支持構造物及び架台により建屋壁やコンクリート基礎に支持する構造とする。作用する荷重については支持構造物や架台を介して建屋壁やコンクリート基礎に伝達する構造とする。<br><br>ディーゼル発電機の排気消音器は、鋼製の側板、側板を主体構造とし、建屋床等に基礎ボルトで固定する構造とする。また、作用する荷重については、基礎ボルトを介して建屋床等に伝達する構造とする。 | b.　側製構造物<br>波及的影響評価は、「耐力評価」と「変形評価」によって、波及影響を及ぼし得る建屋が竜巻防護対象施設等及び重大事故等対処施設等へ波及的影響を与えないことを確認する。<br>設計荷重(竜巻)は、構造物の型式に応じ、鉛直荷重、水平荷重に組合せを考慮し、鉛直荷重は、建屋フレーム及び屋根を介して基礎に伝達されることから、屋根、壁及び柱及び梁及び床荷重の算定のため、水平荷重に組合せる鉛直荷重は、鉛直荷重及び屋根荷重、鉛直フレーム及び屋根を評価対象部位として設定する。<br><br>c.　配管　(a)　ベント管及び排気管の評価対象部位<br>設計荷重（竜巻）は、側面に作用する。支持構造物については、建屋内外にかかわらず地震に対して耐荷重設計がなされており、建屋外部に設計荷重の風圧力による荷重が作用した場合でも、作用荷重は耐荷重以下であるため、設計荷重の風圧力による荷重に対する支持構造物の評価は耐震評価に包絡されることから、評価対象外とする。ただし、竜巻で支持される重要防護ベントは、設計荷重（竜巻）が海に直接作用し、竜巻と潮の込み金物の接続部に作用することから、竜巻の接続部を評価対象とする。<br><br>c.　排気筒<br>(a)　筒身評価<br>筒身評価においては、設計飛来物の衝突により鉄塔を構成する部材の欠損を想定することから、設計飛来物の衝突を想定する部材を選定する。設計飛来物の衝突を想定する部材は、鉄塔を構成する複軸に主柱材、斜材、水平材のうち、設計荷重（竜巻）に対し、負荷の大きい部材をそれぞれ選定する。具体的には、欠損評価材の状態において、設計荷重による風圧力による荷重を受けた場合に、許容限界からと許容応力度比が大きくなりやすい圧縮力が構造上最も大きくなる風下側の主柱材、及び、その主柱材に接続する斜材、水平材とする<br>筒身評価のうち欠損評価においては、鉄塔を構成する残る部材に対し、風圧力による荷重が作用することを想定することから、鉄塔を構成している残る部材を評価対象部位とする。<br>筒身評価において、許容限界を満足できないと評価された場合は、欠損を想定した部材の衝突解析を実施することから、衝突解析において欠損を想定する部材を評価対象部位とする。なお、欠損評価の結果、複数の部材に許容限界を満足しないと評価された場合、衝突解析の対象として部材は、衝突位置及び部材の支持点に生じるひずみが大きくなる、転倒崩壊しないとする。<br>欠損を想定する部材に対する衝突解析における設計飛来物の衝突位置は、部材に発生するひずみを大きくするため、被衝突部材の曲げモーメントが最大となるよう中央位置とする。<br>(b)　転倒評価<br>支持架構と基礎を定着している柱脚部が破断すると、支持架構が転倒するおそれがあることから、飛来物が支持架構の主要部材に直接衝突した場合についてのＦＥＭ解析を実施し、柱脚部の評価を行う。<br>評価対象部位は柱脚部とし、設計飛来物の衝突位置は、柱脚部に生じる応力が最も大きくなるよう、筒身の頂部とする。<br><br>c.　配管　(b)　ベント管及び排気管の評価対象部位<br>設計荷重（竜巻）は、側面に作用する。支持構造物については、建屋内外にかかわらず地震に対して耐荷重設計がなされており、建屋外部に設計荷重の風圧力による荷重が作用した場合でも、作用荷重は耐荷重以下であるため、設計荷重の風圧力による荷重に対する支持構造物の評価は耐震評価に包絡されることから、評価対象外とする。ただし、竜巻で支持される重要防護ベントは、設計荷重（竜巻）が海に直接作用し、竜巻と潮の込み金物の接続部に作用することから、竜巻の接続部を評価対象とする。<br>なお、第１非常用ディーゼル発電機のディーゼル機関の排気管及び第２非常用ディーゼル発電機のディーゼル機関の排気管は、建屋に設置する支持構造物及び排気消音器によって支持されており、排気消音器の転倒が生じたりはれは間重ることはないことから、排気消音器の評価に包絡される。<br><br>c.　配管　(c)　消音器の評価対象部位<br>設計荷重（竜巻）は、側面に作用する。支持構造物については、建屋内外にかかわらず地震に対して耐荷重設計がなされており、建屋外部に設計荷重の風圧力による荷重が作用した場合でも、作用荷重は耐荷重以下であるため、設計荷重の風圧力による荷重に対する支持構造物の評価は耐震評価に包絡されることから、評価対象外とする。ただし、竜巻で支持される重要防護ベントは、設計荷重（竜巻）が海に直接作用し、竜巻と潮の込み金物の接続部に作用することから、竜巻の接続部を評価対象とする。<br>なお、第１非常用ディーゼル発電機のディーゼル機関の排気管及び第２非常用ディーゼル発電機のディーゼル機関の排気管は、建屋に設置する支持構造物及び排気消音器によって支持されており、排気消音器の転倒が生じたりはれは間重ることはないことから、排気消音器の評価に包絡される。<br><br>c.　配管　(c)　消音器の評価対象部位<br>設計荷重(竜巻)による荷重は、消音器本体に作用し、支持脚を介して基礎ボルト又は取付ボルトに作用する。<br>消音器の転倒を防止するための主要な支持部材のうち、荷重作用点から離れていることから転倒モーメントが大きく作用し、要と支持脚面積が小さいことから発生する応力が厳しくなる基礎ボルト又は取付ボルトを評価対象部位として設定する。 | ○ | 【竜巻の影響を及ぼし得る施設】 | ④ |

構造設計が必要となる基本設計方針の関係整理
（第八条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻））

| 項目番号 | 基本設計方針 | 設計方針（設付書類）<br>VI-1-1-1-2-1<br>竜巻への配慮に関する基本方針 | VI-1-1-1-2-3<br>竜巻の影響を考慮する施設の設計方針 | VI-1-1-1-2-4-1-1<br>竜巻への配慮に必要な施設の強度計算の方針 | VI-1-1-1-2-4-1-3<br>竜巻防護対策設備の強度計算の方針 | 構造設計との関係有無 | 別紙2との関係 | 解説分類番号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は，設計荷重(竜巻)に対して，構造強度評価を実施し，構造健全性を維持することにより，使用済燃料収納キャスクに波及的破損を与えない設計とする。 | 【3.1.4(1)a.(g) 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋】<br>使用済燃料収納キャスクが建屋内構造であることを踏まえ，使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は，竜巻時及び竜巻通過後において，設計荷重(竜巻)に対し，使用済燃料収納キャスクを収納する建屋の構造健全性を維持することにより，使用済燃料収納キャスクに波及的破損を与えない設計とする。 | 5.2　構造概要　(4)　竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設<br>竜巻防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設は，鉄筋コンクリート造の壁，屋根及びフードとし，開口部には扉を設置している。<br>主要構造：鉄筋コンクリート造（一般鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）である。<br>支持構造：基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 | b. 鋼製構造物<br>波及的影響評価は，「耐力評価」によって，波及影響を及ぼし得る建屋が竜巻防護対象施設等及び重大事故等対処設備等へ波及的影響を与えないことを確認する。<br>設計荷重(竜巻)は，建物の外壁に作用し，鉛直壁，鉄骨プレース及び架構を介して基礎岩盤に支持する基礎へ伝達されることから，地震力，地震力及び最大風対荷重の算定のため，水平荷重に抵抗する耐震壁，鉄骨プレース及び架構を評価対象部位として設定する。 | — | ○ | 【使用済燃料収納キャスクを収納する建屋】 | ④ |
| 23 | c.　竜巻随伴事象に対する設計方針<br>竜巻の影響範囲における竜巻被害状況及び再処理施設の配置から，竜巻随伴事象として火災，溢水及び外部電源喪失を想定し，これらの事象が発生した場合においても，竜巻防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜言であるため） | — | — |
| 24 | 竜巻随伴事象のうち火災に対しては，火災源と竜巻防護対象施設の位置関係を踏まえて熱影響を評価した上で，竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えない設計とするとの感知・消火等の対策により竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えない設計とする。竜巻随伴事象としての火災による影響は外部火災及び内部火災に対する防護設計に包絡されるため，「3.3.3 外部火災」の「(b) 近隣の産業施設の火災及び爆発に対する防護対策」及び「5.　火災等による損傷の防止」に基づく設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（外部火災及び内部火災の基本設計方針に基づく構造設計に包絡されるため） | — | — |
| 25 | 竜巻随伴事象のうち溢水に対しては，溢水源と竜巻防護対象施設の位置関係を踏まえた影響評価を行った上で，竜巻防護対象施設の安全機能に影響を与えない設計とする。竜巻随伴事象としての溢水による影響は設計に包絡されるため，「6.　再処理施設内における溢水による損傷の防止」の「6.2.4 その他の溢水」に基づく設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（溢水の基本設計方針に基づく構造設計に包絡されるため） | — | — |
| 26 | 竜巻随伴事象のうち外部電源喪失に対しては，外部電源喪失が生じたとしても非常用内電源系統等の安全機能を確保する設計とし，非常用所内電源系統による電源供給を可能とすることで竜巻防護対象施設の安全機能を維持する設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（保安電源の基本設計方針に基づく構造設計に包絡されるため） | — | — |
| 27 | d.　必要な機能を損なわないための運用上の措置<br>竜巻に関する設計条件等に係る新知見の拡張及び竜巻に関する防護措置との組合せにより安全機能を損なわないための運用上の措置として，以下を保安規定に定めて，管理する。 | — | — | — | — | —<br>（運用要求であるため） | — | — |
| 28 | a.設計竜巻の特性値，竜巻と同時に発生する自然現象等について，定期的に新知見の確認を行い，新知見が得られた場合に評価を行うこと | — | — | — | — | —<br>（運用要求であるため） | — | — |
| 29 | e.資機材等の固定，固縛又は建屋収納並びに車両の入構管理及び退避を行うこと | — | — | — | — | —<br>（運用要求であるため） | — | — |
| 30 | 第2章　個別項目<br>7.　その他再処理設備の附属施設<br>7.9　竜巻防護対策設備<br>竜巻防護対策設備の設計に係る共通的な設計方針については，第1章 共通項目の「5. 地盤」，「3. 自然現象等」，「5. 火災等による損傷の防止」，「6. 再処理施設内における溢水による損傷の防止」，「7. 再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止」及び「9. 設備に対する要求」に基づくものとする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜言であるため） | — | — |
| 31 | 竜巻に対する防護設計においては，竜巻による防護が維持できない竜巻防護対象施設及び安全機能を損なうおそれがある屋外に設置される竜巻防護対象施設が設計飛来物の衝突によって安全機能を損なうことを防止するため，竜巻防護対策設備を設置する設計とする。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜言であるため） | — | — |
| 32 | 竜巻防護対策設備は，設計竜巻によって発生する設計飛来物による竜巻防護対象施設への影響を防止するための飛来物防護板及び飛来物防護ネットで構成する。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜言であるため） | — | — |
| 33 | 竜巻防護対策設備の設計に際しては，竜巻防護対象施設が安全機能を損なわないよう，次のような方針で設計する。 | — | — | — | — | —<br>（管轄宜言であるため） | — | — |
| 34 | (1)　飛来物防護板<br>飛来物防護板は，防護板(鋼材)とそれを支持する支持架構又は建屋に支持される防護板(鉄筋コンクリート)で構成し，以下の設計とする。<br>a. 防護板は，設計荷重(竜巻)で発生する設計飛来物による貫通及び裏面剥離を防止できる設計とする。 | 【3.1.4(1)a.(h) 竜巻防護対策設備】<br>竜巻防護対策設備は，竜巻時及び竜巻通過後において，設計荷重(竜巻)に対して，構造強度評価を実施し，内包する竜巻防護対象施設が安全機能を損なわないよう，設計飛来物等が竜巻防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。<br>イ．飛来物防護板<br>飛来物防護板は，防護板(鋼材)とそれを支持する支持架構又は建屋に支持される防護板(鉄筋コンクリート)で構成し，以下の設計とする。<br>防護板は，設計飛来物の貫通及び裏面剥離を防止できる設計とする。 | 5.2　構造概要　(6)　竜巻防護対策設備<br>防護板(鋼材)は，設計荷重(竜巻)に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，設計飛来物が竜巻防護対象施設へ衝突することを防止するために，竜巻防護対象施設の上部及び側面に設置し，設計飛来物の防護板(鋼材)を貫通できない設計とする。鋼板は設計荷重(竜巻)に対し，設計飛来物の竜巻防護対象施設へ衝突することを防止するため，設計荷重(竜巻)に対し，鋼板の破断による脱落を防止するために，鋼板のはしあき強度を確保する。 | — | 1.1.2　防護板(鋼材)の評価対象部位<br>a. 鋼板<br>設計飛来物は，鋼板に直接衝突する。このため，設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は，鋼板とする。<br>b. 鋼製枠<br>鋼製枠は，鋼板から設計飛来物の衝撃荷重を受けるが，鋼板は鋼製枠に溶接で4辺を固定しており，荷重が分散すること及び鋼製枠は十分な強度及び剛性を有していることから，評価対象外とする。 | ○ | 【飛来物防護板】<br>第1章 1-7-2 竜巻に関する飛来物防護板（防護板（鋼材）及び支持架構）の構造設計<br>第1章 1-7-3 竜巻に関する飛来物防護板（鉄筋コンクリート造）の構造設計 | ① |
| | b. 支持架構は，設計荷重(竜巻)に対し，防護板(鋼材)を支持できる強度を有する設計とする。 | 支持架構は，設計荷重(竜巻)に対し，防護板(鋼材)を支持できる強度を有する設計とする。 | 防護板(鋼材)を支持する支持架構は，柱，はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造であり，回廊又はボストにより囲まれた独立構造物である。支持架構は，施設の外部に作用する荷重を介して建屋である防護板(鋼材)からの荷重を支持する構造とする。また，支持架構を構成する柱は柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。 | | 1.1.3　支持架構の評価対象部位<br>支持架構は，防護ネット及び防護板(鋼材)を支持する部材であり，防護ネット及び防護板(鋼材)に設計荷重(竜巻)が作用した際，伝達する荷重に対し，支持架構は上載する防護ネット及び防護板(鋼材)を支持する機能を維持可能な構造強度を有する必要がある。また，設計荷重(竜巻)に対し，竜巻防護対象施設への波及的影響を与えないための強度を有する必要があることから，支持架構の構造強度評価の評価対象部位は，支持架構を構成する柱，大はり，小はり，トラス柱，筋違プレース，水平プレース及び屋根面水平プレースを選定する。支持架構の強度評価においては，支持架構に設計荷重（竜巻）が直接作用した際に，その健全性を同解析により確認する方針としており，解析対象とする部材の選定の考え方を以下に示す。また，評価ポ ちっとも細しくならうよう，飛来物の衝突箇所としては，部材の中央位置とする。 | | | |
| | c. 飛来物防護板は，浄化機能に影響を与えない設計とする。 | 飛来物防護板は，浄化機能に影響を与えない設計とする。 | 飛来物防護板は，浄化機能に影響を与えないよう開口を確保する構造とする。 | | | | | |
| | d. 飛来物防護板は，設計荷重(竜巻)により，竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 飛来物防護板は，設計荷重(竜巻)により，竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 鋼板を支持架構に固定する取付ボルトは，設計荷重（竜巻）に対し，鋼板の脱落を防止するため，以下の構造とする。<br>鋼板の変形により作用する荷重を踏まえて取付ボルトのサイズ，本数及びボルトの設置間隔を選定する。また，飛来物衝突位置近傍の取付ボルトは破断することが想定されるため，取付ボルトを複数配置することを基本構造とする。<br>また，鋼板が内側～回転することを防止できるよう，支持架構に対して外側に設置する構造とする。なお，設計荷重（竜巻）により取付ボルトに破断が生じたとしても，鋼板の面内方向の移動も拘束できる構造とする。 | | c. 取付ボルト<br>取付ボルトは，鋼板を支持架構に接続する部位であり，鋼板に作用する荷重は取付ボルトに作用するため，設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は，取付ボルトとする。<br>鋼板に大変形が生じた状態の荷重が，設計飛来物衝撃荷重の作用荷重に比べて支配的であることから，この状態を想定して評価対象を選定する。このとき，鋼板に大変形が生じた時点の作用荷重は，鋼板のたわみが大きいほど顕著となることから，支持方法（1辺で支持又は相対する2辺以上で支持）及び飛来物の速度ごとに鋼板のたわみやすさを考慮して，評価対象の防護板（鋼材）を選定する。なお，取付ボルトのサイズ区分ごとで，支持板の取付ボルト強度が同等となる様な設計としていることから，取付ボルトのサイズ及び本数は防護板（鋼材）の評価対象の選定に影響を与えない。<br>なお，鋼製枠を介して荷重が作用する取付ボルトは，鋼製枠を介することで荷重が低減することから，評価対象外とする。 | | | |
| | e. 飛来物防護板は，竜巻以外の自然現象及び人為事象により，竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 竜巻防護対策設備は，竜巻以外の自然現象及び人為事象に対して，構造強度評価又は耐火被覆の施工等を実施し，竜巻防護対象施設等に波及的影響を与えない設計とする。 | | | | | | |

構造設計が必要となる基本設計方針の関係整理
（第八条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻））

| 設計番号 | 基本設計方針 | 設計方針（添付書類）<br>Ⅵ-1-1-1-2-1<br>竜巻への配慮に関する基本方針 | Ⅵ-1-1-1-2-2<br>竜巻の影響を考慮する施設の設計方針 | Ⅵ-1-1-1-2-3-1<br>竜巻への配慮に必要な施設の強度計算の方針 | Ⅵ-1-1-1-2-3-1-1<br>竜巻防護対策施設の強度計算の方針 | 構造設計との関係有無 | 別紙2との関係 | 類型分類番号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 38 | (2) 飛来物防護ネット<br>（略）防護板等に設置する飛来物防護ネット（補助防護板を含む。）は、防護ネット及び防護板（鋼材）とそれらを支持する支持架構で構成し、以下の設計とする。<br>a. 防護ネットは、設計飛来物の運動エネルギを吸収できる強度を有する設計とする。 | 【2.1.4(1)a.(b) 竜巻防護対策設備】<br>・竜巻防護対策設備は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計荷重(竜巻)に対して、構造強度評価を実施し、内包する竜巻防護対象施設が安全機能を損なわないよう、設計飛来物等が竜巻防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。<br>ii. 飛来物防護ネット<br>（略）<br>冷却塔等に設置する飛来物防護ネットは、防護ネット（補助防護板を含む。）及び防護板（鋼材）とそれらを支持する支持架構で構成し、以下の設計とする。<br>防護ネットは、設計飛来物の運動エネルギを吸収することができる強度を有する設計とする。 | | | | | | |
| | b. 防護ネットは、飛来物の衝突によりたわみが生じた場合でも、竜巻防護対象施設に衝突しない離隔距離を確保する設計とする。 | 防護ネットは、飛来物の衝突によりたわみが生じた場合でも、竜巻防護対象施設に衝突しない離隔距離を確保する設計とする。 | b. 飛来物防護ネット<br>飛来物防護ネットは、電力中研究所報告書（高強度金網を用いた竜巻飛来物対策工の合理的な実験法等研究報告書（総合報告：G01）(以下「電中研報告書」という。)）を同型の防護ネットは(以下「防護ネット（鋼製枠）」という。)、支持架構が鋼製枠への配置から鋼製枠を介して支持架構に直接設置する防護ネット(以下「防護ネット（支持架構に直接設置）」という。)、防護板(鋼材)及び支持架構で構成し、竜巻防護対象施設と離隔を取り設けることで、飛来物の竜巻防護対象施設への衝突を防止し、竜巻防護対象施設と防護ネットの離隔を確保することにより、防護ネットにたわみが生じたとしても、竜巻防護対象施設に飛来物を衝突させない構造とする。なお、支持架構は杭基礎により支持される構造とする。<br>防護ネット（鋼製枠）は、ネット、ワイヤロープ、ターンバックル、シャックル、鋼角部固定ボルト、取付プレート及び鋼製枠を主体構造とし、トロミ石用いて支持架構から支持される。<br>なお、ターンバックル及びシャックルを接続金具（支持部）、鋼角部固定ボルト及び取付プレートを接続金具（固定部）とする。<br>防護ネットのうちネットは、らせん状の網鋼線を2次元的に編みこみ、編みこみの方向によって荷重を受け持つ縦横方向と斜横這角方向の高方性を持ち、支持架構の配置、ネットに作用する荷重及び竜巻防護対象施設との離隔距離に応じて、ネットの縦横方向と斜横這角方向の長さの比を考慮して、網目50mmのネットを模取along配置する構造とする。また、設計飛来物である鋼製パイプを捕捉するため、網目40mmの補助ネットを設置する構造とする。 | | | | | | |
| | c. 防護ネット（補助防護板を含む。）は、設計飛来物の通過及び貫通を防止できる設計とする。 | 防護ネット（補助防護板を含む。）は、設計飛来物の通過及び貫通を防止できる設計とする。 | | | | | | |
| | d. 支持架構に直接設置する防護ネットは、ネットと支持架構の間隔を設計上考慮する飛来物の大きさ以下とするため、鋼製の補助防護板を設置する設計とする。 | 支持架構に直接設置する防護ネットは、防護ネットと支持架構の間隔を設計上考慮する飛来物の大きさ以下とするため、鋼製の補助防護板を設置する設計とする。 | 防護ネット(支持架構に直接設置)は、ネット、ワイヤロープ、ターンバックル、シャックル、鋼角部固定ボルト、取付プレート、ネット取付金物、取付ボルト及び押さえボルトを主体構造とし、これらを支持架構により支持する。また、ワイヤロープと支持架構の間隔を、設計上考慮する飛来物である砕石以下の大きさとするため、鋼製の補助防護板を設置する。なお、ターンバックル及びシャックルを接続金具（支持部）、鋼角部固定ボルト及び取付プレートを接続金具（固定部）、取付ボルト及び押さえボルトを接続部とする。 | — | 3.1.1　防護ネットの評価対象部位<br>(2)　防護ネット（鋼製枠）<br>a.　ネット<br>設計飛来物は、ネットに直接衝突する。このため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、ネットとする。<br>b.　ワイヤロープ<br>ワイヤロープはネットを支持する部材であり、ネットに作用した荷重は、ワイヤロープに作用するため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、ワイヤロープとする。<br>ワイヤグリップは、ワイヤロープの一部としてワイヤグリップ効率を考慮する。<br>c.　接続金具(支持部)<br>接続金具(支持部)は、ワイヤロープを支持する部材であり、ネットに作用した荷重は、ワイヤロープを介して接続金具(支持部)に作用するため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、接続金具(支持部)のシャックル及びターンバックルとする。<br>保持管は固定部分など、ワイヤロープから受ける荷重にとりスライドし、鋼角部固定ボルトに荷重を伝えることから、評価対象外とする。<br>d.　接続金具(固定部)<br>接続金具(固定部)は、保持管を固定する鋼角部固定ボルト及び接続金具(支持部)を固定する取付プレートであり、ワイヤロープからの荷重が作用するため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、接続金具(固定部)の鋼角部固定ボルト及び取付プレート和集合部とする。<br>e.　鋼角部固定ボルト<br>トロミ及びガイドパーラは、防護ネット（鋼製枠）を開閉するための部材であり、破損しても、防護ネットは支持架構の支柱スパンとなるものの、内部に転落することはなく、竜巻防護対象施設へ影響は与えないことから、評価対象外とする。<br>固定ピンは、防護ネット（鋼製枠）が開かないよう固定するための部材であり、ネットに作用した荷重は防護ネット（鋼製枠）から介して支持架構に伝達し、固定ピンには作用しない。また、風圧力による荷重が側面に作用したとしても、防護ネット（鋼製枠）の自重により、動くことはないことから、評価対象外とする。<br>f.　鋼製枠<br>鋼製枠は、取付プレートを介して、ワイヤロープからの荷力を伝達するが、取付プレートと比べて十分な強度及び剛性を有しており、取付プレートの評価に包括されることから、評価対象外とする。<br>g.　接続部<br>接続部は、防護ネット（鋼製枠）と支持架構を接続する部材であり、防護ネット（鋼製枠）が受ける荷重を支持架構に伝える部材であり、鋼製枠取付ボルト及び支圧材が接続部に該当する。鋼製枠取付ボルトは、防護ネット（鋼製枠）から受ける荷重を支持架構へ伝達する構造であるため、鋼製枠取付ボルトが破壊すると防護ネット（鋼製枠）が脱落するおそれがあることから評価対象とする。支圧材は防護ネット（鋼製枠）から受ける荷重を支持架構へ伝達する構造であり、損傷しても防護ネットが脱落することはないことから、評価対象外とする。<br>3.1.4　整流板の評価対象部位<br>整流板に設計荷重(竜巻)が作用することにより整流板を構成する部材が脱落し、竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼすおそれがあることから評価対象とする。<br>a.　整流板(本体)<br>整流板(本体)は、設計荷重（竜巻）として風圧力による荷重が作用する。整流板(本体)は、設計荷重(竜巻)により変形が生じたとしても脱落しないことから評価対象外とする。整流板(本体)を支持している整流板(本体)取付ボルトについては、ボルトが破断すると整流板(本体)が脱落するおそれがあることから、整流板(本体)取付ボルトを評価対象とする。<br>b.　整流板取付用部材<br>整流板(本体)を支持架構に接続する整流板取付用部材は、整流板(本体)に作用した風圧力による荷重を支持架構へ伝達する。整流板取付用部材は、変形したとしても脱落しないことから評価対象外とする。整流板取付用部材を支持している整流板取付用部材接続ボルトについては、ボルトが破断すると整流板取付用部材が脱落するおそれがあることから、整流板取付用部材接続ボルトを評価対象とする。 | ○ | 【飛来物防護ネット】 | ① |
| | e. 防護板(鋼材)は、設計飛来物の貫通を防止できる設計とする。 | 防護板(鋼材)は、設計飛来物の貫通を防止できる設計とする。 | 防護板(鋼材)は、離隔距離が確保できない箇所やネットの変形を阻害するブレース材等が存在する箇所に設置する。鋼板に設計荷重(竜巻)に対し、設計飛来物が竜巻防護対象施設へ衝突することを防止するため、設計飛来物が貫通しないと想ようする。また、設計荷重(竜巻)に対し、鋼板の破断による脱落を防止するために、鋼板のはじみ方を確保する。<br>鋼板を支持架構に固定する取付ボルトは、設計荷重（竜巻）に対し、鋼板の脱落を防止するため、以下の構造とする。<br>鋼板の変形により作用する荷重を踏まえて取付ボルトのサイズ、本数及びボルトの設置間隔を設定する。常に、飛来物衝突位置近傍の取付ボルトは破断することが想定されるため、取付ボルトを複数配置することを基本構造とする。 | — | 3.1.2　防護板(鋼材)の評価対象部位<br>a.　鋼板<br>設計飛来物は、鋼板に直接衝突する。このため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、鋼板とする。<br>b.　鋼製枠<br>鋼製枠は、鋼板から設計飛来物の衝撃荷重を受けるが、鋼板は鋼製枠へ溶接で４辺を固定しており、荷重が分散することで鋼製枠は十分な強度及び剛性を有していることから、評価対象外とする。<br>c.　取付ボルト<br>取付ボルトは、鋼板を支持架構へ接続する部位であり、鋼板に作用する荷重は取付ボルトに作用するため、設計荷重(竜巻)に対する評価対象部位は、取付ボルトとする。<br>鋼板に支柱が生じた状態の荷重は、設計飛来物衝撃荷重の作用荷重に比べて支配的であることから、この状態を想定して評価対象を選定する。このとき、鋼板に大変形が生じた時点の作用荷重は、鋼板のたわみが大きいほど顕著となることから、支持方向（１辺で支持又は相対する２辺以上で支持）及び飛来物の速度ごとに鋼板のたわみやすさを考慮して、評価対象の防護板（鋼材）を選定する。なお、取付ボルトのサイズは変わっても、支持方向が取付ボルト強度が同等となる構造設計としていることから、取付ボルトのサイズ及び本数は防護板（鋼材）の評価対象の選定に影響を与えない。<br>なお、鋼製枠を介して荷重が作用する取付ボルトは、鋼製枠を介することで荷重が低減することから、評価対象外とする。 | | | |
| | f. 支持架構は、設計荷重(竜巻)に対し、防護ネット及び防護板(鋼材)を支持できる強度を有する設計とする。 | 支持架構は、設計荷重(竜巻)に対して、防護ネット及び防護板(鋼材)の支持機能を維持可能な強度を有する設計とする。 | また、支持架構は杭基礎により支持される構造とする。<br>防護ネット及び防護板(鋼材)を支持する支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造である。鋼板又はボルトにより接合される鉄骨構造物である。支持架構は、地盤の各段に作用する荷重並びに鋼製枠である防護ネットを防護板(鋼材)からの荷重を支持する構造とする。また、支持架構を構成する柱は杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。 | | 3.1.3　支持架構の評価対象部位<br>支持架構は、防護ネット及び防護板(鋼材)を支持する部材であり、防護ネット及び防護板(鋼材)に設計荷重(竜巻)が作用した際、伝播する荷重に対し、支持架構は上載する防護ネット及び防護板(鋼材)を支持する機能を維持可能な構造強度を有する必要がある。また、設計荷重(竜巻)に対し、竜巻防護対象施設への波及的影響を与えないための強度を有する必要があることから、支持架構の構造強度評価が評価対象部位は、支持架構を構成する柱、大はり、小はり、トラス柱、筋違ブレース、水平ブレース及び屋根用水平ブレースを選定する。支持架構の強度評価においては、支持架構に設計荷重（竜巻）が伝播作用した際に、その健全性を同時解析により確認する方針としており、解析対象とする部材の選定の考え方を以下に示す。また、評価ポルもっとも厳しくなるよう、飛来物の衝突箇所としては、部材の中央位置とする。 | | | |
| | g. 飛来物防護ネットは、内包する冷却塔の冷却能力に影響を与えない設計とする。 | 飛来物防護ネットは、防護ネットを主体構造とすることで、内包する冷却塔の冷却能力に影響を与えない設計とする。 | | | | | | |
| | h. 飛来物防護ネットは、設計荷重(竜巻)により、竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 飛来物防護ネットは、設計荷重(竜巻)に対して、脱落、転倒及び倒壊により竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 支持架構に対するボルト配置上の制約がある場合は、複数の取付ボルトを亀的に配置する支持部を２か所以上設ける構造とする。この際、支持点に鋼板の変形により作用する荷重を踏まえ、取付ボルトのサイズ、本数を設定し、部力に応じた支持点の設置間隔を設定する。<br>また、鋼板の内側へ凹転することを防止できるよう、支持架構に対して外面に設置する構造とする。なお、設計荷重（竜巻）により取付ボルトに破断が生じたとしても、鋼板の面内方向の移動も拘束できる構造とする。 | | | | | | |
| | i. 飛来物防護ネットは、竜巻以外の自然現象及び人為事象により、竜巻防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。 | 竜巻防護対策設備に、竜巻以外の自然現象及び人為事象に対して、構造強度評価又は耐火被覆の施工等を実施し、竜巻防護対象施設等に波及的影響を与えない設計とする。 | | | | | | |
| | | | | | | 構造設計との関係有無が全て「－」となる類型分類番号 | | ②、④ |