

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 37 R 0
提出年月日	令和 4 年 12 月 9 日

設工認に係る補足説明資料

竜巻防護対策設備の強度計算に関する

設計プロセスの妥当性について

目 次

1. 概要	1
2. 入力根拠等の妥当性確認方法について	1
添付-1 有限要素モデルを用いて評価を行う竜巻防護対策設備の強度計算に対する説明	

1. 概要

本資料は、再処理施設の第1回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す竜巻防護対策設備の強度計算の方針を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針」
- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-2-4-2-2 竜巻防護対策設備の強度計算書」

本資料では、有限要素モデルを用いて評価を行う竜巻防護対策設備の強度計算における衝突評価に対し、入力根拠等の設計プロセスの妥当性確認方法について補足する。なお、衝突評価以外の有限要素モデルを用いた強度評価については、入力する荷重が異なるが、解析モデルは耐震評価で用いるモデルと同様である。入力する竜巻による荷重の妥当性は本資料で確認している内容と同様であることから、解析モデル作成に関するプロセスの妥当性については、補足説明資料「機電耐震27 設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する補足」に示す。

なお、本資料で示す入力根拠等の妥当性確認方法については、今回申請対象外の再処理施設の竜巻防護対策設備に対しても適用するものである。

また、本資料は、第1回設工認申請の対象設備を対象とした記載であることから、第2回設工認申請以降の申請対象を踏まえて、記載を拡充している。

2. 入力根拠等の妥当性確認方法について

有限要素モデルを用いて評価を行う竜巻防護対策設備の強度計算の入力根拠等の妥当性確認方法について、添付書類「VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針」の項目ごとに補足する。

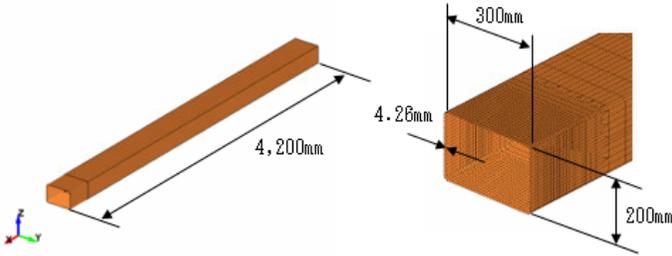
強度計算の方針に対する入力根拠等の設計プロセスの妥当性確認に関する補足説明を添付-1に示す。

添付－ 1

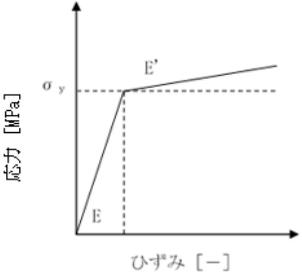
有限要素モデルを用いて評価を行う
竜巻防護対策設備の強度計算に対する説明

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針</p>	<p>本資料は、「VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針」に基づき実施する設計プロセスの条件設定に対し、当社における入力根拠等の妥当性確認方法を示すことを目的としている。</p> <p>なお、参考として第1回設工認申請設備を例に確認内容を示す。</p>

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<div data-bbox="273 304 1032 651"> <p>6.2 防護板(鋼材)及び支持架構の強度評価</p> <p>6.2.1 解析モデルの選定</p> <p>6.2.2 解析モデルの設定条件</p> <p>(1) 寸法</p> <p>(2) 拘束条件</p> <p>(3) 断面特性</p> <p>(4) 材料特性</p> <p>(5) 質量</p> <p>(6) 取付ボルトの破断判定</p> </div> <div data-bbox="622 655 636 703" style="text-align: center;">↓</div> <div data-bbox="273 711 1048 914"> <p>4. 荷重の設定及び荷重の組合せ並びに荷重の算定方法防</p> <p>4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ</p> <p>4.2 荷重の算定方法</p> <p>(b) 自重による荷重の算出</p> <p>(c) 竜巻による荷重の算出</p> </div> <div data-bbox="622 919 636 967" style="text-align: center;">↓</div> <div data-bbox="273 975 1043 1066"> <p>5.2 防護板(鋼材)の許容限界</p> <p>5.2.1 衝突評価</p> </div> <div data-bbox="622 1070 636 1118" style="text-align: center;">↓</div> <div data-bbox="273 1126 1043 1217"> <p>5.3 支持架構の許容限界</p> <p>5.3.1 衝突評価</p> </div> <div data-bbox="392 1230 907 1265" style="text-align: center;"> <p>防護板(鋼材)及び支持架構の評価フロー</p> </div>	

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>6.2 防護板(鋼材)及び支持架構の強度評価</p> <p>6.2.1 解析モデルの選定</p> <p>解析モデルの選定として、ビーム要素やシェル要素に置換した有限要素モデルを用いる。 </p> <p>ビーム要素モデルについては、防護板(鋼材)の取付ボルト及び支持架構の柱や梁等の部材をビーム要素としてモデル化する。シェル要素モデルについては、防護板(鋼材)の鋼板及び支持架構の衝突対象部材をシェル要素としてモデル化する。</p> <p>なお、これらのモデル化に当たっては、部材に生じるひずみや荷重を適切に算出できるよう、節点及び要素数を適切に設定する。</p> <p>6.2.2 解析モデルの設定条件</p> <p>(1) 寸法</p> <p>防護板(鋼材)及び支持架構の各部材形状を模擬した部材長さ及び断面特性を設定する。</p> <p>飛来物の解析モデル図を第 6.2.2-1 図に示す。</p>  <p>第 6.2.2-1 図 飛来物の解析モデル図</p> <p>(2) 拘束条件</p> <p>防護板(鋼材)の拘束条件はボルトの取付方法を考慮して設定することとし、シェル要素でモデル化した鋼板を、ボルトの剛性を考慮したビーム要素で並進 3 方向を拘束する。支持架構の拘束条件は支持位置及び剛性を考慮した適切な拘束条件を設定することとし、基礎梁下端をピン支持として設定する。</p> <p>(3) 断面特性</p> <p>断面特性については、防護板(鋼材)及び支持架構の実構造を踏まえ設定する。</p>	<p>設計プロセスごとの詳細に対し、設定した条件等に対する入力根拠の妥当性の確認方法について以下に示す。</p> <p>解析モデルの設定</p> <p>解析モデルの作成に当たっては、解析対象の構造・評価目的を踏まえ、解析モデルを構成する要素モデルが適切に選定されていることを以下のとおり確認する。</p> <p>解析モデルは、ビーム要素モデル又はシェル要素モデルいずれかにより作成する。この際、飛来物衝突による部材の変形挙動を表現する必要がある部材についてはシェル要素モデルを、荷重の伝達のみを目的としている部材についてはビーム要素モデル*を選定していることを確認する。</p> <p>シェル要素のモデル化に当たっては、部材の変形挙動を適切に評価可能なメッシュサイズに分割している。また、ビーム要素のモデル化では、実機構造を踏まえて、部材に作用する荷重が適切に算出できるように分割している。</p> <p>注記※：ビーム要素は、部材の断面特性を有したはりとしてモデル化するため、部材の詳細な変形を表現することが出来ない。</p> <p>【参考 第 1 回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>飛来物衝突による大変形を表現する必要がある防護板(鋼材)の鋼板及びその周辺部材については、シェル要素でモデル化されて、補足説明資料「外竜巻 31 竜巻防護対策設備の強度計算に関する支持架構の解析手法の妥当性について」の検証の中で設定したメッシュサイズと同程度に分割されていることから、妥当であることを確認した。</p> <p>飛来物による衝撃荷重を支持部に伝達させる必要がある防護板(鋼材)の取付ボルト、支持架構の柱やはり等については、ビーム要素でモデル化され部材に作用する荷重が適切に算出できるように分割されていることから、妥当であることを確認した。</p> <p>解析モデルの設定条件</p> <p>○寸法については、以下の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造図等との照合により適切に寸法を設定していることを確認する。また、設定した寸法から部材の接合部や付加荷重が加わる箇所の節点等の不連続部における断面特性を算定していることを確認する。 <p>【参考 第 1 回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>構造図等との照合により適切に寸法を設定していることを確認した。</p> <p>○拘束条件については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・拘束条件については、支持位置、ボルトの取付方法を構造図等との照合により、実機の支持、取付方法及び評価目的に応じて、並進方向及び回転方向の拘束条件を選定する。実機がボルトで取り付けられており、ボルトに作用する引張力やせん断力評価する場合は並進 3 方向を拘束し、支持架構の部材荷重を評価する場合は部材に作用する曲げモーメントが考慮できるような拘束条件とする。 <p>【参考 第 1 回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>防護板(鋼材)の鋼板は、取付ボルトで支持架構に固定されているため、ボルト固定位置ごとにボルトの剛性を考慮したビーム要素で並進 3 方向拘束として設定しており、</p>

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
	<p>妥当であることを確認した。</p> <p>支持架構のモデルは、基礎梁下端が複数の杭で支持されている状態を考慮し、杭の支持点をピン支持として設定しており、妥当であることを確認した。</p> <p>また、平面的な広がりを持つ基礎梁下端をピン支持することにより、基礎梁の回転が拘束され、支持架構にて曲げモーメントを負担することになることから支持架構の評価にとって厳しくなるモデル化となっており、妥当であることを確認した。</p> <p>○断面特性については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断面特性については、「(1)寸法」で妥当性を確認した寸法より、断面積、断面2次モーメント、断面係数、有効せん断断面積を機械工学便覧等の材料力学の式に基づいて算定していることを確認する。 ・算定した断面特性が実構造の方向を考慮して適切に適用されていることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>「(1)寸法」で妥当性を確認した寸法より、断面積、断面2次モーメント、断面係数、有効せん断断面積を機械工学便覧等の材料力学の式に基づいて算定していることを確認した。</p>

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明																					
<p>(4) 材料特性 材料特性は、防護板(鋼材)及び支持架構の各材料の物性値を踏まえて設定する。 なお、飛来物の衝突に対する解析は、変形速度が大きいためひずみ速度効果を考慮することとし、日本溶接協会の動的物性の推定式(WES式)を適用する。 材料の応力-ひずみ関係はバイリニア型とする。 バイリニア型応力-ひずみ関係の概念図を第6.2.2-2図に示す。</p>  <p>第6.2.2-2図 バイリニア型応力-ひずみ関係の概念図</p> <p>(5) 質量 防護板(鋼材)及び支持架構の各要素の寸法及び密度により適切に設定する。</p> <p>(6) 取付ボルトの破断判定 取付ボルトの破断判定に用いる記号を第6.2.2-1表に示す。</p> <p>第6.2.2-1表 取付ボルトの許容限界の算定に用いる記号</p> <table border="1" data-bbox="246 1034 761 1241"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>単位</th> <th>定義</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A_e</td> <td>m²</td> <td>取付ボルトの有効断面積</td> </tr> <tr> <td>P_u</td> <td>N</td> <td>取付ボルト1本あたりに生じる引張荷重</td> </tr> <tr> <td>P_{ua}</td> <td>N</td> <td>取付ボルト1本あたりの引張耐力</td> </tr> <tr> <td>q_u</td> <td>N</td> <td>取付ボルト1本あたりに生じるせん断荷重</td> </tr> <tr> <td>q_{ua}</td> <td>N</td> <td>取付ボルト1本あたりのせん断耐力</td> </tr> <tr> <td>S_{tu}</td> <td>MPa</td> <td>取付ボルトの引張強さ</td> </tr> </tbody> </table> <p>取付ボルトの破断判定は、「鋼構造限界状態設計指針」に基づき、下式より算出する。</p> $\left(\frac{p_u}{p_{ua}}\right)^2 + \left(\frac{q_u}{q_{ua}}\right)^2 \leq 1$ $p_{ua} = S_{tu} \times A_e$ $q_{ua} = 0.6 \cdot S_{tu} \times A_e$	記号	単位	定義	A_e	m ²	取付ボルトの有効断面積	P_u	N	取付ボルト1本あたりに生じる引張荷重	P_{ua}	N	取付ボルト1本あたりの引張耐力	q_u	N	取付ボルト1本あたりに生じるせん断荷重	q_{ua}	N	取付ボルト1本あたりのせん断耐力	S_{tu}	MPa	取付ボルトの引張強さ	<p>○材料特性については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料特性については、構造図やJIS等との照合により、部材ごとの材料物性値を適切に適用されていることを確認する。 材料特性のうち、ポアソン比及びヤング率については、一般的な鋼構造材として、鋼構造設計基準に設定されている鋼・鋳鋼・鍛鋼の値を適切に適用されていることを確認する。 防護板(鋼材)のひずみ速度効果を考慮する手法としてNEI07-13とWES式がある。NEI07-13を採用すると、破断までに吸収できるエネルギー量が小さくなることから、衝突部の貫通が生じやすい条件となるため、衝突部の貫通を評価する場合はNEI07-13を適用する。一方、WES式では同じエネルギー吸収が生じた時の防護板(鋼材)の引張荷重が大きくなることから、その引張荷重を負担する支持部を評価する場合はWES式を適用する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】 降伏点は、JISの値を設定している。接線係数については、降伏点と引張強さを結んだ傾きとして設定している。この時の引張強さはJISの値を用いている。 支持架構の部材の貫通を評価したモデルにおいてはNEI07-13を適用しており、妥当である。 支持部の取付ボルトを評価する防護板(鋼材)のモデルにおいてはWES式を適用しており、妥当である。</p> <p>○質量については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> 質量については、構造図やJIS等との照合により、部材ごとの値を適切に適用されていることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】 防護板(鋼材)は、JISに設定されている鋼板の基本質量の値を設定している。 支持架構は、JISに設定されている鋼板の基本質量の値に、継手や仕口等を考慮して1.3倍にした値を設定している。</p> <p>○取付ボルトの破断判定については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> 取付ボルトの破断判定については、構造図やJIS等との照合により、破断耐力を適切に適用されていることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】 防護板(鋼材)の取付ボルトは、JISに設定されている引張強さ及び有効断面積を用いて、鋼構造限界状態設計指針の式から求まる最大引張耐力及び最大せん断耐力を破断耐力として設定している。</p>
記号	単位	定義																				
A_e	m ²	取付ボルトの有効断面積																				
P_u	N	取付ボルト1本あたりに生じる引張荷重																				
P_{ua}	N	取付ボルト1本あたりの引張耐力																				
q_u	N	取付ボルト1本あたりに生じるせん断荷重																				
q_{ua}	N	取付ボルト1本あたりのせん断耐力																				
S_{tu}	MPa	取付ボルトの引張強さ																				

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>4. 荷重の設定及び荷重の組合せ並びに荷重の算定方法</p> <p>竜巻防護対策設備の強度評価にて考慮する荷重及び荷重の組合せは、以下のとおり設定する。「VI-1-1-1-1 自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち「VI-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(2) 荷重の組合せ」を踏まえ、以下のとおり設定する。</p> <p>4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ</p> <p>防護ネットの常時作用する荷重は設置方向を考慮する。水平方向に設置した防護ネットは、自重は鉛直下向きに発生することを考慮することとする。鉛直に設置した防護ネットは、自重と飛来物による衝撃荷重は作用する方向が異なることから、自重は考慮しない。防護ネットのうちワイヤロープ及び接続治具(支持部、固定部)並びに防護板(鋼材)のうち取付ボルトに作用する自重については、ネット若しくは鋼板から作用する荷重に比べ十分に小さいことから考慮しない。防護ネットのうち、ワイヤロープ、接続治具(支持部、固定部)及び接続部の評価時は、積載荷重としてネットの自重を考慮する。</p> <p>竜巻防護対策設備の設計に用いる竜巻の荷重は、気圧差による荷重(W_F)を考慮した複合荷重(W_{T1})、並びに設計竜巻の風圧力による荷重(W_W)、気圧差による荷重(W_F)及び飛来物による衝撃荷重(W_I)を組み合わせた複合荷重(W_{T2})を以下のとおり設定する。</p> $W_{T1} = W_F$ $W_{T2} = W_W + 0.5 \cdot W_F + W_I$ <p>竜巻防護対策設備にはW_{T1}及びW_{T2}の両荷重をそれぞれ作用させる。各施設の設計竜巻による荷重の組合せについては、施設の設置状況及び構造を踏まえ適切な組合せを設定する。竜巻防護対策設備の構成部材別の荷重の組合せを第4.1-1表に示す。</p>	<p>○荷重の組合せについては、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の組合せについて、構造図等との照合により、設備の構造及び設置位置に応じて適切に適用されていることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気圧差による荷重は、飛来物防護ネットは屋外の開放設備であるため、気圧差による荷重は生じないことから、気圧差による荷重を設定していない。 ・設計竜巻の風圧力による荷重は、設備の形状ごとの受圧面積に応じた値を設定している。 ・飛来物による衝撃荷重を組み合わせた複合荷重については、気圧差による荷重が生じないため、風圧力による荷重と飛来物による衝撃荷重を組み合わせ設定している。

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針

設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明

第4.1-1表 竜巻防護対策設備の構成部材別の荷重の組合せ

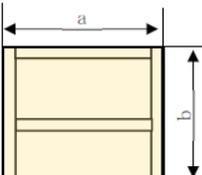
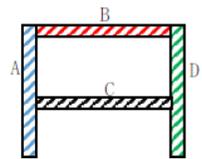
名称	部材	常時作用する荷重	積雪荷重	飛来物の衝撃荷重	風圧力による荷重	
防護ネット	水平	ネット	○	○	○	-
		ワイヤロープ	○※1	○※2	○	-
		接続治具(支持部)	○※1	○※2	○	-
		接続治具(固定部)	○※1	○※2	○	-
		接続部	○※1	○※2	○	-
	鉛直	ネット	-	-	○	○※3
		ワイヤロープ	-	-	○	○※3
		接続治具(支持部)	-	-	○	○※3
		接続治具(固定部)	-	-	○	○※3
		接続部	-	-	○	○※3
防護板(鋼材)	水平	鋼板	-	-	○	-
		取付ボルト	○※4	○※5	○	-
	鉛直	鋼板	-	-	○	-
		取付ボルト	○※4	-	○	○※5
支持架構		○※7	○※8	○	○※9	

注記 ※1：ネットの自重
 ※2：ネットの積雪荷重
 ※3：ネットの風圧力による荷重
 ※4：防護板(鋼材)の自重
 ※5：防護板(鋼材)の積雪荷重
 ※6：防護板(鋼材)の風圧力による荷重
 ※7：防護ネット及び防護板(鋼材)の自重も考慮する。
 ※8：防護ネット及び防護板(鋼材)の積雪荷重も考慮する。
 ※9：防護ネット及び防護板(鋼材)の風圧力による荷重も考慮する。

【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】

- ・水平設置の防護板(鋼材)の取付ボルトについては、防護板(鋼材)の自重、鉛直方向に積雪荷重及び飛来物の衝撃荷重が作用するため、自重、積雪荷重及び飛来物の衝撃荷重を設定している。
- ・鉛直設置の防護板(鋼材)の取付ボルトについては、防護板(鋼材)の自重、水平方向に風圧力による荷重が作用するため、自重及び風圧力による荷重を設定している。
- ・支持架構については、支持架構の自重、鉛直方向に積雪荷重、水平方向に飛来物の衝撃荷重及び風圧力による荷重が作用するため、自重、積雪荷重、飛来物の衝撃荷重及び風圧力による荷重を設定している。

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>4.2 荷重の算定方法</p> <p>「VI-1-1-1-2-1 竜巻への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(1) 荷重の種類」で設定している荷重の算出式を以下に示す。</p> <p>(b) 自重による荷重の算出</p> <p>防護ネット及び防護板(鋼板)に常時作用する荷重として、自重を考慮する。自重により作用する荷重は、ネット等の設置方向を考慮する。水平設置の場合は、鉛直下向きに発生するものとして評価する。鉛直設置の場合は、自重と飛来物による衝撃荷重の作用する方向が異なることから考慮しない。</p> <p>防護ネットにおいては、自重による荷重P_wは、</p> $P_w = \frac{A_a \cdot g \cdot (m_1 \cdot n + m_2 \cdot 1)}{1000}$ <p>と算出される。</p> <p>A_aはネットの実寸法L_x, L_yを用いて、以下の式で求められる。</p> $A_a = L_x \cdot L_y$	<p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自重については、構造図やJIS等との照合により、部材ごとの値を適切に設定している。

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>(c) 竜巻による荷重の算出</p> <p>イ. 風圧力による荷重</p> <p>風圧力による荷重は、竜巻の最大風速による荷重であり、竜巻ガイドを参考に次式のとおり算出する。</p> $W_W = \frac{q \cdot G \cdot C \cdot A_W}{1000}$ <p>ここで、$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2$</p> <p>なお、受圧面積は評価モデルを簡略化するため、投影面積で算出する方法と部材毎に受圧面積を精緻化して算出する方法のどちらかにより算出することとする。受圧面積の考え方の概要図を第4.2-1図に示す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>受圧面積$A_W = a \times b$</p> <p>簡略化の考え方</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>部材Aの受圧面積：A_1 部材Bの受圧面積：A_2 部材Cの受圧面積：A_3 部材Dの受圧面積：A_4 受圧面積$A_W = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$</p> <p>精緻化の考え方</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">第4.2-1図 受圧面積の算出方法</p> <p>防護ネットにおいては、ネットの充実率をϕとすると、風圧力による荷重を受けるネットの受圧面積A_Wは次式のとおりとなる。</p>	<p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> 風圧力による荷重については、構造図等との照合により、設備の形状ごとの受圧面積に応じて適切に設定している。

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>5.2 防護板(鋼材)の許容限界</p> <p>5.2.1 衝突評価</p> <p>飛来物による衝撃荷重に対し、飛来物が竜巻防護対象施設に衝突することを防止するために、飛来物が鋼板を貫通しないことを確認する評価方針としていることを踏まえ、計算にて求められる飛来物の貫通を生じない最小厚さを許容限界として設定する。</p> <p>また、防護板(鋼材)の接続部について、設計飛来物が衝突したとしても、脱落しないことを解析により確認する評価方針としており、取付ボルトは、防護板(鋼材)に自重、積雪荷重、風圧力による荷重が作用したとしても、取付ボルト1本で支えることで防護板(鋼材)の脱落を防止し、冷却塔への波及的影響を防止できるが、防護板(鋼材)が設置位置から動かないよう、面内方向の回転を拘束するため、支持部の評価の許容限界としては、防護板(鋼材)を固定する取付ボルトが2本以上破断せずに残ることとする。</p>	<p>○許容限界の設定については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防護板(鋼材)の取付ボルトの許容限界については、構造図等との照合により、構造や用途に応じた許容限界を適切に設定していることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>防護板(鋼材)の取付ボルトは、防護板(鋼板)に自重、積雪荷重、風圧力による荷重が作用したとしても、取付ボルト1本で支えられることを確認しているため、2本以上破断せずに残ることを許容限界として設定している。</p>

VI-1-1-1-2-4-1-2 竜巻防護対策設備の強度計算の方針	設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する説明
<p>5.3 支持架構の許容限界</p> <p>5.3.1 衝突評価</p> <p>設計荷重(竜巻)に対し、支持架構が飛来物を貫通させないために、支持架構部材が終局状態に至るようなひずみが生じないことを解析により確認する評価方針としていることを踏まえて、部材のひずみが破断ひずみを超えないことを許容限界として設定する。破断ひずみは、JISに規定されている伸びの下限値を基に設定するが、「Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Design」(以下「NEI07-13」という。)に従い、$0.14/TF$(多軸性係数)とする。ここで、「NEI07-13」において、TF(多軸性係数)を2とすることが推奨されていることを踏まえ、安全余裕として$TF = 2$を考慮して設定する。従って、破断ひずみは0.07とする。</p>	<p>○許容限界の設定については、以下の確認を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> 支持架構の衝突評価に対する許容限界については、構造図等との照合により、構造や用途に応じた許容限界を適切に設定していることを確認する。 <p>【参考 第1回設工認申請設備の飛来物防護ネットの設定内容】</p> <p>電中研試験結果との比較から再現性を確認している解析手法に対して、安全側のNEI07-13の材料物性値を適用することにより保守的な貫通評価結果が得られることを、補足説明資料「外竜巻 31 竜巻防護対策設備の強度計算に関する支持架構の解析手法の妥当性について」にて確認している。</p> <p>そのため、支持架構の許容限界として、破断ひずみはNEI07-13に規定されている炭素鋼の相当ひずみに、NEI07-13にて安全側の設定として推奨されている多軸性係数$TF=2$を考慮した値を設定している。</p>